

Diseño de pavimento del proyecto: “Mejoramiento del sistema de transitabilidad vehicular de las principales vías urbanas de la localidad San Pedro de Cumbaza, distrito San Antonio – provincia y región

por Sandra Margot Flores Lozano

Fecha de entrega: 15-feb-2024 11:05a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2295549675

Nombre del archivo: TESIS_SANDRA_FLORES_14-02_-_SIN_ANEXOS.docx (3.29M)

Total de palabras: 15499

Total de caracteres: 85050



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución - 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](#)

Vea una copia de esta licencia en <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>





FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Tesis

Diseño de pavimento del proyecto:
“Mejoramiento del sistema de transitabilidad vehicular de las principales vías urbanas de la localidad San Pedro de Cumbaza, distrito San Antonio – provincia y región San Martín”

Para optar el título profesional de Ingeniero Civil

Autora:

Andra Margot Flores Lozano
<https://orcid.org/0000-0001-7185-1302>

Asesor:

Ing.M.Sc. Víctor Hugo Sanchez Mercado
<https://orcid.org/0000-0001-5513-7678>

Tarapoto, Perú

2023



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Tesis

**Diseño de pavimento del proyecto:
“Mejoramiento del sistema de transitabilidad
vehicular de las principales vías urbanas de la
localidad San Pedro de Cumbaza, distrito San
Antonio – provincia y región San Martín”**

Presentado por

Sandra Margot Flores Lozano

⁷ Sustentada y aprobada el 17 de agosto del 2023, ante el honorable jurado:

Presidente de Jurado

Ing. M. Sc. Máximo Alcibiades Vilca
Cotrina

Secretario de Jurado

Ing. M.Sc. Rubén del Águila
Panduro

Vocal de Jurado

Ing. M.Sc. Víctor Eduardo Samamé
Zatta

Asesor

² Ing.M.Sc. Víctor Hugo Sanchez
Mercado

Tarapoto, Perú

2023

Declaratoria de autenticidad

Sandra Margot Flores Lozano, identificada con DNI N° 72193263, bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín, autora de la tesis titulada: **Diseño de pavimento del proyecto: “Mejoramiento del sistema de transitabilidad vehicular de las principales vías urbanas de la localidad San Pedro de Cumbaza, distrito San Antonio – provincia y región San Martín”** Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría.
2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencias de las fuentes bibliográficas consultadas.
3. Toda la información que contiene la tesis no ha sido auto plagiada.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido alterados ni copiados, por tanto, la información de esta investigación debe considerarse como parte a la realidad investigada.

Por lo antes mencionado, asumo bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de mi accionar, sometiéndome a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín.

Tarapoto, 17 de agosto de 2023.



Bach. Sandra Margot Flores Lozano
DNI N° 72193263

Ficha de identificación

<p>Título del proyecto</p> <p>Diseño de pavimento del proyecto: “Mejoramiento del sistema de transitabilidad vehicular de las principales vías urbanas de la localidad San Pedro de Cumbaza, distrito San Antonio – provincia y región San Martín”</p>	<p>1</p> <p>Area de investigación: Transportes</p> <p>Línea de investigación: Estrategia de tecnología de información y comunicación (TIC) y sistemas constructivos convencionales y no convencionales para el desarrollo sostenible.</p> <p>Sublínea de investigación: Tecnología de materiales de construcción</p> <p>Grupo de investigación: Resolución N° 135-2022-UNSM/FICA-CF-NLU</p> <p>Tipo de investigación:</p> <p>Básica <input type="checkbox"/> Aplicada <input checked="" type="checkbox"/> Desarrollo <input type="checkbox"/> Experimental</p>
<p>Autora:</p> <p>Sandra Margot Flores Lozano</p>	<p>7</p> <p>Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura</p> <p>Escuela Profesional de Ingeniería Civil</p> <p>1</p> <p>https://orcid.org/0000-0001-7185-1302</p>
<p>Asesor:</p> <p>Ing.M.Sc. Víctor Hugo Sanchez Mercado</p>	<p>Dependencia local de soporte:</p> <p>Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura</p> <p>Escuela Profesional de Ingeniería Civil</p> <p>Unidad o Laboratorio Ingeniería Civil</p> <p>https://orcid.org/0000-0001-5513-7678</p>

Dedicatoria

A mis padres por su constante estímulo, paciencia y respaldo a lo largo de mi proceso de desarrollo profesional. Igualmente, a mi hermano, por las experiencias y aprendizajes compartidos. A mi hermana que espiritualmente me protege y guía, y a mis sobrinos Luana y Sebastián por el amor genuino con el que me impulsan.

Sandra Margot Flores Lozano

Agradecimiento

Expreso mi gratitud a Dios por permitirme continuar mi aprendizaje diario, así como a los profesores que han contribuido a mi crecimiento académico, y a aquellos profesionales y amigos que conocí en el trayecto de mi formación.

Sandra Margot Flores Lozano

2 Índice general

Ficha de identificación	6
Dedicatoria	7
Agradecimiento.....	8
Índice general	9
Índice de tablas	12
Índice de figuras	13
Índice de planos	14
RESUMEN	16
ABSTRACT	17
CAPÍTULO I	18
INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN.....	18
1.1. Marco General del Problema	18
1.2. Formulación del problema de investigación	20
1.3. Hipótesis de la investigación.....	20
1.3.1. Hipótesis alternativas.....	20
1.3.2. Hipótesis Nulas.....	21
1.4. Objetivos	21
1.4.1. Objetivo General.....	21
1.4.2. Objetivos Específicos.....	21
CAPITULO II	22
MARCO TEÓRICO.....	22
2.1. Antecedentes de la Investigación	22
2.2. Fundamentos Teóricos	24
2.2.1 Pavimentos	24
2.2.2 Clasificación de los pavimentos.....	24
2.2.3 Pavimento flexible.....	25
2.2.4 Pavimento rígido	25
2.2.5 Subrasante	25
2.2.6 Subbase.....	25
2.2.7 Losa.....	26
2.2.8 Base.....	26
2.2.9 Pavimento híbrido.....	26

	10
2.2.10 Pérdida de serviciabilidad Δ PSI.....	26
2.2.11 Numero previsto de aplicaciones de carga W18 (ESAL)	27
2.2.12 Desviación estándar normal ZR.....	27
2.2.13 Desviación estándar total S0	27
2.2.14 Módulo de reacción de la subrasante k	27
2.2.15 Registro de Campo y Tipos de Carteras.....	28
2.3. Definición de términos básicos.	28
CAPITULO III	31
MATERIALES Y MÉTODOS	32
3.1. Ámbito y condiciones de la Investigación	32
3.1.1. Ubicación política	32
3.1.2. Ubicación geográfica.	34
3.1.3. Período de ejecución	35
3.1.4. Autorizaciones y permisos	35
3.1.5. Control Ambiental y protocolos de bioseguridad	35
3.1.6. Aplicación de principios éticos internacionales	37
3.2. Sistema de Variables	38
3.2.1. Variables principales	38
3.2.2. Variables secundarias	41
3.3. Procedimientos de la investigación	42
3.1.1. Objetivo específico N° 01	42
3.1.2. Objetivo específico N° 02	45
3.1.3. Objetivo específico N° 03	49
3.1.4. Objetivo específico N° 04	50
CAPITULO IV	59
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	59
4.1. Ejecutar el estudio topográfico de los jirones a pavimentar.	59
4.1.1. Resultado del estudio topográfico	59
4.2. Realizar el estudio de suelos de la zona del proyecto a pavimentar	59
4.2.1. Resultado del estudio de Mecánica de suelos	59
4.3. Ejecutar el estudio de tráfico en los jirones a pavimentar	62
4.3.1. Resultado del estudio de tráfico	62
4.4. Diseñar el Pavimento rígido de las vías de la localidad de San Pedro de Cumbaza. 63	
4.4.1. Resumen del resultado del diseño de pavimento.	63

	11
CONCLUSIONES.....	65
RECOMENDACIONES	66
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	67
ANEXOS	Error! Bookmark not defined.

Índice de tablas

Tabla 1. Vías que permiten el acceso al tramo-San Pedro de Cumbaza.....	34
Tabla 2. Concreción de variables.....	40
Tabla 3. Explicación de la variable correspondiente al Objetivo específico 1.....	41
Tabla 4. Explicación de la variable correspondiente al Objetivo específico 2.....	41
Tabla 5. Explicación de la variable correspondiente al Objetivo específico 3.....	41
Tabla 6. Explicación de la variable correspondiente al Objetivo específico 4.....	41
Tabla 7. Método de ensayos.....	46
Tabla 8. Tipos de subrasantes.....	48
Tabla 9. Relación entre las categorías de suelo según AASHTO-SUCS.....	48
Tabla 10. Índice anual de crecimiento.....	51
Tabla 11. Factor carril.....	52
Tabla 12. Factor de distribución direccional.....	52
Tabla 13. Cotas y coordenadas de los BMs de inicio.....	59
Tabla 14. Resumen de los resultados del Estudio de Suelos.....	60
Tabla 15. Resultado del CBR promedio.....	61
Tabla 16. Implementación de la ecuación fundamental empleada en el diseño para pavimento rígido AASHTO 93.....	63
Tabla 17. Cálculo del grosor de pavimento.....	63
Tabla 18. Matriz de consistencia del proyecto de investigación	Error! Bookmark not defined.

Índice de figuras

Figura 1. Ubicación-departamento en el que se sitúa el proyecto.	32
Figura 2. Ubicación región San Martín.	33
Figura 3. Ubicación distrito de San Antonio.	33
Figura 4. Ubicación proyecto: San Pedro de Cumbaza.	33
Figura 5. Población de San Antonio registrada en el censo.	35
Figura 6. Fórmula factor crecimiento.	51
Figura 7. Cálculo de ejes equivalentes (EE).	52
Figura 8. Clase de tráfico	53
Figura 9. Diferencia en la capacidad de servicio.	54
Figura 10. Nivel de fiabilidad y desviación estándar.	55
Figura 11. Módulo de resistencia de la subrasante.	56
Figura 12. Módulo de rotura del concreto (Mr)	56
Figura 13. Coeficiente de transmisión de carga.	58
Figura 14. Fórmula fundamental empleada en el diseño para pavimento rígido AASHTO 93.	58
Figura 15. Resumen de volumen de tráfico diario Jr. Ramon Castilla.	62
Figura 16. Gráfico de barras tránsito vehicular diario.	62
Figura 17. Grosor del pavimento rígido.	64
Figura 18. Instrumento de recolección de datos Error! Bookmark not defined.	
Figura 19. Instrumento de recolección de datos Error! Bookmark not defined.	
Figura 20. Instrumento de recolección de datos Error! Bookmark not defined.	
Figura 21. Instrumento de recolección de datos Error! Bookmark not defined.	
Figura 22. Instrumento de recolección de datos Error! Bookmark not defined.	
Figura 23. Instrumento de recolección de datos Error! Bookmark not defined.	
Figura 24. Instrumento de recolección de datos Error! Bookmark not defined.	
Figura 25. Instrumento de recolección de datos Error! Bookmark not defined.	
Figura 26. Instrumento de recolección de datos Error! Bookmark not defined.	
Figura 27. Instrumento de recolección de datos Error! Bookmark not defined.	
Figura 28. Instrumento de recolección de datos Error! Bookmark not defined.	
Figura 29. Instrumento de recolección de datos Error! Bookmark not defined.	
Figura 30. Instrumento de recolección de datos Error! Bookmark not defined.	
Figura 31. Instrumento de recolección de datos Error! Bookmark not defined.	
Figura 32. Instrumento de recolección de datos Error! Bookmark not defined.	
Figura 33. Instrumento de recolección de datos Error! Bookmark not defined.	

Figura 34. Instrumento de recolección de datos	Error! Bookmark not defined.
Figura 35. Instrumento de recolección de datos	Error! Bookmark not defined.
Figura 36. Instrumento de recolección de datos	Error! Bookmark not defined.
Figura 37. Instrumento de recolección de datos	Error! Bookmark not defined.
Figura 38. Instrumento de recolección de datos	Error! Bookmark not defined.
Figura 39. Instrumento de recolección de datos	Error! Bookmark not defined.
Figura 40. Instrumento de recolección de datos	Error! Bookmark not defined.
Figura 41. Instrumento de recolección de datos	Error! Bookmark not defined.
Figura 42. Instrumento de recolección de datos	Error! Bookmark not defined.
Figura 43. Instrumento de recolección de datos	Error! Bookmark not defined.
Figura 44. Instrumento de recolección de datos	Error! Bookmark not defined.
Figura 45. Instrumento de recolección de datos	Error! Bookmark not defined.
Figura 46. Instrumento de recolección de datos	Error! Bookmark not defined.
Figura 47. Instrumento de recolección de datos	Error! Bookmark not defined.
Figura 48. Instrumento de recolección de datos	Error! Bookmark not defined.
Figura 49. Instrumento de recolección de datos	Error! Bookmark not defined.

Índice de planos

Plano 1: Área de influencia	PAI
Plano 2: Ubicación y localización	U-01
Plano 3: Topográfico-clave	PTC
Plano 4: Curvas de nivel	PCN
Plano 5: Calicatas	PDC
Plano 6: Pavimento-clave	PV
Plano 7: Planteamiento general-clave	PG

RESUMEN

Diseño de Pavimento “Mejoramiento del sistema de transitabilidad vehicular de las principales vías urbanas de la localidad de San Pedro de Cumbaza, Distrito San Antonio – Provincia y Región San Martín”

El objetivo del estudio mencionado consiste en crear el plan del pavimento destinado a las arterias viales principales pertenecientes a San Pedro de Cumbaza. Se ha seleccionado el pavimento rígido como el tipo de pavimento para la investigación, y se persigue alcanzar el óptimo rendimiento a lo largo del tiempo para la estructura. La finalidad principal en el cual se desarrolla este análisis es presentar un proyecto que mejore el flujo vehicular dentro de la zona. La superficie total del proyecto abarca 10,552.63 m² de pavimento rígido, el cual se propone como una solución eficaz para satisfacer las necesidades actuales de la comunidad.

El proceso de diseño del pavimento inicia con un detallado estudio topográfico, que incluye la altimetría y otros aspectos esenciales necesarios para el diseño. Posteriormente, se lleva a cabo un estudio de las propiedades de suelos, clasificando el suelo según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) y considerando perfil en estratigrafía que presenta el suelo a diseñar. Además, de incorporar el estudio de tráfico en el análisis. Después de completar estos estudios, el diseño del pavimento incluye capas como la base granular y la carpeta de rodadura. La medición de la investigación se realiza cualitativamente.

En la actualidad, el constante aumento en el flujo vehicular en la ciudad de San Pedro se atribuye a su ubicación estratégica y a su creciente popularidad como destino turístico y comercial. Cada año, se observa un aumento en la migración de residentes de provincias cercanas hacia San Pedro, impulsados por la búsqueda de mejores condiciones de vida. Este fenómeno contribuye al continuo crecimiento y desarrollo de la ciudad, planteando desafíos significativos en el ámbito de la ingeniería civil.

PALABRAS CLAVE:

Pavimento, tráfico, diseño, estructura, concreto.

ABSTRACT

Pavement Design “Improvement of the vehicular passability system of the main urban roads of the town of San Pedro de Cumbaza, San Antonio District – San Martín Province and Region”

⁵ The objective of the aforementioned study is to create the pavement plan for the main road arteries belonging to San Pedro de Cumbaza. Rigid pavement has been selected as the type of pavement for the investigation, and the aim is to achieve optimal performance over time for the structure. The main purpose in which this analysis is developed is to present a project that improves vehicle flow within the area. The total area of the project covers 10,552.63 m² of rigid pavement, which is proposed as an effective solution to satisfy the current needs of the community.

The pavement design process begins with a detailed topographic study, which includes altimetry and other essential aspects necessary for the design. Subsequently, a study of the soil properties is carried out, classifying the soil ⁵ according to the Unified Soil Classification System (SUCS) and considering the stratigraphic profile that the design soil presents. In addition, incorporating the traffic study into the analysis. After completing these studies, the pavement design includes layers such as the granular base and the tread. The measurement of the research is carried out qualitatively.

Currently, the constant increase in vehicle flow in the city of San Pedro is attributed to its strategic location and its growing popularity as a tourist and commercial destination. Every year, an increase in the migration of residents from provinces near San Pedro is observed, driven by the search for better living conditions. This phenomenon contributes to the continuous growth and development of the city, posing significant challenges in the field of civil engineering.

KEYWORDS: Pavement, traffic, design, structure, concrete.

7 **CAPÍTULO I**

INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN

1.1. Marco General del Problema

Con el transcurrir de los años y el nivel de vida medio experimenta un aumento, se ha mostrado como una necesidad básica, la facilitación de accesos de intercomunicación, acortando distancias entre diferentes puntos dentro de un país. La realidad es que, aún existen países que tienen ciudades con carreteras de trochas carrozables, países aún, en vía de desarrollo que muestran la necesidad de satisfacción y facilitación de comunicación y accesos para comercio y economía. Con el tiempo, esta necesidad ha generado múltiples investigaciones para la durabilidad y conservación de los pavimentos.

El Perú, es un país en pleno apogeo de desarrollo urbano, el cual ha favorecido considerablemente en el ámbito socio - económico. Cabe recalcar, la infraestructura vial, con un impacto positivo en un país con vías de crecimiento. Las vías en buen estado favorecen económicamente en las inversiones públicas y privadas como activos fijos, incrementando la producción y consumo, esta aseveración es calificada por la satisfacción de los usuarios. En la actualidad el indicador de servicialidad nos expresa el desgaste de la pavimentación, y su soporte estructural. Valorando el sistema de gestión de carreteras nacional, podemos exponer la carencia en la calidad del servicio de servicialidad, dejando desinformación del estado real de las vías nacionales y el grado de deterioro. (Del Águila, 2009)

De acuerdo con el informe de competitividad global correspondiente al año 2019 del Foro Económico Mundial, se evidencian cifras preocupantes en relación con la posición de los indicadores de conectividad de vías en el Perú, ubicándose en el puesto 102. Asimismo, en lo que respecta a la calidad de la infraestructura en carreteras, el país ocupa el puesto 110 en el ranking. Estos datos reflejan de manera clara la crítica situación que enfrenta el Perú en cuanto a su infraestructura vial, aspecto de especial relevancia para la investigación en ingeniería civil.

Un aspecto importante para considerar al realizar un diseño de pavimento es la durabilidad, se considera una proyección estimada de vida útil de 50 años, sin embargo, para alcanzar este tiempo, el mantenimiento periódico es indispensable. Siendo las conexiones viales un factor socio económico importante en el desarrollo en cada país,

aportando ²⁴ mejora de la calidad de vida de sus usuarios. (Montealegre y Betancourt, 2019)

Con la proyección de un estándar de vida favorable, uno de los aspectos de gran envergadura para los gobernadores y entidades del estado, son las redes viales, que lleguen a ser facilitadores de intercomunicación. Un país en vías de desarrollo considera aspectos, para la innovación de los materiales de la capa de rodadura, que sean beneficios para la perdurabilidad y resistencia del estado de pavimentación. (Suarez, 2017)

Al ver la realidad. del estado de las vías provinciales, regionales y locales, podemos notar el grado de desgaste al que son expuestas por factores como el clima, zonas en las que las lluvias constantes, llegan a deteriorar considerablemente ¹² la capa de rodadura; la falta de mantenimiento periódico y rutinario, el uso de materiales de baja calidad, un mal cálculo de carga a la que el pavimento será expuesto con frecuencia, entre otros. Causales que impiden el comercio y el beneficio socio económico de las ciudades. Siendo conscientes de esta problemática, es trascendental que las entidades del estado con regularidad propongan proyectos con el fin ofrecer comodidad a sus usuarios.

Uno de los departamentos que ha mostrado la necesidad de un mejoramiento de vías interprovinciales, es San Martín. Con la construcción de la panamericana, nuestra región ha mostrado un incremento económico considerable, ya que el tiempo de recorrido en ruta, se ha visto acortado, permitiendo el transporte de materia prima con los demás departamentos. Además del beneficio socioeconómico notorio, hemos sido testigos del acontecer dentro de la región Sanmartinense y cada una de sus ciudades y localidades por las que está conformada, se ha visto embellecida con la construcción de las vías departamentales. El trabajo realizado por las entidades municipales ha destacado en el área de infraestructura vial.

La Municipalidad del Distrito de San Antonio, como institución encargada, en su programación de obras dirigida al año fiscal 2021, ha incluido mejorar la capa de rodadura de todos los jirones que comprende la localidad de San Pedro de Cumbaza cuyos objetivos principales están orientados a perfeccionar los rasgos técnicos de la carretera, de modo que pueda brindar un servicio óptimo al usuario y tenga una transitabilidad adecuada en cualquier época del año, con el consecuente aumento del nivel de vida del poblador de la zona del proyecto.

El incremento demográfico de sus habitantes, el flujo de vehículos, el tiempo, el clima, un sistema de evacuación de aguas pluviales que no cumple con los requisitos necesarios, entre otros, han sido factores que han marcado un desgaste en sus principales vías de acceso, perjudicando la calidad de vida de los pobladores.

Por tales razones, parte la motivación para la elaboración de la presente investigación titulada: Diseño de Pavimento “Mejoramiento del sistema de transitabilidad vehicular de las principales vías urbanas de la localidad de San Pedro de Cumbaza, Distrito San Antonio – Provincia y Región San Martín”.

Este proyecto contribuye un mejoramiento de carácter urbanístico de gran relevancia dentro del área concerniente a San Pedro, por medio de una investigación con enfoque en el pavimento de sus vías, planteando una opción que logre cumplir y satisfacer las exigencias técnicas demandadas por normativas y métodos sugeridos por la AASHTO.

7 1.2. Formulación del problema de investigación

¿De qué manera la Propuesta de Diseño de Pavimento del proyecto “Mejoramiento del sistema de transitabilidad vehicular de las principales vías urbanas de la localidad San Pedro de Cumbaza, distrito San Antonio – provincia y región San Martín”, ¿servirá para elaborar el Expediente Técnico y la ejecución de éste reducirá los altos costos de transporte y mejorará sus condiciones socioeconómicas?

18 1.3. Hipótesis de la investigación

1.3.1. Hipótesis alternativas

- El proyecto de diseño de pavimentación será de utilidad para la preparación del Expediente Técnico.
- El proyecto de diseño de pavimentación será de gran utilidad en términos de disminuir los costos referidos al transporte al mejorar la accesibilidad de las calles principales en San Pedro de Cumbaza.
- El proyecto en relación al diseño de pavimento estructurado mostrará beneficios respecto a las condiciones socioeconómicas de la localidad al mejorar el comercio con el exterior.

1.3.2. Hipótesis Nulas

- El proyecto de diseño de pavimentación no será de utilidad para la preparación del Expediente Técnico.
- El proyecto de diseño de pavimentación no será de utilidad en términos de disminuir los costos referidos al transporte al mejorar la accesibilidad de las calles principales en San Pedro de Cumbaza.
- El proyecto de diseño de pavimento estructurado no mostrará beneficios respecto a las condiciones socioeconómicas de la localidad al mejorar el comercio con el exterior.

32

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Elaborar el Diseño de pavimento del "Mejoramiento del sistema de transitabilidad vehicular de las principales vías urbanas de la localidad San Pedro de Cumbaza, distrito San Antonio – provincia y región San Martín".

2

1.4.2. Objetivos Específicos

Ejecutar el Estudio topográfico de los jirones a pavimentar.

Realizar el estudio de mecánica de suelos de la zona del proyecto a pavimentar.

Ejecutar el estudio de tráfico en los jirones a pavimentar.

Diseñar el Pavimento rígido de las vías de la localidad de San Pedro de Cumbaza.

2 CAPITULO II MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

A nivel Internacional.

Arias (2016), elaboró una investigación, dentro de la cual se sugiere la actualización constante de información respecto al estudio de carga que las principales vías se ven expuestas, valores de FC real, con el propósito de un adecuado diseño, se podría reducir el desgaste extremo a los que son sometidas las capas de rodadura, extendiendo así la vida útil de éstas vías, cabe recalcar que con un adecuado diseño de pavimento, los costos en el mantenimiento se ven reducidos, debido al mínimo desgaste estructural al que son sometidas las vías en referencia. Igualmente, se recomienda llevar a cabo una evaluación detallada de la infraestructura vial en el tramo bajo estudio, considerando sus diseños, con el propósito de analizar de manera más exhaustiva los impactos del flujo vehicular. (pág. 53).

Mora (2015), realizó una investigación que arrojó como resultado que, para asegurar una superficie de acabado uniforme, es esencial implementar un control topográfico constante durante todas las etapas de aplicación de la capa. La falta de cumplimiento de este procedimiento podría ser un indicativo que propicie la acumulación de humedad, culminando eventualmente en infiltraciones. (pág.85).

Gogollo y Silva (2018), presento una investigación con el objetivo de realizar un estudio en el ámbito económico y ver la posibilidad de una reducción de costos, demostrando que para el diseño de una capa de rodadura en el que la vida útil es equivalente a una pavimentación convencional con un adecuado diseño, se obtiene mediante la disminución entre 8 a 22 cm espesor, causando al mismo tiempo una reducción en costo de hasta 20% en su ejecución.

A nivel Nacional.

Sotil (2014) mostró que en el año 2012 el MTC en porcentaje el estado del transporte vial del país, el 48% se encontraban pavimentadas, el 43% sin pavimentar y el 9% en proyecto. La realidad actual no ha marcado una diferencia trascendental, debido a que según cifras comparativas del MTC, entre los años 2012 al 2018, el porcentaje de red vial nacional pavimentado incrementó en 19.2%, sin embargo, respecto a las vías

departamentales pavimentadas solo se ejecutó 3,623 km, representando una diferencia de 3.5%.

Núñez (2018), en su investigación demostró por ambos métodos tanto PCI como VIZIR, la avenida en malas condiciones, en consecuencia, se propuso llevar a cabo 2 presupuestos, uno para la reparación y otro para reconstruir totalmente el pavimento. Eligiendo la reconstrucción a causa de que más del sesenta por ciento de la avenida está en malas condiciones, los presupuestos señalan una superior inversión para reconstruir la carretera (suelo rígido) en la primera fase (comprobar anexos), es más favorable de manera que no requiere de tanto mantenimiento, como para el suelo asfáltico (pág. 135)

Vega (2018), obtuvo en su trabajo de investigación que el pavimento flexible diseñado por el método correspondiente a AASHTO (se considera una subbase de 55 cm, una base de 25 cm y 4 pulgadas para la carpeta asfáltica) con relevancia en la elección de un costo inicial más bajo. Es crucial señalar que el costo inicial del sistema de pavimento rígido fue inicialmente mayor, representando un aumento del 4.8% en comparación con el pavimento flexible. (pág. 114)

Díaz y Jibaja (2022), muestra en su investigación que para tener mejoras en la capacidad de desplazamiento tanto de vehículos como de peatones, el diseño empleado de pavimento rígido para la infraestructura vial correspondiente al Centro Poblado San Agustín presentó para la subbase granular un espesor de 15 cm y 14 cm respectivamente para la losa de concreto de 280 kg/cm².

A nivel Local.

Navarro (2014), en su trabajo de investigación demuestra que la estimación del CBR en laboratorio posibilita el diseño del grosor de la base y subbase, a causa de que cualquier diseño de pavimento granular se encuentra fundamentado en este valor. Una mala investigación de laboratorio influirá de manera indefectible en un diseño antieconómico. (pág. 111)

Meléndez (2017), indica en su investigación que el tránsito medio diario anual (TMDA) simboliza la media de tipo aritmética de las capacidades diarias relacionadas al tránsito que han sido tasados a lo largo de una temporada, en modo diferenciado para cada clase de vehículo. (pág. 35)

Chuzón (2020), obtuvo como conclusión, que se pudo optimizar el estado en el que se encontraba la vía en estudio a través de una serie de ensayos de suelos, lo que permitió mejorar las características del terreno respecto a la pavimentación, brindando una propuesta de diseño que cumpla con los estudios correspondientes.

1

2.2. Fundamentos teóricos

2.2.1 Pavimentos

Los pavimentos, en el ámbito de la ingeniería civil, son las estructuras diseñadas para soportar el tráfico vehicular y peatonal en superficies como carreteras y calles. Estos sistemas deben cumplir con estándares específicos de diseño, construcción y mantenimiento para garantizar su durabilidad y seguridad. El estudio detallado de los pavimentos, siguiendo las directrices de la AASHTO, es esencial para contribuir al desarrollo y mantenimiento efectivo de la infraestructura vial.

Hay 2 perspectivas para la definición de un pavimento: la de la ingeniería y la de los usuarios. Según la ingeniería, es una parte estructural que está sostenido en lo que abarca toda superficie encima del terreno en el que fue fundado, denominado subrasante. Esta capa debe tener la capacidad que le permita aguantar una estructura de capas que posean grosores distintos, llamado paquete estructural, elaborado con el objeto de resistir cargas extrínsecas con tiempo de vida útil. Según los usuarios, el pavimento es una superficie que tiene que otorgar seguridad y confort en el momento en que se circule sobre esta. ²⁷ AASHTO (Asociación Americana de funcionarios de Carreteras y Transporte).

34

2.2.2 Clasificación de los pavimentos

Se clasifican como rígidos y como flexibles siendo ambos las categorías principales. Los de tipo rígidos, como el concreto, tienen una mayor rigidez y resistencia, lo que los hace adecuados para cargas pesadas, como autopistas. Por otro lado, los pavimentos flexibles, como el asfalto, son más flexibles y se utilizan comúnmente en carreteras secundarias y calles urbanas. (Marsella y Tapia 2008).

Otra clasificación común considera la respuesta del pavimento ante las cargas. Los pavimentos se dividen en cuatro tipos: rígidos, semirrígidos, flexibles y de bajo volumen de tráfico. (Yoder y Witczak 1975).

La selección de una apropiada categoría se condiciona por factores de diversos tipos, tales como la naturaleza que presenta la vía, flujo de vehículos esperado y el

presupuesto disponible. Esta información es esencial para diseñar y construir pavimentos que cumplan con los requisitos específicos de cada proyecto y aseguren la durabilidad y seguridad de la infraestructura vial.

2.2.3 Pavimento flexible

Se caracteriza por su capacidad para deformarse bajo cargas y luego recuperar su forma original. Se compone principalmente de capas de asfalto y agregados, lo que le proporciona su flexibilidad inherente (Robert L. Lytton).

Una de las ventajas del pavimento flexible es su adaptabilidad a diferentes tipos de tráfico y terrenos, lo que lo hace adecuado para carreteras que presentan alto y bajo volumen en cuanto al tráfico. Además, su resistencia al agrietamiento y capacidad de dispersar las cargas de manera efectiva contribuyen a una larga vida útil del pavimento.

2.2.4 Pavimento rígido

Se distingue por su notable rigidez e idoneidad para distribuir cargas a lo largo de su superficie sin deformarse significativamente. (Paul Smith y Robert L. Lytton)

Se trata a su vez de una estructura que se compone **por una losa de concreto** de tipo **Pórtland**, colocada **sobre una base, o** de manera directa encima de la subrasante. Transfiere de manera directa todo esfuerzo al suelo en un modo minimizado, es auto resistente, y el número de concreto tiene que ser controlado.

2.2.5 Subrasante

La subrasante se define como la capa de suelo o material natural que se encuentra debajo de la base de una carretera o estructura. Su resistencia y capacidad de soporte son esenciales para distribuir las cargas de manera uniforme, evitando el hundimiento o deformación de la superficie. Huang y DeGroot (2009)

2.2.6 Subbase

La subbase se define como el material granular que es colocado a través de capas directamente sobre la subrasante, que actúa como soporte adicional para la base y el pavimento. Su función principal es mejorar la capacidad de carga y resistencia del suelo subyacente. Huang y DeGroot (2009)

La subbase constituye la porción localizada **entre la subrasante y la losa** que es **rígida**, pudiendo comprender **una o múltiples capas compuestas de material estabilizado o** granular que deben ser compactadas, y su función primordial destaca en prevenir el

fenómeno de bombeo en superficies con partículas finas, tomando en especial consideración que al combinarse suelo, agua y tráfico podría detonar en un problema mayor. Se puede evidenciar este modelo de escenario de forma más común en la edificación de pavimentos direccionados a carreteras principales y con tráfico vehicular pesado.

2.2.7 Losa

Es una placa plana y delgada que puede ser de asfalto, concreto u otra diversidad de materiales, utilizada con el fin de soportar cargas y distribuir las uniformemente sobre una superficie. Las losas juegan un papel esencial en la distribución de cargas vehiculares y la resistencia al desgaste en carreteras y áreas de tráfico intenso.

2.2.8 Base

Se describe como el material puesto en capas que descansa sobre lo que se conoce como subbase y se ubica debajo el pavimento, proporcionando estabilidad y soporte a todo lo que concierne a la infraestructura. Su función principal es distribuir uniformemente las cargas vehiculares y resistir las deformaciones.

2.2.9 Pavimento híbrido

El pavimento híbrido, ha emergido como una solución innovadora y prometedora en la construcción de carreteras. El pavimento híbrido combina lo mejor de dos mundos: la durabilidad del concreto y la flexibilidad del asfalto. Smith y Jones (2019).

Esta combinación única de materiales se traduce en una mayor resistencia a las cargas pesadas y una vida útil prolongada del pavimento, lo que reduce significativamente los costos de mantenimiento. García (2020)

2.2.10 Pérdida de serviciabilidad Δ PSI

Se refiere a la degradación gradual de la capacidad de una infraestructura vial para proporcionar un servicio seguro y eficiente a los usuarios. Rodríguez (2017)

Esta pérdida puede ser fuertemente influida por factores como el desgaste que pueda presentar un pavimento, ausencia de mantenimiento y el aumento del tráfico. Dicha problemática no solo afecta la comodidad y seguridad de los usuarios, sino que también tiene un impacto económico en términos de costos de reparación y pérdida de productividad. Smith y Johnson (2019)

Desde el punto de vista numérico, se obtiene restando tanto el índice inicial como el terminal. Δ PSI = $P_o - P_t$

2.2.11 ⁴ Numero previsto de aplicaciones de carga W18 (ESAL)

Este parámetro ¹ se determina a través del número de pasadas o repeticiones de un eje estandarizado de 18000 lb sobre la sección de terreno que se está evaluando. Se calcula mediante la conversión posterior de cada carga de eje a su equivalente en el eje estándar.

2.2.12 Desviación estándar normal ZR

Este indicador estará sujeto a la fiabilidad R, que al mismo tiempo tiene la intervención de muchas otras consideraciones.

Un concepto sintetizado de R está establecido dentro de la guía AASHTO, que señala es confiable un método de diseño-geotécnico si la sección diseñada utilizando dicho método, muestra un comportamiento adecuado bajo las condiciones de carga y ambientales.

2.2.13 Desviación estándar total S0

Su empleo está destinado para la estimación en cuanto a calidad de los materiales que son usados dentro de una construcción, así mismo para analizar las propiedades de un terreno respecto a su consistencia y cuantificar la variabilidad en el desempeño de las estructuras. Esta medida resulta crucial en el momento que se tengan que tomar decisiones, permitiendo que quienes estén a cargo tengan la facilidad de identificar posibles problemas y tomar acciones correctivas (Rodríguez, 2019).

Cuenta con un rango de valores denominado S0, el mismo que se calcula mediante el método que se describe en AASHTO, a su vez esquematiza el modo de comportamiento que está presentando el suelo en su estado originario mostrados en pautas de diseño revisadas en 1972 y 1981 para pavimentos de tipo rígido, con una fluctuación de 0.30 a 0.40 posteriormente. La data inicial hace referencia a información limitada que se obtuvo después de evaluarlo, entre tanto la data de extremo que se considera como superior implica que se ha podido evaluar el tráfico con mayor precisión y tomando a consideración un período más extenso.

⁴ 2.2.14 Módulo de reacción de la subrasante k

Hace referencia a la suficiencia que posee la misma para poder resistir diversas cargas que le serán aplicadas, su valor se determina por medio de un coeficiente de reacción k. Este coeficiente es conseguido a través de ensayos en cargas sobre placas que son llevados a cabo in situ. Además, es posible obtenerlo ayudándonos con métodos de

correlación en las que interfieran otras características entorno a la subrasante, se tienen en cuenta el Módulo Resiliente (Mr) y CBR (California Bearing Ratio).

2.2.15 Registro de Campo y Tipos de Carteras.

En campo se opta por la realización de diversas etapas, una de ellas y con mayor implicancia es aquella en la que se recolecta datos diferenciados, de tipo angular y lineal, los cuales se registran meticulosamente en cuadernos especializados conocidos como carteras. Estos registros de campo están relacionados con la documentación continua de las mediciones, deben ser elaborados de manera clara y ordenada, conteniendo la mayor cantidad posible de información descriptiva y complementaria para evitar cualquier tipo de ambigüedad. Además, es esencial que los registros sean interpretados de manera sencilla y comprensible por cualquier individuo familiarizado con las tareas topográficas, dado que se observa de forma más común que las estimaciones y los dibujos sean realizados por personas ajenas a quienes se ocuparon en un primer momento de la realización de actividades realizadas en el terreno.

2.3. Definición de términos básicos.

Topografía

Proviene del griego "topo" en alusión a lugar, y "grafos" a dibujo. Ciencia que se coadyuva de la matemática y nos contribuye a representar de manera gráfica (por medio de dibujos), un sitio o terreno definido, con todos sus accidentes y características artificiales o naturales que posee dicho suelo.

Es la encargada de mapear y analizar la superficie terrestre, proporcionando datos precisos contribuyendo al diseño óptimo de infraestructura, siendo una herramienta vital para la planificación y ejecución de proyectos civiles. Contribuye en la seguridad y eficiencia de la construcción. (David,1999)

Levantamiento topográfico

Serie de procedimientos llevados a cabo sobre la tierra, con las herramientas apropiadas, que luego nos posibilitará confeccionar el plano de ese sitio o sector. Estos procedimientos tienen como propósito determinar datos numéricos suficientes para la elaboración del plano. Como es necesario llevarlos a cabo sobre la propia tierra, se les llama como "Trabajo de campo".

El levantamiento topográfico es el proceso vital que nos permite capturar y representar detalladamente la configuración del terreno. Utilizando herramientas como estaciones totales y tecnología GPS, medimos con precisión elevaciones, pendientes y

características del terreno. Esto proporciona la base esencial para diseñar carreteras seguras y eficientes, considerando la topografía circundante. Es la brújula que nos guía en la creación de rutas que mejoran la conectividad y la seguridad de nuestras comunidades. Es el punto de partida en cualquier proyecto de ingeniería vial. (Mendoza, 2020)

BM

El término de "BM" hace referencia a "Benchmark", es un punto de referencia o nivel de referencia conocido en un proyecto de construcción, utilizado para establecer elevaciones precisas y referencias altimétricas. Son esenciales en el diseño de carreteras, proporcionando una base sólida para asegurar la nivelación y la alineación adecuada de la vía. (Peterson, 2017)

Se refieren a los puntos que permanecen inalterados y estables incluso después de completar el levantamiento de topografía, tanto antes, mientras dure el proceso, como posterior a las actividades constructivas. Estos puntos en conjunto son empleados con referencias diferentes dado de que sus posiciones originales se restablezcan en cada punto temporal del levantamiento topográfico que pueda haberse desplazado o perdido. Este proceso se conoce como replanteo.

Coordenadas UTM

Procedimiento de referencia espacial que se usa ampliamente en ingeniería civil, este sistema divide la Tierra en zonas, permitiendo la representación precisa de ubicaciones en un formato numérico. En nuestra investigación de infraestructura vial, las coordenadas UTM desempeñan un papel esencial al proporcionar una forma estandarizada de mapear y ubicar puntos en el terreno, lo que facilita el diseño y la construcción de carreteras precisas y seguras. (Gonzales, 2018)

Cuenta con un sistema que opera por medio de coordenadas, fundamentado en lo que proyectado transversalmente desde el punto de vista geográfico de Mercator. A diferencia de la proyección de Mercator estándar, donde se vuelve tangente al ecuador, en este caso se vuelve tangente a un meridiano. En contraste con las coordenadas convencionales que se expresan tanto en longitud como en latitud, en el sistema de coordenadas UTM se proyectan de forma única en metros, los que se referencia teniendo en consideración el nivel en el que se encuentra el mar, que sirve como base de apoyo para proyectar el elipsoide que se ha tomado como referencia.

Curvas de nivel

Se trata del procedimiento empleado para representar y comprender, con una precisión específica, las características del relieve en un área geográfica. Hay diversos métodos para transmitir la información sobre el relieve, como el sombreado utilizando diferentes colores o delineando diminutas elevaciones en conjunto o no, de acuerdo a la importancia de su relieve. Estas líneas conectan puntos en el terreno que comparten la misma elevación. En la ingeniería civil enfocada en infraestructura vial, estas curvas son esenciales. Proporcionan información detallada sobre las variaciones del relieve, permitiendo diseñar carreteras que se adapten a la topografía. Al seguir estas líneas, podemos lograr pendientes adecuadas y minimizar la alteración del terreno, lo que resulta en carreteras más seguras y eficientes. (Smith, 2019)

Planos

Es la representación de una reducida parte de la superficie terrestre, que solamente requiere de procedimientos topográficos, en el que se incluyen datos concernientes a un terreno.

Son representaciones gráficas detalladas de proyectos de carreteras y sus componentes. Estos documentos son fundamentales para la comunicación, diseño y construcción. Los planos viales incluyen información sobre geometría, alineación, pendientes, señalización, y drenaje. Son la guía visual que dirige a ingenieros y constructores en la materialización de carreteras seguras y funcionales. (García, 2018)

Tránsito Promedio Diario

Proporción de vehículos que en un día típico se desplazan por una carretera. Este dato clave en la ingeniería vial proporciona una base sólida para el diseño de carreteras, ya que influye en la capacidad de la vía y las necesidades de señalización y mantenimiento. El tránsito promedio diario es un factor crítico para garantizar que las carreteras se construyan y mantengan de manera óptima, satisfaciendo las demandas de movilidad de manera eficiente y segura. (Smith, 2017)

Periodo de Diseño

Es el horizonte temporal durante el cual se proyecta que una infraestructura vial mantendrá su funcionalidad y capacidad de servicio. Este concepto es fundamental, ya que influye en el dimensionamiento de carreteras y puentes. Comprender este período es esencial para garantizar que las obras viales se construyan con la durabilidad y

capacidad adecuadas para atender las necesidades de movilidad a largo plazo, contribuyendo a la seguridad y eficiencia de la red vial. (Johnson, 2016)

Carril de Diseño

Es el ancho específico y las características geométricas de un carril de tráfico en una carretera planificada. Establecer las dimensiones correctas, incluyendo el ancho y las curvas, permite crear carreteras que se adapten a la demanda de tráfico y minimicen los riesgos de colisiones. Entender y aplicar el concepto de carril de diseño es esencial para construir vías que faciliten la movilidad de manera segura y eficaz. (García,2018)

Sardinela

Elemento empleado en la albañilería cuyo material puede ser a base de concreto, asfalto u otros usados con el objetivo de delimitar la calzada correspondiente a una vía.

Berma

Componente que forma parte de una vía, ubicada de forma lateral que sirve como separación de las calzadas y no se encuentra destinada para la circulación de vehículos.

7 CAPITULO III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. **Ámbito y condiciones de la Investigación**

3.1.1. **Ubicación política**

El proyecto se encuentra ubicado en la Localidad de San Pedro de Cumbaza, Distrito San Antonio, Provincia San Martín, Región de San Martín.

- **Localidad** : San Pedro de Cumbaza.
- **Distrito** : San Antonio.
- **Provincia** : San Martín.
- **Región** : San Martín.
- **Zona** : Urbana.
- **Altitud** : 433.00 m.s.n.m.



Figura 1.
Ubicación-departamento en el que se sitúa el proyecto.

Fuente: Mapa de la ubicación de departamento



Figura 2. ¹ Ubicación región San Martín.

Fuente: Mapa de la ubicación de la región



Figura 3. Ubicación distrito de San Antonio.

Fuente: Mapa de la ubicación del distrito



Figura 4. Ubicación proyecto: San Pedro de Cumbaza.

Fuente: Mapa ubicación del proyecto

3.1.2. Ubicación geográfica.

La capital se encuentra situada a 510 m.s.n.m. y a 15 km al noroeste de Tarapoto, a 6°40'02" latitud al sur y 76°40' 60" longitud al oeste.

3.1.2.1. Vías para acceso

El recorrido para arribar a este distrito, inicia con punto de arranque desde la urbe de Tarapoto, cruzando a través de la región de Morales mediante una vía que se encuentra asfaltada. Se accede a la sección septentrional de la carretera Fernando Belaúnde Terry por el lado derecho, siguiendo la curva del Río Cumbaza por un camino afirmado, toda esta ruta tiene una distancia de aproximadamente diez kilómetros, con un periodo de aproximadamente treinta minutos, en camioneta rural o auto.

Tabla 1.

Vías que permiten el acceso al tramo-San Pedro de Cumbaza.

Vías que permiten el acceso					
Desde	a	Tiempo	Km	Forma de transportarse	Tipo de camino-vía
Tarapoto	San Antonio de Cumbaza	26 min	14 km	Auto	Asfaltado
San Antonio	San Pedro de Cumbaza	4 min	1.7 km	Auto	Afirmado

Fuente: Elaboración propia

3.1.2.2. Topografía y Tipo de Suelo

La región catalogada como urbana y las zonas ribereñas del río Cumbaza en la localidad de San Pedro presentan una topografía variada y desigual. La variedad de suelo predominante en la ubicación del proyecto es reconocida como Arcilla inorgánica que a su vez presenta plasticidad media, conforme al Sistema Unificado en el que se clasifican os tipos de Suelos (SUCS), categorizado como clase (CL).

3.1.2.3. Hidrografía

La zona está circundada por un significativo recurso acuático, que corresponde al Río Cumbaza, el mismo que representa un importante afluente del Río Mayo.

3.1.2.4. Clima

En San Pedro, el temple fluctúa entre 27 y 32°C, con propensión a que presente disminución en junio hasta llegar a un mínimo de 18 a 21°C. El período más lluvioso

abarca de octubre a abril, siendo febrero a abril los meses en los que se desarrollan las mayores precipitaciones.

3.1.2.5. Población

El universo poblacional calculado para el censo 2017 dispone de una totalidad de 1674 en toda la demarcación de San Antonio, de igual modo a la temporada 2020 el universo poblacional asciende a más de dos mil personas que habitan allí, atribuido al desplazamiento de tipo migratorio y al índice de desarrollo a nivel de distrito.

CÓDIGO	CENTROS POBLADOS	REGIÓN NATURAL (según piso altitudinal)	ALTITUD (m s.n.m.)	POBLACIÓN CENSADA			VIVIENDAS PARTICULARES		
				Total	Hombre	Mujer	Total	Ocupadas 1/	Desocupadas
220912	DISTRITO SAN ANTONIO			1 674	830	844	684	616	68
0001	SAN ANTONIO	Rupa Rupa	499	939	456	483	395	343	52
0006	SAN ROQUE	Rupa Rupa	438	17	11	6	12	12	-
0009	LA BANDA DE CUMBAZA	Rupa Rupa	420	171	92	79	65	63	2
0021	SAN PEDRO DE CUMBAZA	Rupa Rupa	433	523	259	264	175	162	13
0022	AHUASHILLO	Rupa Rupa	488	24	12	12	37	36	1

Figura 5. Población de San Antonio registrada en el censo.

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con el registro de beneficiarios, se identifican 168 familias como beneficiarias, lo que suma un total de 570 residentes lugareños beneficiados directamente por el plan en la localidad de San Pedro.

3.1.3. Período de ejecución

Se asignó un lapso de seis (6) meses para la implementación, abarcando desde agosto de 2022 hasta febrero de 2023.

3.1.4. Autorizaciones y permisos

No es aplicable.

3.1.5. Control Ambiental y protocolos de bioseguridad

Con respecto a la supervisión ambiental de mi proyecto "Mejoramiento del sistema de transitabilidad vehicular de las principales vías urbanas de la localidad San Pedro de Cumbaza, distrito San Antonio – provincia y región San Martín", se considera las siguientes medidas de precaución:

- **Control de Emisiones Atmosféricas**

Emisión de partículas y gases en el ambiente durante el proceso constructivo.

Medida de Control:

- Empleo de métodos constructivos autorizados según la Ordenanza General de Obras Civiles.
- Protección de los montículos de agregados finos para evitar la dispersión de las partículas.
- Constante riego de agua de las áreas de trabajo.
- No está permitido quemar los desechos.
- Mantenimiento constante a los equipos y maquinarias livianas y pesadas.
- Uso de equipos y maquinas en buen estado técnico para un funcionamiento adecuado, reduciendo así la exposición a gases por combustión.

- **Gestión del nivel sonoro**

Intensidad sonora y oscilaciones durante el proceso constructivo.

Medida para su regulación:

- Limitación en el empleo de claxon, a excepción de la señal de retroceso.
- Control de carga y descarga.

- **Control de contaminación del agua**

Descargas en cuerpos acuáticos y sistemas de servicios públicos.

Medida para su regulación:

- Prohibición de desechar materiales excedentes a través de lo que involucra sistemas de agua o desagüe.
- Adecuación de área que facilite el almacenamiento de materiales, con una distancia adecuada de los sistemas de agua y desagüe.
- Instalación de baños portátiles por cada 15 trabajadores, acceso a baño público en el área de almacenamiento de materiales.

- **Protocolo de Bioseguridad durante la ejecución**

Propagación del virus COVID-19 entre los trabajadores

Medida de Control:

Posterior a la difícil problemática vivenciada a nivel mundial respecto al COVID-19, se seguirá los adecuados y respectivas recomendaciones frente a la propagación e infección del virus, como método de prevención, control y cuidado personal y grupal:

- Proceso de limpieza y desinfección en la zona donde se llevarán a cabo las labores.

- Supervisión de la salud de los empleados.
- Capacitaciones constantes mediante charlas de seguridad.
- Lavado y desinfección de manos.
- Uso de equipos de protección personal y grupal.

Cuando nos referimos al control de índole ambiental presente en la industria constructiva, estamos hablando de cláusulas medioambientales que se estipulan entorno a trabajadores dentro de las instalaciones en las que éstos desarrollan sus actividades, es decir, la calidad del entorno. Las regulaciones aplicables pueden variar según el rango de actividades que se le asigne a cada uno dentro de una obra. En virtud a ello, es esencial llevar a cabo un control de naturaleza ambiental en la obra, que implica la habilidad de cada trabajador saque a relucir poniendo a prueba su desenvolvimiento en entornos desafiantes y adaptarse a diversas circunstancias infortunadas que puedan surgir durante la actividad.

La administración de tipo ambiental debe contribuir al ahorro y uso racional de recursos, además de asegurar el cumplimiento de normativas ambientales para evitar posibles sanciones. En el sitio de la construcción, es crucial implementar medidas que busquen mitigar consecuencias ambientales, intervenciones que estén destinadas a aprestar alteraciones, y riesgos ambientales que en consecuencia puedan causar daños a las personas, al entorno ambiental o dominios privados a lo largo de una ejecución de proyecto.

2 3.1.6. Aplicación de principios éticos internacionales

Actualmente, la búsqueda informativa se considera esencial para avanzar en el discernimiento intelectual, y, por ende, resulta crucial contar con información fidedigna. En este contexto, es imprescindible tener precaución al adherirse a principios éticos al publicar un trabajo, según lo señalado por Laguna y sus colegas (2007, p. 65). El National Research Council of the National Academies (2002) define que poseer integridad en la investigación está relacionado al cúmulo de prácticas que incluyen la honestidad intelectual en la formulación, desarrollo y exhibición de la propuesta, la atribución precisa autores que hayan coadyuvado a iniciativa del plan de investigación o a la obtención de dichos resultados, la equidad en la revisión de artículos científicos a través del proceso de revisión por pares, el fomento de la interacción entre distintos grupos científicos y el intercambio de recursos, la transparencia en asuntos de intereses, la adecuada protección de los participantes en estudios y, en el caso de que se requiera

investigar con animales, el cuidado apropiado de los mismos, así como el establecer compromisos que acuerden las partes para ser compartidos, tanto el investigador como el que participa (p. 15).

Aunque generalmente no se cuestiona la adhesión a las normas éticas en la investigación, la presión por publicar a veces puede resultar en el descuido de diversos estándares en torno a calidad que sean requeridos. En razón a lo descrito, resulta crucial que los principios éticos sean vistos como respaldo para mantener una integridad sólida y excelentes estándares en la investigación.

3.2. Sistema de Variables

3.2.1. Variables principales

3.2.1.1. Variable independiente

Diseño del Pavimento en Las Calles de la localidad de San Pedro de Cumbaza.

Definición conceptual: Estructura erigida sobre la base de una carretera, planificada para soportar y distribuir las fuerzas originadas por el tráfico vehicular, con el fin de mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para la circulación. Comúnmente, incluye distintas capas como la subbase, la base y la capa de rodadura.

Definición operativa: Proceso mediante el cual se identifican los componentes estructurales de una sección de carretera, tomando en cuenta las características existentes en la subrasante, la disponibilidad de recursos, la composición de tráfico y las particularidades del entorno.

Dimensión: Aspectos relacionados con la forma en la que se estructura el pavimento, propiedades geomecánicas de un suelo, el análisis topográfico como también la estratigrafía del terreno.

Indicadores: Engloban dimensiones como la profundidad de la base, el grosor de la capa hecha de concreto, la capacidad de soporte que tiene el suelo (CBR), las distancias y ángulos horizontales, además de los datos recopilados a partir de excavaciones en el suelo (calicatas).

3.2.1.2. Variable Dependiente

Evaluar el nivel de Transitabilidad vehicular.

Definición conceptual: Grado de eficacia dentro la infraestructura vial que puede dar garantía para un flujo vehicular continuo durante un tiempo determinado.

Definición operacional: El rendimiento óptimo de un pavimento, evaluado mediante la funcionalidad y la integración.

Dimensión: Análisis del flujo vehicular y la funcionalidad de la carretera.

Indicadores: Incluyen el recuento de vehículos, el número de ejes equivalentes (ESALs), así como la evaluación de la serviciabilidad al inicio y al término del periodo.

3.2.1.3. ¹Operacionalización de Variables

Tabla 2.
Concreción de variables.

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicadores	Escala de Medición	Instrumento
Variable independiente: Diseño del pavimento	Estructura erigida sobre la base de una carretera, planificada para soportar y distribuir las fuerzas originadas por el tráfico vehicular, con el fin de mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para la circulación. Comúnmente incluye distintas capas como la subbase, la base y la capa de rodadura. (MTC,2018)	Proceso mediante el cual se identifican los componentes estructurales de una sección de carretera, tomando en cuenta las características existentes en la subrasante, la disponibilidad de recursos, la composición de tráfico y las particularidades del entorno. Se utilizará la escala ordinal.	Aspectos relacionados con la estructura del pavimento. Propiedades geomecánicas del suelo. Análisis topográfico Estratigrafía del terreno.	- Profundidad de base. - Grosor de la capa hecha de concreto. - Capacidad que posee el suelo para soporte CBR - Distancias y ángulos horizontales. - Calicatas.	Cuantitativa	-Formato para supervisión topográfica. - Formato de estratigrafía de las excavaciones y el índice de soporte CBR - Manual de observación
Variable dependiente: Transitabilidad vehicular	Grado de eficacia dentro la infraestructura vial que puede dar garantía para un flujo vehicular continuo durante un tiempo determinado. (MTC,2018)	El rendimiento óptimo de un pavimento, evaluado mediante la funcionalidad y la integración. Se utilizará la escala ordinal.	Análisis de flujo vehicular. Funcionabilidad de la carretera.	- Recuento de vehículos - Número de ejes equivalentes (ESALS) - Serviciabilidad inicial. - Serviciabilidad final.	Cuantitativa	-Documento para la supervisión del tráfico en las carreteras urbanas a desarrollar -Manual de observación

Fuente: Elaboración propia.

3.2.2. Variables secundarias

Tabla 3.

Explicación de la variable correspondiente al Objetivo específico 1.

1

OE. 1. Ejecutar el Estudio topográfico de los jirones a pavimentar.

Variable en abstracto	Variable tangible	Medio de registro	Unidad de medida
Ejecutar	Estudio topográfico	Valoración óptica y exploración data existente	Cualitativa

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4.

Explicación de la variable correspondiente al Objetivo específico 2.

1

O.E.2. Realizar el estudio de suelos de la zona del proyecto a pavimentar.

Variable en abstracto	Variable tangible	Medio exploratorio	1 Unidad de medida
Realizar	Estudio de suelos	Valoración óptica y exploración data existente	Cualitativa

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.

Explicación de la variable correspondiente al Objetivo específico 3.

1

O.E.3. Ejecutar el estudio de tráfico en los jirones a pavimentar.

Variable en abstracto	Variable tangible	Medio exploratorio	1 Unidad de medida
Ejecutar	Estudio de tráfico	Valoración óptica y exploración data existente	Cualitativa

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6.

Explicación de la variable correspondiente al Objetivo específico 4

35

O.E.4. Diseñar el Pavimento rígido de las vías de la localidad de San Pedro de Cumbaza.

Variable en abstracto	Variable tangible	Medio exploratorio	7 Unidad de medida
Diseñar	Pavimento rígido	Valoración óptica y exploración data existente	Cualitativa

Fuente: Elaboración propia.

3.3. Procedimientos de la investigación

3.1.1. Objetivo específico N° 01

1 Ejecutar el Estudio topográfico de los jirones a pavimentar.

En este apartado, se llevó a cabo la cartografía detallada de la totalidad del espacio asignado al proyecto de investigación, abarcando una superficie total de 10,552.63 m².

3.1.1.1. Levantamiento topográfico

El procedimiento para realizar una cartografía hecha a detalle sigue una serie de pasos de investigación hasta finalizar con el desarrollo de datos. La fase inicial del proceso de levantamiento topográfico llega con la etapa de planificación, que se erige como un componente crucial para asegurar la exactitud y la calidad de los resultados finales. En esta etapa primordial, se establecen los objetivos que guiarán todo el levantamiento topográfico, se eligen los instrumentos y software apropiados, se diseña la estrategia de campo y se elabora un calendario para el proyecto.

En primer término, se procede a definir los objetivos específicos del levantamiento topográfico, los cuales pueden variar dependiendo del tipo de proyecto en cuestión. Por ejemplo, en el caso de un proyecto de construcción, los objetivos podrían consistir en obtener información detallada del terreno para la planificación y ejecución del proyecto, mientras que, en un proyecto de investigación, los objetivos podrían centrarse en la identificación de características geológicas particulares del terreno.

Una vez que estos objetivos han sido definidos, se procede a elegir los instrumentos y programas informáticos apropiados para realizar la cartografía de manera efectiva. Esto incluye la elección de los equipos de medición adecuados, tales como estaciones totales, sistemas de posicionamiento global (GPS) y láser escáner, así como la identificación del software necesario para procesar y analizar los datos topográficos recopilados.

La estrategia de campo también desempeña un papel esencial en la planificación del levantamiento topográfico. En esta etapa, se determinan las áreas que serán objeto de medición, se seleccionan los puntos de control críticos y se planifican las rutas de acceso al terreno. Aspectos como las condiciones climáticas y la seguridad del personal en el terreno son cuidadosamente considerados durante la fase de diseño de la estrategia de campo.

Por último, se procede a la planificación del cronograma del proyecto, teniendo en cuenta los plazos de entrega, las fechas de inicio y finalización del proyecto. Esta fase implica la asignación de recursos necesarios, la programación de las actividades requeridas y la coordinación de los equipos de trabajo para asegurar que el levantamiento topográfico se lleve a cabo de manera eficiente y en concordancia con los plazos establecidos.

Para llevar a cabo la cartografía detallada, se requiere partir de una referencia como punto primario que se conoce como puntos BMs originarios, que posean coordenadas fijadas con antelación en términos de este, de norte y elevación, ello con el fin de vincular cada punto específico. Estas herramientas se utilizan regularmente con el objetivo de llevar a cabo levantamientos en diversos lugares con precisión óptima.

Una vez que cada poligonal del levantamiento se ajustó y niveló, se procedió al levantamiento detallado según las especificaciones del plan, cumpliendo así con la información solicitada por el proyectista. Este procedimiento se llevó a cabo utilizando una configuración de irradiación que es considerada básica, empleando los puntos por los que se compone la poligonal y su cruce con calles que se encuentran transversales. Se ha recolectado datos que resultan relevantes, la cual abarca puntos concernientes al terreno que fueron de utilidad para la creación de curvas de nivel. También se recopiló información detallada sobre elementos como intersecciones, frentes de edificios, aceras, buzones, depósitos de agua, sistemas de desagüe, postes de iluminación, líneas telefónicas, alcantarillas, límites, esquinas, entre otros, con el propósito de construir el mapa topográfico de la zona.

En este proyecto, se utilizó tecnología de vanguardia, la Estación Total de la marca Topcon, que dispone de capacidad de almacenamiento interno para la captura automatizada de datos de campo, que, al eliminar posibles errores en la transcripción de datos, se procedió al procesamiento de información **para obtener las coordenadas (Norte, Este y elevación) de cada** punto detallado.

Esta obtención de data fue llevada a cabo a diario a través de la aplicación "Topcon Link", posibilitando la transferencia de la información recopilada en campo mediante la Estación Total Topcon. Estos datos se almacenaron en archivos magnéticos o formatos digitalizados, coordinados de manera adecuada para facilitar su posterior

procesamiento. Además, se registraron los datos en libretas topográficas utilizando equipos convencionales.

Después de recopilar los datos en el terreno, se procesaron a través de una aplicación topográfica con el fin de obtener las coordenadas de los puntos relevados. Posteriormente, la información se exportó en formato CSV (Valores separados por comas) permitiendo su manipulación en cualquier aplicación que sea compatible con este tipo de archivo.

Como resultado de esta investigación, se recopilaron un total de Dos Mil Doscientos Noventa y Siete (2,297) puntos, que componen el levantamiento en topografía y un prototipo digital utilizado para la triangulación y determinación de altitud y ubicación en el plano.

3.1.1.2. ² Modelo digital de terreno (MDT) y curvas de nivel

Una vez completado el levantamiento en topografía y al representarlo a través de un plano, se procede a la creación del Modelo Digital del Terreno (MDT), el cual se compone de un conjunto numérico en el que se incluyen datos que retratan la asignación respecto al espacio que tiene una variable continua y cuantitativa. Este modelo se fundamenta en un Sistema de Triangulación Irregular (TIN), el mismo que representa superficies continuas mediante un conjunto de datos espaciales generados a través de procesos de triangulación. En esta malla TIN, los puntos del levantamiento topográfico se conectan para formar un sistema irregular de triángulos, donde los vértices de estos triángulos corresponden a los puntos mencionados, identificados por sus coordenadas x, y, y z.

Cada punto identificado en el levantamiento topográfico contribuye a la formación de un número significativo de triángulos equiláteros, lo que da forma al relieve del suelo. Tras lo expuesto en el párrafo precedente, se lleva a cabo una interpolación matemática del Modelo Digitalizado del Terreno siguiendo el objetivo de crear líneas de contorno uniformemente separadas por cada metro, conforme a las indicaciones del plan. Este procedimiento posibilita una representación precisa de la topografía del terreno en el plano.

Para llevar a cabo este trabajo, se utilizó la aplicación CAD Autodesk MDT 4, que facilita la realización de estas actividades y proporciona resultados satisfactorios, permitiendo plasmar virtualmente el terreno real.

3.1.2. Objetivo específico N° 02

1 Realizar el estudio de suelos de la zona del proyecto a pavimentar.

- Reconocimiento del terreno, se da inicio al EMS con el reconocimiento del terreno, en esta etapa primaria, se realizó una inspección visual del área a trabajar. Se recopiló información sobre la topografía, el uso de la tierra, la geología y cualquier característica que pueda influir en el diseño y la construcción.
- Muestreo de suelos; es cuando procedimos con la extracción de muestra del área a trabajar, se obtuvo muestras representativas del suelo a diferentes profundidades a lo largo del trazado de la carretera. Esta profundidad de excavación depende del tipo de terreno a examinar, el clima, el propósito del estudio, en este caso estamos refiriendo a carreteras, de manera que se realizaron cinco calicatas de hondura 1.50 metros mediante excavación. Esta dimensión está definida por el proceso de transmisión de carga que se realizará a través de la armadura estructural que posee el pavimento hacia el suelo subyacente, mitigando la carga, acciones que garantizan la integridad de la infraestructura vial.

Con el fin de evidenciar los estratos presentes en la zona de estudio, se realizaron cinco (05) excavaciones a cielo abierto, siguiendo las pautas establecidas por la Norma. La representación de estratos tuvo lugar siguiendo las directrices que indica la normativa, seguida por la recopilación de muestras para su posterior análisis en ensayos de laboratorio.

Evaluación en laboratorio: Los datos obtenidos durante el proceso de muestreo fueron examinados con objeto de que se evalúe las propiedades físico-mecánicas presentes en dicho suelo. Esto abarcó que se clasifique el suelo, su capacidad de carga, su compresibilidad y su expansión. Estos resultados son esenciales para el diseño. Las pruebas se realizaron bajo la normativa ASTM y adaptados por la NTP, particularmente dirigidos hacia la mecánica de suelos.

Tabla 7. ²
Método de ensayos

ENSAYO	NORMA ASTM	NTP
Clasificación Unificada de Suelos	ASTM D 2487	339.129
³³ Análisis granulométrico por tamizado	ASTM D 422	400.012
Contenido de Humedad	ASTM D 2216	339.127
Peso específico relativo	ASTM D 856	339.131
Peso volumétrico	ASTM C 029	339.139
² Descripción Visual Manual	ASTM D 2488	339.150
Relación Humedad Densidad (PROCTOR)	ASTM D 1557	339.141
Ensayo de Valor de Soporte (C.B.R)	ASTM D 1883	339.145
Durabilidad al sulfato de sodio	ASTM C 88	
Equivalente de Arena	ASTM D 2419	

Fuente: Elaboración propia

3.1.2.1. Clasificación unificada de suelos

Se empleó el procedimiento normalizado según AASHTO y SUCS para identificar el tipo de suelo. Después de extraer las muestras y permitir su secado natural, se sometieron a un proceso de tamizado con diferentes tamaños de malla. Se analizó el porcentaje de material retenido, el cual fue evaluado para determinar la composición del suelo en cuestión.

Se efectuó el análisis granulométrico de las muestras, por cada calicata; y en ellas se observó que de material grueso la malla de $\frac{3}{4}$ " tiene mayor retención y en agregado fino la malla N° 80. El color del suelo fue marrón rojizo.

3.1.2.2. Análisis del Valor Relativo de Soporte C.B.R.

Fue llevada a cabo utilizando un instrumento de laboratorio denominado penetrómetro CBR. Este dispositivo está compuesto por un pistón que ejerce una carga vertical sobre ²⁵ la muestra de suelo contenida en un cilindro de penetración. El proceso se llevó a cabo de la siguiente manera:

Se colocó la muestra de suelo en un molde CBR, proceder que se puso en marcha por medio de capas, compactando cada una un número preestablecido de veces.

Posterior a la compactación, se realizó una primera medición del diámetro y la altura de la muestra compactada, lo que permite calcular su densidad inicial.

Después, el penetrómetro CBR aplicó una carga al pistón y comenzó a penetrar ²⁷ en la muestra de suelo con una velocidad constante. Se registró la fuerza necesaria para penetrar el suelo, expresada bajo términos de fuerza y desplazamiento.

La prueba se prolongó hasta que el pistón penetró una distancia determinada. El índice de soporte que se conoce como CBR, fue determinado mediante la división de la carga necesaria que posibilite la penetración que se ha determinado que necesita el suelo sujeto a evaluación por la carga requerida para alcanzar el mismo nivel de penetración tomando un muestrario referencial compuesto de grava y arcilla.

El valor CBR se calculó utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{CBR} = \frac{\text{Carga necesaria para penetrar el suelo en prueba (en unidades)}}{\text{Carga necesaria para penetrar la muestra estándar (en unidades)}} \times 100\%$$

El valor CBR resultante se expresa como un porcentaje. Los valores de CBR más altos indican que el suelo tiene una mayor capacidad de carga, mientras que los valores más bajos reflejan una menor capacidad de carga. El estrato superior del terreno natural, que comprende los últimos 0.60 metros desde el nivel de la subrasante proyectada, a menos que el plano del proyecto o detalles específicos establezcan un espesor distinto. El objetivo fue determinar el índice C.B.R. relativo a la subrasante. La capacidad de carga, influenciada por el tráfico, y la calidad del material constituyente tendrán un efecto importante en el grosor de esta capa.

Se clasificó la subrasante, que se localiza en el ² fondo de la socavación en suelo inalterado o en la capa superior del terraplén, mediante el índice C.B.R., asignándola a una de las cinco clases representativas.

Tabla 8.
Tipos de subrasantes

CLASIFICACIÓN	C.B.R. DE DISEÑO ³
Subrasante muy pobre	< de 3%
Subrasante pobre	De 3% a 5%
Subrasante regular	De 6% a 10%
Subrasante buena	De 11% a 19%
Subrasante muy buena	Mayores de 20%

Fuente: Método simplificado Guía de AASHTO 93

Cuando la diversidad del material preponderante en la subrasante impide establecer un criterio homogéneo para definir el valor promedio de C.B.R. y se cuentan con menos de seis valores de C.B.R. por clase de suelo representativo, es posible aplicar criterios basados en la similitud de los valores. En caso de valores cercanos, se puede optar por tomar el valor promedio; sin embargo, si existe una disparidad considerable entre los valores, se recomienda utilizar el valor más bajo o crítico.

Otro parámetro significativo que contribuye a describir el pavimento de la subrasante es el Índice que hace factible poder clasificarlo, un valor sin dimensiones que es el encargado de implantar un umbral en la pauta que permita su utilización. Se considera que, si este índice es menor a 20, hay la posibilidad de mejorar el suelo, en cambio, si es mayor a 20, el suelo resulta no apto en alusión a la edificación de vías de tránsito.

Tabla 9.
Relación entre las categorías de suelo según AASHTO-SUCS.

C.B.R. ¹⁰	CLASIFICACIÓN GENERAL	USOS	CLASIFICACIÓN SUCS	CLASIFICACIÓN AASHTO
0 - 3	Muy Pobre	Subrasante	OH, CH, MH, OL	A5, A6, A7
3 - 7	Pobre a Regular	Subrasante	OH, CH, MH, OL	A4, A5, A6, A7
7 - 20	Regular	Subbase	OL, CL, ML, SC, SM SP	A2, A4, A6, A7
20- 50	Bueno	Base, Subbase	GM, GC, SW, SM, SP, GP	A1b, A2-5, A3
> 50	Excelente	Base		A1-a, A2-4, A3

Fuente: Método simplificado Guía de AASHTO 93

Un estudio de suelos completo y preciso es fundamental para asegurar que la carretera sea segura y duradera, minimizando problemas potenciales como hundimientos, deformaciones y daños estructurales a lo largo de la duración estimada de uso. Por lo

tanto, es una parte crítica del proceso de planificación y diseño en la construcción de carreteras.

3.1.3. Objetivo específico N° 03

1 **Ejecutar el estudio de tráfico en los jirones a pavimentar.**

Se realizó una evaluación del flujo vehicular considerando el volumen de tráfico en ambas direcciones. Se tomó a consideración la implementación de un dispositivo de recuento de tráfico en una de las vías designadas para pavimentación, y se realizó la medición durante una semana, abarcando desde el lunes hasta el domingo. Así, se determinó el flujo vehicular diario. El análisis del tráfico se extiende por un lapso de 7 días consecutivos, con mediciones continuas las 24 horas del día. El personal encargado realizó las observaciones en tres turnos de 8 horas cada uno, y posteriormente se procesaron los datos utilizando una hoja de cálculo.

Se procedió a colocar puntos de control, con fines de establecer numéricamente el volumen del tráfico vehicular, se estableció también la diferencia del tipo de vehículo, la dirección y periodo de conteo.

La medición se efectuó durante 7 días en el periodo de 24 horas, el conteo se llevó a cabo los días: lunes 31 de enero del 2022 (31/01/22), martes 01 de febrero del 2022 (01/02/22), miércoles 02 de febrero del 2022 (02/02/22), jueves 03 de febrero del 2022 (03/02/22), viernes 04 de febrero del 2022 (04/02/22), sábado 05 de febrero del 2022 (05/02/22) y el domingo 06 de febrero del 2022 (06/02/22).

La siguiente fórmula fue utilizada para para calcular el Índice Medio Diario (IMD) y estipular el flujo vehicular.

$$5 \text{ IMD} = \text{IMDs} * \text{FC m}$$

$$\text{IMDs} = [(\sum \text{VI} + \text{Vs} + \text{Vd}) / 7] \text{ (Estaciones colocadas un periodo de 7 días)}$$

Dónde:

IMDs = Promedio semanal de volumen clasificado

VL = Flujo vehicular categorizado en días laborables (lunes a viernes).

Vnl = Flujo vehicular categorizado en días no laborables (sábado (Vs), domingo (Vd)).

FCm = Factor de ajuste según el mes en que se realizó el conteo.

3.1.4. Objetivo específico N° 04

16
Diseñar el Pavimento rígido de las vías de la localidad de San Pedro de Cumbaza.

4 3.1.4.1. Diseño de pavimento rígido

En AASHTO 93 se establece un procedimiento en el que, al iniciar la construcción, un pavimento ofrece un nivel de servicio elevado para una nueva infraestructura. Con el paso del tiempo y la acumulación de repeticiones de cargas de tráfico, se observa una disminución en el nivel relativo al servicio. La estrategia determina que dicho nivel debe mantenerse al término del intervalo correspondiente al diseño.

19 3.1.4.2. Parámetros de diseño según método AASHTO

11
La fórmula fundamental para diseñar la estructura de un pavimento de concreto es:

$$\log_{10} W_{82} = Z_R S_O + 7.35 \log_{10} (D + 25.4) - 10.39 + \frac{\log_{10} \left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 P_t) \times \log_{10} \left(\frac{M_r C_{dr} (0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times J \left(0.09 D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c / k)^{0.25}} \right)} \right)$$

En lo que:

6
W8.2 = número anticipado de ejes equivalentes de 8.2 toneladas métricas durante el periodo de diseño

ZR = desviación estándar normal

SO = error estándar combinado en la predicción del tránsito y en la variación del comportamiento esperado del pavimento

D = espesor del pavimento de concreto, en milímetros

ΔPSI= diferencia entre los índices de servicio inicial y final

Pt = índice de serviciabilidad o servicio final

Mr = resistencia promedio del concreto (en Mpa) a flexo tracción a los 28 días (método de carga en los tercios de luz)

Cd = coeficiente de drenaje

J = coeficiente de transmisión de carga en las juntas

Ec = módulo de elasticidad del concreto, en Mpa

K = módulo de reacción, expresado en Mpa/m de la superficie (base, subbase o subrasante) en la que se apoya el pavimento de concreto.

3.1.4.3. Datos para el diseño de pavimento

3.1.4.3.1. Periodo de diseño

El lapso que se considera para estimar en el presente estudio para un pavimento de esta categoría es mínimamente 20 años.

3.1.4.3.2. Determinación del valor de diseño del CBR para la subrasante

El índice CBR, que indica la capacidad de soporte, está relacionado con el 95% de la Máxima Densidad Seca y penetración bajo carga correspondiente a 2.54 mm, según las especificaciones. En el escenario descrito, el valor obtenido con fines que involucran la pavimentación es un CBR promedio de la subrasante, el cual asciende a 7.92%.

3.1.4.3.3. Cálculo del W82, que representa la suma de ejes simples equivalentes a 18000 lb (80 KN).

Como no se contaba con datos sobre cargas por eje de los vehículos, se optó por calcular el número de ejes equivalentes utilizando las cargas máximas que son permitidas para cada vehículo de acuerdo al tipo en el que se clasifique. Este cálculo se basó en la información obtenida del estudio de tráfico, resultando en un valor de $W82 = 3.09 \times 10^5$ ejes equivalentes.

Tabla 23
Índice anual de crecimiento

	Tasa anual de crecimiento	Periodo
Tránsito bus	1.100%	20 años
Tránsito pesado	4.90%	20 años

Fuente: Elaboración propia

Factor Crecimiento (Fi)	$\frac{(1+r)^n - 1}{r}$
-------------------------------	-------------------------

Figura 6.
Fórmula factor crecimiento.

Fuente: Manual de Carreteras en su sección suelos y pavimentos

Tabla 11.
Factor carril

N° de carriles en ambas direcciones	Porcentaje para Ejes de 8,2 Tn. en cada dirección
36 1	12 100%
2	80% a 100%
3	60% a 80%
4	50% a 75%





Fuente: Método simplificado Guía de AASHTO 93

Tabla 12.
Factor de distribución direccional

Factor de Distribución Direccional (DD)	Expresado como una proporción que considera las unidades ESAL por Dirección, ya sea este-oeste, norte-sur, entre otras. Esta proporción puede oscilar entre 0.3 y 0.7.
Generalmente se asume	0.50
Periodo de diseño	20 años

Fuente: Elaboración propia

Ejes equivalentes para cada vehículo de acuerdo a su tipo, atendiendo el recuento diario de tráfico realizado.

CLASIFICACIÓN VEHICULAR	IMD	Tráfico Promedio Anual	Tasa de Crecim. 20 años	Factor de crecimiento	Tráfico Promedio Anual Acumul.	Factor Destruct -	EE Año(0)	Factor Distrib. DD = 0.5	Factor Carril DL = 1.0	EE, Año(10)	
Bus 	B2	0	0	1.10%	22.23	0.00	4.608	0	0.50	1.00	0.00.E+00
	B3	0	0	1.10%	22.23	0.00	3.616	0	0.50	1.00	0.00.E+00
Camión 	C2	9	3285	4.90%	32.72	107480.73	4.608	495234.7	0.50	1.00	2.48.E+05
	C3	3	1095	4.90%	32.72	35826.91	3.406	122039.8	0.50	1.00	6.10.E+04
Semi Trayer 	C4	0	0	4.90%	32.72	0.00	4.951	0	0.50	1.00	0.00.E+00
	T51	0	0	4.90%	32.72	0.00	7.942	0	0.50	1.00	0.00.E+00
	T53	0	0	4.90%	32.72	0.00	8.896	0	0.50	1.00	0.00.E+00
Trailers 	T253	0	0	4.90%	32.72	0.00	8.773	0	0.50	1.00	0.00.E+00
	T351	0	0	4.90%	32.72	0.00	8.066	0	0.50	1.00	0.00.E+00
	T353	0	0	4.90%	32.72	0.00	8.896	0	0.50	1.00	0.00.E+00
	C2T2	0	0	4.90%	32.72	0.00	11.277	0	0.50	1.00	0.00.E+00
Trailers	C2T3	0	0	4.90%	32.72	0.00	11.400	0	0.50	1.00	0.00.E+00
	C3T2	0	0	4.90%	32.72	0.00	11.400	0	0.50	1.00	0.00.E+00
	C3T3	0	0	4.90%	32.719	0.000	11.524	0	0.50	1.00	0.00.E+00
										EE Año(20)	3.09.E+05

$$EE_i = IMD \times 365 \times f_i \times f_D \times DD \times DL$$

$$EE = \sum_{i=1}^n EE_i$$

Donde:

- EE = Ejes Equivalentes
- f_i = Factor de Crecimiento
- f_D = Factor Destructivo
- DD = Factor de Distribución Direccional
- DL = Factor del carril

Figura 7.
Cálculo de ejes equivalentes (EE).

Fuente: Elaboración propia

3.1.4.3.4. Tránsito (ESALs)

Esta duración está vinculada a la cantidad de tráfico asignada al carril, siendo un periodo recomendado al menos de 20 años.

Una peculiaridad propia de este método es la reducción del impacto del tránsito a través de la introducción de ejes equivalentes, esto implica que las cargas de ejes de cualquier tipo de vehículo se puedan transformar en ejes simples equivalentes de 8.2 toneladas, comúnmente conocidos como ESALs.

Para el caso de vías de tránsito con un tráfico de bajo volumen, que oscila entre 150,001 y 1,000,000 de Equivalentes de Eje (EE), considerando tanto el carril como el periodo de diseño.

TIPOS TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN 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

Nota: T_{PX}: T = Tráfico pesado expresado en EE en el carril de diseño
PX = Pavimentada, X = número de rango (1, 2, 3, 4)

Figura 8.

Clase de tráfico

Fuente: Manual de Carreteras - sección suelos y pavimentos

3.1.4.3.5. Serviciabilidad

Se examinó la eficiencia del pavimento mediante dos criterios fundamentales: el índice inicial (Pi) y el final (Pt). Se desarrolló la ecuación al tener en cuenta la discrepancia entre los valores de servicio al inicio y al final, creando de esta manera que exista variación o diferencia relacionando ambos (Δ PSI).

En este contexto, ello indica la aptitud del pavimento para satisfacer el tráfico que transita por una carretera particular, y es representado en escala que abarca desde 0 hasta 5. En dicha escala, el valor de 0 señala una condición intransitable, mientras que el 5 representa una calificación excelente, un estándar que pocas veces se logra en la realidad.

La valoración de Δ PSI está directamente relacionado con la calidad de la construcción. Se establecen recomendaciones específicas para estos valores, los cuales son:

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (Pi)	ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL O TERMINAL (Pt)	DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD (Δ PSI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP1	150,001	300,000	4.10	2.00	2.10
	TP2	300,001	500,000	4.10	2.00	2.10
	TP3	500,001	750,000	4.10	2.00	2.10
	TP4	750,001	1,000,000	4.10	2.00	2.10
Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	4.30	2.50	1.80
	TP6	1,500,001	3,000,000	4.30	2.50	1.80
	TP7	3,000,001	5,000,000	4.30	2.50	1.80
	TP8	5,000,001	7,500,000	4.30	2.50	1.80
	TP9	7,500,001	10'000,000	4.30	2.50	1.80
	TP10	10'000,001	12'500,000	4.30	2.50	1.80
	TP11	12'500,001	15'000,000	4.30	2.50	1.80
	TP12	15'000,001	20'000,000	4.50	3.00	1.50
	TP13	20'000,001	25'000,000	4.50	3.00	1.50
	TP14	25'000,001	30'000,000	4.50	3.00	1.50
	TP15	>30'000,000		4.50	3.00	1.50

15

Fuente: Manual Carreteras - sección suelos y pavimentos

Figura 9.

Diferencia en la capacidad de servicio.

Fuente: Manual Carreteras - sección suelos y pavimentos

15

3.1.4.3.6. Confiabilidad "R" y la desviación estándar (So)

Se presenta bajo el objetivo de medir la variabilidad intrínseca que presentan los materiales, los procedimientos constructivos y las prácticas de supervisión. Esta variabilidad puede dar lugar a que distintos pavimentos construidos mediante el mismo método manifiesten comportamientos diversos en cuanto al deterioro. Por lo tanto, la confiabilidad se entiende como un margen de seguridad, diseñado para aumentar de manera proporcional la carga de tráfico prevista durante el periodo para el cual se planificó el pavimento

El rango convencional, recomendado por AASHTO, abarca desde 0.30 hasta 0.40. No obstante, este manual propone un valor específico que corresponde a 0.35.

Se utilizarán valores particulares de fiabilidad relacionados al número en el que se repiten los ejes equivalentes, tanto para el diseño como para la tabla 16.

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Z _R)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P0}	100,000	150,000	65%	-0.385
	T _{P1}	150,001	300,000	70%	-0.524
	T _{P2}	300,001	500,000	75%	-0.674
	T _{P3}	500,001	750,000	80%	-0.842
	T _{P4}	750,001	1,000,000	80%	-0.842
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	85%	-1.036
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	85%	-1.036
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	85%	-1.036
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	90%	-1.282
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	90%	-1.282
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	90%	-1.282
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	90%	-1.282
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	90%	-1.282
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	90%	-1.282
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	90%	-1.282
	T _{P15}		>30'000,000	95%	-1.645

Figura 10.

Nivel de fiabilidad y desviación estándar.

Fuente: Manual Carreteras - sección suelos y pavimentos

Según las indicaciones del Manual de Carreteras en su sección de suelos y pavimentos, el valor sugerido para el diseño en una sola etapa (20 años).

3.1.4.3.7. El suelo y el efecto de las capas de apoyo (K_c)

Un atributo que es comúnmente utilizado para caracterizar la subrasante es el módulo de reacción presente de la subrasante. La evaluación de este módulo implica la estimación de la presión que es requerida para producir una deformación particular, en este caso, de 13 milímetros. La ejecución del proceso siguió las pautas establecidas por las normas ASTM D-1196 y AASHTO T-222. Las unidades de K se expresan en Mpa / m.

Por otra parte, en la investigación se utilizó como alternativa la propuesta por AASHTO, que es una metodología que implica el uso de una correlación directa que haga factible simplificar la determinación de un coeficiente de reacción, el cual se ajusta con arreglo a la clasificación del suelo y el CBR. Para este propósito, se presenta lo siguiente:

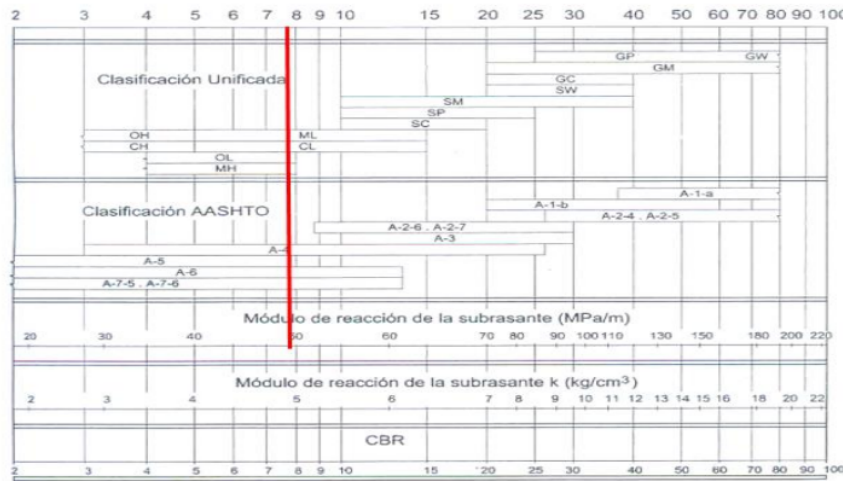


Figura 11.
Módulo de resistencia de la subrasante.

Fuente: Manual Carreteras - sección suelos y pavimentos

Conforme a las indicaciones presentes en el Manual, se sugiere un valor indicado en la figura 9 revela que $K= 48 \text{ Mpa/m} \Leftrightarrow 175.2 \text{ pci}$.

3.1.4.3.8. Capacidad de resistencia a la flexión del concreto (Mr)

En virtud que los pavimentos construidos a base de concreto están mayormente sujetos a fuerzas que provocan flexión, este aspecto se incluye en AASHTO 93. En lo que respecta a pavimentos, se emplean valores que varían de acuerdo a lo indicado.

Valores Recomendados de Resistencia del Concreto según rango de Tráfico

RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RESISTENCIA MÍNIMA A LA FLEXO TRACCIÓN DEL CONCRETO (Mr)	RESISTENCIA MÍNIMA EQUIVALENTE A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO (F'c)
$\leq 5'000,000 \text{ EE}$	40 kg/cm ²	280 kg/cm ²
$> 5'000,000 \text{ EE} \leq 15'000,000 \text{ EE}$	42 kg/cm ²	300 kg/cm ²
$> 15'000,000 \text{ EE}$	45 kg/cm ²	350 kg/cm ²

Figura 12.
Módulo de rotura del concreto (Mr)

Fuente: Manual Carreteras - sección suelos y pavimentos

La relación entre el módulo de rotura y el módulo de compresión ($f'c$) correspondiente al concreto se establece por medio de lo siguiente:

$$Mr = a\sqrt{f'c}$$

(Expresado en kg/ cm²), de acuerdo con el ACI 363, en la que el coeficiente de "a" puede variar en el rango de 1.99 a 3.18. Concerniente al módulo de rotura del concreto, se tiene Mr equivalente a 40 kg/ cm² (lo que es igual a 569 psi).

3.1.4.3.9. Módulo elástico del concreto

Factor que resulta de considerable relevancia para diseñar estructuras de concreto armado. Este cálculo puede realizarse basándose en la fuerza con la que resiste a la compresión o a la flexotracción, utilizando alguna correlación predefinida. Conforme a las pautas de la normativa AASHTO 93, el módulo elástico puede calcularse utilizando una correlación, siguiendo la sugerencia especificada por ACI:

$$E = 57,000 \times (f'c)^{0.5}; (f'c \text{ en PSI})$$

La obtención del valor del módulo de elasticidad del concreto se realiza mediante la prueba ASTM C-469.

$$E=3.59 \times 10^6 \text{ psi}$$

3.1.4.3.10. Coeficiente de drenaje (Cd)

Representado como Cd, muestra variabilidad en un rango de 0.70 a 1.25 y puede ajustarse según las condiciones específicas. Un valor alto de Cd indica un sistema de drenaje eficiente, lo cual beneficia a la estructura al permitir la reducción del espesor de concreto previamente calculado. Se ha seleccionado un coeficiente de drenaje de 1.00, especialmente para las capas granulares.

3.1.4.3.11. Transferencia de cargas (J)

Este factor se empleó para estimar la capacidad durante la transmisión de cargas a través de hendiduras y juntas. La magnitud de este factor varía según el tipo de pavimento de concreto que se esté construyendo, la presencia y tipo de berma lateral, así como la existencia de dispositivos asociados con la transmisión de cargas. El valor

de J guarda una relación directa con el espesor final de la losa de concreto; es decir, a medida que el valor de J disminuye, se logra un menor espesor de concreto.

Valores de Coeficiente de Transmisión de Carga J

TIPO DE BERMA	J			
	GRANULAR O ASFÁLTICA		CONCRETO HIDRÁULICO	
VALORES J	SI (con pasadores)	NO (sin pasadores)	SI (con pasadores)	NO (sin pasadores)
	3.2	3.8 - 4.4	2.8	3.8

Figura 13.

Coeficiente de transmisión de carga.

Fuente: Manual Carreteras - sección suelos y pavimentos

Esta elección se basó en las condiciones definidas por la prueba AASHTO, donde se emuló el apoyo adyacente utilizando una vía que se compone de material granular o de manera equivalente, por una formada por una capa de asfalto.

3.1.4.3.12. Diseño de espesor de pavimento rígido

$$\log_{10}(ESAL) = ZR * S_0 + 7.35 \log(D+1) - 0.06 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5-1.5}\right)}{1.00 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D+1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32Pr) \log_{10} \left(\frac{S'_c * C_d * (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 * J * \left(D^{0.75} - \frac{18.42}{(E_c / K)^{0.25}} \right)} \right)$$

Figura 14.

Fórmula fundamental empleada en el diseño para pavimento rígido AASHTO 93.

Fuente: Método simplificado presente en la Guía de AASHTO 93

5 CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Ejecutar el estudio topográfico de los jirones a pavimentar.

4.1.1. Resultado del estudio topográfico

Tabla 13.
Cotas y coordenadas de los BMs de inicio

DESCRIPCIÓN	COORDENADAS		COTA	OBSERVACIONES
	NORTE	ESTE		
BM - 1	9290165.86	344374.525	408.17	M.I. ubicado en esq. De Ver.
BM - 2	9290075.944	344658.325	403.08	M.1.Ubicado en tapa de buzón
BM - 3	9290094.902	344504.108	406.64	M.1.Ubicado en vereda de parque
BM - 4	9290000.285	344384.901	408.36	M.1.Ubicado en esq. De alc. existente

Fuente: Elaboración propia

Discusión:

Según la recapitulación de las alturas y ubicaciones de los puntos de referencia iniciales para el diseño de pavimentación del proyecto de las calles principales de San Pedro de Cumbaza, se denota la desnivelación constante entre un punto y otro, siendo demostrado la irregularidad existente en el terreno, esto se debe a que la zona es accidentada y no regular en el sector urbano y en los márgenes del río.

1 4.2. Realizar el estudio de suelos de la zona del proyecto a pavimentar

2 4.2.1. Resultado del análisis de Mecánica de suelos

Las pruebas efectuadas a fin de que se pueda identificar la naturaleza de suelo a considerar en el diseño del pavimento abarcan:

4.2.1.1. Clasificación unificada de suelos

Tabla 14.
Resumen de los resultados del Estudio de Suelos.

	C1	C2	C3	C4	C5
	4 Jr. Pedro Ruiz	Jr. Leoncio	Jr. Manco Cápac	Jr. José Olaya	Jr. Perú C1
	25 Gallo C2	Prado C2	C2	C1	
0.00 – 0.10 M	Suelo orgánico	Suelo orgánico	Suelo orgánico	Suelo orgánico	Suelo orgánico
Clasificación SUCS	Arcilla inorgánica	Arena arcillosa	Arcilla inorgánica	Arcilla inorgánica	Arcilla – Limosa
Clasificación AASHTO	Arcilla inorgánica	Arena arcillosa	Arcilla inorgánica	Arcilla inorgánica	Arcilla – Limosa
Consistencia	Media	Media	Media	Media	Media
Contenido de	Bajo	Medio	Bajo	Bajo	Bajo
Humedad	12.40%	16.20%	8.00%	6.60%	10.90%
Color	Marrón	Marrón	Marrón	Marrón	Marrón
Plasticidad	Medio	Medio	Medio	Medio	Baja
	IP=25.50%	IP=16.40%	IP=21.70%	IP=23.40%	IP=4.10%
Grava (%)	GF= 0.18%	--	GF=0.22%	GF=0.63%	--
Arena Gruesa (%)	0.31%	1.49%	0.40%	0.35%	0.56%
Arena Media (%)	0.94%	2.71%	1.34%	0.98%	4.61%
Arena fina (%)	6.48%	59.47%	6.45%	7.60%	61.35%
% Pasa por la malla	Arcilla	Arcilla	Arcilla	Arcilla	Limo
N° 200	91.31%	36.33%	91.60%	90.53%	44.49%
Clasificación SUCS	CL	SC	CL	CL	SM

Fuente: Elaboración propia

Nivel Freático

No fue detectado índice elevado de agua subterránea en ninguna de las condiciones observadas.

4.2.1.2. Evaluación del índice de soporte CBR

Tabla 15.

Resultado del CBR promedio

C.B.R. AL 100 % (%)	C.B.R. AL 95 % (%)
12.10	7.92

Fuente: Elaboración propia

Según la Tabla 15 los valores de C.B.R. de nuestros ensayos es **REGULAR**.

4.2.1.3. Fuentes de agua

Se permite utilizar agua de las tuberías de suministro de la ciudad de San Pedro para llevar a cabo actividades como movimientos de tierras, construcción de terraplenes, capas de afirmado y mezclas de concreto.

4.2.1.4. Cantera

Es solicitado que el material destinado al diseño sea sometido a un proceso de zarandeo utilizando una malla de 2 pulgadas. Este material puede provenir de canteras o de ríos, siempre cumpliendo con las especificaciones y normativas detalladas.

Discusión:

Basándonos en los resultados que arrojaron los análisis efectuados en el laboratorio, y teniendo en cuenta factores como el clima, la temporada y la toma de muestras IN SITU, se ha evaluado la Resistencia a la Compresión Simple utilizando el método de Corte Directo. En la zona del proyecto, el suelo predominante se clasifica como **Arcilla inorgánica de mediana plasticidad**. No se han observado señales de filtraciones, como el nivel freático, en las excavaciones de calicatas. El suministro de agua se obtendrá tanto de la red pública como de río Cumbaza, que **pasa por la zona de San Pedro**.

4.3. ¹ Ejecutar el estudio de tráfico en los jirones a pavimentar.

4.3.1. Resultado del estudio de tráfico.

"MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LAS PRINCIPALES VIAS URBANAS DE LA LOCALIDAD DE SAN PEDRO DE CUMBAZA, DISTRITO DE SAN ANTONIO - SAN MARTIN - SAN MARTIN"											
RESUMEN DE VOLUMEN DE TRÁFICO DIARIO - JR. RAMON CASTILLA											
CLASE	LUNES	MARTES	MÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	IMDs	FC	IMDA	
AUTO	60	50	60	70	100	100	60	72	0.942950	68	
PICK UP	20	14	16	18	30	30	20	22	0.942950	21	
11 TBI RURAL	20	18	14	16	16	30	10	18	0.942950	17	
MICRO	0	0	0	0	0	0	0	0	0.942950	0	
BUS 2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0.964170	0	
BUS 3E/4E	0	0	0	0	0	0	0	0	0.964170	0	
C2	10	10	10	10	8	6	6	9	0.964170	9	
11	4	4	2	2	2	2	2	3	0.964170	3	
8 S1/T2S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0.964170	0	
T2S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0.964170	0	
T3S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0.964170	0	
T3S1/T3S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0.964170	0	
C2R2	0	0	0	0	0	0	0	0	0.964170	0	
C2R3	0	0	0	0	0	0	0	0	0.964170	0	
C3R2	0	0	0	0	0	0	0	0	0.964170	0	
C3R3	0	0	0	0	0	0	0	0	0.964170	0	
TOTAL	114	96	102	116	156	168	98	124		118	

UBICACIÓN	San Pedro de Cumbaza - San Antonio - San Martín
SENTIDO	Ambas Direcciones
FECHA	31-01-2022 / 06-02-2022

Figura 15.

Resumen de volumen de tráfico diario Jr. Ramon Castilla.

²⁹

Fuente: Elaboración propia

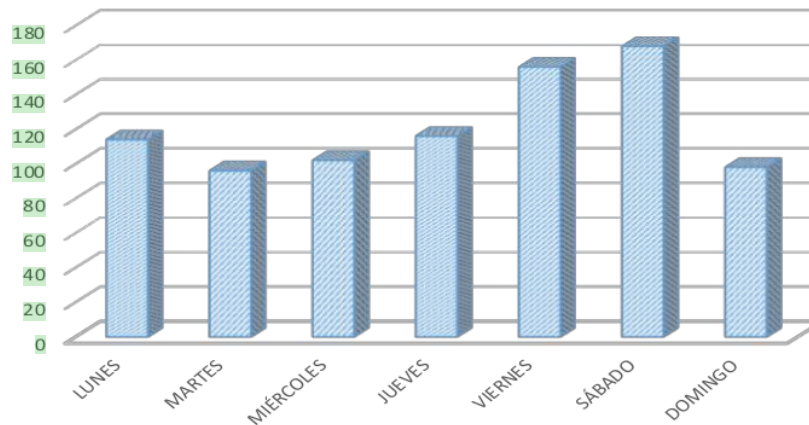


Figura 16.

Gráfico de barras tránsito vehicular diario

Fuente: Elaboración propia

Discusión:

Según los hallazgos obtenidos del análisis de tráfico llevado a cabo en el Jr. Ramón Castilla en ambas direcciones, durante 7 días consecutivos, encontramos que los días de mayor tránsito son los viernes y sábado.

4.4. Diseñar el Pavimento rígido de las vías de la localidad de San Pedro de Cumbaza.

4.4.1. Resumen del resultado del diseño de pavimento.

Tabla 16.
Implementación de la ecuación fundamental empleada en el diseño para pavimento rígido AASHTO 93

MATERIAL	ESAL	Periodo		ZR	S _o	PSI _o	PSI _i	ΔPSI	S'C	J	Cd	Ec(psi)	f'c (kg/cm ²)	K(pci)
		Diseño (años)	%R											
Subrasante	3.09E+05	20	75%	-0.674	0.35	4.1	2	2.1	569.00	3.20	1.00	3.60E+06	280.00	172.50

Fuente: Elaboración propia

Secciones de estructuras de pavimento rígido

Fue definida una medida mínima de 150 milímetros de grosor para la losa de concreto y una capa granular de base con un espesor también de 150 mm, al determinar las secciones apropiadas para las estructuras del pavimento rígido.

Tabla 17.
Cálculo del grosor de pavimento

DESCRIPCIÓN	D	ECUACIÓN SOLUCIÓN
Espesor del Pavimento Rígido (pulg.)	1.90	0.01617963
Espesor de losa (cm)	4.83	Por proceso constructivo E=15.00 cm

Fuente: Elaboración propia

La magnitud del pavimento de concreto es determinada por la metodología AASHTO y se presenta el diseño definitivo en el siguiente diagrama.

ESPEORES DEL PAVIMENTO



Figura 17.
Grosor del pavimento rígido

Fuente: Elaboración propia

Discusión:

Con base en los diversos estudios, como la topografía, la mecánica de suelos y el análisis del tráfico, además de la evaluación de los coeficientes mediante la aplicación de la fórmula elemental empleada en el diseño para pavimento de tipo rígido según AASHTO 93; la espesura del concreto rígido es de 15 cm, teniendo también como base granular un espesor de 15 cm.

CONCLUSIONES

1. **Siguiendo el primer objetivo específico planteado**, se ejecutó la medición topográfica con el propósito de diseñar el pavimento de este proyecto mediante estación total, con 04 puntos de BM's. Obteniendo que el proyecto se realiza en un terreno accidentado y de no regular.
2. **Siguiendo el segundo objetivo específico planteado**: Se efectuó el análisis de mecánica de suelos, conforme a las directrices de la Norma Técnica Peruana, siguiendo los estándares normativos establecidos. Se llevaron a cabo ensayos como el Análisis Granulométrico por tamizado, Límites de Consistencia, Humedad natural, Clasificación de Suelos SUCS y Ensayos de Corte Directo.
3. **Siguiendo el tercer objetivo específico planteado**: Se realizó el conteo diario de vehículos durante un período de 7 días consecutivos, con el propósito de calcular la densidad vehicular a través del Índice Medio Diario (IMD). Este método de recolección de datos abarcó una semana completa para obtener una representación más precisa del flujo vehicular.
4. **Siguiendo el cuarto objetivo específico planteado**: Habiendo realizado los 3 primeros objetivos, se pudo cumplir con el 4to objetivo, cuyo resultado responde a que se logró establecer un espesor de 15 cm para el pavimento rígido, con una base granular también de 15 cm.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda mejorar una capa que tenga un grosor mínimo sugerido hasta alcanzar la capa de subrasante, utilizando material seleccionado compuesto por partículas pequeñas y uniformes, debido a suelo arcilloso existente con plasticidad categorizada como media (CL). Es fundamental optimizar este componente para garantizar una mayor estabilidad y resistencia en la estructura del pavimento, especialmente teniendo en cuenta las características específicas del suelo arcilloso en cuestión.
- En futuras investigaciones, es necesario considerar los aspectos ambientales, particularmente la temperatura y la intensidad de las precipitaciones, para obtener un análisis más completo y preciso. La evaluación de estos factores contribuirá significativamente a comprender el impacto medioambiental en el proyecto, permitiendo tomar decisiones informadas y diseñar soluciones adaptadas a las condiciones climáticas específicas. Además, se sugiere llevar a cabo un monitoreo continuo de estos elementos para evaluar su variabilidad a lo largo del tiempo y optimizar así la planificación y ejecución de futuros estudios.
- Cuando se ejecute el plan, se tiene que disponer de una profesional y rigurosa inspección que compruebe que se cumplan los detalles técnicos en relación a la base, subbase y losa de pavimento planteados en el presente estudio y conforme se detalla en los planos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aashto, A. (2004). *Standard Test Method for Airport Pavement Condition Index Surveys*. American Society for Testing and Materials. Estados Unidos.
- Aashto, A. (1986) *Guide for desing of pavements structures*. Estados Unidos.
- Ahmed, F., Thompson, J., Kim, D., Carroll, E. & Huynh, N. (2020). *Costeffectiveness of performing field investigation for pavement rehabilitation design of non-interstate routes*. International Journal of Transportation Science and Technology.
- Alva, J. (2002). *Dinámica de Suelos*. Tesis de Postgrado. Universidad Nacional de Ingeniería.
- Arévalo, J. (2019). *Impacto de la pavimentación del Jr. Jorge Chávez de las cuadras 2 y 5 en los moradores del distrito de Morales, 2019*. Tesis de pregrado. Universidad César Vallejo.
- Arias, G. & Hernández, K. (2016). *Evaluación de factores de equivalencia y sus efectos en la reducción de la vida útil en las estructuras de los pavimentos de la vía Barranquilla Ciénaga*. Tesis de pregrado. Corporación Universidad de la Costa Barranquilla.
- Berry – Reid. (1993). *Mecánica de Suelos*. Mc Graw Hill International. México.
- Bin, I. y Poglepovic, M. (2020). *Evaluación para su aprovechamiento como agregado en una estructura de pavimento, Córdoba*. 561, Argentina: Revista CSIC, 2020, Vol. 73. 00020-0883.
- Blanco, K. (2020). *Diseño de infraestructura vial para transitabilidad de las localidades Cayalti Km0+000*. Tesis de pregrado. Universidad César Vallejo.
- Bueno, L. D., Schuster, S. L., Specht, L. P., Pereira, D. D. S., Nascimento, L.A.H. D., Kim, Y. R., & Brenner, M. G. B. (2020). *Asphalt pavement design optimisation: A case study using viscoelastic continuum damage theory*.

- Cardoso, S. y Fernández, M. (1999). *Aplicaciones prácticas del Método PCI para el mantenimiento de pavimentos de aeropuertos*. Perú
- Chandak, P. G., Tapase, A. B., Sayyed, S. S., & Attar, A. C. (2018). *A state-of-the-art review of different conditions influencing the behavioral aspects of flexible pavement*. In *International Congress and Exhibition Sustainable Civil Infrastructures: Innovative Infrastructure Geotechnology*. (pp. 300-312). Recuperado 15 de mayo de 2023 de https://doi.org/10.1007/978-3-319-61908-8_22
- Crespo, C. (1998). *Mecánica de Suelos y Cimentaciones*. (4ta Ed.) México: Editorial Limusa.
- Díaz, E. y Espinoza G. (2020). *Propuesta de diseño de pavimentos rígidos para subrasantes arenas limosas susceptibles a erosión en el proyecto Vía de Evitamiento del bajo Piura*. Tesis de pregrado. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas
- Fernández, D. (2019). *Mejoramiento de la infraestructura vial en el jirón lima cuadras del 01 al 08, en el distrito de Tarapoto 2019*. Tesis de pregrado. Universidad Cesar Vallejo.
- Fernández, M. (2020). *Determinación del comportamiento estructural del pavimento flexible de la carretera Cajamarca - celendínbalsas, tramo Chaquilpampa-Santa Rosa de Chaquil, mediante el análisis deflectométrico*. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de Cajamarca.
- Guerra, C. (1997). *Carreteras, ferrocarriles, canales, localización y diseño geométrico*. (3era Ed.). Editorial América.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. (6ta ed.). México: Mcgraw-hill interamericana.

- Huang, W., Liang, S., & Wei, Y. (2020). *Surface deflection-based reliability analysis of asphalt pavement design*. Science China Technological Sciences,1-13. Recuperado el 15 de mayo del 2023 de <https://doi.org/10.1007/s11431-019-1480-8>
- Incio, K. (2021). *Diseño de la infraestructura vial de la pavimentación para mejorar la transitabilidad del Centro Poblado Ampliación Villa El Sol – Distrito De Reque*. Tesis de pregrado. Universidad César Vallejo.
- Juárez y Rico. (2000). *Teoría y Aplicaciones de la Mecánica de Suelos*. (4ta ed.) México: Editorial Limusa.
- Karballaezadeh, N., Tehrani, H. G., Shadmehri, D. M., & Shamsirband, S. (2020). *Estimation of flexible pavement structural capacity using machine learning techniques*. *Frontiers of Structural and Civil Engineering*. 14(5), 1083-1096. Recuperado el 18 de mayo del 2023 de <https://doi.org/10.1007/s11709-020-0654-z>
- Mora, A. Argüelles, C. (2015). *Diseño de pavimento rígido para la urbanización Caballero y Góngora, municipio de Honda – Tolima*. Tesis de postgrado. Universidad Católica de Colombia.
- Manrique, J., Jiménez, J. y Sálas, M. (2019). *Accesibilidad: elemento fundamental para la ejecución de infraestructura, Colombia*. 37, 2019, Revista Infraestructura Via, Vol. 21, págs. 1-11. 2215-3705.
- Manual para el Diseño de Carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito. (R.M. N° 303-2008-MTC/02 del 04/04/2008)
- Maucaylle S. (2020). *Rendimientos operativos en obras de pavimentos rígidos urbanos para obtener resultados productivos - distrito de Talavera – Andahuaylas 2020*. Tesis de pregrado. Universidad Continental.
- Meléndez, J. (2017). *Diseño del pavimento del tramo dv. Aeropuerto Pucallpa – altura del cementerio jardín del Buen Recuerdo, L=10.120 km., provincia Pucallpa, departamento Pucallpa, región Ucayali*. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de San Martín.

¹ Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC). Especificaciones Técnicas de Rehabilitación Mejoramiento y Mantenimiento de Caminos Vecinales.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones: Normas Peruanas para el Diseño de Carreteras y Normas para el Diseño de Caminos Vecinales, Lima Perú.

¹ Ministerio de Transportes Comunicaciones, Vivienda y Construcción, Dirección General de Caminos, Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, DG – 2001.

Navarro, G. (2014). *Diseño del tratamiento superficial asfáltico en el camino vecinal comprendido entre el cruce carretera Fernando Belaunde Terry km 0+391.32 hasta el km 6+200 localidad de bello horizonte, distrito de la Banda de Shilcayo, provincia de San Martín*. Tesis de pregrado. Universidad César Vallejo.

¹ NORMA C.E. 010 PAVIMENTOS URBANOS aprobado con DECRETO SUPREMO N° 001-2010-VIVIENDA del REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES

Nuñez, Y. (2018). *Propuesta de Rehabilitación de pavimento de concreto utilizando sobre capas de refuerzo en la Avenida Todos los Santos de la ciudad de Chota*. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de Cajamarca.

Párraga, C. & Torres, J. (2020). *Propuesta de concretos de alto desempeño con cementos puzolánicos para la construcción de pavimentos CRCP en ambientes agresivos*. Tesis de pregrado. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas

Pérez, J. (2019). *Diseño de infraestructura vial de la carretera Poroy - Urubamba, aplicando el modelo de predicción de accidentes en vías rurales*. (1era ed.) Cusco: Revista de Andina.

Ponce, J. (2018). *Estudio Definitivo a nivel de ejecución del Camino Vecinal Calzada - Sector Potrerillo Km 0+000 - Km 2+920*. Tesis de Pregrado. Universidad Nacional de San Martín.

Quispe, J. & Condor, A. (2020). *Condición de superficie de pavimentos rígidos analizados mediante métodos convencionales-calles Andrés Avelino*

- Cáceres y Casa Blanca, Santo Tomas, Cusco-2020*. Tesis de pregrado. Universidad Continental.
- Reglamento Nacional de Edificaciones; "NTE. E.050 – Suelos y Cimentaciones". Norma legal. Lima – Perú (2006).
- Reglamento Nacional de Edificaciones; "NTE. E.060 – Concreto Armado". Norma legal. Lima – Perú (2006).
- Sandoval, E. & Rivera, W. (2019). *Correlation between CBR and Resistance to Unconfined Compression*. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*. 29(1), 135-151. Recuperado el 01 de junio de 2023 de: <https://doi.org/10.18359/rcin.3478>
- Valles, R. (1954). *Carretera, Calles y Aeropistas*. (2da ed.). Venezuela: Editorial Imprenta López - Perú 666.
- 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. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Yi, T., Yong, F., Yun, L. & Chi, Z. (2018). *Responses of snow-melting airfield rigid pavement under aircraft loads and temperature loads and their coupling effects*. *Transportation Geotechnics*, 14, 107-116.
- Zhang, L., Fu, L., Gu, W., Ouyang, Y. & Hu, Y. (2017). *A general iterative approach for the system-level joint optimization of pavement maintenance, rehabilitation, and reconstruction planning*. *Transportation Research*, 105,378-400.
- Zhou, C., Lan, G., Cao, P., Tang, C., Cao, Q., Xu, Y., & Feng, D. (2020). Impact of freeze-thaw environment on concrete materials in two-lift concrete pavement. *Construction and Building Materials*, 262, 1-10.

Diseño de pavimento del proyecto: "Mejoramiento del sistema de transitabilidad vehicular de las principales vías urbanas de la localidad San Pedro de Cumbaza, distrito San Antonio – provincia y región"

INFORME DE ORIGINALIDAD

17%	17%	4%	9%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	tesis.unsm.edu.pe Fuente de Internet	4%
2	repositorio.unsm.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	2%
4	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
6	pt.scribd.com Fuente de Internet	1%
7	Submitted to Universidad Nacional de San Martín Trabajo del estudiante	1%

repositorio.unheval.edu.pe

8	Fuente de Internet	1 %
9	upc.aws.openrepository.com Fuente de Internet	<1 %
10	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
11	repositorio.unprg.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
12	repositorio.uta.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
13	repositorio.upeu.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
14	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
15	repositorio.upla.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
16	ogpl.unmsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
17	Submitted to Universidad Privada Antenor Orrego Trabajo del estudiante	<1 %
18	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
19	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

<1 %

20

Submitted to Universidad Anahuac México
Sur

Trabajo del estudiante

<1 %

21

www.ecsocial.com

Fuente de Internet

<1 %

22

repositorio.unp.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

23

transparencia.mtc.gob.pe

Fuente de Internet

<1 %

24

www.slideshare.net

Fuente de Internet

<1 %

25

de.scribd.com

Fuente de Internet

<1 %

26

docplayer.es

Fuente de Internet

<1 %

27

repositorio.unc.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

28

repositorio.upt.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

29

centrospractica.260mb.net

Fuente de Internet

<1 %

30

www.coursehero.com

Fuente de Internet

<1 %

31

idoc.tips

Fuente de Internet

<1 %

32

ribuni.uni.edu.ni

Fuente de Internet

<1 %

33

www.scribd.com

Fuente de Internet

<1 %

34

Submitted to Universidad Andina Nestor
Caceres Velasquez

Trabajo del estudiante

<1 %

35

andina.pe

Fuente de Internet

<1 %

36

qdoc.tips

Fuente de Internet

<1 %

37

1library.co

Fuente de Internet

<1 %

38

issuu.com

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 10 words

Excluir bibliografía

Activo