

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UPLA
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

TESIS

**INFLUENCIA DE LA ESCORRENTÍA EN EL
DESGASTE DE CARPETAS ASFÁLTICAS EN
EL JIRÓN JOSÉ PARDO, CHILCA - 2023**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

Autor:

Bach. CRISPIN YANGALI JEANCRIS RALPH

Asesores

Asesor metodológico: Dr. Navarro Veliz, Javier Amador

Asesor temático: Mtro. Ramos Piñas, David

Línea de Investigación Institucional: Transporte y Urbanismo.

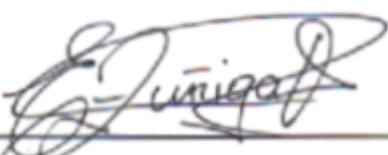
Huancayo – Perú

2024

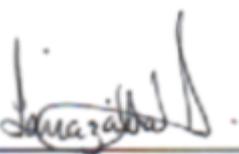
HOJA DE CONFORMIDAD DEL JURADO



Dr. Tapia Silguera, Rubén Dario.
Presidente



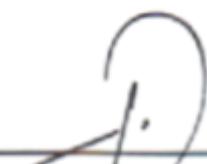
Mg. Zuñiga Almonacid, Erika Genoveva.
Jurado



Mg. Larrazabal Sanchez, Lidia Benigna.
Jurado



Ing. Sanchez Mattos, Waldir Alexis.
Jurado



Ing. Untiveros Peñaloza, Leonel.
Secretario docente

Dedicatoria

El presente trabajo de investigación científica está dedicado a mi madre Celia, asimismo a mis dos estrellas Concepción y Bertha. Fuentes de inspiración en el desarrollo personal y profesional, a mi hermano Piero por su apoyo incondicional

Bach. Crispin Yangali Jeancris Ralph.

Agradecimientos

Me es grato agradecer a todos aquellos que me han apoyado en la realización y finalización de este trabajo de investigación, de igual forma a mis asesores por sus aportes al proporcionar sugerencias, críticas y correcciones valiosas.

Bach. Crispin Yangali Jeancris Ralph.

CONSTANCIA DE SIMILITUD

N ° 0089 - FI -2024

La Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones, hace constar mediante la presente, que la TESIS; Titulado:

INFLUENCIA DE LA ESCORRENTÍA EN EL DESGASTE DE CARPETAS ASFÁLTICAS EN EL JIRÓN JOSÉ PARDO, CHILCA - 2023

Con la siguiente información:

Con Autor(es) : BACH. CRISPIN YANGALI JEANCRIS RALPH
Facultad : INGENIERÍA
Escuela Académica : INGENIERÍA CIVIL
Asesor(a) Metodología : DR. NAVARRO VELIZ JAVIER AMADOR
Asesor(a) Tematico : MG. RAMOS PIÑAS DAVID

Fue analizado con fecha 19/02/2024; con 97 págs.; con el software de prevención de plagio (Turnitin); y con la siguiente configuración:

Excluye Bibliografía.

Excluye citas.

Excluye Cadenas hasta 20 palabras.

Otro criterio (especificar)

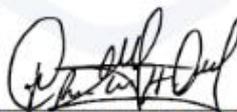
El documento presenta un porcentaje de similitud de 23 %.

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentajes establecidos en el artículo N°15 del Reglamento de uso de Software de Prevención de Plagio Versión 2.0. Se declara, que el trabajo de investigación: ***Si contiene un porcentaje aceptable de similitud.***

Observaciones:

En señal de conformidad y verificación se firma y sella la presente constancia.

Huancayo, 19 de febrero de 2024.



DR. HILARIO ROMERO GIRON
JEFE (e)

Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones

Contenido

Dedicatoria	iii
Agradecimientos	iv
Contenido	vi
Contenido de tablas	ix
Contenido de figuras	x
Resumen	xi
Abstract	xii
Introducción	13
1. CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
1.1. Descripción de la realidad problemática	15
1.2. Delimitación del problema	16
1.2.1. Espacial	16
1.2.2. Temporal	16
1.2.3. Económica	16
1.3. Formulación del problema	16
1.3.1. Problema general	16
1.3.2. Problemas específicos	17
1.4. Justificación	17
1.4.1. Práctica	17
1.4.2. Teórica	18
1.4.3. Metodológica	19
1.5. Objetivos	19
1.5.1. Objetivo general	19
1.5.2. Objetivos específicos	19
2. CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	20
2.1. Antecedentes	20
2.1.1. Internacionales	20
2.1.2. Nacionales	23
2.2. Bases teóricas o científicas	25
2.2.1. Infiltración de agua	25
2.2.2. Drenaje superficial	25
2.2.3. Deterioro del asfalto	25
2.2.4. Mantenimiento preventivo	31

2.3. Marco conceptual	34
3. CAPÍTULO III: HIPÓTESIS	37
3.1. Hipótesis general	37
3.2. Hipótesis específicas	37
3.3. Variables	37
3.3.1. Definición conceptual de las variables	37
3.3.2. Definición operacional de las variables	38
3.3.3. Operacionalización de las variables	41
4. CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA	42
4.1. Método de investigación	42
4.2. Tipo de investigación	42
4.3. Nivel de investigación	42
4.4. Diseño de la investigación	43
4.5. Población y muestra	43
4.5.1. Población	43
4.5.2. Muestra	44
4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	44
4.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	45
4.8. Aspectos éticos de la investigación	45
5. CAPÍTULO V: RESULTADOS	47
5.1. Descripción del diseño tecnológico	47
5.2. Descripción de resultados	49
5.2.1 Escorrentía	49
5.2.1.1. Desgaste de carpetas asfálticas	56
5.3. Contrastación de hipótesis	62
CAPÍTULO VI: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	66
6.1. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	66
CONCLUSIONES	69
RECOMENDACIONES	71
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72
ANEXOS	77
Anexo N° 01: matriz de consistencia	78
Anexo N° 02: matriz de operacionalización de las variables	80
Anexo N° 03: Matriz de operacionalización del instrumento	82

Anexo N° 04: Instrumento de investigación y constancia de su aplicación	84
Anexo N° 05: La data del procesamiento de datos	87
Anexo N° 06: Fotografía de la aplicación del instrumento	91

Contenido de tablas

Tabla 2.1. Tipo de daño de acuerdo a la metodología PCI.	30
Tabla 2.4. Grado de la condición del pavimento según el PCI.	31
Tabla 3.1 Operacionalización de la variable Independiente	39
Tabla 3.2 Operalización de la Variable Dependiente	40
Tabla 3.3.Operacionalizacion de variables.	41
Tabla 5.1. Cálculos para determinar la velocidad crítica del caudal.	49
Tabla 5.2 Evacuación de aguas pluviales por vivienda según área (m2) del jirón José Pardo	53
Tabla 5.3 Estudio de suelos - procedimiento visual	55
Tabla 5.4 Unidad de medida de los tipos de fallas de las carpetas asfálticas	56
Tabla 5.5. Densidad y severidad de fallas de las carpetas asfálticas.	57
Tabla 5.6. Estudio de suelos con especificaciones de grava de arena, de finos y humedad.	61
Tabla 5.7 Correlación entre las variables según Pearson	62
Tabla 0.1 Matriz de consistencia	79
Tabla 0.2. Matriz de operacionalización de las variables.	81
Tabla 0.3 Matriz de operacionalización del instrumento	83

Contenido de figuras

Figura 1. Cuneta de una vía de pavimento flexible.	29
Figura 2. Partes de un sumidero de captación lateral.	29
Figura 5-1. Rejilla de la cuadra 3 del Jirón José Pardo	51
Figura 5-2. Estado del pavimento junto a la rejilla de alcantarillado y tapa de buzón.	52
Figura 5-3. Zanjas reparadas y baches	58
Figura 5-4. Huecos en el pavimento flexible.	58
Figura 5-5. Grietas de fatiga	59
Figura 5-6. Desintegración y disgregación	60

Resumen

La presente investigación, la mayoría de las carreteras se han dañado prematuramente debilitando la condición y el nivel de serviciabilidad del pavimento requiriendo trabajos correctivos y adicionales antes de lo previsto. En la presente investigación se fijó como objetivo determinar de qué manera influye la escorrentía en el desgaste de carpetas asfálticas en el Jirón José Pardo. La investigación corresponde al método científico, tipo aplicada, nivel explicativo y diseño no experimental transeccional explicativo. Como resultado se obtuvo que el promedio de la velocidad crítica del caudal (V_c) fue de 5.940, con un valor máximo de 8.240 y una velocidad mínima de 3.114. el grado de inclinación de la vía es de 1%. La evacuación pluvial de las viviendas es de 2.88 litros por segundo. Se considera como conclusión que, la escorrentía incrementa el desgaste de carpetas asfálticas en el Jirón José Pardo, Chilca – 2023. Es decir, la velocidad crítica del caudal al resultar rápida ($V_c = 5.940$ m/s), el grado de inclinación de la vía al resultar con poca pendiente hacia el sistema fluvial (Pendiente = 1%) y la evacuación de aguas pluviales de las viviendas al resultar alta (2.88 litros por segundo), existe un incremento en el desgaste de carpetas asfálticas, los mismos que fueron corroborados con 33 fallas asfálticas donde la mayoría fueron de nivel media y 4 fallas tienen una severidad alta, es decir las carpetas asfálticas se encuentran en mal estado

Palabras claves: Escorrentía, desgaste de carpetas asfálticas, velocidad crítica del caudal, grado de inclinación de la vía y evacuación pluvial.

Abstract

The present research, most of the roads have been damaged prematurely, weakening the condition and level of serviceability of the pavement, requiring corrective and additional work. ahead of schedule. In this research, the objective was to determine how runoff influences the wear of asphalt pavements in the Jirón José Pardo. The research corresponds to the scientific method, applied type, explanatory level and explanatory transectional non-experimental design. As a result, it was obtained that the average critical flow velocity (V_c) was 5,940, with a maximum value of 8,240 and a minimum velocity of 3,114. The degree of inclination of the road is 1%. The storm drain from homes is 2.88 liters per second. It is considered as a conclusion that runoff increases the wear of asphalt layers in the Jirón José Pardo, Chilca - 2023. That is, the critical speed of the flow is fast ($V_c = 5,940$ m/s), the degree of inclination of the road as it has little slope towards the river system (Slope = 1%) and the evacuation of rainwater from homes is high (2.88 liters per second), there is an increase in the wear of asphalt layers, which were corroborated with 33 asphalt failures where the majority were of medium level and 4 failures have a high severity, that is, the asphalt layers are in poor condition.

Keywords: Runoff, wear of asphalt layers, critical flow velocity, degree of road inclination and storm drainage.

Introducción

Es fundamental destacar que la evaluación del pavimento se determinó su comportamiento y estado, que puede ser funcional. El comportamiento funcional se relaciona con la capacidad del pavimento para servir a los usuarios, considerando comodidad y facilidad de tránsito, y puede presentar problemas en la superficie, como fisuras, grietas, hundimientos, entre otros. En los pavimentos flexibles, el deterioro de la superficie suele estar influenciado por el tráfico, la edad y las condiciones climáticas. Además, las causas de los defectos pueden variar, incluyendo condiciones climáticas adversas, problemas de drenaje y deficiencias en el diseño y construcción. En el caso del drenaje de aguas pluviales en Jirón José Pardo, durante las lluvias invernales, se observa como las escorrentías se extienden en acumulación y desbordamiento en ciertas áreas, afectando la circulación vehicular y peatonal. La falta de una red de alcantarillado pluvial y evacuación de aguas pluviales de viviendas son los principales obstáculos identificados (Vergara, 2015).

Este proyecto se centrará en determinar el sistema de alcantarillado, la inclinación de vía y la gestión de aguas pluviales de viviendas, utilizando datos del SENAMHI y siguiendo pautas del MTC y la Norma OS060 de Drenaje Pluvial Urbano del RNE. Para facilitar la comprensión, vamos a detallar los siguientes capítulos:

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA: En este apartado se aborda la presentación del problema, incluyendo el problema general y específico, así como los objetivos, la justificación y la delimitación.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO: En este capítulo se profundiza en el marco teórico, abordando los antecedentes, el marco conceptual y las definiciones de términos clave.

CAPÍTULO III. HIPÓTESIS: La respuesta a priori al problema y variables operacionalizadas

CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA: Este apartado se dedica a detallar la metodología utilizada, que incluye el tipo, nivel y diseño de estudio.

CAPÍTULO V. RESULTADOS: En el cual se abordó la descripción de diseño tecnológico, la descripción de resultados y la contrastación de hipótesis.

CAPÍTULO VI. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

Este informe final de tesis se estructura de esta manera para proporcionar una visión clara y organizada en relación con la escorrentía pluvial en el mencionado Jirón.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

La combinación del crecimiento de áreas urbanas con superficies impermeables, el incremento gradual de eventos de precipitaciones extremas por el cambio climático y la implementación de sistemas de drenaje pluvial que aceleran el flujo de agua, en ocasiones, resulta en la notable paralización de ciertas áreas urbanas debido a problemas de inundación mencionó (Pareja 2021). En consecuencia, este desafío implica un marcado crecimiento de nuestras ciudades, donde una de las estrategias clave es la reducción del impacto que estas urbes ejercen en el ciclo hidrológico. Esto se logra al optimizar el suministro y consumo de agua, mejorar la depuración, fomentar la reutilización y asegurar que el agua devuelta a los ríos esté en condiciones óptimas. Todo esto debe combinarse con un uso del suelo que sea compatible con el riesgo de inundaciones en áreas fluviales y que minimice los efectos negativos de la impermeabilización del suelo (Ramírez, 2023).

Cuando los suelos urbanos se impermeabilizan de manera intensiva, se altera significativamente el ciclo natural del agua, con consecuencias notables tanto en el aumento de la vulnerabilidad de las poblaciones como en la salud de los ecosistemas acuáticos. Esto se debe a que la reducción drástica en la capacidad de infiltración del suelo provoca que una gran parte de la precipitación se convierta en escorrentía superficial, lo que a su vez da lugar a la rápida formación de caudales máximos(Soriano, 2015).

El problema de la influencia de la escorrentía en el desgaste de carpetas asfálticas se refiere a la degradación prematura de las superficies pavimentadas, como carreteras, calles y caminos, debido a la acción del agua superficial que se acumula y fluye sobre la superficie del asfalto, especialmente durante eventos de lluvia o deshielo.

Según García y otros (2019) Este problema es relevante en muchas áreas urbanas, incluyendo el Jirón José Pardo en Chilca, y tiene varias implicaciones negativas en el desgaste acelerado, costos de mantenimiento, seguridad vial, inconvenientes para los habitantes, impacto ambiental, para abordar este problema, es esencial implementar estrategias de diseño y mantenimiento de carreteras que tengan en cuenta la gestión de la escorrentía. Esto incluye el uso de materiales de alta calidad, un sistema de drenaje efectivo, el sellado de grietas y la programación regular de mantenimiento preventivo. Además, es importante llevar a cabo un monitoreo constante de las condiciones climáticas de la calidad de la superficie de la carretera para tomar medidas oportunas y prevenir daños significativos. En resumen, la influencia de la escorrentía en el desgaste de carpetas asfálticas es un desafío importante que requiere una planificación y gestión cuidadosa para mantener las vías en buen estado y garantizar la seguridad vial.

1.2. Delimitación del problema

1.2.1. Espacial

La investigación se realizó en el área de la región Junín, provincia de Huancayo, distrito de Chilca, sector Puzo.

1.2.2. Temporal

Se tomó los datos de la investigación en el periodo (agosto – diciembre) del año 2023.

1.2.3. Económica

Existió disponibilidad de recursos económicos, los cuales fueron mínimos ya que el Software y Hardware para abordar los resultados ya estaban disponibles. Además, los gastos de estudio de las carpetas asfálticas, impresiones, anillado, empastado fueron asumidos por el investigador.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿De qué manera influye la escorrentía en el desgaste de carpetas asfálticas en el Jirón José Pardo, Chilca – 2023?

1.3.2. Problemas específicos

- a) ¿En qué medida la velocidad crítica del caudal de escorrentía influye en el desgaste de carpetas asfálticas en el Jirón José Pardo, Chilca – 2023?
- b) ¿De qué forma el grado de inclinación de la vía incide en el desgaste de carpetas asfálticas en el Jirón José Pardo, Chilca – 2023?
- c) ¿Como la evacuación de aguas pluviales de viviendas influye en el desgaste las carpetas asfálticas en el Jirón José Pardo, Chilca – 2023?

1.4. Justificación

1.4.1. Práctica

La influencia de la escorrentía en el desgaste de las carpetas asfálticas en el Jirón José Pardo, Chilca, tiene una significativa justificación social que afecta directamente a la calidad de vida de los residentes y usuarios de esta área. A continuación, se destacan algunos puntos clave que respaldan esta afirmación ya que el deterioro de las carpetas asfálticas debido a la escorrentía puede generar baches y superficies irregulares en la vía. Esto aumenta significativamente el riesgo de accidentes de tránsito, lo que pone en peligro la seguridad de los conductores, ciclistas y peatones que utilizan el Jirón José Pardo a diario. En la seguridad vial es una preocupación social primordial, y mantener las carreteras en buen estado es esencial para prevenir lesiones y pérdidas de vidas. El Jirón José Pardo es una vía de acceso fundamental para los residentes de la zona, así como para el transporte de mercancías y el tránsito hacia otras áreas cercanas comerciales. Cuando la escorrentía daña las carpetas asfálticas, se vuelve más difícil y costoso para las personas acceder a sus hogares y lugares de trabajo. Esto afecta la calidad de vida de la comunidad al aumentar los tiempos de viaje y los costos de mantenimiento de vehículos. El deterioro del conduce a la generación de polvo y partículas suspendidas en el aire. Esto puede tener un impacto negativo en la calidad del aire, lo que a su vez puede afectar la salud respiratoria de los residentes cercanos a su vez la mala calidad del aire puede provocar problemas de salud, como enfermedades respiratorias, que afectan especialmente a los más vulnerables de la comunidad, como niños y personas mayores. Un jirón alrededor del parque de los héroes en mal estado puede afectar negativamente a las empresas locales

Yassi y otros (2002) al reducir el flujo de clientes y la facilidad de acceso a sus locales. Esto puede resultar en la disminución de ingresos para las empresas locales, lo que a su vez afecta a la economía de la comunidad en su conjunto. Mantener las vías en buen estado promueve un entorno empresarial más saludable y estimula el crecimiento económico local.

En resumen, la influencia de la escorrentía en el desgaste de las carpetas asfálticas en el Jirón José Pardo, Chilca, tiene una justificación social sólida, ya que afecta a la seguridad vial, la accesibilidad, la calidad del aire, la economía local y la calidad de vida de los residentes. Es esencial tomar medidas para abordar este problema y garantizar un entorno seguro y saludable para la comunidad.

1.4.2. Teórica

La influencia de la escorrentía en el desgaste de las carpetas asfálticas en el Jirón José Pardo en Chilca, se respalda científicamente mediante diversos principios y estudios relacionados con la hidrología, la ingeniería civil y la ciencia de materiales. A continuación, se presenta una justificación científica de esta influencia. La escorrentía de agua superficial es un proceso natural que puede tener efectos erosivos significativos en las superficies pavimentadas. Los estudios hidrológicos demuestran que cuando el agua fluye sobre una carretera, puede transportar partículas de suelo y sedimentos, lo que causa erosión y desgaste en la superficie de la carretera, incluyendo las carpetas asfálticas. El asfalto es un material poroso que permite cierta infiltración de agua. Cuando se produce escorrentía en una carretera, el agua puede infiltrarse en las capas de asfalto, lo que provoca una disminución de la cohesión y la resistencia del material. Con el tiempo, esto contribuye al desgaste de las carpetas asfálticas según Lima y Neire (2020). En regiones con cambios estacionales de temperatura, el agua que penetra en las capas de asfalto puede congelarse durante el invierno. La expansión del agua al congelarse ejerce presión sobre las partículas de asfalto, lo que provoca fisuras y agrietamientos. Cuando se descongela, el agua puede expandirse aún más, agravando estos daños y contribuyendo al desgaste. Las investigaciones en ingeniería civil han demostrado que la presencia constante de agua en la superficie de las carreteras acelera significativamente el desgaste de las capas de pavimento. Estos estudios han utilizado técnicas de análisis de laboratorio y modelado para cuantificar el impacto de la escorrentía en la vida útil de las carreteras.

En conjunto, estos aspectos científicos respaldan la relación entre la escorrentía y el desgaste de las carpetas asfálticas. La comprensión de estos procesos es fundamental para diseñar estrategias de mantenimiento y construcción de carreteras que minimicen el impacto de la escorrentía y prolonguen la vida útil de las carreteras, garantizando así una infraestructura vial sostenible y segura para (Jiménez y Julón 2021).

1.4.3. Metodológica

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Determinar de qué manera influye la escorrentía en el desgaste de carpetas asfálticas en el Jirón José Pardo, Chilca – 2023

1.5.2. Objetivos específicos

- a) Establecer en qué medida la velocidad crítica del caudal de escorrentía influye en el desgaste de carpetas asfálticas en el Jirón José Pardo, Chilca – 2023
- b) Demostrar de qué forma el grado de inclinación de la vía incide en el desgaste de carpetas asfálticas en el Jirón José Pardo, Chilca – 2023
- c) Identificar cómo la evacuación de aguas pluviales de viviendas influye en el desgaste las carpetas asfálticas en el Jirón José Pardo, Chilca – 2023

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Internacionales

Espinoza (2022) en su investigación titulada “Pavimentos permeables, como estrategia para el control de escorrentías de la ciudad de Curicó” para obtener el título de Ingeniero Constructor en la Universidad de Talca, tuvo como objetivo, analizar la disminución de la escorrentía superficial mediante la introducción de pavimentos permeables en la ciudad de Curicó. Para este propósito, se empleó una metodología que implicaba la utilización de dos tipos de pavimentos permeables con características diferentes. (PP_1 Y PP_2), Los cuales se instalaron en las calles de las ubicaciones específicas seleccionadas, y se llevarán a cabo simulaciones utilizando el 0%, 20%, 40%, 60%, 80% y 100% De la superficie disponible para pavimentos, los cuales serán sometidos a prueba mediante tres ciclos de lluvia de 24 horas cada uno.

Consecuentemente como resultado, se presentaron resultados que indicaban la cantidad de escorrentía superficial generada por cada modelo de pavimento permeable, según los porcentajes mencionados anteriormente. Además, se ilustra gráficamente la posibilidad de inundación en diferentes situaciones de % de CV_04 para todas las series y la escorrentía generada. Varía según la proporción entre las subcuencas que pueden ser para pavimentos permeables y las que no. Solo se evaluó el 25% del área total de subcuencas, es decir solo se analizó un tercio del área que podría ser ocupada por las cubiertas verdes, por lo cual le quedo 50% del área total de subcuencas, que no pudo ser ocupado por cubiertas verdes

Pareja (2021) en su investigación Titulada "Importancia del control y gestión de la escorrentía en las ciudades sostenibles" obtuvo el Máster en Ingeniería Civil — Especialización en Hidráulica en la Universidad de Oporto menciona que, La cantidad, calidad y procedencia de la escorrentía superficial., como principal objetivo abordar el problema del drenaje urbano. cómo se comporta el sistema de drenaje de aguas pluviales en distintas situaciones reales desde una perspectiva hidráulica e hidrológica. Esto implica observar cómo cada componente del sistema responde a estas situaciones y analizar los resultados obtenidos para determinar la eficacia de la inclusión de elementos de drenaje sostenible, como los estanques de retención. Se uso la metodología de los SUDS, al igual que el drenaje urbano, se diseña a escala local. Para comenzar el proceso de diseño, es crucial llevar a cabo un análisis del ciclo hidrológico en la zona local. Este paso implica establecer el diseño de las precipitaciones, lo cual servirá para determinar las dimensiones adecuadas del sistema de drenaje.

En los resultados muestran que el constante crecimiento exponencial de las áreas impermeables, junto con el aumento gradual de las precipitaciones extremas debido al cambio climático y la construcción de redes de drenaje de aguas pluviales que aceleran el flujo de la escorrentía hacia abajo, generan un problema significativo en términos de inundaciones en ciertas áreas, en nuestro caso São Mamede de Infesta, derivadas por las inundaciones que ocasionan las fuertes precipitaciones

Villarreal (2022) en su tesis titulada " Análisis del desgaste de los agregados pétreos en el departamento de Santander" para optar el título de Especialización en Ingeniería de Pavimentos en la Universidad Militar Nueva Granada considera el objetivo de Analizar las fluctuaciones y niveles de dureza que exhiben los diversos agregados pétreos en áreas adyacentes. a la ruta 45A, en relación al desgaste determinado a través del ensayo de la máquina de Los Ángeles, se busca identificar las fuentes de materiales más adecuadas, asegurándose de que cumplan con los criterios requeridos en la tabla 450.2 de la norma INVIAS 2022 para agregados de mezclas asfálticas en caliente de gradación continua. Con tal objetivo la metodología llevada a cabo indica que, para garantizar un rendimiento óptimo de los pavimentos, es necesario contar con agregados de alta resistencia. En este estudio, se parte de la premisa de la existencia de depósitos aluviales a lo largo del corredor vial en el departamento de Santander, cuya dureza es desconocida y se evalúa a través del valor de desgaste. Inicialmente, se procede a

identificar estos depósitos y clasificarlos según la fuente hídrica a la que pertenecen a Suratá, Chicamocha, Fonce y Suárez. Después, en dos momentos distintos, se lleva a cabo la recolección de muestras de agregados pétreos procesados, siguiendo las pautas establecidas en las regulaciones correspondientes a INVIAS, para así considerar las posibles afectaciones por los cambios climáticos. A continuación, se lleva a cabo la ejecución de pruebas de desgaste en la máquina de Los Ángeles para todas las muestras, considerando que se necesitan obtener resultados a 500 y 100 revoluciones respectivamente, siguiendo los pasos descritos en la norma de ensayos INV E 218. Después de obtener los resultados, se lleva a cabo un análisis comparativo con respecto a las especificaciones de construcción establecidas por la normativa correspondiente. INV 450 – 22, para así poder determinar las conclusiones y recomendaciones pertinentes.

Basándonos en los resultados obtenidos en el laboratorio, se puede inferir que Santander dispone de agregados altamente resistentes al desgaste. Por ende, los agregados provenientes de todas las fuentes analizadas son adecuados para ser empleados en las capas base e intermedias de pavimentos asfálticos, cumpliendo con los estándares establecidos en el artículo 450 de la norma INVIAS 2022, ya que tienen valores menores o iguales que: 35% a 500 revoluciones y 7% a 100 revoluciones.

Según Pino (2020) en el proyecto “Estudio de la permeabilidad de las mezclas asfálticas utilizadas en la región del Maule y presentación de una posible mejora de esta propiedad” para optar al título de Ingeniero Constructor en Talca Universidad de Chile tiene por objetivo, analizar y aumentar la permeabilidad de una mezcla asfáltica para prevenir el desgaste del terreno causado por la acumulación de líquidos derivados de la lluvia, filtraciones o acumulación de agua. Con ese propósito, se optó por la metodología de llevar a cabo los estudios en el laboratorio de investigación de la empresa Bitumix. Allí se llevaron a cabo varios ensayos y pruebas en los áridos provenientes de la ciudad de Talca como a las distintas mezclas diseñadas.

Obtuvo como resultados de laboratorio, que los áridos cumplen con los requisitos establecidos en el Manual de Carreteras, lo que los hace adecuados para el diseño de una mezcla permeable. Después de varios ensayos, se determinó que el porcentaje óptimo de asfalto es del 4,5%. Una vez diseñada la mezcla, se realizó una prueba de permeabilidad utilizando un permeámetro, la cual demostró que la mezcla diseñada es permeable, con

un coeficiente de permeabilidad de 0,1625 cm/sg. Esto indica que la mezcla permitirá el paso de agua a través de sus poros cuando se utilice como pavimento.

2.1.2. Nacionales

Según Rojas y Farfán (2020) en este trabajo de investigación “Mejoramiento de la resistencia a la escorrentía superficial de pavimentos adoquinados, con mezcla asfáltica - Jaén 2019” para optar el grado de Bachiller en Ingeniería Civil de la Universidad Tecnológica del Perú. Teniendo como objetivo, promover y comprender la implementación del concreto permeable en los pavimentos. El concreto permeable, también conocido como concreto sin finos, utilizado en pavimentos, tiene una composición distinta al concreto convencional, ya que se caracteriza por tener una cantidad mínima o nula de agregado fino en la mezcla. En cuanto a la metodología, se propuso explorar la relación entre tres tamaños de agregados diferentes en la mezcla, variando la relación de A/C en cada muestra, así determinar la relación óptima de A/C y cómo estas variables inciden en el diseño de mezcla y la resistencia a la compresión Según los métodos descritos, se buscará conocer la sinergia A/C y su influencia en los resultados finales en las mezclas del CP. Por lo cual, es necesario el análisis y la optimización en razón a la cantidad de A/C.

En sus resultados obtuvieron, que los agregados de mayor tamaño disminuyen la resistencia a la compresión en comparación con los de menor tamaño. Esto se debe al confinamiento interno de la matriz, ya que las muestras no contienen agregado fino, lo que evidencia la influencia del concreto permeable en pavimentos. Se ha demostrado que este tipo de concreto es eficiente y presenta una capacidad de drenaje óptima, así como una resistencia adecuada para vías con poco tránsito. Por ello, se considera como una solución efectiva ante eventos de precipitación pluvial.

Según Peralta (2019) en su investigación que lleva el título “Influencia Del Sistema De Alcantarillado Pluvial En La Urbanización Terrazas Del Mantaro-Huancayo 2018” optando por el título profesional de Ingeniero Civil en la Universidad Peruana Los Andes. Tuvo como objetivo Determinar cómo Influye el Sistema de Alcantarillado Pluvial en La Urbanización Terrazas Del Mantaro - Huancayo 2018, abordando con una metodología de investigación empleada es del tipo aplicada, nivel Descriptivo y diseño no experimental, la población de estudio es el alcantarillado pluvial de la cuenca del río

Mantaro y la muestra es el Sistema de Drenaje de la Urbanización Terrazas del Mantaro y de tipo de muestreo es no aleatorio

Obtuvo el resultado se llegó a cumplir la norma OS-060 Del Reglamento Nacional de Edificaciones, con referente a la capacidad de caudal de cunetas, badenes, sumideros y canal cerrado, realizando la comparación entre la fórmula de Manning $Q = 2.11 m^3/s$ y el Método Racional $Q_{ap}=0.5682 m^3/s$, el caudal que se halló geoméricamente mediante la fórmula de Manning de acuerdo a las dimensiones tiene que ser mayor al caudal hallado por el método Racional. En este caso el diseño es correcto. Concluye que el control de las precipitaciones, a través de un óptimo sistema de alcantarillado pluvial que se planteó, mejorando así la calidad de vida de los pobladores de la Urbanización Terrazas del Mantaro.

Según Maticorena y Monteza (2023) en su tesis “Evaluación del estado del pavimento flexible mediante el método PCI y propuesta de intervención en el Cercado del distrito y provincia de Sechura – Piura, 2020” para optar el título de Ingeniero Civil la metodología que usaron Para la evaluación superficial se utilizó la metodología del PCI (Pavement Condition Index), que es uno de los métodos más utilizados para conocer el estado real de un pavimento asfáltico y rígido, tomándose en cuenta la norma ASTM D 6433 – 03 (Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index). Tras inspeccionar el área del Cercado de Sechura, se seleccionaron cinco (05) vías principales para llevar a cabo una evaluación superficial y determinar su estado actual. Se encontró que todas presentan fallas funcionales, siendo afectadas tanto por el fenómeno del Niño Costero en 2017 como por condiciones climáticas adversas y la falta de mantenimiento adecuado a lo largo del tiempo.

De acuerdo a los resultados se propuso un mantenimiento correctivo. En la Calle Luis Eguiruren se encontró un valor PCI de 53 y en estado regular. De acuerdo a los resultados se sugirió implementar un mantenimiento correctivo. Las propuestas de intervención en este proyecto de investigación tienen como objetivo mejorar las condiciones de servicio y transpirabilidad para los usuarios, involucrando tanto mantenimiento correctivo como rehabilitación. Además, se asignó un presupuesto para cada área de estudio, determinado según el rango obtenido mediante el cálculo del Índice de Condición de Pavimento (PCI).

2.2. Bases teóricas o científicas

2.2.1. La escorrentía

La escorrentía en pistas urbanas se refiere al flujo de agua superficial que se genera como resultado de las precipitaciones pluviales sobre el pavimento y las superficies impermeabilizadas de las calles y carreteras dentro de áreas urbanas. Esta agua de lluvia fluye por las pendientes de las vías, siendo dirigida hacia los sistemas de drenaje pluvial para su gestión y tratamiento para (Urbano 2015) .

La escorrentía en pistas urbanas puede transportar contaminantes como sedimentos, aceites, metales pesados y productos químicos provenientes de las actividades humanas y de los vehículos. Esta variable tiene un impacto significativo en la calidad del agua de los cuerpos receptores y en la salud del ecosistema acuático en entornos urbanos Según (Cárdenas 2018).

La escorrentía en pistas urbanas requiere medidas de gestión adecuadas para minimizar su impacto negativo en el medio ambiente y la infraestructura urbana. Esto puede incluir la implementación de prácticas de diseño urbano sostenible, como pavimentos permeables, zonas verdes y sistemas de drenaje urbano inteligentes, que ayuden a reducir la cantidad de agua de escorrentía y a mejorar su calidad (National Association of City Transportation 2017).

La escorrentía en pistas urbanas también está relacionada con la capacidad de las ciudades para gestionar eventos climáticos extremos, como inundaciones repentinas. La planificación y el diseño de la infraestructura urbana deben considerar estrategias de gestión de aguas pluviales que mejoren la resiliencia de las ciudades ante estos eventos, minimizando los riesgos para la población y la infraestructura (Montoya, 2019).

Dimensiones:

a. Condiciones del lugar

Las condiciones del lugar en el contexto de las pistas urbanas se refieren a las características físicas y topográficas del entorno donde se encuentran ubicadas las vías urbanas. Esto incluye factores como la pendiente del terreno, la permeabilidad del suelo, la vegetación circundante, la densidad urbana y la presencia de infraestructuras como

sistemas de drenaje pluvial y alcantarillado. Estas condiciones influyen en la gestión de la escorrentía en las pistas urbanas y en la planificación de medidas para mitigar el impacto de las precipitaciones (Jegatheesan 2019).

b. Precipitaciones

Las precipitaciones son eventos meteorológicos que implican la caída de agua en forma de lluvia, nieve, granizo o aguanieve sobre la superficie terrestre. En el contexto de las pistas urbanas, las precipitaciones son un factor determinante en la generación de escorrentía, ya que el agua de lluvia que cae sobre las calles y carreteras puede acumularse y generar problemas de inundación y erosión si no se gestiona adecuadamente. (Jegatheesan, 2019)

c. Método de precipitación de escorrentía

El método de precipitación de escorrentía se refiere al proceso mediante el cual el agua de lluvia es recolectada y gestionada en las pistas urbanas. Esto puede incluir sistemas de drenaje pluvial como alcantarillas, sumideros, canales y tuberías subterráneas, así como técnicas de gestión de aguas pluviales como la creación de áreas verdes permeables, la instalación de pavimentos permeables y la construcción de sistemas de captación y reutilización de agua de lluvia. El objetivo es controlar y dirigir la escorrentía de manera eficiente para prevenir inundaciones, erosión y contaminación del agua. (Jegatheesan, 2019)

La sostenibilidad en la planificación urbana

Según Montero y Garcia (2017) la sostenibilidad en la planificación urbana es fundamental para abordar los desafíos ambientales, sociales y económicos que enfrentan las ciudades en la actualidad. Implica adoptar un enfoque holístico que considere la interacción entre el entorno construido y el medio ambiente natural, así como las necesidades de las comunidades presentes y futuras.

El uso eficiente del suelo es un pilar clave de la planificación urbana sostenible. Esto implica promover un desarrollo compacto que reduzca la expansión urbana descontrolada y fomente la densificación en áreas ya urbanizadas. Al optimizar el uso del suelo, se pueden preservar los espacios naturales y agrícolas, reducir la dependencia del automóvil y promover la eficiencia en el transporte público. (Gunawardena y otros 2018)

La movilidad sostenible es otro aspecto crucial. Esto implica priorizar formas de transporte no motorizadas, como caminar y andar en bicicleta, así como mejorar el acceso al transporte público eficiente y de bajas emisiones. La planificación urbana sostenible también fomenta el diseño de infraestructuras viales seguras y accesibles para peatones y ciclistas, promoviendo un estilo de vida activo y saludable.

El diseño de espacios públicos accesibles es esencial para crear entornos urbanos inclusivos y vibrantes. Esto implica garantizar que los parques, plazas y calles sean accesibles para todas las personas, incluidas aquellas con discapacidades o movilidad reducida. Además, se fomenta la creación de áreas verdes y espacios de recreación que mejoren la calidad de vida de los residentes urbanos y contribuyan a mitigar los efectos del cambio climático al reducir la isla de calor urbana y promover la infiltración del agua de lluvia (Gunawardena y otros, 2018).

La sostenibilidad en la planificación urbana es fundamental para crear ciudades más habitables, equitativas y resilientes. Al considerar cuidadosamente el uso del suelo, promover la movilidad sostenible y diseñar espacios públicos accesibles, las ciudades pueden mejorar la calidad de vida de sus habitantes mientras reducen su impacto ambiental y promueven un desarrollo urbano más equilibrado y sostenible. (Jegatheesan 2019)

Infiltración de agua

Cuando llueve, el agua puede infiltrarse en la superficie de la carretera si no se ha proporcionado un drenaje adecuado. Esta infiltración puede debilitar la estructura subyacente del pavimento con el tiempo. Las capas subyacentes de la carretera pueden erosionarse o sufrir daños por congelación y descongelación repetidos si no se controla la infiltración (Araujo, 2018).

La infiltración de agua a través del pavimento flexible puede ocurrir de varias maneras, aunque tradicionalmente se diseña para evitarlo debido a preocupaciones sobre la estabilidad del suelo subyacente y la durabilidad del pavimento. Sin embargo, en algunos contextos, especialmente en proyectos de gestión sostenible del agua y drenaje urbano, se están explorando técnicas para permitir la infiltración controlada y beneficiosa (Mayorca, 2021).

A continuación, algunas formas en que la infiltración de agua puede ocurrir a través del pavimento flexible:

- Pavimentos porosos: Algunas formulaciones de asfalto poroso o asfalto permeable permiten que el agua penetre a través de los vacíos en la superficie del pavimento. Estos pavimentos porosos están diseñados para promover la infiltración y reducir el escurrimiento superficial, ayudando a recargar los acuíferos y mitigar problemas de inundaciones urbanas.
- Juntas y grietas: A medida que los pavimentos flexibles envejecen y se deterioran, pueden desarrollar juntas y grietas que permiten que el agua se infiltre a través de la superficie del pavimento. Si bien esto puede no ser deseable desde el punto de vista de la durabilidad del pavimento, puede ser beneficioso para la gestión del agua en ciertos contextos.

Drenaje superficial

Para evitar la acumulación de agua en la superficie de la carretera, se utilizan pendientes adecuadas y sistemas de drenaje superficial. Esto incluye cunetas, desagües y canales que dirigen el agua lejos de la carretera. La falta de un drenaje eficiente puede llevar a charcos, erosión y daños a la superficie asfáltica (Otalora, 2018).

- Pendiente adecuada: El pavimento debe diseñarse con una pendiente suficiente para permitir que el agua se escurra hacia los bordes de la carretera o hacia los sistemas de drenaje. La pendiente mínima requerida depende de varios factores, como el clima, la tasa de precipitación y la velocidad del tráfico (Paredes y Torres, 2022).
- Bordillos y cunetas: Los bordillos y las cunetas se utilizan para dirigir el agua hacia los sistemas de drenaje, evitando que se acumule en la superficie del pavimento. Los bordillos pueden ser de diferentes tipos, incluyendo bordillos tradicionales de concreto o bordillos permeables que permiten la infiltración controlada de agua (Amaya et al., 2022).



Figura 1. Cuneta de una vía de pavimento flexible.
Fuente: Chávez y Odar (2019).

- Sumideros y rejillas de drenaje: Se instalan sumideros y rejillas de drenaje en puntos bajos del pavimento para recoger el agua y transportarla fuera de la carretera. Estos dispositivos pueden estar conectados a sistemas de alcantarillado pluvial o a sistemas de drenaje superficial (Amaya et al., 2022).

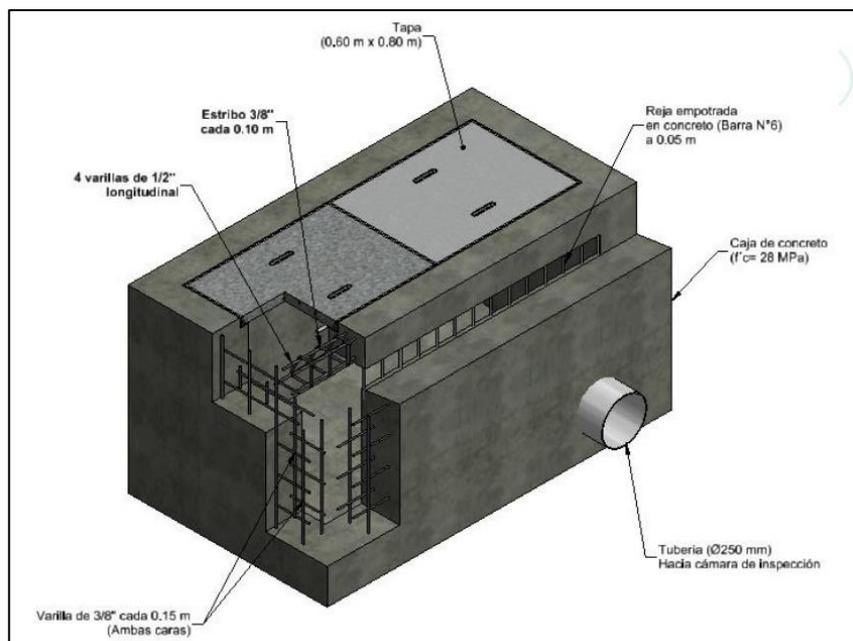


Figura 2. Partes de un sumidero de captación lateral.
Fuente: Posada (2019).

2.2.2. Deterioro del asfalto

El agua puede tener un impacto negativo en la durabilidad del asfalto. La exposición continua al agua puede causar la descomposición del asfalto a través de procesos como la lixiviación y la oxidación. La lixiviación implica que los compuestos

solubles en el asfalto se disuelvan y se laven con el agua de lluvia, lo que debilita la estructura del asfalto con el tiempo. La oxidación es la reacción del asfalto con el oxígeno y el agua, lo que lleva a la pérdida de flexibilidad y a la formación de grietas (Carhuavilca 2022).

Índice de condición del pavimento (PCI)

De acuerdo a (Vásquez, 2002) el Índice de Condición del Pavimento (PCI) corresponde a una metodología de evaluación y calificación del pavimento ya sea flexible o rígido.

Esta metodología se fundamenta en el inventario visual del estado del pavimento siendo así que, se establece la clase, severidad y cantidad del daño; esto a su vez ofrece una percepción clara de las causas de los daños y de la relación ya sea por las cargas o con el clima (Sierra & Rivas, 2016).

Asimismo, representa un índice numérico que va desde cero (0) para un pavimento fallado o en mal estado hasta cien (100) para aquel en perfecto estado.

Tipo de daño según la metodología del PCI

Los deterioros observados en el pavimento son aquellos problemas identificados y se evalúan conforme a los lineamientos del Índice de Condición del Pavimento (PCI) como los que se detallan a continuación:

Tabla 2.1. Tipo de daño de acuerdo a la metodología PCI.

Nº	Tipo de daño	Unidad	Código	Clase
1	Grieta piel de cocodrilo	m ²	GPC	Agrietamiento
2	Exudación de asfalto	m ²	EX	Afloramiento
3	Agrietamiento en bloque o contracción	m ²	AGB	Agrietamiento
4	Abultamiento y hundimiento	m ²	ABH	Deformación
5	Corrugación	m ²	CO	Deformación
6	Depresión	m ²	DEP	Deformación
7	Grieta de borde	m ²	GB	Otros
8	Grieta de reflexión de junta	m ²	GRJ	Agrietamiento
9	Desnivel carril / berma	m ²	DCB	Otros
10	Grieta longitudinal y transversal	m ²	GLT	Agrietamiento
11	Parcheo (baches y zanjas reparadas)	m ²	PCH	Deformación
12	Pulimento de agregados	m ²	PUL	Desprendimiento
13	Huecos	m ²	HU	Desprendimiento
14	Cruce de vía férrea	m ²	CVF	Otros
15	Ahuellamiento	m ²	AH	Deformación

Continuación de la **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

Nº	Tipo de daño	Unidad	Código	Clase
16	Desplazamiento	m ²	D	Deformación

17	Grieta parabólica (slippage)	m ²	GPC	Agrietamiento
18	Hinchamiento	m ²	HU	Deformación
19	Desprendimiento de agregados gruesos	m ²	DAG	Desprendimiento

Fuente: Esteban (2016).

Grados de la condición del pavimento según la metodología del PCI

La tabla siguiente presenta los intervalos que se emplean para clasificar el pavimento según los criterios establecidos por el método del Índice de Condición del Pavimento (PCI).

Tabla 2.2. Grado de la condición del pavimento según el PCI.

Rango	Clasificación
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
Rango	Clasificación
40 - 25	Malo
25-10	Muy malo
10 - 0	Fallado

Fuente: Vásquez (2002).

La Tabla 2.2 considera 7 rangos de clasificación divididas desde: 0 – 10 (fallado), 10 – 25 (muy malo), 25 – 40 (malo), 40 – 55 (regular), 55 – 70 (bueno), 70 – 85 (muy bueno) y 85 – 100 (fallado).

2.2.3. Desgaste de carpetas asfáltica

El desgaste de carpetas asfálticas se refiere al deterioro progresivo que experimenta la capa superficial de una carretera pavimentada con asfalto debido a varios factores, incluidos el tráfico vehicular, la exposición a condiciones climáticas adversas y el paso del tiempo. Este desgaste puede manifestarse de diversas formas, como la aparición de grietas, fisuras, baches, desprendimiento de material, pérdida de textura superficial y disminución de la rugosidad. Estos procesos afectan la calidad, la funcionalidad y la seguridad del pavimento, comprometiendo su vida útil y aumentando la necesidad de mantenimiento y rehabilitación para garantizar condiciones de conducción seguras y confortables. (Gunawardena, y otros, 2018)

El desgaste de carpetas asfálticas se define como el proceso gradual de deterioro que afecta la capa superficial de una carretera pavimentada con asfalto. Este desgaste puede ser causado por varios factores, como el tráfico constante, la exposición a condiciones climáticas extremas (como el sol, la lluvia, y el frío), la acción de productos químicos (como combustibles y lubricantes de vehículos), y el envejecimiento natural del

material asfáltico. Con el tiempo, este proceso puede manifestarse en formas como la aparición de grietas, fisuras, desprendimiento de la superficie, pérdida de textura y rugosidad, y pérdida de resistencia estructural. El desgaste de la carpeta asfáltica es un fenómeno común en las carreteras y requiere una adecuada gestión del mantenimiento para garantizar la seguridad y durabilidad de la infraestructura vial. (Jegatheesan, 2019)

Dimensiones:

1. Grietas

Son fisuras o hendiduras que se forman en la superficie de la carpeta asfáltica debido a la acción de cargas repetidas, cambios de temperatura, y factores ambientales, como la lluvia y el sol. Las grietas pueden variar en tamaño y forma, y su presencia indica un nivel de desgaste significativo en la capa asfáltica. (Gunawardena, y otros, 2018)

2. Deterioro Superficial

Este término hace referencia al debilitamiento gradual de la capa superficial de la carpeta asfáltica debido a factores como el tráfico vehicular, la exposición a agentes atmosféricos y la acción del tiempo. El deterioro superficial puede incluir pérdida de textura, pérdida de coloración, y pérdida de adherencia entre las capas del pavimento. (Gunawardena, y otros, 2018)

3. Daño Superficial

Se refiere a cualquier tipo de daño visible en la superficie de la carpeta asfáltica, que puede incluir grietas, baches, fisuras, descamación, pérdida de agregado, entre otros. Estos daños superficiales pueden ser resultado del desgaste causado por el tráfico, cambios climáticos, y falta de mantenimiento adecuado del pavimento asfáltico. (Gunawardena, y otros, 2018)

Deterioro del asfalto

El agua puede tener un impacto negativo en la durabilidad del asfalto. La exposición continua al agua puede causar la descomposición del asfalto a través de procesos como la lixiviación y la oxidación. La lixiviación implica que los compuestos solubles en el asfalto se disuelvan y se laven con el agua de lluvia, lo que debilita la estructura del asfalto con el tiempo. La oxidación es la reacción del asfalto con el oxígeno

y el agua, lo que lleva a la pérdida de flexibilidad y a la formación de grietas (Figueroa, 2015).

Ingeniería de drenaje

Para mitigar los efectos negativos de la escorrentía en las carpetas asfálticas, los ingenieros de carreteras emplean técnicas de diseño y construcción que incluyen la creación de pendientes adecuadas, el uso de materiales de base y subbase adecuados, y la implementación de sistemas de drenaje eficientes. Esto ayuda a mantener la superficie de la carretera en buenas condiciones y a prolongar su vida útil. (Ramirez y Lopez 2021).

Mantenimiento preventivo

La gestión adecuada del agua en las carreteras asfaltadas también implica un mantenimiento preventivo regular. Esto puede incluir la reparación o reemplazo de áreas dañadas, la limpieza de cunetas y desagües, y la aplicación de selladores para proteger el asfalto de los efectos adversos del agua y la intemperie (Manqui 2019).

Desgaste acelerado:

La escorrentía, al arrastrar partículas de la superficie y erosionar el asfalto, acelera el proceso de desgaste de las carpetas asfálticas. Esto conduce a la formación de baches, grietas y pérdida de la textura superficial, lo que aumenta los costos de mantenimiento y afecta la seguridad vial (Galindo 2020).

Seguridad Vial

Las calles deterioradas debido a la escorrentía pueden representar un peligro para los conductores, ciclistas y peatones. La presencia de baches y grietas puede causar accidentes y daños a los vehículos. (Galindo 2020).

Impacto Ambiental

El agua de escorrentía puede arrastrar partículas de asfalto y contaminantes hacia sistemas de drenaje y cuerpos de agua cercanos, lo que puede tener un impacto negativo en el medio ambiente para (cardoza-zambrano y otros 2019) En resumen, la influencia de la escorrentía en carpetas asfálticas es un aspecto crucial en la ingeniería de carreteras. Controlar el flujo de agua y proteger la integridad del asfalto son fundamentales para garantizar la durabilidad y la seguridad de las carreteras y calles pavimentadas.

2.2.4. Relación entre La escorrentía y el Desgaste de carpetas asfáltica

La relación entre la escorrentía y el desgaste de carpetas asfálticas es significativa. La escorrentía, que es el flujo superficial de agua que se produce después de una lluvia o precipitación, puede contribuir al desgaste de las carpetas asfálticas de varias formas:

La escorrentía puede transportar sedimentos y partículas que actúan como abrasivos sobre la superficie de la carpeta asfáltica, provocando un desgaste gradual. Esta erosión puede ser más pronunciada en áreas donde la escorrentía se concentra y fluye con mayor velocidad, como en pendientes o áreas con mal drenaje. (Gunawardena, y otros, 2018)

Si la carpeta asfáltica no está adecuadamente sellada o presenta grietas, la escorrentía puede infiltrarse en la estructura del pavimento. La presencia de agua en el subsuelo puede debilitar la capa de base o sub-base del pavimento, lo que eventualmente contribuye al deterioro y desgaste de la carpeta asfáltica por debajo de la superficie.

La acumulación de agua en la superficie del pavimento, especialmente en áreas con deficiente drenaje, puede crear charcos. Estos charcos pueden ejercer presión sobre la carpeta asfáltica, causando deformaciones y agrietamientos adicionales que aceleran su desgaste. (Gunawardena, y otros, 2018)

La escorrentía y el desgaste de las carpetas asfálticas, puede ser un factor que contribuye significativamente a su deterioro al transportar sedimentos, infiltrarse en el pavimento y causar la formación de charcos, todo lo cual puede acelerar el proceso de desgaste y deterioro de la superficie asfáltica.

2.3. Marco conceptual

Acabado: Se realiza el acabado final para garantizar una superficie lisa y uniforme. (Staub de Melo y otros, 2019)

Aditivos: Pueden agregarse aditivos para mejorar propiedades específicas, como la resistencia al deslizamiento o la durabilidad (Pumaricra, 2019)

Colocación de la mezcla: La mezcla asfáltica se calienta y se coloca sobre la capa base en capas uniformes mediante equipos de pavimentación (Baldi y Elizondo 2020).

Compactación: La mezcla se compacta para eliminar bolsas de aire y lograr una superficie densa y resistente (INACAP, 2020)

Composición: Mezcla Asfáltica: La carpeta asfáltica se compone de una mezcla de asfalto (betún) y agregados pétreos, como grava y arena (Baldi y Elizondo 2020).

Carpetas asfálticas: Las carpetas asfálticas son las capas superiores de una carretera pavimentada, compuestas principalmente de asfalto o betún y agregados. Son la superficie que los vehículos utilizan y están diseñadas para soportar cargas y proporcionar un viaje suave (J. Chávez, 2017)

Deterioro: Es la última fase el pavimento se encuentra completamente deteriorado que va deteriorándose según cómo va pasando el tiempo. La transitabilidad se reduce permanente haciendo que los conductores experimenten incomodidad y dificultad al transitar, lo En la fase final, el pavimento se deteriora por completo con el paso del tiempo. Este deterioro progresivo conlleva a una disminución permanente en la transitabilidad, lo que ocasiona incomodidades y dificultades para los conductores al transitar. Esta situación, a su vez, resulta en un aumento de accidentes de tránsito en la vía. (Bravo, 2020).

Durabilidad: Para Solís-Carcaño y otros (2019) Ddebe ser lo suficientemente resistente para soportar el desgaste causado por el tráfico constante y las condiciones climáticas adversas.

Escorrentía: La escorrentía se refiere al flujo de agua que se desplaza sobre la superficie de una carretera o pavimento después de una precipitación, como lluvia o granizo derretido. Puede variar en cantidad y velocidad según la intensidad de la precipitación y la pendiente del terreno (Cayao 2019).

Funciones principales: Soporte de Carga: La carpeta asfáltica distribuye la carga de los vehículos de manera uniforme a las capas inferiores del pavimento. (Zambrano y otros 2020).

Impacto Ambiental: La producción y disposición de asfalto tienen un impacto ambiental, por lo que se están desarrollando prácticas más sostenibles, como la reciclabilidad de los materiales asfálticos (Gutiérrez, 2010).

Impermeabilización: Actúa como una barrera impermeable, evitando la infiltración de agua en las capas subyacentes, lo que puede dañar el pavimento (Rebolledo 2021)

Infiltración: La infiltración es el proceso por el cual el agua de la escorrentía se absorbe o se filtra en el suelo o en las capas de base y subbase de la carretera. Una tasa de infiltración adecuada es importante para evitar problemas de encharcamiento y erosión (Araujo, 2018).

Proporcionar adherencia y seguridad: Ofrece tracción y adherencia a los neumáticos de los vehículos, mejorando la seguridad en la conducción.

Mantenimiento y reparación: La carpeta asfáltica requiere mantenimiento regular, que puede incluir el sellado de grietas, la reparación de baches y el recapeo en caso de daños graves (Carrión y Salazar, 2023).

Proceso de construcción: Preparación del Subrasante: Antes de colocar la carpeta asfáltica, se prepara y nivela el terreno subyacente (Walter, 2023)

Tráfico: Es el factor más determinante en la modificación del pavimento, ya que interactúa de manera más significativa con el entorno; se describe en función de la intensidad del tráfico, la frecuencia de paso de los vehículos y la presencia de tráfico pesado (Morales, 2009)

Vida útil: La vida útil de una carpeta asfáltica puede variar según factores como el tráfico, el clima y la calidad de la construcción. El mantenimiento adecuado puede prolongar su durabilidad (Staub de Melo et al., 2019).

CAPÍTULO III: HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis general

La escorrentía incrementa el desgaste de carpetas asfálticas en el Jirón José Pardo, Chilca – 2023

3.2. Hipótesis específicas

- a) La velocidad crítica del caudal de escorrentía efectivamente influye en el desgaste de carpetas asfálticas en el Jirón José Pardo, Chilca – 2023
- b) La inclinación de vía si incide en el desgaste de carpetas asfálticas en el Jirón José Pardo, Chilca – 2023
- c) La evacuación de aguas pluviales de viviendas evidentemente influye en el desgaste las carpetas asfálticas en el Jirón José Pardo, Chilca – 2023

3.3. Variables

3.3.1. Definición conceptual de las variables

Variable independiente: La escorrentía

La escorrentía se refiere al flujo de agua superficial que se produce después de una precipitación pluvial. Es el agua que se desplaza sobre la superficie de la tierra en lugar de ser absorbida por el suelo. En el contexto del presente estudio, se está considerando cómo esta escorrentía afecta a las condiciones de la vía (Programa Nacional de Agua, 2021)

Variable dependiente: Desgaste de carpetas asfálticas

Este término se refiere al proceso gradual de deterioro o desgaste de la capa de asfalto que se utiliza para pavimentar una vía. Puede incluir problemas como grietas, baches, pérdida de adherencia y rugosidad superficial. El desgaste de las carpetas asfálticas es un fenómeno natural que puede acelerarse debido a factores externos, como el clima y la circulación vehicular (Programa Nacional de Agua, y otros, 2021).

3.3.2. Definición operacional de las variables

Variable independiente (x): La escorrentía

Tabla 3.1 Operacionalización de la variable Independiente

Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores	Definición Operacional	Ítems	
Son las características estadísticas de las tormentas mediante un modelo de lluvia escurrimiento pluvial es común que no se cuente con registros adecuados de escurrimientos En el sitio de interés para determinar los parámetros necesarios para el diseño y operación de obras. (Comisión del Agua, 2007 págs.149-367)	Condiciones del lugar	Pendiente	Es la relación que existe entre el desnivel Y y la distancia en horizontal X que debemos recorrer se expresa normalmente en porcentaje o en grado	Aplicable solo para casos de cuestionario	
		Rugosidad	La ondulación o textura secundaria es el conjunto de irregularidades repetidas de ondas de paso mucho mayor que la amplitud y que pueden ocurrir por diferencia en los movimientos		
		Área	Permite asignar una medida a la extensión de la superficie, expresada en matemáticas, unidades de medida, unidades de superficie que requiere la especificación de una medida de longitud		
	Precipitaciones	Intensidad de lluvia	Para identificar las intensidades de lluvia, se va a desarrollar un método basado en la hipótesis de que una intensidad Media Máxima en t minutos engloba a la intensidad media máxima de $d < t$ minutos, que sea mayor o igual a t minutos		
		Tiempo de concentración	Se define como el tiempo mínimo necesario para que todos los puntos de una cuenca estén aportando agua de escorrentía de forma simultánea al punto de salida con la formula Kprich $T=0,02 L 0.77 S 0.385$		
		Completamiento de datos de precipitación	Delimitadas las áreas y diferenciadas las series, se aplicaron los siguientes: Método de las isoyetas (ISO)		
	Método de precipitación de escorrentía	Coefficiente de escorrentía	Este coeficiente está en función del material sobre el cual circula el agua y varía desde 0.01 a 0.95.		
		Uniformización de datos	Existen tres métodos. Método de la Media Aritmética, Método de Polígonos de Thiessen y Método de las curvas Isohietas.		
			Análisis de consistencia		Una serie de datos hidrológicos es relativamente constante si los datos son periódicamente proporcionales a una serie de tiempo

Variable dependiente (y): Desgaste de carpetas asfáltica

Tabla 3.2 Operalización de la Variable Dependiente

Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores	Definición Operacional	Ítems
Fracturamiento que se extiende a través de la superficie del pavimento paralelamente al eje de la calzada. Pueden localizarse en las huellas de canalización de tránsito, próximos a los bordes en el eje o correspondencia con los anchos de distribución de las mezclas asfálticas. (Departamento de Administración y Evaluación de pavimentos 2016)	Grietas	Fisuras y grietas por fatigamiento	Determinar una serie de fisura interconectadas con patrones irregulares, generalmente ubicadas en zonas donde hay repeticiones de carga	Aplicable para casos de cuestionario
		Grietas longitudinales	Determinar la longitud (m) y número (N°) de grietas longitudinales, clasificándolas para cada nivel de severidad.	
		Grietas transversales	Determinar separadamente también la longitud (m) de grietas longitudinales, clasificándolas según nivel de severidad más alto que representa al menos el 10% de la longitud total Determinar separadamente también la longitud (m) total de grietas, agrupadas por nivel de severidad	
	Deterioro superficial	Fisuramiento por retracción (Tipo malla)	Establecer superficie (m2) deteriorada por cada nivel de severidad.	
		Desintegración	Establecer la superficie (m2) afectada.	
		Baches	Establecer la cantidad (N°) de baches y la superficie (m2) de cada uno de ellos.	
	Daño superficial	Textura inadecuada	Establecer y localizar los tramos o superficie (m2) que presentan el problema.	
Parches deteriorados		Determinar el número (N°) de parches y la superficie (m2) del área afectada, para cada severidad indicar por separado los parches del asfalto y los de hormigón		

3.3.3. Operacionalización de las variables

Tabla 3.3.Operacionalizacion de variables.

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Escala
V1: Escorrentía	La escorrentía se refiere al flujo de agua superficial que se produce después de una precipitación pluvial. En el contexto de tu estudio, se está considerando cómo esta escorrentía afecta a las condiciones de la vía.	La variable de escorrentía se operacionaliza mediante sus componentes que vienen a ser las dimensiones	D1: Topografía	Levantamiento topográfico	Ficha de recopilación de información	Razón/valor/ intervalo/
V2: Desgaste de carpeta asfáltica	Este término se refiere al proceso gradual de deterioro o desgaste de la capa de asfalto que se utiliza para pavimentar una vía. Puede incluir problemas como grietas, baches, pérdida de adherencia y rugosidad superficial.	La variable de desgaste de carpeta asfáltica se operacionaliza mediante sus componentes que vienen a ser las dimensiones	D1: PCI (índice de condición del pavimento)	-Rugosidad -Grietas longitudinales -Grietas transversales -Pendiente Transversal -Parches deteriorados	Ficha de recopilación de información	Razón/valor/ intervalo/

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA

4.1. Método de investigación

Sánchez y Reyes (2015) refieren que, el método científico, se encamina en una serie de operaciones y reglas prefijadas que permiten alcanzar un resultado o un objetivo. En otras palabras, es el camino para llegar a un fin o una meta.

En el estudio se empleó el método científico, ya que siguió procesos metodológicos para abordar los resultados y alcanzar los objetivos.

4.2. Tipo de investigación

Sánchez y Reyes (2015) refieren que, el tipo de investigación aplicada se centra en los resultados para abordar cuestiones concretas, mejorar procesos, desarrollar tecnologías, o tomar decisiones informadas en campos específicos.

La presente investigación fue de tipo aplicada ya que buscó evidenciar problemas prácticos para determinar la influencia de la escorrentía en el desgaste de carpetas asfálticas aplicando el conocimiento científico en situaciones del mundo real.

4.3. Nivel de investigación

Sánchez y Reyes (2015) refieren que el nivel explicativo está orientada a explicar o identificar las razones causales de la presencia de ciertos acontecimientos, además requiere explicitar hipótesis.

El estudio fue de nivel explicativo porque se tuvo que determinar las razones por el cual la escorrentía causa desgastes de las carpetas asfálticas, para la cual se realizó estudios de suelos, el coeficiente de la escorrentía, el deterioro de la carpeta asfáltica, etc.

4.4. Diseño de la investigación

Hernández y Mendoza (2018) mencionan que, cuando se establecen relaciones causales son explicativos. Su diferencia con los experimentos es la base de la distinción entre experimentación y no experimentación. En los diseños no experimentales transeccionales explicativos, las causas y los efectos ya ocurrieron en la realidad (estaban dados y manifestados) o están ocurriendo durante el desarrollo del estudio, y quien investiga los observa y reporta. En cambio, en los diseños experimentales y cuasi experimentales se provoca intencionalmente al menos una causa y se analizan sus efectos o consecuencias.

El estudio fue de diseño no experimental transeccional explicativo, porque los resultados y hallazgos fueron tomados sin alterar sus realidades; fue transeccional, porque los datos fueron hallados en un lapso de tiempo específico y fue explicativo por que se buscó la influencia de la variable independiente hacia la variable dependiente.

El esquema del diseño se representó de la siguiente manera:

Dónde:

X = Observación de la variable independiente: La escorrentía

Y = Observación de la variable dependiente: Desgaste de carpetas asfálticas

r = Influencia de la variable X que afecta la variable Y.

4.5. Población y muestra

4.5.1. Población

Según, Hernández y Mendoza (2018) “la población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones”.

En el estudio la población fue conformada por la escorrentía que se presenta en todas las cuadras del Jirón José Pardo de Chilca (L =0.350 Km) que en total son 4 cuadras.

4.5.2. Muestra

Según, Hernández y Mendoza (2018) La muestra constituye una parte específica de la población de interés de la cual se recopilan datos y debe ser claramente definida y delimitada previamente con exactitud. Es fundamental que la muestra sea representativa de la población en su conjunto. El objetivo del investigador es que los hallazgos obtenidos en la muestra sean aplicables o extrapolables a toda la población. Por lo tanto, es de gran importancia que la muestra sea estadísticamente representativa., para lo cual existen dos métodos de selección, el probabilístico que hace uso de fórmulas estadísticas y el no probabilístico que se basa en criterios y conveniencia del investigador.

En el estudio la muestra fue seleccionado mediante el muestreo no probabilístico, por lo cual fue conformada por el 100% de la población, es decir por la escorrentía que se presenta en todas las cuadras del Jirón José Pardo de Chilca (L =0.350 Km) que en total son 4 cuadras.

4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

4.6.1 Técnicas

, Hernández y Mendoza (2018), mencionan que, una técnica es un método o enfoque especializado para recopilar información; dichos métodos son exclusivos de cada campo académico.

Además, Arias (2006), refiere que, la observación es un método de investigación que consiste en la captura visual sistemática de cualquier hecho, acontecimiento o situación social que se produzca en la naturaleza o en la sociedad de acuerdo con unos objetivos de estudios predeterminados

En relación a ello la técnica empleada fue la observación, porque permitió observar las características de los hechos en sus lugares de origen, tales como, el coeficiente de la escorrentía, el deterioro de la carpeta asfáltica, etc.

4.6.2 Instrumentos

Según Arias (2006), la ficha de observación “es una herramienta cuantitativa que se utiliza para detallar características de los hechos en una hoja tentativa estructurada.

El estudio utilizó como instrumento la ficha de observación, con cual se pudo evidenciar el estudio de suelos, el coeficiente de la escorrentía, datos del deterioro de la carpeta asfáltica, etc.

4.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Los datos recopilados del análisis de campo sobre la escorrentía y el desgaste de las carpetas asfálticas fueron procesados en el software Excel, luego para su análisis fueron presentados mediante la estadística descriptiva e inferencial, representados en tablas y gráficos, con lo cual se pudo abordar los resultados, las conclusiones y recomendaciones para mitigar el problema.

4.8. Aspectos éticos de la investigación

Respecto a los aspectos éticos que se aplicó en la investigación, que se basó en el Reglamento de investigación de la UPLA, para cual se tomó en cuenta algunos encisos del artículo 27:

b. Consentimiento informado y expreso. Se basó en que todas las personas involucradas lo realizan de manera libre, informada, específica e inequívoca, que están aportando a la investigación, asimismo que son conscientes en el uso de los datos de manera responsable.

c. Responsabilidad. Los estudiantes, docentes, investigadores y graduados deben desarrollar investigación con suma responsabilidad, por la relación a la institución, ya que tendrá una repercusión de manera individual, colectiva, institucional y social.

d. Veracidad. Deben garantizar la veracidad de los datos presentados, en todo el proceso de la investigación, así como la comunicación de los resultados obtenidos.

Según lo mencionado en el art. 28, la investigación se apega a los siguientes encisos:

a. Ejecutar investigaciones de manera originales, pertinentes, y coherentes que se basen en las líneas de investigación de la universidad.

b. Proceder con rigor científico asegurando la validez, la fiabilidad y credibilidad de sus métodos, fuentes y datos.

c. Asumir la responsabilidad en todas las áreas de la investigación, siendo consciente de manera individual, institucional y académica.

d. Reportar los resultados obtenidos respecto a la investigación realizada, para el uso de la comunidad científica

e. Tratar con sigilo la información obtenida utilizarlo para el uso o beneficio personal.

CAPÍTULO V: RESULTADOS

5.1. Descripción del diseño tecnológico

El diseño tecnológico plasma la esencia y naturaleza del proyecto, incluyendo varias fases de desarrollo para garantizar su éxito. Se prevén múltiples fases de desarrollo, lo que garantiza su éxito.

- **Planeamiento del proyecto:**

En esta fase se llega a detectar la necesidad definiendo un problema y un objetivo, en esta investigación el problema inicia con el desgaste de carpetas asfálticas a causa de la escorrentía en el jirón José Pardo de Chilca.

- **Búsqueda y selección de información:**

En este punto comienza la fase de recopilación de datos, que incluye actividades como la recogida de la muestra y la recopilación de antecedentes, bases teóricas, etc., para reunir referencias pertinentes al tema estudiado.

- **Proceso metodológico:**

En esta fase se aborda el tipo, nivel y diseño del estudio, además las técnicas de procesamiento y análisis de datos.

- **Proceso de generación de resultados:**

En esta fase se evidencian los cálculos para determinar el coeficiente de escorrentía y el estado de los desgastes de las carpetas asfálticas del jirón José Pardo de Chilca, con ello determinar la influencia de la variable independiente hacia la variable dependiente.

- Las conclusiones y recomendaciones:

En esta fase la determinación de la influencia de la escorrentía en el desgaste de carpetas asfálticas, permite recomendar mejoras para mitigar el problema.

5.2. Descripción de resultados

5.2.1 Escorrentía

A. Velocidad crítica del caudal de escorrentía

Tabla 5.1. Cálculos para determinar la velocidad crítica del caudal.

Buzones		Longitud "m"	Contribución por "has"				Total	Caudal calculado q (l/s)	Pendiente	Rh (m)	σ (pa)	VC (m/s)
Aguas Arriba	Aguas abajo		Cantidad de casas	Área pluvial	Demanda desagüe	Demanda pluvial			"s (m/m)"			
B.- 2	B.- 5	49.1	28.00	4159.00	0.1251	8.52	8.6451	0.04560	0.031	13.661	4.556	
B.- 5	B.- 11	89.2	30.00	6025.00	0.1325	9.98	10.1125	0.02251	0.124	21.001	6.554	
B.- 11	B.- 17	99.2	29.00	5312.00	0.1125	7.99	8.1025	0.03002	0.098	28.457	7.235	
B.- 17	B.- 23	121	26.00	4002.00	0.1102	6.82	6.9302	0.02562	0.215	16.263	3.114	
B.- 23	B.- 29	66	31.00	7.001.00	0.1495	9.91	10.0595	0.03021	0.167	8.218	8.240	
Promedio		84.900	28.800	4874.500	0.126	8.644	8.770	0.031	0.127	17.520	5.940	

Para hallar la velocidad crítica del caudal se utilizó el coeficiente de rugosidad (n) = 0.010 para tubería, establecida por la norma OS.010 del Reglamento Nacional de Edificaciones (2006).

En la tabla 5.1 se muestran los valores promedios, donde la longitud de los buzones fue de 84.900 m., de un promedio de 28 edificaciones, en el cual la demanda de desagüe fue de 0.126 y la demanda pluvial fue de 8.644, siendo el caudal calculado 8.770 y el radio hidráulico 0.127 con una pendiente de 0.031, finalmente con estos valores se calculó la velocidad crítica con la siguiente fórmula:

$$V_c = 6. \sqrt{g \cdot R_h}$$

Después de procesar los cálculos, el promedio de la velocidad crítica del caudal (V_c) fue de 5.940, con un valor máximo de 8.240 y una velocidad mínima de 3.114.

B. Grado de inclinación de la vía

- **Estudio topográfico**

En el estudio topográfico de las cuadras 1 y 2 del jirón José Pardo de Chilca, se identificó servicios de agua potable y alcantarillado, además se observó un terreno uniforme con pocos desniveles, a continuación, se muestran los resultados del grado de inclinación:

Cota inicial: 1129.23 msnm

Cota final: 1126.51 msnm

Distancia horizontal: 227 m.

Grado de inclinación: 0.01=1%

- Esto quiere decir que el grado de inclinación para las cuadras 1 y 2 es mínima; teniendo en cuenta que en la cuadra 3 del jirón José Pardo se identificó una rejilla de alcantarillado, lo que significa que el caudal de la escorrentía debe llegar hasta la ubicación de la rejilla.

En el estudio topográfico de las cuadras 2 y 4 del jirón José Pardo de Chilca, se identificó servicios de agua potable y alcantarillado, además se observó un terreno uniforme con pocos desniveles, a continuación, se muestran los resultados del grado de inclinación:

Cota inicial: 1123.56 msnm

Cota final: 1120.91 msnm

Distancia horizontal: 213 m.

Grado de inclinación: 0.01=1%

- Esto quiere decir que el grado de inclinación para las cuadras 3 y 4 es mínima; teniendo en cuenta que en la cuadra 3 del jirón José Pardo se identificó una rejilla de alcantarillado, lo que significa que el caudal de la escorrentía debe llegar hasta la ubicación de la rejilla, lo cual por el grado de inclinación de 1% la recaudación del caudal hacia la rejilla es deficiente.



Figura 5-1. Rejilla de la cuadra 3 del Jirón José Pardo

Fuente: Elaboración propia.

La rejilla ubicada en la cuadra 3 del Jirón José Pardo ha colapsado, lo que representa un riesgo para la seguridad y el tránsito peatonal y vehicular en la zona. Este colapso puede deberse a el deterioro estructural de la rejilla debido al paso del tiempo y la falta de mantenimiento adecuado



Figura 5-2. Estado del pavimento junto a la rejilla de alcantarillado y tapa de buzón.
Fuente: Elaboración propia

En la figura 1; se identificó la rejilla que se ubica en la cuadra 3 del jirón José Pardo, además en la figura 2; se identificó los buzones en la calle pavimentada con cota de fondo y cota de tapa, así mismo se pudo observar que el pavimento muestra un desgaste y deterioro avanzado, además el sistema de alcantarillado para la escorrentía solo existe en algunas cuadras del jirón José Pardo.

C. Evacuación de aguas pluviales de viviendas

Para calcular la evacuación pluvial de las viviendas, se empleó el método racional empelando la siguiente fórmula:

$$Q(lps) = \frac{C \times I (mm) \times A (m^2)}{3600}$$

Siendo:

Q: Caudal en litros por segundo = ¿?

C: Coeficiente de escorrentía= 0.60

I: Intensidad en milímetros por hora = 50

A: Área en metros cuadrados = ¿?

Además, para el cálculo se consideró desde las viviendas con áreas más pequeñas (65 m²) hasta las viviendas con áreas más grandes (625 m²), el área más grande pertenece a la institución educativa N° 20155 Francisco Bolognesi.

Tabla 5.2 Evacuación de aguas pluviales por vivienda según área (m2) del jirón José Pardo

Evacuación de agua pluvial		
N°	Viviendas (m²)	Q caudal en l/s
1	65	0.54
2	75	0.63
3	85	0.71
4	95	0.79
5	105	0.88
6	115	0.96
7	125	1.04
8	135	1.13
9	145	1.21
10	155	1.29
11	165	1.38
12	175	1.46
13	185	1.54
14	195	1.63
15	205	1.71
16	215	1.79
17	225	1.88
18	235	1.96
19	245	2.04
20	255	2.13
21	265	2.21
22	275	2.29
23	285	2.38
24	295	2.46

25	305	2.54
26	315	2.63
27	325	2.71
28	335	2.79
29	345	2.88
30	355	2.96
31	365	3.04
32	375	3.13
33	385	3.21
34	395	3.29
35	405	3.38
36	415	3.46
37	425	3.54
38	435	3.63
39	445	3.71
40	455	3.79
41	465	3.88
42	475	3.96
43	485	4.04
44	495	4.13
45	505	4.21
46	515	4.29
47	525	4.38
48	535	4.46
49	545	4.54
50	555	4.63

51	565	4.71
52	575	4.79
53	585	4.88
54	595	4.96
55	605	5.04
56	615	5.13
57	625	5.21
Promedios	345	2.88

En la Tabla 5.1, se visualiza que el caudal pluvial aumenta según el tamaño del área, es decir tiene una proporción lineal directa, siendo el promedio del área de las viviendas 345 m² con una evacuación de aguas pluviales de 2.88 litros por segundo.

- **Estudio de suelos**

El estudio de suelos del jirón José Pardo se realizó mediante el procedimiento visual con 2 calicatas de evidencia, analizados en un laboratorio especializado, teniendo en cuenta la Normas Técnicas Peruanas (NTP 339.150; 339.129; 339.127 y 339.134).

Tabla 5.3 Estudio de suelos - procedimiento visual

Calicata	Procedimiento visual (NTP 339.150)	
	Profundidad (m)	Descripción y clasificación de material.
C-1 Jr. José Pardo #1 y 2	0.0 - 0.80	Material de relleno.
	0.80 - 2.50	Arcilla arenosa de baja plasticidad, estado húmedo, de color marrón rojizo de consistencia media.
C-2 Jr. José Pardo #2 y 4	0.0 - 0.90	Material de relleno.
	0.90 - 3.50	Arcilla arenosa de baja plasticidad, estado húmedo, de color marrón oscuro de consistencia media.

En la tabla 5.3; la muestra 2 evidencia que el suelo a una profundidad de 3.5 metros, está compuesto por arcilla arenosa de estado húmedo y consistencia media con baja y de color marrón rojizo. Así mismo a una profundidad de 0.8 y 0.9 metros el suelo está compuesto por material de relleno, esto quiere decir que el suelo de las 4 cuadras del jirón José Pardo tiene un consistencia y regularidad homogénea.

5.2.1. Desgaste de carpetas asfálticas

Tabla 5.4 Unidad de medida de los tipos de fallas de las carpetas asfálticas

Código	Fallas	Unidad de medida
1	Huecos	Nº
2	Hinchamiento	m ²
3	Grietas de encogimiento	m ²
4	Ahuellamiento	m ²
5	Corrugaciones	m ²
6	Depresiones	m ²
7	Zanjas reparadas y baches	m ²
8	Agregados pulidos	m ²
9	Deformación por empuje	m ²
10	Grietas de deslizamiento	m ²
11	Grieta de fatiga	m ²
12	Desintegración y disgregación	m ²
13	Exudación de asfalto	m ²
14	Grietas de borde	m
15	Desnivel calzada - hombrillo	m
16	Grietas transversales y longitudinales	m
17	Grietas de reflexión de juntas	m
18	Hundimiento - Elevaciones	m

En la tabla 5.4; se presentó las unidades de medidas de los tipos de fallas de las carpetas asfálticas que en total son 18, de los cuales en las cuadras del jirón José Pardo se presentaron 4 tipos de fallas.

Tabla 5.5. Densidad y severidad de fallas de las carpetas asfálticas.

Tipo de fallas		Densidad	Severidad
Huecos	1	0.26	Media
	1	0.21	Media
	1	0.23	Media
	1	0.11	Baja
Zanjas reparadas y baches	7	0.73	Baja
	7	0.51	Alta
	7	0.72	Baja
	7	0.55	Alta
	7	0.56	Baja
	7	1.01	Baja
	7	0.77	Media
	7	0.84	Baja
	7	0.47	Media
	7	0.59	Media
	7	0.77	Media
	7	0.88	Media
	7	0.81	Media
	7	0.75	Baja
	7	0.58	Baja
	7	0.93	Media
	7	0.84	Media
	7	0.74	Media
	7	0.54	Media
	7	0.52	Media
	7	0.99	Media
Grietas de fatiga	11	1.23	Baja
	11	1.75	Baja
	11	1.21	Baja
	11	0.71	Media
	11	0.14	Alta
Desintegración y disgregación	12	5.46	Alta
	12	4.83	Media
	12	3.38	Media
Total	33 fallas		

En la tabla 5.5. de densidad y severidad de fallas de las carpetas asfálticas. Se evidencia 33 fallas con sus respectivas medidas en densidad y severidad de las carpetas asfálticas de las cuadras del jirón José Pardo, donde se identificaron 5 huecos, 21 zanjas reparadas

y baches, 5 grietas de fatiga y 3 desintegraciones y disgregaciones. Estas fallas se producen a causa de las escorrentías, donde la velocidad crítica del caudal es rápida, el grado de inclinación de la vía tiene poca pendiente hacia el sistema fluvial y la evacuación de aguas pluviales de las viviendas es alta, por todo ello se evidencian las fallas de las carpetas asfálticas.



Figura 5-3. Zanjas reparadas y baches
Fuente: (Araujo 2018).



Figura 5-4. Huecos en el pavimento flexible.
Fuente: Elaboración propia.

Se presentan por la falta de mantenimiento adecuado, como la reparación o sellado oportuno de grietas, puede permitir que pequeños problemas se conviertan en huecos más

grandes con el tiempo. La infiltración de agua debajo del pavimento debilita la estructura y contribuye a la formación de huecos debido a la erosión y la presión del agua.



Figura 5-5. Grietas de fatiga
Fuente: Elaboración Propia

Las grietas de fatiga son un tipo común de deterioro en las superficies de pavimentos asfálticos. Se forman debido a la acumulación de tensiones repetidas provocadas por el tráfico vehicular y los cambios de temperatura. Este tipo de grietas se manifiesta como una red de fisuras paralelas entre sí y perpendiculares al eje de la carretera. Son más prevalentes en áreas con tráfico intenso y condiciones climáticas extremas. Variaciones de temperatura: Los cambios de temperatura provocan la contracción y expansión del pavimento, generando tensiones que contribuyen al desarrollo de grietas. Espesor inadecuado del pavimento: La falta de espesor suficiente en la capa asfáltica puede hacer que el pavimento sea más susceptible a la fatiga y, por lo tanto, a la formación de grietas. Calidad del material: La calidad del asfalto utilizado en la construcción del pavimento y su resistencia a la fatiga son factores determinantes en la formación de grietas de fatiga.



Figura 5-6. Desintegración y disgregación
Desintegración y disgregación

Así mismo en la Tabla 5.6, se observa de las 33 fallas asfálticas la mayoría fueron de nivel media y 4 fallas tienen una severidad alta, por lo cual de acuerdo al nivel de severidad media y alta según la densidad, se determina que el índice de condición de las carpetas asfálticas de las cuadras del jirón José Pardo representa un pavimento con altas fallas, es decir las carpetas asfálticas se encuentran en mal estado, por lo que es de urgencia la intervención de las autoridades para mejorar las carpetas asfálticas y los sistemas pluviales. Así mismo las fallas asfálticas se evidencian en las figuras 3; 4; 5 y 6 donde se observan el desgaste de las carpetas asfálticas.

Tabla 5.6. Estudio de suelos con especificaciones de grava de arena, de finos y humedad.

Calicata	Profundidad (m)	NTP 339.129			Fracciones granulométrica			% Humedad (NTP 339.127)	Clasificación NTP 339.134
		Límite líquido	Límite plástico	Índice de plasticidad	% Grava	% Arena	% Finos		
C-1 Jr. José Pardo #1 y 2	2.5	35	16	13	6.1	24.2	59.9	18.1	Arcilla arenosa de baja plasticidad
C-2 Jr. José Pardo #2 y 4	3.5	36	18	14	0.9	22.9	74.1	16.8	Arcilla de baja plasticidad con arena
Promedios	3	35.5	17	13.5	3.5	23.55	67	17.45	

En la tabla 5.6, se evidencia las especificaciones de la grava de arena, de finos y de humedad, donde las muestras de las dos calicatas demuestran que el suelo de las 4 cuadras del Jr. José Pardo está compuesto por arcilla arenosa de baja plasticidad y arcilla de baja plasticidad con arena, según NTP 339.134. Además, la humedad más alta corresponde a la muestra de calicata 1 con 18.1%. Por otra parte, el promedio de grava fue de 3.5%, el promedio de Arena fue de 23.55% y el promedio de finos fue de 67%, en ese sentido los datos confirman que, las 4 cuadras del Jr. José Pardo tienen un consistencia y regularidad homogénea y están compuestos por arcilla arenosa de baja plasticidad y arcilla de baja plasticidad con arena.

5.3. Contrastación de hipótesis

Respecto a la hipótesis general

La escorrentía incrementa el desgaste de carpetas asfálticas en el Jirón José Pardo, Chilca – 2023.

- Para contrastar la hipótesis general se establece las hipótesis estadísticas, es decir la hipótesis de investigación y la hipótesis nula.

Hi. Existe relación estadísticamente significativa entre la escorrentía y el desgaste de carpetas asfálticas en el Jirón José Pardo, Chilca – 2023.

$$H_i = r \text{ de Pearson} > 0$$

Ho. No existe relación estadísticamente significativa entre la escorrentía y el desgaste de carpetas asfálticas en el Jirón José Pardo, Chilca – 2023.

$$H_o = r \text{ de Pearson} \leq 0$$

a) **Nivel de significancia:** 0.05

b) **Criterio:** Si el valor de significancia bilateral (p) es menor a 0,05 se rechaza la hipótesis nula.

c) **Determinación estadística de prueba:**

Se utilizó el estadístico adecuado para la prueba correlacional de Pearson.

Tabla 5.7 Correlación entre las variables según Pearson

		Escorrentía	Desgaste de carpetas asfálticas
Escorrentía	Correlación de Pearson	1	,875*
	Sig. (bilateral)		,034
	N	33	33
Desgaste de carpetas asfálticas	Correlación de Pearson	,875*	1
	Sig. (bilateral)	,034	
	N	33	33
*. La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral)			

d) Decisión:

Como el p-valor de Pearson es igual a 0,34, lo cual es menor que el nivel de significancia $\alpha = 0,05$, entonces se acepta la hipótesis de investigación, además la correlación de Pearson es de 0.875, esto quiere decir que la relación entre las variables es positiva fuerte, por lo tanto, se afirma que, existe relación estadísticamente significativa entre la escorrentía y el desgaste de carpetas asfálticas en el Jirón José Pardo, Chilca – 2023.

Finalmente, se afirma que, la escorrentía incrementa el desgaste de carpetas asfálticas en el Jirón José Pardo, Chilca – 2023.

Respecto a la hipótesis específica 1

- **Hi:** La velocidad crítica del caudal de escorrentía efectivamente influye en el desgaste de carpetas asfálticas en el Jirón José Pardo, Chilca – 2023.

H0: La velocidad crítica del caudal de escorrentía efectivamente no influye en el desgaste de carpetas asfálticas en el Jirón José Pardo, Chilca – 2023.

Para la prueba de hipótesis específica 1, se realizó cálculos para determinar la velocidad del caudal de escorrentía, así mismo se corroboró el desgaste de las carpetas asfálticas que a continuación se detalla:

Según los cálculos promedios, la longitud de los buzones fue de 84.900 m., de un promedio de 28 edificaciones, en el cual la demanda de desagüe fue de 0.126 y la demanda pluvial fue de 8.644, siendo el caudal calculado 8.770 y el radio hidráulico 0.127 con una pendiente de 0.031. así mismo se halló el promedio de la velocidad crítica del caudal (V_c) igual a 5.940, con un valor máximo de 8.240 y una velocidad mínima de 3.114.

Además, se corroboró 33 fallas asfálticas, donde la mayoría fueron de nivel media y 4 fallas con severidad alta, por lo cual, de acuerdo al nivel de severidad media y alta de acuerdo a la densidad, se determina que el índice de condición de las carpetas asfálticas de las cuadras del jirón José Pardo representa un pavimento con altas fallas, es decir las carpetas asfálticas se encuentran en mal estado.

En conclusión, Se acepta la hipótesis alterna la velocidad crítica del caudal de escorrentía efectivamente influye en el desgaste de carpetas asfálticas en el Jirón José Pardo, Chilca – 2023.

Respecto a la hipótesis específica 2

Hipótesis alterna H_1 : La inclinación de vía si incide en el desgaste de carpetas asfálticas en el Jirón José Pardo, Chilca – 2023.

Hipótesis nula H_0 : La inclinación de vía no incide en el desgaste de carpetas asfálticas en el Jirón José Pardo, Chilca – 2023.

Para la prueba de hipótesis específica 2, se realizó el estudio topográfico para determinar el grado de inclinación de la vía, así mismo se corroboró el desgaste de las carpetas asfálticas que a continuación se detalla:

Según el estudio topográfico, el grado de inclinación para las cuadras 1; 2; 3 y 4 es mínima; teniendo en cuenta que en la cuadra 3 del jirón José Pardo se identificó una rejilla de alcantarillado, lo que significa que el caudal de la escorrentía debe llegar hasta la ubicación de la rejilla, lo cual por el grado de inclinación de 1% la recaudación del caudal hacia la rejilla es deficiente. Así mismo, se identificó los buzones en la calle pavimentada con cota de fondo y cota de tapa, también se pudo observar que el sistema de alcantarillado para la escorrentía solo existe en algunas cuadras del jirón José Pardo.

Además, se corroboró 33 fallas asfálticas, donde la mayoría fueron de nivel media y 4 fallas con severidad alta, por lo cual, de acuerdo al nivel de severidad media y alta de acuerdo a la densidad, se determina que el índice de condición de las carpetas asfálticas de las cuadras del jirón José Pardo representa un pavimento con altas fallas, es decir las carpetas asfálticas se encuentran en mal estado.

En conclusión, la inclinación de vía si incide en el desgaste de carpetas asfálticas en el Jirón José Pardo, Chilca – 2023.

Respecto a la hipótesis específica 3

- La evacuación de aguas pluviales de viviendas evidentemente influye en el desgaste las carpetas asfálticas en el Jirón José Pardo, Chilca – 2023.

Para la prueba de hipótesis específica 3, se realizó cálculos para determinar la evacuación de aguas pluviales de viviendas, así mismo se corroboró el desgaste de las carpetas asfálticas que a continuación se detalla:

Según los cálculos el caudal pluvial aumenta según el tamaño del área, es decir tiene una proporción lineal directa, siendo el promedio del área de las viviendas 345 m² con una evacuación de aguas pluviales de 2.88 litros por segundo.

Además, se corroboró 33 fallas asfálticas, donde la mayoría fueron de nivel media y 4 fallas con severidad alta, por lo cual, de acuerdo al nivel de severidad media y alta de acuerdo a la densidad, se determina que el índice de condición de las carpetas asfálticas de las cuadras del jirón José Pardo representa un pavimento con altas fallas, es decir las carpetas asfálticas se encuentran en mal estado.

En conclusión, la evacuación de aguas pluviales de viviendas evidentemente influye en el desgaste las carpetas asfálticas en el Jirón José Pardo, Chilca – 2023.

CAPÍTULO VI: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En el estudio se determinó que la escorrentía incrementa el desgaste de carpetas asfálticas en el Jirón José Pardo, Chilca – 2023. Es decir, la velocidad crítica del caudal al resultar rápida ($V_c = 5.940$ m/s), el grado de inclinación de la vía al resultar con poca pendiente hacia el sistema fluvial (Pendiente = 1%) y la evacuación de aguas pluviales de las viviendas al resultar alta (2.88 litros por segundo), existe un incremento en el desgaste de carpetas asfálticas, los mismos que fueron corroborados con 33 fallas asfálticas donde la mayoría fueron de nivel media y 4 fallas tienen una severidad alta, por lo cual de acuerdo al nivel de severidad media y alta según la densidad, se determina que el índice de condición de las carpetas asfálticas de las cuadras del jirón José Pardo representa un pavimento con altas fallas, es decir las carpetas asfálticas se encuentran en mal estado. Este resultado se relaciona con lo abordado por Paiva y Panta (2020) quien menciona que, según la comprobación por el método del PCI, el estado del pavimento es malo y el tipo de falla es el hueco en su mayoría, esto se debe a la presencia de aguas pluviales, es decir la escorrentía, los componentes del drenaje influyen en la conservación de la estructura del pavimento y que para el diseño de ésta se deben tomar en cuenta también del diseño de un sistema de drenaje de aguas lluvias. Así mismo, Rojas y Farfán (2020) acota que, el drenaje pluvial ha recibido mayor importancia, puesto que es ecológicamente amigable, presentando un impacto positivo en la disminución del volumen de contaminantes de la escorrentía de aguas pluviales, como también posible solución a las inundaciones.

De igual forma se estableció que la velocidad crítica del caudal de escorrentía efectivamente influye en el desgaste de carpetas asfálticas en el Jirón José Pardo, Chilca – 2023. Es decir, según los cálculos promedios, la longitud de los buzones fue de 84.900 m., de un promedio de 28 edificaciones, en el cual la demanda de desagüe fue de 0.126 y la demanda pluvial fue de 8.644, siendo el caudal calculado 8.770 y el radio hidráulico 0.127 con una pendiente de 0.031. así mismo se halló el promedio de la velocidad crítica del caudal (V_c) igual a 5.940, con un valor máximo de 8.240 y una velocidad mínima de 3.114. En consecuencia, se evidenció que, las carpetas asfálticas presentan 33 fallas donde la mayoría fueron de nivel media y 4 fallas con severidad alta, por lo cual, de acuerdo al nivel de severidad media y alta de acuerdo a la densidad, se determina que el índice de condición de las carpetas asfálticas de las cuadras del jirón José Pardo representa un pavimento con altas fallas, es decir las carpetas asfálticas se encuentran en mal estado. Este resultado se asemeja a lo abordado por Espinoza (2022), quien refiere que, los grandes ciclos de lluvia, provocan inundaciones en las zonas urbanas. Es por ello que los “Sistemas urbanos de drenaje sostenible” (SUDS). ayudan a restaurar el ciclo hidrológico natural del agua, permitiendo controlar la cantidad y la calidad de la escorrentía. Dentro de los SUDS, se encuentran los pavimentos permeables, capaces de captar la escorrentía almacenarla e infiltrarla hacia el suelo.

Así mismo, se demostró que la inclinación de vía si incide en el desgaste de carpetas asfálticas en el Jirón José Pardo, Chilca – 2023. Es decir, Según el estudio topográfico, el grado de inclinación para las cuadras 1; 2; 3 y 4 es mínima; teniendo en cuenta que en la cuadra 3 del jirón José Pardo se identificó una rejilla de alcantarillado, lo que significa que el caudal de la escorrentía debe llegar hasta la ubicación de la rejilla, lo cual por el grado de inclinación de 1% la recaudación del caudal hacia la rejilla es deficiente. Así mismo, se identificó los buzones en la calle pavimentada con cota de fondo y cota de tapa, también se pudo observar que el sistema de alcantarillado para la escorrentía solo existe en algunas cuadras del jirón José Pardo. En consecuencia, se evidenció que, las carpetas asfálticas presentan 33 fallas donde la mayoría fueron de nivel media y 4 fallas con severidad alta, por lo cual, de acuerdo al nivel de severidad media y alta de acuerdo a la densidad, se determina que el índice de condición de las carpetas asfálticas de las cuadras del jirón José Pardo representa un pavimento con altas fallas, es decir las carpetas asfálticas se encuentran en mal estado. Este resultado se asemeja a lo abordado por Pareja (2021) quien refiere que, la escorrentía superficial, más

concretamente su cantidad, calidad y origen, constituye el principal problema del drenaje urbano. Las soluciones convencionales que solo se preocupan por la cantidad de agua a evacuar no funcionan a largo plazo. Las estrategias para la gestión del agua de lluvia deben planificarse en función del propósito y las condiciones locales.

Finalmente, se identificó que la evacuación de aguas pluviales de viviendas evidentemente influye en el desgaste las carpetas asfálticas en el Jirón José Pardo, Chilca – 2023. Es decir, según los cálculos el caudal pluvial aumenta según el tamaño del área, es decir tiene una proporción lineal directa, siendo el promedio del área de las viviendas 345 m² con una evacuación de aguas pluviales de 2.88 litros por segundo. En consecuencia, se evidenció que, las carpetas asfálticas presentan 33 fallas donde la mayoría fueron de nivel media y 4 fallas con severidad alta, por lo cual, de acuerdo al nivel de severidad media y alta de acuerdo a la densidad, se determina que el índice de condición de las carpetas asfálticas de las cuadras del jirón José Pardo representa un pavimento con altas fallas, es decir las carpetas asfálticas se encuentran en mal estado. por lo que es de urgencia la intervención de las autoridades para mejorar las carpetas asfálticas y los sistemas pluviales. Al respecto, Peralta (2019) refiere que, el control de las precipitaciones, a través de un óptimo sistema de alcantarillado pluvial que se planteó, mejorando así la calidad de vida de los pobladores de la Urbanización Terrazas del Mantaro.

CONCLUSIONES

1. Se determinó que la escorrentía incrementa el desgaste de carpetas asfálticas en el Jirón José Pardo, Chilca – 2023. Es decir, la velocidad crítica del caudal al resultar rápida ($V_c = 5.940$ m/s), el grado de inclinación de la vía al resultar con poca pendiente hacia el sistema fluvial (Pendiente = 1%) y la evacuación de aguas pluviales de las viviendas al resultar alta (2.88 litros por segundo), existe un incremento en el desgaste de carpetas asfálticas, los mismos que fueron corroborados con 33 fallas asfálticas donde la mayoría fueron de nivel media y 4 fallas tienen una severidad alta, por lo cual de acuerdo al nivel de severidad media y alta según la densidad, se determina que el índice de condición de las carpetas asfálticas de las cuadras del jirón José Pardo representa un pavimento con altas fallas, es decir las carpetas asfálticas se encuentran en mal estado. Además, según la contrastación de hipótesis mediante la prueba estadística de Pearson se halló que, el p-valor es igual a 0,34, lo cual es mayor que el nivel de significancia $\alpha = 0,05$; además la correlación de Pearson fue 0.875, por lo cual, se afirma que, la escorrentía incrementa el desgaste de carpetas asfálticas en el Jirón José Pardo, Chilca – 2023.
2. Se estableció que la velocidad crítica del caudal de escorrentía efectivamente influye en el desgaste de carpetas asfálticas en el Jirón José Pardo, Chilca – 2023. Es decir, según los cálculos promedios, la longitud de los buzones fue de 84.900 m., de un promedio de 28 edificaciones, en el cual la demanda de desagüe fue de 0.126 y la demanda pluvial fue de 8.644, siendo el caudal calculado 8.770 y el radio hidráulico 0.127 con una pendiente de 0.031. así mismo se halló el promedio de la velocidad crítica del caudal (V_c) igual a 5.940, con un valor máximo de 8.240 y una velocidad mínima de 3.114. En consecuencia, se evidenció que, las carpetas asfálticas presentan 33 fallas donde la mayoría fueron de nivel media y 4 fallas con severidad alta, por lo cual, de acuerdo al nivel de severidad media y alta de acuerdo a la densidad, se determina que el índice de condición de las carpetas asfálticas de las cuadras del jirón José Pardo representa un pavimento con altas fallas, es decir las carpetas asfálticas se encuentran en mal estado.
3. Se demostró que la inclinación de vía si incide en el desgaste de carpetas asfálticas en el Jirón José Pardo, Chilca – 2023. Es decir, Según el estudio topográfico, el grado de inclinación para las cuadras 1; 2; 3 y 4 es mínima; teniendo en cuenta que en la cuadra

3 del jirón José Pardo se identificó una rejilla de alcantarillado, lo que significa que el caudal de la escorrentía debe llegar hasta la ubicación de la rejilla, lo cual por el grado de inclinación de 1% la recaudación del caudal hacia la rejilla es deficiente. Así mismo, se identificó los buzones en la calle pavimentada con cota de fondo y cota de tapa, también se pudo observar que el sistema de alcantarillado para la escorrentía solo existe en algunas cuadras del jirón José Pardo. En consecuencia, se evidenció que, las carpetas asfálticas presentan 33 fallas donde la mayoría fueron de nivel media y 4 fallas con severidad alta, por lo cual, de acuerdo al nivel de severidad media y alta de acuerdo a la densidad, se determina que el índice de condición de las carpetas asfálticas de las cuadras del jirón José Pardo representa un pavimento con altas fallas, es decir las carpetas asfálticas se encuentran en mal estado.

4. Se identificó que la evacuación de aguas pluviales de viviendas evidentemente influye en el desgaste las carpetas asfálticas en el Jirón José Pardo, Chilca – 2023. Es decir, según los cálculos el caudal pluvial aumenta según el tamaño del área, es decir tiene una proporción lineal directa, siendo el promedio del área de las viviendas 345 m² con una evacuación de aguas pluviales de 2.88 litros por segundo. En consecuencia, se evidenció que, las carpetas asfálticas presentan 33 fallas donde la mayoría fueron de nivel media y 4 fallas con severidad alta, por lo cual, de acuerdo al nivel de severidad media y alta de acuerdo a la densidad, se determina que el índice de condición de las carpetas asfálticas de las cuadras del jirón José Pardo representa un pavimento con altas fallas, es decir las carpetas asfálticas se encuentran en mal estado. por lo que es de urgencia la intervención de las autoridades para mejorar las carpetas asfálticas y los sistemas pluviales.

RECOMENDACIONES

1. El área especializada de la Municipalidad de Chilca debe prevenir la degradación gradual de las fallas del pavimento flexible causadas por la penetración del agua, es crucial ejecutar con prontitud programas de mantenimiento vial. Además, es esencial renovar los sistemas de aguas pluviales a lo largo del jirón José Pardo, garantizando el pleno cumplimiento de las normas establecidas en el Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial. Esta medida es crucial para evitar la acumulación o el flujo excesivo de agua, que podría conducir a la degradación de las superficies de asfalto.
2. Realizar un análisis hidrológico utilizando datos de estaciones pluviométricas cercanas para comparar los caudales de diseño y seleccionar los datos más desfavorables para la delimitación de la red de drenaje pluvial. Además, realizar periódicamente estudios para evaluar el estado de las capas de pavimento asfáltico. Además, se recomienda realizar periódicamente estudios para evaluar el estado del pavimento asfáltico, con el objetivo de detectar cualquier defecto en sus primeras fases y determinar con prontitud su nivel de gravedad. Esto permitirá implementar medidas de rehabilitación adecuadas, asegurando tratamientos de mantenimiento rutinarios y periódicos del jirón José Pardo.
3. Los contratistas deben incluir la inclusión de la capa asfáltica en sus medidas de control de calidad, ya que cualquier interrupción en la aplicación sin fisuras de la mezcla asfáltica durante un tiempo muy frío puede dar lugar a la formación de juntas frías, que posteriormente se convierten en fracturas longitudinales y transversales.
4. Abordar los defectos observados en la superficie de asfalto, como depresiones, grietas y baches. Esto es necesario para evaluar el alcance de los daños causados por sistemas pluviales inadecuados y realizar los ajustes o reparaciones necesarios para evitar un mayor deterioro. Es aconsejable utilizar protocolos establecidos para este objetivo, todos los cuales se adhieren a las directrices existentes para el mantenimiento de las superficies de asfalto. Es aconsejable implantar un sistema de red diferenciado que incluya un sistema de drenaje pluvial.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amaya, W., Rodríguez, H., & Espinoza, D. (2022). Guía práctica para el diseño de cunetas y alcantarillas como sistema de drenaje para carreteras de tercer orden, municipio de Ataco departamento de Tolima. *Ingenio Magno*, 1, 21–42. <http://revistas.ustatunja.edu.co/index.php/ingeniomagno/article/view/2572/2091>
- Araujo, H. (2018). *Influencia de la soda cáustica en la estabilización de suelos en la zona de Huanchaco - Trujillo, 2018* [Univerisdad Privada de Trujillo]. <http://repositorio.uprit.edu.pe/handle/UPRIT/185>
- Arias, F. (2006). *El proyecto de investigación*.
- Baldi, A., & Elizondo, A. (2020). *Beneficios del uso de cal hidratada en mezclas asfálticas*.
- Bravo, M. (2020). *Evaluación superficial de pavimentos asfálticos mediante las metodologías del MTC Perú y PCI* [Universidad Ricardo Palma]. https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/3895/CIV-T030_10547333_T_BRAVO REYES MIGUEL.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Cárdenas, E. (2018). *Análisis del proceso de tratamiento de agua y su incidencia en el medio ambiente en la compañía de transportes Catar*.
- Carrión, E., & Salazar, J. (2023). *Análisis comparativo del índice de condición de pavimento en la Av. La Cultura entre Santa ÚRSULA Y mARISCAL Gamarra por los Métodos Paser y PCI año 2022*.
- Chávez, D., & Odar, G. (2019). *Propuesta de estabilización con cal para subrasantes con presencia de suelos arcillosos en bofedales y su influencia en el pavimento rígido bajo la metodología de diseño AASHTO 93 aplicado al tramo 1 de la carretera Oyón-Ambo* [Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. <http://hdl.handle.net/10757/625903>
- Chávez, J. (2017). *Análisis de la carpeta asfáltica modificada con polímero SBS en el clima frígido de la región Junín – Yauli. 2017* [Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/1391>
- Espinoza, S. (2022). *Pavimentos permeables, como estrategia para el control de escorrentias de la ciudad de Curicó*.

- Esteban, W. (2016). *Comparación de las metodologías VIZIR y PCI con fines de intervención en la carretera PE-18A tramo km 15+000 - km 25+306*. Universidad Nacional “Hermilio Valdizan” Huánuco.
- Figuerola, A. (2015). *Investigación sobre el efecto del agua en el asfalto y su impacto en la mezcla asfáltica* [Pontificia Universidad Javeriana]. <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/33624>
- García, L., Arango, C., & Sierra, J. (2019). *Descripción De La Ruta Técnica Productiva Y De Gestión De Los Cultivos De Frutas Exóticas De Gulupa Y Uchuva En El Municipio De Rionegro* (pp. 1–167).
- Gunawardena, J., Liu, A., & Egodawatta, P. (2018). *Influence of Traffic and Land Use on Urban Stormwater Quality* (Springer (ed.)).
- Gutiérrez, C. A. (2010). *Estabilización química de carreteras no pavimentadas en el Perú y ventajas comparativas del Cloruro de Magnesio (Bischofita) frente al Cloruro de Calcio* [Universidad Ricardo Palma]. <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/116>
- Hernández, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodologías de la investigación, las Rutas cuantitativas, cualitativas*.
- INACAP. (2020). Introducción a la Mecánica de Suelos. *Universidad Tecnológica de Chile*, 1–18. http://www.inacap.cl/web/material-apoyo-cedem/alumno/Construccion/G03_Clasificacion_de_Suelos.pdf
- Jegatheesan, V. (2019). *Urban Stormwater and Flood* (Springer (ed.)).
- Jiménez, C., & Julón, J. (2021). *Evaluación de la estructura del pavimento flexible y su relación con el estado de conservación de la carretera morales - San Pedro de Cumbaza, Provincia y Departamento de San Martín*.
- Lima, R., & Neire, C. (2020). *Análisis Del Uso Del Reciclado Con Asfalto Espumado Para La Rehabilitación De Pavimentos En Zonas Urbanas*.
- Maticorena, K., & Monteza, J. (2023). *Evaluación de la eficiencia del concreto permeable aplicado en pavimentos en relación al caudal y sedimentos de la escorrentía superficial en la provincial de Jaén 2020*.
- Mayorca, J. (2021). *Análisis comparativo de fallas en pavimento flexible mediante el*

- método PCI usando VANT, Av. Túpac Amaru - Carabayllo - Lima 2021* [Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/79561>
- Montero, L., & Garcia, J. (2017). Panorama multidimensional del desarrollo urbano. *El Presente Documento Fue Preparado Por Johann García, Consultora de La División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos de La Comisión Económica Para América Latina y El Caribe (CEPAL), Bajo La Supervisión de Laetitia Montero, Oficial de Asuntos, VIII, 1–113.*
- Montoya, M. (2019). Conocimientos y actitudes en estudiantes de secundaria hacia la conservación del arbolado urbano para mitigar el cambio climático. *Universidad Nacional Agraria La Molina, 1–293.*
- Morales, J. (2009). *Estudio de la influencia de determinadas variables en el ruido urbano producido por el tráfico de vehículos.*
- National Association of City Transportation, O. (2017). *Urban Street Stormwater Guide* (N. A. of C. T. Officials (ed.)).
- Otalora, E. (2018). *Propuesta de alcantarillado pluvial para garantizar el drenaje para escorrentía superficial - Barrio San Vicente Suroriental, localidad San Cristóbal - Bogotá D.C.* Universidad Católica de Colombia.
- Paredes, C., & Torres, Y. (2022). *Evaluación del pavimento flexible mediante métodos del PCI y VIZIR con dron en un tramo de la carretera Reposo Saramiriza, Bagua, Amazonas, para una propuesta de mejora – 2022* [Universidad Tecnológica del Perú]. <https://hdl.handle.net/20.500.12867/7136>
- Pareja, C. (2021). *Importancia del control y gestión de la escorrentía en las ciudades sostenibles* (pp. 1–147).
- Peralta, J. (2019). *Influencia del sistema de alcantarillado pluvial en la Urbanización Terrazas del Mantaro - Huancayo 2018* (pp. 1–31).
- Pino, J. (2020). *Estudio de la permeabilidad de las mezclas asfálticas utilizadas en la región del Maule y presentación de una posible mejora de esta propiedad.* Universidad De Talca.
- Posada, V. (2019). *Determinación del estado de redes de alcantarillado y su necesidad o no de ser sometidas a renovación/rehabilitación teniendo en cuenta minería de*

datos [Universidad de los Andes]. <http://hdl.handle.net/1992/44124>

- Programa Nacional de Agua, P. de A. al S. de S. (2021). *NORMA OS.060* (pp. 1–45).
- Pumaricra, D. (2019). *Cloruro de magnesio como aditivo en el tratamiento de las propiedades físico-mecánicas de la superficie de rodadura en carreteras no pavimentadas*. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.
- Ramírez, A. (2023). *Armonizando las Aguas Estrategias ecológicas para la gestión y la mitigación de la inundabilidad*. 1–33.
- Rebolledo, S. (2021). *Evaluación de la viabilidad de implementación de las estructuras de pavimentos permeables, como alternativa de drenaje urbano para el control de escorrentías en la ciudad de Villavicencio*.
- Rojas, E., & Farfán, J. (2020). *Influencia del concreto permeable en los pavimentos como sistema alternativo de drenaje pluvial* (pp. 1–23).
- Sánchez, H., & Reyes, C. (2015). Metodología y diseños en la investigación científica. In *Business Support Anneth: Vol. 5ta e*.
- Sierra, C., & Rivas, A. (2016). *Aplicación y comparación de las diferentes metodologías de diagnóstico para la conservación y mantenimiento del tramo PR 00+000 de la vía al llano (DG 78 BIS SUR - Calle 84 SUR) en la UPZ Yomasa*. Universidad Católica de Colombia.
- Soriano, L. (2015). *Indicadores de sostenibilidad de la gestión integral de las aguas de lluvia en los entornos urbanos: aplicación a la ciudad de Zaragoza*.
- Staub de Melo, J., Buzzi Torres, I., & Villena, J. (2019). Aplicación de enfoques de análisis y criterios de rotura en ensayos de fatiga y su influencia en la predicción de la vida útil de la capa de rodadura asfáltica en la estructura del pavimento. *Revista Ingeniería de Construcción*, 34(3), 268–277. <https://doi.org/10.4067/s0718-50732019000300268>
- Urbano, S. (2015). *Diseño alternativo de un sistema de drenaje pluvial para las avenidas Antonio Raymondi y Mariscal Luzuriaga en la ciudad de Huaraz-2015*.
- Vásquez, L. (2002). *Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras* (Primera). INGEPAV.

- Vergara, A. (2015). *Evaluación Del Estado Funcional Y Estructural Del Pavimento Flexible Mediante La Metodología Pci Tramo Quichuay -Ingenio Del Km 0+000 Al Km 1+000*.
- Villarreal, M. (2022). *Analisis del desgaste de los agregados pétreos en el departamento de santander* (pp. 1–80).
- Walter, J. (2023). Mejoramiento de la Subrasante en la construcción de pistas y veredas del Barrio Visalot Alto - Utucbamba-Amazonas. In *Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo* (pp. 1–174).
- Yassi, A., Kjellström, T., Kok, T. De, & Guidotti, T. L. (2002). *Salud ambiental básica*.

ANEXOS

Anexo N° 01: matriz de consistencia

Matriz de consistencia

Tesis: “INFLUENCIA DE LA ESCORRENTÍA EN EL DESGASTE DE CARPETAS ASFÁLTICAS EN EL JIRÓN JOSÉ PARDO, CHILCA - 2023”

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
<p>Problema general: ¿De qué manera influye la escorrentía en el desgaste de carpetas asfálticas en el Jirón José Pardo, Chilca – 2023?</p> <p>Problemas específicos: a) ¿En qué medida el caudal ¿En qué medida la velocidad crítica del caudal de escorrentía influye en el desgaste de carpetas asfálticas en el Jirón José Pardo, Chilca – 2023? b) ¿De qué forma el grado de inclinación de la vía incide en el desgaste de carpetas asfálticas en el Jirón José Pardo, Chilca – 2023? c) ¿Como la evacuación de aguas pluviales de viviendas influye en el desgaste las carpetas asfálticas en el Jirón José Pardo, Chilca – 2023?</p>	<p>Objetivo general: Determinar de qué manera influye la escorrentía en el desgaste de carpetas asfálticas en el Jirón José Pardo, Chilca – 2023.</p> <p>Objetivos específicos: a) Establecer en qué medida la velocidad crítica del caudal de escorrentía influye en el desgaste de carpetas asfálticas en el Jirón José Pardo, Chilca – 2023 b) Demostrar de qué forma el grado de inclinación de la vía incide en el desgaste de carpetas asfálticas en el Jirón José Pardo, Chilca – 2023 b) Identificar cómo la evacuación de aguas pluviales de viviendas influye en el desgaste las carpetas asfálticas en el Jirón José Pardo, Chilca – 2023</p>	<p>Hipótesis general: La escorrentía incrementa el desgaste de carpetas asfálticas en el Jirón José Pardo, Chilca – 2023</p> <p>Hipótesis específicas: a) La velocidad crítica del caudal de escorrentía efectivamente influye en el desgaste de carpetas asfálticas en el Jirón José Pardo, Chilca – 2023 b) La inclinación de vía si incide en el desgaste de carpetas asfálticas en el Jirón José Pardo, Chilca – 2023 c) La evacuación de aguas pluviales de viviendas evidentemente influye en el desgaste las carpetas asfálticas en el Jirón José Pardo, Chilca – 2023</p>	<p>Variable independiente (X): La escorrentía</p> <p>Variable dependiente (Y): Desgaste de carpetas asfálticas</p>	<p>- D1: Topografía</p> <p>Intensidad de precipitación pluvial</p> <p>D1: PCI (índice de condición del pavimento)</p>	<p>-Levantamiento topográfico</p> <p>1. Ligera 2. Moderada 3. Fuerte</p> <p>-Rugosidad -Grietas longitudinales -Grietas transversales -Pendiente Transversal -Parches deteriorados</p>	<p>Método científico: En esta investigación se aplicó el método científico.</p> <p>Tipo de investigación: Aplicada</p> <p>Nivel de investigación: Explicativo</p> <p>Diseño de investigación: No experimental transeccional explicativo</p> <p>Población: Conformada por la escorrentía que se presenta en todas las cuadras del Jirón José Pardo de Chilca (L =0.350 Km) que en total son 4 cuadras.</p> <p>Muestra (muestreo no probabilístico): Conformada por la escorrentía que se presenta en todas las cuadras del Jirón José Pardo de Chilca (L =0.350 Km) que en total son 4 cuadras.</p>

Tabla 0.1 Matriz de consistencia

Anexo N° 02: matriz de operacionalización de las variables

Tabla 0.2. Matriz de operacionalización de las variables.

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
V1: Escorrentía	La escorrentía se refiere al flujo de agua superficial que se produce después de una precipitación pluvial. En el contexto de tu estudio, se está considerando cómo esta escorrentía afecta a las condiciones de la vía.	la variable de escorrentía se operacionaliza mediante sus componentes que vienen a ser las dimensiones	D1: Topografía Intensidad de precipitación pluvial	Levantamiento topográfico 1. Ligera 2. Moderada 3. Fuerte
V2: Desgaste de carpeta asfáltica	Este término se refiere al proceso gradual de deterioro o desgaste de la capa de asfalto que se utiliza para pavimentar una vía. Puede incluir problemas como grietas, baches, pérdida de adherencia y rugosidad superficial.	la variable desgaste de carpeta asfáltica se operacionaliza mediante sus componentes que vienen a ser las dimensiones	D1: PCI (índice de condición del pavimento)	-Rugosidad -Grietas longitudinales -Grietas transversales -Pendiente Transversal -Parches deteriorados

Anexo N° 03: Matriz de operacionalización del instrumento

Tabla 0.3 Matriz de operacionalización del instrumento

Variable	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Escala
V1: Escorrentía	D1: Topografía	Levantamiento topográfico	Ficha de recopilación de información	Razón/valor/intervalo/
	Intensidad de precipitación pluvial	1. Ligera 2. Moderada 3. Fuerte		
V2: Desgaste de carpeta asfáltica	D1: PCI (índice de condición del pavimento)	-Rugosidad -Grietas longitudinales -Grietas transversales -Pendiente Transversal -Parches deteriorados	Ficha de recopilación de información	Razón/valor/intervalo/

Anexo N° 04: Instrumento de investigación y constancia de su aplicación

N°	Tipo de Fallo	Cod.	Unidad
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2
2	Exudación	EX	m2
3	Agrietamiento en Bloque	BLO	m2
4	Abultamientos y Hundimientos	ABH	m2
5	Corugación	COR	m2
6	Depresión	DEP	m2
7	Grieta de Borde	GB	m
8	Grieta de reflexión de Junta	GR	m
9	Grietas Transversales	GT	m
10	Grietas Longitudinales	GL	m
11	Parqueo	PA	m2
12	Pulimento de agregados	PU	m2

N°	Tipo de Fallo	Cod.	Unidad
13	Huecos	HUE	und
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2
15	Ahuellamiento	AHU	m2
16	Desplazamiento	DES	m2
17	Grieta de deslizamiento	GD	m2
18	Hinchamiento	HN	m2
19	Disgregación y desintegración	DD	m2

Severidades		
Low	Baja	L
Medium	Media	M
High	Alta	H

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)	ORDENAR
		1	2	3	4	5				
PC									28.00%	
EX									12.00%	
BLO									7.00%	
ABH									3.00%	
COR										
DEP										
GB	M	2.50	8.00			10.50	1.53%	7.00%		
GR										
GT	H	2.40				2.40	0.35%	3.00%		
GL	H	14.35	13.60	3.15	15.40	46.50	6.79%	28.00%		
PA	M	1.08				1.08	0.16%	12.00%		
PU										
HUE										
CVF										
AHU										
DES										
GD										
HN										
DD										
Total VD =								50.00%		

Evaluar si los valores superan el 2.00%

CASO 01: Los valores deducidos no superan el 2.00%

CASO 02: Los valores deducidos si superan el 2.00%

Número de valores deducidos >2, (q):

Valor deducido más alto (HVDI):

Número máximo de valores deducidos (mi):

DM	PROCEDER
28.00%	
28.00%	ITERAR

4	valor a utilizar
28.00%	
7.61	



Valor Deducido Corregido (VDC)
Deducción Máxima (DM)

N°	VALORES DEDUCIDOS (*)					VDT	q	VDC
1	28.00	12.00	7.00	3.00		50.00	4	26.00%
2	28.00	12.00	7.00	2.00		49.00	3	30.00%
3	28.00	12.00	2.00	2.00		44.00	2	33.00%
4	28.00	2.00	2.00	2.00		34.00	1	35.00%
5								
6								
7								
8								
9								
10								
Max VDC =								124.00%

* OJO: Correcto

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI):

PCI= $100 - (\text{Máx VDC o Total VD})$

PCI= **65.00%**

CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO: **REGULAR**

Anexo N° 05: La data del procesamiento de datos

Buzones		Longitud	Contribución por "has"				Total	Caudal	Pendiente	Rh	σ	VC
			calculado	(m)	(m/s)							
Aguas Arriba	Aguas abajo	"m"	Cantidad de casas	Área pluvial	Demanda desagüe	Demanda pluvial	q (l/s)	"s (m/m)"				
Bz.- 2	Bz.- 7	49.10	28	4159	0.1251	8.52	8.6451	0.0456	0.031	13.661	4.556	
Bz.- 7	Bz.- 13	89.20	30	6025	0.1325	9.98	10.1125	0.02251	0.124	21.001	6.554	
Bz.- 13	Bz.- 19	99.20	29	5312	0.1125	7.99	8.1025	0.03002	0.098	28.457	7.235	
Bz.- 19	Bz.- 25	121.00	26	4002	0.1102	6.82	6.9302	0.02562	0.215	16.263	3.114	
Bz.- 25	Bz.- 31	66.00	31	7.001.00	0.1495	9.91	10.0595	0.03021	0.167	8.218	8.24	
Promedio		84.900	28.800	4874.500	0.126	8.644	8.770	0.031	0.127	17.520	5.940	

Aporte Pluvial		
N°	Viviendas (m²)	Q caudal en l/s
1	65	0.54
2	75	0.63
3	85	0.71
4	95	0.79
5	105	0.88
6	115	0.96
7	125	1.04
8	135	1.13
9	145	1.21
10	155	1.29
11	165	1.38
12	175	1.46
13	185	1.54
14	195	1.63
15	205	1.71
16	215	1.79
17	225	1.88
18	235	1.96
19	245	2.04
20	255	2.13
21	265	2.21
22	275	2.29
23	285	2.38
24	295	2.46
25	305	2.54
26	315	2.63
27	325	2.71
28	335	2.79
29	345	2.88
30	355	2.96
31	365	3.04
32	375	3.13

33	385	3.21
34	395	3.29
35	405	3.38
36	415	3.46
37	425	3.54
38	435	3.63
39	445	3.71
40	455	3.79
41	465	3.88
42	475	3.96
43	485	4.04
44	495	4.13
45	505	4.21
46	515	4.29
47	525	4.38
48	535	4.46
49	545	4.54
50	555	4.63
51	565	4.71
52	575	4.79
53	585	4.88
54	595	4.96
55	605	5.04
56	615	5.13
57	625	5.21
Promedio	345	2.875

Calicata	Profundidad (m)	NTP 339.129			Fracciones granulométrica			% Humedad (NTP 339.127)	Clasificación NTP 339.134
		Limite líquido	Limite plástico	Índice de plasticidad	%	%	%		
Grava	Arena				Finos				
C-1 Jr. José Pardo #1 y 2	2.5	35	16	13	6.1	24.2	59.9	18.1	Arcilla arenosa de baja plasticidad
C-2 Jr. José Pardo #2 y 4	3.5	36	18	14	0.9	22.9	74.1	16.8	Arcilla de baja plasticidad con arena
Promedios	3	35.5	17	13.5	3.5	23.55	67	17.45	

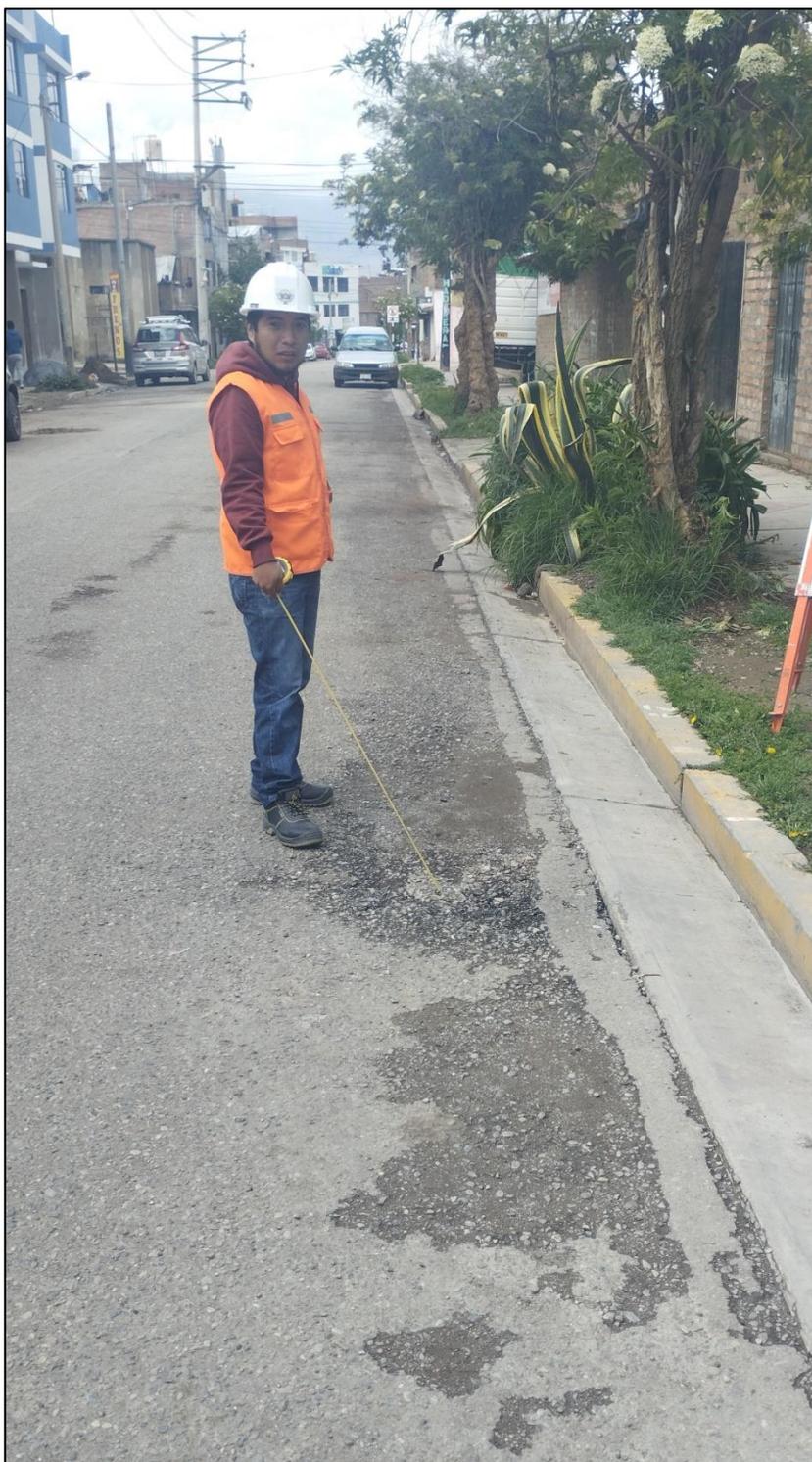
Anexo N° 06: Fotografía de la aplicación del instrumento



Fotografía 1. Realizando el levantamiento topográfico.



Fotografía 2. Realizando la inspección visual del daño superficial de la carpeta asfáltica.



Fotografía 3 Daño superficial textura inadecuada falla por desintegración y disgregación.



Fotografía 4 Canalización de aguas pluviales desde viviendas mediante tuberías suspendidas hacia la carpeta asfáltica.



Fotografía 5 Evacuación de aguas pluviales de la escuela Bolognesi



Fotografía 6 Medición de falla estructural del pavimento, hueco con un nivel medio