

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



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

**Optimización de la pavimentación del camino vecinal
li-636 Magdalena de Cao-Ascope-La Libertad para
reducir costos de mantenimiento-2023**

**Tesis para obtener el Título Profesional de
Ingeniero Civil**

Autores:

Bach. Membrillo Cortez, Anthony Cristiam
Bach. Yarleque Villanueva, Cesar Albert

Asesor:

Dr. León Bobadilla, Abner Itamar
DNI. N° 32942184
Código, ORCID: 0000-0003-2949-6591

Nuevo Chimbote - Perú
2024

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

**Optimización de la pavimentación del camino vecinal li-636 Magdalena de
Cao-Ascope-la Libertad para reducir costos de mantenimiento-2023**

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

Revisado y aprobada por:



Dr. Abner Itamar León Bobadilla
DNI. N° 32942184
Código ORCID: 0000-0003-2949-6591
ASESOR

Nuevo Chimbote – Perú
2024

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

**Optimización de la pavimentación del camino vecinal li-636 Magdalena de
Cao-Ascope-la Libertad para reducir costos de mantenimiento-2023**

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

REVISADO Y APROBADO POR:

Ms. Julio Cesar Rivasplata Díaz

DNI. N° 32770844

Código ORCID: 0000-0002-4180-9362

Presidente

Ms. Luz Esther Álvarez Asto

DNI. N° 32968961

Código ORCID: 0000-0001-6491-6569

Secretaria

Dr. Abner Itamar León Bobadilla

DNI. N° 32942184

Código ORCID: 0000-0003-2949-6591

Integrante



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela Profesional de Ingeniería Civil
- EPIC -

ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

A los 16 días del mes de diciembre del año dos mil veinticuatro, siendo las 10: 00 horas, en el Laboratorio de Topografía del edificio de Ingeniería Civil, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante T. Resolución N° 720-2024-UNS-CFI, con fecha 07.11.2024, integrado por los siguientes docentes: Ms. Julio César Rivasplata Díaz (Presidente), Ms. Luz Esther Álvarez Asto (Secretaria), Dr. Abner Itamar León Bobadilla (Integrante), Ms. Janet Verónica Saavedra Vera (Accesitaria) en base a la Resolución Decanal N° 820-2024-UNS-FI se da inicio a la sustentación de la Tesis titulada: "OPTIMIZACIÓN DE LA PAVIMENTACIÓN DEL CAMINO VECINAL – LI-636 MAGDALENA DE CAO – ASCOPE – LA LIBERTAD, PARA REDUCIR COSTOS DE MANTENIMIENTO - 2023", presentado por los Bachilleres: MEMBRILLO CORTEZ ANTHONY CRISTIAM con cód. N° 0201213045 y YARLEQUE VILLANUEVA CÉSAR con cód. N° 0201213023, quienes fueron asesorados por el docente Dr. Abner Itamar León Bobadilla según lo establece la T. Resolución Decanal N° 629 -2022-UNS-FI, de fecha 07.10.2022.

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 |
|-----------------------------------|--------------------|-------------|
| MEMBRILLO CORTEZ ANTHONY CRISTIAM | 17 | 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, 16 de diciembre de 2024.

Ms. Julio César Rivasplata Díaz
Presidente

Ms. Luz Esther Álvarez Asto
Secretaria

Dr. Abner Itamar León Bobadilla
Integrante



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela Profesional de Ingeniería Civil
- EPIC -

ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

A los 16 días del mes de diciembre del año dos mil veinticuatro, siendo las 10: 00 horas, en el Laboratorio de Topografía del edificio de Ingeniería Civil, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante T. Resolución N° 720-2024-UNS-CFI, con fecha 07.11.2024, integrado por los siguientes docentes: Ms. Julio César Rivasplata Díaz (Presidente), Ms. Luz Esther Álvarez Asto (Secretaria), Dr. Abner Itamar León Bobadilla (Integrante), Ms. Janet Verónica Saavedra Vera (Accesitaria) en base a la Resolución Decanal N° 820-2024-UNS-FI se da inicio a la sustentación de la Tesis titulada: "OPTIMIZACIÓN DE LA PAVIMENTACIÓN DEL CAMINO VECINAL – LI-636 MAGDALENA DE CAO – ASCOPE – LA LIBERTAD, PARA REDUCIR COSTOS DE MANTENIMIENTO - 2023", presentado por los Bachilleres: MEMBRILLO CORTEZ ANTHONY CRISTIAM con cód. N° 0201213045 y YARLEQUE VILLANUEVA CÉSAR con cód. N° 0201213023, quienes fueron asesorados por el docente Dr. Abner Itamar León Bobadilla según lo establece la T. Resolución Decanal N° 629 -2022-UNS-FI, de fecha 07.10.2022.

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 |
|---------------------------|--------------------|-------------|
| YARLEQUE VILLANUEVA CÉSAR | 17 | 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, 16 de diciembre de 2024.

Ms. Julio César Rivasplata Díaz
Presidente

Ms. Luz Esther Álvarez Asto
Secretaria

Dr. Abner Itamar León Bobadilla
Integrante



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por **Turnitin**. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

| | |
|--------------------------------|------------------------------------|
| Autor de la entrega: | Cesar Yarleque Villanueva |
| Título del ejercicio: | Quick Submit |
| Título de la entrega: | TESIS MEMBRILLO-YARLEQUE DICIEMBRE |
| Nombre del archivo: | TESIS_DICIEMBRE_FINAL_1.pdf |
| Tamaño del archivo: | 8.21M |
| Total páginas: | 250 |
| Total de palabras: | 50,727 |
| Total de caracteres: | 257,018 |
| Fecha de entrega: | 20-dic.-2024 10:29a. m. (UTC-0500) |
| Identificador de la entrega... | 2556651330 |

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



Optimización de la pavimentación del camino vecinal li-636 Magdalena de
Cao-Ascope-la Libertad para reducir costos de mantenimiento-2023
TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO

CIVIL

Autores:

Bachiller Anthony Cristian Membrillo Cortez

Bachiller Cesar Albert Yarleque Villanueva

Asesor:

Dr. Abner Hamar León Bobadilla

DNI. N°. 32942184

Código ORCID: 0000-0003-2949-6591

Nuevo Chimbote - Perú

2024

TESIS MEMBRILLO-YARLEQUE DICIEMBRE

INFORME DE ORIGINALIDAD

| | | | |
|---------------------|---------------------|---------------|-------------------------|
| 21 % | 21 % | 4 % | 9 % |
| INDICE DE SIMILITUD | FUENTES DE INTERNET | PUBLICACIONES | TRABAJOS DEL ESTUDIANTE |

FUENTES PRIMARIAS

| | | |
|----------|--|----------------|
| 1 | repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet | 7 % |
| 2 | hdl.handle.net Fuente de Internet | 6 % |
| 3 | Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante | 2 % |
| 4 | transparencia.mtc.gob.pe Fuente de Internet | 1 % |
| 5 | repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet | 1 % |
| 6 | repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet | 1 % |
| 7 | Submitted to Universidad Ricardo Palma Trabajo del estudiante | <1 % |
| 8 | Submitted to Universidad Privada Antenor Orrego Trabajo del estudiante | <1 % |
| 9 | Submitted to Universidad Señor de Sipan Trabajo del estudiante | |

DEDICATORIA

Expreso mi gratitud a Dios por ofrecerme la oportunidad de experimentar la vida y por ser mi guía constante en este prolongado viaje repleto de desafíos. Le agradezco por otorgarme la fuerza indispensable para avanzar en los instantes de fragilidad, por fortificar mi espíritu y por alumbrar mi mente. Siento una profunda gratitud por permitirme alcanzar uno de los sueños que más anhelaba.

A mis queridos padres, les agradezco por proporcionarme la vida y por el constante sostén que me han brindado a lo largo de mi existencia. Valoro profundamente los valores que me han inculcado, sus consejos sabios, la confianza que han depositado en mí y por haberme educado para ser una persona de bien. Los admiro y respeto de todo corazón.

A mi hermana, le agradezco por estar eternamente a mi lado y ofrecer su soporte incondicional. Además, su presencia es una constante fuente de motivación que me impulsa a esforzarme día a día para ser una mejor persona.

A mis amigos, les agradezco por su soporte inquebrantable en esta desafiante travesía, por colaborar conmigo instantes de alegría y también de fracaso, y por demostrarme que siempre puedo contar con ellos. Su amistad es un tesoro invaluable en mi vida.

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a Dios, quien ha sido mi guía constante en el transcurso de mi vida. Le agradezco por sus bendiciones y por darme la fortaleza necesaria para perseverar en la búsqueda de mis metas sin perder la determinación.

Deseo expresar mi profundo agradecimiento a mis padres por su amor inquebrantable, su incansable esfuerzo y los sacrificios que realizaron a lo largo de los años. Gracias a su apoyo incondicional, estoy aquí hoy y soy la persona que soy. Es un gran orgullo y un verdadero honor ser su hijo; en mis ojos, ustedes son los padres más excepcionales que alguien podría desear tener.

Quiero expresar mi agradecimiento a mi esposa por acompañarme en este ciclo de mi vida y por concederme su apoyo espiritual. Tu presencia y respaldo tienen un valor inmenso para mí.

Quiero expresar mi gratitud a mis amigos por su apoyo inquebrantable en este desafiante sendero. Gracias por compartir conmigo periodos de alegría y también de fracaso, y por demostrarme que siempre puedo contar con ustedes. Su amistad es un tesoro invaluable en mi vida.

AGRADECIMIENTO

Deseamos mostrar nuestra profunda gratitud a Dios, quien constantemente nos colma con Sus bendiciones, nos respalda y direcciona a lo largo de nuestras vidas, dotándonos de saber y perseverancia para lograr con éxito nuestras metas establecidas.

Gracias a nuestros padres y hermanas, y a quienes participaron en este trabajo, nos han brindado el apoyo suficiente para que no fallemos en todos los eventos que a simple vista son complejas y laberínticas.

Queremos expresar nuestro agradecimiento a nuestro asesor por su orientación y apoyo, gracias a los cuales pudimos llevar a cabo este proyecto. También deseamos agradecer a los ingenieros, quienes nos han inspirado a cultivar nuestro talento y aspirar a convertirnos en profesionales destacados de la UNS, compartiendo su sensatez, juicio y asistencia con nosotros.

Índice general

| | |
|---|-------------|
| DEDICATORIA | iii |
| DEDICATORIA | iv |
| AGRADECIMIENTO..... | iv |
| Índice general..... | vi |
| Índice de tablas | xi |
| Índice de figuras | xiii |
| Índice de ecuaciones | xiv |
| RESUMEN | xv |
| ABSTRACT | xvi |
| Capítulo I: INTRODUCCIÓN | 18 |
| 1.1. Antecedentes del problema..... | 18 |
| 1.2. Formulación Del Problema | 20 |
| 1.2.1. Problema General | 20 |
| 1.2.2. Problemas específicos | 20 |
| 1.3. Objetivos..... | 20 |
| 1.3.1. Objetivo General | 20 |
| 1.3.2. Objetivos Específicos..... | 20 |
| 1.4. Justificación e Importancia | 21 |

| | |
|--|-----------|
| 1.5. Formulación De La Hipótesis..... | 22 |
| | |
| Capítulo II: MARCO TEÓRICO | 24 |
| | |
| 2.1. Antecedentes de la investigación: | 24 |
| | |
| 2.1.1. Internacional | 24 |
| 2.1.2. Nacional..... | 26 |
| | |
| 2.2. Marco Conceptual..... | 30 |
| | |
| 2.2.1. Optimización de la pavimentación | 30 |
| 2.2.2. Costos de Mantenimiento | 55 |
| | |
| 2.3. Definición de términos | 60 |
| | |
| 2.4. Marco Normativo | 62 |
| | |
| Capítulo III: METODOLOGÍA..... | 65 |
| | |
| 3.1. Enfoque de investigación | 65 |
| | |
| 3.2. Método | 66 |
| | |
| 3.3. Diseño de investigación..... | 66 |
| | |
| 3.3.1. Población | 67 |
| 3.3.2. Muestra | 68 |
| | |
| 3.4. Operacionalización o categorización de las variables de estudio..... | 69 |
| | |
| 3.4.1. Variable independiente | 69 |
| 3.4.2. Variable dependiente | 69 |
| 3.4.3. Definición Conceptual | 69 |

| | |
|--|------------|
| 3.4.4. <i>Definición Operacional</i> | 69 |
| 3.4.5. <i>Dimensiones</i> | 69 |
| 3.5. <i>Técnica e instrumentos de recolección de datos</i> | 70 |
| 3.6. <i>Técnica de análisis de resultados</i> | 80 |
| Capitulo IV: RESULTADOS | 82 |
| 4.1 <i>Análisis e interpretación de resultados</i> | 82 |
| 4.1.1 <i>Determinación de las características del camino vecinal LI-636</i> | 82 |
| <i>Estudio de mecánica de suelos del camino vecinal LI-636</i> | 82 |
| <i>Calicata 01</i> | 82 |
| <i>Calicata 02</i> | 86 |
| <i>Calicata 03</i> | 90 |
| <i>Calicata 04</i> | 94 |
| <i>Estudio de Topográfico del camino vecinal LI-636</i> | 98 |
| <i>Estudio de Tráfico del camino vecinal LI-636</i> | 98 |
| 4.1.2 <i>Diseño del pavimento flexible, rígido y articulado según con la metodología AASHTO 93 del camino vecinal LI-636</i> | 101 |
| 4.1.3 <i>Rentabilidad de los pavimentos flexible, rígido y articulado mediante la metodología (VAN) y (TIR)</i> | 107 |
| 4.1.4 <i>Prueba de hipótesis</i> | 117 |
| 4.2 <i>Discusión</i> | 120 |
| Capitulo V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 126 |

| | | |
|--------------|---|------------|
| 5.1 | <i>Conclusiones</i> | 126 |
| 5.2 | <i>Recomendaciones</i> | 129 |
| | Capítulo VI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 132 |
| | Capítulo VII: ANEXOS | 141 |
| 7.1 | <i>Anexo 01-Matriz de consistencia</i> | 141 |
| 7.2 | <i>Anexo 02-Matriz de operacionalización de variables</i> | 142 |
| 7.3 | <i>Anexo 03- Estudio de suelos</i> | 143 |
| 7.3.1 | <i>Calicata 01</i> | 143 |
| 7.3.2 | <i>Calicata 02</i> | 150 |
| 7.3.3 | <i>Calicata 03</i> | 157 |
| 7.3.4 | <i>Calicata 04</i> | 164 |
| 7.4 | <i>Anexo 04-Conteo vehicular</i> | 171 |
| 7.5 | <i>Anexo 05-Estudio de trafico</i> | 176 |
| 7.6 | <i>Anexo 06-Diseño del pavimento</i> | 182 |
| 7.7 | <i>Anexo 07-Precios Unitarios del Pavimento Flexible</i> | 188 |
| 7.8 | <i>Anexo 08-Precios Unitarios del Pavimento Rígido</i> | 195 |
| 7.9 | <i>Anexo 09-Precios Unitarios del Pavimento Articulado</i> | 203 |
| 7.10 | <i>Anexo 10-Presupuesto del pavimento flexible</i> | 211 |
| 7.11 | <i>Anexo 11-Presupuesto del pavimento rígido</i> | 213 |
| 7.12 | <i>Anexo 12-Presupuesto del pavimento articulado</i> | 215 |

| | | |
|-------------|--|------------|
| 7.13 | <i>Anexo 13-Applicativo de la Guía simplificada Caminos Vecinales- Análisis Costo</i> | |
| | <i>Beneficio</i> | 217 |
| 7.14 | <i>Anexo 14-Prueba de Hipótesis</i> | 235 |
| 7.15 | <i>Anexo 15-Tablas actualizadas para uso de Guía simplificada</i> | 239 |
| 7.16 | <i>Anexo 16 –Ficha de Observación de topografía</i> | 243 |
| 7.17 | <i>Anexo 17 –Fichas de Validación de Instrumento de Investigación</i> | 244 |
| 7.18 | <i>Anexo 18- Panel fotográfico</i> | 247 |
| 7.19 | <i>– Anexo 19- Planos</i> | 250 |

Índice de tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Valores recomendados de nivel de confiabilidad para una sola etapa de diseño (10 a 20 años) según rango de Tráfico | 35 |
| Tabla 2. Coeficiente Estadístico de la Desviación Estándar Normal (ZR) para una sola etapa de diseño (10 o 20 años) según el nivel de confiabilidad seleccionado y el rango de tráfico. 36 | |
| Tabla 3. Índice de serviciabilidad inicial (Pi) según rango de tráfico | 38 |
| Tabla 4. Índice de Serviciabilidad final (Pt) según rango de tráfico | 39 |
| Tabla 5. Números de repeticiones acumuladas de ejes equivalentes de 8.2 t, en el carril de diseño | 44 |
| Tabla 6. Índice de serviciabilidad inicial (Pi) según rango de tráfico | 45 |
| Tabla 7. Índice de Serviciabilidad final (Pt) según rango de tráfico | 46 |
| Tabla 8. Ensayos para el estudio de suelos. | 51 |
| Tabla 9. Tipo de vehículo | 52 |
| Tabla 10. Factor de distribución direccional y de carril | 53 |
| Tabla 11. Criterio de decisión (VAN)..... | 58 |
| Tabla 12. Ficha de observación para el análisis granulométrico - MTC E 107 | 71 |
| Tabla 13. Ficha de observación determinar los límites de consistencia del suelo - MTC E 110 / MTC E 111 | 71 |
| Tabla 14. Ficha de observación determinar el contenido de humedad del suelo - MTC E 108 | 72 |
| Tabla 15. Ficha de observación determinar el contenido de humedad del suelo - MTC E 115 | 72 |
| Tabla 16. Ficha de observación determinar el contenido de humedad del suelo - MTC E 132 | 73 |
| Tabla 17. Ficha de observación para determinar características topográficas..... | 74 |

| | |
|---|-----|
| Tabla 18. Formato de determinar el conteo vehicular - MTC | 76 |
| Tabla 19. Consistencia del suelo de la calicata 01 | 83 |
| Tabla 20.CBR del suelo de la calicata 01 | 85 |
| Tabla 21. Consistencia del suelo de la calicata 02..... | 87 |
| Tabla 22. CBR del suelo de la calicata 02 | 89 |
| Tabla 23. Consistencia del suelo de la calicata 03..... | 91 |
| Tabla 24. CBR del suelo de la calicata 03 | 93 |
| Tabla 25. Consistencia del suelo de la calicata 04..... | 95 |
| Tabla 26. CBR del suelo de la calicata 04 | 97 |
| Tabla 27. Resumen del conteo vehicular | 98 |
| Tabla 28. ESAL para pavimento flexible y articulado | 99 |
| Tabla 29. ESAL para pavimento rígido | 100 |
| Tabla 30. Parámetros para el diseño del pavimento flexible | 101 |
| Tabla 31. Parámetros para el diseño del pavimento rígido..... | 103 |
| Tabla 32. Parámetros para el diseño del pavimento articulado | 105 |
| Tabla 33. Presupuesto del pavimento flexible | 107 |
| Tabla 34. Presupuesto del pavimento rígido..... | 108 |
| Tabla 35. Presupuesto del pavimento articulado | 109 |
| Tabla 36. VAN y TIR del pavimento flexible. | 110 |
| Tabla 37. VAN y TIR del pavimento rígido | 112 |
| Tabla 38. VAN y TIR del pavimento articulado..... | 114 |
| Tabla 39. Cuadro comparativo de alternativas de pavimentación | 116 |
| Tabla 40. Análisis ANOVA..... | 117 |
| Tabla 41. Análisis Tukey | 118 |

Índice de figuras

| | |
|--|-----|
| Figura 1.Estructura del pavimento flexible y rígido. | 43 |
| Figura 2. Configuración de ejes | 54 |
| Figura 3.Diseño de la investigación Descriptivo Causal explicativo. | 67 |
| Figura 4.Ubicación de las calicatas realizadas..... | 77 |
| Figura 5.Distribución de partículas de la calicata 01 | 82 |
| Figura 6.Relación humedad y densidad seca de la muestra de suelo de la calicata 01..... | 84 |
| Figura 7.Distribución de partículas de la calicata 02..... | 86 |
| Figura 8.Relación humedad y densidad seca de la muestra de suelo de la calicata 02..... | 88 |
| Figura 9.Distribución de partículas de la calicata 03..... | 90 |
| Figura 10.Relación humedad y densidad seca de la muestra de suelo de la calicata 03..... | 92 |
| Figura 11.Distribución de partículas de la calicata 04..... | 94 |
| Figura 12.Relación humedad y densidad seca de la muestra de suelo de la calicata 04..... | 96 |
| Figura 13.Espesores de las capas del pavimento flexible del camino vecinal LI-636..... | 102 |
| Figura 14.Espesores de las capas del pavimento rígido del camino vecinal LI-636..... | 104 |
| Figura 15.Espesores de las capas del pavimento articulado del camino vecinal LI-636..... | 106 |

Índice de ecuaciones

| | |
|---|----|
| Ecuación 1. Numero estructural-pavimento flexible | 47 |
| Ecuación 2. Numero estructural-pavimento articulado | 49 |
| Ecuación 3. VAN | 58 |
| Ecuación 4. TIR | 59 |

RESUMEN

El objetivo principal de la investigación fue optimizar la pavimentación del camino vecinal LI-636 Magdalena de Cao-Ascope-La Libertad, buscando reducir los costos de mantenimiento. Para ello, se llevó a cabo una investigación aplicada, con un enfoque explicativo y un diseño no experimental correlacional. Inicialmente, se realizó un estudio de mecánica de suelos, donde se categorizó el suelo del tramo como “regular” según el Cuadro 4.11 del Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Posteriormente, se desarrolló un estudio topográfico del tramo que se extiende desde las coordenadas 690612.89 m E - 9135544.16 m S hasta 693740.70 m E - 9135354.84 m S. Este análisis reveló que la topografía del área es mayormente llana, con pendientes que varían entre el 1.00% y el 3.00%, condiciones que son favorables para la construcción y el mantenimiento de infraestructura vial. Además, se llevó a cabo un estudio de tráfico, determinando un Índice Medio Diario (IMD) de 139 vehículos por día, lo que proporciona una base para evaluar la demanda y el desgaste esperado del pavimento. Basándose en estos estudios, se diseñaron pavimentos flexible, rígido y articulado según la metodología AASHTO 93. Finalmente, se evaluó la rentabilidad de estos pavimentos mediante la metodología de Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR). Se concluyó que el pavimento flexible es la alternativa más rentable financieramente, ofreciendo un balance óptimo entre la inversión inicial y los costos de mantenimiento. En cambio, el pavimento rígido, a pesar de su robustez, no justificaba su alta inversión bajo las condiciones financieras actuales. Por su parte, el pavimento articulado se presentó como una opción intermedia viable, especialmente en contextos que valoran tanto la funcionalidad como la estética.

Palabras claves: Pavimento , Rentabilidad , Mantenimiento.

ABSTRACT

The main objective of the research was to optimize the paving of the LI-636 Magdalena de Cao-Ascope-La Libertad local road, seeking to reduce maintenance costs. For this, an applied research was carried out, with an explanatory approach and a non-experimental correlational design. Initially, a soil mechanics study was carried out, where the soil of the section was categorized as “regular” according to Table 4.11 of the Highway Manual: Soils, Geology, Geotechnics and Pavements. Subsequently, a topographic study of the section that extends from the coordinates 690612.89 m E - 9135544.16 m S to 693740.70 m E - 9135354.84 m S was developed. This analysis revealed that the topography of the area is mostly flat, with slopes that vary between 1.00 % and 3.00%, conditions that are favorable for the construction and maintenance of road infrastructure. Additionally, a traffic study was carried out, determining an Average Daily Index (ADI) of 139 vehicles per day, which provides a basis for evaluating demand and expected pavement wear. Based on these studies, flexible, rigid and articulated pavements were designed according to the AASHTO 93 methodology. Finally, the profitability of these pavements was evaluated using the Net Present Value (NPV) and Internal Rate of Return (IRR) methodology. It was concluded that flexible pavement is the most financially profitable alternative, offering an optimal balance between the initial investment and maintenance costs. On the other hand, rigid pavement, despite its robustness, did not justify its high investment under current financial conditions. For its part, articulated pavement was presented as a viable intermediate option, especially in contexts that value both functionality and aesthetics.

Keywords: Pavement, Profitability, Maintenance.



INTRODUCCIÓN

Capítulo I: INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes del problema

A nivel internacional, la Asociación Mundial de la Carretera (PIARC, 2021) indica que el 70% de los caminos rurales en países en desarrollo carecen de un adecuado mantenimiento, lo que incrementa los costos de reparación en un 30% anual debido a la falta de estrategias modernas de pavimentación. Ejemplos como India y Kenia han demostrado que el uso de pavimentos estabilizados reduce significativamente los costos operativos (World Bank, 2023).

En Perú, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2023) reporta que el 45% de los caminos vecinales está en mal estado, mientras que solo el 12% cuenta con un mantenimiento adecuado y planificado. La falta de pavimentación afecta directamente la economía y la calidad de vida de los habitantes, especialmente en áreas rurales, donde el 60% de los presupuestos locales se destina a reparaciones de emergencia (MTC, 2023).

En La Libertad, el camino vecinal LI-636 Magdalena de Cao-Ascope presenta un 75% de superficie deteriorada con baches, grietas y deformaciones graves (Gobierno Regional de La Libertad, 2023). Este deterioro aumenta los tiempos de traslado en un 40% y los costos de transporte en un 20%, afectando a más de 5,000 usuarios diarios, en su mayoría agricultores y comerciantes locales (INEI, 2023).

Los residentes del C.P. de Salamanca, asentado en el Dto. de Magdalena del Cao, así como los habitantes de la localidad de Ascope, tienen una demanda urgente de contar con una vía de acceso en condiciones óptimas. Esto les permitiría llevar a cabo la comercialización de productos como la caña de azúcar y el maíz, lo que a su vez contribuiría a un aumento significativo en las transacciones comerciales y el desarrollo económico en estas comunidades.

Las principales causas que agravan esta problemática pueden resumirse en los siguientes aspectos:

- Uso de materiales de baja calidad: Según el MTC (2023), el 80% de los caminos rurales en el país se construyen con materiales locales no procesados, lo que reduce su durabilidad.
- Diseño técnico inadecuado: Más del 60% de las vías rurales en La Libertad no cuentan con estudios geotécnicos ni diseños que soporten el tráfico pesado (Gobierno Regional de La Libertad, 2023).
- Falta de mantenimiento preventivo: Solo el 15% de los caminos vecinales reciben mantenimiento periódico, lo que incrementa los costos de reparación en un 25% anual (Provías, 2022).
- Condiciones climáticas adversas: Según el SENAMHI (2023), las lluvias intensas en La Libertad han aumentado en un 18% en los últimos cinco años, acelerando el deterioro de las vías.

Los efectos que genera la problemática son:

- Incremento en costos: Según el Gobierno Regional de La Libertad (2023), el presupuesto destinado al mantenimiento del camino LI-636 se ha incrementado en un 30% en los últimos cinco años.
- Dificultades de transitabilidad: El estado deficiente de la vía incrementa los tiempos de traslado en un 40%, afectando la economía local (INEI, 2023).
- Impacto en la economía local: Más del 35% de los agricultores reportan pérdidas en sus ingresos debido a las dificultades para transportar sus productos a mercados locales (INEI, 2023).
- Aumento de accidentes: El mal estado del camino contribuye al 15% de los accidentes viales en la región (MTC, 2023).

En el caso específico del tramo del camino vecinal LI-636 que conecta Magdalena de Cao con Ascope en La Libertad, este enfrenta actualmente serios problemas de intransitabilidad debido a su estado deteriorado. Esto ha impedido que los residentes puedan llevar sus productos manufacturados a los mercados regionales y nacionales, lo que ha generado la necesidad de plantear el proyecto de tesis titulado "Optimización de la pavimentación del camino vecinal LI-636 Magdalena de Cao-Ascope-La Libertad para reducir costos de mantenimiento-2023".

1.2. Formulación Del Problema

1.2.1. Problema General

Esto lleva a preguntar: **¿Cuál es la óptima pavimentación del camino vecinal LI-636 Magdalena de Cao-Ascope-La Libertad para reducir costos de mantenimiento?**

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Qué características presenta la superficie terrestre del camino vecinal LI-636 ?
- ¿Qué diseño posee el pavimento rígido, flexible y articulado del camino vecinal LI-636?
- ¿Qué pavimento Rígido, Flexible o articulado presenta menor costo de mantenimiento y presenta mejor relación beneficio/costo en función a la metodología del (VAN) y (TIR)?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

- Optimizar la pavimentación del camino vecinal LI-636 Magdalena de Cao-Ascope-La Libertad para reducir costos de mantenimiento.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Determinar las características del camino vecinal LI-636.
- Realizar el diseño del pavimento flexible, rígido y articulado según con la metodología AASHTO 93 para el camino vecinal LI-636.

- Evaluar la rentabilidad de los pavimentos flexible, rígido y articulado mediante la metodología (VAN) y (TIR) para reducir costos de mantenimiento.

1.4. Justificación e Importancia

La justificación académica de esta investigación radicó en el estímulo que proporcionó a los estudiantes de Ingeniería para realizar investigaciones en profundidad y buscar información en diversas fuentes, como libros, normativas actuales, material bibliográfico y estudios relacionados con el diseño de pavimentos flexibles, rígidos y articulados, siguiendo el método AASHTO 93. Además, se abordó el análisis económico mediante las metodologías del Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR). A través de este proyecto de investigación, los estudiantes de Ingeniería Civil pudieron aplicar los conocimientos adquiridos durante su formación académica para contribuir a la mejora de la pavimentación en el camino vecinal LI-636, asegurando que cumpliera con los estándares establecidos por la normativa vigente. Esta investigación no solo les proporcionó una oportunidad para aplicar teorías y conceptos aprendidos, sino que también fomentó la adquisición de habilidades prácticas y la capacidad de abordar desafíos reales en el campo de la ingeniería civil.

La justificación social de esta investigación fue significativa, ya que tuvo un impacto directo en la comunidad que utilizaba el centro poblado de Salamanca, Magdalena del Cao y Ascope como parte de su vida cotidiana. La mejora en la pavimentación del camino vecinal LI-636 conllevó múltiples beneficios para la población local y la sociedad en general. En primer lugar, la reducción del costo de mantenimiento y la minimización del polvo en la carretera contribuyeron a mejorar la salud y la calidad de vida de los residentes de la zona. Además, la disminución de los tiempos de viaje y los costos asociados al mantenimiento de vehículos beneficiaron tanto a los habitantes locales como a los visitantes, lo que llevó a un transporte más eficiente y económico. Asimismo, la mejora en la pavimentación ayudó a prevenir accidentes y redujo la inoperatividad del camino, lo que a su vez promovió la seguridad vial y

la accesibilidad. Por último, al facilitar el comercio en la zona, esta investigación contribuyó de manera directa a la economía local y, en última instancia, al desarrollo económico del país en su conjunto.

La justificación técnica de esta investigación fue sólida y fundamental, ya que buscó establecer una base de datos para el diseño de pavimentos rígidos, flexibles y articulados de acuerdo con la metodología AASHTO 93. El propósito principal fue mejorar la transitabilidad del camino vecinal y evaluar la rentabilidad de los pavimentos utilizando los métodos del Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR). Esta investigación sentó las bases para futuros proyectos relacionados con el diseño de pavimentos, proporcionando un enfoque más sólido y fundamentado. Al lograr una mayor durabilidad en los pavimentos, se reducirán significativamente los costos de mantenimiento y rehabilitación a lo largo del tiempo, lo que a su vez generará un ahorro considerable para el estado.

La investigación es importante porque fomenta la formación integral de los estudiantes de Ingeniería, mejora la calidad de vida y seguridad vial de la comunidad, y establece una base sólida y rentable para futuros proyectos de pavimentación.

1.5. Formulación De La Hipótesis

El pavimento flexible es la alternativa óptima de pavimentación frente al pavimento rígido y articulado para reducir costos de mantenimiento del camino vecinal LI-636 Magdalena de Cao-Ascope-La Libertad.



MARCO TEÓRICO

Capítulo II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación:

2.1.1. Internacional

Pisciotti y Gutiérrez (2024) llevaron a cabo la investigación titulada: Propuesta de diseño de pavimento para el mejoramiento de la vía que comprende el tramo desde el Colegio Departamental, km 1 hasta el Barrio Simón Bolívar, km 1+800 del municipio de Cabrera, Cundinamarca. El propósito del estudio fue plantear un diseño de pavimento que garantizara seguridad y eficiencia para mejorar la movilidad en el tramo especificado, considerando factores geotécnicos, de tráfico y ambientales. La investigación se desarrolló bajo un enfoque mixto (cualitativo y cuantitativo), con un diseño no experimental y un enfoque descriptivo y aplicado. La muestra consistió en inspecciones visuales realizadas en los 800 metros de la vía, complementadas con análisis de tráfico mediante aforos vehiculares y estudios de suelos que incluyeron pruebas de CBR, granulometría y límites de Atterberg. Los instrumentos empleados incluyeron observación directa, registros fotográficos, ensayos de laboratorio y software de diseño de pavimentos como INVIAS y PCA. Los resultados mostraron que la vía presenta un deterioro considerable, evidenciado en bacheos, erosión y deficiencias en el sistema de drenaje. En respuesta, se diseñó una solución de pavimento rígido que incluye una losa de concreto de 21 cm de espesor, una sub-base granular de 15 cm y un mejoramiento de la sub-rasante mediante un afirmado de 20 cm. En conclusión, el diseño propuesto asegura una mejora significativa en la transitabilidad, ofreciendo una solución duradera y eficiente que reduce los costos de mantenimiento vehicular a largo plazo.

Gaviria (2024) desarrolló una investigación titulada: Caracterización de subrasante y diseño de pavimento articulado-flexible para la urbanización Villa Cecilia, Girardot, Cundinamarca. El objetivo general fue realizar la caracterización de la subrasante para diseñar la estructura de un pavimento articulado y flexible en esta urbanización. La investigación tuvo un enfoque mixto

(cuantitativo y cualitativo) y se clasificó como descriptiva y aplicada, utilizando un diseño no experimental transversal. La muestra estuvo constituida por materiales extraídos de calicatas de dimensiones 40 cm x 40 cm x 80 cm y datos de tránsito vehicular con un TPD de 93 vehículos. Los instrumentos empleados incluyeron estudios de laboratorio, como granulometría, límites de Atterberg, Proctor modificado y CBR, además del aforo vehicular. Los resultados evidenciaron que el suelo de la subrasante corresponde a la clasificación A-2-4, con un índice de plasticidad bajo y una capacidad portante adecuada según los ensayos de CBR. Como resultado del análisis, el diseño de pavimento flexible fue identificado como la mejor alternativa, debido a su costo de mantenimiento más bajo y su facilidad de implementación en las condiciones específicas del terreno. En conclusión, se determinó que el pavimento flexible representa una solución óptima y sostenible para satisfacer las necesidades de movilidad en la urbanización Villa Cecilia.

Rodríguez (2023) llevó a cabo una investigación titulada: Análisis de alternativas y rediseño de pavimento flexible y rígido por el método AASHTO 93 de la calle Hernán Malo para 10 años. El objetivo principal fue rediseñar el pavimento de dicha calle utilizando la metodología AASHTO 93, evaluando alternativas de pavimento rígido y flexible, mientras se consideraban las condiciones locales específicas. La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo y un diseño no experimental transversal, clasificándose como descriptiva. La muestra estuvo constituida por 46,171 vehículos, registrados durante una semana a través de contadores manuales y cámaras. Los resultados indicaron que el pavimento flexible presentaba ventajas significativas debido a su adaptabilidad a las características del tránsito, el nivel de saturación registrado y la facilidad de mantenimiento en una zona predominantemente escolar y residencial. En conclusión, se determinó que el pavimento flexible es la alternativa más adecuada para el rediseño de la calle Hernán Malo, ya que responde mejor a las necesidades locales y ofrece ventajas técnicas en términos de construcción y mantenimiento.

Durán y Sánchez (2021) llevaron a cabo la investigación titulada: Análisis comparativo de los aspectos técnicos, económicos y ambientales entre un diseño de pavimento rígido y uno de pavimento flexible para la ciudad de Bogotá D.C. . El estudio tuvo como objetivo general comparar las alternativas de diseño de pavimento rígido y flexible en términos técnicos, económicos y ambientales, utilizando el software Athena Pavement LCA. La investigación se enmarcó en un enfoque cuantitativo, con un diseño no experimental transversal, y se clasificó como descriptiva y aplicada. La muestra del estudio consistió en segmentos viales locales ubicados en la UPZ Corabastos, localidad de Kennedy, Bogotá. Los instrumentos empleados incluyeron el software Athena Pavement LCA, metodologías como AASHTO 93, INVIAS e IDU, así como estudios de tránsito y exploración geotécnica. Los resultados indicaron diferencias significativas entre ambas alternativas: el pavimento flexible presentó menores costos iniciales, mientras que el pavimento rígido demostró mayor sostenibilidad a largo plazo debido a su durabilidad y menor impacto ambiental. En conclusión, se determinaron que la elección entre pavimento rígido y flexible debe alinearse con las prioridades específicas del proyecto. Aunque el pavimento rígido implica un mayor costo inicial, ofrece ventajas importantes en términos de durabilidad y sostenibilidad ambiental, destacándose como la opción preferible cuando se prioriza el impacto a largo plazo.

2.1.2. Nacional

Barriga y De La Cruz (2023) en el trabajo titulado: Alternativa óptima de pavimentación para el tramo Panamericana Norte km 443 hasta Puerto Santa. El objetivo de esta investigación fue determinar el tipo de pavimentación más adecuado, tanto estructural como económicamente, para un tramo específico de carretera en Perú. Clasificada como una investigación aplicada y descriptiva, adoptó un enfoque mixto para evaluar las alternativas de pavimentación flexible, rígida y articulada. La metodología empleada incluyó el análisis de la estructura de los pavimentos mediante la metodología AASHTO 93 y una evaluación económica a corto y largo

plazo utilizando el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR). Los hallazgos revelaron que la alternativa de tratamiento superficial bicapa más cemento asfáltico era la más rentable, tanto a corto como a largo plazo. Estos resultados se vieron respaldados por análisis adicionales que demostraron que este método no solo era más eficiente en términos de costos, sino también adecuado para las condiciones específicas del sitio evaluado. En base a estos análisis exhaustivos de los costos de inversión y mantenimiento, así como de la funcionalidad y durabilidad de la pavimentación, el estudio concluyó recomendando la implementación del tratamiento superficial bicapa más cemento asfáltico como la mejor alternativa de pavimentación para el tramo estudiado. Esta recomendación resalta la rentabilidad y la adecuación del método a las condiciones locales.

Reategui y Alvarado (2021), en la investigación realizada por titulada: 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 de El Dorado - San Martín; llevada a cabo en Tarapoto, se realizó esta investigación de enfoque aplicado. El propósito primordial de esta investigación fue realizar un estudio completo para perfeccionar el camino vecinal que conecta las comunidades CC.PP. San Juan de Talliquihui y CC.PP. Machu Picchu. Este estudio se realizó de acuerdo con las directrices en efecto. La metodología puesta en práctica se caracterizó por tener un enfoque cuantitativo de nivel explicativo, y el diseño del estudio fue descriptivo. La conjunto y subconjunto de estudio se centraron en la ruta vecinal que se extiende desde CC.PP. San Juan de Talliquihui hasta CC.PP. Machu Picchu, con una longitud de 18.833 km. Los datos encontrados indicaron que el suelo en la zona de estudio se fraccionó en dos sectores, siendo el tramo del km 0+000 al km 16+000 de calidad regular y el tramo del km 16+000 al km 18+833 de calidad pobre. Además, se determinó que el promedio del Índice de Modulo Dinámico Aparente (IMDA) era de 4, lo que indica un tráfico de bajo volumen en la vía. Como conclusión, se recomendó un espesor de pavimento de 20 cm y un ancho de vía

de 3.60 metros. Además, se observó que en el camino vecinal circula principalmente un único tipo de vehículo, la camioneta rural.

Franco y Vargas (2021) desarrollaron la investigación titulada: Análisis comparativo entre el diseño estructural del pavimento flexible, rígido y articulado en el sector Villa Judicial – Distrito de Huanchaco – Trujillo – La Libertad. El objetivo principal fue determinar, mediante un análisis comparativo, el diseño estructural más adecuado para las calles principales del sector Villa Judicial, considerando alternativas de pavimentos flexible, rígido y articulado. La investigación fue de tipo descriptiva y aplicada, con un enfoque cuantitativo y un diseño no experimental transversal. La muestra incluyó calles principales del sector, como la calle Los Tulipanes y las avenidas Alan García y El Sol. Los instrumentos utilizados abarcaron estudios de tránsito vehicular mediante conteos vehiculares, análisis de suelos utilizando ensayos de CBR, y herramientas como AutoCAD y S10 Costos y Presupuestos. Los resultados indicaron que el pavimento rígido destacó por su durabilidad y capacidad para soportar condiciones adversas, mientras que el pavimento flexible ofrecía costos de implementación inicial más bajos, y el pavimento articulado mostraba ventajas intermedias en costo y sostenibilidad. En conclusión, los autores recomendaron el pavimento rígido como la mejor opción para el sector Villa Judicial, dado su bajo requerimiento de mantenimiento y su alta durabilidad, lo que lo hace ideal para las condiciones específicas de la zona.

Heras y Ramírez (2020) realizaron la investigación titulada: Evaluación técnica y económica de propuestas de diseño de pavimentos flexibles, rígidos y articulados para el centro poblado de Farias, distrito de Chocope, provincia de Ascope – La Libertad. El objetivo general fue evaluar técnicamente y económicamente diferentes alternativas de pavimentación para identificar la opción más adecuada según las condiciones locales. El estudio, de tipo descriptivo y aplicado, adoptó un enfoque cuantitativo y un diseño no experimental transversal. La muestra incluyó un tramo vial del centro poblado de Farias, donde se analizaron datos de tráfico

vehicular y propiedades del suelo. Los instrumentos utilizados abarcaron estudios de laboratorio, como ensayos de CBR y Proctor, análisis de tráfico vehicular y estimaciones de costos asociados a cada tipo de pavimento. Los resultados mostraron que el pavimento articulado representaba una solución intermedia en términos de costo y sostenibilidad, el pavimento rígido ofrecía la mayor durabilidad a cambio de una mayor inversión inicial, y el pavimento flexible, aunque más económico inicialmente, presentaba costos de mantenimiento más elevados a largo plazo. En conclusión, se recomendó el pavimento articulado como la alternativa más equilibrada para el centro poblado de Farias, al ofrecer una adecuada relación costo-beneficio, acorde con las características del tráfico y del suelo en la zona.

2.2. Marco Conceptual

2.2.1. Optimización de la pavimentación

Según Maldonado (2021), la optimización de la pavimentación, en esencia, es el proceso mediante el cual se mejoran los diseños, la construcción y el mantenimiento de las superficies pavimentadas para maximizar su desempeño y longevidad, minimizando a su vez los costos y los impactos ambientales. Para lograr esto, se siguen diversos pasos interrelacionados, cada uno con un propósito específico y un impacto significativo en el resultado final. En primer lugar, la selección de materiales adecuados es fundamental. Aquí, se evalúan diversas opciones para identificar aquellos que proporcionen la mejor combinación de durabilidad, coste y sostenibilidad. Por consiguiente, se eligen materiales que no solo soporten el uso intensivo y las condiciones climáticas adversas, sino que también sean económicamente viables y ambientalmente responsables (Amaya y Toribio,2022).

A continuación, se procede al diseño estructural. Aplicando principios avanzados de ingeniería, se desarrollan diseños que puedan soportar las cargas de tráfico previstas, así como otras condiciones ambientales. Este diseño estructural es crucial, pues garantiza que el pavimento tenga la resistencia y flexibilidad necesarias para su uso prolongado (Terán y Sandoval,2021).

Posteriormente, se implementan metodologías de construcción eficientes. Mediante técnicas precisas y controladas, se asegura que la calidad y uniformidad del pavimento sean óptimas. Esto incluye el uso de tecnologías modernas y prácticas de construcción que optimicen el proceso y reduzcan los desperdicios (Maldonado,2021). De igual importancia es el mantenimiento preventivo y correctivo. Establecer planes de mantenimiento regular permite prevenir el deterioro prematuro y aplicar reparaciones oportunas y eficaces cuando sea necesario. Así, se extiende la vida útil del pavimento y se evitan reparaciones costosas y disruptivas en el futuro (Amaya y Toribio,2022).

Asimismo, es esencial realizar un análisis económico exhaustivo. Evaluando los costos de ciclo de vida (LCCA) de las diferentes opciones de pavimentación, se determina cuál es la más rentable a largo plazo. Este análisis asegura que los recursos invertidos generen el máximo beneficio posible (Terán y Sandoval ,2021). Finalmente, la sostenibilidad ambiental es un componente crítico en la optimización de la pavimentación. Incorporar prácticas y materiales que reduzcan la huella ambiental de las actividades de pavimentación, como el uso de materiales reciclados y tecnologías ecológicas, contribuye a una infraestructura más sostenible y responsable (Maldonado,2021).

2.2.1.1.Pavimento rígido Según Amaya y Toribio (2022), las losas de hormigón armado o simple se colocan en forma directa sobre la base o subbase del pavimento. Las losas de hormigón son capaces de absorber y distribuir una parte importante de las cargas causadas por los vehículos debido a su dureza y alto “E”. Esto conduce en una transmisión de esfuerzos relativamente bajos a la subrasante, que es el suelo debajo del pavimento, ya sea natural o preparado.

Briceño y Aranivar (2022), se componen en su mayoría de una losa de concreto que se coloca en forma directa sobre la subrasante, que es el suelo natural o preparado presente debajo del pavimento. En algunas situaciones, se incluye una capa intermedia de material seleccionado conocida como base. La presencia de esta capa de base entre la losa de concreto y la subrasante es esencial cuando la subrasante no satisface los términos necesarios para tolerar las fuerzas aplicadas por el tráfico vehicular. En resumen, se aprovecha la base para mejorar los atributos de soporte de la subrasante y asegurar que el pavimento pueda resistir las cargas sin deformarse ni deteriorarse prematuramente.

Jaimes (2020), este tipo particular de pavimento consiste en una losa de hormigón hidráulico, que es una mezcla de cemento, agua y áridos con cualidades de resistencia al agua y endurecimiento. Se coloca sobre la subrasante o sobre una capa de una sustancia particular

llamada subbase, que es necesaria para ofrecer soporte adicional y longevidad. Las losas de hormigón pueden dispersar las fuerzas sobre grandes regiones y transmitir la presión al suelo de cimentación con una magnitud reducida debido a la rigidez y a la elevada ecuación hidráulica de los pavimentos rígidos. Como resultado, incluso en situaciones en las que la subrasante contiene parches menos resistentes, la respuesta del pavimento rígido a las fuerzas mecánicas sigue siendo adecuada.

2.2.1.1.1. Elementos del Pavimento rígido. Las capas que componen el pavimento rígido incluyen la subrasante, la subbase y la losa.

- La subrasante:

Porras y Ríos (2022), se encuentra en la parte inferior del pavimento rígido y es responsable de proporcionar estabilidad al sistema. Está compuesta por material seleccionado que se compacta hasta alcanzar al menos el 95% de su MDS y debe tener un CBR mayor a 6%. Su función primordial consiste en brindar una base sólida y resistente para las capas superiores del pavimento, así como en distribuir de manera adecuada las cargas provenientes de la subbase y del tráfico vehicular.

Amaya y Toribio (2022), la subrasante es la capa más profunda y se encuentra en contacto directo con el suelo natural. Su finalidad fundamental es distribuir un soporte uniforme y estable para el pavimento. Debe tener una alta capacidad de carga para resistir las cargas generadas por el tráfico vehicular sin deformarse de manera significativa.

Según Bazán y Vargas (2021), la capa de suelo natural o terreno que sirve como base para la estructura del pavimento de una carretera se conoce como subrasante. Esta capa se extiende hasta que la carga del diseño correspondiente al tráfico previsto no la afecte. Su rol fundamental es brindar una base sólida y estable para el pavimento y distribuir de manera efectiva las fuerzas impuestas producidas por el tráfico vehicular.

- La subbase:

Según Amaya y Toribio (2022), la subbase se sitúa entre la subrasante y la losa de concreto. Está compuesta generalmente de material granular o estabilizador. Una de sus funciones clave es prevenir el bombeo de suelos de grano fino desde la subrasante hacia la losa. Además, contribuye a distribuir las cargas de manera uniforme sobre la subrasante y proporciona un soporte adicional a la losa.

Según Horna (2021), esta capa ayuda a reducir la carga y los esfuerzos que llegan al concreto, su construcción suele ser más costosa en comparación con otras alternativas de infraestructura. Esta capa cumple la función de proporcionar un soporte adicional y mejorar la distribución de cargas, lo que contribuye a la durabilidad y el rendimiento del pavimento. A pesar de su costo, suele ser esencial para garantizar la integridad y la vida útil del pavimento rígido.

Según Porras y Ríos (2022), es una capa intermedia en la estructura de un pavimento rígido que soporta la losa de concreto hidráulico. Está compuesta por material granular seleccionado y tiene como objetivo principal sostener, distribuir y transmitir las cargas generadas por los ejes de los vehículos que transitan sobre ella. Para garantizar su adecuado desempeño, la subbase de un pavimento rígido debe cumplir con ciertos parámetros mínimos, como tener un CBR (California Bearing Ratio) igual o mayor al 80%. Esto asegura que la subbase sea lo suficientemente resistente y capaz de soportar las cargas del tráfico de manera efectiva.

- Losa:

Según Amaya y Toribio (2022), la losa es la capa superior del pavimento rígido y se caracteriza por su alta rigidez y módulo de elasticidad. Esta capa tiene la capacidad de soportar la mayoría de las cargas vehiculares y distribuirlas de manera eficiente. Por lo general, está hecha de concreto, específicamente de cemento Portland. La losa de concreto es la parte visible del pavimento y la que está diseñada para resistir el desgaste y proporcionar una superficie de rodadura duradera. En conjunto, estas tres capas trabajan de manera coordinada para proporcionar una estructura resistente y duradera en los pavimentos rígidos, asegurando que puedan soportar el tráfico vehicular y mantener una superficie de rodadura de calidad a lo largo del tiempo.

Según Horna (2021), la primera base, que se conoce como "Portland Cement Concrete" (Concreto de Cemento Portland), consiste en la losa de concreto que se encuentra en contacto directo con las cargas del tráfico. Cumple funciones similares a las de un pavimento de carpeta asfáltica en términos de soportar la carga y proporcionar una superficie transitable.

Según Porras y Ríos (2022), es la capa superior del pavimento rígido que está expuesta a las condiciones climáticas, cargas vehiculares y otros factores. Su función principal es impermeabilizar y proteger las capas inferiores del pavimento, lo que contribuye a prolongar la vida útil del pavimento y a proporcionar una superficie transitable segura y duradera. Esta capa suele estar compuesta por materiales especiales diseñados para resistir el desgaste causado por el tráfico y las condiciones ambientales.

2.2.1.1.2. Parámetros de Diseño del Pavimento rígido. Los parámetros de Diseño para el pavimento según la MTC(2014) son las siguientes:

- Confiabilidad (%R)

Según el Manual de Carreteras, Sección Suelos y Pavimentos (2014), El método AASHTO incorpora el criterio de la confiabilidad (%R) que representa la probabilidad que una determinada estructura se comporte, durante su período de diseño, de acuerdo con lo previsto. Esta probabilidad está en función de la variabilidad de los factores que influyen sobre la estructura del pavimento y su comportamiento; sin embargo, solicitudes diferentes a las esperadas, como, por ejemplo, calidad de la construcción, condiciones climáticas extraordinarias, crecimiento excepcional del tráfico pesado mayor a lo previsto y otros factores, pueden reducir la vida útil prevista de un pavimento.

Tabla 1

Valores recomendados de nivel de confiabilidad para una sola etapa de diseño (10 a 20 años) según rango de Tráfico

| Tipo de caminos | Tráfico | Ejes equivalentes acumulados | | Nivel de confiabilidad (r) |
|-------------------------------------|---------|------------------------------|------------|----------------------------|
| Caminos de Bajo volumen de tránsito | TP0 | 75,000 | 150,000 | 65% |
| | TP1 | 150,001 | 300,000 | 70% |
| | TP2 | 300,001 | 500,000 | 75% |
| | TP3 | 500,001 | 750,000 | 80% |
| | TP4 | 750,001 | 1,000,000 | 80% |
| | TP5 | 1,000,001 | 15,000,000 | 85% |
| | TP6 | 1,500,001 | 3,000,000 | 85% |
| | TP7 | 3,000,001 | 5,000,000 | 85% |
| | TP8 | 7,500,001 | 7,500,000 | 90% |
| | TP9 | 10'000,001 | 10'000,000 | 90% |
| Restos de Caminos | TP10 | 12'500,001 | 12'500,000 | 90% |
| | TP11 | 15'000,001 | 15'000,000 | 90% |
| | TP12 | 20'000,001 | 20'000,000 | 95% |
| | TP13 | 20'000,001 | 25'000,000 | 95% |
| | TP14 | 25'000,001 | 30'000,000 | 95% |
| | TP15 | | >30'000,00 | 95% |

Fuente: De "Manual de Carreteras, Sección Suelos y Pavimentos" por MTC, 2014, *Cuadro 12.6, pg. 123.*

- Coeficiente Estadístico de Desviación Estándar Normal (Z_r)

Según el Manual de Carreteras, Sección Suelos y Pavimentos (2014), El coeficiente estadístico de Desviación Estándar Normal (Z_R) representa el valor de la Confiabilidad seleccionada, para un conjunto de datos en una distribución normal.

Tabla 2

Coeficiente Estadístico de la Desviación Estándar Normal (Z_R) para una sola etapa de diseño (10 o 20 años) según el nivel de confiabilidad seleccionado y el rango de tráfico.

| TIPO DE CAMINOS | TRÁFICO | EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS | | DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Z_R) |
|-------------------------------------|------------------|------------------------------|------------|--------------------------------------|
| Caminos de Bajo volumen de tránsito | T _{P0} | 75,000 | 150,000 | -0.385 |
| | T _{P1} | 150,001 | 300,000 | -0.524 |
| | T _{P2} | 300,001 | 500,000 | -0.674 |
| | T _{P3} | 500,001 | 750,000 | -0.842 |
| | T _{P4} | 750,001 | 1,000,000 | -0.842 |
| | T _{P5} | 1,000,001 | 15,000,000 | -1.036 |
| | T _{P6} | 1,500,001 | 3,000,000 | -1.036 |
| | T _{P7} | 3,000,001 | 5,000,000 | -1.282 |
| | T _{P8} | 7,500,001 | 7,500,000 | -1.282 |
| | T _{P9} | 10'000,001 | 10'000,000 | -1.282 |
| | T _{P10} | 12'500,001 | 12'500,000 | -1.282 |
| | T _{P11} | 15'000,001 | 15'000,000 | -1.282 |
| | T _{P12} | 20'000,001 | 20'000,000 | -1.645 |
| Restos de Caminos | T _{P13} | 20'000,001 | 25'000,000 | -1.645 |
| | T _{P14} | 25'000,001 | 30'000,000 | -1.645 |
| | T _{P15} | | >30'000,00 | -1.645 |

Fuente: De "Manual de Carreteras, Sección Suelos y Pavimentos" por MTC, 2014, *Cuadro 12.8, pg. 125.*

- Desviación estándar Combinada (S_o)

Según el Manual de Carreteras, Sección Suelos y Pavimentos (2014), La Desviación Estándar Combinada (S_o), es un valor que toma en cuenta la variabilidad esperada de la predicción del tránsito y de los otros factores que afectan el comportamiento del pavimento; como, por ejemplo, construcción, medio ambiente, incertidumbre del modelo. La Guía AASHTO recomienda adoptar para los pavimentos flexibles, valores de S_o comprendidos entre 0.40 y 0.50, en el presente Manual se adopta para los diseños recomendados el valor de 0.45.

- Índice de servicialidad presente (PSI)

Según el Manual de Carreteras, Sección Suelos y Pavimentos (2014), el Índice de Serviciabilidad Presente es la comodidad de circulación ofrecida al usuario. Su valor varía de 0 a 5. Un valor de 5 refleja la mejor comodidad teórica (difícil de alcanzar) y por el contrario un valor de 0 refleja el peor. Cuando la condición de la vía decrece por deterioro, el PSI también decrece.

- Serviciabilidad Inicial (P_i)

Según el Manual de Carreteras, Sección Suelos y Pavimentos (2014), La Serviciabilidad Inicial (P_i) es la condición de una vía recientemente construida.

Tabla 3

Índice de serviciabilidad inicial (P_i) según rango de tráfico

| TIPO DE CAMINOS | TRÁFICO | EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS | | DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Z_R) |
|-------------------------------------|------------------|------------------------------|------------|--------------------------------------|
| Caminos de Bajo volumen de tránsito | T _{P0} | 75,000 | 150,000 | 3.8 |
| | T _{P1} | 150,001 | 300,000 | 3.8 |
| | T _{P2} | 300,001 | 500,000 | 3.8 |
| | T _{P3} | 500,001 | 750,000 | 3.8 |
| | T _{P4} | 750,001 | 1,000,000 | 3.8 |
| | T _{P5} | 1,000,001 | 15,000,000 | 4 |
| | T _{P6} | 1,500,001 | 3,000,000 | 4 |
| | T _{P7} | 3,000,001 | 5,000,000 | 4 |
| | T _{P8} | 7,500,001 | 7,500,000 | 4 |
| | T _{P9} | 10'000,001 | 10'000,000 | 4 |
| | T _{P10} | 12'500,001 | 12'500,000 | 4 |
| | T _{P11} | 15'000,001 | 15'000,000 | 4 |
| Restos de Caminos | T _{P12} | 20'000,001 | 20'000,000 | 4.2 |
| | T _{P13} | 20'000,001 | 25'000,000 | 4.2 |
| | T _{P14} | 25'000,001 | 30'000,000 | 4.2 |
| | T _{P15} | >30'000,00 | | 4.2 |

Fuente: De "Manual de Carreteras, Sección Suelos y Pavimentos" por MTC, 2014, *Cuadro 12.8, pg. 125.*

- **Serviciabilidad Final (P_f)**

Según el Manual de Carreteras, Sección Suelos y Pavimentos (2014), La Serviciabilidad

Inicial (P_i) es la condición de una vía recientemente construida.

Tabla 4
Índice de Serviciabilidad final (Pt) según rango de tráfico

| TIPO DE CAMINOS | TRÁFICO | EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS | | ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL |
|-------------------------------------|------------------|------------------------------|------------|---------------------------------|
| | | | | (Pt) |
| Caminos de Bajo volumen de tránsito | T _{P0} | 75,000 | 2 | 3.8 |
| | T _{P1} | 150,001 | 2 | 3.8 |
| | T _{P2} | 300,001 | 2 | 3.8 |
| | T _{P3} | 500,001 | 2 | 3.8 |
| | T _{P4} | 750,001 | 2 | 3.8 |
| | T _{P5} | 1,000,001 | 2.5 | 4 |
| | T _{P6} | 1,500,001 | 2.5 | 4 |
| | T _{P7} | 3,000,001 | 2.5 | 4 |
| | T _{P8} | 7,500,001 | 2.5 | 4 |
| | T _{P9} | 10'000,001 | 2.5 | 4 |
| | T _{P10} | 12'500,001 | 2.5 | 4 |
| | T _{P11} | 15'000,001 | 2.5 | 4 |
| | T _{P12} | 20'000,001 | 3 | 4.2 |
| Restos de Caminos | T _{P13} | 20'000,001 | 3 | 4.2 |
| | T _{P14} | 25'000,001 | 3 | 4.2 |
| | T _{P15} | >30'000,00 | 3 | 3 |

Fuente: De “Manual de Carreteras, Sección Suelos y Pavimentos” por MTC, 2014, *Cuadro 12.10*, pg. 126.

- Diferencial de Serviciabilidad (Psi)

Según el Manual de Carreteras, Sección Suelos y Pavimentos (2014), (Δ PSI) es la diferencia entre la Serviciabilidad Inicial y Terminal asumida para el proyecto en desarrollo.

- Resistencia a la flexotracción del concreto (MR)

Según el Manual de Carreteras, Sección Suelos y Pavimentos (2014), Debido a que los pavimentos de concreto trabajan principalmente a flexiones que se introduce este parámetro en la ecuación AASHTO 93. El módulo de rotura (Mr) esta normalizado por ASTM C – 78. En el ensayo el concreto es muestreado en vigas. A los 28 días las vigas deberán ser ensayadas aplicando cargas en los tercios, y forzando la falla en el tercio central de la viga.

- Módulo de elasticidad del concreto (E_c)

Según la Norma Técnica E.060 (2023), el módulo de elasticidad del concreto es una propiedad mecánica que refleja la habilidad que tiene el concreto para deformarse elásticamente, el cual puede ser obtenido aplicando cargas conocidas sobre un espécimen para evaluar la deformación del material

- Coeficiente de drenaje (C_d)

Según el Manual de Carreteras, Sección Suelos y Pavimentos (2014), El coeficiente de drenaje C_d varía entre 0.70 y 1.25, según las condiciones antes mencionadas. Un C_d alto implica un buen drenaje y esto favorece a la estructura, reduciendo el espesor de concreto a calcular. Para la definición de las secciones de estructuras de pavimento del presente Manual, el coeficiente de drenaje para las capas granulares asumido, fue de 1.00.

- Coeficiente de transferencia de cargas (J)

Según el Manual de Carreteras, Sección Suelos y Pavimentos (2014), Es un parámetro empleado para el diseño de pavimentos de concreto que expresa la capacidad de la estructura como transmisora de cargas entre juntas y fisuras. Sus valores dependen del tipo de pavimento de concreto a construir, la existencia o no de berma lateral y su tipo, la existencia o no de dispositivos de transmisión de cargas. El valor de J es directamente proporcional al valor final del espesor de losa de concreto. Es decir, a menor valor de J , menor espesor de concreto.

2.2.1.2. Pavimento flexible Según Amaya y Toribio (2022) se refiere a los pavimentos flexibles. Estos pavimentos se caracterizan por su capacidad para flexionar y ajustarse a las cargas que actúan sobre ellos. La estructura de un pavimento flexible generalmente incluye una capa bituminosa que se apoya sobre una base y una subbase. En un pavimento flexible típico, la capa bituminosa, también conocida como capa de asfalto, es la superficie de rodadura que está en contacto directo con los neumáticos de los vehículos. Esta capa tiene la capacidad de deformarse y flexionar bajo la carga del tráfico, lo que ayuda a distribuir las cargas de manera efectiva y a absorber las tensiones generadas por la circulación de vehículos.

Según Enríquez y Mena (2018) se refiere a un tipo específico de pavimento conocido como "tratamiento superficial bituminoso." Este tipo de pavimento se compone de varias capas, que incluyen capas granulares y una capa superficial bituminosa fría. Según Chávez (2018), es una variedad de pavimento se atribuye por tener una capa superficial compuesta por material bituminoso o mezcolanza asfáltica, que se soporta sobre capas de material granular. A medida que se desciende desde la capa superficial hacia la subrasante (el suelo natural o preparado debajo del pavimento), generalmente se encuentra una disminución en la calidad y habilidad de soporte de las capas granulares.

2.2.1.3. Elementos del Pavimento flexible Las capas que componen el pavimento rígido incluyen la subrasante, la base, la subbase y la carpeta asfáltica.

- La subrasante:

Según Cueva y Tume(2021), es la capa ubicada más abajo en la estructura de un pavimento. A diferencia de las capas superiores, como la base y la capa de asfalto o concreto, la subrasante generalmente consiste en el suelo natural existente en el sitio o en material de préstamo que se coloca y compacta para proporcionar un soporte adecuado al pavimento. Su función principal es servir como la base del pavimento y asegurar que tenga un apoyo uniforme y estable. Para que la subrasante cumpla con su función de proporcionar un soporte

adecuado, es necesario que se realice un proceso de compactación para densificar el material. Esto implica utilizar maquinaria pesada y técnicas de compactación para aumentar la resistencia y el potencial de carga de la subrasante.

- La subbase:

Según Cueva y Tume(2021), es una capa que se adhiere en la superficie de la subrasante y bajo la superficie de la base en la estructura de un pavimento. Su función principal es proporcionar soporte adicional y ayudar a distribuir las cargas del tráfico de manera uniforme. La subbase puede estar compuesta por material granular sin tratar, como agregado triturado, o por suelo tratado con aditivos especiales para mejorar sus propiedades. La necesidad de integrar una capa de subbase en un pavimento depende de los atributos específicos del sitio y el atributo del suelo de la subrasante. En algunas situaciones, cuando la subrasante es lo suficientemente resistente y adecuada para soportar las cargas del tráfico, se puede omitir la capa de subbase, lo que simplifica la estructura del pavimento. Sin embargo, en casos donde la subrasante es menos adecuada o el tráfico es pesado, la capa de subbase se convierte en un componente esencial para mejorar el grado de soporte del pavimento y garantizar su durabilidad.

- La base:

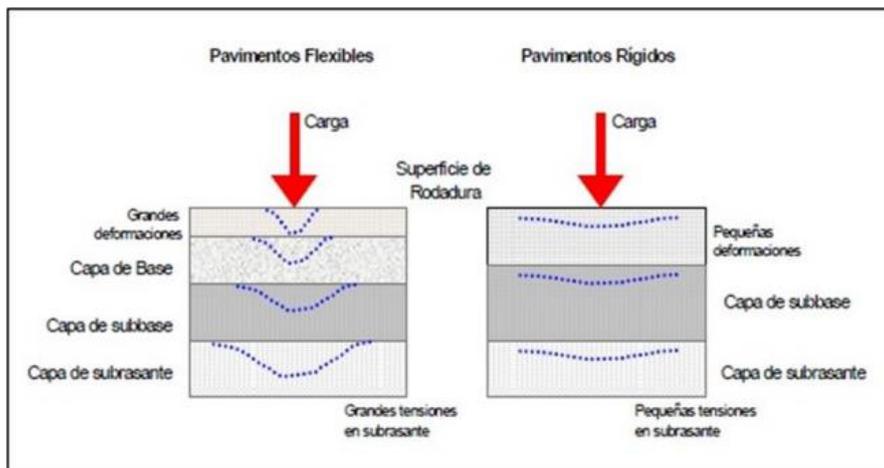
Según Cueva y Tume(2021), es la capa de desgaste en un pavimento y su función principal es actuar como soporte estructural. Esta capa suele estar compuesta por una variedad de materiales, que pueden incluir piedra triturada, escoria, grava triturada, arena u otras combinaciones de agregados. En ocasiones, se pueden añadir aditivos para mejorar sus propiedades. Es importante que los materiales utilizados en esta capa cumplan con especificaciones más estrictas en términos de resistencia, plasticidad y granulometría, ya que deben proporcionar una base sólida y resistente para el pavimento y distribuir

eficazmente las cargas del tráfico. La selección y el cumplimiento de las especificaciones de materiales son cruciales para garantizar la durabilidad y el rendimiento del pavimento.

Según Cueva y Tume(2021), la capa granular que se encuentra por debajo de la capa de rodadura en un pavimento tiene como función principal distribuir y transmitir las cargas que generan los vehículos hacia las capas inferiores del pavimento, incluyendo la subbase. Su objetivo es evitar que las cargas se concentren en la capa de rodadura y, en su lugar, se distribuyan de manera uniforme para que el diseño del pavimento no falle. Esta capa granular proporciona una base de apoyo esencial para el pavimento y contribuye a su estabilidad y durabilidad. Su composición y características pueden variar según el diseño específico del pavimento y las condiciones locales.

Figura 1

Estructura del pavimento



Nota: (Terán y Sandoval,2021)

2.2.1.3.1. Parámetros de Diseño del Pavimento rígido. Los parámetros de Diseño para el pavimento según la MTC(2014) son las siguientes:

- ESAL de diseño (W18)

Según el Manual de Carreteras, Sección Suelos y Pavimentos (2014), el diseño W18, es Número Acumulado de Ejes Simples Equivalentes a 18000 lb (80 kN) para el período de diseño, corresponde al Número de Repeticiones de EE de 8.2t; el cual se establece con base en la información del estudio de tráfico.

Tabla 5

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 |

Fuente: De “Manual de Carreteras, Sección Suelos y Pavimentos ” por MTC, 2014, *Cuadro 12.1, pg. 119.*

- Módulo de Resiliencia (Mr)

Según el Manual de Carreteras, Sección Suelos y Pavimentos (2014) El Módulo de Resiliencia (MR) es una medida de la rigidez del suelo de subrasante, el cual, para su cálculo, deberá determinarse mediante el ensayo de Resiliente determinado de acuerdo con las recomendaciones del AASHTO.

- Confiabilidad (%R)

La definición de índice de servicialidad presente, está estipulado en el ítem 2.2.1.1.2

- Coeficiente Estadístico de Desviación Estándar Normal (Zr)

La definición de índice de servicialidad presente, está estipulado en el ítem 2.2.1.1.2

- Desviación estándar Combinada (So)

La definición de índice de servicialidad presente, está estipulado en el ítem 2.2.1.1.2

- Índice de servicialidad presente (PSI)

Según el Manual de Carreteras, Sección Suelos y Pavimentos (2014), El Índice de Serviciabilidad Presente es la comodidad de circulación ofrecida al usuario. Su valor varía de 0 a 5. Un valor de 5 refleja la mejor comodidad teórica (difícil de alcanzar) y por el contrario un valor de 0 refleja el peor. Cuando la condición de la vía decrece por deterioro, el PSI también decrece.

- Serviciabilidad Inicial (Pi)

Según el Manual de Carreteras, Sección Suelos y Pavimentos (2014), La Serviciabilidad Inicial (Pi) es la condición de una vía recientemente construida.

Tabla 6

Índice de serviciabilidad inicial (Pi) según rango de tráfico

| TIPO DE CAMINOS | TRÁFICO | EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS | | DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Z _R) |
|-------------------------------------|------------------|------------------------------|------------|--|
| Caminos de Bajo volumen de tránsito | T _{P0} | 75,000 | 150,000 | 3.8 |
| | T _{P1} | 150,001 | 300,000 | 3.8 |
| | T _{P2} | 300,001 | 500,000 | 3.8 |
| | T _{P3} | 500,001 | 750,000 | 3.8 |
| | T _{P4} | 750,001 | 1,000,000 | 3.8 |
| | T _{P5} | 1,000,001 | 15,000,000 | 4 |
| | T _{P6} | 1,500,001 | 3,000,000 | 4 |
| | T _{P7} | 3,000,001 | 5,000,000 | 4 |
| | T _{P8} | 7,500,001 | 7,500,000 | 4 |
| | T _{P9} | 10'000,001 | 10'000,000 | 4 |
| Restos de Caminos | T _{P10} | 12'500,001 | 12'500,000 | 4 |
| | T _{P11} | 15'000,001 | 15'000,000 | 4 |
| | T _{P12} | 20'000,001 | 20'000,000 | 4.2 |
| | T _{P13} | 20'000,001 | 25'000,000 | 4.2 |
| | T _{P14} | 25'000,001 | 30'000,000 | 4.2 |
| | T _{P15} | | >30'000,00 | 4.2 |

Fuente: De "Manual de Carreteras, Sección Suelos y Pavimentos" por MTC, 2014, Cuadro 12.8, pg. 125.

- Serviciabilidad Final (Pt)

Según el Manual de Carreteras, Sección Suelos y Pavimentos (2014), La Serviciabilidad Inicial (Pi) es la condición de una vía recientemente construida.

Tabla 7

Índice de Serviciabilidad final (Pt) según rango de tráfico

| TIPO DE CAMINOS | TRÁFICO | EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS | | ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL |
|-------------------------------------|---------|------------------------------|------------|---------------------------------|
| | | | | (Pt) |
| Caminos de Bajo volumen de tránsito | TP0 | 75,000 | 150,000 | 2 |
| | TP1 | 150,001 | 300,000 | 2 |
| | TP2 | 300,001 | 500,000 | 2 |
| | TP3 | 500,001 | 750,000 | 2 |
| | TP4 | 750,001 | 1,000,000 | 2 |
| | TP5 | 1,000,001 | 15,000,000 | 2.5 |
| | TP6 | 1,500,001 | 3,000,000 | 2.5 |
| | TP7 | 3,000,001 | 5,000,000 | 2.5 |
| | TP8 | 7,500,001 | 7,500,000 | 2.5 |
| | TP9 | 10'000,001 | 10'000,000 | 2.5 |
| | TP10 | 12'500,001 | 12'500,000 | 2.5 |
| | TP11 | 15'000,001 | 15'000,000 | 2.5 |
| Restos de Caminos | TP12 | 20'000,001 | 20'000,000 | 3 |
| | TP13 | 20'000,001 | 25'000,000 | 3 |
| | TP14 | 25'000,001 | 30'000,000 | 3 |
| | TP15 | >30'000,00 | | 3 |

Fuente: “Manual de Carreteras, Sección Suelos y Pavimentos” por MTC, 2014, *Cuadro 12.10*, pg. 126.

- Diferencial de Servicialidad (Psi)

Según el Manual de Carreteras, Sección Suelos y Pavimentos (2014), (Δ PSI) es la diferencia entre la Serviciabilidad Inicial y Terminal asumida para el proyecto en desarrollo.

- Número Estructural (SN)

Según el Manual de Carreteras, Sección Suelos y Pavimentos (2014), Los datos obtenidos y procesados se aplican a la ecuación de diseño AASHTO y se obtiene el Número Estructural, que representa el espesor total del pavimento a colocar y debe ser transformado al espesor efectivo de cada una de las capas que lo constituirán, o sea de la capa de rodadura, de base y de subbase, mediante el uso de los coeficientes estructurales, esta conversión se obtiene aplicando la siguiente ecuación:

$$SN = a_1 \times d_1 + a_2 \times d_2 \times m_2 + a_3 \times d_3 \times m_3 \dots \dots \dots (1)$$

Donde:

a_1, a_2, a_3 = Coeficientes estructurales de las capas: superficial, base y subbase, respectivamente

d_1, d_2, d_3 = Espesores (en centímetros) de las capas: superficial, base y subbase, respectivamente

m_2, m_3 = Coeficientes de drenaje para las capas de base y subbase, respectivamente

2.2.1.4. Pavimento articulado Según Franco y Vargas (2021), es un tipo de pavimento que se caracteriza por utilizar bloques de concreto prefabricados o piedra natural, como adoquines, en su capa de rodadura. Esta capa de rodadura de adoquines se coloca sobre una base de arena gruesa y, a su vez, esta base se apoya en una base granular compactada.

Según López y Yáñez (2018), En un pavimento articulado, la capa de rodadura se construye utilizando piezas de concreto prefabricadas, que son comúnmente conocidas como adoquines. Estos adoquines deben tener una resistencia adecuada para soportar tanto las cargas del tráfico vehicular como el desgaste causado por el tránsito continuo. La elección de adoquines de concretos prefabricados se debe a su durabilidad, resistencia y versatilidad. Estos adoquines suelen estar diseñados para encajar de manera uniforme y segura, creando una superficie de rodadura sólida y resistente. Además, su diseño modular permite una fácil sustitución de unidades individuales en caso de daño, lo que simplifica las reparaciones y el mantenimiento del pavimento.

Según Salinas (2019), las capas de rodadura que están compuestas por bloques de concretos prefabricados, también conocidos como adoquines, son una forma de pavimento interlocking. Estos adoquines de espesor uniforme se colocan sobre una capa seleccionada de arena, que a su vez se asienta en una capa granular. La necesidad de utilizar una capa granular

depende de las características de la subrasante. En algunos casos, cuando la subrasante es lo suficientemente sólida y estable, solo se requiere la capa de arena como base sobre la que se coloca la capa de rodadura de adoquines. Esto puede simplificar la construcción y reducir los costos en comparación con el uso de una capa granular adicional. Sin embargo, la elección de la base adecuada depende de las condiciones específicas del sitio y de los requisitos de diseño del pavimento.

2.2.1.4.1. Parámetros de Diseño del Pavimento articulado. Los parámetros de Diseño para el pavimento articulado según la MTC(2014), son las siguientes:

- ESAL de diseño (W18)

La definición de Esal de diseño está estipulado en el ítem 2.2.3.2.1

- Módulo de Resiliencia (Mr)

La definición de Módulo de resiliencia está estipulada en el ítem 2.2.3.2.2

- Confiabilidad (%R)

La definición de confiabilidad está estipulada en el ítem 2.2.3.2.3

- Coeficiente Estadístico de Desviación Estándar Normal (Zr)

La definición de Coeficiente Estadístico de Desviación Estándar Normal está estipulada en el ítem 2.2.3.2.4

- Desviación estándar Combinada (So)

La definición de Desviación estándar Combinada está estipulada en el ítem 2.2.3.2.5

- Índice de servicialidad presente (PSI)

La definición de índice de servicialidad presente, está estipulado en el ítem 2.2.3.2.6

- Numero estructural del pavimento rígido

Según el Manual de Carreteras, Sección Suelos y Pavimentos (2014), Los datos obtenidos y procesados se aplican a la ecuación de diseño AASHTO y se obtiene el Número Estructural, que representa el espesor total del pavimento a colocar y debe ser

transformado al espesor efectivo de cada una de las capas que lo constituirán, o sea de la capa de rodadura, de base y de subbase, mediante el uso de los coeficientes estructurales, esta conversión se obtiene aplicando la siguiente ecuación:

$$SN = a_1 \times d_1 + a_2 \times d_2 \times m_2 + a_3 \times d_3 \times m_3 \dots \dots \dots (2)$$

a_1, a_2, a_3 = Coeficientes estructurales de las capas: superficial, base y subbase, respectivamente.

d_1, d_2, d_3 = Espesores (en centímetros) de las capas: superficial, base y subbase, respectivamente.

m_2, m_3 = Coeficientes de drenaje para las capas de base y subbase, respectivamente.

2.2.1.5. Estudios básicos

2.2.1.5.1. Estudio topográfico. Según Valdiviezo y Villarreyes (2021), el levantamiento topográfico es una etapa fundamental en la organización y desarrollo de proyectos de construcción, ingeniería civil y diversos proyectos relacionados con el uso del terreno. Su importancia radica en que proporciona información detallada y precisa sobre la topografía y las características del terreno en una ubicación específica. Algunas de las razones clave por las cuales el levantamiento topográfico es esencial incluyen:

- Ubicación precisa: Permite determinar la ubicación exacta de un proyecto en relación con su entorno, lo que es esencial para evitar errores de ubicación.
- Elevaciones del terreno: Proporciona datos sobre las elevaciones del terreno, lo que es crucial para el diseño de infraestructuras como carreteras, puentes y edificios.
- Perfiles y secciones transversales: Ayuda a crear perfiles y secciones transversales precisos del terreno, lo que es esencial para proyección y la materialización de proyectos.
- Detección de obstáculos: Permite identificar obstáculos naturales o artificiales, como ríos,

montañas, edificios y tuberías, que pueden afectar el diseño y la construcción.

- Planificación eficiente: Facilita la planificación y la determinación de decisiones informadas al facilitar una comprensión detallada del terreno.
- Diseño de drenaje: Ayuda en la esquematización y el diseño de sistemas de drenaje para evitar problemas de inundación.

Control de calidad: Permite el control de calidad durante la construcción al proporcionar una referencia precisa para la ejecución de obras.

2.2.1.5.2. Estudios de mecánica de suelos. Según Valdiviezo y Villarreyes (2021), dado que proporciona información detallada sobre las rasgos mecánicos y físicos del suelo, el análisis de la mecánica del suelo es esencial para proyección de pavimentos. Esto hace que el potencial de soporte de la subrasante del terreno sea un parámetro de diseño crucial. El módulo de resiliencia y el módulo de reacción de la subrasante son los dos componentes principales que están involucrados en este parámetro. El estudio de la mecánica del suelo también ayuda a elegir el tipo de cimentación mejor para la estructura a construir y permite evaluar los asentamientos en relación con la carga que la estructura tendrá que soportar.

Tabla 8
Ensayos para el estudio de suelos.

| Norma | Denominación |
|---------------|--|
| MTC E 108 | El método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo es una técnica fundamental en la ingeniería civil y la geotecnia. Este proceso se utiliza para medir la cantidad de agua presente en una muestra de suelo en relación con su peso seco. |
| MTC E 107 | El análisis granulométrico es un procedimiento utilizado para determinar la distribución de tamaños de partículas en una muestra de suelo o agregado. |
| MTC E 110-111 | Para caracterizar la plasticidad y el comportamiento de un suelo, la geotecnia y la ingeniería civil requieren la determinación de límites líquidos, límites plásticos e índices de plasticidad del suelo. |
| MTC E 115 | Establece los procedimientos para determinar la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad de un suelo mediante el Ensayo Proctor. Este ensayo es fundamental en proyectos de infraestructura vial para evaluar las propiedades de compactación del suelo y garantizar la estabilidad de las capas estructurales. |
| MTC E 132 | El CBR es un factor crucial en la ingeniería de carreteras y pavimentos. Este valor es crucial para el diseño de pavimentos y carreteras porque revela la capacidad del suelo para soportar cargas. La determinación del CBR se realiza mediante ensayos de laboratorio de acuerdo con un protocolo específico. |

Fuente: *Manual de ensayo de materiales por MTC(2016)*

2.2.1.5.3. Estudios de tráfico. Según Valdiviezo y Villarreyes (2021), este estudio nos ayuda a comprender los efectos de una carga de eje, que equivale an-18 KIPS por eje. El índice promedio diario, un componente crucial en la fase de desarrollo de pavimentos, se descubrirá a través del análisis del tráfico. El estudio es fundamental porque nos permitirá calcular la carga que la estructura deberá soportar durante su vida útil. El resultado principal de este estudio es el IMDA, también conocido como índice medio diario anual, que representa la cuantía de vehículos que circulan o circularán por el pavimento durante un día típico.

Tabla 9
Tipo de vehículo

| Tipos de vehículo | | Número de ejes | Características | Símbolo |
|----------------------|---------------------------|----------------|--|---------|
| Vehículos ligeros | Automóviles | | 2 ejes y 4 ruedas | Ap |
| | Camperos | 2 | 2 ejes y 4 ruedas | Ap |
| | Camionetas | | 2 ejes y 4 ruedas | Ac |
| | | 2 | Autobuses de 2 ejes y 6 ruedas | B |
| | | 2 | Camiones en unidad rígida de 2 ejes | C2 |
| | | 3 | Camiones en unidad rígida de 3 ejes | C3 |
| Vehículos pesados | Camiones | 3 | Camiones con 2 ejes en el tractor y 1 eje en el semirremolque | T2-S1 |
| | | 4 | Camiones con 2 ejes en el tractor y 2 ejes en el semirremolque | T2-S2 |
| | | 5 | Camiones con 3 ejes en el tractor y 2 ejes en el semirremolque | |
| | | 5 | Camiones con 2 ejes en el tractor, 1 eje en el semi-remolque y 2 ejes en el remolque | T3-S2 |
| | | | Otras combinaciones | |
| Vehículos especiales | Camiones y/o remolques | Variable | | |
| | Especiales | | | |
| | Maquinaria Agrícola | | | |
| | Bicicletas y Motocicletas | | | |
| | Otros | | | |

Fuente: (Sanchez,2021)

- Crecimiento de Transito

Según Valdiviezo y Villarreyes (2021), Cada estructura debe ser diseñada para resistir un aumento en el volumen de tráfico a lo largo de los años. Por lo tanto, se tomará en consideración un período de diseño de 20 años para planificar la carretera.

Tabla 10
Factor de distribución direccional y de 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 |

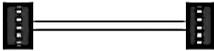
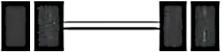
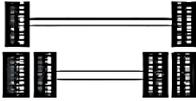
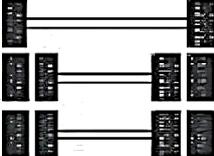
Fuente: (Sanchez,2021)

- Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes (8.2 ton)

Según Valdiviezo y Villarreyes (2021), este es el impacto producido por un solo eje con dos ruedas estándar con una fuerza aplicada de 8.2 toneladas y neumáticos con una tensión de 80 libras por pulgada cuadrada. Cada categoría de vehículos pesados tiene su propio valor del eje equivalente, que se determina utilizando el Índice Medio Diario (IMD) correspondiente a ese tipo de vehículo. La dirección, el carril de diseño, el tipo específico de vehículo pesado seleccionado y la presión de los neumáticos son componentes de este cálculo.

Figura 2

Configuración de ejes

| Conjunto de Eje (s) | Nomenclatura | Nº de Neumáticos | Grafico |
|--|--------------|------------------|--|
| EJE SIMPLE (Con Rueda Simple) | 1RS | 02 |  |
| EJE SIMPLE (Con Rueda Doble) | 1RD | 04 |  |
| EJE TANDEM (1 Eje Rueda Simple + 1 Eje Rueda Doble) | 1RS + 1RD | 06 |  |
| EJE TANDEM (2 Ejes Rueda Doble) | 2RD | 08 |  |
| EJE TRIDEM (1 Rueda Simple + 2 Ejes Rueda Doble) | 1RS + 2RD | 10 |  |
| EJE TRIDEM (3 Ejes Rueda Doble) | 3RD | 12 |  |

Fuente: (Sanchez,2021)

2.2.1.6. Metodología AASHTO Según Gastelo(2020),este enfoque se fundamenta en modelos que se originaron a partir del estudio de la funcionalidad de lo que en su momento se denominó AASHTO (Asociación Americana de Funcionarios de Carreteras Estatales y Transporte), donde se analizó cómo se comportaban estructuras de pavimento con espesores previamente establecidos ante cargas móviles de magnitudes y frecuencias predefinidas, además de considerar la influencia del entorno ambiental.

2.2.2. Costos de Mantenimiento

2.2.2.1. Mantenimiento Vial La MTC (2015) afirma que el mantenimiento de carreteras se refiere a un conjunto de acciones realizadas para mantener en condiciones ideales los diversos componentes que componen una carretera. El objetivo principal de esta labor es asegurar que el tráfico en esa vía sea seguro, cómodo y eficiente. En esencia, el mantenimiento de carreteras tiene como objetivo preservar el dinero invertido en la construcción de carreteras y evitar que se deterioren demasiado pronto. Los sistemas de mantenimiento vial tercerizados son supervisados por empresas u organizaciones externas contratadas para realizar estas tareas, en lugar de ser controladas directamente por una agencia o entidad gubernamental apropiada. Los sistemas de mantenimiento de carreteras subcontratados también deben tener en cuenta consideraciones sociales y medioambientales. Esto puede implicar preservar la seguridad de la comunidad local y el medio ambiente. Para proteger la seguridad de los conductores, estos sistemas deben estar preparados para reaccionar ante situaciones de emergencia en las carreteras, como colisiones, derrumbes o inclemencias meteorológicas. La supervisión y el mantenimiento constantes de las carreteras para garantizar que estén en buen estado, sean seguras y funcionen correctamente es una de las principales responsabilidades de los sistemas de mantenimiento de carreteras subcontratados.

2.2.2.2.Mantenimiento rutinario La MTC (2015) afirma que el mantenimiento rutinario comprende una serie de acciones que se realizan a lo largo de una carretera de forma continua y en diferentes tramos de la carretera en cada jornada. El objetivo principal es mantener todos los componentes de la carretera en las mejores condiciones posibles, evitando cualquier alteración o daño posible. Este tipo de mantenimiento se enfoca minimizar o evitar el desgaste y deterioro de la carretera antes de que surjan problemas mayores, principalmente las tareas como el saneamiento de las estructuras de drenaje, para promover un flujo eficaz del agua y evitar inundaciones, se requiere la limpieza y mantenimiento de los sistemas de drenaje de las carreteras, como cunetas y alcantarillas, la poda de vegetales, evita la obstaculización visual para los conductores que podría producirse con la acumulación vegetal, la reparación de deficiencias puntuales en la superficie de la carretera, implica la reparación de problemas específicos como baches o daños en la superficie de la carreta, evitando graves problemas en el futuro. Los sistemas de mantenimiento vial tercerizados también incluyen responsabilidades relacionadas con aspectos socioambientales, lo que indica que tiene que velar por la seguridad de la comunidad y la protección del entorno natural que lo rodea.

2.2.2.3.Mantenimiento periódico Incluye una serie de actividades organizadas que suelen completarse a lo largo de un año, según afirma el MTC (2015). Estas actividades suelen programarse y completarse dentro del tiempo asignado. evitar que se produzcan o empeoren grandes fallos, evitar que empeoren problemas importantes y evitar que empeoren problemas ya existentes son sus principales objetivos. mantener la integridad estructural de la carretera, arreglar cualquier fallo importante y conservar las cualidades de la superficie. Reformar el firme actual y arreglar distintos componentes físicos de la carretera son un par de ejemplos de este tipo de mantenimiento. La vigilancia de las carreteras, el mantenimiento general y la respuesta a pequeñas emergencias se incluyen en el ámbito de los sistemas de mantenimiento de carreteras subcontratados. Así como las tareas socioambientales.

2.2.2.4. Evaluación económica y financiera Según Escobar (2019), los resultados de la evaluación socioeconómica y financiera desempeñarán un papel crucial en la identificación de la alternativa más adecuada desde los puntos de vista económico, técnico, social y ambiental para las labores de rehabilitación y mejora de la carretera. Este proceso nos permitirá determinar si es conveniente llevar a cabo el proyecto. En esencia, el objetivo principal del análisis es establecer los beneficios económicos generados por la inversión propuesta. Es importante señalar que este enfoque se diferencia de un análisis financiero, que se centra más en las fuentes de financiamiento del proyecto y su rentabilidad desde un punto de vista puramente financiero. La factibilidad económica del proyecto se evalúa mediante una similitud con una alternativa base, es decir, la situación en la que el proyecto no se realiza, lo que nos ayuda a tomar decisiones informadas sobre la ejecución del proyecto.

Según Medina (2021), la introducción a los métodos de análisis financiero de proyectos es esencial para comprender y abordar diversos escenarios planteados. Uno de los conceptos fundamentales en finanzas es el "valor del dinero en el tiempo". Este concepto nos indica que, a lo largo del tiempo, el valor del dinero disminuye en términos de su capacidad para adquirir bienes y servicios. En otras palabras, el dinero se desvaloriza o pierde valor con el tiempo. Por lo tanto, no es igual recibir una cifra de dinero hoy que recibir la misma cifra dentro de un año. Con la misma cantidad de dinero en el futuro, no podremos adquirir la misma cantidad de bienes y servicios que podríamos haber obtenido hoy. A partir de esta definición, se deduce que el uso del dinero no es gratuito; tiene un costo asociado que debe ser considerado. Este costo se relaciona con la pérdida de oportunidades de inversión o con la necesidad de corregir la pérdida de valor del dinero a lo largo del tiempo. El concepto del "valor del dinero en el tiempo" es primordial en la evaluación financiera de proyectos, ya que nos permite tomar decisiones informadas sobre la rentabilidad y la conveniencia de diferentes inversiones en función de su impacto en el valor presente de los flujos de efectivo futuros.

- Valor neto actual:

Escobar (2019) afirma que el valor presente de los flujos de efectivo futuros se define como un instrumento financiero. Este método utiliza una tasa de interés fija para calcular esos flujos de caja. Además, un proyecto de construcción de carreteras debe tener un VAN positivo o superior a cero para que sea considerado viable. En otras palabras, utilizando una tasa de descuento específica "r", el VAN representa la diferencia entre los ingresos y gastos actuales del proyecto.

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{Y_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=1}^n \frac{E_t}{(1+i)^t} - I_0 \dots \dots \dots (3)$$

Donde:

Y_t : flujo de ingresos

E_t : flujo de egresos

I_0 : la inversión inicial

t : La tasa de descuento

Para tomar decisiones basadas en el Valor Actual Neto (VAN), se seguirán los criterios establecidos en la siguiente tabla:

Tabla 11

Criterio de decisión (VAN)

| VAN | | |
|-----------|-----------|----------------|
| Resultado | | Decisión |
| Positivo | $VAN > 0$ | Se acepta |
| Cero | $VAN = 0$ | Según criterio |
| Negativo | $VAN < 0$ | Se rechaza |

Fuente: (Escobar, 2019)

Interpretación:

- Si el VAN es mayor que 0, significa que el capital incrementa la utilidad de la empresa, por lo que el proyecto puede ser aceptado.

- Si el VAN es menor que 0, indica que el capital decrece la utilidad de la empresa, y en ese caso, el proyecto debería ser rechazado.

- Cuando el VAN es igual a 0, significa que el capital intensifica ni reduce el capital de la empresa. En este caso, la decisión de invertir debería basarse en otros criterios además del VAN.

- Tasa Interna de Retorno (TIR):

Según Escobar (2019), la tasa interna de retorno (TIR) es un indicador financiero que muestra la tasa de interés a la cual El Valor Actual Neto de una inversión, a menudo conocido como VAN, es igual a cero. Dicho de otro modo, denota la tasa de rendimiento que debe alcanzar una inversión para que los futuros flujos de caja que produzca cubran su coste inicial. El valor de mercado (VAN) del proyecto se calcula aplicando una tasa de descuento llamada Tasa Social de Descuento (TSD), el evaluador del proyecto o el usuario pueden elegir este tipo. El tipo de interés objetivo o necesario para que el proyecto sea financieramente viable se refleja en la TSD. El VAN se calcula utilizando los flujos de efectivo anuales del proyecto.

$$VAN = -I_0 + \frac{FNE_1}{(1+TIR)^1} + \frac{FNE_2}{(1+TIR)^2} + \frac{FNE_3}{(1+TIR)^3} + \dots + \frac{FNE_n}{(1+TIR)^n} \dots \dots \dots (4)$$

Donde:

I_0 es el monto de la inversión inicial.

FNE es el flujo neto efectivo de cada periodo, comenzando por el primero.

TIR es la tasa interna de retorno.

2.3. Definición de términos

- Automóviles

Los automóviles son vehículos diseñados básicamente para el transporte de pasajeros. Están diseñados para llevar a un pequeño número de personas y, a menudo, tienen capacidad para hasta cinco pasajeros. Los automóviles son comunes en el transporte diario y se utilizan para desplazamientos personales y familiares.

- Camionetas

Las camionetas son vehículos diseñados para transportar cargas más pequeñas y tienen espacio en la parte trasera para cargar objetos. Pueden ser vehículos de pasajeros con una sección de carga en la parte trasera o vehículos de carga con asientos para el conductor y, en algunos casos, pasajeros

- Camperos

Los camperos son vehículos utilitarios ligeros que a menudo tienen capacidad para transportar pasajeros y carga. Son versátiles y se utilizan tanto para el transporte personal como para actividades recreativas y aventuras al aire libre.

- Carga de eje equivalente (CEE):

La carga de eje equivalente es una medida que se utiliza para representar la magnitud y el efecto de las cargas vehiculares sobre el pavimento. Se expresa comúnmente en unidades como kips (kilopound, equivalente a 1,000 libras). Cada tipo de vehículo y su configuración de ejes tienen un valor de CEE específico, que se utiliza para calcular la carga equivalente en términos de cargas de eje estándar.

- Coeficiente de Drenaje (Cd)

Este coeficiente tiene en cuenta la capacidad de drenaje del pavimento y la duración de la exposición a la humedad. El drenaje adecuado es esencial para evitar problemas como el debilitamiento del suelo de la subrasante, la erosión y el deterioro del pavimento debido a la infiltración de agua.

- Índice Medio Diario (IMD)

El IMD es una medida importante que se utiliza para cuantificar el volumen de tráfico en una carretera durante un período de tiempo determinado, generalmente un día. Se expresa en términos de vehículos por día (VPD) o, en algunos casos, vehículos por hora (VPH) en tramos de carretera más transitados. El IMD es esencial para evaluar la carga de tráfico que soportará el pavimento.

- Número de cargas por eje equivalente (NCEE):

El NCEE es la cantidad de cargas de eje equivalentes que se esperan en un tramo de carretera durante un período específico, generalmente se expresa en términos de NCEE por año o por día.

- Número Estructural (SN):

El número estructural (SN) es una representación de la cuantía de los materiales totales de todas las capas que conforman el grosor del pavimento, y tiene en cuenta la resistencia de cada capa y su contribución a la capacidad estructural del pavimento.

2.4. Marco Normativo

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

Esta norma técnica establece los procedimientos para hallar el contenido de humedad expresado en porcentaje de una muestra de suelo.

- 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 establece los procedimientos para hallar el L.L, L.P e Índice de plasticidad de una muestra de suelo.

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

La presente Norma establece el método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

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

En este sentido el Manual es un instrumento que permanentemente estará sujeto a la posibilidad de incorporar actualizaciones, ajustes, nuevas metodologías y temáticas o el perfeccionamiento de las existentes. El Manual se actualizará por iniciativa del MTC o a propuesta de terceros. Para este efecto el MTC contará con procedimientos o una Directiva Oficial que establezca la forma regulada en que pueden presentarse propuestas de cambios o aportes por los expertos en la actividad vial; y la forma en que el MTC a través de la Dirección Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos Sección: Suelos y Pavimentos Versión abril 2014 Página 17 General de Caminos y Ferrocarriles, canalizará estas propuestas debidamente justificadas para su evaluación hasta que el MTC apruebe un cambio para su inclusión en el Manual.

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

Esta norma peruana establece el ensayo para calcular el óptimo contenido de humedad y la máxima densidad seca.

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

Esta norma técnica establece los procedimientos para determinar el CBR de una muestra de suelo en un laboratorio, esta muestra debe contener humedad y grado de compactación controlada.

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

Es un documento normativo que organiza, recopila técnicas y procedimientos para el diseño de infraestructura vial. Incluye la descripción detallada del diseño, la información necesaria para los diferentes procedimientos y la geometría de los proyectos, según su categoría y nivel de servicio.

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

Es un documento normativo que estipula las especificaciones técnicas para construir carreteras de calidad y que sean durables durante su vida útil.

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

Es un documento normativo que estipula los parámetros y procedimientos para diseñar la estructura de un pavimento.



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

Capítulo III: METODOLOGÍA

3.1. Enfoque de investigación

Según Hadi et al. (2023), el enfoque mixto en la investigación combina elementos de los enfoques cuantitativos y cualitativos, permitiendo la utilización simultánea de ambos métodos, lo que resulta en una comprensión más completa del fenómeno de estudio.

En el proyecto del camino vecinal LI-636, se implementó un enfoque de investigación mixto para abordar de manera integral las complejidades del diseño y mantenimiento del pavimento. Este enfoque combinó métodos cuantitativos y cualitativos, aprovechando las ventajas de ambos para obtener una visión más completa y detallada de la situación. Los datos cuantitativos se recopilaban a través de estudios detallados sobre tránsito, suelos y topografía, utilizando técnicas estadísticas y herramientas como Excel. Estos datos permitieron medir y cuantificar aspectos clave como la clasificación de suelos según AASHTO, capacidad portante del suelo, tipo de vehículos y los valores económicos de VAN y TIR, fundamentales para evaluar la viabilidad del proyecto. Paralelamente, los datos cualitativos proporcionaron un contexto enriquecedor sobre las condiciones existentes del terreno que influyen en el diseño de pavimentos, lo cual no siempre es cuantificable de manera directa. La combinación de estos enfoques permitió no solo diseñar pavimentos adaptados específicamente a las condiciones del camino, sino también validar las decisiones de diseño y mantenimiento con un respaldo tanto numérico como contextual. Así, el enfoque mixto fortaleció la validez de los hallazgos y conclusiones del proyecto, asegurando que las decisiones de inversión estuvieran bien fundamentadas y fueran prácticamente aplicables.

3.2. Método

Según Mompó (2020), la investigación aplicada es una metodología enfocada en generar conocimiento con aplicación directa en la resolución de problemas específicos de la sociedad o el sector productivo.

La investigación fue aplicada, centrada en abordar un desafío práctico, en este caso, la optimización de la pavimentación de un camino vecinal para reducir los costos de mantenimiento. La investigación buscó aplicar conocimientos y teorías para resolver un problema real en lugar de explorar conceptos teóricos abstractos.

Según Hadi et al.(2023), la investigación explicativa se caracteriza por su enfoque en explicar por qué ocurren ciertos fenómenos y en qué condiciones suceden, o cuáles son sus causas.

En el análisis del camino vecinal LI-636, se utilizó un nivel de investigación explicativo para investigar cómo las condiciones del entorno y el uso afectan la elección y eficacia de diferentes tipos de pavimento. Los estudios de mecánica de suelos, topografía y tráfico se llevaron a cabo en el campo, formando la base de la recolección de datos. Estos estudios permitieron entender las características específicas que impactan en la selección del pavimento más adecuado. Posteriormente, en la oficina se realizaron los diseños de los pavimentos flexibles, rígidos y articulados siguiendo la metodología AASHTO 93 y se evaluó la rentabilidad de cada tipo mediante el análisis de Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR). Esta combinación de trabajo de campo y análisis de oficina proporcionó una comprensión profunda y detallada, crucial para optimizar la infraestructura vial y su mantenimiento.

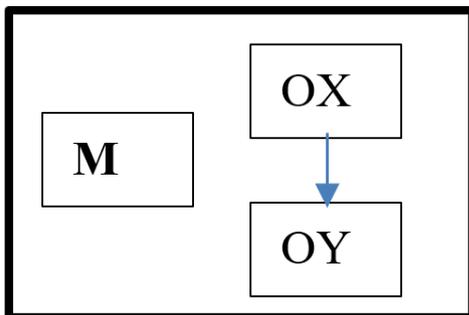
3.3. Diseño de investigación

Según Hadi et al. (2023), el diseño de investigación no experimental se define como aquel en el que el investigador no manipula las variables de estudio, sino que observa los fenómenos en su entorno natural sin intervenir directamente, lo cual lo convierte en un enfoque idóneo para describir características, comportamientos o relaciones entre variables.

La investigación realizada para optimizar la pavimentación del camino vecinal LI-636 Magdalena de Cao-Ascope-La Libertad adoptó un diseño no experimental- transversal descriptivo casual explicativo. En este diseño, se recolectaron datos sobre tráfico, características del suelo y topografía en un único momento específico, sin intervenciones ni manipulaciones directas de las variables por parte del investigador. Este enfoque no experimental permitió observar y describir las condiciones naturales del camino y las necesidades de pavimentación, basándose en observaciones puntuales para evaluar el diseño más adecuado de pavimento según la metodología AASHTO 93. Mediante esta observación se puede explicar la influencia de la variable independiente (Optimización de la pavimentación) en la variable dependiente (Costos de mantenimiento).

Figura 3

Diseño de la investigación Descriptivo Causal explicativo.



Donde:

M: Muestra de la investigación (Camino vecinal LI-636 en el sector Salamanca)

OX: Variable que influye (Optimización de la pavimentación)

OY: Variable influida (Costos de mantenimiento)

3.3.1. Población

Según Hadi et al.(2023), la población en investigación se refiere al conjunto completo de individuos, eventos o cosas que poseen una o más características en común y que son el objeto de estudio.

En el contexto de esta investigación, la población fue el Camino vecinal LI-636, ubicado en la provincia de Ascope, que se extiende desde el punto LI-102 hasta el punto LI-642, conocido como Playa el Alto.

3.3.2. Muestra

Según Hadi et al. (2023), una muestra es una porción o segmento de la población seleccionada para la investigación, cuyo propósito es facilitar el estudio haciéndolo más manejable en términos de tiempo, recursos y esfuerzo.

En esta investigación, la muestra seleccionada fue el camino vecinal LI-636 en el sector Salamanca, que abarca una distancia de 3.47 kilómetros, debido a su accesibilidad y representatividad de las condiciones generales del camino. Las coordenadas del tramo son 690612.89 m E - 9135544.16 m S y 693740.70 m E - 9135354.84 m S, lo que proporciona un marco geográfico preciso para el estudio.

Según Hadi et al. (2023), en el muestreo no probabilístico, la selección de la muestra depende del juicio del investigador o de la conveniencia, lo que impide realizar generalizaciones estadísticas sobre la población; sin embargo, este método es útil en investigaciones exploratorias o cuando la representatividad no es esencial.

En este estudio, se optó por un muestreo no probabilístico de conveniencia, seleccionando el sector Salamanca que abarca una distancia de 3.47 kilómetros debido a su accesibilidad y representatividad de las condiciones generales del camino. Esta área fue elegida por facilitar la recopilación eficiente de datos, dada su fácil acceso y las características representativas del tráfico, uso y condiciones del suelo y topografía. Aunque este tipo de muestreo limita la capacidad de generalización de los resultados a toda la extensión del camino vecinal, proporcionó una base práctica y efectiva para evaluar los diferentes tipos de pavimentación bajo condiciones reales, lo cual fue crucial para la toma de decisiones en el diseño y mantenimiento de los pavimentos.

3.4. Operacionalización o categorización de las variables de estudio

3.4.1. Variable independiente

- Optimización de la pavimentación

3.4.2. Variable dependiente

- Costos de mantenimiento

3.4.3. Definición Conceptual

Variable Independiente: Optimización de la pavimentación; Según Maldonado (2021), la optimización de la pavimentación, en esencia, es el proceso mediante el cual se mejoran los diseños, la construcción y el mantenimiento de las superficies pavimentadas para maximizar su desempeño y longevidad, minimizando a su vez los costos y los impactos ambientales.

Variable Dependiente: Costos de mantenimiento, Según Gallardo y Pescoran (2019), es la suma de todos los gastos que se requieren para la aplicación y su desempeño, durante un período de tiempo de una vía.

3.4.4. Definición Operacional

Variable Independiente: Operacionalmente, se diseñó el pavimento flexible, rígido o articulado, considerando el estudio de tránsito, el estudio de suelos, el estudio topográfico y el diseño estructural basado en la metodología AASHTO 93. Además, se evaluó la rentabilidad del pavimento proyectada para un periodo de 20 años.

Variable Dependiente: Operacionalmente, se evaluaron los costos asociados al mantenimiento periódico, el mantenimiento rutinario y el costo de operación vehicular correspondientes a cada tipo de pavimento (flexible, rígido y articulado).

3.4.5. Dimensiones

Variable Independiente: En cuanto al estudio de tránsito, se analizaron el volumen y el tipo de vehículos que circulaban en la zona. El estudio de suelos incluyó ensayos de granulometría, límites de consistencia, contenido de humedad, densidad máxima y CBR (California Bearing

Ratio). Para el estudio topográfico, se consideraron la longitud, el área, el ancho de la sección, la pendiente y las curvas de nivel. Finalmente, el diseño basado en la metodología AASHTO 93 abarcó el pavimento, el diseño estructural y las características del suelo.

Variable Dependiente: La rentabilidad fue medida mediante los indicadores VAN y TIR. En cuanto al mantenimiento, se distinguieron las tareas periódicas y rutinarias, así como los costos asociados a la operación vehicular. Finalmente, se evaluaron los tipos de pavimento, considerando las opciones flexibles y rígidas.

3.5. Técnica e instrumentos de recolección de datos

En el estudio realizado para la optimización de la pavimentación del camino vecinal LI-636 Magdalena de Cao-Ascope-La Libertad, se empleó la observación como técnica principal de recolección de datos.

Para el análisis de la mecánica de suelos, se utilizaron fichas de observación elaboradas conforme a las Normas Técnicas Peruanas. Estas incluyeron formatos específicos para determinar el contenido de humedad, realizar análisis granulométricos, establecer los límites de Atterberg, ejecutar ensayos de compactación del suelo y calcular el Coeficiente de Balasto de California (CBR), asegurando la precisión y relevancia de los datos recolectados.

La confiabilidad de los datos obtenidos estuvo respaldada por la calibración previa de los equipos de laboratorio y la validación mediante la firma del ingeniero geotécnico responsable, quien certificó la exactitud de los resultados. Además, la validación de los instrumentos empleados fue realizada por juicio de expertos. A continuación, se presentan las fichas de observación utilizadas en el estudio.

Tabla 12
Ficha de observación para el análisis granulométrico - MTC E 107

| Tamices | | Peso retenido |
|---------|--------|---------------|
| (Pulg) | (mm) | |
| 3" | 75.000 | |
| 2" | 50.000 | |
| 1 1/2" | 37.500 | |
| 1" | 25.000 | |
| 3/4" | 19.000 | |
| 1/2" | 12.500 | |
| 3/8" | 9.500 | |
| N°04 | 4.750 | |
| N°10 | 2.000 | |
| N°16 | 1.190 | |
| N°30 | 0.600 | |
| N°40 | 0.425 | |
| N°50 | 0.300 | |
| N°100 | 0.150 | |
| N°200 | 0.075 | |
| < N°200 | FONDO | |

Tabla 13
Ficha de observación determinar los límites de consistencia del suelo - MTC E 110 / MTC E 111

| Datos de ensayo. | Límite líquido | | | Límite Plástico | |
|-----------------------|----------------|---|---|-----------------|---|
| N° de tarro | 2 | 5 | 7 | 3 | 8 |
| N° de golpes | | | | | |
| Tarro + suelo húmedo | | | | | |
| Tarro + suelo seco | | | | | |
| Agua | | | | | |
| Peso del tarro | | | | | |
| Peso del suelo seco | | | | | |
| Porcentaje de humedad | | | | | |
| Promedio | | | | | |
| Índice de plasticidad | | | | | |

Tabla 14
Ficha de observación determinar el contenido de humedad del suelo - MTC E 108

| Contenido de humedad | |
|-------------------------------------|----|
| A.- Peso de la muestra húmeda. | g. |
| B.- Peso de muestra seca | g. |
| C.- Peso del recipiente | g. |
| D.- Contenido de humedad | % |
| E.- Contenido de humedad (promedio) | % |

Tabla 15
Ficha de observación determinar el contenido de humedad del suelo - MTC E 115

| Máxima densidad seca y Optimo contenido de humedad | | | | |
|---|----|----|----|----|
| Peso del suelo húmedo compactado + molde (gr) | | | | |
| Peso del molde (gr) | | | | |
| Peso del suelo húmedo compactado (gr) | | | | |
| Peso volumétrico húmedo (gr/cm ³) | | | | |
| Tara n° | T1 | T2 | T3 | T4 |
| Peso del suelo húmedo + tara (gr) | | | | |
| Peso del suelo seco + tara (gr) | | | | |
| Peso de la tara (gr) | | | | |
| Peso del agua (gr) | | | | |
| Peso del suelo seco (gr) | | | | |
| Contenido de agua (%) | | | | |
| Peso volumétrico seco (gr/cm ³) | | | | |

Tabla 16
Ficha de observación determinar el contenido de humedad del suelo - MTC E 132

| ENSAYO DE CBR | | | | | | | | |
|-------------------------------|-----|----------|-------------|-----|----------|-------------|-----|-------------|
| Molde N° | | | A | | | B | | C |
| Capas N° | | | 5 | | | 5 | | 5 |
| N° de golpes por capa | | | 56 | | | 25 | | 10 |
| Contracción de la muestra | | | Sin saturar | | | Sin saturar | | Sin saturar |
| Peso del molde + suelo húmedo | | | | | | | | |
| Peso del molde | | | | | | | | |
| Peso del suelo húmedo | | | | | | | | |
| Volumen del molde | | | 2095.22 | | | 2095.22 | | 2095.22 |
| Densidad húmeda | | | | | | | | |
| % de humedad | | | | | | | | |
| Densidad seca | | | 56 | | | 25 | | 10 |
| PE | LBS | LBS/PUL2 | PE | LBS | LBS/PUL2 | PE | LBS | LBS/PUL2 |
| 0.025 | | | 0.025 | | | 0.025 | | |
| 0.050 | | | 0.05 | | | 0.050 | | |
| 0.075 | | | 0.075 | | | 0.075 | | |
| 0.100 | | | 0.1 | | | 0.100 | | |
| 0.150 | | | 0.15 | | | 0.150 | | |
| 0.200 | | | 0.2 | | | 0.200 | | |
| 0.250 | | | 0.25 | | | 0.250 | | |
| 0.300 | | | 0.3 | | | 0.300 | | |
| 0.400 | | | 0.4 | | | 0.400 | | |
| 0.500 | | | 0.5 | | | 0.500 | | |

En el estudio topográfico se utilizaron instrumentos diversos que garantizaron la precisión y confiabilidad de los datos recolectados. Entre los principales se incluyeron libretas de notas y la estación total, los cuales permitieron realizar mediciones precisas y documentar características relevantes del terreno, como pendientes, curvas de nivel y dimensiones geográficas. La confiabilidad de los datos obtenidos estuvo asegurada mediante la calibración previa del equipo topográfico, lo que certificó la exactitud de las mediciones realizadas. Adicionalmente, la validación de los instrumentos empleados fue realizada por un comité de expertos, asegurando la rigurosidad del proceso. A continuación, se presentan la ficha de observación utilizada en el estudio.

Tabla 17

Ficha de observación para determinar características topográficas

| Ficha de observación | |
|---|--|
| 1. Información general | |
| Nombre del camino: _____ | |
| Ubicación (Distrito, Provincia, Región): _____ | |
| Clima durante la observación: _____ | |
| 2. Datos topográficos | |
| 2.1 Longitud | |
| Longitud total del camino: _____ m/km | |
| 2.2 Área | |
| Área aproximada del camino (longitud x ancho): _____ m ² | |
| 2.3 Ancho de la Sección | |
| Ancho promedio del camino: | |
| <input type="checkbox"/> < 3 m | |
| <input type="checkbox"/> 3-5 metros | |
| <input type="checkbox"/> > 5 m | |
| Observaciones específicas del ancho (variaciones): | |
| Inicio del tramo: _____ m | |
| Mitad del tramo: _____ m | |
| Final del tramo: _____ m | |
| 2.4 Pendiente | |
| Pendiente longitudinal promedio: _____ % | |
| Secciones con pendientes críticas (especificar ubicación y valor): | |
| Tramo 1: _____ % | |
| Tramo 2: _____ % | |
| 2.5 Curvas de nivel | |
| Altura sobre el nivel del mar (en los puntos principales): | |
| Punto de inicio: _____ msnm | |
| Punto intermedio: _____ msnm | |
| Punto final: _____ msnm | |

Para el estudio de tráfico se implementó un método de conteo vehicular basado en los formatos normativos establecidos por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC). Este procedimiento permitió recopilar datos precisos sobre el volumen y la clasificación del tráfico, proporcionando una base estandarizada y confiable para evaluar las necesidades de la vía. La confiabilidad de los datos obtenidos fue garantizada mediante la utilización de las fichas oficiales del MTC, lo que certificó la precisión de las mediciones realizadas. Además, la validación de los instrumentos y procedimientos empleados estuvo a cargo de un comité de expertos, quienes verificaron la rigurosidad y consistencia del proceso. A continuación, se presenta la ficha de observación empleada en el estudio.

Tabla 18

Formato de determinar el conteo vehicular - MTC



**FORMATO DE CLASIFICACIÓN VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO**

| | | | | |
|------------------------------|--|---|--|---|
| TRAMO DE LA CARRETERA | | | | |
| SENTIDO | | E | | S |
| UBICACIÓN | | | | |
| DIA | | | | |

| | |
|------------------------------|---|
| ESTACIÓN | |
| CÓDIGO DE LA ESTACIÓN | A |
| DIA Y FECHA | |

| HORA | SENTIDO | Moto Carga | AUTO | STATION WAGON | CAMIONETAS | | | MICRO | BUS | | | CAMIÓN | | | | SEMI TRÁILER | | | | TRÁILER | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|---------|------------|------|---------------|------------|-------|-------------|-------|-----|-------|-----|--------|-----|---------|-----|--------------|--------|-----|-----|---------|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 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 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Para el desarrollo de los objetivos de la investigación se realizaron los siguientes procedimientos :

Para determinar las características de suelo del camino vecinal LI-636, distrito del Magdalena de Cao, provincia de Ascope, departamento La Libertad .

- Se recopiló información relevante del entorno, mapas incluyendo topográficos y estudios previos realizados en la región.
- Se excavaron cuatro calicatas representativas (ubicadas en las coordenadas precisas del camino) para recolectar muestras de suelo a diferentes profundidades. Para mayor detalle revisar el Anexo 17 donde figura el plano de la ubicación de calicatas.

Figura 4

Ubicación de las calicatas realizadas



- Las muestras fueron analizadas en laboratorio para determinar propiedades como granulometría, contenido de humedad, límites de consistencia, densidad seca máxima y el índice CBR. Los resultados revelaron que el suelo del tramo presenta características regulares con un promedio de CBR del 9.4%. Para mayor detalle revisar el Anexo 03 donde figura el estudio de suelos.
- Basado en estos resultados, se clasificó la subrasante de acuerdo con las especificaciones del Manual de Carreteras.

Para determinar las características Topográficas del camino vecinal LI-636, distrito del Magdalena de Cao, provincia de Ascope, departamento La Libertad.

- Se recopilaron datos iniciales como mapas topográficos y documentación histórica del área. El tramo estudiado abarcó desde las coordenadas 690612.89 m E - 9135544.16 m S hasta 693740.70 m E - 9135354.84 m S.
- Se efectuó una inspección detallada del camino, estableciendo puntos de referencia precisos para realizar mediciones topográficas.
- Se realizó un levantamiento topográfico utilizando equipos de precisión, lo que permitió identificar que el área posee pendientes favorables entre el 1% y el 3%.
- Los datos procesados generaron un mapa topográfico detallado, útil para la planificación de los diseños de pavimento. Para mayor detalle revisar el Anexo 17 donde figura los planos topográficos.

Para determinar las características del tránsito del camino vecinal LI-636, distrito del Magdalena de Cao, provincia de Ascope, departamento La Libertad.

- Se recopilaron datos sobre el flujo vehicular en el camino durante una semana, estimando un Índice Medio Diario (IMD) de 139 vehículos.
- Los datos recolectados fueron analizados para determinar la demanda de tráfico y su impacto en el diseño del pavimento. Como resultado, se calculó un ESAL de 150.052,10 para los pavimentos flexibles y articulados, mientras que para el pavimento rígido se obtuvo un valor de 161.400,70.

Para Realizar el diseño del pavimento flexible, rígido y articulado según con la metodología AASHTO 93 del camino vecinal LI-636, distrito del Magdalena de Cao, provincia de Ascope, departamento La Libertad.

Pavimento flexible:

- Los datos de tráfico y propiedades del suelo fueron integrados para determinar un espesor de 5 cm de carpeta asfáltica, 25 cm de base y 0 cm de subbase.

Pavimento Rígido:

- Se calculó un espesor de 15 cm para la losa de concreto, considerando refuerzos de acero y una subbase de 15 cm.

Pavimento Articulado:

- Se diseñaron adoquines de 6 cm de espesor sobre una base de 20.32 cm de material granular compactado.

Para evaluar la rentabilidad de los pavimentos flexible, rígido y articulado mediante la metodología del Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR) para reducir costos de mantenimiento.

- Se analizaron los costos de construcción, mantenimiento y vida útil de los tres tipos de pavimento.
- El análisis financiero reveló que el pavimento flexible es la opción más rentable con un VAN de S/ 331,776.14 y una TIR del 11.64%, mientras que el pavimento articulado representaba una solución intermedia y el rígido, aunque más duradero, era menos viable económicamente bajo las condiciones actuales.

3.6. Técnica de análisis de resultados

Inicialmente, se aplicó un análisis descriptivo cuantitativo para ordenar y presentar los datos recolectados en los estudios de tráfico, suelos y topografía. Esta fase cuantitativa facilitó una comprensión clara de las condiciones actuales del camino, permitiendo cuantificar la capacidad portante del suelo, las características topográficas y el volumen de tráfico diario medio anual. Simultáneamente, se empleó un análisis cualitativo para profundizar en la comprensión de cómo estas características influían en la selección del tipo de pavimento más adecuado. Este análisis exploró las relaciones entre las características del suelo y los requisitos de diseño de pavimento, ayudando a generar hipótesis sobre cómo las diferentes condiciones del suelo podían afectar la durabilidad y eficacia de los pavimentos propuestos.

Además, se utilizó un análisis predictivo para anticipar futuros problemas de mantenimiento y prever cómo los cambios en el tráfico podrían impactar la vida útil de los pavimentos. Este análisis predictivo empleó modelos estadísticos para proyectar tendencias de deterioro y estimar la demanda futura de reparaciones, crucial para la planificación a largo plazo.

Además, se realizó el análisis prescriptivo sugirió acciones específicas para mejorar la eficiencia y economía de los pavimentos, recomendando el tipo de pavimento más adecuado para maximizar la relación beneficio/costo basado en el análisis del Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR), y sugiriendo cambios en las prácticas de mantenimiento para prolongar la vida útil del pavimento. Finalmente, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de Tukey para evaluar las diferencias significativas entre los costos de mantenimiento de los diferentes tipos de pavimento. Estos análisis estadísticos ayudaron a validar la hipótesis de que el pavimento flexible es la alternativa óptima para reducir costos de mantenimiento en el camino vecinal LI-636.



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Capítulo IV: RESULTADOS

4.1 Análisis e interpretación de resultados

4.1.1 Determinación de las características del camino vecinal LI-636.

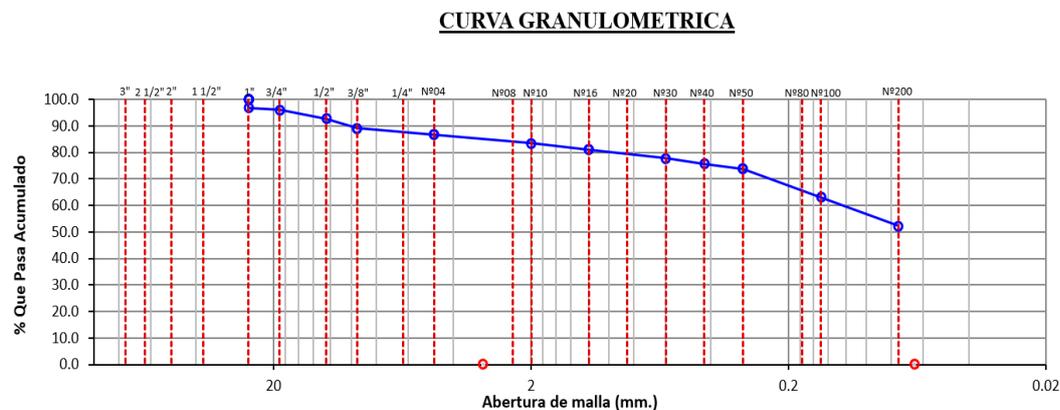
Estudio de mecánica de suelos del camino vecinal LI-636.

Calicata 01

En la Figura 5, se presentó la distribución de partículas de la calicata 01, detallando específicamente la composición del suelo analizado.

Figura 5

Distribución de partículas de la calicata 01



Con un 13.4% de grava, la muestra presentó una presencia menor de este material, lo cual sugirió que las propiedades de resistencia y drenaje del suelo podrían estar limitadas debido a esta baja proporción. Por otro lado, la arena constituyó el 34.4% de la muestra, representando más de un tercio de esta y señalando una influencia importante en la permeabilidad y la trabajabilidad del suelo. A pesar de esto, la arena no dominó la composición, indicando una textura del suelo de tipo intermedia. Finalmente, el 52.2% del material pasó a través de la malla 200, lo que indicó una predominancia de partículas finas (limo y arcilla) sobre las más gruesas. Este alto porcentaje de partículas finas afectó directamente la cohesión, la plasticidad y la capacidad de retención de agua del suelo, sugiriendo características específicas en cuanto a su comportamiento y manejo.

En la Tabla 19 se observó la consistencia física de la muestra de suelo obtenida de la calicata 01 a través de los parámetros conocidos como límites de Atterberg. Estos límites fueron cruciales para clasificar el suelo y comprender su comportamiento en relación con el agua.

Tabla 19

Consistencia del suelo de la calicata 01

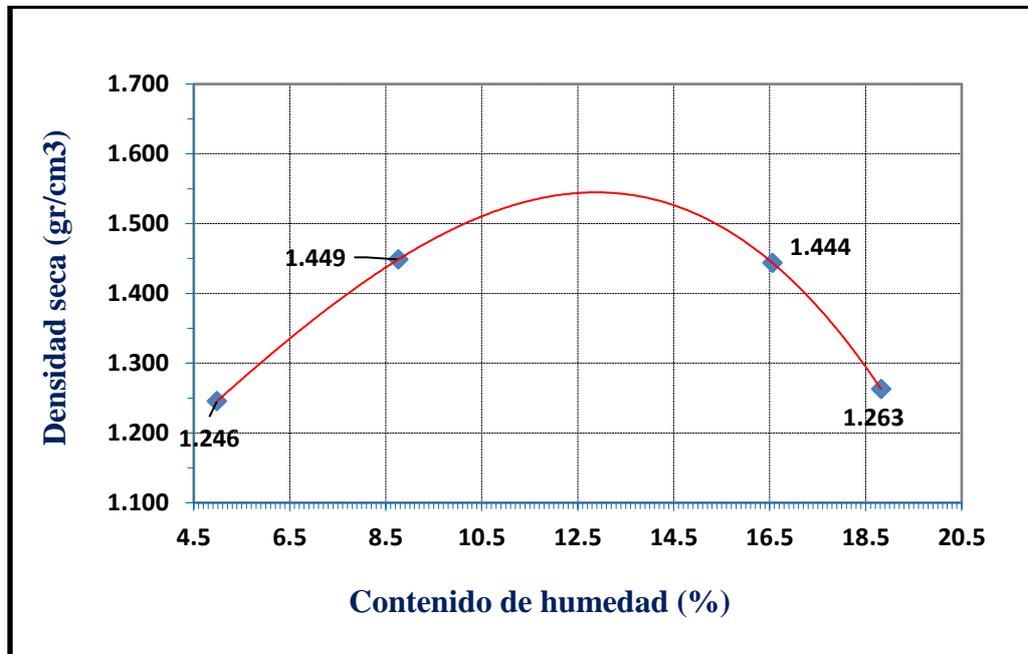
| CONSISTENCIA FÍSICA DE LA MUESTRA | |
|--|----|
| Límite Líquido % | 29 |
| Límite Plástico % | 14 |
| Índice de Plasticidad (Malla N°40) | 15 |

El Límite Líquido (LL) se registró en un 29%, lo cual indicó la humedad mínima en la que el suelo pasa de un estado plástico a un estado líquido. Este valor, relativamente bajo, sugirió que el suelo se volvía líquido con una cantidad moderada de agua, implicando una capacidad limitada de absorción antes de perder cohesión. Por otro lado, el Límite Plástico (LP) fue de 14%, apuntando a un estrecho margen en el que el suelo actuaba de manera plástica; esto significaba que era poco plástico o tenía una baja capacidad de deformarse sin romperse. El Índice de Plasticidad (IP), que es la diferencia entre el LL y el LP, fue de 15, indicando una plasticidad moderada del suelo. Este nivel de plasticidad sugirió que el suelo podía soportar cierta deformación bajo carga sin agrietarse, lo cual era favorable para diversas aplicaciones de ingeniería. En conjunto, estos parámetros señalaron un suelo con capacidad limitada para manejar variaciones en el contenido de humedad y con una moderada capacidad de deformación.

En la Figura 06, se mostró la curva de compactación del ensayo Proctor, esencial para determinar la compactación óptima del suelo en proyectos de construcción.

Figura 6

Relación humedad y densidad seca de la muestra de suelo de la calicata 01



El ensayo reveló que la máxima densidad seca alcanzada fue de 1.540 gr/cm³, indicando la mayor densidad que las partículas de suelo podían lograr bajo las condiciones de compactación aplicadas en el laboratorio. Este punto de densidad seca máxima correspondió a un contenido óptimo de humedad del 12.5%, el porcentaje de agua necesario para que el suelo alcanzara dicha densidad. Observando la curva, se notó que a medida que el contenido de humedad aumentaba inicialmente desde el 4.98 % hasta el 18.82%, la densidad seca del suelo aumentaba debido a que el agua actuaba como lubricante entre las partículas de suelo, permitiendo que se acomodaran más densamente al aplicar la compactación. Sin embargo, al añadir más agua más allá del punto óptimo de humedad, se produjo un efecto contrario: la densidad seca comenzó a disminuir, como se observó cuando el contenido de humedad alcanzó el 12.82% y la densidad seca descendió a 1.263 gr/cm³. Esto sucedió porque el exceso de agua comenzó a ocupar espacio entre las partículas, reduciendo su capacidad de compactarse.

La Tabla 20 exhibió los resultados del ensayo de Relación de Soporte de California (CBR) para el suelo proveniente de la calicata 01, destacando su comportamiento bajo diferentes grados de compactación.

Tabla 20

CBR del suelo de la calicata 01

| Ensayo de CBR | | |
|----------------------|--------------------|------|
| Descripción | gr/cm ³ | % |
| %CBR 100%MDS | 1.54 | 10.0 |
| %CBR 95%MDS | 1.46 | 8.0 |

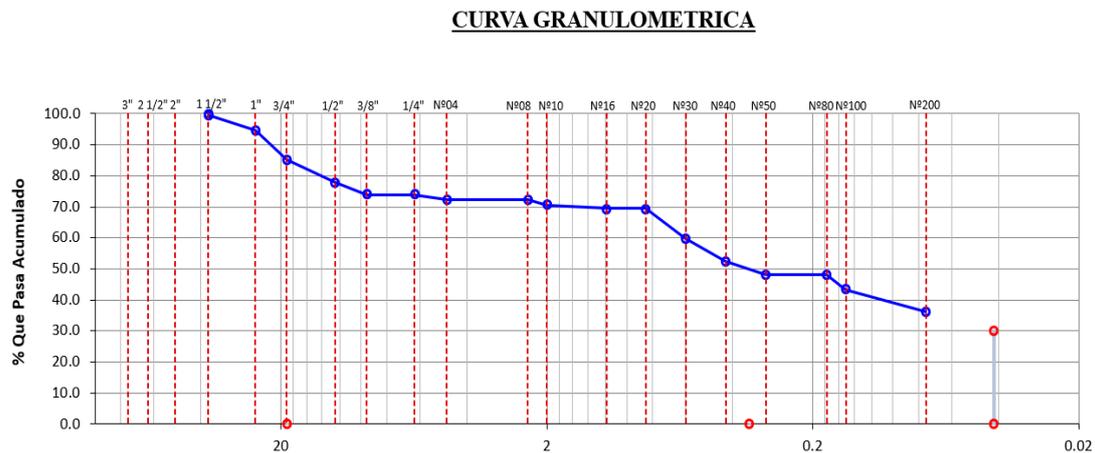
Al alcanzar su máxima densidad seca (MDS) de 1.54 gr/cm³, el suelo demostró un CBR de 10.0%, sugiriendo una capacidad de soporte moderada en su estado de compactación plena. No obstante, al reducir la compactación al 95% de la MDS, obteniendo una densidad de 1.46 gr/cm³, el CBR disminuyó a 8.0%, reflejando una merma en la resistencia del suelo ante cargas aplicadas. Este análisis de resistencia es crucial, especialmente en contextos donde el terreno debe soportar cargas considerables, como en la construcción de infraestructuras viales. La necesidad de mejoras en el suelo o de adoptar medidas especiales en el diseño del pavimento se hizo evidente para garantizar la durabilidad y seguridad de la obra. Adicionalmente, de acuerdo con el Cuadro 4.11 de Categorías de Subrasante del Manual de Carreteras, un suelo con un CBR en el rango de $\geq 6\%$ y $< 10\%$ se clasifica como de calidad "regular". En consecuencia, el suelo de la calicata 01 cumplió con esta clasificación, situándose dentro de dicho intervalo y reforzando la idea de que, aunque posee una capacidad de soporte aceptable, podría requerir intervenciones para optimizar su desempeño frente a cargas pesadas.

Calicata 02

En la Figura 7, se exhibió la distribución granulométrica del suelo de la calicata 02.

Figura 7

Distribución de partículas de la calicata 02



La muestra contenía un 27.7% de grava, lo que indicó una capacidad moderada para soportar esfuerzos y una permeabilidad potencialmente adecuada debido a esta fracción del suelo. La arena, representando el 36.1% del total, sugirió una buena trabajabilidad y contribuyó a la capacidad de drenaje, sin ser el componente predominante, lo que llevó a inferir una textura intermedia del suelo. Asimismo, un igual porcentaje de 36.1% de partículas finas (que pasan la malla 200) denotó una cantidad considerable de limo y arcilla, afectando la compresibilidad y la susceptibilidad del suelo a variaciones volumétricas con los cambios de humedad. Estos finos conferían al suelo características cohesivas críticas para entender su comportamiento bajo carga. La clasificación del suelo como SC por el S.U.C.S. y A-4 (0) según AASHTO reflejó esta mezcla de partículas y tuvo implicaciones directas en su estabilidad y comportamiento mecánico, lo cual debía ser considerado en el diseño y ejecución de obras civiles. La proporción de estos componentes determinó en gran medida el manejo y las aplicaciones potenciales del suelo en proyectos de construcción.

En la Tabla 21, se detalló la consistencia física de la muestra de suelo de la calicata 02, utilizando los parámetros de los límites de Atterberg.

Tabla 21

Consistencia del suelo de la calicata 02

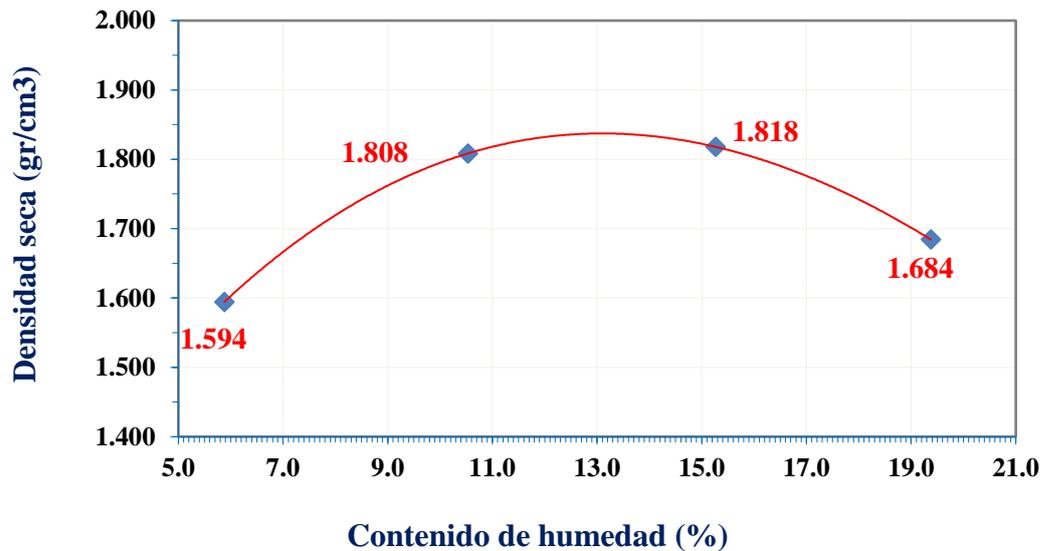
| CONSISTENCIA FÍSICA DE LA MUESTRA | |
|--|----|
| Límite Líquido % | 25 |
| Límite Plástico % | 16 |
| Índice de Plasticidad (Malla N°40) | 10 |

El Límite Líquido (LL) se determinó en 25%, lo que indicó la humedad a la que el suelo cambió de estado plástico a líquido. Este valor evidenció que el suelo absorbió una cantidad moderada de agua antes de perder su cohesión. El Límite Plástico (LP) se estableció en 16%, definiendo el contenido mínimo de humedad en el cual el suelo presentó propiedades plásticas, mostrando una capacidad de deformación sin ruptura. El Índice de Plasticidad (IP), calculado como la diferencia entre el LL y el LP, fue de 9, lo que reflejó una plasticidad moderada. Esta plasticidad confirmó que el suelo experimentó deformación bajo presión sin fracturarse, lo cual constituyó una característica adecuada para aplicaciones en construcción con variaciones de carga. La muestra analizada, correspondiente a la calicata 02, demostró una capacidad limitada para manejar la humedad, mientras que su plasticidad proporcionó la flexibilidad necesaria para su uso en condiciones específicas. Sin embargo, estas propiedades restringieron su aplicabilidad en proyectos de construcción que exigían alta estabilidad frente a cambios en las condiciones de humedad.

En la figura 08, se presentó la curva de compactación del ensayo Proctor, que determinó la compactación óptima para proyectos de construcción.

Figura 8

Relación humedad y densidad seca de la muestra de suelo de la calicata 02



La gráfica ilustró que la máxima densidad seca obtenida fue de 1.83 gr/cm³, alcanzándose a un óptimo contenido de humedad del 13%. La curva mostró que, al incrementar el contenido de humedad desde valores iniciales, la densidad seca del suelo aumentaba hasta llegar al punto óptimo. Este fenómeno ocurrió debido a que el agua facilitaba el reacomodo de las partículas del suelo, permitiendo una compactación más efectiva. Superado el contenido de humedad óptimo, la densidad seca disminuyó, lo cual se reflejó cuando el contenido de humedad sobrepasó el 13% y la densidad seca descendió, como se mostró en el punto de 1.684 gr/cm³ para un contenido de humedad del 19%. Este comportamiento fue típico cuando el exceso de agua empezó a separar las partículas de suelo, resultando en una disminución de la compacidad.

La Tabla 22 detalló los resultados del ensayo CBR (Relación de Soporte de California) para la muestra de suelo extraída de la calicata 02, ofreciendo perspectivas cruciales sobre su resistencia y capacidad de soporte bajo condiciones de compresión.

Tabla 22

CBR del suelo de la calicata 02

| Ensayo de CBR | | |
|----------------------|--------------------|------|
| Descripción | gr/cm ³ | % |
| %CBR 100%MDS | 1.83 | 12.0 |
| %CBR 95%MDS | 1.74 | 10.8 |

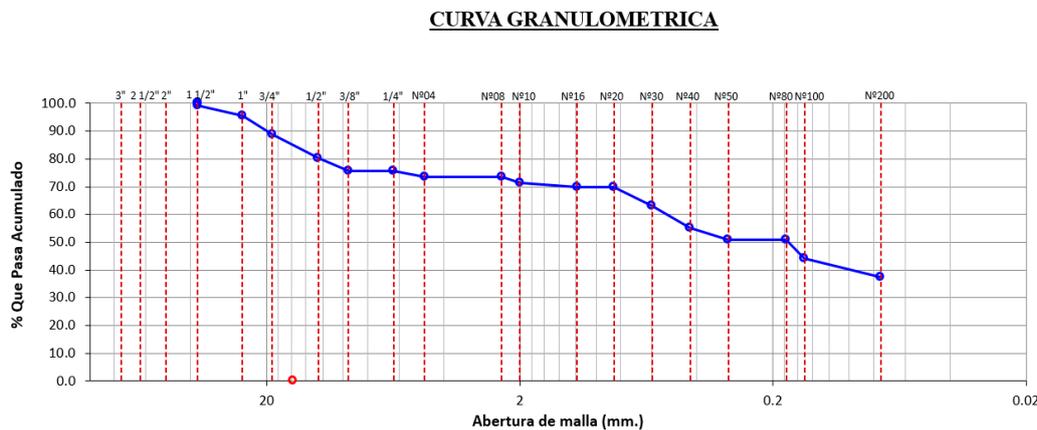
Con una densidad máxima seca (MDS) de 1.83 gr/cm³, la muestra logró un valor CBR de 12.0%, lo cual denotó una resistencia aceptable y sugirió una buena capacidad de soporte del suelo cuando se encontraba completamente compactado, evidenciando una mejora en comparación con los resultados de la calicata 01. Este incremento en el porcentaje de CBR podría interpretarse como una indicación de una subrasante de mayor calidad, de acuerdo con las categorías definidas en el Manual de Carreteras. Al ajustar la compactación al 95% de la MDS, lo que resultó en una densidad de 1.74 gr/cm³, se observó una disminución moderada del CBR a 10.8%. A pesar de este ligero descenso, el suelo mantuvo una clasificación de calidad "Buena" según el Cuadro 4.11 de Categorías de Subrasante del Manual de Carreteras, puesto que se encontraba en el rango de $\geq 10\%$ y $< 20\%$. Este posicionamiento dentro del intervalo mencionado subrayó la capacidad de soporte competente del suelo de la calicata 02, lo cual fue prometedor para aplicaciones que exigieran una base firme y resiliente, como en la construcción de vías de transporte y otras infraestructuras críticas.

Calicata 03

En la Figura 9, se exhibió la distribución granulométrica del suelo de la calicata 03.

Figura 9

Distribución de partículas de la calicata 03



La muestra de suelo de la calicata 03 tenía una composición en la que la grava constituyó el 26.5%, lo que implicó una capacidad de soporte y permeabilidad moderadas. La arena, que representó el 36.0% de la muestra, evidenció que el suelo tenía una buena trabajabilidad y contribuyó positivamente a la capacidad de drenaje, sin ser predominante, lo que definió una textura intermedia del suelo. El porcentaje de partículas finas que pasaron la malla 200 fue del 37.5%, lo que indicó una presencia considerable de limo y arcilla, con un efecto directo sobre la compresibilidad del suelo y su respuesta a los cambios de humedad. Esta alta proporción de finos otorgó al suelo una cohesión significativa, crucial para el análisis de su comportamiento bajo cargas. La clasificación del suelo como SC según el S.U.C.S. y A-4 (0) por AASHTO reflejó estas características mixtas de granulometría y proporcionó una base sólida para comprender su estabilidad potencial y comportamiento mecánico.

La Tabla 23 presentó la consistencia física del suelo de la calicata 03, caracterizada a través de los límites de Atterberg.

Tabla 23

Consistencia del suelo de la calicata 03

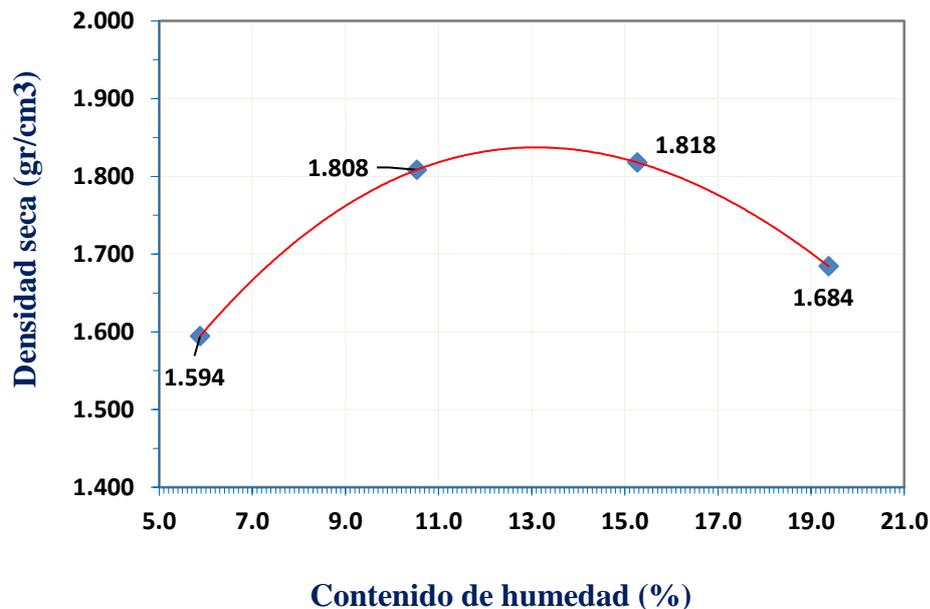
| CONSISTENCIA FÍSICA DE LA MUESTRA | |
|--|----|
| Límite Líquido % | 25 |
| Límite Plástico % | 16 |
| Índice de Plasticidad (Malla N°40) | 10 |

Con un Límite Líquido (LL) de 25%, el suelo mostró una transición de un estado plástico a líquido con una moderada absorción de agua, sugiriendo una cohesión adecuada hasta ese nivel de humedad. El Límite Plástico (LP), registrado a 16%, indicó la menor humedad en la que el suelo mantenía propiedades plásticas, evidenciando cierta flexibilidad sin llegar a fracturarse. Con un Índice de Plasticidad (IP) de 10, derivado de la diferencia entre el LL y el LP, se destacó la plasticidad moderada del suelo, lo cual fue favorable para aplicaciones de construcción que enfrentan cargas variables, ya que el suelo podía soportar deformaciones bajo presión sin agrietarse. La combinación de estos parámetros indicó que, si bien el suelo de la calicata 03 podía manejar cierto grado de humedad con flexibilidad, su aplicabilidad podría estar limitada en proyectos que exigían alta estabilidad ante cambios en la humedad.

La figura 10 mostró la curva de compactación para la muestra de suelo de la calicata 02, obtenida a través del ensayo Proctor Standard.

Figura 10

Relación humedad y densidad seca de la muestra de suelo de la calicata 03



La curva indicó que la máxima densidad seca registrada para esta muestra fue de 1.84 gr/cm³, alcanzada a un contenido óptimo de humedad de 13.00%. Se observó que a medida que el contenido de humedad incrementaba desde el punto más bajo registrado, la densidad seca del suelo aumentaba hasta alcanzar el punto máximo, sugiriendo que la humedad actuaba como un lubricante que permitía un reacomodo más compacto de las partículas de suelo. Sin embargo, una vez superado el contenido de humedad óptimo, la densidad seca empezó a disminuir; esto se evidenció en la gráfica cuando el contenido de humedad excedió a 19.38 % y la densidad seca bajó a 1.684 gr/cm³. Este descenso se debió a que el exceso de agua comenzó a llenar los espacios entre las partículas, impidiendo una compactación efectiva.

La Tabla 24 ilustró los hallazgos del ensayo de Relación de Soporte de California (CBR) para el suelo extraído de la calicata 03, proporcionando una evaluación detallada de su capacidad de carga y resistencia bajo compresión.

Tabla 24

CBR del suelo de la calicata 03

| Ensayo de CBR | | |
|----------------------|--------------------|------|
| Descripción | gr/cm ³ | % |
| %CBR 100%MDS | 1.84 | 11.8 |
| %CBR 95%MDS | 1.75 | 10.0 |

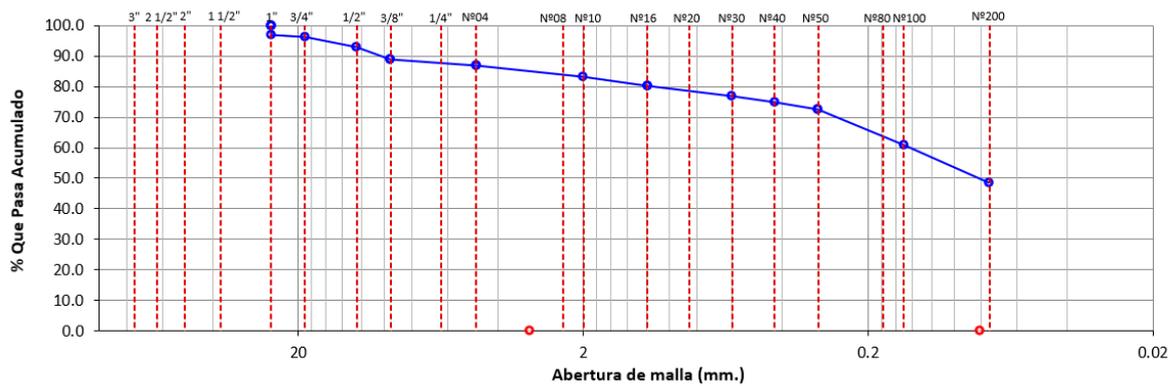
Al estar compactada al 100% de su Máxima Densidad Seca (MDS) de 1.84 gr/cm³, la muestra registró un CBR de 11.8%, lo que reflejó una resistencia considerable, indicando que el suelo, en su estado óptimo de compactación, ofrecía una base sólida y adecuada para la estabilidad estructural de pavimentos y cimentaciones. Al ajustar el nivel de compactación al 95% de la MDS, equivalente a una densidad de 1.75 gr/cm³, se observó una disminución moderada en el valor del CBR a 10.0%. Esta variación sugirió que una reducción en la compactación del suelo conllevaba a una ligera disminución en su capacidad de soporte, aunque seguía siendo considerablemente alta para fines constructivos. De acuerdo con el Cuadro 4.11 de Categorías de Subrasante del Manual de Carreteras, este suelo se clasificó dentro de la categoría de calidad "Buena", al situarse en un rango de CBR de $\geq 10\%$ y $< 20\%$. Este rango confirmó la competencia del suelo de la calicata 03 para soportar construcciones que requirieran una base resiliente, como infraestructuras viales, evidenciando su viabilidad como material de subrasante en proyectos de construcción que demandan altos estándares de soporte y estabilidad.

Calicata 04

En la Figura 11, se exhibió la distribución granulométrica del suelo de la calicata 04.

Figura 11

Distribución de partículas de la calicata 04



La muestra de suelo presentó una distribución granulométrica y clasificación que proporcionó información clave sobre sus características y comportamiento potencial. Con un 13.2% de grava, hubo una cantidad moderada de este material, lo que contribuyó parcialmente a la resistencia y al drenaje del suelo, aunque no fue el componente predominante. La proporción de arena fue considerable, con un 38.1%, lo que indicó que la textura del suelo se inclinaba hacia características de buena trabajabilidad y drenaje adecuado, aunque el predominio no fue suficiente para clasificar el suelo como arenoso. Por otra parte, un significativo 48.6% del material pasó a través de la malla 200, sugiriendo una alta presencia de partículas finas como limo y arcilla. La clasificación del suelo como SC según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.) indicó que era un suelo limoso-arcilloso con gravilla y arena. La clasificación de AASHTO como A-6 (3) sugirió que el suelo tenía características que podrían limitar su uso como subrasante sin un tratamiento adecuado, ya que los suelos A-6 tienden a tener menor capacidad de soporte y pueden ser susceptibles a la contracción y expansión debido a su contenido de partículas finas.

La Tabla 25 reveló la consistencia física del suelo de la calicata 04, utilizando los límites de Atterberg para su caracterización.

Tabla 25

Consistencia del suelo de la calicata 04

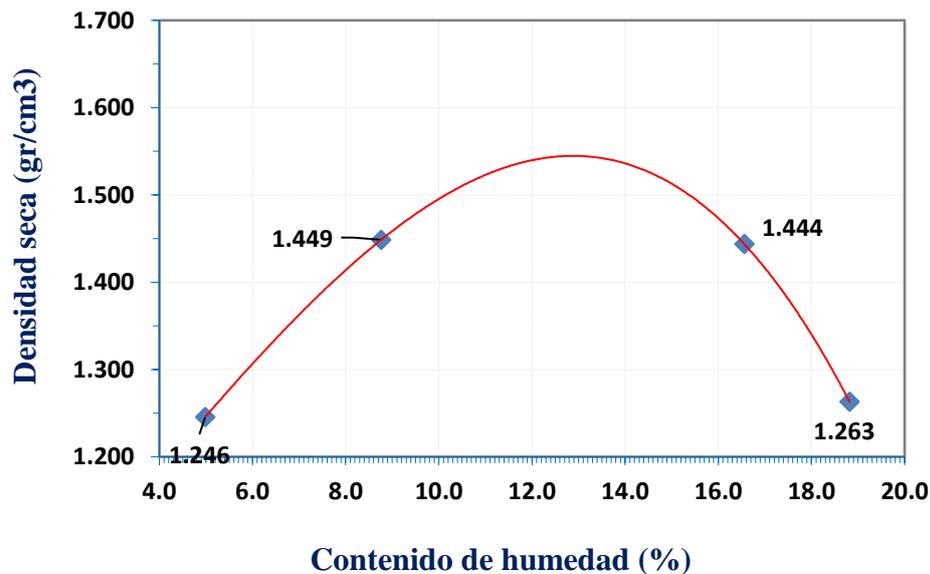
| CONSISTENCIA FÍSICA DE LA MUESTRA | |
|--|----|
| Límite Líquido % | 29 |
| Límite Plástico % | 16 |
| Índice de Plasticidad (Malla N°40) | 14 |

El suelo exhibió un Límite Líquido (LL) de 29%, lo cual indicó que se volvía líquido y perdía cohesión al alcanzar ese porcentaje de humedad, reflejando una capacidad moderada para retener agua. El Límite Plástico (LP) se situó en el 16%, señalando el punto de humedad donde el suelo empezaba a comportarse de manera plástica y podía deformarse sin romperse. El Índice de Plasticidad (IP) fue de 14, calculado como la diferencia entre el LL y el LP, demostrando una plasticidad relativamente alta, lo que implicaba que el suelo podía soportar cierta deformación sin agrietarse bajo presiones variables. Esto indicó que el suelo presentaba una flexibilidad adecuada para ciertas aplicaciones de construcción, pero su tendencia a cambios volumétricos con la humedad debía ser considerada cuidadosamente, especialmente en proyectos de construcción que requerían un alto nivel de estabilidad y resistencia a la variabilidad hídrica.

La Figura 12 exhibió la curva de compactación obtenida del ensayo Proctor Standard para la muestra de suelo de la calicata 04.

Figura 12

Relación humedad y densidad seca de la muestra de suelo de la calicata 04



La gráfica reveló que la máxima densidad seca registrada fue de 1.550 gr/cm³, lograda a un contenido óptimo de humedad del 13.00%. El aumento en la densidad seca a medida que se incrementaba la humedad inicialmente sugirió que la adición de agua permitía una compactación más efectiva de las partículas del suelo, hasta alcanzar su densidad máxima. Una vez sobrepasado este contenido óptimo de humedad, se observó una disminución en la densidad seca, como se mostró cuando la humedad se incrementó al 18.82 % y la densidad se redujo a 1.263 gr/cm³. Esto indicó que el exceso de agua reducía la capacidad del suelo para compactarse, ya que empezaba a ocupar el espacio entre las partículas, evitando que estas se acercaran entre sí de manera efectiva.

La Tabla 26 mostró los resultados del ensayo de Relación de Soporte de California (CBR) para el suelo de la calicata 04, proporcionando datos esenciales sobre su capacidad de carga y resistencia.

Tabla 26

CBR del suelo de la calicata 04

| Ensayo de CBR | | |
|----------------------|--------------------|------|
| Descripción | gr/cm ³ | % |
| %CBR 100%MDS | 1.55 | 10.3 |
| %CBR 95%MDS | 1.47 | 8.8 |

Con la muestra compactada al 100% de su Máxima Densidad Seca (MDS) de 1.55 gr/cm³, se obtuvo un CBR de 10.3 %, señalando una capacidad de soporte adecuada para un suelo en su estado de máxima compactación, fundamental para el diseño estructural de pavimentos y cimentaciones. Al ajustar la compactación a un 95% de la MDS, donde la densidad disminuyó ligeramente a 1.47 gr/cm³, el valor del CBR disminuyó a 8.8%. Esta disminución indicó que, a medida que la densidad seca del suelo disminuía, su capacidad de soporte bajo carga también se reducía. De acuerdo con el Cuadro 4.11 de Categorías de Subrasante del Manual de Carreteras, este suelo se clasificó dentro de la categoría de calidad "Regular", al situarse en un rango de CBR de $\geq 6\%$ y $< 10\%$. Este rango confirmó la competencia del suelo de la calicata 04 para soportar construcciones que requirieran una base resiliente, como infraestructuras viales, evidenciando su viabilidad como material de subrasante en proyectos de construcción que demandaban altos estándares de soporte y estabilidad.

Estudio de Topográfico del camino vecinal LI-636.

Los hallazgos del estudio topográfico quedaron documentados detalladamente en los planos incluidos en los anexos.

Estudio de Tráfico del camino vecinal LI-636.

La Tabla 27 proporcionó un resumen del conteo vehicular agrupado por tipo de vehículo y ciclos de conteo C1 a C7, así como la Intensidad Media Diaria (IMD) para cada categoría.

Tabla 27

Resumen del conteo vehicular

| Nº | Tipo de Vehículo | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 | IMD |
|----|------------------------|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| 1 | Motokar/Moto/Motocarga | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| 2 | Automóvil | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 50 | 40 | 45 |
| 3 | Station Wagon | 31 | 35 | 33 | 32 | 32 | 32 | 33 | 31 |
| 4 | Camioneta Pick Up | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| 5 | Combi | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| 6 | Camión (2E) | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| 7 | Camión (3E) | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| 8 | Semitrailer $\geq 3s3$ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | Tráiler 2T2 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |

Los Motokar, motos y Motocarga mostraron un conteo consistente de 20 vehículos en cada ciclo, resultando en una IMD de 20. Los automóviles variaron ligeramente en sus conteos, con un promedio de 45 vehículos, excepto en los ciclos C6 y C7 donde se registraron 50 y 40, respectivamente. Los Station Wagon presentaron una pequeña fluctuación en los conteos, con una IMD de 31. Las camionetas Pick Up mantuvieron un conteo constante de 12 por ciclo. Las combis también registraron un conteo uniforme de 25 vehículos en cada ciclo. Los camiones de dos ejes (2E) tuvieron un conteo variable entre 2 y 3, con una IMD de 3. Los camiones de tres ejes (3E) oscilaron entre 1 y 2 vehículos por ciclo, teniendo una IMD de 2. Los Semitrailer mayores a 3 ejes no presentaron actividad. Los tráileres 2T2 registraron la menor frecuencia, con una IMD de 1.

La Tabla 28 detalló los ESAL anuales para diferentes tipos de vehículos, reflejando el impacto en pavimentos flexibles y articulados.

Tabla 28

ESAL para pavimento flexible y articulado

| Nº | Tipo de vehículo | EE día-carril | Días | Fca | Esal |
|-------|------------------------|---------------|------|-------|-------------|
| 1 | Motokar/Moto/Motocarga | 0.00066 | 365 | 29.78 | 7.160 |
| 2 | Automóvil | 0.00900 | 365 | 29.78 | 97.821 |
| 3 | Station Wagon | 0.00660 | 365 | 29.78 | 71.735 |
| 4 | Camioneta Pick Up | 0.03240 | 365 | 29.78 | 352.156 |
| 5 | Combi | 0.52500 | 365 | 29.78 | 5706.224 |
| 6 | Camión (2E) | 5.21574 | 365 | 29.78 | 56689.876 |
| 7 | Camión (3E) | 2.52600 | 365 | 29.78 | 27455.091 |
| 8 | Semitrailer $\geq 3s3$ | 0.00000 | 365 | 29.78 | 0.000 |
| 9 | Tráiler 2T2 | 5.49011 | 365 | 29.78 | 59672.040 |
| Total | | | | | 150,052.103 |

Los Motokar, motos y Motocarga contribuyeron con un mínimo de 7.160 ESAL, mientras que los automóviles y Station Wagon tuvieron un impacto moderado con 97.821 y 71.735 ESAL, respectivamente. Las camionetas Pick Up representaron 352.156 ESAL y las combis un significativo 5,706.224 ESAL. Los camiones de dos ejes fueron responsables de un considerable 56,689.876 ESAL y los camiones de tres ejes, aunque menos frecuentes, aportaron 27,455.091 ESAL. Los Semitrailer no contribuyeron al ESAL, mientras que los tráileres 2T2 presentaron la mayor influencia con 59,672.040 ESAL. En conjunto, estos vehículos generaron un total de 150,052.103 ESAL, lo que fue crítico para el diseño estructural de pavimentos y su mantenimiento a largo plazo, asegurando que pudieran soportar la carga vehicular esperada.

La Tabla 29 calculó los Equivalentes de Eje Simple (ESAL) para pavimento rígido basado en distintos tipos de vehículos y su frecuencia de paso diaria.

Tabla 29

ESAL para pavimento rígido

| Nº | Tipo de vehículo | EE día-carril | Días | Fca | Esal |
|-------|------------------------|---------------|------|-------|-------------|
| 1 | Motokar/Moto/Motocarga | 0.00051 | 365 | 29.78 | 5.532 |
| 2 | Automóvil | 0.00450 | 365 | 29.78 | 48.910 |
| 3 | Station Wagon | 0.00330 | 365 | 29.78 | 35.868 |
| 4 | Camioneta Pick Up | 0.02760 | 365 | 29.78 | 299.984 |
| 5 | Combi | 0.47500 | 365 | 29.78 | 5162.774 |
| 6 | Camión (2E) | 5.29344 | 365 | 29.78 | 57534.383 |
| 7 | Camión (3E) | 3.40683 | 365 | 29.78 | 37028.876 |
| 8 | Semitrailer $\geq 3s3$ | 0.00000 | 365 | 29.78 | 0.000 |
| 9 | Tráiler 2T2 | 5.63866 | 365 | 29.78 | 61286.550 |
| Total | | | | | 161,402.878 |

Los Motokar, motos y Motocarga, con su ligero peso, generaron 5.532 ESAL. Los automóviles y Station Wagon aportaron modestamente al desgaste del pavimento con 48.910 y 35.868 ESAL, respectivamente. Las camionetas Pick Up representaron un mayor impacto con 299.984 ESAL. Las combis, por otro lado, contribuyeron significativamente con 5,162.774 ESAL debido a su mayor peso y frecuencia de uso. Los camiones de dos ejes y tres ejes tuvieron una influencia considerable en el desgaste del pavimento, con 57,534.383 y 37,028.876 ESAL, respectivamente, reflejando su elevada carga por eje. Aunque los Semitrailer no contribuyeron al total de ESAL, los tráileres 2T2 tuvieron el mayor impacto individual con 61,286.550 ESAL. En total, estos vehículos acumularon 161,402.878 ESAL anuales, proporcionando una medida crítica del desgaste esperado en pavimentos rígidos, lo cual fue esencial para su diseño y mantenimiento adecuados.

4.1.2 Diseño del pavimento flexible, rígido y articulado según con la metodología

AASHTO 93 del camino vecinal LI-636.

La Tabla 30 resumió los datos clave para el diseño de pavimento flexible

Tabla 30

Parámetros para el diseño del pavimento flexible

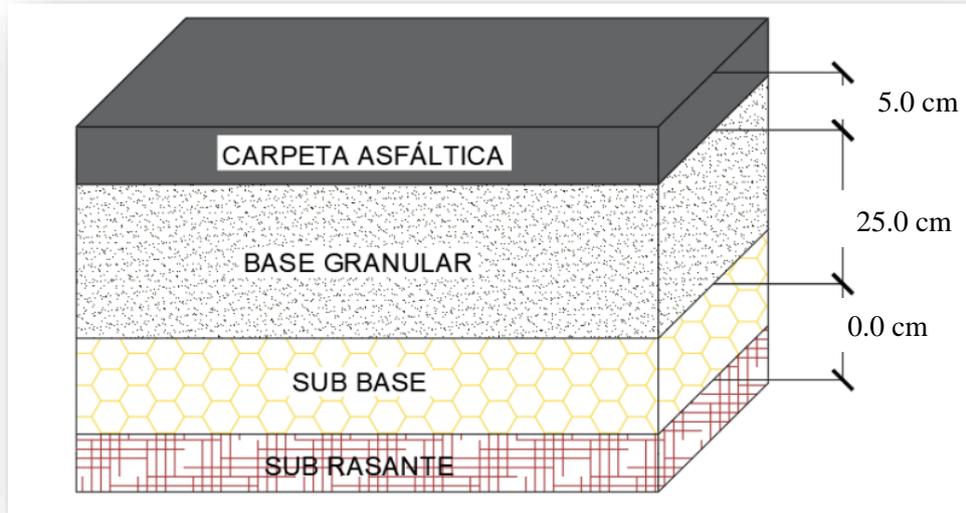
| Datos de diseño para pavimento flexible | |
|---|------------|
| W18= | 150,052.10 |
| M_r (psi) = | 8.88 |
| (%R)= | 70.00% |
| (Z _r) = | -0.524 |
| (S _o) = | 0.45 |
| (ΔPSI)= | 1.8 |
| SN= | 2.079 |

Se destacó un número de Equivalentes de Eje Simple (ESAL) proyectado en 150,052.10, reflejando la carga vehicular durante la vida útil del pavimento. Un módulo de resistencia de la subrasante (M_r) de 8.88 psi indicó la rigidez del suelo base, esencial para determinar el espesor necesario del pavimento. La confiabilidad del diseño se estableció en un 70%, equilibrando costo y eficacia, con un valor Z_r de -0.524 asociado a esta confiabilidad, indicando el nivel de variabilidad aceptado. La desviación estándar de la variación del tráfico (S_o) se fijó en 0.45, reflejando una moderada incertidumbre en las proyecciones de tráfico. Un cambio permisible en el Índice de Serviciabilidad (ΔPSI) de 1.8 definió el margen de deterioro aceptable del pavimento y, finalmente, se calculó un Número Estructural (SN) de 2.079, que midió la capacidad estructural necesaria para soportar el tráfico estimado. Estos componentes fueron fundamentales para el diseño efectivo de pavimentos flexibles, asegurando su rendimiento y durabilidad frente a las demandas del tráfico proyectado.

La figura 13 ilustró las capas que componían el pavimento flexible del camino vecinal LI-636.

Figura 13

Espesores de las capas del pavimento flexible del camino vecinal LI-636



Se especificó que la carpeta asfáltica tenía un espesor de 5.0 cm, proporcionando la superficie de rodadura para los vehículos. Debajo de esta, se encontraba la base granular con un espesor de 25.0 cm, que servía para distribuir las cargas del tráfico hacia las capas inferiores y proporcionar drenaje. No se indicó el espesor de la subbase, pero esta capa funcionaba como soporte adicional para la base y mejoraba la distribución de las cargas a la subrasante. La subrasante, la capa inferior que se asentaba directamente sobre el terreno, era el fundamento que soportaba el pavimento. Este diagrama fue esencial para comprender la estructura y el diseño del pavimento y aseguraba que se cumplieran las especificaciones técnicas para su adecuado rendimiento y durabilidad.

La Tabla 31 resumió los parámetros críticos para el diseño de pavimento rígido.

Tabla 31

Parámetros para el diseño del pavimento rígido

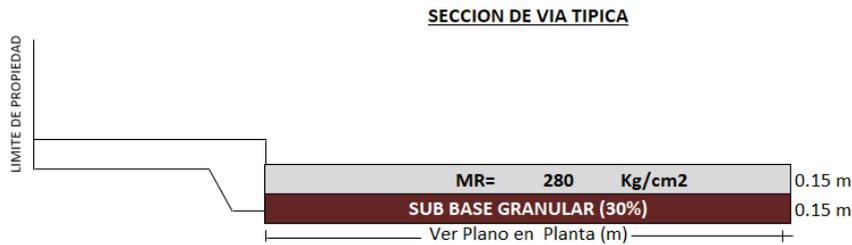
| REQUISITOS DEL DISEÑO | |
|--|----------|
| A. Periodo de diseño (años) | 20.00 |
| B. Numero de ejes equivalentes total (W18) | 1.61E+05 |
| C. Serviciabilidad inicial (PI) | 4.10 |
| D. Serviciabilidad final (PT) | 2.00 |
| E. Factor de confiabilidad (R) | 70% |
| F. Standard normal deviate (ZR) | -0.524 |
| G. Overall standard deviation (SO) | 0.45 |

Se estableció un periodo de diseño de 20 años y un tráfico proyectado de 161,000 Equivalentes de Eje Simple (W18), reflejando una carga vehicular significativa. La calidad superficial inicial del pavimento se valoró en una serviciabilidad de 4.10, con una serviciabilidad final proyectada de 2.00, marcando el límite antes de requerir intervenciones mayores. Se estableció un factor de confiabilidad del 70% para garantizar un equilibrio entre costo y rendimiento, con un standard normal deviate (ZR) de -0.524 correspondiente a este nivel de confiabilidad. La desviación estándar global de 0.45 reflejó la variabilidad esperada en la proyección de tráfico y la calidad de construcción. Estos parámetros guiaron el proceso de diseño, asegurando que el pavimento rígido fuera capaz de soportar la carga de tráfico prevista, manteniendo un nivel adecuado de serviciabilidad a lo largo de su vida útil.

La figura 14 presentó los espesores de las capas del pavimento rígido del camino vecinal LI-636. Estos resultados destacaron la configuración estructural diseñada para asegurar la durabilidad y eficiencia del pavimento bajo condiciones de tráfico específicas.

Figura 14

Espesores de las capas del pavimento rígido del camino vecinal LI-636



Se destacó dos componentes principales: la sección de concreto rígido con un Módulo de Ruptura (MR) de 280 kg/cm² y un espesor de 0.15 m, seguida por una subbase granular, también con un espesor de 0.15 m. La subbase granular, compuesta en un 30%, proporcionaba un soporte estructural adicional y mejoraba el drenaje y la distribución uniforme de las cargas hacia la subrasante. Este diseño fue fundamental para garantizar la funcionalidad y la vida útil del pavimento rígido, adaptándose a las condiciones específicas de tráfico y del suelo del camino vecinal.

La Tabla 32 detalló los parámetros para el diseño de pavimento articulado, considerando varios factores clave necesarios para asegurar su rendimiento a lo largo del tiempo.

Tabla 32

Parámetros para el diseño del pavimento articulado

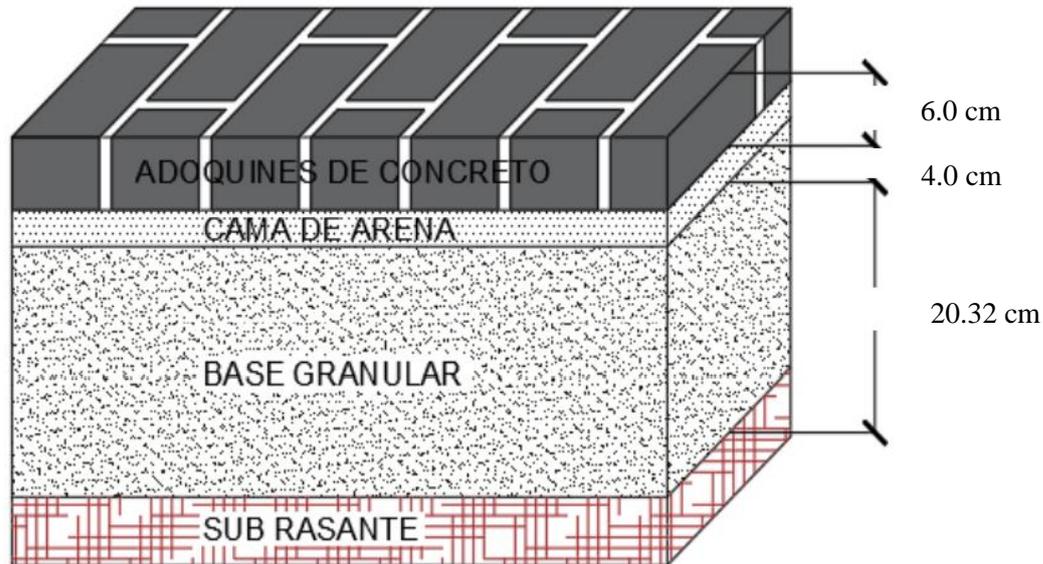
| REQUISITOS DEL DISEÑO | |
|--|----------|
| A. Periodo de diseño (años) | 20 |
| B. Numero de ejes equivalentes total (w18) | 1.50E+05 |
| C. Serviciabilidad inicial (pi) | 3.8 |
| D. Serviciabilidad final (pt) | 2.0 |
| E. Factor de confiabilidad (r) | 70% |
| F. Standard normal deviate (zr) | -0.524 |
| G. Overall standard deviation (so) | 0.45 |

Se estableció un periodo de diseño de 20 años, reflejando la expectativa de durabilidad y resistencia del pavimento ante el tráfico y las condiciones ambientales. El número total de ejes equivalentes (w18) proyectado fue de 150,000, indicando la cantidad acumulada de carga de tráfico que el pavimento debía soportar durante este periodo. La serviciabilidad inicial, valorada en 3.8, y la serviciabilidad final, fijada en 2.0, marcaron el rango aceptable de calidad superficial desde el estado nuevo hasta el punto en que se requería mantenimiento o rehabilitación. Con un factor de confiabilidad del 70%, se buscó un equilibrio entre la seguridad y economía del diseño. El valor de -0.524 para el standard normal deviate (zr) se asoció con este nivel de confiabilidad, indicando la distancia en desviaciones estándar desde la media para alcanzar el porcentaje deseado de confianza. La desviación estándar global (so) de 0.45 reflejó la variabilidad en las proyecciones de tráfico y las expectativas de rendimiento del pavimento. Estos parámetros fueron esenciales para el proceso de diseño, permitiendo crear pavimentos articulados que cumplieran con las expectativas de serviciabilidad, durabilidad y rendimiento bajo la carga y uso anticipados.

La figura 15 mostró las distintas capas que formaban el pavimento articulado del camino vecinal LI-636.

Figura 15

Espesores de las capas del pavimento articulado del camino vecinal LI-636



La capa superior estuvo formada por adoquines de concreto con un espesor de 6 cm, diseñados para proporcionar una superficie resistente y duradera. Justo debajo, se encontró una cama de arena de 4 cm que facilitó la alineación y nivelación de los adoquines, además de contribuir al drenaje. La base granular, con un espesor de 20.32 cm, ofreció una fundación sólida y distribuyó uniformemente las cargas hacia las capas inferiores. Estas capas descansaron sobre la subrasante, que constituyó la base natural o mejorada sobre la cual se construyó el pavimento. Este tipo de estructura de pavimento se caracterizó por su durabilidad y facilidad de mantenimiento, además de permitir la infiltración del agua y contribuir a la gestión sostenible de las aguas pluviales.

4.1.3 Rentabilidad de los pavimentos flexible, rígido y articulado mediante la metodología (VAN) y (TIR).

La Tabla 33 presentó el presupuesto para la construcción de un pavimento flexible, totalizando una inversión de S/3,365,627.14.

Tabla 33

Presupuesto del pavimento flexible

| Presupuesto del Pavimento Flexible | |
|---|----------------|
| 1 Obras Provisionales | S/45,934.02 |
| 2 Trabajos preliminares | S/76,825.80 |
| 3 Movimientos de tierras | S/175,533.42 |
| 4 Afirmados | S/596,650.19 |
| 5 Eliminación de material excedente | S/211,364.64 |
| 6 Pavimento flexible | S/1,321,507.86 |
| 7 Señalización en pintura | S/15,727.78 |
| Costo de inversión | S/3,365,627.14 |

Este presupuesto se distribuyó en varias categorías esenciales para la ejecución del proyecto.

Las Obras Provisionales, que incluyeron instalaciones temporales como cercas y oficinas, contaron con un presupuesto de S/45,934.02, mostrando su papel limitado en el contexto general de la obra. Los Trabajos Preliminares recibieron S/76,825.80 para tareas de limpieza y configuración inicial del sitio, mientras que los Movimientos de Tierras implicaron un desembolso de S/175,533.42 para la adecuación del terreno. Uno de los costos más significativos fue el de Afirmados, con S/596,650.19, destinados a estabilizar el suelo antes de la pavimentación, reflejando la importancia de una base robusta para la durabilidad del pavimento. La Eliminación de Material Excedente tuvo un presupuesto de S/211,364.64, necesario para manejar el volumen considerable de desechos producidos. El elemento más costoso fue la carpeta asfáltica del pavimento flexible, con un monto de S/1,321,507.86, subrayando su centralidad en el proyecto. Finalmente, la Señalización en pintura tuvo un costo de S/15,727.78.

La Tabla 34 proporcionó un desglose detallado del presupuesto destinado a la construcción de un pavimento rígido, ascendiendo a un total de S/4,233,433.17.

Tabla 34

Presupuesto del pavimento rígido

| Presupuesto del Pavimento rígido | |
|---|----------------|
| 1 Obras Provisionales | S/45,934.02 |
| 2 Trabajos preliminares | S/76,825.80 |
| 3 Movimientos de tierras | S/175,533.42 |
| 4 Afirmados | S/357,990.11 |
| 5 Eliminación de material excedente | S/211,364.64 |
| 6 Pavimento rígido | S/2,190,220.49 |
| 7 Señalización en pintura | S/15,727.78 |
| Costo de inversión | S/4,233,433.17 |

Este presupuesto se dividió en diversas categorías clave que reflejaron las etapas críticas y los requerimientos del proyecto. Comenzó con las Obras Provisionales, donde se invirtieron S/45,934.02 para establecer infraestructuras temporales como oficinas y almacenamientos en el sitio, facilitando la logística de inicio; luego, los Trabajos preliminares siguieron con un presupuesto de S/76,825.80, abordando la limpieza y la preparación inicial del terreno, que sentaron las bases para las operaciones de construcción posteriores. Además, el aspecto de Movimientos de tierras se llevó S/175,533.42, cubriendo la excavación y adecuación del terreno, un paso fundamental para preparar la superficie para el pavimento; los Afirmados demandaron S/357,990.11, un gasto considerable que aseguró la estabilización del suelo y la integridad estructural del pavimento. Asimismo, la Eliminación de material excedente tuvo asignado un costo de S/211,364.64, necesario para la gestión y disposición adecuada del material no utilizado. Por otro lado, el componente más costoso fue el Pavimento rígido, al que se destinaron S/2,190,220.49, y finalmente, la Señalización en pintura, con un costo de S/15,727.78, aunque menor, fue esencial para la seguridad y funcionalidad vial del proyecto completado.

La Tabla 35 ofreció una visión detallada del presupuesto necesario para la construcción de un pavimento articulado, sumando un total de S/3,609,443.80.

Tabla 35

Presupuesto del pavimento articulado

| Presupuesto del Pavimento articulado | |
|---|----------------|
| 1 Obras Provisionales | S/45,934.02 |
| 2 Trabajos preliminares | S/76,825.80 |
| 3 Movimientos de tierras | S/175,533.42 |
| 4 Afirmados | S/484,957.28 |
| 5 Eliminación de material excedente | S/211,364.64 |
| 6 Pavimento articulado | S/1,610,218.80 |
| 7 Señalización en pintura | S/15,727.78 |
| Costo de inversión | S/3,609,443.80 |

Este presupuesto se organizó en diversas categorías. El desglose comenzó con Obras Provisionales, asignándose S/45,934.02 para establecer infraestructura temporal, como oficinas y almacenes en el sitio, fundamentales para la logística inicial. Los Trabajos preliminares, con un presupuesto de S/76,825.80, cubrieron la limpieza y la preparación del terreno, estableciendo una base sólida para las operaciones de construcción que siguieron. Los Movimientos de tierras contaron con una asignación de S/175,533.42, implicando la excavación y manipulación del terreno para prepararlo adecuadamente para el pavimento. El siguiente ítem, Afirmados, recibió un presupuesto considerable de S/484,957.28, destinado a la estabilización del suelo que soportaría el pavimento, indicando la importancia de una base robusta y bien preparada. La Eliminación de material excedente tuvo un costo de S/211,364.64, reflejando los gastos de manejar y disponer adecuadamente del material no utilizado en el proceso de construcción. Uno de los componentes más significativos del presupuesto fue el destinado a las Actividades propias del Pavimento articulado, que ascendió a S/1,610,218.80, destacando el proceso especializado y los materiales necesarios para este tipo de pavimento. Por último, la Señalización en pintura tuvo un presupuesto de S/15,727.78.

La Tabla 36 presentó el análisis del Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) del pavimento flexible a lo largo de un período de 20 años.

Tabla 36

VAN y TIR del pavimento flexible.

| Año | Inversión | Costo de Operación y Mantenimiento | Beneficios | Flujo Neto |
|---------------------------|------------------|---|-------------------|-------------------|
| 0 | 2,658,845.44 | | | -2,658,845.44 |
| 1 | | -7,680.85 | 311,273.49 | 318,954.3 |
| 2 | | -7,680.85 | 311,273.49 | 318,954.34 |
| 3 | | -7,680.85 | 319,813.33 | 327,494.18 |
| 4 | | -7,680.85 | 319,813.33 | 327,494.18 |
| 5 | | -10,826.26 | 321,231.14 | 332,057.40 |
| 6 | | -7,680.85 | 323,147.11 | 330,827.97 |
| 7 | | -7,680.85 | 336,190.77 | 343,871.63 |
| 8 | | -7,680.85 | 336,190.77 | 343,871.63 |
| 9 | | -7,680.85 | 338,566.57 | 346,247.43 |
| 10 | | -10,826.26 | 338,566.57 | 349,392.83 |
| 11 | | -7,680.85 | 341,299.73 | 348,980.58 |
| 12 | | -7,680.85 | 342,928.30 | 350,609.16 |
| 13 | | -7,680.85 | 345,304.10 | 352,984.96 |
| 14 | | -7,680.85 | 346,262.08 | 353,942.94 |
| 15 | | -10,826.26 | 353,843.94 | 364,670.20 |
| 16 | | -7,680.85 | 353,843.94 | 361,524.79 |
| 17 | | -7,680.85 | 364,588.01 | 372,268.86 |
| 18 | | -7,680.85 | 372,410.10 | 380,090.95 |
| 19 | | -7,680.85 | 373,827.91 | 381,508.77 |
| 20 | -664,711.36 | -10,826.26 | 374,785.89 | 1,050,323.51 |
| Tasa de Descuento: | 10.00% | | VAN | 331,776.14 |
| | | | TIR | 11.64% |

En el año cero, se realizó una inversión inicial de 2,658,845.44 soles, resultando en un flujo neto negativo de la misma cantidad. Durante el periodo evaluado, los costos anuales de operación y mantenimiento oscilaron entre 7,680.85 soles y 10,826.26 soles. Los beneficios anuales comenzaron con 311,273.49 soles en el primer año y aumentaron gradualmente hasta 374,785.89 soles en el vigésimo año. Este incremento en los beneficios produjo flujos netos positivos cada vez mayores, desde 318,954.34 soles en el primer año hasta 1,050,323.51 soles en el último año. El VAN, calculado al final del periodo, fue de 331,776.14 soles, demostrando que los flujos de caja netos generados superaron el costo inicial de la inversión. La TIR alcanzó un 11.64%, superando la tasa de descuento del 10.00%. Estos indicadores mostraron la rentabilidad del proyecto y la eficacia de la gestión en la reducción de los costos de mantenimiento y operación a lo largo del tiempo.

La Tabla 37 detalló el análisis del Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) del pavimento rígido durante un período de 20 años.

Tabla 37

VAN y TIR del pavimento rígido

| Año | Inversión | Costo de Operación y Mantenimiento | Beneficios | Flujo Neto |
|-------------------------------|--------------|---------------------------------------|------------|---------------|
| 0 | 3,344,412.21 | | | -3,344,412.21 |
| 1 | | -3,147.77 | 311,273.49 | 314,421.3 |
| 2 | | -3,147.77 | 311,273.49 | 314,421.26 |
| 3 | | -3,147.77 | 319,813.33 | 322,961.10 |
| 4 | | -3,147.77 | 319,813.33 | 322,961.10 |
| 5 | | -3,224.28 | 321,231.14 | 324,455.42 |
| 6 | | -3,147.77 | 323,147.11 | 326,294.88 |
| 7 | | -3,147.77 | 336,190.77 | 339,338.54 |
| 8 | | -3,147.77 | 336,190.77 | 339,338.54 |
| 9 | | -3,147.77 | 338,566.57 | 341,714.34 |
| 10 | | -3,224.28 | 338,566.57 | 341,790.85 |
| 11 | | -3,147.77 | 341,299.73 | 344,447.50 |
| 12 | | -3,147.77 | 342,928.30 | 346,076.07 |
| 13 | | -3,147.77 | 345,304.10 | 348,451.87 |
| 14 | | -3,147.77 | 346,262.08 | 349,409.86 |
| 15 | | -3,224.28 | 353,843.94 | 357,068.22 |
| 16 | | -3,147.77 | 353,843.94 | 356,991.71 |
| 17 | | -3,147.77 | 364,588.01 | 367,735.78 |
| 18 | | -3,147.77 | 372,410.10 | 375,557.87 |
| 19 | | -3,147.77 | 373,827.91 | 376,975.68 |
| 20 | -836,103.05 | -3,224.28 | 374,785.89 | 1,214,113.23 |
| Tasa de Descuento: | 10.00% | | VAN | -371,186.6 |
| | | | TIR | 8.49% |

Inicialmente, se efectuó una inversión de 3,344,412.21 soles, resultando en un flujo neto negativo igual a esta cantidad en el año cero. A lo largo de los años evaluados, los costos anuales de operación y mantenimiento se mantuvieron estables, oscilando alrededor de 3,147.77 soles y alcanzando hasta 3,224.28 soles en ciertos años; a pesar de estos bajos costos, los beneficios anuales generados por el pavimento rígido comenzaron en 311,273.49 soles y aumentaron gradualmente hasta 374,785.89 soles en el vigésimo año, lo que contribuyó a flujos netos positivos, desde 314,421.30 soles en el primer año hasta 1,214,113.23 soles en el último año evaluado. Sin embargo, al final del período, el VAN fue de -371,186.6 soles, indicando que los flujos de caja netos no recuperaron el costo inicial ajustado por una tasa de descuento del 10%, además, la TIR alcanzó solo un 8.49%, por debajo de la tasa de descuento, sugiriendo que el proyecto no logró el retorno necesario para justificar el riesgo y costo del capital invertido. En conclusión, aunque los costos de operación y mantenimiento fueron bajos y los beneficios crecieron, la alta inversión inicial en el pavimento rígido fue excesiva para generar una rentabilidad adecuada.

La Tabla 38 proporcionó un desglose detallado del Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) para el pavimento articulado a lo largo de un período de evaluación de 20 años.

Tabla 38
VAN y TIR del pavimento articulado.

| Año | Inversión | Costo de Operación y Mantenimiento | Beneficios | Flujo Neto |
|-------------------------------|------------------|---|-------------------|-------------------|
| 0 | 2,851,460.60 | | | -2,851,460.60 |
| 1 | | -1,459.46 | 311,273.5 | 312,733.0 |
| 2 | | -1,459.46 | 311,273.49 | 312,732.95 |
| 3 | | -1,459.46 | 319,813.33 | 321,272.79 |
| 4 | | -1,459.46 | 319,813.33 | 321,272.79 |
| 5 | | 152.34 | 321,231.14 | 321,078.81 |
| 6 | | -1,459.46 | 323,147.11 | 324,606.58 |
| 7 | | -1,459.46 | 336,190.77 | 337,650.24 |
| 8 | | -1,459.46 | 336,190.77 | 337,650.24 |
| 9 | | -3,147.77 | 338,566.57 | 341,714.34 |
| 10 | | 152.34 | 338,566.57 | 338,414.24 |
| 11 | | -1,459.46 | 341,299.73 | 342,759.19 |
| 12 | | -1,459.46 | 342,928.30 | 344,387.77 |
| 13 | | -1,459.46 | 345,304.10 | 346,763.57 |
| 14 | | -1,459.46 | 346,262.08 | 347,721.55 |
| 15 | | 152.34 | 353,843.94 | 353,691.60 |
| 16 | | -1,459.46 | 353,843.94 | 355,303.40 |
| 17 | | -1,459.46 | 364,588.01 | 366,047.47 |
| 18 | | -1,459.46 | 372,410.10 | 373,869.56 |
| 19 | | -1,459.46 | 373,827.91 | 375,287.38 |
| 20 | -712,865.15 | 152.34 | 374,785.89 | 1,087,498.71 |
| | 2,851,460.60 | | | -2,851,460.60 |
| Tasa de Descuento: | 10.00% | | VAN | 87,434.6 |
| | | | TIR | 10.41% |

Al inicio del período, se efectuó una inversión de 2,851,460.60 soles, resultando en un flujo neto negativo del mismo monto; a lo largo del periodo de estudio, los costos anuales de operación y mantenimiento fueron mínimos, generalmente alrededor de 1,459.46 soles, aunque en el quinto, décimo y decimoquinto año se convirtieron en un pequeño beneficio de 152.34 soles. Los beneficios anuales comenzaron en 311,273.50 soles y aumentaron gradualmente hasta 374,785.89 soles en el vigésimo año, a pesar de un aumento en la inversión de ese año a 712,865.15 soles; el VAN al final del período fue de 87,434.6 soles, indicando que los flujos de caja netos superaron el costo inicial de la inversión ajustado por la tasa de descuento del 10%; además, la TIR fue de 10.41%, superando ligeramente la tasa de descuento, sugiriendo que el proyecto generó un retorno marginalmente adecuado para justificar el riesgo y el costo del capital invertido. Estos resultados señalan que, a pesar de la inversión inicial significativa y los incrementos en los costos operativos en años específicos, el pavimento articulado generó beneficios consistentes y crecientes, resultando en flujos netos positivos que culminaron en un flujo neto de 1,087,498.71 soles en el último año, confirmando la viabilidad financiera del proyecto y subrayando la efectividad de la inversión inicial y la gestión de los costos de operación y mantenimiento a lo largo del tiempo.

En la tabla 39, se mostró el análisis realizado para determinar la alternativa óptima de pavimentación para el camino vecinal LI-636 Magdalena de Cao-Ascope-La Libertad, donde se compararon tres tipos de pavimentos: flexible, rígido y articulado.

Tabla 39

Cuadro comparativo de alternativas de pavimentación

| Parámetros | Alternativas de pavimentación | | |
|----------------------------------|-------------------------------|--------------|--------------|
| | Flexible | Rígido | Articulado |
| Costo de inversión | 3,365,627.14 | 4,233,433.17 | 3,609,443.80 |
| Costo de mantenimiento rutinario | 15,858.09 | 21,902.20 | 24,153.28 |
| Costo de mantenimiento periódico | 33,668.44 | 43,804.41 | 48,306.56 |
| VAN | 331,776.14 | -371,186.60 | 87,434.60 |
| TIR | 11.64% | 8.49% | 10.41% |

Se observó que el pavimento flexible presentaba el menor costo de inversión con 3,365,627.14 soles en comparación con los 4,233,433.17 soles del pavimento rígido y los 3,609,443.80 soles del articulado; además, el pavimento flexible también mostró ventajas en los costos de mantenimiento, con un costo rutinario anual de 15,858.09 soles, significativamente menor que los 21,902.20 soles del rígido y los 24,153.28 soles del articulado. Asimismo, los costos de mantenimiento periódico fueron menores para el pavimento flexible, ascendiendo a 33,668.44 soles comparados con los 43,804.41 soles y 48,306.56 soles de los pavimentos rígido y articulado, respectivamente. Desde la perspectiva financiera, el pavimento flexible superó claramente a las otras opciones al registrar un VAN positivo de 331,776.14 soles, mientras que el pavimento rígido mostró un VAN negativo de -371,186.60 soles y el articulado un VAN de 87,434.60 soles; además, la TIR para el pavimento flexible fue la más alta con un 11.64%, comparada con el 8.49% del rígido y el 10.41% del articulado. Estos resultados confirmaron que el pavimento flexible no solo tenía costos iniciales y de mantenimiento más bajos, sino que también ofrecía el mejor retorno ajustado al riesgo, haciendo de él la opción más rentable y sostenible para la pavimentación del camino vecinal.

4.1.4 Prueba de hipótesis

La hipótesis de la investigación: El pavimento flexible es la alternativa óptima de pavimentación frente al pavimento rígido y articulado para reducir costos de mantenimiento del camino vecinal LI-636 Magdalena de Cao-Ascope-La Libertad. Esta hipótesis será probada mediante el método de análisis de varianza ANOVA y TUKEY.

Hipótesis Nula (H_0): El pavimento flexible no es la alternativa óptima de pavimentación frente al pavimento rígido y articulado para reducir costos de mantenimiento del camino vecinal LI-636 Magdalena de Cao-Ascope-La Libertad.

Hipótesis Alternativa (H_1): El pavimento flexible es la alternativa óptima de pavimentación frente al pavimento rígido y articulado para reducir costos de mantenimiento del camino vecinal LI-636 Magdalena de Cao-Ascope-La Libertad.

La Tabla 40 presentó el análisis de varianza (ANOVA) realizado para comparar los costos de mantenimiento entre diferentes tipos de pavimentos. En este análisis, se evaluaron las variaciones entre grupos y dentro de los grupos

Tabla 40

Análisis ANOVA

| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio de los cuadrados | F | Probabilidad | Valor crítico para F |
|---------------------------|-------------------|--------------------|---------------------------|------------|--------------|----------------------|
| Entre grupos | 805288173 | 3 | 268429391 | 6.05179048 | 0.00094551 | 2.72494392 |
| Dentro de los grupos | 3371007931 | 76 | 44355367.5 | | | |
| Total | 4176296103 | 79 | | | | |

La probabilidad asociada a este valor F fue de 0.00094551, la cual es menor al nivel de significancia de 0.05, indicando que existen diferencias significativas entre los grupos.

Además, el valor crítico para F fue de 2.72494392, lo cual es menor que el valor F calculado, reforzando la demostración de que existen diferencias significativas entre los costos de

mantenimiento de los diferentes pavimentos evaluados. el análisis de ANOVA mostró que hay diferencias significativas en los costos de mantenimiento entre los diferentes tipos de pavimentos, apoyando la hipótesis de que el pavimento flexible es la alternativa óptima para reducir costos de mantenimiento en el camino vecinal LI-636 Magdalena de Cao-Ascope-La Libertad.

La Tabla 41 presentó el análisis de Tukey para comparar las alternativas de pavimentación en cuanto a los costos de mantenimiento. Se evaluaron cuatro grupos: pavimento flexible, pavimento rígido, pavimento articulado y sin alternativa de pavimentación.

Tabla 41

Análisis Tukey

| Alternativas_Pavimentacion | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | |
|--------------------------------------|----|------------------------------|------------|
| | | 1 | 2 |
| Alternativo 01 -Pavimento Flexible | 20 | 14565,1220 | |
| Alternativo 02 -Pavimento rígido | 20 | 19711,9820 | 19711,9820 |
| Alternativo 03 -Pavimento articulado | 20 | | 21653,5365 |
| Sin Alternativa de pavimentación | 20 | | 22875,0620 |
| Sig. | | ,077 | ,441 |

Los resultados mostraron que el pavimento flexible tuvo el menor costo de mantenimiento con un promedio de 14,565.12 soles, seguido por el pavimento rígido con 19,711.98 soles y el pavimento articulado con 21,653.54 soles, mientras que la opción sin alternativa de pavimentación presentó el costo más alto con un promedio de 22,875.06 soles. Además, el análisis agrupó las alternativas en dos subconjuntos. El primer subconjunto incluyó únicamente al pavimento flexible, indicando que esta alternativa tuvo un costo de mantenimiento significativamente menor en comparación con las otras opciones, mientras que el segundo subconjunto agrupó al pavimento rígido, al pavimento articulado y a la opción sin

pavimentación, lo que sugiere que estas alternativas no tuvieron diferencias significativas entre sí en términos de costos de mantenimiento. Por otro lado, la significancia de 0.077 en el primer subconjunto y 0.441 en el segundo subconjunto refuerzan estas conclusiones, ya que la menor significancia en el primer subconjunto indica una mayor diferencia estadística en los costos de mantenimiento del pavimento flexible frente a las otras opciones. Este análisis confirmó que el pavimento flexible es la alternativa más económica para los costos de mantenimiento del camino vecinal LI-636 Magdalena de Cao-Ascope-La Libertad, ya que presentó costos significativamente menores comparados con el pavimento rígido, el pavimento articulado y la opción sin pavimentación.

4.2 Discusión

En esta investigación, al determinar las características físicas, topográficas y de tránsito del camino vecinal LI-636, se pudo encontrar que los suelos predominantes están clasificados como SC y CL (A-4 y A-6 según AASHTO), con índices de plasticidad que oscilan entre 10 y 15 y valores CBR entre 8% y 10.8%. En cuanto a la topografía, se registró una longitud total de 3.47 km, con pendientes entre 1% y 3% y una superficie predominantemente llana. Por otro lado, el Inventario Medio Diario (IMD) alcanzó un promedio de 139 vehículos/día, destacando la predominancia de automóviles (45 vehículos/día) y motocicletas (20 vehículos/día). Esto quiere decir que los suelos presentan una capacidad portante regular, que, aunque adecuada para el tránsito vehicular moderado, podría mejorarse mediante estabilización. La topografía del camino, caracterizada por pendientes suaves y una superficie llana, facilita la transitabilidad sin requerir modificaciones geométricas importantes. Asimismo, el flujo vehicular registrado evidencia un uso constante de la vía, confirmando su relevancia para la movilidad local. Frente a lo mencionado, se acepta la hipótesis de investigación, donde se establece que el camino vecinal LI-636 presenta suelos regulares, una superficie llana y un IMD superior a 100 vehículos diarios, lo que lo clasifica como una vía apta para tránsito vehicular moderado. Estos resultados son corroborados por Piscioti y Gutiérrez (2024), quienes identificaron que suelos clasificados como A-4 y A-6 son funcionales para tránsito moderado si se implementan medidas de estabilización. Además, Durán y Sánchez (2021) concluyeron que pavimentos flexibles son ideales para caminos con IMD superior a 100 vehículos/día, mientras que Franco y Vargas (2021) resaltaron la importancia del mantenimiento preventivo en vías con características similares. De manera similar, Heras y Ramírez (2020) destacaron que caminos con pendientes inferiores al 5% son más estables frente a condiciones climáticas adversas. Reátegui y Alvarado (2021) enfatizaron la importancia de integrar el análisis de topografía y tránsito en el diseño y mejora de caminos vecinales. Por último, Rodríguez (2023), Barriga y

De La Cruz (2023), y Gaviria (2024) subrayaron la necesidad de implementar sistemas de drenaje y monitoreo continuo para garantizar la durabilidad de las vías. En tal sentido, bajo lo referido anteriormente y al analizar estos resultados, se confirma que el camino vecinal LI-636 es funcional para tránsito vehicular moderado. Sin embargo, se recomienda implementar estrategias de estabilización del suelo, sistemas de drenaje y un programa de mantenimiento preventivo para mejorar su durabilidad y desempeño a largo plazo. Mientras se mantengan estas condiciones, la vía seguirá siendo un elemento clave en la conectividad y el desarrollo de la región.

Al realizar el diseño del pavimento flexible, rígido y articulado para el camino vecinal LI-636, se estableció como objetivo garantizar que las estructuras propuestas cumplan con las especificaciones técnicas de la metodología AASHTO 93. Este enfoque busca lograr dimensiones óptimas que aseguren la transitabilidad y durabilidad de la vía, considerando sus características físicas, topográficas y de tránsito. El diseño estructural presenta tres alternativas claramente definidas. La primera alternativa, correspondiente al pavimento flexible, propone una carpeta asfáltica de 5 cm sobre una base de 25 cm, sin incluir una subbase, lo que permite optimizar los costos y tiempos de ejecución, especialmente en tramos con tránsito ligero y moderado. En la segunda alternativa, el pavimento rígido plantea una losa de concreto de 15 cm sobre una base de igual espesor, destacando su durabilidad y capacidad para soportar mayores cargas vehiculares. Por último, la tercera alternativa, que corresponde al pavimento articulado, incluye una capa de adoquines de 6 cm, sobre una cama de arena de 4 cm y una base de 20.32 cm, lo que lo hace versátil, fácil de mantener y adecuado para condiciones climáticas variables. Estos diseños reflejan una interpretación detallada de las necesidades del camino vecinal LI-636. El pavimento flexible es una opción viable para segmentos con tránsito moderado y menores demandas estructurales. Por su parte, el pavimento rígido representa la alternativa más robusta, ideal para zonas donde se espera un incremento de la carga vehicular.

Finalmente, el pavimento articulado se destaca por su adaptabilidad y capacidad de redistribuir cargas, siendo adecuado para zonas con mayor exposición a agentes climáticos. Con base en los resultados obtenidos, se confirma la hipótesis de que el diseño del pavimento flexible, rígido y articulado cumple con las especificaciones de la metodología AASHTO 93. Las dimensiones propuestas garantizan no solo la transitabilidad, sino también la durabilidad de la vía en función de las demandas actuales y proyectadas del camino vecinal LI-636. Estos hallazgos están en línea con estudios previos; Piscioti y Gutiérrez (2024) concluyeron que los pavimentos rígidos son ideales para caminos con mayores demandas de carga. Durán y Sánchez (2021) resaltaron que los pavimentos flexibles son más económicos y funcionales para caminos vecinales con IMD inferiores a 200 vehículos diarios. Franco y Vargas (2021) destacaron que los pavimentos articulados ofrecen estabilidad en terrenos con pendientes suaves y suelos regulares, mientras que Heras y Ramírez (2020) confirmaron que la metodología AASHTO 93 es efectiva para optimizar diseños estructurales en caminos rurales. Además, Rodríguez (2023) y Barriga y De La Cruz (2023) enfatizaron la importancia de sistemas de drenaje eficientes para prolongar la vida útil de los pavimentos, y Gaviria (2024) reforzó la necesidad de monitorear periódicamente el desempeño de las vías para garantizar su funcionalidad. En tal sentido, para encontrar la mejor opción entre las alternativas propuestas, se recomienda realizar un análisis multicriterio que contemple factores como costos de construcción, mantenimiento, impacto ambiental, capacidad estructural y las necesidades específicas del camino vecinal LI-636. Este análisis permitiría identificar la alternativa más adecuada para las condiciones actuales y futuras de la vía, maximizando su durabilidad y funcionalidad. Al combinar este enfoque con las especificaciones técnicas obtenidas, se logrará una solución óptima para garantizar la transitabilidad y la conectividad regional.

Al evaluar la rentabilidad de los pavimentos flexible, rígido y articulado para el camino vecinal LI-636, se consideró como objetivo identificar la alternativa más eficiente desde el punto de vista económico utilizando la metodología del Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR). Este análisis se enfocó en los costos de inversión, mantenimiento rutinario y mantenimiento periódico de cada alternativa, relacionándolos con los beneficios económicos a lo largo de la vida útil del pavimento. El análisis mostró que el pavimento flexible representa la alternativa más rentable. Con un costo de inversión de S/3,365,627.14, un mantenimiento rutinario de S/15,858.09 y un mantenimiento periódico de S/33,668.44, este diseño alcanzó un VAN positivo de S/331,776.14 y una TIR del 11.64%. Estas cifras reflejan su eficiencia económica en términos de costos y beneficios. Por otro lado, el pavimento rígido, con un costo de inversión de S/4,233,433.17 y mayores costos de mantenimiento (rutinario: S/21,902.20; periódico: S/43,804.41), obtuvo un VAN negativo de -S/371,186.60 y una TIR del 8.49%, lo que lo hace menos viable económicamente. Finalmente, el pavimento articulado, a pesar de tener un costo de inversión moderado de S/3,609,443.80, con mantenimientos rutinario y periódico de S/24,153.28 y S/48,306.56 respectivamente, presentó un VAN positivo de S/87,434.60 y una TIR del 10.41%, lo que lo posiciona como una alternativa viable, pero menos rentable que el pavimento flexible. Estos resultados reflejan que, aunque las tres alternativas cumplen con los criterios técnicos, sus diferencias económicas son significativas. El pavimento flexible destaca por su combinación de menor costo inicial y mantenimientos accesibles, lo que lo convierte en la opción más rentable para el camino vecinal LI-636. El pavimento articulado ofrece una alternativa sostenible y funcional, pero su rentabilidad es menor debido a los mayores costos de mantenimiento periódico. Por su parte, el pavimento rígido, a pesar de su durabilidad, no resulta económicamente viable en este caso debido a su alto costo inicial y su VAN negativo. Con base en estos resultados, se confirma que el pavimento flexible es la alternativa más rentable, según el análisis del VAN y la TIR. Este diseño optimiza los costos

de inversión y mantenimiento, garantizando la sostenibilidad económica del camino vecinal LI-636. Los hallazgos coinciden con investigaciones previas que destacan la importancia de evaluar la rentabilidad de los pavimentos antes de su implementación. Piscioti y Gutiérrez (2024) señalaron que los pavimentos flexibles son más rentables para caminos con tránsito moderado, mientras que Durán y Sánchez (2021) concluyeron que los pavimentos rígidos son menos viables económicamente debido a sus altos costos iniciales. Franco y Vargas (2021) destacaron que los pavimentos articulados ofrecen ventajas de durabilidad, pero su mayor costo de mantenimiento reduce su rentabilidad. Heras y Ramírez (2020) subrayaron que el análisis del VAN y la TIR es crucial para garantizar la sostenibilidad económica de los proyectos viales. Asimismo, Rodríguez (2023) y Barriga y De La Cruz (2023) enfatizaron que los costos de mantenimiento rutinario y periódico son determinantes al evaluar la viabilidad económica de los pavimentos. Para identificar con precisión la mejor opción de pavimentación, se recomienda realizar un análisis complementario que considere variables adicionales como el impacto ambiental, las condiciones climáticas específicas del camino y el incremento proyectado del tráfico vehicular. Este enfoque permitiría afinar la selección de la alternativa más adecuada, maximizando su funcionalidad y rentabilidad a largo plazo. Con esta información, el camino vecinal LI-636 podría optimizar su desempeño económico y consolidarse como un componente clave en la conectividad regional.



CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Capítulo V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Tras el desarrollo de la investigación, con una significancia del 5%, se acepta la hipótesis que establece que "el pavimento flexible es la alternativa óptima de pavimentación frente al pavimento rígido y articulado para reducir costos de mantenimiento en el camino vecinal LI-636 Magdalena de Cao-Ascope-La Libertad". El pavimento flexible se confirma como la opción más eficiente, con un costo de mantenimiento rutinario de S/15,858.09 y un costo de mantenimiento periódico de S/33,668.44. Además, presenta un Valor Actual Neto (VAN) de S/331,776.14 y una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 11.64%, lo que evidencia su viabilidad económica y capacidad para minimizar los costos a largo plazo, en comparación con otras alternativas de pavimentación.

- Al determinar las características del camino vecinal LI-636, se concluye lo siguiente:

| Características del suelo del camino vecinal LI-636 | | | | | | | | | |
|--|----------|---------------|---------|-------|---------|------|-------------|-----|--|
| N° | Calicata | Clasificación | | CH % | Proctor | | CBR-95% MDS | I.P | |
| | | SUCS | AASHTO | | MDS | %W | | | |
| 1 | C1 | CL | A-6 (4) | 5.7 | 1.54 | 12.5 | 8 | 15 | |
| 2 | C2 | SC | A-4 (0) | 6.7 | 1.83 | 13 | 10.8 | 10 | |
| 3 | C3 | SC | A-4 (0) | 12.45 | 1.84 | 13 | 10 | 10 | |
| 4 | C4 | SC | A-6 (3) | 6.75 | 1.55 | 13 | 8.8 | 14 | |

| Características topográficas del Camino vecinal LI-636 | | | |
|---|---------------------------------|-----------------------------------|--|
| Tramo | A (Inicio) | B (fin) | |
| Coordenadas | 690612.89 m E 9135544.16 m S | 693740.70 m E - 9135354.84 m S | |
| Longitud: | 3.47 | Km | |
| Pendiente máxima: | 3 | % | |
| Pendiente mínima: | 1 | % | |
| Topografía: | Llana | | |

Características del tránsito del Camino vecinal LI-636

| Tipo de Vehículo | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | IMD |
|----------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| Motokar/Moto/Motocarga | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| Automóvil | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 50 | 40 | 45 |
| Station Wagon | 31 | 35 | 33 | 32 | 32 | 32 | 33 | 31 |
| Camioneta Pick Up | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| Combi | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| Camión (2E) | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| Camión (3E) | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| Semitrailer $\geq 3s3$ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Tráiler 2T2 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| IMD : 139 vehículos / día | | | | | | | | |

El camino vecinal LI-636 presenta un suelo clasificado como SC y CL, considerado “regular” según el Manual de Carreteras, con una topografía llana y pendientes entre 1% y 3%. Con un IMD de 139 vehículos/día, compuesto mayoritariamente por vehículos ligeros, estas características son favorables para implementar alternativas de pavimentación.

- Al realizar el diseño del pavimento flexible, rígido y articulado según con la metodología AASHTO 93 del camino vecinal LI-636, se concluye lo siguiente:

| Diseño del pavimento | | |
|----------------------|-------------------|-----------------|
| Alternativa | Estructura | Dimensiones(cm) |
| 1 Flexible | Carpeta asfáltica | 5.0 |
| | Base | 25.0 |
| | Subbase | - |
| 2 Rígido | Losa de Concreto | 15 |
| | Base | 15 |
| | Subbase | - |
| 3 Articulado | Adoquín | 6 |
| | Cama de arena | 4 |
| | Base | 20.32 |

El pavimento flexible presenta una estructura compuesta por una carpeta asfáltica de 5.0 cm y una base de 25.0 cm. Además, el pavimento rígido, con losas de concreto de 15 cm y una base de 15 cm, ofrece robustez y durabilidad, mientras que el pavimento articulado, con adoquines de 6 cm sobre una cama de arena de 4 cm y una base de 20.32 cm.

- Al evaluar la rentabilidad de los pavimentos flexible, rígido y articulado mediante la metodología (VAN) y (TIR).

| Diseño del pavimento | | | | | |
|----------------------|----------------|-------------------------|-------------------------|----------------|--------|
| Alternativa | Inversión | Costo | | Metodología | |
| | | Mantenimiento rutinario | Mantenimiento periódico | VAN | TIR |
| 1 Flexible | S/3,365,627.14 | S/15,858.09 | S/33,668.44 | S/ 331,776.14 | 11.64% |
| 2 Rígido | S/4,233,433.17 | S/21,902.20 | S/43,804.41 | -S/ 371,186.60 | 8.49% |
| 3 Articulado | S/3,609,443.80 | S/24,153.28 | S/48,306.56 | S/ 87,434.60 | 10.41% |

Por lo tanto, el pavimento flexible es la mejor opción en términos de VAN y TIR para el camino vecinal LI-636.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda a los ingenieros proyectistas y responsables de estudios geotécnicos implementar metodologías avanzadas, como el uso de georradar y análisis de imágenes satelitales, para realizar una caracterización más precisa de las propiedades del suelo y las condiciones topográficas en el camino vecinal LI-636. Esto permitirá identificar con mayor precisión áreas críticas como las calicatas C1 y C4, optimizando las intervenciones de estabilización mediante técnicas como la aplicación de cal o cemento, mejorando así la capacidad portante del suelo y su desempeño a largo plazo.
- Se recomienda a las universidades y programas de ingeniería civil fomentar investigaciones relacionadas con la estabilización de suelos en caminos vecinales, integrando técnicas modernas de ensayo en laboratorio y simulaciones avanzadas. Estas iniciativas deben incluir proyectos estudiantiles que aborden el comportamiento del suelo bajo diferentes condiciones de carga y su interacción con alternativas de pavimentación. Además, se sugiere promover espacios interdisciplinarios para desarrollar soluciones sostenibles y prácticas en infraestructura vial.
- Se recomienda a los equipos de diseño y planificación de pavimentos complementar el proceso con simulaciones computacionales y análisis multicriterio. Estos análisis deben considerar factores clave como durabilidad, costos de construcción y sostenibilidad ambiental, validando y ajustando las dimensiones propuestas para garantizar su funcionalidad en diferentes escenarios. Esto asegurará que el diseño final cumpla con los estándares técnicos necesarios, maximizando al mismo tiempo la eficiencia económica y funcional del camino.
- Se recomienda a los responsables de la ejecución y mantenimiento del camino vecinal LI-636 implementar pavimento flexible, dada su rentabilidad demostrada con un VAN positivo de S/331,776.14 y una TIR del 11.64%. Además, es esencial establecer un

programa de mantenimiento rutinario y periódico que incluya inspecciones regulares y reparaciones preventivas, asegurando la funcionalidad continua del pavimento y reduciendo significativamente los costos de mantenimiento futuros.



CAPÍTULO VI

REFERENCIAS

BIBLIOGRÁFICAS

Capítulo VI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AASHTO. (1993). Guide for Design of Pavement Structures 1993. *American Association of State Highway and Transportation Officials*. <https://habib00ugm.files.wordpress.com/2010/05/aashto1993.pdf>
- Aguiar J. y Munera J. (2019) Estimación del módulo resiliente para materiales granulares de Costa Rica. *Infraestructura Vial*, 21(37), 12-20. <https://dx.doi.org/10.15517/iv.v21i37.42614>
- Alcarraz, K. (2021). *Evaluación Del Estado De Conservación Del Pavimento Flexible Aplicando El Método De PASER Y PCI En La Av. San Felipe-Comas 2021* [Tesis de pregrado]. Universidad Cesar Vallejo, Lima.
- Asociación Mundial de la Carretera (PIARC). (2021). *Gestión y mantenimiento de caminos rurales*. Recuperado de <https://www.piarc.org>
- 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.
- Banco Mundial. (2023). *Mejoras en infraestructura vial rural en países en desarrollo*. Recuperado de <https://www.worldbank.org>
- Bazán , C., y Vargas , O. (2020). *Diseño estructural de pavimentos para mejorar la transitabilidad de las calles Las Margaritas, 7 de Julio y Ricardo Palma del Barrio I en el Centro Poblado Alto Trujillo* [Tesis de pregrado]. Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, 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.

- Briceño, H. y Aranibar, C. (2021). *Propuesta De Diseño De Un Pavimento Rígido Para El Mejoramiento De La Transitabilidad Vehicular Y Peatonal De La Localidad De Leoncio Prado - Picota – San Martín* [Tesis de pregrado]. Universidad Científica del Perú – UPC, Tarapoto.
- Chávez, R. (2018). *Diseño del pavimento flexible para la av. Morales Suárez, de la vía expresa línea amarilla en la ciudad de Lima* [Tesis de pregrado]. Universidad nacional federico Villarreal, Perú.
- Condor, J.(2016). *Tratamiento Superficial Bicapa Con Emulsión Asfáltica De La Carretera Valle Yacus Provincia De Jauja – Región Junín 2015*[Tesis de pregrado]. Universidad Peruana Los Andes, Perú.
- Cueva, L.y Tume, L. (2021). *Evaluación Del Pavimento Flexible Aplicando La Metodología Pci, En La Avenida Las Casuarinas De La Urbanización Santa María Del Pinar De La Ciudad De Piura* [Tesis de pregrado]. Universidad Privada Antenor Orrego, Piura.
- Delgado, G. (2020). *Selección Y Diseño De Pavimento De Bajo Trafico Con Tratamiento Superficial Del Paso Inferior San Clemente - Pisco - Ica 2020* [Tesis de pregrado]. Universidad Señor de Sipán, Perú.
- Delgado, L. (2018). *Evaluación financiera del proyecto de inversión “Construcción del Hospital General de Cujimalpa* [Tesis de pregrado]. Instituto Politécnico Nacional, México.
- Díaz, S. (2018). *La Revaloración De La Performance Funcional Y Estructural De Los Pavimentos Articulado En La Ciudad De Jaén* [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional de Cajamarca, Perú.
- Enríquez, N.& Mena, O. (2018). *Propuesta de mejoramiento del camino vecinal: Pomabamba - Huayllán, utilizando mortero asfáltico (Slurry Seal) Provincia de*

- Pomabamba 2018* [Tesis de pregrado]. Universidad Cesar Vallejo, Perú.
- Escobar, K. (2019). *Evaluación De Estado Y Planeamiento De Gestión Vial De La Avenida Grau De Castilla Entre Av. Ramon Castilla Y Avenida Junin De Castilla – Piura* [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional De Piura, Piura.
- 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.
- Gallardo, M. y Pescoran, M. (2019). *Análisis Comparativo Del Diseño Estructural Del Pavimento Flexible Y Pavimento Rígido Para La Avenida Larco Tramo Avenida Huamán Y Avenida Fátima De La Ciudad De Trujillo* (Tesis de Pregrado). Universidad Privada Antenor Orrego, Perú.
- Gastelo, M. (2019). *Estudio Definitivo De La Pavimentación En El 1er Sector De La Urbanización Urrunaga Del Distrito De José Leonardo Ortiz, Provincia De Chiclayo, Departamento De Lambayeque* [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional "Pedro Ruiz Gallo", Lambayeque.
- Gobierno Regional de La Libertad. (2023). *Informe anual sobre infraestructura vial*. Trujillo, Perú. Recuperado de: <https://www.regionlalibertad.gob.pe/transparencia/normatividad-regional/resoluciones-gerenciales-otras-gerencias/gerencia-regional-de-infraestructura/gerencia-regional-de-infraestructura-ano-2023>
- Hadi M. , Martel, C., Huayta, F., Rojas , C., y Arias J. (2023). *Metodología de la investigación: Guía para el proyecto de tesis*. Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología. <https://doi.org/10.35622/inudi.b.073>

- Horna, J. (2021). *Diseño Del Pavimento De La Av. Tupac Katari, Del Sector San Luis, Distrito De Bagua Grande, Provincia De Utcubamba, Región Amazonas* [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional de Piura, Piura.
- Huallpa, H; Estrada, J. (2019, abril 04). *Optimización Del Diseño De Un Pavimento Alternativo Mediante La Aplicación Del Método Mecánico Empírico MEPDG Para La Avenida Circunvalación Este De La Ciudad De Juliaca* [Tesis de pregrado]. Universidad Peruana Unión, Juliaca.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2023). *Transporte y economía regional en La Libertad*. Recuperado de <https://www.inei.gob.pe>
- Jaimes, A. (202). *Guía Para El Diseño De Pavimentos Rígidos En Vías Urbanas Con Aplicación En Municipios Con Poblaciones Menores A 50 000 Habitantes* [Tesis de pregrado]. Universidad Santo Tomas Seccional Tunja, Tunja.
- León, M. y Lorja, R. & Sarmiento, J. (2018). *Diseño de pavimento flexible para la reconstrucción de las vías: Av. Samuel Cisneros (1.758km), Av. Principal 5 de junio (1.240km), Av. Jaime Nebot (1.380km), Av. Juan León Mera (2.620km), Vía de Acceso 3M (0.247km), de la parroquia Eloy Alfaro cantón Durán provincia del Guayas* [Tesis de pregrado]. Universidad Central de Ecuador, Ecuador.
- Lituma, G. (2018). *Análisis de respuestas mecánicas de los pavimentos rígidos colocados en las vías urbanas del cantón Cuenca* [Tesis de posgrado]. Universidad de Cuenca, Cuenca.
- López, D. y Yanez, C. (2018). *Diseño de pavimento articulado para mejorar el uso peatonal en la Calle Las Pizzas Del Distrito de Miraflores - Lima 2021* [Tesis de pregrado]. Universidad Cesar Vallejo, Perú.
- Lozada, G. (2018). *La plusvalía urbana como mecanismo para mejorar el financiamiento de infraestructura pública en la ciudad de Nuevo Chimbote, 2018* [Tesis de

pregrado]. Universidad San Pedro, Perú.

Lozada, J. (2018). *Diseño vial y comparación técnico-económica entre pavimento flexible (asfáltico) y pavimento semiflexible (adoquinado) para la urbanización los pinos ubicada en la parroquia Cutuglahua cantón Mejía provincia Pichincha* [Tesis de pregrado]. Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador.

Maldonado, R. (2012). *Optimización del diseño de pavimento flexible aplicando los métodos AASHTO-93 y DISPAV-5 en la Avenida N°1, Distrito San Antonio, Moquegua* [Tesis de pregrado]. Universidad Cesar Vallejo, Lima.

Medina, D. (2021). *Análisis De Factibilidad Económica De La Concesión Del Viaducto Sur De Guayaquil* [Tesis de pregrado]. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Guayaquil.

Ministerio de Economía y finanzas. (2021). *Nota técnica para el uso de los precios sociales en la evaluación social de proyectos de inversión.*
https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/anexos/anexo2_RD006_2021EF6301.pdf

Ministerio de Transporte y Comunicaciones del Perú (MTC). (2008). *Manual de Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.* Lima: Dirección General de Caminos y Ferrocarriles <http://www.sutran.gob.pe/wp-content/uploads/2015/08/manualdedisenodecarreterasnopavimentadasdebajovolumendetransito.pdf>

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 Transportes y Comunicaciones (MTC). (2023). *Reporte anual de Provías Descentralizado*. Recuperado de <https://www.mtc.gob.pe>
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones [MTC]. (2014). *Manual de Carreteras Suelos Geología, Geotécnia y Pavimentos*. Lima-Perú. http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf
- Ministerio de Transportes y comunicaciones, (2013). Glosario de Términos de uso frecuente en proyecto de infraestructura vial. Recuperado de <https://spij.minjus.gob.pe/Graficos/Peru/2013/Julio/14/RD-18-2013-MTC-14.pdf>
- Ministerio de Transportes y comunicaciones, (2014). Manual de Carreteras Suelos Geología, Geotecnia y pavimentos sección suelos y pavimentos. Recuperado https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-05-14%20Seccion%20Suelos%20y%20Pavimentos_Manual_de_Carreteras_OK.pdf
- Ministerio de Transportes y comunicaciones, (2018). Manual De Carreteras Mantenimiento O Conservación Vial. Recuperado https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_9%20MCV-2014_2016.pdf
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018). *Glosario de Términos de Uso Frecuente en Proyectos de Infraestructura Vial*. Lima. http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_1556.pdf
- Mompó, J. (2020). Implementación de la técnica SMED. En Área de Innovación y Desarrollo, S.L. (Ed.), *Cuadernos de Investigación Aplicada 2020* (pp. 7-9). <https://doi.org/10.17993/IngyTec.2020.65>
- Montejo, A. (2002). *Ingeniería de pavimentos: Fundamentos, estudios básicos y diseño*. (2da ed.). Universidad Católica de Colombia.

- Morante, H. (2019). *Pavimento Flexible con Tratamiento Superficial para Aeródromo de Tráfico Ligero* [Tesis de pregrado]. Universidad de Piura, Perú.
- Myers, B. (2011). Principles of Corporate Finance. USA: *The McGraw-Hill Companies*.
- Pacheco, E (2020). *Análisis de la valoración de proyectos a través del método de opciones reales: aplicación a un proyecto real del sector minero – metalúrgico en el Perú* [Tesis de pregrado]. Pontificia Universidad Católica, Perú.
- Porras, K. y Ríos, K. (2022). *Análisis del comportamiento físico y mecánico del concreto al adicionar fibra de metal para su uso en pavimentos rígidos en la ciudad de Huancayo, 2021* [Tesis de pregrado]. Universidad Continental, Huancayo.
- Proviás Descentralizado. (2022). *Estrategias para la mejora de caminos rurales*. Recuperado de <https://www.proviasdescentralizado.gob.pe>
- Reglamento Nacional de Edificaciones. (2010). *Norma CE.010-Pavimentos Urbanos*. Lima. http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Normalizacion/normas/norma_010_%20pavimentos_urbanos.pdf
- Rincón, J. (2022). *Propuesta De Diseño De Pavimento Rígido Para La Glorieta Ubicada En El Municipio De Nobsa, Boyaca Kilometro 15 Vía Duitama-Belencito* [Tesis de pregrado]. Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá.
- Rivas, A. (2022). Normas APA: La guía definitiva para presentar trabajos escritos. *Guía Normas APA*. <https://normasapa.in/>
- Robledo, J. (2004). Población de estudio y muestreo en la investigación epidemiológica. *Nure Investigación*, n° 10.
- SENAMHI. (2023). *Reporte climático anual en La Libertad*. Recuperado de <https://www.senamhi.gob.pe>
- Torres, J. y Paredes, J. (2017). *Análisis de rentabilidad económica de los nuevos alojamientos turísticos regulados por el ministerio de turismo en el año 2015 para*

determinar el punto de equilibrio en puerto Ayora – Galápagos [Tesis de pregrado].

Universidad Central de Ecuador, Ecuador.

Valdiviezo, L. y Villareyes, J. (2021). *Diseño Del Pavimento Flexible Del Tramo Ubicado Entre La Panamericana Antigua Y Pasaje Olaya Centro Poblado Mallares – Marcavelica-Sullana* [Tesis de pregrado]. Universidad Cesar Vallejo, Piura.

Vega, D. (2018). *Diseño De Los Pavimentos De La Carretera De Acceso Al Nuevo Puerto De Yurimaguas (Km 1+000 A 2+000)* [Tesis de pregrado]. Universidad Católica del Perú, Perú.



CAPÍTULO VII

ANEXOS

Capítulo VII: ANEXOS

7.1 Anexo 01-Matriz de consistencia

| TITULO | FORMULACIÓN DEL PROBLEMA | HIPÓTESIS | OBJETIVOS | VARIABLES |
|--|--|--|--|---------------|
| Optimización de la pavimentación del camino vecinal LI-636 Magdalena de Cao-Ascope-La Libertad para reducir costos de mantenimiento-2023 | Problema General: | | Objetivo General: | INDEPENDIENTE |
| | ¿Cuál es la óptima pavimentación del camino vecinal LI-636 Magdalena de Cao-Ascope-La Libertad para reducir costos de mantenimiento? | | Optimizar la pavimentación del camino vecinal LI-636 Magdalena de Cao-Ascope-La Libertad para reducir costos de mantenimiento. | |
| | Problemas Específicos: | | Objetivos Específicos: | DEPENDIENTE |
| ¿Qué características presenta la superficie terrestre del camino vecinal LI-636 ? | El pavimento flexible es la alternativa más optima de pavimentación frente al pavimento articulado y flexible para reducir costos de mantenimiento del camino vecinal LI-636 Magdalena de Cao-Ascope-La Libertad. | Determinar las características del camino vecinal LI-636. | Costos de mantenimiento | |
| ¿Qué diseño posee el pavimento rígido, flexible y articulado del camino vecinal LI-636 Magdalena de Cao-Ascope-La Libertad? | | Realizar el diseño del pavimento flexible, rígido y articulado según con la metodología AASHTO 93 del camino vecinal LI-636, distrito del Magdalena de Cao, provincia de Ascope, departamento La Libertad. | | |
| | ¿Qué pavimento Rígido, Flexible o articulado presenta mejor rentabilidad en función a la metodología del Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR) para reducir los costos de mantenimiento del camino vecinal LI-636 Magdalena de Cao-Ascope-La Libertad? | | Evaluar la rentabilidad de los pavimentos flexible, rígido y articulado mediante la metodología del Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR). | |

7.2 Anexo 02-Matriz de operacionalización de variables

| Variable | Definición Conceptual | Definición Operacional | Dimensiones | Indicadores | Instrumento | Escala de medición |
|---|--|--|---------------------|-------------------------------|-----------------------|--------------------|
| Variable Independiente: Optima pavimentación | Consiste en la óptima colocación de capas de materiales en el suelo o nivel superior de la terracería, a la que posteriormente se le aplicará el asfalto, losa, piedra, ladrillos, concreto, concreto hidráulico, por mencionar algunos, que será la superficie de rodamiento. Fuente: https://blog.vise.com.mx/conoce-los-distintos-tipos-de-pavimentacion | Se diseñará el pavimento flexible, rígido o articulado, teniendo en cuenta el estudio de tránsito, estudio de suelos, estudio topográfico, diseño según el AASHTO 93 y se evaluará la rentabilidad del pavimento en un periodo de 20 años. | Estudio de Transito | Volumen | Fichas de observación | Razón |
| | | | | Peso | Fichas de observación | Razón |
| | | | | Tipo de vehículo | Fichas de observación | Razón |
| | | | | Granulometría | Fichas de observación | Nominal |
| | | | Estudio de suelos | Límites de consistencia | Fichas de observación | Razón |
| | | | | Contenido de Humedad | Fichas de observación | Razón |
| | | | | Densidad Máxima | Fichas de observación | Razón |
| | | | | CBR | Fichas de observación | Razón |
| | | | Estudio Topográfico | Longitud | Fichas de observación | Razón |
| | | | | Área | Fichas de observación | Razón |
| | | | | Ancho de la sección | Fichas de observación | Razón |
| | | | | Pendiente | Fichas de observación | Razón |
| Diseño AASHTO 93 | Curvas de nivel | Fichas de observación | Nominal | | | |
| | Pavimento | Fichas de observación | Nominal | | | |
| | Diseño | Fichas de observación | Nominal | | | |
| | Suelo | Fichas de observación | Nominal | | | |
| Rentabilidad | Relación Beneficio-Costo | Fichas de observación | Razón | | | |
| | Periódico | Fichas de observación | Razón | | | |
| Variable Dependiente: Costos de mantenimiento | Según Gallardo y Pescoran (2019), es la Suma de todos los gastos que se requieren para la aplicación y su desempeño, durante un período de tiempo de una vía. | Se evaluará los costos de mantenimiento periódico, rutinario y el costo de operación vehicular por cada tipo de pavimento (Flexible, rígido y articulado) | Mantenimiento | Rutinario | Fichas de observación | Razón |
| | | | Tipo de Pavimento | Costos de operación vehicular | Fichas de observación | Razón |
| | | | | Flexible | Fichas de observación | Razón |
| | | | | Rígido | Fichas de observación | Razón |
| Articulado | Fichas de observación | Razón | | | | |

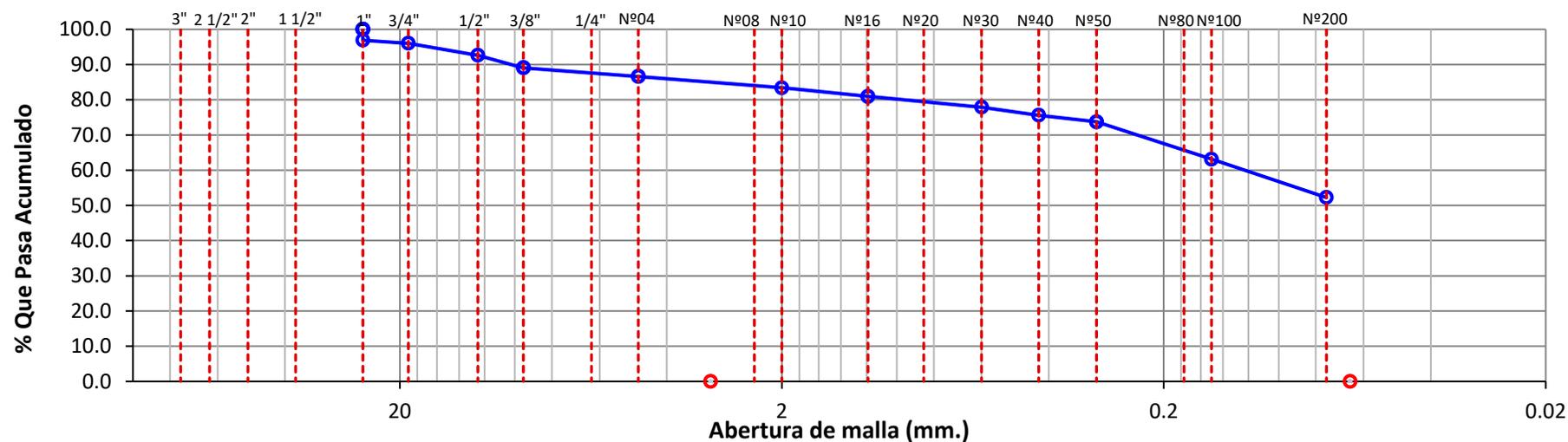
7.3 Anexo 03- Estudio de suelos

7.3.1 Calicata 01

| | | |
|---|--|------------------------------|
|  | ENSAYO: Método De Ensayo Para Análisis Granulométrico | OPCVLI652-AG- 001 |
| | ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO- MTC E 107 | |

| TAMICES | | PESO RETENIDO | % RETENIDO PARCIAL | % RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA |
|---------|--------|------------------|--------------------------|-------------------------|---------------|
| (PULG) | (mm) | | | | |
| 3" | 75.000 | | | | |
| 2" | 50.000 | | | | |
| 1 1/2" | 37.500 | | | | |
| 1" | 25.000 | 50.5 | 3.1 | 3.1 | 96.9 |
| 3/4" | 19.000 | 14.3 | 0.9 | 4.0 | 96.0 |
| 1/2" | 12.500 | 54.9 | 3.4 | 7.4 | 92.6 |
| 3/8" | 9.500 | 58.2 | 3.6 | 10.9 | 89.1 |
| N°04 | 4.750 | 40.0 | 2.5 | 13.4 | 86.6 |
| N°10 | 2.000 | 52.0 | 3.2 | 16.6 | 83.4 |
| N°16 | 1.190 | 40.0 | 2.5 | 19.0 | 81.0 |
| N°30 | 0.600 | 49.5 | 3.0 | 22.1 | 77.9 |
| N°40 | 0.425 | 37.7 | 2.3 | 24.4 | 75.6 |
| N°50 | 0.300 | 29.9 | 1.8 | 26.2 | 73.8 |
| N°100 | 0.150 | 173.3 | 10.6 | 36.9 | 63.1 |
| N°200 | 0.075 | 177.1 | 10.9 | 47.8 | 52.2 |
| < N°200 | FONDO | 850.0 | 52.2 | 100.0 | 0.0 |

CURVA GRANULOMETRICA



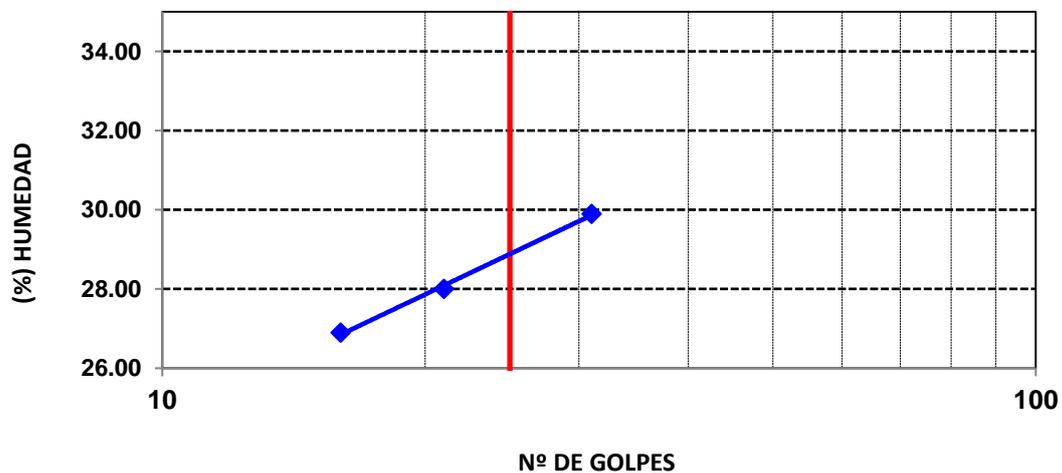
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

| | | | |
|-----------------------------|---|---------|---|
| % GRAVA | : | 13.4 | % |
| % ARENA | : | 34.4 | % |
| % PASANTE MALLA 200 | : | 52.2 | % |
| CLASIFICACIÓN SUELO: | | | |
| S.U.C.S. | : | CL | |
| AASHTO | : | A-6 (4) | |

| | | |
|---|---|------------------------------|
|  | ENSAYO: DETERMINACIÓN DE LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD | OPCVLI652- IP-001 |
| | NORMA: MTC E 110-111 | |

| Datos de ensayo. | Límite líquido | | | Límite Plástico | |
|-----------------------|----------------|--------------|--------------|-----------------|-------------|
| | 2 | 5 | 7 | 3 | 8 |
| N° de tarro | 2 | 5 | 7 | 3 | 8 |
| N° de golpes | 16 | 21 | 31 | | |
| Tarro + suelo húmedo | 12.50 | 13.95 | 13.06 | 9.73 | 8.89 |
| Tarro + suelo seco | 11.56 | 12.66 | 12.15 | 9.70 | 8.87 |
| Agua | 0.94 | 1.29 | 0.91 | 0.03 | 0.02 |
| Peso del tarro | 8.07 | 8.06 | 9.11 | 9.45 | 8.74 |
| Peso del suelo seco | 3.49 | 4.60 | 3.04 | 0.25 | 0.13 |
| Porcentaje de humedad | 26.90 | 28.00 | 29.90 | 12.00 | 15.40 |

CURVA DE FLUIDEZ



CONSISTENCIA FÍSICA DE LA MUESTRA

| | |
|------------------------------------|-----------|
| Límite Líquido % | 29 |
| Límite Plástico % | 14 |
| Índice de Plasticidad (Malla N°40) | 15 |

| | | |
|---|---|-------------------------|
|  UNS <small>UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA</small> | ENSAYO: Método De Ensayo Para Determinar El Contenido De Humedad De Un Suelo | OPCVLI652-CH-001 |
| | NORMA: MTC E 108 | |

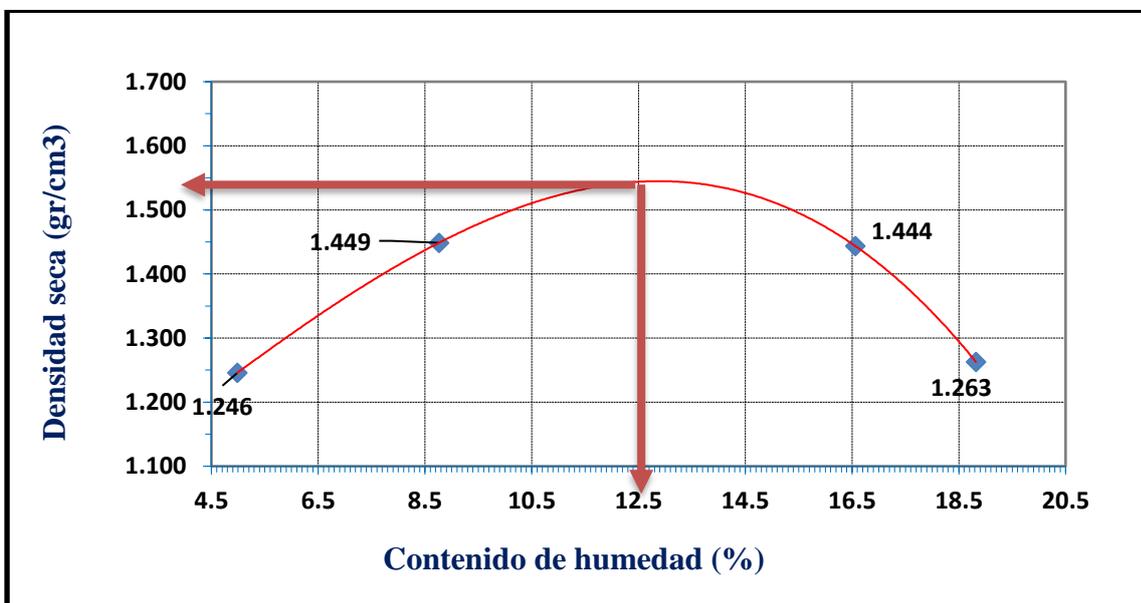
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | |
|-------------------------------------|----|---------------|---------------|
| A.- Peso de la muestra húmeda. | g. | 2386.0 | 2184.0 |
| B.- Peso de muestra seca | g. | 2206.0 | 2116.0 |
| C.- Peso del recipiente | g. | 0.0 | 0.0 |
| D.- Contenido de humedad | % | 8.2 | 3.2 |
| E.- Contenido de humedad (promedio) | % | 5.70 | |

| | | |
|---|---|-------------------------|
|  | ENSAYO: Compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (Proctor modificado) | OPCVLI652-PM-001 |
| | NORMA: MTC E 115 | |

| ENSAYO DE COMPACTACIÓN | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|
| PESO DEL SUELO HÚMEDO COMPACTADO + MOLDE (gr) | 5555 | 5775 | 5826 | 5762 |
| PESO DEL MOLDE (gr) | 4280 | 4280 | 4280 | 4280 |
| PESO DEL SUELO HÚMEDO COMPACTADO (gr) | 1275 | 1495 | 1546 | 1482 |
| PESO VOLUMÉTRICO HÚMEDO (gr/cm ³) | 1.367 | 1.602 | 1.657 | 1.588 |

| TARA N° | T1 | T2 | T3 | T4 |
|-----------------------------------|-------|--------|-------|--------|
| PESO DEL SUELO HÚMEDO + TARA (gr) | 91.80 | 102.50 | 91.90 | 117.50 |
| PESO DEL SUELO SECO + TARA (gr) | 87.90 | 95.08 | 80.35 | 100.60 |
| PESO DE LA TARA (gr) | 9.65 | 10.40 | 10.60 | 10.80 |
| PESO DEL AGUA (gr) | 3.90 | 7.42 | 11.55 | 16.90 |
| PESO DEL SUELO SECO (gr) | 78.25 | 84.68 | 69.75 | 89.80 |

| | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|
| CONTENIDO DE AGUA (%) | 4.98 | 8.76 | 16.56 | 18.82 |
| PESO VOLUMÉTRICO SECO (gr/cm ³) | 1.246 | 1.449 | 1.444 | 1.263 |



| | |
|--|-------|
| MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³) | 1.540 |
| OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | 12.50 |

| | | |
|---|---|--------------------------|
|  | ENSAYO: Determinación Del CBR (California Bearing Ratio valor Soporte De California) Medido En Muestras Compactadas En Laboratorio | OPCVLI652-CBR-001 |
| | NORMA: MTC E 132 | |

| ENSAYO DE CBR | | | | | | | | |
|----------------------------------|------|----------|-------------|-----|----------|-------------|-----|-------------|
| Molde N° | | | A | | | B | | C |
| Capas N° | | | 5 | | | 5 | | 5 |
| N° de golpes por capa | | | 56 | | | 25 | | 10 |
| CONTRACCIÓN DE LA MUESTRA | | | SIN SATURAR | | | SIN SATURAR | | SIN SATURAR |
| Peso del molde + suelo húmedo | | | 12948 | | | | | 12601 |
| Peso del molde | | | 9146 | | | | | 9130 |
| Peso del suelo húmedo | | | 3802 | | | | | 3471 |
| Volumen del molde | | | 2095.22 | | | | | 2095.22 |
| Densidad húmeda | | | 1.815 | | | | | 1.657 |
| % de humedad | | | 12.50 | | | | | 12.50 |
| Densidad seca | | | 1.613 | | | | | 1.473 |
| 56 | | | 25 | | | 10 | | |
| PE | LBS | LBS/PUL2 | PE | LBS | LBS/PUL2 | PE | LBS | LBS/PUL2 |
| 0.025 | 80 | 27 | 0.025 | 65 | 22 | 0.025 | 50 | 17 |
| 0.050 | 180 | 60 | 0.05 | 130 | 43 | 0.050 | 80 | 27 |
| 0.075 | 250 | 83 | 0.075 | 200 | 67 | 0.075 | 130 | 43 |
| 0.100 | 350 | 117 | 0.1 | 250 | 83 | 0.100 | 180 | 60 |
| 0.150 | 550 | 183 | 0.15 | 420 | 140 | 0.150 | 280 | 93 |
| 0.200 | 650 | 217 | 0.2 | 550 | 183 | 0.200 | 420 | 140 |
| 0.250 | 750 | 250 | 0.25 | 680 | 227 | 0.250 | 520 | 173 |
| 0.300 | 850 | 283 | 0.3 | 780 | 260 | 0.300 | 620 | 207 |
| 0.400 | 950 | 317 | 0.4 | 880 | 293 | 0.400 | 735 | 245 |
| 0.500 | 1020 | 340 | 0.5 | 950 | 317 | 0.500 | 800 | 267 |

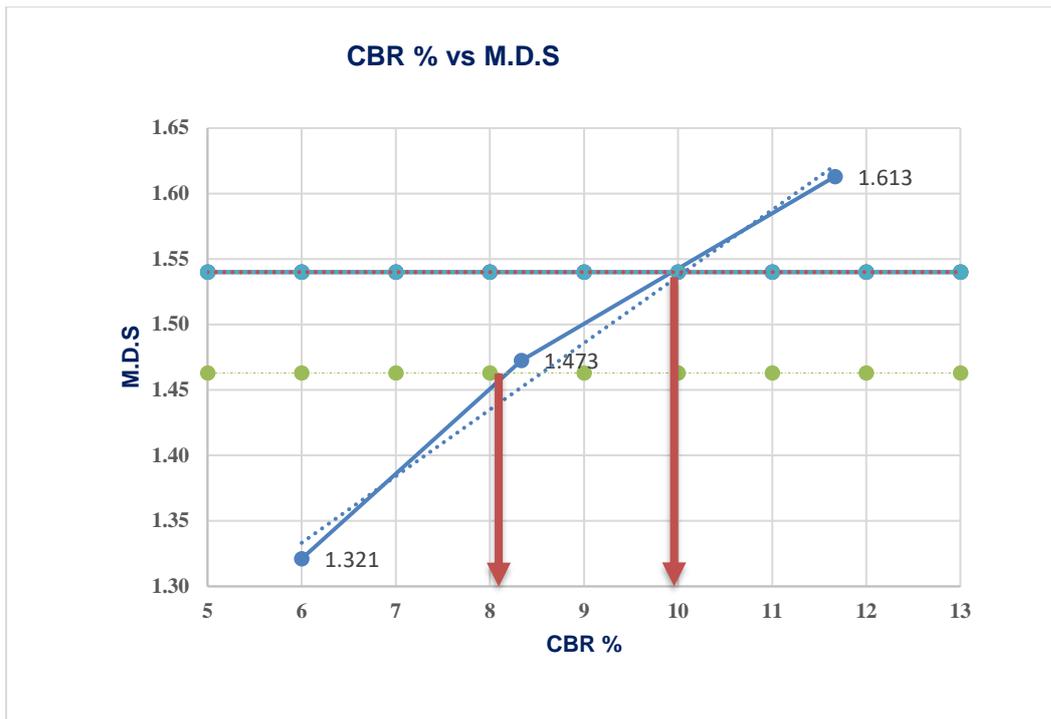
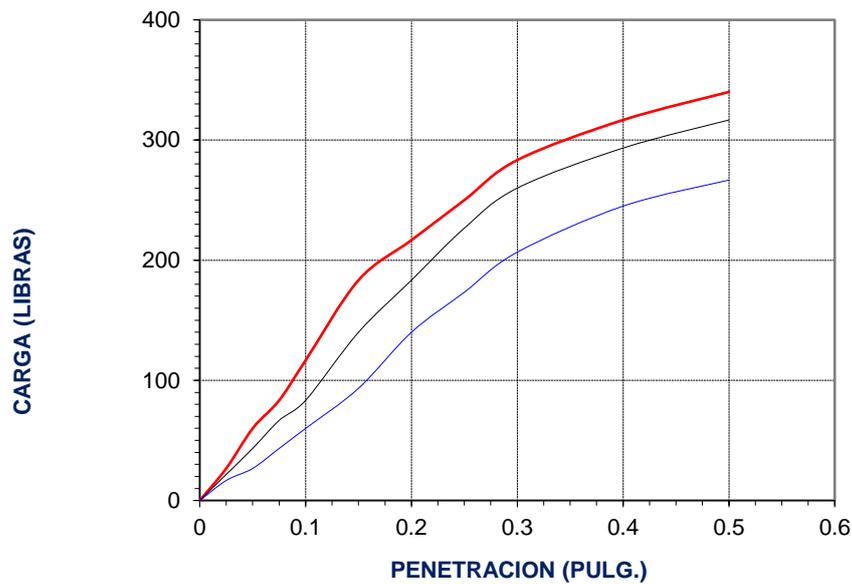


GRAFICO ESFUERZO DEFORMACION



RESULTADO

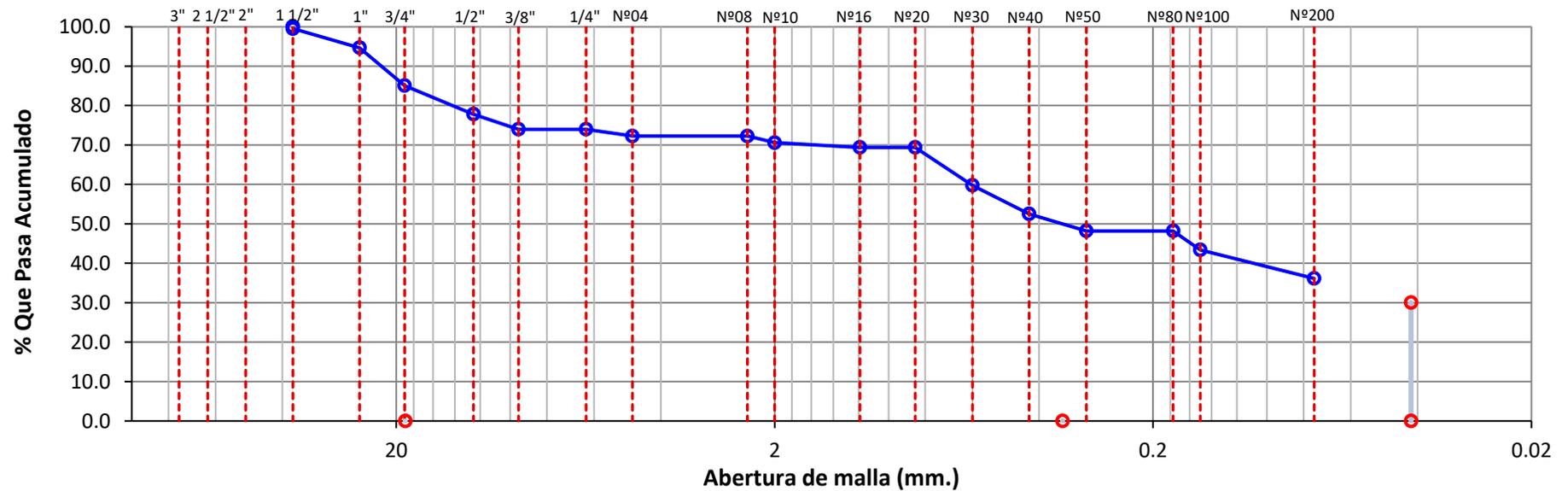
| Descripción | gr/cm ³ | % |
|--------------|--------------------|-------------|
| %CBR 100%MDS | 1.54 | 10.0 |
| %CBR 95%MDS | 1.46 | 8.0 |

7.3.2 Calicata 02

| | | |
|---|--|------------------------------|
|  UNS UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA CUSCO - PERU | ENSAYO: Método De Ensayo Para Análisis Granulométrico | OPCVLI652-AG- 002 |
| | ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO- MTC E 107 | |

| TAMICES | | PESO RETENIDO | % RETENIDO PARCIAL | % RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA |
|---------|--------|------------------|--------------------------|-------------------------|---------------|
| (PULG) | (mm) | | | | |
| 3" | 75.000 | | | | |
| 2" | 50.000 | | | | |
| 1 1/2" | 37.500 | 10.0 | 0.5 | 0.5 | 99.5 |
| 1" | 25.000 | 100.0 | 4.8 | 5.3 | 94.7 |
| 3/4" | 19.000 | 200.0 | 9.6 | 14.9 | 85.1 |
| 1/2" | 12.500 | 150.0 | 7.2 | 22.2 | 77.8 |
| 3/8" | 9.500 | 80.0 | 3.9 | 26.0 | 74.0 |
| | | | | | |
| N°04 | 4.750 | 35.0 | 1.7 | 27.7 | 72.3 |
| | | | | | |
| N°10 | 2.000 | 35.0 | 1.7 | 29.4 | 70.6 |
| N°16 | 1.190 | 25.0 | 1.2 | 30.6 | 69.4 |
| | | | | | |
| N°30 | 0.600 | 200.0 | 9.6 | 40.2 | 59.8 |
| N°40 | 0.425 | 150.0 | 7.2 | 47.5 | 52.5 |
| N°50 | 0.300 | 90.0 | 4.3 | 51.8 | 48.2 |
| | | | | | |
| N°100 | 0.150 | 100.0 | 4.8 | 56.6 | 43.4 |
| N°200 | 0.075 | 150.0 | 7.2 | 63.9 | 36.1 |
| < N°200 | FONDO | 750.0 | 36.1 | 100.0 | 0.0 |

CURVA GRANULOMETRICA

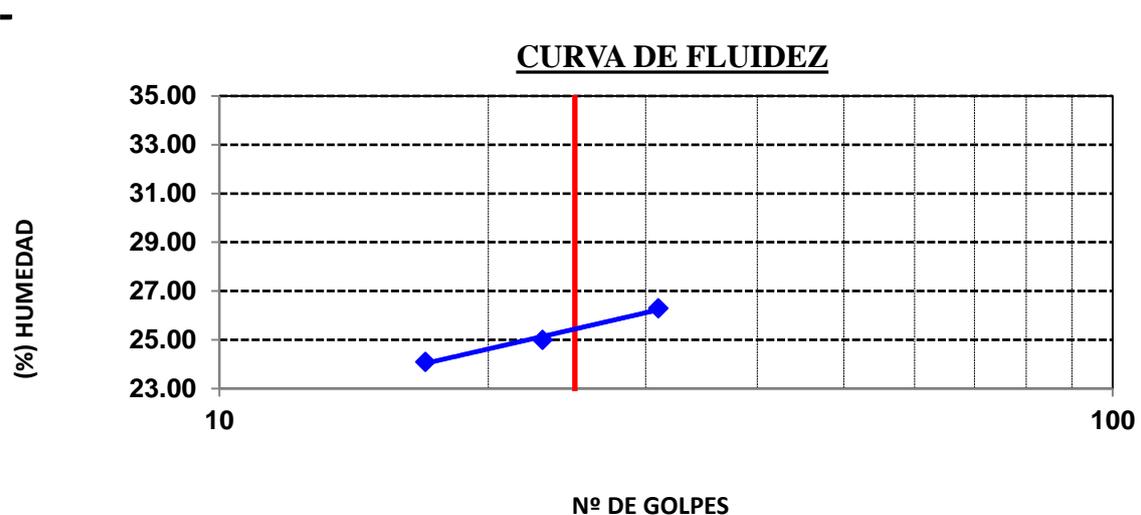


DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

| | | | |
|-----------------------------|---|---------|---|
| % GRAVA | : | 27.7 | % |
| % ARENA | : | 36.1 | % |
| % PASANTE MALLA 200 | : | 36.1 | % |
| CLASIFICACIÓN SUELO: | | | |
| S.U.C.S. | : | SC | |
| AASHTO | : | A-4 (0) | |

| | | |
|---|---|------------------------------|
|  | ENSAYO: DETERMINACIÓN DE LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD | OPCVLI652- IP-002 |
| | NORMA: MTC E 110-11 | |

| Datos de ensayo. | Límite líquido | | | Límite Plástico | |
|-----------------------|----------------|--------------|--------------|-----------------|-------------|
| | 2 | 5 | 7 | 3 | 8 |
| N° de tarro | 2 | 5 | 7 | 3 | 8 |
| N° de golpes | 16 | 21 | 31 | | |
| Tarro + suelo húmedo | 12.40 | 13.81 | 12.95 | 9.74 | 8.89 |
| Tarro + suelo seco | 11.56 | 12.66 | 12.15 | 9.70 | 8.87 |
| Agua | 0.84 | 1.15 | 0.80 | 0.04 | 0.02 |
| Peso del tarro | 8.07 | 8.06 | 9.11 | 9.45 | 8.74 |
| Peso del suelo seco | 3.49 | 4.60 | 3.04 | 0.25 | 0.13 |
| Porcentaje de humedad | 24.10 | 25.00 | 26.30 | 16.00 | 15.40 |



| CONSISTENCIA FÍSICA DE LA MUESTRA | |
|------------------------------------|-----------|
| Límite Líquido % | 25 |
| Límite Plástico % | 16 |
| Índice de Plasticidad (Malla N°40) | 10 |

| | | |
|---|---|-------------------------|
|  UNS <small>UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA</small> | ENSAYO: Método De Ensayo Para Determinar El Contenido De Humedad De Un Suelo | OPCVLI652-CH-002 |
| | NORMA: MTC E 108 | |

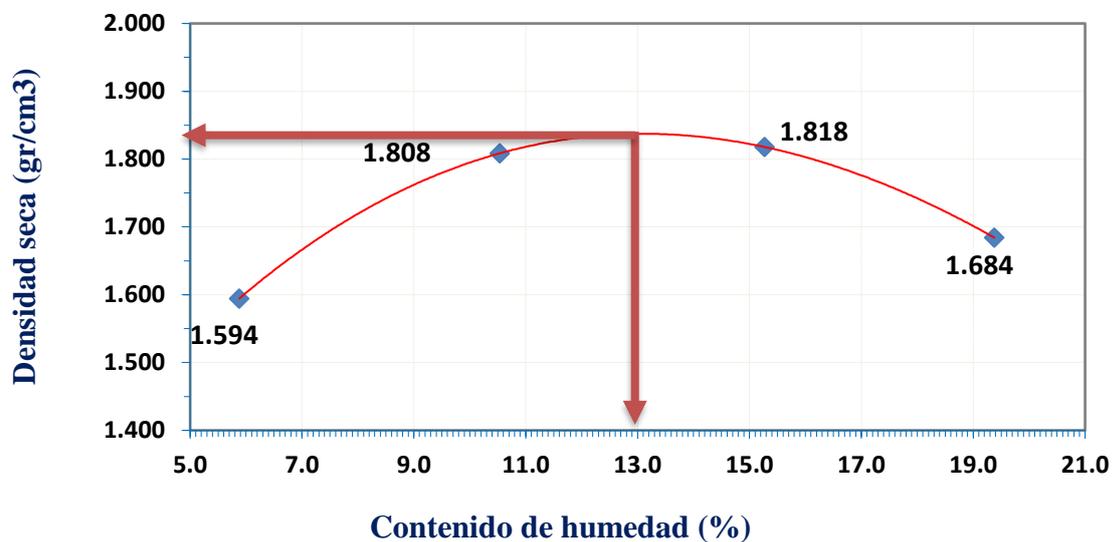
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | |
|-------------------------------------|----|---------------|---------------|
| A.- Peso de la muestra húmeda. | g. | 2335.0 | 2310.0 |
| B.- Peso de muestra seca | g. | 2205.0 | 2148.0 |
| C.- Peso del recipiente | g. | 0.0 | 0.0 |
| D.- Contenido de humedad | % | 5.9 | 7.5 |
| E.- Contenido de humedad (promedio) | % | 6.70 | |

| | | |
|---|---|-------------------------|
|  | ENSAYO: Compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (Proctor modificado) | OPCVLI652-PM-002 |
| | NORMA: MTC E 115 | |

| ENSAYO DE COMPACTACIÓN | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|
| PESO DEL SUELO HÚMEDO COMPACTADO + MOLDE (gr) | 5855 | 6145 | 6235 | 6156 |
| PESO DEL MOLDE (gr) | 4280 | 4280 | 4280 | 4280 |
| PESO DEL SUELO HÚMEDO COMPACTADO (gr) | 1575 | 1865 | 1955 | 1876 |
| PESO VOLUMÉTRICO HÚMEDO (gr/cm ³) | 1.688 | 1.999 | 2.095 | 2.011 |

| TARA N° | T1 | T2 | T3 | T4 |
|-----------------------------------|-------|--------|-------|--------|
| PESO DEL SUELO HÚMEDO + TARA (gr) | 92.50 | 104.00 | 91.00 | 118.00 |
| PESO DEL SUELO SECO + TARA (gr) | 87.90 | 95.08 | 80.35 | 100.60 |
| PESO DE LA TARA (gr) | 9.65 | 10.40 | 10.60 | 10.80 |
| PESO DEL AGUA (gr) | 4.60 | 8.92 | 10.65 | 17.40 |
| PESO DEL SUELO SECO (gr) | 78.25 | 84.68 | 69.75 | 89.80 |

| | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|
| CONTENIDO DE AGUA (%) | 5.88 | 10.53 | 15.27 | 19.38 |
| PESO VOLUMÉTRICO SECO (gr/cm ³) | 1.594 | 1.808 | 1.818 | 1.684 |

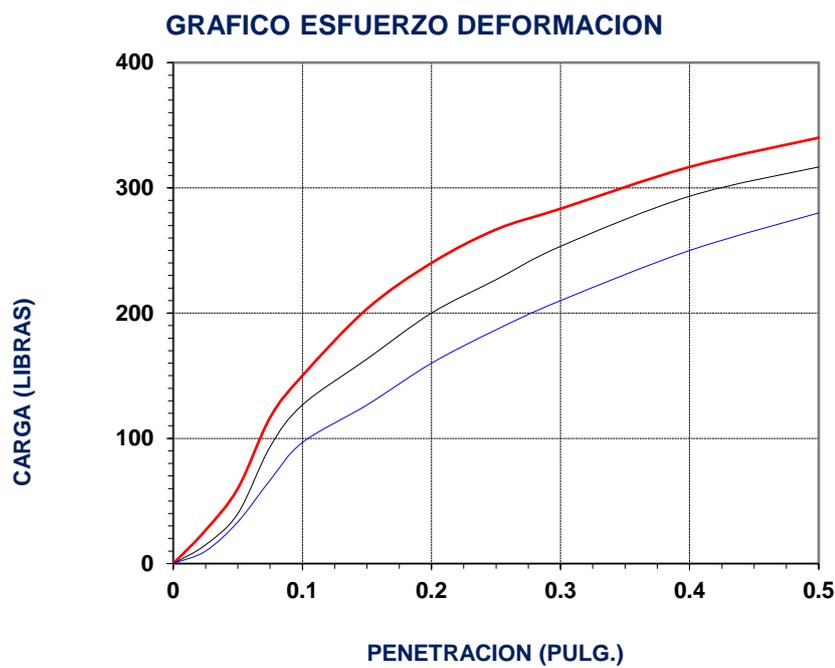
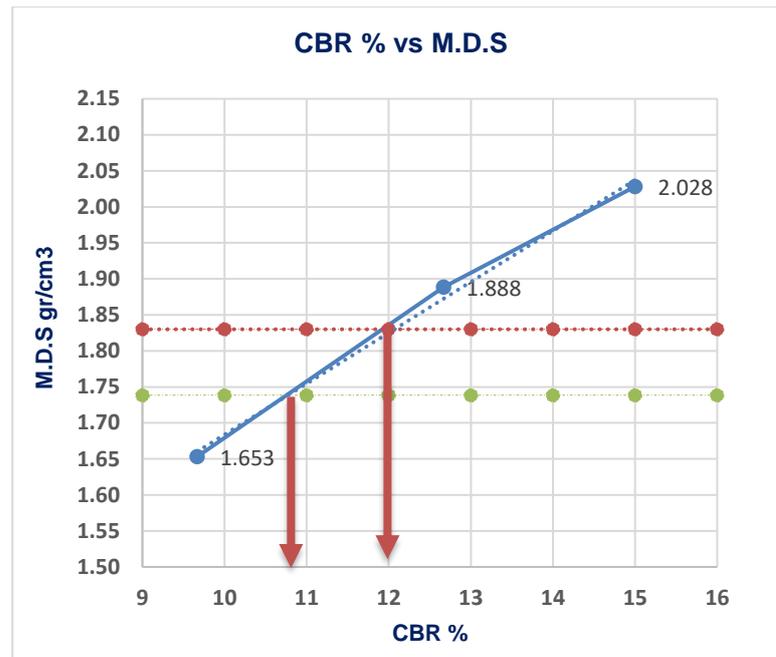


| | |
|--|-------|
| MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³) | 1.83 |
| OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | 13.00 |

| | | |
|---|---|--------------------------|
|  | ENSAYO: Determinación Del CBR (California Bearing Ratio valor Soporte De California) Medido En Muestras Compactadas En Laboratorio | OPCVLI652-CBR-001 |
| | NORMA: NTP 339.145 | |

| ENSAYO DE CBR | | | |
|----------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| Molde N° | A | B | C |
| Capas N° | 5 | 5 | 5 |
| N° de golpes por capa | 56 | 25 | 10 |
| CONTRACCIÓN DE LA MUESTRA | SIN SATURAR | SIN SATURAR | SIN SATURAR |
| Peso del molde + suelo húmedo | 13948 | 13601 | 13050 |
| Peso del molde | 9146 | 9130 | 9136 |
| Peso del suelo húmedo | 4802 | 4471 | 3914 |
| Volumen del molde | 2095.22 | 2095.22 | 2095.22 |
| Densidad húmeda | 2.292 | 2.134 | 1.868 |
| % de humedad | 13.00 | 13.00 | 13.00 |
| Densidad seca | 2.028 | 1.888 | 1.653 |

| 56 | | | 25 | | | 10 | | |
|-------|------|----------|-------|-----|----------|-------|-----|----------|
| PE | LBS | LBS/PUL2 | PE | LBS | LBS/PUL2 | PE | LBS | LBS/PUL2 |
| 0.025 | 80 | 27 | 0.025 | 45 | 15 | 0.025 | 30 | 10 |
| 0.050 | 180 | 60 | 0.05 | 120 | 40 | 0.050 | 100 | 33 |
| 0.075 | 350 | 117 | 0.075 | 280 | 93 | 0.075 | 200 | 67 |
| 0.100 | 450 | 150 | 0.1 | 380 | 127 | 0.100 | 290 | 97 |
| 0.150 | 610 | 203 | 0.15 | 480 | 160 | 0.150 | 380 | 127 |
| 0.200 | 720 | 240 | 0.2 | 580 | 193 | 0.200 | 480 | 160 |
| 0.250 | 800 | 267 | 0.25 | 680 | 227 | 0.250 | 540 | 180 |
| 0.300 | 850 | 283 | 0.3 | 780 | 260 | 0.300 | 630 | 210 |
| 0.400 | 950 | 317 | 0.4 | 880 | 293 | 0.400 | 750 | 250 |
| 0.500 | 1020 | 340 | 0.5 | 950 | 317 | 0.500 | 840 | 280 |



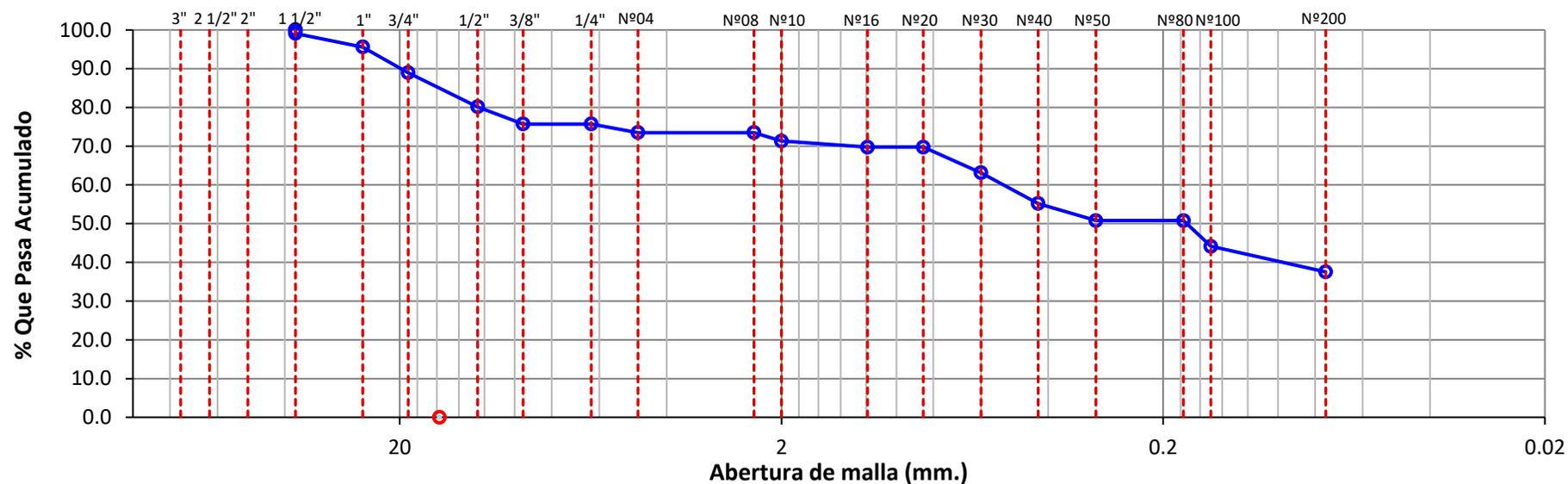
| RESULTADO | | |
|--------------|--------|-------------|
| Descripción | gr/cm3 | % |
| %CBR 100%MDS | 1.83 | 12.0 |
| %CBR 95%MDS | 1.74 | 10.8 |

7.3.3 Calicata 03

| | | |
|---|---|-----------------------------|
|  UNS UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA CUSCO - PERU | ENSAYO: Método De Ensayo Para Análisis Granulométrico | OPCVLI652-AG- 03 |
| | ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO-MTC E 107 | |

| TAMICES | | PESO RETENIDO | % RETENIDO PARCIAL | % RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA |
|---------|--------|------------------|--------------------------|-------------------------|---------------|
| (PULG) | (mm) | | | | |
| 3" | 75.000 | | | | |
| 2" | 50.000 | | | | |
| 1 1/2" | 37.500 | 20.0 | 0.9 | 0.9 | 99.1 |
| 1" | 25.000 | 80.0 | 3.5 | 4.4 | 95.6 |
| 3/4" | 19.000 | 150.0 | 6.6 | 11.0 | 89.0 |
| 1/2" | 12.500 | 200.0 | 8.8 | 19.9 | 80.1 |
| 3/8" | 9.500 | 100.0 | 4.4 | 24.3 | 75.7 |
| N°04 | 4.750 | 50.0 | 2.2 | 26.5 | 73.5 |
| N°10 | 2.000 | 50.0 | 2.2 | 28.7 | 71.3 |
| N°16 | 1.190 | 35.0 | 1.5 | 30.2 | 69.8 |
| N°30 | 0.600 | 150.0 | 6.6 | 36.9 | 63.1 |
| N°40 | 0.425 | 180.0 | 7.9 | 44.8 | 55.2 |
| N°50 | 0.300 | 100.0 | 4.4 | 49.2 | 50.8 |
| N°100 | 0.150 | 150.0 | 6.6 | 55.8 | 44.2 |
| N°200 | 0.075 | 150.0 | 6.6 | 62.5 | 37.5 |
| < N°200 | FONDO | 850.0 | 37.5 | 100.0 | 0.0 |

CURVA GRANULOMETRICA



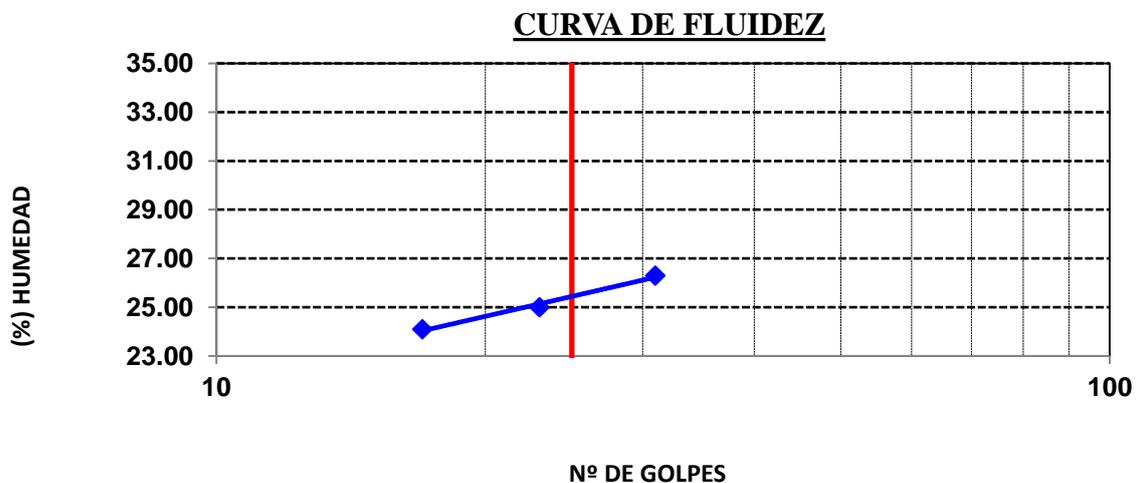
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

| | | | |
|-----------------------------|---|---------|---|
| % GRAVA | : | 26.5 | % |
| % ARENA | : | 36.0 | % |
| % PASANTE MALLA 200 | : | 37.5 | % |
| CLASIFICACIÓN SUELO: | | | |
| S.U.C.S. | : | SC | |
| AASHTO | : | A-4 (0) | |

| | | |
|---|---|------------------------------|
|  | ENSAYO: DETERMINACIÓN DE LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD | OPCVLI652- IP-003 |
| | NORMA: MTC E 110 -111 | |

| Datos de ensayo. | Límite líquido | | | Límite Plástico | |
|-----------------------|----------------|--------------|--------------|-----------------|-------------|
| | 2 | 5 | 7 | 3 | 8 |
| N° de tarro | 2 | 5 | 7 | 3 | 8 |
| N° de golpes | 17 | 23 | 31 | | |
| Tarro + suelo húmedo | 12.40 | 13.81 | 12.95 | 9.74 | 8.89 |
| Tarro + suelo seco | 11.56 | 12.66 | 12.15 | 9.70 | 8.87 |
| Agua | 0.84 | 1.15 | 0.80 | 0.04 | 0.02 |
| Peso del tarro | 8.07 | 8.06 | 9.11 | 9.45 | 8.74 |
| Peso del suelo seco | 3.49 | 4.60 | 3.04 | 0.25 | 0.13 |
| Porcentaje de humedad | 24.10 | 25.00 | 26.30 | 16.00 | 15.40 |

-



| CONSISTENCIA FÍSICA DE LA MUESTRA | |
|------------------------------------|-----------|
| Límite Líquido % | 25 |
| Límite Plástico % | 16 |
| Índice de Plasticidad (Malla N°40) | 10 |

| | | |
|---|---|-------------------------|
|  UNS <small>UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA</small> | ENSAYO: Método De Ensayo Para Determinar El Contenido De Humedad De Un Suelo | OPCVLI652-CH-003 |
| | NORMA: MTC E 108 | |

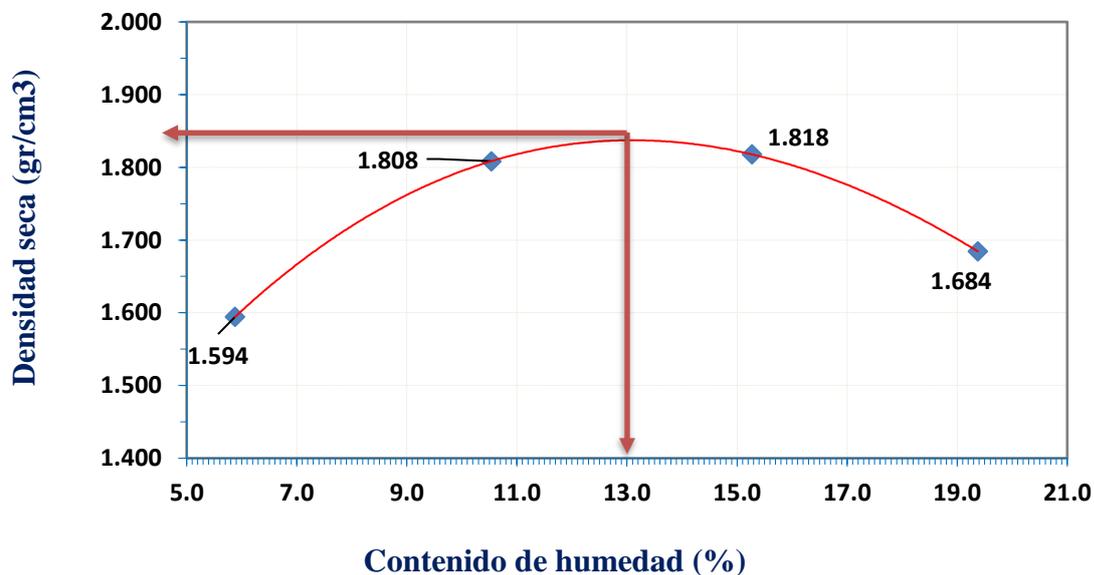
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | |
|-------------------------------------|----|---------------|---------------|
| A.- Peso de la muestra húmeda. | g. | 2460.0 | 2925.0 |
| B.- Peso de muestra seca | g. | 2199.0 | 2588.0 |
| C.- Peso del recipiente | g. | 0.0 | 0.0 |
| D.- Contenido de humedad | % | 11.9 | 13.0 |
| E.- Contenido de humedad (promedio) | % | 12.5 | |

| | | |
|---|---|-------------------------|
|  | ENSAYO: Compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (Proctor modificado) | OPCVLI652-PM-003 |
| | NORMA: MTC E 115 | |

| ENSAYO DE COMPACTACIÓN | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|
| PESO DEL SUELO HÚMEDO COMPACTADO + MOLDE (gr) | 5855 | 6145 | 6235 | 6156 |
| PESO DEL MOLDE (gr) | 4280 | 4280 | 4280 | 4280 |
| PESO DEL SUELO HÚMEDO COMPACTADO (gr) | 1575 | 1865 | 1955 | 1876 |
| PESO VOLUMÉTRICO HÚMEDO (gr/cm ³) | 1.688 | 1.999 | 2.095 | 2.011 |

| TARA N° | T1 | T2 | T3 | T4 |
|-----------------------------------|-------|--------|-------|--------|
| PESO DEL SUELO HÚMEDO + TARA (gr) | 92.50 | 104.00 | 91.00 | 118.00 |
| PESO DEL SUELO SECO + TARA (gr) | 87.90 | 95.08 | 80.35 | 100.60 |
| PESO DE LA TARA (gr) | 9.65 | 10.40 | 10.60 | 10.80 |
| PESO DEL AGUA (gr) | 4.60 | 8.92 | 10.65 | 17.40 |
| PESO DEL SUELO SECO (gr) | 78.25 | 84.68 | 69.75 | 89.80 |

| | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|
| CONTENIDO DE AGUA (%) | 5.88 | 10.53 | 15.27 | 19.38 |
| PESO VOLUMÉTRICO SECO (gr/cm ³) | 1.594 | 1.808 | 1.818 | 1.684 |

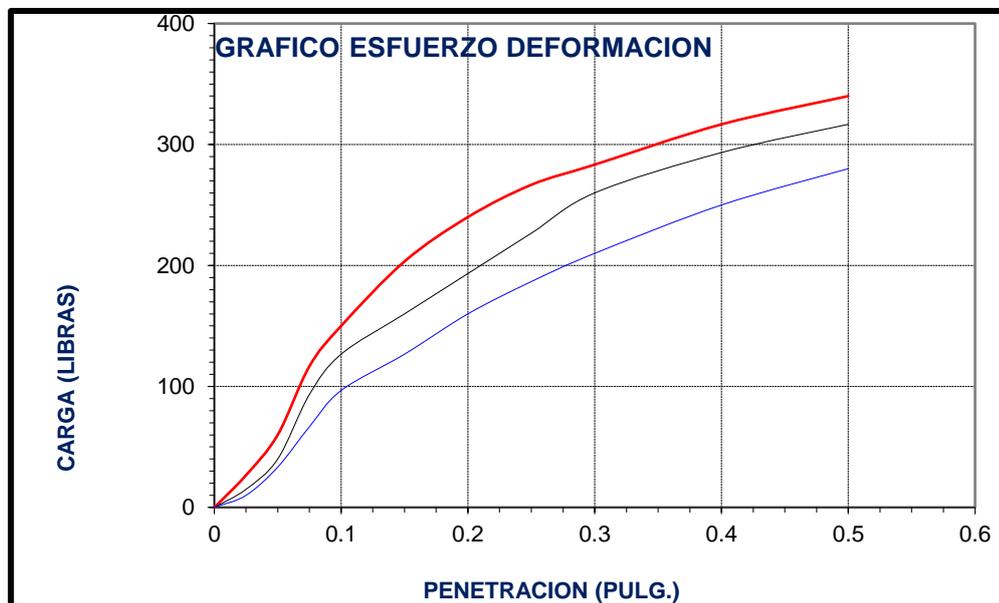
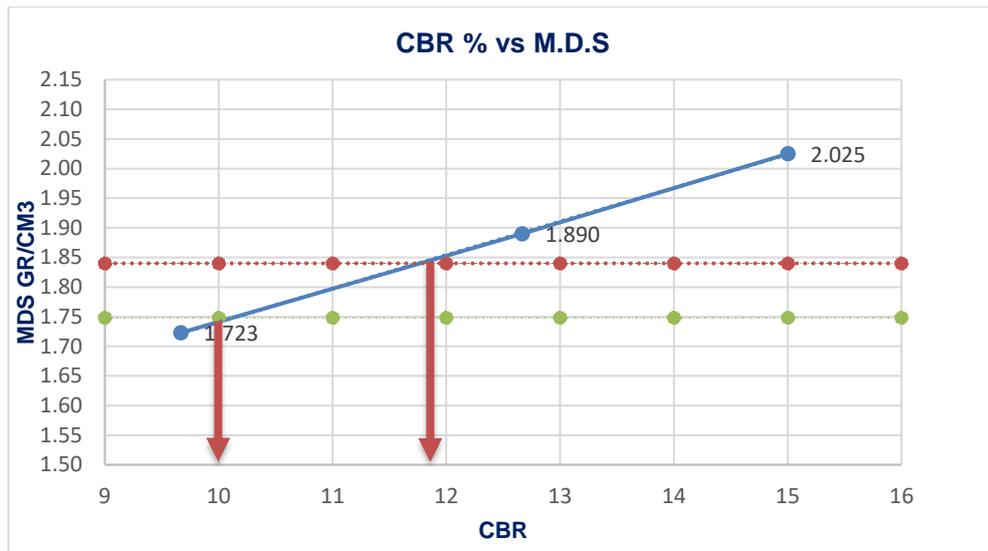


| | |
|--|-------|
| MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³) | 1.84 |
| OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | 13.00 |

| | | |
|---|---|--------------------------|
|  | ENSAYO: Determinación Del CBR (California Bearing Ratio valor Soporte De California) Medido En Muestras Compactadas En Laboratorio | OPCVLI652-CBR-003 |
| | NORMA: MTC E 132 | |

| ENSAYO DE CBR | | | |
|----------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| Molde N° | A | B | C |
| Capas N° | 5 | 5 | 5 |
| N° de golpes por capa | 56 | 25 | 10 |
| CONTRACCIÓN DE LA MUESTRA | SIN SATURAR | SIN SATURAR | SIN SATURAR |
| Peso del molde + suelo húmedo | 13940 | 13605 | 13215 |
| Peso del molde | 9146 | 9130 | 9136 |
| Peso del suelo húmedo | 4794 | 4475 | 4079 |
| Volumen del molde | 2095.22 | 2095.22 | 2095.22 |
| Densidad húmeda | 2.288 | 2.136 | 1.947 |
| % de humedad | 13.00 | 13.00 | 13.00 |
| Densidad seca | 2.025 | 1.890 | 1.723 |

| 56 | | | 25 | | | 10 | | |
|-------|------|----------|-------|-----|----------|-------|-----|----------|
| PE | LBS | LBS/PUL2 | PE | LBS | LBS/PUL2 | PE | LBS | LBS/PUL2 |
| 0.025 | 80 | 27 | 0.025 | 45 | 15 | 0.025 | 30 | 10 |
| 0.050 | 180 | 60 | 0.05 | 120 | 40 | 0.050 | 100 | 33 |
| 0.075 | 350 | 117 | 0.075 | 280 | 93 | 0.075 | 200 | 67 |
| 0.100 | 450 | 150 | 0.1 | 380 | 127 | 0.100 | 290 | 97 |
| 0.150 | 610 | 203 | 0.15 | 480 | 160 | 0.150 | 380 | 127 |
| 0.200 | 720 | 240 | 0.2 | 580 | 193 | 0.200 | 480 | 160 |
| 0.250 | 800 | 267 | 0.25 | 680 | 227 | 0.250 | 560 | 187 |
| 0.300 | 850 | 283 | 0.3 | 780 | 260 | 0.300 | 630 | 210 |
| 0.400 | 950 | 317 | 0.4 | 880 | 293 | 0.400 | 750 | 250 |
| 0.500 | 1020 | 340 | 0.5 | 950 | 317 | 0.500 | 840 | 280 |



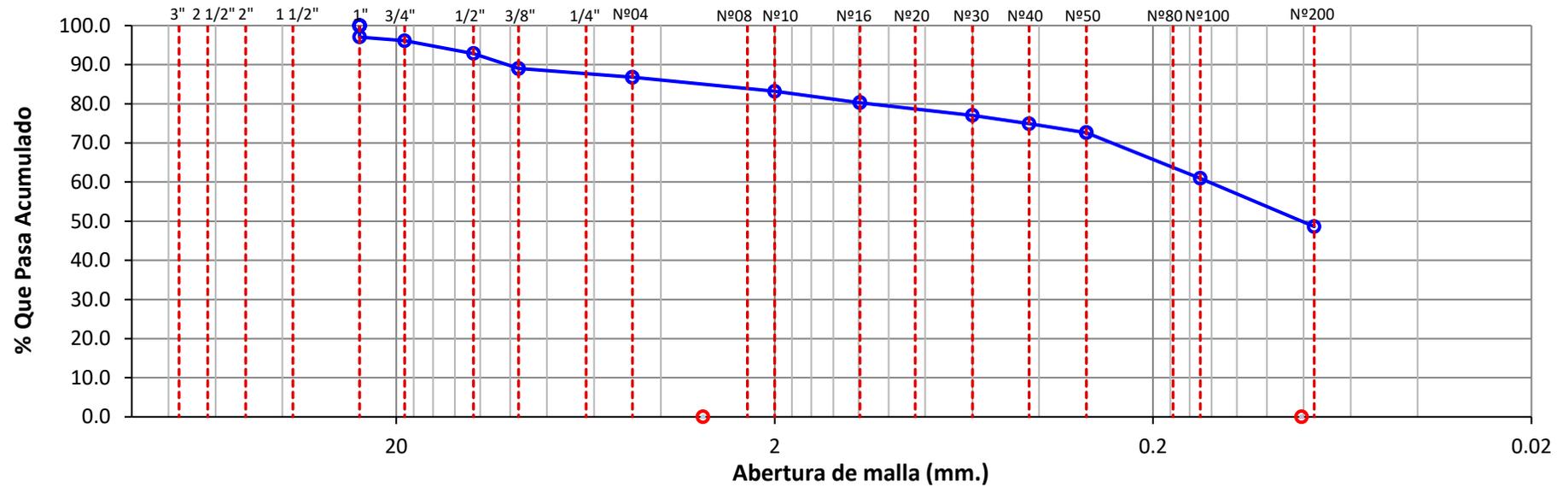
| RESULTADO | | |
|------------------|--------|-------------|
| Descripción | gr/cm3 | % |
| %CBR 100%MDS | 1.84 | 11.8 |
| %CBR 95%MDS | 1.75 | 10.0 |

7.3.4 Calicata 04

| | | |
|---|---|-----------------------------|
|  UNS UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA CUSCO - PERU | ENSAYO: Método De Ensayo Para Análisis Granulométrico | OPCVLI652-AG- 04 |
| | ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO-MTC E 107 | |

| TAMICES | | PESO RETENIDO | % RETENIDO PARCIAL | % RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA |
|---------|--------|------------------|--------------------------|-------------------------|---------------|
| (PULG) | (mm) | | | | |
| 3" | 75.000 | | | | |
| 2" | 50.000 | | | | |
| 1 1/2" | 37.500 | 20.0 | 0.9 | 0.9 | 99.1 |
| 1" | 25.000 | 45.0 | 2.9 | 2.9 | 97.1 |
| 3/4" | 19.000 | 15.0 | 1.0 | 3.9 | 96.1 |
| 1/2" | 12.500 | 50.0 | 3.2 | 7.1 | 92.9 |
| 3/8" | 9.500 | 59.0 | 3.8 | 11.0 | 89.0 |
| N°04 | 4.750 | 35.0 | 2.3 | 13.2 | 86.8 |
| N°10 | 2.000 | 55.0 | 3.6 | 16.8 | 83.2 |
| N°16 | 1.190 | 45.0 | 2.9 | 19.7 | 80.3 |
| N°30 | 0.600 | 50.0 | 3.2 | 23.0 | 77.0 |
| N°40 | 0.425 | 33.0 | 2.1 | 25.1 | 74.9 |
| N°50 | 0.300 | 35.0 | 2.3 | 27.4 | 72.6 |
| N°100 | 0.150 | 180.0 | 11.7 | 39.0 | 61.0 |
| N°200 | 0.075 | 190.0 | 12.3 | 51.4 | 48.6 |
| < N°200 | FONDO | 750.0 | 48.6 | 100.0 | 0.0 |

CURVA GRANULOMETRICA



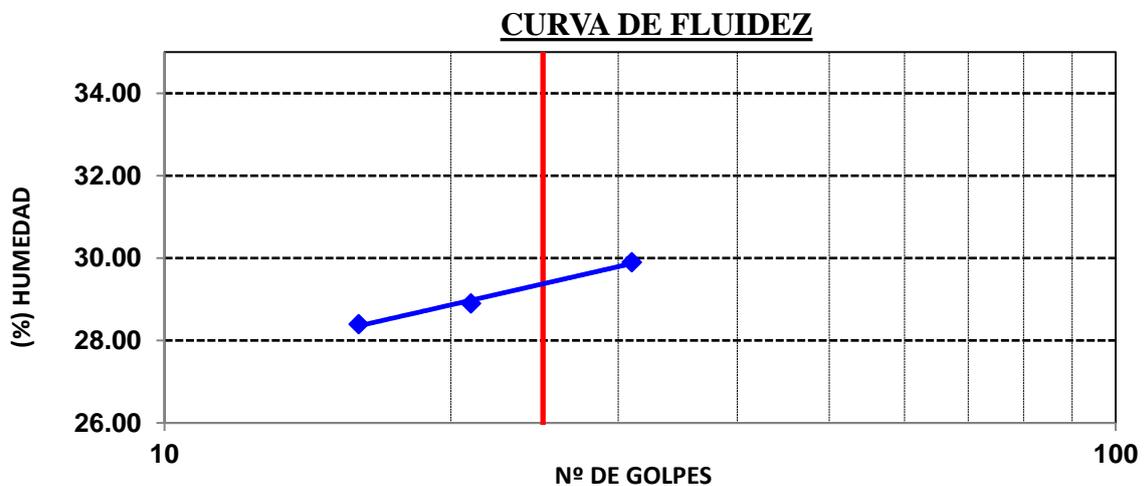
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

| | | | |
|-----------------------------|---|---------|---|
| % GRAVA | : | 13.2 | % |
| % ARENA | : | 38.1 | % |
| % PASANTE MALLA 200 | : | 48.6 | % |
| CLASIFICACIÓN SUELO: | | | |
| S.U.C.S. | : | SC | |
| AASHTO | : | A-6 (3) | |

| | | |
|---|---|------------------------------|
|  | ENSAYO: DETERMINACIÓN DE LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD | OPCVLI652- IP-004 |
| | NORMA: MTC E 110 -111 | |

| Datos de ensayo. | Límite líquido | | | Límite Plástico | |
|-----------------------|----------------|--------------|--------------|-----------------|-------------|
| | 2 | 5 | 7 | 3 | 8 |
| N° de tarro | 2 | 5 | 7 | 3 | 8 |
| N° de golpes | 16 | 21 | 31 | | |
| Tarro + suelo húmedo | 12.51 | 13.96 | 13.04 | 10.32 | 8.89 |
| Tarro + suelo seco | 11.56 | 12.66 | 12.15 | 10.20 | 8.87 |
| Agua | 0.95 | 1.30 | 0.89 | 0.12 | 0.02 |
| Peso del tarro | 8.07 | 8.06 | 9.11 | 9.45 | 8.74 |
| Peso del suelo seco | 3.49 | 4.60 | 3.04 | 0.75 | 0.13 |
| Porcentaje de humedad | 27.20 | 28.30 | 29.30 | 16.00 | 15.40 |

-



| CONSISTENCIA FÍSICA DE LA MUESTRA | |
|--|-----------|
| Límite Líquido % | 29 |
| Límite Plástico % | 15 |
| Índice de Plasticidad (Malla N°40) | 14 |

| | | |
|---|---|-------------------------|
|  UNS <small>UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA</small> | ENSAYO: Método De Ensayo Para Determinar El Contenido De Humedad De Un Suelo | OPCVLI652-CH-004 |
| | NORMA: MTC E 108 | |

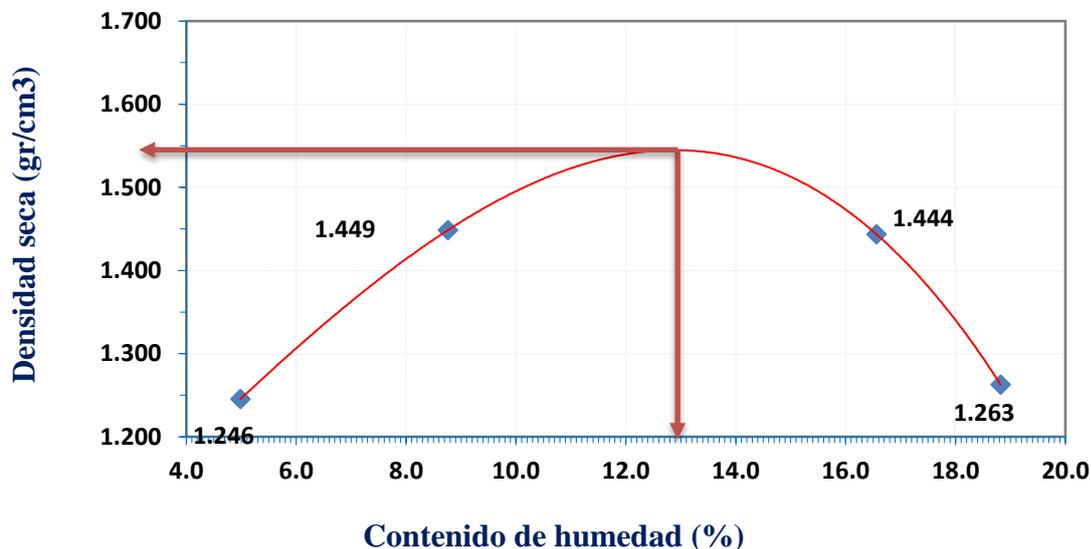
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | |
|-------------------------------------|----|---------------|---------------|
| A.- Peso de la muestra húmeda. | g. | 2296.0 | 2194.0 |
| B.- Peso de muestra seca | g. | 2189.0 | 2020.0 |
| C.- Peso del recipiente | g. | 0.0 | 0.0 |
| D.- Contenido de humedad | % | 4.9 | 8.6 |
| E.- Contenido de humedad (promedio) | % | 6.75 | |

| | | |
|---|---|-------------------------|
|  | ENSAYO: Compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (Proctor modificado) | OPCVLI652-PM-004 |
| | NORMA: MTC E 115 | |

| ENSAYO DE COMPACTACIÓN | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|
| PESO DEL SUELO HÚMEDO COMPACTADO + MOLDE (gr) | 5500 | 5750 | 5850 | 5680 |
| PESO DEL MOLDE (gr) | 4280 | 4280 | 4280 | 4280 |
| PESO DEL SUELO HÚMEDO COMPACTADO (gr) | 1220 | 1470 | 1570 | 1400 |
| PESO VOLUMÉTRICO HÚMEDO (gr/cm ³) | 1.308 | 1.576 | 1.683 | 1.501 |

| TARA N° | T1 | T2 | T3 | T4 |
|-----------------------------------|-------|--------|-------|--------|
| PESO DEL SUELO HÚMEDO + TARA (gr) | 91.80 | 102.50 | 91.90 | 117.50 |
| PESO DEL SUELO SECO + TARA (gr) | 87.90 | 95.08 | 80.35 | 100.60 |
| PESO DE LA TARA (gr) | 9.65 | 10.40 | 10.60 | 10.80 |
| PESO DEL AGUA (gr) | 3.90 | 7.42 | 11.55 | 16.90 |
| PESO DEL SUELO SECO (gr) | 78.25 | 84.68 | 69.75 | 89.80 |

| | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|
| CONTENIDO DE AGUA (%) | 4.98 | 8.76 | 16.56 | 18.82 |
| PESO VOLUMÉTRICO SECO (gr/cm ³) | 1.246 | 1.449 | 1.444 | 1.263 |



| | |
|--|-------|
| MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³) | 1.55 |
| OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | 13.00 |

| | | |
|---|---|--------------------------|
|  | ENSAYO: Determinación Del CBR (California Bearing Ratio valor Soporte De California) Medido En Muestras Compactadas En Laboratorio | OPCVLI652-CBR-004 |
| | NORMA: MTC E 132 | |

| ENSAYO DE CBR | | | |
|----------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| Molde N° | A | B | C |
| Capas N° | 5 | 5 | 5 |
| N° de golpes por capa | 56 | 25 | 10 |
| CONTRACCIÓN DE LA MUESTRA | SIN SATURAR | SIN SATURAR | SIN SATURAR |
| Peso del molde + suelo húmedo | 12948 | 12601 | 12250 |
| Peso del molde | 9146 | 9130 | 9136 |
| Peso del suelo húmedo | 3802 | 3471 | 3114 |
| Volumen del molde | 2095.22 | 2095.22 | 2095.22 |
| Densidad húmeda | 1.815 | 1.657 | 1.486 |
| % de humedad | 13.00 | 13.00 | 13.00 |
| Densidad seca | 1.606 | 1.466 | 1.315 |

| 56 | | | 25 | | | 10 | | |
|-------|------|----------|-------|-----|----------|-------|-----|----------|
| PE | LBS | LBS/PUL2 | PE | LBS | LBS/PUL2 | PE | LBS | LBS/PUL2 |
| 0.025 | 75 | 25 | 0.025 | 65 | 22 | 0.025 | 50 | 17 |
| 0.050 | 170 | 57 | 0.05 | 130 | 43 | 0.050 | 80 | 27 |
| 0.075 | 260 | 87 | 0.075 | 190 | 63 | 0.075 | 130 | 43 |
| 0.100 | 350 | 117 | 0.1 | 260 | 87 | 0.100 | 180 | 60 |
| 0.150 | 540 | 180 | 0.15 | 400 | 133 | 0.150 | 280 | 93 |
| 0.200 | 660 | 220 | 0.2 | 520 | 173 | 0.200 | 420 | 140 |
| 0.250 | 760 | 253 | 0.25 | 650 | 217 | 0.250 | 520 | 173 |
| 0.300 | 840 | 280 | 0.3 | 750 | 250 | 0.300 | 620 | 207 |
| 0.400 | 960 | 320 | 0.4 | 880 | 293 | 0.400 | 735 | 245 |
| 0.500 | 1020 | 340 | 0.5 | 950 | 317 | 0.500 | 800 | 267 |

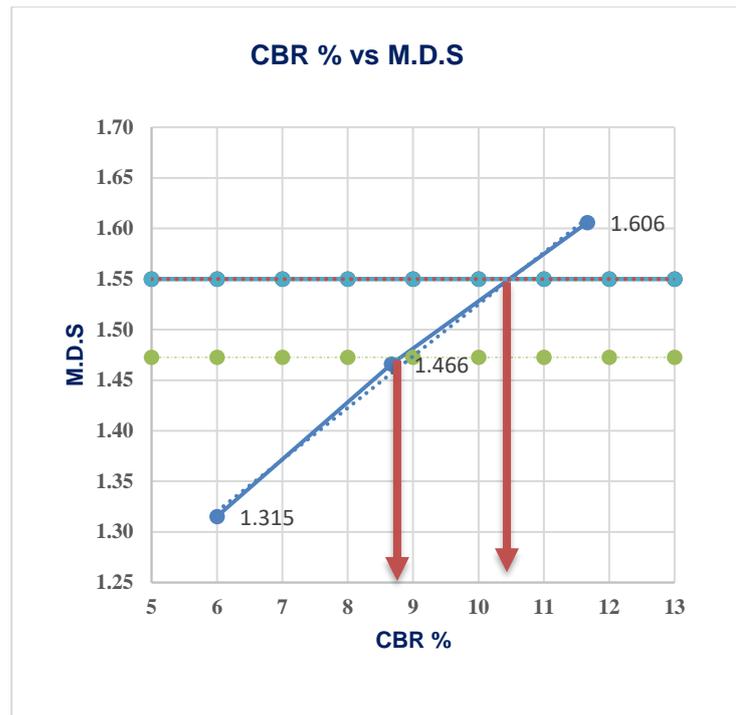
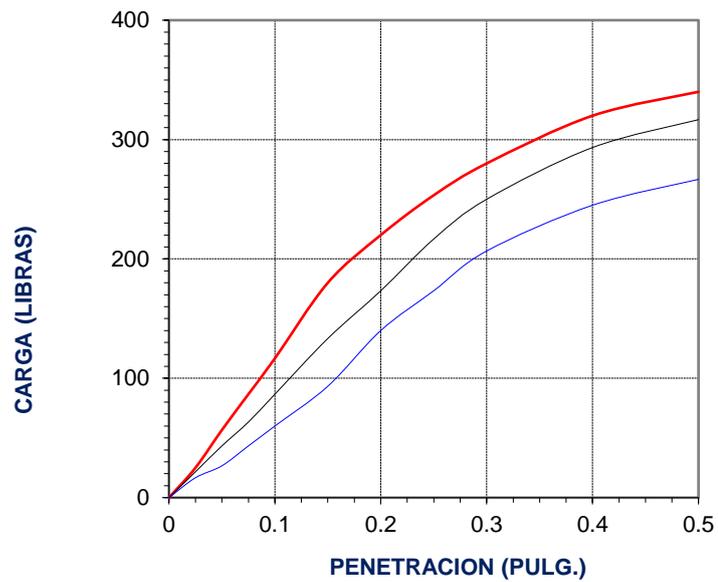


GRAFICO ESFUERZO DEFORMACION



| RESULTADO | | |
|---------------|--------------------|-------------|
| Descripción | gr/cm ³ | % |
| %CBR 100% MDS | 1.55 | 10.3 |
| %CBR 95% MDS | 1.47 | 8.8 |

7.4 Anexo 04-Conteo vehicular



| TRAMO DE LA CARRETERA | | | | | | | | | | | | | | | | ESTACION | | | | | | | |
|-----------------------|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SENTIDO | | | | | | | | | | | | | | | | CODIGO DE LA ESTACION | | | | | | | |
| UBICACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | DIA Y FECHA | | | | | | | |
| DIA 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| HORA | SENTIDO | Moto Carga | AUTO | STATION WAGON | CAMIONETAS | | | MICRO | BUS | | | CAMION | | | SEMITRAYER | | | TRAYLER | | | | | |
| DIAGRA. VEH. | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | |
| 00-01 | E | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 00-01 | S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 01-02 | E | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 01-02 | S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 02-03 | E | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 02-03 | S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 03-04 | E | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 03-04 | S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 04-05 | E | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 04-05 | S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 05-06 | E | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 05-06 | S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 06-07 | E | 2 | 3 | | | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 06-07 | S | | 4 | 2 | 2 | | 2 | | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | |
| 07-08 | E | 2 | 4 | 2 | 2 | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 07-08 | S | 3 | 3 | 1 | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 08-09 | E | 2 | 3 | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 08-09 | S | 2 | 3 | | 1 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 09-10 | E | | | 2 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 09-10 | S | 1 | | 2 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10-11 | E | 1 | 3 | 1 | | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10-11 | S | 3 | 3 | 1 | 1 | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11-12 | E | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11-12 | S | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12-13 | E | 1 | | 1 | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12-13 | S | | | 1 | 1 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13-14 | E | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13-14 | S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14-15 | E | 2 | 2 | 1 | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14-15 | S | | | 1 | | | 1 | | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | |
| 15-16 | E | 1 | | 1 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15-16 | S | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16-17 | E | 2 | | 1 | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16-17 | S | | | 1 | | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17-18 | E | 3 | 2 | 1 | 2 | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17-18 | S | | | 1 | | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18-19 | E | | 3 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18-19 | S | | 3 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19-20 | E | | 2 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19-20 | S | | 2 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20-21 | E | | 2 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20-21 | S | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21-22 | E | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21-22 | S | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22-23 | E | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22-23 | S | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23-24 | E | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23-24 | S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PARCIAL: | | 20 | 45 | 35 | 12 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |



FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO

| | |
|-----------------------|---------|
| TRAMO DE LA CARRETERA | |
| SENTIDO | E ← S → |
| UBICACIÓN | |
| DIA 3 | |

| | |
|-----------------------|--|
| ESTACION | |
| CODIGO DE LA ESTACION | |
| DIA Y FECHA | |

| HORA | SENTIDO | Moto Carga | AUTO | STATION WAGON | CAMIONETAS | | | MICRO | BUS | | | CAMION | | | SEMITRAYLER | | | 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 | | | |
| 00-01 | E | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 00-01 | S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 01-02 | E | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 01-02 | S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 02-03 | E | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 02-03 | S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 03-04 | E | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 03-04 | S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 04-05 | E | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 04-05 | S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 05-06 | E | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 05-06 | S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 06-07 | E | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 06-07 | S | 2 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 07-08 | E | | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 07-08 | S | 2 | 4 | 2 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 08-09 | E | | 3 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 08-09 | S | 2 | 3 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 09-10 | E | | | 2 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 09-10 | S | 1 | | 2 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10-11 | E | 1 | 3 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10-11 | S | 3 | 3 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11-12 | E | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11-12 | S | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12-13 | E | 1 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12-13 | S | | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13-14 | E | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13-14 | S | 2 | 2 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14-15 | E | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14-15 | S | 1 | | 1 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15-16 | E | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15-16 | S | 2 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16-17 | E | 2 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16-17 | S | 3 | 2 | 1 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17-18 | E | | 3 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17-18 | S | | 3 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18-19 | E | | 2 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18-19 | S | | 2 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19-20 | E | | 2 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19-20 | S | | 2 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20-21 | E | | 2 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20-21 | S | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21-22 | E | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21-22 | S | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22-23 | E | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22-23 | S | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23-24 | E | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23-24 | S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PARCIAL: | | 20 | 45 | 33 | 12 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |



FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO

| | | | |
|------------------------------|---|-----|-----|
| TRAMO DE LA CARRETERA | | | |
| SENTIDO | | E ← | S → |
| UBICACIÓN | | | |
| DIA | 6 | | |

| | |
|------------------------------|--|
| ESTACION | |
| CODIGO DE LA ESTACION | |
| DIA Y FECHA | |

| HORA | SENTIDO | Moto Carga | AUTO | STATION WAGON | CAMIONETAS | | MICRO | BUS | | | CAMION | | | SEMI TRAYLER | | | TRAYLER | | | | |
|-----------------|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | PICK UP | PANEL | | 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 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 00-01 | S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 01-02 | E | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 01-02 | S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 02-03 | E | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 02-03 | S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 03-04 | E | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 03-04 | S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 04-05 | E | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 04-05 | S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 05-06 | E | | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 05-06 | S | | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 06-07 | E | 2 | 3 | | | | 2 | | | | | | | | | | | | | | |
| 06-07 | S | 2 | 3 | | | | 2 | | | | | | | | | | | | | | |
| 07-08 | E | 2 | 4 | | 2 | | 2 | | | 1 | 1 | | | | | | | | | | |
| 07-08 | S | 2 | 4 | | 2 | | 2 | | | | | | | | | | | | | | |
| 08-09 | E | 2 | 3 | | 1 | | 1 | | | | | | | | | | 1 | | | | |
| 08-09 | S | 2 | 3 | | 1 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| 09-10 | E | 1 | | | 2 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| 09-10 | S | 1 | | | 2 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| 10-11 | E | 1 | 3 | | 1 | | 2 | | | | | | | | | | | | | | |
| 10-11 | S | 3 | 3 | | 1 | | 2 | | | | | | | | | | | | | | |
| 11-12 | E | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11-12 | S | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12-13 | E | 1 | | | 1 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| 12-13 | S | | | | 1 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| 13-14 | E | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13-14 | S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14-15 | E | 2 | 2 | | 1 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| 14-15 | S | | | | 1 | | 1 | | | 1 | 1 | | | | | | | | | | |
| 15-16 | E | 1 | | | 1 | | 2 | | | | | | | | | | | | | | |
| 15-16 | S | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16-17 | E | 2 | | | 1 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| 16-17 | S | | | | 1 | | 2 | | | | | | | | | | | | | | |
| 17-18 | E | 3 | 2 | | 1 | | 2 | | | | | | | | | | | | | | |
| 17-18 | S | | | | 1 | | 2 | | | | | | | | | | | | | | |
| 18-19 | E | | 3 | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18-19 | S | | 3 | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19-20 | E | | 2 | | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19-20 | S | | 2 | | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20-21 | E | | 2 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20-21 | S | | 2 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21-22 | E | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21-22 | S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22-23 | E | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22-23 | S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23-24 | E | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23-24 | S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PARCIAL: | | 20 | 50 | 32 | 12 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |



FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO

| | |
|-----------------------|---------|
| TRAMO DE LA CARRETERA | |
| SENTIDO | E ← S → |
| UBICACIÓN | |
| DÍA | 7 |

| | |
|-----------------------|--|
| ESTACION | |
| CODIGO DE LA ESTACION | |
| DIA Y FECHA | |

| 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 | 251/252 | 253 | 351/352 | ≥353 | 2T2 | 2T3 | 3T2 | ≥3T3 | | |
| | DIAGRA. VEH. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 00-01 | E | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 00-01 | S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 01-02 | E | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 01-02 | S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 02-03 | E | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 02-03 | S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 03-04 | E | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 03-04 | S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 04-05 | E | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 04-05 | S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 05-06 | E | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 05-06 | S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 06-07 | E | 2 | 3 | | | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 06-07 | S | | | | | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 07-08 | E | 2 | 4 | | 2 | | 2 | | | 1 | | | | | | | | | | | | | |
| 07-08 | S | | | | | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 08-09 | E | 3 | 3 | | 1 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 08-09 | S | 2 | 3 | | 1 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 09-10 | E | | | | 2 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 09-10 | S | 1 | | | 2 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10-11 | E | 1 | 3 | | 1 | | 2 | | | | 1 | | | | | | | | | | | | |
| 10-11 | S | 3 | 3 | | 1 | | 2 | | | | 1 | | 1 | | | | | | | | | | |
| 11-12 | E | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11-12 | S | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12-13 | E | 1 | | | 1 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12-13 | S | | | | 1 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13-14 | E | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13-14 | S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14-15 | E | 2 | 1 | | 1 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14-15 | S | | | | 1 | | 1 | | | 1 | | | | | | | | | | | | | |
| 15-16 | E | 1 | | | 1 | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15-16 | S | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16-17 | E | 2 | | | 1 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16-17 | S | | | | 1 | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17-18 | E | 3 | 2 | | 1 | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17-18 | S | | | | 1 | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18-19 | E | | 3 | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18-19 | S | | 3 | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19-20 | E | | 2 | | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19-20 | S | | 2 | | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20-21 | E | | 2 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20-21 | S | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21-22 | E | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21-22 | S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22-23 | E | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22-23 | S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23-24 | E | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23-24 | S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PARCIAL: | | 20 | 40 | 33 | 12 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |

7.5 Anexo 05-Estudio de trafico

| | | |
|---|--|-------------------------------|
|  | ESTUDIO DE TRAFICO | OPCVLI652- EDT-001 |
| | PAVIMENTO FLEXIBLE Y ARTICULADO | |

1. Conteo vehicular y cálculo de IMD

| Nº | Tipo de Vehículo | IMD | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 |
|----|------------------------|-----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | Motokar/Moto/Motocarga | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| 2 | Automóvil | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 50 | 40 |
| 3 | Station Wagon | 31 | 31 | 35 | 33 | 32 | 32 | 32 | 33 |
| 4 | Camioneta Pick Up | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| 5 | Combi | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| 6 | Camión (2E) | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 |
| 7 | Camión (3E) | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 |
| 8 | Semitrailer $\geq 3s3$ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | Tráiler 2T2 | 1 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 |

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% | Tasa anual de crecimiento |
| Y = | 20 | Periodo de diseño |
| FCA = | 29.78 | Factor de crecimiento |

| | | |
|---|--|-------------------------------|
|  | ESTUDIO DE TRAFICO | OPCVLI652- EDT-002 |
| | PAVIMENTO FLEXIBLE Y ARTICULADO | |

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 | Fvp | Fp | EE día-carril |
|----|------------------------|-----|-----|----|---------|----|---------------|
| 1 | Motokar/Moto/Motocarga | 20 | 0.5 | 1 | 0.0001 | 1 | 0.0007 |
| 2 | Automóvil | 45 | 0.5 | 1 | 0.0004 | 1 | 0.0090 |
| 3 | Station Wagon | 31 | 0.5 | 1 | 0.0004 | 1 | 0.0062 |
| 4 | Camioneta Pick Up | 12 | 0.5 | 1 | 0.0054 | 1 | 0.0324 |
| 5 | Combi | 25 | 0.5 | 1 | 0.0420 | 1 | 0.5250 |
| 6 | Camión (2E) | 3 | 0.5 | 1 | 3.4772 | 1 | 5.2157 |
| 7 | Camión (3E) | 2 | 0.5 | 1 | 2.5260 | 1 | 2.5260 |
| 8 | Semitrailer $\geq 3s3$ | 0 | 0.5 | 1 | 3.7584 | 1 | 0.0000 |
| 9 | Tráiler 2T2 | 1 | 0.5 | 1 | 10.9802 | 1 | 5.4901 |

| | | |
|---|--|-------------------------------|
|  | ESTUDIO DE TRAFICO | OPCVLI652- EDT-003 |
| | PAVIMENTO FLEXIBLE Y ARTICULADO | |

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/Motocarga | 0.00066 | 365 | 29.78 | 7.160 |
| 2 | Automóvil | 0.00900 | 365 | 29.78 | 97.821 |
| 3 | Station Wagon | 0.00620 | 365 | 29.78 | 67.388 |
| 4 | Camioneta Pick Up | 0.03240 | 365 | 29.78 | 352.156 |
| 5 | Combi | 0.52500 | 365 | 29.78 | 5706.224 |
| 6 | Camión (2E) | 5.21574 | 365 | 29.78 | 56689.876 |
| 7 | Camión (3E) | 2.52600 | 365 | 29.78 | 27455.091 |
| 8 | Semitrailer ≥3s3 | 0.00000 | 365 | 29.78 | 0.000 |
| 9 | Tráiler 2T2 | 5.49011 | 365 | 29.78 | 59672.040 |
| Total | | | | | 150,047.756 |

| | | |
|---|---------------------------|-------------------------------|
|  | ESTUDIO DE TRAFICO | OPCVLI652- EDT-002 |
| | PAVIMENTO RIGIDO | |

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:

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

| N° | Tipo de Vehículo | IMD | Fd | Fc | Fvp | Fp | EE día-carril |
|----|------------------------|-----|-----|----|-------------|----|---------------|
| 1 | Motokar/Moto/Motocarga | 20 | 0.5 | 1 | 5.08952E-05 | 1 | 0.0005 |
| 2 | Automóvil | 45 | 0.5 | 1 | 0.0002 | 1 | 0.0045 |
| 3 | Station Wagon | 31 | 0.5 | 1 | 0.0002 | 1 | 0.0031 |
| 4 | Camioneta Pick Up | 12 | 0.5 | 1 | 0.0046 | 1 | 0.0276 |
| 5 | Combi | 25 | 0.5 | 1 | 0.038 | 1 | 0.4750 |
| 6 | Camión (2E) | 3 | 0.5 | 1 | 3.528959423 | 1 | 5.2934 |
| 7 | Camión (3E) | 2 | 0.5 | 1 | 3.406834178 | 1 | 3.4068 |
| 8 | Semitrailer ≥3s3 | 0 | 0.5 | 1 | 6.390834178 | 1 | 0.0000 |
| 9 | Tráiler 2T2 | 1 | 0.5 | 1 | 11.277313 | 1 | 5.6387 |

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/Motocarga | 0.00051 | 365 | 29.78 | 5.532 |
| 2 | Automóvil | 0.00450 | 365 | 29.78 | 48.910 |
| 3 | Station Wagon | 0.00310 | 365 | 29.78 | 33.694 |
| 4 | Camioneta Pick Up | 0.02760 | 365 | 29.78 | 299.984 |
| 5 | Combi | 0.47500 | 365 | 29.78 | 5162.774 |
| 6 | Camión (2E) | 5.29344 | 365 | 29.78 | 57534.383 |
| 7 | Camión (3E) | 3.40683 | 365 | 29.78 | 37028.876 |
| 8 | Semitrailer $\geq 3s3$ | 0.00000 | 365 | 29.78 | 0.000 |
| 9 | Tráiler 2T2 | 5.63866 | 365 | 29.78 | 61286.550 |
| Total | | | | | 161,400.704 |

7.6 Anexo 06-Diseño del pavimento

| | | |
|---|-----------------------------|-------------------------------|
|  | DISEÑO DEL PAVIMENTO | OPCVLI652- DPF-001 |
| | PAVIMENTO FLEXIBLE | |

1. REQUISITOS DEL DISEÑO

| | |
|--|----------|
| A. Periodo de diseño (años) | 20 |
| B. Numero de ejes equivalentes total (w18) | 1.50E+05 |
| C. Serviciabilidad inicial (pi) | 3.8 |
| D. Serviciabilidad final (pt) | 2.0 |
| E. Factor de confiabilidad (r) | 70% |
| F. Standard normal deviate (zr) | -0.524 |
| G. 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 subbase | 27.08 |
| C MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi) | 8.88 |

3. CALCULO DEL NUMERO ESTRUCTURAL (Variar SN Requerido hasta que N18 Nominal = N18 Calculo)

| SN Requerido | G _t | N18 NOMINAL | N18 CALCULO |
|--------------|----------------|-------------|-------------|
| 2.079 | -0.17609 | 5.176 | 5.176 |

4. ESTRUCTURACIÓN DEL PAVIMENTO

a. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA

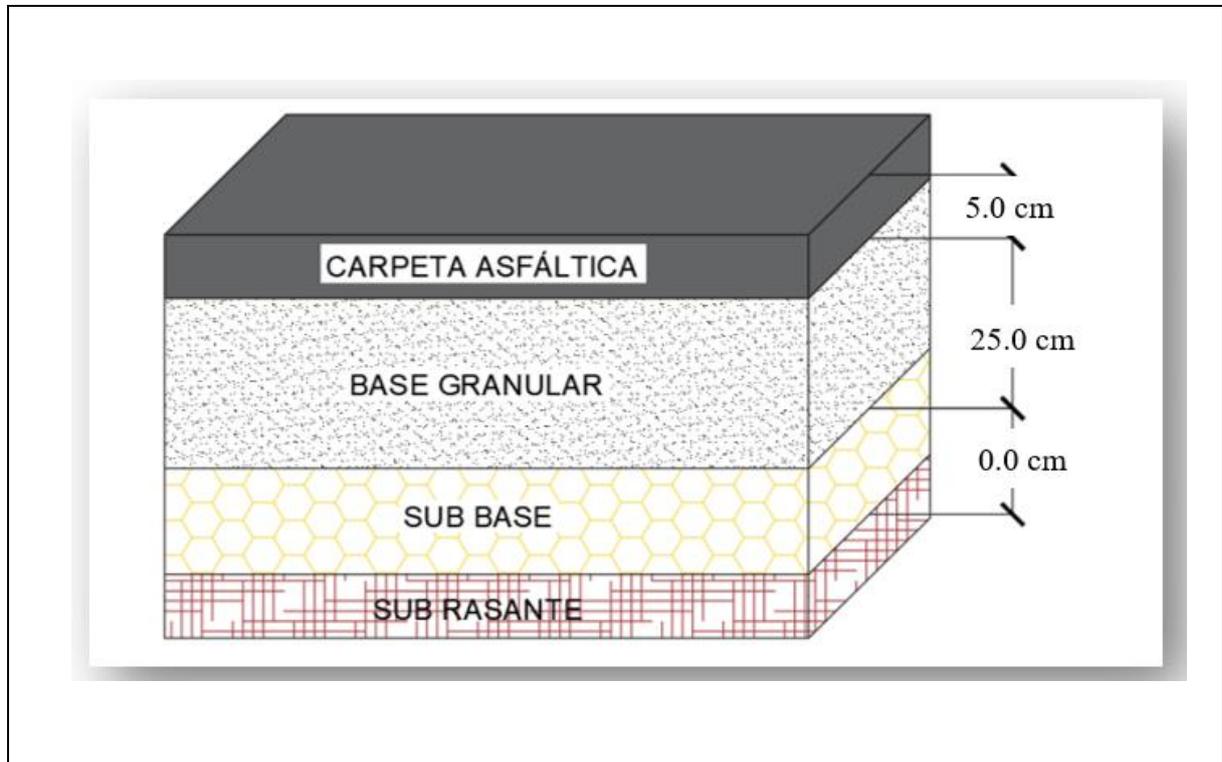
| | |
|-------------------------|-------|
| Concreto Asfáltico (a1) | 0.170 |
| Base granular (a2) | 0.052 |
| Subbase (a3) | 0.047 |

b COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA

| | |
|--------------------|------|
| Base granular (m2) | 1.00 |
| Subbase (m3) | 1.00 |

| ALTERNATIVA | SNreq | SNresul | CA | Bg | Sbg |
|-------------|-------|---------|-------------|--------------|--------------|
| | | | D1(cm) | D2(cm) | D3(cm) |
| 1 | 2.08 | 2.372 | 5.08 | 15.24 | 15.24 |
| 2 | 2.08 | 2.15 | 5 | 25.00 | 0 |

| | | |
|---|-----------------------------|-------------------------------|
|  | DISEÑO DEL PAVIMENTO | OPCVLI652- DPF-002 |
| | PAVIMENTO FLEXIBLE | |



| | | |
|---|-----------------------------|-------------------------------|
|  | DISEÑO DEL PAVIMENTO | OPCVLI652- DPR-001 |
| | PAVIMENTO RÍGIDO | |

1. REQUISITOS DEL DISEÑO

| | |
|--|----------|
| A. Periodo de diseño (años) | 20.00 |
| B. Numero de ejes equivalentes total (W18) | 1.61E+05 |
| C. Serviciabilidad inicial (PI) | 4.10 |
| D. Serviciabilidad final (PT) | 2.00 |
| E. Factor de confiabilidad (R) | 70% |
| F. Standard normal deviate (ZR) | -0.524 |
| G. Overall standard deviation (SO) | 0.45 |

2. PROPIEDADES DE MATERIALES

| | |
|--|--------------|
| A. Resistencia a la compresión del concreto f'c (KG/CM2) | 280.00 |
| Resistencia a la compresión del concreto f'c (PSI) | 3,982.61 |
| B. Modulo de elasticidad del concreto EC (PSI) | 3,597,150.28 |
| C. Modulo de rotura s'c (PSI) | 644.98 |
| D. Modulo de reacción de la subrasante- k (PCI) | 195.96 |
| E. Transferencia de carga (J) | 2.80 |
| F. Coeficiente de drenaje (CD) | 1.00 |

3. CALCULO DEL ESPESOR DE LA LOSA

| D (pulg) | G _t | N18 NOMINAL | N18 CALCULO |
|--------------|----------------|-------------|-------------|
| 3.520 | -0.15490 | 5.208 | 5.203 |

4. ESTRUCTURACIÓN DEL PAVIMENTO

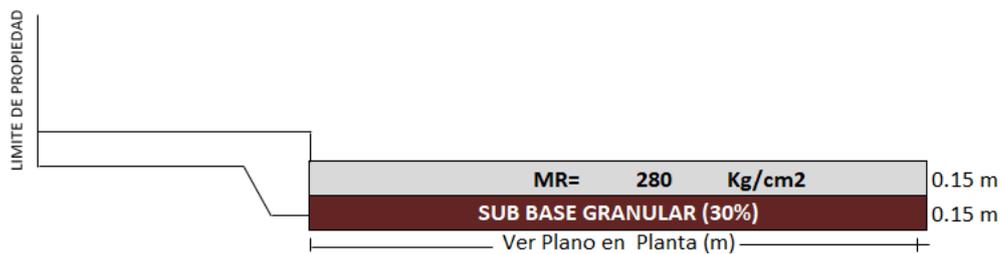
| | |
|--|-------|
| A. Espesor de losa requerido (DF), pulgadas | |
| B. Espesor de losa requerido (DF), centímetros | 3.52 |
| C. Espesor de sub base (SB), pulgadas | 9.00 |
| D. Espesor de sub base (SB), centímetros | 6 |
| | 15.00 |
| | |

| | | |
|---|-----------------------------|-------------------------------|
|  | DISEÑO DEL PAVIMENTO | OPCVLI652- DPR-002 |
| | PAVIMENTO RÍGIDO | |

Comentarios:

- * Las losas seran moduladas de 3.60 m x 4.50m.
- * Las juntas longitudinales y transversales seran de 3mm.
- * No llevara barras de transferencia de carga en las juntas longitudinales.
- * Considerar dowels en las juntas de construccion tanto longitudinales como transversales.

SECCION DE VIA TIPICA



| | | |
|---|-----------------------------|-------------------------------|
|  | DISEÑO DEL PAVIMENTO | OPCVLI652- DPA-001 |
| | PAVIMENTO ARTICULADO | |

1. REQUISITOS DEL DISEÑO

| | |
|--|----------|
| A. Periodo de diseño (años) | 20 |
| B. Numero de ejes equivalentes total (w18) | 1.50E+05 |
| C. Serviciabilidad inicial (pi) | 3.8 |
| D. Serviciabilidad final (pt) | 2.0 |
| E. Factor de confiabilidad (r) | 70% |
| F. Standard normal deviate (zr) | -0.524 |
| G. 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 subbase | 27.08 |
| C MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi) | 8.88 |

3. CALCULO DEL NUMERO ESTRUCTURAL (Variar SN Requerido hasta que N18 Nominal = N18 Calculo)

| SN Requerido | G _t | N18 NOMINAL | N18 CALCULO |
|--------------|----------------|-------------|-------------|
| 2.08 | -0.17609 | 5.176 | 5.176 |

4. ESTRUCTURACIÓN DEL PAVIMENTO

a. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA

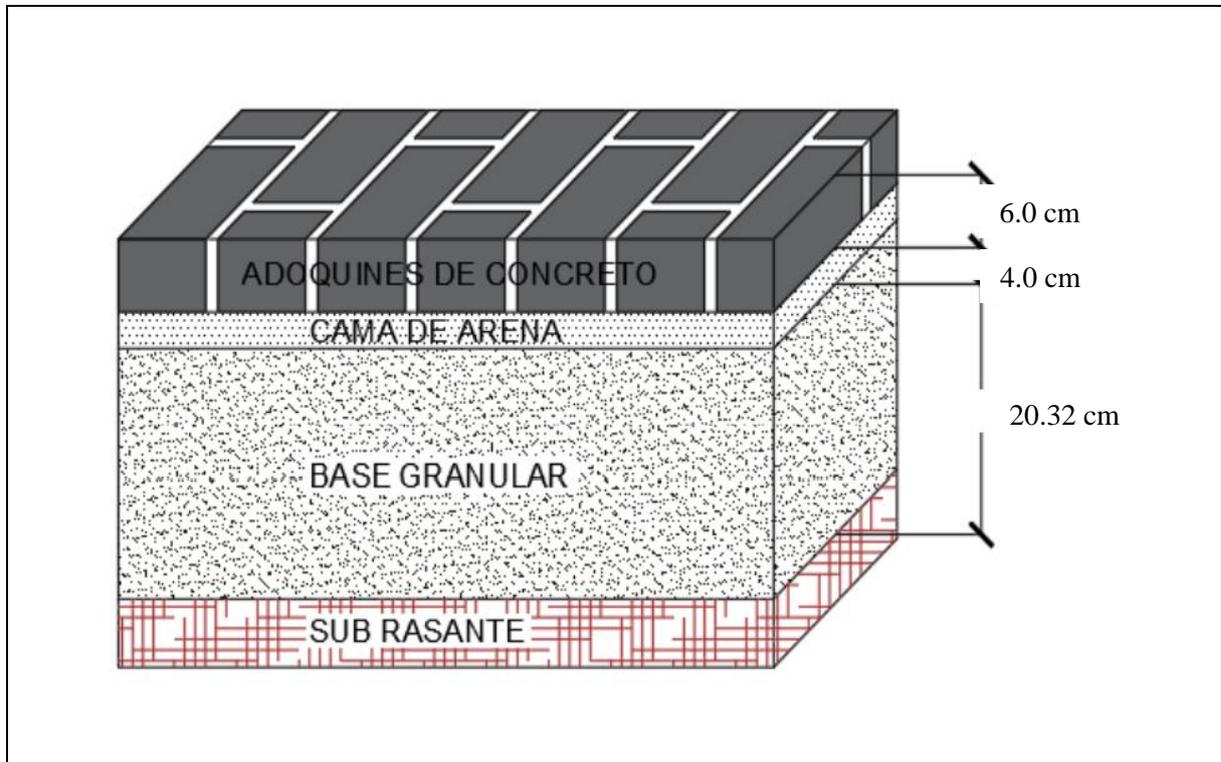
| | |
|-------------------------|-------|
| Concreto Asfáltico (a1) | 0.170 |
| Base granular (a2) | 0.052 |
| Subbase (a3) | 0.047 |

b COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA

| | |
|--------------------|------|
| Base granular (m2) | 1.00 |
| Subbase (m3) | 1.00 |

| ALTERNATIVA | SNreq | SNresul | CA | Bg | Sbg |
|-------------|-------|---------|------------|--------------|----------|
| | | | D1(cm) | D2(cm) | D3(cm) |
| 1 | 2.08 | 2.08 | 6.0 | 20.32 | 0 |
| 2 | 2.08 | 2.15 | 8.0 | 15.24 | 0 |

| | | |
|---|-----------------------------|-------------------------------|
|  | DISEÑO DEL PAVIMENTO | OPCVLI652- DPA-002 |
| | PAVIMENTO ARTICULADO | |



7.7 Anexo 07-Precios Unitarios del Pavimento Flexible

| | | |
|---|----------------------------------|-------------------------------|
|  | Precios Unitarios | OPCVLI652- APU-001 |
| | ALTERNATIVAS DE PAVIMENTO | |

| Partida: CARTEL DE IDENTIFICACIÓN DE OBRA DE 3.60MX2.4M | | | | | | | |
|--|----------------|-----------------------|-----------------------|---|------------------|-----------------|----------------|
| Rendimiento | UND/DIA | MO. 1.0000 | EQ. 1.0000 | Costo unitario directo por : GLB | | | 1921.08 |
| | | | | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | |
| Mano de Obra | | | | | | | |
| OPERARIO | | | | hh | 1 | 8 | 27.57 220.56 |
| OFICIAL | | | | hh | 1 | 8 | 21.68 173.44 |
| PEÓN | | | | hh | 2 | 16 | 20.2 323.2 |
| | | | | | | | 717.20 |
| Materiales | | | | | | | |
| CLAVOS PARA MADERA C/ CABEZA 2.5", 3" Y 4" | | | | KG | | 0.250 | 6.15 1.54 |
| PIEDRA MEDIANA DE 4" | | | | M3 | | 0.390 | 105.00 40.95 |
| HORMIGÓN | | | | M3 | | 0.840 | 45.00 37.80 |
| CEMENTO PORTLAND TIPO MS | | | | BLS | | 3.850 | 22.14 85.24 |
| MADERA TORNILLO | | | | P2 | | 63.430 | 8.50 539.16 |
| LIJA PARA MADERA | | | | UND | | 3.000 | 1.69 5.07 |
| ARANDELA A PRESIÓN DE 5/8" | | | | UND | | 10.000 | 2.85 28.50 |
| PERNO 5/8" X 10" | | | | UND | | 10.000 | 3.95 39.50 |
| AGUA | | | | M3 | | 0.082 | 5.00 0.41 |
| GIGANTOGRAFÍA SEGÚN MODELO | | | | UND | | 1 | 452.07 452.07 |
| | | | | | | | 1230.24 |
| Equipos | | | | | | | |
| HERRAMIENTAS MANUALES | | | | % mo | | 3 | 717.20 21.52 |
| | | | | | | | 21.52 |

| | | |
|---|----------------------------------|-------------------------------|
|  | Precios Unitarios | OPCVLI652- APU-002 |
| | ALTERNATIVAS DE PAVIMENTO | |

| Partida: TOPOGRAFÍA Y GEORREFERENCIACIÓN | | | | | | | |
|---|-------|-------|---|-----------|----------|------------|----------------|
| Rendimiento M2/DIA | MO. | EQ. | Costo unitario directo por : KM 1169.13 | | | | |
| | 1.000 | 1.000 | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| Mano de Obra | | | | | | | |
| TOPÓGRAFO | | | hh | | 1 8 | 28.63 | 229.04 |
| NIVELADOR | | | hh | | 1 8 | 21.68 | 173.44 |
| PEÓN | | | hh | | 6 48 | 20.2 | 969.6 |
| | | | | | | | 1372.08 |
| Materiales | | | | | | | |
| CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3" | | | KG | | 0.040 | 3.38 | 0.14 |
| ACERO CORRUGADO | | | KG | | 10.000 | 3.23 | 32.30 |
| CEMENTO PORTLAND TIPO I | | | BLS | | 1.000 | 21.09 | 21.09 |
| YESO DE 28KG | | | BLS | | 2.000 | 8.30 | 16.60 |
| CORDEL | | | M | | 50.000 | 1.50 | 75.00 |
| MADERA TORNILLO | | | P2 | | 2.500 | 5.07 | 12.68 |
| PINTURA ESMALTE | | | GAL | | 0.35 | 27.7 | 9.695 |
| | | | | | | | 167.51 |
| Equipos | | | | | | | |
| HERRAMIENTAS MANUALES | | | % mo | | 3 | 1372.08 | 41.16 |
| NIVEL OPTICO | | | hm | 1 | 8 | 6.9 | 55.2 |
| ESTACION TOTAL | | | hm | 1 | 8 | 11.79 | 94.32 |
| | | | | | | | 190.68 |

| | | | | | |
|---|----------------------------------|--|--|--|-------------------------------|
|  | Precios Unitarios | | | | OPCVLI652- APU-003 |
| | ALTERNATIVAS DE PAVIMENTO | | | | |

| | | | | | | | |
|--|---------------|-----|-----|----------------------------------|-----------|-----------------|------------|
| Partida: MANTENIMIENTO DE TRANSITO Y SEGURIDAD VIAL | | | | | | | |
| Rendimiento | KM/DIA | MO. | EQ. | Costo unitario directo por : GLB | | 39956.06 | |
| | | | | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. |
| MANTENIMIENTO DE TRANSITO Y SEGURIDAD VIAL | | | | MES | 1.00 | 39956.06 | 39956.06 |
| | | | | | | 39956.06 | |

| | | | | | | | |
|-----------------------------------|---------------|----------------|----------------|---------------------------------|-----------|-------------|------------|
| Partida: TRAZO Y REPLANTEO | | | | | | | |
| Rendimiento | KM/DIA | MO. | EQ. | Costo unitario directo por : km | | 3.69 | |
| | | | | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. |
| | | 210.000 | 210.000 | | | | |
| Mano de Obra | | | | | | | |
| PEÓN | | | | hh | 2 0.08 | 20.2 | 1.54 |
| TOPÓGRAFO | | | | hh | 1 0.04 | 28.63 | 1.09 |
| | | | | | | 2.63 | |
| Materiales | | | | | | | |
| YESO | | | | bol | 0.05 | 5.93 | 0.30 |
| PINTURA ESMALTE | | | | gl | 0.0038 | 36.01 | 0.14 |
| | | | | | | 0.43 | |
| Equipos | | | | | | | |
| NIVEL TOPOGRÁFICO | | | | dia | 1 0.0048 | 50.72 | 0.24 |
| ESTACIÓN TOTAL | | | | día | 1 0.0048 | 103.20 | 0.50 |
| HERRAMIENTAS MANUALES | | | | %mo | 3 | 2.63 | 0.08 |
| | | | | | | 0.82 | |

| | | | | | | | |
|--|---------------|----------------|----------------|---------------------------------|-----------|-------------|------------|
| Partida: EXCAVACIÓN MASIVA CON MAQUINARIA | | | | | | | |
| Rendimiento | M3/DIA | MO. | EQ. | Costo unitario directo por : m3 | | 9.67 | |
| | | | | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. |
| | | 310.000 | 310.000 | | | | |
| Mano de Obra | | | | | | | |
| OPERARIO | | | | hh | 0.1 0.003 | 27.57 | 0.07 |
| OFICIAL | | | | hh | 1 0.026 | 21.68 | 0.559 |
| PEÓN | | | | hh | 4 0.103 | 20.2 | 2.085 |
| OPERADOR DE EQUIPO PESADO | | | | hh | 1 0.0258 | 28.51 | 0.736 |
| | | | | | | 3.46 | |
| Equipos | | | | | | | |
| HERRAMIENTAS MANUALES | | | | % mo | 3 | 3.46 | 0.10 |
| RETRO EXCAVADORA | | | | | 1 0.026 | 246.00 | 6.35 |
| | | | | | | 6.45 | |

| | | |
|---|----------------------------------|-------------------------------|
|  | Precios Unitarios | OPCVLI652- APU-004 |
| | ALTERNATIVAS DE PAVIMENTO | |

| Partida: | | PERFILADO Y COMPACTADO | | | | | | |
|---------------------|---------------|-------------------------------|----------------|--|------------------|-----------------|-------------------|--------------------|
| Rendimiento | M3/DIA | MO. | EQ. | Costo unitario directo por : m3 | | | 5.53 | |
| | | 450.000 | 450.000 | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| Mano de Obra | | | | | | | | |
| | | | | hh | 1 | 0.008 | 27.57 | 0.221 |
| | | | | hh | 3 | 0.024 | 20.2 | 0.485 |
| | | | | | | | | 0.71 |
| Materiales | | | | | | | | |
| | | | | m3 | | 0.06 | 15.00 | 0.90 |
| | | | | | | | | 0.90 |
| Equipos | | | | | | | | |
| | | | | % mo | | 3 | 0.71 | 0.02 |
| | | | | hm | 1 | 0.008 | 110.00 | 0.88 |
| | | | | hm | 1 | 0.008 | 220.00 | 1.76 |
| | | | | hm | 1 | 0.008 | 160.00 | 1.28 |
| | | | | | | | | 3.94 |

| Partida: | | BASE GRANULAR DE AFIRMADO PRIMERA CAPA | | | | | | |
|---------------------|---------------|---|---------------|--|------------------|-----------------|-------------------|--------------------|
| Rendimiento | M2/DIA | MO. | EQ. | Costo unitario directo por : m2 | | | 225.65 | |
| | | 20.000 | 20.000 | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| Mano de Obra | | | | | | | | |
| | | | | hh | 1 | 0.400 | 27.57 | 11.03 |
| | | | | hh | 1 | 0.400 | 21.68 | 8.67 |
| | | | | hh | 8 | 3.200 | 20.2 | 64.64 |
| | | | | | | | | 84.34 |
| Materiales | | | | | | | | |
| | | | | m3 | | 0.14 | 15.00 | 2.10 |
| | | | | m3 | | 1.25 | 41.02 | 51.28 |
| | | | | | | | | 53.38 |
| Equipos | | | | | | | | |
| | | | | % mo | | 3 | 84.34 | 2.53 |
| | | | | hm | 2 | 0.800 | 110.00 | 88.00 |
| | | | | | | | | 90.53 |

| | | | | | |
|---|----------------------------------|--|--|--|-------------------------------|
|  | Precios Unitarios | | | | OPCVLI652- APU-005 |
| | ALTERNATIVAS DE PAVIMENTO | | | | |

| | | | | | | | |
|--|----------------|----------------|---------------------------------|-----------|----------|-------------|-------------|
| Partida: ACARREO Y ACOPIO DE MATERIAL EXCEDENTE HASTA UNA DISTANCIA PROMEDIO DE 30M | | | | | | | |
| Rendimiento M3/DIA | MO. | EQ. | Costo unitario directo por : m3 | | | 7.69 | |
| | 300.000 | 300.000 | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| Mano de Obra | | | | | | | |
| OPERARIO | | | hh | 1 | 0.027 | 27.57 | 0.74 |
| PEÓN | | | hh | 2 | 0.053 | 20.2 | 1.08 |
| 1.81 | | | | | | | |
| Equipos | | | | | | | |
| HERRAMIENTAS MANUALES | | | % mo | | 3 | 1.81 | 0.05 |
| CARGADOR SOBRE LLANTAS 110-115HP | | | | 1 | 0.027 | 220.00 | 5.87 |
| 5.92 | | | | | | | |

| | | | | | | | |
|---|----------------|----------------|---------------------------------|-----------|----------|--------------|-------------|
| Partida: ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE | | | | | | | |
| Rendimiento M3/DIA | MO. | EQ. | Costo unitario directo por : m3 | | | 26.15 | |
| | 300.000 | 300.000 | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| Mano de Obra | | | | | | | |
| PEÓN | | | hh | 2 | 0.053 | 20.2 | 1.08 |
| 1.08 | | | | | | | |
| Equipos | | | | | | | |
| HERRAMIENTAS MANUALES | | | % mo | | 3 | 1.08 | 0.03 |
| CAMIÓN VOLQUETE 15M3 | | | hm | 4 | 0.107 | 180.00 | 19.21 |
| CARGADOR SOBRE LLANTAS 100-115HP | | | hm | 1 | 0.027 | 220.00 | 5.87 |
| 25.11 | | | | | | | |

| | | |
|---|----------------------------------|-------------------------------|
|  | Precios Unitarios | OPCVLI652- APU-006 |
| | ALTERNATIVAS DE PAVIMENTO | |

| Partida: IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA | | | | | | | | |
|---------------------------------------|--------|---------|---------|---------------------------------|-----------|----------|------------|-------------|
| Rendimiento | M2/DIA | MO. | EQ. | Costo unitario directo por : m2 | | | 7.25 | |
| | | 600.000 | 600.000 | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| Mano de Obra | | | | | | | | |
| OPERARIO | | | | hh | 1 | 0.013 | 27.57 | 0.37 |
| PEÓN | | | | hh | 6 | 0.080 | 20.2 | 1.62 |
| | | | | | | | | 1.98 |
| Materiales | | | | | | | | |
| ASFALTO LIQUIDO MC-30 | | | | GAL | | 0.264 | 17.00 | 4.488 |
| | | | | | | | | 4.49 |
| Equipos | | | | | | | | |
| HERRAMIENTAS MANUALES | | | | % mo | | 3 | 1.98 | 0.06 |
| COCINA DE ASFALTO | | | | hm | 1 | 0.013 | 65.00 | 0.86 |
| | | | | | | | | 0.92 |

| Partida: TRANSPORTE DE IMPRIMACION | | | | | | | | |
|---|--------|---------|---------|---------------------------------|-----------|----------|------------|---------------|
| Rendimiento | M2/DIA | MO. | EQ. | Costo unitario directo por : m3 | | | 101.33 | |
| | | 250.000 | 250.000 | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| Subcontratos | | | | | | | | |
| TRANSPORTE DE IMPRIMACIÓN | | | | | | 1 | 101.33 | 101.33 |
| | | | | | | | | 101.33 |

| | | |
|---|----------------------------------|-------------------------------|
|  | Precios Unitarios | OPCVLI652- APU-007 |
| | ALTERNATIVAS DE PAVIMENTO | |

| Partida: | | CARPETA ASFÁLTICA EN CALIENTE | | | | | | |
|-------------------------------------|---------------|--------------------------------------|----------------|--|------------------|-----------------|-------------------|--------------------|
| Rendimiento | M3/DIA | MO. | EQ. | Costo unitario directo por : m2 | | 46.09 | | |
| | | 200.000 | 200.000 | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| Mano de Obra | | | | | | | | |
| OPERARIO | | | | hh | 1 | 0.040 | 27.57 | 1.103 |
| OFICIAL | | | | hh | 1 | 0.040 | 21.68 | 0.867 |
| PEÓN | | | | hh | 6 | 0.240 | 20.2 | 4.848 |
| OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO | | | | hh | 1 | 0.040 | 28.51 | 1.140 |
| | | | | | | | | 7.96 |
| Equipos | | | | | | | | |
| HERRAMIENTAS MANUALES | | | | % mo | | 3 | 7.96 | 0.24 |
| PLANCHA COMPACTADORA VIBRATORIO 7HP | | | | | 1 | 0.040 | 18.26 | 0.73 |
| | | | | | | | | 0.97 |
| Subpartidas | | | | | | | | |
| MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE | | | | m3 | | 0.06 | 629.30 | 37.76 |
| | | | | | | | | 37.76 |

| Partida: | | PINTURA SOBRE PAVIMENTOS | | | | | | |
|------------------------------------|---------------|---------------------------------|----------------|--|------------------|-----------------|-------------------|--------------------|
| Rendimiento | M2/DIA | MO. | EQ. | Costo unitario directo por : m2 | | 18.13 | | |
| | | 120.000 | 120.000 | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| Mano de Obra | | | | | | | | |
| OPERARIO | | | | hh | 1 | 0.067 | 27.57 | 1.84 |
| OFICIAL | | | | hh | 1 | 0.067 | 21.68 | 1.45 |
| Peón | | | | hh | 2 | 0.133 | 20.2 | 2.69 |
| | | | | | | | | 5.98 |
| Materiales | | | | | | | | |
| DISOLVENTE PARA PINTURA DE TRAFICO | | | | GAL | | 0.03 | 43.5 | 1.305 |
| PINTURA DE TRAFICO | | | | GAL | | 0.06 | 96.50 | 5.79 |
| | | | | | | | | 7.10 |
| Equipos | | | | | | | | |
| HERRAMIENTAS MANUALES | | | | % mo | | 3 | 5.98 | 0.18 |
| COCINA DE ASFALTO | | | | hm | 1 | 0.067 | 75.00 | 5.00 |
| | | | | | | | | 5.18 |

7.8 Anexo 08-Precios Unitarios del Pavimento Rígido

| | | |
|---|----------------------------------|-------------------------------|
|  | Precios Unitarios | OPCVLI652- APU-008 |
| | ALTERNATIVAS DE PAVIMENTO | |

| Partida: | | CARTEL DE IDENTIFICACIÓN DE OBRA DE 3.60MX2.4M | | | | | | |
|--|----------------|---|-----------------------|---|------------------|-----------------|-------------------|--------------------|
| Rendimiento | UND/DIA | MO. 1.0000 | EQ. 1.0000 | Costo unitario directo por : GLB | | | | 1921.08 |
| | | | | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| Mano de Obra | | | | | | | | |
| OPERARIO | | | | hh | 1 | 8 | 27.57 | 220.56 |
| OFICIAL | | | | hh | 1 | 8 | 21.68 | 173.44 |
| PEÓN | | | | hh | 2 | 16 | 20.2 | 323.2 |
| | | | | | | | | 717.20 |
| Materiales | | | | | | | | |
| CLAVOS PARA MADERA C/ CABEZA 2.5", 3" Y 4" | | | | KG | | 0.250 | 6.15 | 1.54 |
| PIEDRA MEDIANA DE 4" | | | | M3 | | 0.390 | 105.00 | 40.95 |
| HORMIGÓN | | | | M3 | | 0.840 | 45.00 | 37.80 |
| CEMENTO PORTLAND TIPO MS | | | | BLS | | 3.850 | 22.14 | 85.24 |
| MADERA TORNILLO | | | | P2 | | 63.430 | 8.50 | 539.16 |
| LIJA PARA MADERA | | | | UND | | 3.000 | 1.69 | 5.07 |
| ARANDELA A PRESIÓN DE 5/8" | | | | UND | | 10.000 | 2.85 | 28.50 |
| PERNO 5/8" X 10" | | | | UND | | 10.000 | 3.95 | 39.50 |
| AGUA | | | | M3 | | 0.082 | 5.00 | 0.41 |
| GIGANTOGRAFIAC SEGÚN MODELO | | | | UND | | 1 | 452.07 | 452.07 |
| | | | | | | | | 1230.24 |
| Equipos | | | | | | | | |
| HERRAMIENTAS MANUALES | | | | % mo | | 3 | 717.20 | 21.52 |
| | | | | | | | | 21.52 |

| | | |
|---|----------------------------------|-------------------------------|
|  | Precios Unitarios | OPCVLI652- APU-009 |
| | ALTERNATIVAS DE PAVIMENTO | |

| TOPOGRAFÍA Y GEORREFERENCIACIÓN | | | | | | | |
|--|-------|-------|---------------------------------|-----------|----------|------------|----------------|
| Rendimiento M2/DIA | MO. | EQ. | Costo unitario directo por : KM | | | 1169.13 | |
| | 1.000 | 1.000 | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| Mano de Obra | | | | | | | |
| Topógrafo | | | hh | 1 | 8 | 28.63 | 229.04 |
| Nivelador | | | hh | 1 | 8 | 21.68 | 173.44 |
| Peón | | | hh | 6 | 48 | 20.2 | 969.6 |
| | | | | | | | 1372.08 |
| Materiales | | | | | | | |
| Clavos para madera con cabeza de 3" | | | KG | | 0.040 | 3.38 | 0.14 |
| Acero corrugado | | | KG | | 10.000 | 3.23 | 32.30 |
| Cemento portland tipo i | | | BLS | | 1.000 | 21.09 | 21.09 |
| Yeso de 28kg | | | BLS | | 2.000 | 8.30 | 16.60 |
| Cordel | | | M | | 50.000 | 1.50 | 75.00 |
| Madera tornillo | | | P2 | | 2.500 | 5.07 | 12.68 |
| Pintura esmalte | | | GAL | | 0.35 | 27.7 | 9.695 |
| | | | | | | | 167.51 |
| Equipos | | | | | | | |
| Herramientas manuales | | | % mo | | 3 | 1372.08 | 41.16 |
| Nivel óptico | | | hm | 1 | 8 | 6.9 | 55.2 |
| Estación total | | | hm | 1 | 8 | 11.79 | 94.32 |
| | | | | | | | 190.68 |

| | | | | | |
|---|----------------------------------|--|--|--|-------------------------------|
|  | Precios Unitarios | | | | OPCVLI652- APU-010 |
| | ALTERNATIVAS DE PAVIMENTO | | | | |

| | | | | | | |
|--|-----|-----|----------------------------------|------------------|-----------------|-------------------|
| Partida: MANTENIMIENTO DE TRANSITO Y SEGURIDAD VIAL | | | | | | |
| Rendimiento KM/DIA | MO. | EQ. | Costo unitario directo por : GLB | | 39956.06 | |
| | | | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. |
| MANTENIMIENTO DE TRANSITO Y SEGURIDAD VIAL | | | MES | 1.00 | 39956.06 | 39956.06 |
| | | | | | 39956.06 | |

| | | | | | | | |
|-----------------------------------|----------------|----------------|---------------------------------|------------------|-----------------|-------------------|--------------------|
| Partida: TRAZO Y REPLANTEO | | | | | | | |
| Rendimiento KM/DIA | MO. | EQ. | Costo unitario directo por : km | | 3.69 | | |
| | 210.000 | 210.000 | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| Mano de Obra | | | | | | | |
| PEÓN | | | hh | 2 | 0.08 | 20.2 | 1.54 |
| TOPÓGRAFO | | | hh | 1 | 0.04 | 28.63 | 1.09 |
| | | | | | 2.63 | | |
| Materiales | | | | | | | |
| YESO | | | bol | | 0.05 | 5.93 | 0.30 |
| PINTURA ESMALTE | | | gl | | 0.0038 | 36.01 | 0.14 |
| | | | | | 0.43 | | |
| Equipos | | | | | | | |
| NIVEL TOPOGRÁFICO | | | dia | 1 | 0.0048 | 50.72 | 0.24 |
| ESTACIÓN TOTAL | | | día | 1 | 0.0048 | 103.20 | 0.50 |
| HERRAMIENTAS MANUALES | | | %mo | | 3 | 2.63 | 0.08 |
| | | | | | 0.82 | | |

| | | |
|---|----------------------------------|-------------------------------|
|  | Precios Unitarios | OPCVLI652- APU-011 |
| | ALTERNATIVAS DE PAVIMENTO | |

| Partida: EXCAVACIÓN MASIVA CON MAQUINARIA | | | | | | | | |
|---|--------|---------|---------|---------------------------------|-----------|----------|------------|-------------|
| Rendimiento | M3/DIA | MO. | EQ. | Costo unitario directo por : m3 | | | 9.67 | |
| | | 310.000 | 310.000 | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| Mano de Obra | | | | | | | | |
| OPERARIO | | | | hh | 0.1 | 0.003 | 27.57 | 0.07 |
| OFICIAL | | | | hh | 1 | 0.026 | 21.68 | 0.559 |
| Peón | | | | hh | 4 | 0.103 | 20.2 | 2.085 |
| OPERADOR DE EQUIPO PESADO | | | | hh | 1 | 0.0258 | 28.51 | 0.736 |
| | | | | | | | | 3.46 |
| Equipos | | | | | | | | |
| HERRAMIENTAS MANUALES | | | | % mo | | 3 | 3.46 | 0.10 |
| RETRO EXCAVADORA | | | | | 1 | 0.026 | 246.00 | 6.35 |
| | | | | | | | | 6.45 |

| Partida: PERFILADO Y COMPACTADO | | | | | | | | |
|---------------------------------|--------|---------|---------|---------------------------------|-----------|----------|------------|-------------|
| Rendimiento | M3/DIA | MO. | EQ. | Costo unitario directo por : m3 | | | 5.53 | |
| | | 450.000 | 450.000 | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| Mano de Obra | | | | | | | | |
| OPERARIO | | | | hh | 1 | 0.008 | 27.57 | 0.221 |
| Peón | | | | hh | 3 | 0.024 | 20.2 | 0.485 |
| | | | | | | | | 0.71 |
| Materiales | | | | | | | | |
| AGUA | | | | m3 | | 0.06 | 15.00 | 0.90 |
| | | | | | | | | 0.90 |
| Equipos | | | | | | | | |
| HERRAMIENTAS MANUALES | | | | % mo | | 3 | 0.71 | 0.02 |
| CAMIÓN CISTERNA 4X2 2000GLN | | | | hm | 1 | 0.008 | 110.00 | 0.88 |
| MOTONIVELADORA DE 125HP | | | | hm | 1 | 0.008 | 220.00 | 1.76 |
| RODILLO LISO TÁNDEM 8TN | | | | hm | 1 | 0.008 | 160.00 | 1.28 |
| | | | | | | | | 3.94 |

| | | |
|---|----------------------------------|-------------------------------|
|  | Precios Unitarios | OPCVLI652- APU-012 |
| | ALTERNATIVAS DE PAVIMENTO | |

| Partida: BASE GRANULAR DE AFIRMADO H=0.15 | | | | | | | | |
|--|--------|--------|--------|---------------------------------|-----------|----------|------------|--------------|
| Rendimiento | M2/DIA | MO. | EQ. | Costo unitario directo por : m2 | | | 135.39 | |
| | | 25.000 | 25.000 | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| Mano de Obra | | | | | | | | |
| OFICIAL | | | | hh | 1 | 0.320 | 21.68 | 6.94 |
| PEÓN | | | | hh | 6 | 1.920 | 20.2 | 38.78 |
| | | | | | | | | 45.72 |
| Materiales | | | | | | | | |
| AGUA | | | | m3 | | 0.14 | 15.00 | 2.10 |
| AFIRMADO | | | | m3 | | 1.25 | 41.02 | 51.28 |
| | | | | | | | | 53.38 |
| Equipos | | | | | | | | |
| HERRAMIENTAS MANUALES | | | | % mo | | 3 | 45.72 | 1.37 |
| COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 7HP | | | | hm | 1 | 0.320 | 110.00 | 35.20 |
| | | | | | | | | 36.57 |

| Partida: ACARREO Y ACOPIO DE MATERIAL EXCEDENTE HASTA UNA DISTANCIA PROMEDIO DE 30M | | | | | | | | |
|--|--------|---------|---------|---------------------------------|-----------|----------|------------|-------------|
| Rendimiento | M3/DIA | MO. | EQ. | Costo unitario directo por : m3 | | | 7.69 | |
| | | 300.000 | 300.000 | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| Mano de Obra | | | | | | | | |
| OPERARIO | | | | hh | 1 | 0.027 | 27.57 | 0.74 |
| PEÓN | | | | hh | 2 | 0.053 | 20.2 | 1.08 |
| | | | | | | | | 1.81 |
| Equipos | | | | | | | | |
| HERRAMIENTAS MANUALES | | | | % mo | | 3 | 1.81 | 0.05 |
| CARGADOR SOBRE LLANTAS 110-115HP | | | | | 1 | 0.027 | 220.00 | 5.87 |
| | | | | | | | | 5.92 |

| | | |
|---|----------------------------------|-------------------------------|
|  | Precios Unitarios | OPCVLI652- APU-013 |
| | ALTERNATIVAS DE PAVIMENTO | |

| Partida: ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE PROVENIENTE DE CORTE Y EXCAVACIONES | | | | | | | | |
|---|--------|---------|---------|---------------------------------|-----------|----------|------------|--------------|
| Rendimiento | M3/DIA | MO. | EQ. | Costo unitario directo por : m3 | | | 26.15 | |
| | | 300.000 | 300.000 | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| Mano de Obra | | | | | | | | |
| PEON | | | | hh | 2 | 0.053 | 20.2 | 1.08 |
| | | | | | | | | 1.08 |
| Equipos | | | | | | | | |
| HERRAMIENTAS MANUALES | | | | % mo | | 3 | 1.08 | 0.03 |
| CAMIÓN VOLQUETE 15M3 | | | | hm | 4 | 0.107 | 180.00 | 19.21 |
| CARGADOR SOBRE LLANTAS 100-115HP | | | | hm | 1 | 0.027 | 220.00 | 5.87 |
| | | | | | | | | 25.11 |

| Partida: PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRÁULICO F'C=280KG/CM2 | | | | | | | | |
|--|--------|--------|--------|---------------------------------|-----------|----------|------------|---------------|
| Rendimiento | M2/DIA | MO. | EQ. | Costo unitario directo por : m3 | | | 566.26 | |
| | | 15.000 | 15.000 | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| Mano de Obra | | | | | | | | |
| OPERARIO | | | | hh | 2 | 1.067 | 27.57 | 29.41 |
| OFICIAL | | | | hh | 2 | 1.067 | 21.68 | 23.13 |
| PEÓN | | | | hh | 8 | 4.267 | 20.2 | 86.19 |
| OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO | | | | hh | 2 | 1.067 | 28.51 | 30.41 |
| | | | | | | | | 169.13 |
| Materiales | | | | | | | | |
| PIEDRA CHANCADA 3/4" | | | | m3 | | 0.54 | 50 | 27 |
| AGUA | | | | m3 | | 0.24 | 15 | 3.6 |
| ARENA GRUESA | | | | m3 | | 0.55 | 30.00 | 16.5 |
| CEMENTO PORTLAND TIPO MS | | | | bls | | 13.34 | 25.59 | 341.37 |
| | | | | | | | | 388.47 |
| Equipos | | | | | | | | |
| HERRAMIENTAS MANUALES | | | | % mo | | 3 | 169.13 | 5.07 |
| VIBRADOR DE CONCRETO | | | | hm | 1 | 0.5333 | 15.00 | 8.00 |
| MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18HP | | | | hm | 1 | 0.533 | 15.00 | 8.00 |
| | | | | | | | | 21.07 |

| | | |
|---|----------------------------------|-------------------------------|
|  | Precios Unitarios | OPCVLI652- APU-014 |
| | ALTERNATIVAS DE PAVIMENTO | |

| Partida: ENCOFRADO Y DEENCOFRADO DE PAVIMENTO | | | | | | | |
|---|--------|--------|---------------------------------|-----------|----------|------------|--------------|
| Rendimiento M2/DIA | MO. | EQ. | Costo unitario directo por : m2 | | | | 48.18 |
| | 15.000 | 15.000 | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| Mano de Obra | | | | | | | |
| OPERARIO | | | hh | 1 | 0.533 | 27.57 | 14.70 |
| OFICIAL | | | hh | 1 | 0.533 | 21.68 | 11.56 |
| | | | | | | | 26.27 |
| Materiales | | | | | | | |
| ALAMBRE NEGRO RECOCIDO | | | kg | | 0.1 | 3.82 | 0.38 |
| CLAVOS PARA MADERA DE 2,3,4" | | | kg | | 0.15 | 3.67 | 0.55 |
| MADERA TORNILLO | | | p2 | | 2.4 | 8.50 | 20.4 |
| | | | | | | | 21.33 |
| Equipos | | | | | | | |
| HERRAMIENTAS MANUALES | | | % mo | | 3 | 26.27 | 0.79 |
| | | | | | | | 0.79 |

| Partida: CURADO EN PAVIMENTOS | | | | | | | |
|-------------------------------|---------|---------|---------------------------------|-----------|----------|------------|-------------|
| Rendimiento M2/DIA | MO. | EQ. | Costo unitario directo por : m2 | | | | 1.48 |
| | 400.000 | 400.000 | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| Mano de Obra | | | | | | | |
| OFICIAL | | | hh | 1 | 0.020 | 21.68 | 0.43 |
| | | | | | | | 0.43 |
| Materiales | | | | | | | |
| CURADOR QUÍMICO | | | gal | | 0.04 | 26.11 | 1.04 |
| | | | | | | | 1.04 |
| Equipos | | | | | | | |
| HERRAMIENTAS MANUALES | | | % mo | | 3 | 0.43 | 0.01 |
| | | | | | | | 0.01 |

| | | | | |
|---|----------------------------------|--|--|-------------------------------|
|  | Precios Unitarios | | | OPCVLI652- APU-015 |
| | ALTERNATIVAS DE PAVIMENTO | | | |

| Partida: JUNTA ASFÁLTICA DE 1" H=15CM | | | | | | | | |
|---------------------------------------|--------|---------|--------|---------------------------------|-----------|----------|------------|-------------|
| Rendimiento | M2/DIA | MO. | EQ. | Costo unitario directo por : m2 | | | 3.88 | |
| | | 100.000 | 10.000 | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| Mano de Obra | | | | | | | | |
| OFICIAL | | | | hh | 1 | 0.080 | 21.68 | 1.73 |
| Peón | | | | hh | 1 | 0.080 | 20.2 | 1.62 |
| | | | | | | | | 3.35 |
| Materiales | | | | | | | | |
| ASFALTO RC-250 | | | | gal | | 0.003 | 15.8 | 0.0474 |
| ARENA GRUESA | | | | m3 | | 0.02 | 19 | 0.38 |
| | | | | | | | | 0.43 |
| Equipos | | | | | | | | |
| HERRAMIENTAS MANUALES | | | | % mo | | 3 | 3.35 | 0.10 |
| | | | | | | | | 0.10 |

| Partida: PINTURA SOBRE PAVIMENTOS | | | | | | | | |
|------------------------------------|--------|---------|---------|---------------------------------|-----------|----------|------------|-------------|
| Rendimiento | M2/DIA | MO. | EQ. | Costo unitario directo por : m2 | | | 18.13 | |
| | | 120.000 | 120.000 | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| Mano de Obra | | | | | | | | |
| OPERARIO | | | | hh | 1 | 0.067 | 27.57 | 1.84 |
| OFICIAL | | | | hh | 1 | 0.067 | 21.68 | 1.45 |
| PEÓN | | | | hh | 2 | 0.133 | 20.2 | 2.69 |
| | | | | | | | | 5.98 |
| Materiales | | | | | | | | |
| DISOLVENTE PARA PINTURA DE TRAFICO | | | | GAL | | 0.03 | 43.5 | 1.305 |
| PINTURA DE TRAFICO | | | | GAL | | 0.06 | 96.50 | 5.79 |
| | | | | | | | | 7.10 |
| Equipos | | | | | | | | |
| HERRAMIENTAS MANUALES | | | | % mo | | 3 | 5.98 | 0.18 |
| COCINA DE ASFALTO | | | | hm | 1 | 0.067 | 75.00 | 5.00 |
| | | | | | | | | 5.18 |

7.9 Anexo 09-Precios Unitarios del Pavimento Articulado

| | | |
|---|----------------------------------|-------------------------------|
|  | Precios Unitarios | OPCVLI652- APU-016 |
| | ALTERNATIVAS DE PAVIMENTO | |

| Partida: CARTEL DE IDENTIFICACIÓN DE OBRA DE 3.60MX2.4M | | | | | | | | |
|--|---------|---------------|---------------|----------------------------------|-----------|----------|----------------|-------------|
| Rendimiento | UND/DIA | MO. 1.0000 | EQ. 1.0000 | Costo unitario directo por : GLB | | | 1921.08 | |
| | | | | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| Mano de Obra | | | | | | | | |
| OPERARIO | | | | hh | 1 | 8 | 27.57 | 220.56 |
| OFICIAL | | | | hh | 1 | 8 | 21.68 | 173.44 |
| PEÓN | | | | hh | 2 | 16 | 20.2 | 323.2 |
| | | | | | | | 717.20 | |
| Materiales | | | | | | | | |
| CLAVOS PARA MADERA C/ CABEZA 2.5", 3" Y 4" | | | | KG | | 0.250 | 6.15 | 1.54 |
| PIEDRA MEDIANA DE 4" | | | | M3 | | 0.390 | 105.00 | 40.95 |
| HORMIGÓN | | | | M3 | | 0.840 | 45.00 | 37.80 |
| CEMENTO PORTLAND TIPO MS | | | | BLS | | 3.850 | 22.14 | 85.24 |
| MADERA TORNILLO | | | | P2 | | 63.430 | 8.50 | 539.16 |
| LIJA PARA MADERA | | | | UND | | 3.000 | 1.69 | 5.07 |
| ARANDELA A PRESIÓN DE 5/8" | | | | UND | | 10.000 | 2.85 | 28.50 |
| PERNO 5/8" X 10" | | | | UND | | 10.000 | 3.95 | 39.50 |
| AGUA | | | | M3 | | 0.082 | 5.00 | 0.41 |
| GIGANTOGRAFÍA SEGÚN MODELO | | | | UND | | 1 | 452.07 | 452.07 |
| | | | | | | | 1230.24 | |
| Equipos | | | | | | | | |
| HERRAMIENTAS MANUALES | | | | % mo | | 3 | 717.20 | 21.52 |
| | | | | | | | 21.52 | |

| | | |
|---|----------------------------------|-------------------------------|
|  | Precios Unitarios | OPCVLI652- APU-017 |
| | ALTERNATIVAS DE PAVIMENTO | |

| Partida: TOPOGRAFÍA Y GEORREFERENCIACIÓN | | | | | | | | |
|---|--------|-------|-------|---------------------------------|-----------|----------|----------------|-------------|
| Rendimiento | M2/DIA | MO. | EQ. | Costo unitario directo por : KM | | | 1169.13 | |
| | | 1.000 | 1.000 | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| Mano de Obra | | | | | | | | |
| TOPÓGRAFO | | | | hh | 1 | 8 | 28.63 | 229.04 |
| NIVELADOR | | | | hh | 1 | 8 | 21.68 | 173.44 |
| PEÓN | | | | hh | 6 | 48 | 20.2 | 969.6 |
| | | | | | | | 1372.08 | |
| Materiales | | | | | | | | |
| CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3" | | | | KG | | 0.040 | 3.38 | 0.14 |
| ACERO CORRUGADO | | | | KG | | 10.000 | 3.23 | 32.30 |
| CEMENTO PORTLAND TIPO I | | | | BLS | | 1.000 | 21.09 | 21.09 |
| YESO DE 28KG | | | | BLS | | 2.000 | 8.30 | 16.60 |
| CORDEL | | | | M | | 50.000 | 1.50 | 75.00 |
| MADERA TORNILLO | | | | P2 | | 2.500 | 5.07 | 12.68 |
| PINTURA ESMALTE | | | | GAL | | 0.35 | 27.7 | 9.695 |
| | | | | | | | 167.51 | |
| Equipos | | | | | | | | |
| HERRAMIENTAS MANUALES | | | | % mo | | 3 | 1372.08 | 41.16 |
| NIVEL ÓPTICO | | | | hm | 1 | 8 | 6.9 | 55.2 |
| ESTACIÓN TOTAL | | | | hm | 1 | 8 | 11.79 | 94.32 |
| | | | | | | | 190.68 | |

| | | | | | |
|---|----------------------------------|--|--|--|-------------------------------|
|  | Precios Unitarios | | | | OPCVLI652- APU-018 |
| | ALTERNATIVAS DE PAVIMENTO | | | | |

| | | | | | | | | | | |
|--|------------|------------|----------------------------------|------------------|-----------------|---|--------------------|--|--|--|
| Partida: | | | | | | MANTENIMIENTO DE TRANSITO Y SEGURIDAD VIAL | | | | |
| Rendimiento KM/DIA | MO. | EQ. | Costo unitario directo por : GLB | | | | 39956.06 | | | |
| | | | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. | | | |
| MANTENIMIENTO DE TRANSITO Y SEGURIDAD VIAL | | | MES | | 1.00 | 39956.06 | 39956.06 | | | |
| | | | | | | | 39956.06 | | | |

| | | | | | | | | | | |
|---------------------------|------------|------------|---------------------------------|------------------|-----------------|--------------------------|--------------------|------|--|--|
| Partida: | | | | | | TRAZO Y REPLANTEO | | | | |
| Rendimiento KM/DIA | MO. | EQ. | Costo unitario directo por : km | | | | 3.69 | | | |
| | | | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. | | | |
| Mano de Obra | | | | | | | | | | |
| PEÓN | | | hh | | 2 | 0.08 | 20.2 | 1.54 | | |
| TOPÓGRAFO | | | hh | | 1 | 0.04 | 28.63 | 1.09 | | |
| | | | | | | | 2.63 | | | |
| Materiales | | | | | | | | | | |
| YESO | | | bol | | | 0.05 | 5.93 | 0.30 | | |
| PINTURA ESMALTE | | | gl | | | 0.0038 | 36.01 | 0.14 | | |
| | | | | | | | 0.43 | | | |
| Equipos | | | | | | | | | | |
| NIVEL TOPOGRÁFICO | | | dia | | 1 | 0.0048 | 50.72 | 0.24 | | |
| ESTACIÓN TOTAL | | | día | | 1 | 0.0048 | 103.20 | 0.50 | | |
| HERRAMIENTAS MANUALES | | | %mo | | | 3 | 2.63 | 0.08 | | |
| | | | | | | | 0.82 | | | |

| | | |
|---|----------------------------------|-------------------------------|
|  | Precios Unitarios | OPCVLI652- APU-019 |
| | ALTERNATIVAS DE PAVIMENTO | |

| Partida: EXCAVACIÓN MASIVA CON MAQUINARIA | | | | | | | | |
|---|--------|---------|---------|---------------------------------|-----------|----------|------------|-------------|
| Rendimiento | M3/DIA | MO. | EQ. | Costo unitario directo por : m3 | | | 9.67 | |
| | | 310.000 | 310.000 | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| Mano de Obra | | | | | | | | |
| | | | | hh | 0.1 | 0.003 | 27.57 | 0.07 |
| | | | | hh | 1 | 0.026 | 21.68 | 0.559 |
| | | | | hh | 4 | 0.103 | 20.2 | 2.085 |
| | | | | hh | 1 | 0.0258 | 28.51 | 0.736 |
| | | | | | | | | 3.46 |
| Equipos | | | | | | | | |
| | | | | % mo | | 3 | 3.46 | 0.10 |
| | | | | | 1 | 0.026 | 246.00 | 6.35 |
| | | | | | | | | 6.45 |

| Partida: PERFILADO Y COMPACTADO | | | | | | | | |
|---------------------------------|--------|---------|---------|---------------------------------|-----------|----------|------------|-------------|
| Rendimiento | M3/DIA | MO. | EQ. | Costo unitario directo por : m3 | | | 5.53 | |
| | | 450.000 | 450.000 | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| Mano de Obra | | | | | | | | |
| | | | | hh | 1 | 0.008 | 27.57 | 0.221 |
| | | | | hh | 3 | 0.024 | 20.2 | 0.485 |
| | | | | | | | | 0.71 |
| Materiales | | | | | | | | |
| | | | | m3 | | 0.06 | 15.00 | 0.90 |
| | | | | | | | | 0.90 |
| Equipos | | | | | | | | |
| | | | | % mo | | 3 | 0.71 | 0.02 |
| | | | | hm | 1 | 0.008 | 110.00 | 0.88 |
| | | | | hm | 1 | 0.008 | 220.00 | 1.76 |
| | | | | hm | 1 | 0.008 | 160.00 | 1.28 |
| | | | | | | | | 3.94 |

| | | |
|---|----------------------------------|-------------------------------|
|  | Precios Unitarios | OPCVLI652- APU-020 |
| | ALTERNATIVAS DE PAVIMENTO | |

| Partida: | | BASE GRANULAR DE AFIRMADO | | | | | | |
|---------------------|---|----------------------------------|---------------|--|------------------|-----------------|-------------------|--------------------|
| Rendimiento | M2/DIA | MO. | EQ. | Costo unitario directo por : m2 | | | 183.41 | |
| | | 20.000 | 20.000 | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| Mano de Obra | | | | | | | | |
| | OPERARIO | | | hh | 1 | 0.400 | 27.57 | 11.03 |
| | OFICIAL | | | hh | 1 | 0.400 | 21.68 | 8.67 |
| | PEÓN | | | hh | 4 | 1.600 | 20.2 | 32.32 |
| | | | | | | | | 52.02 |
| Materiales | | | | | | | | |
| | AGUA | | | m3 | | 0.14 | 15.00 | 2.10 |
| | AFIRMADO | | | m3 | | 1.25 | 41.02 | 51.28 |
| | | | | | | | | 53.38 |
| Equipos | | | | | | | | |
| | HERRAMIENTAS MANUALES | | | % mo | | 3 | 52.02 | 1.56 |
| | COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 7HP | | | hm | 2 | 0.800 | 110.00 | 88.00 |
| | | | | | | | | 89.56 |

| Partida: | | ACARREO Y ACOPIO DE MATERIAL EXCEDENTE HASTA UNA DISTANCIA PROMEDIO DE 30M | | | | | | |
|---------------------|----------------------------------|---|----------------|--|------------------|-----------------|-------------------|--------------------|
| Rendimiento | M3/DIA | MO. | EQ. | Costo unitario directo por : m3 | | | 7.69 | |
| | | 300.000 | 300.000 | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| Mano de Obra | | | | | | | | |
| | OPERARIO | | | hh | 1 | 0.027 | 27.57 | 0.74 |
| | PEÓN | | | hh | 2 | 0.053 | 20.2 | 1.08 |
| | | | | | | | | 1.81 |
| Equipos | | | | | | | | |
| | HERRAMIENTAS MANUALES | | | % mo | | 3 | 1.81 | 0.05 |
| | CARGADOR SOBRE LLANTAS 110-115HP | | | | 1 | 0.027 | 220.00 | 5.87 |
| | | | | | | | | 5.92 |

| | | |
|---|----------------------------------|-------------------------------|
|  | Precios Unitarios | OPCVLI652- APU-021 |
| | ALTERNATIVAS DE PAVIMENTO | |

| | | | | | | | |
|---|----------------------------------|----------------|----------------|---------------------------------|------------------|-----------------|-------------------|
| Partida: ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE PROVENIENTE DE CORTE Y EXCAVACIONES | | | | | | | |
| Rendimiento | M3/DIA | MO. | EQ. | Costo unitario directo por : m3 | | | 26.15 |
| | | 300.000 | 300.000 | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. |
| Mano de Obra | | | | | | | |
| | Peón | | hh | 2 | 0.053 | 20.2 | 1.08 |
| | | | | | | | 1.08 |
| Equipos | | | | | | | |
| | HERRAMIENTAS MANUALES | | % mo | | 3 | 1.08 | 0.03 |
| | CAMIÓN VOLQUETE 15M3 | | hm | 4 | 0.107 | 180.00 | 19.21 |
| | CARGADOR SOBRE LLANTAS 100-115HP | | hm | 1 | 0.027 | 220.00 | 5.87 |
| | | | | | | | 25.11 |

| | | | | | | | |
|--|-----------------------|----------------|----------------|---------------------------------|------------------|-----------------|-------------------|
| Partida: ACARREO DE ADOQUIN DE CONCRETO 20X10X6CM | | | | | | | |
| Rendimiento | M2/DIA | MO. | EQ. | Costo unitario directo por : m2 | | | 2.68 |
| | | 250.000 | 200.000 | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. |
| Mano de Obra | | | | | | | |
| | Peón | | hh | 4 | 0.128 | 20.2 | 2.59 |
| | | | | | | | 2.59 |
| Equipos | | | | | | | |
| | HERRAMIENTAS MANUALES | | % mo | | 3 | 2.59 | 0.08 |
| | | | | | | | 0.08 |

| | | |
|---|----------------------------------|-------------------------------|
|  | Precios Unitarios | OPCVLI652- APU-022 |
| | ALTERNATIVAS DE PAVIMENTO | |

| Partida: CAMA DE APOYO CON ARENA GRUESA E=0.04M | | | | | | | |
|---|---------|---------|---------------------------------|-----------|----------|------------|-------------|
| Rendimiento M2/DIA | MO. | EQ. | Costo unitario directo por : m2 | | | 3.22 | |
| | 200.000 | 200.000 | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| Mano de Obra | | | | | | | |
| OPERARIO | | | hh | 1 | 0.040 | 27.57 | 1.10 |
| PEÓN | | | hh | 1 | 0.040 | 20.2 | 0.81 |
| | | | | | | | 1.91 |
| Materiales | | | | | | | |
| ARENA GRUESA | | | m3 | | 0.046 | 27.00 | 1.24 |
| | | | | | | | 1.24 |
| Equipos | | | | | | | |
| HERRAMIENTAS MANUALES | | | % mo | | 3 | 1.91 | 0.06 |
| | | | | | | | 0.06 |

| Partida: SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE ADOQUINADO DE CONCRETO 20X10X6CM | | | | | | | |
|--|--------|--------|---------------------------------|-----------|----------|------------|--------------|
| Rendimiento M2/DIA | MO. | EQ. | Costo unitario directo por : m2 | | | 71.44 | |
| | 18.000 | 18.000 | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| Mano de Obra | | | | | | | |
| OPERARIO | | | hh | 1 | 0.444 | 27.57 | 12.25 |
| PEÓN | | | hh | 1 | 0.444 | 20.2 | 8.98 |
| | | | | | | | 21.23 |
| Materiales | | | | | | | |
| ARENA FINA | | | m3 | | 0.015 | 25.42 | 0.38 |
| ADOQUÍN DE CONCRETO COLOR NEGRO 20X10X6CM | | | m2 | | 1.05 | 37.73 | 39.62 |
| | | | | | | | 40.00 |
| Equipos | | | | | | | |
| HERRAMIENTAS MANUALES | | | % mo | | 3 | 21.23 | 0.64 |
| COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 7HP | | | hm | 1 | 0.444 | 21.55 | 9.57 |
| | | | | | | | 10.21 |

| | | |
|---|----------------------------------|-------------------------------|
|  | Precios Unitarios | OPCVLI652- APU-023 |
| | ALTERNATIVAS DE PAVIMENTO | |

| Partida: | | PINTURA SOBRE PAVIMENTOS | | | | | | |
|---------------------|---------------|---------------------------------|----------------|--|------------------|-----------------|-------------------|--------------------|
| Rendimiento | M2/DIA | MO. | EQ. | Costo unitario directo por : m2 | | | 18.13 | |
| | | 120.000 | 120.000 | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| Mano de Obra | | | | | | | | |
| | | | | hh | 1 | 0.067 | 27.57 | 1.84 |
| | | | | hh | 1 | 0.067 | 21.68 | 1.45 |
| | | | | hh | 2 | 0.133 | 20.2 | 2.69 |
| | | | | | | | | 5.98 |
| Materiales | | | | | | | | |
| | | | | GAL | | 0.03 | 43.5 | 1.305 |
| | | | | GAL | | 0.06 | 96.50 | 5.79 |
| | | | | | | | | 7.10 |
| Equipos | | | | | | | | |
| | | | | % mo | | 3 | 5.98 | 0.18 |
| | | | | hm | 1 | 0.067 | 75.00 | 5.00 |
| | | | | | | | | 5.18 |

7.10 Anexo 10- Presupuesto del pavimento flexible

| | | |
|---|---|----------------------|
|  | PAVIMENTO FLEXIBLE | OPCVMC-PF-001 |
| | PRESUPUESTO | |
| | Optimización de la pavimentación del camino vecinal li-636 Magdalena de Cao-Ascope-la Libertad para reducir costos de mantenimiento-2023 | |

| | | | | | |
|-------------|--|-----|---------|-----------------|---------------------|
| 1.00 | Obras Provisionales | | | | S/45,934.02 |
| 1.01 | Cartel de obra de 3.6 X 2.4 | glb | 1 | 1921.08 | S/1,921.08 |
| 1.02 | Topografía y georreferenciación | Km | 3.47 | 1169.13 | S/4,056.88 |
| 1.03 | Mantenimiento de tránsito temporal y seguridad vial | glb | 1 | 39956.06 | S/39,956.06 |
| 2.00 | Trabajos preliminares | | | | S/76,825.80 |
| 2.01 | Trazo y replanteo | m2 | 20820 | 3.69 | S/76,825.80 |
| 3.00 | Movimientos de tierras | | | | S/175,533.42 |
| 3.01 | Excavación masiva con maquinaria | m3 | 6246 | 9.67 | S/60,398.82 |
| 3.02 | Perfilado y compactado de sub-rasante c/maquinaria | m2 | 20820 | 5.53 | S/115,134.60 |
| 4.00 | Afirmados | | | | S/596,650.19 |
| 4.01 | Base granular de afirmado 1 capa | m3 | 2644.14 | 225.65 | S/596,650.19 |
| 5.00 | Eliminación de material excedente | | | | S/211,364.64 |
| 5.01 | Acarreo y acopio de material excedente hasta una distancia promedio de 30m | m3 | 6246 | 7.69 | S/48,031.74 |
| 5.02 | Eliminación de material excedente | m3 | 6246 | 26.15 | S/163,332.90 |

| | | |
|---|---|----------------------|
|  | PAVIMENTO FLEXIBLE | OPCVMC-PF-002 |
| | PRESUPUESTO | |
| | Optimización de la pavimentación del camino vecinal li-636 Magdalena de Cao-Ascope-la Libertad para reducir costos de mantenimiento-2023 | |

| | | | | | |
|-------------|-------------------------------------|----|-------|--------|-----------------------|
| 6.00 | Pavimento flexible | | | | S/1,321,507.86 |
| 6.01 | Imprimación asfáltica | m2 | 20820 | 7.25 | S/150,945.00 |
| 6.02 | Transporte de imprimación | m3 | 2082 | 101.33 | S/210,969.06 |
| 6.03 | Carpeta Asfáltica En Caliente de 2" | m2 | 20820 | 46.09 | S/959,593.80 |
| 7.00 | Señalización en pintura | | | | S/15,727.78 |
| 7.01 | Pintura sobre pavimentos | m2 | 867.5 | 18.13 | S/15,727.78 |
| | COSTO DIRECTO | | | | S/2,443,543.71 |
| | GASTOS GENERALES (10.00%) | | | | S/244,354.37 |
| | UTILIDAD (5.00%) | | | | S/122,177.19 |
| | SUB TOTAL | | | | S/2,810,075.26 |
| | IGV (18.00%) | | | | S/505,813.55 |
| | PRESUPUESTO TOTAL | | | | S/3,315,888.81 |
| | SUPERVISIÓN (1.5%) | | | | S/49,738.33 |
| | COSTO DE INVERSIÓN | | | | S/3,365,627.14 |

7.11 Anexo 11-Presupuesto del pavimento rígido

| | | |
|---|---|----------------------|
|  UNS UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA | PAVIMENTO RIGIDO | OPCVMC-PR-001 |
| | PRESUPUESTO | |
| | Optimización de la pavimentación del camino vecinal li-636 Magdalena de Cao-Ascope-la Libertad para reducir costos de mantenimiento-2023 | |

| Ítem | Descripción | Und | Metrado | Precio S/. | Parcial S/. |
|-------------|---|-----|---------|------------|---------------------|
| 1.00 | Obras Provisionales | | | | S/45,934.02 |
| 1.01 | Cartel de obra de 6.00 X 3.00 | glb | 1 | 1921.08 | S/1,921.08 |
| 1.02 | Topografía y georreferenciación | Km | 3.47 | 1169.13 | S/4,056.88 |
| 1.03 | Mantenimiento de tránsito temporal y seguridad vial | glb | 1 | 39956.06 | S/39,956.06 |
| 2.00 | Trabajos preliminares | | | | S/76,825.80 |
| 2.01 | Trazo y replanteo durante el proceso | m2 | 20820 | 3.69 | S/76,825.80 |
| 3.00 | Movimientos de tierras | | | | S/175,533.42 |
| 3.01 | Excavación masiva con maquinaria | m3 | 6246 | 9.67 | S/60,398.82 |
| 3.02 | Perfilado y compactado de sub-rasante c/maquinaria | m2 | 20820 | 5.53 | S/115,134.60 |
| 4.00 | Afirmados | | | | S/357,990.11 |
| 4.02 | Base granular de afirmado h=0.15m | m3 | 2644.14 | 135.39 | S/357,990.11 |

| | | |
|---|---|----------------------|
|  | PAVIMENTO RIGIDO | OPCVMC-PR-002 |
| | PRESUPUESTO | |
| | Optimización de la pavimentación del camino vecinal li-636 Magdalena de Cao-Ascope-la Libertad para reducir costos de mantenimiento-2023 | |

| | | | | | |
|---|---|----|---------|--------|-----------------------|
| 5.00 Eliminación de material excedente | | | | | S/211,364.64 |
| 5.01 | Acarreo de material excedente hasta una distancia promedio de 30m | m3 | 6246 | 7.69 | S/48,031.74 |
| 5.02 | Eliminación de material excedente proveniente de corte y excavaciones | m3 | 6246 | 26.15 | S/163,332.90 |
| 6.00 Pavimento rígido | | | | | S/2,190,220.49 |
| 6.01 | Pavimento de concreto hidráulico f'c=280kg/cm2 | m3 | 3123 | 566.26 | S/1,768,429.98 |
| 6.02 | Encofrado y desencofrado de pavimento | m2 | 7276.59 | 48.18 | S/350,586.11 |
| 6.03 | Curado en pavimentos(arroceras) | m2 | 20820 | 1.48 | S/30,813.60 |
| 6.04 | Juntas asfálticas DE 1" h=0.15m | m | 10410 | 3.88 | S/40,390.80 |
| 7.00 Señalización en pintura | | | | | S/15,727.78 |
| 7.01 | Pintura en pavimentos | m2 | 867.5 | 18.13 | S/15,727.78 |
| | COSTO DIRECTO | | | | S/3,073,596.26 |
| | GASTOS GENERALES (10.00%) | | | | S/307,359.63 |
| | UTILIDAD (5.00%) | | | | S/153,679.81 |
| | SUB TOTAL | | | | S/3,534,635.70 |
| | IGV (18.00%) | | | | S/636,234.43 |
| | PRESUPUESTO TOTAL | | | | S/4,170,870.12 |
| | SUPERVISIÓN (1.5%) | | | | S/62,563.05 |
| | COSTO DE INVERSIÓN | | | | S/4,233,433.17 |

7.12 Anexo 12-Presupuesto del pavimento articulado

| | | |
|---|---|----------------------|
|  UNS UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA | PAVIMENTO ARTICULADO | OPCVMC-PA-001 |
| | PRESUPUESTO | |
| | Optimización de la pavimentación del camino vecinal li-636 Magdalena de Cao-Ascope-la Libertad para reducir costos de mantenimiento-2023 | |

| Ítem | Descripción | Und | Metrado | Precio S/. | Parcial S/. |
|-------------|---|-----|---------|------------|---------------------|
| 1.00 | Obras Provisionales | | | | S/45,934.02 |
| 1.01 | Cartel de obra de 6.00 X 3.00 | glb | 1 | 1921.08 | S/1,921.08 |
| 1.02 | Topografía y georreferenciación | Km | 3.47 | 1169.13 | S/4,056.88 |
| 1.03 | Mantenimiento de tránsito temporal y seguridad vial | glb | 1 | 39956.06 | S/39,956.06 |
| 2.00 | Trabajos preliminares | | | | S/76,825.80 |
| 2.01 | Trazo y replanteo durante el proceso | Km | 20820 | 3.69 | S/76,825.80 |
| 3.00 | Movimientos de tierras | | | | S/175,533.42 |
| 3.01 | Excavación manual en terreno semi compactado | m3 | 6246 | 9.67 | S/60,398.82 |
| 3.02 | Preparación de subrasante c/motoniveladora | m2 | 20820 | 5.53 | S/115,134.60 |
| 4.00 | Afirmados | | | | S/484,957.28 |
| 4.01 | Base granular de afirmado | m3 | 2644.14 | 183.40832 | S/484,957.28 |

| | | |
|---|---|----------------------|
|  | PAVIMENTO ARTICULADO | OPCVMC-PA-002 |
| | PRESUPUESTO | |
| | Optimización de la pavimentación del camino vecinal li-636 Magdalena de Cao-Ascope-la Libertad para reducir costos de mantenimiento-2023 | |

| | | | | | |
|--|----|-------|-------|--|-----------------------|
| 5.00 Eliminación de material excedente | | | | | S/211,364.64 |
| 5.01 Acarreo de material excedente hasta una distancia promedio de 30m | m3 | 6246 | 7.69 | | S/48,031.74 |
| 5.02 Eliminación de material excedente proveniente de corte y excavaciones | m3 | 6246 | 26.15 | | S/163,332.90 |
| 6.00 Pavimento articulado | | | | | S/1,610,218.80 |
| 6.01 Acarreo de adoquín de concreto 20x10x6cm | m2 | 20820 | 2.68 | | S/55,797.60 |
| 6.02 Cama de apoyo con arena gruesa e=0.04m. | m2 | 20820 | 3.22 | | S/67,040.40 |
| 6.03 Suministro y colocación de adoquinado de concreto 20x10x6cm | m2 | 20820 | 71.44 | | S/1,487,380.80 |
| 7.00 Señalización en pintura | | | | | S/15,727.78 |
| 7.01 Pintura en pavimentos | m3 | 867.5 | 18.13 | | S/15,727.78 |
| COSTO DIRECTO | | | | | S/2,620,561.73 |
| GASTOS GENERALES (10.00%) | | | | | S/262,056.17 |
| UTILIDAD (5.00%) | | | | | S/131,028.09 |
| SUB TOTAL | | | | | S/3,013,645.99 |
| IGV (18.00%) | | | | | S/542,456.28 |
| PRESUPUESTO TOTAL | | | | | S/3,556,102.27 |
| SUPERVISIÓN (1.5%) | | | | | S/53,341.53 |
| COSTO DE INVERSIÓN | | | | | S/3,609,443.80 |

7.13 Anexo 13- Aplicativo de la Guía simplificada Caminos Vecinales- Análisis Costo

Beneficio

| | | |
|---|--|--------------------------------|
|  | GUÍA SIMPLIFICADA CAMINOS VECINALES- ANÁLISIS COSTO BENEFICIO | OPCVLI652- GSCV-001 |
| | ALTERNATIVAS DE PAVIMENTO | |

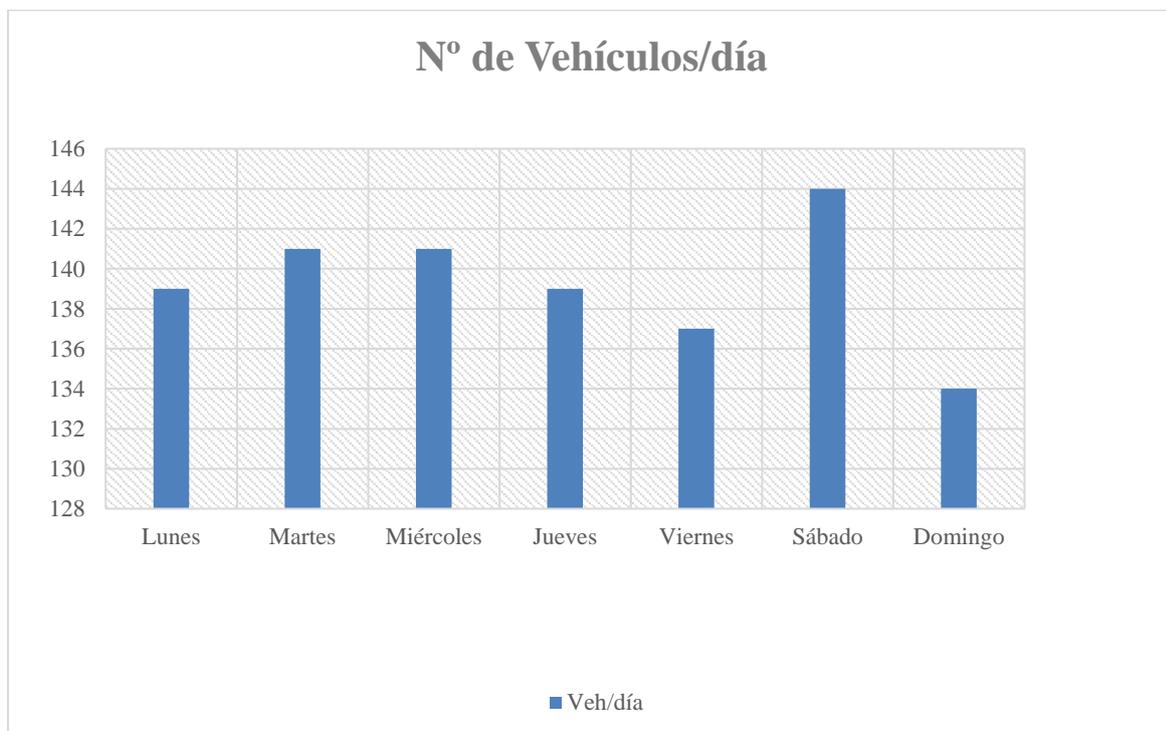
1. DETERMINACIÓN DEL TRÁNSITO ACTUAL

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

Resultados de los conteos de tráfico:

Mes: **Agosto**

| Tipo de Vehículo | Lunes | Martes | Miércoles | Jueves | Viernes | Sábado | Domingo |
|------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Motokar/Moto/Motocarga | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| Automóvil | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 50 | 40 |
| Station Wagon | 31 | 35 | 33 | 32 | 32 | 32 | 33 |
| Camioneta Pick Up | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| Combi | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| Camión (2E) | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 |
| Camión (3E) | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 |
| Tráiler 2T2 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| TOTAL | 139 | 141 | 141 | 139 | 137 | 144 | 134 |



Nota: Conteo de 7 días de 24 horas para proyectos de inversión a nivel de perfil.

| | | |
|---|--|--------------------------------|
|  | GUÍA SIMPLIFICADA CAMINOS VECINALES- ANÁLISIS COSTO BENEFICIO | OPCVLI652- GSCV-002 |
| | ALTERNATIVAS DE PAVIMENTO | |

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

F.C.E. Vehículos ligeros: **1.0080**

F.C.E. Vehículos pesados: **0.9933**

Nota: Utilizar los datos del Ministerio de Transportes, ver ANEXO 3

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 | IMD _s | FC | IMD _a |
|------------------------|---|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------|------------------|-------|------------------|
| | Lunes | Martes | Miércoles | Jueves | Viernes | Sábado | Domingo | | | | |
| Motokar/Moto/Motocarga | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 140 | 20 | 1.008 | 20 |
| Automóvil | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 50 | 40 | 315 | 45 | 1.008 | 45 |
| Station Wagon | 31 | 35 | 33 | 32 | 32 | 32 | 33 | 228 | 33 | 1.008 | 33 |
| Camioneta Pick Up | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 84 | 12 | 1.008 | 12 |
| Combi | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 175 | 25 | 1.008 | 25 |
| Camión (2E) | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 18 | 3 | 0.993 | 3 |
| Camión (3E) | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 11 | 2 | 0.993 | 2 |
| Tráiler 2T2 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 4 | 1 | 0.993 | 1 |
| TOTAL | 139 | 141 | 141 | 139 | 137 | 144 | 134 | 975 | 139 | | 141 |

| | | |
|---|--|--------------------------------|
|  | GUÍA SIMPLIFICADA CAMINOS VECINALES- ANÁLISIS COSTO BENEFICIO | OPCVLI652- GSCV-003 |
| | ALTERNATIVAS DE PAVIMENTO | |

2. ANÁLISIS DE LA DEMANDA

2.1 Demanda Actual

Tráfico Actual por Tipo de Vehículo

| Tipo de Vehículo | IMD | Distribución (%) |
|------------------------|------------|------------------|
| Motokar/Moto/Motocarga | 20 | 14.18 |
| Automóvil | 45 | 31.91 |
| Station Wagon | 33 | 23.40 |
| Camioneta Pick Up | 12 | 8.51 |
| Combi | 25 | 17.73 |
| Camión (2E) | 3 | 2.13 |
| Camión (3E) | 2 | 1.42 |
| Tráiler 2T2 | 1 | 0.71 |
| IMD | 141 | 100.00 |

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 %

$$r_{vp} = 1.00$$

$$r_{vc} = 4.40$$

Tasa de Crecimiento Anual de la Población

Tasa de Crecimiento Anual del PBI Regional

(para vehículos de pasajeros)

(para vehículos de carga)

| | | |
|---|--|---------------------------|
|  | GUÍA SIMPLIFICADA CAMINOS VECINALES- ANÁLISIS COSTO BENEFICIO | OPCVLI652-GSCV-004 |
| | ALTERNATIVAS DE PAVIMENTO | |

| 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 | Año 11 | Año 12 | Año 13 | Año 14 | Año 15 | Año 16 | Año 17 | Año 18 | Año 19 | Año 20 |
|------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Tráfico Normal | 141 | 141 | 141 | 144 | 145 | 146 | 148 | 151 | 151 | 154 | 154 | 155 | 156 | 159 | 160 | 162 | 162 | 165 | 167 | 168 | 169 |
| Motokar/Moto/Motocarga | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 21.00 | 21.00 | 21.00 | 21.00 | 21.00 | 22.00 | 22.00 | 22.00 | 22.00 | 23.00 | 23.00 | 23.00 | 23.00 | 23.00 | 24.00 | 24.00 | 24.00 |
| Automóvil | 45.00 | 45.00 | 45.00 | 46.00 | 46.00 | 47.00 | 47.00 | 48.00 | 48.00 | 49.00 | 49.00 | 50.00 | 50.00 | 51.00 | 51.00 | 52.00 | 52.00 | 53.00 | 53.00 | 54.00 | 54.00 |
| Station Wagon | 33.00 | 33.00 | 33.00 | 34.00 | 34.00 | 34.00 | 35.00 | 35.00 | 35.00 | 36.00 | 36.00 | 36.00 | 37.00 | 37.00 | 38.00 | 38.00 | 38.00 | 39.00 | 39.00 | 39.00 | 40.00 |
| Camioneta Pick Up | 12.00 | 12.00 | 12.00 | 12.00 | 12.00 | 12.00 | 13.00 | 13.00 | 13.00 | 13.00 | 13.00 | 13.00 | 13.00 | 14.00 | 14.00 | 14.00 | 14.00 | 14.00 | 14.00 | 14.00 | 14.00 |
| Combi | 25.00 | 25.00 | 25.00 | 26.00 | 26.00 | 26.00 | 26.00 | 27.00 | 27.00 | 27.00 | 27.00 | 28.00 | 28.00 | 28.00 | 28.00 | 29.00 | 29.00 | 29.00 | 30.00 | 30.00 | 30.00 |
| Camión (2E) | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 |
| Camión (3E) | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 |
| Tráiler 2T2 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

2.3 Demanda Proyectada "Con Proyecto"

Tráfico Generado por Tipo de Proyecto

| Tipo de Intervención | % de Tráfico Normal |
|----------------------|---------------------|
| Mejoramiento | 15 |

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones - MTC

| | | |
|---|--|---------------------------|
|  | GUÍA SIMPLIFICADA CAMINOS VECINALES- ANÁLISIS COSTO BENEFICIO | OPCVLI652-GSCV-005 |
| | ALTERNATIVAS DE PAVIMENTO | |

Proyección de Tráfico - Con 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 | Año 11 | Año 12 | Año 13 | Año 14 | Año 15 | Año 16 | Año 17 | Año 18 | Año 19 | Año 20 |
|-------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Tráfico Normal | 141.00 | 141.00 | 141.00 | 144.00 | 145.00 | 146.00 | 148.00 | 151.00 | 151.00 | 154.00 | 154.00 | 155.00 | 156.00 | 159.00 | 160.00 | 162.00 | 162.00 | 165.00 | 167.00 | 168.00 | 169.00 |
| Motokar/Moto/Motocarga | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 21.00 | 21.00 | 21.00 | 21.00 | 21.00 | 22.00 | 22.00 | 22.00 | 22.00 | 23.00 | 23.00 | 23.00 | 23.00 | 23.00 | 24.00 | 24.00 | 24.00 |
| Automóvil | 45.00 | 45.00 | 45.00 | 46.00 | 46.00 | 47.00 | 47.00 | 48.00 | 48.00 | 49.00 | 49.00 | 50.00 | 50.00 | 51.00 | 51.00 | 52.00 | 52.00 | 53.00 | 53.00 | 54.00 | 54.00 |
| Station Wagon | 33.00 | 33.00 | 33.00 | 34.00 | 34.00 | 34.00 | 35.00 | 35.00 | 35.00 | 36.00 | 36.00 | 36.00 | 37.00 | 37.00 | 38.00 | 38.00 | 38.00 | 39.00 | 39.00 | 39.00 | 40.00 |
| Camioneta Pick Up | 12.00 | 12.00 | 12.00 | 12.00 | 12.00 | 12.00 | 13.00 | 13.00 | 13.00 | 13.00 | 13.00 | 13.00 | 13.00 | 14.00 | 14.00 | 14.00 | 14.00 | 14.00 | 14.00 | 14.00 | 14.00 |
| Combi | 25.00 | 25.00 | 25.00 | 26.00 | 26.00 | 26.00 | 26.00 | 27.00 | 27.00 | 27.00 | 27.00 | 28.00 | 28.00 | 28.00 | 28.00 | 29.00 | 29.00 | 29.00 | 30.00 | 30.00 | 30.00 |
| Camión (2E) | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 |
| Camión (3E) | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 |
| Tráiler 2T2 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Tráfico Generado | 0.00 | 18.00 | 18.00 | 18.00 | 18.00 | 18.00 | 18.00 | 18.00 | 18.00 | 18.00 | 18.00 | 19.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 21.00 | 22.00 | 22.00 | 22.00 |
| Motokar/Moto/Motocarga | 0.00 | 7.00 | 7.00 | 7.00 | 7.00 | 7.00 | 7.00 | 7.00 | 7.00 | 7.00 | 7.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 |
| Automóvil | 0.00 | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 |
| Station Wagon | 0.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 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 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 5.00 | 5.00 | 5.00 |
| Combi | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Camión (2E) | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Camión (3E) | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| IMD TOTAL | 141.00 | 159.00 | 159.00 | 162.00 | 163.00 | 164.00 | 166.00 | 169.00 | 169.00 | 172.00 | 172.00 | 174.00 | 176.00 | 179.00 | 180.00 | 182.00 | 182.00 | 186.00 | 189.00 | 190.00 | 191.00 |

| | | |
|---|--|--------------------------------|
|  | GUÍA SIMPLIFICADA CAMINOS VECINALES- ANÁLISIS COSTO BENEFICIO | OPCVLI652- GSCV-006 |
| | ALTERNATIVAS DE PAVIMENTO | |

3. ANÁLISIS DE OFERTA

3.1 SITUACIÓN ACTUAL - RESULTADO DE LA VISITA DE CAMPO

Condiciones Iniciales del Proyecto

SUPERFICIE
TIPOLOGÍA

Sin Afirmar
LLANA

INVENTARIO VIAL

| CARRETERA | TRAMO I |
|---|-------------------|
| 1. Características de la Vía y Pavimento | |
| Longitud (km) | 3.47 |
| Tipo de Material de Superficie | Tierra - afirmado |
| Ancho de Calzada (m) | 6.00 |
| Estado de Conservación | Regular |
| Pendiente (%) | 3.00 |
| Bombeo | No |
| Nº. De canteras | 01 |
| Nº de Plazoletas de Paso | 02 |
| Señalización | No |

4. BALANCE OFERTA - DEMANDA

ALTERNATIVA TÉCNICA DE SOLUCIÓN 1

| Camino Vecinal | TRAMO I. e=20 cm |
|---|------------------|
| 1. Características de la Vía y Pavimento | |
| Longitud (km) | 3.47 |
| Tipo de pavimento | Flexible |

| | | |
|---|--|--------------------------------|
|  | GUÍA SIMPLIFICADA CAMINOS VECINALES- ANÁLISIS COSTO BENEFICIO | OPCVLI652- GSCV-007 |
| | ALTERNATIVAS DE PAVIMENTO | |

ALTERNATIVA TÉCNICA DE SOLUCIÓN 2

| | |
|---|--------|
| Camino Vecinal | |
| 1. Características de la Vía y Pavimento | |
| Longitud (km) | 3.47 |
| Tipo de pavimento | Rígido |

ALTERNATIVA TÉCNICA DE SOLUCIÓN 3

| | |
|---|------------|
| Camino Vecinal | |
| 1. Características de la Vía y Pavimento | |
| Longitud (km) | 3.47 |
| Tipo de pavimento | Articulado |

| | | |
|---|--|--------------------------------|
|  | GUÍA SIMPLIFICADA CAMINOS VECINALES- ANÁLISIS COSTO BENEFICIO | OPCVLI652- GSCV-008 |
| | ALTERNATIVAS DE PAVIMENTO | |

b) Costos en la Situación "Con Proyecto"
PRESUPUESTO DE OBRA POR ALTERNATIVA
LOCALIDAD A - LOCALIDAD B.

(En Nuevos Soles)

| Concepto | Alternativas | | |
|--|-------------------------------------|-----------------------------------|--|
| | Alternativa 1 Pavimento Flexible | Alternativa 2 Pavimento Rígido | Alternativa 3 Pavimento Articulado |
| Obras Provisionales | 45,934.02 | S/45,934.02 | 45,934.02 |
| Trabajos preliminares | 76,825.80 | S/76,825.80 | S/76,825.80 |
| Movimientos de tierras | 175,533.42 | S/175,533.42 | S/175,533.42 |
| Afirmados | 596,650.19 | S/357,990.11 | S/484,957.28 |
| Eliminación de material excedente | 211,364.64 | S/211,364.64 | S/211,364.64 |
| Pavimento | 1,321,507.86 | S/2,190,220.49 | S/1,610,218.80 |
| Señalización en pintura | 15,727.78 | S/15,727.78 | S/15,727.78 |
| Costos Directos | 2,443,543.71 | 3,073,596.26 | 2,620,561.73 |
| Gastos Generales 10% | 244,354.37 | 307,359.63 | 262,056.17 |
| Utilidad 5% | 122,177.19 | 153,679.81 | 131,028.09 |
| Sub Total General | 2,810,075.26 | 3,534,635.70 | 3,013,645.99 |
| IGV 18% | 505,813.55 | 636,234.43 | 542,456.28 |
| Presupuesto de Obra | 3,315,888.81 | 4,170,870.12 | 3,556,102.27 |
| Supervisión de Obra | 49,738.33 | 62,563.05 | 53,341.53 |
| Total de Inversión | 3,365,627.14 | 4,233,433.17 | 3,609,443.80 |
| Costo US\$ | 909,628.96 | 1,144,171.13 | 975,525.35 |
| Costo US\$/Km | 262,140.91 | 329,732.31 | 281,131.23 |
| Mantenimiento Rutinario C/P- (S/) | 15,858.09 | 21,902.20 | 24,153.28 |
| Mantenimiento Periodico C/P- (S/) | 33,668.44 | 43,804.41 | 48,306.56 |

| | |
|--|------------------|
| Mantenimiento Rutinario S/P- (S/) | 26,099.23 |
| Mantenimiento Periódico S/P- (S/) | 48,103.45 |

| | | |
|---|--|--------------------------------|
|  | GUÍA SIMPLIFICADA CAMINOS VECINALES- ANÁLISIS COSTO BENEFICIO | OPCVLI652- GSCV-009 |
| | ALTERNATIVAS DE PAVIMENTO | |

5. Precios Sociales

Factores de Conversión

| Obras | Factor |
|---------------------------|--------|
| Inversión | 0.79 |
| Mantenimiento y Operación | 0.75 |

**Fuente: Guía Metodológica
Simplificada**

| | |
|-----------------------|------|
| Tipo de Cambio | 3.70 |
|-----------------------|------|

**Fuente: Banco Central de Reserva
del Perú**

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

**a) Costos de inversión y mantenimiento a precios
sociales**

| | | |
|---|--|--------------------------------|
|  | GUÍA SIMPLIFICADA CAMINOS VECINALES- ANÁLISIS COSTO BENEFICIO | OPCVLI652- GSCV-010 |
| | ALTERNATIVAS DE PAVIMENTO | |

| Año | Sin Proyecto Costos de Mantenimiento | Alternativa 1 | | Alternativa 2 | | Alternativa 3 | |
|-----|--|---------------|------------------|---------------|------------------|---------------|------------------|
| | | Inversión | Mantenimiento* | Inversión | Mantenimiento* | Inversión | Mantenimiento* |
| 0 | | 3,365,627 | 0 | 4,233,433 | 0 | 3,609,443.80 | |
| 1 | 26,099.23 | | 15,858.09 | | 21,902.20 | | 24,153.28 |
| 2 | 26,099.23 | | 15,858.09 | | 21,902.20 | | 24,153.28 |
| 3 | 26,099.23 | | 15,858.09 | | 21,902.20 | | 24,153.28 |
| 4 | 26,099.23 | | 15,858.09 | | 21,902.20 | | 24,153.28 |
| 5 | 48,103.45 | | 33,668.44 | | 43,804.41 | | 48,306.56 |
| 6 | 26,099.23 | | 15,858.09 | | 21,902.20 | | 24,153.28 |
| 7 | 26,099.23 | | 15,858.09 | | 21,902.20 | | 24,153.28 |
| 8 | 26,099.23 | | 15,858.09 | | 21,902.20 | | 24,153.28 |
| 9 | 26,099.23 | | 15,858.09 | | 21,902.20 | | 21,902.20 |
| 10 | 48,103.45 | | 33,668.44 | | 43,804.41 | | 48,306.56 |
| 11 | 26,099.23 | | 15,858.09 | | 21,902.20 | | 24,153.28 |
| 12 | 26,099.23 | | 15,858.09 | | 21,902.20 | | 24,153.28 |
| 13 | 26,099.23 | | 15,858.09 | | 21,902.20 | | 24,153.28 |
| 14 | 26,099.23 | | 15,858.09 | | 21,902.20 | | 24,153.28 |
| 15 | 48,103.45 | | 33,668.44 | | 43,804.41 | | 48,306.56 |
| 16 | 26,099.23 | | 15,858.09 | | 21,902.20 | | 24,153.28 |
| 17 | 26,099.23 | | 15,858.09 | | 21,902.20 | | 24,153.28 |
| 18 | 26,099.23 | | 15,858.09 | | 21,902.20 | | 24,153.28 |
| 19 | 26,099.23 | | 15,858.09 | | 21,902.20 | | 24,153.28 |
| 20 | 48,103.45 | | 33,668.44 | | 43,804.41 | | 48,306.56 |

| | | |
|---|--|--------------------------------|
|  | GUÍA SIMPLIFICADA CAMINOS VECINALES- ANÁLISIS COSTO BENEFICIO | OPCVLI652- GSCV-014 |
| | ALTERNATIVAS DE PAVIMENTO | |

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

| A | Sin Proyecto Costos de Mantenimiento | Alternativa 1 | | Alternativa 2 | | Alternativa 3 | |
|----|--|---------------|---------------|---------------|---------------|------------------|-------------------|
| | | Inversión | Mantenimiento | Inversión | Mantenimiento | Inversión | Mantenimien to |
| 0 | | 2,658,845.44 | 0 | 3,344,412.21 | 0 | 2,851,460.6 0 | |
| 1 | 19,574.43 | | 11,893.57 | | 16,426.65 | | 18,114.96 |
| 2 | 19,574.43 | | 11,893.57 | | 16,426.65 | | 18,114.96 |
| 3 | 19,574.43 | | 11,893.57 | | 16,426.65 | | 18,114.96 |
| 4 | 19,574.43 | | 11,893.57 | | 16,426.65 | | 18,114.96 |
| 5 | 36,077.59 | | 25,251.33 | | 32,853.31 | | 36,229.92 |
| 6 | 19,574.43 | | 11,893.57 | | 16,426.65 | | 18,114.96 |
| 7 | 19,574.43 | | 11,893.57 | | 16,426.65 | | 18,114.96 |
| 8 | 19,574.43 | | 11,893.57 | | 16,426.65 | | 18,114.96 |
| 9 | 19,574.43 | | 11,893.57 | | 16,426.65 | | 16,426.65 |
| 10 | 36,077.59 | | 25,251.33 | | 32,853.31 | | 36,229.92 |
| 11 | 19,574.43 | | 11,893.57 | | 16,426.65 | | 18,114.96 |
| 12 | 19,574.43 | | 11,893.57 | | 16,426.65 | | 18,114.96 |
| 13 | 19,574.43 | | 11,893.57 | | 16,426.65 | | 18,114.96 |
| 14 | 19,574.43 | | 11,893.57 | | 16,426.65 | | 18,114.96 |
| 15 | 36,077.59 | | 25,251.33 | | 32,853.31 | | 36,229.92 |
| 16 | 19,574.43 | | 11,893.57 | | 16,426.65 | | 18,114.96 |
| 17 | 19,574.43 | | 11,893.57 | | 16,426.65 | | 18,114.96 |
| 18 | 19,574.43 | | 11,893.57 | | 16,426.65 | | 18,114.96 |
| 19 | 19,574.43 | | 11,893.57 | | 16,426.65 | | 18,114.96 |
| 20 | 36,077.59 | | 25,251.33 | | 32,853.31 | | 36,229.92 |

| | | |
|---|--|--------------------------------|
|  | GUÍA SIMPLIFICADA CAMINOS VECINALES- ANÁLISIS COSTO BENEFICIO | OPCVLI652- GSCV-015 |
| | ALTERNATIVAS DE PAVIMENTO | |

COSTOS INCREMENTALES
En Miles de Soles a Precios Sociales

| Año | Alternativa 1 | | Alternativa 2 | | Alternativa 3 | |
|-----|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | Inversión | Mantenimiento | Inversión | Mantenimiento | Inversión | Mantenimiento |
| 0 | 2,658,845 | | 3,344,412 | | 2,851,461 | |
| 1 | | -7,681 | | -3,148 | | -1,459 |
| 2 | | -7,681 | | -3,148 | | -1,459 |
| 3 | | -7,681 | | -3,148 | | -1,459 |
| 4 | | -7,681 | | -3,148 | | -1,459 |
| 5 | | -10,826 | | -3,224 | | 152 |
| 6 | | -7,681 | | -3,148 | | -1,459 |
| 7 | | -7,681 | | -3,148 | | -1,459 |
| 8 | | -7,681 | | -3,148 | | -1,459 |
| 9 | | -7,681 | | -3,148 | | -3,148 |
| 10 | | -10,826 | | -3,224 | | 152 |
| 11 | | -7,681 | | -3,148 | | -1,459 |
| 12 | | -7,681 | | -3,148 | | -1,459 |
| 13 | | -7,681 | | -3,148 | | -1,459 |
| 14 | | -7,681 | | -3,148 | | -1,459 |
| 15 | | -10,826 | | -3,224 | | 152 |
| 16 | | -7,681 | | -3,148 | | -1,459 |
| 17 | | -7,681 | | -3,148 | | -1,459 |
| 18 | | -7,681 | | -3,148 | | -1,459 |
| 19 | | -7,681 | | -3,148 | | -1,459 |
| 20 | -664,711 | -10,826 | -836,103 | -3,224 | -712,865 | 152 |

| | | |
|---|--|--------------------------------|
|  | GUÍA SIMPLIFICADA CAMINOS VECINALES- ANÁLISIS COSTO BENEFICIO | OPCVLI652- GSCV-016 |
| | ALTERNATIVAS DE PAVIMENTO | |

6. EVALUACIÓN

Cálculo de Beneficios

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

$$B_{cov} = COV_{sp} - COV_{cp}$$

Donde:

$$COV_{sp} = \begin{matrix} \text{Costo operativo vehicular total sin} \\ \text{proyecto} (*) \\ = \\ \text{Costo operativo vehicular total con} \\ \text{proyecto} (*) \\ = \end{matrix}$$

Nota: (*).COV_{sp} y COV_{cp} se obtienen de las Tablas del COV del MTC

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

| Escenario | Región | Tipología | Superficie | E | Auto | Camioneta | Bus Mediano | Bus Grande | Cam. 2E | Cam.3 E | Articulado |
|--------------|--------|-----------|------------|---|--------------|-----------|-------------|------------|--------------|--------------|------------|
| Sin Proyecto | Sierra | L | TRO | M | 0.564 213 | 0.49062 | 1.123875 | 1.040625 | 2.022 975 | 2.2727 25 | 2.4309 |
| Con Proyecto | sierra | L | ASF | B | 0.26 | 0.29 | 0.56 | 0.65 | 0.71 | 0.97 | 1.27 |

| Tipo de Vehículo | Sin Proyecto | Con Proyecto | | |
|------------------------|--------------|--------------|----------|----------|
| | | Alter. 1 | Alter. 2 | Alter. 3 |
| Motokar/Moto/Motocarga | 0.56 | 0.26 | 0.26 | 0.26 |
| Automóvil | 0.56 | 0.26 | 0.26 | 0.26 |
| Station Wagon | 0.49 | 0.29 | 0.29 | 0.29 |
| Camioneta Pick Up | 0.49 | 0.29 | 0.29 | 0.29 |
| Combi | 2.02 | 0.71 | 0.71 | 0.71 |
| Camión (2E) | 2.27 | 0.97 | 0.97 | 0.97 |
| Camión (3E) | 2.43 | 1.27 | 1.27 | 1.27 |
| Tráiler 2T2 | 2.43 | 1.27 | 1.27 | 1.27 |

| | | |
|---|--|--------------------------------|
|  | GUÍA SIMPLIFICADA CAMINOS VECINALES- ANÁLISIS COSTO BENEFICIO | OPCVLI652- GSCV-017 |
| | ALTERNATIVAS DE PAVIMENTO | |

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 | 525,574.07 | 229,918.66 | 31,236.16 | 229918.66 | 31,236.16 | 229918.66 | 31,236.16 |
| 2 | 525,574.07 | 229,918.66 | 31,236.16 | 229918.66 | 31,236.16 | 229918.66 | 31,236.16 |
| 3 | 539,997.40 | 235,802.16 | 31,236.16 | 235802.16 | 31,236.16 | 235802.16 | 31,236.16 |
| 4 | 539,997.40 | 235,802.16 | 31,236.16 | 235802.16 | 31,236.16 | 235802.16 | 31,236.16 |
| 5 | 542,641.44 | 237,028.37 | 31,236.16 | 237028.37 | 31,236.16 | 237028.37 | 31,236.16 |
| 6 | 547,239.76 | 239,710.73 | 31,236.16 | 239710.73 | 31,236.16 | 239710.73 | 31,236.16 |
| 7 | 570,755.70 | 250,183.01 | 31,236.16 | 250183.01 | 31,236.16 | 250183.01 | 31,236.16 |
| 8 | 570,755.70 | 250,183.01 | 31,236.16 | 250183.01 | 31,236.16 | 250183.01 | 31,236.16 |
| 9 | 575,698.89 | 252,750.40 | 31,236.16 | 252750.40 | 31,236.16 | 252750.40 | 31,236.16 |
| 10 | 575,698.89 | 252,750.40 | 31,236.16 | 252750.40 | 31,236.16 | 252750.40 | 31,236.16 |
| 11 | 576,431.30 | 251,362.76 | 32,462.38 | 251362.76 | 32,462.38 | 251362.76 | 32,462.38 |
| 12 | 578,730.46 | 252,703.93 | 33,803.56 | 252703.93 | 33,803.56 | 252703.93 | 33,803.56 |
| 13 | 583,673.65 | 255,271.33 | 33,803.56 | 255271.33 | 33,803.56 | 255271.33 | 33,803.56 |
| 14 | 585,972.81 | 256,612.51 | 33,803.56 | 256612.51 | 33,803.56 | 256612.51 | 33,803.56 |
| 15 | 598,096.98 | 261,154.82 | 33,803.56 | 261154.82 | 33,803.56 | 261154.82 | 33,803.56 |
| 16 | 598,096.98 | 261,154.82 | 33,803.56 | 261154.82 | 33,803.56 | 261154.82 | 33,803.56 |
| 17 | 613,690.70 | 268,286.73 | 38,368.07 | 268286.73 | 38,368.07 | 268286.73 | 38,368.07 |
| 18 | 623,170.84 | 271,602.83 | 41,684.16 | 271602.83 | 41,684.16 | 271602.83 | 41,684.16 |
| 19 | 625,814.87 | 272,829.04 | 41,684.16 | 272829.04 | 41,684.16 | 272829.04 | 41,684.16 |
| 20 | 628,114.03 | 274,170.22 | 41,684.16 | 274170.22 | 41,684.16 | 274170.22 | 41,684.16 |

| | | |
|---|--|--------------------------------|
|  | GUÍA SIMPLIFICADA CAMINOS VECINALES- ANÁLISIS COSTO BENEFICIO | OPCVLI652- GSCV-018 |
| | ALTERNATIVAS DE PAVIMENTO | |

Beneficios Incrementales

En Soles a Precios Sociales

| Año | Alternativa 1 | Alternativa 2 | Alternativa 3 |
|-----|---------------|---------------|---------------|
| 0 | | | |
| 1 | 311,273.49 | 311273.49 | 311273.49 |
| 2 | 311,273.49 | 311273.49 | 311273.49 |
| 3 | 319,813.33 | 319813.33 | 319813.33 |
| 4 | 319,813.33 | 319813.33 | 319813.33 |
| 5 | 321,231.14 | 321231.14 | 321231.14 |
| 6 | 323,147.11 | 323147.11 | 323147.11 |
| 7 | 336,190.77 | 336190.77 | 336190.77 |
| 8 | 336,190.77 | 336190.77 | 336190.77 |
| 9 | 338,566.57 | 338566.57 | 338566.57 |
| 10 | 338,566.57 | 338566.57 | 338566.57 |
| 11 | 341,299.73 | 341299.73 | 341299.73 |
| 12 | 342,928.30 | 342928.30 | 342928.30 |
| 13 | 345,304.10 | 345304.10 | 345304.10 |
| 14 | 346,262.08 | 346262.08 | 346262.08 |
| 15 | 353,843.94 | 353843.94 | 353843.94 |
| 16 | 353,843.94 | 353843.94 | 353843.94 |
| 17 | 364,588.01 | 364588.01 | 364588.01 |
| 18 | 372,410.10 | 372410.10 | 372410.10 |
| 19 | 373,827.91 | 373827.91 | 373827.91 |
| 20 | 374,785.89 | 374785.89 | 374785.89 |

| | | |
|---|--|--------------------------------|
|  | GUÍA SIMPLIFICADA CAMINOS VECINALES- ANÁLISIS COSTO BENEFICIO | OPCVLI652- GSCV-019 |
| | ALTERNATIVAS DE PAVIMENTO | |

EVALUACIÓN ECONÓMICA

La metodología de evaluación para PIP de mejoramiento es la de
COSTO/BENEFICIO

EVALUACIÓN ECONÓMICA - ALTERNATIVA 1 (En Nuevos Soles)

| Año | Inversión | Costo de Operación y Mantenimiento | Beneficios | Flujo Neto |
|-----|--------------|--|------------|---------------|
| 0 | 2,658,845.44 | | | -2,658,845.44 |
| 1 | | -7,680.85 | 311,273.49 | 318,954.3 |
| 2 | | -7,680.85 | 311,273.49 | 318,954.34 |
| 3 | | -7,680.85 | 319,813.33 | 327,494.18 |
| 4 | | -7,680.85 | 319,813.33 | 327,494.18 |
| 5 | | -10,826.26 | 321,231.14 | 332,057.40 |
| 6 | | -7,680.85 | 323,147.11 | 330,827.97 |
| 7 | | -7,680.85 | 336,190.77 | 343,871.63 |
| 8 | | -7,680.85 | 336,190.77 | 343,871.63 |
| 9 | | -7,680.85 | 338,566.57 | 346,247.43 |
| 10 | | -10,826.26 | 338,566.57 | 349,392.83 |
| 11 | | -7,680.85 | 341,299.73 | 348,980.58 |
| 12 | | -7,680.85 | 342,928.30 | 350,609.16 |
| 13 | | -7,680.85 | 345,304.10 | 352,984.96 |
| 14 | | -7,680.85 | 346,262.08 | 353,942.94 |
| 15 | | -10,826.26 | 353,843.94 | 364,670.20 |
| 16 | | -7,680.85 | 353,843.94 | 361,524.79 |
| 17 | | -7,680.85 | 364,588.01 | 372,268.86 |
| 18 | | -7,680.85 | 372,410.10 | 380,090.95 |
| 19 | | -7,680.85 | 373,827.91 | 381,508.77 |
| 20 | -664,711.36 | -10,826.26 | 374,785.89 | 1,050,323.51 |

Tasa de Descuento: 10.00%

VAN 331,776.14

TIR 11.64%

| | | |
|---|--|--------------------------------|
|  | GUÍA SIMPLIFICADA CAMINOS VECINALES- ANÁLISIS COSTO BENEFICIO | OPCVLI652- GSCV-020 |
| | ALTERNATIVAS DE PAVIMENTO | |

EVALUACIÓN ECONÓMICA

La metodología de evaluación para PIP de mejoramiento es la de
COSTO/BENEFICIO

EVALUACIÓN ECONÓMICA - ALTERNATIVA 2 (En Nuevos Soles)

| Año | Inversión | Costo de Operación y Mantenimiento | Beneficios | Flujo Neto |
|-----|--------------|------------------------------------|------------|---------------|
| 0 | 3,344,412.21 | | | -3,344,412.21 |
| 1 | | -3,147.77 | 311,273.49 | 314,421.3 |
| 2 | | -3,147.77 | 311,273.49 | 314,421.26 |
| 3 | | -3,147.77 | 319,813.33 | 322,961.10 |
| 4 | | -3,147.77 | 319,813.33 | 322,961.10 |
| 5 | | -3,224.28 | 321,231.14 | 324,455.42 |
| 6 | | -3,147.77 | 323,147.11 | 326,294.88 |
| 7 | | -3,147.77 | 336,190.77 | 339,338.54 |
| 8 | | -3,147.77 | 336,190.77 | 339,338.54 |
| 9 | | -3,147.77 | 338,566.57 | 341,714.34 |
| 10 | | -3,224.28 | 338,566.57 | 341,790.85 |
| 11 | | -3,147.77 | 341,299.73 | 344,447.50 |
| 12 | | -3,147.77 | 342,928.30 | 346,076.07 |
| 13 | | -3,147.77 | 345,304.10 | 348,451.87 |
| 14 | | -3,147.77 | 346,262.08 | 349,409.86 |
| 15 | | -3,224.28 | 353,843.94 | 357,068.22 |
| 16 | | -3,147.77 | 353,843.94 | 356,991.71 |
| 17 | | -3,147.77 | 364,588.01 | 367,735.78 |
| 18 | | -3,147.77 | 372,410.10 | 375,557.87 |
| 19 | | -3,147.77 | 373,827.91 | 376,975.68 |
| 20 | -836,103.05 | -3,224.28 | 374,785.89 | 1,214,113.23 |

VAN -371,186.6

TIR 8.49%

| | | |
|---|--|--------------------------------|
|  | GUÍA SIMPLIFICADA CAMINOS VECINALES- ANÁLISIS COSTO BENEFICIO | OPCVLI652- GSCV-021 |
| | ALTERNATIVAS DE PAVIMENTO | |

EVALUACIÓN ECONÓMICA

La metodología de evaluación para PIP de mejoramiento es la de
COSTO/BENEFICIO

EVALUACIÓN ECONÓMICA - ALTERNATIVA 3 (En Nuevos Soles)

| Año | Inversión | Costo de Operación y Mantenimiento | Beneficios | Flujo Neto |
|-----|--------------|--|------------|---------------|
| 0 | 2,851,460.60 | | | -2,851,460.60 |
| 1 | | -1,459.46 | 311,273.5 | 312,733.0 |
| 2 | | -1,459.46 | 311,273.49 | 312,732.95 |
| 3 | | -1,459.46 | 319,813.33 | 321,272.79 |
| 4 | | -1,459.46 | 319,813.33 | 321,272.79 |
| 5 | | 152.34 | 321,231.14 | 321,078.81 |
| 6 | | -1,459.46 | 323,147.11 | 324,606.58 |
| 7 | | -1,459.46 | 336,190.77 | 337,650.24 |
| 8 | | -1,459.46 | 336,190.77 | 337,650.24 |
| 9 | | -3,147.77 | 338,566.57 | 341,714.34 |
| 10 | | 152.34 | 338,566.57 | 338,414.24 |
| 11 | | -1,459.46 | 341,299.73 | 342,759.19 |
| 12 | | -1,459.46 | 342,928.30 | 344,387.77 |
| 13 | | -1,459.46 | 345,304.10 | 346,763.57 |
| 14 | | -1,459.46 | 346,262.08 | 347,721.55 |
| 15 | | 152.34 | 353,843.94 | 353,691.60 |
| 16 | | -1,459.46 | 353,843.94 | 355,303.40 |
| 17 | | -1,459.46 | 364,588.01 | 366,047.47 |
| 18 | | -1,459.46 | 372,410.10 | 373,869.56 |
| 19 | | -1,459.46 | 373,827.91 | 375,287.38 |
| 20 | -712,865.15 | 152.34 | 374,785.89 | 1,087,498.71 |

Tasa de Descuento: 10.00%

VAN 87,434.6

TIR 10.41%

7.14 Anexo 14-Prueba de Hipótesis

ONEWAY Costos_de_Mantenimiento BY Alternativas_Pavimentacion

/STATISTICS DESCRIPTIVES

/MISSING ANALYSIS

/POSTHOC=TUKEY ALPHA(0.05).

ANOVA de un factor

Notas

| | | |
|-------------------------------------|--------------------------------------|---|
| Resultados creados | | 27-JUL-2024 16:22:11 |
| Comentarios | | |
| Entrada | Conjunto de datos activo | Conjunto_de_datos0 |
| | Filtro | <ninguno> |
| | Peso | <ninguno> |
| | Dividir archivo | <ninguno> |
| | Núm. de filas del archivo de trabajo | 80 |
| Tratamiento de los valores perdidos | Definición de los valores perdidos | Los valores perdidos definidos por el usuario serán tratados como perdidos. Los estadísticos de cada análisis se basan en los casos sin datos perdidos para cualquier variable en el análisis. |
| | Casos utilizados | ONEWAY Costos_de_Mantenimiento BY Alternativas_Pavimentacion |
| Sintaxis | | /STATISTICS DESCRIPTIVES /MISSING ANALYSIS /POSTHOC=TUKEY ALPHA(0.05). |
| Recursos | Tiempo de procesador | 00:00:00.02 |
| | Tiempo transcurrido | 00:00:00.08 |

[Conjunto_de_datos0]

Descriptivos

Costos_de_Mantenimiento

| | N | Media | Desviación típica | Error típico | Intervalo de confianza para la media al 95% |
|---------------------------------------|----|------------|-------------------|--------------|---|
| | | | | | Límite inferior |
| Sin Alternativa de pavimentación | 20 | 22875,0620 | 6772,75396 | 1514,43383 | 19705,3156 |
| Alternativo 01 - Pavimento Flexible | 20 | 14565,1220 | 5481,90904 | 1225,79213 | 11999,5096 |
| Alternativo 02 - Pavimento rígido | 20 | 19711,9820 | 6741,35902 | 1507,41370 | 16556,9289 |
| Alternativo 03 - Pavimento articulado | 20 | 21653,5365 | 7486,92552 | 1674,12744 | 18149,5475 |
| Total | 80 | 19701,4256 | 7270,79914 | 812,90006 | 18083,3885 |

Descriptivos

Costos_de_Mantenimiento

| | Intervalo de confianza para la media al 95% | Mínimo | Máximo |
|--------------------------------------|---|----------|----------|
| | Límite superior | | |
| Sin Alternativa de pavimentación | 26044,8084 | 19574,43 | 36077,59 |
| Alternativo 01 -Pavimento Flexible | 17130,7344 | 11893,57 | 25251,33 |
| Alternativo 02 -Pavimento rígido | 22867,0351 | 16426,65 | 32853,31 |
| Alternativo 03 -Pavimento articulado | 25157,5255 | 16426,65 | 36229,92 |
| Total | 21319,4627 | 11893,57 | 36229,92 |

ANOVA de un factor

Costos_de_Mantenimiento

| | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|--------------|-------------------|----|------------------|-------|------|
| Inter grupos | 805288621,485 | 3 | 268429540,495 | 6,052 | ,001 |
| Intragrupo | 3371008464,004 | 76 | 44355374,526 | | |
| Total | 4176297085,489 | 79 | | | |

Pruebas post hoc
Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Costos_de_Mantenimiento

HSD de Tukey

| (I) | (J) | Diferencia de medias (I-J) | Error típico | Sig. |
|---------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------|--------------|------|
| Alternativas_Pavimentacion | Alternativas_Pavimentacion | | | |
| Sin Alternativa de pavimentación | Alternativo 01 -Pavimento Flexible | 8309,94000* | 2106,07157 | ,001 |
| | Alternativo 02 -Pavimento rígido | 3163,08000 | 2106,07157 | ,441 |
| | Alternativo 03 -Pavimento articulado | 1221,52550 | 2106,07157 | ,938 |
| | Sin Alternativa de pavimentación | -8309,94000* | 2106,07157 | ,001 |
| Alternativo 01 -Pavimento Flexible | Alternativo 02 -Pavimento rígido | -5146,86000 | 2106,07157 | ,077 |
| | Alternativo 03 -Pavimento articulado | -7088,41450* | 2106,07157 | ,006 |
| | Sin Alternativa de pavimentación | -3163,08000 | 2106,07157 | ,441 |
| | Alternativo 02 -Pavimento rígido | 5146,86000 | 2106,07157 | ,077 |
| Alternativo 02 -Pavimento rígido | Alternativo 01 -Pavimento Flexible | -5146,86000 | 2106,07157 | ,077 |
| | Alternativo 03 -Pavimento articulado | -1941,55450 | 2106,07157 | ,793 |
| | Sin Alternativa de pavimentación | -1221,52550 | 2106,07157 | ,938 |
| | Alternativo 01 -Pavimento Flexible | 7088,41450* | 2106,07157 | ,006 |
| Alternativo 03 - Pavimento articulado | Alternativo 02 -Pavimento rígido | 1941,55450 | 2106,07157 | ,793 |

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Costos_de_Mantenimiento

HSD de Tukey

| (I) Alternativas_Pavimentacion | (J) Alternativas_Pavimentacion | Intervalo de confianza al 95% | |
|--------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|-----------------|
| | | Límite inferior | Límite superior |
| Sin Alternativa de pavimentación | Alternativo 01 -Pavimento Flexible | 2777,7181* | 13842,1619 |
| | Alternativo 02 -Pavimento rígido | -2369,1419 | 8695,3019 |
| | Alternativo 03 -Pavimento articulado | -4310,6964 | 6753,7474 |
| | Sin Alternativa de pavimentación | -13842,1619* | -2777,7181 |
| Alternativo 01 -Pavimento Flexible | Alternativo 02 -Pavimento rígido | -10679,0819 | 385,3619 |
| | Alternativo 03 -Pavimento articulado | -12620,6364* | -1556,1926 |
| | Sin Alternativa de pavimentación | -8695,3019 | 2369,1419 |
| | Alternativo 02 -Pavimento rígido | -385,3619 | 10679,0819 |
| Alternativo 02 -Pavimento rígido | Alternativo 01 -Pavimento Flexible | -7473,7764 | 3590,6674 |
| | Alternativo 03 -Pavimento articulado | -6753,7474 | 4310,6964 |
| | Sin Alternativa de pavimentación | -6753,7474 | 4310,6964 |
| | Alternativo 01 -Pavimento Flexible | 1556,1926* | 12620,6364 |
| Alternativo 03 -Pavimento articulado | Alternativo 01 -Pavimento Flexible | 1556,1926* | 12620,6364 |
| | Alternativo 02 -Pavimento rígido | -3590,6674 | 7473,7764 |

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

7.15 Anexo 15-Tablas actualizadas para uso de Guía simplificada

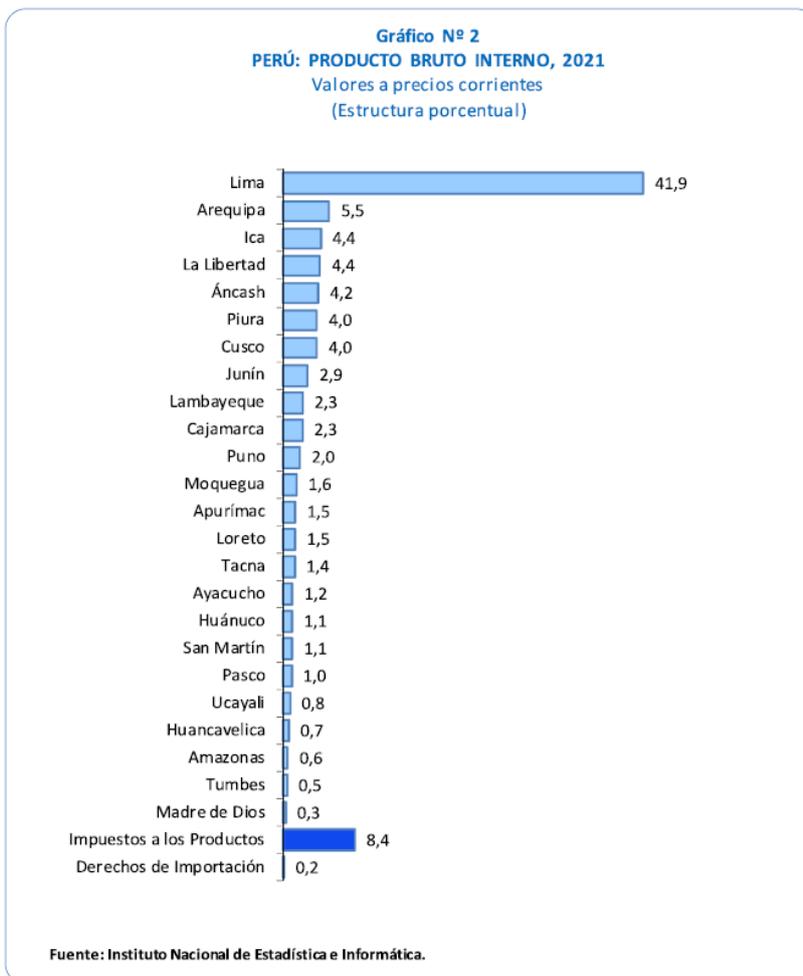
Factores de corrección de vehículos pesados por unidad de peaje - Promedio (2020)

HOJA A4. CF - Pesado

| Nº | Peaje | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Setiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre | Total |
|----|-----------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | | Pesados FC | Pesados FC | Pesados FC | Pesados FC | Pesados FC | Pesados FC | Pesados FC | Pesados FC | Pesados FC | Pesados FC | Pesados FC | Pesados FC | Pesados 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 | 0.9523 | 0.9768 | 1.0070 | 1.0080 | 1.0344 | 1.0000 |
| 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 | AYAVIRI | 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 | CAMAÑA | 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 | 1.0558 | 1.0441 | 0.9898 | 0.9287 | 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 | 0.9766 | 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 | CHALHUAPUQUIO | 1.0680 | 1.0692 | 1.0807 | 1.0683 | 1.0507 | 0.9933 | 0.9468 | 0.9321 | 0.9565 | 0.9463 | 0.9497 | 0.9399 | 1.0000 |
| 14 | CHICAMA | 0.9909 | 0.9874 | 1.0928 | 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 | 0.9396 | 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 | 1.0261 | 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 | 0.9624 | 1.0000 |
| 20 | CRUCE BAYOVAR | 0.9845 | 0.9606 | 1.0584 | 1.0655 | 1.0811 | 1.0361 | 1.0157 | 0.9821 | 1.0167 | 0.9774 | 0.9231 | 0.9028 | 1.0000 |
| 21 | CUCULI | 1.0419 | 1.0019 | 1.2043 | 1.1560 | 1.0848 | 0.9783 | 0.9812 | 0.9398 | 0.9207 | 0.9302 | 0.9384 | 0.9749 | 1.0000 |
| 22 | DESPIO OLMOS | 1.0470 | 1.0401 | 1.0986 | 1.0775 | 1.0933 | 1.0176 | 0.9808 | 0.9517 | 0.9827 | 0.9829 | 0.9403 | 0.9817 | 1.0000 |
| 23 | DESPIO 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 | HUACRAPUQUIO | 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 | 1.1416 | 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 | ILAVE | 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 | 0.9858 | 1.0162 | 1.0441 | 1.0554 | 1.0544 | 1.0480 | 1.0262 | 0.9755 | 0.9777 | 0.9697 | 0.9511 | 0.9478 | 1.0000 |
| 34 | LIMA LIRCA BAJA | 0.9981 | 1.1016 | 1.1995 | 1.2276 | 1.1103 | 1.0823 | 0.9596 | 0.9761 | 0.9483 | 0.9331 | 0.8987 | 0.8944 | 1.0000 |
| 35 | LIMBUJANA | 1.0995 | 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 | MAGUSANI | 1.0895 | 1.0802 | 1.0669 | 1.0219 | 1.0756 | 1.0209 | 0.9517 | 1.1741 | 0.9353 | 0.9179 | 0.9386 | 0.8390 | 1.0000 |
| 37 | MARCONA | 1.0430 | 1.0013 | 0.9583 | 1.0297 | 1.1134 | 1.0444 | 1.0480 | 1.0472 | 1.0260 | 0.9629 | 0.9465 | 0.9320 | 1.0000 |
| 38 | MATARANI | 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 | 0.9662 | 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 | 1.0358 | 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 | 0.8559 | 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 | 0.8916 | 0.9121 | 0.9504 | 1.0000 |
| 49 | PAMPA GALERA | 1.1056 | 1.0973 | 1.0952 | 1.0558 | 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 | 0.9298 | 0.9399 | 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 | PLANCON | 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 | 1.0335 | 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 | QUITILLA | 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 | RUMIPIACA | 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 | 0.8421 | 1.0128 | 1.0000 |
| 64 | SAN LORENZO | 1.6588 | 1.5639 | 1.3338 | 1.4442 | 1.0532 | 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 PASAMAYO | 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 | 1.0494 | 1.0018 | 1.2878 | 1.0911 | 1.0528 | 1.0231 | 0.9946 | 1.0306 | 1.0022 | 1.0652 | 0.9010 | 1.0000 |
| 70 | TAMBORGRANDE | 0.6024 | 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 | 1.0691 | 1.0064 | 1.0067 | 0.9966 | 1.0000 |
| 72 | TUNAN | 1.0648 | 1.0578 | 1.0849 | 1.0647 | 1.0341 | 0.9359 | 0.9355 | 0.9285 | 0.9763 | 0.9641 | 1.021 | | |

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 | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre | Total |
|----|----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|------------|---------|-----------|-----------|---------|
| | | Ligeros | Ligeros | Ligeros | Ligeros | Ligeros | Ligeros | Ligeros | Ligeros | Ligeros | Ligeros | Ligeros | Ligeros | Ligeros |
| | | FC | FC | FC | FC | FC | FC | FC | FC | FC | FC | FC | FC | 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 | GAMANA | 0.5958 | 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 | CARACOTO | 1.0517 | 0.9815 | 1.0978 | 1.0548 | 1.0540 | 1.0469 | 0.9914 | 0.8786 | 0.9962 | 0.9920 | 0.9977 | 0.8997 | 1.0000 |
| 9 | CASMAPACRA | 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 | 0.8270 | 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 | 1.0394 | 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 | COCONA | 1.1024 | 1.1641 | 1.3033 | 1.0335 | 0.9767 | 1.0411 | 0.7767 | 0.8755 | 1.0143 | 1.0135 | 1.1663 | 1.0001 | 1.0000 |
| 20 | CRUCE BAYOVAR | 0.8734 | 0.8855 | 1.1136 | 1.1087 | 1.1470 | 1.1828 | 0.8641 | 0.8783 | 1.1469 | 1.0024 | 1.0777 | 0.7715 | 1.0000 |
| 21 | CUCULLI | 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 | 0.8986 | 0.9119 | 1.1837 | 1.1022 | 1.1702 | 0.7936 | 1.0000 |
| 27 | HUACRAPUQUIO | 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 | HUARMAY | 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 | 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 |
| 30 | MOYCE | 1.0115 | 1.0115 | 1.0115 | 1.0115 | 1.0115 | 1.0115 | 1.0115 | 1.0115 | 1.0115 | 1.0115 | 1.0115 | 1.0115 | 1.0115 |
| 31 | MONTALVO | 0.9256 | 0.8896 | 1.0507 | 1.0351 | 1.0336 | 1.1014 | 1.0261 | 0.9905 | 1.0447 | 1.0608 | 0.9346 | 0.9658 | 1.0000 |
| 32 | ILAVE | 1.0111 | 0.9584 | 1.0360 | 1.0136 | 1.0677 | 1.1613 | 0.9700 | 0.7834 | 1.0335 | 1.0501 | 1.1248 | 0.9861 | 1.0000 |
| 33 | 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 |
| 34 | 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 |
| 35 | LOMA LARGA BAJA | 1.0231 | 1.2771 | 1.3671 | 1.2848 | 1.1408 | 1.0369 | 0.8267 | 0.8925 | 0.9064 | 0.9247 | 0.8925 | 0.8752 | 1.0000 |
| 36 | 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 |
| 37 | 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 |
| 38 | MARCONA | 0.9525 | 0.9039 | 0.9952 | 1.0106 | 1.0911 | 1.0595 | 1.0346 | 1.0232 | 1.0372 | 1.0290 | 0.9989 | 0.9111 | 1.0000 |
| 39 | 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 |
| 40 | 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 |
| 41 | MORCE | 1.0115 | 1.0115 | 1.0115 | 1.0115 | 1.0115 | 1.0115 | 1.0115 | 1.0115 | 1.0115 | 1.0115 | 1.0115 | 1.0115 | 1.0115 |
| 42 | MORROPPE | 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 | MOYORAMBA | 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 | 1.0975 | 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 | 0.9868 | 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 | QUILLIJA | 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 | RUMICACCA | 1.0517 | 0.9112 | 0.9934 | 0.9745 | 1.2133 | 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 LUCIA | 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 PASAMAY | 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 | TOWASIRI | 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 | | | | | | |



El Producto Bruto Interno per cápita de la economía a valores constantes del año 2021, se incrementó en 12,0%. El departamento que registró la tasa más alta de crecimiento anual fue: Ica con 22,5%, le siguen Pasco (19,8%), Junín (14,5%), Lambayeque (14,1%), Áncash (13,8%), Lima (12,4%) y Puno (12,0%), entre los principales.

Cuadro 07
PERÚ: TASA DE CRECIMIENTO PROMEDIO ANUAL DE LA POBLACIÓN CENSADA, SEGÚN
DEPARTAMENTO, 1940 - 2017
(Porcentaje)

| Departamento | 1940-1961 | 1961-1972 | 1972-1981 | 1981-1993 | 1993-2007 | 2007-2017 |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Total | 2,2 | 2,9 | 2,5 | 2,2 | 1,5 | 0,7 |
| Amazonas | 2,9 | 4,6 | 3,0 | 2,4 | 0,8 | 0,1 |
| Áncash | 1,5 | 2,0 | 1,4 | 1,2 | 0,8 | 0,2 |
| Apurímac | 0,5 | 0,6 | 0,5 | 1,4 | 0,4 | 0,0 |
| Arequipa | 1,9 | 2,9 | 3,2 | 2,2 | 1,6 | 1,8 |
| Ayacucho | 0,6 | 1,0 | 1,1 | -0,2 | 1,5 | 0,1 |
| Cajamarca | 2,0 | 1,9 | 1,2 | 1,7 | 0,7 | -0,3 |
| Prov. Const. del Callao | 4,6 | 3,8 | 3,6 | 3,1 | 2,2 | 1,2 |
| Cusco | 1,1 | 1,4 | 1,7 | 1,8 | 0,9 | 0,3 |
| Huancavelica | 1,0 | 0,8 | 0,5 | 0,9 | 1,2 | -2,7 |
| Huánuco | 1,6 | 2,1 | 1,6 | 2,7 | 1,1 | -0,6 |
| Ica | 2,9 | 3,1 | 2,2 | 2,2 | 1,6 | 1,8 |
| Junín | 2,1 | 2,7 | 2,2 | 1,6 | 1,2 | 0,2 |
| La Libertad | 2,0 | 2,8 | 2,5 | 2,2 | 1,7 | 1,0 |
| Lambayeque | 2,8 | 3,8 | 3,0 | 2,6 | 1,3 | 0,7 |
| Lima | 4,4 | 5,0 | 3,5 | 2,5 | 2,0 | 1,2 |
| Loreto | 2,8 | 2,9 | 2,8 | 3,0 | 1,8 | -0,1 |
| Madre de Dios | 5,4 | 3,3 | 4,9 | 6,1 | 3,5 | 2,6 |
| Moquegua | 2,0 | 3,4 | 3,5 | 2,0 | 1,6 | 0,8 |
| Pasco | 2,0 | 2,3 | 2,0 | 0,5 | 1,5 | -1,0 |
| Piura | 2,4 | 2,3 | 3,1 | 1,8 | 1,3 | 1,0 |
| Puno | 1,1 | 1,1 | 1,5 | 1,6 | 1,1 | -0,8 |
| San Martín | 2,6 | 3,0 | 4,0 | 4,7 | 2,0 | 1,1 |
| Tacna | 2,9 | 3,4 | 4,5 | 3,6 | 2,0 | 1,3 |
| Tumbes | 3,7 | 2,9 | 3,4 | 3,4 | 1,8 | 1,2 |
| Ucayali | 6,8 | 5,9 | 3,4 | 5,6 | 2,2 | 1,4 |
| Provincia de Lima 1/ | 5,2 | 5,7 | 3,7 | 2,7 | 2,0 | 1,2 |
| Región Lima 2/ | 2,0 | 1,9 | 1,9 | 1,3 | 1,5 | 0,8 |

1/ Comprende los 43 distritos de la provincia de Lima.

2/ Comprende las provincias de Barranca, Cajatambo, Canta, Cañete, Huaral, Huarochiri, Huaura, Oyón y Yauyos.

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática - Censos Nacionales de Población y Vivienda.

7.16 Anexo 16 – Ficha de Observación de topografía



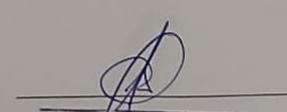
UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

Ficha de observación

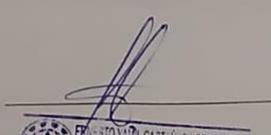
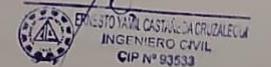
1. Información general
 Nombre del camino: LI - G36
 Ubicación (Distrito, Provincia, Región): MAGDALENA DE CAO - ASCOPE - LA LIBERTAD
 Clima durante la observación: CSUDD

2. Datos topográficos
 2.1 Longitud
 Longitud total del camino: 3470 m. m/km
 2.2 Área
 Área aproximada del camino (longitud x ancho): 20,820 m²
 2.3 Ancho de la Sección
 Ancho promedio del camino:
 < 3 m
 3-5 metros
 > 5 m
 Observaciones específicas del ancho (variaciones):
 Inicio del tramo: 6 m. m
 Mitad del tramo: 6 m. m
 Final del tramo: 6 m. m
 2.4 Pendiente
 Pendiente longitudinal promedio: 1.5 %
 Secciones con pendientes críticas (especificar ubicación y valor):
 Tramo 1: 0+00 AL 0+200 → 1 %
 Tramo 2: 2+350 AL 2+650 → 3 %
 2.5 Curvas de nivel
 Altura sobre el nivel del mar (en los puntos principales):
 Punto de inicio: 67.40 msnm
 Punto intermedio: 71.40 msnm
 Punto final: 75.40 msnm

7.17 Anexo 17 –Fichas de Validación de Instrumento de Investigación

| UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA | | ANEXO 01: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|---|--|----|----|----|----|----|-----------------------|----|----|----|-----------|----|-----|--|
| Autores: | | Bach. Membrillo Cortez Anthony Cristian Bach. Yarleque Villanueva Cesar Albert | | | | | | | | | | | | | |
| Instrumento de investigación. | | | | | | | | | | | | | | | |
| I. DATOS GENERALES | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nombre y Apellidos: | | Fares Wantuil Mundaca Bernabe | | | | | | | | | | | | | |
| Cargo o Institución donde labora: | | Gerente Projectista en expedientes técnicos | | | | | | | | | | | | | |
| II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | |
| Criterios | Indicadores | Inaceptable | | | | | | Mínimamente aceptable | | | | Aceptable | | | |
| | | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 | |
| 1. Claridad | Esta formulado con lenguaje comprensible. | | | | | | | | | | | | X | | |
| 2. Objetividad | Esta expresado en conductas observables. | | | | | | | | | | | | X | | |
| 3. Organización | Existe organización lógica. | | | | | | | | | | | | X | | |
| 4. Actualidad | Esta acorde a los aportes recientes en la disciplina de estudio. | | | | | | | | | | | | X | | |
| 5. Suficiencia | Comprende las dimensiones de la investigación en cantidad y calidad. | | | | | | | | | | | | X | | |
| 6. Intencionalidad | Esta adecuado para valorar las variables de la investigación. | | | | | | | | | | | | X | | |
| 7. Consistencia | Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos. | | | | | | | | | | | | X | | |
| 8. Coherencia | Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores. | | | | | | | | | | | | X | | |
| 9. Metodología | Se relaciona con el método planteado en la investigación. | | | | | | | | | | | | X | | |
| 10. Aplicabilidad | El instrumento es de fácil aplicación. | | | | | | | | | | | | X | | |
| III: OPINIÓN DE APLICABILIDAD | | Los bachilleros aplicaron correctamente los instrumentos de recolección de datos. | | | | | | | | | | | | | |
| PROMEDIO DE VALORACIÓN: | | 90 | | | | | | | | | | | | | |
| | |   | | | | | | | | | | | | | |

| UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|---|----|----|----|----|-----------------------|----|----|-----------|----|----|----|-----|---|
| ANEXO 01: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | |
| Autores: | | Bach. Membrillo Cortez Anthony Cristian Bach. Yarleque Villanueva César Albert | | | | | | | | | | | | | |
| Instrumento de investigación. | | | | | | | | | | | | | | | |
| I. DATOS GENERALES | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nombre y Apellidos: | EDY JAVIER SALINAS DIAZ | | | | | | | | | | | | | | |
| Cargo o Institución donde labora: | RESIDENTE EN OBRAS PÚBLICAS | | | | | | | | | | | | | | |
| II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | |
| Criterios | Indicadores | Inaceptable | | | | | Mínimamente aceptable | | | Aceptable | | | | | |
| | | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 | |
| 1. Claridad | Esta formulado con lenguaje comprensible. | | | | | | | | | | | | | | ✓ |
| 2. Objetividad | Esta expresado en conductas observables. | | | | | | | | | | | | | | ✓ |
| 3. Organizacion | Existe organización lógica. | | | | | | | | | | | | | | ✓ |
| 4. Actualidad | Esta acorde a los aportes recientes en la disciplina de estudio. | | | | | | | | | | | | | | ✓ |
| 5. Suficiencia | Comprende las dimensiones de la investigación en cantidad y calidad. | | | | | | | | | | | | | | ✓ |
| 6. Intencionalidad | Esta adecuado para valorar las variables de la investigación. | | | | | | | | | | | | | | ✓ |
| 7. Consistencia | Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos. | | | | | | | | | | | | | | ✓ |
| 8. Coherencia | Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores. | | | | | | | | | | | | | | ✓ |
| 9. Metodología | Se relaciona con el método planteado en la investigación. | | | | | | | | | | | | | | ✓ |
| 10. Aplicabilidad | El instrumento es de fácil aplicación. | | | | | | | | | | | | | | ✓ |
| III: OPINIÓN DE APLICABILIDAD | | LOS INSTRUMENTOS HAN SIDO APLICADOS CORRECTAMENTE | | | | | | | | | | | | | |
| PROMEDIO DE VALORACIÓN: | | 90 | | | | | | | | | | | | | |
| | |  EDY JAVIER SALINAS DIAZ INGENIERO CIVIL N° 006617 | | | | | | | | | | | | | |

| UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|--|----|----|----|----|-----------------------|----|----|-----------|----|----|----|-----|
| ANEXO 01: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| Autores: | | Bach. Membrillo Cortez Anthony Cristian Bach. Yarlegue Villanueva César Albert | | | | | | | | | | | | |
| Instrumento de investigación. | | | | | | | | | | | | | | |
| I. DATOS GENERALES | | | | | | | | | | | | | | |
| Nombre y Apellidos: | Fmento Castañeda Cruzatequi | | | | | | | | | | | | | |
| Cargo o Institución donde labora: | Jefe de Obras Públicas | | | | | | | | | | | | | |
| II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| Criterios | Indicadores | Inaceptable | | | | | Mínimamente aceptable | | | Aceptable | | | | |
| | | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 |
| 1. Claridad | Esta formulado con lenguaje comprensible. | | | | | | | | | | | | X | |
| 2. Objetividad | Esta expresado en conductas observables. | | | | | | | | | | | | X | |
| 3. Organización | Existe organización lógica. | | | | | | | | | | | | X | |
| 4. Actualidad | Esta acorde a los aportes recientes en la disciplina de estudio. | | | | | | | | | | | | X | |
| 5. Suficiencia | Comprende las dimensiones de la investigación en cantidad y calidad. | | | | | | | | | | | | X | |
| 6. Intencionalidad | Esta adecuado para valorar las variables de la investigación. | | | | | | | | | | | | X | |
| 7. Consistencia | Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos. | | | | | | | | | | | | X | |
| 8. Coherencia | Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores. | | | | | | | | | | | | X | |
| 9. Metodología | Se relaciona con el método planteado en la investigación. | | | | | | | | | | | | X | |
| 10. Aplicabilidad | El instrumento es de fácil aplicación. | | | | | | | | | | | | X | |
| III: OPINIÓN DE APLICABILIDAD | | Se valida la aplicación de los instrumentos. | | | | | | | | | | | | |
| PROMEDIO DE VALORACIÓN: | | 95 | | | | | | | | | | | | |
| | |   | | | | | | | | | | | | |

7.18 Anexo 18- Panel fotográfico







7.19– Anexo 19- Planos