

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

**“Alternativa de pavimento económico para optimizar la transitabilidad en
el camino vecinal Moro – Anta – 2023”**

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

AUTOR:

Bach. Martínez Valverde, Alexander Guido

ASESOR:

Dr. Ing. León Bobadilla, Abner Itamar DNI.

Nº. 32942184

Código ORCID 0000-0003-2949-6591

NUEVO CHIMBOTE – PERÚ

2024

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

**“Alternativa de pavimento económico para optimizar la transitabilidad en
el camino vecinal Moro – Anta – 2023”**

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

Revisado y aprobada por:

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Abner Bobadilla', is written over a horizontal line.

Dr. Ing. Abner Itamar León Bobadilla

ASESOR

DNI. N°. 32942184

ORCID 0000-0003-2949-6591

NUEVO CHIMBOTE – PERÚ

2024

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

**“Alternativa de pavimento económico para optimizar la transitabilidad en
el camino vecinal Moro – Anta – 2023”**

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

REVISADO Y APROBADO POR LOS SIGUIENTES JURADOS:

Ms. Ing. Janet Verónica Saavedra Vera
Presidenta
DNI: 32964440
ORCID 0000-0002-4195-982X

Ms. Ing. Luz Esther Álvarez Asto
Secretaria
DNI: 32968961
ORCID: 0000-0001-9050-761

Dr. Abner Itamar León Bobadilla
Integrante
DNI: 32942184
ORCID 0000-0003-2949-6591

**NUEVO CHIMBOTE – PERÚ
2024**



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Profesional de Ingeniería Civil

- EPIC -

ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

A los 17 días del mes de julio del año dos mil veinticuatro, siendo las 10: 00 horas, en el CECOMP 09 de la Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante T. Resolución N° 266-2024-UNS-CFI, con fecha 24.05.2024, integrado por los siguientes docentes: Ms. Janet Verónica Saavedra Vera (Presidente), Ms. Luz Esther Álvarez Asto (Secretario), Dr. Abner Itamar León Bobadilla (Integrante), Dra. Jenisse del Rocío Fernández Mantilla (Accesitario) en base a la Resolución Decanal N° 412-2024-UNS-FI se da inicio la sustentación de la Tesis titulada: "ALTERNATIVA DE PAVIMENTO ECONÓMICO PARA OPTIMIZAR LA TRANSITABILIDAD EN EL CAMINO VECINAL MORO – ANTA 2023", presentado por el Bachiller: MARTÍNEZ VALVERDE ALEXANDER GUIDO con cód. N° 0201113047, quien fue asesorado por el docente Dr. Abner Itamar León Bobadilla según lo establece la T. Resolución Decanal N° 130-2023-UNS-FI, de fecha 06.03.2023.

El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General para Obtener el Grado Académico de Bachiller y el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa, declaran:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
MARTÍNEZ VALVERDE ALEXANDER GUIDO	18	BUENO

Siendo las 11.00 horas del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, 17 julio de 2024.

Ms. Janet Verónica Saavedra Vera
Presidente

Ms. Luz Esther Álvarez Asto
Secretario

Dr. Abner Itamar León Bobadilla
Integrante

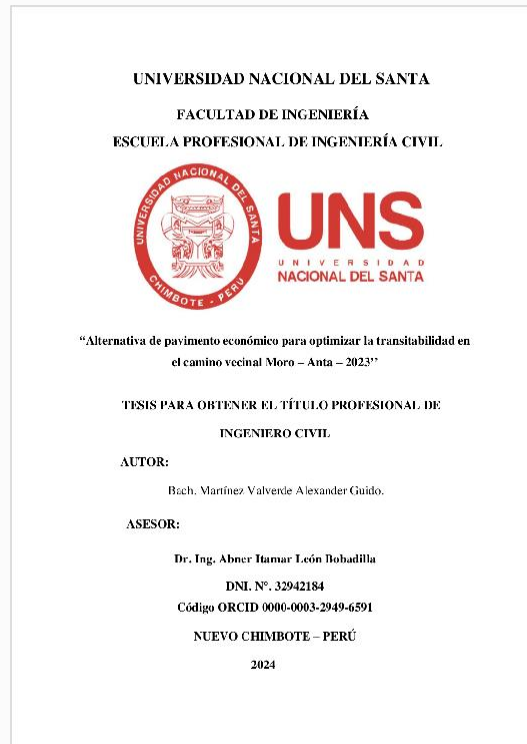


Digital Receipt

This receipt acknowledges that Turnitin received your paper. Below you will find the receipt information regarding your submission.

The first page of your submissions is displayed below.

Submission author: Michael Anthony Lector Lafitte
Assignment title: INFORME PARTE 3
Submission title: MARTINEZ VALVERDE ALEXANDER TESIS FINAL290724tur.docx
File name: MARTINEZ_VALVERDE_ALEXANDER_TESIS_FINAL290724tur.docx
File size: 43.12M
Page count: 183
Word count: 21,559
Character count: 122,985
Submission date: 29-Jul-2024 08:19PM (UTC+0200)
Submission ID: 2424415206



ORIGINALITY REPORT

20%
SIMILARITY INDEX

20%
INTERNET SOURCES

2%
PUBLICATIONS

9%
STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	repositorio.uns.edu.pe Internet Source	5 %
2	hdl.handle.net Internet Source	5 %
3	1library.co Internet Source	1 %
4	repositorio.urp.edu.pe Internet Source	1 %
5	repositorio.ucv.edu.pe Internet Source	1 %
6	Submitted to Universidad Privada Antenor Orrego Student Paper	1 %
7	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Student Paper	<1 %
8	fastercapital.com Internet Source	<1 %
9	Submitted to Universidad Politecnica Salesiana del Ecuador	<1 %

DEDICATORIA

El trabajo actual se dedica a Dios.
Como guía en mi vida, Dios ha
demostrado en mi vida, bendiciones y
al darme el poder de continuar con mi
objetivo sin flaquear.

A mis padres Guido Martínez Sebastián y Edith Valverde
Bedón por su amor, trabajo y sacrificio a lo largo de los
años, gracias a ustedes pude estar aquí y ser quien soy
ahora. Es un orgullo y honor ser su hijo, son los mejores
padres.

Gracias a mis hermanos Jean Carlos y
Jessica, por estar presentes en esta etapa
de mi vida, por brindarme su apoyo
espiritual.

A mis amigos, por su apoyo incondicional en este
arduo camino, por compartir conmigo momentos de
alegrías, fracasos y demostrarme que siempre podré
contar con ellos.

BACH. MARTINEZ VALVERDE ALEXANDER GUIDO.

AGRADECIMIENTO

Queremos expresar nuestra gratitud a Dios, quien nos llena siempre con su bendición, nos acompaña y guía en el transcurso de nuestras vidas, brindándonos sabiduría y paciencia para culminar con éxito nuestras metas propuestas.

Gracias a mi madre Edith Valverde Bedón que me ha brindado el apoyo suficiente para que no fallara en todas las situaciones aparentemente complicadas e imposibles.

Gracias al Ingeniero Abner por su asesoramiento y apoyo, pudimos completar este trabajo. Gracias a los ingenieros de la Facultad de Ingeniería Civil, que con su guía nos inspiraron a convertirnos en talentos y profesionales de la Universidad Nacional Santa con su conocimiento, sabiduría y apoyo.

BACH. MARTINEZ VALVERDE ALEXANDER GUIDO.

Índice general

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
Índice general.....	iii
Índice de tablas.....	vii
Índice de figuras.....	viii
Índice de ecuaciones.....	ix
Índice de anexos.....	x
Índice de planos.....	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
Capítulo I: INTRODUCCIÓN	18
1.1. Antecedentes del problema	20
1.2. Formulación Del Problema	22
1.2.1. Problema General	22
1.2.2. Problemas específicos.....	22
1.3. Objetivos	23
1.3.1. Objetivo Principal.....	23
1.3.2. Objetivos Específicos	23
1.4. Justificación e importancia.....	24

1.5.	Formulación De La Hipótesis	26
1.6.	Limitaciones del trabajo	27
1.6.1.	Limitaciones Sociales:.....	27
1.6.2.	Limitaciones económicas	27
1.6.3.	Limitaciones técnicas:	27
Capítulo II: MARCO TEÓRICO		29
2.1.	Antecedentes de la investigación:	29
2.2.	Marco Conceptual	34
2.2.1.	Pavimentos Económico	34
2.2.1.1.	Tipos de Pavimentos Económicos.....	35
2.2.1.2.	Diseño de pavimento según la metodología AASHTO 93-Pavimento Flexible	38
2.2.1.3.	Estudios realizados para diseñar el pavimento económico.....	46
2.2.2.	Transitabilidad del camino vecinal.....	55
2.2.2.1.	Metodología VAN y TIR Según Franco y Montoya (2020).	56
2.3.	Definición de términos	59
2.4.	Marco Normativo	60
Capitulo III: METODOLOGÍA.....		66
3.1.	Tipo de investigación	66
3.2.	Enfoque de investigación	66

3.3.	Alcance de la investigación	67
3.4.	Diseño de investigación.....	67
3.5.	Población y Muestra.....	68
3.6.	Variables y Operacionalización.....	69
3.6.1.	Variable independiente	69
3.6.2.	Variable dependiente	70
3.6.3.	Definición Conceptual	70
3.6.4.	Definición Operacional.....	70
3.6.5.	Dimensiones	70
3.7.	Técnica e Instrumentos de recolección de datos	72
3.7.1.	Técnica de recolección de datos	72
3.7.2.	Instrumentos	72
3.8.	Procedimientos	74
3.8.1.	Indicar las características del camino vecinal Moro – Anta, bajo los parámetros de la normativa vigente	81
3.8.2.	Determinar el diseño de tipos de pavimento económico: Micropavimento, tratamiento superficial bicapa, Slurry Seal bajo los parámetros de la normativa vigente.	83
3.8.3.	Evaluar la optimización de la transitabilidad mediante el análisis VAN y TIR del pavimento económico: Micropavimento, tratamiento superficial bicapa, Slurry Seal, aplicando la metodología del Aplicativo de la Guía Simplificada Caminos Vecinales	84

3.9. Métodos de análisis de datos.....	85
Capítulo IV: RESULTADOS	87
4.1 Análisis e interpretación de resultados.....	87
4.1.1 Indicar las características del camino vecinal Moro – Anta, bajo los parámetros de la normativa vigente.....	87
4.1.2 Determinar el diseño de tipos de pavimento económico: Micropavimento, tratamiento superficial bicapa, Slurry Seal bajo los parámetros de la normativa vigente.....	91
4.1.3 Evaluar la optimización de la transitabilidad mediante el análisis VAN y TIR del pavimento económico: Micropavimento, tratamiento superficial bicapa, Slurry Seal, aplicando la metodología del Aplicativo de la Guía Simplificada Caminos Vecinales	93
4.2 Prueba de Hipótesis.....	100
4.3 Discusión.....	101
Capítulo V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	103
5.1 Conclusiones	103
5.2 Recomendaciones.....	105
Capítulo VI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	107
Capítulo VII: ANEXOS	112

Índice de tablas

Tabla 1.Confiabilidad -Desviación estándar	39
Tabla 2.Índice de serviciabilidad inicial-pavimento flexible.....	40
Tabla 3.Índice de serviciabilidad final-pavimento flexible.....	41
Tabla 4.Coeficiente estructural de capa asfáltica – pavimento flexible.....	43
Tabla 5.Coeficiente estructural de la base – pavimento flexible	43
Tabla 6.Coeficiente estructural de la subbase – pavimento flexible.....	44
Tabla 7.Calidad de drenaje en base al tiempo de evacuación del agua – pavimento flexible .44	
Tabla 8.Determinación de coeficiente de drenaje– pavimento flexible.....	44
Tabla 9.Categorías de la subrasante	50
Tabla 10.Factor direccional y Factor Carril	52
Tabla 11.Números de repeticiones acumuladas de ejes equivalentes de 8.2 t, en el carril de diseño	54
Tabla 12.Formato de Clasificación Vehicular MTC.....	74
Tabla 13.Formato de Aplicativo de la Guía Simplificada Caminos Vecinales MEF	75
Tabla 14.Esal de diseño para el camino vecinal Moro-Anta	88
Tabla 15.Tipo de suelo en el camino vecinal Moro-Anta.....	89
Tabla 16.Aspectos topográficos camino vecinal Moro-Anta.....	90
Tabla 17.VAN Y TIR – Presupuesto de cada alternativa de pavimento económico	93
Tabla 18.VAN Y TIR – Alternativa 01-Tratamiento superficial bicapa	94
Tabla 19.VAN Y TIR – Alternativa 02-Slurry seal	95
Tabla 20.VAN Y TIR – Alternativa 03-Micropavimento.....	96

Índice de figuras

Figura 1. Ubicación de las calicatas realizadas en el Camino vecinal Moro -Anta.....	82
Figura 2. Porcentaje de vehículos en Camino vecinal Moro -Anta	87
Figura 3. Estructura del Micropavimento.....	91
Figura 4. Estructura del Tratamiento superficial Bicapa	91
Figura 5. Estructura del slurry seal	92
Figura 6. Comparación de estructuras de pavimento económico.....	92
Figura 7. Comparación del valor VAN del pavimento económico.....	97
Figura 8. Comparación del valor TIR del pavimento económico	98

Índice de ecuaciones

Ecuación 1. Módulo de resiliencia	38
Ecuación 2. Diferencia de serviciabilidad	41
Ecuación 3. Número estructural -AASHTO	42
Ecuación 4. Número estructural -Pavimento flexible	45
Ecuación 5. Índice medio anual	51
Ecuación 6. Tasa de crecimiento	52
Ecuación 7. Número repeticiones de ejes equivalentes	53
Ecuación 8. ESAL de diseño	53
Ecuación 9. VAN	57
Ecuación 10. TIR	58

Índice de anexos

Anexo 01- Matriz de consistencia.....	112
Anexo 02- Matriz de operacionalización de variables	113
Anexo 03 – Estudio de suelos	114
Anexo 04 – Conteo vehicular.....	126
Anexo 05 – Estudio de trafico.....	133
Anexo 06 – Panel fotográfico.....	136
Anexo 07- Presupuesto de las alternativas de pavimentación.....	143
Anexo 08- Diseño de la estructura del pavimento	149
Anexo 09- Aplicativo de la Guía Simplificada Caminos Vecinales- Análisis Costo Beneficio	152
Anexo 10- Análisis Costos Unitarios Slurry Seal	166
Anexo 11- Tabla de Costo Modular de operación vehicular	172
Anexo 12- Certificado de calibración de equipos de laboratorio.....	176
Anexo 13- Planos	185

Índice de planos

Plano de Ubicación y Localización.....	U-01
Plano de Planta y Perfil Longitudinal	P-01
Plano de Planta y Perfil Longitudinal	P-02
Plano de Secciones Transversales	ST-01
Plano de Secciones Transversales	ST-02

RESUMEN

El estudio analizó alternativas de pavimento económico para optimizar la transitabilidad en el camino vecinal Moro – Anta, abarcando 1.5 kilómetros desde Moro hasta Case Huambacho. La investigación evaluó Micropavimento, Tratamiento Superficial Bicapa, y Slurry Seal según la normativa vigente, utilizando un análisis Costo-Beneficio de la Guía Simplificada para Caminos Vecinales. El camino, de 1.5 km y con una topografía accidentada y pendientes entre 0.81% y 5.35%, mostró un suelo coherente clasificado A-1-b (0) y valores de CBR entre 18.49 y 18.94, adecuados para el tráfico de 101 vehículos por día. Los resultados indicaron que todas las opciones de pavimentación son viables, destacándose el Slurry Seal como la más rentable, con un Valor Actual Neto (VAN) de 155,270.70 y una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 13.15%. El Tratamiento Superficial Bicapa y el Micropavimento también fueron efectivos, con VAN de 122,357.67 y 52,710.88, y TIR de 12.40% y 10.97% respectivamente. Sin embargo, el Slurry Seal sobresale por su mayor retorno económico y óptima relación costo-beneficio, recomendándose como la mejor alternativa para el camino vecinal Moro – Anta.

Palabras clave: Pavimento, Económico, Transitabilidad.

ABSTRACT

The study analyzed economic pavement alternatives to optimize passability on the Moro – Anta local road, 1.5 kilometers from Moro to Case Huambacho. The research evaluated Microsurfacing, Two-Layer Surface Treatment, and Slurry Seal according to current regulations, using a Cost-Benefit analysis of the Simplified Guide for Neighborhood Roads. The road, 1.5 km long and with a rugged topography and slopes between 0.81% and 5.35%, showed a coherent soil classified A-1-b (0) and CBR values between 18.49 and 18.94, suitable for traffic of 101 vehicles per day. The results indicated that all paving options are viable, with Slurry Seal standing out as the most profitable, with a Net Present Value (NPV) of 155,270.70 and an Internal Rate of Return (IRR) of 13.15%. The Two-Layer Surface Treatment and the Microsurfacing were also effective, with NPV of 122,357.67 and 52,710.88, and IRR of 12.40% and 10.97% respectively. However, the Slurry Seal stands out for its greater economic return and optimal cost-benefit ratio, being recommended as the best alternative for the Moro – Anta local road.

Keywords: Economic, Pavement, Walkability.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Capítulo I: INTRODUCCIÓN

La transitabilidad en los caminos vecinales representa un aspecto fundamental para el desarrollo y la integración de las comunidades rurales, permitiendo un acceso más eficaz a servicios básicos, mercados y oportunidades educativas y laborales. Sin embargo, la construcción y mantenimiento de estos caminos a menudo enfrenta limitaciones económicas, lo que requiere la búsqueda de soluciones innovadoras y costeables. En este contexto, la investigación titulada "Alternativa de pavimento económico para optimizar la transitabilidad en el camino vecinal Moro – Anta – 2023" surge como una propuesta crucial. Este estudio se centra en identificar, analizar y proponer métodos de pavimentación que no solo sean financieramente accesibles para las autoridades locales y las comunidades, sino que también garanticen durabilidad y eficiencia en el tiempo. A través de un enfoque multidisciplinario que combina ingeniería civil, sustentabilidad y economía, se pretende ofrecer una solución viable que mejore la calidad de vida de los habitantes de Moro – Anta, fomentando así un desarrollo integral y sostenible en la región para el año 2023.

La estructura de esta tesis se organiza en varios capítulos, detallados de la manera siguiente:

El PRIMER CAPÍTULO introduce los aspectos fundamentales, incluyendo la problemática central de la investigación, la justificación y la formulación de la hipótesis.

En el SEGUNDO CAPÍTULO, se detallan los antecedentes y fundamentos teóricos que sustentan el estudio, marcando un aspecto crucial al presentar las teorías que respaldan la investigación.

El TERCER CAPÍTULO describe la metodología empleada en la investigación, abarcando el tipo de estudio, la unidad de análisis, el universo y la muestra estudiada, las variables consideradas, así como los materiales, métodos e instrumentos utilizados.

El CUARTO CAPÍTULO analiza los resultados obtenidos, ofreciendo una comparativa y discusión basada en los datos recabados y los experimentos realizados.

El QUINTO CAPÍTULO presenta las conclusiones y recomendaciones derivadas del estudio. Finalmente, el SEXTO CAPÍTULO incluye las referencias bibliográficas y los anexos que complementan la investigación.

1.1. Antecedentes del problema

Según el Ministerio de Transporte (2019), se evidencia una baja calidad en la infraestructura vial en el Perú, destacando que únicamente el 16% de la totalidad de las vías se encuentran pavimentadas. A pesar de que el índice de pavimentación en la red vial nacional se acerca al 80%, la situación es considerablemente desfavorable en la red vial departamental y vial, con niveles de pavimentación mente bajos. Este panorama se torna aún más crítico al enfocarnos en la red de caminos vecinales, cuya función esencial es la conexión de áreas remotas, mayormente ubicadas en entornos rurales. A pesar de representar casi dos tercios del total de caminos en el país, apenas el 1,6% de estos caminos vecinales está pavimentado. Esta estadística resalta la marcada disparidad entre la pavimentación de carreteras nacionales y la falta de desarrollo infraestructural en áreas rurales a través de los caminos vecinales. De manera adicional, al analizar los datos del 2018 sobre las carreteras sin pavimentar, se revela que el 75% consiste en senderos o caminos sin pavimentar, mientras que únicamente el 25% restante corresponde a caminos con afirmado. Este panorama pone de manifiesto la urgente necesidad de abordar la deficiente pavimentación en los caminos vecinales para mejorar la conectividad y accesibilidad en áreas clave del país.

Según el Ministerio de Transporte (2020), la infraestructura vial actual enfrenta serios problemas debido a condiciones climáticas adversas, como fuertes lluvias en la región, acumulación de agua en determinadas áreas y curvas pronunciadas en la vía. Estas condiciones han provocado un estado intransitable en muchos tramos, generando un impacto directo en la economía nacional al obstaculizar el flujo de volúmenes comerciales tanto a nivel interno como externo. La incidencia de estas condiciones climáticas en la infraestructura vial no solo limita la movilidad y conectividad, sino que también repercute de manera en el desarrollo económico del país. La imposibilidad de utilizar eficientemente estas vías afecta la circulación de bienes y servicios, ralentizando el comercio interno y

externo, lo que a su vez puede tener consecuencias negativas en diversos sectores económicos. Por lo tanto, la urgencia de abordar y mejorar la resistencia de la infraestructura vial ante condiciones climáticas adversas se vuelve crucial para asegurar el desarrollo sostenible y la prosperidad económica del país.

Según el Ministerio de Transporte (2020), en la ciudad de Moro, al igual que en diversas regiones de nuestro territorio, un obstáculo que obstaculiza el desarrollo integral es la carencia e inaccesibilidad de vías de transporte, generando complicaciones para el progreso del pueblo. La importancia del transporte terrestre resalta como un componente fundamental para las principales actividades humanas y el avance a nivel nacional. La escasez y dificultad de acceso a infraestructuras viales en Moro plantea un desafío sustancial para el desarrollo local, limitando las oportunidades de movilidad y conexión con otras áreas. El transporte terrestre, al ser un pilar esencial para actividades clave, se erige como un factor crítico para el crecimiento económico y social. La superación de estas limitaciones en la red de transporte no solo facilitaría la vida cotidiana de los habitantes, sino que también impulsaría el desarrollo de Moro al facilitar la integración con otras regiones y contribuir al progreso general del país.

Los residentes del distrito de Moro y del pueblo de Anta han estado presionando para que se mejoren las carreteras existentes, ya que estos pequeños pueblos no cuentan con una infraestructura vial adecuada (afectada por el fenómeno del niño costero) para trasladarse y trasladar su carga a la principal ciudad de Moro, lo que genera problemas sociales y Problemas económicos. Con la implementación de este proyecto se propone mejorar los caminos existentes, dotar a estos lugares de un sistema de transporte eficiente, beneficiando a todas las comunidades a lo largo de la ruta, posibilitando así la comercialización de los productos elaborados a base de aguacate y mango, y aumentando el número de actividades comerciales y económicas de las ciudades.

1.2. Formulación Del Problema

La infraestructura vial presenta daños permanentes en el pavimento, atribuibles a un diseño deficiente o posibles problemas geológicos en la zona. La necesidad de abordar estos problemas se vuelve crucial, y para ello, es imperativo realizar estudios exhaustivos de suelo, geología, ingeniería geotécnica, topografía, flujo de tráfico y tipo de tráfico. Estos elementos son esenciales para lograr un diseño estructural de pavimento eficaz.

En particular, el tramo del camino vecinal Moro-Anta enfrenta actualmente una situación de intransitabilidad, impidiendo el acceso de productos a los mercados regionales y nacionales debido al deterioro de las vías. Esta realidad ha motivado la propuesta del proyecto de tesis titulado "Alternativa de Pavimento Económico para Optimizar la Transitabilidad en el Camino Vecinal Moro-Anta - 2023". La investigación busca explorar soluciones viables y económicamente eficientes para mejorar la infraestructura vial en este tramo específico, considerando factores geotécnicos, de tráfico y de diseño estructural. La resolución de estos problemas no solo beneficiaría a la comunidad local sino también contribuiría al desarrollo económico al facilitar el transporte de productos hacia los mercados regionales y nacionales.

1.2.1. Problema General

Esto lleva a preguntar:

¿Cuál es la alternativa de pavimento económico que optimizará la transitabilidad del camino Vecinal Moro – Anta 2023?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Qué características topográficas, tipos de suelo, índice medio diario anual de tránsito, tipos de vehículo presenta el camino vecinal Moro-Anta?
- ¿Qué espesores presenta la estructura del Micropavimento, tratamiento superficial bicapa y Slurry Seal para optimizar la transitabilidad del camino vecinal Moro-Anta?
- ¿Qué pavimento económico: Micropavimento, tratamiento superficial bicapa, Slurry

Seal presenta menor costo y mejor servicio en función al análisis VAN y TIR del camino vecinal Moro-Anta?

1.3. Objetivos

1.3.1. *Objetivo Principal*

Analizar las alternativas de pavimento económico para optimizar la transitabilidad en el camino Vecinal Moro – Anta

1.3.2. *Objetivos Específicos*

- Indicar las características topográficas, tipos de suelo, índice medio diario anual de tránsito, tipos de vehículo del camino vecinal Moro – Anta, bajo los parámetros de la normativa vigente.
- Determinar el diseño de tipos de pavimento económico: Micropavimento, tratamiento superficial bicapa y Slurry Seal bajo los parámetros de la normativa vigente.
- Evaluar la optimización de la transitabilidad mediante el análisis VAN y TIR del pavimento económico: Micropavimento, tratamiento superficial bicapa y Slurry Seal, aplicando la metodología del Aplicativo de la Guía Simplificada Caminos Vecinales.

1.4. Justificación e importancia

La justificación social de esta investigación fue fundamental dada su proyección de impacto positivo en la vida de la población usuaria de Moro y Anta. La optimización de la pavimentación del camino vecinal Moro-Anta no solo tuvo el potencial de reducir significativamente los costos de mantenimiento, sino que también abordó cuestiones clave que afectaron directamente la calidad de vida de los residentes y el bienestar general de la comunidad.

En primer lugar, la mejora en la pavimentación contribuyó a la salud pública al disminuir la cantidad de polvo en suspensión, que no solo era perjudicial para la salud respiratoria, sino que también afectaba la calidad del entorno. Reducir la presencia de polvo en la vía tuvo implicaciones directas en la calidad del aire, favoreciendo así un ambiente más saludable para la población local.

Además, la optimización del camino vecinal no solo conllevó beneficios económicos tangibles, como la disminución de los costos de mantenimiento para los vehículos, sino que también resultó en una reducción en los tiempos de viaje. Esto mejoró la eficiencia en el transporte y tuvo un impacto positivo en la calidad de vida de los residentes al permitir un acceso más rápido y eficiente a servicios y oportunidades.

Por otro lado, la mejora de la infraestructura vial contribuyó a la prevención de accidentes y la reducción de la inoperatividad del camino, garantizando una mayor seguridad para los usuarios. Al facilitar un flujo más eficiente de bienes y servicios, se esperó una mejora en el comercio local, lo que tuvo un impacto positivo en la economía de la zona y, por ende, contribuyó al desarrollo económico del país.

La justificación económica de esta investigación se sustentó en la evaluación de alternativas de pavimentación económica, como el micropavimento, el tratamiento superficial bicapa y el slurry seal. El enfoque principal fue determinar la alternativa que ofreciera una mayor rentabilidad en un periodo de 1 a 10 años, utilizando la metodología VAN y TIR proporcionada por el Ministerio de Economía y Finanzas. La aplicación de esta metodología permitió realizar un análisis detallado de los costos y beneficios asociados con cada opción de pavimentación a lo largo del tiempo. Al enfocarse en un horizonte temporal de 1 a 10 años, se buscó no solo evaluar la eficiencia a corto plazo, sino también considerar los beneficios a largo plazo que pudieran surgir de la elección de la alternativa más rentable. La selección de una alternativa económicamente eficiente no solo optimizó la inversión inicial, sino que también minimizó los costos de mantenimiento a lo largo del periodo evaluado. Esto se tradujo en una asignación más eficiente de recursos financieros, maximizando el retorno de la inversión y asegurando que la pavimentación propuesta no solo fuera económicamente viable a corto plazo, sino también sostenible a largo plazo.

En última instancia, la justificación económica de esta investigación se alineó con la necesidad de garantizar un uso eficiente de los recursos financieros públicos, asegurando que la inversión en la pavimentación del camino vecinal Moro-Anta no solo cumpliera con los estándares de calidad requeridos, sino que también representara una decisión financiera sensata y beneficiara económicamente a la comunidad a lo largo del tiempo.

La justificación técnica de esta investigación radicó en la intención de establecer una base de datos integral que permitiera comparar la estructura de pavimentos económicos, tales como el micropavimento, el tratamiento superficial bicapa y el slurry seal, según los parámetros establecidos por la metodología AASHTO 93. El objetivo fue optimizar la transitabilidad del camino vecinal mediante un análisis detallado de Costo Beneficio. La adopción de la metodología AASHTO 93 garantizó un enfoque técnico riguroso en la evaluación de las distintas alternativas de pavimentación. La recopilación y análisis de datos conforme a estos estándares técnicos proporcionaron una visión clara de las características de cada tipo de pavimento, permitiendo una toma de decisiones fundamentada en criterios técnicos sólidos. Esta investigación no solo tuvo un impacto inmediato en la optimización de la transitabilidad del camino vecinal Moro-Anta, sino que también sentó las bases para futuras investigaciones. La base de datos generada sirvió como referencia valiosa para investigadores posteriores que buscaran diseñar superficies de carreteras con mayor durabilidad, lo que, a su vez, pudo resultar en una reducción sustancial de los costos de mantenimiento y restauración. La aplicación práctica de los hallazgos de esta investigación se tradujo en beneficios económicos tangibles para el país. Al reducir los costos asociados con el mantenimiento y la reparación de carreteras, se generó un ahorro en recursos financieros, que pudieron ser redirigidos hacia otras áreas prioritarias de desarrollo. En última instancia, la investigación no solo buscó mejorar la infraestructura vial en el corto plazo, sino también contribuir al ahorro sostenible de recursos económicos a nivel nacional.

1.5. Formulación De La Hipótesis

La alternativa de pavimento económico que optimizará la transitabilidad en el camino Vecinal Moro – Anta es el Slurry Seal.

1.6. Limitaciones del trabajo

1.6.1. Limitaciones Sociales:

La participación y colaboración de la comunidad local en la ejecución de la investigación enfrentaron desafíos considerables, tales como posibles reticencias o falta de interés por parte de los residentes. Fue esencial abordar estos obstáculos mediante estrategias efectivas de compromiso comunitario, que fomentaron una comprensión más profunda de los beneficios de la investigación y promovieron la participación de los miembros locales.

1.6.2. Limitaciones económicas:

Las limitaciones presupuestarias pudieron tener un impacto en la extensión y calidad de las pruebas y análisis, lo que restringió la capacidad de obtener resultados más completos y representativos. La gestión cuidadosa de los recursos financieros y la búsqueda de alternativas eficientes fueron cruciales para mitigar estos desafíos económicos, garantizando así que la investigación mantuviera su rigor y validez a pesar de las restricciones financieras.

1.6.3. Limitaciones técnicas:

La rápida evolución de las tecnologías de pavimentación podría haber resultado en que las alternativas evaluadas se volvieran obsoletas o en la aparición de nuevas opciones durante la duración de la investigación.



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Capítulo II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación:

Pallasco (2019) realizó un estudio en la Universidad Católica del Ecuador, enfocado en la ingeniería civil y el mantenimiento vial. El objetivo principal de la investigación fue evaluar la condición actual del pavimento flexible de la avenida Quevedo en Santo Domingo de los Tsáchilas y formular un prototipo de mantenimiento adecuado para esta arteria vial. La investigación fue de tipo aplicada y utilizó un enfoque cuantitativo. La población del estudio incluyó la totalidad de la avenida Quevedo, mientras que la muestra se centró en los segmentos más representativos de la vía. El análisis reveló que el 66% de la vía presentaba signos de deterioro, afectando su funcionalidad y seguridad. Además, se determinó que el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) de la avenida era de 20.032 vehículos por día, con una proyección de aumento a 39.154 vehículos por día en 20 años. En base a estos resultados, se propuso implementar un fresado de 4 cm de espesor en la capa de rodadura, técnica eficaz para restaurar la funcionalidad y extender la vida útil del pavimento. El costo estimado para estas obras fue de S/137,313.41, una inversión justificable y necesaria para asegurar la viabilidad a largo plazo de la vía. En conclusión, la investigación subrayó la importancia de evaluaciones periódicas y detalladas de los pavimentos flexibles, así como la implementación de estrategias de mantenimiento efectivas y económicamente viables.

Fuertes y Villacis (2019) realizaron una investigación aplicada-descriptiva centrada en la evaluación técnica y económica de diferentes alternativas para la superficie vial. Utilizando el software Highway Development and Management (HDM-4), reconocido por su capacidad para simular y evaluar las condiciones y costos de proyectos viales, se emplearon métodos cuantitativos para identificar la mejor opción de pavimentación para la vía que conecta Nanegal con Palmitopamba, en la provincia de Quito, estado de Pichincha. La investigación incluyó una población y muestra específica: el pavimento propuesto para la vía Nanegal -

Palmitopamba. Se analizaron cuatro escenarios de pavimentación distintos, cada uno con características particulares en cuanto a materiales y técnicas de construcción. El primer escenario incluía una base granular estabilizada con asfalto y un doble tratamiento superficial bituminoso; el segundo, similar al primero, pero utilizando cemento para la estabilización de la cimentación granular. Los escenarios tres y cuatro ofrecieron alternativas que involucraban una capa base granular, con la diferencia en la aplicación de capas asfálticas aplicadas en caliente y en frío, respectivamente. Se concluyó, basado en un análisis riguroso de los valores de Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR), que el tercer escenario, caracterizado por el uso de capas asfálticas mixtas aplicadas en caliente, representaba la mejor inversión a largo plazo. Este escenario no solo se demostró ser económicamente viable, sino que también ofreció beneficios en términos de durabilidad y mantenimiento en comparación con las otras opciones evaluadas. El análisis exhaustivo permitió a Fuertes y Villacis (2019) recomendar la tercera opción como la alternativa más favorable para el proyecto de pavimentación de la vía Nanegal – Palmitopamba.

Bedón (2021) llevó a cabo una investigación aplicada-descriptiva para abordar una necesidad concreta en el diseño de pavimentos. El objetivo fue desarrollar un programa interactivo que simplificara y automatizara el proceso de resolución de las ecuaciones establecidas por el método AASHTO 93. El estudio se centró en la vía Cerco Pamba, situada en la parroquia rural metropolitana de Guayllabamba, en Quito, provincia de Pichincha, seleccionada por sus características particulares y representativas. La investigación introdujo una herramienta desarrollada con la extensión “App Designer” de MATLAB, destinada a la creación de aplicaciones con interfaces gráficas. Este programa interactivo facilitó la aplicación de las ecuaciones AASHTO 93, permitiendo a los ingenieros y diseñadores de pavimentos obtener resultados confiables de manera más eficiente y con menos errores humanos. Los resultados indicaron que el programa resolvía las ecuaciones del método

AASHTO 93 con alta precisión, siendo los resultados comparables con los calculados manualmente, demostrando la fiabilidad y eficacia de la herramienta. En conclusión, el desarrollo de este programa interactivo mediante “App Designer” en MATLAB resultó ser una solución innovadora y efectiva para el diseño de pavimentos.

Franco y Montoya (2020), en su tesis "Propuesta de Modelo de Selección de Pavimento Económico en Base al Ciclo de Vida que sea Rentable para Carreteras de Bajo Volumen" de la Universidad Ricardo Palma, realizaron un estudio aplicado y experimental. Su objetivo principal fue evidenciar la rentabilidad de diferentes tipos de pavimentos económicos para carreteras con bajo volumen de tráfico. Para ello, aplicaron un enfoque metodológico que combinó elementos determinísticos y probabilísticos. El estudio se centró en una muestra única compuesta por expedientes técnicos de construcción y conservación vial, obtenidos del banco nacional del Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC). Basándose en un área estándar de 29,750.00 m², los resultados mostraron que el Micropavimento tenía un costo de S/. 369,376.00; el Slurry Seal, S/. 130,305.00; el T.S. Bicapa, S/. 243,206.25; el Otta Seal, S/. 184,747.50; y el Pavimento Asfáltico Delgado, S/. 704,480.00. Estos costos subrayan la variabilidad en las opciones de pavimentación, reflejando diferencias en términos de inversión inicial, calidad y durabilidad potenciales. Además, se evaluó la viabilidad financiera de estas opciones a largo plazo mediante el análisis del Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) durante un horizonte de 20 años, excepto para el Pavimento Asfáltico Delgado, que se consideró en un período de 15 años. Los hallazgos indicaron que, mientras el Micropavimento y el T.S. Bicapa presentaron una TIR negativa y un VAN desfavorable, el Slurry Seal y el Otta Seal demostraron ser rentables, con una TIR de 7.0% y 4% respectivamente. Por otro lado, el Pavimento Asfáltico Delgado destacó por su alta rentabilidad, con una TIR del 28% y un VAN positivo de S/. 51,073.54. En conclusión, para maximizar la eficiencia y la sostenibilidad en la construcción de

carreteras de bajo volumen, se evidenció la necesidad de evaluar meticulosamente la rentabilidad y la durabilidad de los pavimentos, eligiendo opciones que no solo se ajustaran al presupuesto inicial, sino que también ofrecieran viabilidad financiera a largo plazo.

Noriega (2020) en la investigación: Evaluación técnica y de costo entre los tratamientos superficiales otta seal y slurry seal, para carreteras de bajo volumen de tránsito en el departamento de San Martín – 2019 , de la Universidad Científica del Perú. La investigación, de naturaleza aplicada y descriptiva, tuvo como objetivo comparar técnicamente y en términos de costos los tratamientos Otta Seal y Slurry Seal, aplicados a la carretera departamental Lamas - Emp. PE-5N (Puente Bolivia), con una longitud de 14.18 km, seleccionada como caso de estudio. El análisis reveló que el costo total para aplicar el tratamiento Slurry Seal fue de S/2,082,735.67, equivalente al del tratamiento Otta Seal. Sin embargo, un examen más detallado indicó que, para la sección transversal específica propuesta, el tratamiento Otta Seal resultó ser más económico, con un costo de S/1,516,124.14, en contraste con el Slurry Seal, cuyo costo ascendió a S/2,082,735.67. Esta diferencia de costos, que alcanza los S/566,611.53, se atribuye a la no necesidad de aplicar un imprimante previo a la capa de Otta Seal, a diferencia del proceso requerido para el Slurry Seal. Se concluyó que el tratamiento superficial Otta Seal tuvo un costo por metro cuadrado de S/17.82, mientras que el tratamiento Slurry Seal presentó un costo de S/24.48. Esto indica que el Slurry Seal es un 37.37% más costoso que el Otta Seal. Esta información es crucial para las decisiones de gestión de infraestructura vial, especialmente en áreas con carreteras de bajo volumen de tráfico, donde la eficiencia del coste se convierte en un factor determinante en la elección del tratamiento superficial más adecuado.

Contreras (2022), en la investigación "Diseño de pavimento flexible con tratamiento superficial bicapa del camino vecinal intersección de vía a Huancavelica – Occoropuquio" de la Universidad Peruana de los Andes, llevó a cabo una investigación aplicada de nivel

descriptivo. El estudio se centró en una sección del camino vecinal que conecta Huancavelica con Occoropuquio, seleccionada como muestra. Este tramo se caracterizó por un Índice Medio Diario (IMDa) de 232 vehículos y un Esfuerzo Equivalente de Eje (EEE) de 231,558.12, indicando un nivel de tráfico relativamente bajo. El análisis del suelo reveló un Coeficiente de Balasto (CBR) al 95% de Máxima Densidad Seca (MDS) de 6.9% y un Número Estructural (SN) de 2.09. Basándose en estos datos, Contreras propuso un diseño de pavimento flexible con tratamiento superficial bicapa, que incluía una capa asfáltica de 2.5 cm de espesor y una base granular de 40 cm, omitiendo la subbase granular. Este diseño se ajustó a las características del tráfico y las propiedades mecánicas del suelo del área de estudio. La conclusión del estudio destacó la viabilidad del tratamiento superficial bicapa como una solución eficaz para pavimentar caminos vecinales con bajo volumen de tránsito. Este enfoque no solo se alineó con las necesidades específicas del tráfico y las condiciones del terreno, sino que también ofreció una alternativa sostenible y económicamente viable para mejorar la infraestructura vial en zonas rurales.

2.2. Marco Conceptual

2.2.1. Pavimentos Económico

Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2015), se establece que el enfoque económico se perfila como una componente integral de las soluciones fundamentales para este tipo de vías. Este planteamiento lo consolida como una alternativa técnica, económica y ambientalmente viable. La esencia de esta propuesta radica en la incorporación de diversos elementos, entre los que se destacan estabilizadores de suelos, recubrimientos bituminosos y otras tecnologías afines. La inclusión de estos elementos tiene como propósito principal otorgar a las capas de rodadura de las carreteras no pavimentadas una mayor durabilidad y niveles mejorados de servicio. En este sentido, los estabilizadores de suelos desempeñan un papel crucial al fortalecer y consolidar la estructura del terreno, contribuyendo a minimizar la degradación provocada por las condiciones meteorológicas y el tráfico vehicular. Según Delgado (2022), la aplicación de recubrimientos bituminosos, por su parte, agrega una capa protectora que no solo mejora la resistencia a la erosión y a las inclemencias climáticas, sino que también proporciona una superficie más uniforme y manejable para los usuarios de la vía. La combinación de estas técnicas no solo tiene un impacto directo en la eficiencia operativa de las carreteras no pavimentadas, sino que también prolonga mente su vida útil, reduciendo así los costos de mantenimiento a lo largo del tiempo.

Según Franco y Montoya (2020), define a un pavimento económico como parte de soluciones básicas. Siendo así una alternativa técnica, económica y ambiental, que consta principalmente de estabilizadores de suelos, recubrimientos bituminosos y otros, posibilitando que las capas de rodadura de las carreteras no pavimentadas tengan un mayor tiempo de vida útil y mejores niveles de servicio.

2.2.1.1. Tipos de Pavimentos Económicos.

2.2.1.1.1. MicroPavimento. Según Palomino & Rodríguez (2017), Este sistema de pavimentación de superficies se compone de emulsión asfáltica modificada con polímeros, 100% de árido triturado (arena), finos minerales, agua y aditivos emulsionantes (normalmente relleno o cemento portland de tipo I), según sea necesario. Se trata de un método contemporáneo de tratamiento de superficies que suele aplicarse a la capa superior del pavimento. medidas preventivas o correctivas de la superficie del pavimento.

Según Lazarte y Yupanqui (2021), Es una mezcla asfáltica tanto en fría como en caliente de Agregados Compatibles, Emulsión Asfáltica con polímero, Agua libre de impurezas, Aditivos Especiales diseñada en laboratorios especializados, Se produce y aplica en sitio con equipo especialmente diseñado. Según Delgado (2022), es uno de los tipos de mantenimiento de carreteras, llamado microasfaltado, se realiza para reparar o mantener las calzadas. mantenimiento o restauración de la calzada. Se cubre toda la anchura de la calzada con una mezcla cuyo grosor puede oscilar entre 3/8" y 2". Se colocan en múltiples pasadas para rellenar los surcos de las ruedas y su grosor oscila entre 3/8" y 2". Se utilizan en múltiples aplicaciones. Pertenece a la misma categoría que la mezcla asfáltica en caliente (HMA) para el tratamiento de pavimentos. Además, aunque tiene muchas similitudes con los selladores de lechada, se somete a un proceso de curado distinto, controlado químicamente. método de curado distinto que está regulado químicamente. La composición de su combinación incluye cargas minerales, agua, aditivo polimérico, árido denso, emulsión asfáltica y cargas. Sin embargo, también se define de forma diferente en función del objetivo de la tarea y del diseño que se esté llevando a cabo. Dado que protege el pavimento actual y aumenta sus valores de fricción superficial, esta práctica se clasifica como mantenimiento preventivo en este caso.

2.2.1.1.2. Tratamiento Superficial Bicapa. Según Trujillo (2018), el DTS consiste en aplicar dos distribuciones bien espaciadas y alternadas de grava y ligante bituminoso sobre una superficie ya preparada. En cada distribución posterior, el tamaño medio de la grava es la mitad o menos del tamaño medio de la capa anterior. El tamaño nominal del árido de la aplicación inicial equivale aproximadamente al espesor total. Según el Documento Técnico: Las soluciones fundamentales en carreteras no pavimentadas (2015) incluyen el uso de dos capas ligantes y dos capas de granulares entrelazadas. Sus espesores oscilan entre los 20 mm y los 25 mm. Se utilizan principalmente para la construcción de calzadas y para la mejora de los niveles de servicio de las carreteras de bajo y mediano volumen. En ocasiones se emplean en bermas de carreteras de gran tráfico. Según Espinosa (2020), Una forma práctica de mejorar las carreteras es utilizar un tratamiento superficial de dos capas. Esto implica considerar la mejora como un proceso destinado a engrandecer el nivel de funcionalidad de la superficie de la carretera y tener en cuenta una serie de acciones destinadas a producir un pavimento con capacidades estructurales suficientes.

2.2.1.1.3. Slurry Seal. Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2015), se define como “lechada asfáltica” o “mortero asfáltico”. Compuesto por una mezcla de agregados de granulometría cerrada, emulsión asfáltica, aditivos y agua. No tiene aporte estructural en el pavimento y sus espesores varían entre 3 mm a 10 mm (1/8” a 3/8”). Según Palomino y Rodríguez (2017), Es una mezcla de agua, aditivos, emulsión asfáltica y áridos de grano fino que ha sido emulsionada. El asfalto líquido es un método muy eficaz de gestión de la superficie de los firmes, tanto nuevos como viejos. Además de mejorar la resistencia al deslizamiento y detener el aflojamiento de los áridos y la pérdida de matriz, la lechada sellará las fisuras superficiales y protegerá el pavimento en general. En consecuencia, reducirá la oxidación y los daños causados por el agua, alargando la vida útil del pavimento. Según Calizaya y Soto (2021), determina que se puede conseguir una combinación cremosa, fluida y homogénea de fácil extensión combinando emulsión asfáltica ordinaria con áridos de granulometría definida, filler mineral, agua y, ocasionalmente, aditivos químicos en las proporciones adecuadas. Esta mezcla de áridos pétreos (tamaño máximo de árido) crea la estructura de soporte que da espesor a la capa construida y, una vez evaporada el agua, la masilla hecha de una mezcla de asfalto y relleno da a la estructura la cohesividad esencial. Los Slurry Seal se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Tipo I (Características de peso) = 3.25 – 5.4 kg/m²
- Tipo II (Características de peso) = 5.4 – 8.1 kg/m²
- Tipo III (Características de peso) = 8.1 – 15.5 kg/m²

Según Condor (2020), es una aplicación de espesor delgado, que es de 1 a 1,5 veces el tamaño de agregado más grande que se usa. Es posible que los polímeros modifiquen o no estas lechadas. El látex, cuyo propósito es mejorar la flexibilidad y aumentar la resistencia temprana a los esfuerzos, se utiliza con frecuencia para modificarlas. El punto de ablandamiento de la carpeta aumenta. Para este tipo de uso, las mezclas están limitadas a

agregados de pequeño tamaño, con un tamaño máximo de aproximadamente 8 mm.

2.2.1.2. Diseño de pavimento según la metodología AASHTO 93-Pavimento

Flexible Para realizar el diseño del pavimento económico se tendrá en cuenta

los siguientes parámetros:

- El módulo de resiliencia

Según la MTC(2014), es un parámetro que describe la elasticidad de un suelo bajo cargas de tráfico repetitivas. Se refiere a la capacidad del suelo para restaurar su configuración inicial después de la aplicación de una carga temporal. En el contexto de la ingeniería geotécnica y el diseño de pavimentos, este módulo es una medida de la deformación elástica que el suelo experimenta cuando se le somete a cargas cíclicas, como las producidas por el paso de vehículos y se calcula mediante la siguiente expresión:

$$Mr = 2555 \times CBR^{0.64} \dots 1$$

Donde:

Mr: Módulo de resiliencia en PSI

CBR : CBR de una muestra de suelo

- Confiabilidad

Según la MTC(2014) y en concordancia con las directrices de AASHTO, la confiabilidad (%R) es una medida cuantitativa que refleja la certeza de que un pavimento cumplirá con su función prevista y mantendrá un nivel adecuado de serviciabilidad durante el tiempo estipulado en su diseño. Este concepto encapsula la probabilidad ajustada de que el pavimento soporte variaciones y contingencias asociadas a los materiales utilizados, la metodología de diseño, y la implementación en obra, además de variables externas como son cambios extremos en el clima o incrementos inesperados en el tráfico, especialmente el pesado. En la práctica, AASHTO asume que el rendimiento del pavimento ante las cargas de tráfico sigue una distribución normal y, por ende, se pueden aplicar técnicas

estadísticas para definir y asegurar un nivel específico de confiabilidad. Por ejemplo, una confiabilidad del 90% indica que existe un riesgo del 10% de que el pavimento se degrade a un estado por debajo del nivel de serviciabilidad proyectado. Consecuentemente, el diseño de un pavimento con una confiabilidad más alta requerirá potencialmente aumentos en el grosor y la calidad de los materiales, lo que implica un incremento proporcional en el presupuesto. La confiabilidad influye indirectamente en la Ecuación de Diseño de AASHTO mediante el uso de un coeficiente estadístico, que ajusta las variables de diseño para reflejar el nivel de confiabilidad escogido. Este ajuste se realiza sobre parámetros críticos como el número estructural y los espesores de las capas del pavimento, equilibrando de esta manera las incertidumbres inherentes al diseño y proporcionando una salvaguarda para asegurar que la estructura del pavimento satisfaga los requerimientos de desempeño a lo largo de su vida útil prevista.

La confiabilidad se obtiene de la siguiente tabla:

Tabla 1

Confiabilidad -Desviación estándar

Tipos de caminos	Trafico	Ejes equivalentes acumulados		Desviación estándar normal (Zr)
Caminos de bajo volumen de transito	Tp0	100,001	150,000	-0.385
	Tp1	150,001	300,000.00	-0.524
	Tp2	300,001	500,000.00	-0.674
	Tp3	500,001	750,000.00	-0.842
	Tp4	750,001	1,000,000.00	-1.036
	Tp5	1,000,001	1,500,000.00	-1.036
	Tp6	1,500,001	3,000,000.00	-1.036
	Tp7	3,000,001	5,000,000.00	-1.282
	Tp8	5,000,001	7,500,000.00	-1.282
	Tp9	7,500,001	10,000,000.00	-1.282
Restos caminos	Tp10	10,000,001	12,500,000.00	-1.282
	Tp11	12,500,001	15,000,000.00	-1.282
	Tp12	15,000,001	20,000,000.00	-1.645
	Tp13	20,000,001	25,000,000.00	-1.645
	Tp14	25,000,001	30,000,000.00	-1.645
	Tp15		>30000000	-1.645

Fuente: Recuperado de “Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos” por MTC, 2014, p.156.

- Desviación estándar combinada

Según la MTC (2014), La Desviación Estándar Combinada (S_o) es un parámetro estadístico utilizado en el análisis de ingeniería de pavimentos que cuantifica la variabilidad total en la predicción del desempeño del pavimento. Este valor sintetiza la incertidumbre asociada a múltiples factores que inciden en el comportamiento del pavimento a lo largo del tiempo, incluyendo, pero no limitándose a, la exactitud de la estimación del tráfico futuro, la calidad de la construcción del pavimento, la variabilidad de las condiciones ambientales y la precisión de los modelos de predicción utilizados en el diseño. La Guía AASHTO para el diseño de pavimentos ofrece un rango de valores recomendados para S_o en pavimentos flexibles. Este rango está entre 0.40 y 0.50, proporcionando un estándar para la industria que refleja una variabilidad moderada en las predicciones del comportamiento del pavimento. Valores dentro de este rango se consideran representativos de una incertidumbre típica en las condiciones de diseño estándar. La selección de un valor específico dentro de este rango para S_o puede ser influenciada por la confianza en los datos de entrada del diseño específico y por el nivel de precisión que se busca alcanzar en la predicción del desempeño del pavimento. El Índice de serviciabilidad inicial se determina según la siguiente tabla:

Tabla 2

Índice de serviciabilidad inicial-pavimento flexible

Tipos de caminos	Trafico	Ejes equivalentes acumulados		Índice de Serviciabilidad (P_i)
Caminos de bajo volumen de transito	Tp0	100,001	150,000	3.80
	Tp1	150,001	300,000	3.80
	Tp2	300,001	500,000	3.80
	Tp3	500,001	750,000	3.80
	Tp4	750,001	1,000,000	4.00
	Tp5	1,000,001	1,500,000	4.00
	Tp6	1,500,001	3,000,000	4.00
	Tp7	3,000,001	5,000,000	4.00
	Tp8	5,000,001	7,500,000	4.00
Restos caminos	Tp9	7,500,001	10,000,000	4.00
	Tp10	10,000,001	12,500,000	4.00
	Tp11	12,500,001	15,000,000	4.00
	Tp12	15,000,001	20,000,000	4.20
	Tp13	20,000,001	25,000,000	4.20

Tp14	25,000,001	30,000,000.00	4.20
Tp15	>30000000		4.20

Fuente: Recuperado de “Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección Suelos y Pavimentos” por MTC, 2014, p.158.

El Índice de serviciabilidad final se determina según la siguiente tabla:

Tabla 3

Índice de serviciabilidad final-pavimento flexible

Tipos de caminos	Trafico	Ejes equivalentes acumulados		Índice de Serviciabilidad Inicial (Pf)
Caminos de bajo volumen de tránsito	Tp0	100,001	150,000	2.0
	Tp1	150,001	300,000.00	2.0
	Tp2	300,001	500,000.00	2.0
	Tp3	500,001	750,000.00	2.0
	Tp4	750,001	1,000,000.00	2.0
	Tp5	1,000,001	1,500,000.00	2.5
	Tp6	1,500,001	3,000,000.00	2.5
	Tp7	3,000,001	5,000,000.00	2.5
	Tp8	5,000,001	7,500,000.00	2.5
Restos caminos	Tp9	7,500,001	10,000,000.00	2.5
	Tp10	10,000,001	12,500,000.00	2.5
	Tp11	12,500,001	15,000,000.00	2.5
	Tp12	15,000,001	20,000,000.00	3.0
	Tp13	20,000,001	25,000,000.00	3.0
	Tp14	25,000,001	30,000,000.00	3.0
	Tp15	>30000000		3.0

Fuente: Recuperado de “Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos” por MTC, 2014, p.159.

La diferencia de serviciabilidad se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$\Delta\text{PSI: } S_i - S_f \dots 2$$

Donde:

ΔPSI : Diferencia de serviciabilidad

S_i : Serviciabilidad inicial

S_f : Serviciabilidad final

Para determinar el Numero estructural (S_n) se utiliza la siguiente expresión:

$$\text{Log}(W_{18}) = Z_R \cdot S_o + 9.36 \cdot \text{Log}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\text{Log}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN - 1)^{5.19}}} + 2.32 \cdot \text{Log}(M_R) - 8.07 \quad \dots 3$$

Donde:

W18: Ejes Equivalentes de Carga

CBR (%): CBR de una muestra de suelo

MR: Modulo de resiliencia.

R (%): Nivel de confiabilidad

ZR: Desviación Estándar Normal

So: Desviación Estándar Combinada

ΔPSI : Diferencia de serviciabilidad

El cálculo del espesor adecuado para las capas estructurales del pavimento requiere una evaluación preliminar de varios factores críticos. Inicialmente, es esencial determinar los coeficientes estructurales de los materiales de las capas, que son indicativos de su capacidad para distribuir las cargas de tráfico. Además, se debe estimar el coeficiente de drenaje, el cual refleja la eficiencia con la que las estructuras del pavimento evacuan el agua. Estos cálculos deben basarse en las especificaciones detalladas en las tablas correspondientes. Estas tablas ofrecen una guía para asignar valores a los coeficientes mencionados, considerando factores como la calidad de los materiales y las condiciones ambientales prevalecientes.

Tabla 4
Coefficiente estructural de capa asfáltica – pavimento flexible

Capa Superficial	Coefficiente	Valor coeficiente estructural a1(cm)	Observación
Carpeta Asfáltica en caliente, modulo 2.965 MPA (430,000 PSI) a 20 C°(68°F)	a1	0.17	Capa superficial recomendada para todos los tipos de trafico
Carpeta Asfáltica en frio, mezcla asfáltica con emulsión	a1	0.125	Capa superficial recomendada para de tráfico ≤ 1000,000 EE
Micropavimento 25 mm	a1	0.13	Capa superficial recomendada para de tráfico ≤ 1000,000 EE
Tratamiento superficial bicapa	a1	0.25	Capa superficial recomendada para de tráfico ≤ 500,000 EE

Fuente: Recuperado de “Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección Suelos y Pavimentos” por MTC,2014, p.162.

Tabla 5
Coefficiente estructural de la base – pavimento flexible

Base	Coefficiente	Valor coeficiente estructural a2 (cm)	Observación
Base granular CBR 80% compactada al 100% de la MDS	a2	0.0520	Capa base recomendada para de tráfico ≤ 5 000,000 EE
Base granular CBR 100% compactada al 100% de la MDS	a2	0.0540	Capa base recomendada para de tráfico > 5 000,000 EE
Base granular tratada con asfalto (Estabilidad =1500 lb)	a2a	0.1150	Capa base recomendada para todos los tipos de trafico
Base granular tratada con cemento (Fc: 35 kg/cm2) a los 7 días	a2b	0.0700	Capa base recomendada para todos los tipos de trafico
Base granular tratada con cemento (Fc: 12 kg/cm2) a los 7 días	a2c	0.0800	Capa base recomendada para todos los tipos de trafico

Fuente: Recuperado de “Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección Suelos y Pavimentos” por MTC,2014, p.162.

Tabla 6
Coefficiente estructural de la subbase – pavimento flexible

Subbase	Coefficiente	Valor del coeficiente estructural a ₃ (cm)	Observación
Subbase granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS	a ₃	0.047	Capa subbase recomendada para de tráfico ≤ 15 000,000 EE
Subbase granular CBR 60%, compactada al 100% de la MDS	a ₃	0.050	Capa subbase recomendada para de tráfico > 15 000,000 EE

Fuente: Recuperado de “Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección Suelos y Pavimentos” por MTC, 2014, p.162.

Tabla 7
Calidad de drenaje en base al tiempo de evacuación del agua – pavimento flexible

Calidad de drenaje	Tiempo en que tarda el agua en ser evacuada
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Mediano	1 semana
Malo	1 mes
Muy malo	el agua no evacua

Fuente: Recuperado de “Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección Suelos y Pavimentos” por MTC, 2014, p.163.

Tabla 8
Determinación de coeficiente de drenaje– pavimento flexible

Calidad de drenaje	Tiempo en que el pavimento este expuesto a niveles de humedad cercana a la saturación			
	< 1%	1% - 5 %	5% - 25 %	> 25%
Excelente	1.40-1.35	1.35-1.30	1.30 - 1.20	1.20
Bueno	1.35-1.25	1.25-1.15	1.15 - 1.00	1.00
Regular	1.25-1.15	1.15-1.05	1.00 - 0.80	0.80
Pobre	1.15-1.05	1.05-0.80	0.80 - 0.60	0.60
Muy pobre	1.05-0.95	0.95-0.75	0.75 - 0.40	0.40

Fuente: Recuperado de “Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección Suelos y Pavimentos” por MTC, 2014, p.163.

Con los coeficientes elegidos se reemplaza en la siguiente expresión:

$$SN = d1 * a1 + d2 * a2 * m2 + d3 * a3 * m3 \dots 4$$

Donde:

$a1, a2, a3$ = coeficientes estructurales de las capas: superficial, base y subbase, respectivamente.

$d1, d2, d3$ = espesores (en centímetros) de las capas: superficial, base y subbase, respectivamente.

$m2, m3$ = coeficientes de drenaje para las capas de base y subbase, respectivamente.

2.2.1.3. Estudios realizados para diseñar el pavimento económico

2.2.1.3.1. Estudio Topográfico. Según Cordero (2019), se destaca que el propósito fundamental de un estudio topográfico radica en la determinación precisa, tanto en planimetría como en altimetría, de puntos específicos en el terreno. Estos puntos no solo son esenciales, sino que resultan necesarios para la obtención de una representación cartográfica veraz y detallada de un sector particular de terreno. En el contexto de la planimetría, el estudio topográfico se enfoca en la representación bidimensional de la superficie terrestre, abordando la ubicación exacta de puntos geográficos y elementos del entorno. Por otro lado, la altimetría se centra en la medición y representación de las altitudes o elevaciones de los puntos del terreno. Este aspecto es crucial para comprender las variaciones en el relieve y la topografía del área en cuestión. En conjunto, la combinación de planimetría y altimetría en un estudio topográfico proporciona una visión integral y precisa del terreno, permitiendo la generación de mapas detallados y la toma de decisiones informadas en diversos campos, desde la ingeniería civil hasta la planificación urbana. En última instancia, el estudio topográfico se posiciona como una herramienta esencial para la comprensión y representación efectiva del entorno geográfico.

Según Calizaya y Soto (2021), se enfatiza que la topografía juega un papel fundamental en el contexto de un estudio topográfico de vías, siendo un factor determinante para la localización física precisa de la carretera. En este sentido, el primer paso es la realización de un estudio topográfico, el cual tiene como objetivo principal llevar a cabo los cálculos necesarios para el alineamiento horizontal de la carretera, así como para determinar sus pendientes, distancias de visibilidad y secciones transversales. La topografía, al proporcionar información detallada sobre la configuración del terreno, permite evaluar las condiciones geográficas y geodésicas del área de estudio.

2.2.1.3.2. Estudios de Suelos. Según Cordero (2019), los estudios de suelos representan una fase crucial y preliminar que debe llevarse a cabo antes de emprender cualquier proyecto de construcción civil. Estos estudios constituyen una investigación exhaustiva que engloba tanto actividades de campo como de laboratorio, con el objetivo de comprender a fondo las propiedades del terreno sobre el cual se erigirá la futura infraestructura. Las actividades de campo incluidas en el estudio de suelos abarcan la recolección de muestras directamente del sitio de construcción, permitiendo así evaluar de manera in situ las características del suelo. Asimismo, se llevan a cabo pruebas geotécnicas y observaciones detalladas que contribuyen a determinar factores cruciales, como la capacidad de carga del suelo, su resistencia, su compactación y su comportamiento frente a variaciones climáticas. Por otro lado, las actividades de laboratorio se centran en análisis más detallados de las muestras recolectadas durante la fase de campo. Estos análisis brindan información sobre la composición del suelo, su granulometría, su permeabilidad, entre otras propiedades fundamentales. La combinación de datos provenientes de ambas fases del estudio de suelos proporciona una visión integral y precisa del terreno. La importancia del estudio de suelos radica en su capacidad para determinar la cimentación más adecuada para la obra proyectada. Este aspecto es esencial para garantizar la estabilidad y durabilidad de la estructura, evitando problemas como hundimientos o asentamientos no deseados. Además, el estudio de suelos contribuye a definir los parámetros óptimos de asentamiento, asegurando que la infraestructura se apoye de manera eficiente en el terreno subyacente.

Según Trujillo (2020), el proceso de estudio de suelos involucra la recopilación meticulosa de muestras que sean representativas del terreno a lo largo de la ruta planificada de la carretera. Este procedimiento es crucial para obtener información precisa sobre las propiedades geotécnicas del suelo y, por ende, tomar decisiones fundamentadas en el diseño y la construcción de la carretera. Los métodos de muestreo utilizados abarcan diversas técnicas, tales como perforaciones, excavaciones y otros procedimientos específicos destinados a obtener muestras que sean tanto intactas como representativas. Según Espinoza (2020), la realización adecuada de un estudio de suelos desempeña un papel crucial en el éxito y la seguridad a largo plazo de una carretera. Este proceso permite ajustar tanto el diseño como la construcción de la carretera de manera precisa a las condiciones geotécnicas específicas del sitio. La importancia de este estudio radica en su capacidad para proporcionar información detallada sobre las propiedades del suelo, lo cual influye directamente en la toma de decisiones durante todas las etapas del proyecto. Un estudio de suelos bien ejecutado permite comprender la composición del suelo a diferentes profundidades y ubicaciones a lo largo de la ruta de la carretera. Esto se traduce en una evaluación precisa de aspectos geotécnicos clave, como la capacidad de carga del suelo, su compresibilidad, su resistencia y su comportamiento frente a condiciones climáticas específicas. Con esta información en mano, los ingenieros y diseñadores pueden adaptar el proyecto para abordar de manera eficaz las características del terreno. La adaptación del diseño y la construcción a las condiciones geotécnicas específicas del sitio es esencial para evitar problemas a largo plazo, como asentamientos no deseados, deslizamientos de tierra o deterioro prematuro de la infraestructura. Además, contribuye a optimizar la selección de la cimentación más adecuada, lo cual es fundamental para garantizar la estabilidad y durabilidad de la carretera.

Según Teniente (2022), este estudio se realiza con el objetivo de determinar los tamaños de grano presentes y el rango en el que varían estos granos de suelo, los cuales son expresados en función de su peso y numéricamente representados en porcentajes. Este procedimiento se utiliza comúnmente para la clasificación de suelos. Hay dos métodos de análisis granulométrico de los suelos: uno para suelos finos y otro para suelos gruesos. Los métodos empleados son el análisis por cribado y el análisis por hidrómetro. Para decidir cuál método usar, es importante tener en cuenta que para dimensiones mayores a 0.074 mm se utiliza el cribado, mientras que para dimensiones menores se emplea el hidrómetro. Por lo tanto, este análisis permite una clasificación precisa de los suelos, facilitando su uso adecuado en diferentes aplicaciones de ingeniería y construcción.

El manual de carreteras, específicamente en la sección dedicada a 'Suelos y Pavimentos', establece un marco normativo detallado para calificar la calidad de la subrasante, un factor crucial en el diseño y mantenimiento de infraestructuras viales. Esta calificación se realiza principalmente en función de la capacidad de soporte del suelo, medida a través del Índice de Soporte de California (CBR, por sus siglas en inglés). Para partículas de suelo de tamaño más grande, se utilizan procedimientos estandarizados de compresión; sin embargo, para aquellas partículas menores que no pueden ser medidas efectivamente por métodos de compresión, se recurre al uso del hidrómetro.

Tabla 9

Categorías de la subrasante

Categorías de Subrasante	CBR
S0: Subrasante Inadecuada	< 3%
S1: Subrasante Pobre	$\geq 3\% A < 6\%$
S2: Subrasante Regular	$\geq 6\% A < 10\%$
S3: Subrasante Buena	$\geq 10\% A < 20\%$
S4: Subrasante Muy Buena	$\geq 20\% A < 30\%$
S5: Subrasante Excelente	$\geq 30\%$

Fuente: Recuperada del Manual de carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”, Sección: Suelos y Pavimento ; MTC,2014, p.40.

2.2.1.3.3. Estudios de Tránsito. Según Franco y Montoya (2020), un estudio de tránsito tiene como objetivo principal analizar la movilidad en una zona específica, considerando de manera integral los diversos elementos que la componen. Este análisis se lleva a cabo coordinadamente, simulando la interacción de nuevos proyectos viales con la red existente o proyectada. El propósito es realizar un diagnóstico detallado que permita ofrecer soluciones ajustadas para cada proyecto, con el fin de lograr una movilidad eficiente, segura y respetuosa con el medio ambiente. Es importante destacar que los estudios de tránsito no se limitan únicamente a la planificación de nuevas construcciones o ampliaciones de vías interurbanas, como autopistas, autovías o carreteras convencionales. Cobran una relevancia vital cuando se trata de la construcción o ampliación de promociones inmobiliarias en entornos urbanos, abarcando áreas como centros comerciales, complejos de oficinas, instalaciones industriales, escuelas, hospitales u otras instalaciones. Estos estudios se convierten en una herramienta esencial para comprender y anticipar los patrones de tráfico en áreas urbanas y suburbanas. Al analizar la movilidad de manera integral, se pueden identificar problemas potenciales, como congestiones de tráfico, puntos de conflicto y necesidades de infraestructura adicional. Además, la simulación de la interacción de nuevos proyectos viales con la red existente permite evaluar cómo estas intervenciones afectarán la circulación y la seguridad vial en la zona. La importancia de estos estudios radica en su capacidad para proporcionar soluciones específicas y adaptadas a las características únicas de cada proyecto, contribuyendo así a una planificación urbana más eficiente y sostenible. Para calcular el índice medio anual se utiliza la siguiente expresión:

$$I_{MDA} = F_C \times I_{MD} \dots 5$$

Donde:

F_c: Factor de corrección estacional

IMD : Índice medio diario

Para hallar el factor direccional y el factor carril se utilizó la siguiente tabla proporcionada por la MTC.

Tabla 10

Factor direccional y Factor Carril

N° de calzadas	N° de sentidos	N° de carriles por sentido	Factor direccional (Fd)	Factor carril (Fc)	Factor ponderado Fd x Fc para carril de diseño
	1 sentido	1	1	1	1
1 calzada (para IMDA total de la calzada)	1 sentido	2	1	0.8	0.8
	1 sentido	3	1	0.6	0.6
	1 sentido	4	1	0.5	0.5
	2 sentidos	1	0.5	1	0.5
	2 sentidos	2	0.5	0.8	0.4
2 calzadas con separador central (para IMDA total de las dos calzadas)	2 sentidos	1	0.5	1	0.5
	2 sentidos	2	0.5	0.8	0.4
	2 sentidos	3	0.5	0.6	0.3
	2 sentidos	4	0.5	0.5	0.25

Fuente: Recuperado del Manual de carreteras "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos", Sección: Suelos y Pavimento; MTC, 2014, p.75.

Para calcular el crecimiento de tránsito se utiliza a siguiente fórmula de progresión Geométrica.

$$T_N = T_0 (1 + r)^{(n-1)} \dots 6$$

Donde:

T_n = Tránsito proyectado al año "n" - veh/día

T₀ = Tránsito actual - veh/día

n = Número de años

r = Tasa anual de crecimiento del tránsito.

Para calcular el número de repeticiones de ejes equivalentes por cada tipo de vehículo en un día, se usa la siguiente expresión:

$$EE_{dia-carril} = IMD \times Fd \times Fc \times Fvp \times Fp \dots 7$$

Donde:

$EE_{dia-carril}$: Numero de repeticiones de ejes equivalentes.

IMD : Índice medio diario.

Fd : Factor direccional.

Fc : Factor Carril.

Fvp : Factor de vehículo pesado.

Fp : Factor de presión neumática.

Para calcular el ESAL de diseño, se usa la siguiente expresión:

$$ESAL = \sum (EE_{dia-carril} \times Fca \times 365) \dots 8$$

Donde:

ESAL : Ejes Equivalentes de Carga

$EE_{dia-carril}$: Numero de repeticiones de ejes equivalentes.

Fca : Factor Carril.

Según el número de repeticiones acumuladas de ejes equivalente se puede categorizar el tipo de tráfico.

Tabla 11

Números de repeticiones acumuladas de ejes equivalentes de 8.2 t, en el carril de diseño

Tipos tráfico pesado expresa en EE	Rangos de tráfico pesado expresado en EE
T _{P0}	>75,000 EE ≤ 150,000 EE
T _{P1}	>150,000 EE ≤ 300,000 EE
T _{P2}	>300,000 EE ≤ 500,000 EE
T _{P3}	>500,000 EE ≤ 750,000 EE
T _{P4}	>750,000 EE ≤ 1'000,000 EE
T _{P5}	>1'000,000 EE ≤ 1'500,00 EE
T _{P6}	>1'500,000 EE ≤ 3'000,000 EE
T _{P7}	>3'000,000 EE ≤ 5'000,000 EE
T _{P8}	>5'000,000 EE ≤ 7'500,000 EE
T _{P9}	>7'500,000 EE ≤ 10'000,000 EE
T _{P10}	>10'000,000 EE ≤ 12'500,000 EE
T _{P11}	>12'500,000 EE ≤ 15'000,000 EE
T _{P12}	>15'000,000 EE ≤ 20'000,000 EE
T _{P13}	>20'000,000 EE ≤ 25'000,000 EE
T _{P14}	>25'000,000 EE ≤ 30'000,000 EE
T _{P15}	>30'000,000 EE

Fuente: Recuperado del Manual de carreteras “ Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos ”, Sección: Suelos y Pavimento ;MTC ,2014, p.151.

2.2.2. *Transitabilidad del camino vecinal*

Según Franco y Montoya (2020), Se refiere a la capacidad de una vía rural de permitir el paso seguro y eficiente de vehículos y peatones bajo diversas condiciones climáticas y de tráfico, garantizando la continuidad del transporte y el acceso a servicios esenciales para las comunidades locales. Es la cualidad de un camino rural que permite el tránsito de vehículos de manera fluida y segura, minimizando obstáculos y manteniendo condiciones adecuadas de superficie y estructura para soportar el tráfico cotidiano sin interrupciones significativas. (Franco y Montoya ,2020).

Según Lazarte y Yupanqui (2021), Se define como la facilidad y seguridad con la que los vehículos pueden desplazarse por una vía rural, considerando factores como el estado del pavimento, la capacidad de carga, la geometría del camino y las condiciones de mantenimiento, que juntos aseguran el acceso continuo y confiable para los usuarios del camino.

2.2.2.1. Metodología VAN y TIR Según Franco y Montoya (2020), el análisis de costo-beneficio es, en efecto, un proceso esencial para evaluar decisiones dentro de un negocio. Este método implica comparar los costos y los beneficios asociados con una opción particular, permitiendo a la administración determinar si la inversión o decisión propuesta es económicamente viable y beneficiosa para el negocio. En esencia, se trata de un enfoque cuantitativo que ayuda a medir y comparar los impactos financieros de diferentes cursos de acción. Cuando se considera una decisión, el análisis de costo-beneficio implica restar los costos asociados con la opción de los beneficios esperados que generará. Los costos pueden incluir inversiones iniciales, costos operativos recurrentes, y cualquier otro gasto relacionado. Por otro lado, los beneficios abarcan ingresos generados, ahorros de costos, mejoras en la eficiencia u otros resultados positivos. La comparación resultante entre costos y beneficios proporciona una medida clara de la rentabilidad y eficacia de la decisión en cuestión. Un resultado positivo indica que los beneficios superan a los costos, sugiriendo que la inversión es potencialmente beneficiosa para el negocio. Por otro lado, un resultado negativo señala que los costos superan a los beneficios, lo que podría indicar que la inversión no es la opción más adecuada. Este análisis no solo es aplicable a decisiones de inversión financiera, sino que también se utiliza para evaluar proyectos, iniciativas y estrategias comerciales. Al adoptar este enfoque, la administración puede tomar decisiones más informadas y alineadas con los objetivos estratégicos del negocio, maximizando así el retorno de la inversión y contribuyendo al éxito a largo plazo.

Según Franco y Montoya (2020), El Valor Actual Neto, o VAN, es un criterio de inversión que consiste en traer al presente los flujos de caja y/o pagos de un proyecto o inversión para calcular los cobros y/o pagos de un proyecto o inversión con el fin de determinar la cantidad que se ganará o perderá con dicha inversión. La fórmula para el cálculo del VAN es:

$$VAN = -1 + \frac{Q_1}{(1+k)^1} + \frac{Q_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{Q_n}{(1+k)^n} \dots 9$$

- VAN (Valor Neto Actual): Es el resultado de restar la inversión inicial (I) del valor presente de los flujos de efectivo futuros (Q_1 , Q_2 , ..., Q_n) descontados a la tasa de descuento (k). El VAN es utilizado para evaluar la rentabilidad de una inversión.
- I (Inversión): Representa el desembolso inicial o la inversión requerida para iniciar el proyecto.
- Q_1 , Q_2 , ..., Q_n (Cobros y/o Pagos): Son los flujos de efectivo que se generarán o se deberán realizar en diferentes períodos de tiempo. Pueden incluir ingresos y gastos asociados al proyecto.
- (Tasa de Descuento): Es la tasa utilizada para descontar los flujos de efectivo futuros a su valor presente. La tasa de descuento refleja el costo de oportunidad del capital y el riesgo asociado al proyecto.

La interpretación del VAN se realiza considerando los siguientes criterios:

- Si $VAN > 0$: La inversión es considerada viable y rentable. Indica que se espera obtener ganancias después de descontar la inversión inicial y aplicar la tasa de descuento.
- Si $VAN = 0$: La inversión no genera ganancias ni pérdidas. Los beneficios esperados son justo suficientes para cubrir la inversión inicial.
- Si $VAN < 0$: La inversión no es considerada viable. Indica que, después de descontar los flujos de efectivo futuros a la tasa de descuento, se espera que la inversión resulte en pérdidas.

Según Franco y Montoya (2020), la Tasa Interna de Retorno (TIR) es un indicador fundamental en la evaluación de inversiones y proyectos, ya que representa la tasa de interés o rendimiento que iguala el valor actual neto (VAN) de los flujos de efectivo de un proyecto a cero; en otras palabras, es la tasa a la cual los beneficios descontados son iguales

a la inversión inicial.

Para definir el TIR se halla el VAN, con la siguiente formula:

$$VAN = -1 + \frac{Q_1}{(1+TIR)^1} + \frac{Q_2}{(1+TIR)^2} + \dots + \frac{Q_n}{(1+TIR)^n} \dots 10$$

Donde.:

VAN: Valor Neto Actual

I: Inversión

$Q_1, Q_2, Q_3, \dots, Q_n$: Cobros y/o pagos.

TIR: Tasa interna de Retorno

Según Franco y Montoya (2020), la TIR es una tasa de descuento que hace que el VAN sea igual a cero. Por lo tanto, si la tasa de rendimiento calculada es mayor que la tasa de rendimiento esperada o requerida, la inversión se considera ventajosa. Es importante destacar que, al igual que con el VAN, la TIR se utiliza para evaluar la rentabilidad de un proyecto y tomar decisiones informadas sobre su viabilidad financiera.

2.3. Definición de términos

- Afirmado

Según el MTC (2014), una capa compacta de material granular natural o procesado con una gradación específica soporta directamente las cargas y tensiones del tráfico. Además, debe contener la cantidad adecuada de material fino cohesivo que permita mantener unidas las partículas, por lo tanto, actúa como la capa de rodadura en carreteras y caminos transitables.

- Ahuellamiento

Según la MTC(2014), huellas o surcos que surgen en la superficie de desplazamiento de una carretera, ya sea pavimentada o no, como consecuencia de la consolidación o desplazamiento lateral de los materiales debido a la circulación vehicular.

- Análisis costo beneficio:

Según la MTC(2014), proceso de evaluación de un Proyecto de Inversión Pública (PIP) que implica la identificación, cuantificación y valoración monetaria de los costos y beneficios generados a lo largo de la vida útil del PIP. El objetivo es emitir un juicio sobre la conveniencia de llevar a cabo el proyecto en comparación con otras alternativas disponibles.

- Bacheo

Según la MTC(2014), tarea de mantenimiento periódico que implica la reparación y compactación de los baches o irregularidades que puedan surgir en la superficie de desplazamiento.

- Berma

Según la MTC(2014), franja lineal y contigua a la superficie de desplazamiento de la carretera, ubicada de manera paralela, que actúa como contención para la capa de rodadura y se designa como área de seguridad para estacionamiento de vehículos en

situaciones de emergencia.

- Calicata

Según la MTC(2014), remoción superficial de tierra llevada a cabo en un terreno con el propósito de facilitar la visualización de los estratos del suelo a diversas profundidades, y en ocasiones, obtener muestras que suelen estar parcialmente alteradas.

- Concreto asfáltico:

Según la MTC(2014), combinación procesada que consta de agregados gruesos y finos, material bituminoso y, si es necesario, aditivos conforme al diseño y las especificaciones técnicas. Se emplea como capa de base o rodadura y constituye un componente integral de la estructura del pavimento.

2.4. Marco Normativo

- Suelos. Método de ensayos para el análisis granulométrico por tamizado - MTC E 107

Esta norma técnica define los procedimientos exactos y estandarizados para determinar los distintos tamaños de las partículas que conforman una muestra de suelo. A través de un proceso de tamizado, se separan y cuantifican las fracciones granulométricas, permitiendo obtener una distribución detallada de los tamaños de partículas. En consecuencia, este análisis es esencial para clasificar y caracterizar adecuadamente el suelo, lo cual es fundamental en diversas aplicaciones de ingeniería y construcción.

- Suelos. Método de ensayos para determina el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos - MTC E 110 y MTC E 111.

Esta norma técnica define los procedimientos exactos y estandarizados para determinar el límite líquido (L.L.), el límite plástico (L.P.) y el índice de plasticidad de una muestra de suelo. A través de estos métodos, se evalúan las propiedades de consistencia del suelo, proporcionando información crucial sobre su comportamiento bajo diferentes condiciones de humedad. En consecuencia, estas determinaciones son esenciales para

clasificar y comprender las características mecánicas y de deformabilidad del suelo, lo cual es fundamental para su uso en proyectos de ingeniería y construcción.

- Suelos. Método de ensayos para determina el contenido de humedad de un suelo - MTC E 108.

La presente norma técnica define el método de ensayo estandarizado para determinar el contenido de humedad de una muestra de suelo. Este procedimiento es esencial para medir la cantidad de agua presente en el suelo, lo cual es crucial para diversas aplicaciones en geotecnia e ingeniería civil. Además, conocer el contenido de humedad ayuda a evaluar las propiedades físicas y mecánicas del suelo, permitiendo una mejor planificación y ejecución de proyectos de construcción y mantenimiento de infraestructuras.

- Método Para La Clasificación De Suelos Con Propósitos De Ingeniería - NTP 339.135 / ASTM D 2487.

Esta norma técnica define los procedimientos estandarizados para clasificar una muestra de suelo, considerando su funcionalidad para ser utilizada en proyectos de ingeniería. La clasificación se realiza según los sistemas de clasificación de suelos de la AASHTO y el SUCS. Estos sistemas permiten identificar las propiedades y características del suelo, facilitando su aplicación en diferentes contextos de construcción y geotecnia, asegurando así un uso adecuado y seguro del material en las obras de ingeniería.

- Suelos. Método de ensayos de Proctor Modificado - MTC E 115.

Esta norma peruana define el procedimiento estandarizado para realizar el ensayo Proctor Modificado, que permite calcular el contenido óptimo de humedad y la máxima densidad seca de una muestra de suelo. Mediante este ensayo, se determina la relación entre el contenido de humedad y la densidad del suelo compactado, lo cual es crucial para evaluar su capacidad de soporte y estabilidad. Además, los resultados obtenidos son esenciales

para el diseño y la construcción de estructuras, garantizando que el suelo alcance las propiedades necesarias para su adecuado desempeño en obras de ingeniería y construcción.

- Suelos. Método de ensayos de CBR (Relación de soporte de california) de suelos compactados en el laboratorio - MTC E 132.

Esta norma técnica define los procedimientos estandarizados para determinar el CBR (Relación de Soporte de California) de una muestra de suelo compactado en el laboratorio. El ensayo se realiza con muestras que poseen un contenido de humedad y un grado de compactación controlados, lo cual es crucial para obtener resultados precisos y representativos. Además, la determinación del CBR es fundamental para evaluar la capacidad de soporte del suelo, siendo una medida clave en el diseño y construcción de pavimentos y otras infraestructuras. En consecuencia, este ensayo proporciona información esencial para asegurar que el suelo cumpla con los requisitos necesarios para su uso en proyectos de ingeniería.

- Manual de Carreteras. Suelos Geología, Geotécnica y Pavimentos – MTC 2014- R.D. N° 10-2014-MTC 14. Publicada el 2014-05-15.

Es un instrumento que podrá incorporar siempre actualizaciones, ajustes, nuevas temáticas y metodologías o el perfeccionamiento de las que ya existen. Se revisará el Manual a propuesta de terceros o por iniciativa del MTC. Para este propósito, el MTC establecerá procedimientos o una Directiva Oficial que regule cómo los expertos en la actividad vial pueden presentar aportes o propuestas de cambios. Además, determinará cómo el MTC dirigirá estas propuestas que estén bien fundamentadas para su evaluación. Por último, el MTC aprobará las modificaciones que considere pertinentes para que se incluyan en el Manual. El Manual se mantiene actualizado y relevante para las demandas de la infraestructura vial de esta manera.

- Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG – 2018- R.D. N° 028 - 2014 - MTC/14. Publicada el 2018-01-01.

Este documento normativo organiza y recopila técnicas y procedimientos para el diseño de infraestructura vial. Incluye una descripción detallada del diseño, la información necesaria para los diferentes procedimientos, y la geometría de los proyectos, ajustada según su categoría y nivel de servicio. Este enfoque sistemático asegura que todas las etapas del diseño vial se lleven a cabo de manera coherente y conforme a los estándares establecidos, facilitando la planificación, construcción y mantenimiento de carreteras y otras infraestructuras de transporte, garantizando su funcionalidad y seguridad a largo plazo.

- Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras EG – 2013- R.D. N° 022 – 2013. Publicada el 2014-03-01.

Las especificaciones técnicas necesarias para la construcción de carreteras durables y de alta calidad a lo largo de su vida útil se establecen en este documento normativo. Para garantizar que las carreteras cumplan con los estándares de resistencia y funcionalidad establecidos, proporciona instrucciones detalladas sobre los materiales, los métodos de construcción y los procedimientos que deben seguirse. Para asegurar la eficacia y la seguridad del sistema vial, estas especificaciones también brindan una base sólida para el diseño, la ejecución y el mantenimiento de los proyectos de infraestructura vial. Como resultado, este documento es fundamental para garantizar que las carreteras no solo sean funcionales y seguras, sino que también mantengan su integridad estructural a largo plazo, permitiendo un tránsito seguro y eficiente para todos los usuarios.

- Diseño de estructuras de pavimentos-Metodología AASHTO 93. Publicada el 1993-01-01.

Este documento normativo estipula los parámetros y procedimientos necesarios para diseñar la estructura de un pavimento según la metodología AASHTO 93. Proporciona directrices detalladas sobre la selección de materiales, el análisis de cargas y el dimensionamiento de las capas del pavimento, asegurando que las estructuras resultantes sean capaces de soportar el tráfico previsto durante su vida útil. Además, la aplicación de estos estándares es crucial para garantizar la durabilidad, seguridad y eficiencia de las carreteras y otras infraestructuras de pavimentación.



METODOLOGÍA

Capítulo III: METODOLOGÍA

3.1. Tipo de investigación

De acuerdo con la finalidad: Aplicada

Esta investigación se consideró aplicada debido a su planteamiento práctico y concreto en la resolución de un problema específico en el mundo real, en este caso, la mejora de la transitabilidad del camino vecinal Moro-Anta mediante la identificación de la alternativa de pavimento económico más eficiente. La investigación no solo buscó entender las condiciones actuales del camino sino también proporcionar soluciones prácticas y efectivas para optimizar su uso. Además, la aplicación de esta investigación se reflejó en la resolución de problemas concretos y en la toma de decisiones prácticas para mejorar la transitabilidad del camino. Los resultados obtenidos tuvieron una aplicación directa en la planificación y ejecución de proyectos de pavimentación, proporcionando información valiosa para ingenieros de carreteras, planificadores urbanos y autoridades locales. Al contar con datos precisos y recomendaciones específicas, estos profesionales pudieron tomar decisiones informadas para mejorar las condiciones de los caminos vecinales, beneficiando así a la comunidad y optimizando el uso de los recursos disponibles.

3.2. Enfoque de investigación

Esta investigación empleó un enfoque mixto, combinando tanto métodos cuantitativos como cualitativos para abordar de manera integral los objetivos planteados. En primer lugar, para indicar las características del camino vecinal Moro – Anta bajo los parámetros de la normativa vigente, se utilizó un enfoque cualitativo y cuantitativo. Por un lado, el enfoque cualitativo permitió describir detalladamente las características físicas, geográficas y estructurales del camino. Por otro lado, el enfoque cuantitativo se aplicó en la medición y evaluación de estos parámetros según las normativas vigentes, proporcionando datos objetivos y precisos. En segundo lugar, para determinar el diseño de tipos de pavimento económico, como el

micropavimento, el tratamiento superficial bicapa y el Slurry Seal, bajo los parámetros de la normativa vigente, se empleó principalmente un enfoque cuantitativo. Este enfoque se centró en el diseño y evaluación técnica de los diferentes tipos de pavimento económico mediante el uso de datos numéricos y cálculos técnicos. Finalmente, para evaluar la optimización de la transitabilidad mediante el análisis del Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) de los pavimentos económicos, se utilizó un enfoque cuantitativo. Este análisis financiero y económico permitió evaluar la rentabilidad de las alternativas de pavimento. Además, se incorporaron métodos cualitativos para interpretar los resultados y contextualizarlos dentro del marco de las necesidades y expectativas de la comunidad local y los usuarios del camino.

3.3. Alcance de la investigación

Este tipo de investigación presenta un nivel de investigación descriptivo al determinar las características existentes del camino vecinal Moro-Anta, al realizar un estudio topográfico, un estudio de suelo y un estudio de tráfico con la intención de diseñar la estructura de pavimento económico (Micropavimento, tratamiento superficial bicapa y Slurry Seal) con la finalidad de evaluar el más económico para optimizar la transitabilidad del camino vecinal Moro -Anta.

3.4. Diseño de investigación

El diseño de investigación se basó en un diseño no experimental -transversal. Este diseño no experimental se define por la ausencia de manipulación deliberada de las variables. En lugar de influir directamente en las variables independientes, el investigador observa los fenómenos tal como se presentan en su contexto natural, analizando situaciones ya existentes sin intervenir en ellas (Hernández et al., 2014). La investigación no experimental es adecuada para estudios en los que no es posible o ético manipular variables, y se utiliza frecuentemente en encuestas de opinión y estudios retrospectivos o prospectivos (Hernández et al., 2014).

La investigación presentó un diseño no experimental y transversal debido a varias razones fundamentales. En primer lugar, el carácter no experimental se fundamentó en la observación de las variables tal como se presentaban en su entorno natural, sin aplicar manipulaciones deliberadas. Esto significó que las variables independientes ya habían ocurrido y no era posible influir en ellas intencionalmente. Por lo tanto, la investigación se enfocó en analizar los fenómenos existentes sin intervenir directamente en ellos.

Además, el diseño transversal implicó la recolección de datos en un único punto en el tiempo, proporcionando una representación instantánea de las características del camino vecinal Moro – Anta. Este tipo de diseño fue especialmente adecuado para los objetivos descriptivos de la investigación. Es decir, permitió describir detalladamente el estado actual del camino y evaluar las diferentes opciones de pavimento económico en un momento específico. Por otra parte, la investigación se basó en la normativa vigente para determinar las características del camino y los tipos de pavimento económico a implementar, lo que requirió un análisis exhaustivo y detallado en un solo momento temporal. Asimismo, la metodología aplicada incluyó el análisis del Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) de las alternativas de pavimento económico, utilizando la Guía Simplificada de Caminos Vecinales. Estos análisis económicos se realizaron sin necesidad de manipular las condiciones del entorno, lo que reafirmó el carácter no experimental del estudio.

3.5. Población y Muestra

En una investigación, la población es el conjunto de personas o elementos sobre los cuales se busca obtener conocimiento o información. La población en un estudio científico es el conjunto de individuos o elementos que poseen características particulares y sobre los cuales se pretenden hacer generalizaciones o inferencias. Además, esta población puede ser grande o pequeña, accesible o inaccesible, y puede dividirse en varios grupos o subgrupos. Entender la naturaleza de la población es esencial para garantizar que los resultados del estudio sean

exactos y representativos; esto facilita una interpretación adecuada y la aplicación de los hallazgos en contextos más amplios (Hernández et al., 2014).

La muestra es un subconjunto de la población que se elige para participar en el estudio. Esta debe ser representativa de la población para que los resultados obtenidos sean válidos y confiables. Además, la muestra se selecciona mediante técnicas de muestreo que permiten obtener información precisa y fiable sobre la población (Hernández et al., 2014).

El muestreo no probabilístico se emplea cuando se desea seleccionar una población teniendo en cuenta sus características comunes o mediante un juicio subjetivo por parte del investigador. En este tipo de muestreo, no todos los miembros de la población tienen la misma oportunidad de ser escogidos (Hernández et al., 2014).

En primer lugar, la población del estudio incluyó todo el camino vecinal Moro – Anta, mientras que la muestra fue el tramo desde Moro hasta Case Huambacho, abarcando una distancia de 1.5 kilómetros. Este tramo se eligió considerando la viabilidad práctica y logística del estudio, lo que permitió obtener información precisa y confiable sobre las condiciones y características del camino vecinal en general. Al seleccionar un segmento representativo del camino, se logró un alcance manejable para el análisis y evaluación de las diferentes alternativas de pavimento económico. El tipo de muestreo utilizado fue no probabilístico, caracterizado por la falta de igualdad de oportunidades para todos los miembros de la población en ser seleccionados. En este caso, el tramo de 1.5 kilómetros desde Moro hasta Case Huambacho fue elegido conforme al criterio del investigador y el criterio del ingeniero asesor de tesis, teniendo en cuenta factores como la accesibilidad, la viabilidad práctica y la logística del estudio.

3.6. Variables y Operacionalización

3.6.1. Variable independiente

- Transitabilidad del camino vecinal

3.6.2. Variable dependiente

- Pavimento Económico

3.6.3. Definición Conceptual

Variable Independiente: Transitabilidad del camino vecinal, se definió conceptualmente como la mejora del nivel de servicio de la infraestructura vial, asegurando un estado que permitiera un flujo vehicular regular durante un determinado periodo (MTC, 2014).

Variable Dependiente: Pavimento económico, se definió conceptualmente como una alternativa económica que incluye estabilizadores de suelos, recubrimientos bituminosos y otros materiales. Estos permiten que las capas de rodadura de las carreteras no pavimentadas tengan una mayor durabilidad y mejores niveles de servicio. (MTC, 2014).

3.6.4. Definición Operacional

Variable Independiente: Operacionalmente, se determinó la optimización de la transitabilidad mediante un análisis de Costo-Beneficio.

Variable Dependiente: Operacionalmente, para determinar la alternativa de pavimento económico se tuvo en cuenta el estudio de tránsito, el estudio de suelos, el estudio de tráfico y los parámetros de la metodología AASHTO 93.

3.6.5. Dimensiones

Variable Independiente: Las dimensiones evaluadas para esta variable incluyeron el análisis de Costo-Beneficio, que abarcó indicadores como beneficios, costos, tasa de descuento y la alternativa de pavimento económico.

Variable Dependiente: En cuanto a las dimensiones evaluadas para esta variable, en primer lugar, se incluyó el estudio topográfico, el cual abarcó indicadores como la longitud, área, ancho de la sección, pendiente y curvas de nivel. Seguidamente, el estudio de suelos consideró indicadores como la granulometría, los límites de consistencia, el contenido de humedad, la densidad máxima y el CBR (California Bearing Ratio). Asimismo, el estudio de tránsito

incluyó el volumen, peso y tipo de vehículo como indicadores. Además, se evaluaron los tipos de pavimento económico, como el tratamiento bicapa, Slurry Seal y micropavimento.

3.7. Técnica e Instrumentos de recolección de datos

3.7.1. Técnica de recolección de datos

- Se ejecutó el ensayo de estudio de suelos, adoptando la observación directa como técnica principal, todo ello alineado con las directrices establecidas por la normativa vigente. Este enfoque permitió recopilar datos esenciales sobre las propiedades y condiciones del suelo de manera precisa y sistemática, facilitando así un análisis exhaustivo acorde con los estándares regulatorios actuales.
- Se llevó a cabo el estudio tráfico de conteo vehicular utilizando la técnica de observación, complementada con el uso del formato de clasificación vehicular por la MTC, siguiendo estrictamente la normativa vigente de la MTC.
- Se aplicó la observación para el análisis de VAN y TIR a través de un análisis de costo-beneficio, empleando la metodología proporcionada por el MEF Aplicativo de la Guía Simplificada para Caminos Vecinales. Este enfoque garantizó no solo la adherencia a las regulaciones actuales, sino también la eficiencia en la mejora de la transitabilidad del camino, asegurando así una implementación efectiva y sostenible de las soluciones de pavimentación elegidas.

3.7.2. Instrumentos

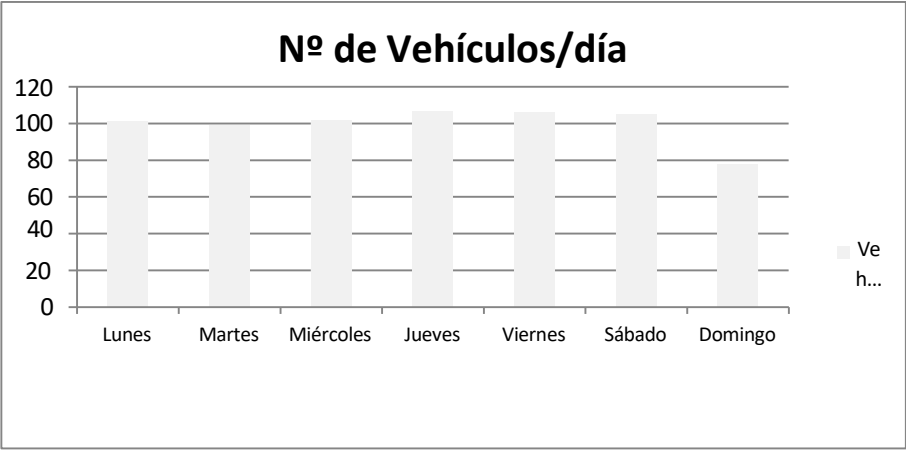
- Para la técnica de observación del estudio de suelos, se aplicaron las respectivas fichas de observación de acuerdo con la normativa vigente:
 - Formato - MTC E 107 para determinar la granulometría del suelo.
 - Formato- MTC E 110 / MTC E 111 para determinar los límites de consistencia del suelo.
 - Formato - MTC E 108 para determinar el contenido de humedad del suelo.
 - Formato- MTC E 115 para determinar la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad del suelo.

- Formato - MTC E 132 para determinar el CBR del suelo.
- Para la técnica de observación del estudio de tráfico, se utilizó el formato de clasificación vehicular del MTC, el cual se adjunta a continuación:

- Para la técnica de observación de análisis de VAN y TIR se empleó con el formato de Aplicativo de la Guía Simplificada Caminos Vecinales- Análisis Costo Beneficio, que se adjunta a continuación:

Tabla 13
Formato de Aplicativo de la Guía Simplificada Caminos Vecinales MEF

DETERMINACIÓN DEL TRÁNSITO ACTUAL							
i) Resumir los conteos de tránsito a nivel del día y tipo de vehículo							
Resultados del conteo de tráfico:							
Tipo de Vehículo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Motokar/Moto/Motocarga							
Automóvil							
Station Wagon							
Camioneta Pick Up							
Combi							
Camión (2E)							
Camión (3E)							
TOTAL							



Nº de Vehículos/día

Día	Nº de Vehículos
Lunes	100
Martes	100
Miércoles	100
Jueves	105
Viernes	105
Sábado	105
Domingo	80

ii) Determinar los factores de corrección promedio de una estación de peaje cercano al camino							
F.C.E. Vehículos ligeros:							
F.C.E. Vehículos pesados:							

iii) Aplicar la siguiente fórmula, para un conteo de 7 días

$$IMD_a = IMD_s * FC$$

$$IMD_s = \sum \frac{Vi}{7}$$

IMD_s = Índice Medio Diario Semanal

de la Muestra Vehicular Tomada

Donde:

IMDa = Índice Medio Anual

Vi = Volumen Vehicular diario de cada uno de los días de conteo

FC = Factores de Corrección Estacional

Tipo de Vehículo	Tráfico Vehicular en dos Sentidos por Día							TOTAL	IMDS	FC	IMDa
	L	M	Mi	J	V	S	D	SEMANAL			
Motokar/Moto/moto carga											
Automóvil											
Station Wagon											
Camioneta Pick Up											
Combi											
Camión (2E)											
Camión (3E)											
TOTAL											

2. ANÁLISIS DE LA DEMANDA

2.1 Demanda Actual

Tráfico Actual por Tipo de Vehículo

Tipo de Vehículo	IMD	Distribución (%)
Motokar/Moto/Motocarga		
Automóvil		
Station Wagon		
Camioneta Pick Up		
Combi		
Camión (2E)		
Camión (3E)		
IMD		

2.2 Demanda Proyectada

Para la proyección de la demanda utilizar la siguiente fórmula:

$$T_n = T_0 (1 + r)^{(n-1)}$$

Donde:

T_n = Tránsito proyectado al año en vehículo por día
 T_0 = Tránsito actual (año base) en vehículo por día
 n = año futuro de proyección
 r = tasa anual de crecimiento de tránsito

Tasa de Crecimiento x Región en %

r_{vp} = Tasa de Crecimiento Anual de la Población
 r_{vc} = Tasa de Crecimiento Anual del PBI Regional

Proyección de Tráfico - Situación Sin Proyecto

Tipo de Vehículo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Tráfico Normal											
Motokar/Moto/moto carga											
Automóvil											
Station Wagon											
Camioneta Pick Up											
Combi											
Camión (2E)											
Camión (3E)											

2.3 Demanda Proyectada "Con Proyecto"

Tráfico Generado por Tipo de Proyecto

Tipo de Intervención	% de Tráfico Normal
Mejoramiento	10

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones - MTC

Tipo de Vehículo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Tráfico Normal											
Motokar/Moto/Motocarga											
Automóvil											
Station Wagon											
Camioneta Pick Up											
Combi											
Camión (2E)											
Camión (3E)											
Tráfico Generado											
Motokar/Moto/Motocarga											
Automóvil											
Station Wagon											
Camioneta Pick Up											
Combi											
Camión (2E)											
Camión (3E)											
IMD TOTAL											

BALANCE OFERTA - DEMANDA
**ALTERNATIVA TÉCNICA DE SOLUCIÓN 1
 LOCALIDAD A - LOCALIDAD B**

CARRETERA	
1. Características de la Vía y Pavimento	
Longitud (km)	
IMD (Veh. /día)	
Tipo de material de Superficie	
Ancho de Calzada (m)	
Pendiente Máxima (%)	

**ALTERNATIVA TÉCNICA DE SOLUCIÓN 2
 LOCALIDAD A - LOCALIDAD B**

CARRETERA	
1. Características de la Vía y Pavimento	
Longitud (km)	
IMD (Veh. /día)	
Tipo de material de Superficie	
Ancho de Calzada (m)	
Pendiente Máxima (%)	

**ALTERNATIVA TÉCNICA DE SOLUCIÓN 3
 LOCALIDAD A - LOCALIDAD B**

CARRETERA	
1. Características de la Vía y Pavimento	
Longitud (km)	
IMD (Veh. /día)	
Tipo de material de Superficie	
Ancho de Calzada (m)	
Pendiente Máxima (%)	

5. Precios Sociales

Factores de Conversión

Obras	Factor
Inversión	0.79
Mantenimiento y Operación	0.75

Fuente: Guía Metodológica Simplificada

Tipo de Cambio	3.75
-----------------------	------

Fuente: Banco Central de Reserva del Perú <http://www.bcrp.gob.pe/>

a) Costos de inversión y mantenimiento a precios sociales

COSTOS DE INVERSIÓN Y MANTENIMIENTO SEGÚN ALTERNATIVA

En Miles de Soles a Precios Mercado

Año	Sin Proyecto Costos de Mantenimiento	Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3	
		Inversión	Mantenimiento*	Inversión	Mantenimiento*	Inversión	Mantenimiento*
0							
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

Cálculo de Beneficios
Cálculo del Beneficio total por ahorro de costos operativos vehicular (Bcov)

$$Bcov = COVsp - COVcp$$

Donde: **COVsp** = Costo operativo vehicular total sin proyecto (*)
COVcp = Costo operativo vehicular total con proyecto (*)

Nota: (*).COVsp y COVcp se obtienen de las Tablas del COV del MTC

COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR (US\$ por km) SEGÚN TIPO DE VEHÍCULO

Escenario	Región	Tipología	Superficie	Estado	Auto	Camioneta	Bus Mediano	Bus Grande	Cam.2E	Cam.3E	Articulado
Sin Proyecto	costa	Accidentado	Afirmado	Malo							
Con Proyecto	costa	Accidentado	Pavimentado	Bueno							

TABLAS DE COV

Auto	Auto
Camioneta	Pick UP + Camioneta Rural
Bus Medio	Micro
Bus Grande	Bus 2 ejes + Bus 3 ejes
Camión 2 Ejes	Camión 2 Ejes
Camión 3 Ejes	Camión 3 Ejes + Camión 4 Ejes
Articulado	Semi-Tráiler + Trailer

Formato de CONTEO del MTC
Costos de Operación Vehicular En US\$ x Veh - Km a Precios Sociales

Tipo de Vehículo	Sin Proyecto	Con Proyecto		
		Alter. 1	Alter. 2	Alter. 3
Motocar/Moto/Motocarga				
Automóvil				
Station Wagon				
Camioneta Pick Up				
Combi				
Camión (2E)				
Camión (3E)				

EVALUACIÓN ECONÓMICA - ALTERNATIVA (En Nuevos Soles)

Año	Inversión	Costo de Operación y Mantenimiento	Beneficios	Flujo Neto
0				
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

Tasa de Descuento: 10.00%

VAN
TIR
Fuente: Recuperado de "Ministerio de Economía y Finanzas" por MEF.

3.8. Procedimientos

3.8.1. Indicar las características del camino vecinal Moro – Anta, bajo los parámetros de la normativa vigente.

- Se realizó una exhaustiva revisión de la normativa vigente aplicable a caminos vecinales, considerando las regulaciones locales, regionales y nacionales que afecten al Camino Vecinal Moro – Anta.
- Se realizó la visita al campo obteniendo la topográfico de la vía.
- Se revisó la información topográfica existente, como mapas y estudios previos, para establecer una base para el diseño del estudio. Luego, se seleccionaron cuidadosamente los puntos de muestreo o medición, considerando la variabilidad del terreno y aspectos críticos como curvas pronunciadas, pendientes y cambios bruscos en la elevación.
- El equipo y las herramientas necesarios para llevar a cabo el estudio topográfico fueron preparados, se usó la Estación Total Marca SOUTH Modelo A1 2" Serie 203155, y equipos de medición de distancias. Las mediciones se realizaron en los puntos de muestreo definidos, obteniendo datos precisos sobre la topografía del área.
- La información recopilada se ingresó al Civil 3D para generar un modelo topográfico detallado del terreno. Este modelo se utilizó para analizar la pendiente, la elevación y otros parámetros topográficos clave que podrían influir en el diseño y la construcción.
- Se elaboró un resumen de los resultados topográfico de la visita de campo de estudio, proporcionando detalles sobre la configuración del terreno, pendientes críticas, y cualquier otro aspecto relevante. Estos resultados se utilizaron para informar las decisiones de diseño y garantizar la seguridad y la eficiencia de la

carretera.

- Se realizó un estudio de suelos en base al Manual de Carretera y normativa vigente.
- Se efectuó en la zona la recolección de muestras de suelos mediante 3 calicatas a una altura de 1.50m respectivamente.
- En la Figura 1, se presenta la disposición geográfica de las calicatas utilizadas para la obtención de muestras de suelo. Destacando, la calicata "C1" ubicada en las coordenadas Norte-Este (8988177.51;809608.63), la calicata "C2" localizada en (8987393.94;809980.50), y la calicata "C3" posicionada en (8986939.99;809891.31). Estas coordenadas representan los puntos precisos donde se efectuaron las extracciones, fundamentales para el estudio detallado del suelo en cuestión.

Figura 1

Ubicación de las calicatas realizadas en el Camino vecinal Moro -Anta



- Se preparó el equipo y las herramientas necesarios para llevar a cabo los muestreos. Las excavaciones se realizaron en los puntos de muestreo definidos, obteniendo muestras representativas del suelo a diferentes profundidades. Cada muestra se etiquetó cuidadosamente para su identificación posterior en el laboratorio.
- Las muestras fueron enviadas al laboratorio geotécnico para realizar análisis

detallados, incluyendo pruebas de granulometría, contenido de humedad, Proctor y CBR.

- Se realizó un estudio de tráfico vial para la vía.
- Se identificaron los tramos críticos de la carretera y se planificaron los sitios de observación para obtener datos representativos.
- Se recopiló y revisó información existente sobre patrones de tráfico, datos históricos y estudios previos para establecer una base de conocimientos.
- Se seleccionaron métodos adecuados para la recolección de datos de tráfico, como conteos vehiculares manuales por una semana.
- Se llevaron a cabo conteos vehiculares, registrando información sobre el tipo y cantidad de vehículos.

3.8.2. Determinar el diseño de tipos de pavimento económico: Micropavimento, tratamiento superficial bicapa, Slurry Seal bajo los parámetros de la normativa vigente.

- Se reunieron datos detallados sobre el tramo de la vía, incluyendo condiciones del suelo, tráfico vehicular, características topográficas.
- Se evaluó la capacidad de soporte del suelo mediante ensayos geotécnicos. Se consideró la resistencia del suelo para determinar su categoría de capacidad de soporte según AASHTO.
- Se evaluó el volumen y tipo de tráfico que la vía experimentaría. Se utilizaron datos de conteo vehicular para determinar las cargas que el pavimento debía soportar.
- Se clasificó el tráfico según las categorías definidas por AASHTO y el Manual de carreteras, considerando factores como el número de ejes y la carga por ejes.
- Se utilizó la metodología AASHTO para calcular el espesor estructural necesario del pavimento, considerando la categoría de tráfico, las propiedades del suelo y la

resistencia del material del pavimento.

3.8.3. Evaluar la optimización de la transitabilidad mediante el análisis VAN y TIR del pavimento económico: Micropavimento, tratamiento superficial bicapa, Slurry Seal, aplicando la metodología del Aplicativo de la Guía Simplificada Caminos Vecinales.

- Se identificaron y cuantificaron las variables relevantes para el análisis, incluyendo costos iniciales de construcción, costos de mantenimiento a lo largo del tiempo, y beneficios asociados a la mejora en la transitabilidad.
- Se estableció un horizonte temporal para el análisis, considerando la vida útil esperada de cada tipo de pavimento y los beneficios a lo largo del tiempo.
- Se calcularon los costos iniciales de construcción para cada tipo de pavimento económico, teniendo en cuenta los materiales necesarios y los costos laborales.
- Se estimaron los costos de mantenimiento a lo largo del horizonte temporal, considerando aspectos como reparaciones, repavimentación y otros gastos asociados.
- Se cuantificaron los beneficios asociados a la mejora en la transitabilidad, considerando factores como la reducción de tiempos de viaje, disminución de costos operativos de vehículos y posibles beneficios económicos para la comunidad.
- Se utilizó el Aplicativo de la Guía Simplificada para Caminos Vecinales para realizar cálculos específicos, considerando las variables introducidas y proporcionando resultados basados en la metodología establecida.

3.9. Métodos de análisis de datos

Para abordar el objetivo de la investigación, se emplearon métodos de análisis de datos específicos:

- Se aplicaron técnicas descriptivas para resumir y describir características como la longitud, área, ancho de la sección, pendiente y curvas de nivel del camino. Estas mediciones se analizaron utilizando estadísticas básicas para proporcionar una visión clara de la estructura del camino.
- Se aplicó un análisis de Costo-Beneficio, se aplicaron técnicas de análisis financiero como el cálculo del Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) para evaluar la rentabilidad de las diferentes alternativas de pavimento económico. Este análisis consideró los costos de implementación y los beneficios esperados a lo largo del tiempo. Se compararon las diferentes opciones de pavimento (tratamiento bicapa, Slurry Seal y micropavimento) para identificar la opción más eficiente y rentable.
- Además, se utilizó la estadística descriptiva para hacer generalizaciones y conclusiones a partir de los datos recogidos. Luego de haber codificado y organizado los datos para el procesamiento y análisis mediante Excel y software de diseño, estos fueron presentados de forma ordenada en cuadros de doble entrada, cuadros comparativos y gráficos. Esto permitió una visualización clara y detallada de los resultados, facilitando la interpretación y toma de decisiones basadas en evidencia.



CAPÍTULO IV

RESULTADOS

Capítulo IV: RESULTADOS

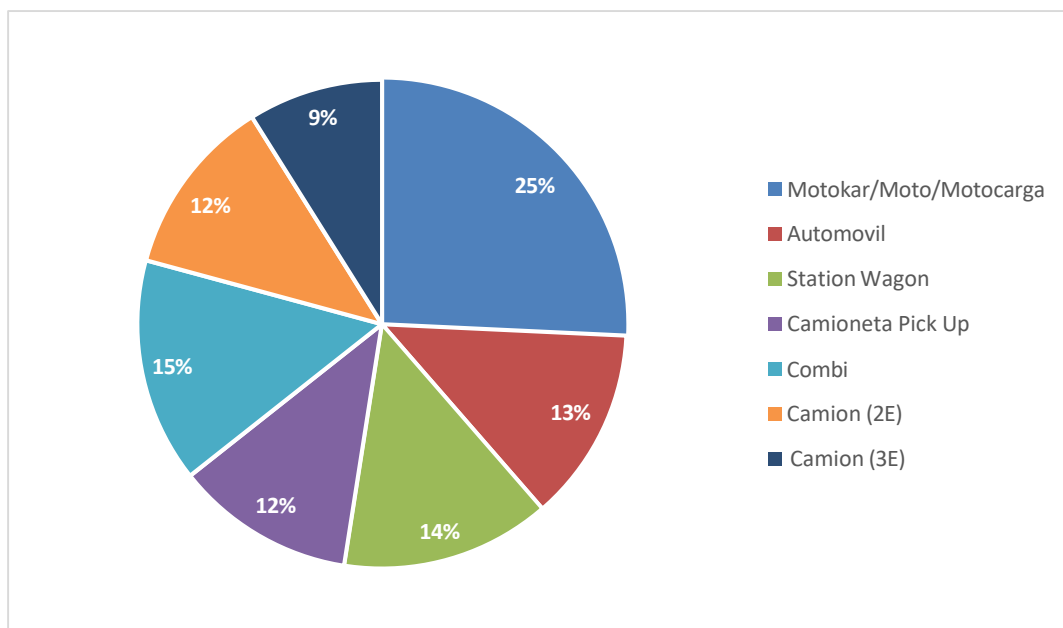
4.1 Análisis e interpretación de resultados

4.1.1 Indicar las características del camino vecinal Moro – Anta, bajo los parámetros de la normativa vigente.

En la Figura 2 se mostró la distribución de tráfico por tipo de vehículo: Motokar, motos y Motocarga se dominaban con un 25%, seguidos de automóviles (15%), combis (14%), camiones de dos ejes (13%), y camionetas Pick Up y Station Wagon, ambos con un 12%.

Figura 2

Porcentaje de vehículos en Camino vecinal Moro -Anta



Los vehículos pesados, en particular los camiones de dos ejes (2E) y tres ejes (3E), fueron determinantes en la definición del ESAL, ya que sus cargas contribuían significativamente al desgaste estructural del pavimento. Aunque representaron en conjunto solo el 21% del tráfico total (12% para los camiones de dos ejes y 9% para los de tres ejes), su impacto fue desproporcionadamente mayor en comparación con los vehículos más ligeros. Por consiguiente, al calcular el espesor del pavimento, resultó crucial considerar las cargas de estos vehículos pesados para asegurar la durabilidad y funcionalidad del camino vecinal Moro-Anta.

Para ello, se analizaron minuciosamente las combinaciones de tráfico y las cargas pesadas de los camiones, con el fin de determinar el diseño óptimo del pavimento, capaz de soportar el tráfico proyectado durante su vida útil.

La Tabla 14 mostró los Equivalentes de Eje Simple (ESAL) para el diseño del camino vecinal Moro-Anta, basados en el tipo de vehículo y su contribución al desgaste del pavimento durante un año.

Tabla 14

Esal de diseño para el camino vecinal Moro-Anta

Nº	Tipo de Vehículo	EE día-carril	Días	Fca	Esal
1	Motokar/Moto/Moto carga	0.00130	365	12.12	5.750
2	Automóvil	0.00260	365	12.12	11.500
3	Station Wagon	0.00280	365	12.12	12.385
4	Camioneta Pick Up	0.03000	365	12.12	132.693
5	Combi	0.31500	365	12.12	1393.273
6	Camión (2E)	22.54800	365	12.12	99731.800
7	Camión (3E)	11.36700	365	12.12	50277.247
Total					151,651.340

Por otro lado, mientras que los vehículos ligeros (como motokar/moto/motocarga, automóviles y Station Wagons) contribuyeron mínimamente al ESAL total, los vehículos pesados representaron la mayor parte de la carga. En total, el ESAL calculado para el diseño del camino vecinal Moro-Anta fue de aproximadamente 151,651.340, lo cual destacó la necesidad de diseñar un pavimento que pudiera soportar estas cargas pesadas para asegurar una vida útil prolongada y un buen nivel de servicio del camino. Los valores de ESAL más altos de los vehículos pesados fueron cruciales para definir el espesor del pavimento, asegurando que este fuera adecuado para soportar el tráfico esperado y mantener la transitabilidad y funcionalidad del camino a lo largo del tiempo.

La Tabla 15 reveló información crucial sobre la clasificación del suelo a lo largo del camino vecinal Moro-Anta. Se destacó que, en todas las ubicaciones, el suelo exhibió una consistencia notable al ser clasificado como SP-SM en el Sistema de Clasificación de Suelos Unificado (SUCS) y como A-1-b (0) por la Asociación Americana de Carreteras y Transporte (AASHTO).

Tabla 15

Tipo de suelo en el camino vecinal Moro-Anta

N°	Calicata	Clasificación		Proctor		CBR-95%	IP
		SUCS	AASHTO	MDS	%W	MDS	
1	C1	SP-SM	A-1-b (0)	1.833	9.50	18.49	NP
2	C2	SP-SM	A-1-b (0)	2.135	10.00	18.54	NP
3	C3	SP-SM	A-1-b (0)	2.125	10.40	18.94	NP

La consistencia del suelo clasificado como SP-SM (arena mal graduada con grava y limo) y A-1-b (0) según AASHTO indicó que el suelo tenía buenas propiedades de drenaje y estabilidad, siendo adecuado para su uso en la subrasante del pavimento. Los valores del Proctor, tanto de densidad máxima seca (MDS) como del contenido de humedad óptimo (%W), fueron consistentes y estuvieron dentro de los rangos esperados para suelos clasificados de esta manera, lo cual indicó una buena compactabilidad. Además, los valores del CBR (California Bearing Ratio) alrededor del 18% sugirieron una subrasante de calidad regular a buena, lo que resultó favorable para la construcción del pavimento. Asimismo, el Cuadro 4.11 del Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos Sección: Suelos y Pavimentos, categoriza las subrasantes según su CBR, brindando una guía para evaluar la adecuación del suelo para soportar el pavimento. Las calicatas C1, C2 y C3, con CBRs de 18.49%, 18.54% y 18.94% respectivamente, cayeron dentro de la categoría S3, que define una subrasante buena (CBR de 10% a 20%). Esto implicó que la subrasante era adecuada para la construcción del

pavimento, proporcionando una base sólida y estable.

La Tabla 16 presentó un resumen de los aspectos topográficos esenciales para el tramo de camino vecinal que conecta Moro con Anta. Con una extensión de 1500 metros, el camino mostró una pendiente máxima del 5.35%, lo que significaba un aumento de 5.35 metros en altura por cada 100 metros de recorrido horizontal, marcando así el punto más empinado de la ruta.

Tabla 16

Aspectos topográficos camino vecinal Moro-Anta

Datos topográficos		
Longitud	1500	m
Pendiente máxima	5.35	%
Pendiente mínima	0.81	%
Perfil longitudinal	Especificada en el anexo 13	
Secciones transversales	Especificada en el anexo 13	

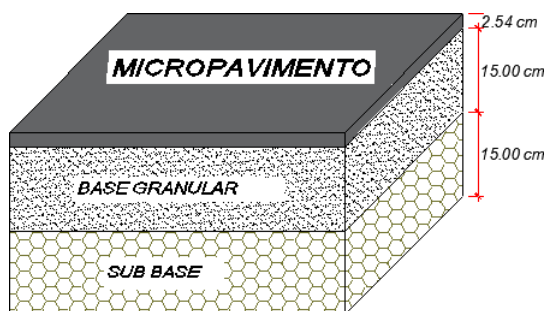
En contraste, la pendiente más leve registrada fue del 0.81%, indicando una suave inclinación que influyó en el diseño del drenaje y la facilidad de tránsito. Además, el Anexo 13 proporcionó detalles sobre la topografía longitudinal, incluyendo variaciones de elevación fundamentales para la planificación de infraestructuras como drenajes y señalizaciones. Por otro lado, este anexo detalló las secciones transversales, revelando cambios en la anchura y el perfil vertical del camino, aspectos clave para el diseño vial, la movilización de tierras y la armonización con el entorno natural. Estos datos fueron cruciales para comprender las características físicas del camino y asegurar su construcción, mantenimiento y seguridad.

4.1.2 Determinar el diseño de tipos de pavimento económico: Micropavimento, tratamiento superficial bicapa, Slurry Seal bajo los parámetros de la normativa vigente.

En la Figura 3 se presentó con claridad el espesor de las distintas capas del micropavimento. La subbase tuvo un espesor de 15.00 cm, la base granular también contó con 15.00 cm de espesor y, por último, la capa superficial tuvo un espesor de 2.54 cm. Estas mediciones fueron esenciales para comprender la estructura y composición del pavimento estudiado.

Figura 3

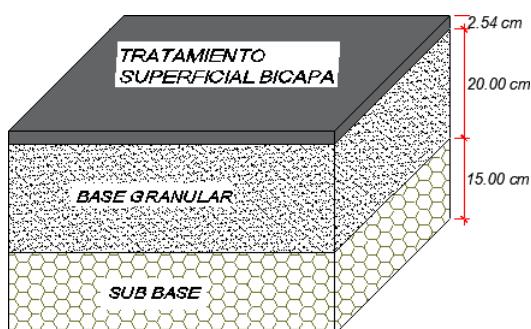
Estructura del Micropavimento



En la Figura 4 se presentó con claridad el espesor de las distintas capas del tratamiento superficial Bicapa. La subbase tuvo un espesor de 15.00 cm, la base granular contó con 20.00 cm de espesor y, por último, la capa superficial tuvo un espesor de 2.54 cm. Estas mediciones fueron esenciales para comprender la estructura y composición del pavimento estudiado.

Figura 4

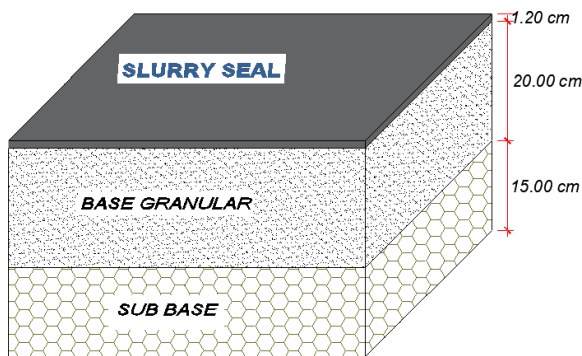
Estructura del Tratamiento superficial Bicapa



En la Figura 5 se presentó con claridad el espesor de las distintas capas del slurry seal. La subbase tuvo un espesor de 15.00 cm, la base granular contó con 20.00 cm de espesor y, por último, la capa superficial tuvo un espesor de 1.2 cm. Estas mediciones fueron esenciales para comprender la estructura y composición del pavimento estudiado.

Figura 5

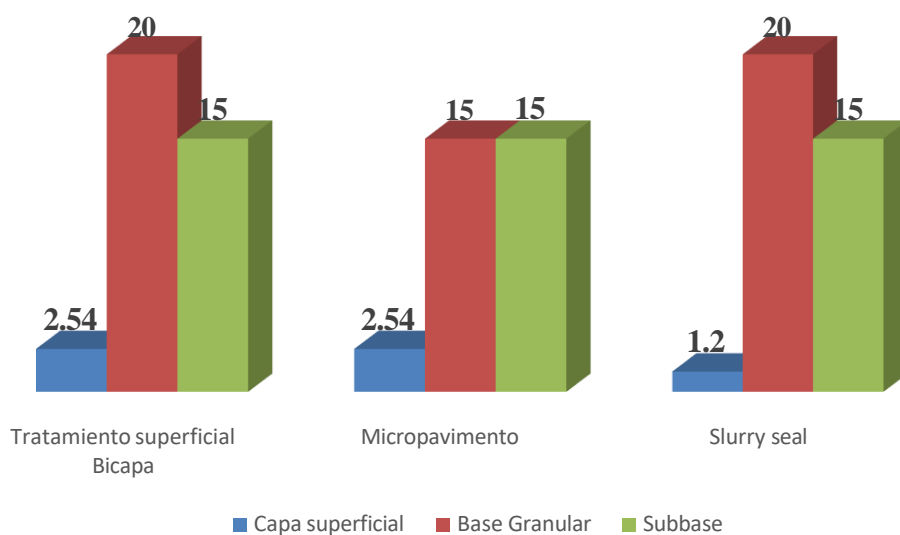
Estructura del slurry seal



En la figura 06, se presentó una comparación de las estructuras de diferentes tipos de pavimentos económicos: tratamiento superficial bicapa, micropavimento y slurry seal.

Figura 6

Comparación de estructuras de pavimento económico



En cuanto a la capa superficial, se observó que el tratamiento superficial bicapa y el micropavimento tenían un espesor de 2.54 cm, mientras que el slurry seal tenía 1.20 cm. Respecto a la base granular, tanto el tratamiento superficial bicapa como el slurry seal tenían un espesor de 20.00 cm, mientras que el micropavimento tenía 15.00 cm. Por último, la subbase tenía un espesor de 15.00 cm en el tratamiento superficial bicapa, slurry seal y el micropavimento. Estos resultados proporcionaron una visión comparativa de las diferentes estructuras de pavimentos económicos.

4.1.3 Evaluar la optimización de la transitabilidad mediante el análisis VAN y TIR del pavimento económico: Micropavimento, tratamiento superficial bicapa, Slurry Seal, aplicando la metodología del Aplicativo de la Guía Simplificada Caminos Vecinales.

La Tabla 17 ofreció un análisis comparativo detallado de los presupuestos para tres alternativas de pavimentación económica: Tratamiento Superficial Bicapa (TSB), Slurry Seal y Micropavimento.

Tabla 17

VAN Y TIR – Presupuesto de cada alternativa de pavimento económico

Concepto	Alternativas		
	Alternativa 1 TSB	Alternativa 2 Slurry	Alternativa 3 Micropavimento
Costos Directos	539,739.38	511,736.00	595,908.40
Gastos Generales	10% 53,973.94	51,173.60	59,590.84
Utilidad	10% 53,973.94	51,173.60	59,590.84
Sub Total General	647,687.26	614,083.20	715,090.08
IGV	18% 116,583.71	110,534.98	128,716.21
Presupuesto de Obra	764,270.96	724,618.18	843,806.29
Supervisión de Obra	5% 26,986.97	25,586.80	29,795.42
Total de Inversión	791,257.93	750,204.98	873,601.71
Costo USS	211,002.12	200,054.66	232,960.46
Costo USS//Km	140,668.08	133,369.77	155,306.97
Mantenimiento rutinario s/	2,453.26	2,201.32	3,486.76
Mantenimiento periódico s/	9,813.06	8,805.29	13,947.06

Este análisis abarcó varios componentes financieros: costos directos, gastos generales, utilidad, IGV, supervisión de obra y mantenimiento, culminando en el costo total de inversión y el costo por kilómetro. El TSB, con un costo directo de S/539,739.38 y un presupuesto total de obra de S/764,270.96, tuvo un costo total de inversión de S/791,257.93 y un costo por kilómetro de \$140,668.08, con gastos de mantenimiento de S/12,266.32. Por otro lado, el Slurry Seal fue la opción más económica en costos directos (S/511,736.00), con un presupuesto total de obra de S/724,618.18 y un costo total de inversión de S/750,204.98. Ofreció el menor costo por kilómetro (\$133,369.77) y menores costos de mantenimiento (S/11,006.61), destacándose como la opción más eficiente en términos de costo inicial y mantenimiento. En contraste, el Micropavimento presentó el mayor costo directo (S/595,908.40) y el presupuesto de obra más alto (S/843,806.29), con un costo total de inversión de S/873,601.71. Aunque su costo por kilómetro fue el más alto (\$155,306.97), este incremento podría justificarse por ventajas como mayor durabilidad o mejor adaptación a condiciones específicas, pese a tener el mantenimiento más costoso (S/17,433.82).

La tabla 18 examinó la viabilidad financiera de un proyecto de "Tratamiento superficial bicapa" a lo largo de 10 años, destacando una inversión inicial de S/ 625,093.77 y flujos netos anuales que reflejaron la relación entre costos de operación y mantenimiento y beneficios.

Tabla 18

VAN Y TIR – Alternativa 01-Tratamiento superficial bicapa

Año	Inversión	Costo de Operación y Mantenimiento	Beneficios	Flujo Neto
0	625,093.77			-625,093.77
1		-6,208.02	31,055.81	37,263.83
2		-6,208.02	31,889.61	38,097.63
3		-6,208.02	32,706.39	38,914.41
4		-6,208.02	33,540.19	39,748.21
5		-7,458.43	12,519.29	19,977.71
6		-6,208.02	35,862.92	42,070.94
7		-6,208.02	36,679.70	42,887.72
8		-6,208.02	37,513.50	45,372.10

9		-6,208.02	39,164.08	46,491.23
10	-62,509.38	-7,458.43	1,299,281.07	1,369,248.87
Tasa de Descuento:	10.00%		VAN	122,357.67
			TIR	12.40%

Tras la inversión inicial, el proyecto generó flujos netos positivos anuales, evidenciando una recuperación y ganancias sobre la inversión inicial. El año 10 mostró un aumento en beneficios, indicando una culminación exitosa o valorización importante del proyecto. Además, con una tasa de descuento del 10%, el Valor Actual Neto (VAN) del proyecto fue de S/ 122,357.67, indicando su viabilidad financiera y capacidad para generar valor más allá de su costo de capital. Asimismo, la Tasa Interna de Retorno (TIR) se situó en el 12.40%, superando la tasa de descuento, lo que sugirió una rentabilidad atractiva del proyecto. En síntesis, la Alternativa 01 presentó una oportunidad de inversión financiera viable, con resultados positivos sustentados por un VAN positivo y una TIR que excedió el costo de capital del 10%.

La Tabla 19 presentó la evaluación financiera de la "Alternativa 02 - Slurry Seal" a lo largo de 10 años, incluyendo la inversión inicial, costos de operación y mantenimiento (O&M), beneficios y flujos netos anuales.

Tabla 19

VAN Y TIR – Alternativa 02-Slurry seal

Año	Inversión	Costo de Operación y Mantenimiento	Beneficios	Flujo Neto
0	592,661.93			-592,661.93
1		-6,396.98	31,055.81	37,452.79
2		-6,396.98	31,889.61	38,286.59
3		-6,396.98	32,706.39	39,103.37
4		-6,396.98	33,540.19	39,937.17
5		-8,214.25	12,519.29	20,733.54
6		-6,396.98	35,862.92	42,259.89
7		-6,396.98	36,679.70	43,076.68
8		-6,396.98	37,513.50	43,910.47
9		-6,396.98	39,164.08	45,561.06
10	-59,266.19	-8,214.25	1,299,281.07	1,366,761.51
Tasa de Descuento:	10.00%		VAN	155,270.70
			TIR	13.15%

Esta alternativa comenzó con una inversión inicial de S/ 592,661.93, resultando en un flujo

neto negativo; sin embargo, desde el primer año se observaron flujos netos positivos gracias a los beneficios anuales que superaron los costos de O&M, indicando que el proyecto empezó a generar valor post-inversión. Además, el año 10 destacó por un incremento considerable en beneficios, junto con una inversión adicional y costos de O&M, culminando en un flujo neto muy alto. Con una tasa de descuento del 10%, el Valor Actual Neto (VAN) de este proyecto fue S/ 155,270.70, sugiriendo que fue financieramente viable y capaz de generar un retorno superior al costo de capital. Asimismo, la Tasa Interna de Retorno (TIR) fue del 13.15%, indicando que la rentabilidad del proyecto superó el umbral de la tasa de descuento, haciéndolo atractivo para inversión. Comparado con la Alternativa 01, la Alternativa 02 requirió una menor inversión inicial y generó un VAN más alto y una TIR superior, lo que sugirió una mejor eficiencia en la generación de valor y rentabilidad bajo las mismas condiciones de tasa de descuento.

La Tabla 20 detalló la evaluación financiera de la "Alternativa 03 - Micropavimento" a lo largo de 10 años. La alternativa inició con una inversión de S/ 690,145.35, lo que se reflejó en un flujo neto negativo al inicio.

Tabla 20

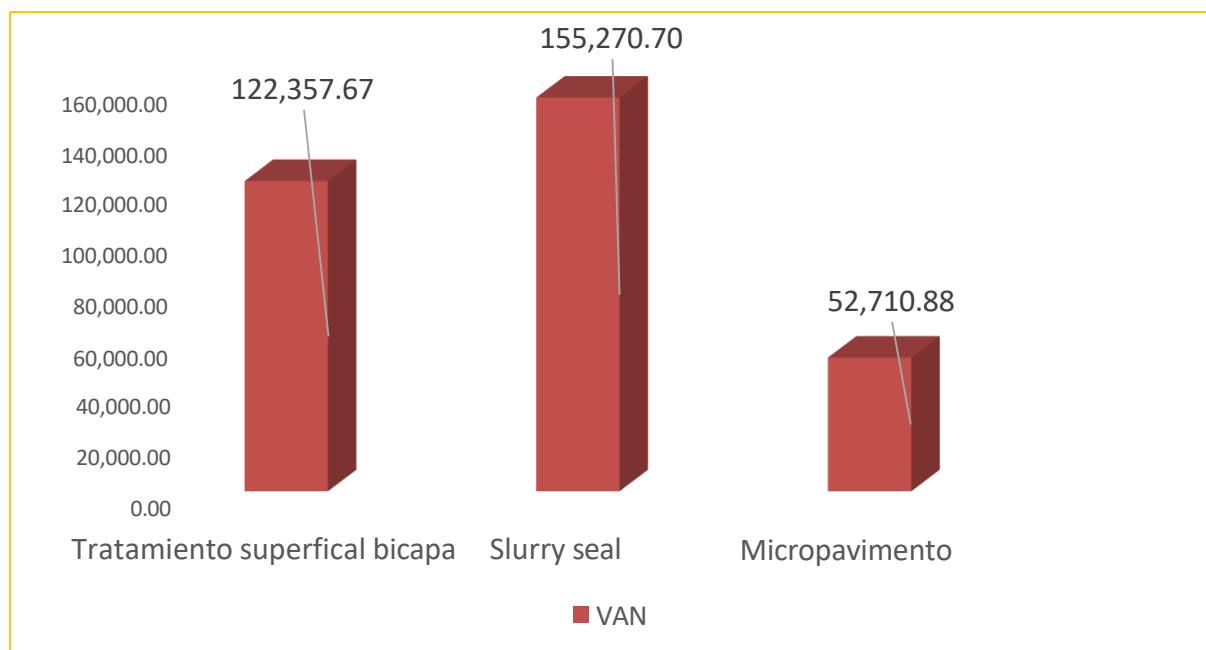
VAN Y TIR – Alternativa 03-Micropavimento

Año	Inversión	Costo de Operación y Mantenimiento	Beneficios	Flujo Neto
0	690,145.35			-690,145.35
1		-5,432.90	31,055.81	36,488.71
2		-5,432.90	31,889.61	37,322.51
3		-5,432.90	32,706.39	38,139.29
4		-5,432.90	33,540.19	38,973.09
5		-4,357.93	12,519.29	16,877.21
6		-5,432.90	35,862.92	41,295.81
7		-5,432.90	36,679.70	42,112.59
8		-5,432.90	37,513.50	42,946.39
9		-5,432.90	39,164.08	44,596.97
10	-69,014.54	-4,357.93	1,299,281.07	1,372,653.53
Tasa de Descuento:	10.00%		VAN	52,710.88
			TIR	10.97%

El décimo año mostró un incremento en los beneficios, acompañado de una inversión adicional menor y costos de O&M, llevando a un flujo neto considerablemente alto. Con una tasa de descuento del 10%, el Valor Actual Neto (VAN) de este proyecto ascendió a S/52,710.88, indicando su viabilidad financiera y capacidad para generar un retorno sobre la inversión por encima del costo de capital. Además, la Tasa Interna de Retorno (TIR) fue del 10.97%, señalando que la rentabilidad del proyecto superó el umbral de la tasa de descuento, haciéndolo atractivo para inversión. Al comparar esta alternativa con las anteriores, se observó que, aunque la Alternativa 03 requirió una inversión inicial ligeramente mayor y ofreció un VAN inferior a la Alternativa 02, su TIR fue comparable a la de las otras opciones. Esto sugirió que, si bien la Alternativa 02 podría ofrecer un mejor retorno ajustado al riesgo (dado su mayor VAN y TIR), la Alternativa 03 también representó una opción viable y competitiva, especialmente considerando diferencias en costos de O&M y la estructura de beneficios a lo largo del tiempo. La figura 7 presentó una comparación del Valor Actual Neto (VAN) de tres alternativas de pavimento económico: tratamiento superficial bicapa, Slurry Seal y Micropavimento.

Figura 7

Comparación del valor VAN del pavimento económico

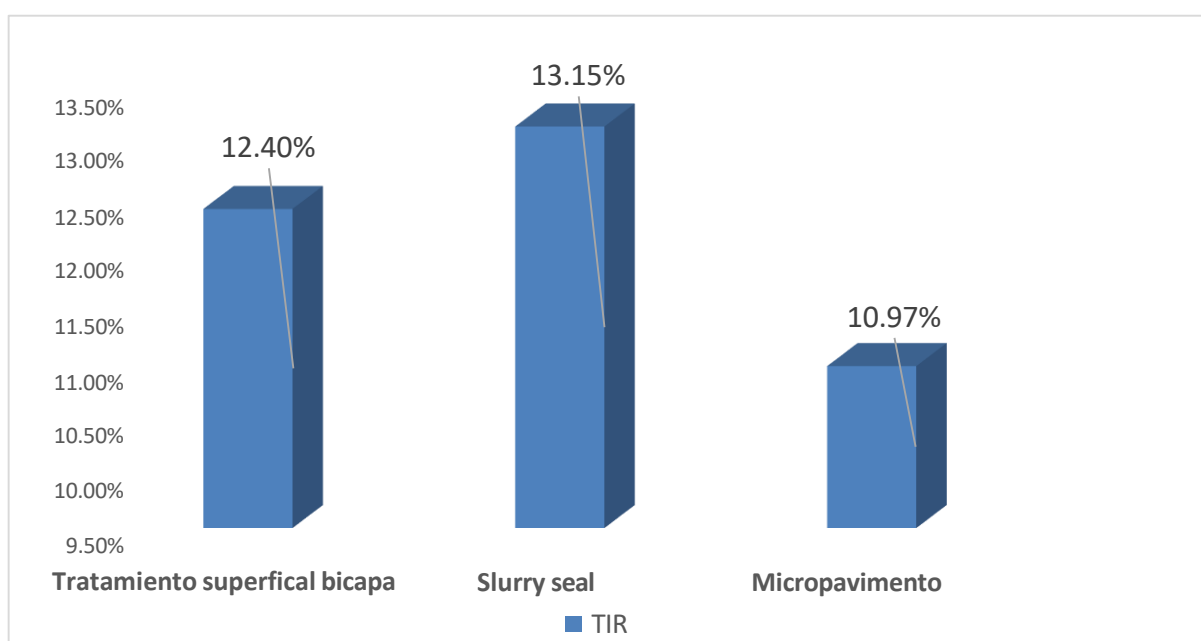


El análisis de los valores VAN reveló que todas las alternativas de pavimento económico evaluadas fueron rentables, ya que presentaron valores VAN positivos. Sin embargo, hubo diferencias significativas en la magnitud de los beneficios generados por cada opción. El Slurry seal se destacó como la alternativa más económica y rentable, con el valor VAN más alto, lo que implicó que, desde una perspectiva de retorno financiero, fue la mejor opción para la implementación en el camino vecinal Moro-Anta. El tratamiento superficial bicapa también mostró una rentabilidad significativa, situándose como la segunda mejor opción en términos de valor VAN. Por otro lado, el micropavimento, aunque rentable, resultó ser la opción menos beneficiosa económicamente.

La figura 08 presentó una comparación del valor de la Tasa Interna de Retorno (TIR) de tres alternativas de pavimento económico: Tratamiento superficial bicapa, Slurry seal y Micropavimento. A continuación, se realizó un análisis detallado de los resultados mostrados en el gráfico.

Figura 8

Comparación del valor TIR del pavimento económico



El análisis de los valores TIR reveló que todas las alternativas de pavimento económico evaluadas fueron rentables, ya que presentaron valores TIR positivos superiores al costo de oportunidad del capital, generalmente alrededor del 10%. Sin embargo, hubo diferencias en la magnitud de los retornos generados por cada opción. El Slurry seal se destacó como la alternativa más rentable, con la TIR más alta, implicando que, desde una perspectiva de eficiencia económica, fue la mejor opción para la implementación en el camino vecinal Moro-Anta. El tratamiento superficial bicapa también mostró una rentabilidad significativa, situándose como la segunda mejor opción en términos de TIR. Por otro lado, el Micropavimento, aunque rentable, resultó ser la opción menos beneficiosa en términos de TIR, y podría ser adecuado en situaciones donde los costos iniciales fueran una consideración principal o se prefirieran menores retornos con menor inversión inicial.

4.2 Prueba de Hipótesis

La hipótesis plantea que la alternativa de pavimento económico que optimizará la transitabilidad en el camino Vecinal Moro – Anta es el Slurry Seal. Esta hipótesis se valida de acuerdo con los resultados obtenidos, respaldados por los siguientes parámetros:

De acuerdo con el ítem 1.4.3 se realizó el Análisis de Valor Actual Net (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR), en la cual se demuestra efectivamente que el pavimento Slurry Seal resulta el más económico y financieramente viable. Este tipo de pavimento tiene un menor costo total de inversión de S/ 750,204.98, debido a que se determinó un menor espesor en las capas de la estructura del pavimento. Además, resulta financieramente atractivo ya que requiere una inversión inicial más baja de S/ 592,661.93 y tiene la capacidad de generar un retorno sobre la inversión superior al costo de capital. En consecuencia, el VAN de S/ 155,270.70 en un periodo de 10 años, en comparación de las otras alternativas, indica que se esperan obtener ganancias después de descontar la inversión inicial y aplicar la tasa de descuento.

Asimismo, el Slurry Seal es el pavimento con la mayor rentabilidad del proyecto a 10 años, ya que obtuvo una TIR de 13.15% superando el umbral de la tasa de descuento del 10%. Por lo tanto, esto lo hace atractivo para inversión.

Finalmente, el pavimento económico Slurry Seal, al requerir una menor inversión inicial tanto en inversión total como su mantenimiento rutinario y periódico, comparado con otras alternativas propuestas, y considerando otros aspectos como el costo de operación vehicular, el costo de operación y mantenimiento, generó un VAN positivo y más alto con una TIR superior.

4.3 Discusión

A partir de los hallazgos encontrados, se puede afirmar que "Si se emplea la alternativa de pavimento económico Slurry Seal en comparación con el micropavimento y el tratamiento superficial Bicapa, se optimizará la transitabilidad en el camino Vecinal Moro – Anta."

Estos resultados coinciden con lo sostenido por Contreras (2022), quien argumenta que una menor IMDa en la vía Moro-Anta justifica un diseño de pavimento menos robusto. La reducción del espesor de la base granular y la inclusión de una subbase mejoran la distribución de cargas, incluso con un número estructural menor. Además, el aumento del CBR en Moro-Anta sugiere un mejor soporte del suelo, lo que está en línea con la reducción de la base granular. Esto indica que, a pesar de un diseño estructural globalmente menos espeso, el camino tendrá una capacidad de carga adecuada para su nivel de tráfico. Estos hallazgos son consistentes con los resultados de este estudio.

Sin embargo, el estudio de Franco y Montoya (2022) no concuerda en ciertos aspectos con el presente análisis, ya que menciona que tanto el micropavimento como el tratamiento superficial Bicapa no son inversiones financieramente prudentes para la vía Pacaje – Huanutuyo, con TIR negativas de -11.00% y -10.00%, respectivamente. En contraste, este estudio demuestra que, a pesar de una menor IMDa en la vía Moro-Anta, todas las alternativas de pavimentación son financieramente viables con TIR positivas.

Es importante destacar que los pavimentos económicos, como el Slurry Seal, deberían ser más rentables que los pavimentos tradicionales, lo que se refleja en la viabilidad financiera y la optimización de la transitabilidad.



CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Capítulo V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Habiendo desarrollado la presente investigación se acepta la hipótesis “Si se emplea la alternativa de pavimento económico Slurry Seal frente al micropavimento y tratamiento superficial Bicapa, entonces se optimizará la transitabilidad en el camino Vecinal Moro – Anta”

- Al indicar las características del camino vecinal Moro – Anta, bajo los parámetros de la normativa vigente, en base a los resultados expuestos en tabla 14, 15 y 16, se concluye lo siguiente:

El camino vecinal Moro – Anta (Tramo A-B) presenta una longitud de 1.5 km y una topografía accidentada, este tramo presenta desafíos manejables en términos de diseño y construcción. Las pendientes, que varían entre 0.81% y 5.35%, junto con un tipo de suelo coherente SP-SM, clasificado A-1-b (0) que no presenta índice de plasticidad permiten anticipar un enfoque de pavimentación eficiente. Los valores de CBR, que oscilan entre 18.49 y 18.94, indican una capacidad de soporte adecuada para el tráfico actual de 101 vehículos/día.

- Al determinar el diseño de tipos de pavimento económico: Micropavimento, tratamiento superficial bicapa y Slurry Seal bajo los parámetros de la normativa vigente, en base a los resultados expuestos en figura 6, se concluye lo siguiente:

Cada pavimento tiene sus peculiaridades adaptativas a diferentes necesidades de infraestructura vial. Tanto el Tratamiento Superficial Bicapa como el Micropavimento comparten una capa superficial de 2.54 cm, pero se distinguen en sus bases, con 20.00 cm y 15.00 cm para el primero, y 15.00 cm y 15.00 cm para el segundo, respectivamente, indicando una variación en la distribución de carga y adaptabilidad a la calidad del suelo. Por otro lado, el Slurry Seal, con una capa más delgada de 1.20 cm, mantiene las dimensiones de base y subbase similares al Tratamiento Superficial Bicapa, orientándose

más hacia el mantenimiento preventivo y la conservación de pavimentos.

- Al determinar la optimización de la transitabilidad mediante el análisis VAN y TIR del pavimento económico: Micropavimento, tratamiento superficial bicapa y Slurry Seal, aplicando la metodología del Aplicativo de la Guía Simplificada Caminos Vecinales, en base a los resultados expuestos en figura 7 y 8, se concluye lo siguiente:

La evaluación del análisis Costo-Beneficio para las opciones de pavimento económico, incluyendo Micropavimento, Tratamiento Superficial Bicapa y Slurry Seal, según la metodología del Aplicativo de la Guía Simplificada para Caminos Vecinales, arroja conclusiones sobre su rentabilidad y eficacia en mejorar la transitabilidad. El Slurry Seal destaca como la opción más ventajosa con un Valor Actual Neto (VAN) de 155,270.70 y una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 13.15%, indicando la mejor relación costo-beneficio y justificando su implementación por los beneficios económicos a largo plazo y la optimización de la transitabilidad que ofrece. Por otro lado, el Tratamiento Superficial Bicapa y el Micropavimento también presentan resultados positivos, con VAN de 122,357.67 y 52,710.88 y TIR de 12.40 % y 10.97 % respectivamente, sugiriendo que, aunque son opciones viables, el Slurry Seal sobresale por su mayor retorno económico.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda a estudiantes e investigadores comparar otros tipos de alternativas de pavimentación o de mejoramiento de subrasante con los resultados de esta investigación, con el objetivo de identificar opciones con mayor rentabilidad para optimizar la transitabilidad de caminos con bajo flujo vehicular.
- Se recomienda realizar evaluaciones de las deflexiones ocasionadas por el tráfico en las capas calculadas de cada pavimento económico (Micropavimento, Tratamiento Superficial Bicapa y Slurry Seal) mediante análisis matemáticos. Esta evaluación permitirá determinar la capacidad de cada método para resistir las cargas vehiculares, asegurando la selección del pavimento más adecuado y duradero para las condiciones específicas de tráfico y suelo.
- Se recomienda a las autoridades viales considerar el Slurry Seal como opción preferente para pavimentación económica de caminos vecinales, debido a su óptima relación costo-beneficio, reflejada en un VAN de 155,270.70 y una TIR de 13.15%. Aunque el Tratamiento Superficial Bicapa y el Micropavimento son también viables, el Slurry Seal sobresale por su rentabilidad y mejora en la transitabilidad, adaptándose a diversas condiciones del proyecto.



CAPÍTULO VI

REFERENCIAS

BIBLIOGRÁFICAS

Capítulo VI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993. (1993). *American Association of State Highway and Transportation Officials*.
- Aguilar, N. y Chávez, G. (2009). *Comparacion entre Tratamiento Superficial Bicapa y Asfalto en Caliente, en la Rehabilitación de la Carretera Chacachaca-Yunguyo-Kasani* (Tesis de Pregrado). Universidad Católica de Santa María, Perú.
- Alvarado, F., Díaz, J. y Reategui, A. (2021). *Estudio definitivo del mejoramiento del camino vecinal CC.PP. San Juan de Talliquihui – CC.PP. Machu Picchu, L= 18.833 Km., distrito de Santa Rosa, provincia del Dorado - San Martín* (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional de San Martín, Perú.
- Arévalo, M., Díaz, J. (2021). *Evaluación técnica y económica del tratamiento superficial bicapa (tsb) y Slurry Seal, de la carretera Cacatachi – Chirapa, Departamento de San Martín* (Tesis de Pregrado). Universidad Científica del Perú, Perú.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ª ed.). McGraw-Hill Interamericana.
- Azaña, E. (2018). *Análisis comparativo entre pavimento rígido y flexible en la vía urbanización El Pinar-Centro poblado Mariam, Independencia, Huaraz-2018* (Tesis de Pregrado). Universidad Cesar Vallejo, Perú.
- Bedón, A. (2021). *Diseño de pavimentos aplicando la metodología AASHTO 93 mediante la programación de un Software Interactivo* (Tesis de Pregrado). Universidad San Francisco de Quito, Ecuador.
- Calizaya, A. y Soto, W. (2021). *Aplicación de Slurry Seal para la Conservación de la Carretera Abancay – Sañayca, 2021* (Tesis de Pregrado). Universidad Cesar Vallejo, Perú.

- Condor, J. (2020). *Tratamiento superficial bicapa con emulsión asfáltica de la carretera valle yacus provincia de jauja – región junín 2020* (Tesis de Pregrado). Universidad Peruana los Andes, Perú.
- Contreras, P. (2022). *Diseño de pavimento flexible con tratamiento superficial bicapa del camino vecinal intersección de vía a Huancavelica – Occoropuquio* (Tesis de Pregrado). Universidad de la Universidad Peruana de los Andes.
- Cordero, L. (2019). *Serviciabilidad del pavimento flexible y transitabilidad vehicular - Avenida Carlos Izaguirre intersección Avenida 12 de Octubre, distrito San Martín de Porres, Lima en el 2018* (Tesis de Pregrado). Universidad Cesar Vallejo, Perú
- Delgado, P. (2022). *Diseño de pavimento flexible con tratamiento superficial bicapa del camino vecinal intersección de vía a Huancavelica – Occoropuquio* (Tesis de Pregrado). Universidad Peruana de los Andes, Perú.
- Espinoza, M. (2020). *Diseño de pavimento flexible usando tratamiento superficial bicapa, para el mejoramiento de la transitabilidad de la trocha carrozable del tramo de Paucarbamba - centro poblado de Huanchos, Churcampa, Huancavelica* (Tesis de Pregrado). Universidad Peruana del Centro, Perú.
- Franco, J. y Vargas, M. (2021). *Análisis comparativo entre el Diseño Estructural del Pavimento Flexible, Rígido y Articulado en el Sector Villa Judicial – Distrito De Huanchaco – Trujillo – La Libertad* (Tesis de Pregrado). Universidad Privada Antenor Orrego, Perú.
- Franco, E. y Montoya, D. (2020). *Propuesta de modelo de selección de pavimento económico en base al ciclo de vida que sea rentable para carreteras de bajo volumen* (Tesis de Pregrado). Universidad Ricardo Palma, Perú.
- Fuertes, K. y Villacis, E. (2019). *Análisis técnico económico de selección de*

alternativas de pavimentos para la vía Nanegal – Palmitopamba ubicada en el Cantón Quito Provincia de Pichincha (Tesis de pregrado). Universidad Central del Ecuador, Ecuador.

Laguna, J. y Suarez, Y (2021). *Aplicación de micropavimento para mejorar la condición superficial del pavimento asfáltico* (Tesis de pregrado). Universidad Ricardo Palma, Perú.

Lazarte, J. y Yupanqui, J. (2021). *Diseño del micropavimento para el mantenimiento del pavimento flexible de la Avenida Guillermo Billinghurst en San Juan de Miraflores – 2020* (Tesis de pregrado). Universidad Cesar Vallejo, Perú.

Ministerio de transporte y comunicaciones. (2006). *Manual técnico de mantenimiento rutinario para la red vial departamental no pavimentada*.
https://www.sutran.gob.pe/wpcontent/uploads/2015/08/manualmatenimiento_rutinario_para_la_red_vial_departamental_no_pavimentada.pdf

Ministerio de transporte y comunicaciones. (2019). *Díagnóstico de la situación de las brechas de infraestructura o de acceso a servicios*. Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2020). *Plan vial departamental participativo. La Libertad*.

Ministerio de transporte y comunicaciones. (2015). *Documento técnico soluciones básicas en carreteras no pavimentadas*.
[https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/otros/Doc.%20Tecnico%20Soluciones%20B%C3%A1sicas%20\(RD%20003_2015_MTC_14\).pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/otros/Doc.%20Tecnico%20Soluciones%20B%C3%A1sicas%20(RD%20003_2015_MTC_14).pdf)

Noriega, J. (2020). *Evaluación técnica y de costo entre los tratamientos superficiales otta seal y slurry seal, para carreteras de bajo volumen de tránsito en el*

departamento de San Martín – 2019(Tesis de pregrado). I Universidad Científica del Perú.

Pallasco, K. (2019). *Evaluación y propuesta de mantenimiento del pavimento flexible de la avenida Quevedo en Santo Domingo de los Tsáchilas* (Tesis de pregrado). Universidad Católica del Ecuador, Ecuador.

Palomino, M. & Rodríguez, E. (2018). *Importancia en la selección de criterios de diseño en el desempeño de micropavimentos aplicado al proyecto vial Conococha – Recuay* (Tesis de pregrado). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Perú.

Robledo, J. (noviembre del 2004). Población de estudio y muestreo en la investigación epidemiológica. *Nure Investigación*, n° 10.

Teniente, A. (2022). *Análisis comparativo en la determinación de la capacidad admisible por los métodos de Terzagui y Meyerhof, para el diseño de cimentaciones superficiales según las características del suelo de inquilpata del distrito de anta* (Tesis de pregrado). Universidad Andina del Cusco, Perú.

Torres, M. (2018). *Tratamiento superficial utilizando Slurry Seal para el mejoramiento de la carretera Santa Rosa a San Francisco de Rio Mayo -2016* (Tesis de pregrado). Universidad Católica del Ecuador, Ecuador.

Trujillo, E. (2018). *Estudio de prefactibilidad “tratamiento superficial bicapa de la carretera regional ar-109 del distrito de Hambo, Provincia de Caylloma, Arequipa”* (Tesis de pregrado). Universidad Cesar Vallejo, Perú.



CAPÍTULO VII

ANEXOS

Capítulo VII: ANEXOS

Anexo 01- Matriz de consistencia

TÍTULO	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	HIPÓTESIS	OBJETIVOS	VARIABLES
Alternativa de pavimento económico para optimizar la transitabilidad en el camino Vecinal MORO – ANTA - 2023	<p>Problema General:</p> <p>¿Cuál es la alternativa de pavimento económico que optimizará la transitabilidad del camino Vecinal Moro – Anta?</p>		<p>Objetivo General:</p> <p>Analizar las alternativas de pavimento económico para optimizar la transitabilidad en el camino Vecinal MORO – ANTA</p>	
	<p>Problemas Específicos:</p> <p>¿Qué características topográficas, tipos de suelo, índice medio anual, tipos de vehículo presenta el camino vecinal Moro-Anta?</p> <p>¿Qué espesores presenta la estructura del Micropavimento, tratamiento superficial bicapa, Slurry Seal para optimizar la transitabilidad del camino vecinal Moro-Anta?</p>	<p>Si se emplea la alternativa de pavimento económico Slurry Seal frente al micropavimento y tratamiento superficial Bicapa, entonces se optimizará la transitabilidad en el camino Vecinal Moro – Anta.</p>	<p>Objetivos Específicos:</p> <p>Indicar las características del camino vecinal Moro – Anta, bajo los parámetros de la normativa vigente.</p> <p>Determinar el diseño de tipos de pavimento económico: Micropavimento, tratamiento superficial bicapa, Slurry Seal, bajo los parámetros de la normativa vigente.</p>	<p>INDEPENDIENTE Transitabilidad del camino vecinal</p> <p>DEPENDIENTE Pavimento económico.</p>
	<p>¿Qué pavimento económico: Micropavimento, tratamiento superficial bicapa, Slurry Seal presenta menor costo y mejor servicio en función al análisis VAN y TIR del camino vecinal Moro-Anta?</p>		<p>Evaluar la optimización de la transitabilidad mediante el análisis VAN y TIR del pavimento económico: Micropavimento, tratamiento superficial bicapa, Slurry Seal, aplicando la metodología de Aplicativo de la Guía Simplificada Caminos Vecinales.</p>	

Anexo 02- Matriz de operacionalización de variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Escala de medición
Variable Dependiente: Pavimento económico	Alternativa económica, que consta principalmente de estabilizadores de suelos, recubrimientos bituminosos y otros, posibilitando que las capas de rodadura de las carreteras no pavimentadas, tengan un mayor tiempo de vida útil y mejores niveles de servicio (MTC, 2014).	Para determinar la alternativa de pavimento económico se tendrá en cuenta: el estudio de tránsito, estudio de suelos, estudio de tráfico y los parámetros de la metodología AASHTO 93.	Estudio Topográfico	Longitud	Fichas de observación-MTC 2014	Razón
				Área	Fichas de observación-MTC 2014	Razón
				Ancho de la sección	Fichas de observación-MTC 2014	Razón
				Pendiente	Fichas de observación-MTC 2014	Razón
				Curvas de nivel	Fichas de observación-MTC 2014	Razón
				Granulometría	Fichas de observación- MTC E 107.	Nominal
			Estudio de suelos	Límites de consistencia	Fichas de observación- MTC E 110-MTC E 111	Razón
				Contenido de Humedad	Fichas de observación- MTC E 108.	Razón
				Densidad Máxima	Fichas de observación- MTC E 115.	Razón
				CBR	Fichas de observación- MTC E 132	Razón
				Volumen	Fichas de observación-MTC 2014	Razón
				Peso	Fichas de observación-MTC 2014	Razón
				Tipo de vehículo	Fichas de observación-MTC 2014	Nominal
				Tratamiento bicapa	Fichas de observación-AASHTO 93	Nominal
Estudio de Tránsito	Slurry	Fichas de observación-AASHTO 93	Nominal			
	Micropavimento	Fichas de observación-AASHTO 93	Nominal			
	Beneficios		Razón			
	Costo		Razón			
	Tasa de descuento	Fichas de observación-Guía Simplificada Caminos Vecinales MEF	Razón			
	Alternativa de pavimento económico		Nominal			
Variable Independiente: Transitabilidad del camino vecinal.	Mejorar el nivel de servicio de la infraestructura vial que asegura un estado tal de la misma que permite un flujo vehicular regular durante un determinado periodo (MTC, 2014).	La metodología para determinar la optimización de transitabilidad del camino vecinal Moro-Anta es el análisis Costo Beneficio	Análisis Costo Beneficio			

Anexo 03 – Estudio de suelos



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640
Teléfono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wlze822@hotmail.com



REGISTRO
ENSAYO DE CLASIFICACIÓN
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN
ASTM D-2216 / ASTM D-422 / ASTM D4318

TESIS: ALTERNATIVA DE PAVIMENTO ECONÓMICO PARA OPTIMIZAR LA TRANSITABILIDAD EN EL CAMINO VECINAL MORO - ANTA -2023

TESISTA: ALEXANDER GUIDO MARTÍNEZ VALVERDE

UBICACIÓN: DISTRITO DE MORO - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH

CALICATA: C-1 Fecha : SETIEMBRE DEL 2023

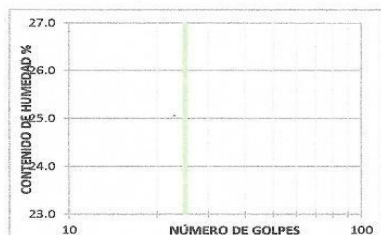
MUESTRA: M-1 Profundidad muestra (m): 0.20-1.50

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes			
Recipiente No.			
P ₁			
P ₂			
P ₃			
P _w			
P _s			
W%			

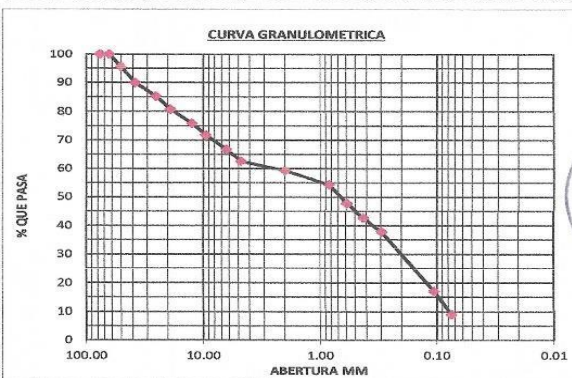
LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	4	5	6
P ₁			136.1
P ₂			132.6
P ₃			12.6
P _w			3.5
P _s			120.0
W%			3.0

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
P₃ = Peso Recipiente, en g P_w = P₁ - P₂
P_w = Peso del Agua, en g P_s = P₂ - P₃
P_s = Peso Suelo Seco, en g w = (P_w / P_s) x 100
W = Contenido de agua, en %



GRADACIÓN

Peso inicial:	2,077.04	[gr]	Peso Lav:	2,077.04	[gr]
Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso [gr]	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76.20				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800	89.30	4.3%	4.3%	95.7%
1 1/2"	38.100	120.50	5.8%	10.1%	89.9%
1"	25.400	95.24	4.6%	14.7%	85.3%
3/4"	19.050	94.27	4.5%	19.2%	80.8%
1/2"	12.500	101.40	4.9%	24.1%	75.9%
3/8"	9.500	86.34	4.2%	28.3%	71.7%
1/4"	6.350	105.90	5.1%	33.4%	66.6%
Nº 4	4.750	85.24	4.1%	37.5%	62.5%
Nº 10	2.000	68.74	3.31%	40.78%	59.22%
Nº 20	0.840	102.57	4.94%	45.71%	54.29%
Nº 30	0.595	137.22	6.61%	52.32%	47.68%
Nº 40	0.425	103.97	5.01%	57.33%	42.67%
Nº 50	0.297	102.07	4.91%	62.24%	37.76%
Nº 100	0.106	429.80	20.69%	82.93%	17.07%
Nº 200	0.075	169.28	8.15%	91.08%	8.92%
Pasa 200		185.20	8.92%	100.00%	0.00%
Total					



RESULTADOS			
Límite Líquido	N.L.	%	
Límite Plástico	N.P.	%	
Índice Plástico	-	%	
Gravas			37.47%
Arenas			53.62%
Finos			8.92%

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo 2
A.A.S.H.T.O. A - 1 - b
S.U.C.S. SP-SM

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
C.I.D. 205373 - CONSULTOR C # 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISIÓN, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640
Teléfono: 954877150-945417124 e-mail: Wilzo822@hotmail.com

REGISTRO
ENSAYO DE CLASIFICACIÓN
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN
ASTM D-2216 / ASTM D-422 / ASTM D4318

TESIS: ALTERNATIVA DE PAVIMENTO ECONÓMICO PARA OPTIMIZAR LA TRANSITABILIDAD EN EL CAMINO VECINAL MORO - ANTA -2023

TESISTA: ALEXANDER GUIDO MARTÍNEZ VALVERDE

UBICACIÓN: DISTRITO DE MORO - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH

CALICATA: C-2 Fecha: SETIEMBRE DEL 2023

MUESTRA: M-1 Profundidad muestra (m): 0.20-1.50

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO

Determinación No	1	2	3
Número de Golpes			
Recipiente No.			
P ₁			
P ₂			
P ₃			
P _w			
P _s			
W%			

NL

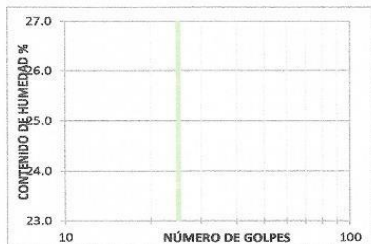
LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente No.	4	5	6	Humedad Natural
P ₁				119.4
P ₂				116.1
P ₃				12.6
P _w				3.3
P _s				103.6
W%				3.2

NP

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
P₃ = Peso Recipiente, en g
P_w = Peso del Agua, en g
P_s = Peso Suelo Seco, en g
W = Contenido de agua, en %

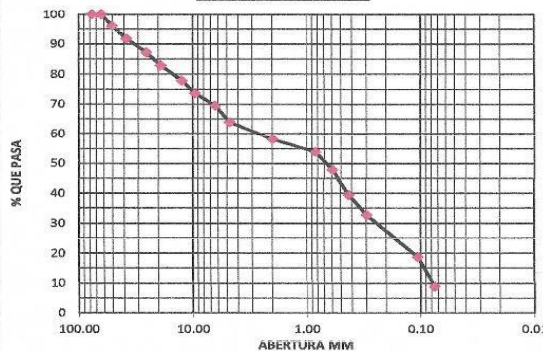
$P_w = P_1 - P_2$
 $P_s = P_2 - P_3$
 $w = (P_w / P_s) \times 100$



GRADACIÓN

Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso [gr]	% Reten.	% Ret.Acum.	% Pasa
3"	76.20				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800	85.30	3.9%	3.9%	96.1%
1 1/2"	38.100	95.67	4.3%	8.2%	91.8%
1"	25.400	101.45	4.6%	12.8%	87.2%
3/4"	19.050	95.67	4.3%	17.1%	82.9%
1/2"	12.500	110.90	5.0%	22.1%	77.9%
3/8"	9.500	95.78	4.3%	26.4%	73.6%
1/4"	6.350	90.35	4.1%	30.5%	69.5%
Nº 4	4.750	124.10	5.6%	36.1%	63.9%
Nº 10	2.000	124.50	5.63%	41.78%	58.22%
Nº 20	0.840	95.30	4.31%	46.09%	53.91%
Nº 30	0.595	134.50	6.08%	52.17%	47.83%
Nº 40	0.425	185.90	8.41%	60.58%	39.42%
Nº 50	0.297	146.28	6.62%	67.20%	32.80%
Nº 100	0.106	311.10	14.07%	81.27%	18.73%
Nº 200	0.075	218.51	9.88%	91.15%	8.85%
Pasa 200		195.60	8.85%	100.00%	0.00%
Total					

CURVA GRANULOMÉTRICA



RESULTADOS

Límite Líquido	N.L.	%	Gravas	35.15%
Límite Plástico	N.P.	%	Arenas	55.00%
Índice Plástico	-	%	Finos	8.85%

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo	2
A.A.S.H.T.O.	A-1-b
S.U.C.S.	SP-SM

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP: 195373 - CONSULTOR C + 127796
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Yangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640
Telefono: 954871150-94541124 e-mail: WR:ce822@hotmail.com

REGISTRO	
ENSAYO DE CLASIFICACIÓN	
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN	
ASTM D-2210 / ASTM D-422 / ASTM D4318	
TESIS:	ALTERNATIVA DE PAVIMENTO ECONÓMICO PARA OPTIMIZAR LA TRANSITABILIDAD EN EL CAMINO VECINAL MORO - ANTA -2023
TESISTA:	ALEXANDER GUIDO MARTÍNEZ VALVERDE
UBICACIÓN:	DISTRITO DE MORO - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
CALICATA:	C-3 Fecha : SETIEMBRE DEL 2023
MUESTRA:	M-1 Profundidad muestra (m): 0.20-1.50

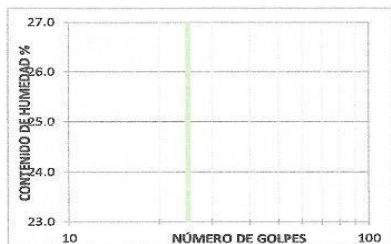
LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes			
Recipiente No.			
P ₁			
P ₂			
P ₃			
P _w			
P _s			
W%			

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	4	5	6
P ₁			134.5
P ₂			132.5
P ₃			12.6
P _w			2.0
P _s			119.9
W%			1.7

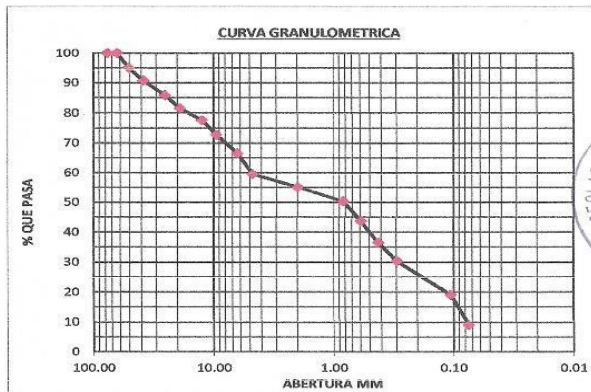
P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
P₃ = Peso Recipiente, en g
P_w = Peso del Agua, en g
P_s = Peso Suelo Seco, en g
W = Contenido de agua, en %

$F_w = P_1 - P_2$
 $P_s = P_2 - P_3$
 $w = (P_w / P_s) \times 100$



GRADACIÓN

Peso Inicial: 2,174.80 [gr]		Peso Lav: 2,174.80 [gr]			
Tamiz, p/g	Tamiz, mm	Peso [gr]	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76.20				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800	106.30	4.9%	4.9%	95.1%
1 1/2"	38.100	95.67	4.4%	9.3%	90.7%
1"	25.400	103.50	4.8%	14.0%	86.0%
3/4"	19.050	96.30	4.4%	18.5%	81.5%
1/2"	12.500	86.34	4.0%	22.4%	77.6%
3/8"	9.500	105.78	4.9%	27.3%	72.7%
1/4"	6.350	134.20	6.2%	33.5%	66.5%
Nº 4	4.750	152.60	7.0%	40.5%	59.5%
Nº 10	2.000	95.68	4.40%	44.89%	55.11%
Nº 20	0.840	103.87	4.78%	49.67%	50.33%
Nº 30	0.595	144.20	6.63%	56.30%	43.70%
Nº 40	0.425	156.20	7.18%	63.48%	36.52%
Nº 50	0.297	135.20	6.22%	69.70%	30.30%
Nº 100	0.106	244.15	11.23%	80.93%	19.07%
Nº 200	0.075	218.51	10.05%	90.97%	9.03%
Pasa 200		196.30	9.03%	100.00%	0.00%
Total					



RESULTADOS				
Límite Líquido	N.L.	%	Gravas	40.50%
Límite Plástico	N.P.	%	Arenas	50.48%
Índice Plástico	-	%	Finos	9.03%

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo 2
A.A.S.H.T.O. A-1-b
S.U.C.S. SP-SM

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
C.I.D. 195273 - CONSULTOR C # 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



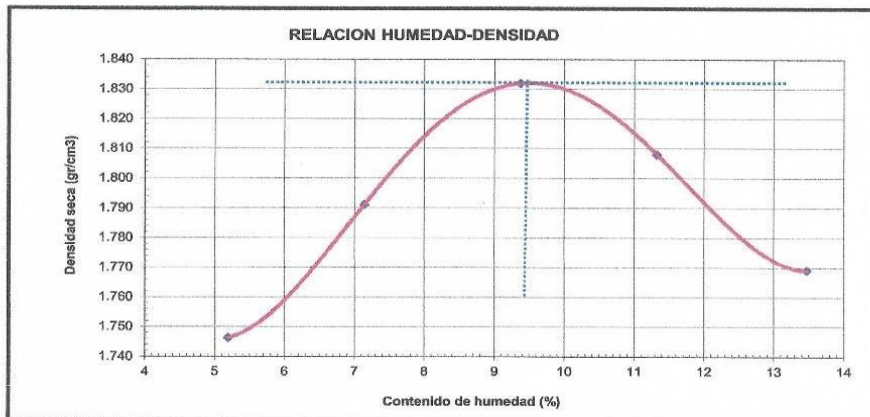
**ENSAYO DE COMPACTACION (PROCTOR MODIFICADO)
ASTM-D1557**

TESIS : ALTERNATIVA DE PAVIMENTO ECONÓMICO PARA OPTIMIZAR LA TRANSITABILIDAD EN EL CAMINO VECINAL MORO – ANTA -2023
TESISTA : ALEXANDER GUIDO MARTÍNEZ VALVERDE
UBICACIÓN : DISTRITO DE MORO - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
FECHA : SETIEMBRE DEL 2023

CALICATA C-01

Peso suelo + molde	gr	13120.00	13290.00	13700.00	13720.00	13710.00
Peso molde	gr	9320.00	9320.00	9320.00	9320.00	9320.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	3800.00	3970.00	4380.00	4400.00	4390.00
Volumen del molde	cm ³	2068.63	2068.63	2186.00	2186.00	2187.00
Peso volumétrico húmedo	gr/cm ³	1.84	1.92	2.00	2.01	2.01
Recipiente N°		1	2	3	4	5
Peso del suelo húmedo+tara	gr	99.30	98.82	250.17	370.45	285.20
Peso del suelo seco + tara	gr	95.05	92.83	234.90	345.30	252.80
Peso de la Tara	gr	13.20	9.00	72.03	123.28	12.30
Peso de agua	gr	4.25	5.99	15.27	25.15	32.40
Peso del suelo seco	gr	81.85	83.83	162.87	222.02	240.50
Porcentaje de Humedad	%	5.19	7.15	9.38	11.33	13.47
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.746	1.791	1.832	1.808	1.769

Densidad máxima (gr/cm ³)	1.833
Humedad óptima (%)	9.50



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP 195213 - CONSULTOR C # 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



TESIS : ALTERNATIVA DE PAVIMENTO ECONÓMICO PARA OPTIMIZAR LA TRANSITABILIDAD EN EL CAMINO VECINAL MORO - ANTA -2023
TESISTA : ALEXANDER GUIDO MARTÍNEZ VALVERDE
UBICACIÓN : DISTRITO DE MORO - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
FECHA : SETIEMBRE DEL 2023

CALICATA C-01

MUESTRA : TERRENO NATURAL
CLASIFICACION (SUCS) : SP-SM

ENSAYO RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA

Tamiz	N° 10	N° 40	N° 200	ENSAYO DE COMPACTACION		
Pasa %	37.47	53.62	8.92	Metodo	Densidad Maxima	Humedad Optima
LL	NP	IP	NP	Clasificacion	A1-a (0)	ASSTHO
					1.833	9.50
Molde N°	1		2		3	
Altura Molde	17.8		17.8		17.85	
Diametro Molde	15.1		15.14		15.14	
Altura disco Espaciador	6.09		6.09		6.09	
Diametro disco espaciador	15.19		15.19		15.19	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	Antes de mojarse		despues de mojado		Antes de mojarse	
	despues de mojado		Antes de mojarse		despues de mojado	
Peso humedo de la probeta + molde (g)	7465	7660	7680	7980	7185	7690
Peso de molde (g)	3255	3255	3610	3610	3260	3260
Peso del suelo húmedo (g)	4210	4405	4070	4370	3925	4430
Volumen del molde (cm ³)	2097	2097	2108	2108	2117	2117
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.008	2.101	1.931	2.073	1.854	2.092
Recipiente (N°)	A		B		C	
Peso del Recipiente + suelo húmedo (g)	88.49	4405.00	105.85	4370.00	92.00	4430.00
Peso Recipiente + suelo seco	81.60	3843.94	97.50	3718.30	85.59	3584.33
Peso Recipiente	9.25	0.00	9.22	0.00	9.73	0.00
Peso de agua (g)	6.89	561.06	8.35	651.70	7.21	845.67
Peso de suelo seco (g)	72.35	3843.94	88.28	3718.30	75.86	3584.33
Contenido de humedad (%)	9.52	14.60	9.46	17.53	9.50	23.59
Densidad seca (g/cm ³)	1.833	1.833	1.764	1.764	1.693	1.693

DETERMINACION DE LA EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Lectura Extens.	Expansion		Lectura Extens.	Expansion		Lectura Extens.	Expansion	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0
		0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0
		0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0
		0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0

C. B. R. FACTOR DE DEFORMACION DEL ANILLO

Penetración		Carga Estándar Kg/cm ²	MOLDE N°			MOLDE N°			MOLDE N°					
mm.	pulg.		CARGA	CORRECCION		CARGA	CORRECCION		CARGA	CORRECCION				
			Lect. Dial	kg	kg	% CBR	Lect. Dial	kg	kg	% CBR	Lect. Dial	kg	kg	% CBR
0.000	0.000		0	0			0				0			
0.635	0.025			91.4			75.4				56.9			
1.270	0.050			175.2			134.2				84.3			
1.905	0.075			242.5			205.6				152.4			
2.540	0.100	70.455		395.6	380.7	26.5	299.8	280.1	20.5		196.8	188.4	13.8	
3.810	0.150			522.6			398.7				275.6			
5.080	0.200	105.68		695.2	692.1	33.8	532.6	530.1	25.9		405.2	403.3	19.7	



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
C.R. 195325 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

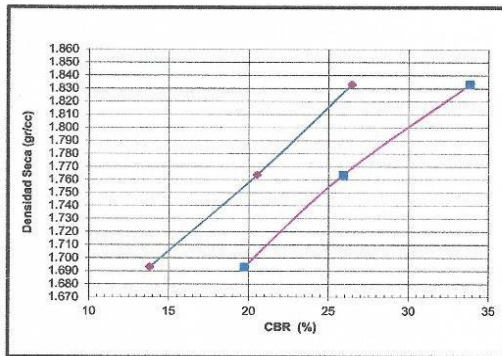


**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
ASTM D-1883**

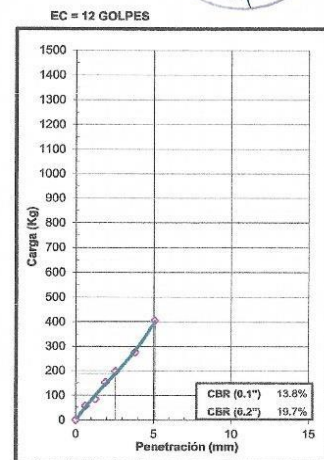
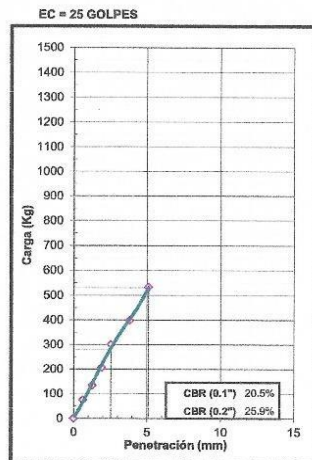
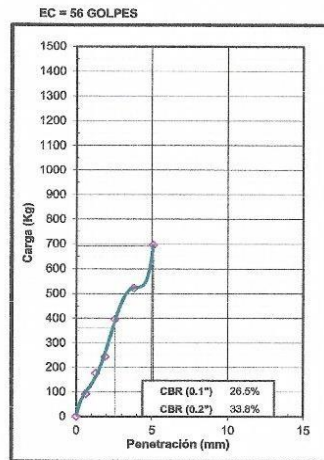
TESIS : ALTERNATIVA DE PAVIMENTO ECONÓMICO PARA OPTIMIZAR LA TRANSITABILIDAD EN EL CAMINO VECINAL MORO - ANTA -2023
TESISTA : ALEXANDER GUIDO MARTÍNEZ VALVERDE
UBICACIÓN : DISTRITO DE MORO - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
FECHA : SETIEMBRE DEL 2023
CALICATA : C-01

MUESTRA : TERRENO NATURAL
CLASIFICACION (SUCS) : SP-SM

METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.83
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 9.50



C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	26.46	0.2"	33.81
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	18.49	0.2"	23.73



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
C.R. 195273 - CONSULTOR C. 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS



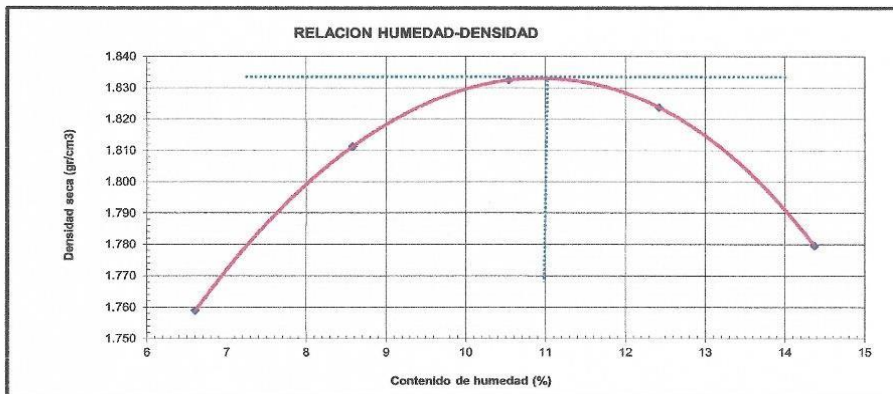
**ENSAYO DE COMPACTACION (PROCTOR MODIFICADO)
ASTM-D1557**

TESIS : ALTERNATIVA DE PAVIMENTO ECONÓMICO PARA OPTIMIZAR LA TRANSITABILIDAD EN EL CAMINO VECINAL MORO - ANTA -2023
TESISTA : ALEXANDER GUIDO MARTÍNEZ VALVERDE
UBICACIÓN : DISTRITO DE MORO - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
FECHA : SETIEMBRE DEL 2023

CALICATA C-02

Peso suelo + molde	gr	6905.00	7105.00	7234.00	7290.00	7255.00
Peso molde	gr	2806.00	2806.00	2806.00	2806.00	2806.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	4099.00	4299.00	4428.00	4484.00	4449.00
Volumen del molde	cm ³	2186.00	2186.00	2186.00	2187.00	2186.00
Peso volumétrico húmedo	gr/cm ³	1.88	1.97	2.03	2.05	2.04
Recipiente N°		1	1	1	1	2
Peso del suelo húmedo+tara	gr	107.64	122.91	138.18	145.20	128.53
Peso del suelo seco + tara	gr	102.40	115.02	127.20	131.79	115.20
Peso de la Tara	gr	23.12	23.09	23.06	23.06	22.45
Peso de agua	gr	5.24	7.89	10.98	13.50	13.33
Peso del suelo seco	gr	79.28	91.93	104.14	108.64	92.75
Porcentaje de Humedad	%	6.61	8.58	10.54	12.43	14.37
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.759	1.811	1.832	1.824	1.779

Densidad máxima (gr/cm ³)	1.833
Humedad óptima (%)	11.00



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
RIP. 196273 - CONSULTOR C. # 127796
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



TESIS : ALTERNATIVA DE PAVIMENTO ECONÓMICO PARA OPTIMIZAR LA TRANSITABILIDAD EN EL CAMINO VECINAL
MORO - ANTA -2023
TESISTA : ALEXANDER GUIDO MARTÍNEZ VALVERDE
UBICACIÓN : DISTRITO DE MORO - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
FECHA : SETIEMBRE DEL 2023

CALICATA C-02

MUESTRA : TERRENO NATURAL
CLASIFICACION (SUCS) : SP -SM

ENSAYO RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA

Tamiz	N° 10	N° 40	N° 200	ENSAYO DE COMPACTACION				
Pasa %	36.15	55.00	8.85	Metodo	Densidad Maxima	Humedad Optima		
LL	NP	IP	9.41	Clasificacion	A - 2 - 4 (0)	ASSTHO	1.833	
							11.00	
Molde N°	1		2		3			
Altura Molde	17.8		17.8		17.85			
Diametro Molde	15.1		15.14		15.14			
Altura disco Espaciador	6.09		6.09		6.09			
Diametro disco espaciador	15.19		15.19		15.19			
Capas N°	5		5		5			
Golpes por capa N°	56		25		12			
Condición de la muestra	Antes de mojar		despues de mojado		Antes de mojar		despues de mojado	
Peso humedo de la probeta + molde (g)	8394	8590	8258	8520	8262	8610		
Peso de molde (g)	4125	4125	4135	4135	4280	4280		
Peso (del suelo húmedo (g)	4269	4465	4123	4385	3982	4330		
Volumen del molde (cm ³)	2097	2097	2108	2108	2117	2117		
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.036	2.129	1.956	2.060	1.881	2.045		
Recipiente (N°)	A		B		C			
Peso del Recipiente + suelo húmedo (g)	116.22	4465.00	93.70	4385.00	136.50	4330.00		
Peso Recipiente + suelo seco	106.96	3844.71	86.60	3712.32	125.20	3585.17		
Peso Recipiente	23.05	0.0	22.42	0.0	23.11	0.0		
Peso de agua (g)	9.26	620.29	7.10	672.68	11.30	744.83		
Peso de suelo seco (g)	83.91	3844.71	64.18	3712.32	102.09	3585.17		
Contenido de humedad (%)	11.04	16.13	11.06	18.12	11.07	20.78		
Densidad seca (g/cm ³)	1.833	1.833	1.761	1.761	1.693	1.893		

DETERMINACION DE LA EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Lectura Extens.	Expansion		Lectura Extens.	Expansion		Lectura Extens.	Expansion	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0
		24	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0
		48	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0
		72	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0

C. B. R. FACTOR DE DEFORMACION DEL ANILLO

Penetración		Carga Estándar Kg/cm ²	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
			Lect. Dial	kg	kg	% CBR	Lect. Dial	kg	kg	% CBR	Lect. Dial	kg	kg	% CBR
0.000	0.000		0			0				0				
0.635	0.025		105.9			89.3				45.9				
1.270	0.050		195.2			145.9				102.6				
1.905	0.075		288.8			206.3				165.2				
2.540	0.100	70.465	344.5	347.0	25.5	296.8	271.8	19.9		205.6	209.1	15.3		
3.810	0.150		451.2			344.5				289.3				
5.080	0.200	105.68	532.6	532.1	26.0	421.8	419.0	20.5		322.5	322.2	15.8		



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
C.R. 100.073 - CONSULTOR C = 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

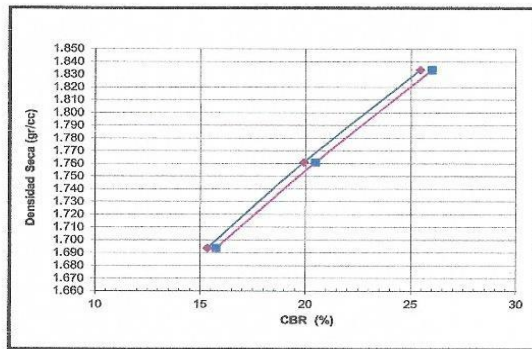


RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
ASTM D-1883

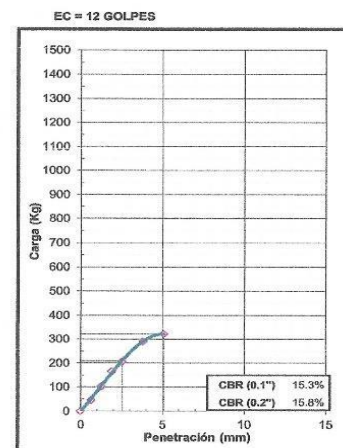
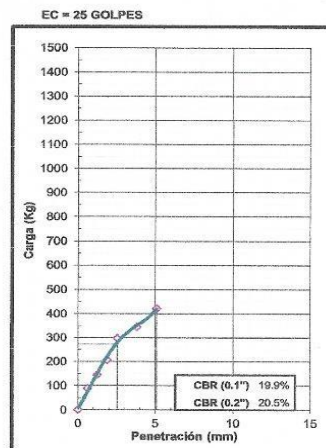
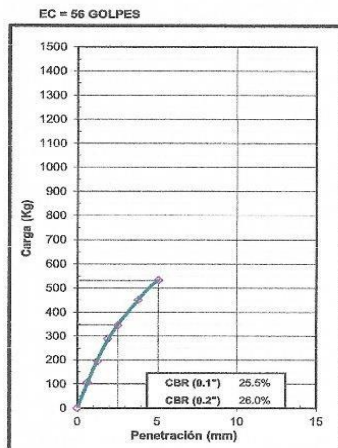
TESIS : ALTERNATIVA DE PAVIMENTO ECONÓMICO PARA OPTIMIZAR LA TRANSITABILIDAD EN EL CAMINO VECINAL
MORO - ANTA -2023
TESISTA : ALEXANDER GUIDO MARTÍNEZ VALVERDE
UBICACIÓN : DISTRITO DE MORO - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
FECHA : SETIEMBRE DEL 2023
CALICATA : C-02

MUESTRA : TERRENO NATURAL
CLASIFICACION (SUCS) : SP -SM

METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.83
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 11.00



C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	25.42	0.2":	25.99
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	18.54	0.2":	19.08



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
C.P. 195673 - CONSULTOR C # 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

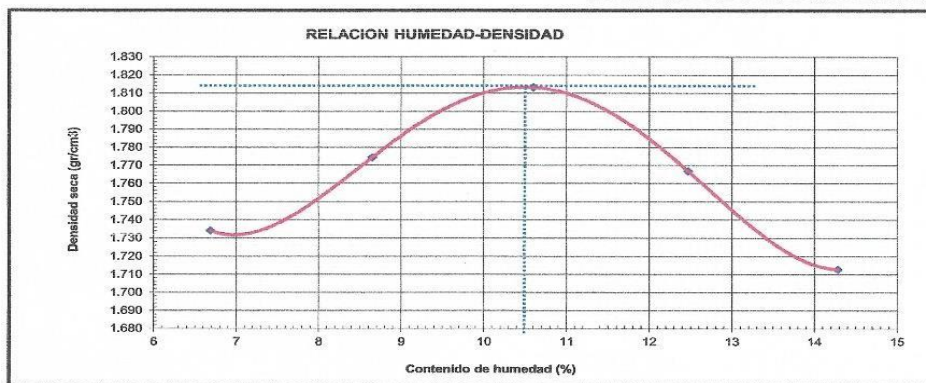


**ENSAYO DE COMPACTACION (PROCTOR MODIFICADO)
ASTM-D1557**

TESIS : ALTERNATIVA DE PAVIMENTO ECONOMICO PARA OPTIMIZAR LA TRANSITABILIDAD EN EL CAMINO VECINAL
MORO - ANTA -2023
TESISTA : ALEXANDER GUIDO MARTÍNEZ VALVERDE
UBICACIÓN : DISTRITO DE MORO - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
FECHA : SETIEMBRE DEL 2023

CALICATA C- 03

Peso suelo + molde	gr	6850.00	7020.00	7190.00	7150.00	7085.00
Peso molde	gr	2806.00	2806.00	2806.00	2806.00	2806.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	4044.00	4214.00	4384.00	4344.00	4279.00
Volumen del molde	cm ³	2186.00	2186.00	2186.00	2186.00	2186.00
Peso volumétrico húmedo	gr/cm ³	1.85	1.93	2.01	1.99	1.96
Recipiente N°		1	2	3	4	5
Peso del suelo húmedo+tara	gr	105.29	132.29	159.29	159.29	110.30
Peso del suelo seco + tara	gr	100.30	123.60	145.99	143.90	99.32
Peso de la Tara	gr	25.69	23.11	20.53	20.53	22.45
Peso de agua	gr	4.99	8.69	13.30	15.39	10.98
Peso del suelo seco	gr	74.61	100.49	125.46	123.37	76.87
Porcentaje de Humedad	%	6.69	8.65	10.60	12.47	14.28
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.734	1.774	1.813	1.767	1.713
Densidad máxima (gr/cm ³)						1.815
Humedad óptima (%)						10.50



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilton J. Zelaya Santos
CIP. 198373 - CONSULTOR C. 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



TESIS : ALTERNATIVA DE PAVIMENTO ECONÓMICO PARA OPTIMIZAR LA TRANSITABILIDAD EN EL CAMINO VECINAL MORO - ANTA -2023

TESISTA : ALEXANDER GUIDO MARTÍNEZ VALVERDE

UBICACIÓN : DISTRITO DE MORO - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH

FECHA : SETIEMBRE DEL 2023

CALICATA : C- 03

MUESTRA : TERRENO NATURAL

CLASIFICACION (SUCS) : SP-SM

ENSAYO RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA

Tamiz	N° 10	N° 40	N° 200	ENSAYO DE COMPACTACION				
Pasa %	40.50	50.48	9.03	Metodo	Densidad Maxima	Humedad Optima		
LL	NP	IP	NP	Clasificación	A- 2 - 6 (0)	ASSTHO	1.815	10.50
Molde N°	1		2		3			
Altura Molde	17.8		17.8		17.85			
Diametro Molde	15.1		15.14		15.14			
Altura disco Espaciador	6.09		6.09		6.09			
Diametro disco espaciador	15.19		15.19		15.19			
Capas N°	5		5		5			
Golpes por capa N°	56		25		12			
Condición de la muestra	Antes de mojarse	despues de mojado	Antes de mojarse	despues de mojado	Antes de mojarse	despues de mojado		
Peso humedo de la probeta + molde (g)	8442	8670	9742	10050	9578	9990		
Peso de molde (g)	4235	4235	5705	5705	5625	5625		
Peso del suelo húmedo (g)	4207	4435	4037	4345	3953	4365		
Volumen del molde (cm ³)	2097	2097	2108	2108	2117	2117		
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.006	2.115	1.915	2.061	1.867	2.062		
Recipiente (N°)	A		B		C			
Peso del Recipiente + suelo húmedo (g)	138.90	4435.00	135.67	4345.00	110.45	4365.00		
Peso Recipiente + suelo seco	127.88	3806.82	125.50	3652.47	102.45	3575.85		
Peso Recipiente	23.05	0.00	28.90	0.00	26.60	0.00		
Peso de agua (g)	11.02	628.18	10.17	692.53	8.00	789.15		
Peso de suelo seco (g)	104.83	3806.82	96.60	3652.47	75.85	3575.85		
Contenido de humedad (%)	10.51	16.50	10.53	18.96	10.55	22.07		
Densidad seca (g/cm ³)	1.815	1.815	1.733	1.733	1.689	1.689		

DETERMINACION DE LA EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Lectura Extens.	Expansion		Lectura Extens.	Expansion		Lectura Extens.	Expansion	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0
		24	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0
		48	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0
		72	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0

C. B. R. FACTOR DE DEFORMACION DEL ANILLO

Penetración		Carga Estándar Kg/cm ²	MOLDE N°								
			CARGA			CORRECCION					
			Lect. Dial	kg	% CBR	Lect. Dial	kg	% CBR			
0.000	0.000		0			0					
0.635	0.025		98.9			78.9			55.2		
1.270	0.050		134.2			106.2			88.6		
1.905	0.075		216.9			190.6			165.2		
2.540	0.100	70.455	334.8	325.2	23.9	275.4	268.2	19.7	206.9	209.3	15.4
3.810	0.150		495.2			399.8			311.4		
5.080	0.200	105.68	588.6	590.1	28.9	475.1	475.3	23.2	395.5	395.3	19.3



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Wilson J. Zelaya Santos
E. P. 173 - CONSULTOR C - 127796
LAB. MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

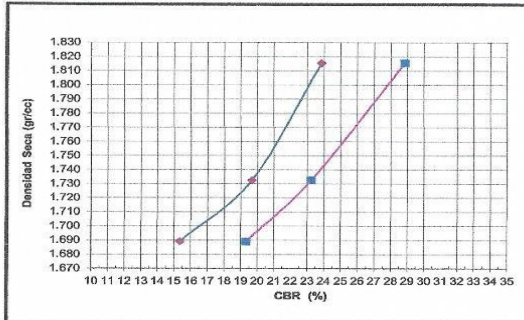


**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
ASTM D-1883**

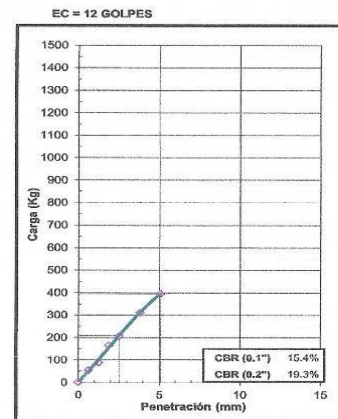
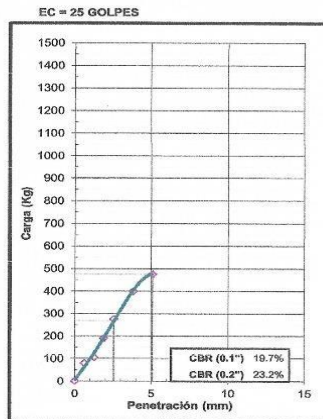
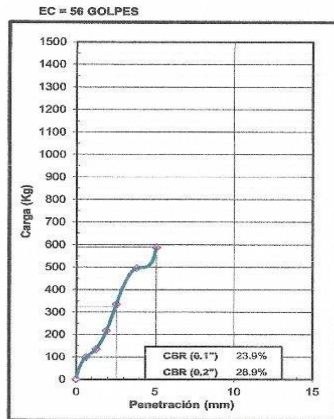
TESIS : ALTERNATIVA DE PAVIMENTO ECONÓMICO PARA OPTIMIZAR LA TRANSITABILIDAD EN EL CAMINO VECINAL MORO – ANTA -2023
TESISTA : ALEXANDER GUIDO MARTÍNEZ VALVERDE
UBICACIÓN : DISTRITO DE MORO - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
FECHA : SETIEMBRE DEL 2023
CALICATA : C- 03

MUESTRA : TERRENO NATURAL
CLASIFICACION (SUCS) : SP-SM

METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.815
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 10.50



CBR. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	23.89	0.2":	28.82
CBR. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	18.94	0.2":	22.47



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP. 103373 - CONSULTOR C. # 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR

TRAMO DE LA CARRETERA	MORO - ANTA	
SENTIDO	E ←	S →
UBICACIÓN		

ESTACION	
CODIGO DE LA ESTACION	A
DIA Y FECHA	Viernes 11/08/23





















HORA	SENTIDO	Moto Carga	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION				SEMI TRAYLER				TRAYLER			
					PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
DIAGRA. VEH.																							
00-01	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
01-02	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
02-03	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
03-04	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
04-05	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
05-06	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	S	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
06-07	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	S	1	0	0	0	0	2	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
07-08	E	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	S	1	3	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
08-09	E	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	S	2	2	0	2	0	1	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
09-10	E	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	S	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
10-11	E	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	S	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
11-12	E	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	S	1	1	0	2	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
12-13	E	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	S	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
13-14	E	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	S	1	0	1	2	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
14-15	E	1	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	S	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
15-16	E	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	S	1	1	1	2	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
16-17	E	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	S	0	1	2	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
17-18	E	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	S	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
18-19	E	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
19-20	E	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
20-21	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	S	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
21-22	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	S	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
22-23	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
23-24	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
PARCIAL:		27	14	16	12	0	16	0	0	0	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0		



FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR

TRAMO DE LA CARRETERA	MORO - ANTA	
SENTIDO	E ←	S →
UBICACIÓN		

ESTACION	
CODIGO DE LA ESTACION	A
DIA Y FECHA	Sabado 12/08/23

HORA	SENTIDO	MORO - ANTA																				
		Moto Carga	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				
DIAGRA. VEH.																						
00-01	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01-02	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02-03	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03-04	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04-05	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
05-06	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06-07	E	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	1	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07-08	E	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	1	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08-09	E	1	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	2	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
09-10	E	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	1	0	1	1	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10-11	E	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11-12	E	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	1	0	0	1	0	1	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12-13	E	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	2	2	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13-14	E	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	1	2	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14-15	E	2	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	1	0	1	2	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15-16	E	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	1	1	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16-17	E	2	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-18	E	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18-19	E	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19-20	E	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20-21	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21-22	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22-23	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23-24	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PARCIAL:		29	13	15	12	0	15	0	0	0	12	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0




FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR

TRAMO DE LA CARRETERA	MORO - ANTA	
SENTIDO	E ←	S →
UBICACIÓN		

ESTACION	
CODIGO DE LA ESTACION	A
DIA Y FECHA	Domingo 13/08/23

HORA	SENTIDO	MORO - ANTA																			
		Moto Carga	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION			SEMI TRAYLER			TRAYLER			
DIAGRA. VEH.																					
00-01	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
00-01	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01-02	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01-02	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02-03	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02-03	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03-04	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03-04	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04-05	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04-05	S	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
05-06	E	2	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
05-06	S	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06-07	E	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06-07	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07-08	E	2	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07-08	S	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08-09	E	2	1	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08-09	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
09-10	E	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
09-10	S	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10-11	E	1	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10-11	S	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11-12	E	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11-12	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12-13	E	2	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12-13	S	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13-14	E	1	2	1	0	0	2	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13-14	S	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14-15	E	1	0	2	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14-15	S	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15-16	E	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15-16	S	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16-17	E	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16-17	S	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-18	E	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-18	S	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18-19	E	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18-19	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19-20	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19-20	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20-21	E	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20-21	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21-22	E	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21-22	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22-23	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22-23	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23-24	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23-24	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PARCIAL:		20	13	9	9	0	13	0	0	0	9	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Anexo 05 – Estudio de tráfico

	ESTUDIO DE TRAFICO	APEOTCMA -EDT-001
	Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección Suelos y Pavimentos	

1. Conteo vehicular y cálculo de IMD


Nº	Tipo de Vehículo	IMD	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
1	Motokar/Moto/Moto carga	26	28	26	27	28	27	29	20
2	Automóvil	13	15	14	13	15	14	13	10
3	Station Wagon	14	13	13	15	14	16	15	9
4	Camioneta Pick Up	12	11	12	12	13	12	12	9
5	Combi	15	14	15	14	15	16	15	13
6	Camión (2E)	12	12	12	13	12	11	12	9
7	Camión (3E)	9	8	7	8	10	10	9	8
	Total	101							

2. Determinación del Factor de Crecimiento Acumulado (Fca)

El valor del Fca se obtuvo en base al Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.

$$FCA = \frac{(1 + r)^Y - 1}{r}$$

r =	4.20%	Tasa de crecimiento
Y =	10	Periodo de diseño
FCA =	12.12	Factor de crecimiento

	ESTUDIO DE TRAFICO	APEOTCMA -EDT-002
	Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección Suelos y Pavimentos	

3. Determinación del Factor Direccional (Fd) y Factor Carril (Fc)

El valor del Fd y Fc se obtuvo en base al Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (Cuadro 6.1 "Factores de Distribución Direccional y de Carril para determinar el Tránsito en el Carril de Diseño")

$$F_d = 0.5$$

$$F_c = 1$$

4. Determinación del factor de presión neumática (Fp)

Al no realizar aún el diseño de los pavimentos, se asumió el valor de 1 para los distintos tipos de pavimentos.


$$F_p = 1$$

5. Calculo de los EE día-carril

Según el Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos el EE día-carril, se calcula mediante la siguiente expresión:

$$EDIA-CARRIL = IMD * F_d * F_c * F_{vp} * F$$

Nº	Tipo de Vehículo	IMD	Fd	Fc	Fpvp	Fp	EE día-carril
1	Motocar/Moto/Motocarga	26	0.5	1	0.0001	1	0.0013
2	Automóvil	25	0.5	1	0.0004	1	0.0050
3	Station Wagon	25	0.5	1	0.0004	1	0.0050
4	Camioneta Pick Up	18	0.5	1	0.005	1	0.0450
5	Combi	15	0.5	1	0.042	1	0.3150
6	Camión (2E)	12	0.5	1	3.758	1	22.5480
7	Camión (3E)	9	0.5	1	2.526	1	11.3670

	ESTUDIO DE TRAFICO	APEOTCMA -EDT-003
	Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección Suelos y Pavimentos	

6. Cálculo del ESAL de diseño

$$Esal = \sum [EEDIA-CARRIL * FCA * 365]$$

Nº	Tipo de Vehículo	EE día-carril	Días	Fca	Esal
1	Motokar/Moto/Moto carga	0.00130	365	12.12	5.750
2	Automóvil	0.00500	365	12.12	22.115
3	Station Wagon	0.00500	365	12.12	22.115
4	Camioneta Pick Up	0.04500	365	12.12	199.039
5	Combi	0.31500	365	12.12	1393.273
6	Camión (2E)	22.54800	365	12.12	99731.800
7	Camión (3E)	11.36700	365	12.12	50277.247
Total					151,651.340

Anexo 06 – Panel fotográfico



Foto 01:

Levantamiento topográfico del camino Vecinal Moro – Anta.



Foto 02:

Levantamiento topográfico del camino Vecinal Moro – Anta realizado con estación total.



Foto 03:

Levantamiento topográfico del camino Vecinal Moro – Anta realizado con estación total.



Foto 04:

Excavación para toma de muestra de suelos en el Camino Vecinal Moro – Anta.



Foto 05:

Realización de excavación para la recolección de muestras de suelo en la ubicación del Camino Vecinal Moro – Anta, específicamente en la calicata número 02.



Foto 06:

Realización de excavación para la recolección de muestras de suelo en la ubicación del Camino Vecinal Moro – Anta, específicamente en la calicata número 03.



Foto 07:

Análisis granulométrico de la muestra 01.



Foto 08:

Pesaje de la muestra 01 de suelo destinada al análisis granulométrico.



Foto 09:

Pesaje de la muestra 02 de suelo destinada al análisis granulométrico.

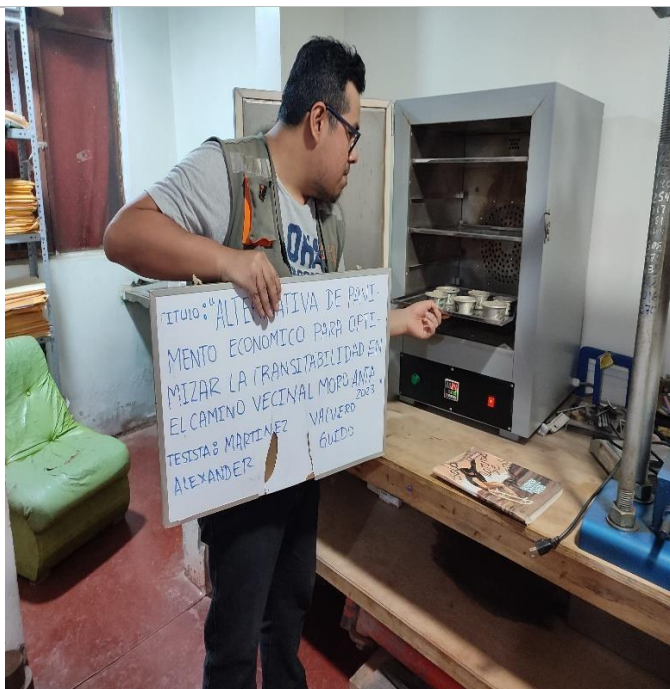


Foto 10:

Determinación del contenido de humedad de la muestra 02.



Foto 11:

Ensayo de Proctor modificado de la muestra 01.



Foto 12:

Preparación de molde CBR de la muestra 02 para Sub Rasante.



Foto 13:

Ensayo de penetración en la máquina CBR de la muestra 03.


Anexo 07- Presupuesto de las alternativas de pavimentación

	Presupuesto – Tratamiento superficial bicapa	APEOTCMA- PTSB-001
	Alternativa de pavimento económico para optimizar la transitabilidad en el camino vecinal Moro – Anta 2023	


ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	PRECIO S/	PARCIAL S/
1	OBRAS PROVISIONALES				
1.01	CARTEL DE IDENTIFICACIÓN DE OBRA DE 3.60M X4.8M	und	1.00	1341.98	S/1,341.98
1.02	CAMPAMENTO Y ALMACÉN DE OBRA	m2	88.00	128.84	S/11,338.07
2	TRABAJOS PRELIMINARES				
2.01	TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO PERMANENTE EN OBRA	km	1.50	1367.02	S/2,050.53
2.02	DESBROCE Y LIMPIEZA DE MALEZA LATERAL	km	1.50	1074.50	S/1,611.74
3	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
3.01	CORTE DE TERRENO A NIVEL DE SUBRASANTE C/MAQUINA	m3	3,053.10	7.25	S/22,126.32
3.02	RELLENO CON MATERIAL PROPIO DE CORTE	m3	27.44	9.66	S/265.03
3.03	PERFILADO Y COMPACTADO DE SUB-RASANTE	m2	7,500.00	3.96	S/29,731.55
4	BASE GRANULAR				
4.01	SUB-BASE GRANULAR E=0.15 M	m3	1,125.00	61.70	S/69,408.04
4.02	BASE GRANULAR E=0.20 M	m3	1,500.00	62.23	S/93,349.92
5	TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA				
5.01	IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA	m2	7,500.00	7.08	S/53,102.78
5.02	TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA 1ra capa	m2	7,500.00	11.30	S/84,712.97
5.03	TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA 2da capa	m2	7,500.00	9.35	S/70,087.97
6	TRANSPORTE				
6.01	TRANSPORTES DE MATERIALES EXCEDENTES A MAS	m3	3,782.08	14.97	S/56,617.54
7	FLETE				
7.01	FLETE TERRESTRE	glb	1.00	43,994.95	S/43,994.95
TOTAL					S/539,739.38

	Presupuesto – Tratamiento superficial bicapa	APEOTCMA- PTSB-002
	Alternativa de pavimento económico para optimizar la transitabilidad en el camino vecinal Moro – Anta 2023	


PRESUPUESTO DE MANTENIMIENTO DE TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA						
Costos de mantenimiento RUTINARIO						
Part	ACTIVIDADES	UND	CANT	COSTOS UNIT.	COSTO PARCIAL	COSTO TOTAL
1 Conservación de pavimento						
1.01	Imprimación asfáltica	m2	75	8.35	626.61	
1.02	Tratamiento superficial bicapa 1ra capa	m2	75	13.33	999.61	
1.03	Tratamiento superficial bicapa 2da capa	m2	75	11.03	827.04	
	Costo total					2,453.26
Costos de mantenimiento periódico						
Part	ACTIVIDADES	UND	CANT	COSTOS UNIT.	COSTO PARCIAL	COSTO TOTAL
1 Conservación de pavimento						
1.01	Imprimación asfáltica	m2	300	8.35	2,506.45	
1.02	Tratamiento superficial bicapa 1ra capa	m2	300	13.33	3,998.45	
1.03	Tratamiento superficial bicapa 2da capa	m2	300	11.03	3,308.15	
	Costo total					9,813.06

	Presupuesto – Slurry seal	APEOTCMA- PS-001
	Alternativa de pavimento económico para optimizar la transitabilidad en el camino vecinal Moro – Anta 2023	

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	PRECIO S/	PARCIAL S/
1 OBRAS PROVISIONALES					
1.01	CARTEL DE IDENTIFICACIÓN DE OBRA DE 3.60MX4.8M	und	1.00	1341.98	S/1,341.98
1.02	CAMPAMENTO Y ALMACÉN DE OBRA	m2	88.00	128.84	S/11,338.07
2 TRABAJOS PRELIMINARES					
2.01	TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO PERMANENTE EN OBRA	km	1.50	1367.02	S/2,050.53
2.02	DESBROCE Y LIMPIEZA DE MALEZA LATERAL	km	1.50	1074.50	S/1,611.74
3 MOVIMIENTO DE TIERRAS					
3.01	CORTE DE TERRENO A NIVEL DE SUBRASANTE C/MAQUINA	m3	2,959.40	7.25	S/21,447.26
3.02	RELLENO CON MATERIAL PROPIO DE CORTE	m3	31.05	9.66	S/299.90
3.03	PERFILADO Y COMPACTADO DE SUB-RASANTE	m2	7,500.00	3.96	S/29,731.55
4 BASE GRANULAR					
4.01	SUB-BASE GRANULAR E=0.15 M	m3	1,125.00	61.70	S/69,408.04
4.02	BASE GRANULAR E=0.20 M	m3	1,500.00	62.23	S/93,349.92
5 TRATAMIENTO SLURRY					
5.01	IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA	m2	7,500.00	7.08	S/53,102.78
5.02	SLURRY SEAL- MORTERO ASFALTICO E= 1.2 cm	m2	7,500.00	17.79	S/133,449.89
6 TRANSPORTE					
6.01	TRANSPORTES DE MATERIALES EXCEDENTES A MAS	m3	3,660.44	14.19	S/51,944.42
7 FLETE					
7.01	FLETE TERRESTRE	glb	1.00	43,994.95	S/42,659.94
TOTAL					S/511,736.00

	Presupuesto – Slurry seal	APEOTCMA- PS-002
	Alternativa de pavimento económico para optimizar la transitabilidad en el camino vecinal Moro – Anta 2023	

PRESUPUESTO DE MANTENIMIENTO DE SLURRY SEAL						
Costos de mantenimiento RUTINARIO						
Part	ACTIVIDADES	UND	CANT	COSTOS UNIT.	COSTO PARCIAL	COSTO TOTAL
1 Conservación de pavimento						
1.01	Imprimación asfáltica	m2	75.00	8.35	626.61	
1.02	Slurry seal	m2	75.00	21.00	1,574.71	
	Costo total					2,201.32
Costos de mantenimiento periódico						
Part	ACTIVIDADES	UND	CANT	COSTOS UNIT.	COSTO PARCIAL	COSTO TOTAL
1 Conservación de pavimento						
1.01	Imprimación asfáltica	m2	300.00	8.35	2,506.45	
1.02	Slurry seal	m2	300.00	21.00	6,298.83	
	Costo total					8,805.29

	Presupuesto – Micropavimento	APEOTCMA- PMP-001
	Alternativa de pavimento económico para optimizar la transitabilidad en el camino vecinal Moro – Anta 2023	

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	PRECIO S/	PARCIAL S/
1 OBRAS PROVISIONALES					
1.01	CARTEL DE IDENTIFICACIÓN DE OBRA DE 3.60MX4.8M	und	1.00	1341.98	S/1,341.98
1.02	CAMPAMENTO Y ALMACÉN DE OBRA	m2	88.00	128.84	S/11,338.07
2 TRABAJOS PRELIMINARES					
2.01	TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO PERMANENTE EN OBRA	km/día	1.50	1367.02	S/2,050.53
2.02	DESBROCE Y LIMPIEZA DE MALEZA LATERAL	km/día	1.50	1074.50	S/1,611.74
3 MOVIMIENTO DE TIERRAS					
3.01	CORTE DE TERRENO A NIVEL DE SUBRASANTE C/MAQUINA	m3/día	2,701.95	7.25	S/19,581.48
3.02	RELLENO CON MATERIAL PROPIO DE CORTE	m3/día	44.33	9.66	S/428.16
3.03	PERFILADO Y COMPACTADO DE SUB-RASANTE	m2/día	7,500.00	3.96	S/29,731.55
4 BASE GRANULAR					
4.01	SUB-BASE GRANULAR E=0.15 M	m3/día	1,125.00	61.70	S/69,408.04
4.02	BASE GRANULAR E=0.15 M	m3/día	1,125.00	62.23	S/70,012.44
5 MICROPAVIMENTO					
5.01	IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA	m2/día	7,500.00	7.08	S/53,102.78
5.02	MICROPAVIMENTO E= 2.5 cm	m2/día	7,500.00	32.32	S/242,385.74
6 TRANSPORTE					
6.01	TRANSPORTES DE MATERIALES EXCEDENTES A MAS	m3/día	3,322.03	14.19	S/47,142.09
7 FLETE					
7.01	FLETE TERRESTRE	glb	1.00	47,773.82	S/47,773.82
TOTAL					S/595,908.40

	Presupuesto – Micropavimento	APEOTCMA- MP-002
	Alternativa de pavimento económico para optimizar la transitabilidad en el camino vecinal Moro – Anta 2023	

PRESUPUESTO DE MANTENIMIENTO DE MICROPAVIMENTO						
Costos de mantenimiento RUTINARIO						
Part	ACTIVIDADES	UND	CANT	COSTOS UNIT.	COSTO PARCIAL	COSTO TOTAL
1 Conservación de pavimento						
1.01	Imprimación asfáltica	m2	75.00	8.35	626.61	
1.02	Micropavimento	m2	75.00	38.14	2,860.15	
Costo total						3,486.76
Costos de mantenimiento periódico						
Part	ACTIVIDADES	UND	CANT	COSTOS UNIT.	COSTO PARCIAL	COSTO TOTAL
1 Conservación de pavimento						
1.01	Imprimación asfáltica	m2	300.00	8.35	2,506.45	
1.02	Micropavimento	m2	300.00	38.14	11,440.61	
Costo total						13,947.06

Anexo 08- Diseño de la estructura del pavimento

	Diseño de la estructura del pavimento económico	APEOTCMA-DEPE-001
	Alternativa de pavimento económico para optimizar la transitabilidad en el camino vecinal Moro – Anta 2023	

PAVIMENTO ECONÓMICO – SLURRY SEAL							
1. REQUISITOS DEL DISEÑO							
a. PERIODO DE DISEÑO (Años)						10	
b. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)						1.52E+05	
c. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)						3.8	
d. SERVICIABILIDAD FINAL (pt)						2.0	
e. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)						70%	
STANDARD NORMAL DEVIATE (Zr)						-0.524	
OVERALL STANDARD DEVIATION (So)						0.45	
2. PROPIEDADES DE MATERIALES							
a. MODULO DE RESILIENCIA DE LA BASE GRANULAR (KIP/IN2)						48.68	
b. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUB-BASE						27.08	
c. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)						16.53	
3. CALCULO DEL NUMERO ESTRUCTURAL (Variar SN Requerido hasta que N18 Nominal = N18 Calculo)							
SN Requerido	G_t		N18 NOMINAL			N18 CALCULO	
1.623	-0.17609		5.177			5.177	
4. ESTRUCTURACIÓN DEL PAVIMENTO							
a. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA							
Concreto Asfáltico (a1)							
Base granular (a2)							0.052
Subbase (a3)							0.047
b. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA							
Base granular (m2)							1.00
Subbase (m3)							1.00
			CA	Bg	Sbg		
ALTERNATIVA	SNreq	SNresul	D1(cm)	D2(cm)	D3(cm)		
1	1.62	1.75	1.2	20.0	15.0		
2	1.62	2.24	1.2	25.00	20		

	Diseño de la estructura del pavimento económico	APEOTCMA- DEPE-002
	Alternativa de pavimento económico para optimizar la transitabilidad en el camino vecinal Moro – Anta 2023	


PAVIMENTO ECONÓMICO – TRATAMIENTO SUPERRFICIAL BICAPA							
1. REQUISITOS DEL DISEÑO							
a. PERIODO DE DISEÑO (Años)						10	
b. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)						1.52E+05	
c. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)						3.8	
d. SERVICIABILIDAD FINAL (pt)						2.0	
e. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)						70%	
STANDARD NORMAL DEVIATE (Zr)						-0.524	
OVERALL STANDARD DEVIATION (So)						0.45	
2. PROPIEDADES DE MATERIALES							
a. MODULO DE RESILIENCIA DE LA BASE GRANULAR (KIP/IN ²)						48.68	
b. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUB-BASE						27.08	
c. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)						16.53	
3. CALCULO DEL NUMERO ESTRUCTURAL (Variar SN Requerido hasta que N18 Nominal = N18 Calculo)							
SN Requerido	G_t		N18 NOMINAL			N18 CALCULO	
1.623	-0.17609		5.177			5.177	
4. ESTRUCTURACIÓN DEL PAVIMENTO							
a. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA							
Concreto Asfáltico (a1)							
Base granular (a2)							0.052
Subbase (a3)							0.047
b. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA							
Base granular (m2)							1.00
Subbase (m3)							1.00
			CA	Bg	Sbg		
ALTERNATIVA	SNreq	SNresul	D1(cm)	D2(cm)	D3(cm)		
1	1.62	1.75	1.2	20.0	15.0		
2	1.62	2.24	1.2	25.00	20		

	Diseño de la estructura del pavimento económico	APEOTCMA- DEPE-003
	Alternativa de pavimento económico para optimizar la transitabilidad en el camino vecinal Moro – Anta 2023	

PAVIMENTO ECONÓMICO – MICROPAVIMENTO						
1. REQUISITOS DEL DISEÑO						
a. PERIODO DE DISEÑO (Años)						10
b. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)						1.52E+05
c. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)						3.8
d. SERVICIABILIDAD FINAL (pt)						2.0
e. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)						70%
STANDARD NORMAL DEVIATE (Zr)						-0.524
OVERALL STANDARD DEVIATION (So)						0.45
2. PROPIEDADES DE MATERIALES						
a. MODULO DE RESILIENCIA DE LA BASE GRANULAR (KIP/IN ²)						48.68
b. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUB-BASE						27.08
c. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)						16.53
3. CALCULO DEL NUMERO ESTRUCTURAL (Variar SN Requerido hasta que N18 Nominal = N18 Calculo)						
SN Requerido	G _t		N18 NOMINAL			N18 CALCULO
1.623	-0.17609		5.177			5.177
4. ESTRUCTURACIÓN DEL PAVIMENTO						
a. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA						
Concreto Asfáltico (a1)						0.130
Base granular (a2)						0.052
Subbase (a3)						0.047
b. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA						
Base granular (m2)						1.00
Subbase (m3)						1.00
			CA	Bg	Sbg	
ALTERNATIVA	SNreq	SNresul	D1(cm)	D2(cm)	D3(cm)	
1	1.62	1.81	2.5	15.0	15.0	
2	1.62	2.23	1.2	23.00	20.0	

Anexo 09- Aplicativo de la Guía Simplificada Caminos Vecinales- Análisis Costo

Beneficio

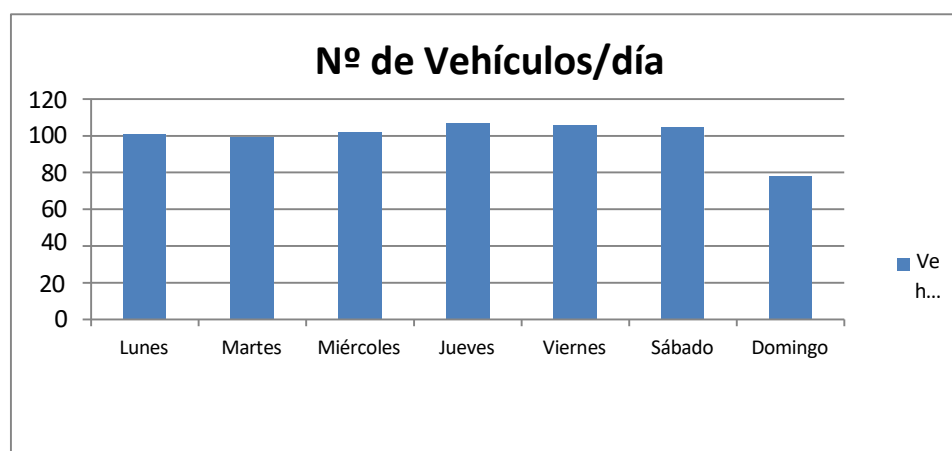
	Aplicativo de la Guía Simplificada Caminos Vecinales- Análisis Costo Beneficio	APEOTCMA-GSCV-001
	Alternativa de pavimento económico para optimizar la transitabilidad en el camino vecinal Moro – Anta 2023	

1. DETERMINACIÓN DEL TRÁNSITO ACTUAL

i) Resumir los conteos de tránsito a nivel del día y tipo de vehículo

Resultados del conteo de tráfico:

Tipo de Vehículo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Motokar/Moto/Motocarga	28	26	27	28	27	29	20
Automóvil	15	14	13	15	14	13	10
Station Wagon	13	13	15	14	16	15	9
Camioneta Pick Up	11	12	12	13	12	12	9
Combi	14	15	14	15	16	15	13
Camión (2E)	12	12	13	12	11	12	9
Camión (3E)	8	7	8	10	10	9	8
TOTAL	101	99	102	107	106	105	78



ii) Determinar los factores de corrección promedio de una estación de peaje cercano al camino

F.C.E. Vehículos ligeros:	1.1196
F.C.E. Vehículos pesados:	1.0300

	Aplicativo de la Guía Simplificada Caminos Vecinales- Análisis Costo Beneficio	APEOTCMA- GSCV-002
	Alternativa de pavimento económico para optimizar la transitabilidad en el camino vecinal Moro – Anta 2023	

iii) Aplicar la siguiente fórmula, para un conteo de 7 días

$$IMD_a = IMD_s * FC$$

$$IMD_s = \sum \frac{Vi}{7}$$

Donde:

IMD_s = Índice Medio Diario Semanal de la Muestra Vehicular Tomada

IMD_a = Índice Medio Anual

V_i = Volumen Vehicular diario de cada uno de los días de conteo

FC = Factores de Corrección Estacional

Tipo de Vehículo	Tráfico Vehicular en dos Sentidos por Día							TOTAL SEMANA	IMDS	FC	IMDa
	L	M	Mi	J	V	S	D				
Motokar/Moto/moto carga	28	26	27	28	27	29	20	185	26	1.1196	29
Automóvil	15	14	13	15	14	13	10	94	13	1.1196	15
Station Wagon	13	13	15	14	16	15	9	95	14	1.1196	16
Camioneta Pick Up	11	12	12	13	12	12	9	81	12	1.1196	13
Combi	14	15	14	15	16	15	13	102	15	1.1196	17
Camión (2E)	12	12	13	12	11	12	9	81	12	1.03	12
Camión (3E)	8	7	8	10	10	9	8	60	9	1.03	9
TOTAL	101	99	102	107	106	105	78	698	101		111

2. ANÁLISIS DE LA DEMANDA

2.1 Demanda Actual

Tráfico Actual por Tipo de Vehículo

Tipo de Vehículo	IMD	Distribución (%)
Motokar/Moto/Motocarga	29	26.13
Automóvil	15	13.51
Station Wagon	16	14.41
Camioneta Pick Up	13	11.71
Combi	17	15.32
Camión (2E)	12	10.81
Camión (3E)	9	8.11
IMD	111	100.00

	Aplicativo de la Guía Simplificada Caminos Vecinales- Análisis Costo Beneficio	APEOTCMA- GSCV-003
	Alternativa de pavimento económico para optimizar la transitabilidad en el camino vecinal Moro – Anta 2023	

2.2 Demanda Proyectada

Para la proyección de la demanda utilizar la siguiente fórmula:

$$T_n = T_0 (1 + r)^{(n-1)}$$

Donde:

T_n = Tránsito proyectado al año en vehículo por día

T_0 = Tránsito actual (año base) en vehículo por día

n = año futuro de proyección

r = tasa anual de crecimiento de tránsito

Tasa de Crecimiento x
Región en %

$r_{vp} = 0.20$

Tasa de Crecimiento Anual de
la Población

(para vehículos de
pasajeros)

$r_{vc} = 4.20$

Tasa de Crecimiento Anual del
PBI Regional

(para vehículos
de carga)

Proyección de Tráfico - Situación Sin Proyecto

Tipo de Vehículo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Tráfico Normal	111	111	112	113	114	115	116	117	118	120	121
Motokar/Moto/moto carga	29.00	29.00	29.00	29.00	29.00	29.00	29.00	29.00	29.00	29.00	30.00
Automóvil	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
Station Wagon	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00
Camioneta Pick Up	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00
Combi	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00
Camión (2E)	12.00	12.00	13.00	13.00	14.00	14.00	15.00	15.00	16.00	17.00	17.00
Camión (3E)	9.00	9.00	9.00	10.00	10.00	11.00	11.00	12.00	12.00	13.00	13.00

	Aplicativo de la Guía Simplificada Caminos Vecinales- Análisis Costo Beneficio	APEOTCMA- GSCV-004
	Alternativa de pavimento económico para optimizar la transitabilidad en el camino vecinal Moro – Anta 2023	

2.3 Demanda Proyectada "Con Proyecto"

Tráfico Generado por Tipo de Proyecto

Tipo de Intervención	% de Tráfico Normal
Mejoramiento	10

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones - MTC

Tipo de Vehículo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Tráfico Normal	111.00	111.00	112.00	113.00	114.00	115.00	116.00	117.00	118.00	120.00	121.00
Motokar/Moto/Motocarga	29.00	29.00	29.00	29.00	29.00	29.00	29.00	29.00	29.00	29.00	30.00
Automóvil	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
Station Wagon	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00
Camioneta Pick Up	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00
Combi	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00
Camión (2E)	12.00	12.00	13.00	13.00	14.00	14.00	15.00	15.00	16.00	17.00	17.00
Camión (3E)	9.00	9.00	9.00	10.00	10.00	11.00	11.00	12.00	12.00	13.00	13.00
Tráfico Generado	0.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00
Motokar/Moto/Motocarga	0.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Automóvil	0.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Station Wagon	0.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Camioneta Pick Up	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Combi	0.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Camión (2E)	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Camión (3E)	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
IMD TOTAL	111.00	123.00	124.00	125.00	126.00	127.00	129.00	130.00	131.00	133.00	134.00

	Aplicativo de la Guía Simplificada Caminos Vecinales- Análisis Costo Beneficio	APEOTCMA-GSCV-005
	Alternativa de pavimento económico para optimizar la transitabilidad en el camino vecinal Moro – Anta 2023	

3. ANÁLISIS DE OFERTA

3.1 SITUACIÓN ACTUAL - RESULTADO DE LA VISITA DE CAMPO

Condiciones Iniciales del Proyecto

SUPERFICIE	Afirmado
TIPOLOGÍA	Accidentado

INVENTARIO VIAL

1. Características de la Vía

Longitud (km)	1.50
Tipo de Material de Superficie	Tierra - afirmado
Ancho de Calzada (m)	5.00

	Aplicativo de la Guía Simplificada Caminos Vecinales- Análisis Costo Beneficio	APEOTCMA-GSCV-006
	Alternativa de pavimento económico para optimizar la transitabilidad en el camino vecinal Moro – Anta 2023	

4. BALANCE OFERTA - DEMANDA

ALTERNATIVA TÉCNICA DE SOLUCIÓN 1 LOCALIDAD A - LOCALIDAD B

CARRETERA	TRAMO I. e=32.5 cm
1. Características de la Vía y Pavimento	
Longitud (km)	1.50
IMD (Veh. /día)	25.00
Velocidad de diseño (km/h)	40.00
Tipo de material de Superficie	Micropavimento e = 0.025 m
Ancho de Calzada (m)	5.00
Pendiente Máxima (%)	5.35

ALTERNATIVA TÉCNICA DE SOLUCIÓN 2 LOCALIDAD A - LOCALIDAD B

CARRETERA	TRAMO I. e=36.2 cm
1. Características de la Vía y Pavimento	
Longitud (km)	1.50
IMD (Veh. /día)	25.00
Velocidad de diseño (km/h)	40.00
Tipo de material de Superficie	Slurry seal e = 0.012 m.
Ancho de Calzada (m)	5.00
Pendiente Máxima (%)	5.35

ALTERNATIVA TÉCNICA DE SOLUCIÓN 3 LOCALIDAD A - LOCALIDAD B

CARRETERA	TRAMO I. e=37.54 cm
1. Características de la Vía y Pavimento	
Longitud (km)	1.50
IMD (Veh. /día)	25.00
Velocidad de diseño (km/h)	40.00
Tipo de material de Superficie	Tratamiento Super. Bicapa e = 0.0254 m.
Ancho de Calzada (m)	5.00
Pendiente Máxima (%)	5.35

	Aplicativo de la Guía Simplificada Caminos Vecinales- Análisis Costo Beneficio	APEOTCMA-GSCV-007
	Alternativa de pavimento económico para optimizar la transitabilidad en el camino vecinal Moro – Anta 2023	

b) Costos en la Situación "Con Proyecto"

Concepto		Alternativas		
		Alternativa 1 TSB	Alternativa 2 Slurry	Alternativa 3 Micropavimento
1	OBRAS PROVISIONALES			
1.01	CARTEL DE IDENTIFICACION DE OBRA DE 3.60MX4.8M	1,341.98	S/1,341.98	S/1,341.98
1.02	CAMPAMENTO Y ALMACEN DE OBRA	11,338.07	S/11,338.07	S/11,338.07
2	TRABAJOS PRELIMINARES			
2.01	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO PERMANENTE EN OBRA	2,050.53	S/2,050.53	S/2,050.53
2.02	DESBROCE Y LIMPIEZA DE MALEZA LATERAL	1,611.74	S/1,611.74	S/1,611.74
3	MOVIMIENTO DE TIERRAS			
3.01	CORTE DE TERRENO A NIVEL DE SUBRAZANTE C/MAQUINA	22,126.32	S/21,447.26	S/19,581.48
3.02	RELLENO CON MATERIAL PROPIO DE CORTE	265.03	S/299.90	S/428.16
3.03	PERFILADO Y COMPACTADO DE SUB-RASANTE	29,731.55	S/29,731.55	S/29,731.55
4	BASE GRANULAR			
4.01	SUB-BASE GRANULAR E=0.15 M	69,408.04	S/69,408.04	S/69,408.04
4.02	BASE GRANULAR E=0.20 M	93,349.92	S/93,349.92	S/70,012.44
5	TRATAMIENTO			
5.01	IMPRIMACION ASFALTICA	53,102.78	S/53,102.78	S/53,102.78
5.02	TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA 1ra capa	84,712.97	S/133,449.89	S/242,385.74
5.03	TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA 2da capa	70,087.97		
6	TRANSPORTE			
6.01	TRANSPORTES DE MATERIALES EXCEDENTES A MAS	56,617.54	S/51,944.42	S/47,142.09
7	FLETE			
7.01	FLETE TERRESTRE	43,994.95	S/42,659.94	S/47,773.82
Costas Directos		539,739.38	511,736.00	595,908.40
Gastos Generales	10%	53,973.94	51,173.60	59,590.84
Utilidad	10%	53,973.94	51,173.60	59,590.84
Sub Total General		647,687.26	614,083.20	715,090.08
IGV	18%	116,583.71	110,534.98	128,716.21
Presupuesto de Obra		764,270.96	724,618.18	843,806.29
Supervision de Obra	5%	26,986.97	25,586.80	29,795.42
Total de Inversión		791,257.93	750,204.98	873,601.71
Costo US\$		211,002.12	200,054.66	232,960.46
Costo US\$/Km		140,668.08	133,369.77	155,306.97
Mantenimiento rutinario s/		2,453.26	2,201.32	3,486.76
Mantenimiento periodico s/		9,813.06	8,805.29	13,947.06

5. Precios Sociales

Factores de Conversión

Obras	Factor
Inversión	0.79
Mantenimiento y Operación	0.75

Fuente: Guía Metodológica Simplificada

Tipo de Cambio	3.75
----------------	------

Fuente: Banco Central de Reserva del Perú

<http://www.bcrp.gob.pe/>

a) Costos de inversión y mantenimiento a precios sociales

COSTOS DE INVERSIÓN Y MANTENIMIENTO SEGÚN ALTERNATIVA En Miles de Soles a Precios Mercado

Año	Sin Proyecto Costos de Mantenimiento	Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3	
		Inversión	Mantenimiento*	Inversión	Mantenimiento*	Inversión	Mantenimiento*
0		791,257.93	0	750,204.98	0	873,601.71	0
1	10,730.63		2,453.26		2,201.32		3,486.76
2	10,730.63		2,453.26		2,201.32		3,486.76
3	10,730.63		2,453.26		2,201.32		3,486.76
4	10,730.63		2,453.26		2,201.32		3,486.76
5	19,757.63		9,813.06		8,805.29		13,947.06
6	10,730.63		2,453.26		2,201.32		3,486.76
7	10,730.63		2,453.26		2,201.32		3,486.76
8	10,730.63		2,453.26		2,201.32		3,486.76
9	10,730.63		2,453.26		2,201.32		3,486.76
10	19,757.63		9,813.06		8,805.29		13,947.06

	Aplicativo de la Guía Simplificada Caminos Vecinales- Análisis Costo Beneficio	APEOTCMA-GSCV-009
	Alternativa de pavimento económico para optimizar la transitabilidad en el camino vecinal Moro – Anta 2023	

COSTOS DE INVERSIÓN Y MANTENIMIENTO SEGÚN ALTERNATIVA
 En Miles de Soles a Precios sociales

Año	Sin Proyecto Costos de Mantenimiento	Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3	
		Inversión	Mantenimiento*	Inversión	Mantenimiento*	Inversión	Mantenimiento*
0		625,093.77	0	592,661.93	0	690,145.35	0
1	8,047.97		1,839.95		1,650.99		2,615.07
2	8,047.97		1,839.95		1,650.99		2,615.07
3	8,047.97		1,839.95		1,650.99		2,615.07
4	8,047.97		1,839.95		1,650.99		2,615.07
5	14,818.22		7,359.79		6,603.96		10,460.29
6	8,047.97		1,839.95		1,650.99		2,615.07
7	8,047.97		1,839.95		1,650.99		2,615.07
8	8,047.97		1,839.95		1,650.99		2,615.07
9	8,047.97		1,839.95		1,650.99		2,615.07
10	14,818.22		7,359.79		6,603.96		10,460.29

COSTOS INCREMENTALES
 En Miles de Soles a Precios Sociales

Año	Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3	
	Inversión	Mantenimiento	Inversión	Mantenimiento	Inversión	Mantenimiento
0	625,094		592,662		690,145	
1		-6,208		-6,397		-5,433
2		-6,208		-6,397		-5,433
3		-6,208		-6,397		-5,433
4		-6,208		-6,397		-5,433
5		-7,458		-8,214		-4,358
6		-6,208		-6,397		-5,433
7		-6,208		-6,397		-5,433
8		-6,208		-6,397		-5,433
9		-6,208		-6,397		-5,433
10	-62,509	-7,458	-59,266	-8,214	-69,015	-4,358

	Aplicativo de la Guía Simplificada Caminos Vecinales- Análisis Costo Beneficio	APEOTCMA-GSCV-010
	Alternativa de pavimento económico para optimizar la transitabilidad en el camino vecinal Moro – Anta 2023	

Cálculo de Beneficios

Cálculo del Beneficio total por ahorro de costos operativos vehicular (Bcov)

$$Bcov = COVsp - COVcp$$

Donde: **COVsp** = Costo operativo vehicular total sin proyecto (*)
COVcp = Costo operativo vehicular total con proyecto (*)

Nota: (*), COVsp y COVcp se obtienen de las Tablas del COV del MTC

COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR (US\$ por km) SEGÚN TIPO DE VEHÍCULO

Escenario	Región	Tipología	Superficie	Estado	Auto	Camioneta	Bus Mediano	Bus Grande	Cam. 2E	Cam. 3E	Articulado
Sin Proyecto	costa	Accidentado	Afirmado	Malo	0.30	0.31	0.66	0.69	1.06	1.29	3.31
Con Proyecto	costa	Accidentado	Pavimentado	Bueno	0.24	0.27	0.52	0.60	0.65	0.90	1.16

TABLAS DE COV

Auto
 Camioneta
 Bus Medio
 Bus Grande
 Camión 2 Ejes
 Camión 3 Ejes
 Articulado

Formato de CONTEO del MTC

Auto
 Pick UP + Camioneta Rural
 Micro
 Bus 2 ejes + Bus 3 ejes
 Camión 2 Ejes
 Camión 3 Ejes + Camión 4 Ejes
 Semi-Tráiler + Trailer

Costos de Operación Vehicular En US\$ x Veh - Km a Precios Sociales

Tipo de Vehículo	Sin Proyecto	Con Proyecto		
		Alter. 1	Alter. 2	Alter. 3
Motokar/Moto/Motocarga	0.30	0.24	0.24	0.24
Automóvil	0.30	0.24	0.24	0.24
Station Wagon	0.30	0.24	0.24	0.24
Camioneta Pick Up	0.31	0.27	0.27	0.27
Combi	0.31	0.27	0.27	0.27
Camión (2E)	1.06	0.65	0.65	0.65
Camión (3E)	1.29	0.90	0.90	0.90

	Aplicativo de la Guía Simplificada Caminos Vecinales- Análisis Costo Beneficio	APEOTCMA- GSCV-011
	Alternativa de pavimento económico para optimizar la transitabilidad en el camino vecinal Moro – Anta 2023	

**Costos de Operación Vehicular - Sin Proyecto
En Soles a Precios Sociales**

Tipo de Vehículo	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Tráfico Normal	106,181.71	108,359.80	111,014.34	113,192.43	115,846.97	118,025.06	120,679.60	122,857.69	127,690.32	128,308.68
Motokar/Moto/Motocarga	17,932.45	17,932.45	17,932.45	17,932.45	17,932.45	17,932.45	17,932.45	17,932.45	17,932.45	18,550.81
Automóvil	9,275.40	9,275.40	9,275.40	9,275.40	9,275.40	9,275.40	9,275.40	9,275.40	9,275.40	9,275.40
Station Wagon	9,893.76	9,893.76	9,893.76	9,893.76	9,893.76	9,893.76	9,893.76	9,893.76	9,893.76	9,893.76
Camioneta Pick Up	8,255.94	8,255.94	8,255.94	8,255.94	8,255.94	8,255.94	8,255.94	8,255.94	8,255.94	8,255.94
Combi	10,796.23	10,796.23	10,796.23	10,796.23	10,796.23	10,796.23	10,796.23	10,796.23	10,796.23	10,796.23
Camión (2E)	26,137.04	28,315.12	28,315.12	30,493.21	30,493.21	32,671.30	32,671.30	34,849.38	37,027.47	37,027.47
Camión (3E)	23,890.89	23,890.89	26,545.43	26,545.43	29,199.97	29,199.97	31,854.51	31,854.51	34,509.06	34,509.06
TOTAL	109,488.92	111,734.84	114,472.07	116,717.99	119,455.22	121,701.14	124,438.37	126,684.29	131,667.44	132,305.06

**Costos de Operación Vehicular - Con Proyecto - Alternativa 1-2-3
En Soles a Precios Sociales**

Tipo de Vehículo	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Tráfico Normal	79,299.00	80,643.28	82,481.04	83,825.33	85,663.09	87,007.38	88,845.14	90,189.43	93,371.48	93,872.85
Motokar/Moto/Motocarga	14,539.82	14,539.82	14,539.82	14,539.82	14,539.82	14,539.82	14,539.82	14,539.82	14,539.82	15,041.19
Automóvil	7,520.60	7,520.60	7,520.60	7,520.60	7,520.60	7,520.60	7,520.60	7,520.60	7,520.60	7,520.60
Station Wagon	8,021.97	8,021.97	8,021.97	8,021.97	8,021.97	8,021.97	8,021.97	8,021.97	8,021.97	8,021.97
Camioneta Pick Up	7,169.64	7,169.64	7,169.64	7,169.64	7,169.64	7,169.64	7,169.64	7,169.64	7,169.64	7,169.64
Combi	9,375.68	9,375.68	9,375.68	9,375.68	9,375.68	9,375.68	9,375.68	9,375.68	9,375.68	9,375.68
Camión (2E)	16,131.45	17,475.74	17,475.74	18,820.03	18,820.03	20,164.32	20,164.32	21,508.60	22,852.89	22,852.89
Camión (3E)	16,539.84	16,539.84	18,377.60	18,377.60	20,215.36	20,215.36	22,053.12	22,053.12	23,890.89	23,890.89
Tráfico Generado	8,346.19	8,346.19	8,346.19	8,346.19	8,346.19	9,690.48	9,690.48	9,690.48	9,690.48	9,690.48
Motokar/Moto/Motocarga	1,504.12	1,504.12	1,504.12	1,504.12	1,504.12	1,504.12	1,504.12	1,504.12	1,504.12	1,504.12
Automóvil	1,002.75	1,002.75	1,002.75	1,002.75	1,002.75	1,002.75	1,002.75	1,002.75	1,002.75	1,002.75
Station Wagon	1,002.75	1,002.75	1,002.75	1,002.75	1,002.75	1,002.75	1,002.75	1,002.75	1,002.75	1,002.75
Camioneta Pick Up	551.51	551.51	551.51	551.51	551.51	551.51	551.51	551.51	551.51	551.51
Combi	1,103.02	1,103.02	1,103.02	1,103.02	1,103.02	1,103.02	1,103.02	1,103.02	1,103.02	1,103.02
Camión (2E)	1,344.29	1,344.29	1,344.29	1,344.29	1,344.29	2,688.58	2,688.58	2,688.58	2,688.58	2,688.58
Camión (3E)	1,837.76	1,837.76	1,837.76	1,837.76	1,837.76	1,837.76	1,837.76	1,837.76	1,837.76	1,837.76
TOTAL	90,375.04	91,761.20	93,656.20	95,042.36	96,937.36	99,709.68	101,604.68	102,990.83	106,271.99	106,788.98

	Aplicativo de la Guía Simplificada Caminos Vecinales- Análisis Costo Beneficio	APEOTCMA- GSCV-012
	Alternativa de pavimento económico para optimizar la transitabilidad en el camino vecinal Moro – Anta 2023	

**Costos de Operación Vehicular
En Soles a Precios Sociales**

Año	Sin Proyecto	Con Proyecto					
		Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3	
		Normal	Generado	Normal	Generado	Normal	Generado
1	106,181.71	79,299.00	8,346.19	79299.00	8,346.19	79299.00	8,346.19
2	108,359.80	80,643.28	8,346.19	80643.28	8,346.19	80643.28	8,346.19
3	111,014.34	82,481.04	8,346.19	82481.04	8,346.19	82481.04	8,346.19
4	113,192.43	83,825.33	8,346.19	83825.33	8,346.19	83825.33	8,346.19
5	94,009.28	85,663.09	8,346.19	85663.09	8,346.19	85663.09	8,346.19
6	118,025.06	87,007.38	9,690.48	87007.38	9,690.48	87007.38	9,690.48
7	120,679.60	88,845.14	9,690.48	88845.14	9,690.48	88845.14	9,690.48
8	122,857.69	90,189.43	9,690.48	90189.43	9,690.48	90189.43	9,690.48
9	127,690.32	93,371.48	9,690.48	93371.48	9,690.48	93371.48	9,690.48
10	128,308.68	93,872.85	9,690.48	93872.85	9,690.48	93872.85	9,690.48

**Beneficios Incrementales
En Soles a Precios Sociales**

Año	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
0			
1	31,055.81	31055.81	31055.81
2	31,889.61	31889.61	31889.61
3	32,706.39	32706.39	32706.39
4	33,540.19	33540.19	33540.19
5	12,519.29	12519.29	12519.29
6	35,862.92	35862.92	35862.92
7	36,679.70	36679.70	36679.70
8	37,513.50	37513.50	37513.50
9	39,164.08	39164.08	39164.08
10	39,281.07	39281.07	39281.07

	Aplicativo de la Guía Simplificada Caminos Vecinales- Análisis Costo Beneficio	APEOTCMA-GSCV-013
	Alternativa de pavimento económico para optimizar la transitabilidad en el camino vecinal Moro – Anta 2023	

EVALUACIÓN ECONÓMICA

EVALUACIÓN ECONÓMICA - ALTERNATIVA 1 (En Nuevos Soles)

Año	Inversión	Costo de Operación y Mantenimiento	Beneficios	Flujo Neto
0	625,093.77			-625,093.77
1		-6,208.02	31,055.81	37,263.83
2		-6,208.02	31,889.61	38,097.63
3		-6,208.02	32,706.39	38,914.41
4		-6,208.02	33,540.19	39,748.21
5		-7,458.43	12,519.29	19,977.71
6		-6,208.02	35,862.92	42,070.94
7		-6,208.02	36,679.70	42,887.72
8		-6,208.02	37,513.50	43,721.52
9		-6,208.02	39,164.08	45,372.10
10	-62,509.38	-7,458.43	1,299,281.07	1,369,248.87

Tasa de Descuento: 10.00% VAN 122,357.67
TIR 12.40%

EVALUACIÓN ECONÓMICA - ALTERNATIVA 2 (En Nuevos Soles)

Año	Inversión	Costo de Operación y Mantenimiento	Beneficios	Flujo Neto
0	592,661.93			-592,661.93
1		-6,396.98	31,055.81	37,452.79
2		-6,396.98	31,889.61	38,286.59
3		-6,396.98	32,706.39	39,103.37
4		-6,396.98	33,540.19	39,937.17
5		-8,214.25	12,519.29	20,733.54
6		-6,396.98	35,862.92	42,259.89
7		-6,396.98	36,679.70	43,076.68
8		-6,396.98	37,513.50	43,910.47
9		-6,396.98	39,164.08	45,561.06
10	-59,266.19	-8,214.25	1,299,281.07	1,366,761.51

Tasa de Descuento: 10.00% VAN 155,270.70
TIR 13.15%

	Aplicativo de la Guía Simplificada Caminos Vecinales- Análisis Costo Beneficio	APEOTCMA- GSCV-014
	Alternativa de pavimento económico para optimizar la transitabilidad en el camino vecinal Moro – Anta 2023	

EVALUACIÓN ECONÓMICA - ALTERNATIVA 3
(En Nuevos Soles)

Año	Inversión	Costo de Operación y Mantenimiento	Beneficios	Flujo Neto
0	690,145.35			-690,145.35
1		-5,432.90	31,055.81	36,488.71
2		-5,432.90	31,889.61	37,322.51
3		-5,432.90	32,706.39	38,139.29
4		-5,432.90	33,540.19	38,973.09
5		-4,357.93	12,519.29	16,877.21
6		-5,432.90	35,862.92	41,295.81
7		-5,432.90	36,679.70	42,112.59
8		-5,432.90	37,513.50	42,946.39
9		-5,432.90	39,164.08	44,596.97
10	-69,014.54	-4,357.93	1,299,281.07	1,372,653.53

Tasa de Descuento:	10.00%	VAN	52,710.88
		TIR	10.97%

Anexo 10- Análisis Costos Unitarios Slurry Seal

Partida: CARTEL DE IDENTIFICACION DE OBRA DE 3.60MX4.8M								
Rendimiento	UND/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por: und				1341.98
				Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra								
OPERARIO				hh	1	8	27.49	219.92
PEÓN				hh	1	8	19.56	156.48
								376.40
Materiales								
AGUA				m3		0.082	6.13	0.50
CEMENTO PORTLAND TIPO I (BLS.:42.5 KG)				bls		1.250	25.42	31.78
CLAVO C/CABEZA P/MADERA 2 1/2", 3" Y 4"				kg		1.500	5.14	7.71
HORMIGON				m3		0.450	31.25	14.06
MADERA TORNILLO				p2		68.980	9.32	642.89
PERNOS DE 3/4"X 6"				pza		12.000	7.50	90.00
GIGANTOGRAFIA				und		1.000	167.34	167.34
								954.28
Equipos								
HERRAMIENTAS MANUALES				% mo		3	376.40	11.29
								11.29

Partida: CAMPAMENTO Y ALMACEN DE OBRA								
Rendimiento	M2/DIA	MO. 16.000	EQ. 16.000	Costo unitario directo por: m2				128.84
				Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra								
OPERARIO				hh	1	0.5	27.49	13.745
PEÓN				hh	2	1	19.56	19.56
								33.31
Materiales								
CLAVO C/CABEZA P/MADERA 2 1/2", 3" Y 4"				kg		0.250	5.14	1.29
MADERA TORNILLO				p2		4.500	9.32	41.94
TRIPLAY LUPUNA 4 X 8 X 4 MM				pza		0.365	38.50	14.05
CLAVOS PARA CALAMINA				kg		0.100	8.30	0.83
CALAMINA GALVANIZADA				pln		0.520	36.00	18.72
CANDADO DE BRONCE 30 MM				und		1.000	17.71	17.71
								94.54
Equipos								
HERRAMIENTAS MANUALES				% mo		3	33.31	1.00
								1.00

Partida: TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO PERMANENTE EN OBRA								
Rendimiento	KM/DIA	MO.	EQ.	Costo unitario directo por: km				1367.02
		0.350	0.350	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra								
TOPOGRAFO				hh	1	22.86	28.55	652.57
PEÓN				hh	0.25	5.71	19.56	111.77
764.34								
Materiales								
MADERA TORNILLO				p2		0.250	9.32	2.33
PINTURA ESMALTE SINTETICO				gal		0.200	54.00	10.80
YESO				bls		0.200	15.16	3.03
16.16								
Equipos								
TEODOLITO					1	22.86	11.64	266.06
NIVEL TOPOGRÁFICO					1	22.86	9.50	217.14
JALONES					1	22.86	2.41	55.09
MIRAS					1	22.86	2.11	48.23
HERRAMIENTAS MANUALES				% mo		3	764.34	22.93
586.51								

Partida: DESBROCE Y LIMPIEZA DE MALEZA LATERAL								
Rendimiento	KM/DIA	MO.	EQ.	Costo unitario directo por: km				1074.50
		0.300	0.300	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra								
PEÓN				hh	2	53.33	19.56	1043.20
1043.20								
Equipos								
HERRAMIENTAS MANUALES				% mo		3	1043.20	31.30
31.30								

Partida: CORTE DE TERRENO A NIVEL DE SUBRAZANTE C/MAQUINA								
Rendimiento	M3/DIA	MO.	EQ.	Costo unitario directo por: m3				7.25
		400.000	400.000	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra								
OFICIAL				hh	1	0.020	27.49	0.550
PEÓN				hh	2	0.040	19.56	0.782
1.33								
Equipos								
HERRAMIENTAS MANUALES				% mo		3	1.33	0.04
CARGADOR S/LLANTA 125-135HP, 3.0 Y3					1.25	0.025	235.00	5.88
5.91								

Partida: RELLENO CON MATERIAL PROPIO DE CORTE								
Rendimiento	M3/DIA	MO.	EQ.	Costo unitario directo por: m3				9.66
		450.000	450.000	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra								
				hh	1	0.018	21.61	0.384
				hh	3	0.053	19.56	1.043
								1.43
Equipos								
				% mo		3	1.43	0.04
					1	0.018	223.95	3.98
					1	0.018	236.64	4.21
								8.23

Partida: PERFILADO Y COMPACTADO DE SUB-RASANTE								
Rendimiento	M2/DIA	MO.	EQ.	Costo unitario directo por: m2				3.96
		1500.000	1500.000	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra								
				hh	1	0.005	21.61	0.12
				hh	3	0.016	19.56	0.31
								0.43
Equipos								
				% mo		3	0.43	0.01
					1	0.005	223.95	1.19
					1	0.005	236.64	1.26
					1	0.005	200.00	1.07
								3.54

Partida: SUB-BASE GRANULAR E=0.15 M								
Rendimiento	M3/DIA	MO.	EQ.	Costo unitario directo por: m3				
		300.000	300.000	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra								
				hh	1	0.027	21.61	0.58
				hh	3	0.080	19.56	1.56
								2.14
Materiales								
				M3		1.250	33.50	41.88
								41.88
Equipos								
				% mo		3	2.14	0.06
					1	0.027	223.95	5.97
					1	0.027	236.64	6.31
					1	0.027	200.00	5.33
								17.68

Partida: BASE GRANULAR E=0.15 M								
Rendimiento	M3/DIA	MO.	EQ.	Costo unitario directo por: m3				
		300.000	300.000	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra								
				hh	1	0.027	21.61	0.58
				hh	4	0.107	19.56	2.09
								2.66
Materiales								
				M3		1.250	33.50	41.88
								41.88
Equipos								
				% mo		3	2.66	0.08
					1	0.027	223.95	5.97
					1	0.027	236.64	6.31
					1	0.027	200.00	5.33
								17.70

Partida: IMPRIMACION ASFALTICA								
Rendimiento	M2/DIA	MO.	EQ.	Costo unitario directo por: m2				7.08
				Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	
Mano de Obra								
OFICIAL				hh	1	0.003	21.61	0.06
PEÓN				hh	6	0.016	19.56	0.31
0.37								
Materiales								
ASFALTO LIQUIDO MC-30				gal		0.32	17.40	5.568
5.57								
Equipos								
HERRAMIENTAS MANUALES				% mo		3	0.37	0.01
BARREDORA MECANICA 10-20HP, 7 P LON					1	0.003	100.00	0.27
CAMION IMPRIMADOR 6X2 178-210 HP 1,800 GL					1	0.003	228.00	0.61
COMPRESORA NEUMATICA 87 HP,250-330 PCM					1	0.003	96.00	0.26
1.14								

Partida: SLURRY SEAL- MORTERO ASFALTICO E= 1.2 cm								
Rendimiento	M2/DIA	MO.	EQ.	Costo unitario directo por: m2				17.79
				Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	
Mano de Obra								
OPERARIO				hh	1	0.004	27.49	0.12
OFICIAL				hh	2	0.009	21.61	0.19
PEÓN				hh	6	0.027	19.56	0.52
0.84								
Materiales								
EMULSIÓN ASFALTICA TIPO CSS - 1HP				gal		0.65	15.00	9.75
ARENA GRUESA SELECCIONADA				m3		0.022	60.00	1.32
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)				bol		0.021	25.42	0.533
AGUA				m3		0.1	6.13	0.61
12.22								
Equipos								
HERRAMIENTAS MANUALES				% mo		3	0.84	0.03
CARGADOR S/LLANTA 125-135HP, 3.0 Y3					1	0.004	235.00	1.04
RODILLO NEUMATICO AUTOPROPULSADO 127HP 8-23 ton					1	0.004	136.00	0.60
CAMIÓN CISTERNA 4X2 AGUA 122 HP 2000 GAL					1	0.004	140.00	0.62
CAMION PAVIMENTADOR DE MICROPAVIMENTOS					1	0.004	550.00	2.44
4.74								

Partida: TRANSPORTE DE MATERIALE EXCEDENTE C/MAQ. A MAS DE 1KM								
Rendimiento	M3/DIA	MO.	EQ.	Costo unitario directo por: m3				
		250.000	250.000	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra								
OFICIAL				hh	1	0.032	27.49	0.88
PEÓN				hh	1	0.032	19.56	0.63
1.51								
Equipos								
HERRAMIENTAS MANUALES				% mo		3	1.51	0.05
CARGADOR S/LLANTA 125-135HP, 3.0 Y3					1	0.032	235.00	7.52
CAMION VOLQUETE DE 15 m3					1	0.032	160.00	5.12
12.69								

Partida: FLETE TERRESTRE								
Rendimiento	GLB/DIA	MO.	EQ.	Costo unitario directo por: m3				
		1.0000	1.0000	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Materiales								
FLETE				glb		1.000	42,659.94	42659.939
42659.94								

Anexo 11- Tabla de Costo Modular de operación vehicular



COSTO MODULAR DE OPERACIÓN VEHICULAR A PRECIOS ECONOMICOS US\$-Vehículo-Km

REGION	TOGRAFIA	SUPERFICIE	ESTADO	AUTO	CAMTA	BUS MED	BUS GRAN	CAM 2E	CAM 3E	ARTICULADO
Costa	A	AFI	B	0.269	0.285	0.609	0.638	0.854	1.094	1.343
Costa	A	AFI	M	0.431	0.383	0.870	0.829	1.525	1.757	1.939
Costa	A	AFI	R	0.301	0.301	0.659	0.671	1.011	1.243	1.475
Costa	A	ASF	B	0.244	0.269	0.522	0.597	0.655	0.895	1.160
Costa	A	ASF	M	0.301	0.309	0.659	0.688	1.061	1.293	1.508
Costa	A	ASF	R	0.260	0.277	0.572	0.630	0.804	1.044	1.293
Costa	A	SAF	M	0.464	0.407	0.932	0.870	1.633	1.865	2.039
Costa	A	SAF	R	0.374	0.334	0.783	0.746	1.268	1.500	1.716
Costa	A	TRO	M	0.521	0.456	1.032	0.953	1.848	2.080	2.229
Costa	A	TRO	R	0.440	0.383	0.895	0.837	1.533	1.765	1.948
Costa	L	AFI	B	0.269	0.285	0.584	0.630	0.845	1.086	1.326
Costa	L	AFI	M	0.431	0.374	0.870	0.821	1.517	1.740	1.915
Costa	L	AFI	R	0.293	0.301	0.646	0.663	1.003	1.235	1.459
Costa	L	ASF	B	0.236	0.269	0.522	0.597	0.646	0.887	1.152
Costa	L	ASF	M	0.301	0.301	0.659	0.680	1.053	1.285	1.492
Costa	L	ASF	R	0.260	0.277	0.572	0.622	0.796	1.036	1.276
Costa	L	SAF	M	0.456	0.399	0.920	0.862	1.624	1.848	2.014
Costa	L	SAF	R	0.358	0.334	0.746	0.738	1.251	1.484	1.682
Costa	L	TRO	M	0.513	0.448	1.019	0.945	1.832	2.055	2.205
Costa	L	TRO	R	0.431	0.374	0.870	0.821	1.517	1.740	1.915
Costa	O	AFI	B	0.269	0.285	0.597	0.638	0.854	1.086	1.334
Costa	O	AFI	M	0.431	0.383	0.870	0.829	1.517	1.749	1.923
Costa	O	AFI	R	0.293	0.301	0.646	0.671	1.003	1.235	1.467
Costa	O	ASF	B	0.244	0.269	0.522	0.597	0.655	0.887	1.152
Costa	O	ASF	M	0.301	0.301	0.659	0.680	1.053	1.285	1.500
Costa	O	ASF	R	0.260	0.277	0.572	0.630	0.804	1.036	1.285
Costa	O	SAF	M	0.456	0.399	0.920	0.862	1.624	1.857	2.022
Costa	O	SAF	R	0.358	0.334	0.758	0.738	1.260	1.492	1.691
Costa	O	TRO	M	0.513	0.448	1.019	0.953	1.840	2.064	2.213
Costa	O	TRO	R	0.431	0.383	0.870	0.829	1.517	1.749	1.923
Selva	A	AFI	B	0.285	0.407	0.671	0.887	1.169	1.550	1.915
Selva	A	AFI	M	0.456	0.513	0.957	1.119	1.915	2.304	2.553
Selva	A	AFI	R	0.317	0.423	0.721	0.928	1.343	1.724	2.055
Selva	A	ASF	B	0.252	0.383	0.584	0.837	0.937	1.326	1.716
Selva	A	ASF	M	0.326	0.431	0.733	0.945	1.392	1.782	2.105
Selva	A	ASF	R	0.277	0.399	0.634	0.870	1.111	1.492	1.865
Selva	A	SAF	M	0.488	0.537	1.019	1.169	2.031	2.420	2.652
Selva	A	SAF	R	0.391	0.464	0.858	1.019	1.624	2.014	2.304
Selva	A	TRO	M	0.545	0.594	1.119	1.260	2.263	2.660	2.859
Selva	A	TRO	R	0.464	0.513	0.970	1.119	1.915	2.304	2.553
Selva	L	AFI	B	0.277	0.293	0.609	0.663	0.887	1.135	1.392
Selva	L	AFI	M	0.448	0.399	0.908	0.862	1.591	1.832	2.014
Selva	L	AFI	R	0.309	0.309	0.671	0.696	1.044	1.293	1.525
Selva	L	ASF	B	0.252	0.277	0.547	0.622	0.680	0.928	1.202
Selva	L	ASF	M	0.317	0.317	0.684	0.622	1.102	1.343	1.566
Selva	L	ASF	R	0.269	0.293	0.597	0.655	0.837	1.086	1.334
Selva	L	SAF	M	0.480	0.415	0.957	0.903	1.699	1.939	2.113
Selva	L	SAF	R	0.374	0.350	0.783	0.771	1.318	1.558	1.765
Selva	L	TRO	M	0.537	0.472	1.069	0.995	1.923	2.163	2.312
Selva	L	TRO	R	0.448	0.399	0.908	0.862	1.591	1.832	2.014
Selva	O	AFI	B	0.285	0.399	0.659	0.870	1.152	1.525	1.873
Selva	O	AFI	M	0.456	0.505	0.945	1.102	1.890	2.271	2.503
Selva	O	AFI	R	0.309	0.423	0.709	0.912	1.318	1.699	2.022
Selva	O	ASF	B	0.252	0.374	0.572	0.821	0.920	1.301	1.682
Selva	O	ASF	M	0.317	0.423	0.721	0.928	1.376	1.749	2.064
Selva	O	ASF	R	0.269	0.391	0.634	0.854	1.094	1.467	1.823
Selva	O	SAF	M	0.480	0.529	0.995	1.144	2.006	2.387	2.602
Selva	O	SAF	R	0.383	0.456	0.821	0.995	1.608	1.981	2.254

COSTO MODULAR DE OPERACIÓN VEHICULAR A PRECIOS ECONOMICOS
US\$-Vehículo-Km

REGION	TOGRAFIA	SUPERFICIE	ESTADO	AUTO	CAMTA	BUS MED	BUS GRAN	CAM 2E	CAM 3E	ARTICULADO
Selva	O	TRO	M	0.545	0.578	1.106	1.243	2.238	2.619	2.801
Selva	O	TRO	R	0.456	0.505	0.945	1.102	1.890	2.271	2.503
Sierra	A	AFI	B	0.319	0.556	0.749	1.207	1.557	2.048	2.539
Sierra	A	AFI	M	0.491	0.679	1.049	1.490	2.398	2.905	3.313
Sierra	A	AFI	R	0.352	0.581	0.799	1.257	1.748	2.239	2.714
Sierra	A	ASF	B	0.286	0.532	0.649	1.141	1.307	1.798	2.306
Sierra	A	ASF	M	0.352	0.589	0.812	1.282	1.807	2.306	2.764
Sierra	A	ASF	R	0.303	0.548	0.712	1.190	1.490	1.990	2.481
Sierra	A	SAF	M	0.523	0.711	1.124	1.548	2.531	3.039	3.447
Sierra	A	SAF	R	0.425	0.630	0.949	1.365	2.073	2.572	3.014
Sierra	A	TRO	M	0.581	0.769	1.224	1.665	2.797	3.313	3.705
Sierra	A	TRO	R	0.491	0.687	1.061	1.490	2.398	2.905	3.322
Sierra	L	AFI	B	0.294	0.303	0.637	0.691	0.932	1.190	1.465
Sierra	L	AFI	M	0.474	0.417	0.949	0.907	1.673	1.923	2.115
Sierra	L	AFI	R	0.319	0.327	0.699	0.733	1.099	1.357	1.607
Sierra	L	ASF	B	0.262	0.286	0.562	0.649	0.708	0.974	1.265
Sierra	L	ASF	M	0.327	0.327	0.712	0.741	1.157	1.415	1.648
Sierra	L	ASF	R	0.278	0.303	0.612	0.683	0.874	1.141	1.407
Sierra	L	SAF	M	0.507	0.442	1.011	0.949	1.790	2.040	2.223
Sierra	L	SAF	R	0.392	0.360	0.824	0.808	1.382	1.640	1.856
Sierra	L	TRO	M	0.564	0.491	1.124	1.041	2.023	2.273	2.431
Sierra	L	TRO	R	0.474	0.417	0.949	0.907	1.673	1.923	2.115
Sierra	O	AFI	B	0.294	0.425	0.687	0.916	1.215	1.607	1.973
Sierra	O	AFI	M	0.474	0.532	0.999	1.157	1.990	2.389	2.631
Sierra	O	AFI	R	0.327	0.442	0.749	0.966	1.390	1.782	2.123
Sierra	O	ASF	B	0.262	0.392	0.599	0.866	0.974	1.365	1.773
Sierra	O	ASF	M	0.335	0.450	0.762	0.974	1.449	1.840	2.173
Sierra	O	ASF	R	0.286	0.409	0.649	0.899	1.149	1.548	1.923
Sierra	O	SAF	M	0.507	0.556	1.049	1.207	2.106	2.506	2.739
Sierra	O	SAF	R	0.401	0.482	0.862	1.049	1.690	2.081	2.373
Sierra	O	TRO	M	0.572	0.613	1.161	1.307	2.356	2.756	2.947
Sierra	O	TRO	R	0.474	0.532	0.999	1.157	1.990	2.389	2.631

M	=	Selva
C	=	Sierra
A	=	Accidentada
L	=	Llana
O	=	Ondulada
ASF	=	Asfaltada
AFI	=	Afirmada
SAF	=	Sin Afimar
TRO	=	Trocha
B	=	Bueno
R	=	Regular
M	=	Malo

Fuente: Resultados del modelo HDM IV- Versión .2.3

Factores de corrección de vehículos pesados por unidad de peaje - Promedio (2020)

HOJA A4. CF - Pesado

Nº	Peaje	Enero		Febrero		Marzo		Abril		Mayo		Junio		Julio		Agosto		Setiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre		Total			
		Pesados		Pesados		Pesados		Pesados		Pesados		Pesados		Pesados		Pesados		Pesados		Pesados		Pesados		Pesados		Pesados		Pesados	
		FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	
1	AGUAS CALIENTES	1.0220	0.9808	1.0324	1.0653	1.0697	1.1028	0.9678	0.9555	0.9682	0.9530	0.9599	1.0098	1.0000															
2	AGUAS CLARAS	1.0412	1.0049	1.0248	1.0107	0.9905	0.9823	0.9917	1.0070	0.9523	0.9768	1.0070	1.0080	1.0344															
3	AMBO	1.0087	0.9707	1.1288	1.2086	1.0139	1.0238	1.0268	1.0086	0.9899	0.9453	0.9401	0.9497	1.0000															
4	ATICO	1.0337	0.9914	1.0298	1.0410	1.0342	1.0302	1.0277	0.9851	1.0265	0.9618	0.9271	0.9440	1.0000															
5	AVAVIRI	1.0167	1.0038	1.0708	1.0573	1.0486	1.0366	0.9665	0.9524	0.9501	0.9638	0.9601	1.0007	1.0000															
6	CAMANA	0.9513	0.8973	1.0392	1.0648	1.0702	1.0905	1.1087	0.9914	0.9997	0.9905	0.9708	0.9624	1.0000															
7	CANCAS	1.0323	0.9825	1.0400	1.0412	1.0604	1.0476	1.0117	0.9795	1.0006	0.9550	0.9461	0.9491	1.0000															
8	CARACOTO	1.0343	1.0013	1.0777	1.0346	1.0568	1.0441	0.9898	0.9297	0.9572	0.9481	1.0071	0.9547	1.0000															
9	CASARACRA	1.0936	1.0670	1.1094	0.9826	0.9904	0.9900	0.9969	0.9700	0.9760	0.9548	1.0373	1.0652	1.0000															
10	CATAC	1.0441	1.0678	1.1999	1.0772	1.1736	0.9553	0.9446	0.9253	0.9566	0.9547	0.9810	0.9634	1.0000															
11	CCASACANCHA	1.0968	1.0852	1.0957	1.0809	1.0239	0.9967	0.9386	0.9525	0.9555	0.9560	0.9332	0.9566	1.0000															
12	CHACAPAMPA	1.1031	0.9998	0.9655	0.9941	1.0102	1.0186	1.0155	1.0051	0.9767	0.9556	0.9706	1.0601	1.0000															
13	CHALHUAPUQUIJO	1.0680	1.0692	1.0807	1.0683	1.0507	0.9933	0.9468	0.9321	0.9565	0.9463	0.9497	0.9939	1.0000															
14	CHICAMA	0.9909	0.9874	1.0978	1.0708	1.0543	1.0573	1.0423	0.9933	1.0013	0.9946	0.9510	0.8799	1.0000															
15	CHILCA	0.9571	0.9724	1.0203	1.0381	1.0583	1.0539	1.0372	0.9948	0.9992	0.9880	0.9652	0.9386	1.0000															
16	CHULLQUI	0.9571	0.9658	1.0534	1.0776	1.0809	1.0402	1.0171	0.9865	0.9731	0.9169	1.2400	0.9257	1.0000															
17	CHULUCANAS	0.9884	0.9682	1.1388	1.1641	1.0933	1.0508	1.0256	0.9679	0.9628	0.9205	0.8943	0.9220	1.0000															
18	CIUDAD DE DIOS	1.4397	0.9383	1.1026	0.9966	0.9637	1.0342	1.0428	1.0761	1.0414	0.9841	0.9930	0.9649	1.0000															
19	CORCONA	1.0985	1.0709	1.1124	0.9593	0.9674	0.9840	0.9816	0.9627	0.9804	0.9767	1.0641	1.0861	1.0000															
20	CRUCE BAYOVAR	0.9845	0.9606	1.0584	1.0655	1.0311	1.0361	1.0157	0.9821	1.0167	0.9774	0.9231	0.9028	1.0000															
21	CUCULI	0.9424	1.0419	1.2043	1.1560	1.0848	0.9783	0.9812	0.9398	0.9207	0.9302	0.9384	1.0749	1.0000															
22	DESVIO OLMOS	1.0470	1.0401	1.0986	1.0775	1.0393	1.0176	0.9898	0.9217	0.9405	0.9579	0.9500	0.9817	1.0000															
23	DESVIO TALARA	1.0063	0.9722	1.0418	1.0405	1.0343	1.0196	1.0721	0.9782	0.9984	0.9792	0.9631	0.9516	1.0000															
24	EL FISCAL	0.9889	0.9326	1.0201	1.0355	1.0216	1.0855	1.0665	1.0209	1.0150	0.9799	0.9618	0.9819	1.0000															
25	EL PARAISO	1.0084	0.9860	1.0607	1.0471	1.0250	1.0153	1.0105	0.9788	0.9973	0.9801	0.9625	0.9429	1.0000															
26	FORTALEZA	0.9938	0.9560	1.0154	1.0346	1.0384	1.3018	1.0249	0.9743	0.9948	0.9789	0.9539	0.9356	1.0000															
27	HUACAPAMPA	1.0850	1.1264	1.0529	1.0465	1.1603	1.0254	0.9226	0.9778	0.9218	0.9085	1.1194	0.9334	1.0000															
28	HUARMEY	1.0456	1.0252	1.1132	1.1436	1.1272	1.0303	0.9991	0.9554	0.9757	0.9617	0.9397	0.9169	1.0000															
29	HUATAYA			5.1132	1.3415	1.0567	1.1183	0.7106	0.7730		0.7399	0.8727	0.9802	1.0000															
30	ICA	0.9911	0.9493	1.0440	1.0283	1.0670	1.0747	1.0593	0.9907	0.9632	0.9523	1.0104	1.0032	1.0000															
31	IJAVE	1.0136	0.9470	0.9822	5.5822	1.0245	1.0346	1.0466	0.8667	1.0477	1.0417	1.0885	1.0638	1.0000															
32	ILO	1.0476	1.0169	1.0590	0.9766	0.9992	1.0420	1.0373	1.0284	0.9669	0.9802	0.9728	0.9625	1.0000															
33	JAHUAY - CHINCHA	0.9586	1.0162	1.0441	1.0554	1.0544	1.0480	1.0762	0.9755	0.9777	0.9697	0.9511	0.9478	1.0000															
34	LOMA LARGA BAJA	0.9981	1.1016	1.1995	1.2276	1.1103	1.0823	0.9586	0.9761	0.9483	0.9331	0.8887	0.8944	1.0000															
35	LUNAHUANA	1.1095	1.0967	1.0541	1.0430	0.9971	1.0739	1.0009	0.9482	0.9827	0.9329	0.9403	0.9907	1.0000															
36	MACUSANI	1.0895	1.0802	1.0669	1.0219	1.0756	1.0209	1.1741	0.9353	0.9179	0.9386	0.9390	0.9983	1.0000															
37	MARCONA	1.0430	1.0013	0.9583	1.0297	1.1134	1.0444	1.0480	1.0472	1.0760	0.9629	0.9465	0.9370	1.0000															
38	MATARRANI	0.9673	0.8698	1.0297	1.0802	1.0657	1.0279	1.0254	1.0446	0.9864	0.9950	0.9822	0.9819	1.0000															
39	MENOCUCHO	1.0933	1.0653	1.1421	1.0364	0.9913	0.9622	0.9505	0.9625	0.9785	0.9841	0.9862	1.0148	1.0000															
40	MOCCE	0.9510	0.9816	1.0770	1.1377	1.0767	0.9655	1.0381	0.9850	0.9950	0.9641	0.9558	0.9435	1.0000															
41	MONTALVO	0.9754	0.9558	1.0155	1.0254	1.0095	1.0844	1.0785	1.0275	1.0167	0.9888	0.9674	0.9800	1.0000															
42	MORROPE	0.9854	0.9645	1.0770	1.0663	1.0958	1.0336	1.0257	1.0003	1.0155	0.9853	0.9451	0.9179	1.0000															
43	MOYOBAMBA	1.0123	0.9812	1.0120	1.0299	1.0077	0.9903	1.0012	0.9653	0.9861	1.0086	1.0129	1.0379	1.0000															
44	NAZCA	1.0562	1.0098	1.0329	1.0328	1.0325	1.0269	1.0128	0.9732	0.9609	0.9602	0.9275	1.0491	1.0000															
45	PACANGUILLA	1.0060	0.9822	1.0858	1.0969	1.0766	1.0798	1.0941	1.0166	0.9911	0.9429	0.9142	0.8905	1.0000															
46	PACRA	1.0832	1.0100	1.0286	1.0364	1.1083	1.0029	0.9686	0.9412	0.9706	0.9520	0.9859	0.9960	1.0000															
47	PAITA	1.0637	0.9986	1.0332	1.1742	1.1086	1.0719	1.1384	1.0669	0.9588	0.9185	0.9559	0.9255	1.0000															
48	PAMPA CUELLAR	1.1081	1.0770	1.0639	1.0083	1.1112	1.0845	0.9918	0.9561	0.9589	0.9116	0.9121	0.9504	1.0000															
49	PAMPA GALERA	1.1056	1.0973	1.0952	1.0658	1.0378	1.0205	0.9472	0.9311	0.9550	0.9441	0.9360	0.9479	1.0000															
50	PAMPAMARCA	1.0833	1.0608	1.0800	1.0714	1.0640	1.0321	0.9519	0.9426	0.9317	0.9501	0.9398	0.9688	1.0000															
51	PATAHUASI	1.0668	1.0418	1.0805	1.0643	1.0616	1.0569	1.0065	0.9440	0.9475	0.9036	0.9309	0.9274	1.0000															
52	PEDRO RUIZ	1.0361	1.0163	1.0483	1.0529	1.0166	0.9901	0.9900	0.9413	0.9610	0.9787	0.9826	1.0212	1.0000															
53	PICHIRHUA	1.0936	1.0887	1.1081	1.0925	1.0545	1.0256	0.9460	0.9321	0.9383	0.9460	0.9288	0.9389	1.0000															
54	PIURA SULLANA	1.0571	1.0402	1.1277	1.0518	1.0405	1.0119	1.0179	0.9763	0.9950	0.9755	0.9427	0.9189	1.0000															
55	PLANCHON	1.3722	1.2585	1.1075	1.1700	1.0496	1.0154	0.9275	0.8807	0.8567	0.8959	0.9614	1.0233	1.0000															
56	POMAHUACA	1.0674	1.0301	1.1158	1.1109	1.0645	1.0235	0.9882	0.9203	0.9522	0.9370	0.9332	0.9668	1.0000															
57	PONGO	1.1145	1.0702	1.0868	1.0354	0.9963	0.9774	1.0443	0.9020	0.9205	0.9680	0.9712	1.0669	1.0000															
58	POZO REDONDO	1.0157	0.9826	1.0195	1.0517	1.0534	1.0459	1.0140	0.9923	1.0345	1.0012	0.9435	0.8997	1.0000															
59	PUNTA PERDIDA	1.1180	1.1218	1.0774	1.0165	1.2427	1.1333	1.0120	0.9370	0.9279	0.8749	0.9204	0.9490	1.0000															
60	QUIULLA	1.1367	1.0810	1.0874	0.9355	0.9314	0.9736	0.9528	0.9488	0.9841	1.0038	1.1007	1.1109	1.0000															
61	RUMICHACA	1.0807	1.0122	1.0302	1.0888	1.0366	1.0099	0.9690	0.9188	0.9654	0.9569	1.0013	0.9972	1.0000															
62	SAN ANTON	1.1667	1.0854	1.0365	1.0303	1.0316	1.0426	1.0281	0.9802	0.9333	0.9279	0.9890	0.9485	1.0000															
63	SAN GABAN	1.1273	1.0635	1.1206	1.0840	1.1029	1.0740	1.1605	0.8976	0.8572	0.9080	0.9421	1.0128	1.0000															
64	SAN LORENZO	1.6588	1.5639	1.3338	1.4442	1.0632	1.0350	0.9249	0.9112	0.8771	0.8164	0.8616	0.9665	1.0000															
65	SANTA LUCIA	1.0356	1.0069	1.0716	1.0685	1.0621	1.0856	1.0229	0.9381	0.9411	0.9138	0.9453	0.9392	1.0000															
66	SAYLLA	1.0693	1.0277	1.0743	1.0610	1.0379	1.0317	0.9662	0.9474	0.9472	0.9579	0.9470	0.9774	1.0000															
67	SERPENTIN DE PASAMA	0.9940	1.0077	1.0623	1.0455	1.0254	1.0171	1.0086	0.9839	0.9921	0.9743	0.9582	0.9488	1.0000															
68	SICUYANI	1.1244	1.0164	1.0598	1.0657	1.0985	1.1286	1.0861	0.9971	0.9910	0.9077	0.9308	0.9614	1.0000															
69	SOCOS	1.1347	1.0949	1.0018	1.2878	1.0911	1.0528	1.0231	0.9946	1.0306	1.0022	1.0652	0.9010	1.0000															
70	TAMBORGRANDE	0.8024	0.7500	1.1342	1.4458	1.5102	1.2766	1.3328	1.3204	1.2091	1.0369	0.9407	0.7071	1.0000															
71	TOMASIRI	0.9789	0.9106	0.9995	1.0539	1.0515	1.0702	1.0580	1.0075	0.9691	1.0064	1.0067	0.9966	1.0000															
72	TUNANI	1.0648	1																										

Factores de corrección de vehículos ligeros por unidad de peaje - Promedio (2020)

HOJA A4. CF - Liviano

Nº	Peaje	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
		Ligeros FC	Ligeros FC	Ligeros FC	Ligeros FC	Ligeros FC	Ligeros FC	Ligeros FC	Ligeros FC	Ligeros FC	Ligeros FC	Ligeros FC	Ligeros FC	Ligeros FC
1	AGUAS CALIENTES	0.9362	0.8626	1.0850	1.0925	1.1626	1.1758	0.9508	0.8846	0.9455	1.0418	1.0414	0.9899	1.0000
2	AGUAS CLARAS	1.0020	1.0567	1.1036	1.0592	1.0095	1.0030	0.8943	0.9075	1.0128	1.0209	1.0749	0.9283	1.0000
3	AMBO	0.9780	1.0546	1.1877	1.2770	1.0179	1.0278	0.9661	0.9541	1.0045	0.9693	0.9846	0.8615	1.0000
4	ATICO	0.8554	0.7148	1.0360	1.0139	1.1484	1.1781	0.9965	0.9877	1.1394	1.0734	1.1453	0.8831	1.0000
5	AYAVIRI	0.9722	0.9244	1.0735	1.0773	1.1098	1.1035	0.9469	0.9272	0.9376	1.0491	1.0215	0.9603	1.0000
6	CAMAÑA	0.9598	0.4991	1.0434	1.2433	1.3825	1.4071	1.2562	1.2200	1.3018	1.2559	1.2199	0.9724	1.0000
7	CANCAS	0.8619	0.8638	1.0755	1.1156	1.1769	1.2257	0.9733	0.9040	1.0565	1.0323	1.0284	0.8897	1.0000
8	CARACATO	1.0517	0.9815	1.0978	1.0548	1.0540	1.0469	0.9914	0.8786	0.9962	0.9920	0.9977	0.8907	1.0000
9	CASARACRA	1.1057	1.1747	1.2363	1.0139	0.9312	1.0287	0.8415	0.8825	1.0603	0.9930	1.1250	0.9775	1.0000
10	CATAC	1.0956	1.0575	1.3545	1.0628	1.0762	1.0767	0.8220	0.8684	0.9595	0.9494	1.1134	0.9559	1.0000
11	CCASACANCHA	1.0047	1.0408	1.0824	1.0548	1.0802	1.0837	0.9767	0.9426	0.9081	0.9961	0.9756	0.9254	1.0000
12	CHACAPAMPA	1.0446	0.9661	0.9178	1.0174	1.0405	1.1257	0.9550	0.9888	1.0378	1.0111	1.1305	1.0215	1.0000
13	CHALHUAPUQUIO	1.1671	1.2012	1.1909	1.0566	1.0146	1.0442	0.7925	0.8346	1.0198	0.9725	1.0259	0.9319	1.0000
14	CHICAMA	0.9671	0.9414	1.1130	1.0994	1.0773	1.0585	0.9554	1.0080	1.0731	1.0420	1.0520	0.8249	1.0000
15	CHILCA	0.6163	0.5814	0.7890	1.0577	1.5273	1.5796	1.2842	1.4015	1.4833	1.2554	1.1876	0.7400	1.0000
16	CHULLQUI	1.0428	1.0728	1.0509	1.0163	1.0500	0.9407	0.9832	0.9316	0.9915	0.9207	1.2832	0.8829	1.0000
17	CHULUCANAS	1.0135	1.0695	1.1798	1.1501	1.0679	1.0398	0.9751	0.9127	0.9779	0.9474	0.9119	0.8682	1.0000
18	CIUDAD DE DIOS	1.4832	0.9071	1.1711	1.0698	1.0027	1.0245	0.9031	0.9123	1.0735	1.0006	1.2021	0.8987	1.0000
19	CORCONA	1.1024	1.1641	1.3033	1.0335	0.9767	1.0411	0.7767	0.8755	1.0142	1.0035	1.1663	1.0001	1.0000
20	CRUCE BAYOVAR	0.8734	0.8855	1.1136	1.1087	1.1470	1.1828	0.8641	0.9783	1.1469	1.0024	1.0777	0.7715	1.0000
21	CUCULI	0.9948	1.0346	1.1594	1.1180	1.1059	0.9573	0.9652	0.9185	0.9475	0.9719	0.9647	0.9955	1.0000
22	DESIVIO OLMOS	0.9497	1.0057	1.1672	1.1939	1.1494	1.0960	0.9411	0.8681	0.9965	0.9618	1.0119	0.8222	1.0000
23	DESIVIO TALARA	0.8705	0.8863	1.1244	1.0840	1.1438	1.1754	0.9963	0.9874	1.1057	1.0288	1.0309	0.8166	1.0000
24	EL FISCAL	0.9109	0.8549	1.0606	1.0601	1.0691	1.1260	0.9958	0.9853	1.0750	1.0662	1.0647	0.9479	1.0000
25	EL PARAISO	0.9135	0.8984	1.0432	0.9974	1.1183	1.1530	0.9141	0.9811	1.0964	1.0384	1.0935	0.8747	1.0000
26	FORTALEZA	0.8869	0.8317	1.0074	1.0227	1.1568	1.1965	0.8886	1.0119	1.1837	1.1022	1.1702	0.7936	1.0000
27	HUACAPAMPA	1.1193	1.1570	1.0649	1.0486	1.1504	0.9951	0.8705	0.9487	0.9945	0.9710	1.1529	0.8270	1.0000
28	HUARMEY	0.8816	0.9056	1.1120	1.1249	1.2557	1.2048	0.8790	0.9703	1.1483	1.0831	1.1634	0.7903	1.0000
29	HUATAYA			2.3609	0.9600	0.8747	0.8705	0.7536	0.7578		0.7931	0.8788	0.8353	1.0000
30	ICA	0.9310	0.8181	1.0513	1.0461	1.1642	1.1857	0.9741	1.0246	1.0994	1.0312	1.1911	1.0337	1.0000
31	IHAVE	1.0111	0.9584	1.0360	1.0136	1.1067	1.1613	0.9700	0.7834	1.0335	1.0501	1.1248	0.9861	1.0000
32	ILO	0.8275	0.8217	1.0112	1.0814	1.0777	1.1220	1.0989	1.0557	0.9854	1.0498	1.0303	0.9630	1.0000
33	JAHUAY - CHINCHA	0.8291	0.8936	1.0170	0.9967	1.1373	1.1918	0.9486	1.0137	1.1321	1.0340	1.0634	0.9289	1.0000
34	LIMA LARGA BAJA	1.0231	1.2771	1.3671	1.2848	1.1408	1.0369	0.8267	0.9064	0.9247	0.8925	0.8826	0.8752	1.0000
35	LUNAHUANA	1.0119	1.0303	1.0475	0.9587	1.0163	1.1317	0.8233	0.9366	1.0988	0.9949	1.0780	1.0638	1.0000
36	MACUSANI	1.0465	0.9990	1.0338	1.0944	1.0979	1.1081	0.9926	0.9493	1.0253	0.9652	1.0158	0.8879	1.0000
37	MARCONA	0.9525	0.9039	0.9952	1.0106	1.0911	1.0595	1.0346	1.0232	1.0377	1.0290	0.9989	0.9111	1.0000
38	MATARANI	0.4810	0.3998	0.9717	1.5343	1.7023	1.6718	1.6092	1.5584	1.5827	1.4257	1.2888	0.9119	1.0000
39	MENOCUCHO	1.0850	0.9812	1.0500	1.0811	1.0266	1.0713	0.9585	0.9192	1.0498	1.0467	1.0452	0.8579	1.0000
40	MOCCE	1.0115	0.9769	1.0613	1.0650	1.0408	0.9962	0.9898	0.9054	1.0213	1.0118	1.0012	0.9247	1.0000
41	MONTALVO	0.9256	0.8896	1.0507	1.0351	1.0336	1.1014	1.0261	0.9905	1.0447	1.0608	1.0346	0.9658	1.0000
42	MORROPE	0.9291	0.9180	1.2042	1.1140	1.1254	1.1566	0.8933	0.9593	1.0807	0.9811	1.0512	0.8016	1.0000
43	MOYOBAMBA	1.0172	0.9993	1.0281	1.0219	0.9910	0.9724	0.9456	0.9603	1.0486	1.0817	1.1373	1.0800	1.0000
44	NAZCA	0.9690	0.9023	1.0494	1.0595	1.0762	1.0902	0.9243	0.9306	1.0245	1.0160	1.0671	0.9918	1.0000
45	PACANGUILLA	0.9539	0.9606	1.1189	1.1170	1.1420	1.1808	0.9622	0.9834	1.0937	0.9832	0.9979	0.7654	1.0000
46	PACRA	1.0091	0.9570	1.0209	0.9881	1.2122	1.0758	0.8772	0.9346	1.0435	1.0345	1.0857	0.9795	1.0000
47	PAITA	0.8362	0.8550	0.9600	1.1002	1.1329	1.1228	1.0946	1.0862	1.0113	1.0572	1.0343	0.8543	1.0000
48	PAMPA CUELLAR	1.0268	0.8142	1.0724	1.0806	1.1616	1.1803	0.9567	0.7957	1.0641	1.0380	1.0557	0.9772	1.0000
49	PAMPA GALERA	0.9640	1.0087	1.1311	1.1214	1.0518	1.0972	0.8190	0.7818	1.0505	1.0760	1.1323	0.9586	1.0000
50	PAMPAMARCA	0.9412	0.9552	1.0962	1.0681	1.1301	1.1134	0.8653	0.8837	1.0188	0.9975	1.1159	0.9830	1.0000
51	PATAHUASI	1.0505	0.9287	1.1460	1.0872	1.1086	1.1280	0.9169	0.8010	1.0421	0.9869	1.0075	0.9579	1.0000
52	PEDRO RUIZ	0.9661	1.0279	1.1022	1.1233	1.1127	1.0515	0.9396	0.9041	0.9700	0.9832	1.0130	0.8890	1.0000
53	PICHIRHUA	1.0465	1.0891	1.1333	1.0561	1.0383	1.0173	0.9081	0.8840	0.9812	0.9968	1.0126	0.9151	1.0000
54	PIURA SULLANA	1.0607	1.0540	1.1688	1.0898	1.0558	1.0528	0.9697	0.9539	1.0019	0.9640	0.9557	0.8684	1.0000
55	PLANCHON	1.0327	1.0756	1.0641	1.0613	1.0628	1.0224	0.9361	0.9131	0.9554	0.9680	1.0417	0.9385	1.0000
56	POMAHUACA	0.9587	0.9933	1.1653	1.2213	1.1511	1.0886	0.9287	0.8481	1.0002	0.9934	1.0133	0.8296	1.0000
57	PONGO	1.0265	1.0591	1.0560	1.0787	1.0546	1.0025	1.0750	0.9103	0.9692	0.9654	0.9778	0.9308	1.0000
58	POZO REDONDO	0.8942	0.8240	1.0133	1.0783	1.1178	1.0895	1.0494	1.0438	1.1167	1.0579	1.0216	0.8480	1.0000
59	PUNTA PERDIDA	0.9544	0.7922	1.0980	1.1995	1.4001	1.4069	0.8238	0.6031	1.1767	1.0628	1.2693	1.1014	1.0000
60	QUIULLA	1.0974	1.1408	1.2315	1.0452	1.0212	1.0679	0.8140	0.8685	1.0002	1.0063	1.1046	0.9381	1.0000
61	RUMICHACA	1.0577	0.9112	0.9934	0.9745	1.2193	1.2055	0.8748	0.8955	1.0297	1.0766	1.1671	0.9701	1.0000
62	SAN ANTON	1.0691	1.0523	1.0689	1.1318	1.0035	1.0850	1.0541	1.0138	0.9978	0.9206	0.9981	0.8467	1.0000
63	SAN GABAN	1.0594	1.0125	1.0893	1.1043	1.1321	1.0921	0.9727	0.8972	0.9272	0.9528	0.9512	0.9451	1.0000
64	SAN LORENZO	1.0839	1.1914	1.1227	1.2647	1.0266	1.0376	0.8703	0.9258	0.9436	0.9610	1.0442	0.9270	1.0000
65	SANTA LUZIA	1.0087	0.8363	1.1211	1.1106	1.1184	1.1768	0.9560	0.7674	1.0724	1.0214	1.0523	0.9795	1.0000
66	SAYLLA	1.0222	0.9785	1.1062	1.0858	1.0613	1.0638	0.9806	0.9142	0.9238	0.9909	0.9947	0.9411	1.0000
67	SERPENTIN DE PASAMA	1.0535	1.0503	1.0886	1.0814	1.0647	1.0464	0.9694	0.8540	1.0238	1.0450	1.0263	1.0654	1.0000
68	SICUYANI	1.0297	0.8278	1.0261	1.0976	1.1347	1.1691	0.9155	0.7740	1.0939	1.0466	1.1455	1.0126	1.0000
69	SOCOS	1.1903	0.9863	0.9820	0.9188	1.0940	1.0772	0.9340	0.9544	1.0099	1.0057	1.0421	0.9406	1.0000
70	TAMBOGRANDE	0.9297	0.9679	1.0638	1.1030	1.2229	1.0587	1.0396	1.0332	1.0144	0.8993	0.9585	0.8799	1.0000
71	TOMASIRI	0.9972	0.9232	1.0516	1.0804	1.1000	1.0942	1.0293	0.9900	0.8973	1.0404	1.0386	0.9031	1.0000
72	TUNAN	1.0761	1.0516	1.0703	1.0230	1.1174	1.0413	0.8626	0.8554	0.9819	0.9733	1.1132	0.9816	1.0000
73	UNION PROGRESO	1.0256	1.0263	1.0728	1.0966	1.0256	1.0113	0.9544	0.9355					

Anexo 12- Certificado de calibración de equipos de laboratorio



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LLA-802-2023

Página 1 de 2

Arsou Group
Laboratorio de Metrología

<p>Fecha de emisión 2023/05/17</p> <p>Solicitante GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.</p> <p>Dirección JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE (CERCA A ÓVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA - NUEVO CHIMBOTE</p> <p>Instrumento de medición TAMIZ 2 1/2"</p> <p>Identificación NO INDICA</p> <p>Marca C & M</p> <p>Modelo NO INDICA</p> <p>Serie 21.2</p> <p>Diámetro 8"</p> <p>Estructura ACERO</p> <p>Procedencia PERÚ</p> <p>Ubicación Laboratorio de suelos</p> <p>Lugar de calibración Instalaciones del cliente</p> <p>Fecha de calibración 2023/05/17</p> <p>Método/Procedimiento de calibración La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 Sta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.</p>	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.</p> <p>ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.</p> <p>Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.</p> <div style="text-align: center;">  </div>
---	--

ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Luis Luján, Carmica

METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LLA-798-2023

Página 1 de 2

Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2023/06/17

Solicitante GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

Dirección JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE
(CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH -
SANTA - NUEVO CHIMBOTE

Instrumento de medición TAMIZ 3/4"

Identificación NO INDICA

Marca ARSOU

Modelo NO INDICA

Serie 0121N21

Diámetro 8"

Estructura ACERO

Procedencia PERÚ

Ubicación LABORATORIO DE SUELOS

Lugar de calibración Instalaciones del cliente

Fecha de calibración 2023/06/17

Método/Procedimiento de calibración
La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.
Hugo Luis Arévalo Carmica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LLA-794-2023

Página 1 de 2

Fecha de emisión 2023/06/17

Solicitante **GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**

Dirección JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE
(CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH -
SANTA - NUEVO CHIMBOTE

Instrumento de medición **TAMIZ N° 4**

Identificación **NO INDICA**

Marca **C & M**

Modelo **NO INDICA**

Serie **4G**

Diámetro **8"**

Estructura **ACERO**

Procedencia **PERÚ**

Ubicación Laboratorio de suelos
Lugar de calibración Instalaciones del cliente

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.

Fecha de calibración 2023/06/17

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed, 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Vlv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Tel: +51 901-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arevalo Cerna
METROLOGIA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LLA-787-2023

Página 1 de 2

Arsou Group
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2023/06/17

Solicitante GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

Dirección JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE
(CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH -
SANTA - NUEVO CHIMBOTE

Instrumento de medición TAMIZ Nº 200

Identificación NO INDICA

Marca ARSOU

Modelo NO INDICA

Serie 127M21

Diámetro 8"

Estructura ACERO

Procedencia PERÚ

Ubicación Laboratorio de suelos

Lugar de calibración Instalaciones del cliente

Fecha de calibración 2023/06/17

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 Sta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arévalo Carrica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Vía. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LMA-157-2023

Página 1 de 3

Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2023/06/17

Solicitante GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

Dirección JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE
(CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA -
NUEVO CHIMBOTE

Instrumento de medición **BALANZA**

Identificación NO INDICA

Intervalo de indicación 200 g

División de escala 0,1 g

Resolución

División de verificación (e) 0,1 g

Tipo de indicación DIGITAL

Marca / Fabricante OHAUS

Modelo CL201

N° de serie 02.20.2010

Procedencia ESTADOS UNIDOS

Ubicación LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

Lugar de calibración Instalaciones del cliente

Fecha de calibración 2023/06/17

Método/Procedimiento de calibración

"Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII" (PC-001) del SNM-INDECOPI, 3era edición Enero 2009 y la Norma Metroológica Peruana "Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático (NMP 003:2009)

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGIA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LBS-308-2023

Página 1 de 3

Arsou Group
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2023/06/17

Solicitante GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

Dirección JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE
(CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA

Instrumento de medición MOLDE PROCTOR DE 6"

Identificación NO INDICA

Marca NO INDICA

Modelo NO INDICA

Serie 1

Estructura FIERRO

Acabado ZINCADO

Procedencia PERÚ

Ubicación Laboratorio de suelos
Lugar de calibración Instalaciones del cliente

Fecha de calibración 2023/06/17

Método/Procedimiento de calibración

La calibración se efectuó por comparación directa tomando como referencia el procedimiento PC-012 5ta Ed. 2012., "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey", del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma ASTM D 1557 y MTC E 115 Compactación de Suelos en Laboratorio utilizando una energía modificada (56 000 pie-lb/pie3 [2 700 kN-m/m3]).

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C
Ing. *Hugo Luis Arévalo Carnica*
METROLOGÍA



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LBS-306-2023

Página 1 de 3

Fecha de emisión 2023/06/17

Solicitante GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

Dirección JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE
(CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA -
NUEVO CHIMBOTE

Instrumento de medición MOLDE CBR

Identificación NO INDICA

Marca NO INDICA

Modelo NO INDICA

Serie 56

Estructura FIERRO

Acabado ZINCADO

Procedencia PERÚ

Ubicación Laboratorio de suelos
Lugar de calibración Instalaciones del cliente

Fecha de calibración 2023/06/17

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del SNM-INDECÓPI. Sta Ed., la Norma ASTM D 1883, AASHTO T 193 y MTC E 110.CBR de Suelos.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyna, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LBS-305-2023

Página 1 de 3

Fecha de emisión 2023/06/17

Solicitante GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

Dirección JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE
(CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA -
NUEVO CHIMBOTE

Instrumento de medición MOLDE CBR

Identificación NO INDICA

Marca NO INDICA

Modelo NO INDICA

Serie 25

Estructura FIERRO

Acabado ZINCADO

Procedencia PERÚ

Ubicación Laboratorio de suelos

Lugar de calibración Instalaciones del cliente

Fecha de calibración 2023/06/17

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del SNM-INDECOPI. 5ta Ed., la Norma ASTM D 1883, AASHTO T 193 y MTC E 110.CBR de Suelos.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arceño Carnica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La Virreyna, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

Fecha de emisión 2023/09/19

Solicitante GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

Dirección JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE
(CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA -
NUEVO CHIMBOTE

Instrumento de medición PRENSA CBR CON CELDA DE CARGA

Identificación NO INDICA

Marca Prensa SHERMAN

Modelo NO INDICA

Serie CBR01

Celda de Carga ZEMIC

Modelo NO INDICA

Capacidad 5000 kg

Indicador HIGH WEIGHT

Modelo 315-X8

Serie 251269

Procedencia PERÚ

Ubicación Laboratorio de suelos

Lugar de calibración Instalaciones del cliente

Fecha de calibración 2023/09/07

Método/Procedimiento de calibración

El procedimiento toma como referencia a la norma ISO 7500-1 "Metallic materials - Verification of static uniaxial testing machines", Se aplicaron dos series de carga al Sistema Digital mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas.



Firmado digitalmente
por Juan Pinedo
Villanueva
Fecha: 2023.09.19
10:28:44-05'00"

Jefe de Metrología

"PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO"
Capacitación y Desarrollo de Nueva Tecnología S.A.C. - Metrología
Laboratorio: Jr. Llumpa 1352 Urb. Parque Naranjal - Los Olivos Telf.: 627-6601
Ventas: Av. Defensores del Morro 2435 - Chorrillos Telf.: 627-6600

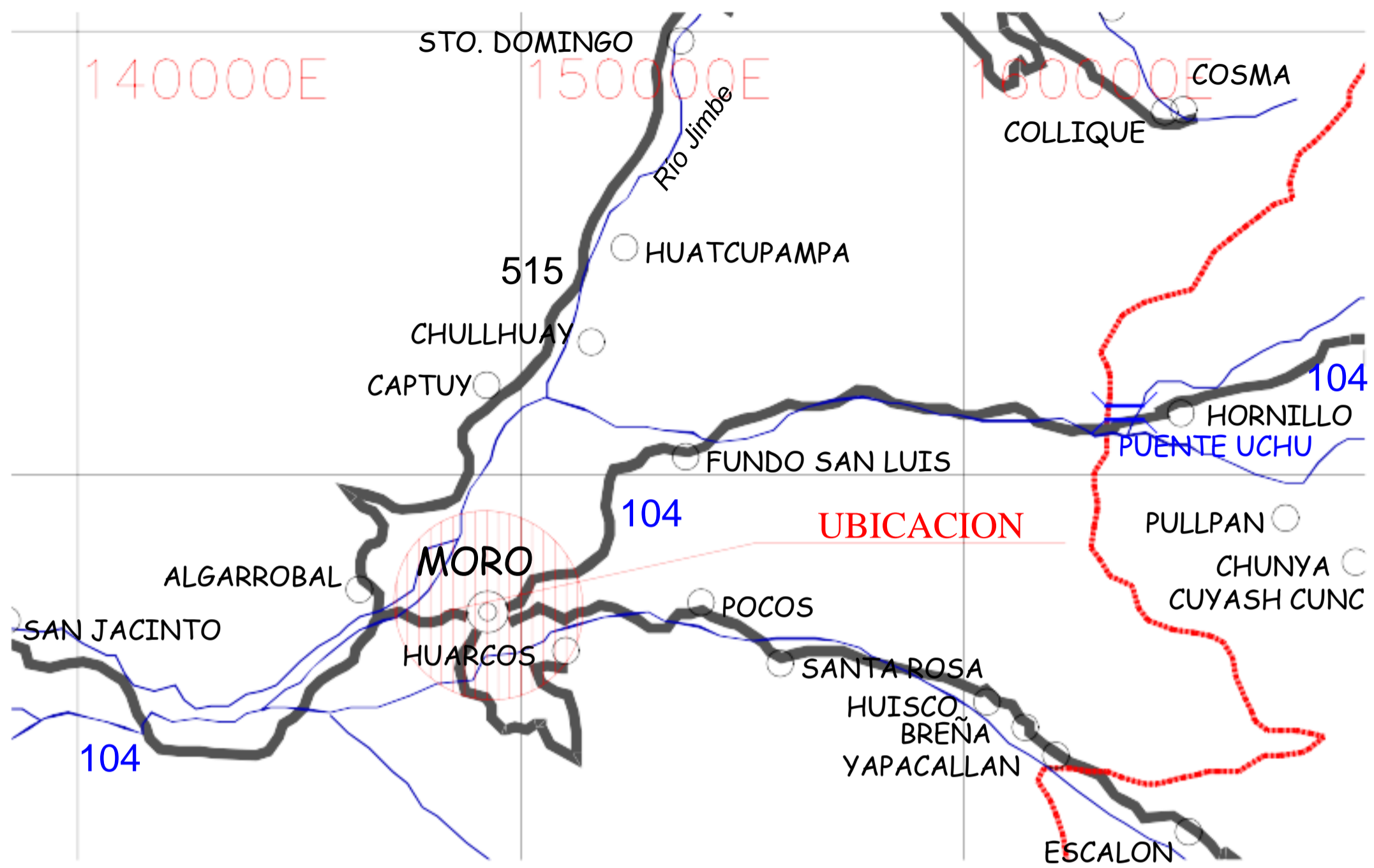
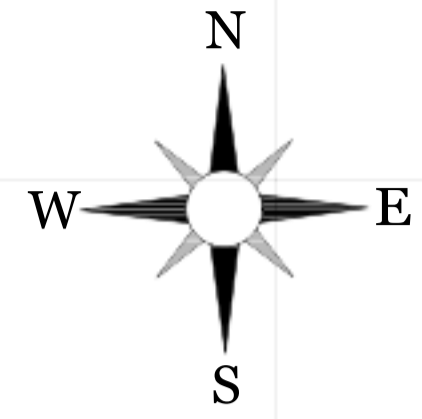
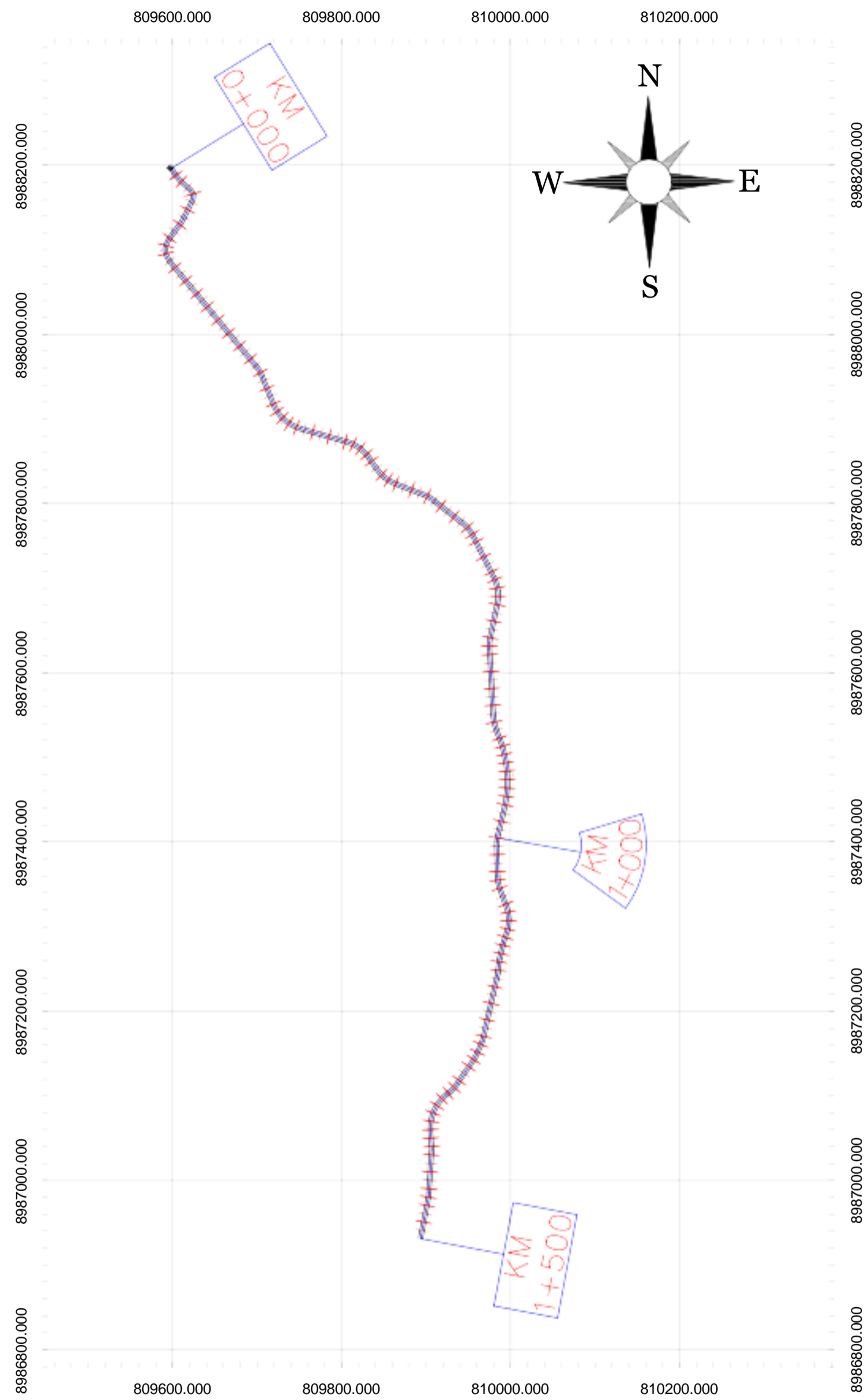
ventas@cadentsac.com.pe

cadentsacperu@hotmail.com

operaciones@cadentsac.com.pe

web: www.cadentsac.com.pe

Anexo 13- Planos



LEYENDA

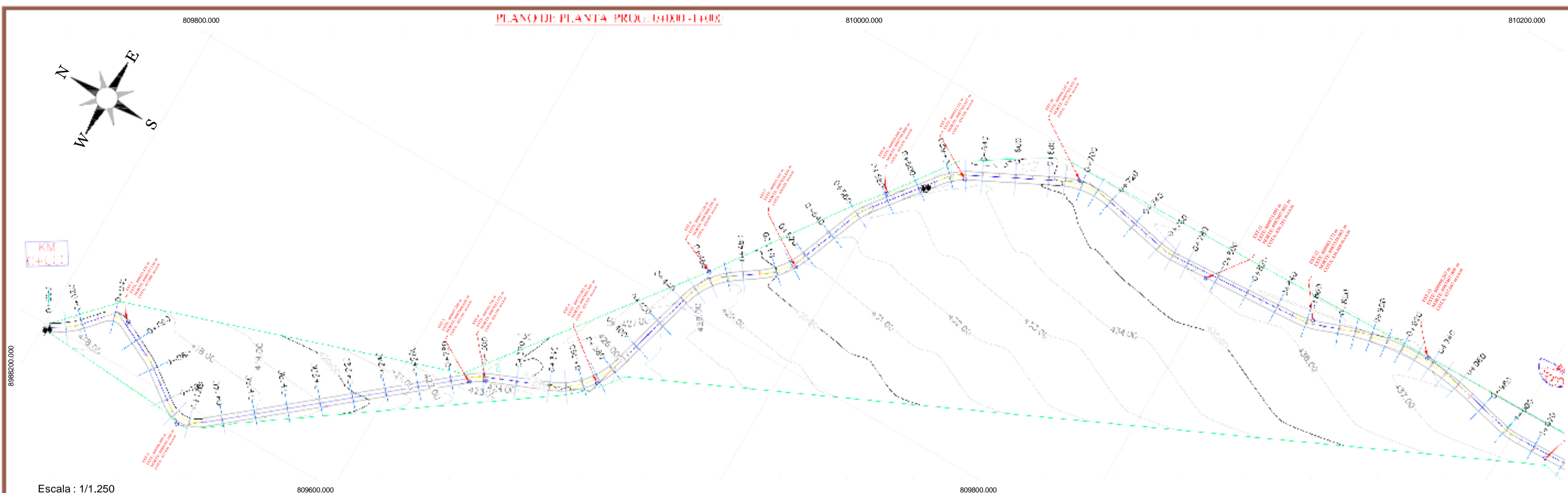
Ruta	Código
Nacional	001N
Departamental	100
Vecinal	500

Signos Convencionales Superficie de Rodadura

	Asfaltado		Trocha Carrozzable
	Afirmado		En Proyecto
	Sin Afirmar		
	Límite Departamental		
	Límite Distrital		

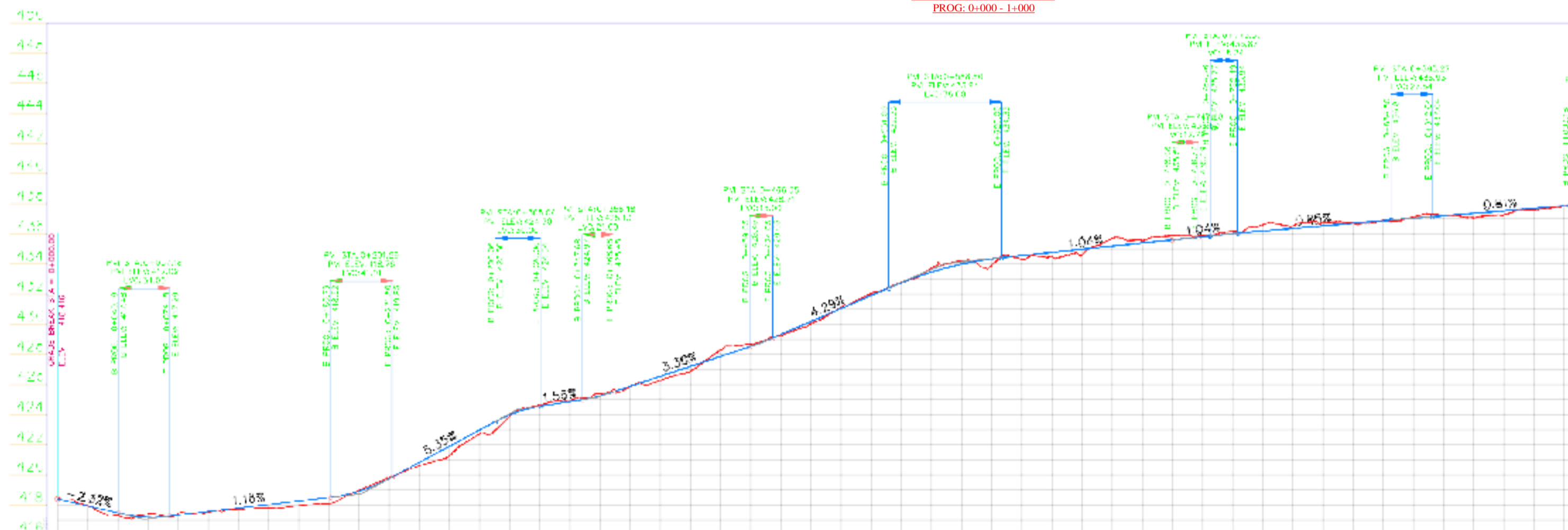
Realizado por : Ing° L. Ramírez G.
Revisado por : Ing° E. Manrique V. Actualización : Abril - 2001

LOCALIZACIÓN
Esc. 1/50 00



Escala : 1/1.250

PERFIL LONGITUDINAL EJE
PROG: 0+000 - 1+000



Escala : 1/500

EXCESIVA	0+000	0+020	0+040	0+060	0+080	0+100	0+120	0+140	0+160	0+180	0+200	0+220	0+240	0+260	0+280	0+300	0+320	0+340	0+360	0+380	0+400	0+420	0+440	0+460	0+480	0+500	0+520	0+540	0+560	0+580	0+600	0+620	0+640	0+660	0+680	0+700	0+720	0+740	0+760	0+780	0+800	0+820	0+840	0+860	0+880	0+900	0+920	0+940	0+960	0+980	1+000			
ALTA TERRENO	41.640	41.796	41.744	41.742	41.745	41.757	41.770	41.767	41.812	41.898	41.964	42.060	42.122	42.197	42.287	42.390	42.504	42.629	42.764	42.908	43.061	43.223	43.394	43.573	43.760	43.955	44.157	44.366	44.581	44.801	45.026	45.256	45.490	45.728	45.970	46.216	46.466	46.720	46.978	47.240	47.506	47.776	48.050	48.328	48.610	48.896	49.186	49.480	49.778	50.080				
COTA CASANTE	41.640	41.795	41.748	41.742	41.745	41.757	41.770	41.767	41.812	41.893	41.976	42.067	42.129	42.204	42.294	42.397	42.511	42.625	42.739	42.853	42.967	43.081	43.195	43.309	43.423	43.537	43.651	43.765	43.879	43.993	44.107	44.221	44.335	44.449	44.563	44.677	44.791	44.905	45.019	45.133	45.247	45.361	45.475	45.589	45.703	45.817	45.931	46.045	46.159	46.273	46.387	46.501		
ALTE CORTE	0.00	0.00	0.19	0.10	0.06	0.06	0.12	0.25	0.37	0.08	0.07	0.10	0.14	0.27	0.44	0.12	0.08	0.13	0.09	0.13	0.08	0.13	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27			
ALTE RELLENO		0.16		0.06	0.12	0.25	0.37	0.08	0.07	0.10	0.14	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

TEMA :

ALTERNATIVA DE PAVIMENTO ECONOMICO PARA OPTIMIZAR LA TRANSITABILIDAD EN EL CAMINO VECINAL MORO ANTA 2023

PROFESOR :

DR. ING. ABNER ITAMAR LEÓN BOBADILLA.

ESTUDIANTE :

BACH. MARTINEZ VALVERDE, ALEXANDER GUIDO

FECHA :

INDICADA MARZO DEL 2024

TÍTULO :

PANTA Y PERFIL 0+000 - 1+000

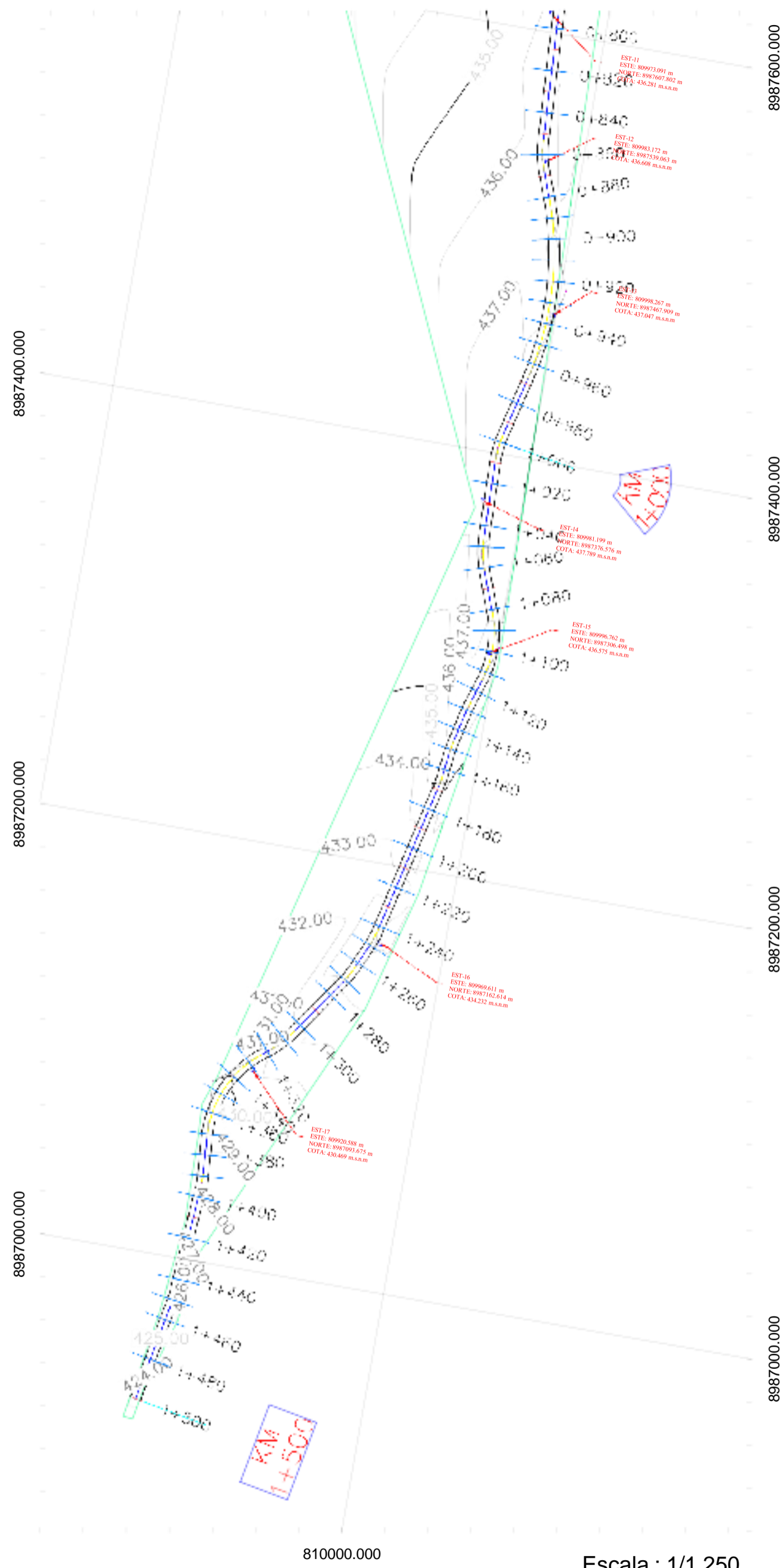
PLANO :

P-01

PLANO DE PLANTA PROJ: 1+000 - 1+500

809800.000

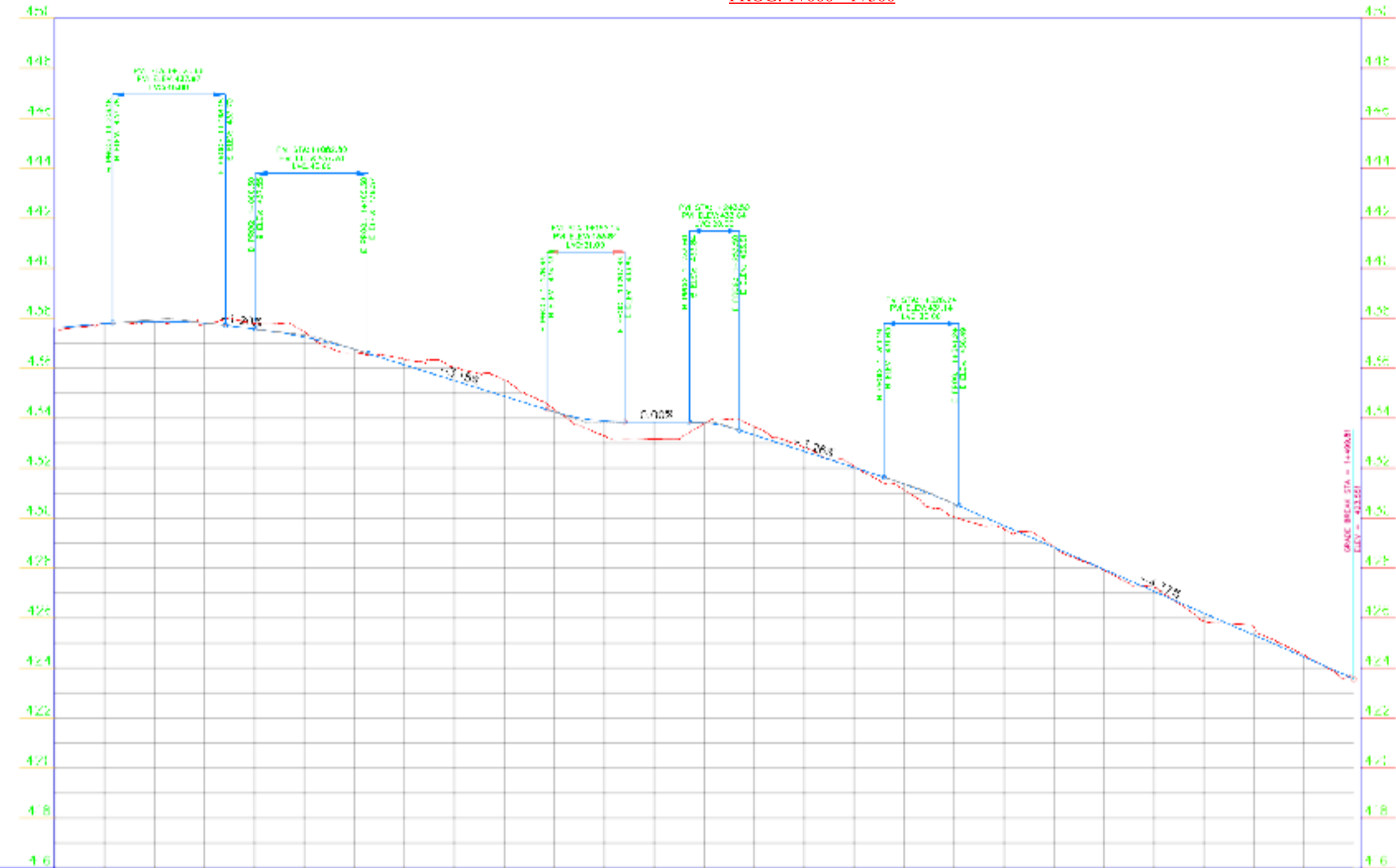
810000.000



810000.000

Escala : 1/1,250

PERFIL LONGITUDINAL EJE
PROG: 1+000 - 1+500



PROGRES VA	1+000	1+020	1+040	1+060	1+080	1+100	1+120	1+140	1+160	1+180	1+200	1+220	1+240	1+260	1+280	1+300	1+320	1+340	1+360	1+380	1+400	1+420	1+440	1+460	1+480	1+500	
COTA TERRENO	4.57.26	4.57.85	4.57.75	4.57.34	4.57.47	4.56.67	4.56.34	4.56.07	4.55.87	4.55.87	4.54.97	4.54.93	4.53.87	4.53.07	4.53.54	4.52.87	4.52.07	4.51.07	4.50.54	4.49.67	4.48.87	4.48.87	4.47.87	4.47.07	4.46.77	4.45.47	4.44.67
COTA BASANTE	4.57.26	4.57.85	4.57.75	4.57.65	4.57.25	4.56.75	4.56.34	4.56.07	4.55.87	4.55.87	4.54.97	4.54.93	4.53.87	4.53.07	4.53.54	4.52.87	4.52.07	4.51.07	4.50.54	4.49.67	4.48.87	4.48.87	4.47.87	4.47.07	4.46.77	4.45.47	4.44.67
ALTE CURTE	0.00			0.07	0.9										0.33	0.6	0.07				0.00		0.75		0.78	0.07	0.23
ALTE NULING		0.02	0.05			0.3						0.05	0.05	0.00			0.05	0.5	0.4			1.04	0.30				

Escala : 1/2500



TESIS :

ALTERNATIVA
DE
PAVIMENTO
ECONOMICO
PARA
OPTIMIZAR
LA
TRANSITABILIDAD
DEL
CAMINO
VECINAL
MORO ANTA
2023

ASESOR :

DR. ING. ABNER ITAMAR
LEÓN BOBADILLA.

TESISTAS :

BACH. MARTINEZ VALVERDE,
ALEXANDER GUIDO

PLANTA Y PERFIL
1+000 - 1+500

ESCALA:
INDICADA

FECHA:
MARZO DEL 2024

LÁMINA:

P-02

TESIS :

ALTERNATIVA
DE
PAVIMENTO
ECONOMICO
PARA
OPTIMIZAR
LA
TRANSITABILIDAD
EN EL
CAMINO
VECINAL
MORO ANTA
2023

ASESOR :

DR. ING. ABNER ITAMAR
LEÓN BOBADILLA.

TESISTAS :

BACH. MARTINEZ VALVERDE,
ALEXANDER GUIDO

PLANO:

SECCIONES
TRANSVERSALES
0+940 - 1+500

ESCALA: 1/250 FECHA: MARZO DEL 2024

LÁMINA:

ST-
02

SECCIONES TRANSVERSALES PROG: 0+940 -1+500

ESC: 1/250

