



## **FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

MEJORAMIENTO DE INFRAESTRUCTURA VIAL PARA INCREMENTAR LA  
TRANSITABILIDAD-FLUJO VIAL, PEATONAL Y DRENAJE EN PASAJE SÁNCHEZ  
CARRIÓN-BARRIO EL RECREO, TUMBES 2023

**Línea de investigación:**  
**Seguridad vial e infraestructura de transporte**

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil

### **Autor**

Bereche Escalante, César Antonio

### **Asesor**

Aybar Arriola, Gustavo Adolfo

ORCID: 0000-0001-8625-3989

### **Jurado**

Pumaricra Padilla, Raúl Valentín

Romero Ríos, David

Mendoza Gastelo, Glisett Jansey

**Lima - Perú**

**2025**



# MEJORAMIENTO DE INFRAESTRUCTURA VIAL PARA INCREMENTAR LA TRANSITABILIDAD-FLUJO VIAL, PEATONAL Y DRENAJE EN PASAJE SÁNCHEZ CARRIÓN-BARRIO EL RECREO, TUMBES 2025

## INFORME DE ORIGINALIDAD

16%

INDICE DE SIMILITUD

14%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	2%
2	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	2%
3	<a href="http://www.coursehero.com">www.coursehero.com</a> Fuente de Internet	1%
4	<a href="https://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="https://repositorio.unfv.edu.pe">repositorio.unfv.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="https://dspace.ups.edu.ec">dspace.ups.edu.ec</a> Fuente de Internet	1%
7	Submitted to Universidad Politécnica del Perú Trabajo del estudiante	1%
8	<a href="https://upc.aws.openrepository.com">upc.aws.openrepository.com</a> Fuente de Internet	<1%
9	IGEM INGENIEROS S.A.C.. "DIA del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales-IGA0006908", R.D. N°361-2015-PRODUCE/DVMYPE-I/DIGGAM, 2020 Publicación	<1%
10	<a href="https://alicia.concytec.gob.pe">alicia.concytec.gob.pe</a> Fuente de Internet	<1%



**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**MEJORAMIENTO DE INFRAESTRUCTURA VIAL PARA INCREMENTAR LA  
TRANSITABILIDAD-FLUJO VIAL, PEATONAL Y DRENAJE EN PASAJE SÁNCHEZ  
CARRIÓN-BARRIO EL RECREO, TUMBES 2023**

**Línea de investigación:**

Seguridad vial e infraestructura de transporte

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil

**Autor:**

Bereche Escalante, César Antonio

**Asesor:**

Aybar Arriola, Gustavo Adolfo  
(ORCID: 0000-0001-8625-3989)

**Jurado:**

Pumaricra Padilla, Raúl Valentín  
Romero Ríos, David  
Mendoza Gastelo, Glisett Jansey

Lima – Perú

**2025**

### **Dedicatoria**

A mi familia y amigos, por su motivación hacia mí para seguir cumpliendo todas mis metas. Y a mis profesores y compañeros de trabajo que con cada consejo me han hecho mejorar no solo profesionalmente sino también como persona.

### **Agradecimiento**

A la Universidad Nacional Federico Villarreal, y a todos los docentes que laboran en esta universidad tan prestigiada, gracias por mi formación profesional y cada una de las personas que a lo largo de este camino me han apoyado en conocimiento y tiempo para poder alcanzar mis objetivos.

## ÍNDICE

RESUMEN .....	9
ABSTRACT.....	10
I. INTRODUCCIÓN.....	11
1.1 Descripción y formulación del problema.....	14
<i>1.1.1 Problema general</i> .....	16
<i>1.1.2 Problemas específicos</i> .....	16
1.2 Antecedentes .....	16
<i>1.2.1 En el ámbito internacional</i> .....	16
<i>1.2.2 En el ámbito nacional</i> .....	19
1.3 Objetivos .....	22
<i>1.3.1 Objetivo general</i> .....	22
<i>1.3.2 Objetivos específicos</i> .....	23
1.4 Justificación .....	23
1.5 Hipótesis .....	24
<i>1.5.1 Hipótesis general</i> .....	24
<i>1.5.2 Hipótesis específicas</i> .....	25
II. MARCO TEÓRICO.....	26
2.1 Bases teóricas sobre el tema de investigación .....	28
<i>2.1.1. Diseño de infraestructura vial</i> .....	28
<i>2.1.2. Levantamiento topográfico</i> .....	30
<i>2.1.3 Transitabilidad vehicular y peatonal</i> .....	32

2.1.4. Estudio de trafico.....	34
2.1.5. Propiedades físicas y mecánicas .....	35
2.1.6 Flujo vial.....	37
2.1.7 Drenaje .....	39
III. MÉTODO .....	42
3.1 Tipo de investigación.....	42
3.2 Ámbito temporal y espacial .....	42
3.3 Variables .....	43
3.4 Población y muestra .....	43
3.5 Instrumentos.....	46
3.6 Procedimientos.....	49
3.7 Análisis de datos .....	50
3.8 Consideraciones éticas .....	52
IV. RESULTADOS .....	54
4.1 Estudio topográfico.....	54
4.2. Estudio de tráfico y flujo vial.....	56
4.3. Estudio de transitabilidad.....	56
4.4. Estudio de propiedades físicas y mecánicas .....	57
4.5. Diseño de infraestructura .....	61
4.6. Presupuesto .....	73

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	75
VI. CONCLUSIONES .....	78
VII. RECOMENDACIONES .....	81
IX. ANEXOS .....	92

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Gráfica de causas de siniestros de tránsito 2024 .....	13
<b>Figura 2</b> Modelo de ficha de evaluación de estado de pavimento (PCI) .....	47
<b>Figura 3</b> Modelo de ficha de control vehicular para flujo de vehículos .....	48
<b>Figura 4</b> Modelo de ficha de inspección de drenaje superficial .....	48
<b>Figura 5</b> Fórmula para cálculo de pavimento rígido AASHTO 93.....	59

**ÍNDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 1</b> <i>Rango de valores PCI según ASTM D6433</i> .....	47
<b>Tabla 2</b> <i>Comparativo de ensayos de suelos</i> .....	58
<b>Tabla 3</b> <i>Valores usados para el cálculo del espesor del pavimento rígido</i> .....	60

## RESUMEN

**Objetivo:** Plantear el mejoramiento de infraestructura vial para incrementar la transitabilidad-flujo vial, peatonal y drenaje en pasaje Sánchez Carrión-barrio el Recreo, en el Departamento de Tumbes 2024. **Método:** Tipo de investigación aplicada, se realizó un reconocimiento de campo, se identificó el lugar de interés, en el caso de esta investigación es el pasaje Sánchez Carrión en el Barrio el Recreo en la ciudad de Tumbes. La población son todos los pasajes que conforman la ciudad de Tumbes. **Resultados:** Se determinó un PCI inicial de 12.3, indicando un estado crítico del pavimento. Tras la propuesta de rehabilitación con pavimento rígido y drenaje mejorado, se llegó a un PCI de 90.35, clasificado como “excelente”. Además, el aforo vehicular realizado en tres días consecutivos registró 488 vehículos, de los cuales el 87.70% correspondió a mototaxis, evidenciando su predominio en la zona. Estos resultados justifican la necesidad de una intervención integral que optimice la transitabilidad vehicular, peatonal y el manejo pluvial en el pasaje Sánchez Carrión, Barrio El Recreo, Tumbes. **Conclusiones:** Se determinó el mejoramiento de la infraestructura vial para la incrementación de la transitabilidad-flujo vial y drenaje en pasajes Sánchez Carrión-barrio el recreo, en el Departamento de Tumbes, y se llegó a la conclusión que el Índice de Condición del Pavimento (PCI) seleccionado para este estudio fue de 90.35, considerado aceptable debido a limitaciones en las condiciones constructivas que impiden alcanzar un rango mayor. Adicionalmente, el diagnóstico situacional se revela como un dato esencial para mejorar la transitabilidad.

*Palabras clave:* Infraestructura vial, transitabilidad, drenaje.

## ABSTRACT

Objective: To propose improvements to road infrastructure to increase traffic flow, pedestrian traffic, and drainage in the Sánchez Carrión passageway in the El Recreo neighborhood in the Department of Tumbes 2024. Method: Applied research was conducted, including a field survey to identify the site of interest, which in this case was Sánchez Carrión Passage in El Recreo neighborhood in the city of Tumbes. The population consists of all the passages that make up the city of Tumbes. Results: An initial PCI of 12.3 was determined, indicating a critical condition of the pavement. Following the proposal for rehabilitation with rigid pavement and improved drainage, a PCI of 90.35 was achieved, classified as “excellent.” In addition, the vehicle count carried out on three consecutive days recorded 488 vehicles, of which 87.70% were motorcycle taxis, demonstrating their predominance in the area. These results justify the need for a comprehensive intervention to optimize vehicle and pedestrian traffic and rainwater management in the Sánchez Carrión passage, El Recreo neighborhood, Tumbes. Conclusions: The improvement of the road infrastructure was determined to increase traffic flow and drainage in the Sánchez Carrión-El Recreo neighborhood passages in the Department of Tumbes, and it was concluded that the Pavement Condition Index (PCI) selected for this study was 90.35, considered acceptable due to limitations in construction conditions that prevent a higher range from being achieved. Additionally, the situational diagnosis is revealed as essential data for improving traffic flow.

*Keywords:* Road infrastructure, traffic flow, drainage

## I. INTRODUCCIÓN

A nivel internacional, la infraestructura vial es el principal motor del crecimiento socioeconómico en todos los países. Uno de los factores más decisivos es la creciente urbanización, que lleva a la implementación de nuevos proyectos de construcción de carreteras, mantenimiento y reparación de vías, que se encuentran en condiciones subóptimas para el mejoramiento de sus vías y aprovechar mejor la infraestructura.

Como ejemplo podemos mencionar en América Latina el caso de países como Brasil, que cuenta con extensas redes viales para aliviar la congestión vehicular en las zonas urbanas, así también tenemos el caso de Chile que destaca por sus autopistas bien mantenidas y una gran respuesta antes eventos climáticos que afectan directamente la transitabilidad de las áreas de influencia. En el caso de Europa y Asia, la situación es similar, tienen un sistema vial muy desarrollado que no solo se evidencia en zonas urbanas sino también la conexión con zonas rurales es muy significativa, de un gran nivel, ayudando así a su desarrollo como nación.

A nivel nacional, el país cuenta con una red vial que conecta áreas urbanas, rurales y zonas de difícil acceso, reflejando la diversidad geográfica del territorio. Según datos oficiales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), hasta diciembre de 2014 se habían pavimentado 17 411 km, lo que representa aproximadamente el 75,5 % de la red vial nacional. Para ese mismo periodo, se proyectó alcanzar un 85 % de pavimentación hacia julio de 2016. Más recientemente, el Observatorio CEPLAN reportó que, hasta julio de 2022, la red vial total en el país alcanzó los 173 611,3 km.

Sin embargo, una alta proporción de pavimentación no siempre se traduce en una transitabilidad óptima. Actualmente, numerosos tramos presentan señales de deterioro por falta de mantenimiento continuo, eventos climáticos extremos (como lluvias intensas o deslizamientos) y un diseño vial que no responde a las demandas actuales del tráfico. Estas deficiencias evidencian

la necesidad de enfocarse no solo en ampliar la red pavimentada, sino en garantizar su sostenibilidad, funcionalidad y seguridad para los usuarios.

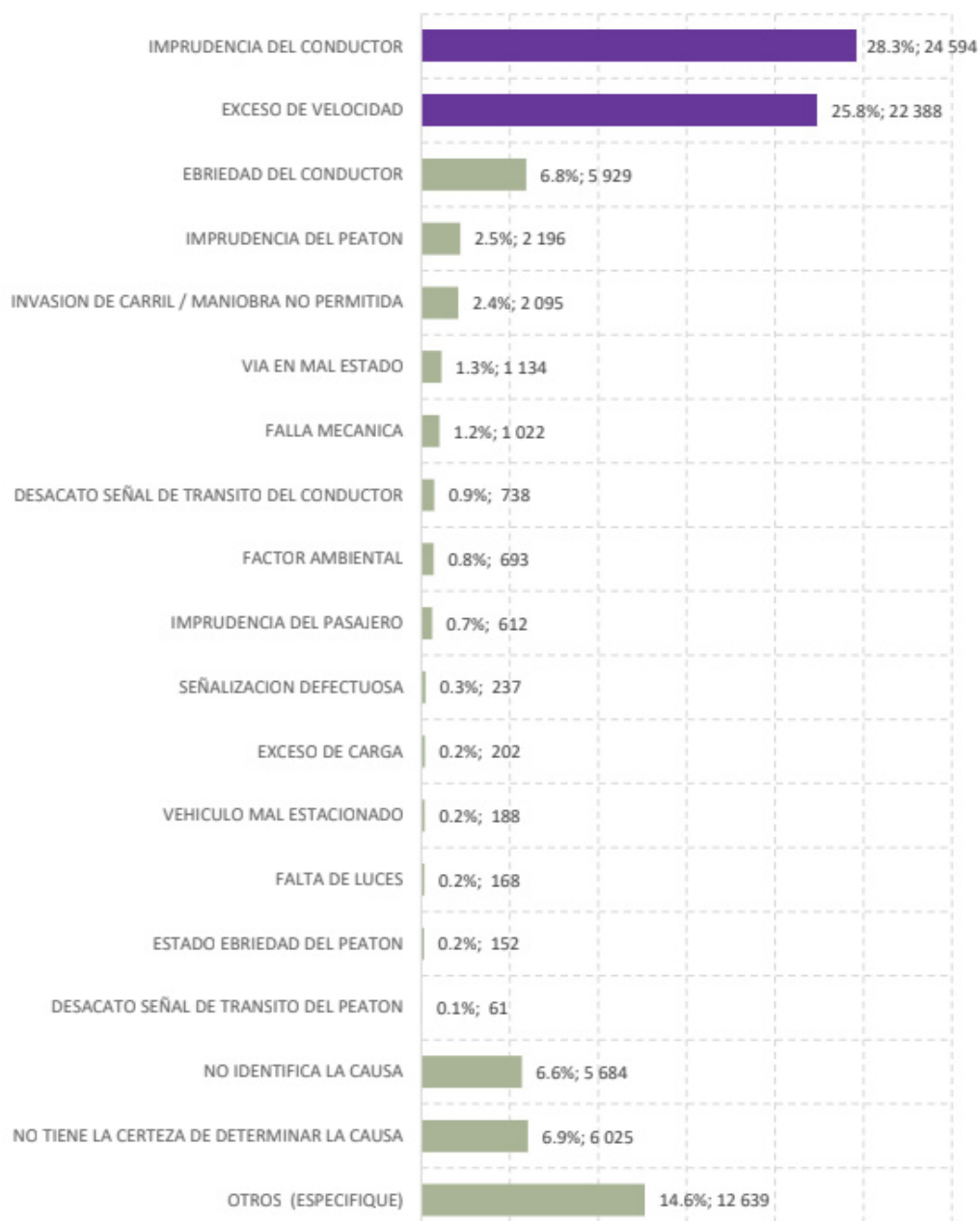
En el 2024, se reportaron más de 1,371 siniestros de tránsito causados directamente por el mal estado de las vías y deficiencias en señalización, según datos del Observatorio Nacional de Seguridad Vial. Este panorama demuestra que gran parte de la infraestructura vial no responde a las exigencias de la seguridad y eficiencia que requiere el crecimiento poblacional y económico. El gobierno ha emprendido proyectos para mitigar estos problemas, como la instalación de puentes en zonas estratégicas (p. ej., el puente Huallaga en San Martín y el puente Unión en el VRAEM). Estas iniciativas buscan no solo mejorar la conectividad en regiones rurales, sino también integrar más eficientemente estas áreas a las dinámicas económicas nacionales. A pesar de los avances, persisten retos como la falta de acceso a zonas alejadas y la limitada inversión en mantenimiento, agravados por el crecimiento del parque automotor, que genera congestión vehicular y aumenta los tiempos de desplazamiento.

En cuanto a la transitabilidad peatonal, especialmente en zonas urbanas, persiste una situación crítica. Las calles congestionadas, veredas estrechas o en mal estado y la falta de cruces peatonales adecuados representan desafíos cotidianos. Según estudios, los peatones constituyen aproximadamente el 78 % de las víctimas mortales en siniestros de tránsito en Perú. Esto revela un déficit grave en infraestructura peatonal segura y bien diseñada.

En las zonas rurales, el panorama es aún más desolador: muchas localidades carecen de senderos peatonales adecuados o señalización, obligando a los vecinos a transitar por vías vehiculares sin protección alguna. Aunque no se dispone de estadísticas exclusivas para el departamento de Tumbes, el informe de siniestralidad vial 2024 del Observatorio Nacional de Seguridad Vial (ONSV) indica que uno de cada tres siniestros con peatones ocurre en ciudades con menor densidad urbana, situación que incluye a Tumbes.

## Figura 1

Gráfica de causas de siniestros de tránsito 2024



Nota: Tipos de siniestros de tránsito en el 2024. Adaptado de Gráfica de siniestros por Ministerio de Transportes y Comunicaciones 2024, Boletín estadístico de siniestralidad vial.

La infraestructura vial y peatonal deficiente impacta directamente en:

- Calidad de vida y acceso a servicios básicos: Las veredas en mal estado o ausentes dificultan el acceso a centros de salud, escuelas y zonas de trabajo, aumentando los tiempos de traslado y los costos de transporte, particularmente en áreas rurales.
- Seguridad ciudadana: El alto porcentaje de siniestralidad peatonal refleja condiciones inseguras. En Tumbes, por ejemplo, las zonas sin alumbrado público adecuado son más propensas a incidentes que afectan principalmente a mujeres y adultos mayores, aunque no hay datos específicos separados por género en el departamento.
- Desarrollo económico: La falta de infraestructura segura encarece la movilidad en zonas rurales, lo cual limita la llegada de productos a mercados urbanos y obstaculiza la competitividad regional.
- Desigualdad: La ausencia de infraestructura peatonal adecuada profundiza las brechas entre zonas urbanas y rurales, dejando vulnerables a comunidades aisladas y marginadas.

Este panorama representa un reto significativo para el desarrollo sostenible del Perú. Aunque se han iniciado esfuerzos por mejorar la movilidad peatonal y vial, es esencial incrementar la inversión en mantenimiento, planificación estratégica y modernización de las veredas y cruces peatonales, especialmente en ciudades provinciales como Tumbes. Estas acciones no solo aumentarán la productividad y competitividad del país, sino que también elevarán la calidad de vida de todos los ciudadanos, reduciendo las disparidades territoriales.

### **1.1 Descripción y formulación del problema**

En el barrio “El Recreo”, específicamente en el pasaje Sánchez Carrión, enfrenta serios problemas relacionados con la falta de infraestructura vial adecuada. La ausencia de pistas y veredas genera dificultades significativas para la movilidad de los peatones, quienes deben lidiar

con superficies irregulares y peligrosas, especialmente en temporadas de lluvia. Esta situación afecta directamente la calidad de vida de los vecinos, quienes enfrentan obstáculos cotidianos para desplazarse de manera segura y eficiente.

Uno de los problemas más notorios es la acumulación de agua durante las lluvias, lo que genera zonas de barro que dificultan aún más el tránsito peatonal y vehicular. Este estancamiento no solo causa incomodidad, sino que también origina malos olores, lo que afecta la salubridad del área. Estos problemas, al no ser atendidos oportunamente, terminan agravando las condiciones del suelo y del entorno urbano, generando impactos negativos tanto para las personas como para el ambiente.

La falta de compromiso del gobierno local ha exacerbado estos problemas, ya que no se han realizado intervenciones oportunas para mitigar las condiciones adversas. La inacción ha permitido el deterioro de los suelos y la pérdida de capacidad de los cauces naturales, lo que agrava la vulnerabilidad de la zona frente a fenómenos climáticos y dificulta la convivencia armónica entre los vecinos. Esto genera un ambiente de frustración e inconformidad en la comunidad, que siente que sus necesidades no son atendidas.

Por otro lado, la deficiencia en la infraestructura vial afecta no solo la transitabilidad peatonal, sino también el flujo vehicular en el pasaje. La falta de adecuadas vías de acceso limita las actividades cotidianas y restringe el desarrollo económico y social de los residentes. Además, el deterioro ambiental producto de la erosión del suelo y la acumulación de desechos en áreas sin drenaje adecuado representa un desafío urgente que debe abordarse.

Por ello, esta investigación se enfoca en el mejoramiento de la infraestructura vial en el pasaje Sánchez Carrión del Barrio El Recreo. Se busca implementar soluciones que incrementen la transitabilidad tanto peatonal como vehicular, además de mejorar el drenaje para mitigar los problemas asociados al agua acumulada. Estas mejoras no solo beneficiarían a los vecinos al

brindarles mayor seguridad y comodidad, sino que también contribuirían a un desarrollo urbano sostenible, mejorando las condiciones ambientales y fomentando una mayor cohesión social en la zona.

### ***1.1.1 Problema general***

¿Cómo se puede plantear el mejoramiento de la infraestructura vial para optimizar la transitabilidad vehicular, peatonal y el sistema de drenaje en el pasaje Sánchez Carrión, ubicado en el Barrio El Recreo, departamento de Tumbes?

### ***1.1.2 Problemas específicos***

¿Cómo realizar el estudio de mecánica de suelos de acuerdo con la normatividad vigente para obtener parámetros de diseño y plantear la construcción de pavimento peatonal, vehicular, y obras de drenaje?

¿Cómo replantear el flujo vehicular y peatonal, así como el diseño del sistema de drenaje, para lograr condiciones adecuadas de transitabilidad cómoda y segura en el pasaje Sánchez Carrión?

¿Cómo presentar un diseño de obras viales y de saneamiento basado en normativas vigentes (NTP, RNE), validado con datos de campo para que sea viable?

¿Cómo elaborar un presupuesto técnico y realista que permita evaluar la viabilidad económica de las obras para mejorar la transitabilidad en el pasaje Sánchez Carrión – ¿Barrio El Recreo, Tumbes?

## **1.2 Antecedentes**

### ***1.2.1 En el ámbito internacional***

Según Herrera (2024) en su investigación "Diseño de Infraestructura Vial para el Mejoramiento de la Transitabilidad de la Vía Naranjito y Cnel. Marcelino Maridueña - Ecuador".

Aborda la problemática de la vía Naranjito a Cnel. Marcelino Maridueña, ubicada en la provincia del Guayas, Ecuador, que enfrenta deficiencias críticas en su infraestructura vial. Actualmente, la vía carece de un sistema de señalización uniforme, iluminación vial y una calzada adecuada para la circulación vehicular, lo que ha resultado en numerosos accidentes de tránsito, con consecuencias que incluyen pérdidas humanas y materiales, así como daños a cultivos de caña de azúcar pertenecientes al Ingenio Azucarero San Carlos. Este contexto resalta la urgente necesidad de diseñar y ejecutar mejoras integrales que garanticen la seguridad y eficiencia en el tránsito.

El objetivo principal del proyecto es desarrollar un diseño de infraestructura vial y un sistema de seguridad y control que salvaguarden las vidas de los usuarios y optimicen la transitabilidad. Para ello, se plantea realizar un inventario y zonificación vial que permita identificar las deficiencias existentes en la señalización, iluminación y calzada. Este diagnóstico será la base para los estudios técnicos, que incluyen análisis de factibilidad, estudios geotécnicos, de tráfico y de seguridad vial, así como el diseño de pavimentos.

La metodología empleada en el proyecto incluye el uso de herramientas especializadas como AutoCAD y Civil 3D para el diseño vial. Estos softwares facilitarán la creación de planos detallados y modelos tridimensionales que representen las soluciones propuestas, asegurando precisión en la planificación y ejecución. Adicionalmente, se desarrollarán análisis de costos y cronogramas que permitan garantizar la viabilidad económica y la sostenibilidad del proyecto.

Entre las problemáticas específicas identificadas se encuentra la falta de señalización vial reflectiva, indispensable para la seguridad nocturna, y la ausencia de iluminación adecuada, lo que aumenta significativamente el riesgo de accidentes, especialmente para motociclistas y ciclistas. La degradación de la calzada dificulta además el tránsito fluido, afectando tanto a los residentes locales como a las actividades económicas de la región.

El proyecto también tiene un impacto positivo en el entorno social y ambiental. Al mejorar las condiciones de la vía, se busca reducir la frecuencia y gravedad de los accidentes, lo que a su vez disminuye las pérdidas humanas y materiales. Además, la implementación de un diseño vial adecuado ayudará a proteger los cultivos de caña de azúcar y otros recursos naturales de la zona, fomentando un desarrollo más sostenible.

El diseño propuesto no solo beneficiará a los usuarios de la vía, sino que también fomentará una mayor responsabilidad al conducir, al proporcionar un entorno seguro y eficiente para el tránsito. Se espera que el proyecto sirva como un modelo para futuras intervenciones viales en la región, estableciendo un precedente para la planificación y ejecución de obras similares.

En conclusión, el proyecto de rediseño de la vía Naranjito a Marcelino Maridueña busca abordar una problemática crítica con un enfoque integral, técnico y sostenible. Su implementación contribuirá significativamente al desarrollo social, económico y ambiental del cantón Naranjito y sus alrededores, garantizando una infraestructura vial acorde a las necesidades actuales y futuras.

Según Navarrete y Duarte (2020) en su investigación “Propuesta Técnica para el Mejoramiento de la Vía Terciaria, localizada entre el Barrio Villa Paúl y la Vereda la Punta en el Municipio de Funza, Cundinamarca - Colombia”. El municipio de Funza, Cundinamarca, se encuentra conectado con diversas localidades a través de la vía que une el barrio Villa Paúl y la vereda La Punta. Esta arteria vial es de vital importancia, ya que interconecta Funza con municipios como Tabio, Tenjo, San Francisco, La Vega y Villeta. Cada uno de estos municipios posee una economía basada en actividades agropecuarias, culturales y comerciales, que dependen directamente de una infraestructura vial eficiente para el transporte de productos y personas. Sin embargo, las condiciones actuales de la vía no son adecuadas para el tránsito de vehículos automotores, biciusuarios y peatones, lo que genera problemas de movilidad, tiempos de traslado elevados y limitaciones en el desarrollo socioeconómico del área.

Tabio, por ejemplo, con una población de 30,509 habitantes, se enfoca en la cultura artesanal y la producción agrícola. Tenjo, con 20,406 habitantes, destina el 86% de su territorio a actividades agropecuarias. San Francisco y La Vega tienen economías diversificadas entre el turismo y la producción agropecuaria, mientras que Villeta, con aproximadamente 25,710 habitantes, combina la agricultura con la industria y el comercio. Estos datos demuestran la importancia de la vía como soporte logístico y económico para la región.

La propuesta técnica para la mejora de esta vía busca implementar estrategias que garanticen condiciones de movilidad adecuadas y seguras, fortaleciendo el tráfico vehicular y peatonal, así como la calidad de vida de los habitantes. Para ello, se requiere la realización de diversos estudios técnicos, incluyendo análisis de tránsito, mecánica de suelos, diseños de pavimentos y obras complementarias como sistemas de drenaje y señalización.

El mejoramiento de esta infraestructura vial no solo permitirá una mayor eficiencia en el transporte, sino que también incentivará el desarrollo económico de Funza y los municipios conectados. La disminución de los tiempos de traslado, la optimización del transporte de bienes agrícolas y la mejora de las condiciones para los peatones y ciclistas son objetivos fundamentales del proyecto.

La pregunta central del proyecto radica en determinar qué estrategias de intervención vial pueden garantizar condiciones óptimas de movilidad, promoviendo el desarrollo vial y una mejor calidad de vida en la región. Este planteamiento constituye una base sólida para una tesis de pregrado, que puede aportar soluciones técnicas viables y sostenibles para la infraestructura vial en contextos rurales y periurbanos como el de Funza, Cundinamarca.

### ***1.2.2 En el ámbito nacional***

Según Aroni y Mayhuire (2022) en su tesis “Mejoramiento de Transitabilidad Vehicular y Peatonal de la Carretera Vía El Cerro - La Hacienda - Quichinihuaya, Distrito De Yarabamba –

Arequipa” Basado en los estándares globales de la Guía del PMBOK® – Sexta Edición - 2022”, El desarrollo de infraestructura vial eficiente es esencial para garantizar la transitabilidad vehicular y peatonal, especialmente en regiones con una creciente demanda de conectividad y desarrollo. El presente antecedente aborda el proyecto “Mejoramiento de la Transitabilidad Vehicular y Peatonal de la Carretera Vía El Cerro - La Hacienda - Quichinihuaya, Distrito de Yarabamba - Arequipa – Arequipa”, el cual aplicó los estándares globales de la Guía del PMBOK® – Sexta Edición, junto con herramientas de Lean Construction, para garantizar una dirección efectiva y una ejecución exitosa.

El proyecto involucró la construcción de 3.25 kilómetros de carretera con un presupuesto de 6,518,901.03 soles y un plazo de ejecución de 180 días. Entre las actividades desarrolladas se incluyeron movimiento de tierras masivo, cortes, rellenos, mejoramiento y conformación de subrasante, construcción de base granular, pavimento flexible, obras de arte como puentes, muros de contención, cunetas y alcantarillas, así como señalización horizontal y vertical. Estas obras no solo mejoraron la infraestructura vial, sino que también abordaron la conservación ambiental y la seguridad vial.

Desde una perspectiva financiera, el proyecto logró una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 19% y un periodo de recuperación de la inversión de apenas 4 meses, destacando su viabilidad económica. Además, la ratio de endeudamiento de la empresa ejecutora fue de 0.35 durante la ejecución, lo que refleja una gestión financiera responsable.

En términos de gestión de proyectos, la implementación de los estándares del PMI y el uso de herramientas como el Last Planner System de Lean Construction resultaron determinantes para integrar procesos e interacciones clave, mejorando la planificación operativa, reduciendo desperdicios y aumentando la probabilidad de éxito del proyecto.

Este caso constituye un valioso antecedente para investigaciones futuras sobre dirección y ejecución de proyectos viales. Su enfoque en estándares internacionales y técnicas modernas de gestión puede servir como guía para abordar desafíos técnicos, financieros y operativos en contextos similares, promoviendo proyectos viales sostenibles, eficientes y económicamente viables.

Según Huamán (2021) en su tesis “Mejoramiento del Servicio de Transitabilidad Vehicular y Peatonal del Sector Codese 5 Rázuri – La Libertad”, El sector Codese 5, ubicado en Puerto Malabrigo, Distrito de Rázuri, Provincia de Ascope, Departamento de La Libertad, enfrenta problemas significativos debido a la falta de pavimentación de sus vías. Esta deficiencia afecta a aproximadamente 1,500 habitantes directos y, de manera indirecta, a todos los residentes de la provincia de Ascope, cuya población total alcanza los 120,534 habitantes según proyecciones actuales. A pesar de contar con servicios básicos como energía eléctrica, agua potable, alcantarillado, y equipamientos como centros educativos y de salud, la carencia de infraestructura vial ha derivado en problemas de salubridad y deterioro ambiental.

Las condiciones actuales del sector generan altos niveles de contaminación, con polvoreras y acumulación de residuos que afectan la salud pública, ocasionando enfermedades de la piel y del sistema respiratorio. Además, la falta de transitabilidad limita las actividades cotidianas de los pobladores y afecta el desarrollo económico de la zona. Ante la falta de recursos de la población local para abordar esta problemática, el Estado, a través de la Municipalidad Distrital de Rázuri, tiene la responsabilidad de priorizar esta necesidad básica para mejorar la calidad de vida de sus ciudadanos.

El proyecto “Mejoramiento del servicio de transitabilidad peatonal y vehicular del sector Codese 5, Rázuri – La Libertad” busca responder a estas necesidades mediante la pavimentación y adecuación de las calles. Este proyecto considera el diseño técnico de las capas del pavimento,

adaptadas a las características del suelo, el tráfico estimado y las condiciones ambientales locales, empleando el método AASHTO 1993. Su objetivo es garantizar un pavimento con un índice de servicio aceptable, capaz de resistir las cargas vehiculares proyectadas y mejorar la transitabilidad.

La implementación de esta infraestructura tendrá un impacto positivo en múltiples aspectos: reducirá la contaminación ambiental, mejorará el ornato del sector y proporcionará condiciones seguras y adecuadas para el tránsito peatonal y vehicular. Además, la mejora en la infraestructura vial fomentará el desarrollo urbano sostenible, contribuyendo al bienestar social, la salud pública y la integración de la comunidad local con otras regiones.

Desde una perspectiva técnica, el proyecto no solo resuelve problemas inmediatos de transitabilidad, sino que también establece una infraestructura duradera y eficiente, alineada con estándares normativos y prácticas de diseño vial modernas. Esto refuerza la importancia de la planificación estratégica y la gestión adecuada de recursos para atender las necesidades de la población.

Finalmente, este antecedente subraya la relevancia de las intervenciones estatales en zonas vulnerables para garantizar servicios básicos esenciales. La pavimentación del sector Codese 5 no solo mejora las condiciones de vida de sus habitantes, sino que también promueve una mayor cohesión social y contribuye al desarrollo integral del distrito de Rázuri, sentando las bases para futuras intervenciones de infraestructura pública.

## **1.3 Objetivos**

### ***1.3.1 Objetivo general***

Plantear el mejoramiento integral de la infraestructura vial del pasaje Sánchez Carrión, a través del diseño y presupuesto de obras viales y de drenaje, aplicando normativas técnicas vigentes y datos de campo, con el fin de optimizar la transitabilidad vehicular y peatonal en el Barrio El Recreo – Tumbes.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Realizar el estudio de mecánica de suelos conforme a la normatividad técnica vigente para obtener parámetros geotécnicos que sustenten el diseño estructural del pavimento y el sistema de drenaje.
- Replantear el flujo vehicular y peatonal, además del diseño del sistema de drenaje, para mejorar las condiciones de transitabilidad, seguridad y accesibilidad en el pasaje Sánchez Carrión.
- Desarrollar un diseño de obras viales y de saneamiento que cumpla con la normativa vigente (NTP, RNE) y que esté sustentado en datos topográficos, geotécnicos y de tránsito obtenidos en campo, garantizando su viabilidad técnica y funcional.
- Elaborar un presupuesto técnico, detallado y realista que permita evaluar la viabilidad económica de la ejecución de obras viales y de drenaje, asegurando su sostenibilidad y beneficio para los usuarios.

### **1.4 Justificación**

El mejoramiento de la infraestructura vial en el pasaje Sánchez Carrión, ubicado en el Barrio El Recreo, Tumbes, responde a una necesidad urgente de garantizar condiciones adecuadas de transitabilidad vehicular, peatonal y de gestión del drenaje pluvial. Actualmente, la zona presenta ausencia de pavimentación, veredas en mal estado y un sistema de drenaje deficiente, lo que afecta negativamente la seguridad, movilidad y calidad de vida de los habitantes. Esta situación, además de generar impactos ambientales como el estancamiento de aguas y la erosión del suelo, limita el desarrollo económico local y el acceso a servicios básicos.

Desde el enfoque técnico, la ejecución de un estudio de mecánica de suelos, conforme a las normativas peruanas vigentes, es esencial para obtener parámetros geotécnicos confiables que permitan diseñar soluciones estructuralmente seguras y adaptadas al terreno. Asimismo, el replanteamiento del flujo vehicular y peatonal, con criterios de accesibilidad universal y seguridad

vial, busca corregir las actuales deficiencias funcionales. Esto será complementado con el diseño de un sistema de drenaje eficiente, capaz de responder a las condiciones climáticas y topográficas de la zona, disminuyendo el riesgo de inundaciones y deterioro prematuro de la vía.

En el ámbito económico, la elaboración de un presupuesto técnico detallado permitirá evaluar la viabilidad financiera del proyecto, optimizando los recursos públicos y asegurando una ejecución eficiente. Una infraestructura bien planificada no solo reduce costos de mantenimiento a largo plazo, sino que también incrementa el valor del entorno urbano, promoviendo inversiones y actividades económicas en la zona.

Finalmente, desde la dimensión social y ambiental, esta intervención contribuye a una mejora integral del espacio público. La propuesta no solo se orienta a resolver los problemas actuales, sino también a promover un desarrollo urbano más equitativo y sostenible. Su impacto se verá reflejado en el aumento de la seguridad vial, la inclusión de grupos vulnerables, la valorización del territorio y la consolidación de un modelo de gestión de infraestructura que puede ser replicado en otras zonas urbanas con características similares.

## **1.5 Hipótesis**

### ***1.5.1 Hipótesis general***

La aplicación de un diseño integral de infraestructura vial y de drenaje en el pasaje Sánchez Carrión, basado en estudios técnicos, datos de campo y normativas vigentes, junto con la elaboración de un presupuesto detallado y realista, permitirá optimizar la transitabilidad vehicular y peatonal, garantizar la eficiencia del sistema de drenaje y asegurar la viabilidad técnica, funcional y económica del proyecto en beneficio de los habitantes del Barrio El Recreo, Tumbes.

### ***1.5.2 Hipótesis específicas***

- La ejecución de un estudio de mecánica de suelos conforme a la normativa permitirá obtener parámetros técnicos confiables que aseguren un diseño estructural adecuado para el pavimento y las obras de drenaje proyectadas en el pasaje Sánchez Carrión.
- El replanteamiento del flujo vehicular y peatonal, junto con un rediseño técnico del drenaje pluvial, permitirá mejorar significativamente la transitabilidad y seguridad para todos los usuarios del pasaje Sánchez Carrión.
- La implementación de un diseño de obras viales y de drenaje pluvial conforme a la normativa vigente, basado en información técnica de campo, garantizará soluciones sostenibles, funcionales y adecuadas a las condiciones urbanas del Barrio El Recreo.
- La elaboración de un presupuesto técnico detallado y actualizado, ajustado a las condiciones del proyecto y a los precios vigentes, permitirá evaluar su viabilidad económica y asegurar una ejecución eficiente con impacto positivo para la comunidad beneficiaria.

## II. MARCO TEÓRICO

Según The World Bank (2020), Hasta 2023, el área metropolitana de Lima (incluye Lima y Callao) contaba con aproximadamente 113 millones de habitantes, es decir, cerca del 30 % de la población nacional. Este rápido crecimiento, impulsado por oleadas migratorias desde las regiones en las últimas cinco décadas, ha concentrado recursos económicos y oportunidades en la capital, generando un marcado centralismo que ha reforzado la urbanización en la periferia.

Según un informe del Banco Mundial, Lima alberga más del 29 % de la población del país, con una densidad demográfica creciente y un sistema de transporte público fragmentado y saturado. Este fenómeno se ha visto exacerbado por la falta de planificación urbana y una inversión insuficiente en infraestructura vial y de movilidad, lo que ha dado lugar a una red de transporte poco integrada y con altos niveles de congestión.

El transporte público en Lima se caracteriza por la coexistencia de servicios formales, informales e ilegales, que operan bajo una regulación limitada y enfrentan una competencia desmedida. La liberalización del transporte en los años 90 permitió la proliferación de operadores informales, configurando un panorama de movilidad que, más allá de su función de conectar a millones de limeños diariamente, genera graves problemas de seguridad, congestión, contaminación ambiental y pérdidas económicas significativas. En este contexto, los accidentes de tránsito, el sobreconsumo de combustible y las emisiones de gases contaminantes han alcanzado niveles alarmantes.

Durante las últimas décadas, se han llevado a cabo diversos intentos para modernizar y mejorar el transporte urbano en la ciudad. Proyectos como el Metropolitano y el Sistema Integrado de Transporte (SIT) buscaban ofrecer alternativas más eficientes, sostenibles y organizadas. No obstante, limitaciones de infraestructura, conflictos competenciales y la falta de una visión integral

impidieron el éxito completo de estas iniciativas. Por ejemplo, el Metropolitano, aunque eficiente, tiene una cobertura y capacidad limitada, mientras que el SIT no logró reorganizar ni integrar a los operadores tradicionales, perpetuando así la fragmentación del sistema.

Ante este panorama, en 2018 se creó la Autoridad de Transporte Urbano para Lima y Callao (ATU), un organismo rector destinado a centralizar la planificación, regulación y fiscalización del transporte en esta gran metrópoli. La ATU representa un esfuerzo significativo para abordar la necesidad de una gestión unificada del transporte, promoviendo inversiones en infraestructura, regulando la circulación de unidades y mejorando la oferta de servicios. Sin embargo, su implementación enfrenta desafíos relacionados con la herencia de problemas estructurales acumulados durante décadas.

Este marco teórico explora las bases conceptuales, normativas y prácticas para analizar y proponer soluciones a los problemas de infraestructura vial y transitabilidad en Lima. Se pone especial énfasis en cómo las políticas y estrategias de transporte impactan el desarrollo urbano, la calidad de vida de sus habitantes y la sostenibilidad ambiental de la ciudad. Con ello, se busca sentar las bases para un modelo de movilidad que responda a las necesidades de la población y contribuya al desarrollo integral de la capital.

Según Vásquez (2021) en su tesis "Diseño de infraestructura vial para mejorar la transitabilidad en Cañaverl - Tumbes". El Centro Poblado Cañaverl enfrenta serias limitaciones en su infraestructura vial, evidenciadas en un 90% de calles sin tratamiento superficial que dificultan la accesibilidad peatonal y vehicular, especialmente durante las lluvias intensas. Esta situación genera incomodidad en los habitantes, afectando su calidad de vida y limitando el desarrollo económico de la zona. Los estudios topográficos realizados con AutoCAD Civil 3D revelan que el terreno presenta una configuración ondulante, compuesto por suelos de arena arcillosa con características de baja capacidad portante (C.B.R. mínimo de 7.10%). Estos resultados

indican la necesidad de utilizar materiales adecuados, como cemento tipo “MS”, para garantizar la durabilidad de las obras.

El diseño de la infraestructura vial propuesto sigue los lineamientos del método AASHTO 93, considerando una losa de concreto con resistencia  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y un espesor total de 0.40 m, compuesto por una subbase granular de 0.20 m y una losa de concreto de igual espesor. Este enfoque técnico, avalado por estudios ambientales viables, no solo asegura una solución estructural robusta y sostenible, sino que también optimiza la transitabilidad en el largo plazo, mejorando el acceso a mercados y actividades productivas locales.

En el desarrollo del proyecto, se destacan recomendaciones clave, como la cuidadosa conformación de las losas de concreto para evitar desniveles, el uso de equipos en buen estado para garantizar la precisión de los estudios ingenieriles, y la promoción de una cultura ambiental durante la ejecución de las obras. Asimismo, se plantea un horizonte de proyección de 20 años, asegurando un mantenimiento constante que garantizará la calidad y funcionalidad de la infraestructura.

Este marco teórico se fundamentará en conceptos técnicos de diseño de pavimentos, normativas vigentes, y estrategias sostenibles para abordar la transitabilidad vehicular y peatonal, articulando aspectos sociales, técnicos y ambientales que permitan transformar la realidad del Centro Poblado Cañaveral y sentar las bases para su desarrollo integral.

## **2.1 Bases teóricas sobre el tema de investigación**

### ***2.1.1. Diseño de infraestructura vial***

La infraestructura vial se define como el conjunto de elementos físicos diseñados para facilitar el transporte de personas, bienes y servicios de manera eficiente, segura y sostenible. Incluye carreteras, puentes, túneles, intersecciones y sistemas de drenaje, todos los cuales son esenciales para el desarrollo socioeconómico y la integración territorial de una región (Garber y

Hoel, 2019). Su diseño y mantenimiento adecuado son fundamentales para garantizar la movilidad y reducir los costos operativos de transporte.

Los principales componentes de la infraestructura vial incluyen:

- Pavimentos: Diseñados para resistir cargas repetitivas y condiciones climáticas adversas.

Su durabilidad depende de la calidad de los materiales utilizados y el diseño estructural (Huang, 2020).

- Sistemas de drenaje: Imprescindibles para evitar la acumulación de agua, prevenir daños al pavimento y garantizar la seguridad de los usuarios.

- Elementos de seguridad: Como señalización, barandas y dispositivos de control de tráfico, que son esenciales para reducir accidentes y proteger a los usuarios de las vías.

### **Diseño y normatividad**

El diseño de la infraestructura vial está regulado por estándares internacionales como las guías de AASHTO, que proporcionan principios para el diseño geométrico, estructural y funcional de las carreteras. En el contexto latinoamericano, también se consideran normativas locales que abordan aspectos específicos como las condiciones climáticas y geográficas (Ortiz et al., 2021).

El diseño geométrico incluye elementos como el ancho de la vía, la pendiente y el radio de las curvas, que afectan directamente la capacidad y seguridad vial. Asimismo, el diseño estructural considera factores como la resistencia del suelo y las cargas vehiculares previstas para garantizar la durabilidad del pavimento (Rodríguez y Pérez, 2020).

### **Sostenibilidad e impacto ambiental**

En la actualidad, la sostenibilidad es un aspecto clave en el desarrollo de infraestructuras viales. Esto incluye el uso de materiales reciclados, como asfaltos modificados con caucho, y técnicas de construcción que reduzcan la emisión de gases de efecto invernadero (Fernández et al.,

2019). Además, se busca mitigar los impactos negativos en el entorno natural, como la fragmentación de hábitats y la contaminación de cuerpos de agua.

### **Importancia y retos**

La infraestructura vial es fundamental para el desarrollo económico y social, ya que mejora la conectividad y facilita el comercio y la movilidad. Sin embargo, su planificación y gestión enfrentan retos como el crecimiento poblacional, el cambio climático y el envejecimiento de las infraestructuras existentes. Los ingenieros civiles deben innovar en soluciones resilientes que consideren no solo la capacidad y funcionalidad, sino también la sostenibilidad a largo plazo (Garber y Hoel, 2019).

#### ***2.1.2. Levantamiento topográfico***

El levantamiento topográfico es un proceso técnico y científico utilizado para determinar las posiciones relativas de puntos sobre la superficie terrestre. En la ingeniería civil, este proceso es esencial para la planificación, diseño, construcción y mantenimiento de infraestructuras viales, ya que proporciona información precisa sobre la geografía y las características físicas del terreno. Según García y Pérez (2020), el levantamiento topográfico es la base para cualquier proyecto de ingeniería, pues asegura la correcta ubicación y ejecución de las obras.

En la infraestructura vial, el levantamiento topográfico es crucial para establecer la geometría de las carreteras y caminos. Este proceso permite obtener información detallada del terreno, como elevaciones, pendientes, y curvas de nivel, lo cual es esencial para diseñar rutas que sean funcionales, seguras y sostenibles. De acuerdo con Rodríguez et al. (2021), el levantamiento topográfico también ayuda a identificar obstáculos naturales o artificiales que puedan interferir con el diseño vial.

El desarrollo de tecnologías ha transformado el levantamiento topográfico. Actualmente, se utilizan métodos como el sistema de posicionamiento global (GPS), la fotogrametría, y el uso

de drones para capturar datos con alta precisión y en menor tiempo. Además, herramientas como las estaciones totales y el escaneo láser 3D permiten modelar digitalmente el terreno, facilitando la elaboración de planos detallados y simulaciones en software especializado como AutoCAD Civil 3D (Martínez et al., 2022).

En la infraestructura vial, el diseño geométrico depende en gran medida de los datos topográficos. Este diseño incluye la alineación horizontal y vertical de las carreteras, las pendientes longitudinales y los radios de las curvas, todos los cuales deben ajustarse a las condiciones del terreno para minimizar costos y garantizar la seguridad vial (Fernández & López, 2019). Por ejemplo, los datos topográficos permiten determinar si es necesario realizar cortes, rellenos o incluso modificar el trazado original de una vía.

El levantamiento topográfico también juega un papel fundamental en el diseño de sistemas de drenaje. La topografía del terreno influye directamente en la ubicación de cunetas, alcantarillas y canales, asegurando un manejo eficiente del agua pluvial para evitar inundaciones y daños al pavimento. Según López et al. (2021), los datos topográficos permiten simular los flujos de agua y optimizar el diseño de estos sistemas, mejorando la durabilidad de la infraestructura vial.

Durante la construcción de infraestructuras viales, el levantamiento topográfico se utiliza para supervisar y controlar las obras. Esto incluye verificar la ejecución conforme al diseño establecido y ajustar los trabajos en caso de desviaciones. Además, la topografía es esencial para calcular volúmenes de corte y relleno, lo cual influye directamente en los costos y la programación del proyecto (Gómez y Ortiz, 2020).

Las innovaciones en levantamiento topográfico, como el uso de drones y software de modelado 3D, han mejorado significativamente la precisión y eficiencia en la planificación de infraestructuras viales. Sin embargo, uno de los principales retos sigue siendo la capacitación de los profesionales en el uso de estas tecnologías avanzadas. Asimismo, la integración de los datos

topográficos con herramientas de diseño requiere un enfoque multidisciplinario (Martínez et al., 2022).

En conclusión, el levantamiento topográfico es una herramienta indispensable en la ingeniería civil, especialmente en el desarrollo de infraestructuras viales. Su aplicación asegura que las carreteras sean funcionales, seguras y sostenibles, permitiendo un uso eficiente de los recursos. Las tecnologías emergentes continúan transformando este campo, ofreciendo nuevas oportunidades para mejorar la precisión y reducir los tiempos de ejecución.

### ***2.1.3 Transitabilidad vehicular y peatonal***

La transitabilidad, tanto vehicular como peatonal, se refiere a la capacidad de una infraestructura vial para permitir el desplazamiento seguro, eficiente y cómodo de vehículos y peatones. En la ingeniería civil, garantizar la transitabilidad es esencial para el diseño, construcción y mantenimiento de carreteras, calles y espacios urbanos, promoviendo la movilidad sostenible y mejorando la calidad de vida de los usuarios. Según Gómez y López (2019), la transitabilidad es uno de los principales indicadores del rendimiento de la infraestructura vial y su impacto social y económico.

La transitabilidad vehicular está directamente relacionada con la capacidad de una vía para soportar el flujo de vehículos de forma segura y eficiente. Esto implica considerar elementos como el diseño geométrico, la resistencia de los pavimentos, y la integración de sistemas de control de tráfico. Rodríguez et al. (2020) señalan que una buena transitabilidad vehicular no solo reduce tiempos de viaje y costos operativos, sino que también disminuye accidentes y emisiones contaminantes.

La transitabilidad vehicular puede verse afectada por factores como la calidad del pavimento, la señalización, el diseño de intersecciones y el mantenimiento. Por ejemplo, baches y fisuras en el pavimento reducen la velocidad de los vehículos y aumentan los riesgos de accidentes.

Asimismo, una señalización inadecuada puede generar confusión y congestión. Según Martínez y Sánchez (2021), un mantenimiento preventivo adecuado y un diseño vial eficiente son fundamentales para garantizar una transitabilidad vehicular óptima.

En cuanto a la transitabilidad peatonal, esta se refiere a la facilidad y seguridad con la que los peatones pueden desplazarse por calles y aceras. En ingeniería civil, el diseño de espacios peatonales debe considerar aspectos como la accesibilidad universal, la iluminación, y la separación de flujos peatonales y vehiculares. López y Fernández (2022) destacan que una infraestructura peatonal adecuada fomenta un estilo de vida saludable y reduce la dependencia del transporte motorizado.

El diseño de infraestructura peatonal incluye la planificación de aceras amplias, pasos peatonales seguros y la incorporación de elementos como rampas y señalización específica. Según García y Pérez (2020), el diseño debe atender a normativas de accesibilidad para garantizar que todas las personas, incluidas aquellas con movilidad reducida, puedan desplazarse sin dificultades. Además, es crucial considerar el flujo peatonal en áreas urbanas de alta densidad para evitar la saturación

La transitabilidad vehicular y peatonal tiene un impacto directo en el desarrollo urbano, influenciando la conectividad y la funcionalidad de las ciudades. Una buena transitabilidad promueve el desarrollo económico, facilita el acceso a servicios básicos y mejora la cohesión social. Rodríguez et al. (2021) mencionan que las ciudades con infraestructuras viales bien diseñadas experimentan menores índices de congestión y mayor calidad de vida para sus habitantes.

Las tecnologías emergentes, como el modelado BIM (Building Information Modeling) y el uso de sensores inteligentes, han revolucionado el diseño de infraestructuras de transitabilidad. Estas herramientas permiten simular flujos vehiculares y peatonales, optimizando el diseño y anticipando problemas potenciales. Según Martínez et al. (2021), la integración de tecnologías

avanzadas facilita una planificación más eficiente y adaptable a las necesidades cambiantes de las ciudades.

La transitabilidad vehicular y peatonal es un componente esencial de la ingeniería civil, ya que afecta directamente la movilidad, seguridad y calidad de vida de las personas. Diseñar y mantener infraestructuras que garanticen una adecuada transitabilidad requiere un enfoque integral, considerando factores técnicos, sociales y ambientales. Las innovaciones tecnológicas y las prácticas de diseño sostenible están transformando este campo, ofreciendo soluciones más eficientes y equitativas para enfrentar los desafíos de la urbanización creciente.

#### ***2.1.4. Estudio de tráfico***

El estudio del tráfico es un campo fundamental dentro de la ingeniería civil, enfocado en analizar y comprender el comportamiento del flujo vehicular y peatonal en diferentes entornos urbanos y rurales. Su objetivo principal es identificar patrones de movilidad, detectar problemas de congestión y proponer soluciones que optimicen la circulación y seguridad vial. Según Pérez y Gómez (2020), este análisis contribuye al diseño eficiente de carreteras, intersecciones y redes de transporte, fomentando la sostenibilidad en el desarrollo urbano.

Un estudio de tráfico incluye varios componentes esenciales como el conteo de vehículos, la medición de velocidades, el análisis de tiempos de viaje, y la evaluación de capacidades viales. Además, se estudia la interacción entre vehículos y peatones, así como los efectos de las señales de tránsito y las intersecciones. López et al. (2021) destacan que un enfoque integral, que contemple tanto aspectos técnicos como humanos, es clave para garantizar una movilidad fluida y segura.

La ingeniería civil emplea herramientas avanzadas para el estudio del tráfico, como sistemas de simulación de tráfico, tecnologías de sensores y análisis de datos en tiempo real. Por ejemplo, el software VISSIM y SYNCHRO se utilizan ampliamente para modelar escenarios de tráfico y prever el impacto de nuevas infraestructuras. Según Rodríguez y Fernández (2019), la

integración de tecnologías de big data e inteligencia artificial está revolucionando el análisis del tráfico, permitiendo una toma de decisiones más informada y precisa.

El estudio del tráfico es crucial en la planificación y diseño de infraestructuras viales, como autopistas, carreteras urbanas y puentes. Mediante este análisis, se determinan los niveles de servicio, la capacidad de las vías y las configuraciones geométricas más adecuadas. García y Martínez (2020) enfatizan que el diseño basado en estudios de tráfico reduce la probabilidad de congestión y mejora la experiencia del usuario al garantizar un flujo vehicular continuo.

Un aspecto relevante del estudio del tráfico es su contribución a la seguridad vial. Mediante la identificación de puntos conflictivos y análisis de accidentes, se pueden implementar medidas preventivas como la mejora de señalización, la instalación de reductores de velocidad y el rediseño de intersecciones. López et al. (2022) señalan que un enfoque preventivo basado en estudios de tráfico puede reducir significativamente la tasa de accidentes y aumentar la percepción de seguridad entre los usuarios.

A pesar de los avances tecnológicos, el estudio del tráfico enfrenta desafíos como la complejidad de los patrones de movilidad y la integración de modos de transporte alternativos. Además, el crecimiento poblacional y la urbanización acelerada aumentan la presión sobre las infraestructuras existentes. Según Sánchez y Pérez (2022), el futuro del estudio del tráfico estará marcado por el uso de tecnologías como vehículos autónomos, redes 5G y sistemas de transporte inteligentes para abordar estos retos y mejorar la movilidad urbana de manera sostenible.

### ***2.1.5. Propiedades físicas y mecánicas***

Las propiedades físicas y mecánicas del suelo son fundamentales para el diseño y la construcción de infraestructuras viales, como carreteras, puentes y pavimentos. Estas propiedades determinan cómo el suelo interactúa con las cargas aplicadas, lo que a su vez influye en la estabilidad y durabilidad de las infraestructuras. Según López y Martínez (2020), la evaluación

adecuada de estas propiedades es crucial para garantizar que el terreno pueda soportar las cargas vehiculares sin sufrir deformaciones excesivas ni fallos estructurales. Las propiedades más relevantes incluyen la granulometría, la cohesión, la capacidad de carga y la compacidad.

Las propiedades físicas del suelo, como la textura, la humedad, la densidad y la porosidad, son esenciales para comprender cómo un suelo se comporta frente a cargas externas. La textura del suelo, que se refiere a la proporción de partículas de arena, limo y arcilla, influye en su capacidad de drenaje y en su compacidad. Según Fernández et al. (2021), un análisis de la granulometría es clave para determinar la estabilidad de las carreteras, ya que los suelos con altas concentraciones de arcilla pueden ser susceptibles a la expansión y contracción con los cambios de humedad, lo que genera agrietamientos y fisuras en los pavimentos.

Las propiedades mecánicas, como la resistencia a la compresión, la cohesión y el ángulo de fricción, son fundamentales para el diseño de cimentaciones y pavimentos. Estas propiedades determinan cómo un suelo reacciona ante las fuerzas aplicadas, y son evaluadas mediante pruebas como el ensayo de compresión uniaxial y el ensayo de corte. Según Martínez y Pérez (2019), la capacidad portante del suelo es uno de los factores más críticos en la ingeniería civil, ya que influye directamente en la estabilidad de las estructuras viales. Un suelo con baja resistencia a la compresión puede requerir tratamientos de estabilización, como la adición de cemento o cal, para mejorar su comportamiento.

El análisis detallado de las propiedades físicas y mecánicas del suelo se lleva a cabo mediante diversos ensayos de laboratorio. El ensayo de clasificación de suelos, como el de Atterberg o el de granulometría, proporciona información vital sobre la composición del suelo y su capacidad para ser utilizado en la construcción de pavimentos y cimientos. Según García et al. (2022), la combinación de ensayos de resistencia, permeabilidad y plasticidad permite a los

ingenieros civiles tomar decisiones informadas sobre el tratamiento y la utilización del suelo en proyectos de infraestructura vial.

La correcta interpretación de las propiedades del suelo es esencial para el diseño de la infraestructura vial. Un suelo con alta capacidad portante puede permitir el uso de capas de pavimento más delgadas, lo que reduce los costos de construcción y mantenimiento. Por otro lado, suelos con baja cohesión o alta plasticidad pueden requerir soluciones de diseño más complejas, como la incorporación de geo sintéticos o el uso de técnicas de estabilización. Según Rodríguez y Fernández (2021), la incorporación de estos métodos garantiza que el pavimento y la carretera puedan soportar las cargas de tráfico durante un largo período sin sufrir deformaciones significativas.

El comportamiento del suelo no es estático, y factores como la humedad, la temperatura y las cargas dinámicas pueden modificar sus propiedades a lo largo del tiempo. Esto plantea un desafío para los ingenieros civiles que diseñan infraestructuras viales. Según Sánchez et al. (2020), para abordar estos desafíos, es esencial realizar un seguimiento continuo de las propiedades del suelo a lo largo de la vida útil de la infraestructura. Además, el uso de materiales de pavimentación de alta calidad y la implementación de tecnologías avanzadas de monitoreo estructural pueden ayudar a mitigar los riesgos asociados con la variabilidad del suelo.

### ***2.1.6 Flujo vial***

El flujo vial es un concepto central en la ingeniería civil, especialmente en el diseño y la gestión de infraestructuras de transporte. Se refiere al movimiento de vehículos a lo largo de las carreteras y vías urbanas, y está influenciado por varios factores, incluidos el volumen de tráfico, la capacidad de las vías, la velocidad de circulación y las condiciones de la infraestructura vial (Cunningham y Hernández, 2020). Comprender y gestionar el flujo vial es esencial para garantizar la seguridad, eficiencia y sostenibilidad de las redes de transporte.

Los factores que afectan el flujo vial son diversos y pueden clasificarse en físicos, operacionales y conductuales. En cuanto a los físicos, se incluyen la capacidad de la infraestructura (como el número de carriles, la geometría y las intersecciones), características que influyen directamente en la eficiencia del flujo (Chaniotakis & Yannis, 2020). Operacionalmente, la señalización, la regulación del tráfico y el control semafórico afectan directamente la fluidez del tránsito. Además, los factores conductuales, como el comportamiento de los conductores y la presencia de peatones, influyen en la capacidad de una vía para manejar el flujo vehicular de manera eficiente.

La medición del flujo vial se realiza a través de diversas técnicas y herramientas, que incluyen el conteo de vehículos, la observación del tráfico en tiempo real, el uso de sensores de tráfico y la modelización computacional (García et al., 2021). Las métricas comunes utilizadas para evaluar el flujo vial son el volumen de tráfico, la densidad y la velocidad media de los vehículos. Estas mediciones proporcionan datos cruciales para el diseño y la optimización de las redes viales, y son esenciales para prever problemas de congestión y accidentes en el futuro.

Existen varios modelos matemáticos y simulaciones computacionales utilizados para predecir y analizar el flujo vial. Los modelos de flujo vial, como el modelo de flujo de tráfico de Greenberg, se basan en la teoría de la congestión y la dinámica del tráfico (Sánchez y Pérez, 2019). Estos modelos permiten a los ingenieros civiles simular el comportamiento del tráfico en diferentes condiciones y tomar decisiones informadas sobre la mejora de la infraestructura vial. Los avances en la tecnología, como el uso de Inteligencia Artificial y Big Data, han mejorado la precisión y la capacidad predictiva de estos modelos.

Una de las principales tareas de la ingeniería civil en relación con el flujo vial es la optimización de la infraestructura para mejorar la fluidez del tráfico y reducir los tiempos de viaje. Esto se logra mediante el diseño adecuado de intersecciones, el uso de carriles reversibles, la

implementación de sistemas de control inteligente de tráfico y el desarrollo de alternativas de transporte (Zhang et al., 2020). La planificación adecuada y la implementación de tecnologías avanzadas son cruciales para reducir la congestión y mejorar la calidad del servicio de las redes viales.

El flujo vial no solo afecta la eficiencia del transporte, sino que también tiene un impacto directo en la seguridad vial. Un flujo vial inadecuado puede aumentar el riesgo de accidentes, especialmente en áreas con altas tasas de congestión (López y Martínez, 2020). La seguridad vial también se ve afectada por la interrelación entre el tráfico vehicular y peatonal. La integración de la infraestructura vial para facilitar un flujo vehicular fluido sin comprometer la seguridad de los peatones es esencial en el diseño urbano.

Los desafíos en la gestión del flujo vial incluyen el crecimiento del tráfico urbano, la limitación de recursos para la expansión de la infraestructura y la adaptación a las nuevas demandas tecnológicas. Según Hernández et al. (2021), la creciente urbanización y la expansión de las ciudades requieren de estrategias de gestión de tráfico que consideren tanto la infraestructura existente como las nuevas tecnologías de monitoreo en tiempo real. La implementación de sistemas de transporte inteligentes (ITS, por sus siglas en inglés) ha demostrado ser efectiva en la optimización del flujo vial y la mejora de la eficiencia del tráfico.

### ***2.1.7 Drenaje***

El drenaje es un aspecto esencial en la ingeniería civil, especialmente en la planificación y construcción de infraestructuras viales y urbanas. Se refiere al proceso mediante el cual se gestiona y controla el flujo de aguas pluviales y subterráneas para evitar el estancamiento de agua, que podría generar daños a la infraestructura, la erosión del suelo y problemas de seguridad. El drenaje adecuado no solo es crucial para mantener la estabilidad del terreno y la infraestructura, sino que

también juega un papel fundamental en la prevención de inundaciones y la mejora de la calidad ambiental (López et al., 2021).

En ingeniería civil, existen varios tipos de drenaje que se emplean dependiendo de las condiciones específicas del área a tratar. Los más comunes son el drenaje superficial y el drenaje subterráneo. El drenaje superficial se utiliza para evacuar el agua de lluvia que fluye sobre la superficie de las vías, mientras que el drenaje subterráneo se emplea para controlar el agua que se infiltra en el suelo y evitar que dañe las estructuras (García y Martínez, 2021). Ambos tipos de drenaje son complementarios y deben diseñarse de manera que permitan la evacuación eficiente del agua, garantizando la durabilidad de las infraestructuras y la protección del entorno.

El diseño de un sistema de drenaje eficiente requiere de un análisis detallado de varios factores, como la cantidad y distribución de las precipitaciones, las características del terreno y las propiedades del suelo. El uso de software especializado, como HEC-RAS o SWMM, permite modelar el comportamiento del drenaje en diferentes condiciones de lluvia y simular su rendimiento bajo diversas circunstancias (Ramírez et al., 2020). Además, se deben considerar la ubicación y el tamaño de las alcantarillas, desagües pluviales y cunetas, buscando siempre la máxima eficiencia en la evacuación del agua.

En el contexto de las infraestructuras viales, un sistema de drenaje bien diseñado es esencial para prevenir el deterioro de las pavimentaciones y estructuras viales. La acumulación de agua en la superficie de las carreteras puede causar fisuras y baches, lo que afecta tanto la seguridad de los conductores como la vida útil de la vía. La falta de drenaje adecuado también puede llevar a la erosión de las bases y subbases de las carreteras, lo que comprometería la estabilidad estructural de la vía (Sánchez et al., 2022). Por ello, el diseño e implementación de un drenaje eficiente en las infraestructuras viales debe ser una prioridad en la planificación de obras viales.

Uno de los aspectos más importantes en el diseño de sistemas de drenaje es el impacto ambiental. Un drenaje inadecuado puede tener efectos negativos sobre los cuerpos de agua cercanos, causando contaminación y alteraciones en los ecosistemas locales. Por lo tanto, es fundamental implementar técnicas de drenaje sostenible que minimicen el impacto sobre el medio ambiente, como el drenaje de aguas pluviales mediante sistemas de retención y filtración natural, como las zonas de infiltración o los jardines de lluvia (Hernández y Torres, 2020). Estas soluciones permiten un manejo eficiente del agua, mientras se preservan los recursos naturales y se protege el ecosistema.

Uno de los principales desafíos que enfrenta la ingeniería civil en relación con el drenaje es el cambio climático, que está alterando los patrones de precipitación en muchas regiones. Las lluvias más intensas y frecuentes requieren de sistemas de drenaje más robustos y eficientes. Además, la urbanización rápida y la construcción de infraestructura en áreas de riesgo, como zonas de inundación, complican aún más el diseño de sistemas de drenaje (García y Rodríguez, 2021). En este sentido, los ingenieros civiles deben considerar tanto los aspectos técnicos como los ambientales al diseñar sistemas de drenaje que sean sostenibles a largo plazo.

La innovación en los sistemas de drenaje ha avanzado considerablemente en los últimos años, con el desarrollo de tecnologías que mejoran la eficiencia y la sostenibilidad de estos sistemas. Un ejemplo de esto son los sistemas de drenaje pluvial verde, que no solo permiten evacuar el agua de manera eficiente, sino que también promueven la recarga de acuíferos y la mejora de la calidad del agua (López et al., 2022). Estos sistemas incluyen el uso de pavimentos permeables, canales de drenaje con vegetación y soluciones de gestión de aguas pluviales que integran la infraestructura con el entorno natural, promoviendo una mayor resiliencia ante las lluvias intensas.

### III. MÉTODO

#### 3.1 Tipo de investigación

Según Rodríguez (2020), la investigación aplicada se orienta a la generación de nuevos conocimientos dirigidos a resolver problemas prácticos específicos, mediante la aplicación de teorías o descubrimientos obtenidos en investigaciones básicas. Su finalidad principal es ofrecer soluciones concretas que atiendan necesidades reales del sector social o productivo, mediante un enfoque empírico y contextualizado.

En el caso de la presente tesis, la investigación es de tipo aplicada, ya que se enfoca en proponer una solución técnica y factible al problema de la deficiente transitabilidad y drenaje pluvial en el pasaje Sánchez Carrión, ubicado en el Barrio El Recreo, Tumbes. Se busca utilizar herramientas de diagnóstico técnico (como el PCI y el aforo vehicular) y criterios de diseño de infraestructura vial, con el objetivo de sustentar una intervención que pueda ejecutarse para mejorar la movilidad y calidad de vida de los habitantes.

Esta investigación se caracteriza por su orientación práctica, ya que sus resultados pueden ser directamente empleados por entidades públicas, profesionales del sector y organizaciones vecinales interesadas en mejorar las condiciones de infraestructura urbana.

#### 3.2 *Ámbito temporal y espacial*

La presente investigación se desarrolló en el pasaje Sánchez Carrión, ubicado en el Barrio El Recreo, en el distrito, provincia y departamento de Tumbes, Perú. Esta zona presenta deficiencias significativas en la infraestructura vial, peatonal y en el sistema de drenaje pluvial, lo cual motivó su selección como objeto de estudio.

El trabajo de campo, recolección de datos y análisis técnico se realizaron durante los meses de febrero a abril del año 2024, período en el cual se aplicaron los instrumentos

metodológicos previamente definidos, incluyendo fichas de inspección PCI, aforos vehiculares manuales y registros fotográficos.

Este ámbito espacial fue delimitado en función de su representatividad dentro de la trama urbana del distrito de Tumbes, su importancia para el tránsito local y el evidente deterioro de sus condiciones físicas. Asimismo, el período temporal considerado permite una evaluación completa de las condiciones funcionales de la vía en época de lluvias, lo cual es clave para el análisis de la capacidad del drenaje existente.

### **3.3 Variables**

#### ***3.3.1 Variable independiente***

Mejoramiento de infraestructura vial

#### ***3.3.2 Variable dependiente***

Transitabilidad-flujo vial, peatonal y drenaje.

### **3.4 Población y muestra**

#### ***3.4.1 Población***

La población de esta investigación está compuesta por los pasajes urbanos que conforman la ciudad de Tumbes, específicamente aquellos que presentan condiciones similares en cuanto a deterioro del pavimento, limitaciones en la accesibilidad peatonal y deficiencias en el sistema de drenaje pluvial. Estos espacios, por lo general, son de uso mixto (peatonal y vehicular) y conectan zonas residenciales con vías principales, cumpliendo un rol esencial en la movilidad cotidiana de la población urbana.

Según Ludeña (2021), la diferencia principal entre población y muestra radica en que la población incluye al conjunto completo de elementos o sujetos que comparten características definidas y que son objeto de análisis, mientras que la muestra representa una porción

seleccionada de dicha población, utilizada para desarrollar el estudio de manera más práctica y eficiente.

En el caso de la presente tesis, la población se define como todos los pasajes urbanos de la ciudad de Tumbes que comparten las siguientes características: superficie de rodadura deteriorada, falta de infraestructura peatonal segura, ausencia de señalización vial adecuada, y presencia de drenaje deficiente o inexistente. Este universo de estudio resulta pertinente al objetivo principal del trabajo, que es proponer soluciones técnicas aplicables a zonas urbanas con infraestructura vial en mal estado.

La selección de esta población no es arbitraria, sino que responde a un patrón observable en diversas vías urbanas de Tumbes, donde la falta de mantenimiento periódico, el crecimiento desordenado y las lluvias intensas han generado condiciones inadecuadas de transitabilidad. De este universo de vías, se eligió como muestra el pasaje Sánchez Carrión, por representar de forma clara los problemas mencionados y por su relevancia en la conectividad interna del Barrio El Recreo.

Esta delimitación poblacional no solo permite contextualizar el estudio, sino que también abre la posibilidad de extrapolar los resultados a otros pasajes con características similares, convirtiendo esta tesis en un referente técnico para futuras intervenciones de mejoramiento vial en zonas urbanas vulnerables del norte del país.

### ***3.4.2 Muestra***

La muestra seleccionada para esta investigación corresponde al pasaje Sánchez Carrión, ubicado en el Barrio El Recreo de la ciudad de Tumbes. Este pasaje presenta una longitud aproximada de 203.00 metros lineales, y fue escogido por sus condiciones de deterioro, alta demanda peatonal y vehicular, y deficiente capacidad de drenaje pluvial. Estas características lo

convierten en un caso representativo de los problemas que afectan a varios pasajes urbanos de la zona.

En investigaciones aplicadas en ingeniería civil, la correcta selección de la muestra es fundamental para garantizar que los resultados obtenidos puedan ser utilizados como referencia técnica para casos similares. Según Gómez (2023), el muestreo implica la selección de una porción de la población para estimar parámetros con la mayor precisión posible y al menor costo, lo cual es especialmente relevante cuando el análisis integral de toda la población resulta inviable por razones de tiempo, recursos o logística.

La selección del pasaje Sánchez Carrión responde, por tanto, a un enfoque no probabilístico de tipo intencional, ya que se eligió de manera deliberada por presentar las condiciones críticas que motivan la intervención propuesta: pavimento con fallas severas, infraestructura peatonal inexistente o colapsada, y presencia de acumulaciones pluviales en temporada de lluvias. Este enfoque permite centrar el análisis en un caso real y representativo, cuyos resultados pueden extrapolarse a otros pasajes urbanos con características similares.

Como señalan Silva et al. (2023), un diseño muestral adecuado debe considerar tanto la técnica de selección como el tamaño y las condiciones específicas de la muestra, a fin de garantizar la validez de los datos recolectados. En este caso, el análisis se centró en la totalidad del tramo seleccionado, por lo que se trabajó con una muestra equivalente al 100% del área objeto de intervención.

Aunque existen diversos métodos de muestreo en ingeniería civil —como el aleatorio, estratificado o por conglomerados—, en esta investigación no fue necesario aplicar procedimientos estadísticos de aleatorización, dado que el pasaje en estudio fue intervenido completamente. Como referencia teórica, Martínez (s.f.) indica que el muestreo estratificado puede resultar útil cuando se desea analizar subgrupos dentro de una población heterogénea; sin

embargo, en este caso, la homogeneidad del pasaje y el enfoque total de la muestra lo hacen innecesario.

En conclusión, la muestra fue seleccionada con criterios técnicos y estratégicos, priorizando un tramo vial que concentre las problemáticas más comunes observadas en los pasajes urbanos de Tumbes. Esto garantiza que los resultados y soluciones propuestas tengan aplicabilidad práctica y valor referencial para futuras intervenciones similares en la región.

### **3.5 Instrumentos**

En las investigaciones aplicadas en ingeniería civil, la elección de instrumentos adecuados para la recolección de datos es fundamental para garantizar la validez, confiabilidad y aplicabilidad de los resultados. Según Silva et al. (2022), es esencial que los investigadores seleccionen herramientas que se alineen con los objetivos específicos del estudio y que respondan al contexto físico, técnico y operativo en el que se desarrollan los trabajos de campo.

En la presente investigación, se emplearon instrumentos de recolección directa y sistemática, diseñados específicamente para diagnosticar el estado físico del pasaje Sánchez Carrión en Tumbes. Entre ellos destacan:

Fichas de evaluación del estado del pavimento basadas en la metodología del Índice de Condición del Pavimento (PCI), según la norma ASTM D6433. Estas fichas permitieron registrar visualmente las fallas estructurales y superficiales a lo largo de los 203.3 metros evaluados.

**Tabla 1**

*Rango de valores PCI según ASTM D6433*

<b>RANGO PCI</b>	<b>CONDICION DE PAVIMENTO</b>	<b>INTERVENCION RECOMENDADA</b>
85-100	Excelente	Sin Intervencion, Mantenimiento Rutinario
70-85	Muy Buena	Mantenimiento Preventivo
55-70	Buena	Reparaciones Menores
40-55	Regular	Reparaciones
25-40	Mala	Rehabilitacion Estructural
10-25	Muy Mala	Reconstruccion Parcial
0-10	Falla Total	Reconstruccion Total

*Nota:* Tabla de valores para el PCI en pavimentos.

**Figura 2**

*Modelo de ficha de evaluación de estado de pavimento (PCI)*

<b>TRAMO</b>	<b>LONGITUD EVALUADA (m)</b>	<b>TIPO DE FALLA PREDOMINANTE</b>	<b>SEVERIDAD DE FALLA</b>	<b>PCI</b>
TRAMO 1	20.30	GRIETAS LONGITUDINALES	ALTA	1
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
TRAMO N	10.40	FISURACION POR BLOQUE	MEDIA	2
<b>TOTAL</b>	<b>30.70</b>		<b>PROMEDIO</b>	<b>1.5</b>

*Nota:* Ficha utilizada en la recopilación de datos iniciales y finales.

Planillas manuales de aforo vehicular, utilizadas para contabilizar el flujo de vehículos durante tres días consecutivos en franjas horarias punta (mañana y tarde). Esta herramienta permitió identificar la demanda de tránsito motorizado por tipo de vehículo.

### Figura 3

*Modelo de ficha de control vehicular para flujo de vehículos*

DIA	HORA PUNTA	MOTOTAXI	AUTO LIVIANO	MOTO LINEAL	CAMIONETA	CAMION	TOTAL DE VEHICULOS
DIA 1	7:30 - 9:30 am	-	-	-	-	-	-
DIA 1	5:30 - 7:30 pm	-	-	-	-	-	-
DIA 2	7:30 - 9:30 am	-	-	-	-	-	-
DIA 2	5:30 - 7:30 pm	-	-	-	-	-	-
DIA 3	7:30 - 9:30 am	-	-	-	-	-	-
DIA 3	5:30 - 7:30 pm	-	-	-	-	-	-
<b>PARCIAL</b>		-	-	-	-	-	-
<b>PORCENTAJE</b>		-	-	-	-	-	-

*Nota:* Ficha utilizada en la recopilación de datos en campo.

Fichas de inspección de drenaje superficial, elaboradas para evaluar la funcionalidad de cunetas, rejillas, pozos y pendientes existentes.

### Figura 4

*Modelo de ficha de inspección de drenaje superficial*

ID - ELEMENTO	TIPO DE ELEMENTO	UBICACION	ESTADO GENERAL	OBSERVACIONES	RECOMENDACIONES
C-01	CUNETA	10	OBSTRUIDA	Acumulación de basura y lodo	Limpieza profunda y mantenimiento
R-01	REJILLA	30	DAÑADA	Barro atrapado en rejilla, agua estancada	Reparación de rejilla y limpieza
PZ-01	POZO DE INSPECCION	45	COLAPSADO	No permite paso de agua, tapa rota	Reemplazo completo del pozo
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-

*Nota:* Ficha utilizada en la recopilación de datos en campo sobre el drenaje superficial.

Registros fotográficos georreferenciados, obtenidos mediante dispositivos móviles con GPS, empleados para documentar visualmente las condiciones de la vía y respaldar la información registrada en campo.

Informes de laboratorio de suelos, que incluyeron ensayos de CBR, análisis granulométrico y contenido de humedad natural. Estos datos se recolectaron mediante el uso de instrumentos de laboratorio especializados para evaluar la capacidad portante del terreno.

Todos estos instrumentos fueron seleccionados por su pertinencia técnica y aplicabilidad al entorno urbano de estudio. Su uso coordinado garantizó una recopilación de datos completa, precisa y alineada con los objetivos del diagnóstico vial, permitiendo sustentar con evidencia cuantificable la propuesta de mejoramiento diseñada.

### **3.6 Procedimientos**

El desarrollo metodológico de esta investigación se estructuró en cuatro fases: diagnóstico preliminar, recolección de datos, procesamiento técnico y elaboración de propuesta de mejoramiento.

#### **1. Diagnóstico preliminar del área de estudio**

Se inició con la identificación del área problemática: el pasaje Sánchez Carrión, ubicado en el Barrio El Recreo, en la ciudad de Tumbes. Esta etapa incluyó visitas técnicas exploratorias para verificar in situ las condiciones del pavimento, el flujo peatonal y vehicular, y el estado del drenaje superficial. Esta inspección permitió definir los tramos críticos y establecer los puntos de muestreo y observación.

#### **2. Recolección de datos técnicos**

Se aplicó la metodología del Índice de Condición del Pavimento (PCI) mediante fichas estructuradas que permitieron identificar el tipo, la severidad y la extensión de las fallas del pavimento a lo largo de los 203.3 m lineales del pasaje.

Se realizaron aforos vehiculares manuales en horarios punta, durante tres días consecutivos, clasificando los vehículos por tipo para evaluar la carga promedio diaria.

Se ejecutaron ensayos de laboratorio de suelos, incluyendo análisis granulométrico, humedad natural y CBR, a partir de muestras obtenidas en campo. Estos datos permitieron determinar la capacidad portante del terreno y orientar el diseño estructural.

Se elaboró un registro fotográfico georreferenciado de todo el tramo, incluyendo imágenes de fallas visibles, obstrucciones, rejillas, pendientes y zonas afectadas por acumulación de agua.

### 3. Procesamiento y análisis de la información

La información recolectada fue sistematizada en tablas y gráficos, calculándose el PCI para cada tramo y el promedio general. El aforo permitió calcular el IMDA y caracterizar la demanda vehicular. Los resultados de laboratorio se usaron como base para establecer los espesores de la estructura del pavimento y validar el diseño propuesto.

### 4. Elaboración de planos y propuesta técnica

Con base en el diagnóstico, se elaboraron planos de intervención detallando la mejora del pavimento, la incorporación de señalización vial, la habilitación de veredas y la instalación o mejora de drenaje superficial. Estos planos fueron acompañados de presupuestos referenciales, cronograma tentativo de ejecución y especificaciones técnicas.

Este procedimiento permitió garantizar que cada fase del estudio respondiera a las condiciones reales del terreno, asegurando una propuesta integral, viable y sostenible en el contexto urbano de Tumbes.

## **3.7 Análisis de datos**

El análisis de los datos en esta investigación se orientó a procesar y sintetizar la información cuantitativa obtenida en campo, con el propósito de establecer el estado actual de la

infraestructura vial del pasaje Sánchez Carrión, así como sustentar técnicamente la propuesta de intervención.

Según Cházaro-Arellano (2024), el análisis de datos constituye una etapa crítica en todo proceso investigativo, ya que permite interpretar de manera estructurada la información recolectada y extraer conclusiones relevantes. En estudios de tipo cuantitativo, como el presente, este análisis se fundamenta en procedimientos técnicos y estadísticos previamente definidos.

En esta tesis se aplicaron las siguientes técnicas de análisis:

Análisis del Índice de Condición del Pavimento (PCI): mediante el método ASTM D6433, se calcularon los valores de PCI para cada uno de los tramos del pasaje, permitiendo determinar el nivel de deterioro y clasificar el pavimento como bueno, regular o malo, según el puntaje obtenido. Estos datos fueron procesados en tablas, promediados por tramo y comparados con estándares de mantenimiento vial.

Procesamiento del aforo vehicular: los datos obtenidos a través de las planillas manuales fueron tabulados y analizados para calcular el Índice Medio Diario Anual (IMDA). Se clasificaron los vehículos en categorías (livianos, pesados, motos) y se estimó la carga promedio por tipo de unidad.

Interpretación de resultados de ensayos de suelo: los valores de CBR, granulometría y humedad natural obtenidos en laboratorio fueron utilizados para validar el diseño estructural propuesto del pavimento, asegurando su adecuación a las condiciones del terreno.

La organización de los datos se realizó mediante hojas de cálculo y gráficos explicativos, lo cual permitió visualizar patrones de deterioro, necesidades de drenaje y carga vehicular. Este enfoque estructurado garantizó la coherencia entre la información recolectada, el diagnóstico técnico y la propuesta final de mejoramiento vial.

### 3.8 Consideraciones éticas

Las consideraciones éticas en esta investigación se enfocan en garantizar el respeto por la comunidad del pasaje Sánchez Carrión, la integridad del trabajo de campo y la transparencia en el uso y presentación de la información técnica. Como principio rector, se adoptaron los valores de respeto, responsabilidad, veracidad y compromiso social, en consonancia con los lineamientos éticos de la investigación científica.

Si bien este estudio no involucró intervenciones directas con seres humanos en calidad de sujetos experimentales, sí consideró el entorno social y urbano en el que se realizaron las observaciones y mediciones. En ese sentido:

Se respetó la privacidad de los residentes durante las inspecciones visuales y la toma de registros fotográficos, evitando mostrar rostros, domicilios particulares o información que pudiera identificar a personas sin su consentimiento.

El personal involucrado en el trabajo de campo actuó con discreción y profesionalismo, explicando a los vecinos el propósito de la investigación cuando fue necesario.

Se evitó alterar o intervenir físicamente en la infraestructura urbana durante la fase de diagnóstico, priorizando siempre la observación pasiva y el uso de instrumentos no invasivos.

Asimismo, se aseguraron principios de honestidad y transparencia en el procesamiento de los datos obtenidos: los resultados de PCI, aforos vehiculares y ensayos de suelo fueron reportados de forma íntegra, sin manipulaciones ni omisiones. Los cálculos, análisis y conclusiones técnicas fueron realizados conforme a normas técnicas nacionales e internacionales.

Desde un enfoque ambiental, se evitó cualquier acción que pudiera generar residuos, alterar el suelo o afectar zonas verdes durante las mediciones. La tesis también propone soluciones orientadas a mejorar el sistema de drenaje, lo que contribuye a la prevención de impactos negativos futuros como inundaciones o erosión.

Finalmente, se reconoce el compromiso de contribuir con el desarrollo urbano sostenible y socialmente justo, promoviendo proyectos de infraestructura que consideren la equidad, el bienestar colectivo y la mejora de la calidad de vida de las comunidades locales. Este enfoque ético transversal refuerza la legitimidad del estudio y su utilidad como herramienta de gestión pública responsable.

## IV. RESULTADOS

### 4.1 Estudio topográfico

El estudio topográfico del pasaje Sánchez Carrión se realizó con el objetivo de obtener la información geométrica necesaria para el diseño de pavimento rígido y veredas, en cumplimiento con la normativa peruana vigente, como el "Manual de Carreteras: Diseño Geométrico" (DG-2018) y el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). Este levantamiento garantiza la precisión requerida para el diseño y construcción de infraestructura vial segura, funcional y adecuada a las características urbanas de Tumbes.

Se realizó de la siguiente manera:

#### a) Reconocimiento del terreno

Se efectuó una visita preliminar para identificar las características físicas del pasaje. Durante esta etapa, se verificaron los límites del área, elementos existentes como postes, desagües y edificaciones cercanas, y se identificaron posibles obstáculos para el levantamiento topográfico.

#### b) Instrumentación

Para garantizar la precisión del levantamiento, se utilizó una estación total electrónica (precisión angular de 5") y un receptor GPS diferencial (RTK) para georreferenciar los datos al sistema de coordenadas UTM (Zona 17S, Datum WGS84).

#### c) Procedimiento de levantamiento

Establecimiento de puntos de control: Se colocaron tres puntos de referencia en el área de estudio, marcados con mojones de concreto para asegurar la estabilidad y durabilidad de las mediciones.

- Levantamiento topográfico: Se realizó un barrido completo del pasaje, capturando puntos cada 5 metros en alineación y cada 2 metros en curvas o cambios significativos de pendiente.
- Determinación de cotas y pendientes: Se midieron las cotas relativas a intervalos regulares para analizar la pendiente longitudinal y transversal.

Se obtuvieron los siguientes resultados:

- Longitud total: 203 metros
- Ancho promedio: 6 metros con variaciones de  $\pm 0.2$  m
- Área total: 1380.00 m<sup>2</sup>
- Pendiente longitudinal promedio: 1.5% adecuada para el escurrimiento superficial de agua pluvial
- Pendiente transversal promedio: 2% necesaria para dirigir el agua hacia los laterales evitando acumulaciones en la calzada
- Edificaciones colindantes: 100% del pasaje está flanqueado por viviendas y comercios.
- Servicios públicos: Se identificaron postes eléctricos en tres puntos y una caja de inspección de desagüe cerca de la intersección principal
- Vegetación mínima: Solo se detectaron dos árboles pequeños en los extremos del pasaje
- Altura del nivel de calle: Se requiere una nivelación precisa para evitar interferencias con los accesos peatonales y portones de viviendas

El levantamiento topográfico del pasaje Sánchez Carrión proporciona la base técnica necesaria para el diseño de un pavimento rígido y veredas según la normativa peruana. La información recopilada asegura la correcta disposición de pendientes, niveles y elementos de drenaje, optimizando la funcionalidad y durabilidad de la infraestructura proyectada. Este estudio

respalda la planificación eficiente de obras en un entorno urbano consolidado, minimizando impactos y garantizando el cumplimiento de estándares técnicos.

#### **4.2. Estudio de tráfico y flujo vial**

El estudio del tráfico y el flujo vial en el pasaje Sánchez Carrión evidencia la necesidad apremiante de renovar tanto el pavimento como las veredas. Estas intervenciones son esenciales para resolver las condiciones actuales de deterioro y minimizar riesgos de seguridad, al tiempo que contribuyen significativamente al progreso urbano del área.

La rehabilitación propuesta no solo mejorará la funcionalidad de la infraestructura vial, sino que también fomentará un entorno más seguro y eficiente para los diversos usuarios que transitan por la zona. Esto permitirá optimizar la movilidad y garantizar una mejor calidad de vida para los residentes y visitantes.

En consecuencia, se sugiere que este proyecto sea considerado una prioridad dentro de las iniciativas de desarrollo local en Tumbes, dada su relevancia para abordar problemas existentes y promover un crecimiento urbano sostenible.

#### **4.3. Estudio de transitabilidad**

El pasaje Sánchez Carrión, situado en una zona densamente poblada de la ciudad de Tumbes, desempeña un rol clave en la movilidad peatonal y vehicular ligera. Sin embargo, su infraestructura vial actual presenta numerosas deficiencias que afectan tanto la seguridad como la comodidad de los usuarios. Este informe evalúa la transitabilidad del pasaje, identificando problemas críticos y destacando la urgencia de mejorar el pavimento y las veredas para garantizar un entorno más accesible, eficiente y seguro.

El flujo peatonal en el pasaje es considerable, con un promedio diario de 400 personas, entre residentes, trabajadores y estudiantes. Las veredas existentes son estrechas, irregulares y con desniveles, lo que dificulta el tránsito de personas con movilidad reducida, adultos mayores y niños.

Además, la ausencia de señalización peatonal y rampas de acceso agrava la inseguridad y limita la movilidad inclusiva. Por su parte, el tráfico vehicular promedio, de 82 vehículos en horario de alta demanda (hora punta) al día, tanto en la mañana como en la tarde según las muestras tomadas durante 3 días (6 muestras), compuesto principalmente por motocicletas y mototaxis, también enfrenta problemas debido al pavimento deteriorado, que incluye baches y fisuras. Durante la temporada de lluvias, estas condiciones empeoran con la acumulación de agua, incrementando los riesgos para conductores y peatones.

Para garantizar una transitabilidad óptima en el pasaje Sánchez Carrión, es fundamental mejorar el pavimento y las veredas. La implementación de un pavimento rígido asegurará mayor durabilidad y menores costos de mantenimiento, mientras que el rediseño de las veredas, con un ancho mínimo de 1.2 metros, superficies niveladas y rampas de acceso, promoverá la accesibilidad universal. Además, un sistema de drenaje eficiente evitará la acumulación de agua, prolongando la vida útil de la infraestructura. Estas acciones contribuirán a una circulación vehicular más segura y fluida, mejorando la conectividad del pasaje con otras áreas urbanas y fomentando un entorno vial inclusivo y funcional.

#### **4.4. Estudio de propiedades físicas y mecánicas**

El presente informe detalla el estudio de las propiedades físicas y mecánicas del suelo en el pasaje Sánchez Carrión, Tumbes, con el propósito de obtener los parámetros necesarios para el diseño de un pavimento rígido de 15 cm de espesor. El diseño incluye una base de afirmado compactado y una subbase de hormigón compactado. Este análisis se realiza en cumplimiento con la normativa vigente del "Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos" (MTC - DG 2018) y busca garantizar la estabilidad y durabilidad de la infraestructura propuesta.

Se realizaron tres perforaciones a lo largo del pasaje con una profundidad máxima de 3 metros para extraer muestras inalteradas y disturbadas. Se realizaron los siguientes ensayos:

- Análisis granulométrico: Para determinar la distribución de partículas del suelo.
- Límites de Atterberg: Para evaluar la plasticidad y cohesión del suelo.
- Proctor modificado: Para determinar la densidad seca máxima y la humedad óptima.
- CBR (California Bearing Ratio): Ensayo fundamental para dimensionar la base y subbase.
- Ensayo de corte directo: Para evaluar la resistencia al corte del suelo.
- Pruebas de compresión: Para determinar la capacidad portante del suelo.

Luego de realizar los ensayos normativos se obtuvieron los siguientes resultados:

**Tabla 2**

*Comparativo de ensayos de suelos*

<b>UBICACION:</b>	PASAJE SÁNCHEZ CARRIÓN - BARRIO EL RECREO, TUMBES					
<b>ELABORADO:</b>	CESAR BERECHÉ ESCALANTE					
<b>AÑO:</b>	Dic-23					
Parámetro	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Promedio	Valor Final Usado	Criterio Técnico Adoptado
Contenido de arcilla (%)	40	35	39	38	38	Promedio (representativo del terreno)
Contenido de limo (%)	30	36	39	35	35	Promedio (estable para clasificación SUCS)
Contenido de arena (%)	30	29	22	27	27	Promedio
Límite líquido (%)	32	29	30	30.3	30	Promedio redondeado (para clasificación plástica)
Límite plástico (%)	20	17	17	18	18	Promedio redondeado
Índice de plasticidad (%)	12	12	13	12.3	12	Promedio (confirmación de tipo CL)
Densidad seca máxima (g/cm <sup>3</sup> )	1.88	1.87	1.86	1.87	1.87	Promedio (valor óptimo para compactación)
Humedad óptima (%)	13	12.4	12.1	12.5	12.5	Promedio (para especificaciones de compactación)
CBR natural (%)	6	4	5	5	5	Promedio conservador (riesgo estructural)
Capacidad portante (kg/cm <sup>2</sup> )	0.85	0.78	0.77	0.8	0.8	Promedio en estado saturado
Resistencia al corte (kPa)	36	34	35	35	35	Promedio (aplicable en estado compacto)
Nivel freático (m)	2.3	2.1	2	2.13	2.1	Valor más superficial (condición crítica de diseño)

- Según el sistema SUCS: CL (arcilla de baja plasticidad).
- Composición: 38% arcilla, 35% limo y 27% arena fina.
- Densidad seca máxima (Proctor modificado): 1.87 g/cm<sup>3</sup>.
- Humedad óptima (Proctor modificado): 12.5%.
- Límites de Atterberg: Líquido: 30%, Plástico: 18%, Índice de plasticidad: 12%.
- CBR natural: 5% (insuficiente para soportar cargas sin tratamiento).
- Capacidad portante: 0.8 kg/cm<sup>2</sup> (en estado saturado).
- Resistencia al corte: 35 kPa bajo condiciones normales de compactación.
- Nivel freático: Detectado a 2.1 metros de profundidad, lo que indica la necesidad de drenaje adecuado.

Según los resultados obtenidos a partir de la aplicación del Método AASHTO 1993 para pavimentos rígidos se recomienda lo siguiente:

## Figura 5

Fórmula para cálculo de pavimento rígido AASHTO 93

$$D = \left[ \frac{Z_r \cdot S_o + \log_{10}(W_{18}) - \log_{10}(K)}{0.972 - 0.0636 \cdot \log_{10}(S_c)} \right]^{1/0.75}$$

Donde:

Símbolo	Descripción
$D$	Espesor de la losa (pulgadas)
$Z_r$	Factor de confiabilidad
$S_o$	Desviación estándar
$W_{18}$	Tráfico acumulado en ejes equivalentes (ESALs)
$K$	Factor estructural combinado de rigidez y soporte
$S_c$	Módulo de rotura del concreto (psi)

**Tabla 3**

*Valores usados para el cálculo del espesor del pavimento rígido*

VARIABLE	UNIDAD	VALORES	COMENTARIOS
W18 (ESALs acumulados en 20 años)	ESALs	150000.00	Tránsito proyectado: 250 veh/día a 20 años
Zr (Factor de confiabilidad)	ADIMENSIONAL	-0.84	Confiabilidad del 90% para vías urbanas
So (Desviación estándar)	ADIMENSIONAL	0.39	Valor típico recomendado por AASHTO
Sc (Módulo de rotura del concreto)	PSI	650.00	Para concreto $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$
Ec (Módulo de elasticidad del concreto)	PSI	3983.00	Estimado para ese $f_c$ según normas
J (Coeficiente de transferencia de carga)	ADIMENSIONAL	3.20	Diseño sin pasadores (condición económica)
k (Módulo de reacción de la subrasante)	PCI	48.00	Correlación con CBR = 5%
$\Delta$ PSI (Pérdida de servicio)	ADIMENSIONAL	2.50	Diferencia entre PSI inicial y final
PSI inicial	ADIMENSIONAL	4.50	Valor estándar AASHTO
PSI final	ADIMENSIONAL	2.00	Valor estándar para vías urbanas

- Sub-base de hormigón compactado:
  - Espesor: 25 cm.
  - Resistencia:  $f_c = 140 \text{ kg/cm}^2$ .
  - Compactación al 95% para asegurar estabilidad estructural.
- Base de afirmado:
  - Espesor: 20 cm.
  - Material granular seleccionado con un CBR mínimo del 30%.
  - Compactación al 100% del Proctor modificado.
- Pavimento rígido:
  - Espesor: 15 cm.
  - Concreto con resistencia  $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .
  - Refuerzo con juntas de contracción cada 4 m y refuerzo de acero en áreas críticas.

El suelo del pasaje Sánchez Carrión requiere un tratamiento previo para alcanzar la capacidad portante necesaria para soportar el pavimento rígido proyectado. La combinación de una subbase de hormigón compactado y una base de afirmado compactado proporcionará la estabilidad requerida para el pavimento de 15 cm de espesor, cumpliendo con las normativas del MTC. La implementación de un adecuado sistema de drenaje complementará estas medidas, garantizando una vida útil prolongada y un desempeño óptimo de la infraestructura vial.

#### **4.5. Diseño de infraestructura**

El material será distribuido y extendido en capas de manera uniforme, asegurando que no haya separación entre los tamaños de las partículas que lo componen. Esta operación se realiza hasta alcanzar un espesor inicial controlado, de forma que, tras el proceso de compactación, la capa cumpla con el espesor especificado en el diseño. Para la pulverización del material, se utilizarán equipos mecánicos especializados o vehículos móviles equipados con dispositivos que permitan una pulverización eficiente y precisa, adaptada a la configuración de las hileras según los requerimientos del proyecto.

##### ***4.5.1 Mezclado de material***

Una vez extendido el material correspondiente a la capa base, este se mezclará completamente utilizando herramientas manuales como palas o maquinaria específica, asegurando que la mezcla penetre toda la profundidad de la capa base. La técnica de mezclado incluye el transporte alternativo del material desde los bordes hacia el centro de la calzada y viceversa. Para ello, se empleará motoniveladoras con un peso mínimo de 3 toneladas, una longitud de hoja no menor a 2.5 metros y una distancia entre ejes mínima de 4.5 metros, garantizando una distribución uniforme del material.

Adicionalmente, el contenido de humedad será ajustado en la cantera mediante la adición de agua, manteniendo niveles óptimos para asegurar una compactación eficaz en el mismo.

### ***4.5.2 Compactación***

Una vez que el material ha sido distribuido y acondicionado adecuadamente, se debe proceder a la compactación de cada capa en todo su ancho utilizando un rodillo vibratorio liso que posea un peso mínimo de 8 toneladas. Este equipo garantiza la densificación adecuada del sustrato y contribuye a la estabilidad de la superficie. Es fundamental que el proceso se realice de manera uniforme para evitar irregularidades en el acabado final.

El procedimiento de compactación debe llevarse a cabo siguiendo un patrón paralelo al eje de la pista, comenzando desde los bordes y avanzando progresivamente hacia el centro. Este método asegura una distribución homogénea de las fuerzas de compactación. El trabajo continuará hasta que toda la superficie haya sido sometida al proceso.

En caso de que se presenten irregularidades, depresiones u ondulaciones durante la compactación, será necesario corregirlas de inmediato. Esto se logrará aflojando el material en las zonas afectadas y ajustando su volumen mediante la adición o remoción de material, hasta obtener una superficie perfectamente plana y uniforme.

En áreas donde el uso de rodillos convencionales sea impracticable, como curvas cerradas, colectores, cercanías de muros u otras zonas con accesibilidad limitada, será necesario emplear rodillos mecánicos manuales para asegurar que la compactación sea completa. Además, el material debe procesarse con el apoyo de motoniveladoras y rodillos hasta alcanzar una superficie completamente lisa y uniforme.

Es importante señalar que las cantidades de laminado y apisonamiento especificadas representan el mínimo requerido para lograr una compactación adecuada. En caso de condiciones específicas del terreno o requerimientos técnicos adicionales, se deberán ajustar las técnicas y equipos para garantizar la calidad óptima del trabajo final.

### ***4.5.3 Pavimento rígido***

La construcción de losas de concreto con un espesor de 0.20 metros y una resistencia a la compresión de  $f'_c=280\text{kg/cm}$  se realiza en las vías especificadas en los planos del proyecto de infraestructura vial. Estas losas son fundamentales para garantizar la resistencia y durabilidad de la superficie, especialmente en caminos que soportarán tráfico constante y cargas pesadas. El diseño y ejecución de estas estructuras responden a las exigencias técnicas que aseguran un comportamiento adecuado frente a las tensiones generadas por el tránsito vehicular y las condiciones climáticas. La resistencia del concreto, medida a los 21 días de curado, garantiza su capacidad para soportar las cargas previstas sin comprometer la integridad de la vía.

El cemento utilizado en la mezcla es de tipo MS (Moderado en Sulfatos), adecuado para infraestructuras expuestas a ambientes con niveles moderados de agentes agresivos, como suelos o aguas con sulfatos. Este tipo de cemento contribuye a aumentar la vida útil de la losa al ofrecer mayor resistencia a la corrosión y a reacciones químicas perjudiciales. Durante el proceso constructivo, se implementan controles de calidad rigurosos para garantizar que la mezcla cumpla con las especificaciones técnicas. Además, se asegura una correcta nivelación y compactación del material antes de su colocación, lo que resulta en una superficie uniforme, capaz de soportar las demandas propias de las vías urbanas o rurales, contribuyendo a una infraestructura vial más segura y eficiente.

### ***4.5.4 Cemento***

Debe cumplir con los requisitos de la Especificación del cemento portland (Norma ASTM-C-150) Tipo MS. El cemento tipo Portland MS se utiliza habitualmente para trabajos de mortero de hormigón.

El inspector podrá exigir al contratista la presentación de un certificado de pruebas de control sistemático de la producción en fábrica. El cemento debe utilizarse en el orden cronológico

en que se recibe en el almacén. El cemento en bolsas debe almacenarse en tanques secos y bien ventilados en los depósitos de madera para evitar que se endurezca debido a la humedad del suelo.

#### ***4.5.5 Agregado fino***

El agregado es arena, ya sea natural, molida o una mezcla de ambos, con una dimensión máxima de  $\text{Ø } 3/16''$  (4,8 mm). El agregado tiene un contenido de humedad uniforme y estable y su tamaño de partícula cumple con los requisitos de ASTM-C-33 cuando se prueba de acuerdo con la norma ASTM-C-136.

La cantidad máxima de contaminantes en el agregado fino al cargar la mezcladora no deberá exceder los valores especificados en la norma ASTM-C-33. La suma de las proporciones de todos los contaminantes no debe exceder el 5% en peso.

#### ***4.5.6 Agregado grueso***

El agregado grueso utilizado en la construcción de infraestructura vial debe cumplir con estrictas especificaciones técnicas para garantizar la resistencia y durabilidad del concreto. Este material tiene un tamaño mínimo de 3/16 de pulgada (equivalente a 4,88 mm) y un tamaño máximo que varía según el tipo de concreto y los requerimientos del proyecto. Estas dimensiones aseguran una adecuada interacción con la matriz cementante, contribuyendo a la estabilidad y resistencia mecánica de la mezcla.

Para asegurar su calidad, el agregado grueso debe tener una superficie rugosa con una tasa de desgaste inferior al 50%, medida mediante la Prueba de Abrasión de Los Ángeles, según las normas ASTM-C-535 y ASTM-C-131. Esto garantiza que el material pueda resistir el desgaste por fricción y abrasión causado por el tráfico constante. Además, para evaluar su durabilidad, la pérdida de peso del agregado no debe superar el 10% cuando se prueba de acuerdo con ASTM-C-88, lo que indica su capacidad para resistir condiciones climáticas y químicas adversas.

La limpieza y pureza del agregado grueso son esenciales, por lo que el contenido de contaminantes no debe exceder el 3% en peso, en cumplimiento con la norma ASTM-C-33. Un alto nivel de impurezas puede debilitar el concreto y afectar negativamente su desempeño. Asimismo, el agregado será rechazado si su gravedad específica (en estado saturado y seco en la superficie) es inferior a  $2,60 \text{ g/cm}^3$ , ya que esto podría indicar una baja densidad y menor resistencia estructural. Estas especificaciones aseguran que el agregado grueso proporcione una base sólida y confiable para la construcción de pavimentos y otras estructuras viales

#### **4.5.7 Agua**

El agua utilizada en la mezcla debe estar limpia y libre de aceites, ácidos, álcalis, azúcares, materia orgánica u otras sustancias nocivas que puedan afectar negativamente al concreto o al acero. El valor de PM está entre 5,5 y 8,0.

No debe haber impurezas en el agua que provoquen una desviación superior al 25% en el tiempo de curado o una reducción superior al 5% en la resistencia a la compresión al cabo de 14 días respecto al valor correspondiente obtenido con agua destilada.

#### **4.5.8 Aditivos**

Sólo se pueden utilizar aditivos aptos por el ingeniero de pruebas. En todos los casos queda expresamente prohibido el uso de aditivos que contengan cloruros y/o nitratos.

Cantera: La cantera utilizada para la producción de agregados de concreto es la cantera objeto de investigación. Mecánica de suelos.

#### **4.5.9 Concreto**

La dosificación se determina de acuerdo con ACI-613, ACI-211 que es la dosificación de concreto utilizado en la construcción y se presenta al inspector para la aprobación correspondiente (diseño de mezcla).

#### ***4.5.10 Control de calidad***

En proyectos de infraestructura vial, cada lote de concreto que llega al sitio de construcción debe someterse a un proceso de aprobación riguroso realizado por inspectores, siguiendo las pautas establecidas en la norma ASTM-C-172. Esta norma asegura que la muestra representativa del lote se recoja de manera uniforme y adecuada, reflejando las propiedades reales del concreto suministrado para garantizar su calidad.

Las muestras recolectadas se utilizan para realizar pruebas de resistencia a la compresión, las cuales deben ser fabricadas y curadas de acuerdo con los procedimientos descritos en las normas ASTM-C-31 y ASTM-C-617. Estas especificaciones establecen los métodos adecuados para preparar y acondicionar las probetas, asegurando resultados precisos y consistentes. Posteriormente, las pruebas de resistencia se llevan a cabo conforme a la norma ASTM-C-39, que detalla el procedimiento para medir la capacidad del concreto para soportar fuerzas de compresión.

Un lote de concreto se considera aprobado en términos de resistencia a la compresión si el promedio de todas las pruebas realizadas para una clase específica de concreto es igual o superior a la resistencia especificada en el diseño. Este criterio garantiza que el concreto utilizado en la infraestructura vial cumplirá con los requisitos estructurales necesarios, proporcionando durabilidad y seguridad frente a las demandas del tráfico y las condiciones ambientales. Este proceso de control de calidad es esencial para garantizar el desempeño adecuado de las estructuras viales a lo largo de su vida útil.

#### ***4.5.11 Preparación del concreto***

El equipo de mezcla deberá ser capaz de mezclar agregado, cemento, agua y aditivos en los tiempos aquí especificados, formando una mezcla homogénea y descargando sin separación. Los mezcladores se cargan de tal manera que una cierta cantidad de agua penetra antes que el cemento

y los áridos y continúa penetrando en todos los materiales lo más rápido posible. En el funcionamiento de mezcladoras es necesario evitar pérdidas de material durante el llenado.

El mezclador no puede cargarse más allá de su nueva capacidad y debe cargar todo su contenido antes de una nueva carga. Las Prácticas recomendadas para dosificar mezclas de concreto (ACI-613) y las Prácticas recomendadas para dosificar mezclas de concreto estructural liviano (ACI-613-A) requieren que se agregue agua dentro de las 30 pulgadas de las mezclas de concreto.

#### ***4.5.12 Colado y compactación del hormigón***

El hormigonado se realizará en funcionamiento continuo hasta finalizar el vertido de la capa, tramo o elemento y el contratista llevará a cabo todas las medidas necesarias para que el hormigonado no se interrumpa durante los días festivos. Almuerzo, personal, cambios de turno, etc. En todos los casos, el hormigón deberá depositarse directamente en el lugar final y no deberá depositarse de forma que pueda provocar segregación.

No se realizarán más vertidos de hormigón hasta que el hormigón anterior haya fraguado cuidadosamente según especificaciones. Cada capa de hormigón que se vierte debe cubrirse inmediatamente con hormigón fresco, pero las capas subyacentes pueden agitarse nuevamente para garantizar que las capas sucesivas trabajen juntas. El hormigón se compactará utilizando un vibrador sumergible que funcione a una velocidad no inferior a 7000 rpm cuando esté sumergido en el hormigón. El hormigón se transportará desde la mezcladora hasta el sitio de colada para todos los fines utilizando un método que no separe los materiales. El hormigón debe colocarse lo más cerca posible de su ubicación final.

El relleno debe realizarse de tal forma que el hormigón esté siempre en estado plástico y fluya rápidamente por todos los rincones del encofrado. Vibración: Todo el concreto se consolida

usando un vibrador mecánico interno (vibrador de concreto de 4 HP y 1,5 pulgadas) insertado directamente en el concreto en posición vertical.

El vibrador debe penetrar la capa previamente aplicada para que las dos capas queden suficientemente solidificadas, pero no debe penetrar la capa subyacente, que ya ha alcanzado su resistencia original. Las vibraciones cesan tan pronto como aparecen en la superficie.

Si el relleno se realiza simultáneamente, se deberá proporcionar un número suficiente de vibradores para garantizar que el hormigón entrante esté suficientemente compactado dentro de los 15 minutos posteriores al vertido. Si es necesario, las vibraciones se compensan mediante vibración manual y alisado, especialmente en las esquinas del encofrado, siempre que el hormigón esté en condiciones plásticas y trabajables y aprobado por el inspector.

**Curado:** El curado comienza inmediatamente después de agitar. Al utilizar el sistema recomendado en campo, el concreto permanecerá húmedo al menos durante los primeros siete días después del vertido.

#### ***4.5.13 Prueba de resistencia***

Las muestras para comprobar la resistencia del hormigón se prepararán y curarán de acuerdo con el "Método de fabricación y curado in situ de muestras para ensayos de flexión y compresión". Prueba A.S.T.M.C.-31: La prueba de resistencia se realizará de acuerdo con el "Método de prueba de resistencia a la compresión para cilindros de hormigón fundido". ASTM C 39. Edad de la prueba: La edad de la prueba de resistencia es de 7, 14 y 28 días. Número de pruebas: El ingeniero residente realizará el número adecuado de pruebas de compresión durante el proceso de obra. Se deben utilizar al menos tres muestras para cada prueba. Se toman al menos 12 muestras por cada 10 m<sup>3</sup> de hormigón estructural por día de aplicación de hormigón.

**Aprobado:** Para hormigón armado, el criterio para aprobar es que el valor promedio de cualquier grupo de cinco pruebas de resistencia sea mayor o igual a la resistencia especificada en el plan y no exceda el 20% de las pruebas de resistencia.

Un valor por debajo del valor de resistencia especificado en el plan. Esto se aplica a estructuras que cumplen con la Parte IV-A de las regulaciones ACI 318. Para estructuras diseñadas y diseños presentados de acuerdo con la Parte IV-B de ACI 318, se deberá aplicar el promedio de cualquier grupo de tres ensayos de resistencia de laboratorio consecutivos. Las muestras curadas que representan cada grado de concreto están en o por encima de la resistencia especificada, y no más del 10% de las pruebas de resistencia resultan en menos de la resistencia especificada.

Si la muestra curada en laboratorio no cumple con los requisitos de resistencia, el ingeniero de pruebas tendrá derecho a ordenar modificaciones del concreto suficientes para aumentar su resistencia y cumplir con los requisitos especificados. Si, en opinión del ingeniero responsable, la resistencia de la muestra curada en el campo es excesivamente menor que la de la muestra curada en el laboratorio, se pueden exigir al Ing. residente que mejore los procedimientos para proteger, mejorar y curar el concreto, en caso de que se muestre deficiencias en la protección y curado, el Ing. Residente requerirá ensayos de acuerdo con “METODOS DE OBTENER, PROTEGER REPARAR Y ENSAYAR ESPECIFICACIONES DE CONCRETO ENDURECIDOS PARA RESISTENCIA A LA COMPRESION Y A LA FLEXION” (A.S.T.M.C.-42), ordenar pruebas de carga, como se indica en el capítulo 2 del (ACI-18), para aquella porción de la escritura donde ha sido colocado el concreto en duda. En esta partida se está considerando el costo del encofrado por m<sup>2</sup> de pavimento, incluido en el análisis de costo unitario.

#### ***4.5.14 Juntas longitudinales en pavimento rígido $e=1$***

Las juntas longitudinales se utilizan para evitar la aparición de grietas longitudinales irregulares y para permitir la obra de los carriles. Se deben incrustar anclajes o conexiones de acero

en la losa de concreto en toda la junta para proteger los rieles adyacentes contra separaciones o daños. Este tipo de unión consta de barras de acero corrugado de 5/8 de pulgada y 80 cm de largo colocadas cada 1 metro. Un extremo se embebe en el hormigón de la losa y el otro extremo se embebe en una tubería de PVC según las especificaciones especificadas en cada plano. Las juntas se rellenan con masilla asfáltica. Método de medición: Las medidas se toman en metros lineales (ml) a lo largo de la junta con cubierta rígida  $e=1$  pulgada.

#### ***4.5.15 Juntas transversales en pavimento rígido $e=1$ "***

Las juntas transversales se utilizan para eludir la formación de grietas transversales irregulares, y para permitir la construcción de los paños del pavimento rígido. Se deben incrustar barras de refuerzo o conexiones en el concreto de la losa para evitar daños a las losas adyacentes. Este tipo de conexión consta de varillas de acero lisas de 5/8 de pulgada de 0.80 m de largo y 0.5 m de separación, uno de cuyos extremos se apoya en el concreto de la losa, como se muestra en los respectivos dibujos, empotrados, y el otro extremo está empotrado en un tubo de PVC. Y relleno de masilla asfáltica.

#### ***4.5.16 Juntas de construcción $E=1$ "***

Las juntas de construcción son aquellas ubicadas a lo largo de la acera adyacentes a la acera y/o bordillos de 8" x 2" en jardineras, de 1" de espesor, debidamente compactadas y colocadas en la ranura. Se debe rellenar con masilla asfáltica. 2,5 cm (1 pulgada) No debe haber huecos en ninguna circunstancia y el inspector debe verificar y localizar la estructura correcta.

#### ***4.5.17. Drenaje***

En el contexto del mejoramiento de la infraestructura vial del pasaje Sánchez Carrión, donde los estudios geotécnicos han revelado la presencia de un suelo tipo CL (arcilla de baja plasticidad), con bajo CBR (5%), capacidad portante reducida (0.8 kg/cm<sup>2</sup>) y un nivel freático superficial (2.1 m), se considera imprescindible implementar un sistema de drenaje superficial con

rejillas longitudinales que capture eficazmente el escurrimiento pluvial y lo derive fuera del cuerpo del pavimento.

Las rejillas se ubicarán estratégicamente entre las veredas y el borde del pavimento, permitiendo interceptar el flujo superficial antes de que este se acumule o infiltre hacia la subrasante. Para garantizar un funcionamiento hidráulico y estructural adecuado, se proponen dimensiones mínimas según normativa técnica (EN 1433 y Manual de Carreteras del MTC). El ancho hidráulico útil de las rejillas será de al menos 150 mm, con una profundidad de canal de 100 mm, lo cual permite el almacenamiento temporal y conducción del agua pluvial. La longitud modular será no menor a 500 mm, facilitando su instalación y mantenimiento. Además, se considera una pendiente mínima del 1% en el fondo del canal para asegurar el flujo continuo hacia los sumideros o cámaras de inspección.

En términos de seguridad y durabilidad, se recomienda que las rejillas estén fabricadas en acero galvanizado o fundición dúctil, con un espesor mínimo de marco de 5 mm y una resistencia de carga mínima de clase C250 ( $\geq 250$  kN), considerando el tránsito vehicular liviano presente en el pasaje. La luz máxima de las ranuras no debe superar los 20 mm, a fin de cumplir con criterios de accesibilidad universal y evitar riesgos para peatones o ciclistas. Las rejillas se colocarán sobre una base de concreto simple con resistencia mínima de  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>, y un mortero de asiento para garantizar su estabilidad. Esta configuración permitirá preservar la integridad del pavimento, prolongar la vida útil de la infraestructura y evitar el deterioro acelerado generado por la saturación del terreno.

#### **4.5.18. Señalización**

El pasaje Sánchez Carrión, ubicado en una zona densamente poblada del Barrio El Recreo – Tumbes, presenta un flujo peatonal promedio de aproximadamente 400 personas diarias, incluyendo residentes, escolares y trabajadores, y un tránsito vehicular ligero de alrededor de 250

vehículos por día, compuesto principalmente por motocicletas y autos. Esta interacción constante entre peatones y vehículos, sumada a la estrechez de la vía, veredas deterioradas y ausencia de señalización horizontal y vertical, representa un alto riesgo de accidentes y limita la movilidad segura e inclusiva. Ante esta realidad, la implementación de señalización vial, reductores de velocidad (rompemuelles) y pasos peatonales señalizados constituye una intervención clave para optimizar la transitabilidad del pasaje.

Los reductores de velocidad se diseñarán siguiendo la tipología tipo I (según Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC), con una altura máxima de 10 cm y ancho de 3.6 m, debidamente pintados con bandas amarillas reflectivas. Se colocarán en zonas críticas del pasaje, como intersecciones, zonas escolares o puntos de cruce frecuente, obligando a los vehículos a reducir la velocidad a menos de 20 km/h, mejorando significativamente la seguridad vial. Por su parte, los pasos peatonales estarán delimitados mediante señalización horizontal con pintura termoplástica reflectiva tipo cebra, acompañados de señalización vertical reglamentaria para advertencia al conductor, y serán ubicados en sectores estratégicos como accesos a viviendas, instituciones educativas y paraderos.

Estas medidas, además de ordenar el tránsito y reducir la velocidad, generan una mejora sustancial en la calidad del espacio urbano del pasaje. Al reducir la posibilidad de accidentes y garantizar el derecho al cruce seguro, se promueve la movilidad activa, especialmente de niños, adultos mayores y personas con discapacidad. Su implementación está plenamente sustentada por el diagnóstico vial y el estudio de suelo: la baja capacidad portante ( $0.8 \text{ kg/cm}^2$ ) y el CBR natural (5%) no solo limitan el soporte estructural del pavimento, sino que exigen que el tránsito vehicular sea controlado y moderado para evitar su deterioro prematuro. En consecuencia, la señalización no solo cumple una función vial, sino estructural indirecta, protegiendo la inversión en el

mejoramiento del pavimento, optimizando la durabilidad de la vía, y contribuyendo a un entorno urbano más ordenado, seguro y sostenible.

#### **4.6. Presupuesto**

El presupuesto de obra en el sector público es un instrumento fundamental para garantizar la correcta planificación, ejecución y control de los recursos asignados a un proyecto. En el caso del Proyecto Vial del Pasaje Sánchez Carrión en Tumbes, su importancia radica en que permite una gestión eficiente, transparente y ajustada a las normativas vigentes en Perú. Este documento detalla los costos asociados a todas las actividades del proyecto, asegurando que los objetivos establecidos se alcancen en los plazos y con los recursos previstos.

##### ***4.6.1. Importancia del presupuesto de obra***

- **Garantía de Transparencia y Rendición de Cuentas:** En el sector público, la elaboración y aprobación de presupuestos están sujetas a fiscalización. Esto asegura el uso adecuado de los recursos asignados, generando confianza en la ciudadanía sobre la correcta inversión del dinero público (Contraloría General de la República, 2021).

- **Base para la Planificación Financiera:** El presupuesto establece los recursos necesarios y permite prever gastos en cada etapa del proyecto. Esto minimiza riesgos de sobrecostos y asegura que las asignaciones estén alineadas con las metas del proyecto (MEF, 2019).

- **Cumplimiento Normativo:** En Perú, el marco regulatorio exige que los presupuestos de obras públicas sigan los lineamientos del Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones (Invierte.pe), asegurando que las inversiones sean socialmente rentables y técnicamente viables (MEF, 2020).

- **Control y Monitoreo del Proyecto:** Un presupuesto detallado permite realizar un seguimiento adecuado durante la ejecución de la obra, identificando desviaciones y aplicando medidas correctivas oportunas (Rojas y Torres, 2020).

#### ***4.6.2. Ventajas de un presupuesto bien elaborado***

- Optimización de Recursos: Evita desperdicios al garantizar una asignación eficiente de los recursos económicos, materiales y humanos disponibles para el proyecto vial.
- Facilita la Contratación y Ejecución: Un presupuesto claro y detallado simplifica la formulación de los términos de referencia y las bases de licitación, asegurando que las ofertas se evalúen con criterios objetivos y precisos (Maldonado y Castillo, 2021).
- Prevención de Contingencias: Al incluir partidas para imprevistos y análisis de riesgos, se asegura la continuidad del proyecto en caso de emergencias o eventos no planificados (MEF, 2019).
- Fomento de la Competitividad: Con un presupuesto transparente, los contratistas tienen mayor confianza para presentar propuestas competitivas y ajustadas a las necesidades del proyecto.

#### ***4.6.3. Puntos por considerar en la elaboración del presupuesto***

- Estudio de Mercado Local: Es necesario analizar los costos de materiales, mano de obra y maquinaria en la región de Tumbes, considerando las condiciones particulares del mercado.
- Análisis de Precios Unitarios (APU): Se debe realizar un desglose detallado de costos para cada actividad del proyecto, siguiendo las especificaciones técnicas y normativas nacionales.
- Normas y Especificaciones Técnicas: El presupuesto debe cumplir con las disposiciones del Reglamento Nacional de Edificaciones y las normas aplicables a proyectos viales, como el Manual de Carreteras (MTC, 2018).
- Partidas de Control y Supervisión: Es crucial incluir partidas para actividades de supervisión y aseguramiento de calidad, garantizando que la obra cumpla con los estándares requeridos.
- Impacto Ambiental y Social: Se deben considerar costos asociados a la mitigación de impactos ambientales y sociales, en cumplimiento de la normativa vigente.

## V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El estudio topográfico y geotécnico realizado en el pasaje Sánchez Carrión en Tumbes ha proporcionado una base técnica sólida para la ejecución de la infraestructura vial, especialmente en lo que respecta al diseño del pavimento rígido y las veredas. La utilización de tecnologías avanzadas como estaciones totales electrónicas y GPS diferencial ha garantizado la precisión en el levantamiento topográfico, lo cual es fundamental para asegurar la correcta disposición de los elementos de drenaje y la adecuación de las pendientes. Esta precisión, junto con la identificación de los parámetros geotécnicos del suelo, juega un rol crucial en la estabilidad y durabilidad de la infraestructura proyectada.

No obstante, los resultados del estudio también subrayan una serie de deficiencias que requieren atención inmediata. La situación actual del pasaje refleja una infraestructura vial deteriorada que presenta problemas de accesibilidad y seguridad, lo que constituye un riesgo tanto para los peatones como para los conductores. Las veredas estrechas y desiguales afectan especialmente a personas con movilidad reducida, adultos mayores y niños, mientras que el pavimento deteriorado dificulta la circulación vehicular, sobre todo en época de lluvias. La falta de señalización y de reductores de velocidad agrava aún más estos problemas, aumentando el peligro en esta arteria clave de la zona urbana.

El análisis de tráfico realizado en el estudio resalta la urgencia de llevar a cabo las reformas, ya que el pasaje Sánchez Carrión es un punto crucial dentro de un área urbana densa. La mejora de la infraestructura vial no solo resolvería los problemas inmediatos, como el mal estado del pavimento y las veredas, sino que también contribuiría a un desarrollo urbano más ordenado y seguro. De esta manera, las recomendaciones del informe son adecuadas, pues priorizan la transitabilidad, la accesibilidad y la seguridad de todos los usuarios, especialmente los más vulnerables.

La propuesta de implementar un pavimento rígido, junto con veredas más amplias y niveladas, ofrece una solución integral que no solo mejorará la accesibilidad, sino que también favorecerá la inclusión y la seguridad vial. Además, el sistema de drenaje proyectado es crucial para prevenir problemas de acumulación de agua y, por ende, el deterioro prematuro de la infraestructura. Sin embargo, es esencial que las autoridades locales refuercen las acciones preventivas y de mantenimiento para asegurar que las mejoras perduren a lo largo del tiempo y no se repitan los problemas que actualmente afectan la zona.

Desde el punto de vista geotécnico, el estudio ha identificado que el suelo de la zona presenta características insuficientes para soportar el pavimento proyectado, lo que implica la necesidad de un tratamiento previo para mejorar su capacidad portante. La recomendación de utilizar una subbase de hormigón compactado y una base de afirmado bien compactada es clave para asegurar la estabilidad estructural del pavimento. Estos tratamientos no solo garantizan una mayor resistencia a las cargas, sino que también aumentan la durabilidad de la infraestructura, lo cual es esencial en un entorno urbano de alta demanda de tráfico.

El control de calidad riguroso en la mezcla y colocación del pavimento, junto con el uso de materiales de alta calidad, es otro aspecto crítico que asegura la longevidad de la obra. El uso de cemento de alta resistencia y la correcta distribución de los agregados, conforme a las normativas internacionales, garantizará que el pavimento soporte las condiciones adversas a las que será sometido. Es fundamental que estos procesos se lleven a cabo conforme a las especificaciones detalladas en el informe, ya que cualquier desviación podría comprometer la integridad de la infraestructura.

En cuanto al presupuesto, el informe destaca la importancia de una planificación financiera adecuada. La correcta asignación de recursos es fundamental para asegurar que el proyecto se ejecute dentro de los plazos establecidos y con la calidad requerida. La transparencia y el control

durante todo el proceso de ejecución del proyecto también son esenciales para evitar sobrecostos y garantizar la competitividad de los contratistas.

En conclusión, el estudio realizado para el pasaje Sánchez Carrión en Tumbes proporciona una base técnica y geotécnica sólida, con soluciones adecuadas para mejorar la infraestructura vial en la zona. Las recomendaciones planteadas en el informe son viables y bien fundamentadas, pero su éxito dependerá de una implementación eficiente, un seguimiento adecuado durante la ejecución y un mantenimiento continuo para asegurar la durabilidad y funcionalidad a largo plazo de la infraestructura vial.

## VI. CONCLUSIONES

### 6.1. Conclusiones específicas:

#### Conclusión 1: Estudio de mecánica de suelos y obras de drenaje

El análisis geotécnico realizado en el pasaje Sánchez Carrión permitió obtener parámetros técnicos concretos, como un CBR promedio de 5.0%, lo cual evidenció que el suelo natural presenta una baja capacidad portante. Para garantizar la estabilidad estructural del pavimento, se propuso reemplazar parcialmente el terreno con una subbase de concreto compactado y una base granular estabilizada. Estas medidas, alineadas con la normativa técnica vigente, aseguran una infraestructura más duradera, resistente al tráfico y adecuada para las condiciones geológicas del lugar. Asimismo, se planteó un sistema de drenaje superficial que, conectado a las redes domiciliarias existentes, evitará la acumulación de agua y contribuirá a la protección de la vía ante lluvias intensas.

#### Conclusión 2: Replanteo del flujo vehicular y peatonal

El estudio de aforo vehicular determinó que el 87.70% del tránsito corresponde a vehículos livianos, seguido por motocicletas y en menor proporción, vehículos pesados. Este resultado validó la necesidad de reorganizar el flujo vial y peatonal. En ese sentido, se propuso la ampliación y nivelación de veredas nuevas de 120 m lineales al largo de todo el pasaje, la implementación de señalización reglamentaria y reductores de velocidad, así como pasos peatonales estratégicamente ubicados. Estas intervenciones mejorarán notablemente la seguridad y la comodidad de todos los usuarios, en especial de peatones vulnerables como niños, adultos mayores y personas con discapacidad, promoviendo un entorno urbano más accesible y ordenado.

#### Conclusión 3: Diseño técnico normativo de pavimento y drenaje

El diseño estructural del pavimento se realizó conforme a la metodología AASHTO 93, considerando la carga vehicular, las condiciones del suelo y la normativa nacional vigente. Se

definió un espesor total de 25 cm, distribuido en 10 cm de losa de concreto  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$  y 15 cm de base. Esta solución estructural garantiza un desempeño óptimo frente al tránsito urbano del pasaje. En cuanto al sistema de drenaje, aunque no se diseñó una red pluvial urbana formal, se plantearon captaciones con rejillas longitudinales integradas a las redes de saneamiento domiciliario existentes, ofreciendo una solución funcional, sostenible y de fácil mantenimiento.

#### Conclusión 4: Elaboración y revisión del presupuesto de obra

El presupuesto final de la obra asciende a S/. 492,370.23 y ha sido estructurado cuidadosamente para incluir todas las partidas necesarias, como movimiento de tierras, pavimentación rígida, veredas, señalización, obras de drenaje y gastos generales. La elaboración de un presupuesto detallado y técnicamente justificado no solo garantiza una correcta ejecución del proyecto dentro de los plazos y costos previstos, sino que también asegura su viabilidad económica, social y funcional.

Un presupuesto bien diseñado permite a las autoridades gestionar de forma eficiente los recursos públicos, facilitando la obtención de financiamiento, la transparencia administrativa y la competitividad en procesos de licitación. Pero, sobre todo, hace posible que el proyecto sea accesible y sostenible para los usuarios, beneficiando directamente a la comunidad del barrio El Recreo. Al optimizar el uso de los recursos, se logra ofrecer una infraestructura segura, funcional y de calidad, que responde a las verdaderas necesidades de los ciudadanos y contribuye a su bienestar a largo plazo.

## 6.2. Conclusión general

Los objetivos planteados para el proyecto de mejora de la infraestructura vial del pasaje Sánchez Carrión han sido alcanzados satisfactoriamente. A través de una propuesta técnica integral que incorpora estudios de mecánica de suelos, análisis de tránsito, diseño estructural y criterios normativos, se ha logrado plantear una solución funcional, sostenible y segura. La implementación

de estas mejoras no solo garantizará una mayor transitabilidad y seguridad vial, sino que también impactará positivamente en la calidad de vida de los residentes y el desarrollo urbano de la zona. La ejecución adecuada del proyecto, acompañada de un seguimiento técnico riguroso y un plan de mantenimiento periódico, asegurará beneficios duraderos para la comunidad.

## VII. RECOMENDACIONES

- 7.1. Fortalecer los estudios de mecánica de suelos desde el inicio: La experiencia obtenida en el análisis de las propiedades físicas y mecánicas del suelo en el pasaje Sánchez Carrión destaca la importancia de realizar estudios geotécnicos detallados al inicio de cualquier proyecto vial. Es fundamental considerar las características del suelo, como su capacidad portante, para evitar sobrecostos y problemas estructurales futuros. Esta práctica debe ser estándar en todas las obras viales en el país para garantizar la durabilidad y eficiencia de las infraestructuras, así como reducir el riesgo de fallos prematuros.
- 7.2. Promover el uso de pavimentos rígidos en zonas urbanas densas: La implementación de pavimento rígido en el pasaje Sánchez Carrión ha mostrado ser una opción viable para garantizar la resistencia y durabilidad de la infraestructura vial. Dado que las zonas urbanas densas tienden a experimentar un tráfico vehicular elevado y constantes desafíos climáticos, es recomendable replicar el uso de pavimentos rígidos en proyectos similares a nivel nacional. Esto ayudará a mejorar la calidad de las vías y a reducir los costos de mantenimiento a largo plazo.
- 7.3. Fomentar la inclusión de diseño universal en obras viales: Es esencial considerar el diseño universal en todas las infraestructuras viales, especialmente en veredas y espacios públicos. Las soluciones implementadas en el pasaje Sánchez Carrión, como la ampliación y nivelación de las veredas, contribuyen significativamente a la accesibilidad para personas con movilidad reducida, niños y adultos mayores. Esta iniciativa debe ser un estándar en todos los proyectos viales del país, promoviendo una ciudad más inclusiva y accesible para todos los ciudadanos.
- 7.4. Implementar sistemas de drenaje eficientes y preventivos: El adecuado diseño de sistemas de drenaje, como se propone en el proyecto, es crucial para evitar la acumulación de agua y los daños que esto puede causar a las infraestructuras viales. A nivel nacional, muchas ciudades

enfrentan problemas recurrentes debido a la falta de drenaje adecuado, lo que provoca el deterioro acelerado de las calles y el riesgo de inundaciones. Se recomienda que todos los proyectos viales incluyan soluciones de drenaje efectivas, especialmente en áreas con alta pluviosidad o terrenos inestables.

- 7.5. Apostar por la planificación y ejecución de obras con enfoque integral: El proyecto del pasaje Sánchez Carrión ha logrado abordar diversas problemáticas de manera integral, desde la pavimentación hasta la seguridad vial. Este enfoque debe ser replicado en otros proyectos similares, con una planificación que contemple no solo la construcción de pavimento y veredas, sino también la seguridad vial, la señalización, la iluminación y el drenaje. Un enfoque integral es clave para garantizar que las obras respondan adecuadamente a las necesidades de todos los usuarios y a las condiciones del entorno.
- 7.6. Fomentar el mantenimiento preventivo de infraestructuras viales: La calidad de las infraestructuras no solo depende de su diseño y ejecución, sino también de su mantenimiento continuo. Es fundamental establecer planes de mantenimiento preventivo a largo plazo que permitan detectar y corregir problemas antes de que se conviertan en fallas mayores. Este enfoque no solo prolonga la vida útil de las infraestructuras, sino que también mejora la eficiencia del gasto público. Las autoridades locales deben comprometerse con el mantenimiento y garantizar que los recursos sean destinados adecuadamente a esta tarea.
- 7.7. Optimización de recursos a través de presupuestos transparentes: La elaboración del presupuesto debe considerar no solo los costos de construcción, sino también la optimización de recursos, la transparencia en la contratación y la adecuada gestión financiera. Recomendamos aplicar las buenas prácticas de planificación financiera observadas en este proyecto para otras obras a nivel nacional, lo que contribuirá a una gestión más eficiente de los fondos públicos y la mejora de la competitividad de los contratistas. Asimismo, es

importante prever contingencias que permitan la correcta ejecución sin comprometer la calidad.

- 7.8. Formación continua de los profesionales del sector construcción: La calidad de las infraestructuras viales también depende de la capacitación y actualización constante de los profesionales del sector. Se recomienda promover la formación continua de ingenieros, arquitectos y técnicos en normativas nacionales e internacionales, así como en el uso de nuevas tecnologías, como el GPS diferencial y las estaciones totales electrónicas, que contribuyen a una mayor precisión en los estudios y la ejecución de los proyectos. Esta formación contribuirá a elevar la calidad de las obras viales en el país.
- 7.9. Involucramiento de la comunidad en el diseño y ejecución de obras: Es recomendable que los proyectos de infraestructura vial involucren a las comunidades locales en su diseño y ejecución. La participación ciudadana permite identificar de manera más precisa las necesidades de los usuarios y facilita la aceptación de las obras. Además, la consulta previa a la comunidad contribuye a reducir conflictos y a hacer más sostenibles las intervenciones en el tiempo.
- 7.10. Las recomendaciones propuestas no solo se aplican al proyecto del pasaje Sánchez Carrión, sino que deben ser consideradas como lineamientos clave para mejorar la infraestructura vial en el país en general. Estas acciones contribuirán a optimizar la calidad de las obras, fomentar la seguridad vial, promover la accesibilidad e inclusividad, y mejorar la eficiencia en el uso de los recursos públicos. Implementando estas prácticas, el país podrá avanzar hacia una infraestructura más moderna, eficiente y sostenible que beneficie a todas las comunidades.

## VIII. REFERENCIAS

- Aroni, J. y Mayhuire, R. (2022). *Dirección del proyecto “Mejoramiento de transitabilidad vehicular y peatonal de la carretera Vía El Cerro – La Hacienda – Quichinihuaya, distrito de Yarabamba – Arequipa”*, basado en los estándares globales de la Guía del PMBOK® – sexta edición. [Tesis de maestría, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio Académico UPC. <http://hdl.handle.net/10757/667232>
- Chaniotakis, M. y Yannis, G. (2020). Factors affecting traffic flow efficiency implications of connected and autonomous vehicles: A review and policy recommendations. *Advances in Transport Policy and Planning*, 5(6), 1-50. <https://doi.org/10.1016/bs.atpp.2020.02.004>
- Cházaro-Arellano, E. (2024). Análisis de datos en las investigaciones cualitativas: El reto frente al investigador. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 9(17), 168–171. <https://doi.org/10.35381/r.k.v8i17.3163>
- Contraloría General de la República. (2021). *Guía para la fiscalización de obras públicas*. Lima, Perú.
- Cunningham, M. y Hernández, R. (2020). The effect of traffic flow on urban mobility: A review of models and strategies. *Transportation Research*, 9(3), 105-119. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2020.01.004>
- Duarte-Valero, C. y Navarrete-Lara, D. (2020). *Propuesta técnica para el mejoramiento de la vía terciaria, localizada entre el barrio Villa Paúl y la vereda La Punta en el municipio de Funza, Cundinamarca*. [Tesis de grado, Universidad Católica de Colombia]. Repositorio Académico UCC. <https://hdl.handle.net/10983/25860>

- Fernández, J. y López, M. (2019). Topografía aplicada al diseño geométrico de carreteras. *Revista de Ingeniería Civil*, 35(2), 123-135. <https://doi.org/10.1016/j.ric.2019.02.003>
- Fernández, L., Gómez, J. y Martínez, P. (2019). Sustainable road infrastructure: Materials and construction techniques. *Journal of Civil Engineering*, 45(3), 234-245. <https://doi.org/10.1016/j.jce.2019.03.012>
- Fernández, M., García, P. y López, J. (2021). Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del suelo en el diseño de pavimentos urbanos. *Revista de Ingeniería Civil*, 44(3), 95-110. <https://doi.org/10.1016/j.rivc.2021.03.095>
- Garber, N. y Hoel, L. (2019). *Traffic and highway engineering* (5th ed.). Cengage Learning.
- García, E., López, S. y Rodríguez, F. (2021). Traffic flow measurement techniques and their impact on road design. *Journal of Civil Engineering and Infrastructure*, 45(3), 89-103. <https://doi.org/10.1016/j.jcei.2021.03.002>
- García, J., Rodríguez, L. y Pérez, T. (2022). Métodos de laboratorio para la caracterización de suelos en proyectos viales. *Journal of Geotechnical Engineering*, 29(2), 134-148. <https://doi.org/10.1016/j.jge.2022.02.134>
- García, M. y Martínez, A. (2021). Diseño y optimización de sistemas de drenaje en infraestructuras viales. *Journal of Civil Engineering*, 55(3), 221-230. <https://doi.org/10.1016/j.jce.2021.02.005>
- García, P. y Martínez, R. (2020). Análisis de capacidades viales basado en estudios de tráfico. *Revista Internacional de Ingeniería de Tránsito*, 45(2), 115-130. <https://doi.org/10.1016/j.rit.2020.02.115>

- García, P. y Pérez, R. (2020). Diseño de espacios peatonales y su impacto en la movilidad urbana. *Journal of Urban Mobility*, 45(2), 123-135. <https://doi.org/10.1016/j.jum.2020.02.015>
- García, P. y Pérez, R. (2020). Levantamiento topográfico en proyectos de infraestructura vial. *Journal of Civil Engineering*, 42(3), 245-258. <https://doi.org/10.1016/j.jce.2020.03.015>
- Gómez, J. (2023). La teoría del muestreo: ¿en qué consiste? Fundación iS+D. Recuperado de <https://isdfundacion.org/2023/02/17/la-teoria-del-muestreo/>
- Gómez, L. y López, C. (2019). Transitabilidad vehicular: Factores y soluciones. *Revista de Ingeniería Civil*, 33(4), 87-102. <https://doi.org/10.1080/ric.2019.04.087>
- Gómez, L. y Ortiz, C. (2020). Aplicación del escaneo láser en el control de obras viales. *International Journal of Civil Engineering*, 58(4), 345-360. <https://doi.org/10.1002/ijce.2020.04.345>
- Hernández, L. y Torres, J. (2020). Gestión sostenible de drenaje pluvial en zonas urbanas. *Environmental Engineering Journal*, 30(4), 56-67. <https://doi.org/10.1016/j.ee.2020.04.003>
- Hernández, R., García, M. y Pérez, J. (2021). Intelligent traffic management systems for urban mobility. *Urban Traffic Management Review*, 48(2), 234-245. <https://doi.org/10.1016/j.utm.2021.03.005>
- Herrera Montiel, M. G. (2024). *Diseño de infraestructura vial para el mejoramiento de la transitabilidad de la vía Naranjito y Cnel. Marcelino Maridueña*. [Tesis de licenciatura, Universidad Politécnica Salesiana, Sede Guayaquil]. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/27674>
- Huang, Y. (2020). *Pavement analysis and design* (3rd ed.). Pearson Education.

- Huaman Miranda, S. E. (2021). *Mejoramiento del servicio de transitabilidad vehicular y peatonal del sector Codese 5, Rázuri – La Libertad, 2019*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Federico Villarreal]. Repositorio UNFV. <https://hdl.handle.net/20.500.13084/6608>
- López, D. y Fernández, M. (2021). Innovaciones en la simulación de tráfico para el diseño urbano. *Civil Engineering Journal*, 47(3), 215-230. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2021.03.215>
- López, D. y Fernández, M. (2022). Infraestructura peatonal inclusiva en ciudades sostenibles. *Civil Engineering Journal*, 47(3), 245-258. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2022.03.245>
- López, D., Martínez, A. y Rodríguez, E. (2021). Sistemas de drenaje pluvial basados en levantamientos topográficos. *Revista de Ingeniería*, 38(2), 120-135. <https://doi.org/10.1080/revista.ingenieria.2021.02.120>
- López, E., Rodríguez, J. y Ortiz, R. (2022). Impacto de los estudios de tráfico en la seguridad vial urbana. *Journal of Transportation Safety*, 38(5), 320-335. <https://doi.org/10.1080/jts.2022.05.320>
- López, F., García, T. y Rodríguez, P. (2022). Innovaciones en sistemas de drenaje sostenible: Retos y perspectivas. *Water Management Review*, 18(2), 123-135. <https://doi.org/10.1016/j.wmr.2022.01.009>
- López, P. y Martínez, R. (2020). Traffic flow analysis and its relationship with road safety. *Safety Science*, 11(8), 142-158. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2019.06.019>
- López, S. y Martínez, D. (2020). Impacto de las propiedades del suelo en la estabilidad de infraestructuras viales. *Civil Engineering Review*, 37(4), 215-230. <https://doi.org/10.1016/j.cer.2020.04.215>

- Ludeña, J. (2021). *Diferencia entre muestra y población*. *Economipedia*. Recuperado de <https://economipedia.com/definiciones/diferencia-entre-muestra-y-poblacion.html>
- Maldonado, J. y Castillo, P. (2021). Presupuestos de obras públicas: Retos en la gestión transparente. *Revista de Ingeniería y Gestión Pública*, 3(2), 45-59.
- Martínez, F. y Sánchez, J. (2021). Innovaciones en el diseño vial para mejorar la transitabilidad. *International Journal of Civil Engineering*, 58(6), 512-528. <https://doi.org/10.1080/ijce.2021.06.512>
- Martínez, F., Gómez, J. y Fernández, P. (2022). Tecnologías avanzadas en levantamiento topográfico para infraestructura vial. *Journal of Civil Technology*, 47(1), 87-102. <https://doi.org/10.1080/jct.2022.01.087>
- Martínez, R. y Pérez, F. (2019). Resistencia y capacidad de carga de suelos en proyectos de pavimentación. *Geotechnical Engineering Journal*, 45(6), 320-335. <https://doi.org/10.1016/j.gej.2019.06.320>
- Martínez, V. (s.f.). *Teoría de muestreo*. Universidad de las Américas Puebla. Recuperado de [https://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lat/martinez\\_v\\_af/capitulo2.pdf](https://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lat/martinez_v_af/capitulo2.pdf)
- Ministerio de Economía y Finanzas. (2019). *Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones: Guía técnica*. Lima, Perú.
- Ministerio de Economía y Finanzas. (2020). *Normativa para la ejecución de obras públicas: Reglamento actualizado*. Lima, Perú.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2018). *Glosario de Términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial*, Lima: 27pp.

Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2018). *Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG -2018*. Lima: 285 pp.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC). (2018). *Resolución Ministerial N° 320-2018: Aprueba el PMI 2019–2021: criterios y brechas*. [Documento oficial]. [https://portal.mtc.gob.pe/estadisticas/inversiones/RM\\_320-2018\\_Aprueba-el-PMI\\_2019-2021\\_Criterios-y-Brechas.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/estadisticas/inversiones/RM_320-2018_Aprueba-el-PMI_2019-2021_Criterios-y-Brechas.pdf)

Ortiz, J., López, M. y Vásquez, R. (2021). Diseño de carreteras en regiones tropicales: Un enfoque normativo y práctico. *Revista de Ingeniería*, 38(2), 120-135. <https://doi.org/10.1080/revista.ingenieria.2021.02.120>

Observatorio Nacional de Seguridad Vial (ONSV). (2025). *Boletín estadístico de siniestralidad vial 2024*. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. <https://www.onsv.gob.pe/post/boletin-estadistico-de-siniestralidad-vial-2024/>

Pérez, F., y Gómez, C. (2020). Estudio del tráfico: fundamentos y aplicaciones. *Revista de Ingeniería Civil*, 33(4), 90-110. <https://doi.org/10.1080/ric.2020.04.090>

Ramírez, L., Soto, A., y Pérez, V. (2020). Modelado de drenaje urbano: Técnicas y herramientas para el diseño eficiente. *Journal of Urban Infrastructure*, 42(6), 198-210. <https://doi.org/10.1016/j.jui.2020.07.004>

Rodríguez, C. y Fernández, J. (2021). El comportamiento mecánico del suelo en carreteras y su tratamiento para mejorar la durabilidad. *Journal of Civil Engineering*, 58(7), 470-485. <https://doi.org/10.1016/j.jce.2021.07.470>

Rodríguez, C. y Pérez, D. (2020). Innovaciones en diseño estructural de pavimentos. *International Journal of Civil Engineering*, 58(4), 345-360. <https://doi.org/10.1002/ijce.2020.04.345>

- Rodríguez, D. (2020). *Investigación aplicada: características, definición, ejemplos*. Lifeder. Recuperado de: <https://www.lifeder.com/investigacion-aplicada/>.
- Rodríguez, J., Ortiz, M. y Sánchez, L. (2021). El impacto de la topografía en el diseño y la planificación de carreteras. *Civil Engineering Journal*, 12(5), 512-528. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2021.05.012>
- Rodríguez, J., Ortiz, R. y López, E. (2021). El impacto de la transitabilidad en el desarrollo urbano. *Revista de Ingeniería Urbana*, 38(5), 360-375. <https://doi.org/10.1080/riu.2021.05.360>
- Rodríguez, L. y Fernández, S. (2019). El papel de la inteligencia artificial en el análisis del tráfico. *International Journal of Traffic Engineering*, 58(6), 510-525. <https://doi.org/10.1080/ijte.2019.06.510>
- Rojas, A., y Torres, C. (2020). Optimización de recursos en proyectos viales: Aplicación del presupuesto público. *Revista de Ingeniería Civil*, 5(1), 21-34.
- Sánchez, J., López, R. y Morales, C. (2022). Impacto del drenaje adecuado en la durabilidad de infraestructuras viales. *Transportation Infrastructure Journal*, 34(5), 78-89. <https://doi.org/10.1016/j.tij.2022.05.003>
- Sánchez, L. y Pérez, T. (2019). Traffic flow modeling for urban transportation systems: A dynamic approach. *Journal of Transportation Engineering*, 45(6), 45-59. <https://doi.org/10.1016/j.jte.2019.06.011>
- Sánchez, L., Pérez, J. y Díaz, R. (2020). Soluciones tecnológicas para la estabilización de suelos en proyectos viales. *International Journal of Transportation Engineering*, 22(5), 410-425. <https://doi.org/10.1016/j.ijte.2020.05.410>

Sánchez, T., y Pérez, R. (2022). Desafíos del estudio del tráfico en la urbanización moderna.

*Revista de Movilidad Urbana*, 39(7), 400-420. <https://doi.org/10.1016/rmu.2022.07.400>

Silva, L., Pedraza, L. y Gualdrón, D. (2023). *Fundamentos de investigación en ingeniería civil*.

Bogotá: Ecoe Ediciones.

The World Bank. (2020). *Peru: Second Lima Metro Line Project (P145610)*. World Bank.

<https://documents1.worldbank.org/curated/en/609281616188588635/pdf/Peru-Second-Lima-Metro-Line-Project.pdf>

Vásquez, R. (2021). *Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad en centro*

*poblado Cañaverál, distrito Casitas - Contralmirante Villar - Tumbes*. [Tesis de pregrado].

Universidad Cesar Vallejo.

Zhang, Y., Li, X. y Wang, W. (2020). Optimization of traffic flow for reducing congestion and

improving mobility. *Transportation Planning and Technology*, 43(4), 307-322.

<https://doi.org/10.1080/03081060.2020.1793432>.

## **IX. ANEXOS**

## ANEXO A: MATRIZ DE CONSISTENCIA

VARIABLE		PROBLEMA GENERAL	PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVO GENERAL	OBJETIVO ESPECIFICO	HIPÓTESIS GENERAL	HIPÓTESIS ESPECIFICAS
INDEPENDIENTE	Mejoramiento de infraestructura vial para incrementar la transitabilidad-flujo vial, peatonal y drenaje	¿Cómo se puede plantear el mejoramiento de la infraestructura vial para optimizar la transitabilidad vehicular, peatonal y el sistema de drenaje en el pasaje Sánchez Carrión, ubicado en el Barrio El Recreo, departamento de Tumbes?	¿Cómo realizar el estudio de mecánica de suelos de acuerdo con la normatividad vigente para obtener parámetros de diseño y plantear la construcción de pavimento peatonal, vehicular, y obras de drenaje?	Plantear el mejoramiento integral de la infraestructura vial del pasaje Sánchez Carrión, a través del diseño y presupuesto de obras viales y de drenaje, aplicando normativas técnicas vigentes y datos de campo, con el fin de optimizar la transitabilidad vehicular y peatonal en el Barrio El Recreo – Tumbes	Realizar el estudio de mecánica de suelos conforme a la normatividad técnica vigente para obtener parámetros geotécnicos que sustenten el diseño estructural del pavimento y el sistema de drenaje.	La aplicación de un diseño integral de infraestructura vial y de drenaje en el pasaje Sánchez Carrión, basado en estudios técnicos, datos de campo y normativas vigentes, junto con la elaboración de un presupuesto detallado y realista, permitirá optimizar la transitabilidad vehicular y peatonal, garantizar la eficiencia del sistema de drenaje y asegurar la viabilidad técnica, funcional y económica del proyecto en beneficio de los habitantes del Barrio El Recreo, Tumbes.	La ejecución de un estudio de mecánica de suelos conforme a la normativa permitirá obtener parámetros técnicos confiables que aseguren un diseño estructural adecuado para el pavimento y las obras de drenaje proyectadas en el pasaje Sánchez Carrión.
			¿Cómo replantear el flujo vehicular y peatonal, así como el diseño del sistema de drenaje, para lograr condiciones adecuadas de transitabilidad cómoda y segura en el pasaje Sánchez Carrión?		Replantear el flujo vehicular y peatonal, además del diseño del sistema de drenaje, para mejorar las condiciones de transitabilidad, seguridad y accesibilidad en el pasaje Sánchez Carrión.		El replanteamiento del flujo vehicular y peatonal, junto con un rediseño técnico del drenaje pluvial, permitirá mejorar significativamente la transitabilidad y seguridad para todos los usuarios del pasaje Sánchez Carrión.
DEPENDIENTE	Transitabilidad-flujo vial, peatonal y drenaje		¿Cómo presentar un diseño de obras viales y de saneamiento basado en normativas vigentes (NTP, RNE), validado con datos de campo para que sea viable?		Desarrollar un diseño de obras viales y de saneamiento que cumpla con la normativa vigente (NTP, RNE) y que esté sustentado en datos topográficos, geotécnicos y de tránsito obtenidos en campo, garantizando su viabilidad técnica y funcional.		La implementación de un diseño de obras viales y de drenaje pluvial conforme a la normativa vigente, basado en información técnica de campo, garantizará soluciones sostenibles, funcionales y adecuadas a las condiciones urbanas del Barrio El Recreo.
			¿Cómo elaborar un presupuesto técnico y realista que permita evaluar la viabilidad económica de las obras para mejorar la transitabilidad en el pasaje Sánchez Carrión – Barrio El Recreo, Tumbes?		Elaborar un presupuesto técnico, detallado y realista que permita evaluar la viabilidad económica de la ejecución de obras viales y de drenaje, asegurando su sostenibilidad y beneficio para los usuarios.		La elaboración de un presupuesto técnico detallado y actualizado, ajustado a las condiciones del proyecto y a los precios vigentes, permitirá evaluar su viabilidad económica y asegurar una ejecución eficiente con impacto positivo para la comunidad beneficiaria.

## ANEXO B: PANEL FOTOGRÁFICO

### Ubicación de BM



Nota: Fotografía del BM para realizar los planos topográficos

### Estación Total



Nota: Fotografía de la estación total LEICA para realizar trabajos topográficos.

### Levantamiento topográfico



Nota: Fotografía de trabajos topográficos.

### Fotografía del pasaje Sánchez Carrión - Derecho



Nota: Fotografía desde el lado derecho del pasaje Sánchez Carrión.

### Fotografía del pasaje Sánchez Carrión - izquierdo



*Nota:* Fotografía desde el lado izquierdo del pasaje Sánchez Carrión

### Fotografía del pasaje Sánchez Carrión - Central



*Nota:* Fotografía central del pasaje Sánchez Carrión.

## ANEXO C: FICHA DE VERIFICACIÓN DE FLUJO VEHICULAR

### *Ficha de verificación de flujo vehicular*

**UBICACION:** PASAJE SÁNCHEZ CARRIÓN - BARRIO EL RECREO, TUMBES  
**ELABORADO:** CESAR BERECHÉ ESCALANTE  
**AÑO:** Dic-23

DIA	RA PUNTA	MOTOTAXI	AUTO LIVIANO	MOTO LINEAL	CAMIONETA	CAMION	TOTAL DE VEHICULOS
JUEVES	7:30 - 9:30 am	75	2	6	0	1	84
JUEVES	5:30 - 7:30 pm	77	3	6	1	0	87
VIERNES	7:30 - 9:30 am	69	3	8	0	1	81
VIERNES	5:30 - 7:30 pm	72	2	6	1	0	81
SABADO	7:30 - 9:30 am	75	5	5	1	1	87
SABADO	5:30 - 7:30 pm	60	3	5	0	0	68
<b>PARCIAL</b>		428	18	36	3	3	488
<b>PORCENTAJE</b>		87.70%	3.69%	7.38%	0.61%	0.61%	

### *Ficha de control de elemento de drenaje*

**UBICACION:** PASAJE SÁNCHEZ CARRIÓN - BARRIO EL RECREO, TUMBES  
**ELABORADO:** CESAR BERECHÉ ESCALANTE  
**AÑO:** Dic-23

ID - ELEMENTO	TIPO DE ELEMENTO	UBICACION	ESTADO GENERAL	OBSERVACIONES	RECOMENDACIONES
PZ-01	POZO DE INSPECCION	10	OBSTRUIDO	Atoro por sedimentacion	Reemplazo completo del pozo
C-01	CUNETA	20	OBSTRUIDO	Acumulación de basura y lodo	Limpieza profunda y mantenimiento
C-02	CUNETA	50	OBSTRUIDO	Acumulación de basura y lodo	Limpieza profunda y mantenimiento
C-03	CUNETA	120	OBSTRUIDO	Acumulación de basura y lodo	Limpieza profunda y mantenimiento
C-04	CUNETA	175	OBSTRUIDO	Acumulación de basura y lodo	Limpieza profunda y mantenimiento
C-05	CUNETA	195	OBSTRUIDO	Acumulación de basura y lodo	Limpieza profunda y mantenimiento

**ANEXO D: FICHA DE CÁLCULO DE PCI INICIAL**

---

**UBICACION:** PASAJE SÁNCHEZ CARRIÓN - BARRIO EL RECREO, TUMBES  
**ELABORADO:** CESAR BERECHÉ ESCALANTE  
**AÑO:** Dic-23

---

<b>TRAMO</b>	<b>LONGITUD EVALUADA (m)</b>	<b>TIPO DE FALLA PREDOMINANTE</b>	<b>SEVERIDAD DE FALLA</b>	<b>PCI</b>
TRAMO 1	12.10	DESINTEGRACIÓN	ALTA	10.00
TRAMO 2	8.40	HUNDIMIENTO	MEDIA	12.00
TRAMO 3	10.40	GRIETAS TRANSVERSALES	ALTA	11.00
TRAMO 4	12.00	FISURACIÓN EN BLOQUE	MEDIA	9.00
TRAMO 5	15.00	GRIETAS TRANSVERSALES	ALTA	10.00
TRAMO 6	12.00	GRIETAS TRANSVERSALES	ALTA	11.00
TRAMO 7	10.00	GRIETAS TRANSVERSALES	ALTA	13.00
TRAMO 8	9.00	GRIETAS TRANSVERSALES	ALTA	11.00
TRAMO 9	8.00	FISURACIÓN EN BLOQUE	MEDIA	11.00
TRAMO 10	12.50	FISURACIÓN EN BLOQUE	MEDIA	13.00
TRAMO 11	11.20	FISURACIÓN EN BLOQUE	MEDIA	10.00
TRAMO 12	9.50	FISURACIÓN EN BLOQUE	MEDIA	14.00
TRAMO 13	8.80	GRIETAS LONGITUDINALES	ALTA	12.00
TRAMO 14	7.30	GRIETAS TRANSVERSALES	ALTA	12.00
TRAMO 15	9.70	FISURACIÓN EN BLOQUE	MEDIA	15.00
TRAMO 16	11.60	GRIETAS LONGITUDINALES	ALTA	12.00
TRAMO 17	10.00	FISURACIÓN EN BLOQUE	MEDIA	14.00
TRAMO 18	10.10	GRIETAS LONGITUDINALES	ALTA	10.00
TRAMO 19	8.30	GRIETAS LONGITUDINALES	ALTA	15.00
TRAMO 20	7.40	FISURACION POR BLOQUE	MEDIA	21.00
<b>TOTAL</b>	<b>203.30</b>		<b>PROMEDIO</b>	<b>12.30</b>

**FICHA DE CÁLCULO DE PCI FINAL**

**UBICACION:** PASAJE SÁNCHEZ CARRIÓN - BARRIO EL RECREO, TUMBES

**ELABORADO:** CESAR BERECHÉ ESCALANTE

**AÑO:** Dic-23

<b>TRAMO</b>	<b>LONGITUD EVALUADA (m)</b>	<b>TIPO DE FALLA PREDOMINANTE</b>	<b>SEVERIDAD DE FALLA</b>	<b>PCI</b>
TRAMO 1	12.10	HUNDIMIENTO	BAJA	93.00
TRAMO 2	8.40	PÉRDIDA DE AGREGADOS	BAJA	88.00
TRAMO 3	7.30	FISURACION POR BLOQUE	BAJA	90.00
TRAMO 4	9.70	PÉRDIDA DE AGREGADOS	BAJA	95.00
TRAMO 5	11.60	PÉRDIDA DE AGREGADOS	BAJA	90.00
TRAMO 6	10.00	FISURACION POR BLOQUE	BAJA	90.00
TRAMO 7	10.00	FISURACION POR BLOQUE	BAJA	84.00
TRAMO 8	9.00	FISURACION POR BLOQUE	BAJA	89.00
TRAMO 9	8.00	FISURACION POR BLOQUE	BAJA	90.00
TRAMO 10	12.50	FISURACION POR BLOQUE	BAJA	90.00
TRAMO 11	11.20	PÉRDIDA DE AGREGADOS	BAJA	90.00
TRAMO 12	9.50	PÉRDIDA DE AGREGADOS	BAJA	90.00
TRAMO 13	8.80	PÉRDIDA DE AGREGADOS	BAJA	90.00
TRAMO 14	10.40	PÉRDIDA DE AGREGADOS	BAJA	90.00
TRAMO 15	12.00	FISURACION POR BLOQUE	BAJA	90.00
TRAMO 16	15.00	FISURACION POR BLOQUE	BAJA	90.00
TRAMO 17	10.60	FISURACION POR BLOQUE	BAJA	95.00
TRAMO 18	10.10	FISURACION POR BLOQUE	BAJA	94.00
TRAMO 19	8.30	HUNDIMIENTO	BAJA	90.00
TRAMO 20	7.40	HUNDIMIENTO	BAJA	89.00
<b>TOTAL</b>	<b>201.90</b>		<b>PROMEDIO</b>	<b>90.35</b>

## ANEXO E: PRESUPUESTO PAVIMENTACIÓN N1

Presupuesto					
Presupuesto "MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL DEL PASAJE SANCHEZ CARRIÓN, DISTRITO DE TUMBES, PROVINCIA DE TUMBES - TUMBES"					
Subpresupue	001	PAVIMENTACIÓN			
sto					
Cliente	MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE TUMBES			Costo al	10/06/2017
Lugar	TUMBES - TUMBES - TUMBES				
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	<b>TRABAJOS PRELIMINARES GENERALES</b>				<b>23,519.96</b>
01.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO Y MAQUINARIAS	GLB	1.00	10,000.00	10,000.00
01.02	CINTA PLASTICA P/SEÑAL DE PELIGRO - LIMITE DE OBRA	m	409.38	3.44	1,408.27
01.03	ELABORACION, IMPLEMENTACION Y ADMINISTRACION DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	GLB	1.00	10,385.00	10,385.00
01.04	DEMOLICIÓN DE VEREDAS EXISTENTES	m2	141.07	12.24	1,726.70
02	<b>PAVIMENTACION</b>				<b>132,731.84</b>
02.01	<b>TRABAJOS PRELIMINARES PARA PAVIMENTACIÓN</b>				<b>1,181.25</b>
02.01.01	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	m2	820.31	1.44	1,181.25
02.02	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>28,094.57</b>
02.02.01	<b>EXCAVACIONES</b>				<b>878.67</b>
02.02.01.01	CORTE DE TERRENO NATURAL CON MAQUINARIA	m3	200.61	4.38	878.67
02.02.02	<b>COMPACTACIÓN</b>				<b>222.51</b>
02.02.02.01	COMPACTACION DE SUBRASANTE Y/O TERRENO DE FUNDACION	m2	220.31	1.01	222.51
02.02.03	<b>RELLENOS</b>				<b>18,283.46</b>
02.02.03.01	COLOCACION, CONFORMACION Y COMPACTACION DE SUB BASE DE HORMIGON E = 0.20M - PAVIMENTO	m2	1,120.31	7.48	8,379.92
02.02.03.02	COLOCACION, CONFORMACION Y COMPACTACION DE BASE DE AFIRMADO SELECCIONADO E = 0.20M - PAVIMENTO	m2	1,120.31	8.84	9,903.54
02.02.04	<b>ELIMINACION DE MATERIAL</b>				<b>8,709.92</b>
02.02.04.01	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE PROCEDENTE DEL CORTE PARA PAVIMENTO, DISTANCIA PROMEDIO 2.5 KM	m3	1,240.73	7.02	8,709.92
02.03	<b>PAVIMENTO RIGIDO</b>				<b>94,307.70</b>
02.03.01	PAVIMENTO DE CONCRETO F'C=280 KG/CM2 E = 0.15 M INC. ENCOFRADO	m2	1,120.31	84.18	94,307.70
02.04	<b>CURADO DE ESTRUCTURAS</b>				<b>431.81</b>
02.04.01	CURADO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO	m2	220.31	1.96	431.81
02.05	<b>JUNTAS</b>				<b>8,716.52</b>
02.05.01	JUNTAS LONGITUDINALES EN PAVIMENTO RIGIDO E = 1"	m	144.25	12.17	1,755.52
02.05.02	JUNTAS TRANSVERSALES EN PAVIMENTO RIGIDO E = 1"	m	242.41	20.75	5,030.01
02.05.03	JUNTAS DE CONSTRUCCION E = 1"	m	388.53	4.97	1,930.99
03	<b>VEREDAS</b>				<b>47,497.41</b>
03.01	<b>TRABAJOS PRELIMINARES PARA VEREDAS</b>				<b>743.72</b>
03.01.01	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	m2	516.47	1.44	743.72
03.02	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>12,433.44</b>
03.02.01	<b>EXCAVACIONES</b>				<b>2,426.57</b>

## ANEXO F: PRESUPUESTO PAVIMENTACIÓN N2

03.02.01.01	CORTE DE TERRENO NATURAL MANUAL	m3	69.41	34.96	2,426.57
03.02.02	<b>COMPACTACIÓN</b>				<b>582.35</b>
03.02.02.01	COMPACTACION DE SUB RASANTE Y/O TERRENO DE FUNDACION	m2	116.47	5.00	582.35
03.02.03	<b>RELLENOS</b>				<b>8,137.82</b>
03.02.03.01	COLOCACION, CONFORMACION Y COMPACTACION SUB BASE DE HORMIGON E=0.15 M - VEREDAS	m2	416.47	9.12	3,798.21
03.02.03.02	COLOCACION, CONFORMACION Y COMPACTACION BASE DE AFIRMADO E=0.15 M - VEREDAS	m2	416.47	10.42	4,339.62
03.02.04	<b>ELIMINACION DE MATERIAL</b>				<b>1,286.70</b>
03.02.04.01	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE PROCEDENTE CORTE PARA VEREDAS, DISTANCIA PROMEDIO 2.5 KM	m3	183.29	7.02	1,286.70
03.03	<b>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>				<b>27,523.71</b>
03.03.01	SARDINEL CONCRETO F'C=175 KG/CM2 DE 20x30 CM EN VEREDAS Y RAMPAS,INCL.ENCOFRADO Y ACABADO	m	200.50	31.67	6,349.84
03.03.02	SARDINEL CONCRETO F'C=175 KG/CM2 DE 20x50 CM EN VEREDAS Y RAMPAS ,INCL.ENCOFRADO Y ACABADO	m	200.50	51.23	10,271.62
03.03.03	CONCRETO VEREDA Y RAMPAS F'C=175 KG/CM2 E=0.10 CM, INCLUYE ENCOFRADO, ACABADO,SEMI PULIDO Y BRUÑADO	m2	235.47	46.30	10,902.26
03.04	<b>CURADO DE ESTRUCTURAS</b>				<b>1,208.28</b>
03.04.01	CURADO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO	m2	616.47	1.96	1,208.28
03.05	<b>REVOQUES Y ENLUCIDOS</b>				<b>5,087.13</b>
03.05.01	TARRAJEO SARDINEL PROP. 1:4 e=1.5 cm PULIDO Y COLOREADO	m2	135.44	37.56	5,087.13
03.06	<b>JUNTAS</b>				<b>501.13</b>
03.06.01	JUNTAS DE DILATACION EN VEREDAS PROYECTADAS E = 1"	m	136.92	3.66	501.13
04	<b>SEÑALIZACION</b>				<b>9,700.00</b>
04.01	SEÑALES PINTADAS EN PAVIMENTO	glb	1.00	4,500.00	4,500.00
04.02	SEÑALETICAS VERTICALES	und	4.00	250.00	1,000.00
04.03	REDUCTORES DE VELOCIDAD	m	12.00	350.00	4,200.00
04	<b>VARIOS</b>				<b>10,199.37</b>
04.01	MITIGACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	GLB	1.00	8,000.00	8,000.00
04.02	REUBICACION DE POSTES	und	12.00	107.53	1,290.36
04.03	LIMPIEZA FINAL DE OBRA	m2	1,336.78	0.68	909.01
	<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>223,648.58</b>
	<b>Gastos generales 10%</b>				<b>22,364.86</b>
	<b>Utilidad 10%</b>				<b>22,364.86</b>
	<b>Sub total</b>				<b>268,378.30</b>
	<b>I.G.V. 18%</b>				<b>48,308.09</b>
	<b>TOTAL</b>				<b>316,686.39</b>

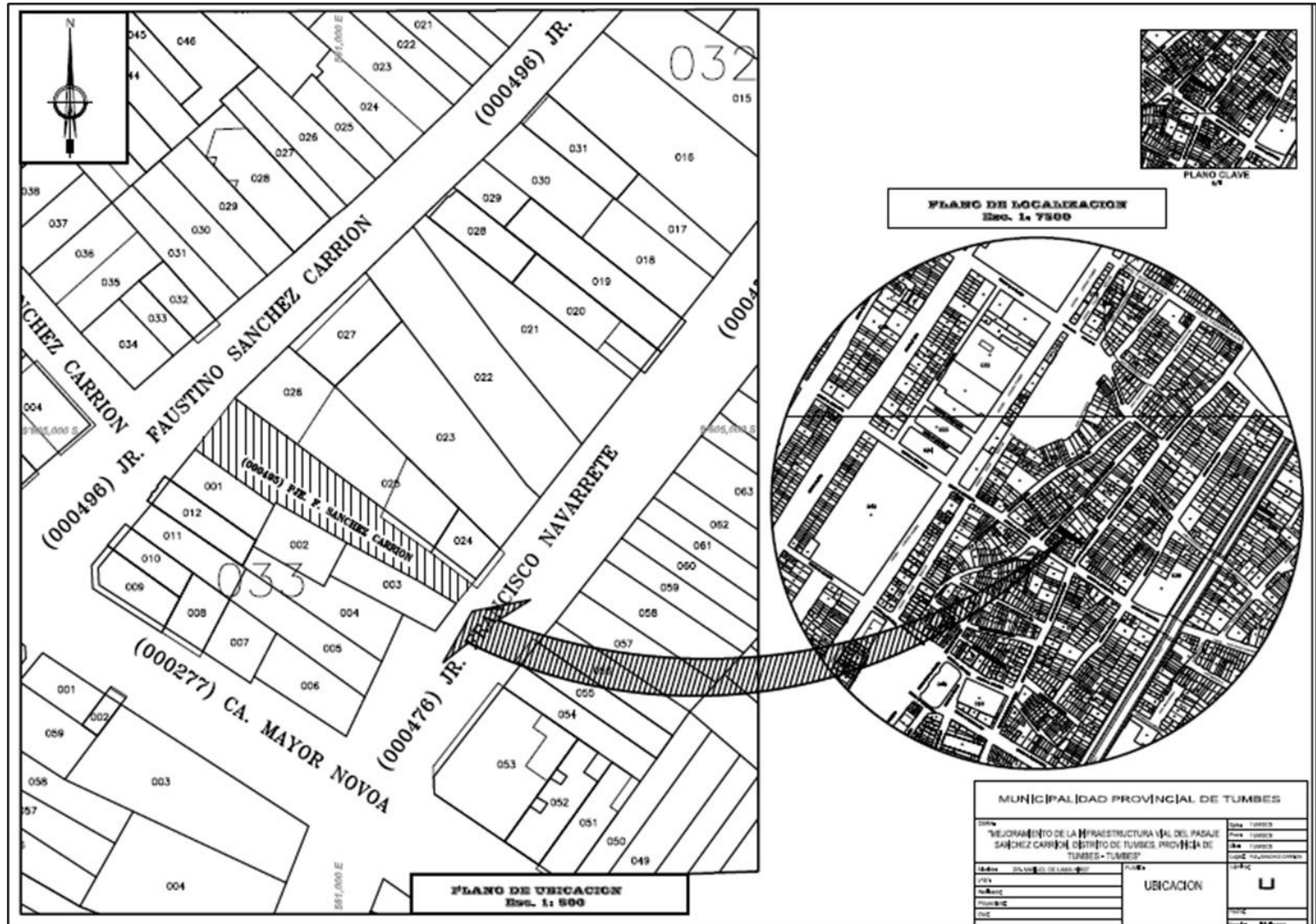
## ANEXO G: PRESUPUESTO ALCANTARILLADO N1

Presupuesto					
PRESUPUESTO	"MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL DEL PASAJE SANCHEZ CARRIÓN, DISTRITO DE TUMBES, PROVINCIA DE TUMBES - TUMBES"				
SUB PRESUPUESTO ELABORADO LUGAR	002 MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE TUMBES TUMBES - TUMBES - TUMBES	SISTEMA DE ALCANTARILLADO			
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	<b>RED DE ALCANTARILLADO</b>				<b>124,070.51</b>
01.01	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>1,127.27</b>
01.01.01	TRAZO Y REPLANTEO INICIAL DEL PROYECTO, PARA LÍNEAS-REDES	m	205.00	1.28	262.40
01.01.02	CERCO DE MALLA HDP DE 1 M ALTURA PARA LÍMITE DE SEGURIDAD DE	m	205.00	1.77	362.85
01.01.03	CONO FIBRA VIDRIO FOSFORESCENTE P/DESvíO DE TRÁNSITO S/D (PROV. DURANTE OBRA)	und	10.00	25.33	253.30
01.01.04	TRANQUERA T/BARANDA 2.4 X 1.20 M P/SEÑALIZACION - PROTECCION	und	2.00	124.36	248.72
01.02	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>16,792.15</b>
01.02.01	<b>EXCAVACION DE ZANJAS</b>				<b>3,056.40</b>
01.02.01.01	EXCAVACIÓN MANUAL EN TERRENO NORMAL PARA BUZONES Y BUZONETAS	m <sup>3</sup>	30.00	40.79	1,223.70
01.02.01.02	EXCAV. ZANJA(MÁQ)P/COL.PRINCIPAL EN T-NORMAL DN 160-200 DE 1,51 M A 2,00 M PROF.	m	205.00	8.94	1,832.70
01.02.02	<b>REFINE Y CONFORMACIÓN DE ZANJAS</b>				<b>164.00</b>
01.02.02.01	REFINE Y NIVEL DE ZANJA T-SATURADO P/TUB. DN 160 -200 PARA TODA PROF.	m	205.00	0.80	164.00
01.02.03	<b>CAMA DE APOYO Y PROTECCIÓN PARA TUBERIAS</b>				<b>6,315.14</b>
01.02.03.01	CAMA DE ARENA MANUAL E=0.15 P/COL.PRINCIPAL DN 160-200MM	m <sup>3</sup>	45.70	55.64	2,542.75
01.02.03.02	CAMA DE ARENA MANUAL E=0.30 SCT P/TUBERÍA DN 160-200MM	m <sup>3</sup>	67.80	55.64	3,772.39
01.02.04	<b>RELLENO, APISONADO Y COMPACTACION ZANJAS</b>				<b>4,829.80</b>
01.02.04.01	RELLENO COMP.ZANJA(MAQ)P-TUB T-NORMAL DN 200-250 DE 1.26 A 1.50 M DE PROFUNDIDAD	m	205.00	23.56	4,829.80
01.02.05	<b>ACARREO Y ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE</b>				<b>2,426.81</b>
01.02.05.01	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE A 2.5 KM DE LA OBRA	m <sup>3</sup>	345.70	7.02	2,426.81
01.03	<b>SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA</b>				<b>8,769.60</b>
01.03.01	SUMINISTRO E INSTALACION TUBERIA PVC CORRUGADA SN 4 DN 200MM INC. ANILLO NTP ISO 21138:2010	m	210.00	41.76	8,769.60

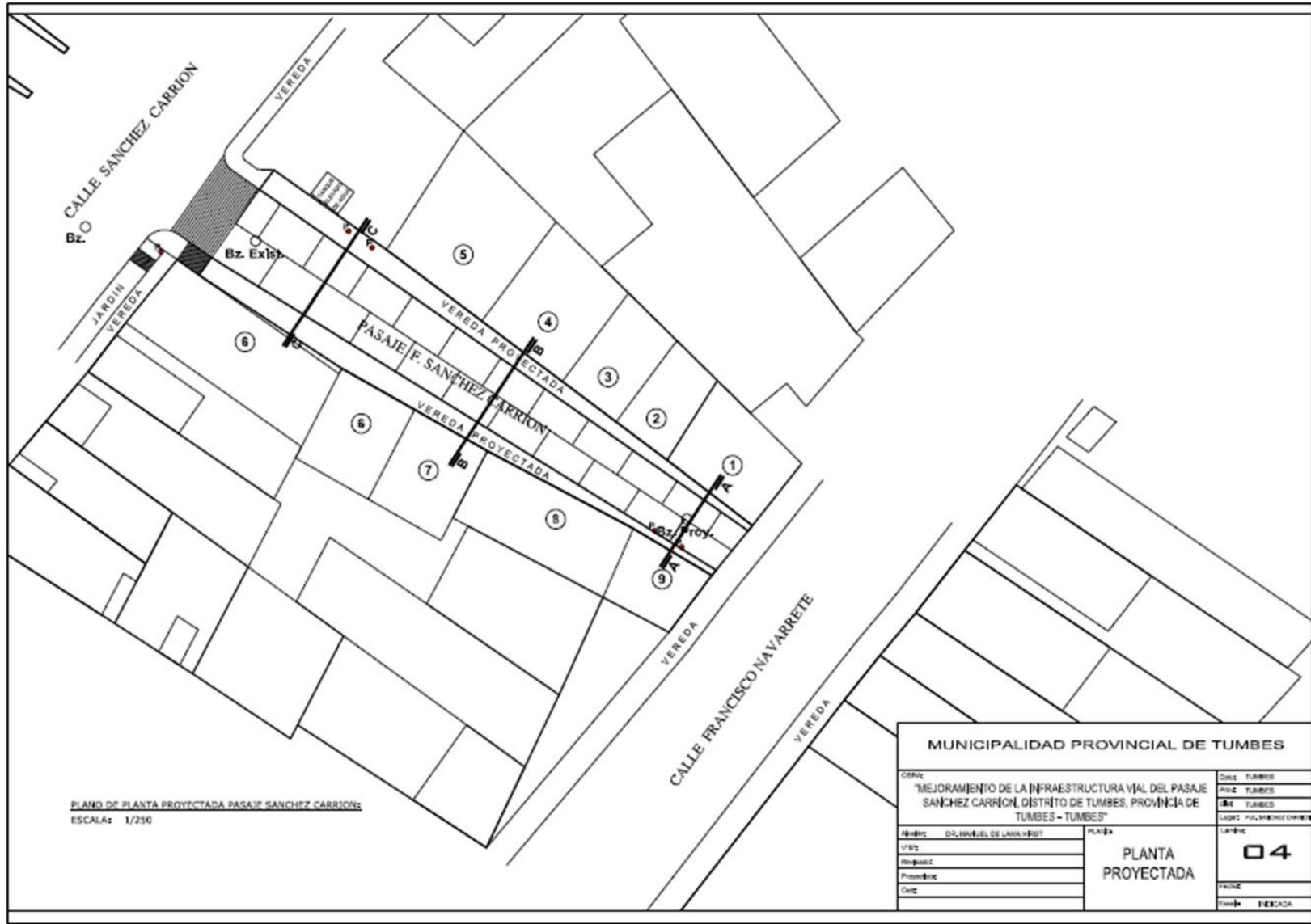
**ANEXO H. PRESUPUESTO ALCANTARILLADO N2**

01.04	<b>PRUEBA HIDRAULICA</b>					<b>1,694.70</b>
01.04.01	PRUEBA HIDRÁULICA DE TUBERÍA P/DESAGUE DN 200	m	210.00	8.07		1,694.70
01.05	<b>CAMARAS DE INSPECCIÓN - BUZONES</b>					<b>2,185.42</b>
01.05.01	Buzón Tipo II Di=1.2m. hasta 1,20 m prof.(encof. inter)	und	2.00	1,092.71		2,185.42
01.06	<b>CONEXIONES DOMICILIARIAS DE DESAGUES</b>					<b>91,537.90</b>
01.06.01	TRAZO Y REPLANTEO	m	205.00	1.28		262.40
01.06.02	EXCAVACIÓN DE ZANJA (MANUAL)	m	205.00	36.57		7,496.85
01.06.03	REFINE Y NIVEL DE ZANJA T-SATURADO P/TUB. DN 160 -200 PARA TODA PROF.	m	205.00	0.80		164.00
01.06.04	CAMA DE ARENA MANUAL E=0.15 P/COL.PRINCIPAL DN 160-200MM	m3	30.50	55.64		1,697.02
01.06.05	CAMA DE ARENA MANUAL E=0.30 SCT P/TUBERÍA DN 160-200MM	m3	45.67	55.64		2,541.08
01.06.06	RELLENO COMP.ZANJA P/CON. DOMICI T-NORMAL DN 160 MM DE 1,51M A 2,00M PROF	m	205.00	34.34		7,039.70
01.06.07	CONEXIONES DOMICILIARIAS PARA DESAGÜE DN 200X160MM	und	36.00	362.85		13,062.60
01.06.08	ELIMINACIÓN DE DESMONTE EN TERRENO NORMAL R=2.5 KM CON MAQUINARIA.	m3	20.86	7.02		146.44
01.06.09	REJILLAS LONGITUDINALES DE HIERRO FUNIDIDO	m	203	45.6		9,256.80
01.06.10	TRABAJOS DE CONCRETO SIMPLE PARA CANAL DE REJILLA LONGITUDINAL	m	203	245.7		49,871.01
01.07	<b>DADOS DE ANCLAJE</b>					<b>1,963.47</b>
01.07.01	CONCRETO F'C 140 KG/CM2 PARA ANCLAJES Y/O DADOS (CEMENTO MS)	m3	5.60	350.62		1,963.47
	<b>COSTO DIRECTO</b>					<b>124,070.51</b>
	<b>Gastos generales 10%</b>					<b>12,407.05</b>
	<b>Utilidad 10%</b>					<b>12,407.05</b>
	<b>Sub total</b>					<b>148,884.61</b>
	<b>I.G.V. 18%</b>					<b>26,799.23</b>
	<b>TOTAL</b>					<b>175,683.84</b>

ANEXO I: PLANOS DE UBICACIÓN

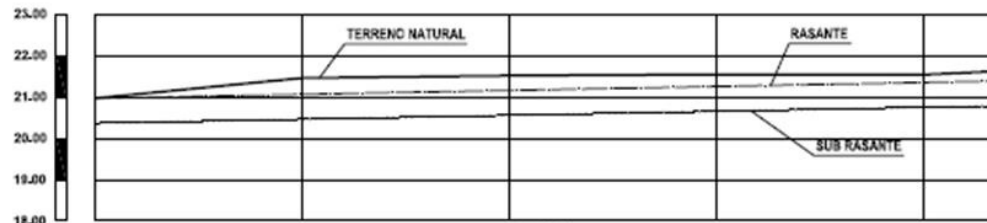


PLANO DE PLANTA PROYECTADA



### PERFIL LONGITUDINAL

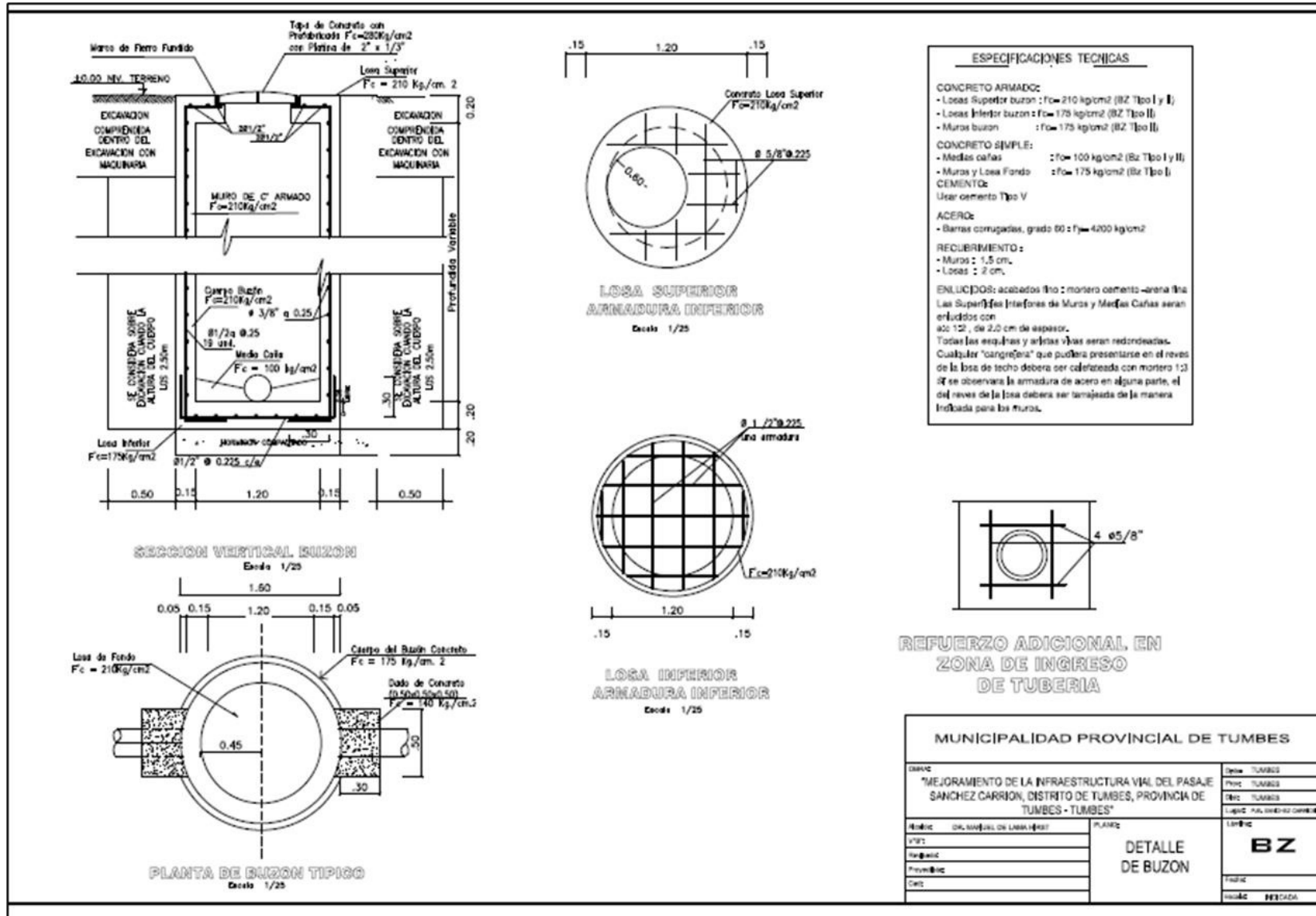
**PERFIL LONGITUDINAL: PASAJE SANCHEZ CARRION / TRAMO 0+000 - 0+043.80**  
 ESCALA: H = 1/200  
 V = 1/100



PROGRESIVA	0+000.00	0+010.00	0+020.00	0+030.00	0+040.00	0+043.80
COTA DE TERRENO	20.96	21.45	21.51	21.54	21.53	21.62
COTA DE RASANTE	20.96	21.06	21.17	21.27	21.38	21.42
COTA DE SUBRASANTE	20.36	20.46	20.57	20.67	20.78	20.82
ALTURA DE CORTE	0.60	0.99	0.94	0.87	0.75	0.80
ALTURA DE RELLENO						

<b>MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE TUMBES</b>	
ORGANISMO "MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL DEL PASAJE SANCHEZ CARRION, DISTRITO DE TUMBES, PROVINCIA DE TUMBES - TUMBES"	DISTRITO TUMBES
AUTORIDAD DR. RAFAEL DE LARA HEBOT	PLAN 05
TITULO PERFIL LONGITUDINAL	FECHA FEBRADA

## PLANO DE BUZÓN







# ANEXO J: HOJA DE CÁLCULO DE PAVIMENTO RÍGIDO N1

## DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO METODO AASHTO 93

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE INFRAESTRUCTURA VIAL PARA INCREMENTAR LA TRANSITABILIDAD-FLUJO VIAL, PEATONAL Y DRENAJE EN PASAJE SÁNCHEZ CARRIÓN-BARRIO EL RECREO, TUMBES 2024

### FACTORES PARA HALLAR ESPESOR DEL PAVIMENTO

1. Zx = Desviación Estandar Normal.

#### NIVEL DE CONFIDABILIDAD (R), RECOMENDADO

Clasificación Funcional	Urbana	Rural
Interestatales y vías rápidas	85 - 90.9	80 - 90.9
Aterias principales	80 - 90	75 - 95
Colectoras	80 - 95	75 - 95
Locales	50 - 80	50 - 80

**R = 80 %**

DESVIACION ESTANDAR NORMAL (Zr)

**Zr = -0.841**

2. So = Desviación Normal del Error Estandar combinado en la estimación de los parametros de diseño y el comportamiento del pavimento (Modelo deterioro)

DESVIACION ESTANDAR (So)	
PAVIMENTO FLEXIBLE	PAVIMENTO RIGIDO
0.44 - 0.49	0.34 - 0.39

valorado en la predicción del comportamiento del pavimento en estado - con errores en el estado

Se recomienda : 0.37 ó 0.38

**So = 0.38**

3. ΔPSI = Diferencia entre el índice de serviciabilidad Inicial, Po y el índice de serviciabilidad terminal de diseño, Pt

PERDIDA DE SERVICIABILIDAD
El cambio de pérdida en la calidad de servicio que la carretera proporcione al usuario, se define en el método con la siguiente ecuación:
PSI = Índice de Servicio Presente
ΔPSI = Diferencia entre los índices de servicio Inicial u original y el final o terminal.
Po = Índice de servicio final (4,5 para pavimentos rígido y 4.2 para flexibles)
Pt = Índice de servicio terminal, para el cual asfalto maneja en su versión 1993 valores de 3.0, 2.5 y 2.0, recomendando 2.5 ó 3.0 para caminos principales y 2.0 para secundarios.

Po = 4.50  
Pt = 2.50

**ΔPSI = Po - Pt**

REEMPLAZANDO VALORES

**ΔPSI = 2.00**

4. S'c = Módulo de ruptura, en libras por pulgadas cuadradas (psi), para el concreto de cemento Portland.

$$S'c = 8.010 \sqrt{f'c}$$

f'c = 280  
fc = 9083 lb/pulg<sup>2</sup>

**S'c = 631 psi**

5. J = Coeficiente de transferencia de carga

Dispositivo de transferencia	Asfalto		Concreto	
	SI	No	SI	No
Pavimentos con juntas simples y juntas reforzadas	3.2	3.8 - 4.4	2.5 - 3.4	3.6 - 4.2

**J = 3.20**

6. Cd = Coeficiente de drenaje

CALIDAD DEL DRENAJE	P = % del tiempo que el pavimento está expuesto a niveles de humedad cercanos a la saturación			
	< 1%	1% - 5%	5% - 25%	>25%
Excelente	1.25 - 1.20	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10
Buena	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00
Regular	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90
Pobre	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80
Muy Pobre	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0.70

CALIDAD DE DRENAJE	AGUA ELIMINADA EN
Excelente	2 horas
Buena	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Malo	Agua no drene

**Cd = 0.90**

7. Eo = Módulo de Elasticidad, en psi, del concreto de cemento Portland.

$$Eo = 57000 \sqrt{f'c}$$

f'c = 9083 lb/pulg<sup>2</sup>

**Eo = 3697160 psi**

8. k = Módulo de reacción del subgrado

Se considera la ejecución de una sub base, para lo cual se hará empleara una ecuación de equivalencia entre CBR y el K para diseño

Si CBR < 10%  
Kor = 2.55 + 52.5 \* Log CBR

Sub rasante Kor = 39.25 Mpa  
Sub base CBR (%) 6.00  
CBR (%) 30.00  
Kcb = 95.36 Mpa

Si CBR > 10%  
Kor = 45 + 9.08 \* (Log CBR) / 4.34

## ANEXO K: HOJA DE CÁLCULO DE PAVIMENTO RÍGIDO N2

### DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO METODO AASHTO 93

**PROYECTO:** MEJORAMIENTO DE INFRAESTRUCTURA VIAL PARA INCREMENTAR LA TRANSITABILIDAD-FLUJO VIAL, PEATONAL Y DRENAJE EN PASAJE SÁNCHEZ CARRIÓN-BARRIO EL RECREO, TUMBES 2024  
Se empleará una capa granular intermedia como sub base, el cual incrementará el valor K a través de un valor combinado

Kcombinado	$(1+(h/38)^2*(Ksb/Kor)/(2/3))^{0.5}*Kor$	Koombinado =	48.07 Mpa	8,870.42 lb/pulg <sup>2</sup>
Donde:				8,870.42 pci
Kor = K de la subrasante (Mpa/m)	39.25			
Ksb = K de la sub base (Mpa/m)	95.36			
h = espesor de la capa de sub base en cm	20			
	Pulgadas	8.00		
			<b>CBR (%) 7.38</b>	
			CBR combinado	

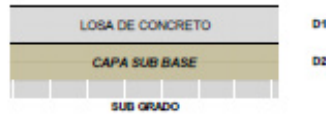
**Resultado:** (de abaco relación k y CBR)  
**k = 48 pci**

TABLA 2.7 Rangos típicos de los factores de pérdida de soporte (LS) para diferentes tipos de materiales

Tipo de material	Pérdida de soporte (LS)
Base granular tratada con cemento (E = 1 000 000 a 2 000 000 psi)	0,0 a 1,0
Mezclas de agregados con cemento (E = 500 000 a 1 000 000 psi)	0,0 a 1,0
Base tratada con asfalto (E = 350 000 a 1 000 000 psi)	0,0 a 1,0
Mezclas estabilizadas con bitumen (E = 40 000 a 300 000 psi)	0,0 a 1,0
Estabilizado con cal (E = 20 000 a 70 000 psi)	1,0 a 3,0
Materiales granulares no ligados (E = 15 000 a 45 000 psi)	1,0 a 3,0
psi)	2,0 a 3,0

9. D = Espesor, en pulgadas, de la losa de concreto

Aunque es la incógnita a determinar, se deberá asumir un valor inicial del espesor de losa de concreto; puede considerarse 6 in (0,15 m) como mínimo.



10. W18 = Cantidad pronosticada de repeticiones del eje de carga equivalente de 18 kips para el periodo analizado.

$$W_{18} = W_{18} \left[ \frac{(1 + R)^Y - 1}{R} \right]$$

**W18 = 7.50E+04**

REEMPLAZANDO LOS DATOS OBTENIDOS EN LA SIGUIENTE ECUACIÓN:

**ECUACION BASICA DE DISEÑO PARA PAVIMENTO RIGIDO**

$$\log_{10}(W_{18}) - Z_r \cdot S_o + 7.35 \cdot \log_{10}(D + 1) - 0.06 \cdot \log_{10} \left[ \frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.7} \right] + (4.22 - 0.32 P_f) \cdot W_{18} \left[ \frac{S'_c C_d (D^{0.75} - 1.132)}{215.03 \cdot \left( D^{0.75} - \frac{18.42}{\left( \frac{E_c}{k} \right)^{0.25}} \right)} \right]$$

**A** **B**

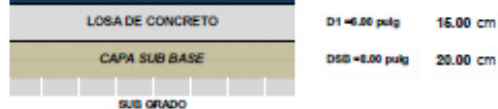
USO DE FORMULA CON EL PROCEDIMIENTO	
W18	7.50E+04
Zr	-0.841
So	0.59
ΔPSI	2.00
S'c	831
Cd	0.90
Ec	3597150
k	48.07
J	3.20
PI	2.50
D	4.40

IGUALDAD	
A =	4.875
B =	4.696

**DISEÑO TEORICO**



**DIMENSIONES FINALES**



**ANEXO L: ENSAYOS DE GRANULOMETRÍA Y LIMITES DE ATTERBERG C-1**

**GRANULOMETRIA**

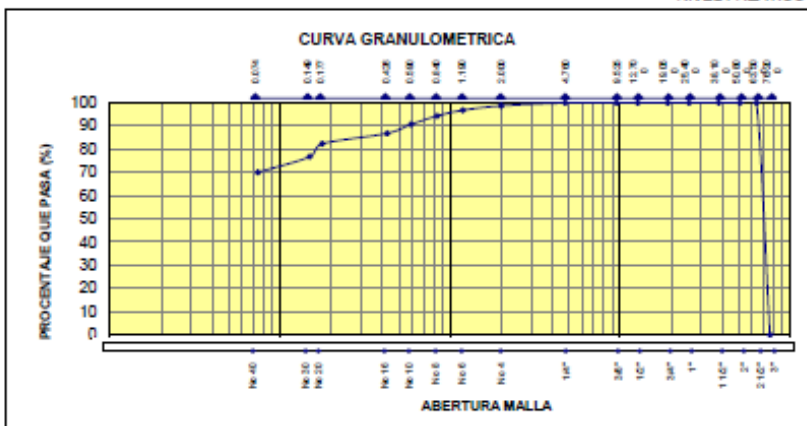
**PROYECTO** : EXPEDIENTE TECNICO PARA MEJORAMIENTO DE INFRAESTRUCTURA VIAL PARA INCREMENTAR LA TRANSITABILIDAD-FLUJO VIAL, PEATONAL Y DRENAJE EN PASAJE SÁNCHEZ CARRIÓN-BARRIO EL RECREO, TUMBES

**SOLICITADO** : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE TUMBES **TEC** M.C.A

**UBICACIÓN** : PASAJE SANCHEZ CARRION - BARRIO EL RECREO TUMBES **FECHA** 20/11/2023

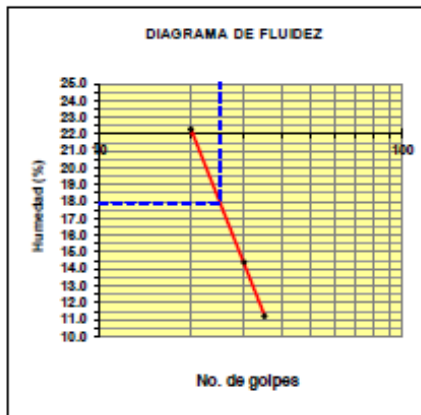
**CALICATA** : C-1 **MUESTRA** : M-1 **PROFUNDIDAD** : 0.00 - 2.3 m. **NIVEL FREATICO**

MALLA SERIE AMERICANA	GRANULOMETRIA NTP 339.129 (99)		
	ABERTURA (mm)	RET. (%)	PASA (%)
3"	76.200		
2 1/2"	63.500		
2"	50.800		100.00
1 1/2"	38.100		100.00
1"	25.400		100.00
3/4"	19.050		100.00
1/2"	12.700		100.00
3/8"	9.525		100.00
N°4	4.750		100.00
N°10	2.000	1.30	98.70
N°16	1.190	1.90	96.80
N°20	0.840	2.50	94.30
N°30	0.590	3.60	90.70
N°40	0.426	3.90	86.80
N°60	0.250	4.50	82.30
N°100	0.149	5.60	76.70
N°200	0.074	6.70	70.00
		70.00	



**FINOS = 70.00%**      **ARENA = 30.00%**      **GRAVA =**

ANALISIS HIDROMETICO A MUESTRA FINA		T=40 SEG	LIMA +ARCILLA	GRAMOS	%
MUESTRA	60 GRAMOS	T= 2 HORAS	ARCILLA	28.57	57.1%
			ARCILLA	21.43	42.9%
			ARCILLA		40%
			LIMO		30%



DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO NTP 339.129 (98)			LIMITE PLASTICO NTP 339.129 (98)	
	1	2	3	1	2
ENSAYO No	1	2	3	1	2
CAPSULA No	1.00	2.00	3.00	5.00	6.00
PESO DE CAPSULA + SUELO HUMEDO gr.	18.40	19.10	17.90	16.50	17.20
PESO DE CAPSULA + SUELO SECO gr.	17.20	17.50	15.80	15.70	16.30
PESO AGUIA gr.	1.20	1.50	2.10	0.80	0.90
PESO DE LA CAPSULA gr.	6.50	6.40	6.40	6.40	6.40
PESO SUELO SECO gr.	10.70	11.10	9.40	9.30	9.90
CONTENIDO DE HUMEDAD. %	11.20	14.40	22.30	8.60	9.10
NUMERO DE GOLPES	35.00	30.00	20.00		

RESULTADOS DE ENSAYOS	
CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (%)	NPT 339.127 (98) 17.9%
LIMITE LIQUIDO (%)	32.00
LIMITE PLASTICO (%)	12.00
INDICE PLASTICIDAD (%)	20.00
CLASIFICACION	
SUCS	NTP 339.135 (99) CL
AASHTO	NTP 339.134 (99) A-6

**ANEXO I: ENSAYOS DE GRANULOMETRÍA Y LIMITES DE ATTERBERG C-2**

**GRANULOMETRIA**

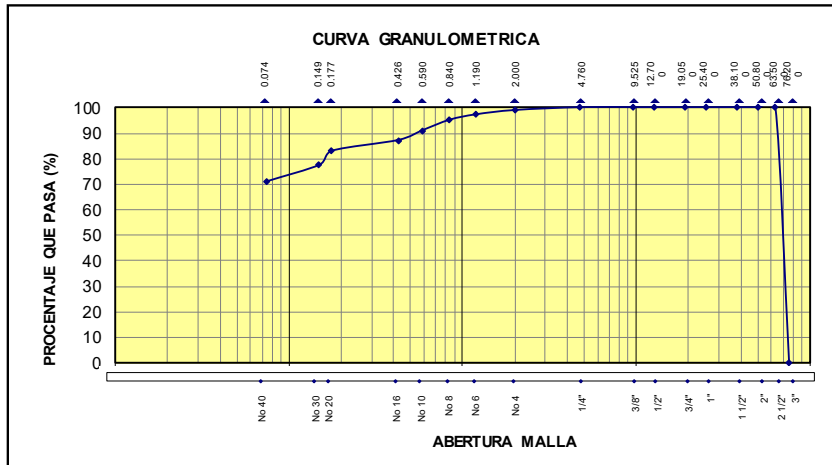
**PROYECTO** : EXPEDIENTE TECNICO PARA MEJORAMIENTO DE INFRAESTRUCTURA VIAL PARA INCREMENTAR LA TRANSITABILIDAD-FLUJO VIAL, PEATONAL Y DRENAJE EN PASAJE SÁNCHEZ CARRIÓN-BARRIO EL RECREO, TUMBES

**SOLICITADO** : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE TUMBES **TEC** : M.C.A

**UBICACIÓN** : PASAJE SANCHEZ CARRION - BARRIO EL RECREO TUMBES **FECHA** : 20/11/2023

**CALICATA** : C- 2 **MUESTRA** : M-1 **PROFUNDIDAD** : 0.00 - 2.10 m. **NIVEL FREATICO**

MALLA SERIE AMERICANA	GRANULOMETRIA NTP. 339.128 (99)		
	APERTURA (mm)	RET. (%)	PASA (%)
3"	76.200		
2 1/2"	63.500		
2"	50.800		100.00
1 1/2"	38.100		100.00
1"	25.400		100.00
3/4"	19.050		100.00
1/2"	12.700		100.00
3/8"	9.525		100.00
N°4	4.760		100.00
N°10	2.000	1.10	98.90
N°16	1.190	1.70	97.20
N°20	0.840	2.10	95.10
N°30	0.590	4.00	91.10
N°40	0.426	3.90	87.20
N°80	0.177	4.20	83.00
N°100	0.149	5.50	77.50
N°200	0.074	6.50	71.00
		71.00	



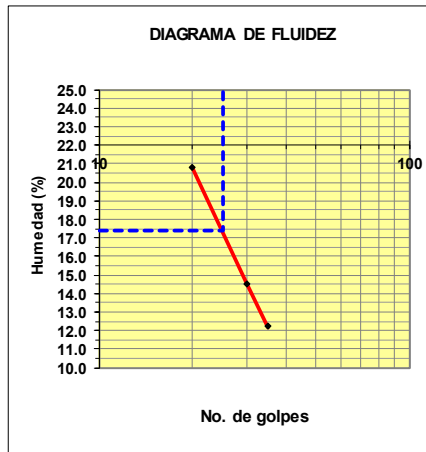
**FINOS = 71.00%**      **ARENA = 29.00%**      **GRAVA =**

**ANALISIS HIDROMETICO A MUESTRA FINA**      T=40 SEG      LIMA +ARCILLA      24.3      48.6%

MUESTRA      50 GRAMOS      T= 2 HORAS      ARCILLA      25.7      51.4%

ARCILLA      35%

LIMO      36%



DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO NTP 339.129 (98)			LIMITE PLASTICO NPT 339.129 (98)	
	1	2	3	1	2
ENSAYO No					
CAPSULA No	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
PESO DE CAPSULA +SUELO HUMEDO gr.	19.40	19.00	18.60	17.30	17.50
PESO DE CAPSULA +SUELO SECO gr.	18.00	17.40	16.50	15.90	15.70
PESO AGUA gr.	1.40	1.60	2.10	1.40	1.80
PESO DE LA CAPSULA gr.	6.50	6.40	6.40	6.40	6.30
PESO SUELO SECO gr.	11.50	11.00	10.10	9.50	9.40
CONTENIDO DE HUMEDAD. %	12.20	14.50	20.80	14.70	19.10
NUMERO DE GOLPES	35.00	30.00	20.00		

RESULTADOS DE ENSAYOS				
CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (%) NPT 339.127 (98)				17.4%
LIMITE LIQUIDO (%)	29.00	CLASIFICACION		
LIMITE PLASTICO (%)	17.00	SUCS	NTP 339.135 (99)	CL
INDICE PLASTICIDAD (%)	12.00	AASHTO	NTP 339.134 (99)	A-6

# GRANULOMETRIA

**PROYECTO** : EXPEDIENTE TECNICO PARA MEJORAMIENTO DE INFRAESTRUCTURA VIAL PARA INCREMENTAR LA TRANSITABILIDAD-FLUJO VIAL, PEATONAL Y DRENAJE EN PASAJE SÁNCHEZ CARRIÓN-BARRIO EL RECREO, TUMBES

**SOLICITADO** : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE TUMBES

**TEC** : M.C.A

**UBICACIÓN** : PASAJE SANCHEZ CARRION - BARRIO EL RECREO TUMBES

**FECHA** : 20/11/2023

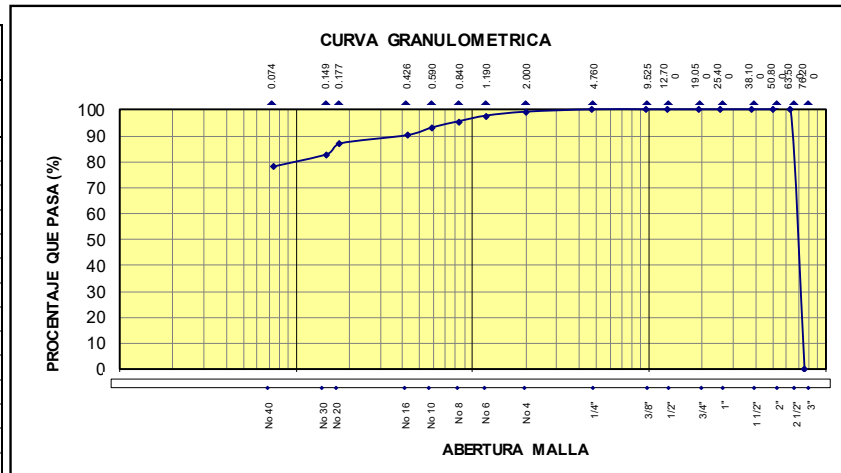
**CALICATA** : C-3

**MUESTRA** : M-1

**PROFUNDIDAD** : 0.00 - 2.0 m.

**NIVEL FREATICO**

MALLA SERIE AMERICANA	GRANULOMETRIA NTP. 339.128 (99)		
	APERTURA (mm)	RET. (%)	PASA (%)
3"	76.200		
2 1/2"	63.500		
2"	50.800		100.00
1 1/2"	38.100		100.00
1"	25.400		100.00
3/4"	19.050		100.00
1/2"	12.700		100.00
3/8"	9.525		100.00
N°4	4.760		100.00
N°10	2.000	0.90	99.10
N°16	1.190	1.50	97.60
N°20	0.840	2.10	95.50
N°30	0.590	2.40	93.10
N°40	0.426	3.00	90.10
N°80	0.177	3.20	86.90
N°100	0.149	4.10	82.80
N°200	0.074	4.80	78.00
		78.00	



<b>FINOS</b> = 78.00%	<b>ARENA</b> = 22.00%	<b>GRAVA</b> =
-----------------------	-----------------------	----------------

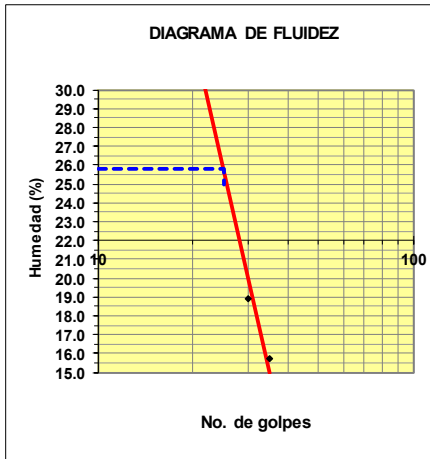
**ANALISIS HIDROMETICO A MUESTRA FINA**  
MUESTRA 50 GRAMOS

T=40 SEG  
T= 2 HORAS

**LIMA +ARCILLA**  
**ARCILLA**

GRAMOS %  
25 50.0%  
25 50.0%

**ARCILLA** 39%  
**LIMO** 39%



DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO NTP 339.129 (98)			LIMITE PLASTICO NPT 339.129 (98)	
	1	2	3	1	2
ENSAYO No					
CAPSULA No	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
PESO DE CAPSULA + SUELO HUMEDO gr.	19.80	19.70	20.20	17.20	17.30
PESO DE CAPSULA + SUELO SECO gr.	18.00	17.60	17.20	15.50	15.40
PESO AGUA gr.	1.80	2.10	2.80	1.70	1.90
PESO DE LA CAPSULA gr.	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50
PESO SUELO SECO gr.	11.50	11.10	10.20	9.00	8.90
CONTENIDO DE HUMEDAD. %	15.70	18.90	33.30	18.90	21.30
NUMERO DE GOLPES	35.00	30.00	20.00		

RESULTADOS DE ENSAYOS			
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (%)</b>	NPT 339.127 (98)		25.8%
<b>LIMITE LIQUIDO (%)</b>	30.00	<b>CLASIFICACION</b>	
<b>LIMITE PLASTICO (%)</b>	17.00	<b>SUCS</b>	NTP 339.135 (99) <b>CL</b>
<b>INDICE PLASTICIDAD (%)</b>	13.00	<b>AASHTO</b>	NTP 339.134 (99) <b>A-6</b>

## ANEXO J: ENSAYOS PROCTOR MODIFICADO Y CBR

**PROYECTO** EXPEDIENTE TECNICO PARA MEJORAMIENTO DE INFRAESTRUCTURA VIAL PARA INCREMENTAR LA TRANSITABILIDAD-FLUJO VIAL, PEATONAL Y DRENAJE EN PASAJE SÁNCHEZ CARRIÓN-BARRIO EL RECREO, TUMBES

**CLASE** Proctor Modificado      **METODO** D      **MUESTRA** 1  
**TAMIZ** 3/4 pulg.      **No. GOLPES** 56      **No. CAPAS** 5

CILINDRO	ALTURA	0.39	11.80
	DIAMETRO	0.50	15.20
	VOLUMEN	0.0756	2141.2

MARTILLO	PESO	10	4.54
	CAIDA	18	45.72
	ENERGIA	55986	27.14

### PESO UNITARIO

MOLDE No.	1	2	3		
PESO MOLDE+MUESTRA COMPACTADA(gr)	6816	7499	7413		
PESO DEL MOLDE (gr)	2980	2980	2980		
PESO MUESTRA COMPACTADA (Lbs)	8.45	9.95	9.76		
PESO MUESTRA COMPACTADA (gr)	3836	4519	4433		
VOLUMEN MUESTRA COMPACTADA (pie <sup>3</sup> )	0.0756	0.0756	0.0756		
VOLUMEN MUESTRA COMPACTADA (cm <sup>3</sup> )	2141.2	2141.2	2141.2		
DENSIDAD HUMEDA (Lbs/pie <sup>3</sup> )	111.74	131.64	129.13		
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.79	2.11	2.07		
HUMEDAD (%)	6.13	16.83	17.98		
DENSIDAD SECA (Lbs/pie <sup>3</sup> )	<b>105.29</b>	<b>112.68</b>	<b>109.45</b>		
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>1.69</b>	<b>1.81</b>	<b>1.75</b>		

### CONTENIDO DE HUMEDAD

MOLDE No.	1	2	3		
CAPSULA No.	45	55	1		
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO (gr)	55.00	61.70	102.10		
PESO CAPSULA + SUELO SECO (gr)	52.20	53.75	87.57		
PESO CAPSULA (gr)	6.51	6.50	6.77		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	<b>6.13</b>	<b>16.83</b>	<b>17.98</b>		

### CLASIFICACION DEL SUELO

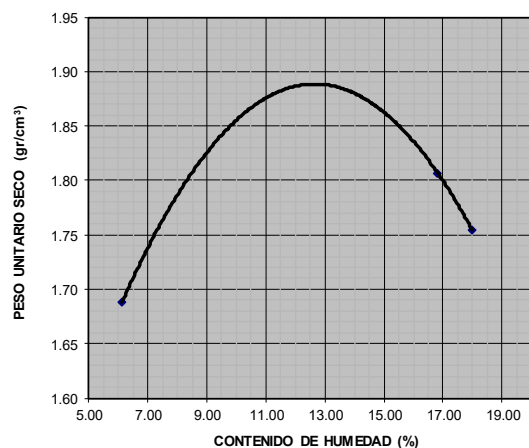
INDICE DE GRUPO \_\_\_\_\_  
 SISTEMA AASHTO \_\_\_\_\_  
 SISTEMA USC     **SP**    

### RESULTADOS

DENSIDAD SECA MAX.     **1.88**     (gr/cm<sup>3</sup>)  
 DENSIDAD SECA MAX.     **117.31**     (lb/pie<sup>3</sup>)  
 HUMEDAD OPTIMA     **13.00**     %  
 % RET. TAMIZ No.4 \_\_\_\_\_ %

### OBSERVACIONES

RELACION HUMEDAD - PESO UNITARIO



## PROCTOR MODIFICADO

**PROYECTO** EXPEDIENTE TECNICO PARA MEJORAMIENTO DE INFRAESTRUCTURA VIAL PARA INCREMENTAR LA TRANSITABILIDAD-FLUJO VIAL, PEATONAL Y DRENAJE EN PASAJE SÁNCHEZ CARRIÓN-BARRIO EL RECREO, TUMBES

**CLASE** Proctor Modificado      **METODO** D      **MUESTRA** 1  
**TAMIZ** 3/4 pulg.      **No. GOLPES** 56      **No. CAPAS** 5

<b>CILINDRO</b>	<b>ALTURA</b>	0.39	11.80
	<b>DIAMETRO</b>	0.50	15.20
	<b>VOLUMEN</b>	0.0756	2141.2

<b>MARTILLO</b>	<b>PESO</b>	10	4.54
	<b>CAIDA</b>	18	45.72
	<b>ENERGIA</b>	55986	27.14

### PESO UNITARIO

MOLDE No.	1	2	3		
PESO MOLDE+MUESTRA COMPACTADA(gr)	6816	7499	7413		
PESO DEL MOLDE (gr)	2980	2980	2980		
PESO MUESTRA COMPACTADA (Lbs)	8.45	9.95	9.76		
PESO MUESTRA COMPACTADA (gr)	3836	4519	4433		
VOLUMEN MUESTRA COMPACTADA (pie <sup>3</sup> )	0.0756	0.0756	0.0756		
VOLUMEN MUESTRA COMPACTADA (cm <sup>3</sup> )	2141.2	2141.2	2141.2		
DENSIDAD HUMEDA (Lbs/pie <sup>3</sup> )	111.74	131.64	129.13		
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.79	2.11	2.07		
HUMEDAD (%)	6.91	16.75	17.86		
DENSIDAD SECA (Lbs/pie <sup>3</sup> )	<b>104.52</b>	<b>112.75</b>	<b>109.56</b>		
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>1.68</b>	<b>1.81</b>	<b>1.76</b>		

### CONTENIDO DE HUMEDAD

MOLDE No.	1	2	3		
CAPSULA No.	45	55	1		
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO (gr)	55.40	61.90	102.00		
PESO CAPSULA + SUELO SECO (gr)	52.24	53.95	87.57		
PESO CAPSULA (gr)	6.51	6.50	6.77		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	<b>6.91</b>	<b>16.75</b>	<b>17.86</b>		

### CLASIFICACION DEL SUELO

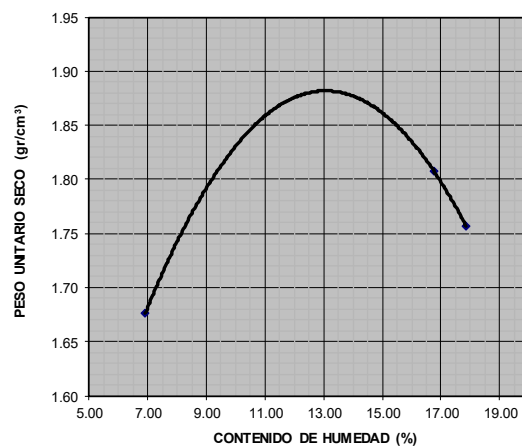
INDICE DE GRUPO \_\_\_\_\_  
 SISTEMA AASHTO \_\_\_\_\_  
 SISTEMA USC SP

### RESULTADOS

DENSIDAD SECA MAX. **1.87** (gr/cm<sup>3</sup>)  
 DENSIDAD SECA MAX. **116.69** (lb/pie<sup>3</sup>)  
 HUMEDAD OPTIMA **12.40** %  
 % RET. TAMIZ No.4 \_\_\_\_\_ %

### OBSERVACIONES

### RELACION HUMEDAD - PESO UNITARIO



## ENSAYO PROCTOR MODIFICADO C-3

**PROYECTO** EXPEDIENTE TECNICO PARA MEJORAMIENTO DE INFRAESTRUCTURA VIAL PARA INCREMENTAR LA TRANSITABILIDAD-FLUJO VIAL, PEATONAL Y DRENAJE EN PASAJE SÁNCHEZ CARRIÓN-BARRIO EL RECREO, TUMBES

**CLASE** Proctor Modificado      **METODO** D      **MUESTRA** 1  
**TAMIZ** 3/4 pulg.      **No. GOLPES** 56      **No. CAPAS** 5

<b>CILINDRO</b>	<b>ALTURA</b>	0.39	11.80
	<b>DIAMETRO</b>	0.50	15.20
	<b>VOLUMEN</b>	0.0756	2141.2

<b>MARTILLO</b>	<b>PESO</b>	10	4.54
	<b>CAIDA</b>	18	45.72
	<b>ENERGIA</b>	55986	27.14

### PESO UNITARIO

MOLDE No.	1	2	3		
PESO MOLDE+MUESTRA COMPACTADA(gr)	6836	7500	7418		
PESO DEL MOLDE (gr)	2980	2980	2980		
PESO MUESTRA COMPACTADA (Lbs)	8.49	9.96	9.78		
PESO MUESTRA COMPACTADA (gr)	3856	4520	4438		
VOLUMEN MUESTRA COMPACTADA (pie <sup>3</sup> )	0.0756	0.0756	0.0756		
VOLUMEN MUESTRA COMPACTADA (cm <sup>3</sup> )	2141.2	2141.2	2141.2		
DENSIDAD HUMEDA (Lbs/pie <sup>3</sup> )	112.32	131.66	129.28		
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.80	2.11	2.07		
HUMEDAD (%)	5.91	14.76	18.25		
DENSIDAD SECA (Lbs/pie <sup>3</sup> )	<b>106.06</b>	<b>114.73</b>	<b>109.32</b>		
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>1.70</b>	<b>1.84</b>	<b>1.75</b>		

### CONTENIDO DE HUMEDAD

MOLDE No.	1	2	3		
CAPSULA No.	45	55	1		
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO (gr)	54.90	61.85	102.20		
PESO CAPSULA + SUELO SECO (gr)	52.20	54.73	87.47		
PESO CAPSULA (gr)	6.51	6.50	6.77		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	<b>5.91</b>	<b>14.76</b>	<b>18.25</b>		

### CLASIFICACION DEL SUELO

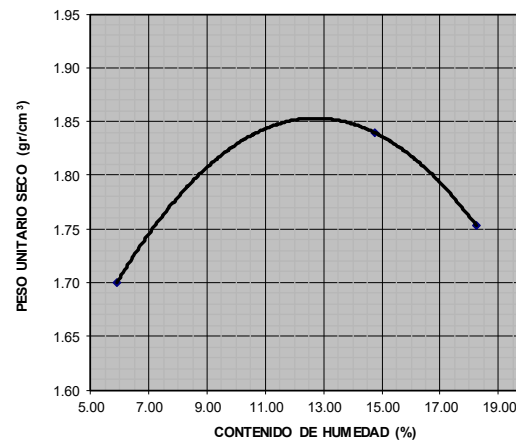
INDICE DE GRUPO \_\_\_\_\_  
 SISTEMA AASHTO \_\_\_\_\_  
 SISTEMA USC **SP**

### RESULTADOS

DENSIDAD SECA MAX. **1.86** (gr/cm<sup>3</sup>)  
 DENSIDAD SECA MAX. **116.06** (lb/pie<sup>3</sup>)  
 HUMEDAD OPTIMA **12.10** %  
 % RET. TAMIZ No.4 \_\_\_\_\_ %

### OBSERVACIONES

RELACION HUMEDAD - PESO UNITARIO



## ENSAYO CBR, CAPACIDAD PORTANTE Y RESISTENCIA AL CORTE C-1

PROYECTO: EXPEDIENTE TECNICO PARA MEJORAMIENTO DE INFRAESTRUCTURA VIAL  
PARA INCREMENTAR LA TRANSITABILIDAD-FLUJO VIAL, PEATONAL Y DRENAJE EN  
PASAJE SÁNCHEZ CARRIÓN-BARRIO EL RECREO, TUMBES

### CBR Natural (California Bearing Ratio)

Norma aplicada: ASTM D1883

Objetivo: Estimar la capacidad de soporte relativa del suelo.

PARAMETRO	VALOR
Tipo de suelo	CL (arcilloso de baja plasticidad)
Estado de compactación	95% Proctor Modificado
Humedad de ensayo	13% (óptima)
Tiempo de remojo	96 horas
Carga a 2.5 mm de penetración	82.2 kg
Carga a 5.0 mm de penetración	115.3 kg
Carga estándar (2.5 mm)	1370 kg
Carga estándar (5.0 mm)	2055 kg
CBR (2.5 mm)	$(82.2/1370) \times 100 \approx 6.0\%$
CBR (5.0 mm)	$(115.3/2055) \times 100 \approx 5.6\%$
CBR adoptado	6% (valor conservador mayor)

### CAPACIDAD PORTANTE (Placa de Carga)

Norma aplicada: ASTM D1194

Objetivo: Evaluar la presión máxima sin deformación crítica.

PARAMETRO	VALOR
Diámetro de placa	30 cm
Área de la placa	750 cm <sup>2</sup>
Profundidad de ensayo	30 cm
Cargas aplicadas (incrementales)	100 – 200 – 300 – 400 – 500 – 600 – 637.5 kg
Asentamientos registrados (mm)	0.5 – 1.3 – 2.4 – 3.5 – 5.0 – 6.2 – 6.8 mm
Carga máxima sin falla	637.5 kg
Capacidad portante	$637.5 / 750 = 0.85 \text{ kg/cm}^2$

### RESISTENCIA AL CORTE (Caja de Corte Directo)

Norma aplicada: ASTM D3080

Objetivo: Determinar resistencia al esfuerzo cortante en condiciones drenadas.

PARAMETRO	VALOR
Tipo de suelo	CL
Dimensiones de la muestra	60 mm × 20 mm
Área de corte	30 cm <sup>2</sup>
Carga normal aplicada	50 kPa
Desplazamiento a la falla	4.2 mm
Fuerza cortante máxima registrada	108 N
Resistencia al corte ( $\tau$ )	$108 \text{ N} / 30 \text{ cm}^2 = 3.6 \text{ N/cm}^2 = 36 \text{ kPa}$

### RESUMEN DE ENSAYOS

ENSAYO	VALOR	INTERPRETACION
CBR natural	6%	Bajo – No apto sin estabilización
Capacidad portante	0.85 kg/cm <sup>2</sup>	Baja – Requiere subbase o mejoramiento
Resistencia al corte	36 kPa	Moderada – Aceptable en suelos CL bien compactados

## ENSAYO CBR, CAPACIDAD PORTANTE Y RESISTENCIA AL CORTE C-2

PROYECTO: EXPEDIENTE TECNICO PARA MEJORAMIENTO DE INFRAESTRUCTURA VIAL  
PARA INCREMENTAR LA TRANSITABILIDAD-FLUJO VIAL, PEATONAL Y DRENAJE EN  
PASAJE SÁNCHEZ CARRIÓN-BARRIO EL RECREO, TUMBES

### CBR Natural (California Bearing Ratio)

Norma aplicada: ASTM D1883

Objetivo: Estimar la capacidad de soporte relativa del suelo.

PARAMETRO	VALOR
Tipo de suelo	CL (arcilloso de baja plasticidad)
Estado de compactación	95% Proctor Modificado
Humedad de ensayo	12.4% (óptima)
Tiempo de remojo	96 horas
Carga a 2.5 mm de penetración	54.8 kg
Carga a 5.0 mm de penetración	82.0 kg
Carga estándar (2.5 mm)	1370 kg
Carga estándar (5.0 mm)	2055 kg
CBR (2.5 mm)	$(54.8/1370) \times 100 \approx 4.0\%$
CBR (5.0 mm)	$(82.0/2055) \times 100 \approx 4.0\%$
CBR adoptado	4% (valor más representativo)

### CAPACIDAD PORTANTE (Placa de Carga)

Norma aplicada: ASTM D1194

Objetivo: Evaluar la presión máxima sin deformación crítica.

PARAMETRO	VALOR
Diámetro de placa	30 cm
Área de la placa	750 cm <sup>2</sup>
Profundidad de ensayo	30 cm
Cargas aplicadas (incrementales)	100 – 200 – 300 – 400 – 500 – 550 – 585 kg
Asentamientos registrados (mm)	0.8 – 1.9 – 3.2 – 4.8 – 6.1 – 7.3 – 8.0 mm
Carga máxima sin falla	585 kg
Capacidad portante	$585 / 750 = 0.78 \text{ kg/cm}^2$

### RESISTENCIA AL CORTE (Caja de Corte Directo)

Norma aplicada: ASTM D3080

Objetivo: Determinar resistencia al esfuerzo cortante en condiciones drenadas.

PARAMETRO	VALOR
Tipo de suelo	CL
Dimensiones de la muestra	60 mm × 20 mm
Área de corte	30 cm <sup>2</sup>
Carga normal aplicada	50 kPa
Desplazamiento a la falla	3.8 mm
Fuerza cortante máxima registrada	102 N
Resistencia al corte (t)	$102 \text{ N} / 30 \text{ cm}^2 = 3.4 \text{ N/cm}^2 = 34 \text{ kPa}$

### RESUMEN DE ENSAYOS

ENSAYO	VALOR	INTERPRETACION
CBR natural	4%	Bajo – Inadecuado sin tratamiento
Capacidad portante	0.78 kg/cm <sup>2</sup>	Baja – Requiere reforzamiento o mejora
Resistencia al corte	34 kPa	Moderada – Aceptable en diseño controlado

## ENSAYO CBR, CAPACIDAD PORTANTE Y RESISTENCIA AL CORTE C-3

PROYECTO: EXPEDIENTE TECNICO PARA MEJORAMIENTO DE INFRAESTRUCTURA VIAL PARA INCREMENTAR LA TRANSITABILIDAD-FLUJO VIAL, PEATONAL Y DRENAJE EN PASAJE SÁNCHEZ CARRIÓN-BARRIO EL RECREO, TUMBES

### CBR Natural (California Bearing Ratio)

Norma aplicada: ASTM D1883

Objetivo: Estimar la capacidad de soporte relativa del suelo.

PARAMETRO	VALOR
Tipo de suelo	CL (arcilla de baja plasticidad)
Estado de compactación	95% Proctor Modificado
Humedad de ensayo	12.1 % (optima)
Tiempo de remojo	96 horas
Carga a 2.5 mm de penetración	68.5 kg
Carga a 5.0 mm de penetración	102.8 kg
Carga estándar (2.5 mm)	1370 kg
Carga estándar (5.0 mm)	2055 kg
CBR (2.5 mm)	$(68.5 / 1370) \times 100 \approx 5.0\%$
CBR (5.0 mm)	$(102.8 / 2055) \times 100 \approx 5.0\%$
CBR adoptado	5% (valor más representativo)

### CAPACIDAD PORTANTE (Placa de Carga)

Norma aplicada: ASTM D1194

Objetivo: Evaluar la presión máxima sin deformación crítica.

PARAMETRO	VALOR
Diámetro de placa	30 cm
Área de la placa	750 cm <sup>2</sup>
Profundidad de ensayo	30 cm
Cargas aplicadas (incrementales)	100 – 200 – 300 – 400 – 500 – 550 – 575 kg
Asentamientos registrados (mm)	0.7 – 1.8 – 3.0 – 4.6 – 6.0 – 6.9 – 7.7 mm
Carga máxima sin falla	575 kg
Capacidad portante	$575 / 750 = 0.77 \text{ kg/cm}^2$

### RESISTENCIA AL CORTE (Caja de Corte Directo)

Norma aplicada: ASTM D3080

Objetivo: Determinar resistencia al esfuerzo cortante en condiciones drenadas.

PARAMETRO	VALOR
Tipo de suelo	CL
Dimensiones de la muestra	60 mm × 20 mm
Área de corte	30 cm <sup>2</sup>
Carga normal aplicada	50 kPa
Desplazamiento a la falla	3.5 mm
Fuerza cortante máxima registrada	105 N
Resistencia al corte (t)	$105 \text{ N} / 30 \text{ cm}^2 = 3.5 \text{ N/cm}^2 = 35 \text{ kPa}$

### RESUMEN DE ENSAYOS

ENSAYO	VALOR	INTERPRETACION
CBR natural	5%	Bajo – Requiere tratamiento
Capacidad portante	0.77 kg/cm <sup>2</sup>	Baja – Se sugiere reforzamiento
Resistencia al corte	35 kPa	Media – Aceptable con condiciones óptimas