



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Mejoramiento de la infraestructura vial de la avenida Las Palmas,
Distrito de Villa María del Triunfo, Lima.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Espinoza Cochaches, Fernando Stanislao (ORCID: 0000-0002-4710-7863)

Linares Loayza, Noelia Steffany (ORCID: 0000-0003-4425-6465)

ASESORES:

Mg. Villar Quiroz Josualdo Carlos (ORCID: 0000-0003-3392-9580)

Mg. Horna Araujo, Luis Alberto (ORCID: 0000-0002-3674-9617)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE

DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL

TRUJILLO - PERÚ

2021

Dedicatoria

A mis padres, Noelia y Marco, quienes con su esfuerzo, paciencia, apoyo y amor me permitieron cumplir mi objetivo de ser profesional, guiándome e inculcándome valores.

A mi mamá Adriana y tío Walter, por su apoyo y palabras de aliento, las cuales fueron el motor para seguir y a toda mi familia, quienes con sus oraciones y consejos me brindaron la motivación para poder lograr una de mis metas.

Linares Loayza, Noelia Steffany

A mis padres, mis hermanos, a mi sobrina Rihanna y a mi cuñado Jhordan que está en el cielo, a quienes amo con toda mi vida, en especial a mi madre por ser mi apoyo incondicional, por guiarme por un buen camino y estar siempre conmigo en los buenos y malos momentos de mi vida.

Espinoza Cochaches, Fernando Stanislao

Agradecimiento

Agradecer en primer lugar a Dios, quien ha sido mi guía y fortaleza para llegar a cumplir de manera exitosa esta etapa de mi desarrollo como profesional.

De igual manera mi agradecimiento a la Universidad Cesar Vallejo y sus docentes, por brindarme conocimientos a lo largo de mi vida universitaria.

A mis padres, por su apoyo y por motivarme a ser mejor cada día. A mi familia, que de una u otra forma siempre estuvieron apoyándome.

A todos, muchas gracias.

Linares Loayza, Noelia Steffany

A Dios, por estar siempre presente en mi vida a pesar de los errores cometidos, por darme salud y conocimiento. A mis padres, por apoyarme en lo que han podido para mis estudios y por su amor incondicional. A mis hermanos, por sus palabras de apoyo en todo momento. A mi cuñado Jhordan por su optimismo y esperanza que siempre me reflejaba. Al PRONABEC por cubrir mis gastos durante mi último año de estudios. A la Universidad César Vallejo y su plana docente de la escuela de Ingeniería Civil, en especial a los Ingenieros Josualdo Villar y Luis Horna por la asesoría brindada durante el desarrollo de la presente investigación.

Espinoza Cochaches, Fernando Stanislao

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|---|-----------|
| Dedicatoria | i |
| Agradecimiento | ii |
| Resumen | iii |
| Abstract | iv |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.1. Realidad Problemática | 1 |
| 1.2. Planteamiento del problema | 4 |
| 1.3. Justificación | 4 |
| 1.4. Hipótesis | 5 |
| 1.5. Objetivos | 6 |
| 1.5.1. Objetivo general | 6 |
| 1.5.2. Objetivos específicos | 6 |
| II. MARCO TEÓRICO | 7 |
| 2.1. Antecedentes | 7 |
| 2.2. Bases teóricas | 14 |
| III. METODOLOGÍA | 26 |
| 3.1. Enfoque, tipo y diseño de investigación | 26 |
| 3.2. Operacionalización de variables | 28 |
| 3.3. Población, muestra y muestreo | 29 |
| 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos | 29 |
| 3.5. Procedimientos | 31 |
| 3.5.1. Evaluación del estado actual del pavimento | 31 |
| 3.5.2. Estudio de tráfico | 34 |
| 3.5.3. Estudio de mecánica de suelos | 38 |
| 3.5.4. Diseño del pavimento flexible: Método Guía AASHTO 93 | 43 |

| | |
|--|----|
| 3.6. Método de Análisis de datos..... | 55 |
| 3.7. Aspectos éticos..... | 56 |
| 3.8. Desarrollo del proyecto de investigación | 56 |
| 3.8.1. Evaluación del estado actual del pavimento..... | 56 |
| 3.8.2. Estudio de tráfico | 62 |
| 3.8.3. Estudio de mecánica de suelos..... | 69 |
| 3.8.4. Diseño del pavimento flexible | 71 |
| IV. RESULTADOS..... | 75 |
| 4.1. Evaluación del estado actual del pavimento | 75 |
| 4.1.1. Índice de condición del pavimento | 75 |
| 4.2. Estudio de tráfico..... | 75 |
| 4.2.1. IMDA | 75 |
| 4.2.2. Cálculo de Ejes Equivalentes (ESAL) | 76 |
| 4.3. Estudio de mecánica de suelos | 76 |
| 4.3.1. Clasificación de suelos | 76 |
| 4.3.2. CBR..... | 76 |
| 4.4. Diseño de pavimento flexible..... | 77 |
| 4.4.1. Diseño Estructural..... | 77 |
| V. DISCUSIÓN..... | 78 |
| VI. CONCLUSIONES..... | 81 |
| VII. RECOMENDACIONES | 82 |
| VIII. REFERENCIAS..... | 83 |
| ANEXOS | 86 |
| Anexo 1. Declaratoria de autenticidad (autores) | 86 |
| Anexo 2. Declaratoria de autenticidad (asesor) | 87 |
| Anexo 3. Operacionalización de variables | 88 |
| Anexo 4. Instrumentos de recolección de datos. | 92 |

| | |
|---|-----|
| Anexo 5. Documentos..... | 131 |
| Anexo 6. Validez y confiabilidad de los instrumentos..... | 164 |
| Anexo 7. Panel fotográfico | 165 |
| Anexo 8. Análisis de similitud..... | 168 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla N°1. Matriz de clasificación de variables | 28 |
| Tabla N°2. Matriz de operacionalización de variables..... | 28 |
| Tabla N°3. Instrumentos y validación | 29 |
| Tabla N°4. Tipos de fallas | 31 |
| Tabla N°5. Factores de distribución direccional y de carril..... | 35 |
| Tabla N°6. Relación de cargas por eje para determinar EE. Para afirmados, pavimentos flexibles y semirrígidos..... | 37 |
| Tabla N°7. Tabla de pesos y medidas..... | 37 |
| Tabla N°8. Factor de ajuste por presión de neumático (Fp)..... | 38 |
| Tabla N°8. Número de repeticiones acumuladas de EE de 8.2t, en el carril de diseño | 44 |
| Tabla N°9. Categorías de sub rasante | 44 |
| Tabla N°10. Valores recomendados de Nivel de Confiabilidad Para una sola etapa de diseño (10 ó 20 años) según rango de Tráfico | 46 |
| Tabla N°11. Coeficiente Estadístico de la desviación Estándar Normal (Zr). Para una sola etapa de diseño (10 ó 20 años). Según el Nivel de Confiabilidad seleccionado y el Rango de Tráfico | 47 |
| Tabla N°12. Índice de Serviciabilidad Inicial (Pi) Según Rango de Tráfico..... | 49 |
| Tabla N°13. Índice de Serviciabilidad Final (Pt) Según Rango de Tráfico..... | 50 |
| Tabla N°14. Diferencial de Serviciabilidad (Δ PSI). Según Rango de Tráfico . | 51 |
| Tabla N°15. Coeficientes Estructurales de las Capas del Pavimento | 53 |
| Tabla N°16. Valores recomendados de espesores mínimos de capa superficial y base granular | 54 |
| Tabla N°17. Técnicas e instrumentos..... | 55 |
| Tabla N°18. Coordenadas UTM inicial y final de la vía | 57 |
| Tabla N°19. Resumen de evaluación de pavimento..... | 62 |
| Tabla N°20. Conteo vehicular | 63 |

| | |
|---|----|
| Tabla N°21. Índice medio diario anual..... | 65 |
| Tabla N°22. Factor vehículo pesado por tipo de vehículo | 66 |
| Tabla N°23. Ejes equivalentes | 67 |
| Tabla N°24. ESAL | 68 |
| Tabla N°25. Valor del coeficiente estructural | 73 |
| Tabla N°26. Valor del coeficiente de drenaje | 74 |
| Tabla N°27. Propuesta de espesores de la capa superficial y base granular | 74 |
| Tabla N°28. Índice de Condición del Pavimento | 75 |
| Tabla N°29. Índice Medio Diario Anual..... | 75 |
| Tabla N°30. Resumen de las propiedades del suelo..... | 76 |
| Tabla N°31. CBR del suelo | 76 |
| Tabla N°32. Diseño estructural del pavimento | 77 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura N°1. Pavimento flexible | 17 |
| Figura N°2. Pavimento rígido | 18 |
| Figura N° 3. Representación gráfica de un vehículo ligero | 24 |
| Figura N° 4. Representación gráfica de un Vehículo T1R5, señalando las dimensiones máximas..... | 24 |
| Figura N° 5. Diseño de transversal..... | 27 |
| Figura N° 6. Diseño de investigación. | 27 |
| Figura N°7. Diagrama de procedimiento | 31 |
| Figura N°8. Estado del pavimento..... | 34 |
| Figura N°9. Configuración de ejes..... | 36 |
| Figura N° 10. Clasificación SUCS | 39 |
| Figura N° 11. Clasificación AASHTO M-145 | 41 |
| Figura N°12. Ecuación para el diseño de la estructura de un pavimento | 43 |
| Figura N°13. Departamento Lima..... | 57 |
| Figura N°14. Distrito de Villa María del Triunfo | 57 |
| Figura N°15. Av. Las Palmas | 58 |
| Figura N°16. Resumen de Evaluación de pavimento | 60 |
| Figura N°17. Fallas encontradas en el pavimento..... | 61 |
| Figura N°18. Ubicación de estación de conteo vehicular | 63 |
| Figura N°19. Número Estructural Requerido mediante software AASHTO 93 | 73 |
| Figura N°20. Espesor de capas del pavimento | 77 |

Resumen

La presente investigación se realizó en Trujillo, en la Universidad César Vallejo; se realizó el mejoramiento de la infraestructura vial de la avenida Las Palmas, Distrito de Villa María del Triunfo, Lima. Para la realización de esta tesis se utilizó un diseño no experimental, de tipo transversal, el muestreo es la infraestructura vial de la avenida las Palmas, que tiene 2.7 km, la recolección de datos se realizó con la técnica de la observación y la técnica de análisis documental, los instrumentos utilizados fueron la ficha de recolección de datos y la guía de observación, para analizar los datos se emplearon softwares, el problema es la carencia de un plan de mejoramiento, el cual se manifiesta al recorrer la avenida, la infraestructura vial en esta zona se caracteriza por su clara deficiencia en cuanto a calidad, la cual interfiere con el adecuado tránsito vehicular y peatonal. Se realizó la evaluación del pavimento, obteniendo como resultado PCI fallado. Se realizó un mejoramiento del pavimento flexible, en base a los parámetros del Manual de carreteras: Suelos y pavimentos, se obtuvo el diseño estructural del pavimento con espesores de 15cm, 30cm y 15 cm para carpeta asfáltica, base y subbase según corresponde.

Palabras clave: Mejoramiento, infraestructura, vial.

Abstract

The present investigation was carried out in Trujillo, at the César Vallejo University; The improvement of the road infrastructure of Las Palmas Avenue, Villa María del Triunfo District, Lima was carried out. To carry out this thesis, a non-experimental design was used, of a cross-sectional type, the sampling is the road infrastructure of Las Palmas avenue, which has 2.7 km, the data collection was carried out with the observation technique and the technique of documentary analysis, the instruments used were the data collection sheet and the observation guide, software was used to analyze the data, the problem is the lack of an improvement plan, which manifests itself when traveling the avenue, the road infrastructure In this area it is characterized by its clear deficiency in terms of quality, which interferes with adequate vehicular and pedestrian traffic. The evaluation of the pavement was carried out, obtaining failed PCI as a result. An improvement of the flexible pavement was carried out, based on the parameters of the Highways Manual: Soils and Pavements, the structural design of the pavement was obtained with thicknesses of 15cm, 30cm and 15cm for asphalt layer, base and subbase as appropriate.

Keywords: Improvement, infrastructure, road.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

En el mundo moderno, una red vial es indispensable porque constituye una infraestructura de transporte que puede llegar a todos los rincones del territorio. Desafortunadamente, la mayoría de las redes se degradan hasta el punto de deteriorarse, lo que dificulta la conectividad que deben proporcionar. La razón es diferente en cada caso, pero generalmente es una combinación de diferentes grados de deficiencia de diseño, construcción, mantenimiento y control de tránsito. (Bull, 2003).

(Montes de Oca, y otros, 2013) sostienen que, para México, el mejoramiento del transporte es indispensable y de suma importancia para el ascenso en su economía, competencias y añadidura social. El tránsito en carreteras en cuanto a su estructura es un claro ejemplo, ya que, gracias a la ampliación y mejoramiento de su capacidad física, se reducen los intervalos de viaje y aumenta la estabilidad y bienestar, lo que conlleva a generar considerables beneficios y ahorros para los usuarios, por ende, origina sucesos en beneficio a la parte económica y tranquilidad social.

El desarrollo tecnológico que percibe la industria chilena de los pavimentos, especialmente en los últimos diez años, se debe a un mejoramiento continuo de estos, que le permite colocarse hoy a nivel internacional, considerándose el alto estándar obtenido en diversos proyectos de gran alcance en los últimos años. (EMB CONSTRUCCIÓN, 2018).

Promoviendo el desarrollo y ascenso económico de una región la infraestructura deberá contar con un estado óptimo de funcionamiento. En Colombia, los responsables del mejoramiento de la infraestructura vial son las entidades públicas que cuentan con los instrumentos metodológicos necesarios para brindar a los beneficiarios una red vial segura, conveniente y estable en cuanto a lo económico, asegurando así la calidad, relevancia y disponibilidad de los datos requeridos para implementar dichas metodologías que resultan de gran valor. (Gestión de

pavimentos basado en sistemas de información geográfica (SIG): una revisión, 2018).

(Vega, 2018) indica que, es de suma importancia el mejoramiento y la creación de nueva infraestructura vial como parte de un plan por la integración social, política y económica del Perú, a medida que, desde un punto observable de comunicaciones terrestres, el país presenta una acumulación de inconvenientes a causa de su territorio accidentado y variado.

Las obras de mejoramiento y rehabilitación que se ejecutan en la Red Vial Nacional de sus carreteras tienen como objetivo asegurar la fluidez del tránsito, tanto de los vehículos utilizados para el transporte público como para los que se utilizan para transportar mercancías y carga pesada durante todo el año, y de esta forma ofrecer seguridad, accesibilidad y transitabilidad vial a los usuarios. (Núñez, 2014)

El órgano encargado de constatar la responsabilidad de las funciones de mejoramiento, mantenimiento y rehabilitación en la Red Vial Nacional respecto a sus carreteras es el Ministerio de Transporte y Comunicaciones, confiando dichas actividades al proyecto especial Provias Nacional; quienes realizan estas obras mediante la modalidad de contratación. (Núñez, 2014)

En cuanto al mejoramiento de la tecnología y el proceso de construcción de carreteras en el Perú, se debe en gran parte a mejores técnicas, materiales y tecnologías concertadas por el MTC para la construcción según las Especificaciones técnicas generales en base a la función de dichas normas encontradas. (MTC, 2013) citado por (Verán, 2017).

(Fernández, 2019) Encontró que se investigó el material, obteniendo un material GP-WC, el cual se puede utilizar en pavimento flexible. Para mejorar la superficie de rodadura, se determinó el mejoramiento del pavimento flexible mediante el uso de geomallas multiaxiales y aditivo con AID.

(Pari, 2017) Encontró que se han desarrollado los estudios de ingeniería necesarios para el mejoramiento y restauración del Jr. Lambayeque en cuanto a su

infraestructura y el tramo de la Av. Circunvalación a la Av. Tambopata de la ciudad de Juliaca – Provincia de San Román – Puno.

(Vela, 2018) Encontró que las condiciones actuales del tránsito en la vía que conduce al centro poblado Mamonaquihua son severas, y se empeora en tiempos de lluvias, lo que requiere de medidas alternativas rápidas para el mejoramiento del transporte de la producción agrícola y de personas de la zona.

Estas investigaciones nos aportan distintos estados que pueden encontrarse las infraestructuras viales y además brindan ciertas disyuntivas de reparación para el proyecto basado en un mejoramiento de infraestructura vial de los pavimentos que se han tomado y los beneficios que se lograrían.

La Empresa Municipal Administradora de peaje de Lima ejecutó el Proyecto de Inversión Pública (PIP) “Mejoramiento de la infraestructura vial y peatonal del eje vial Av. de los héroes — Av. Pachacútec y creación de pasos a desnivel en las intersecciones con la av. San Juan, Av. Miguel Iglesias y Av. 26 de noviembre distritos de San Juan de Miraflores, Villa María del triunfo y Villa El Salvador, Lima”. La Municipalidad Distrital de Pacllón ejecutó el Proyecto de Inversión Pública (PIP) “Mejoramiento de la infraestructura vial y peatonal de las calles del distrito de Pacllón, provincia de Bolognesi, Departamento de Áncash”, el cual fue elaborado sobre la base de las normas técnicas del Sistema Nacional de Inversión Pública.

La presente investigación surge en base al problema que se genera tras la carencia de un plan de mejoramiento del proyecto de infraestructura vial, el cual se manifiesta cuando observamos los deterioros sin reparar al recorrer por las vías de la avenida Las Palmas, distrito de Villa María del Triunfo, Lima. La infraestructura vial en esta zona se caracteriza por su clara deficiencia en cuanto a calidad, la cual interfiere con el adecuado tránsito vehicular y peatonal.

Una de las causas se debe al inadecuado mantenimiento al sistema de drenaje que ocasiona la obstrucción del sistema de agua y desagüe producto de las lluvias; causando así el colapso de las tuberías provocando el debilitamiento del pavimento y por consiguiente su hundimiento y deterioro. También se debe a la circulación de

un gran número de vehículos pesados, la cual agudiza la congestión y el embotellamiento vial, ocasionando dificultades en el transporte de vehículos de uso personal y público.

En esta tesis se recogerá información sobre la problemática y posibles consecuencias de no realizarla, para así poder obtener conclusiones entorno al desarrollo de nuestro país. Por ello es necesario realizar un mejoramiento de la infraestructura vial, ya que una carretera en mal estado dificulta el acceso al territorio, por lo tanto, a servicios básicos como sanidad y la cohesión regional.

Y para esto la presente investigación tiene por finalidad dar a conocer el estado actual de la Avenida Las Palmas, distrito de Villa María del Triunfo y proponer un mejoramiento respectivo en un futuro, para que los habitantes mejoren su calidad de vida y contar con vías que estén en óptimas condiciones para así contribuir con el desarrollo de esta población.

Las consecuencias de no realizarse el mejoramiento de la infraestructura vial pueden traer consigo terribles impactos, ya que una conducción irresponsable con el actual mal estado del pavimento en esta avenida, puede ir desde el aumento de consumo de combustible y la contaminación ambiental, hasta accidentes de tránsito, llegando a ocasionar lesiones graves hasta pérdida de vidas. Por tal motivo se necesita con premura el mejoramiento de la avenida para aumentar la fluidez del tránsito y mejorar la calidad de vida.

1.2. Planteamiento del problema

¿Cuál es el mejoramiento de la infraestructura vial del pavimento de la avenida Las Palmas, Distrito de Villa María del Triunfo, Lima, 2021?

1.3. Justificación

La presente investigación se está realizando para obtener el conocimiento de la influencia del mejoramiento estructura vial en la sociedad, la economía como se da en base a su desarrollo de una comunidad respecto al estado o condición de las vías. Porque aumenta tanto en la parte económica, social y cultural, a razón de que si se encuentra mayor probabilidad de comunicarse y transportarse.

El presente trabajo de investigación servirá como base para las decisiones que pudiera tomar la Municipalidad del distrito de Villa María del Triunfo, que podría ser ejecutar el mejoramiento correspondiente de los pavimentos de la Avenida Las Palmas.

El proyecto permitirá conocer el estado actual del pavimento y los estudios correspondientes, así mismo será de mucha importancia para este distrito de Villa María del triunfo, ya que permitirá mejorar sus estructuras viales, generando el tránsito fluido de los vehículos que transitan por esta zona, evitando el tráfico y las desviaciones que se dan debido a evitar las zonas dañadas.

La infraestructura vial en base a su mejoramiento del pavimento de la avenida Las Palmas generaría la satisfacción de los ciudadanos que transitan por esta vía, ya que promovería una mejor calidad de vida para estos habitantes que transitan por el distrito de Villa María del Triunfo.

El presente proyecto de investigación permitirá conocer el estado actual del pavimento de la avenida Las Palmas del distrito de Villa María del Triunfo y poder tener un conocimiento claro de los pasos y la metodología a emplear en la infraestructura vial.

El actual proyecto de investigación se justifica porque mejorará el tránsito vehicular, la comunicación de pueblos alejados y se reducirá la tasa de accidentes ocurridos por el mal estado actual en que se encuentra los pavimentos de la avenida Las Palmas del distrito de Villa María del Triunfo.

El presente proyecto de investigación acude a la implementación de técnicas de investigación como la recopilación de información mediante citas bibliográficas a lo que por consiguiente se llevará su desarrollo mediante diferentes estudios que validen los resultados obtenidos de la investigación.

1.4. Hipótesis

El mejoramiento de la infraestructura vial de la avenida Las Palmas, distrito de Villa María del Triunfo, es un diseño estructural cuyas capas tienen un espesor de 15cm de carpeta asfáltica, 30cm de base y 15cm de subbase, Lima, 2021.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Determinar el mejoramiento de la infraestructura vial de la avenida Las Palmas, Distrito de Villa María del Triunfo, Lima, 2021.

1.5.2. Objetivos específicos

O.E.1: Evaluar el estado actual de la avenida Las Palmas, Distrito de Villa María del Triunfo, Lima, 2021.

O.E.2: Realizar el estudio de tráfico de la avenida Las Palmas, Distrito de Villa María del Triunfo, Lima, 2021.

O.E.3: Obtener el estudio de mecánica de suelos de la avenida Las Palmas, Distrito de Villa María del Triunfo, Lima, 2021.

O.E.4: Diseñar un pavimento flexible adecuado para la avenida Las Palmas, Distrito de Villa María del Triunfo, Lima, 2021.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Internacionales:

“Estudio de las fallas en los pavimentos rígidos para el mantenimiento y rehabilitación de las vías principales del municipio de Tamalameque César, Colombia”

(Sánchez, y otros, 2015) Estudiaron los pavimentos rígidos en cuanto a sus fallas de las primordiales vías ubicadas en Tamalameque con una evaluación para su cuidado y reparación (p.16). El proceso de estudio tuvo un tratamiento de nivel descriptivo respecto a su investigación aplicada, por ende, abarca primero en base al nivel del conocimiento científico. Los fenómenos surgieron por el contacto o indirecto que corresponden a la apreciación de las principales vías, donde se obtuvieron diversidades superficiales: conteo y unión de sus partes, sus capacidades y eventos que lo rodean, entre otros (p.30). Por medio del estudio de los diversos pavimentos ubicados en Tamalameque se obtuvo los detalles de las características físicas de estos, la indagación ocular fue elemental para encontrar el grado de imperfección de los diversos pavimentos rígidos tomados, donde se recogió información la cual se hizo uso para hallar los tipos de fallas, espacios a tratar, orígenes y disyuntivas de reparación. El reconocimiento y recopilación de información enfocada con la imperfección en Tamalameque respecto a sus pavimentos rígidos fue a lo que se dedicó el presente estudio donde se facilitó y uniformó criterios, dispuesto a los trabajos de mantenimiento vial de los tramos seleccionados para la aplicación (p.62).

La presente investigación nos aporta como guía de evaluación al momento de identificar y recolectar información sobre el estado de deterioro del pavimento y tener una perspectiva de las posibles soluciones a emplear considerando el tipo de fallas y las áreas a tratar para la presente investigación.

“Evaluación estructural de pavimento flexible para suelos de tipo limo arenoso, Quito”

(Ortega, y otros, 2015) Realizaron una evaluación en cuanto a la estructura y economía del pavimento flexible de la Vía La Chimba- Cayambe de 15km de

longitud, con el propósito de conseguir un diseño en excelentes condiciones de la estructura del pavimento, hallando el espesor de la base, subbase y carpeta asfáltica (p.22). Se basaron en las Normas ASTM (D1883, D4429, D6951) para dar inicio al estudio de la subrasante, mediante ensayos tanto en campo; CBR in situ y CBR por medio del Cono de Penetración Dinámica DCP, como de laboratorio; CBR de laboratorio (p.23). Los distintos valores de CBR que se encontraron fueron comparados posteriormente al establecerse la posible correlación y la dispersión de los resultados fueron observados tras el análisis estadístico realizado. Se efectuó finalmente la evaluación económica del diseño estructural del pavimento flexible que fue realizado en base al Método de diseño señalado por la Norma AASHTO-93. (p. 197). Se concluyó que, tras el ensayo de las 26 muestras, un 81% resultó ser de tipo limo arenoso. Pese a ello, un 12% de suelo tipo arenoso también fue obtenido y el porcentaje restante equivalente al 7% correspondía a un suelo tipo arcilloso, señalando de esta manera a la vía La Chimba – Cayambe en cuanto a sus propiedades y características de sus suelos. (p. 222)

La presente investigación nos aporta como guía para el cálculo del diseño estructural lo cual se aplicaría al momento de obtener los resultados y obtener los indicadores de esta última dimensión planteada en la presente investigación.

“Estudio del modelo de gestión para el mantenimiento de calles y avenidas del distrito Metropolitano de Quito, Ecuador”

(González, y otros, 2014) Desarrollaron un Sistema para realizar una adecuada Gestión de la infraestructura de Pavimentos del Distrito Metropolitano de Quito. (p.19). Realizaron mejores métodos para la financiación para tener una mejor elección que sirva para un uso posterior al encontrar mejores estudios de mantenimiento y restauración (p.44). La extracción de testigos ayudó para comprender la estructura del pavimento en el tramo investigado en un punto de las superficies más críticas. Además, la extracción de calicatas, ensayos de laboratorios o in situ, u otros estudios económicamente altos fue en lo que se basó el análisis de los pavimentos como método. Se determinó el grosor de cada capa hasta la sub base y de toda la estructura. Así mismo conocer los materiales utilizados (cal, asfalto y cemento) y saber si alguna capa había sido estabilizada o no (p.59). Se concluyó que la decisión concreta lo tiene el encargado de realizar los

programas de mantenimientos para las diversas calles, considerando el afinamiento y que el HDM-4 como un instrumento de base (p.183).

La presente investigación nos aporta como guía de extracción de datos y la metodología a emplear para obtenerlos, así como también conocer la estructura del pavimento y tener claro que los afinamientos en los diferentes tramos del pavimento deberán realizarse de forma manual para la presente investigación.

Nacionales:

“Mejoramiento de la infraestructura vial en el Jirón Lima cuadras del 01 al 08, en el distrito de Tarapoto”

(Fernández, 2019) Propuso en 2019 al distrito de Tarapoto una mejora en cuanto a su infraestructura vial cuyas vías tomaban las cuadras del 01 al 08 del Jirón Lima (p.15). La actual investigación de tipo pre experimental como diseño y abarcó el Jr. Lima cuadras del 01 al 08, donde las labores de terreno y configuración para todos los cálculos de laboratorio fueron las herramientas utilizadas (p.17). La superficie de rodadura fue mejorada tras la estabilización con aditivo CON AID del espesor de la base granular, se indicó la disminución del deterioro de la vía como finalidad en la capa de afirmado estabilizada iónicamente con el aditivo mencionado, entre 10-15 cm, mantener la Serviciabilidad, sobre todo los mantenimientos periódicos durante las épocas de lluvias se hacen menos frecuentes. Fue de 0.007 lt/m² la dosificación del estabilizador donde cada capa compactada fue de 10 a 15cm. La subrasante fue estabilizada tras el uso de un Refuerzo de Geomallas multiaxiales TX140 en la sub rasante. Por ende, se concluye que la superficie está capacitada para un mejoramiento de pavimento flexible tras los ensayos elaborados en el laboratorio, dando muestras de un inmoderado deterioro y con la necesidad de volver a pavimentar, teniendo en cuenta la extensa vegetación donde la población no quiere que se extraiga por temas ambientales que existen actualmente (p.49). En conclusión, haciendo uso de geomallas multiaxiales se determinó el mejoramiento del pavimento flexible en prioridad a la superficie de rodadura además que se usó también el aditivo CON AID.

La presente investigación nos aporta en como tener una guía de evaluación respecto al estado en que se podrá encontrar el pavimento flexible, así como también conocer de ciertas posiciones por parte de la población al momento de

realizar un mejoramiento a la infraestructura vial debido a la extensa vegetación que existe en ciertas partes del pavimento que puede afectar el ambiente lo cual servirá como punto importante a considerar para la presente investigación.

“Diseño del mejoramiento de la carretera entre los caseríos de Chilal y Pucará, distrito Pulán, provincia Santa Cruz, departamento Cajamarca, 2018”

(Chávarry, y otros, 2018) Realizaron el diseño del mejoramiento de la carretera cuyo tramo une los pueblos pequeños de Chilal y Pucará y presenta una longitud aproximada de 10km, ubicado en el distrito de Pulan, Provincia de Santa Cruz, Departamento de Cajamarca (p.28). El método de la poligonal abierta fue utilizado para realizar el levantamiento topográfico desde la parte más elevada (Pucará). La primera estación E-01 fue colocada, señalada y codificada. Para la orientación el primer BM también fue colocado. Fueron tomados los puntos que se contaban con una posibilidad favorable de visión desde la estación luego que se tomaran de la trocha que persistía sus puntos correspondientes y los costados de la vía que perpendicularmente estaban alineados. El punto final (Chilal) fue terminado tras un constante cambio de estación para que se pueda seguir radiando (p.34). Un 12% de pendientes longitudinales fue encontrado tras la realización de la topografía que arrojó que los caseríos de Chilal Pucará contaban con un tipo 3 (accidentado) en una altitud de 2689 m.s.n.m. cuyo tipo de suelo resultó ser una arena arcillosa (SC). Fue considerado una calzada mínima de 6m, 0.50m de berma, ambos respecto a su ancho por el diseño, además de un bombeo de 2.5%, un 12% en cuanto a su peralte máximo, pendientes longitudinales máximas de 10%, 25m como radio mínimo, 15m como curva de volteo de radio y 30 km/h en cuanto a su velocidad directriz (p.42). Una sección triangular de 0.40x1.00m fue considerada como obras de arte en cuanto a sus cunetas, además de alcantarillas de diámetro de 36 y 48 pulgadas. Un micro pavimento, base y subbase fue considerada para la superficie de rodadura. (p.124)

La presente investigación nos aporta como guía para determinar el tipo de suelo, el cual servirá para recoger datos para la presente investigación.

“Costos, presupuestos y programación de la obra mejoramiento de la infraestructura vial en la localidad de Cacatachi, distrito de Cacatachi, San

Martin-región San Martín

(Igochea, 2018) Realizó la investigación de los costos, presupuestos y ordenamiento de los tiempos de la Infraestructura Vial Urbana en la población de Cacatachi cuya obra de mejoramiento se realizaría en el distrito de Cacatachi, en la provincia de San Martín y del departamento con el mismo nombre por el cual, tiene como intención hacer uso de los gastos y programaciones con la finalidad de lograr un proyecto en adecuadas estipulaciones para su correspondiente financiamiento. Por medio de los estudios se podrá aplicar la mejora de la vía urbana en la Localidad de Cacatachi, para ello haciendo un estudio de precios por medio de valoraciones en el mercado, se realizó la elaboración de precios, estimación y programación, para que de esta manera se pueda elaborar de la obra su programación y examinar el tiempo de ejecución (p.10). Todas las nociones básicas solicitadas en el Área de la Construcción fueron aplicados para la presente investigación donde destacó la colaboración del interesado para la recopilación de los datos en terreno y para el desarrollo del reporte en gabinete, elaborando de esta forma el estudio de costos por unidad, concordancia de insumos además de elaborar el tiempo de ejecución de la obra haciendo uso del gráfico de barras Gantt para que de esta forma se evalúe el plazo de realización efectuándose todo ello en armonización con los ingenieros de la Municipalidad del distrito mencionado previamente, por subsiguiente con el asesor de la actual investigación se mantuvo una concordancia directa, para el uso de las herramientas y software necesarios como el tan conocido AutoCAD, la hoja de cálculo de Microsoft Excel, el Sistema 10 (S10-2005) y Ms Project (p.66). Como resultado a nivel de expediente técnico se puede señalar que la información para el desenlace de la investigación fue adquirida, lo cual permitirá de la obra su financiamiento. Por ello se planteó la mejora de la vía urbana en la Localidad de Cacatachi cuya exigencia es presentada por el sector de investigación y de nuestro compromiso social como una de las partes que integra la Universidad Nacional de San Martín. A su vez esto favorecerá de forma directa y genérica a los presentes lectores resaltando que es un proyecto de suma importancia para la sociedad y cultura en su desarrollo (p.76).

La presente investigación nos aporta como guía para el análisis de los Costos, Presupuesto y Programación del mejoramiento de un pavimento, así como también nos indica los equipos necesarios y programas a utilizar para obtener dichos

resultados para la presente investigación.

Locales:

“Evaluación del pavimento flexible y mejoramiento mediante el Sistema Bitufor en la Av. Tomas Valle, San Martín de Porres, Lima, 2020”

(Tuesta, 2020). Esta investigación determinó la influencia del Sistema Bitufor para mejorar la evaluación del pavimento flexible en la avenida Tomas Valle (p.15). Mediante una metodología experimental – cuasiexperimental fue desarrollado este proyecto y que a su vez fue de tipo aplicada, con un nivel explicativo y un enfoque cuantitativo (p.26). Fue calculado el valor del PCI con la obtención de 12 Unidades de Muestras tras la evaluación del pavimento flexible haciendo uso del método con el mismo nombre PCI por sus siglas en inglés de Pavement Condition Index normado por la ASTM D6433-07, donde finalmente se obtuvo un valor de 48 respecto a su PCI y describiendo una condición REGULAR para este tramo cuya longitud aproximaba los 1000 metros lineales (p.36). Se concluyó que las mezclas asfálticas son favorecidas por el Sistema Bitufor al implementarlo ya que genera una mayor resistencia a tensión y comprensión, y que este a su vez demostró que los pavimentos flexibles tienden a reducir sus fallas que puedan encontrarse tras una evaluación debido a lo que contribuye el Sistema mencionado (p.134).

La presente investigación nos aporta como guía de evaluación para determinar el PCI en el pavimento, así como también tener una idea sobre los posibles resultados a obtener al realizar la evaluación al pavimento de la presente investigación.

“Mejoramiento técnico económico de pavimentos con la aplicación del polímero acrílico AggreBind en la Av. Paramonga - San Martín de Porres – Lima - Lima - 2019”

(Bazán, 2019) Realizó el estudio de influencia en el mejoramiento técnico de pavimentos y su economía con el uso del polímero acrílico AggreBind (p.48). El método de la investigación actual, se fraccionó en dos fases de desarrollo nombrado proceso Técnico y Económico explicado en cada serie: El proceso Técnico se subdividió en trabajos de campo y laboratorio, donde el primero refería a la extracción de muestras de tres calicatas de 150 cm de profundidad situadas en diversos puntos de la Av. Paramonga; y el segundo refirió a elaborar ensayos al suelo natural con y sin el AggreBind, lo que conllevó a una metodología de

investigación de tipo aplicada que busca contribuir y hacer de entendimiento para nuevas tecnologías para el mejoramiento técnico y económico de pavimentos con el AggreBind, cuyas calicatas fueron tomadas a cada 3000 m² según la Norma CE.010 referente a Pavimentos Urbanos; por el cual la muestra tomada fue del modelo de la calicata menos favorable según su valor CBR (p.59). Después de definir la calicata menos favorable, por subsiguiente se aplicó el polímero acrílico AggreBind por medio de dosificaciones de 3lt/m³, 4lt/m³ y 5lt/m³, que proporcionaron resultados CBR de 68.61%, 59.17% al 100% de su MDS respectivamente. Conforme a los productos, se concluyó que la resistencia del suelo incrementó con la dosis menor de 3lt/m³ de AggreBind, también cabe resaltar que afectó cuantiosamente la permeabilidad del suelo en un 50.34%. Económicamente el costo de un usual pavimento flexible tendría un 50.66% mayor que el mismo renovado con AggreBind y un 66.59% en relación al pavimento con AggreBind. Lo que finalmente se concluyó que el uso del AggreBind disminuye costos en la construcción de pavimentos viales (p.97).

La presente investigación nos aporta como una guía de elaboración para determinar la calicata más desfavorable al evaluar los suelos del pavimento y la aplicación de polímero acrílico que podría ser una alternativa de solución además de la aplicación del AggreBind que podría reducir los costos en la construcción de pavimentos viales para la presente investigación.

“Estudio de mejoramiento de la infraestructura vial urbana de la av. Camino Real, tramo av. Túpac Amaru – av. José Saco Rojas, distrito de Carabaylo, Lima – Lima”

(Machuca, 2018). Propuso y planteó un estudio de mejoramiento de la Av. Camino Real, tomando los tramos de la Av. Túpac Amaru a la Av. José Saco Rojas en referencia a su infraestructura vial urbana del distrito de Carabaylo (p.12). Se realizó una poligonal no cerrada con longitudes utilizadas como aproximaciones de estación total de 1” con informes de colector interno, precisando cada longitud, por puntos bases con series de 2 visados, donde el programa de medición tomó el promedio final, de esta forma por parte del operador tuvo una reducción al mínimo y obteniendo errores finales dentro de lo aceptado, todo lo que abarca los ajustes por temperatura y el método utilizado (p.42). Se correspondió a equiparar los

productos con las peculiaridades de los suelos hallados en terreno, realizándose la compatibilidad de ser necesario luego que se efectuaron los estudios de laboratorio. A cielo abierto (calicatas) fueron reconocidas doce extracciones en el límite derecho e izquierdo del puente al obtener la definición de los perfiles estratigráficos que se presentaron expresiones comunes y conforme a las pruebas realizada en el laboratorio y con respecto al sistema de clasificación de suelos (SUCS) y (AASHTO) (p.33-34). Un ascenso en la rasante para la intersección de la quebrada es lo que presenta el diseño geométrico de la vía planeada esencialmente por su vía geoméricamente en plan y a su vez en relación al perfil longitudinal, lo que evita la formación de curvas verticales con radios angostos (p.79).

La presente investigación nos aporta como guía para el estudio del mejoramiento del pavimento a través de instrumentos topográficos con una metodología cuyo operador contempla un mínimo de error reducido y obtener los cálculos del diseño geométrico vial y tener una mejor perspectiva para la presente investigación.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Infraestructura vial

Es un medio de conexión terrestre con el país para facilitar el transporte de personas y de carga pesada, de producción, de servicios, actividades turísticas y de entretenimiento. (Vallverdu, 2010)

2.2.2. Gestión de infraestructura vial

Según (ECURED, 2016) contiene dos objetivos básicos: garantizar que ésta se conserve en buenas condiciones y que siga funcionando de manera de constante; y mejorar la utilización de los medios públicos utilizado para la inversión de su conservación y desarrollo, el cual no precisamente implica gastar lo menos probable. Con el pasar de los años, basándose en el concepto de gestión de activos, se han producido cambios importantes en la comprensión y gestión de la infraestructura vial. Los primordiales soportes de este nuevo diseño de gestión son:

- Integral: Cada uno de los elementos por el cual está compuesta la infraestructura vial, cumplen una función específica, con el propósito de garantizar que los usuarios tengan una experiencia confortable y segura con respecto al tránsito. Los pavimentos se consideran el elemento fundamental

de la infraestructura vial, por lo cual es el más importante; En ellos se pueden desenvolver otros elementos complementarios, como: drenajes, puentes, señales y aceras. Todos estos elementos deben ser considerados para asegurar su óptimo estado y así proporcionar a los usuarios los servicios adecuados. (ECURED, 2016)

- **Estratégico:** La construcción de la infraestructura vial está diseñada para brindar a los usuarios un servicio duradero, lo que constituye a lo largo de los años una considerable financiación de medios públicos, y su subsistencia solicita de esfuerzos continuos. Con esto se espera responda a una observación de extenso periodo, instruida al logro de metas y objetivos, y a brindar servicios de transporte eficientes y de alta calidad. (ECURED, 2016)
- **Sistemático:** Combina normas y prácticas técnicas, políticas y administrativas; gestiona eficazmente los recursos disponibles (humanos, financieros, técnicos) y guía para tomar decisiones con el fin de lograr finalidades estructuradas y complacer las necesidades de los usuarios. (ECURED, 2016)
- **Eficiencia:** Enfatiza las actividades de conservación, más que las de rehabilitación y construcción nueva y recomienda el uso efectivo de los limitados recursos públicos asignados a la infraestructura vial. Dichas actividades antes mencionadas son de bajo costo y fáciles de realizar, y mantienen la infraestructura en buen estado, extendiendo su vida útil; y protegiendo así el patrimonio vial acumulado por el país. (ECURED, 2016)

2.2.3. Importancia de la infraestructura vial

Abarca un interés especial el rubro de la construcción y su mantenimiento en carreteras. El estado está delimitado por su alta proporción conforme a sus niveles de precios de transporte que intersectan las rutas terrestres con sus puntos de obtención y adquisición, asimismo perjudica el tráfico comercial en el interior y exterior de un país. Por tanto, para la sociedad y su economía en cuanto a su desarrollo es fundamental. (ECURED, 2016)

2.2.4. Mejoramiento

Implica un cambio fundamental estructural del pavimento donde la obra en

ejecución es requerida para que el modelo de la vía puede aumentar con dichas tareas, a su vez, la edificación y/o acondicionamiento de los puentes, obras de drenaje, túneles y señalizaciones solicitadas. (MTC, 2013)

2.2.5. Mejoramiento a nivel de soluciones básicas

Se trata de la implementación de labores orientadas a consolidar los terrenos de rodadura en vías sin pavimentar, para evitar un deterioro prematuro se basará en estas soluciones hasta llegar al nivel de carretera pavimentada. (MTC, 2013)

2.2.6. Plan de mejoramiento a nivel de soluciones básicas

Este plan es usado en participaciones a nivel de afirmado estabilizado con o sin revestimiento impenetrable graso, tratamientos sobre el terreno simple, u otra disyuntiva más económica. Del mismo modo, el plan contiene modificaciones en cuanto a su geometría de carretera (curvas, anchos y pendientes) con intención de salvaguardar la seguridad vial; y también la realización de proyectos de drenaje y disposición de componentes de señalización. Este es un escrito técnico, el cual abarca las especificaciones de la ingeniería que interviene en carreteras, que es una condición necesaria para la mejora a nivel de soluciones básicas. (MTC, 2013)

2.2.7. Pavimento

Se define como un elemento estructural, preparado para transportar cargas de tráfico estáticas y/o móviles sometidas directamente a diversos estados ocasionado por el clima sin desproporcionarse, para transferir toda su carga a la superficie del terreno de apoyo dentro del rango utilizable y de un tiempo predeterminado. (Montejo, 2006)

Funciones

Las funciones principales son las siguientes:

- Debe soportar los requerimientos en base al transporte que se planifica en el proyecto y distribuir las cargas verticales, de manera uniforme, producidas por las cargas hacia las capas inferiores, de modo que solo una pequeña parte de estas sean concordantes a su disposición de soporte que pueda llegar a la superficie de fundación. (Montejo, 2006)
- Proteger a la sub rasante de la intemperie, especialmente de las lluvias, porque afecta la capacidad al esfuerzo vertical del terreno. (Montejo, 2006)

Clasificación

Según la condición de los elementos utilizados en su construcción, el modelo de estructura que figuran y los tipos de utilidad que brindarán mientras permanezca, sin embargo el concepto que ha sido ampliamente reconocido y se maneja mundialmente en la actualidad, es el de separar por la forma en que los pavimentos reparten a la sub rasante la carga percibida por el transporte. (Montejo, 2006)

2.2.8.1. Tipos de pavimento

a. Pavimentos Flexibles

Según (Montejo, 2006) en el modelo tomado deberá ser sometido en base a la alternativa dada con respecto a la demanda vehicular, una carpeta de material asfáltico en este tipo de pavimentos proporciona la capa superficial. Las cargas de los vehículos se reparten por las propiedades de fricción de las fracciones de estos elementos, y la capa de asfalto se somete en pequeñas imperfecciones de las capas encontradas en la parte interior sin que su estructura se perjudique considerablemente.

Figura N°1. Pavimento flexible



b. Pavimentos Rígidos

Según (Montejo, 2006) este tipo de pavimento, se ve forzado en su mayoría por los esfuerzos que deben soportar cuando se expande o contrae debido a cambios de temperatura y condiciones climáticas, asimismo considerar los esfuerzos a flexión y considerar los esfuerzos a compresión. La superficie de rodadura de pavimentación rígida está separada por juntas longitudinales y transversales por la sucesión de losas a base de concreto haciendo uso de cemento portland simple.

También deben estar previstos para un intervalo largo de utilidad y prevenir un desestimado mantenimiento.

Figura N°2. Pavimento rígido



2.2.8.2. Partes del pavimento

a. Sub Rasante.

Formada por corte o relleno y al momento de compactar, tener en los planos finales de diseño, las secciones transversales y pendientes. Del terreno de la sub rasante la calidad de la muestra indicará el espesor del pavimento. Se prolonga hasta el fondo lo cual no interfiere con la carga de diseño correspondiente al tránsito tomado y soportará la estructura del pavimento, lo que efectuará positivamente los diseños de resistencia, densidad constante y resistencia al agrandamiento y encogimiento. (Montejo, 2006)

b. Sub Base.

Su diseño está dado principalmente para el soporte, transmisión y distribución uniforme de la carga aplicada hacia la superficie de la rodadura del pavimento rígido, para que de esta forma la capa sub rasante de dicha carretera le sea posible soportar absorbiendo lo producido en el terreno como los cambios inherentes. Se define como la capa del pavimento en cuanto a su estructura, donde pueden ser uno o más mantos de materiales compactos granulares o estabilizados; el cual tiene como prioridad a los suelos de granos fino donde se debe evitar su bombeo. Esta capa se coloca en el pavimento mencionado entre la sub rasante y la losa.

(Montejo, 2006)

c. Superficie de rodadura.

Está construida a base de concreto, simple o también podría ser reforzado, por motivo de su rigidez y también de su módulo de elasticidad. Se define como la capa superior del pavimento en relación a su estructura y posee la capacidad de soportar el tráfico y otras capacidades al construirse en losas de concreto, superando la capacidad de la sub rasante. (Montejo, 2006)

2.2.8.3. Concreto:

El cemento portland, el agua, los agregados finos y gruesos, además de los aditivos y en diversas ocasiones algún tipo de refuerzos son los componentes que conforma el concreto lo cual se define como una mezcla homogénea, cabe señalar que los tipos de refuerzos podrían ser acero o sus fibras, ya sean elásticas y/o varillas de acero que se encargan de transferir cargas, las cuales se utilizan si son necesarias. (MTC, 2013)

2.2.8. Clasificación de carreteras

2.2.8.1. De acuerdo a la función:

a) Red Vial Nacional.

Esta encargada de recepcionar las carreteras rurales y compete a las carreteras nacionales compuestas por ejes transversales y longitudinales, que forman la base del SINAC. (MTC, 2013)

b) Red Vial Regional o Departamental.

Su composición está dada por carreteras que generan una red vial del gobierno regional respecto a su ámbito y que a su vez conecta la red vial rural con la red vial nacional. (MTC, 2013)

c) Red Vial Vecinal o Rural.

Esta encargada de unir las vías de las capitales de distrito con las de provincia, con sectores de influencia por parte de localidades o centros poblados además de las redes viales regional y nacional; asimismo genera la red vial local en base a las carreteras que lo componen. (MTC, 2013)

2.2.8.2. De acuerdo a la demanda

a) Autopistas de primera clase

Sus calzadas están seccionadas por un separador central de al menos 6 metros; y presenta más de un carril con anchos mínimos de 3.60 metros y un flujo vehicular permitido por el control total de sus accesos, cuentan con un IMDA mayor a 6000 veh/día.

La pavimentación para estas carreteras debe estar debidamente realizada con respecto a su superficie de rodadura. (Manual de carreteras, 2018)

b) Autopistas de segunda clase

Sus calzadas están seccionadas por un separador central que de ser así se colocará un sistema de contención vehicular; dónde cada calzada contará con más de un carril, con anchos mínimos de 3.60 metros y un flujo vehicular mejorado por el control parcial de sus accesos, cuentan con un IMDA entre 6000 y 4001 veh/día. La pavimentación para estas carreteras debe estar debidamente realizada con respecto a su superficie de rodadura. (Manual de carreteras, 2018)

c) Carreteras de primera clase

Sus calzadas tienen un mínimo de 3.60 metros de ancho y cuenta con dos carriles, donde los cruces o pasos vehiculares a nivel son elementos con los que se puede contar, asimismo en zonas urbanas los puentes peatonales son de uso aconsejable ya que permite velocidades de operación, y a su vez aumenta la seguridad, cuentan con un IMDA entre 4000 y 2001 veh/día.

La pavimentación para estas carreteras debe estar debidamente realizada con respecto a su superficie de rodadura. (Manual de carreteras, 2018)

d) Carreteras de segunda clase

Son carreteras que cuentan con dos carriles por calzada con anchos mínimos de 3.30 metros, los cruces o pasos vehiculares a nivel son opcionales, además en zonas urbanas los puentes peatonales son de uso de aconsejable, lo cual permite velocidades de operación, que conlleva al aumento de la seguridad, cuentan con un IMDA entre 2000 y 400 vehículos por día.

La pavimentación para estas carreteras debe estar debidamente realizada con respecto a su superficie de rodadura. (Manual de carreteras, 2018)

e) Carreteras de tercera clase

Los estabilizadores de suelos, emulsiones asfálticas y/o micro pavimentos; o en afirmado, en la superficie de rodadura son aplicaciones utilizadas como soluciones llamadas básicas o económicas, consistentes para la funcionalidad de este tipo de carreteras. Son carreteras donde el ancho de la calzada de dos carriles es de al menos 3.00 metros. En circunstancias especiales, con el correspondiente soporte técnico, estas vías pueden tener carriles hasta de 2.50 m, además no iguala ni mucho menos supera los 400 vehículos por día en relación a su IMDA. Si es que se cuenta con una pavimentación, estas deberán cumplir con lo prescrito para las carreteras de segunda clase en cuanto a sus condiciones geométricas. (Manual de carreteras, 2018)

f) Trochas carrozables

No igualan ni mucho menos supera los 200 vehículos por día en relación a su IMDA, las cuales como carretera no cumplen con las características geométricas. Deben poseer anchos mínimos de 4.00 metros en cuanto a sus calzadas, lo que para estas situaciones las plazoletas serán construidas cada 500 metros como ensanches. Afirmada o sin afirmar es una de las alternativas para su superficie de rodadura. (Manual de carreteras, 2018)

2.2.8.3. De acuerdo a la orografía

a) Terreno plano (Tipo 1)

Requiere la menor cantidad de movimiento de tierras, en consecuencia, a que no habrá grandes dificultades durante su trazo. En referencia a sus pendientes transversales son menores o iguales al diez por ciento al eje de la vía, asimismo son menores al tres por ciento sus pendientes longitudinales. (Manual de carreteras, 2018)

b) Terreno ondulado (Tipo 2)

Requiere un movimiento moderado de la tierra para que pueda alinearse y aparecer alternativamente con un amplio radio generado por sus curvas, sin tanta dificultad

en el trazo. Sus pendientes transversales están entre el 11% y el 50% al eje de la carretera, y están entre el tres por ciento y el seis por ciento sus pendientes longitudinales. (Manual de carreteras, 2018)

c) Terreno accidentado (Tipo 3)

Requiere una gran cantidad de movimiento de tierras, en consecuencia, a que tiene dificultades en el trazado, debido a que sus pendientes transversales están entre el 51% y el 100% al eje de la vía, y están entre el seis por ciento y el ocho por ciento sus pendientes longitudinales principales. (Manual de carreteras, 2018)

d) Terreno escarpado (Tipo 4)

Conforme al eje de la vía sus pendientes transversales superan el 100%, y un 8% es superado por sus especiales pendientes longitudinales, lo que requiere el mayor movimiento de tierras, por lo que cuenta con trazado de gran dificultad. (Manual de carreteras, 2018)

2.2.9. Clasificación general de los proyectos viales

a) Proyectos de nuevo trazo

Se les llama así a los que aprueban incluir una nueva obra de infraestructura vial a la red, como el diseño de una carretera inexistente. En términos de túneles y puentes, constituye un nuevo emplazamiento. Una segunda calzada como construcción fue motivo ante este tipo de obra, por ende, a una ruta existente le compete un cambio, sin embargo, por los efectos en su totalidad, estas obras en sus nuevos emplazamientos están requiriendo una investigación exhaustiva. (Manual de carreteras, 2018)

b) Proyectos de mejoramiento puntual de trazo

Comprenden modificaciones específicas en cuanto a su geometría, diseñadas para quitar puntos o partes que atenten contra la seguridad vial como proyectos de rehabilitación. Estas modificaciones no varían los estándares generales de la carretera. (Manual de carreteras, 2018)

c) Proyectos de mejoramiento de trazo

Incluyen la mejora del trazado en planta y también en perfil o solo uno de los mencionados, en tramos considerables de carreteras existentes, lo que puede darse modificando el eje de la carretera o las variantes incluidas en el ambiente circundante, o incluir proyectos de rediseño general de la geometría de la carretera y el sistema de drenaje lo adaptan a su nuevo nivel de servicio. Si la calzada se amplía en una sola plataforma, por la planta y en cuanto al perfil de la calzada encontrada estaría controlada por el trazo. (Manual de carreteras, 2018)

2.2.10. Vehículos de diseño

2.2.10.1. Vehículos ligeros

Según (Manual de carreteras, 2018) cuentan con particularidades que determinarán la distancia de perceptibilidad de adelanto, pausa, zonas de estabilidad, altura mínima de barrera de seguridad, antideslumbrante, zona de estacionamiento, ya que van a mayor velocidad donde la altura de visión del conductor es más baja. El tamaño mínimo de la plaza de aparcamiento en el mirador o zona de descanso. No se afecta el proyecto por el perímetro y el ancho de los vehículos livianos sin embargo que no haya camiones en circulación en esta carretera, es poco probable que ocurra en proyectos.

Medidas específicas de vehículos originados en América del norte:

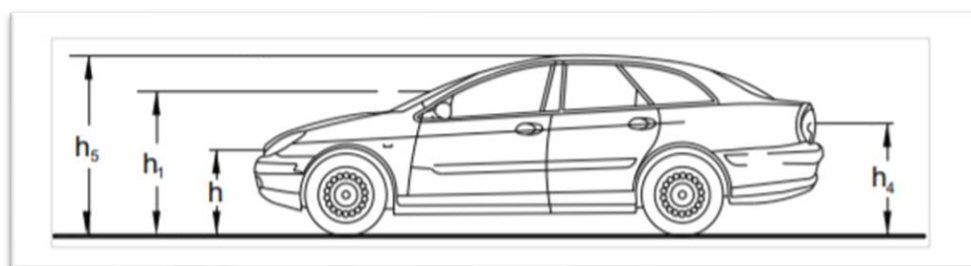
Ancho: 2.10 m.

Largo: 5.80 m.

La estimación de la distancia de visibilidad de parada y de adelantamiento, se efectúa siendo necesario delimitar las distintas alturas, que escondan las condiciones más convenientes en términos de visibilidad.

Donde: “h”, “h₁”, “h₄” y “h₅” señalan las alturas de los faros delanteros, ojos del conductor, luces traseras de un automóvil o también denominado como menor altura perceptible de carrocería y techo de un automóvil, con medidas correspondientes de 0.60 m, 1.07 m, 0.45 m y 1.30 m, respectivamente.

Figura N° 3. Representación gráfica de un vehículo ligero

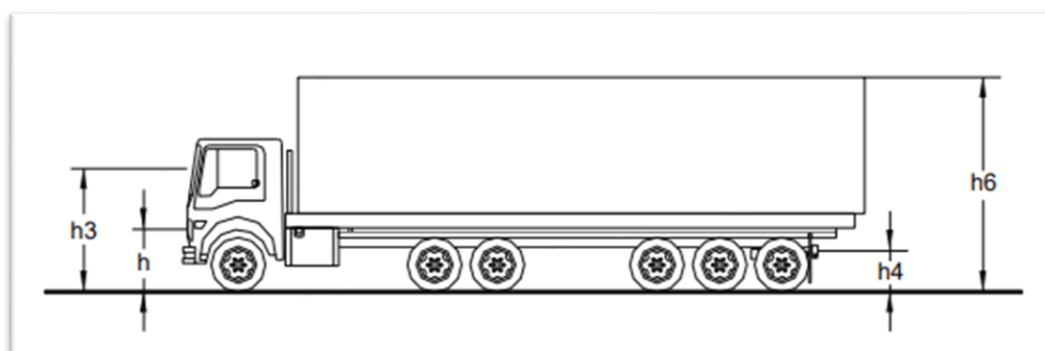


2.2.10.2. Vehículos pesados

Según (Manual de carreteras, 2018) los tamaños máximos de los vehículos utilizados para la geometría en base a su descripción son los determinados en el Reglamento Nacional de Vehículos vigente. Para calcular la distancia de visibilidad de parada y de adelantamiento, es conveniente encontrar las distintas alturas relacionadas a los vehículos de menor capacidad para cubrir la situación más favorable en términos de visibilidad.

Donde: “h”, “ h_3 ”, “ h_4 ” y “ h_6 ” señalan las alturas de los faros delanteros, ojos del conductor de camión o bus (útil para verificar la visibilidad sobre las estructuras en cuanto a sus curvas verticales cóncavas), luces traseras de menor altura perceptible a carrocería y techo del vehículo pesado, con medidas correspondientes de 0.60 m, 2.50 m, 0.45 m y 4.10 m, respectivamente.

Figura N° 4. Representación gráfica de un Vehículo T1R5, señalando las dimensiones máximas.



Fuente: DG-2018

2.2.11. Características del tránsito

2.2.11.1. Índice medio diario anual (IMDA)

Interpreta la media diaria de los volúmenes contando los que se muestran durante todo el año, que es predecible o existe en el tramo de la carretera. Su estudio muestra una sensación cuantitativa en base a la prioridad que se muestra a la carretera en la parte tomada y conlleva al cálculo de la viabilidad económica. (Manual de carreteras, 2018)

2.2.11.2. Clasificación por tipo de vehículo

En correspondencia al Reglamento Nacional de Vehículos, expresa el grado de participación correspondiente a diferentes tipos de vehículos en el IMDA. (Manual de carreteras, 2018)

2.2.11.3. Volumen horario de diseño (VHD)

En carreteras con mucho tráfico, para no contar con problemas de congestión y encontrar estados aceptables de servicio el VHD en lugar del IMDA encuentra las propiedades con las que debe mostrarse el proyecto. Es por eso que la clave del diseño es determinar la base para el diseño tomando uno de los volúmenes horarios a utiliza. El VHD debe darse en orden descendente del mayor tráfico por hora registrado durante todo el año. (Manual de carreteras, 2018)

2.2.11.4. Crecimiento del tránsito

El diseño de una carretera debe estar estructurada para manejar la cantidad de tráfico que puede ocurrir durante el ciclo de vida del proyecto. Sin embargo, para determinar la vida útil de una vía es necesario evaluar los cambios en los principales parámetros de cada tramo de la vía, por la propia infraestructura el estudio es algo complicado debido a la obsolescencia que presenta o cambios repentinos en la utilización de la vía, donde han sido reformado los volúmenes de tráficos, el de patrones y el de demandas. En la elaboración al diseño se utiliza veinte años como fundamento para alcances prácticos. (Manual de carreteras, 2018)

III. METODOLOGÍA

3.1. Enfoque, tipo y diseño de investigación

3.1.1. Enfoque de investigación

La presente investigación presenta un enfoque cuantitativo, porque se basa en una sola variable, recolectando y analizando datos numéricos de acuerdo a las dimensiones de la variable para probar la hipótesis establecida previamente.

3.1.2. Tipo de investigación

3.1.2.1. Tipo de investigación por el propósito

La presente investigación según el propósito es de tipo aplicada, ya que utiliza conocimientos e información existentes, con el objetivo de resolver un determinado problema. Para el mejoramiento de la infraestructura vial de un pavimento se tomará como referencia los parámetros de la norma técnica Manual de Carreteras: Suelos y Pavimentos.

3.1.2.2. Tipo de investigación por el diseño

La investigación según el diseño es de tipo no experimental-descriptiva, puesto que tiene una sola variable de estudio la cual no será manipulada, que es mejoramiento y solo se hará una descripción de las características de la zona de estudio, en este caso de la avenida las Palmas.

3.1.2.3. Tipo de investigación por el nivel

Nuestra investigación según el nivel es de tipo descriptiva, porque busca, indaga y describe en forma detallada información sobre el tema de la investigación y la variable de estudio no se manipula.

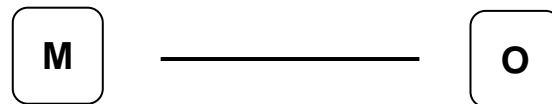
3.1.3. Diseño de investigación

Esta investigación es de diseño no experimental, ya que no se manipulan las variables y no existe manejo en forma indirecta de dicha variable,

transversal ya que la recolección de datos será en un solo periodo de tiempo debido a que no será muy prolongada y descriptivo debido a que los fenómenos se pueden observar y se describen exactamente como en su forma natural.

El esquema del diseño transversal, se muestra a continuación:

Figura N° 5. Diseño de transversal.

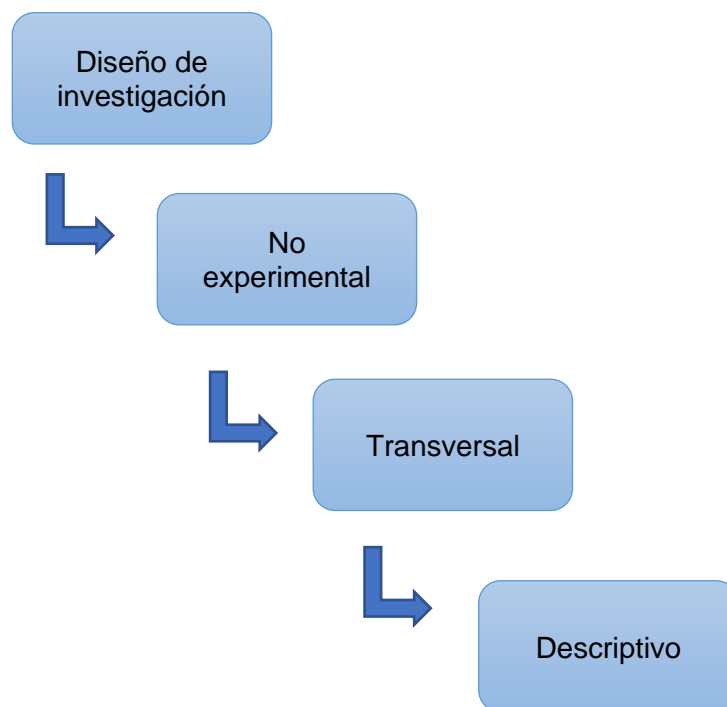


Dónde:

M: Representación del lugar donde son realizados los estudios.

O: Información obtenida de la zona en estudio.

Figura N° 6. Diseño de investigación.



3.2. Operacionalización de variables

3.2.1. Variable

Mejoramiento

Implica un cambio fundamental estructural del pavimento cuya ejecución de las obras es requerida para elevar el modelo de la vía con dichas tareas, a su vez, la edificación y/o acondicionamiento de los puentes, obras de drenaje, túneles y señalizaciones solicitadas. (MTC, 2013)

3.2.2. Matriz de clasificación de variables

Tabla N°1. Matriz de clasificación de variables

| VARIABLE | CLASIFICACIÓN | | | | |
|--------------|---------------|--------------------------|--------------------|------------------|-------------------|
| | Relación | Naturaleza | Escala de medición | Dimensión | Forma de medición |
| Mejoramiento | Independiente | Cuantitativa Continua | Razón | Multidimensional | Indirecta |

3.2.3. Matriz de operacionalización de variables (Anexo 3.1)

Tabla N°2. Matriz de operacionalización de variables

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población

La presente investigación tiene como población, la infraestructura vial de la avenida Las Palmas, distrito de Villa María del Triunfo, Lima, 2021.

3.3.2. Muestra

La presente investigación tiene como muestra, la infraestructura vial de la avenida las Palmas, distrito de Villa María del Triunfo, Lima, que tiene 2.7 km.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnica de recolección de datos

La técnica a utilizar en la presente investigación será la observación del estudio a tratar, para lo cual se realizará visitas de campo con el fin de reconocimiento de terreno y seleccionar los puntos para su respectivo análisis.

3.4.2. Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos que se utilizarán en la presente investigación serán básicamente fichas de observación, ficha de resumen y guías de observación.

Guía de Observación N° 1: Servirá para recaudar información acerca del estado actual del pavimento (Ver anexo 4.1).

Ficha de observación: Servirá para obtener la información precisa del tráfico vehicular, para luego utilizarlo en el diseño del pavimento. (Ver anexo 4.2).

Ficha de resumen: Servirá para mostrar los datos obtenidos en el estudio de mecánica de suelos, para posteriormente utilizarlo en el diseño del pavimento flexible (Ver anexo 4.3).

Tabla N°3. Instrumentos y validación

| Etapas de la investigación | Instrumentos | Validación |
|---|--|--|
| Evaluación del estado actual del pavimento. | Guía de observación – Índice de condición del pavimento. (Anexo 4.1) | Manual de evaluación de pavimentos. |
| Estudio de tráfico. | Ficha de observación - Formato de conteo vehicular. (Anexo 4.2) | MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones) |
| Estudio de mecánica de suelos. | Ficha de resumen – Estudio de mecánica de suelos. (Anexo 4.3) | Norma ASTM D-1883 Norma ASTM D-1557 |
| Diseño del pavimento flexible. | Software aashto 93 | Manual AASHTO 93 |

3.4.3. Validez y confiabilidad

3.4.3.1. Validez

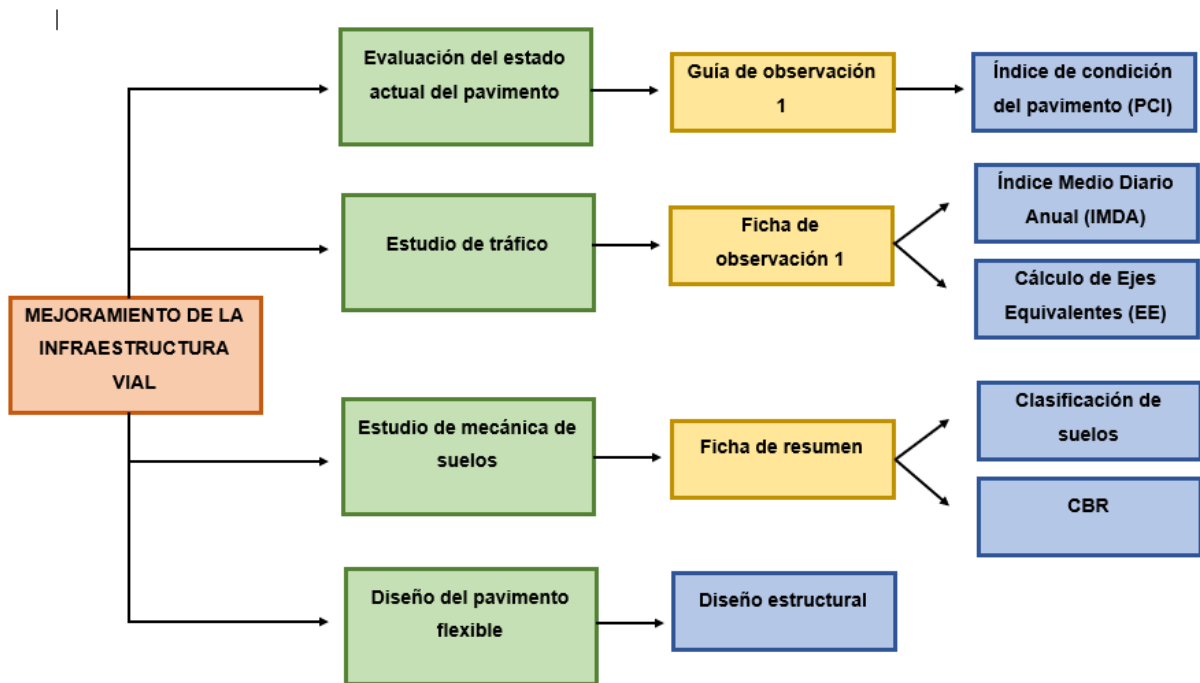
En la presente investigación los instrumentos que se utilizarán para recaudar datos están validados por normas del MTC, ASTM D- 1883 y Norma de suelos y pavimentos. Además de Guía de AASHTO para el Diseño de Estructuras de Pavimentos (AASHTO, 1993).

3.4.3.2. Confiabilidad

La confiabilidad de los resultados de nuestra investigación será respaldada y validada por expertos, que empleando las normas y fichas de evaluación aportarán en la investigación, pese a ello, es conveniente señalar que los instrumentos utilizados en su mayoría cuentan con normas e instituciones reconocidas y de gran respaldo, entre ellos se encuentran el MTC, la ASTM, la NTP.

3.5.Procedimientos

Figura N°7. Diagrama de procedimiento



3.5.1. Evaluación del estado actual del pavimento

Se empezará realizando un trabajo en campo, identificando los distintos tipos de fallas que se pueden apreciar en la tabla N°4 en las respectivas unidades de muestra y señalando su nivel de severidad según el Manual de evaluación de pavimentos.

Tabla N°4. Tipos de fallas

| N° de falla | Tipo de falla | Unidad |
|-------------|---------------------------|----------------|
| 1 | Piel de cocodrilo | m ² |
| 2 | Exudación de asfalto | m ² |
| 3 | Grietas de contracción | m ² |
| 4 | Elevaciones – Hundimiento | m |
| 5 | Corrugaciones | m ² |
| 6 | Depresiones | m ² |

| | | |
|----|--|----------------|
| 7 | Grietas de bordes | m |
| 8 | Grietas de reflexión de juntas | m |
| 9 | Desnivel de calzada – hombrillo | m |
| 10 | Grietas longitudinales y transversales | m |
| 11 | Baches y zanjas reparadas | m ² |
| 12 | Agregados pulidos | m ² |
| 13 | Huecos | N° |
| 14 | Cruce de rieles | m ² |
| 15 | Ahuellamiento | m ² |
| 16 | Deformación por empuje | m ² |
| 17 | Grietas deslizamiento | m ² |
| 18 | Hinchamiento | m ² |
| 19 | Disgregación y desintegración | m ² |

Para la determinación de las unidades de muestreo para la evaluación de la vía se limita a la avenida según lo definido por la norma ASTM D6433 – 16. Una vez terminada la inspección de campo, con la información recolectada sobre las fallas mostradas y recolectadas en la Guía de observación N°2 (ver anexos 4.2), se calcula el PCI mediante el software Excel y a su vez se describe la condición del pavimento según los resultados y que varían entre "fallado" hasta "excelente".

La unidad de estudio está limitada por la avenida Las Palmas el cual se evaluará por el método PCI según norma ASTM D 6433.

Se encuentra el número total de unidades de la sección con la siguiente fórmula:

$$N = \frac{A_E}{A_{um}}$$

Dónde:

N: Número total de unidades de la sección del pavimento.

AE: Área de Evaluación

Aum: Área de unidad de muestreo

Se obtiene el número mínimo de unidades de muestreo a evaluar con la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N \times \sigma^2}{\left(\frac{e^2}{4}\right)(N - 1) + \sigma^2}$$

Dónde:

n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.

N: Número total de unidades de la sección del pavimento.

e: Error de estimación aceptable en el PCI de la sección. Normalmente e = ±5% puntos del PCI (5%)

σ: Desviación estándar de una unidad a otra dentro de la misma sección, donde se asume un valor de 10 para pavimentos flexibles.

Se toma las unidades como mínimo de la muestra total para realizar la evaluación y se halla el intervalo de muestreo con la siguiente fórmula:

$$i = \frac{N}{n}$$

Dónde:

N: Número total de unidades de la sección del pavimento.

n: Número de unidades de evaluación a ser inspeccionadas.

i: Intervalo de muestreo (tomándose solo la parte entera del resultado)

Terminado el trabajo en campo y con la información recolectada se procede a calcular el PCI de cada unidad de muestra con el Software Microsoft Excel considerando el tipo de falla, su severidad, su densidad obtenida por la cantidad total de la falla respecto a la unidad de muestra evaluada obteniendo su Valor deducido según los ábacos (Anexo 5). Al obtener todos los Valores deducidos se considera el más alto para calcular el número máximo de Valores deducidos con la siguiente fórmula:

$$m = 1.00 + \frac{9}{98}(100.00 - VD_{max})$$

Dónde:

m: Número máximo de valores deducidos, considerándose la parte decimal

VD_{max}: Valor deducido más alto

Luego se calcularán los Valores deducidos corregidos con el ábaco a considerar (Anexo 5) y de estos se obtiene un máximo valor deducido corregido que es

utilizado para obtener el PCI con la siguiente fórmula:

$$PCI = 100 - máx.VDC$$








Dónde:

PCI: Índice de condición del pavimento

máx.VDC: Máximo Valor deducido corregido

Donde al obtener el PCI se puede describir la condición del pavimento considerando la siguiente tabla:

Figura N°8. Estado del pavimento

| | | |
|----------|-----------|--|
| 86 - 100 | EXCELENTE |  |
| 71 - 85 | MUY BUENO |  |
| 56 - 70 | BUENO |  |
| 41 - 55 | REGULAR |  |
| 26 - 40 | POBRE |  |
| 11 - 25 | MUY POBRE |  |
| 0 - 10 | FALLADO |  |

Finalmente, luego de obtener el PCI de cada unidad de muestra, se obtiene el PCI final de la unidad de estudio considerando la siguiente fórmula:

$$PCI_t = \frac{[(N - A) * PCI_R + (A * PCI_A)]}{N}$$

Dónde:

PCI_t: PCI del tramo de vía

PCI_R: PCI promedio de las unidades de muestra aleatorias o representativas

PCI_A: PCI promedio de las unidades de muestra adicionales

N: Número total de unidades de muestra en la sección

A: Número adicional de unidades de muestreo inspeccionadas

3.5.2. Estudio de tráfico

Su objetivo es la cuantificación, la clasificación y notar la cantidad de vehículos que circulan por la avenida Las Palmas, distrito de Villa María del Triunfo, Lima, elemento indispensable ante el manejo de la precisión del pavimento y sus características de diseño en la avenida.

Procedimiento:

Se ubicará las estaciones de conteo en un punto estratégico con dos personas de

apoyo. El conteo vehicular será realizado por cada tipo de vehículo que circule y en ambos sentidos, se realizará en 7 días de la semana y los datos serán anotados en la ficha de observación N°1 (Anexos 4.2).

Todos los datos recaudados en campo serán registrados en el software Microsoft Excel, para posteriormente ser utilizados para hallar los ejes equivalentes (EE).

El IMDA será calculado mediante la siguiente fórmula:

$$IMDA = \frac{IMDs}{7} \times Fc$$

Dónde:

IMDA: Índice medio diario anual

IMDs: Índice medio diario

Fc: Factor de corrección estacional (peaje más cercano)

Factor direccional y Factor carril

Se refiere a la cantidad de vehículos pesados que circulan en un sentido de tráfico.

Se considerará el número de sentidos y carriles por calzada según el factor ponderado aplicado al IMD.

Tabla N°5. Factores de distribución direccional y de carril

| Numero de Calzadas | Numero de Sentidos | Número de carriles por Sentido | Factor Direccional (fd) | Factor Carril (fc) | Factor Ponderado fd x fc para carril de diseño |
|--|--------------------|--------------------------------|-------------------------|--------------------|--|
| 1 calzada (para IMDa total de la Calzada) | 1 sentido | 1 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| | 1 sentido | 2 | 1.00 | 0.80 | 0.80 |
| | 1 sentido | 3 | 1.00 | 0.60 | 0.60 |
| | 1 sentido | 4 | 1.00 | 0.50 | 0.50 |
| | 2 sentido | 1 | 0.50 | 1.00 | 0.50 |
| | 2 sentido | 2 | 0.50 | 0.80 | 0.40 |
| 2 calzadas con separador central. (para IMDa total de las dos Calzadas) | 2 sentido | 1 | 0.50 | 1.00 | 0.50 |
| | 2 sentido | 2 | 0.50 | 0.80 | 0.40 |
| | 2 sentido | 3 | 0.50 | 0.60 | 0.30 |
| | 2 sentido | 4 | 0.50 | 0.50 | 0.25 |

Fuente: Manual de carreteras: Suelos y Pavimentos

Factor de crecimiento acumulado (Fca)

Para esta parte se tomará en cuenta la tasa anual de crecimiento (r) y el periodo de diseño (n).

Se calculará mediante la siguiente fórmula:

$$Factor\ Fca = \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$$

Número de repeticiones de ejes equivalentes

El tráfico pesado de ómnibus y camiones es de mayor influencia en el diseño de pavimentos. Los EE representan el factor destructivo de las diferentes cargas por eje de cada tipo de vehículo pesado, que transitan por el pavimento.

Figura N°9. Configuración de ejes

| Conjunto de Eje (s) | Nomenclatura | N° de Neumáticos | Grafico |
|--|--------------|------------------|---------|
| EJE SIMPLE (Con Rueda Simple) | 1RS | 02 | |
| EJE SIMPLE (Con Rueda Doble) | 1RD | 04 | |
| EJE TANDEM (1 Eje Rueda Simple + 1 Eje Rueda Doble) | 1RS + 1RD | 06 | |
| EJE TANDEM (2 Ejes Rueda Doble) | 2RD | 08 | |
| EJE TRIDEM (1 Rueda Simple + 2 Ejes Rueda Doble) | 1RS + 2RD | 10 | |
| EJE TRIDEM (3 Ejes Rueda Doble) | 3RD | 12 | |

Fuente: Manual de carreteras: Suelos y Pavimentos

Para calcular los ejes equivalentes, se emplearán las siguientes relaciones simplificadas para las diferentes configuraciones de ejes de vehículos pesados y tipo de pavimento, en este caso pavimento flexible:



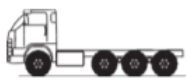

Tabla N°6. Relación de cargas por eje para determinar EE. Para afirmados, pavimentos flexibles y semirrígidos

| Tipo de Eje | Eje Equivalente (EE _{8.2 tn}) |
|--|--|
| Eje Simple de ruedas simples (EE _{S1}) | $EE_{S1} = [P / 6.6]^{4.0}$ |
| Eje Simple de ruedas dobles (EE _{S2}) | $EE_{S2} = [P / 8.2]^{4.0}$ |
| Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TA1}) | $EE_{TA1} = [P / 14.8]^{4.0}$ |
| Eje Tandem (2 ejes de ruedas dobles) (EE _{TA2}) | $EE_{TA2} = [P / 15.1]^{4.0}$ |
| Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TR1}) | $EE_{TR1} = [P / 20.7]^{3.9}$ |
| Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE _{TR2}) | $EE_{TR2} = [P / 21.8]^{3.9}$ |
| P = peso real por eje en toneladas | |

Fuente: Manual de carreteras: Suelos y Pavimentos

El peso real por eje en toneladas de cada tipo de vehículo pesado se obtendrá del Reglamento Nacional de Vehículos (2021) y se calculará el Factor vehículo pesado (Fvp) y los Ejes Equivalentes en el software Microsoft Excel.

Tabla N°7. Tabla de pesos y medidas

| TABLA DE PESOS Y MEDIDAS | | | | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------|------------|---|------------------|--------------------|------------------------------|-----|-----|---------------------|----|
| N° | Config. vehicular | N° de ejes | Descripción gráfica de los vehículos | Long. Máx. (m) | Peso máximo (t) | | | | Peso bruto máx. (t) | |
| | | | | | Eje Delant | Conjunto de ejes posteriores | | | | |
| | | | | | 1° | 2° | 3° | 4° | | |
| 1 | C2 | 2 |  | 12.30 | 7 | 11 | --- | --- | --- | 18 |
| 2 | C3 | 3 |  | 13.20 | 7 | 18 | --- | --- | --- | 25 |
| 3 | C4 | 4 |  | 13.20 | 7 | 23 ⁽¹⁾ | --- | --- | --- | 30 |
| 4 | 8x4 | 4 |  | 13.20 | 7+7 ⁽¹⁾ | 18 | --- | --- | --- | 32 |

Fuente: Reglamento Nacional de vehículos.

Para hallar el Factor de ajuste por presión de neumático (Fp), se utilizarán los valores de la siguiente tabla:

Tabla N°8. Factor de ajuste por presión de neumático (Fp)

| Espeso de Capa de Rodadura (mm) | Presión de Contacto del Neumático (PCN) en psc PCN = 0.90x[Presión de inflado del neumático] (pai) | | | | | | |
|---------------------------------|---|------|------|------|------|------|------|
| | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 |
| 50 | 1.00 | 1.30 | 1.80 | 2.13 | 2.91 | 3.59 | 4.37 |
| 60 | 1.00 | 1.33 | 1.72 | 2.18 | 2.69 | 3.27 | 3.92 |
| 70 | 1.00 | 1.30 | 1.65 | 2.05 | 2.49 | 2.99 | 3.53 |
| 80 | 1.00 | 1.28 | 1.59 | 1.94 | 2.32 | 2.74 | 3.20 |
| 90 | 1.00 | 1.25 | 1.53 | 1.84 | 2.17 | 2.52 | 2.91 |
| 100 | 1.00 | 1.23 | 1.48 | 1.75 | 2.04 | 2.35 | 2.68 |
| 110 | 1.00 | 1.21 | 1.43 | 1.66 | 1.91 | 2.17 | 2.44 |
| 120 | 1.00 | 1.19 | 1.38 | 1.59 | 1.80 | 2.02 | 2.25 |
| 130 | 1.00 | 1.17 | 1.34 | 1.52 | 1.70 | 1.89 | 2.09 |
| 140 | 1.00 | 1.15 | 1.30 | 1.46 | 1.62 | 1.78 | 1.94 |
| 150 | 1.00 | 1.13 | 1.26 | 1.39 | 1.52 | 1.66 | 1.79 |
| 160 | 1.00 | 1.12 | 1.24 | 1.36 | 1.47 | 1.59 | 1.71 |
| 170 | 1.00 | 1.11 | 1.21 | 1.31 | 1.41 | 1.51 | 1.61 |
| 180 | 1.00 | 1.09 | 1.18 | 1.27 | 1.36 | 1.45 | 1.53 |
| 190 | 1.00 | 1.08 | 1.16 | 1.24 | 1.31 | 1.39 | 1.46 |
| 200 | 1.00 | 1.08 | 1.15 | 1.22 | 1.28 | 1.35 | 1.41 |

Fuente: Manual de carreteras: Suelos y pavimentos

Finalmente, para calcular el número de repeticiones de ejes equivalentes de 8.2 tn, se usará la siguiente fórmula por cada tipo de vehículo, dando como resultado la sumatoria de los distintos tipos de vehículos pesados:

$$N_{rep\ de\ EE_{8.2\ tn}} = \sum [EE_{día-carril} \times Fca \times 365]$$

Dónde:

$$EE_{día-carril} = IMD_p \times Fd \times Fc \times Fvp \times Fp$$

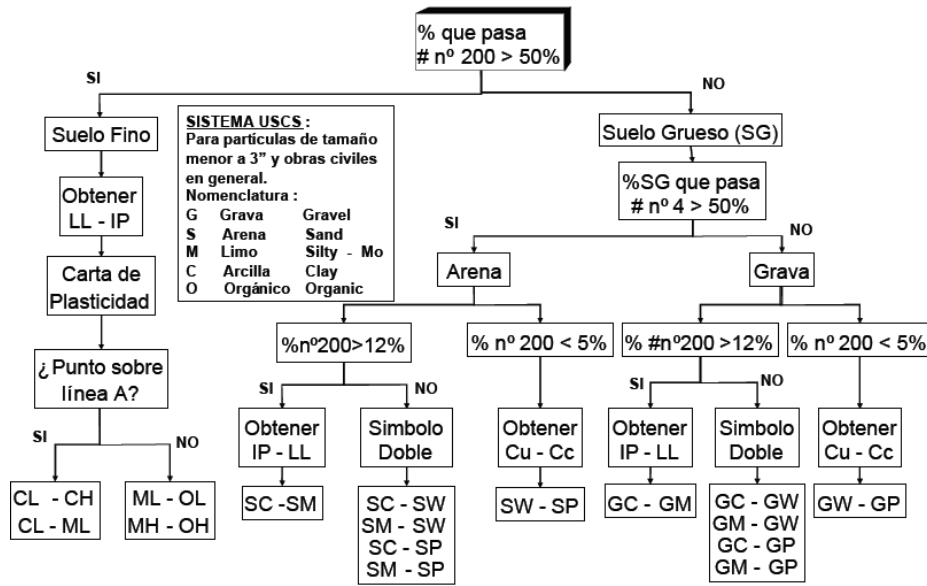
3.5.3. Estudio de mecánica de suelos

Para la obtención de los estudios de mecánica de suelos, utilizaremos la revisión documental, en la cual recolectaremos datos como la clasificación según SUCS y AASHTO, también se obtendrá el CBR.

a. Clasificación SUCS (ASTM D-2487)

Después de realizado el ensayo de granulometría, se procede a clasificar el suelo de acuerdo al siguiente diagrama:

Figura N° 10. Clasificación SUCS



b. Clasificación AASHTO M-145

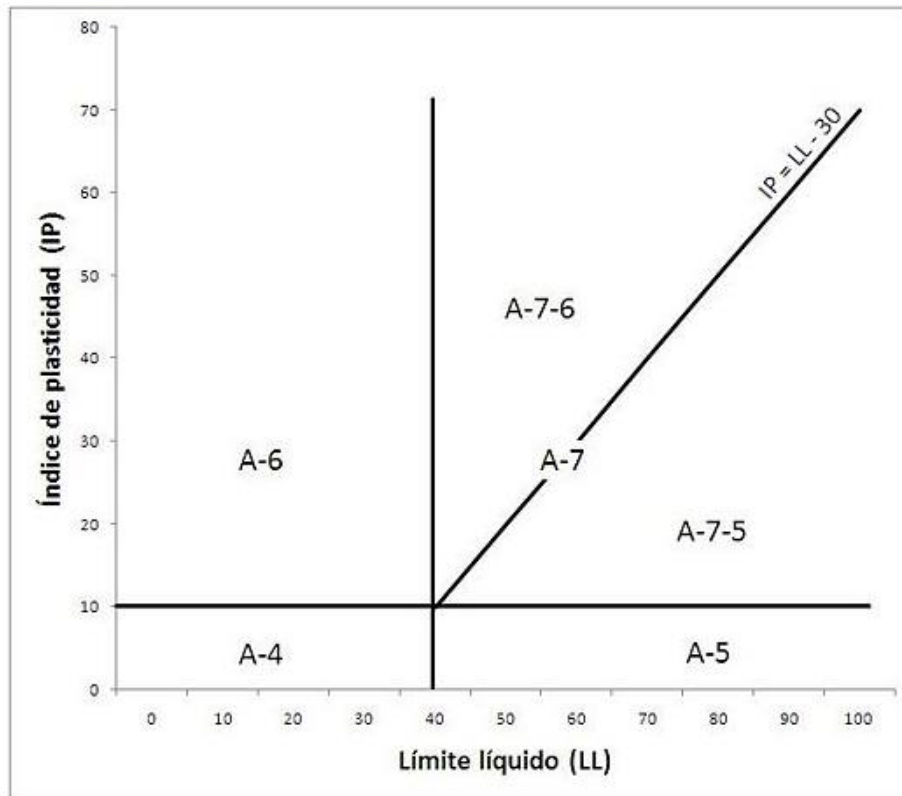
Conforme su granulometría y plasticidad, presenta siete grupos de suelos (A-1, A-2, A-3, A-4 ..., A-7). Estos grupos se relacionan a dos categorías de suelo, los suelos cuyos elementos son inferiores al 35% llegando al tamiz n° 200 son denominados suelos granulares y los que superan el 35% en el tamiz mencionado serían suelos limo-arcillosos. La jerarquía de la primera categoría mencionada de los suelos tiene como relevantes a las arenas, gravas y zahorras; de estos se muestran los grupos A-1, A-2 y A-3, donde de bueno a excelente es su comportamiento con regularidad, pero cabe resaltar que en estas categorías hay tipos de suelos que no cumplen con las características debido a su elevada plasticidad mostrada en sus finos, pertenecientes a los subgrupos A-2-6 y A-2-7. A continuación se muestran los grupos que forman esta categoría:

- A-1: Gravas, arenas y finos sin contenido de plasticidad es la mezcla bien graduada que conforma este grupo. Además, aquí se contiene la mezcla mencionada, pero sin finos.
- A-1-a: Gravas con finos bien graduados o sin este último, es la mezcla que comprende este grupo.
- A-1-b: Arenas gruesas con material fino bien graduado o sin este último, es la

mezcla que comprende básicamente estos suelos.

- A-3: Por lo general arena fina de duna o playa es lo que compete a la composición de estos suelos, los cuales son originados por el viento y a su vez no posee finos arcillosos o limos sin plasticidad en lo mínimo. La arena fina mal graduada ubicada en depósitos fluviales con mínimo de arenas gruesas también forma parte de este grupo.
- A-2: Suelos granulares en variedad es el contenido de este grupo. Los suelos que no pasan el 35% el tamiz n° 200 son los que integran este grupo y debido a la superioridad de los límites fijados para estos grupos en sus finos y plasticidad en cuanto a lo porcentual, no pueden ser clasificados a los grupos A-1 y A-3.
- A-2-4 y A-2-5: Suelos que no sobrepasan el 35% de partículas del tamiz n° 200 es la composición para este grupo y tienen como suelos limosos las partes que pasan por el tamiz n° 40 debido a sus características. Aquí comprenden los suelos de arena gruesa y grava en su composición con índices de plasticidad por encima del primer grupo de esta clasificación y además señalar los que incluyen arena en relación a lo limo sin plasticidad lo que del grupo A-3 sobrepasa lo permitido.
- A-2-6 y A-2-7: Aquí comprenden los especificados para los subgrupos vistos anteriormente, a excepción de los finos que contienen arcilla plástica en los que en referencia a los grupos A-6 y A-7 cumplen con dichas características.
- En esta jerarquía el límite líquido e índice de plasticidad son los únicos parámetros a considerar para clasificar a los suelos en distintos grupos. Así mismo, el grupo A-2 se clasificará en distintos subgrupos. En grupos del A-4 al A-7 es la integración de los suelos en cuanto a la jerarquía como arcillosos en donde de regular a malo es su comportamiento.

Figura N° 11. Clasificación AASHTO M-145



Los siguientes grupos son incluidos en los suelos granulares:

- A-4: Limoso sin plasticidad es lo típico en estos suelos, el cual tiene por lo general un mínimo del 75% de partículas que llega al tamiz n° 200. Suelos finos limosos y que no pase del 64% de gravas y arenas, es una mezcla compuesta y también añadida en este grupo.
- A-5: El característico suelo de este grupo es idéntico al especificado en el grupo A-4, excepto que suele tener carácter micáceo o diatomáceo, y pueden ser muy comprimibles, como indica su elevado límite líquido.
- A-6: El característico suelo de este grupo es arcilloso plástico, que generalmente tiene un mínimo de 75% de material que pasa por el tamiz n° 200. Estos suelos, experimentan normalmente excesivos cambios de volumen entre los estados seco y húmedo. Las mezclas de suelo fino arcilloso y hasta un 64% de gravas y arenas, también son incluidos en este grupo.
- A-7: El característico suelo de este grupo es idéntico al especificado en el grupo A-6, excepto que tiene las características de elevado límite líquido del grupo A-5,

y puede ser elástico y estar sujeto a grandes cambios de volumen.

- A-7-5: Aquí comprenden los suelos que pueden ser altamente compresibles y respecto al límite líquido presenta un moderado índice de plasticidad, además de estar sujetos a importantes variaciones de volumen.
- A-7-6: Aquí comprenden los suelos que presentan una considerable variación de volumen y en correspondencia al límite líquido presenta un alto índice de plasticidad.
- La jerarquización elaborada de esta manera se completa con el índice de grupo, el cual permitirá diferenciar de manera eficaz los tipos de suelo dentro de los grupos mencionados, los cuales admiten suelos con un modesto porcentaje de finos y gran variación de plasticidad.

$$IG = (F - 35)[0.2 + 0.005(LL - 40)] + 0.01(F - 15)(IP - 10)$$

Donde:

F: Es el porcentaje en peso que pasa por el tamiz nº 200 del material inferior a 75 mm.

LL: Límite líquido

IP: Índice de plasticidad.

- El índice de grupo es expresado en números enteros positivos (los números negativos serán expresado como IG= 0). Son clasificados de buenos a excelentes los suelos que conforman los grupos A-1, seguido de A-3, también A-2-4 y adicionalmente A-2-5, que se clasifican de buenos a excelentes, tienen un IG= 0. Un IG= 20 o mayor quiere decir que el suelo es de muy mala calidad. Normalmente para mejores calidades de suelo, el IG debe ser lo menor posible. Mostrándose una independencia de la plasticidad el valor crítico de finos es F = 35, sin embargo, si se muestra un índice de plasticidad que supera a 10, dicho valor sería de F = 15. El límite líquido y el índice de plasticidad en cuanto a sus valores críticos serán 40 y 10 por correspondencia.

Para clasificar los suelos granulares y los suelos de grano fino, la Clasificación ASTM establece el límite del 50% de material que pasa por el tamiz nº 200, la

clasificación AASHTO es más realista, la cual establece el 35%. Al justificarse los dos sistemas en los ensayos, se obtiene un resultado interesante al utilizarse de manera simultánea para obtener una mejor clasificación del suelo.

3.5.4. Diseño del pavimento flexible: Método Guía AASHTO 93

Este sistema es justificado en la elaboración de modelos en función de la performance del pavimento, las cargas de los vehículos y resistencia de la subrasante para el cálculo de espesores.

La finalidad del modelo es el cálculo del Numero Estructural requerido (SNr), los cuales deberán ser construidas sobre la subrasante con el objetivo de soportar las cargas de los vehículos con Serviciabilidad buena a lo largo del periodo de diseño fijado en dicho proyecto.

Periodo de Diseño

Para el presente manual de diseño de pavimentos flexibles, el periodo de diseño a utilizar para caminos de bajo tránsito vehicular, debe ser hasta diez años, periodo de diseños por dos etapas de diez años y en una etapa de veinte años.

Variables

A continuación, se presenta la ecuación básica para el diseño de la estructura de un pavimento flexible:

Figura N°12. Ecuación para el diseño de la estructura de un pavimento

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_O + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

Tránsito

Los resultados se obtendrán encontrando las repeticiones de cada tipo de eje durante el tiempo de diseño partiendo de la medición de un tráfico inicial realizado observando en campo.

Número de repeticiones acumuladas de ejes equivalentes

Para caminos con un tránsito entre 1'000,001 EE hasta 30'000,000 EE, en el carril y periodo de diseño.

Tabla N°8. Número de repeticiones acumuladas de EE de 8.2t, en el carril de diseño

| Tipos Tráfico Pesado expresado en EE | Rangos de Tráfico Pesado expresado en EE |
|--------------------------------------|--|
| TP0 | > 75,000 EE ≤ 150,000 EE |
| TP1 | > 150,000 EE ≤ 300,000 EE |
| TP2 | > 300,000 EE ≤ 500,000 EE |
| TP3 | > 500,000 EE ≤ 750,000 EE |
| TP4 | > 750,000 EE ≤ 1'000,000 EE |
| TP5 | > 1'000,000 EE ≤ 1'500,000 EE |
| TP6 | > 1'500,000 EE ≤ 3'000,000 EE |
| TP7 | > 3'000,000 EE ≤ 5'000,000 EE |
| TP8 | > 5'000,000 EE ≤ 7'500,000 EE |
| TP9 | > 7'500,000 EE ≤ 10'000,000 EE |
| TP10 | > 10'000,000 EE ≤ 12'500,000 EE |
| TP11 | > 12'500,000 EE ≤ 15'000,000 EE |
| TP12 | > 15'000,000 EE ≤ 20'000,000 EE |
| TP13 | > 20'000,000 EE ≤ 25'000,000 EE |
| TP14 | > 25'000,000 EE ≤ 30'000,000 EE |
| TP15 | > 30'000,000 EE |

Fuente: Manual de carreteras: Suelos y pavimentos

Categoría de la sub rasante en base al CBR:

Tabla N°9. Categorías de sub rasante

| CATEGORIAS DE SUB RASANTE | CBR |
|---|-----------------------------|
| S ₀ : Sub rasante Inadecuada | CBR < 3% |
| S ₁ : Sub rasante insuficiente | De CBR ≥ 3% A CBR < 6% |
| S ₂ : Sub rasante Regular | De CBR ≥ 6% A CBR < 10% |
| S ₃ : Sub rasante Buena | De CBR ≥ 10% A CBR < 20% |
| S ₄ : Sub rasante Muy Buena | De CBR ≥ 20% A CBR < 30% |
| S ₅ : Sub rasante excelente | CBR ≥ 30% |

Fuente: Manual de carreteras: Suelos y pavimentos

En relevancia a las capas de la sub rasante, sus materiales en buenas condiciones, serán considerados los suelos con CBR igual o mayor de 6%, en caso que sea menor se procederá a estabilizar el suelo.

Módulo de Resiliencia (Mr)

Se refiere a la rigidez del suelo de la sub rasante, el cual se determinará mediante la siguiente fórmula:

$$MR(psi) = 2555 \times CBR^{0.64}$$

Confiabilidad (%R)

El método AASHTO integra este criterio, donde en una determinada estructura tenga un comportamiento representado bajo dicha probabilidad, a lo largo de su periodo de diseño conforme a lo establecido. Los factores que actúen sobre el comportamiento del pavimento y su estructura están en función de dicha probabilidad en cuando a la variabilidad de los mismos; pese a ello, existen situaciones distintas a las aguardadas como la construcción en cuanto a su calidad, las condiciones climáticas sobresalientes, crecimiento inusual del tráfico pesado que supera lo establecido y otras circunstancias, que afecten el pavimento y puedan disminuir su vida útil.

Según la guía AASHTO basta con que aproximadamente se tome que el pavimento con el tráfico en cuanto a su comportamiento, sigue una ley de repartición normal, por tanto los conceptos estadísticos para alcanzar una confiabilidad determinada puede ser aplicados, donde un 90% o 95% es uno de los ejemplos donde indica que solamente un 10% o 5% se hallará con un índice de serviciabilidad menor al previsto del tramo pavimentado; a lo que se indica que el modelo en cuanto a su comportamiento está determinado en criterios de serviciabilidad y no por un determinado mecanismo de falla. En efecto a ello, el espesor de la estructura del diseño del pavimento se incrementará conforme se presente un mayor nivel de confiabilidad.

La Desviación Normal Estándar (Z_r) debe utilizarse para la Ecuación de Diseño ya que la confiabilidad no es un parámetro de ingreso directo.

Los valores que se recomiendan para los niveles de confiabilidad para los distintos rangos de tráfico están especificados a continuación.

Tabla N°10. Valores recomendados de Nivel de Confiabilidad Para una sola etapa de diseño (10 ó 20 años) según rango de Tráfico

| TIPO DE CAMINOS | TRAFICO | EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS | | NIVEL DE CONFIABILIDAD (R) |
|--|------------|------------------------------|----------------|----------------------------|
| Caminos de Bajo Volumen de Tránsito | TP0 | 100,000 | 150,000 | 65% |
| | TP1 | 150,001 | 300,000 | 70% |
| | TP2 | 300,001 | 500,000 | 75% |
| | TP3 | 500,001 | 750,000 | 80% |
| | TP4 | 750,001 | 1,000,000 | 80% |
| Resto de Caminos | TP5 | 1,000,001 | 1,500,000 | 85% |
| | TP6 | 1,500,001 | 3,000,000 | 85% |
| | | 3,000,001 | 5,000,000 | 85% |
| | TP8 | 5,000,001 | 7,500,000 | 90% |
| | TP9 | 7,500,001 | 10'000,000 | 90% |
| | TP10 | 10'000,001 | 12'500,000 | 90% |
| | TP11 | 12'500,001 | 15'000,000 | 90% |
| | TP12 | 15'000,001 | 20'000,000 | 95% |
| | TP13 | 20'000,001 | 25'000,000 | 95% |
| | TP14 | 25'000,001 | 30'000,000 | 95% |
| | TP15 | >30'000,000 | | 95% |

Fuente: Manual de carreteras: Suelos y pavimentos

Coeficiente Estadístico de Desviación Estándar Normal (Zr)

En un conjunto de datos en una repartición normal, el coeficiente estadístico de desviación estándar normal, está representado por el valor de la Confiabilidad seleccionada.

Tabla N°11. Coeficiente Estadístico de la desviación Estándar Normal (Zr). Para una sola etapa de diseño (10 ó 20 años). Según el Nivel de Confiabilidad seleccionado y el Rango de Tráfico

| TIPO DE CAMINOS | TRAFICO | EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS | | DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (ZR) |
|--|---------|------------------------------|-------------|---------------------------------|
| Caminos de Bajo Volumen de Tránsito | TP0 | 100.001 | 150.000 | -0.385 |
| | TP1 | 150.001 | 300.000 | -0.524 |
| | TP2 | 300.001 | 500.000 | -0.674 |
| | TP3 | 500.001 | 750.000 | -0.842 |
| | TP4 | 750.001 | 1.000,00 | -0.842 |
| Resto de Caminos | TP5 | 1.000.001 | 1.500,00 | -1.036 |
| | TP6 | 1.500.001 | 3.000,00 | -1.036 |
| | | 3.000.001 | 5.000,00 | -1.036 |
| | TP8 | 5.000.001 | 7.500,00 | -1.282 |
| | TP9 | 7.500,001 | 10'000,00 | -1.282 |
| | TP10 | 10'000,001 | 12'500,00 | -1.282 |
| | TP11 | 12'500,001 | 15'000,00 | -1.282 |
| | TP12 | 15'000,001 | 20'000,00 | -1.645 |
| | TP13 | 20'000,001 | 25'000,00 | -1.645 |
| | TP14 | 25'000,001 | 30'000,00 | -1.645 |
| | TP15 | | >30'000.000 | -1.645 |

Fuente: Manual de carreteras: Suelos y pavimentos

Desviación Estándar Combinada (So)

Se define como el valor que considera el cambio esperado por parte del pronóstico del tránsito y de las otras causas que perjudican la forma en que se comporta el pavimento; donde el medio ambiente, la construcción, indecisión del modelo son unos de los ejemplos. Acoger para los pavimentos flexibles, es una sugerencia de la Guía AASHTO, donde los valores recomendados oscilan entre 0.40 y 0.50, por ello un 0.45 es el valor tomado para los diseños recomendados en el actual Manual.

Índice de Serviciabilidad Presente (PSI)

Se define como el libre movimiento brindado al usuario en cuanto a comodidad, cuyo valor es de 0 a 5. A lo que 5 representa mayor comodidad (este es difícil de lograr) y por lo distinto 0 representa una pésima comodidad. El PSI decrece conforme la calidad de la vía disminuye debido al desgaste.

Serviciabilidad Inicial (Pi)

Se define como la vía últimamente construida en base a las condiciones en las que se encuentra. A continuación, se muestran los índices de Serviciabilidad inicial para los distintos tipos de tráfico.

Tabla N°12. Índice de Serviabilidad Inicial (Pi) Según Rango de Tráfico

| TIPO DE CAMINOS | TRAFICO | EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS | | INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (PI) |
|--|---------|------------------------------|------------|--|
| Caminos de Bajo Volumen de Tránsito | TP1 | 150,001 | 300,000 | 3.80 |
| | TP2 | 300,001 | 500,000 | 3.80 |
| | TP3 | 500,001 | 750,000 | 3.80 |
| | TP4 | 750 001 | 1,000,000 | 3.80 |
| Resto de Caminos | TP5 | 1,000,001 | 1,500,000 | 4.00 |
| | TP6 | 1,500,001 | 3,000,000 | 4.00 |
| | TP7 | 3,000,001 | 5,000,000 | 4.00 |
| | TP8 | 5,000,001 | 7,500,000 | 4.00 |
| | TP9 | 7 500 001 | 10'000 000 | 4.00 |
| | TP10 | 10'000,00 | 12'500,000 | 4.00 |
| | TP11 | 12'500,00 | 15'000,000 | 4.00 |
| | TP12 | 15'000,00 | 20'000,000 | 4.20 |
| | TP13 | 20'000,00 | 25'000,000 | 4.20 |
| | TP14 | 25'000,00 | 30'000,000 | 4.20 |
| | TP15 | >30'000,000 | | 4.20 |

Fuente: Manual de carreteras: Suelos y pavimentos

Serviabilidad Final o Terminal (PT)

Se define como el camino que ha llegado al imperativo de algún tipo de reconstrucción o rehabilitación en base a las condiciones en las que se encuentra. A continuación, se mostrarán los índices de Serviabilidad final para los distintos tipos de tráfico.

Tabla N°13. Índice de Serviciabilidad Final (Pt) Según Rango de Tráfico

| TIPO DE CAMINOS | TRAFICO | EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS | | INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (PT) |
|--|---------|------------------------------|------------|--------------------------------------|
| Caminos de Bajo Volumen de Tránsito | TP1 | 150,001 | 300,000 | 2.00 |
| | TP2 | 300,001 | 500,000 | 2.00 |
| | TP3 | 500,001 | 750,000 | 2.00 |
| | TP4 | 750,001 | 1,000,000 | 2.00 |
| Resto de Caminos | TP5 | 1,000,001 | 1,500,000 | 2.50 |
| | TP6 | 1,500,001 | 3,000,000 | 2.50 |
| | TP7 | 3,000,001 | 5,000,000 | 2.50 |
| | TP8 | 5,000,001 | 7,500,000 | 2.50 |
| | TP9 | 7,500,001 | 10'000,000 | 2.50 |
| | TP10 | 10'000,001 | 12'500,000 | 2.50 |
| | TP11 | 12'500,001 | 15'000,000 | 2.50 |
| | TP12 | 15'000,001 | 20'000,000 | 3.00 |
| | TP13 | 20'000,001 | 25'000,000 | 3.00 |
| | TP14 | 25'000,001 | 30'000,000 | 3.00 |
| | TP15 | >30'000,000 | | 3.00 |

Fuente: Manual de carreteras: Suelos y pavimentos

Variación de Serviciabilidad (Δ PSI)

Se define como la diferencia entre la Serviciabilidad Inicial y Terminal, tomada para el proyecto en avance.

Tabla N°14. Diferencial de Serviabilidad (Δ PSI). Según Rango de Tráfico

| TIPO DE CAMINOS | TRAFICO | EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS | | DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD (Δ PSI) |
|--|---------|------------------------------|------------|--|
| | | | | |
| Caminos de Bajo Volumen de Tránsito | TP1 | 150,001 | 300,000 | 1.80 |
| | TP2 | 300,001 | 500,000 | 1.80 |
| | TP3 | 500,001 | 750,000 | 1.80 |
| | TP4 | 750 001 | 1,000,000 | 1.80 |
| Resto de Caminos | TP5 | 1,000,001 | 1,500,000 | 1.50 |
| | TP6 | 1,500,001 | 3,000,000 | 1.50 |
| | | 3,000,001 | 5,000,000 | 1.50 |
| | TP8 | 5,000,001 | 7,500,000 | 1.50 |
| | TP9 | 7,500,001 | 10'000,000 | 1.50 |
| | TP10 | 10'000,001 | 12'500,000 | 1.50 |
| | TP11 | 12'500,001 | 15'000,000 | 1.50 |
| | TP12 | 15'000,001 | 20'000,000 | 1.20 |
| | TP13 | 20'000,001 | 25'000,000 | 1.20 |
| | TP14 | 25'000,001 | 30'000,000 | 1.20 |
| | TP15 | >30'000,000 | | 1.20 |

Fuente: Manual de carreteras: Suelos y pavimentos

Numero Estructural Requerido (SNR)

Se calcula luego de obtener todos los datos y realizar los procesos correspondientes aplicados a la ecuación de diseño AASHTO, lo cual representa el espesor en su totalidad del pavimento a emplear y que será cambiado al espesor efectivo de cada capa que lo compondrán, a lo que este cambio se genera utilizando la siguiente ecuación:

$$SN = a_1 \times d_1 + a_2 \times d_2 \times m_2 + a_3 \times d_3 \times m_3$$

Dónde:

a_1 = Coeficiente estructural de la capa superficial.

a_2 = Coeficiente estructural de la capa base.

a_3 = Coeficiente estructural de la capa subbase.

d_1 = Espesor (en cm) de la capa superficial.

d_2 = Espesor (en cm) de la capa base.

d_3 = Espesor (en cm) de la capa subbase.

m_2 = Coeficiente de drenaje para la capa base.

m_3 = Coeficiente de drenaje para la capa subbase.

Según AASHTO, no posee una sola solución, puesto que existe distintas conjugaciones de espesores de cada capa que obtienen una satisfactoria solución. Se considerará los siguientes valores de los coeficientes estructurales según el Manual de carreteras:

Tabla N°15. Coeficientes Estructurales de las Capas del Pavimento

| COMPONENTE DEL PAVIMENTO | COEFICIENTE | VALOR COEFICIENTE ESTRUCTURAL a _i (cm) | OBSERVACIÓN |
|---|-----------------|--|--|
| CAPA SUPERFICIAL | | | |
| Carpeta Asfáltica en Caliente, módulo 2,965 MPa (430,000 PSI) a 20 °C (68 °F) | a ₁ | 0.170 / cm | Capa Superficial recomendada para todos los tipos de Tráfico |
| Carpeta Asfáltica en Frio, mezcla asfáltica con emulsión. | a ₁ | 0.125 / cm | Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 1'000,000 EE |
| Micropavimento 25 mm | a ₁ | 0.130 / cm | Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 1'000,000 EE |
| Tratamiento Superficial Bicapa. | a ₁ | (*) | Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 500,000 EE. No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8%; y, en vías con curvas pronunciadas, curvas de volteo, curvas y contracurvas, y en tramos que obliguen al frenado de vehículos |
| Lechada asfáltica (slurry seal) de 12 mm. | a ₁ | (*) | Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 500,000 EE No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8% y en tramos que obliguen al frenado de vehículos |
| (*) no se considerapor no tener aporte estructural | | | |
| BASE | | | |
| Base Granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS | a ₂ | 0.052 / cm | Capa de Base recomendada para Tráfico ≤ 10'000,000 EE |
| Base Granular CBR 100%, compactada al 100% de la MDS | a ₂ | 0.054 / cm | Capa de Base recomendada para Tráfico > 10'000,000 EE |
| Base Granular Tratada con Asfalto (Estabilidad Marshall = 1500 lb) | a _{2a} | 0.115 / cm | Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico |
| Base Granular Tratada con Cemento (resistencia a la compresión 7 días = 35 kg/cm ²) | a _{2b} | 0.070 cm | Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico |
| Base Granular Tratada con Cal (resistencia a la compresión 7 días = 12 kg/cm ²) | a _{2c} | 0.080 cm | Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico |
| SUBBASE | | | |
| Subbase Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS | a ₃ | 0.047 / cm | Capa de Subbase recomendada con CBR mínimo 40%, para todos los tipos de Tráfico |

Fuente: Manual de carreteras: Suelos y pavimentos

Para este caso, el valor del coeficiente de drenaje para las capas de base y sub base será 1.00.

Secciones de estructuras de pavimento flexible

Se considerarán los siguientes espesores mínimos recomendados:

Tabla N°16. Valores recomendados de espesores mínimos de capa superficial y base granular

| TIPO DE CAMINOS | TRAFICO | EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS | | CAPA SUPERFICIAL | BASE GRANULAR |
|-------------------------------------|------------------|------------------------------|------------|--|---------------|
| Caminos de Bajo Volumen de Tránsito | T _{P1} | 150,001 | 300,000 | TSB, ó Lechada Asfáltica (Slurry seal): 12mm, ó Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frio: 50mm Carpeta Asfáltica en Caliente: 50mm | 150 mm |
| | T _{P2} | 300,001 | 500,000 | TSB, ó Lechada Asfáltica (Slurry seal): 12mm, ó Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frio: 60mm Carpeta Asfáltica en Caliente: 60mm | 150 mm |
| | T _{P3} | 500,001 | 750,000 | Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frio: 60mm Carpeta Asfáltica en Caliente: 70mm | 150 mm |
| | T _{P4} | 750,001 | 1,000,000 | Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frio: 70mm Carpeta Asfáltica en Caliente: 80mm | 200 mm |
| Resto de Caminos | T _{P5} | 1,000,001 | 1,500,000 | Carpeta Asfáltica en Caliente: 80mm | 200 mm |
| | T _{P6} | 1,500,001 | 3,000,000 | Carpeta Asfáltica en Caliente: 90mm | 200 mm |
| | T _{P7} | 3,000,001 | 5,000,000 | Carpeta Asfáltica en Caliente: 90mm | 200 mm |
| | T _{P8} | 5,000,001 | 7,500,000 | Carpeta Asfáltica en Caliente: 100mm | 250 mm |
| | T _{P9} | 7,500,001 | 10'000,000 | Carpeta Asfáltica en Caliente: 110mm | 250 mm |
| | T _{P10} | 10'000,001 | 12'500,000 | Carpeta Asfáltica en Caliente: 120mm | 250 mm |
| | T _{P11} | 12'500,001 | 15'000,000 | Carpeta Asfáltica en Caliente: 130mm | 250 mm |
| | T _{P12} | 15'000,001 | 20'000,000 | Carpeta Asfáltica en Caliente: 140mm | 250 mm |
| | T _{P13} | 20'000,001 | 25'000,000 | Carpeta Asfáltica en Caliente: 150mm | 300 mm |
| | T _{P14} | 25'000,001 | 30'000,000 | Carpeta Asfáltica en Caliente: 150mm | 300 mm |

Fuente: Manual de carreteras: Suelos y pavimentos

3.6. Método de Análisis de datos

La información solicitada en el trabajo de campo, haciendo uso de métodos y procedimientos técnicos esenciales en el proceso de laboratorio para la consecución de los objetivos de la investigación, los cuales serán mostrados en gráficos y tablas. Los datos que surjan del laboratorio con el uso de adoquines de piedra, serán constatados para hallar las especificaciones técnicas para el mejoramiento de la vía, donde la hipótesis propuesta sería comprobada.

Tabla N°17. Técnicas e instrumentos

| Técnicas | Instrumentos | Usos |
|---|---|---|
| Evaluación del estado actual del pavimento. | Guía de observación | Ayudará a conocer la condición actual del pavimento. |
| Estudio del tráfico | Ficha de observación - Formato de conteo vehicular | Ayudará a calcular el número de vehículos y sus tipos que circulen por la avenida, para luego determinar el esfuerzo que debe soportar. |
| Estudio de mecánica de suelos | Ficha de resumen | Ayudará a calcular el CBR por medio del análisis de las muestras que se toman, lo cual determinará el adecuado espesor para el pavimento a emplear. |

| | | |
|-------------------------------|--------------------|---|
| Diseño del pavimento flexible | Software Aashto 93 | Nos ayudará a elegir el diseño más adecuado para el pavimento según el estado en el que se encuentre actualmente. |
|-------------------------------|--------------------|---|

3.7. Aspectos éticos

La ética es fundamental para todo profesional, ya que proporciona fiabilidad en lo que se hace, es por ello que el presente trabajo de investigación se ha referenciado de varios proyectos de investigación, tesis y artículos de fuentes confiables para su posterior redacción y revisión de jurados calificados. Han sido respetado los aspectos éticos utilizando las normas ISO 690, relacionándolos con los derechos de autor, elaborando citas y referencias bibliográficas. Anexo 8.

3.8. Desarrollo del proyecto de investigación

3.8.1. Evaluación del estado actual del pavimento

3.8.1.1. Generalidades

Para la determinación de las unidades de muestreo para la evaluación de la vía se limitó a la avenida según lo definido por la norma ASTM D6433 – 16. Una vez terminada la inspección de campo, con la información recolectada sobre las fallas mostradas y recolectadas en la Guía de observación N°2 (ver anexos 4.2), se calculó el PCI mediante el software Excel y a su vez se describió la condición del pavimento según los resultados y que varían entre "fallado" hasta "excelente".

3.8.1.2. Ubicación geográfica de la vía

El trabajo de investigación se ubica en la avenida Las Palmas, distrito de Villa María del Triunfo, Lima. Se ubicaron los puntos inicial y final de la vía mediante el software Google Earth Pro, donde se obtuvo las siguientes coordenadas UTM.

Tabla N°18. Coordenadas UTM inicial y final de la vía

| COORDENADAS UTM | | |
|-----------------|-----------|------------|
| PUNTO | ESTE | NORTE |
| INICIAL | 292515.00 | 8648603.00 |
| FINAL | 294629.00 | 8647461.00 |

Figura N°13. Departamento Lima



Figura N°14. Distrito de Villa María del Triunfo



Figura N°15. Av. Las Palmas



3.8.1.3. Metodología

La unidad de estudio está limitada por la avenida Las Palmas el cual se evaluó por el método PCI según norma ASTM D 6433.

Se encontró el número total de unidades de la sección con la siguiente fórmula:

$$N = \frac{A_E}{A_{um}} = \frac{7.3 \times 2700}{230} = 85.69 \cong 86$$

Dónde:

N: Número total de unidades de la sección del pavimento.

A_E : Área de Evaluación

A_{um} : Área de unidad de muestreo

Se consideró 230 m^2 que está dentro del rango de $230 \pm 93 \text{ m}^2$ para pavimentos flexibles.

Se comprobó el área de cada unidad:

$$A = \frac{7.3 \times 2700}{86} = 229.19 \text{ m}^2$$

Se obtuvo el número mínimo de unidades de muestreo a evaluar con la

siguiente fórmula:

$$n = \frac{N \times \sigma^2}{\left(\frac{e^2}{4}\right)(N - 1) + \sigma^2} = \frac{86 \times 10^2}{\left(\frac{5^2}{4}\right)(86 - 1) + 10^2} = 13.62 \cong 14$$

Dónde:

n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.

N: Número total de unidades de la sección del pavimento.

e: Error de estimación aceptable en el PCI de la sección. Normalmente $e = \pm 5\%$ puntos del PCI (5%)

σ : Desviación estándar de una unidad a otra dentro de la misma sección, donde se asume un valor de 10 para pavimentos flexibles.

Se tomó las 14 unidades como mínimo de la muestra total para realizar la evaluación y se halló el intervalo de muestreo con la siguiente fórmula:

$$i = \frac{N}{n} = \frac{86}{14} = 6.14 \cong 6$$

Dónde:

N: Número total de unidades de la sección del pavimento.

n: Número de unidades de evaluación a ser inspeccionadas.

i: Intervalo de muestreo (tomándose solo la parte entera del resultado)

Como el intervalo de muestreo fue 6, los tramos a evaluar fueron los siguientes:

6, 12, 18, 24, 30, 36, 42, 48, 54, 60, 66, 72, 78, 84.

Terminado el trabajo en campo y con la información recolectada sobre los tipos de fallas (ver tabla N°4) encontradas se procedió a calcular el PCI de cada unidad de muestra con el Software Microsoft Excel considerando el tipo de falla, su severidad, su densidad obtenida por la cantidad total de la falla respecto a la unidad de muestra evaluada obteniendo su Valor deducido según los ábacos a considerar (ver anexo 5.1). Al obtener todos los Valores deducidos se considera el más alto para calcular el número máximo de Valores deducidos con la siguiente fórmula:

$$m = 1.00 + \frac{9}{98}(100.00 - VD_{max})$$

Dónde:

m: Número máximo de valores deducidos, considerándose la parte decimal

VD_{max}: Valor deducido más alto

Luego se calcularon los Valores deducidos corregidos con el ábaco a considerar (Anexo 5.1.20) y de este se obtiene un máximo valor deducido corregido que es utilizado para obtener el PCI con la siguiente fórmula:

$$PCI = 100 - máx.VDC$$

Donde:

PCI: Índice de condición del pavimento

máx.VDC: Máximo Valor deducido corregido

Donde al obtener el PCI se puede describir la condición del pavimento (ver figura N°8).

Figura N°16. Resumen de Evaluación de pavimento

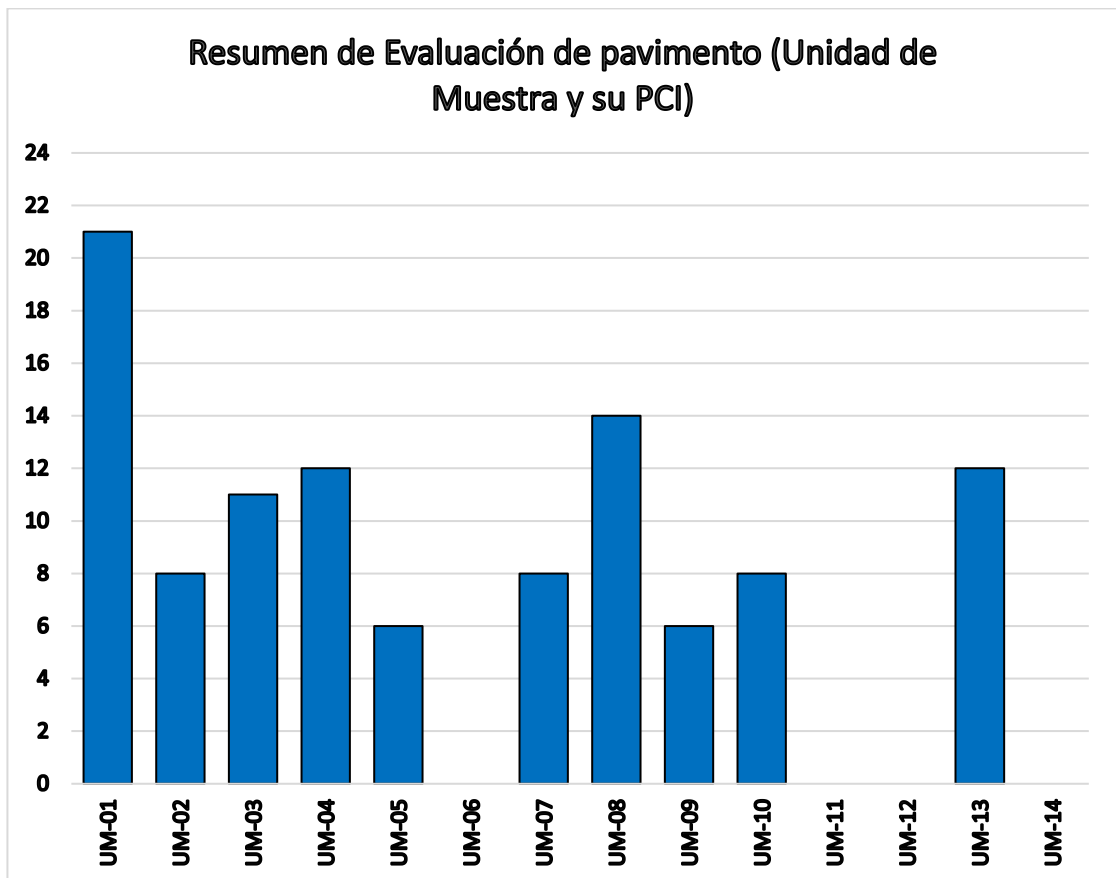
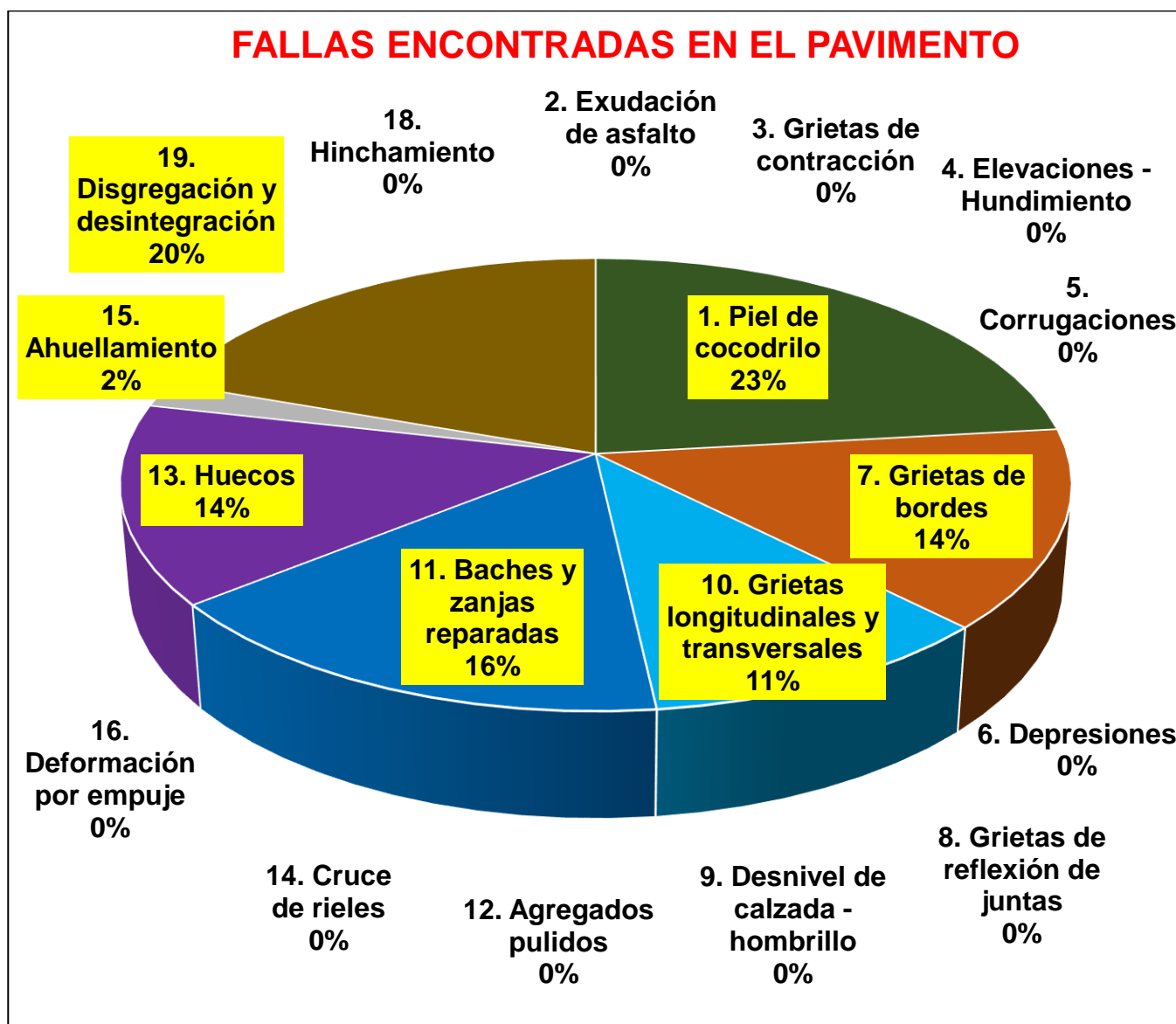


Figura N°17. Fallas encontradas en el pavimento



La falla más frecuente encontrada a lo largo del pavimento fue piel de cocodrilo, seguida por disgregación y desintegración como se puede observar en la figura N°17.

Finalmente, luego de obtener el PCI de cada unidad de muestra, se obtiene el PCI final de la unidad de estudio considerando la siguiente fórmula:

$$PCI_t = \frac{[(N - A) * PCI_R + (A * PCI_A)]}{N}$$

Donde:

PCI_t: PCI del tramo de vía

PCI_R: PCI promedio de las unidades de muestra aleatorias o representativas

PCI_A: PCI promedio de las unidades de muestra adicionales

N: Número total de unidades de muestra en la sección

A: Número adicional de unidades de muestreo inspeccionadas

Tabla N°19. Resumen de evaluación de pavimento

| UNIDAD DE MUESTRA | FALLAS ECONTRADAS | PCI |
|-------------------|-----------------------|-------------|
| N° 1 | 1 y 19 | 21 |
| N° 2 | 1; 13 y 19 | 8 |
| N° 3 | 1 y 11 | 11 |
| N° 4 | 1; 11 y 19 | 12 |
| N° 5 | 1; 10; 13 y 19 | 6 |
| N° 6 | 1; 7; 10; 11; 13 y 19 | 0 |
| N° 7 | 1; 7; 11; 15 y 19 | 8 |
| N° 8 | 1; 7; 10 y 11 | 14 |
| N° 9 | 1; 7; 10; 11 y 19 | 6 |
| N° 10 | 1; 7; 11 y 13 | 8 |
| N° 11 | 1; 10; 11; 13 y 19 | 0 |
| N° 12 | 1; 7; 11; 13 y 19 | 0 |
| N° 13 | 7; 10; 13 y 19 | 12 |
| N° 14 | 1; 7; 13 y 19 | 0 |
| | PCI FINAL = | 7.57 |

*Tipo de falla encontrada (ver tabla N°4)

3.8.2. Estudio de tráfico

3.8.2.1. Generalidades

A partir de la demanda del tráfico respecto a su índice medio diario anual o que de forma abreviada es IMDA se tiene el estudio de tráfico que permitió el diseño del pavimento flexible. En cuanto a la demanda su estudio de la proyección para un diseño de análisis de 20 años y poder encontrar el número de ejes equivalentes se realizó tras la información obtenida.

Los índices de variación mensual de Lima son los requeridos para este caso y con ello se hace el cálculo del IMDA que es requerido considerando los vehículos ligeros y pesados; ya con esto se realiza el conteo vehicular en siete días respetando la condición del tráfico normal y considerando cinco días laborables y los dos días que corresponden al fin de semana (sábado y

domingo).

3.8.2.2. Ubicación de la estación de conteo

Se ubicó la estación de conteo en un punto estratégico, donde voltean los camiones y tráilers para descargar mercancía. En cada sentido fue hecho el conteo vehicular y para ello se utilizó la ficha de observación N°1 (Anexos 4.3).

Figura N°18. Ubicación de estación de conteo vehicular



3.8.2.3. Metodología

Una vez obtenidos los datos del conteo vehicular, se elaboró un resumen por día, en ambos sentidos. (Anexo 4.4).

Todos los datos recaudados en campo fueron registrados en el software Microsoft Excel, para posteriormente ser utilizados para hallar los ejes equivalentes (EE).

3.8.2.3.1. Conteo vehicular

Tabla N°20. Conteo vehicular

| VEHICULO | IMDs | IMDS |
|----------|------|------|
| Auto | 5278 | 754 |
| Pick up | 3619 | 517 |
| Combi | 2868 | 410 |

| | | |
|--------------------|-------|------|
| Micro | 1105 | 158 |
| Bus 2E | 3385 | 484 |
| Bus >=3E | 960 | 137 |
| Camión 2E | 537 | 77 |
| Camión 3E | 293 | 42 |
| Camión 4E | 338 | 48 |
| Semi tráiler 2S1 | 250 | 36 |
| Semi tráiler 2S2 | 112 | 16 |
| Semi tráiler 2S3 | 297 | 42 |
| Semi tráiler 3S1 | 171 | 24 |
| Semi tráiler 3S2 | 74 | 11 |
| Semi tráiler >=3S3 | 152 | 22 |
| Tráiler 2T2 | 122 | 17 |
| Tráiler 2T3 | 30 | 4 |
| Tráiler 3T2 | 95 | 14 |
| Tráiler >=3T3 | 17 | 2 |
| TOTAL | 19703 | 2815 |

3.8.2.3.2. Cálculo del IMDA

Mediante la siguiente fórmula se calculó el IMDA, el cual es el promedio de volumen diario de vehículos que circulan durante todo el año:

$$IMDA = \frac{IMDS}{7} \times Fc$$

Donde:

IMDA: Índice medio diario anual

IMDS: Índice medio diario

Fc: Factor de corrección estacional

Los datos se obtuvieron tomando en cuenta el mes de estudio (junio) y el peaje más cercano a la zona en estudio, para este caso se utilizó el factor de corrección estacional del peaje de Chilca que corresponde al año del (20210-2016), para vehículos ligeros y pesados según corresponde.

Tabla N°21. Índice medio diario anual

| TIPO DE VEHICULO | IMDs | IMDS | Fc | IMDA |
|-------------------------|--------------|-------------|-----------|-------------|
| Auto | 5278 | 754 | 1.611 | 766 |
| Pick up | 3619 | 517 | 1.611 | 525 |
| Combi | 2868 | 410 | 1.611 | 416 |
| Micro | 1105 | 158 | 1.611 | 160 |
| Bus 2E | 3385 | 484 | 1.0551 | 489 |
| Bus >=3E | 960 | 137 | 1.0551 | 139 |
| Camión 2E | 537 | 77 | 1.0551 | 78 |
| Camión 3E | 293 | 42 | 1.0551 | 42 |
| Camión 4E | 338 | 48 | 1.0551 | 49 |
| Semi tráiler 2S1 | 250 | 36 | 1.0551 | 36 |
| Semi tráiler 2S2 | 112 | 16 | 1.0551 | 16 |
| Semi tráiler 2S3 | 297 | 42 | 1.0551 | 43 |
| Semi tráiler 3S1 | 171 | 24 | 1.0551 | 25 |
| Semi tráiler 3S2 | 74 | 11 | 1.0551 | 11 |
| Semi tráiler >=3S3 | 152 | 22 | 1.0551 | 22 |
| Tráiler 2T2 | 122 | 17 | 1.0551 | 18 |
| Tráiler 2T3 | 30 | 4 | 1.0551 | 4 |
| Tráiler 3T2 | 95 | 14 | 1.0551 | 14 |
| Tráiler >=3T3 | 17 | 2 | 1.0551 | 2 |
| TOTAL | 19703 | 2815 | | 2855 |

3.8.2.3.3. Factor direccional y Factor carril

El factor direccional y factor carril que se tomó (ver tabla N°5), está en base al número de calzadas, sentidos y carriles por sentido. Para este caso se tomó los siguientes valores:

- $F_d=0.5$
- $F_c=1.00$
- $F_c \times F_d=0.5$

3.8.2.3.4. Factor vehículo pesado (Fvp)

Para hallar los valores del Fvp se utilizó el software Microsoft Excel, los cuales fueron encontrados en función a la carga de vehículo por ejes (ver tabla N°7) y la relación de cargas por eje (ver tabla N°6). Obteniendo como resultado lo siguiente:

Tabla N°22. Factor vehículo pesado por tipo de vehículo

| TIPO DE VEHÍCULO | Fvp |
|--------------------------------------|---------|
| Autos, camionetas y combis y micros. | 0.0011 |
| Bus 2E | 4.5037 |
| Bus >=3E | 2.5260 |
| Camión 2E | 4.5037 |
| Camión 3E | 3.2846 |
| Camión 4E | 2.7736 |
| Semi tráiler 2S1 | 7.7419 |
| Semi tráiler 2S2 | 6.5229 |
| Semi tráiler 2S3 | 6.2097 |
| Semi tráiler 3S1 | 6.5229 |
| Semi tráiler 3S2 | 5.3038 |
| Semi tráiler >=3S3 | 4.9906 |
| Tráiler 2T2 | 10.9802 |
| Tráiler 2T3 | 9.7612 |
| Tráiler 3T2 | 9.7612 |
| Tráiler >=3T3 | 8.5421 |

3.8.2.3.5. Factor de ajuste por presión de neumático (Fp)

En este caso se tomó el valor mínimo que es 80psi (ver tabla N°8), el cual es:

$$Fp = 1.00$$

3.8.2.3.6. Ejes equivalentes

Para hallar el factor de ejes equivalentes se utilizó la siguiente fórmula:

$$EE = IMDA \times Fd \times Fc \times Fvp \times Fp$$

Se procedió a reemplazar los valores encontrados anteriormente, mediante la

siguiente tabla:

Tabla N°23. Ejes equivalentes

| TIPO DE VEHÍCULO | IMDA | Fc x Fd | Fvp | Fp | E.E. |
|-------------------------------------|------|---------|---------|------|---------|
| Autos, camionetas, combis y micros. | 1867 | 0.5 | 0.0011 | 1.00 | 1.03 |
| Bus 2E | 489 | 0.5 | 4.5037 | 1.00 | 1101.15 |
| Bus >=3E | 139 | 0.5 | 2.5260 | 1.00 | 175.56 |
| Camión 2E | 78 | 0.5 | 4.5037 | 1.00 | 175.64 |
| Camión 3E | 42 | 0.5 | 3.2846 | 1.00 | 68.98 |
| Camión 4E | 49 | 0.5 | 2.7736 | 1.00 | 67.95 |
| Semi tráiler 2S1 | 36 | 0.5 | 7.7419 | 1.00 | 139.35 |
| Semi tráiler 2S2 | 16 | 0.5 | 6.5229 | 1.00 | 52.18 |
| Semi tráiler 2S3 | 43 | 0.5 | 6.2097 | 1.00 | 133.51 |
| Semi tráiler 3S1 | 25 | 0.5 | 6.5229 | 1.00 | 81.54 |
| Semi tráiler 3S2 | 11 | 0.5 | 5.3038 | 1.00 | 29.17 |
| Semi tráiler >=3S3 | 22 | 0.5 | 4.9906 | 1.00 | 54.90 |
| Tráiler 2T2 | 18 | 0.5 | 10.9802 | 1.00 | 98.82 |
| Tráiler 2T3 | 4 | 0.5 | 9.7612 | 1.00 | 19.52 |
| Tráiler 3T2 | 14 | 0.5 | 9.7612 | 1.00 | 68.33 |
| Tráiler >=3T3 | 2 | 0.5 | 8.5421 | 1.00 | 8.54 |

3.8.2.3.7. Factor de crecimiento acumulado (Fca)

Se obtuvo mediante la siguiente fórmula:

$$Fca = \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$$

Donde:

- r (tasa de crecimiento anual vehículos ligeros) = 1.45
- r (tasa de crecimiento anual vehículos pesados) = 3.69
- n (Periodo de diseño) = 20 años

Reemplazando valores:

$$Fca \text{ (vehículos ligeros)} = 23.01$$

$$Fca \text{ (vehículos pesados)} = 28.838$$

3.8.2.3.8. Número de repeticiones de ejes equivalentes de 8.2 tn

Para el cálculo del número de repeticiones de ejes equivalentes (ESAL o W18), se empleó la siguiente fórmula:

$$ESAL = \sum EE \times Fca \times 365$$

Con los datos obtenidos anteriormente, se obtuvo lo siguiente:

Tabla N°24. ESAL

| TIPO DE VEHÍCULO | E.E. | Fca | Días del año | ESAL |
|-------------------------------------|---------|--------|--------------|----------|
| Autos, camionetas, combis y micros. | 1.03 | 23.01 | 365 | 8651 |
| Bus 2E | 1101.15 | 28.838 | 365 | 11590562 |
| Bus >=3E | 175.56 | 28.838 | 365 | 1847922 |
| Camión 2E | 175.64 | 28.838 | 365 | 1848764 |
| Camión 3E | 68.98 | 28.838 | 365 | 726075 |
| Camión 4E | 67.95 | 28.838 | 365 | 715233 |
| Semi tráiler 2S1 | 139.35 | 28.838 | 365 | 1466780 |
| Semi tráiler 2S2 | 52.18 | 28.838 | 365 | 549240 |
| Semi tráiler 2S3 | 133.51 | 28.838 | 365 | 1405309 |
| Semi tráiler 3S1 | 81.54 | 28.838 | 365 | 858279 |
| Semi tráiler 3S2 | 29.17 | 28.838 | 365 | 307040 |
| Semi tráiler >=3S3 | 54.90 | 28.838 | 365 | 577870 |
| Tráiler 2T2 | 98.82 | 28.838 | 365 | 1040166 |
| Tráiler 2T3 | 19.52 | 28.838 | 365 | 205465 |
| Tráiler 3T2 | 68.33 | 28.838 | 365 | 719233 |
| Tráiler >=3T3 | 8.54 | 28.838 | 365 | 89891 |
| | | | ESAL TOTAL | 23918649 |

ESAL = 23 918 649

3.8.3. Estudio de mecánica de suelos

3.8.3.1. Alcance

Mediante la revisión documental, se pudo observar las muestras obtenidas de las calicatas, obteniendo así el tipo de suelos en SUCS y AASHTO, incluyendo el CBR para la realización del diseño de pavimento flexible adecuado para la proyección del tráfico.

3.8.3.2. Objetivo

Obtener el CBR de los Estudios de Mecánica de Suelos.

3.8.3.3. Descripción del proyecto

A través de la Municipalidad de Pachacamac se logró obtener un estudio de mecánica de suelos de la zona, donde se pudo observar la realización de 4 calicatas con 1.50 m de profundidad distribuidas convenientemente en la vía a pavimentar, pudiendo notarse el mismo tipo de suelo en cada una de ellas. (ver anexo 5.2).

Descripción de las calicatas

CALICATA N°1:

Estrato: 0.30 – 1.50 m

Su clasificación según SUCS, es un suelo SP-SM – Arena limosa pobremente graduada, con un índice de plasticidad= 0, límite líquido= 0 e índice de plasticidad= 0. Asimismo, su clasificación en el sistema AASHTO es un suelo A-1-a (0) – Fragmentos de roca, grava y arena / Excelente a bueno, con un 6.8 % de contenido de humedad.

CALICATA N°2:

Estrato: 0.30 – 1.50 m

Su clasificación según SUCS, es un suelo SP-SM – Arena limosa pobremente graduada, con un índice de plasticidad= 0, límite líquido= 0 e índice de plasticidad= 0. Asimismo, su clasificación en el sistema AASHTO es un suelo A-1-a (0) – Fragmentos de roca, grava y arena / Excelente a bueno, con un 9.5 % de contenido de humedad.

CALICATA N°3:

Estrato: 0.30 – 1.50 m

Su clasificación según SUCS, es un suelo SP-SM – Arena limosa pobremente graduada, con un índice de plasticidad= 0, límite líquido= 0 e índice de plasticidad= 0. Asimismo, su clasificación en el sistema AASHTO es un suelo A-1-a (0) – Fragmentos de roca, grava y arena / Excelente a bueno, con un 11.6 % de contenido de humedad.

CALICATA N°4:

Muestra 01:

Estrato: 0.30 – 0.70 m

Su clasificación según SUCS, es un suelo SM – Arena limosa, con un índice de plasticidad= 0, límite líquido= 0 e índice de plasticidad= 0. Asimismo, su clasificación en el sistema AASHTO es un suelo A-1-b (0) – Fragmentos de roca, grava y arena / Excelente a bueno, con un 14.6 % de contenido de humedad.

Muestra 02:

Estrato: 0.70 – 1.50 m

Su clasificación según SUCS, es un suelo SP-SM – Arena limosa pobremente graduada, con un índice de plasticidad= 0, límite líquido= 0 e índice de plasticidad= 0. Asimismo, su clasificación en el sistema AASHTO es un suelo A-1-a (0) – Fragmentos de roca, grava y arena / Excelente a bueno, con un 14.6 % de contenido de humedad.

3.8.4. Diseño del pavimento flexible

3.8.4.1. Generalidades

En este último apartado se determinó el diseño estructural del pavimento flexible en base a los ejes equivalentes obtenidos en el estudio de tráfico y al CBR del suelo.

3.8.4.2. Procedimiento

3.8.4.2.1. Ejes equivalentes (ESAL)

Según el estudio de tráfico realizado anteriormente se obtuvo un ESAL de 23 918 649, lo cual indica un tráfico tipo Tp13 (ver tabla N°8), según el Manual de carreteras: Suelos y pavimentos.

3.8.4.2.2. Periodo de diseño

Para este caso se consideró un periodo de diseño en una sola etapa de 20 años.

3.8.4.2.3. Categoría de la subrasante

En base al CBR obtenido de los estudios de mecánica de suelos, según el Manual de carreteras (ver tabla N°9), se clasificó como una subrasante muy buena, por consiguiente, no necesitaría una estabilización de suelos.

3.8.4.2.4. Módulo de resiliencia

Para este apartado se utilizó el CBR para hallar el MR mediante la siguiente fórmula:

$$MR(psi) = 2555 \times CBR^{0.64}$$

Reemplazando valores:

$$MR(psi) = 2555 \times 24.8^{0.64}$$

$$MR(psi) = 19,945.27 \text{ psi}$$

3.8.4.2.5. Confiabilidad (%)

El nivel de confiabilidad se halla según el tipo de tráfico (ver tabla N°10), en

este caso para un Tp13 corresponde un 95% de confiabilidad.

3.8.4.2.6. Desviación estándar normal (Zr)

Está representado por el valor de la Confiabilidad seleccionada y el tipo de tráfico, para este caso corresponde un valor de -1.645 (ver tabla N°11).

3.8.4.2.7. Desviación estándar combinada (So)

Según el Manual de carreteras: Suelos y pavimentos, se debe considerar un valor de 0.45 para los diseños de pavimento.

3.8.4.2.8. Índice de Serviciabilidad inicial (Pi)

Para un tipo de tráfico Tp13 corresponde un Pi de 4.20 (ver tabla N°12).

3.8.4.2.9. Índice de Serviciabilidad final (Pt)

Para un tipo de tráfico Tp13 corresponde un Pt de 3.00 (ver tabla N°13).

3.8.4.2.10. Diferencial de Serviciabilidad (Δ PSI)

Se define como la diferencia entre la Serviciabilidad Inicial y Terminal, en este caso 1.20 (ver tabla N°14).

3.8.4.2.11. Número Estructural Requerido (SNR)

Posteriormente, con todos los datos obtenidos se logró hallar el Número Estructural Requerido (SNR), mediante el software AASHTO 93:

Figura N°19. Número Estructural Requerido mediante software AASHTO 93

$$SNR = 4.71$$

3.8.4.2.12. Coeficientes estructurales

Se tomaron los valores mínimos de coeficientes estructurales según el Manual de carreteras: Suelos y pavimentos (ver tabla N°15)

Tabla N°25. Valor del coeficiente estructural

| Capa superficial | Base | Sub Base |
|--|--|---|
| a1 | a2 | a3 |
| Carpeta asfáltica en caliente, módulo 2965 MPa (430000 Psi) a 20°C (68°F). | Base granular CBR 100% compactada al 100% de la MDS. | Sub Base granular CBR 60% compactada al 100% de la MDS. |
| Recomendación: para todos los tipos de tráfico. | Recomendación: tráfico > 5000000 EE | Recomendación: tráfico > 15000000 EE |
| 0.170 | 0.054 | 0.050 |

- Coeficientes de drenaje para Bases y Sub Bases se consideró el valor de 1.00

Tabla N°26. Valor del coeficiente de drenaje

| m2 | m3 |
|----|----|
| 1 | 1 |

3.8.4.2.13. Espesores mínimos

Finalmente se calculó los espesores de las capas para el Número Estructural Requerido (SNR):

$$SNR = a_1 * d_1 + a_2 * d_2 * m_2 + a_3 * d_3 * m_3$$

Se utilizó los espesores mínimos de acuerdo al Manual de carreteras: Suelos y Pavimentos (ver tabla N°16):

Tabla N°27. Propuesta de espesores de la capa superficial y base granular

| d1 | d2 | d3 |
|-------------------|-------|----------|
| 15 cm | 30 cm | 15 cm |
| Carpeta asfáltica | Base | Sub base |

| | | |
|-----------------|------|---|
| SNR (Requerido) | 4.71 | Debe cumplir: SNR (Resultado) > SNR (Requerido) |
| SNR (Resultado) | 4.92 | SÍ CUMPLE |

IV. RESULTADOS

4.1. Evaluación del estado actual del pavimento

4.1.1. Índice de condición del pavimento

Tabla N°28. Índice de Condición del Pavimento

| Índice de condición del pavimento | Estado |
|-----------------------------------|---------|
| 7.57 | Fallado |

4.2. Estudio de tráfico

4.2.1. IMDA

Tabla N°29. Índice Medio Diario Anual

| VEHÍCULO | IMDA |
|--------------------|--------|
| Auto | 766.15 |
| Pick up | 525.33 |
| Combi | 416.31 |
| Micro | 160.40 |
| Bus 2E | 488.67 |
| Bus >=3E | 138.59 |
| Camión 2E | 77.52 |
| Camión 3E | 42.30 |
| Camión 4E | 48.80 |
| Semi tráiler 2S1 | 36.09 |
| Semi tráiler 2S2 | 16.17 |
| Semi tráiler 2S3 | 42.88 |
| Semi tráiler 3S1 | 24.69 |
| Semi tráiler 3S2 | 10.68 |
| Semi tráiler >=3S3 | 21.94 |
| Tráiler 2T2 | 17.61 |
| Tráiler 2T3 | 4.33 |
| Tráiler 3T2 | 13.71 |

| | |
|---------------|------|
| Tráiler >=3T3 | 2.45 |
| TOTAL | 2855 |

4.2.2. Cálculo de Ejes Equivalentes (ESAL)

| |
|------------------|
| ESAL= 23 918 649 |
|------------------|

4.3. Estudio de mecánica de suelos

4.3.1. Clasificación de suelos

Tabla N°30. Resumen de las propiedades del suelo

| N° | Nombre del ensayo | Und. | C-1 | C-2 | C-3 | C-4 |
|----|-----------------------|------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 1 | Contenido de humedad | % | 6.8 | 9.5 | 11.6 | 14.6 |
| 2 | Límite Líquido | % | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | Límite Plástico | % | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | Índice de Plasticidad | % | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | Clasificación SUCS | | SP-SM | SP-SM | SP-SM | SP-SM |
| 6 | Clasificación AASHTO | | A-1-a (0) | A-1-a (0) | A-1-a (0) | A-1-a (0) |

4.3.2. CBR

Tabla N°31. CBR del suelo

| N° | CBR | Und. | C-3 |
|----|-----------------------------|--------|-------|
| 1 | Densidad Máxima Seca | gr/cm3 | 1.812 |
| 2 | Contenido Optimo de Humedad | % | 11.2 |
| 3 | CBR al 100 % | % | 40.4 |
| 4 | CBR al 95 % | % | 24.8 |

4.4. Diseño de pavimento flexible

4.4.1. Diseño Estructural

Tabla N°32. Diseño estructural del pavimento

| PAVIMENTO ASFALTICO, PERIODO 20 AÑOS | | | |
|--------------------------------------|------------------------|-------------|--------------|
| SECTOR | Carpeta Asfáltica (cm) | Base (cm) | Subbase (cm) |
| Avenida Las Palmas | 15.0 | 30.0 | 15.0 |

Figura N°20. Espesor de capas del pavimento



V. DISCUSIÓN

El mejoramiento de la infraestructura vial de la avenida Las Palmas del distrito de Villa María del Triunfo en el año 2021, será una carpeta nueva cuyo diseño estructural cuenta con espesores de 15cm, 30cm y 15cm en las capas de carpeta asfáltica, base y subbase, respectivamente, cumpliendo con la hipótesis planteada. En la tabla N°28 se muestra el índice de condición del pavimento cuyo valor es 7.57 el cual describe que el estado del pavimento es fallado y este a su vez requiere una carpeta nueva o reconstrucción general. En la tabla N°29 se calculó un IMDA de 2855 veh/día que sirvió para el cálculo de Ejes Equivalentes (ESAL) con una cantidad de 23 918 649 el cual indica un tipo de tráfico pesado Tp13 para que posteriormente se obtenga el diseño del pavimento. En la tabla N° 30 se muestra que la clasificación de suelos para las calicatas realizadas es de A-1-a el cual indica que el pavimento está sobre un suelo gravoso con finos bien graduados o sin este último y en la tabla N° 31 se muestra que el CBR al 95% es de 24.8 lo que señala una subrasante muy buena. En la tabla N°32 se muestra el diseño estructural del pavimento señalando su carpeta asfáltica, base y subbase con espesores de 15, 30 y 15 cm respectivamente lo que indica las condiciones del pavimento cumpliendo con el número estructural requerido.

Sánchez y otros (2015) determinaron los tipos de fallas, espacios a tratar, orígenes y disyuntivas de reparación recopilando información del pavimento rígido el cual dispuso de un trabajo de mantenimiento, que en la presente investigación coincide a pesar que se evaluó otro tipo de pavimento, en este caso flexible.

Ortega y otros (2015) realizaron el diseño estructural del pavimento flexible mediante el método AASHTO-93 obteniendo una carpeta asfáltica, base y subbase de 10, 20 y 15 cm respectivamente, mientras que en la presente investigación con el mismo método se obtuvo una carpeta asfáltica, base y subbase de 15, 30 y 15 cm respectivamente.

Gonzáles y otros (2014) determinaron que el software HDM-4 sirve como instrumento de base, pero indicaron que la decisión concreta lo tiene el encargado de realizar el mantenimiento y obtener el grosor de cada capa hasta la subbase y de toda la estructura, a diferencia de la presente investigación que utiliza el software Excel para el cálculo de la condición del diseño estructural del pavimento.

Fernández (2019) determinó realizar una estabilización iónica con dicho aditivo en

la capa de afirmado, entre 10-15 cm con la finalidad de disminuir el deterioro de la vía debido a que el mayor CBR al 95% de las calicatas realizadas fue de 6,16 lo que la autora indica que son suelos expansibles y malos a diferencia de la presente investigación que no fue necesaria una estabilización por tener un CBR al 95% de 24,8 en la calicata N° 3.

Chávarry y otros (2018) determinaron el tipo de suelo la cual fue arena arcillosa (SC) a diferencia de la presente investigación donde se determinó un tipo de suelo arena pobremente graduada y limosa (SP-SM).

Igochea (2018) planteó la mejora de la vía urbana en la Localidad de Cacatachi cuya exigencia es presentada por el sector de investigación y concuerda con la presente investigación donde determina la mejora de la avenida Las Palmas del distrito de Villa María del Triunfo porque se encontró un pavimento fallado.

Tuesta (2020) calculó el valor del PCI para sus 12 Unidades de Muestras para su vía de estudio con una longitud de 1000 m, dando como resultado final un PCI de 48 obteniendo una condición regular, a diferencia de la presente investigación que obtuvo un PCI de 7.57 cuyo índice indica una condición fallada del pavimento.

Bazán (2019) aplicó el polímetro acrílico AggreBind por medio de dosificaciones que aumentaron proporcionalmente los valores de CBR, que a diferencia de la presente investigación fue una técnica que no se aplicó debido a que se consideró un CBR que cumplía con las condiciones para los fines de esta investigación.

Machuca (2018) realizó estudios de laboratorios considerando el sistema de clasificación de suelos (SUCS) y el método AASHTO para obtener los resultados de las calicatas realizadas en el que en resumen contaba con un suelo gravoso pobremente graduado, mientras que en la presente investigación utilizando el mismo sistema y método se encontró un suelo arenoso pobremente graduado y limoso.

La limitación que se presentó en la presente investigación fue obtener el estudio de mecánica de suelos, ya que los resultados solicitados a través de un Expediente Técnico de la municipalidad del distrito de Villa María del Triunfo no fueron entregados a pesar de la insistencia, señalando que estaban en proceso de conformidad de una obra ejecutada cercana a la unidad de estudio y es conveniente señalar que el pavimento de esta avenida presenta un conflicto limítrofe entre las jurisdicciones de Villa María del Triunfo y Pachacamac, donde este último sí

accedió a la entrega de los documentos solicitados tras la negativa del primero. Sin embargo, la presente investigación aporta al distrito de Villa María del Triunfo con un mejoramiento a la infraestructura vial de la avenida Las Palmas realizando un rediseño por el estado deplorable que presenta tras la evaluación realizada en la presente investigación.

En la infraestructura vial de la avenida Las Palmas se encontró la condición del pavimento con PCI de 7.57 lo que indica un estado fallado y que no se ha realizado ningún mantenimiento. También se encontró un IMDA de 2855 veh/día lo que indica que se debe pavimentar con los parámetros para una carretera de primera clase y el ESAL hallado fue de 23 918 649. Su estudio de mecánica de suelos obtenido fue con un CBR al 95% de 24.8 lo que indica que cumple con las condiciones para pavimentar sin necesidad de una estabilización de suelos y finalmente se obtuvo el diseño estructural del pavimento flexible con un espesor de 15, 30 y 15 cm para las capas de la carpeta asfáltica, base y subbase, respectivamente.

En resumen los resultados obtenidos en la presente investigación se han realizado cumpliendo con el Manual de Carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, el Reglamento Nacional de vehículos (2021), la norma ASTM-D6433 y manual de Evaluación de Pavimentos, donde también se hizo uso de Softwares como Microsoft Excel, AASTHO 93 para el cálculo la condición del pavimento, estudio de tráfico donde incluye el IMDA y los Ejes Equivalentes y finalmente el diseño estructural del pavimento para determinar la alternativa de mejoramiento de la infraestructura vial.

VI. CONCLUSIONES

- Se determinó el mejoramiento de la infraestructura vial de la avenida Las Palmas, Distrito de Villa María del Triunfo, Lima, en base a los parámetros del Manual de carreteras.
- Se evaluó el estado actual de la avenida Las Palmas mediante la metodología del índice de condición del pavimento (PCI), el cual determinó que el pavimento estudiado cuenta con un PCI de 7.57, es decir que el pavimento se encuentra en condición de fallado.
- Se realizó el estudio de tráfico de la avenida Las Palmas, obteniendo un IMDA de 2855 vehículos por día y un ESAL de 23 918 649.
- Se obtuvo los resultados de los Estudios de mecánica de suelos de la avenida Las Palmas, mediante la revisión documental brindada por la Municipalidad Distrital de Pachacamac, en el cual se determinó que es el mismo tipo de suelo a lo largo de la unidad de estudio, siendo este según SUCS un suelo SP-SM – Arena limosa pobremente graduada y según AASHTO un suelo A-1-a (0) – Fragmentos de roca, grava y arena / Excelente a bueno, con un CBR al 95% de 24.80.
- Se diseñó un pavimento flexible, en base a los parámetros básicos del Manual de carreteras: suelos y pavimentos, mediante el método AASHTO 93, obteniendo un espesor de carpeta asfáltica= 15 cm, base= 30 cm y sub base= 15 cm.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda a la Municipalidad distrital de Villa María del Triunfo, realizar trabajos de mejoramiento de la infraestructura vial de la avenida Las Palmas, ya que el estado del pavimento es fallado; tomando en cuenta el diseño estructural obtenido en esta tesis.
- Se recomienda a futuros investigadores, realizar una previa evaluación al pavimento antes de realizar un mejoramiento, mantenimiento o rehabilitación de la unidad de estudio, para tener claro la condición en que se encuentra dicho pavimento.
- Se recomienda a los pobladores de la zona, solicitar un mejoramiento de la infraestructura vial a la Municipalidad correspondiente, ya que cuentan con un pavimento en pésimas condiciones, lo cual dificulta el tránsito vehicular y peatonal.
- Se recomienda a futuras investigaciones, realizar el estudio de tráfico con un conteo vehicular de 7 días de la semana, para obtener un resultado de IMDA más preciso.

VIII. REFERENCIAS

1. BAZÁN, Maelson. 2019. Mejoramiento técnico económico de pavimentos con la aplicación del polímero acrílico AggreBind en la Av. Paramonga – San Martín de Porres – Lima – Lima – 2019. Lima: s.n., 2019.
2. BULL, Alberto. 2003. Mejoramiento de la gestión vial con aportes específicos del sector privado. Santiago de Chile: s.n., 2003.
3. ECURED. ECURED. 2016. Cuba: s.n., 2016.
4. EMB CONSTRUCCION. Gutiérrez, Juan Carlos. 2018. Ñuñoa, Chile: s.n., 2018.
5. ESPEJO, Johnattan y García, Leonel. 2014. Mejoramiento y Rehabilitación de la carretera Agallpampa - Salpo a nivel de asfaltado, Distrito de Salpo, Provincia de Otuzco-La Libertad.
6. FERNÁNDEZ, Daniela. 2019. Mejoramiento de la infraestructura vial en el Jirón Lima cuadras del 01 al 08, en el distrito de Tarapoto 2019. Tarapoto: s.n., 2019.
7. FLORES, Gary 2016. Diseño de la carretera Lluin-La Arenilla nivel de afirmado, Distrito de Mache- Provincia de Otuzco-La Libertad.
8. Gestión de pavimentos basado en sistemas de información geográfica (SIG): una revisión. Silva Balaguera, Andrés, Daza Leguizamón, Omar y Lopez Valiente, Lesly. 2018. Bogotá, Colombia: Revista Ingeniería Solidaria, 2018, Vol. 14.
9. GONZÁLEZ, Segundo y Lasso, Víctor, 2014. Estudio del modelo de gestión para el mantenimiento de calles y avenidas del distrito Metropolitano de Quito, Ecuador 2014. Quito: s.n., 2014.
10. HERNÁNDEZ Sampieri, Fernández Collado, Carlos y Baptista Lucio, María del Pilar. Metodología de la investigación. 6ta ed. México D.F: McGraw-Hill, 2015. 152 pp.
11. IGOCHEA, David. 2018. Costos, presupuestos y programación de la obra mejoramiento de la infraestructura vial en la localidad de Cacatachi, distrito de Cacatachi, San Martín – región San Martín.
12. MACHUCA, Leyddi. 2018. Estudio de mejoramiento de la infraestructura vial urbana de la av. Camino Real, tramo av. Túpac Amaru – Av. José

- Saco Rojas, distrito de Carabayllo, Lima – Lima. 2018.
13. MANUAL DE CARRETERAS. 2018. Manual de carreteras: Diseño Geométrico DG-2018.
 14. MONTEJO, Alfonso. 2006.
 15. MONTES DE OCA, Iván y Palacios, Julio César. 2013. La importancia de cumplir los niveles de servicio de la infraestructura carretera en México. México D.F.: s.n., 2013.
 16. MORALES, Teodosio. 2015. Diseño del mejoramiento a nivel de afirmado de la carretera Puente Piedra – Chorobamba, Distrito de Huamachuco y Marcabal - Provincia de Sánchez Carrión – Departamento La Libertad.
 17. MTC. 2013. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. 2013.
 18. NÚÑEZ, Jaime. 2014. Fallas presentadas en la construcción de carreteras asfaltadas. Lima: s.n., 2014.
 19. PARI, Ivar. 2017. Estudio definitivo mejoramiento y rehabilitación de la infraestructura vial en el Jr. Lambayeque de la ciudad de Juliaca, Provincia de San Román – Puno.
 20. PELAEZ, Hubet y Ulloa, Pedro. 2015. Diseño de la carretera Calamarca – Calamarca Alta Sector Chinchinbara, Distrito Calamarca – Provincia de Julcan – Departamento de La Libertad.
 21. PRIEGO DE LOS SANTOS, Enrique. 2015. Topografía instrumentación y observación.
 22. RAMÍREZ, Jorge. 2016. Diseño para la construcción de la carretera del anexo Miraflores a Corral Viejo del Distrito de Prado, Provincia de San Miguel, Región Cajamarca.
 23. SÁNCHEZ, Luis y Machuca, Johan. 2015. Estudio de las fallas en los pavimentos rígidos para el mantenimiento y rehabilitación de las vías principales del municipio de Tamalameque César. 2015.
 24. SANDOVAL, Abigail y Valdiviezo, Frank. 2015. Proyecto Profesional de Diseño para el Mejoramiento de carretera Mache-Francisco Bolognesi a nivel de afirmado del Distrito de Mache, Provincia de Otuzco – Departamento La Libertad.
 25. VALLVERDU, Arsenio. 2010. Pavimentos en infraestructura vial Avances y Desafíos. 2010.

26. VARGAS, Irving y Wenzel, Federico. 2015. Diseño de la carretera a nivel de afirmado entre las localidades de San Pablo y Chusgon- Distrito de Angasmarca - Provincia de Santiago de Chuco- La Libertad.
27. VEGA, Daniel. 2018. Diseño de los pavimentos de la carretera de acceso al nuevo Puerto de Yurimaguas (km 1+000 a 2+000). Lima.
28. VELA, Bruno. 2018. Mejoramiento de la infraestructura vial, aplicando pavimento de piedra. San Martín.
29. VERÁN, Daniel. 2017. Evaluación ambiental de un tramo específico de la autopista panamericana sur, usando la metodología de análisis de ciclo de vida. Lima.
30. VILLALVA, Hideraldo. 2015. Diseño para el mejoramiento de la carretera a nivel de afirmado, Distrito Sarín – Chugay Tramo Maraycito- La Arenilla- Sánchez Carrión –La Libertad.

Anexo 3. Operacionalización de variables

Anexo 3.1: Matriz de operacionalización de variables

Tabla 2. Matriz de operacionalización de variables

| Variable | Definición Conceptual | Definición Operacional | Dimensiones | Indicadores | Escala de medición |
|--------------|---|---|--|---|--------------------|
| Mejoramiento | Implica un cambio fundamental estructural del pavimento cuya ejecución de las obras es requerida para elevar la categoría de la vía con dichas tareas, a su vez, la edificación y/o acondicionamiento de los puentes, obras de drenaje, túneles y señalizaciones solicitadas. (MTC, 2013) | Realizar el diseño en la carretera, a partir del estudio de tráfico, según el suelo que presente para una mejor fluidez del tránsito. | Evaluación del estado actual del pavimento | <ul style="list-style-type: none"> • Índice de Condición del pavimento (PCI) | Ordinal |
| | | | Estudio de tráfico | <ul style="list-style-type: none"> • IMDA (Índice Medio Diario Anual) • Cálculo de Ejes Equivalentes (ESAL) | Razón |
| | | | Estudio de mecánica de suelos | <ul style="list-style-type: none"> • Clasificación de suelos • CBR | Razón |

| | | | | | |
|--|--|--|-------------------------------------|----------------------|-------|
| | | | Diseño del pavimento flexible | • Diseño Estructural | Razón |
|--|--|--|-------------------------------------|----------------------|-------|

Anexo 3.2: Indicadores de variables

Tabla 16. Indicadores de variables

| OBJETIVO ESPECÍFICO | DIMENSIONES | INDICADORES | DESCRIPCIÓN |
|---|---|---|---|
| Evaluar el estado actual de la avenida Las Palmas, Distrito de Villa María del Triunfo, Lima, 2021. | Evaluación del estado actual del pavimento. | Índice de condición del pavimento (PCI) | Se realizará bajo los parámetros del Manual de evaluación de pavimentos. |
| Realizar el estudio de tráfico de la avenida Las Palmas, Distrito de Villa María del Triunfo, Lima, 2021. | Estudio de tráfico. | Índice medio Diario Anual (IMDA) | Se realizará bajo las normas técnicas establecidas. |
| Obtener el estudio de mecánica de suelos de la avenida Las Palmas, Distrito de Villa María del Triunfo, Lima, 2021. | Estudio de mecánica de suelos. | Clasificación de suelos CBR | Se realizará por medio de revisión documental, finalmente se anotarán los resultados en una ficha de resumen. |

| | | | |
|--|--------------------------------------|---------------------------|--|
| <p>Diseñar un pavimento flexible adecuado para la avenida Las Palmas, Distrito de Villa María del Triunfo, Lima, 2021.</p> | <p>Diseño del pavimento flexible</p> | <p>Diseño estructural</p> | <p>Se realizará un diseño basándose en las normas técnicas establecidas por el Manual de carreteras.</p> |
|--|--------------------------------------|---------------------------|--|

Anexo 4. Instrumentos de recolección de datos.

4.1. Guía de observación N°1 – Índice de condición del pavimento (PCI)

| HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----------|--|--|----------------|--|-----------------------------------|---------------------|--|--|----------------|--|--|--|
| VÍA: | | | | | | | SECCIÓN: | | | | | | |
| FECHA: | | | | | | | UNIDAD N°: | | | | | | |
| REALIZADO POR: Linares Steffany y Espinoza Fernando | | | | | | | ÁREA DE LA MUESTRA: | | | | | | |
| TIPOS DE FALLAS | | | | | | | | | | | | | |
| 1. Piel de cocodrilo | | | | m ² | | 11. Baches y zanjas reparadas | | | | m ² | | | |
| 2. Exudación de asfalto | | | | m ² | | 12. Agregados pulidos | | | | m ² | | | |
| 3. Grietas de contracción | | | | m ² | | 13. Huecos | | | | Nº | | | |
| 4. Elevaciones - Hundimiento | | | | m | | 14. Cruce de rieles | | | | m ² | | | |
| 5. Corrugaciones | | | | m ² | | 15. Ahuellamiento | | | | m ² | | | |
| 6. Depresiones | | | | m ² | | 16. Deformación por empuje | | | | m ² | | | |
| 7. Grietas de bordes | | | | m | | 17. Grietas deslizamiento | | | | m ² | | | |
| 8. Grietas de reflexión de juntas | | | | m | | 18. Hinchamiento | | | | m ² | | | |
| 9. Desnivel de calzada - hombrillo | | | | m | | 19. Disgregación y desintegración | | | | m ² | | | |
| 10. Grietas longitudinales y transversales | | | | m | | | | | | | | | |
| TIPOS DE FALLAS EXISTENTES | | | | | | | | | | | | | |
| 86-100 | EXCELENTE | | | | | | | | | | | | |
| 71-85 | MUY BUENO | | | | | | | | | | | | |
| 56-70 | BUENO | | | | | | | | | | | | |
| 41-55 | REGULAR | | | | | | | | | | | | |
| 26-40 | POBRE | | | | | | | | | | | | |
| 11-25 | MUY POBRE | | | | | | | | | | | | |
| 0-10 | FALLADO | | | | | | | | | | | | |
| TOTAL | BAJA (L) | | | | | | | | | | | | |
| | MEDIA (M) | | | | | | | | | | | | |
| | ALTA (H) | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Manual del Usuario. Ministerio de Transportes y Comunicaciones

4.2. Ficha de observación N°1 – Formato de estudio de tráfico



FORMATO RESUMEN DEL DIA ESTUDIO DE TRAFICO

| | | |
|-----------------------|-----|-----|
| FECHA | | |
| TRAMO DE LA CARRETERA | | |
| SENTIDO | N ← | S → |
| UBICACIÓN | | |

| | | |
|------------------|--|--|
| ESTACION | | |
| COD. DE ESTACION | | |
| FECHA DE CONTEO | | |

| HORA | AUTO | CAMIONETAS | | MICRO | BUS | | CAMION | | | SEMI TRAYLER | | | | | TRAYLER | | | | TOTAL | % | | | |
|--------------|------|------------|-------------|-------|-----|-------|--------|-----|-----|--------------|-----|-----|-----|-----|---------|-----|-----|-----|-------|---|-------|--|--|
| | | PICK UP | RURAL Combi | | 2 E | >=3 E | 2 E | 3 E | 4 E | 2S1 | 2S2 | 2S3 | 3S1 | 3S2 | >= 3S3 | 2T2 | 2T3 | 3T2 | | | >=3T3 | | |
| DIAGRA. VEH. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 00 - 01 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 01 - 02 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 02 - 03 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 03 - 04 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 04 - 05 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 05 - 06 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 06 - 07 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 07 - 08 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 08 - 09 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 09 - 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 - 11 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 - 12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 - 13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 - 14 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 - 15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 - 16 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 - 17 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 - 18 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 - 19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 - 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 - 21 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 - 22 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22 - 23 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 - 24 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TOTAL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: MTC

4.3. Ficha de resumen – Estudio de mecánica de suelos

| Ficha de resumen de estudio de mecánica de suelos | | | | | | |
|---|-----------------------------|------|-----|--------------------|-----|-----|
| N° | Nombre del ensayo | Und. | C-1 | C-2 | C-3 | C-4 |
| 1 | Contenido de humedad | % | | | | |
| 2 | Límite Líquido | % | | | | |
| 3 | Límite Plástico | % | | | | |
| 4 | Índice de Plasticidad | % | | | | |
| 5 | Clasificación SUCS | | | | | |
| 6 | Clasificación AASHTO | | | | | |
| N° | CBR | | | Und. | C-3 | |
| 1 | Densidad Máxima Seca | | | gr/cm ³ | | |
| 2 | Contenido Optimo de Humedad | | | % | | |
| 3 | CBR al 100 % | | | % | | |
| 4 | CBR al 95 % | | | % | | |


Luis Alberto Horna Araujo

 ING. CIVIL
 CIP. 24002

4.3. Datos recolectados en la guía de observación N°1

4.3.1. Unidad de Muestra 01

| HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI | | | | | | | | | | | | |
|---|----------------|-------|------|-------|------|--|----------------|-------|------|-------|------|--|
| VÍA: Av. Las Palmas | | | | | | SECCIÓN: 0+157 a 0+188Km | | | | | | |
| FECHA: 24/06/2021 | | | | | | UNIDAD N°: UM-01 | | | | | | |
| REALIZADO POR: Linares Steffany y Espinoza Fernando | | | | | | ÁREA DE LA MUESTRA: 229.2 m ² | | | | | | |
| TIPOS DE FALLAS | | | | | | | | | | | | |
| 1. Piel de cocodrilo | m ² | | | | | 11. Baches y zanjas reparadas | m ² | | | | | |
| 2. Exudación de asfalto | m ² | | | | | 12. Agregados pulidos | m ² | | | | | |
| 3. Grietas de contracción | m ² | | | | | 13. Huecos | N° | | | | | |
| 4. Elevaciones - Hundimiento | m | | | | | 14. Cruce de rieles | m ² | | | | | |
| 5. Corrugaciones | m ² | | | | | 15. Ahuellamiento | m ² | | | | | |
| 6. Depresiones | m ² | | | | | 16. Deformación por empuje | m ² | | | | | |
| 7. Grietas de bordes | m | | | | | 17. Grietas deslizamiento | m ² | | | | | |
| 8. Grietas de reflexión de juntas | m | | | | | 18. Hinchamiento | m ² | | | | | |
| 9. Desnivel de calzada - hombrillo | m | | | | | 19. Disgregación y desintegración | m ² | | | | | |
| 10. Grietas longitudinales y transversales | m | | | | | | | | | | | |
| TIPOS DE FALLAS EXISTENTES | | | | | | | | | | | | |
| 86-100 | EXCELENTE | 1 | | 19 | | | | | | | | |
| 71-85 | MUY BUENO | Cant. | Sev. | Cant. | Sev. | Cant. | Sev. | Cant. | Sev. | Cant. | Sev. | |
| 56-70 | BUENO | 34.8 | H | 145.2 | M | | | | | | | |
| 41-55 | REGULAR | 20.9 | H | | | | | | | | | |
| 26-40 | POBRE | 12.7 | H | | | | | | | | | |
| 11-25 | MUY POBRE | | | | | | | | | | | |
| 0-10 | FALLADO | | | | | | | | | | | |
| TOTAL | BAJA (L) | | | | | | | | | | | |
| | MEDIA (M) | | | 145.2 | | | | | | | | |
| | ALTA (H) | 68.37 | | | | | | | | | | |

4.3.2. Unidad de Muestra 02

| HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI | | | | | | | | | | | |
|---|----------------|--------|------|-------|------|--|----------------|-------|------|-------|------|
| VÍA: Av. Las Palmas | | | | | | SECCIÓN: 0+345 a 0+377Km | | | | | |
| FECHA: 24/06/2021 | | | | | | UNIDAD N°: UM-02 | | | | | |
| REALIZADO POR: Linares Steffany y Espinoza Fernando | | | | | | ÁREA DE LA MUESTRA: 230.8 m ² | | | | | |
| TIPOS DE FALLAS | | | | | | | | | | | |
| 1. Piel de cocodrilo | m ² | | | | | 11. Baches y zanjas reparadas | m ² | | | | |
| 2. Exudación de asfalto | m ² | | | | | 12. Agregados pulidos | m ² | | | | |
| 3. Grietas de contracción | m ² | | | | | 13. Huecos | N° | | | | |
| 4. Elevaciones - Hundimiento | m | | | | | 14. Cruce de rieles | m ² | | | | |
| 5. Corrugaciones | m ² | | | | | 15. Ahuellamiento | m ² | | | | |
| 6. Depresiones | m ² | | | | | 16. Deformación por empuje | m ² | | | | |
| 7. Grietas de bordes | m | | | | | 17. Grietas deslizamiento | m ² | | | | |
| 8. Grietas de reflexión de juntas | m | | | | | 18. Hinchamiento | m ² | | | | |
| 9. Desnivel de calzada - hombrillo | m | | | | | 19. Disgregación y desintegración | m ² | | | | |
| 10. Grietas longitudinales y transversales | m | | | | | | | | | | |
| TIPOS DE FALLAS EXISTENTES | | | | | | | | | | | |
| 86-100 EXCELENTE | | 1 | | 13 | | 19 | | | | | |
| 71-85 MUY BUENO | | Cant. | Sev. | Cant. | Sev. | Cant. | Sev. | Cant. | Sev. | Cant. | Sev. |
| 56-70 BUENO | | 112 | H | 2.0 | H | 108 | M | | | | |
| 41-55 REGULAR | | | | | | | | | | | |
| 26-40 POBRE | | | | | | | | | | | |
| 11-25 MUY POBRE | | | | | | | | | | | |
| 0-10 FALLADO | | | | | | | | | | | |
| TOTAL | BAJA (L) | | | | | | | | | | |
| | MEDIA (M) | | | | | 107.57 | | | | | |
| | ALTA (H) | 111.60 | | 2.0 | | | | | | | |

| CALCULO DEL PCI | | | | | | | | | | |
|--|-------------------|--------|--------------|----------------|------------------------------------|---|-----|----------------------|----|----|
| Tipo de falla | Severidad | Total | Densidad (%) | Valor deducido | Número de valores deducidos > 2(q) | | | | | |
| 1 | H | 111.60 | 48.4 | 82 | Valor deducido más alto = 82 | | | | | |
| 13 | H | 2.0 | 0.9 | 51 | | | | | | |
| 19 | M | 107.57 | 46.6 | 34 | | | | | | |
| | | | | | Número máximo de VD (m) = 2.7 | | | | | |
| NRO | VALORES DEDUCIDOS | | | | VDT | q | VDC | | | |
| 1 | 82 | 51 | 23.8 | | | | | 156.8 | 3 | 92 |
| 2 | 82 | 51 | 2 | | | | | 135 | 2 | 89 |
| 3 | 82 | 2 | 2 | | | | | 86 | 1 | 86 |
| | | | | | | | | Max. VDC | 92 | |
| ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI) | | | | | | | | PCI = 100 - Máx. VDC | | |
| | | | | | | | | PCI = | 8 | |
| CONDICIÓN DEL PAVIMENTO | | | | | | | | FALLADO | | |

4.3.3. Unidad de muestra 03

| HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI | | | | | | | | | | | |
|---|----------------|--------|------|-------|------|--|----------------|-------|------|-------|------|
| VÍA: Av. Las Palmas | | | | | | SECCIÓN: 0+534 a 0+565Km | | | | | |
| FECHA: 24/06/2021 | | | | | | UNIDAD N°: UM-03 | | | | | |
| REALIZADO POR: Linares Steffany y Espinoza Fernando | | | | | | ÁREA DE LA MUESTRA: 231.4 m ² | | | | | |
| TIPOS DE FALLAS | | | | | | | | | | | |
| 1. Piel de cocodrilo | m ² | | | | | 11. Baches y zanjas reparadas | m ² | | | | |
| 2. Exudación de asfalto | m ² | | | | | 12. Agregados pulidos | m ² | | | | |
| 3. Grietas de contracción | m ² | | | | | 13. Huecos | N° | | | | |
| 4. Elevaciones - Hundimiento | m | | | | | 14. Cruce de rieles | m ² | | | | |
| 5. Corrugaciones | m ² | | | | | 15. Ahuellamiento | m ² | | | | |
| 6. Depresiones | m ² | | | | | 16. Deformación por empuje | m ² | | | | |
| 7. Grietas de bordes | m | | | | | 17. Grietas deslizamiento | m ² | | | | |
| 8. Grietas de reflexión de juntas | m | | | | | 18. Hinchamiento | m ² | | | | |
| 9. Desnivel de calzada - hombrillo | m | | | | | 19. Disgregación y desintegración | m ² | | | | |
| 10. Grietas longitudinales y transversales | m | | | | | | | | | | |
| TIPOS DE FALLAS EXISTENTES | | | | | | | | | | | |
| 86-100 EXCELENTE | | 1 | | 11 | | | | | | | |
| 71-85 MUY BUENO | | Cant. | Sev. | Cant. | Sev. | Cant. | Sev. | Cant. | Sev. | Cant. | Sev. |
| 56-70 BUENO | | 47.1 | M | 0.882 | M | | | | | | |
| 41-55 REGULAR | | 34.1 | M | | | | | | | | |
| 26-40 POBRE | | 1.76 | M | | | | | | | | |
| 11-25 MUY POBRE | | | | | | | | | | | |
| 0-10 FALLADO | | | | | | | | | | | |
| TOTAL | BAJA (L) | | | | | | | | | | |
| | MEDIA (M) | 82.992 | | 0.9 | | | | | | | |
| | ALTA (H) | | | | | | | | | | |

| CALCULO DEL PCI | | | | | | | | | | |
|--|-------------------|-------|--------------|----------------|------------------------------------|--|----|----------------------|----|-----|
| Tipo de falla | Severidad | Total | Densidad (%) | Valor deducido | Número de valores deducidos > 2(q) | | | | | |
| 1 | M | 82.99 | 35.9 | 87 | | | | | | |
| 11 | M | 0.9 | 0.4 | 5 | | | | | | |
| | | | | | Valor deducido más alto = | | | | | |
| | | | | | 87 | | | | | |
| | | | | | Número máximo de VD (m) = | | | | | |
| | | | | | 2.2 | | | | | |
| NRO | VALORES DEDUCIDOS | | | | | | | VDT | q | VDC |
| 1 | 87 | 5 | | | | | 92 | 2 | 66 | |
| 2 | 87 | 2 | | | | | 89 | 1 | 89 | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | Max. VDC | 89 | |
| ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI) | | | | | | | | PCI = 100 - Máx. VDC | | |
| | | | | | | | | PCI = | 11 | |
| CONDICIÓN DEL PAVIMENTO | | | | | | | | MUY POBRE | | |

4.3.4. Unidad de muestra 04

| HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI | | | | | | | | | | | | |
|---|----------------|------|-------|------|-------|--|----------------|------|-------|------|-------|------|
| VÍA: Av. Las Palmas | | | | | | SECCIÓN: 0+722 a 0+753Km | | | | | | |
| FECHA: 24/06/2021 | | | | | | UNIDAD N°: UM-04 | | | | | | |
| REALIZADO POR: Linares Steffany y Espinoza Fernando | | | | | | ÁREA DE LA MUESTRA: 230.2 m ² | | | | | | |
| TIPOS DE FALLAS | | | | | | | | | | | | |
| 1. Piel de cocodrilo | m ² | | | | | 11. Baches y zanjas reparadas | m ² | | | | | |
| 2. Exudación de asfalto | m ² | | | | | 12. Agregados pulidos | m ² | | | | | |
| 3. Grietas de contracción | m ² | | | | | 13. Huecos | N° | | | | | |
| 4. Elevaciones - Hundimiento | m | | | | | 14. Cruce de rieles | m ² | | | | | |
| 5. Corrugaciones | m ² | | | | | 15. Ahuellamiento | m ² | | | | | |
| 6. Depresiones | m ² | | | | | 16. Deformación por empuje | m ² | | | | | |
| 7. Grietas de bordes | m | | | | | 17. Grietas deslizamiento | m ² | | | | | |
| 8. Grietas de reflexión de juntas | m | | | | | 18. Hinchamiento | m ² | | | | | |
| 9. Desnivel de calzada - hombrillo | m | | | | | 19. Disgregación y desintegración | m ² | | | | | |
| 10. Grietas longitudinales y transversales | m | | | | | | | | | | | |
| TIPOS DE FALLAS EXISTENTES | | | | | | | | | | | | |
| 86-100 EXCELENTE | 1 | | 11 | | 19 | | | | | | | |
| 71-85 MUY BUENO | Cant. | Sev. | Cant. | Sev. | Cant. | Sev. | Cant. | Sev. | Cant. | Sev. | Cant. | Sev. |
| 56-70 BUENO | 22.2 | H | 2.385 | L | 19.1 | H | | | | | | |
| 41-55 REGULAR | 13.3 | H | 13.8 | M | | | | | | | | |
| 26-40 POBRE | | | | | | | | | | | | |
| 11-25 MUY POBRE | | | | | | | | | | | | |
| 0-10 FALLADO | | | | | | | | | | | | |
| TOTAL | BAJA (L) | | 2.39 | | | | | | | | | |
| | MEDIA (M) | | 13.8 | | | | | | | | | |
| | ALTA (H) | | 35.57 | | 19.14 | | | | | | | |

| CALCULO DEL PCI | | | | | | | | | | |
|--|-------------------|----|-------|--------------|----------------|------------------------------------|-----|----------------------|-----|--|
| Tipo de falla | Severidad | | Total | Densidad (%) | Valor deducido | Número de valores deducidos > 2(q) | | | | |
| 1 | H | | 35.57 | 15.5 | 67 | Valor deducido más alto = 67 | | | | |
| 11 | L | | 2.4 | 1 | 2 | | | | | |
| 11 | M | | 13.8 | 6 | 24 | | | | | |
| 19 | H | | 19.14 | 8.3 | 39 | | | | | |
| | | | | | | Número máximo de VD (m) = 4 | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| NRO | VALORES DEDUCIDOS | | | | | | VDT | q | VDC | |
| 1 | 67 | 39 | 24 | 2 | | | 132 | 4 | 75 | |
| 2 | 67 | 39 | 24 | 2 | | | 132 | 3 | 88 | |
| 3 | 67 | 39 | 2 | 2 | | | 110 | 2 | 76 | |
| 4 | 67 | 2 | 2 | 2 | | | 73 | 1 | 73 | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | Max. VDC | 88 | |
| ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI) | | | | | | | | PCI = 100 - Máx. VDC | | |
| | | | | | | | | PCI = | 12 | |
| CONDICIÓN DEL PAVIMENTO | | | | | | | | MUY POBRE | | |

4.3.5. Unidad de muestra 05






















| HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI | | | | | | | | | | | | |
|---|----------------|------|--------|------|-------|--|----------------|------|-------|------|-------|------|
| VÍA: Av. Las Palmas | | | | | | SECCIÓN: 0+722 a 0+753Km | | | | | | |
| FECHA: 24/06/2021 | | | | | | UNIDAD N°: UM-04 | | | | | | |
| REALIZADO POR: Linares Steffany y Espinoza Fernando | | | | | | ÁREA DE LA MUESTRA: 229.9 m ² | | | | | | |
| TIPOS DE FALLAS | | | | | | | | | | | | |
| 1. Piel de cocodrilo | m ² | | | | | 11. Baches y zanjas reparadas | m ² | | | | | |
| 2. Exudación de asfalto | m ² | | | | | 12. Agregados pulidos | m ² | | | | | |
| 3. Grietas de contracción | m ² | | | | | 13. Huecos | N° | | | | | |
| 4. Elevaciones - Hundimiento | m | | | | | 14. Cruce de rieles | m ² | | | | | |
| 5. Corrugaciones | m ² | | | | | 15. Ahuellamiento | m ² | | | | | |
| 6. Depresiones | m ² | | | | | 16. Deformación por empuje | m ² | | | | | |
| 7. Grietas de bordes | m | | | | | 17. Grietas deslizamiento | m ² | | | | | |
| 8. Grietas de reflexión de juntas | m | | | | | 18. Hinchamiento | m ² | | | | | |
| 9. Desnivel de calzada - hombrillo | m | | | | | 19. Disgregación y desintegración | m ² | | | | | |
| 10. Grietas longitudinales y transversales | m | | | | | | | | | | | |
| TIPOS DE FALLAS EXISTENTES | | | | | | | | | | | | |
| 86-100 EXCELENTE | 1 | | 10 | | 13 | | 19 | | | | | |
| 71-85 MUY BUENO | Cant. | Sev. | Cant. | Sev. | Cant. | Sev. | Cant. | Sev. | Cant. | Sev. | Cant. | Sev. |
| 56-70 BUENO | 132 | H | 15.45 | H | 3 | M | 88.7 | M | | | | |
| 41-55 REGULAR | | | | | | | 17.6 | M | | | | |
| 26-40 POBRE | | | | | | | 14.8 | M | | | | |
| 11-25 MUY POBRE | | | | | | | | | | | | |
| 0-10 FALLADO | | | | | | | | | | | | |
| TOTAL | BAJA (L) | | | | | | | | | | | |
| | MEDIA (M) | | | | 3 | | 121.09 | | | | | |
| | ALTA (H) | | 131.75 | | 15.5 | | | | | | | |

4.3.6. Unidad de muestra 06

| HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI | | | | | | | | | | | | | |
|---|----------------|-------|------|-------|------|--|----------------|-------|------|-------|------|-------|------|
| VÍA: Av. Las Palmas | | | | | | SECCIÓN: 0+722 a 0+753Km | | | | | | | |
| FECHA: 24/06/2021 | | | | | | UNIDAD N°: UM-04 | | | | | | | |
| REALIZADO POR: Linares Steffany y Espinoza Fernando | | | | | | ÁREA DE LA MUESTRA: 231.2 m ² | | | | | | | |
| TIPOS DE FALLAS | | | | | | | | | | | | | |
| 1. Piel de cocodrilo | m ² | | | | | 11. Baches y zanjas reparadas | m ² | | | | | | |
| 2. Exudación de asfalto | m ² | | | | | 12. Agregados pulidos | m ² | | | | | | |
| 3. Grietas de contracción | m ² | | | | | 13. Huecos | N° | | | | | | |
| 4. Elevaciones - Hundimiento | m | | | | | 14. Cruce de rieles | m ² | | | | | | |
| 5. Corrugaciones | m ² | | | | | 15. Ahuellamiento | m ² | | | | | | |
| 6. Depresiones | m ² | | | | | 16. Deformación por empuje | m ² | | | | | | |
| 7. Grietas de bordes | m | | | | | 17. Grietas deslizamiento | m ² | | | | | | |
| 8. Grietas de reflexión de juntas | m | | | | | 18. Hinchamiento | m ² | | | | | | |
| 9. Desnivel de calzada - hombrillo | m | | | | | 19. Disgregación y desintegración | m ² | | | | | | |
| 10. Grietas longitudinales y transversales | m | | | | | | | | | | | | |
| TIPOS DE FALLAS EXISTENTES | | | | | | | | | | | | | |
| 86-100 | EXCELENTE | 1 | | 7 | | 10 | | 11 | | 13 | | 19 | |
| 71-85 | MUY BUENO | Cant. | Sev. | Cant. | Sev. | Cant. | Sev. | Cant. | Sev. | Cant. | Sev. | Cant. | Sev. |
| 56-70 | BUENO | 31.02 | H | 31.05 | H | 25 | H | 0.43 | M | 3 | H | 54.08 | H |
| 41-55 | REGULAR | | | | | | | | | | | | |
| 26-40 | POBRE | | | | | | | | | | | | |
| 11-25 | MUY POBRE | | | | | | | | | | | | |
| 0-10 | FALLADO | | | | | | | | | | | | |
| TOTAL | BAJA (L) | | | | | | | | | | | | |
| | MEDIA (M) | | | | | | | 0.43 | | | | | |
| | ALTA (H) | 31.02 | | 31.1 | | 25 | | | | 3 | | 54.08 | |

| CALCULO DEL PCI | | | | | | | | | | | |
|--|-------------------|----|-------|--------------|--|----------------|--|------------------------------------|-----|-----|--|
| Tipo de falla | Severidad | | Total | Densidad (%) | | Valor deducido | | Número de valores deducidos > 2(q) | | | |
| 1 | H | | 31.02 | 13.4 | | 67 | | | | | |
| 7 | H | | 31.1 | 13.4 | | 29 | | | | | |
| 10 | H | | 25.0 | 10.8 | | 35 | | | | | |
| 11 | M | | 0.43 | 0.2 | | 4 | | Valor deducido más alto = | | | |
| 13 | H | | 3 | 1.3 | | 83 | | 83 | | | |
| 19 | H | | 54.08 | 23.4 | | 58 | | Número máximo de VD (m) = | | | |
| | | | | | | | | 2.6 | | | |
| NRO | VALORES DEDUCIDOS | | | | | | | VDT | q | VDC | |
| 1 | 83 | 67 | 34.8 | | | | | 184.8 | 3 | 100 | |
| 2 | 83 | 67 | 2 | | | | | 152 | 2 | 95 | |
| 3 | 83 | 2 | 2 | | | | | 87 | 1 | 87 | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | Max. VDC | 100 | | |
| ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI) | | | | | | | | PCI = 100 - Máx. VDC | | | |
| | | | | | | | | PCI = | 0 | | |
| CONDICIÓN DEL PAVIMENTO | | | | | | | | FALLADO | | | |

4.3.7. Unidad de muestra 07

| HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-----------|---|----------------|---|-------|--|---|-------|----------------|---|-------|---------|--|-------|-------|---|-------|-----------|---|------|---------|---|---|--|---|--|----|--|----|--|----|--|
| VÍA: Av. Las Palmas | | | | | | SECCIÓN: 0+722 a 0+753Km | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA: 24/06/2021 | | | | | | UNIDAD N°: UM-04 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| REALIZADO POR: Linares Steffany y Espinoza Fernando | | | | | | ÁREA DE LA MUESTRA: 231.1 m ² | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TIPOS DE FALLAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1. Piel de cocodrilo | | | m ² | | | 11. Baches y zanjas reparadas | | | m ² | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2. Exudación de asfalto | | | m ² | | | 12. Agregados pulidos | | | m ² | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3. Grietas de contracción | | | m ² | | | 13. Huecos | | | N° | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4. Elevaciones - Hundimiento | | | m | | | 14. Cruce de rieles | | | m ² | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5. Corrugaciones | | | m ² | | | 15. Ahuellamiento | | | m ² | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6. Depresiones | | | m ² | | | 16. Deformación por empuje | | | m ² | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7. Grietas de bordes | | | m | | | 17. Grietas deslizamiento | | | m ² | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8. Grietas de reflexión de juntas | | | m | | | 18. Hinchamiento | | | m ² | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9. Desnivel de calzada - hombrillo | | | m | | | 19. Disgregación y desintegración | | | m ² | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10. Grietas longitudinales y transversales | | | m | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TIPOS DE FALLAS EXISTENTES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <tr> <td>86-100</td> <td>EXCELENTE</td> <td></td> </tr> <tr> <td>71-85</td> <td>MUY BUENO</td> <td></td> </tr> <tr> <td>56-70</td> <td>BUENO</td> <td></td> </tr> <tr> <td>41-55</td> <td>REGULAR</td> <td></td> </tr> <tr> <td>26-40</td> <td>POBRE</td> <td></td> </tr> <tr> <td>11-25</td> <td>MUY POBRE</td> <td></td> </tr> <tr> <td>0-10</td> <td>FALLADO</td> <td></td> </tr> </table> | | 86-100 | EXCELENTE |  | 71-85 | MUY BUENO |  | 56-70 | BUENO |  | 41-55 | REGULAR |  | 26-40 | POBRE |  | 11-25 | MUY POBRE |  | 0-10 | FALLADO |  | 1 | | 7 | | 11 | | 15 | | 19 | |
| | | 86-100 | EXCELENTE |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 71-85 | MUY BUENO |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 56-70 | BUENO |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 41-55 | REGULAR |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 26-40 | POBRE |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11-25 | MUY POBRE |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0-10 | FALLADO |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cant. | Sev. | Cant. | Sev. | Cant. | Sev. | Cant. | Sev. | Cant. | Sev. | Cant. | Sev. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 64.76 | H | 25.3 | H | 2.63 | L | 36 | M | 55.8 | M | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 3.81 | L | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 4.05 | L | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TOTAL | BAJA (L) | | | 10.48 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | MEDIA (M) | | | | | 36.00 | | 55.8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ALTA (H) | 64.76 | | 25.3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| CALCULO DEL PCI | | | | | | | | | | |
|--|-------------------|----|-------|--------------|----------------|------------------------------------|--|-------|----------------------|-----|
| Tipo de falla | Severidad | | Total | Densidad (%) | Valor deducido | Número de valores deducidos > 2(q) | | | | |
| 1 | H | | 64.76 | 28 | 75 | | | | | |
| 7 | H | | 25.3 | 10.9 | 32 | | | | | |
| 11 | L | | 10.5 | 4.5 | 9 | | | | | |
| 15 | M | | 36.00 | 15.6 | 49 | Valor deducido más alto = | | | | |
| 19 | M | | 55.8 | 24.1 | 27 | 75 | | | | |
| | | | | | | Número máximo de VD (m) = | | | | |
| | | | | | | 3.3 | | | | |
| NRO | VALORES DEDUCIDOS | | | | | | | VDT | q | VDC |
| 1 | 75 | 49 | 32 | 8.1 | | | | 164.1 | 4 | 89 |
| 2 | 75 | 49 | 32 | 2 | | | | 158 | 3 | 92 |
| 3 | 75 | 49 | 2 | 2 | | | | 128 | 2 | 86 |
| 4 | 75 | 2 | 2 | 2 | | | | 81 | 1 | 81 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | Max. VDC | 92 |
| ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI) | | | | | | | | | PCI = 100 - Máx. VDC | |
| | | | | | | | | | PCI = | 8 |
| CONDICIÓN DEL PAVIMENTO | | | | | | | | | FALLADO | |

4.3.8. Unidad de muestra 08

| HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----------|----------------|------|-----------------------------------|------|----------------|--|--|------|----------------|------|----------------------------|------|----------------|------|
| VÍA: Av. Las Palmas | | | | | | | SECCIÓN: 1+475 a 1+507Km | | | | | | | | |
| FECHA: 25/06/2021 | | | | | | | UNIDAD N°: UM-08 | | | | | | | | |
| REALIZADO POR: Linares Steffany y Espinoza Fernando | | | | | | | ÁREA DE LA MUESTRA: 229.2 m ² | | | | | | | | |
| TIPOS DE FALLAS | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1. Piel de cocodrilo | | m ² | | 11. Baches y zanjas reparadas | | m ² | | 2. Exudación de asfalto | | m ² | | 12. Agregados pulidos | | m ² | |
| 3. Grietas de contracción | | m ² | | 13. Huecos | | N° | | 4. Elevaciones - Hundimiento | | m | | 14. Cruce de rieles | | m ² | |
| 5. Corrugaciones | | m ² | | 15. Ahuellamiento | | m ² | | 6. Depresiones | | m ² | | 16. Deformación por empuje | | m ² | |
| 7. Grietas de bordes | | m | | 17. Grietas deslizamiento | | m ² | | 8. Grietas de reflexión de juntas | | m | | 18. Hinchamiento | | m ² | |
| 9. Desnivel de calzada - hombrillo | | m | | 19. Disgregación y desintegración | | m ² | | 10. Grietas longitudinales y transversales | | m | | | | | |
| TIPOS DE FALLAS EXISTENTES | | | | | | | | | | | | | | | |
| 86-100 | EXCELENTE | 1 | | 7 | | 10 | | 11 | | | | | | | |
| 71-85 | MUY BUENO | Cant. | Sev. | Cant. | Sev. | Cant. | Sev. | Cant. | Sev. | Cant. | Sev. | Cant. | Sev. | Cant. | Sev. |
| 56-70 | BUENO | 110.05 | H | 31.0 | H | 13.8 | H | 0.34 | L | | | | | | |
| 41-55 | REGULAR | | | | | | | 0.64 | L | | | | | | |
| 26-40 | POBRE | | | | | | | 3.06 | L | | | | | | |
| 11-25 | MUY POBRE | | | | | | | 0.55 | L | | | | | | |
| 0-10 | FALLADO | | | | | | | 3.62 | L | | | | | | |
| TOTAL | BAJA (L) | | | | | | | 9.25 | | | | | | | |
| | MEDIA (M) | | | | | | | | | | | | | | |
| | ALTA (H) | 110.05 | | 31.0 | | 13.8 | | | | | | | | | |

| CALCULO DEL PCI | | | | | | | | | | |
|--|-------------------|--------|--------------|----------------|------------------------------------|--|--|-------|----------------------|-----|
| Tipo de falla | Severidad | Total | Densidad (%) | Valor deducido | Número de valores deducidos > 2(q) | | | | | |
| 1 | H | 110.05 | 48 | 82 | Valor deducido más alto = 82 | | | | | |
| 7 | H | 31.0 | 13.5 | 27 | | | | | | |
| 10 | H | 13.8 | 6 | 25 | | | | | | |
| 11 | L | 9.25 | 4 | 7 | | | | | | |
| | | | | | Número máximo de VD (m) = 2.7 | | | | | |
| NRO | VALORES DEDUCIDOS | | | | | | | VDT | q | VDC |
| 1 | 82 | 27 | 17.5 | | | | | 126.5 | 3 | 77 |
| 2 | 82 | 27 | 2 | | | | | 111 | 2 | 78 |
| 3 | 82 | 2 | 2 | | | | | 86 | 1 | 86 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | Max. VDC | 86 |
| ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI) | | | | | | | | | PCI = 100 - Máx. VDC | |
| | | | | | | | | | PCI = | 14 |
| CONDICIÓN DEL PAVIMENTO | | | | | | | | | MUY POBRE | |

4.3.9. Unidad de muestra 09

| HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI | | | | | | | | | | | | | |
|---|----------------|-------|------|-------|------|-------|--|----------------|------|-------|------|-------|------|
| VÍA: Av. Las Palmas | | | | | | | SECCIÓN: 1+664 a 1+695Km | | | | | | |
| FECHA: 25/06/2021 | | | | | | | UNIDAD N°: UM-09 | | | | | | |
| REALIZADO POR: Linares Steffany y Espinoza Fernando | | | | | | | ÁREA DE LA MUESTRA: 230.2 m ² | | | | | | |
| TIPOS DE FALLAS | | | | | | | | | | | | | |
| 1. Piel de cocodrilo | m ² | | | | | | 11. Baches y zanjas reparadas | m ² | | | | | |
| 2. Exudación de asfalto | m ² | | | | | | 12. Agregados pulidos | m ² | | | | | |
| 3. Grietas de contracción | m ² | | | | | | 13. Huecos | N° | | | | | |
| 4. Elevaciones - Hundimiento | m | | | | | | 14. Cruce de rieles | m ² | | | | | |
| 5. Corrugaciones | m ² | | | | | | 15. Ahuellamiento | m ² | | | | | |
| 6. Depresiones | m ² | | | | | | 16. Deformación por empuje | m ² | | | | | |
| 7. Grietas de bordes | m | | | | | | 17. Grietas deslizamiento | m ² | | | | | |
| 8. Grietas de reflexión de juntas | m | | | | | | 18. Hinchamiento | m ² | | | | | |
| 9. Desnivel de calzada - hombrillo | m | | | | | | 19. Disgregación y desintegración | m ² | | | | | |
| 10. Grietas longitudinales y transversales | m | | | | | | | | | | | | |
| TIPOS DE FALLAS EXISTENTES | | | | | | | | | | | | | |
| 86-100 | EXCELENTE | 1 | | 7 | | 10 | | 11 | | 19 | | | |
| 71-85 | MUY BUENO | Cant. | Sev. | Cant. | Sev. | Cant. | Sev. | Cant. | Sev. | Cant. | Sev. | Cant. | Sev. |
| 56-70 | BUENO | 49.4 | H | 6.93 | H | 6.7 | H | 0.26 | M | 37.26 | H | | |
| 41-55 | REGULAR | 27.2 | H | | | | | 0.39 | M | 25.76 | H | | |
| 26-40 | POBRE | | | | | | | 3.38 | M | | | | |
| 11-25 | MUY POBRE | | | | | | | 6.3 | M | | | | |
| 0-10 | FALLADO | | | | | | | 0.41 | M | | | | |
| TOTAL | BAJA (L) | | | | | | | | | | | | |
| | MEDIA (M) | | | | | | | 12.07 | | | | | |
| | ALTA (H) | 76.60 | | 6.93 | | 6.7 | | | | 63.02 | | | |

| CALCULO DEL PCI | | | | | | | | | |
|--|-------------------|-------|--------------|----------------|------------------------------------|--|-------|----------------------|-----|
| Tipo de falla | Severidad | Total | Densidad (%) | Valor deducido | Número de valores deducidos > 2(q) | | | | |
| 1 | H | 76.60 | 33.3 | 77 | Valor deducido más alto = 77 | | | | |
| 7 | H | 6.93 | 3 | 12 | | | | | |
| 10 | H | 6.7 | 2.9 | 26 | | | | | |
| 11 | M | 12.07 | 5.2 | 22 | | | | | |
| 19 | H | 63.02 | 27.4 | 60 | | | | | |
| | | | | | Número máximo de VD (m) = 3.1 | | | | |
| NRO | VALORES DEDUCIDOS | | | | | | VDT | q | VDC |
| 1 | 77 | 60 | 26 | 2.2 | | | 165.2 | 4 | 89 |
| 2 | 77 | 60 | 26 | 2 | | | 165 | 3 | 94 |
| 3 | 77 | 60 | 2 | 2 | | | 141 | 2 | 91 |
| 4 | 77 | 2 | 2 | 2 | | | 83 | 1 | 83 |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | Max. VDC | 94 |
| ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI) | | | | | | | | PCI = 100 - Máx. VDC | |
| | | | | | | | | PCI = | 6 |
| CONDICIÓN DEL PAVIMENTO | | | | | | | | FALLADO | |

4.3.10. Unidad de muestra 10

| HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI | | | | | | | | | | | | | |
|---|----------------|-------|--|-------|--|------|--|----------------|--|--|--|--|--|
| VÍA: Av. Las Palmas | | | | | | | SECCIÓN: 1+852 a 1+883Km | | | | | | |
| FECHA: 25/06/2021 | | | | | | | UNIDAD N°: UM-10 | | | | | | |
| REALIZADO POR: Linares Steffany y Espinoza Fernando | | | | | | | ÁREA DE LA MUESTRA: 229.2 m ² | | | | | | |
| TIPOS DE FALLAS | | | | | | | | | | | | | |
| 1. Piel de cocodrilo | m ² | | | | | | 11. Baches y zanjas reparadas | m ² | | | | | |
| 2. Exudación de asfalto | m ² | | | | | | 12. Agregados pulidos | m ² | | | | | |
| 3. Grietas de contracción | m ² | | | | | | 13. Huecos | N° | | | | | |
| 4. Elevaciones - Hundimiento | m | | | | | | 14. Cruce de rieles | m ² | | | | | |
| 5. Corrugaciones | m ² | | | | | | 15. Ahuellamiento | m ² | | | | | |
| 6. Depresiones | m ² | | | | | | 16. Deformación por empuje | m ² | | | | | |
| 7. Grietas de bordes | m | | | | | | 17. Grietas deslizamiento | m ² | | | | | |
| 8. Grietas de reflexión de juntas | m | | | | | | 18. Hinchamiento | m ² | | | | | |
| 9. Desnivel de calzada - hombrillo | m | | | | | | 19. Disgregación y desintegración | m ² | | | | | |
| 10. Grietas longitudinales y transversales | m | | | | | | | | | | | | |
| TIPOS DE FALLAS EXISTENTES | | | | | | | | | | | | | |
| 86-100 | EXCELENTE | | | | | | | | | | | | |
| 71-85 | MUY BUENO | | | | | | | | | | | | |
| 56-70 | BUENO | | | | | | | | | | | | |
| 41-55 | REGULAR | | | | | | | | | | | | |
| 26-40 | POBRE | | | | | | | | | | | | |
| 11-25 | MUY POBRE | | | | | | | | | | | | |
| 0-10 | FALLADO | | | | | | | | | | | | |
| TOTAL | BAJA (L) | | | | | | | | | | | | |
| | MEDIA (M) | | | | | | | | | | | | |
| | ALTA (H) | 57.58 | | 10.20 | | 24.4 | | 2.00 | | | | | |

| CALCULO DEL PCI | | | | | | | | | | |
|--|-------------------|-------|--------------|----------------|------------------------------------|--|-----|----------------------|-----|--|
| Tipo de falla | Severidad | Total | Densidad (%) | Valor deducido | Número de valores deducidos > 2(q) | | | | | |
| 1 | H | 57.58 | 25.1 | 74 | Valor deducido más alto = 74 | | | | | |
| 7 | H | 10.20 | 4.5 | 15 | | | | | | |
| 11 | M | 24.4 | 10.7 | 31 | | | | | | |
| 13 | H | 2.00 | 0.9 | 50 | | | | | | |
| | | | | | Número máximo de VD (m) = 3.4 | | | | | |
| NRO | VALORES DEDUCIDOS | | | | | | VDT | q | VDC | |
| 1 | 74 | 50 | 31 | 6 | | | 161 | 4 | 88 | |
| 2 | 74 | 50 | 31 | 2 | | | 157 | 3 | 92 | |
| 3 | 74 | 50 | 2 | 2 | | | 128 | 2 | 86 | |
| 4 | 74 | 2 | 2 | 2 | | | 80 | 1 | 80 | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | Max. VDC | 92 | |
| ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI) | | | | | | | | PCI = 100 - Máx. VDC | | |
| | | | | | | | | PCI = | 8 | |
| CONDICIÓN DEL PAVIMENTO | | | | | | | | FALLADO | | |

4.3.11. Unidad de muestra 11

| HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI | | | | | | | | | | | | | |
|---|----------------|--------|--|-------|--|-----|--|----------------|--|-------|--|--|--|
| VÍA: Av. Las Palmas | | | | | | | SECCIÓN: 2+040 a 2+072Km | | | | | | |
| FECHA: 25/06/2021 | | | | | | | UNIDAD N°: UM-11 | | | | | | |
| REALIZADO POR: Linares Steffany y Espinoza Fernando | | | | | | | ÁREA DE LA MUESTRA: 229.2 m ² | | | | | | |
| TIPOS DE FALLAS | | | | | | | | | | | | | |
| 1. Piel de cocodrilo | m ² | | | | | | 11. Baches y zanjas reparadas | m ² | | | | | |
| 2. Exudación de asfalto | m ² | | | | | | 12. Agregados pulidos | m ² | | | | | |
| 3. Grietas de contracción | m ² | | | | | | 13. Huecos | N° | | | | | |
| 4. Elevaciones - Hundimiento | m | | | | | | 14. Cruce de rieles | m ² | | | | | |
| 5. Corrugaciones | m ² | | | | | | 15. Ahuellamiento | m ² | | | | | |
| 6. Depresiones | m ² | | | | | | 16. Deformación por empuje | m ² | | | | | |
| 7. Grietas de bordes | m | | | | | | 17. Grietas deslizamiento | m ² | | | | | |
| 8. Grietas de reflexión de juntas | m | | | | | | 18. Hinchamiento | m ² | | | | | |
| 9. Desnivel de calzada - hombrillo | m | | | | | | 19. Disgregación y desintegración | m ² | | | | | |
| 10. Grietas longitudinales y transversales | m | | | | | | | | | | | | |
| TIPOS DE FALLAS EXISTENTES | | | | | | | | | | | | | |
| 86-100 | EXCELENTE | | | | | | | | | | | | |
| 71-85 | MUY BUENO | | | | | | | | | | | | |
| 56-70 | BUENO | | | | | | | | | | | | |
| 41-55 | REGULAR | | | | | | | | | | | | |
| 26-40 | POBRE | | | | | | | | | | | | |
| 11-25 | MUY POBRE | | | | | | | | | | | | |
| 0-10 | FALLADO | | | | | | | | | | | | |
| TOTAL | BAJA (L) | | | | | | | 1 | | | | | |
| | MEDIA (M) | | | | | 1.1 | | | | | | | |
| | ALTA (H) | 107.57 | | 16.45 | | | | 4 | | 86.49 | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |

| CALCULO DEL PCI | | | | | | | | | | |
|--|-------------------|--------|--------------|----------------|------------------------------------|--|--|-------|----------------------|-----|
| Tipo de falla | Severidad | Total | Densidad (%) | Valor deducido | Número de valores deducidos > 2(q) | | | | | |
| 1 | H | 107.57 | 46.9 | 82 | Valor deducido más alto = 82 | | | | | |
| 10 | H | 16.45 | 7.2 | 28 | | | | | | |
| 11 | M | 1.1 | 0.5 | 7 | | | | | | |
| 13 | L | 1.00 | 0.4 | 10 | | | | | | |
| 13 | H | 4.00 | 1.7 | 62 | | | | | | |
| 19 | H | 86.49 | 37.7 | 65 | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | Número máximo de VD (m) = 2.7 | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| NRO | VALORES DEDUCIDOS | | | | | | | VDT | q | VDC |
| 1 | 82 | 65 | 43.4 | | | | | 190.4 | 3 | 100 |
| 2 | 82 | 65 | 2 | | | | | 149 | 2 | 94 |
| 3 | 82 | 2 | 2 | | | | | 86 | 1 | 86 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | Max. VDC | 100 |
| ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI) | | | | | | | | | PCI = 100 - Máx. VDC | |
| | | | | | | | | | PCI = | 0 |
| CONDICIÓN DEL PAVIMENTO | | | | | | | | | FALLADO | |

4.3.12. Unidad de muestra 12

| HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI | | | | | | | | | | | | | |
|---|----------------|-------|------|-------|------|--|----------------|-------|------|--------|------|-------|------|
| VÍA: Av. Las Palmas | | | | | | SECCIÓN: 2+229 a 2+260Km | | | | | | | |
| FECHA: 25/06/2021 | | | | | | UNIDAD N°: UM-12 | | | | | | | |
| REALIZADO POR: Linares Steffany y Espinoza Fernando | | | | | | ÁREA DE LA MUESTRA: 229.2 m ² | | | | | | | |
| TIPOS DE FALLAS | | | | | | | | | | | | | |
| 1. Piel de cocodrilo | m ² | | | | | 11. Baches y zanjas reparadas | m ² | | | | | | |
| 2. Exudación de asfalto | m ² | | | | | 12. Agregados pulidos | m ² | | | | | | |
| 3. Grietas de contracción | m ² | | | | | 13. Huecos | N° | | | | | | |
| 4. Elevaciones - Hundimiento | m | | | | | 14. Cruce de rieles | m ² | | | | | | |
| 5. Corrugaciones | m ² | | | | | 15. Ahuellamiento | m ² | | | | | | |
| 6. Depresiones | m ² | | | | | 16. Deformación por empuje | m ² | | | | | | |
| 7. Grietas de bordes | m | | | | | 17. Grietas deslizamiento | m ² | | | | | | |
| 8. Grietas de reflexión de juntas | m | | | | | 18. Hinchamiento | m ² | | | | | | |
| 9. Desnivel de calzada - hombrillo | m | | | | | 19. Disgregación y desintegración | m ² | | | | | | |
| 10. Grietas longitudinales y transversales | m | | | | | | | | | | | | |
| TIPOS DE FALLAS EXISTENTES | | | | | | | | | | | | | |
| 86-100 | EXCELENTE | 1 | | 7 | | 11 | | 13 | | 19 | | | |
| 71-85 | MUY BUENO | Cant. | Sev. | Cant. | Sev. | Cant. | Sev. | Cant. | Sev. | Cant. | Sev. | Cant. | Sev. |
| 56-70 | BUENO | 18.1 | H | 3.54 | H | 4.5 | M | 2 | M | 138.00 | H | | |
| 41-55 | REGULAR | | | | | | | 2 | H | | | | |
| 26-40 | POBRE | | | | | | | | | | | | |
| 11-25 | MUY POBRE | | | | | | | | | | | | |
| 0-10 | FALLADO | | | | | | | | | | | | |
| TOTAL | BAJA (L) | | | | | | | | | | | | |
| | MEDIA (M) | | | | | 4.5 | | 2 | | | | | |
| | ALTA (H) | 18.13 | | 3.54 | | | | 2 | | 138.00 | | | |

| CALCULO DEL PCI | | | | | | | | | | |
|--|-------------------|--------|--------------|----------------|------------------------------------|--|--|-------|----------------------|-----|
| Tipo de falla | Severidad | Total | Densidad (%) | Valor deducido | Número de valores deducidos > 2(q) | | | | | |
| 1 | H | 18.13 | 7.9 | 59 | Valor deducido más alto = 72 | | | | | |
| 7 | H | 3.54 | 1.5 | 10 | | | | | | |
| 11 | M | 4.5 | 1.9 | 14 | | | | | | |
| 13 | M | 2.00 | 0.9 | 29 | | | | | | |
| 13 | H | 2.00 | 0.9 | 50 | | | | | | |
| 19 | H | 138.00 | 60.2 | 72 | | | | | | |
| | | | | | Número máximo de VD (m) = 3.6 | | | | | |
| NRO | VALORES DEDUCIDOS | | | | | | | VDT | q | VDC |
| 1 | 72 | 59 | 50 | 17.4 | | | | 198.4 | 4 | 98 |
| 2 | 72 | 59 | 50 | 2 | | | | 183 | 3 | 100 |
| 3 | 72 | 59 | 2 | 2 | | | | 135 | 2 | 89 |
| 4 | 72 | 2 | 2 | 2 | | | | 78 | 1 | 78 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | Max. VDC | 100 |
| ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI) | | | | | | | | | PCI = 100 - Máx. VDC | |
| | | | | | | | | | PCI = | 0 |
| CONDICIÓN DEL PAVIMENTO | | | | | | | | | FALLADO | |

4.3.13. Unidad de muestra 13

| HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI | | | | | | | | | | | | | |
|---|----------------|-------|------|-------|------|-------|--|----------------|------|-------|------|-------|------|
| VÍA: Av. Las Palmas | | | | | | | SECCIÓN: 2+417 a 2+448Km | | | | | | |
| FECHA: 25/06/2021 | | | | | | | UNIDAD N°: UM-13 | | | | | | |
| REALIZADO POR: Linares Steffany y Espinoza Fernando | | | | | | | ÁREA DE LA MUESTRA: 229.2 m ² | | | | | | |
| TIPOS DE FALLAS | | | | | | | | | | | | | |
| 1. Piel de cocodrilo | m ² | | | | | | 11. Baches y zanjas reparadas | m ² | | | | | |
| 2. Exudación de asfalto | m ² | | | | | | 12. Agregados pulidos | m ² | | | | | |
| 3. Grietas de contracción | m ² | | | | | | 13. Huecos | N° | | | | | |
| 4. Elevaciones - Hundimiento | m | | | | | | 14. Cruce de rieles | m ² | | | | | |
| 5. Corrugaciones | m ² | | | | | | 15. Ahuellamiento | m ² | | | | | |
| 6. Depresiones | m ² | | | | | | 16. Deformación por empuje | m ² | | | | | |
| 7. Grietas de bordes | m | | | | | | 17. Grietas deslizamiento | m ² | | | | | |
| 8. Grietas de reflexión de juntas | m | | | | | | 18. Hinchamiento | m ² | | | | | |
| 9. Desnivel de calzada - hombrillo | m | | | | | | 19. Disgregación y desintegración | m ² | | | | | |
| 10. Grietas longitudinales y transversales | m | | | | | | | | | | | | |
| TIPOS DE FALLAS EXISTENTES | | | | | | | | | | | | | |
| 86 - 100 | EXCELENTE | 7 | | 10 | | 13 | | 19 | | | | | |
| 71 - 85 | MUY BUENO | Cant. | Sev. | Cant. | Sev. | Cant. | Sev. | Cant. | Sev. | Cant. | Sev. | Cant. | Sev. |
| 56 - 70 | BUENO | 3.03 | H | 3.47 | H | 4 | M | 121.13 | M | | | | |
| 41 - 55 | REGULAR | | | | | 9 | H | 28.3 | M | | | | |
| 26 - 40 | POBRE | | | | | | | | | | | | |
| 11 - 25 | MUY POBRE | | | | | | | | | | | | |
| 0 - 10 | FALLADO | | | | | | | | | | | | |
| TOTAL | BAJA (L) | | | | | | | | | | | | |
| | MEDIA (M) | | | | | 4 | | 149.43 | | | | | |
| | ALTA (H) | 3.03 | | 3.47 | | 9 | | | | | | | |

| CALCULO DEL PCI | | | | | | | | | | |
|--|-------------------|--------|--------------|----------------|------------------------------------|--|--|-------|----------------------|-----|
| Tipo de falla | Severidad | Total | Densidad (%) | Valor deducido | Número de valores deducidos > 2(q) | | | | | |
| 7 | H | 3.03 | 1.3 | 10 | Valor deducido más alto = 82 | | | | | |
| 10 | H | 3.47 | 1.5 | 10 | | | | | | |
| 13 | M | 4.0 | 1.7 | 41 | | | | | | |
| 13 | H | 9.00 | 3.9 | 82 | | | | | | |
| 19 | M | 149.43 | 65.2 | 38 | | | | | | |
| | | | | | Número máximo de VD (m) = 2.7 | | | | | |
| NRO | VALORES DEDUCIDOS | | | | | | | VDT | q | VDC |
| 1 | 82 | 41 | 26.6 | | | | | 149.6 | 3 | 88 |
| 2 | 82 | 41 | 2 | | | | | 125 | 2 | 84 |
| 3 | 82 | 2 | 2 | | | | | 86 | 1 | 86 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | Max. VDC | 88 |
| ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI) | | | | | | | | | PCI = 100 - Máx. VDC | |
| | | | | | | | | | PCI = | 12 |
| CONDICIÓN DEL PAVIMENTO | | | | | | | | | MUY POBRE | |

4.3.14. Unidad de muestra 14

| HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI | | | | | | | | | | | | | |
|---|----------------|-------|------|-------|------|-------|--|----------------|------|-------|------|-------|------|
| VÍA: Av. Las Palmas | | | | | | | SECCIÓN: 2+605 a 2+637Km | | | | | | |
| FECHA: 25/06/2021 | | | | | | | UNIDAD N°: UM-14 | | | | | | |
| REALIZADO POR: Linares Steffany y Espinoza Fernando | | | | | | | ÁREA DE LA MUESTRA: 229.2 m ² | | | | | | |
| TIPOS DE FALLAS | | | | | | | | | | | | | |
| 1. Piel de cocodrilo | m ² | | | | | | 11. Baches y zanjas reparadas | m ² | | | | | |
| 2. Exudación de asfalto | m ² | | | | | | 12. Agregados pulidos | m ² | | | | | |
| 3. Grietas de contracción | m ² | | | | | | 13. Huecos | N° | | | | | |
| 4. Elevaciones - Hundimiento | m | | | | | | 14. Cruce de rieles | m ² | | | | | |
| 5. Corrugaciones | m ² | | | | | | 15. Ahuellamiento | m ² | | | | | |
| 6. Depresiones | m ² | | | | | | 16. Deformación por empuje | m ² | | | | | |
| 7. Grietas de bordes | m | | | | | | 17. Grietas deslizamiento | m ² | | | | | |
| 8. Grietas de reflexión de juntas | m | | | | | | 18. Hinchamiento | m ² | | | | | |
| 9. Desnivel de calzada - hombrillo | m | | | | | | 19. Disgregación y desintegración | m ² | | | | | |
| 10. Grietas longitudinales y transversales | m | | | | | | | | | | | | |
| TIPOS DE FALLAS EXISTENTES | | | | | | | | | | | | | |
| 86 - 100 | EXCELENTE | | | | | | | | | | | | |
| 71 - 85 | MUY BUENO | 1 | | 7 | | 13 | | 19 | | | | | |
| | | Cant. | Sev. | Cant. | Sev. | Cant. | Sev. | Cant. | Sev. | Cant. | Sev. | Cant. | Sev. |
| 56 - 70 | BUENO | 12.0 | H | 5.80 | H | 7.0 | H | 82.68 | H | | | | |
| 41 - 55 | REGULAR | 8.4 | H | | | | | 19.98 | H | | | | |
| 26 - 40 | POBRE | | | | | | | | | | | | |
| 11 - 25 | MUY POBRE | | | | | | | | | | | | |
| 0 - 10 | FALLADO | | | | | | | | | | | | |
| TOTAL | BAJA (L) | | | | | | | | | | | | |
| | MEDIA (M) | | | | | | | | | | | | |
| | ALTA (H) | 20.42 | | 5.80 | | 7.0 | | 102.66 | | | | | |

| CALCULO DEL PCI | | | | | | | | | | |
|--|-------------------|--------|--------------|----------------|------------------------------------|--|--|-----|----------------------|-----|
| Tipo de falla | Severidad | Total | Densidad (%) | Valor deducido | Número de valores deducidos > 2(q) | | | | | |
| 1 | H | 20.42 | 8.9 | 59 | Valor deducido más alto = 78 | | | | | |
| 7 | H | 5.80 | 2.5 | 11 | | | | | | |
| 13 | H | 7.0 | 3.1 | 78 | | | | | | |
| 19 | H | 102.66 | 44.8 | 67 | | | | | | |
| | | | | | Número máximo de VD (m) = 3 | | | | | |
| NRO | VALORES DEDUCIDOS | | | | | | | VDT | q | VDC |
| 1 | 78 | 67 | 59 | | | | | 204 | 3 | 100 |
| 2 | 78 | 67 | 2 | | | | | 147 | 2 | 96 |
| 3 | 78 | 2 | 2 | | | | | 82 | 1 | 82 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | Max. VDC | 100 |
| ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI) | | | | | | | | | PCI = 100 - Máx. VDC | |
| | | | | | | | | | PCI = | 0 |
| CONDICIÓN DEL PAVIMENTO | | | | | | | | | FALLADO | |

4.3. Datos recolectados en la ficha de observación N°1

4.3.1. Conteo vehicular día jueves



FORMATO RESUMEN DEL DIA - JUEVES ESTUDIO DE TRAFICO

FECHA: Jueves 17 de junio del 2021

| | | | | |
|-----------------------|-------------------------|------------------------|--|--|
| TRAMO DE LA CARRETERA | AVENIDA LAS PALMAS | | | |
| SENTIDO | AVENIDA LAS PALMAS N ← | AVENIDA LAS PALMAS S → | | |
| UBICACIÓN | VILLA MARÍA DEL TRIUNFO | | | |

| | |
|------------------|-------------------------|
| ESTACION | VILLA MARÍA DEL TRIUNFO |
| COD. DE ESTACION | VILLA MARÍA DEL TRIUNFO |
| FECHA DE CONTEO | 17 6 2021 |

| HORA | AUTO | CAMIONETAS | | MICRO | BUS | | CAMION | | | SEMI TRAYLER | | | | | TRAYLER | | | | TOTAL | % | | | |
|--------------|---------------|---------------|---------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-----|--------|
| | | PICK UP | RURAL Combi | | 2 E | >=3 E | 2 E | 3 E | 4 E | 2S1 | 2S2 | 2S3 | 3S1 | 3S2 | >= 3S3 | 2T2 | 2T3 | 3T2 | | | >=3T3 | | |
| DIAGRA. VEH. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 00 - 01 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0.18% |
| 01 - 02 | 7 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 21 | 0.76% |
| 02 - 03 | 12 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 26 | 0.94% |
| 03 - 04 | 19 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 3 | 1 | 2 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 37 | 1.34% |
| 04 - 05 | 25 | 11 | 11 | 1 | 0 | 0 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 60 | 2.17% |
| 05 - 06 | 28 | 18 | 25 | 4 | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 88 | 3.18% |
| 06 - 07 | 37 | 29 | 23 | 9 | 30 | 8 | 4 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 153 | 5.54% |
| 07 - 08 | 61 | 48 | 38 | 15 | 49 | 13 | 7 | 3 | 4 | 3 | 1 | 4 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 255 | 9.23% |
| 08 - 09 | 30 | 24 | 19 | 7 | 25 | 6 | 3 | 2 | 2 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 125 | 4.52% |
| 09 - 10 | 37 | 29 | 23 | 9 | 30 | 8 | 4 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 153 | 5.54% |
| 10 - 11 | 12 | 10 | 8 | 3 | 10 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 51 | 1.85% |
| 11 - 12 | 18 | 15 | 12 | 4 | 15 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 76 | 2.75% |
| 12 - 13 | 6 | 5 | 4 | 1 | 5 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 23 | 0.83% |
| 13 - 14 | 12 | 10 | 8 | 3 | 10 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 51 | 1.85% |
| 14 - 15 | 30 | 24 | 19 | 7 | 25 | 6 | 3 | 2 | 2 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 125 | 4.52% |
| 15 - 16 | 67 | 53 | 42 | 16 | 54 | 14 | 8 | 3 | 4 | 3 | 1 | 4 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 279 | 10.10% |
| 16 - 17 | 73 | 58 | 46 | 18 | 59 | 15 | 8 | 4 | 5 | 3 | 1 | 5 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 306 | 11.07% |
| 17 - 18 | 116 | 92 | 73 | 28 | 94 | 25 | 13 | 6 | 8 | 5 | 2 | 8 | 4 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 1 | 0 | 0 | 486 | 17.59% |
| 18 - 19 | 55 | 43 | 35 | 13 | 44 | 12 | 6 | 3 | 4 | 2 | 1 | 4 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 230 | 8.32% |
| 19 - 20 | 12 | 10 | 8 | 3 | 10 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 51 | 1.85% |
| 20 - 21 | 31 | 12 | 8 | 3 | 2 | 0 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 66 | 2.39% |
| 21 - 22 | 16 | 9 | 6 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 3 | 2 | 1 | 2 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 45 | 1.63% |
| 22 - 23 | 9 | 4 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 3 | 1 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 28 | 1.01% |
| 23 - 24 | 7 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 23 | 0.83% |
| TOTAL | 724 | 522 | 412 | 145 | 465 | 124 | 76 | 45 | 51 | 40 | 18 | 43 | 25 | 11 | 22 | 17 | 5 | 16 | 2 | 2763 | 100% | | |
| % | 26.20% | 18.89% | 14.91% | 5.25% | 16.83% | 4.49% | 2.75% | 1.63% | 1.85% | 1.45% | 0.65% | 1.56% | 0.90% | 0.40% | 0.80% | 0.62% | 0.18% | 0.58% | 0.07% | 100% | | | |

4.3.2. Conteo vehicular día viernes



FORMATO RESUMEN DEL DIA - VIERNES ESTUDIO DE TRAFICO

FECHA: Viernes 18 de junio del 2021

| | | | |
|-----------------------|-------------------------|--|------------------------|
| TRAMO DE LA CARRETERA | AVENIDA LAS PALMAS | | |
| SENTIDO | AVENIDA LAS PALMAS N ← | | AVENIDA LAS PALMAS S → |
| UBICACIÓN | VILLA MARÍA DEL TRIUNFO | | |

| | | | |
|------------------|-------------------------|---|------|
| ESTACION | VILLA MARÍA DEL TRIUNFO | | |
| COD. DE ESTACION | VILLA MARÍA DEL TRIUNFO | | |
| FECHA DE CONTEO | 18 | 6 | 2021 |

| HORA | AUTO | CAMIONETAS | | | MICRO | BUS | | CAMION | | | SEMI TRAYLER | | | | | TRAYLER | | | | TOTAL | % |
|--------------|---------------|---------------|---------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|
| | | PICK UP | RURAL Combi | | | 2 E | >=3 E | 2 E | 3 E | 4 E | 2S1 | 2S2 | 2S3 | 3S1 | 3S2 | >= 3S3 | 2T2 | 2T3 | 3T2 | | |
| DIAGRA. VEH. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 00 - 01 | 8 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 15 | 0% |
| 01 - 02 | 19 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 23 | 1% |
| 02 - 03 | 20 | 7 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 31 | 1% |
| 03 - 04 | 20 | 4 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 29 | 1% |
| 04 - 05 | 21 | 1 | 7 | 0 | 1 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 1 | 0 | 39 | 1% |
| 05 - 06 | 26 | 6 | 28 | 0 | 1 | 2 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 66 | 2% |
| 06 - 07 | 47 | 37 | 29 | 11 | 38 | 10 | 5 | 2 | 3 | 2 | 1 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 194 | 6% |
| 07 - 08 | 78 | 61 | 49 | 19 | 63 | 16 | 9 | 4 | 5 | 3 | 1 | 5 | 3 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 325 | 10% |
| 08 - 09 | 39 | 31 | 24 | 9 | 31 | 8 | 4 | 2 | 3 | 2 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 162 | 5% |
| 09 - 10 | 47 | 37 | 29 | 11 | 38 | 10 | 5 | 2 | 3 | 2 | 1 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 194 | 6% |
| 10 - 11 | 16 | 12 | 10 | 4 | 13 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 65 | 2% |
| 11 - 12 | 23 | 18 | 15 | 6 | 19 | 5 | 3 | 1 | 2 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 99 | 3% |
| 12 - 13 | 8 | 6 | 5 | 2 | 6 | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 32 | 1% |
| 13 - 14 | 16 | 12 | 10 | 4 | 13 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 65 | 2% |
| 14 - 15 | 39 | 31 | 24 | 9 | 31 | 8 | 4 | 2 | 3 | 2 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 162 | 5% |
| 15 - 16 | 85 | 68 | 54 | 21 | 69 | 18 | 10 | 4 | 6 | 4 | 1 | 6 | 3 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 358 | 11% |
| 16 - 17 | 93 | 74 | 59 | 22 | 75 | 20 | 10 | 5 | 6 | 4 | 2 | 6 | 3 | 1 | 3 | 2 | 1 | 2 | 1 | 389 | 11% |
| 17 - 18 | 147 | 117 | 93 | 36 | 119 | 31 | 17 | 7 | 10 | 6 | 2 | 10 | 5 | 2 | 4 | 4 | 1 | 3 | 1 | 615 | 18% |
| 18 - 19 | 70 | 55 | 44 | 17 | 56 | 15 | 8 | 3 | 5 | 3 | 1 | 5 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 0 | 292 | 9% |
| 19 - 20 | 16 | 12 | 10 | 4 | 13 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 65 | 2% |
| 20 - 21 | 38 | 6 | 8 | 0 | 3 | 0 | 2 | 2 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 63 | 2% |
| 21 - 22 | 26 | 7 | 5 | 0 | 1 | 0 | 3 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 46 | 1% |
| 22 - 23 | 15 | 3 | 3 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 | 1% |
| 23 - 24 | 15 | 4 | 1 | 0 | 1 | 0 | 3 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 30 | 1% |
| TOTAL | 932 | 615 | 507 | 175 | 592 | 157 | 94 | 49 | 55 | 34 | 13 | 54 | 27 | 10 | 25 | 18 | 5 | 18 | 4 | 3384 | 100% |
| % | 27.54% | 18.17% | 14.98% | 5.17% | 17.43% | 4.64% | 2.78% | 1.45% | 1.63% | 1.00% | 0.38% | 1.60% | 0.80% | 0.30% | 0.74% | 0.53% | 0.15% | 0.53% | 0.12% | 100% | |

Página 2

4.3.3. Conteo vehicular día sábado



FORMATO RESUMEN DEL DIA - SABADO ESTUDIO DE TRAFICO

FECHA: Sábado 19 de junio del 2021

| | | | |
|-----------------------|-------------------------|--|------------------------|
| TRAMO DE LA CARRETERA | AVENIDA LAS PALMAS | | |
| SENTIDO | AVENIDA LAS PALMAS N ← | | AVENIDA LAS PALMAS S → |
| UBICACIÓN | VILLA MARIA DEL TRIUNFO | | |

| | |
|------------------|-------------------------|
| ESTACION | VILLA MARIA DEL TRIUNFO |
| COD. DE ESTACION | VILLA MARIA DEL TRIUNFO |
| FECHA DE CONTEO | 19 6 2021 |

| HORA | AUTO | CAMIONETAS | | MICRO | BUS | | CAMION | | | SEMI TRAYLER | | | | | TRAYLER | | | | TOTAL | % | |
|--------------|---------------|---------------|---------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------------|-------------|
| | | PICK UP | RURAL Combi | | 2 E | >=3 E | 2 E | 3 E | 4 E | 2S1 | 2S2 | 2S3 | 3S1 | 3S2 | >= 3S3 | 2T2 | 2T3 | 3T2 | | | >=3T3 |
| DIAGRA. VEH. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 00 - 01 | 19 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 29 | 1% |
| 01 - 02 | 27 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 36 | 1% |
| 02 - 03 | 32 | 5 | 2 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 48 | 1% |
| 03 - 04 | 38 | 5 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 48 | 1% |
| 04 - 05 | 31 | 7 | 6 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 51 | 2% |
| 05 - 06 | 37 | 6 | 5 | 0 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 53 | 2% |
| 06 - 07 | 45 | 35 | 28 | 11 | 36 | 9 | 5 | 2 | 3 | 2 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 185 | 6% |
| 07 - 08 | 74 | 59 | 47 | 18 | 60 | 16 | 8 | 4 | 5 | 3 | 1 | 5 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 311 | 9% |
| 08 - 09 | 37 | 29 | 23 | 9 | 30 | 8 | 4 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 153 | 5% |
| 09 - 10 | 45 | 35 | 28 | 11 | 36 | 9 | 5 | 2 | 3 | 2 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 185 | 6% |
| 10 - 11 | 15 | 12 | 9 | 4 | 12 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 61 | 2% |
| 11 - 12 | 22 | 18 | 14 | 5 | 18 | 5 | 3 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 93 | 3% |
| 12 - 13 | 7 | 6 | 5 | 2 | 6 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 29 | 1% |
| 13 - 14 | 15 | 12 | 9 | 4 | 12 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 61 | 2% |
| 14 - 15 | 37 | 29 | 23 | 9 | 30 | 8 | 4 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 153 | 5% |
| 15 - 16 | 82 | 65 | 52 | 20 | 66 | 17 | 9 | 4 | 5 | 4 | 1 | 5 | 3 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 342 | 10% |
| 16 - 17 | 89 | 71 | 56 | 22 | 72 | 19 | 10 | 4 | 6 | 4 | 1 | 6 | 3 | 1 | 3 | 2 | 1 | 2 | 1 | 373 | 11% |
| 17 - 18 | 141 | 112 | 89 | 34 | 114 | 30 | 16 | 7 | 9 | 6 | 2 | 9 | 5 | 2 | 4 | 4 | 1 | 3 | 1 | 589 | 18% |
| 18 - 19 | 67 | 53 | 42 | 16 | 54 | 14 | 8 | 3 | 4 | 3 | 1 | 4 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 0 | 279 | 8% |
| 19 - 20 | 15 | 12 | 9 | 4 | 12 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 61 | 2% |
| 20 - 21 | 34 | 3 | 4 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 48 | 1% |
| 21 - 22 | 39 | 3 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 50 | 2% |
| 22 - 23 | 25 | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 32 | 1% |
| 23 - 24 | 19 | 2 | 0 | 0 | 2 | 1 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 28 | 1% |
| TOTAL | 992 | 588 | 457 | 170 | 565 | 149 | 85 | 41 | 47 | 34 | 14 | 44 | 25 | 11 | 26 | 23 | 5 | 18 | 4 | 3298 | 100% |
| % | 30.08% | 17.83% | 13.86% | 5.15% | 17.13% | 4.52% | 2.58% | 1.24% | 1.43% | 1.03% | 0.42% | 1.33% | 0.76% | 0.33% | 0.79% | 0.70% | 0.15% | 0.55% | 0.12% | 100.00% | |

Página 3

4.3.4. Conteo vehicular día domingo



FORMATO RESUMEN DEL DIA - DOMINGO ESTUDIO DE TRAFICO

FECHA Domingo 20 de junio del 2021

| | | | |
|-----------------------|-------------------------|----------------------|---|
| TRAMO DE LA CARRETERA | AVENIDA LAS PALMAS | | |
| SENTIDO | AVENIDA LAS PALMAS N ← | AVENIDA LAS PALMAS S | → |
| UBICACIÓN | VILLA MARIA DEL TRIUNFO | | |

| | | | |
|------------------|-------------------------|---|------|
| ESTACION | VILLA MARIA DEL TRIUNFO | | |
| COD. DE ESTACION | VILLA MARIA DEL TRIUNFO | | |
| FECHA DE CONTEO | 20 | 6 | 2021 |

| HORA | AUTO | CAMIONETAS | | MICRO | BUS | | CAMION | | | SEMI TRAYLER | | | | | TRAYLER | | | | TOTAL | % | | | |
|--------------|------------|------------|-------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|-------------|-----|
| | | PICK UP | RURAL Combi | | 2 E | >=3 E | 2 E | 3 E | 4 E | 2S1 | 2S2 | 2S3 | 3S1 | 3S2 | >= 3S3 | 2T2 | 2T3 | 3T2 | | | >=3T3 | | |
| DIAGRA. VEH. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 00 - 01 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0% |
| 01 - 02 | 4 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 12 | 1% |
| 02 - 03 | 6 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 16 | 1% |
| 03 - 04 | 10 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 22 | 1% |
| 04 - 05 | 13 | 6 | 6 | 6 | 5 | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 50 | 3% |
| 05 - 06 | 15 | 10 | 13 | 7 | 6 | 7 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 65 | 4% |
| 06 - 07 | 20 | 15 | 12 | 10 | 21 | 9 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 96 | 6% |
| 07 - 08 | 33 | 26 | 21 | 13 | 31 | 12 | 4 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 152 | 9% |
| 08 - 09 | 16 | 13 | 10 | 9 | 18 | 8 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 81 | 5% |
| 09 - 10 | 20 | 15 | 12 | 10 | 21 | 9 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 96 | 6% |
| 10 - 11 | 7 | 5 | 4 | 7 | 10 | 6 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 40 | 2% |
| 11 - 12 | 10 | 8 | 6 | 7 | 13 | 7 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 54 | 3% |
| 12 - 13 | 3 | 3 | 2 | 6 | 8 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 28 | 2% |
| 13 - 14 | 7 | 5 | 4 | 7 | 10 | 6 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 40 | 2% |
| 14 - 15 | 16 | 13 | 10 | 9 | 18 | 8 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 81 | 5% |
| 15 - 16 | 36 | 28 | 23 | 14 | 34 | 13 | 4 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 165 | 9% |
| 16 - 17 | 39 | 31 | 25 | 14 | 37 | 13 | 4 | 2 | 3 | 2 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 179 | 10% |
| 17 - 18 | 62 | 49 | 39 | 20 | 55 | 18 | 7 | 3 | 4 | 3 | 1 | 4 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 275 | 16% |
| 18 - 19 | 29 | 23 | 18 | 12 | 29 | 11 | 3 | 1 | 2 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 135 | 8% |
| 19 - 20 | 7 | 5 | 4 | 7 | 10 | 6 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 40 | 2% |
| 20 - 21 | 16 | 6 | 4 | 7 | 6 | 9 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 55 | 3% |
| 21 - 22 | 8 | 5 | 3 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 27 | 2% |
| 22 - 23 | 5 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 18 | 1% |
| 23 - 24 | 4 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 1% |
| TOTAL | 388 | 278 | 219 | 166 | 332 | 154 | 44 | 24 | 28 | 23 | 11 | 23 | 17 | 6 | 12 | 11 | 1 | 7 | 1 | 1 | 1745 | 100% | |
| % | 22% | 16% | 13% | 10% | 19% | 9% | 3% | 1% | 2% | 1% | 1% | 1% | 0% | 1% | 1% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 100% | | |

Página 4

4.3.5. Conteo vehicular día lunes



FORMATO RESUMEN DEL DIA - LUNES ESTUDIO DE TRAFICO

FECHA: Lunes 21 de junio del 2021

| | | | | |
|-----------------------|-------------------------|---|----------------------|---|
| TRAMO DE LA CARRETERA | AVENIDA LAS PALMAS | | | |
| SENTIDO | AVENIDA LAS PALMAS N | ← | AVENIDA LAS PALMAS S | → |
| UBICACIÓN | VILLA MARIA DEL TRIUNFO | | | |

| | | | |
|------------------|-------------------------|---|------|
| ESTACION | VILLA MARIA DEL TRIUNFO | | |
| COD. DE ESTACION | VILLA MARIA DEL TRIUNFO | | |
| FECHA DE CONTEO | 21 | 6 | 2021 |

| HORA | AUTO | CAMIONETAS | | MICRO | BUS | | CAMION | | | SEMI TRAYLER | | | | | TRAYLER | | | | TOTAL | % | | |
|--------------|------------|------------|-------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|-------------|-----|
| | | PICK UP | RURAL Combi | | 2 E | >=3 E | 2 E | 3 E | 4 E | 2S1 | 2S2 | 2S3 | 3S1 | 3S2 | >= 3S3 | 2T2 | 2T3 | 3T2 | | | >=3T3 | |
| DIAGRA. VEH. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 00 - 01 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0% |
| 01 - 02 | 8 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 24 | 1% |
| 02 - 03 | 14 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 29 | 1% |
| 03 - 04 | 22 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 3 | 1 | 2 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 41 | 1% |
| 04 - 05 | 29 | 13 | 13 | 1 | 0 | 0 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 68 | 2% |
| 05 - 06 | 32 | 21 | 29 | 5 | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 3% |
| 06 - 07 | 42 | 33 | 27 | 10 | 34 | 9 | 5 | 2 | 3 | 2 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 176 | 6% |
| 07 - 08 | 70 | 56 | 44 | 17 | 57 | 15 | 8 | 3 | 5 | 3 | 1 | 5 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 0 | 0 | 294 | 9% |
| 08 - 09 | 35 | 28 | 22 | 8 | 28 | 7 | 4 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 145 | 5% |
| 09 - 10 | 42 | 33 | 27 | 10 | 34 | 9 | 5 | 2 | 3 | 2 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 176 | 6% |
| 10 - 11 | 14 | 11 | 9 | 3 | 11 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 57 | 2% |
| 11 - 12 | 21 | 17 | 13 | 5 | 17 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 86 | 3% |
| 12 - 13 | 7 | 6 | 4 | 2 | 6 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 27 | 1% |
| 13 - 14 | 14 | 11 | 9 | 3 | 11 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 57 | 2% |
| 14 - 15 | 35 | 28 | 22 | 8 | 28 | 7 | 4 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 145 | 5% |
| 15 - 16 | 77 | 61 | 49 | 19 | 62 | 16 | 9 | 4 | 5 | 3 | 1 | 5 | 3 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 0 | 0 | 322 | 10% |
| 16 - 17 | 84 | 67 | 53 | 20 | 68 | 18 | 9 | 4 | 6 | 4 | 1 | 6 | 3 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 0 | 352 | 11% |
| 17 - 18 | 134 | 106 | 84 | 32 | 108 | 28 | 15 | 7 | 9 | 6 | 2 | 9 | 4 | 2 | 4 | 3 | 1 | 3 | 1 | 0 | 558 | 18% |
| 18 - 19 | 63 | 50 | 40 | 15 | 51 | 13 | 7 | 3 | 4 | 3 | 1 | 4 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 263 | 8% |
| 19 - 20 | 14 | 11 | 9 | 3 | 11 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 57 | 2% |
| 20 - 21 | 36 | 14 | 9 | 3 | 2 | 0 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 74 | 2% |
| 21 - 22 | 18 | 10 | 7 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 3 | 2 | 1 | 2 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 49 | 2% |
| 22 - 23 | 10 | 5 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 3 | 1 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 30 | 1% |
| 23 - 24 | 8 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 24 | 1% |
| TOTAL | 834 | 602 | 474 | 165 | 531 | 139 | 90 | 47 | 57 | 45 | 20 | 49 | 27 | 14 | 23 | 19 | 5 | 17 | 2 | 3160 | 100% | |
| % | 26% | 19% | 15% | 5% | 17% | 4% | 3% | 1% | 2% | 1% | 1% | 2% | 1% | 0% | 1% | 1% | 0% | 1% | 0% | 0% | 100% | |

Página 5

4.3.6. Conteo vehicular día martes



FORMATO RESUMEN DEL DIA - MARTES ESTUDIO DE TRAFICO

| | | | |
|-----------------------|-----------------------------|------------------------|--|
| FECHA | Martes 22 de junio del 2021 | | |
| TRAMO DE LA CARRETERA | AVENIDA LAS PALMAS | | |
| SENTIDO | AVENIDA LAS PALMAS N ← | AVENIDA LAS PALMAS S → | |
| UBICACIÓN | VILLA MARÍA DEL TRIUNFO | | |

| | |
|------------------|-------------------------|
| ESTACION | VILLA MARÍA DEL TRIUNFO |
| COD. DE ESTACION | VILLA MARÍA DEL TRIUNFO |
| FECHA DE CONTEO | 22 6 2021 |

| HORA | AUTO | CAMIONETAS | | MICRO | BUS | | CAMION | | | SEMI TRAYLER | | | | | | TRAYLER | | | | TOTAL | % | |
|--------------|------------|------------|-------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|-------------|-----|
| | | PICK UP | RURAL Combi | | 2 E | >=3 E | 2 E | 3 E | 4 E | 2S1 | 2S2 | 2S3 | 3S1 | 3S2 | >= 3S3 | 2T2 | 2T3 | 3T2 | >=3T3 | | | |
| DIAGRA. VEH. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 00 - 01 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0% |
| 01 - 02 | 7 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 21 | 1% |
| 02 - 03 | 11 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 | 1% |
| 03 - 04 | 18 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 3 | 1 | 2 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 36 | 1% |
| 04 - 05 | 24 | 10 | 10 | 1 | 0 | 0 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 57 | 2% |
| 05 - 06 | 27 | 17 | 24 | 4 | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 85 | 3% |
| 06 - 07 | 35 | 27 | 22 | 8 | 28 | 7 | 4 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 142 | 5% |
| 07 - 08 | 58 | 46 | 36 | 14 | 47 | 12 | 6 | 3 | 4 | 2 | 1 | 4 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 241 | 9% |
| 08 - 09 | 29 | 23 | 18 | 7 | 23 | 6 | 3 | 1 | 2 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 118 | 5% |
| 09 - 10 | 35 | 27 | 22 | 8 | 28 | 7 | 4 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 142 | 5% |
| 10 - 11 | 12 | 9 | 7 | 3 | 9 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 46 | 2% |
| 11 - 12 | 17 | 14 | 11 | 4 | 14 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 72 | 3% |
| 12 - 13 | 6 | 5 | 4 | 1 | 5 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 23 | 1% |
| 13 - 14 | 12 | 9 | 7 | 3 | 9 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 46 | 2% |
| 14 - 15 | 29 | 23 | 18 | 7 | 23 | 6 | 3 | 1 | 2 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 118 | 5% |
| 15 - 16 | 64 | 50 | 40 | 15 | 51 | 13 | 7 | 3 | 4 | 3 | 1 | 4 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 263 | 10% |
| 16 - 17 | 69 | 55 | 44 | 17 | 56 | 15 | 8 | 3 | 5 | 3 | 1 | 5 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 290 | 11% |
| 17 - 18 | 110 | 87 | 69 | 27 | 89 | 23 | 12 | 6 | 7 | 5 | 2 | 7 | 4 | 1 | 3 | 3 | 1 | 0 | 1 | 0 | 457 | 18% |
| 18 - 19 | 52 | 41 | 33 | 13 | 42 | 11 | 6 | 3 | 3 | 2 | 1 | 3 | 2 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 216 | 8% |
| 19 - 20 | 12 | 9 | 7 | 3 | 9 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 46 | 2% |
| 20 - 21 | 29 | 11 | 8 | 3 | 2 | 0 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 63 | 2% |
| 21 - 22 | 15 | 9 | 6 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 3 | 2 | 1 | 2 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 44 | 2% |
| 22 - 23 | 9 | 4 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 3 | 1 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 28 | 1% |
| 23 - 24 | 7 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 23 | 1% |
| TOTAL | 691 | 494 | 390 | 139 | 438 | 114 | 73 | 42 | 49 | 34 | 18 | 41 | 25 | 11 | 22 | 17 | 4 | 3 | 2 | 2607 | 100% | |
| % | 27% | 19% | 15% | 5% | 17% | 4% | 3% | 2% | 2% | 1% | 1% | 2% | 1% | 0% | 1% | 1% | 0% | 0% | 0% | 0% | 100% | |

Página 6

4.3.7. Conteo vehicular día miércoles



FORMATO RESUMEN DEL DIA - MIERCOLES ESTUDIO DE TRAFICO

FECHA: Miércoles 23 de junio del 2021

| | | | |
|-----------------------|-------------------------|--------------------|-----|
| TRAMO DE LA CARRETERA | AVENIDA LAS PALMAS | | |
| SENTIDO | AVENIDA LAS PALMAS S ← | AVENIDA LAS PALMAS | N → |
| UBICACIÓN | VILLA MARIA DEL TRIUNFO | | |

| | |
|------------------|-------------------------|
| ESTACION | VILLA MARIA DEL TRIUNFO |
| COD. DE ESTACION | VILLA MARIA DEL TRIUNFO |
| FECHA DE CONTEO | 23 6 2021 |

| HORA | AUTO | CAMIONETAS | | MICRO | BUS | | CAMION | | | SEMI TRAYLER | | | | | | TRAYLER | | | | TOTAL | % | | |
|--------------|------------|------------|-------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|-------------|
| | | PICK UP | RURAL Combi | | 2 E | >=3 E | 2 E | 3 E | 4 E | 2S1 | 2S2 | 2S3 | 3S1 | 3S2 | >= 3S3 | 2T2 | 2T3 | 3T2 | >=3T3 | | | | |
| DIAGRA. VEH. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 00 - 01 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0% |
| 01 - 02 | 7 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 21 | 1% |
| 02 - 03 | 12 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 26 | 1% |
| 03 - 04 | 18 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 3 | 1 | 2 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 36 | 1% |
| 04 - 05 | 24 | 11 | 11 | 1 | 0 | 0 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 59 | 2% |
| 05 - 06 | 27 | 17 | 24 | 4 | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 85 | 3% |
| 06 - 07 | 36 | 29 | 23 | 9 | 29 | 8 | 4 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 151 | 5% |
| 07 - 08 | 61 | 48 | 38 | 15 | 49 | 13 | 7 | 3 | 4 | 3 | 1 | 4 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 255 | 9% |
| 08 - 09 | 30 | 24 | 19 | 7 | 25 | 6 | 3 | 2 | 2 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 125 | 5% |
| 09 - 10 | 36 | 29 | 23 | 9 | 29 | 8 | 4 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 151 | 5% |
| 10 - 11 | 12 | 10 | 8 | 3 | 10 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 51 | 2% |
| 11 - 12 | 18 | 14 | 11 | 4 | 15 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 74 | 3% |
| 12 - 13 | 6 | 5 | 4 | 1 | 5 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 23 | 1% |
| 13 - 14 | 12 | 10 | 8 | 3 | 10 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 51 | 2% |
| 14 - 15 | 30 | 24 | 19 | 7 | 25 | 6 | 3 | 2 | 2 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 125 | 5% |
| 15 - 16 | 67 | 53 | 42 | 16 | 54 | 14 | 7 | 3 | 4 | 3 | 1 | 4 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 278 | 10% |
| 16 - 17 | 73 | 58 | 46 | 18 | 59 | 15 | 8 | 4 | 5 | 3 | 1 | 5 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 306 | 11% |
| 17 - 18 | 115 | 92 | 73 | 28 | 93 | 24 | 13 | 6 | 8 | 5 | 2 | 8 | 4 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 1 | 0 | 0 | 483 | 18% |
| 18 - 19 | 55 | 43 | 34 | 13 | 44 | 12 | 6 | 3 | 4 | 2 | 1 | 4 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 229 | 8% |
| 19 - 20 | 12 | 10 | 8 | 3 | 10 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 51 | 2% |
| 20 - 21 | 30 | 12 | 8 | 3 | 2 | 0 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 65 | 2% |
| 21 - 22 | 16 | 9 | 6 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 3 | 2 | 1 | 2 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 45 | 2% |
| 22 - 23 | 9 | 4 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 3 | 1 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 28 | 1% |
| 23 - 24 | 7 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 23 | 1% |
| TOTAL | 717 | 520 | 409 | 145 | 462 | 123 | 75 | 45 | 51 | 40 | 18 | 43 | 25 | 11 | 22 | 17 | 5 | 16 | 2 | 0 | 0 | 2746 | 100% |
| % | 26% | 19% | 15% | 5% | 17% | 4% | 3% | 2% | 2% | 1% | 1% | 2% | 1% | 0% | 1% | 1% | 0% | 1% | 0% | 0% | 0% | 100% | |

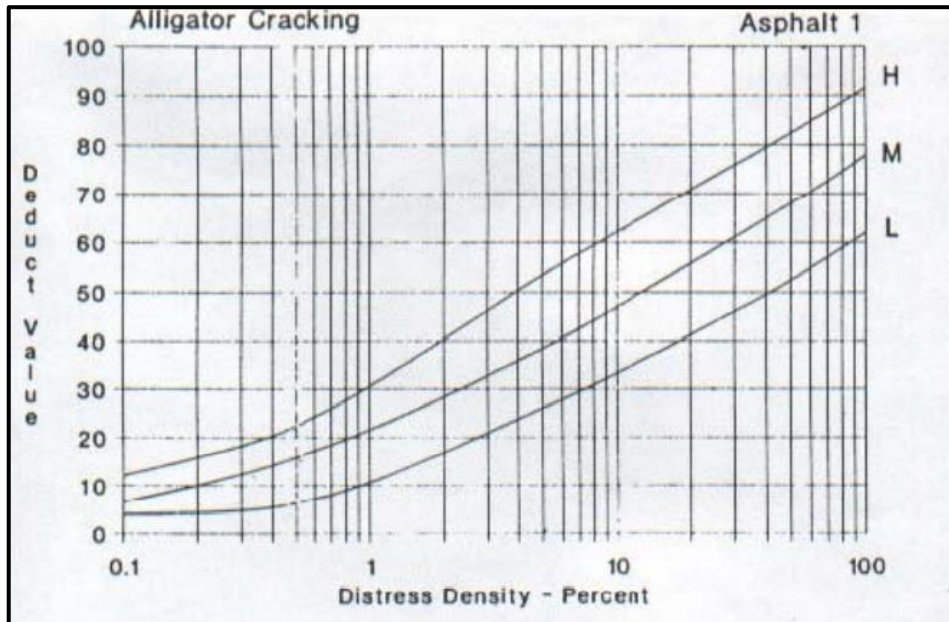
4.4. Datos recolectados en la ficha de resumen

| N° | Nombre del ensayo | Und. | C-1 | C-2 | C-3 | C-4 |
|----|-----------------------------|------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 1 | Contenido de humedad | % | 6.8 | 9.5 | 11.6 | 14.6 |
| 2 | Límite Líquido | % | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | Límite Plástico | % | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | Índice de Plasticidad | % | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | Clasificación SUCS | | SP-SM | SP-SM | SP-SM | SP-SM |
| 6 | Clasificación AASHTO | | A-1-a (0) | A-1-a (0) | A-1-a (0) | A-1-a (0) |
| N° | CBR | | | Und. | C-3 | |
| 1 | Densidad Máxima Seca | | | gr/cm3 | 1.812 | |
| 2 | Contenido Optimo de Humedad | | | % | 11.2 | |
| 3 | CBR al 100 % | | | % | 40.4 | |
| 4 | CBR al 95 % | | | % | 24.8 | |

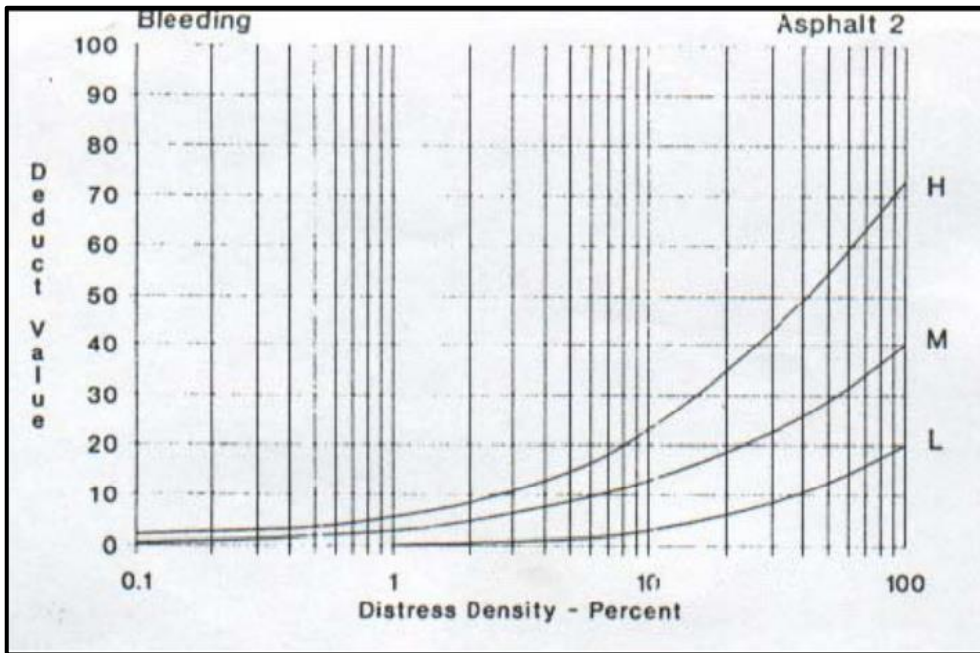
Anexo 5. Documentos

5.1. Ábacos para hallar el Valor Deductivo según el tipo de falla

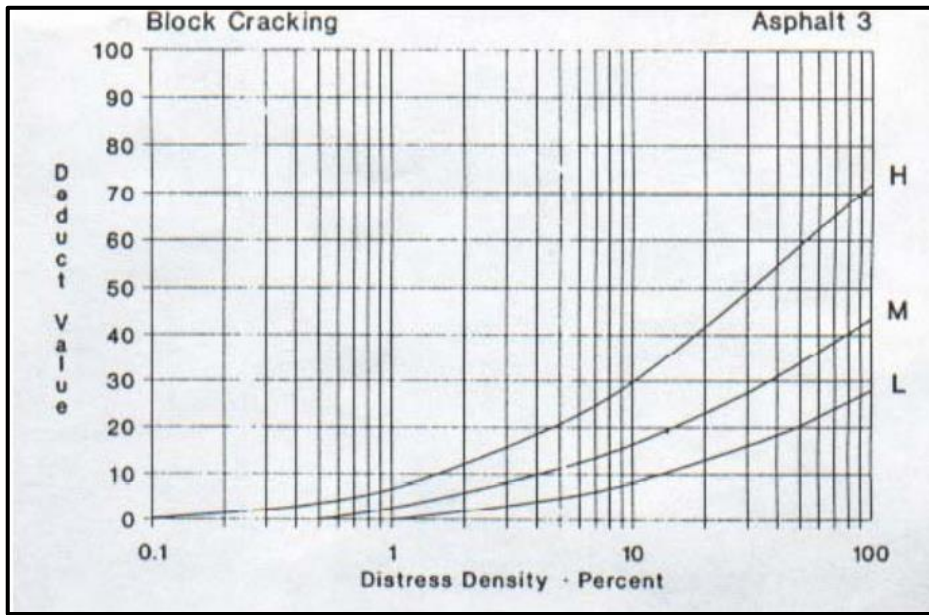
5.1.1. Gráfico N°1. Tipo de falla N° 1: Piel de cocodrilo



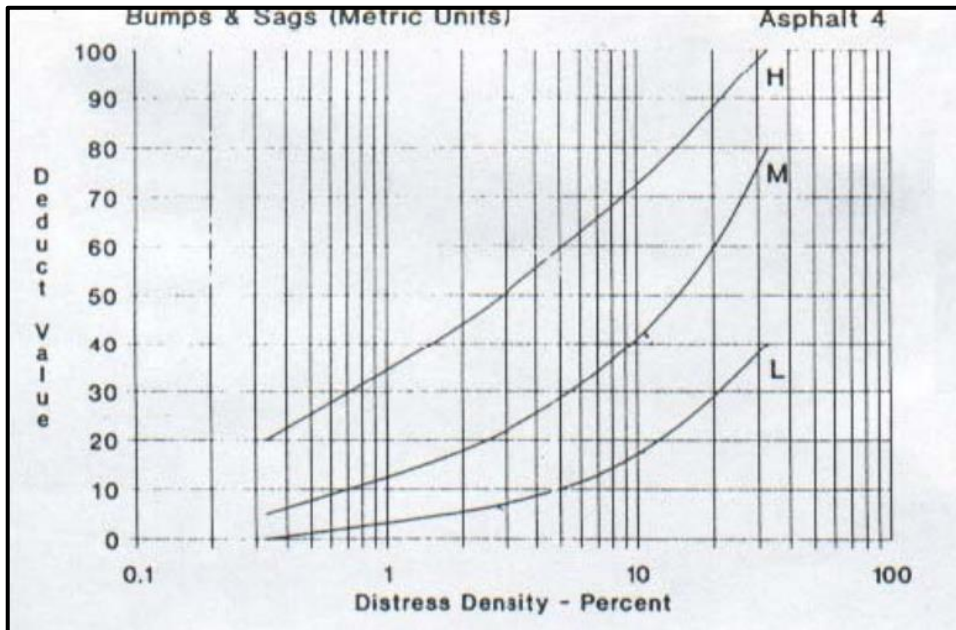
5.1.2. Gráfico N°2. Tipo de falla N° 2: Exudación de asfalto



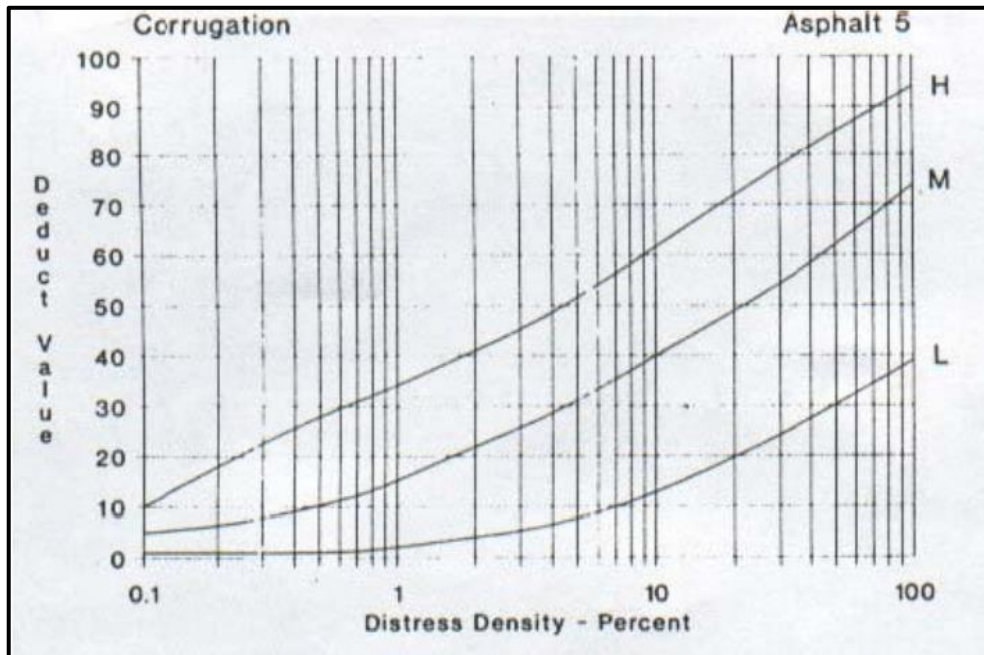
5.1.3. Gráfico N°3. Tipo de falla N° 3: Grietas de contracción



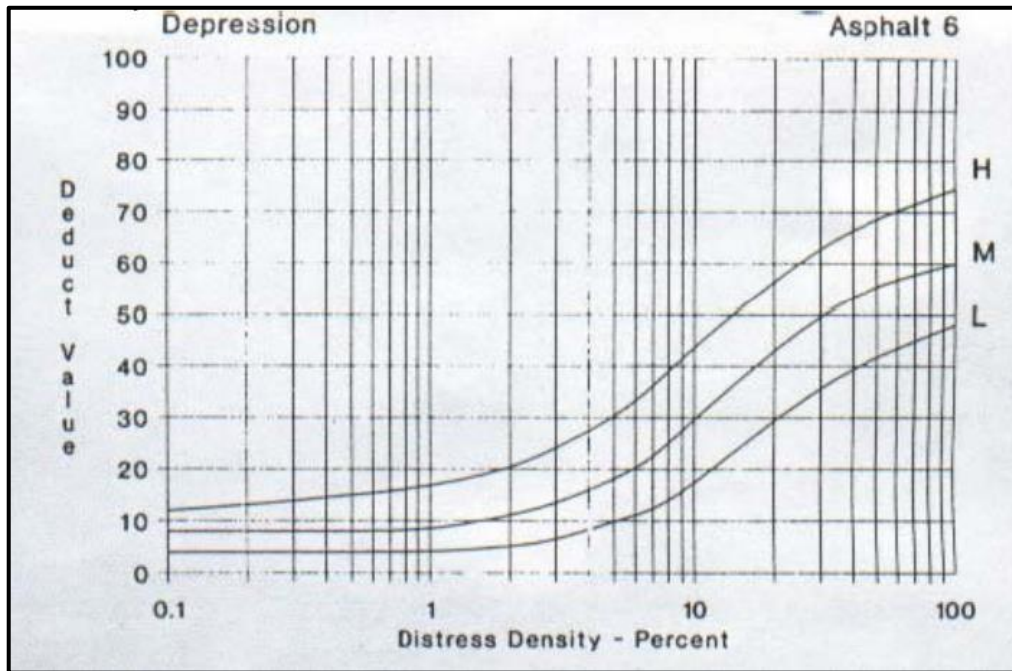
5.1.4. Gráfico N°4 - Tipo de falla N° 4: Elevaciones – Hundimiento



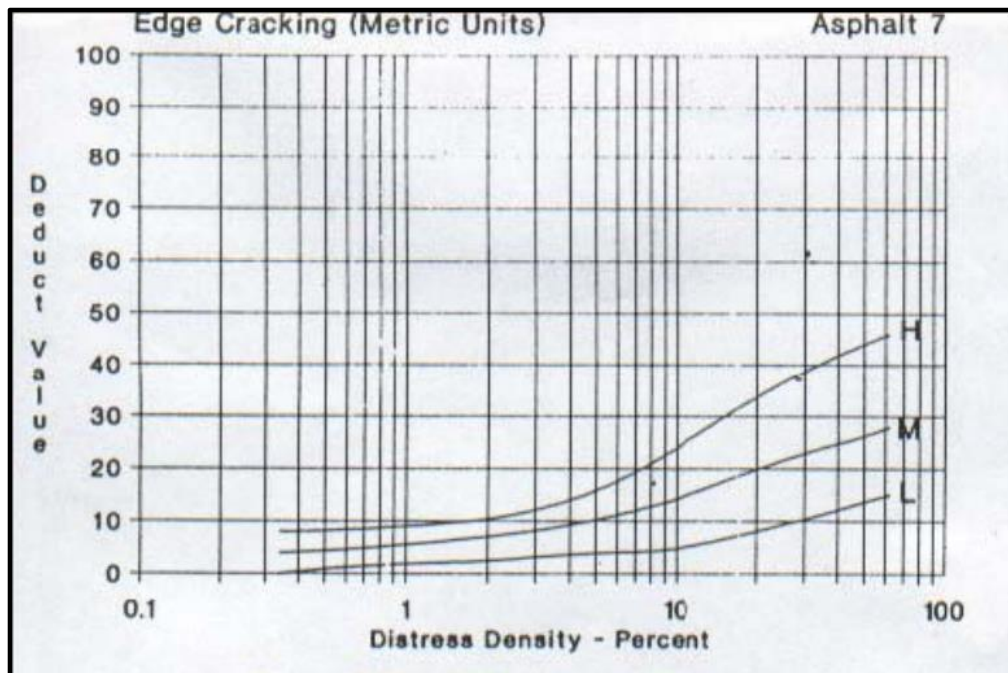
5.1.5. Gráfico N°5. Tipo de falla N° 5: Corrugaciones



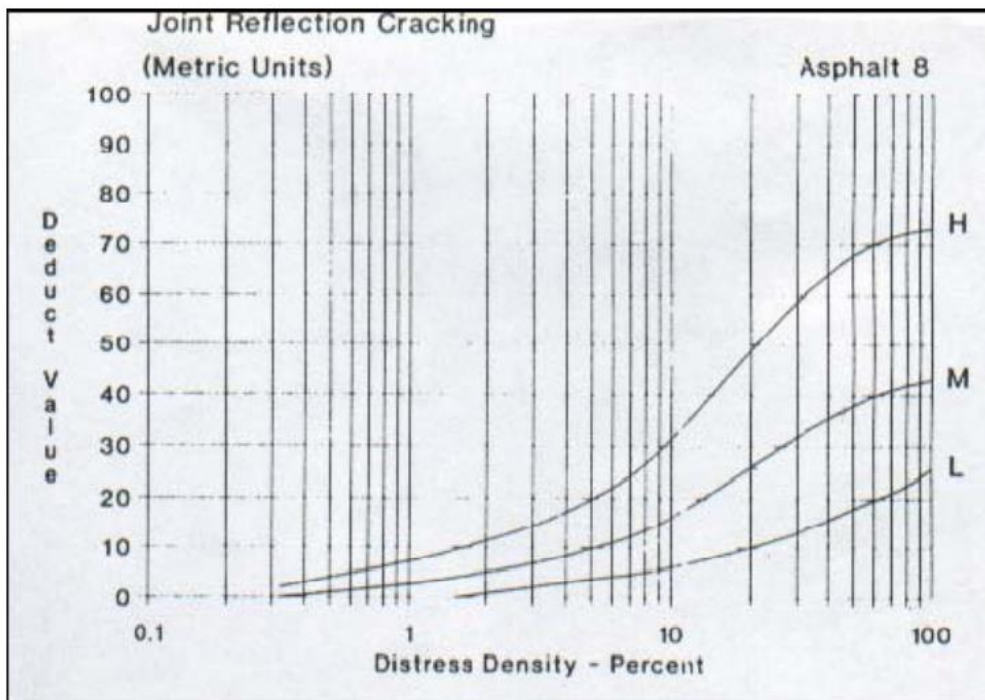
5.1.6. Gráfico N°6. Tipo de falla N° 6: Depresiones



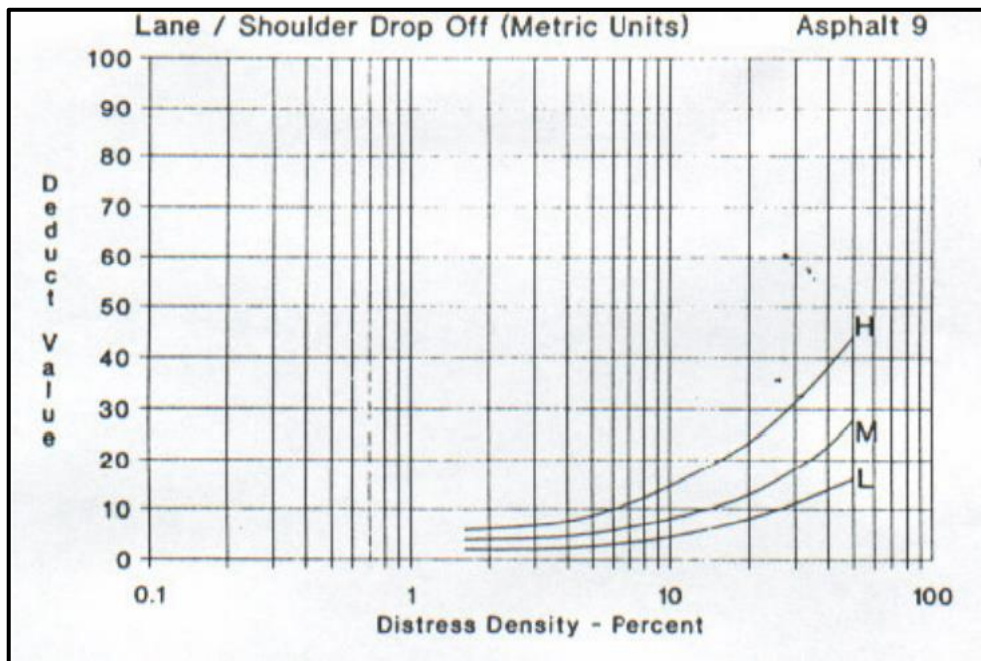
5.1.7. Gráfico N°7. Tipo de falla N° 7: Grietas de bordes



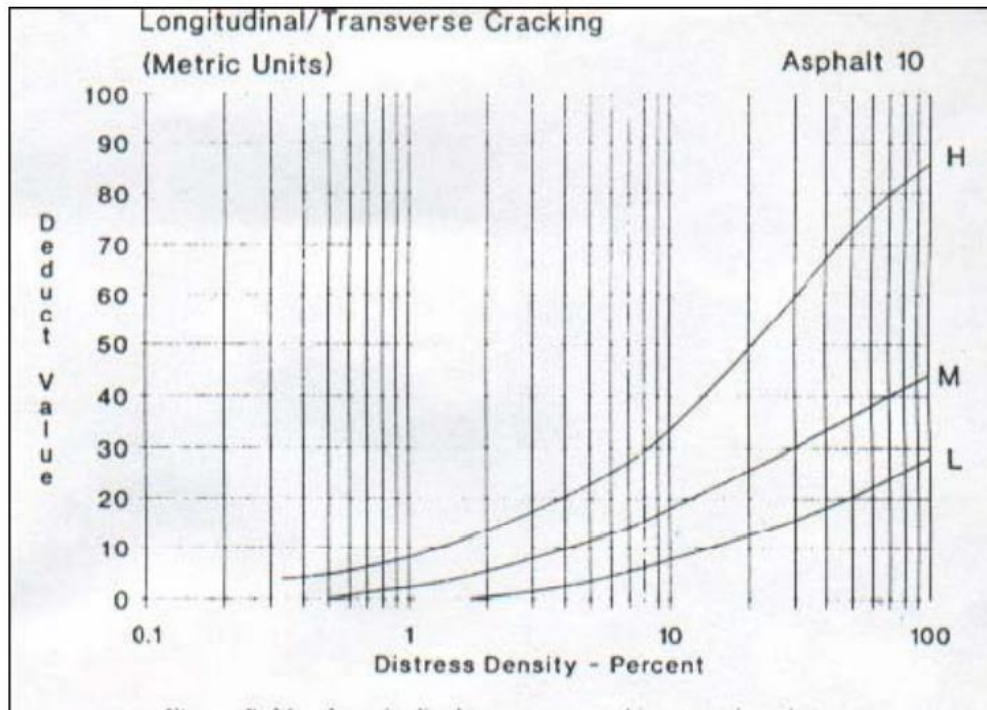
5.1.8. Gráfico N°8. Tipo de falla N° 8: Grietas de reflexión de juntas



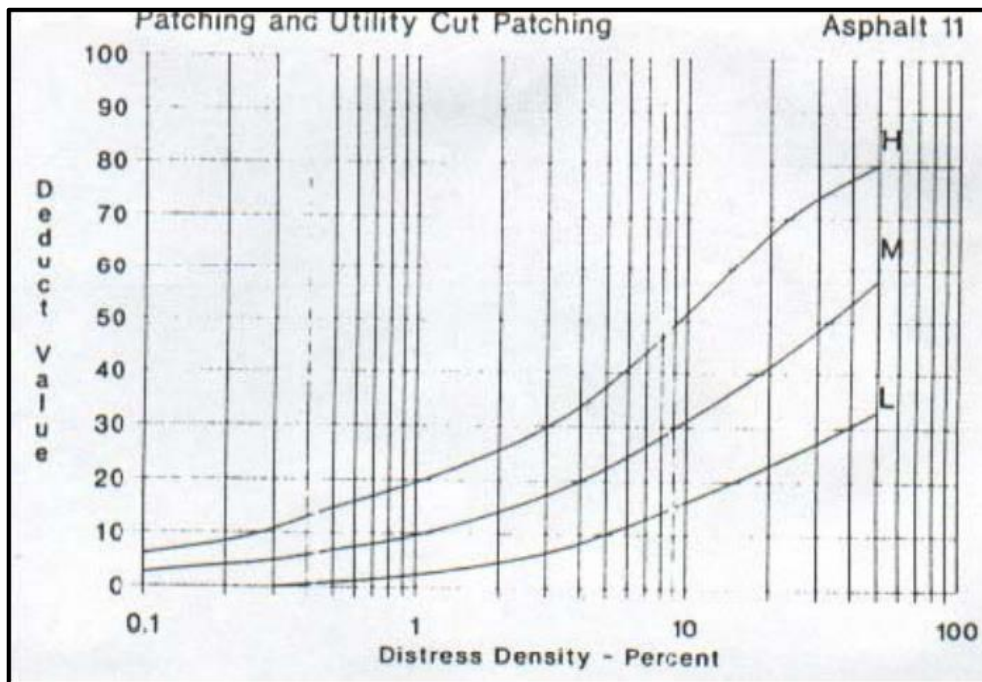
5.1.9. Gráfico N°9. Tipo de falla N° 9: Desnivel de calzada – hombrillo



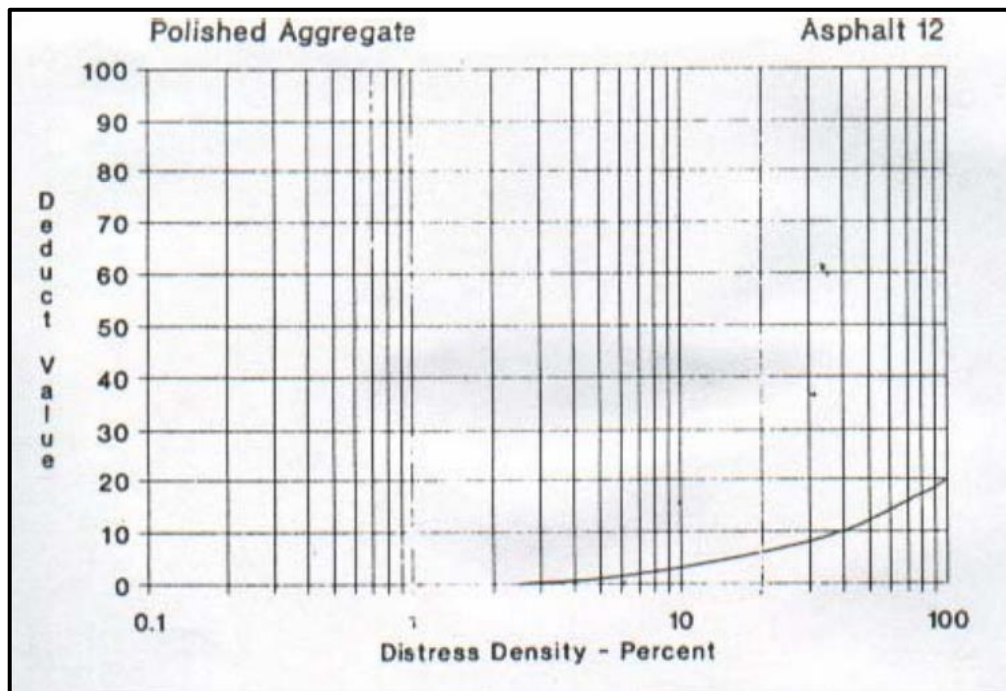
5.1.10. Gráfico N°10 Tipo de falla N° 10: Grietas longitudinales y transversales



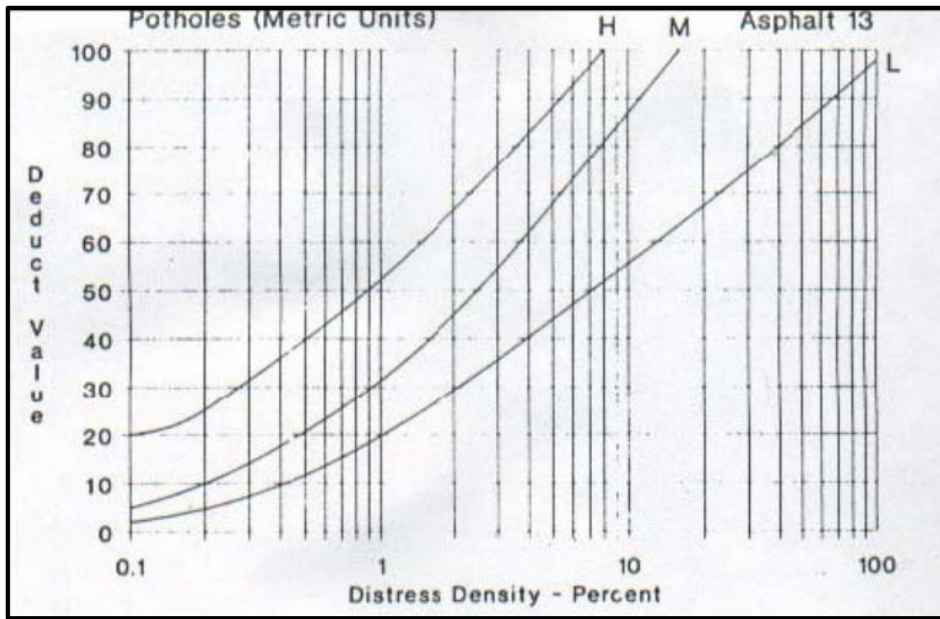
5.1.11. Gráfico N°11. Tipo de falla N° 11: Baches y zanjas reparadas



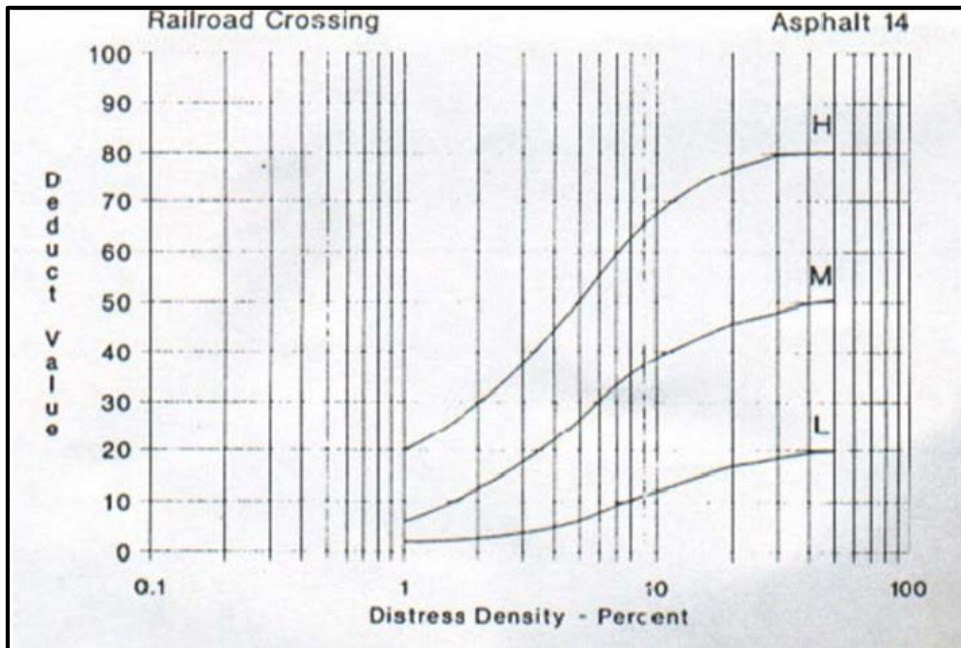
5.1.12. Gráfico N°12. Tipo de falla N° 12: Agregados pulidos



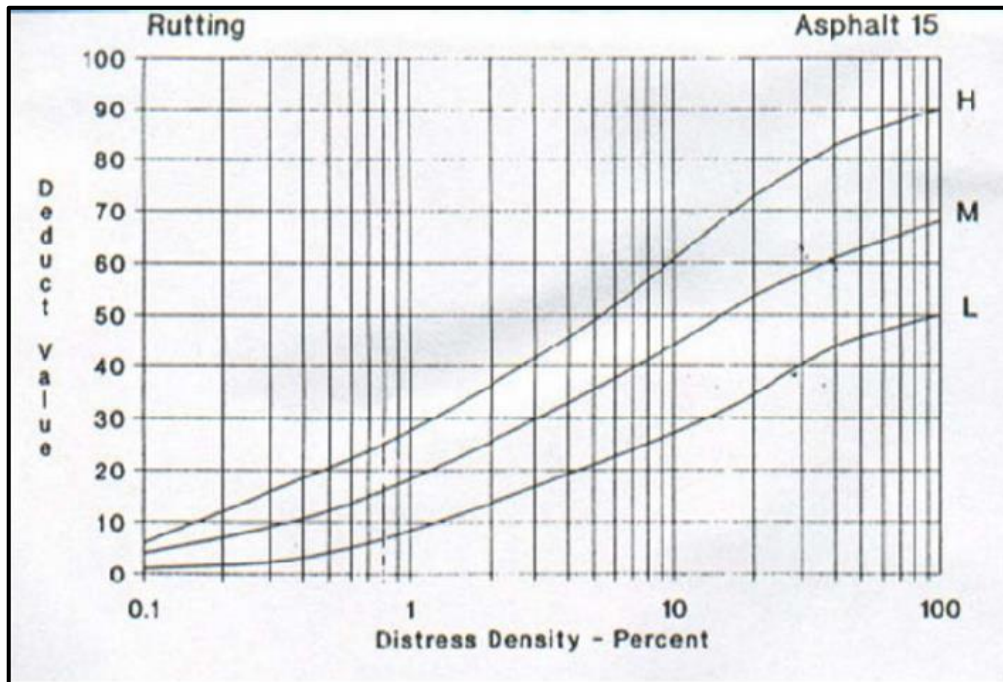
5.1.13. Gráfico N°13. Tipo de falla N° 13: Huecos



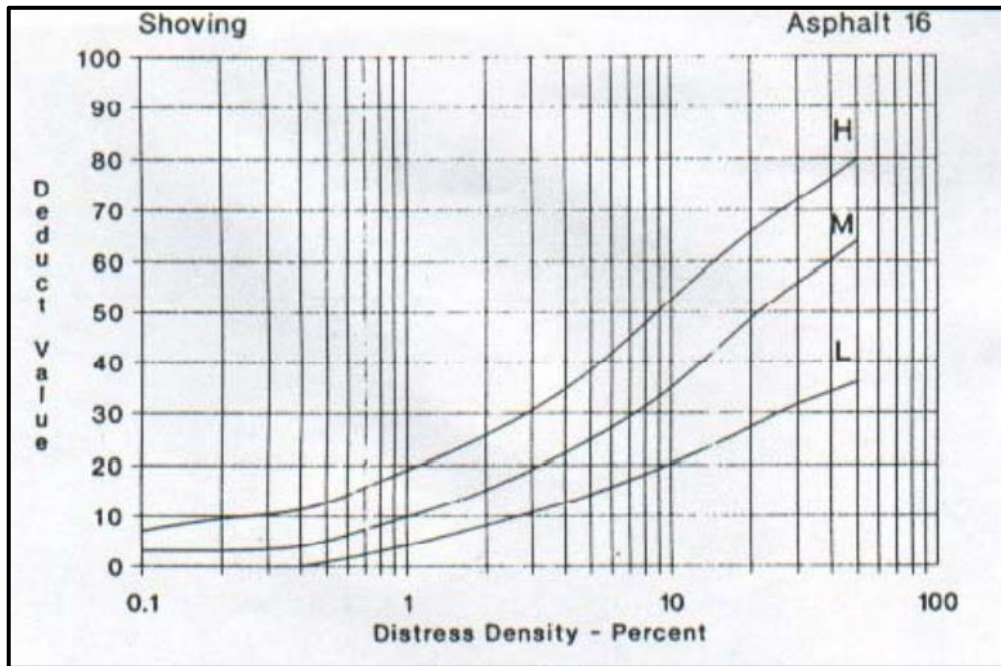
5.1.14. Gráfico N°14. Tipo de falla N° 14: Cruce de rieles



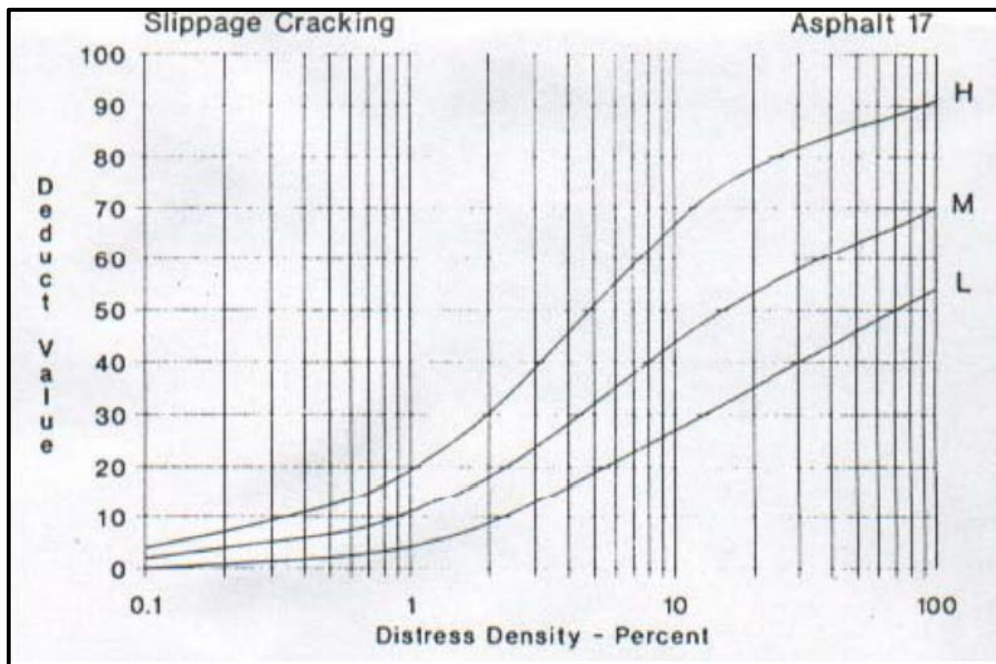
5.1.15. Gráfico N°15. Tipo de falla N° 15: Ahuellamiento



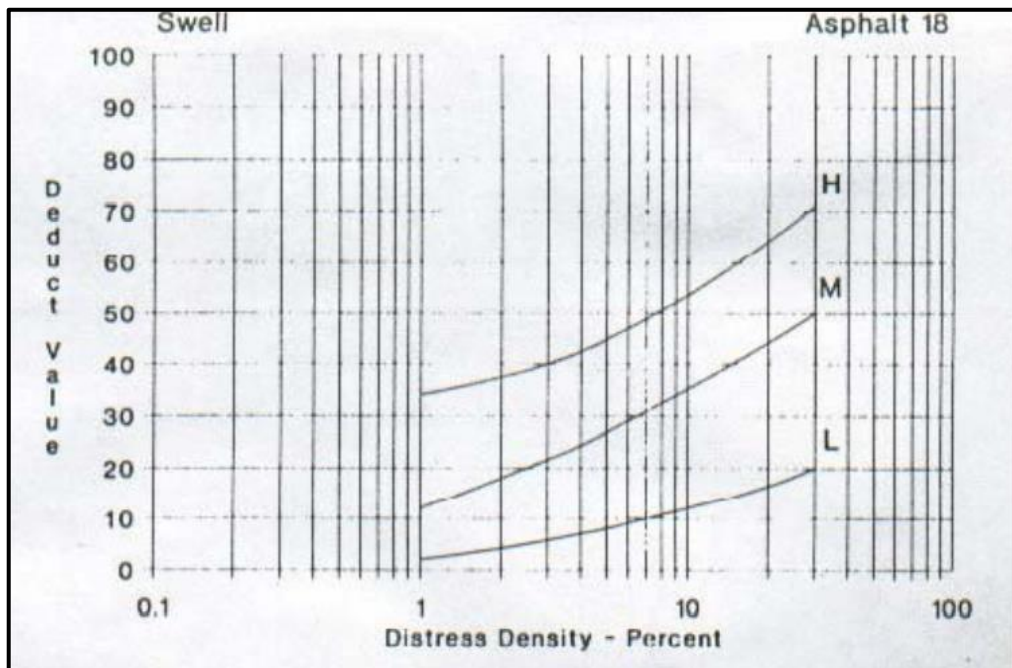
5.1.16. Gráfico N°16. Tipo de falla N° 16: Deformación por empuje



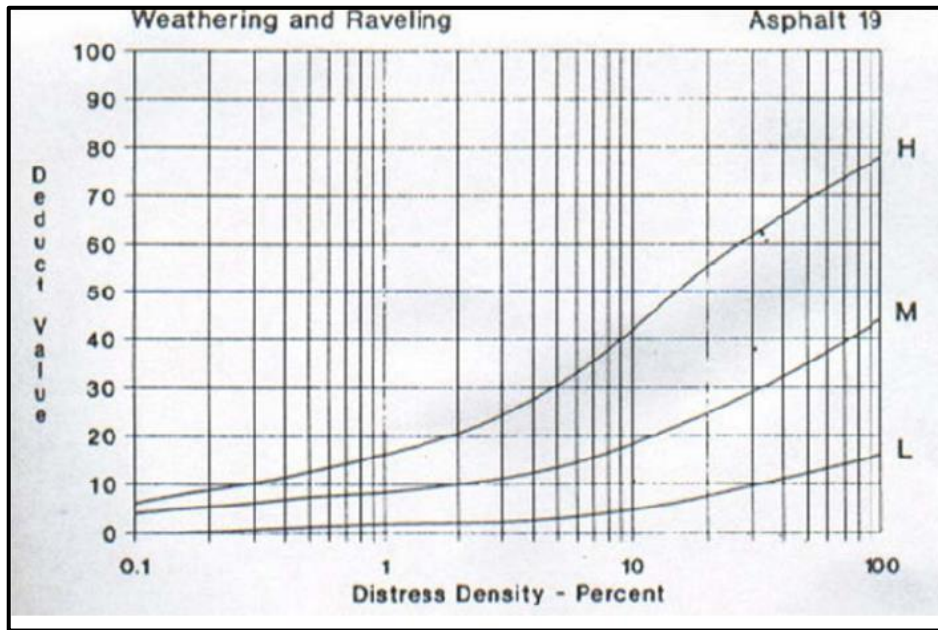
5.1.17. Gráfico N°17. Tipo de falla N° 17: Grietas deslizamiento



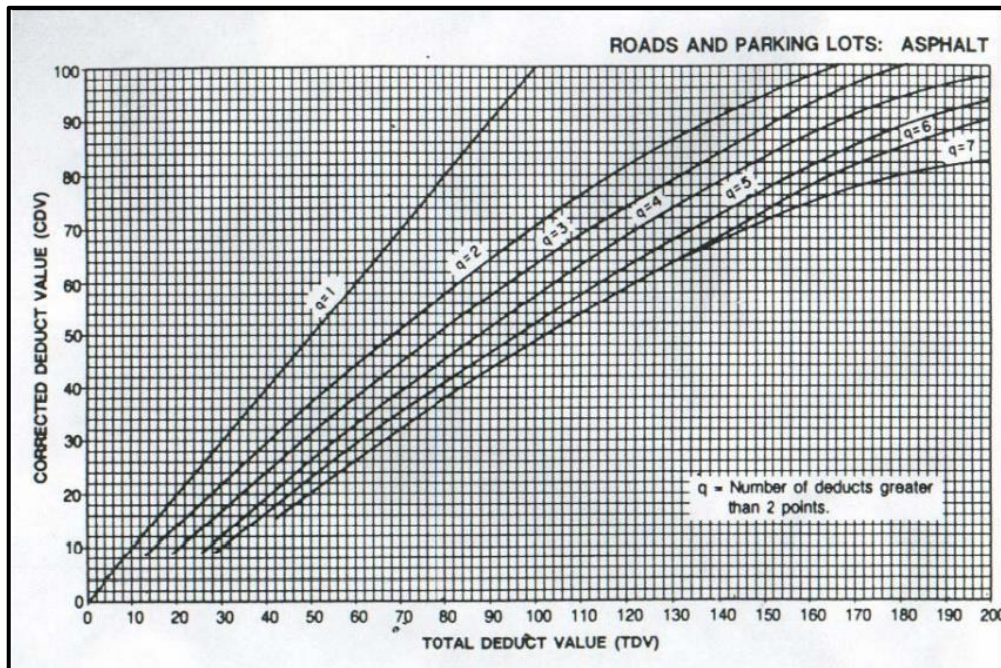
5.1.18. Gráfico N°18. Tipo de falla N° 18: Hinchamiento



5.1.19. Gráfico N°19. Tipo de falla N° 19: Disgregación y desintegración




5.1.20. Gráfico N°20. Valor de deducción corregido



5.2. Estudio de mecánica de suelos

5.2.1. Clasificación de suelos

5.2.1.1. Muestra 1 de la C-1



CST INGENIERIA E.I.R.L.
LABORATORIOS DE MECANICAS DE SUELOS
ESTUDIOS - PROYECTOS CONCRETO Y ASFALTO

Av. Cordialidad c/ La Florida de Pro,
Block 8 - Dpto. 135 Los Olivos - Lima
☎ 997647795 / 951712310
Entel: (99) 839*2316
✉ cstingeos@hotmail.com

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

| | | | |
|-------------|---|--|--|
| PROYECTO | " MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VEHICULAR Y PEATONAL DE LA AV. LAS PALMAS DE JOSÉ GÁLVEZ, ZONA 4 DEL DISTRITO DE PACHACAMAC, PROVINCIA DE LIMA –DEPARTAMENTO DE LIMA" CUI 2508854" | | |
| UBICACIÓN | :AV. LAS PALMAS, DE JOSÉ GÁLVEZ, DISTRITO DE PACHACAMAC | | |
| FECHA | :FEBRERO DEL 2021 | | |
| CALICATA | : C - 5. AV. LAS PALMAS | | |
| PROFUNDIDAD | : 0.00 - 1.50 m | | |

| PROF. (m) | SIMBOLO | DESCRIPCIÓN DEL SUELO | MUESTRA | CLASIFICACIÓN | |
|-----------|---------|---|---------|---------------|----------|
| | | | | SUCS | AASHTO |
| 0.00 | | ASFALTO DETERIORADO | SN | | |
| 0.05 | | MATERIAL DE AFIRMADO EXISTENTE SEMI COMPACTO | SN | | |
| 0.10 | | ARENA LIMOSA POBRREMENTE GRADUADA, NO PLÁSTICA DE COLOR MARRÓN, DENSA DE MEDIANA HUMEDA, GRANO DE GRANO FINO A CON POCA PRESENCIA DE GRAVILLAS SUCIO, NO SE ENCONTRÓ LA PRESENCIA DE LA NAPA FREÁTICA | M-1 | SP-SM | A-1-a(0) |
| 0.15 | | | | | |
| 0.20 | | | | | |
| 0.25 | | | | | |
| 0.30 | | | | | |
| 0.35 | | | | | |
| 0.40 | | | | | |
| 0.45 | | | | | |
| 0.50 | | | | | |
| 0.55 | | | | | |
| 0.60 | | | | | |
| 0.65 | | | | | |
| 0.70 | | | | | |
| 0.75 | | | | | |
| 0.80 | | | | | |
| 0.85 | | | | | |
| 0.90 | | | | | |
| 0.95 | | | | | |
| 1.00 | | | | | |
| 1.05 | | | | | |
| 1.10 | | | | | |
| 1.15 | | | | | |
| 1.20 | | | | | |
| 1.25 | | | | | |
| 1.30 | | | | | |
| 1.35 | | | | | |
| 1.40 | | | | | |
| 1.45 | | | | | |
| 1.50 | | | | | |

Observaciones : Tipo de Excavación a cielo abierto (calicata)

CST INGENIERIA E.I.R.L.
LABORATORIOS DE MECANICAS DE SUELOS
ESTUDIOS - PROYECTOS CONCRETO Y ASFALTO

William Carrasco
ING. WILLIAM REGORIANA CARRASCO
INGENIERO CIVIL
REG. CP. Nº 27498

cstingeos@hotmail.com

5.2.1.2. Muestra 1 de la C-2



CST INGENIERIA E.I.R.L.
 LABORATORIOS DE MECANICAS DE SUELOS
 ESTUDIOS - PROYECTOS CONCRETO Y ASFALTO

Av. Cordialidad c/ La Florida de Pro,
 Block 8 - Dpto. 135 Los Olivos - Lima
 997647795 / 951712310
 Entel: (99) 839*2316
 cstingeos@hotmail.com

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

PROYECTO : " MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VEHICULAR Y PEATONAL DE LA AV. LAS PALMAS DE JOSÉ GÁLVEZ, ZONA 4 DEL DISTRITO DE PACHACAMAC, PROVINCIA DE LIMA –DEPARTAMENTO DE LIMA" CUI 299884".
 UBICACIÓN : AV. LAS PALMAS, DE JOSÉ GÁLVEZ, DISTRITO DE PACHACAMAC
 FECHA : FEBRERO DEL 2021
 CALZATA : C - 2 - AV. LAS PALMAS
 PROFUNDIDAD : 0.00 - 5.00 m

| PROF. (m) | SIMBOLO | DESCRIPCION DEL SUELO | MUESTRA | CLASIFICACION | |
|-------------|---------|--|---------|---------------|----------|
| | | | | SUCS | AASHTO |
| 0.00 | | ASFALTO DETERIORADO | SN | | |
| 0.05 | | MATERIAL DE AFIRMADO EXISTENTE SEMI COMPACTO | SN | | |
| 0.05 - 1.90 | | ARENA LIMOSA POBREMENTE GRADUADA, NO PLÁSTICA DE COLOR MARRON, DENSA DE MEDIANA HUMEDA, GRANO DE GRANO FINO A CON POCA PRESENCIA DE GRAVILLAS SUCIO, NO SE ENCONTRO LA PRESENCIA DE LA NAPA FREATICA | M-1 | SP-SM | A-1-a(2) |
| 1.90 - 5.00 | | | | | |

Observaciones : Tipo de Excavación a cielo abierto (calzata)

CST INGENIERIA E.I.R.L.
 LABORATORIOS DE MECANICAS DE SUELOS
 ESTUDIOS - PROYECTOS CONCRETO Y ASFALTO

ING. WILLIAM BEDORNAMA CARRASCO
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. N° 81499

cstingeos@hotmail.com

5.2.1.3. Muestra 1 de la C-3



CST INGENIERIA E.I.R.L.
 LABORATORIOS DE MECANICAS DE SUELOS
 ESTUDIOS - PROYECTOS CONCRETO Y ASFALTO

Av. Cordialidad c/ La Florida de Pro,
 Block 8 - Dpto. 135 Los Olivos - Lima
 997647795 / 951712310
 Entel: (99) 839*2316
 cstingeos@hotmail.com

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VEHICULAR Y PEATONAL DE LA AV. LAS PALMAS DE JOSÉ GÁLVEZ, ZONA 4 DEL DISTRITO DE PACHACAMAC, PROVINCIA DE LIMA - DEPARTAMENTO DE LIMA* CUI 208864*
 UBICACIÓN : AV. LAS PALMAS, DE JOSÉ GÁLVEZ, DISTRITO DE PACHACAMAC
 FECHA : FEBRERO DEL 2021
 CALICATA : C - 3 - AV. LAS PALMAS
 PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.00 m

| PROF. (m) | SIMBOLO | DESCRIPCION DEL SUELO | MUESTRA | CLASIFICACION | |
|-------------|---------|---|---------|---------------|----------|
| | | | | SUCS | AASHTO |
| 0.00 - 0.05 | | ASFALTO DETERIORADO | SN | | |
| 0.05 - 0.10 | | MATERIAL DE AFIRMADO EXISTENTE SEMI COMPACTO | SN | | |
| 0.10 - 1.00 | | ARENA LIMOSA POBREMENTE GRADUADA, NO PLASTICA DE COLOR MARRON, DENSA DE MEDIANA HUMEDA, GRANO DE GRANO FINO A CON POCOA PRESENCIA DE GRAVILLAS SUCIO, NO SE ENCONTRO LA PRESENCIA DE LA NAPA FREATICA | M-1 | SP-SM | A-1-w(1) |

Observaciones : Tipo de Excavación a cielo abierto (calicata)

CST INGENIERIA E.I.R.L.
 LABORATORIOS DE MECANICAS DE SUELOS
 ESTUDIOS - PROYECTOS CONCRETO Y ASFALTO

ING. WILLIAM BECRNAN CARRASCO
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. N° 81459

cstingeos@hotmail.com

5.2.1.4. Muestra 1 de la C-4



CST INGENIERIA E.I.R.L.
 LABORATORIOS DE MECANICAS DE SUELOS
 ESTUDIOS - PROYECTOS CONCRETO Y ASFALTO

Av. Cordialidad c/ La Florida de Pro,
 Block 8 - Dpto. 135 Los Olivos - Lima
 ☎ 997647795 / 951712310
 Entel: (99) 839*2316
 ✉ cstingeos@hotmail.com

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VEHICULAR Y PEATONAL DE LA AV. LAS PALMAS DE JOSÉ GÁLVEZ, ZONA 4 DEL DISTRITO DE PACHACAMAC, PROVINCIA DE LIMA -DEPARTAMENTO DE LIMA". CUI 2306834".
 UBICACIÓN : AV. LAS PALMAS, DE JOSÉ GÁLVEZ, DISTRITO DE PACHACAMAC.
 FECHA : FEBRERO DEL 2021
 CALCATA : C - 4 - AV. LAS PALMAS
 PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50 m

| PROF. (m) | SIMBOLO | DESCRIPCION DEL SUELO | MUESTRA | CLASIFICACION | |
|-----------|---------|---|---------|---------------|----------|
| | | | | SUCS | AASHTO |
| 0.00 | | ASFALTO DETERIORADO | SN | | |
| 0.05 | | MATERIAL DE AFIRMADO EXISTENTE SEMI COMPACTO | SN | | |
| 0.10 | | MATERIAL ARENA SEMI LIMOSA, SEMI HUMEDA, DE COLOR MARRON OSCURO, DE CONSISTENCIA COMPACTA, CON UNA MATRIZ ARENOSA. | M-1 | SM | A-1-b(0) |
| 0.15 | | ARENA LIMOSA POBREMENTE GRADUADA, NO PLÁSTICA DE COLOR MARRON OSCURO, Densa de MEDIANA HUMEDA, GRANO DE GRANO FINO A CON POCA PRESENCIA DE GRAVILLAS SUCIO, NO SE ENCONTRÓ LA PRESENCIA DE LA NAPA FREATICA | M-1 | SP-SM | A-1-a(0) |
| 0.20 | | | | | |
| 0.25 | | | | | |
| 0.30 | | | | | |
| 0.35 | | | | | |
| 0.40 | | | | | |
| 0.45 | | | | | |
| 0.50 | | | | | |
| 0.55 | | | | | |
| 0.60 | | | | | |
| 0.65 | | | | | |
| 0.70 | | | | | |
| 0.75 | | | | | |
| 0.80 | | | | | |
| 0.85 | | | | | |
| 0.90 | | | | | |
| 0.95 | | | | | |
| 1.00 | | | | | |
| 1.05 | | | | | |
| 1.10 | | | | | |
| 1.15 | | | | | |
| 1.20 | | | | | |
| 1.25 | | | | | |
| 1.30 | | | | | |
| 1.35 | | | | | |
| 1.40 | | | | | |
| 1.45 | | | | | |
| 1.50 | | | | | |

Observaciones : Tipo de Excavación a cielo abierto (calcata)


CST INGENIERIA E.I.R.L.
 LABORATORIOS DE MECANICAS DE SUELOS
 ESTUDIOS - PROYECTOS CONCRETO Y ASFALTO

ING. WILLIAM BEDRRIANA CARRASCO
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. N° 81499

cstingeos@hotmail.com

5.2.2. Análisis granulométrico ASTM D 1241

5.2.2.1. C-1, M-1



CST INGENIERIA E.I.R.L.
LABORATORIOS DE MECANICAS DE SUELOS
ESTUDIOS - PROYECTOS CONCRETO Y ASFALTO

Av. Cordialidad c/ La Florida de Pro,
Block 8 - Dpto. 135 Los Olivos - Lima
☎ 997647795 / 951712310
Entel: (99) 839*2316
✉ cstingeos@hotmail.com

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VEHICULAR Y PEATONAL DE LA AV. LAS PALMAS DE JOSÉ GÁLVEZ, ZONA 4 DEL DISTRITO DE PACHACAMAC, PROVINCIA DE LIMA - DEPARTAMENTO DE LIMA* CUI 200884*.
UBICACIÓN : AV. LAS PALMAS, DE JOSÉ GÁLVEZ, DISTRITO DE PACHACAMAC
FECHA : FEBRERO DEL 2021

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO ASTM D 1241


Calicata : C - 1 Muestra : M - 1 Profundidad : 0.30 - 1.50 mts

| w ₀ = 1200.0 g | | | | | w ₁ = 1040.0 g | | | | | |
|---------------------------|-------------------|---------------|-------------------|--------|----------------------------------|--------------------------|---------------|-------------------|-------|----------------------------------|
| Mallas A.S.T.M | GRANO > No. 4 | | | | Cue pasa T1 x 100 w ₀ | GRANO < No. 4 | | | | Cue pasa T1 x 100 w ₁ |
| | TAL DE LA MUESTRA | | | % | | PESO TOTAL DE LA MUESTRA | | | % | |
| | Luz Tamiz En mm | Retenido en g | Pasante en g (T1) | | | Luz Tamiz En mm | Retenido en g | Pasante en g (T1) | | |
| 3" | 76.200 | 0.0 | 1200 | 100 | No. 4 | 4.76 | | | | |
| 2 1/2" | 63.500 | 0.0 | 1200 | 100.00 | 10 | 2.030 | 156.0 | 884.0 | 73.67 | |
| 2" | 50.800 | 0.0 | 1200 | 100.00 | 30 | 0.840 | 218.0 | 660.0 | 55.75 | |
| 1 1/2" | 38.100 | 0.0 | 1200 | 100.00 | 40 | 0.420 | 200.0 | 485 | 35.08 | |
| 1" | 25.400 | 0.0 | 1200 | 100.00 | 60 | 0.280 | 250.0 | 219 | 18.25 | |
| 3/4" | 19.000 | 0.0 | 1200 | 100.00 | 80 | 0.177 | 80.3 | 156.7 | 13.23 | |
| 1/2" | 12.500 | 20.0 | 1180 | 98.33 | 100 | 0.148 | 38.3 | 132.4 | 11.85 | |
| 3/8" | 9.500 | 135.0 | 1165 | 97.08 | 200 | 0.074 | 11.0 | 121.4 | 10.12 | |
| No. 4 | 4.760 | 125.0 | 1040.0 | 85.67 | F | | | | | |

w₀ x w₁ = k k = Constante

w₂ = 1200.00 w₀ = Peso total de la muestra w₁ = Peso de la Fracción Pasante del No. 4 w₂ = Peso Total de la Muestra Pasante del No. 4

| | |
|--------------|-------|
| % DE GRAVA = | 13.33 |
| % DE ARENA = | 76.55 |
| % DE FINOS = | 10.12 |



LL 00

LP 00

IP 0


H.R.B. Clasif.:

SP SM


A-1-a

IG(0)

HECHO POR : Téc. José S.
REVISADO POR : ING. Wilmar B. C.



CST INGENIERIA E.I.R.L.
LABORATORIOS DE MECANICAS DE SUELOS
ESTUDIOS - PROYECTOS CONCRETO Y ASFALTO



ING. WILLIAM BEDRYNA CARRASCO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 81459

cstingeos@hotmail.com



CST INGENIERIA E.I.R.L.
 LABORATORIOS DE MECANICAS DE SUELOS
 ESTUDIOS - PROYECTOS CONCRETO Y ASFALTO

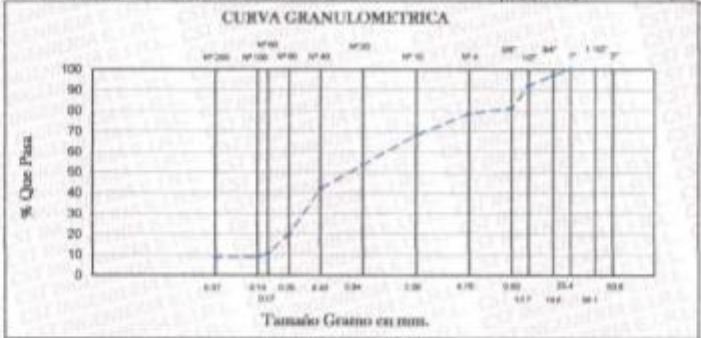
Av. Cordialidad c/ La Florida de Pro,
 Block 8 - Dpto. 135 Los Olivos - Lima
 ☎ 997647795 / 951712310
 Entel: (99) 839*2316
 ✉ cstingeos@hotmail.com

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VEHICULAR Y PEATONAL DE LA AV. LAS PALMAS DE JOSÉ GÁLVEZ, ZONA 4 DEL DISTRITO DE PACHACAMAC, PROVINCIA DE LIMA - DEPARTAMENTO DE LIMA, CUI 2508854.
 UBICACIÓN : AV. LAS PALMAS, DE JOSÉ GÁLVEZ, DISTRITO DE PACHACAMAC
 FECHA : FEBRERO DEL 2021

| Calicata | | Muestra | | Profundidad | |
|----------------|--------------------------|---------------|-------------------|-------------------|--------|
| C - 2 | | M - 1 | | 0.30 - 1.50 mts | |
| wo = | 1450.0 g | w1 = | 1140.9 g | | |
| Mallas A.S.T.M | GRANO = No. 4 | | | % | |
| | PESO TOTAL DE LA MUESTRA | | | % | |
| | | GRM | | Que pasa T1 x 100 | |
| | List Tamiz En m.m. | Retenido en g | Pasante en g (T1) | wo | |
| 3" | 79.200 | | 1450 | | 100 |
| 2 1/2" | 83.900 | 0.0 | 1450 | | 100.00 |
| 2" | 50.500 | 0.0 | 1450 | | 100.00 |
| 1 1/2" | 38.100 | 0.0 | 1450 | | 100.00 |
| 1" | 25.400 | 0.0 | 1450 | | 100.00 |
| 3/4" | 18.000 | 43.0 | 1410 | | 97.24 |
| 1/2" | 13.700 | 70.2 | 1339.8 | | 92.40 |
| 3/8" | 9.000 | 100.4 | 1179.4 | | 81.34 |
| No. 4 | 4.750 | 35.9 | 1140.9 | | 78.66 |

wo x w1 = k k = Constante
 w2 = wo = Peso total de la muestra
 k = 1450.00 w1 = Peso de la Fraccion Pasante del No. 4
 w2 = w2 = Peso Total de la Muestra Pasante del No. 4

% DE GRAVA = 21.34
 % DE ARENA = 69.96
 % DE FINOS = 8.70



LL 00 LP 00 IP 0 H.R.B. Clasif.: SP SM A-1-a IG(0)

HECHO POR : Tte. José B.
 REVISADO POR : ING. William B.C.



CST INGENIERIA E.I.R.L.
 LABORATORIOS DE MECANICAS DE SUELOS
 ESTUDIOS - PROYECTOS CONCRETO Y ASFALTO
 ING. WILLIAM BEDRINKA CARRASCO
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. N° 81459

5.2.2.3. C-3, M-1



CST INGENIERIA E.I.R.L.
 LABORATORIOS DE MECANICAS DE SUELOS
 ESTUDIOS - PROYECTOS CONCRETO Y ASFALTO

Av. Cordialidad c/ La Florida de Pro,
 Block 8 - Dpto. 135 Los Olivos - Lima
 ☎ 997647795 / 951712310
 Entel: (99) 839*2316
 ✉ cstingeos@hotmail.com

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VEHICULAR Y PEATONAL DE LA AV. LAS PALMAS DE JOSÉ GÁLVEZ, ZONA 4 DEL DISTRITO DE PACHACAMAC, PROVINCIA DE LIMA - DEPARTAMENTO DE LIMA. CUI 2508854
 UBICACIÓN : AV. LAS PALMAS, DE JOSÉ GÁLVEZ, DISTRITO DE PACHACAMAC
 FECHA : FEBRERO DEL 2021

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO ASTM D 1241

Calicata : C - 3 Muestra : M - 1 Profundidad : 0.30 - 1.50 mts

| GRANO > No. 4 | | | | | GRANO < No. 4 | | | | | |
|----------------|--------------------------|---------------|---------------|-------------------|----------------------|----------------|--------------------------|---------------|---------------|-------------------|
| Mallas A.S.T.M | PESO TOTAL DE LA MUESTRA | | | | Que pasa T1 x 100 wo | Mallas A.S.T.M | PESO TOTAL DE LA MUESTRA | | | |
| | Luz Tamiz En m.m. | GRM | | Pasante en g (T1) | | | Luz Tamiz En m.m. | GRM | | Pasante en g (T1) |
| | | Retenido en g | Retenido en g | | | | | Retenido en g | Retenido en g | |
| | | | | | | | | | | |
| 3" | 76.200 | | | 1650 | 100 | No. 4 | 4.76 | | | |
| 2 1/2" | 63.500 | 0.0 | | 1650 | 100.00 | 10 | 2.700 | 156.0 | 1194.0 | 71.75 |
| 2" | 50.800 | 0.0 | | 1650 | 100.00 | 20 | 0.840 | 275.0 | 905.0 | 55.06 |
| 1 1/2" | 38.100 | 0.0 | | 1650 | 100.00 | 40 | 0.430 | 215.0 | 894 | 43.06 |
| 1" | 25.400 | 0.0 | | 1650 | 100.00 | 60 | 0.250 | 220.0 | 364 | 22.06 |
| 3/4" | 18.000 | 0.0 | | 1650 | 100.00 | 80 | 0.177 | 25.0 | 279 | 16.91 |
| 1/2" | 12.500 | 150.0 | | 1500 | 90.91 | 100 | 0.149 | 33.0 | 186 | 11.27 |
| 3/8" | 9.500 | 65.0 | | 1440 | 87.27 | 200 | 0.074 | 32.0 | 134 | 8.12 |
| No. 4 | 4.760 | 100.0 | | 1340.0 | 81.21 | | | | | |

wo ± wt = k k = Constante
 wo = Peso total de la muestra % DE GRAVA = 18.75
 wt = Peso de la Fracción Pasante del No. 4 % DE ARENA = 73.06
 k = 1650.00 wt = Peso Total de la Muestra Pasante del No. 4 % DE FINOS = 8.12



LL 00 LP 00 IP 0 H.R.B. Clasif.: SP SM A-1-a IG(0)

HECHO POR : Tlc. José B.
 REVISADO POR : ING. William B. C.



CST INGENIERIA E.I.R.L.
 LABORATORIOS DE MECANICAS DE SUELOS
 ESTUDIOS - PROYECTOS CONCRETO Y ASFALTO
 ING. WILLIAM BEDRIMAN ZARRASCO
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. N° 81459

cstingeos@hotmail.com



CST INGENIERIA E.I.R.L.
 LABORATORIOS DE MECANICAS DE SUELOS
 ESTUDIOS - PROYECTOS CONCRETO Y ASFALTO

Av. Cordialidad c/ La Florida de Pro,
 Block 8 - Dpto. 135 Los Olivos - Lima
 997647795 / 951712310
 Entel: (99) 839*2316
 cstingeos@hotmail.com

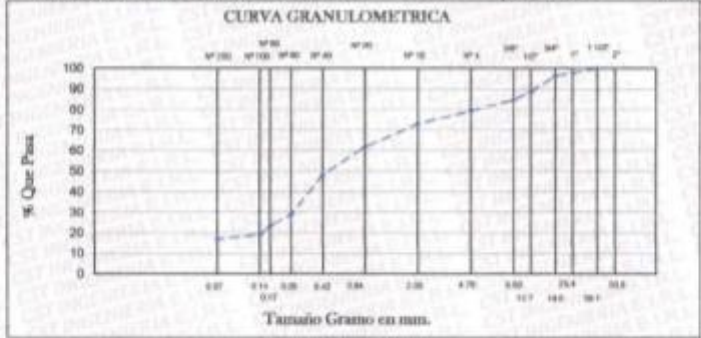
PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VEHICULAR Y PEATONAL DE LA AV. LAS PALMAS DE JOSÉ GÁLVEZ, ZONA 4 DEL DISTRITO DE PACHACAMAC, PROVINCIA DE LIMA -DEPARTAMENTO DE LIMA- CUI 2508854
 UBICACIÓN :AV. LAS PALMAS, DE JOSÉ GÁLVEZ, DISTRITO DE PACHACAMAC
 FECHA :FEBRERO DEL 2021

| ANALISIS GRANULOMETRICO ASTM D 1241 | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|-----------------|--------------------|-------------------------------|--------------------------|--------------------|---------------|--------------------|-------|
| Calculata : C - 4 | | Muestra : M - 1 | | Profundidad : 0.30 - 0.70 mts | | | | | |
| w0 = 2200.0 g | | w1 = 1747.2 g | | | | | | | |
| Mallas A.S.T.M | GRANO > No. 4 | | | | GRANO < No. 4 | | | | % |
| | PESO TOTAL DE LA MUESTRA | | | | PESO TOTAL DE LA MUESTRA | | | | |
| | Quié pasa T1 x 100 | GRM | | | Quié pasa T1 x 100 | GRM | | | |
| | Quié pasa T1 x 100 | Retenido en g | Quié pasa T1 x 100 | Quié pasa T1 x 100 | Retenido en g | Quié pasa T1 x 100 | Retenido en g | Quié pasa T1 x 100 | |
| No. 4 | 4.76 | 114.4 | 1747.2 | 79.42 | No. 4 | 4.76 | | | |
| 3" | 76.200 | | 2200 | 100 | 10 | 2.000 | 140.4 | 1608.8 | 73.04 |
| 2 1/2" | 63.500 | 0.0 | 2200 | 100.00 | 30 | 0.840 | 245.5 | 1361.3 | 61.86 |
| 2" | 50.800 | 0.0 | 2200 | 100.00 | 40 | 0.420 | 300.0 | 1061.3 | 48.24 |
| 1 1/2" | 38.100 | 0.0 | 2200 | 100.00 | 60 | 0.250 | 425.0 | 836.3 | 38.02 |
| 1" | 25.400 | 0.0 | 2190 | 97.73 | 80 | 0.177 | 179.4 | 516.9 | 23.50 |
| 3/4" | 19.000 | 0.0 | 2120 | 96.36 | 100 | 0.149 | 83.0 | 423.9 | 19.27 |
| 1/2" | 12.500 | 170.2 | 1949.8 | 88.63 | 200 | 0.074 | 32.0 | 371.9 | 16.90 |
| 3/8" | 9.500 | 88.2 | 1861.6 | 84.62 | P | | | | |

w0 x w1 = k
 w2
 k = 2200.00

h = Coeficiente
 w0 = Peso total de la muestra
 w1 = Peso de la Fracción Pasante del No. 4
 w2 = Peso Total de la Muestra Pasante del No. 4

% DE GRAVA = 20.56
 % DE ARENA = 62.52
 % DE FINOS = 16.90



LL 60 LP 00 IP 0 H.R.B. Clasif.: SM A-1-b IG(0)

HECHO POR : Tcn. José S.
 REVISADO POR : ING. William B. C.



CST INGENIERIA E.I.R.L.
 LABORATORIOS DE MECANICAS DE SUELOS
 ESTUDIOS - PROYECTOS CONCRETO Y ASFALTO

ING. WILLIAM BEDRIMANA CARRASCO
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. N° 81459



PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VEHICULAR Y PEATONAL DE LA AV. LAS PALMAS DE JOSÉ GÁLVEZ, ZONA 4 DEL DISTRITO DE PACHACAMAC, PROVINCIA DE LIMA - DEPARTAMENTO DE LIMA. CUI 2508854.
 UBICACIÓN : AV. LAS PALMAS, DE JOSÉ GÁLVEZ, DISTRITO DE PACHACAMAC
 FECHA : FEBRERO DEL 2021

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO ASTM D 1241

Calicota : C - 4 Muestra : M - 2 Profundidad : 0.70 - 1.50 mts

| GRANO > No. 4 | | | | | GRANO = No. 4 | | | | | |
|----------------|--------------------------|---------------|-------------------|----------------------|----------------------|----------------|--------------------------|---------------|-------------------|----------------------|
| Mallas A.S.T.M | PESO TOTAL DE LA MUESTRA | | | | Que pasa T1 x 100 wo | Mallas A.S.T.M | PESO TOTAL DE LA MUESTRA | | | |
| | Luz Tamiz En mm | GRM | | Que pasa T1 x 100 wo | | | Luz Tamiz En mm | GRM | | Que pasa T1 x 100 wo |
| | | Retenido en g | Pasante en g (T1) | | | | | Retenido en g | Pasante en g (T1) | |
| | | | | | | | | | | |
| 3" | 76.200 | | 2050 | 100 | No. 4 | 4.76 | | | | |
| 3 1/2" | 63.500 | 0.0 | 2050 | 100.00 | 10 | 2.000 | 137.1 | 1425.1 | 69.52 | |
| 2" | 50.800 | 0.0 | 2050 | 100.00 | 20 | 0.840 | 243.3 | 1161.8 | 57.65 | |
| 1 1/2" | 38.100 | 0.0 | 2050 | 100.00 | 40 | 0.420 | 296.6 | 885.2 | 43.18 | |
| 1" | 25.400 | 27.2 | 2022.8 | 98.67 | 60 | 0.250 | 410.5 | 474.7 | 23.16 | |
| 3/4" | 19.000 | 18.9 | 2031.9 | 99.75 | 80 | 0.177 | 120.0 | 354.7 | 17.30 | |
| 1/2" | 12.500 | 162.4 | 1841.5 | 89.83 | 100 | 0.149 | 90.4 | 264.3 | 12.89 | |
| 3/8" | 9.500 | 70.4 | 1771.1 | 86.40 | 200 | 0.074 | 50.2 | 214.1 | 10.44 | |
| No. 4 | 4.760 | 238.9 | 1562.7 | 76.20 | ø | | | | | |

wo x w1 = k k = Constante
 wo = Peso total de la muestra w1 = Peso de la Fracción Pasante del No. 4
 k = 2050.00 w2 = Peso Total de la Muestra Pasante del No. 4

% DE GRAVA = 23.80
 % DE ARENA = 65.76
 % DE FINOS = 10.44



LL 00 LP 00 IP 0 H.R.B. Clasif.: SPSM A-1-a IG (0)

HECHO POR : Tlc. José B.
 REVISADO POR : ING. Willy B. C.



CST INGENIERIA E.I.R.L.
 LABORATORIOS DE MECANICAS DE SUELOS
 ESTUDIOS - PROYECTOS CONCRETO Y ASFALTO
 ING. WILLY BEDRANA VARRASCO
 INGENIERO CIVIL
 RAG. CIP. N° 81459

(Handwritten signature)

5.2.3. Ensayo de Compactación Proctor Modificado



CST INGENIERIA E.I.R.L.
 LABORATORIOS DE MECANICAS DE SUELOS
 ESTUDIOS - PROYECTOS CONCRETO Y ASFALTO

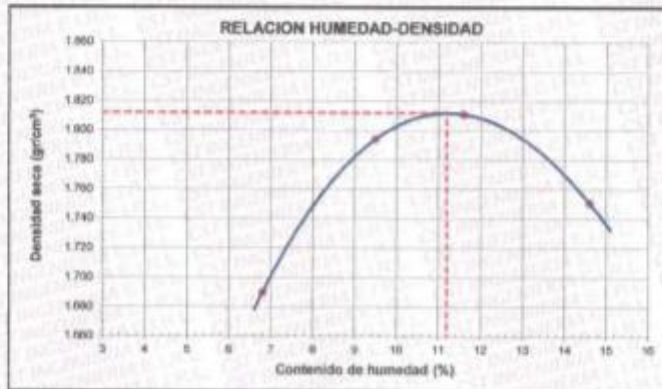
Av. Cordialidad c/ La Florida de Pro,
 Block 8 - Dpto. 135 Los Olivos - Lima
 ☎ 997647795 / 951712310
 Entel: (99) 839*2316
 ✉ cstingeos@hotmail.com

OBRA : 1° MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VEHICULAR Y PEATONAL DE LA AV. LAS PALMAS DE JOSÉ GÁLVEZ, ZONA 4 DEL DISTRITO DE PACHACAMAC, PROVINCIA DE LIMA - DEPARTAMENTO DE LIMA "CUI 2508854"
 UBICACIÓN : AV. LAS PALMAS, DE JOSÉ GÁLVEZ, DISTRITO DE PACHACAMAC
 FECHA : FEBRERO DEL 2021
 C - 02 : M - 1

ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO ASTM D 1557 (A)

| MOLDE: | I | II | III | IV |
|---------------|-------|-------|-------|-------|
| HUMEDAD | 6.80 | 9.50 | 11.60 | 14.50 |
| DENSIDAD SECA | 1.690 | 1.794 | 1.811 | 1.751 |

| | |
|--|-------|
| DENSIDAD MAXIMA (kg/cm ³) | 1.812 |
| HUMEDAD OPTIMA (%) | 11.20 |



OBSERVACION : Muestra provista e identificada por el Solicitante
 HECHO POR : Tlc. Silvio Navarro



CST INGENIERIA E.I.R.L.
 LABORATORIOS DE MECANICAS DE SUELOS
 ESTUDIOS - PROYECTOS CONCRETO Y ASFALTO

William Bedrunan Carrasco
 ING. WILLIAM BEDRUNAN CARRASCO
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. N° 81459

cstingeos@hotmail.com

5.2.4. Ensayo de CBR



CST INGENIERIA E.I.R.L.
LABORATORIOS DE MECANICAS DE SUELOS
ESTUDIOS - PROYECTOS CONCRETO Y ASFALTO

Av. Cordialidad c/ La Florida de Pro,
 Block 8 - Dpto. 135 Los Olivos - Lima
 ☎ 997647795 / 951712310
 Entel: (99) 839*2316
 ✉ cstingeos@hotmail.com

OBRA : MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VEHICULAR Y PEATONAL DE LA AV. LAS PALMAS DE JOSÉ GÁLVEZ, ZONA 4 DEL DISTRITO DE PACHACAMAC, PROVINCIA DE LIMA-DEPARTAMENTO DE LIMA* CUI 2508854*
 UBICACIÓN : AV. LAS PALMAS, DE JOSÉ GÁLVEZ, DISTRITO DE PACHACAMAC
 FECHA : FEBRERO DEL 2001

RESULTADOS DE ENSAYO DE LABORATORIO

MATERIAL : TERRENO NATURAL
 CALICATA : C-3 N-1

I. ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883

a) Ensayo Preliminar de Compactación

Método : A
 Máxima Densidad Seca (gr/cm³) : 1.812
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 11.20

b) Compactación de moldes

| MOLDE Nº | I | II | III |
|-------------------------------------|-------|-------|-------|
| Nº de Capas | 5 | 5 | 5 |
| Numero de golpes/capa | 56 | 25 | 10 |
| Densidad Seca (gr/cm ³) | 1.830 | 24.8 | 1.86 |
| Contenido de Humedad | 11.20 | 11.20 | 11.20 |

c) Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg. De penetración

| MOLDE Nº | Penetración (pulg.) | Presión Aplicada (Lb/pulg ²) | Presión Patron (Lb/pulg ²) | CBR % |
|----------|---------------------|--|--|-------|
| I | 0.1 | 404 | 1000 | 40.4 |
| II | 0.1 | 248 | 1000 | 24.8 |
| III | 0.1 | 112 | 1000 | 11.2 |

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. : 10.1
 C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. : 24.8



CST INGENIERIA E.I.R.L.
 LABORATORIOS DE MECANICAS DE SUELOS
 ESTUDIOS - PROYECTOS CONCRETO Y ASFALTO

William Bedriñana Carrasco
 ING. WILLIAM BEDRIÑANA CARRASCO
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. Nº 81459

cstingeos@hotmail.com



CST INGENIERIA E.I.R.L.

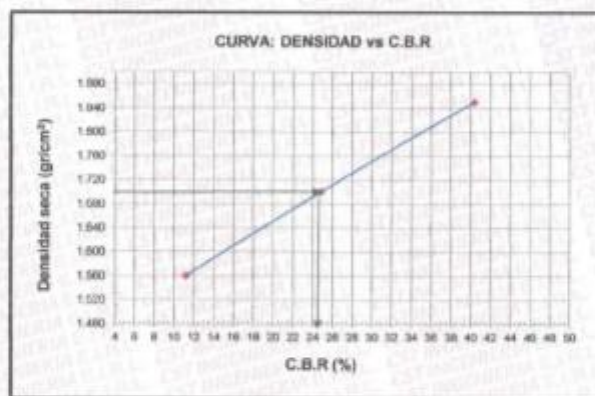
LABORATORIOS DE MECANICAS DE SUELOS
ESTUDIOS - PROYECTOS CONCRETO Y ASFALTO

Av. Cordialidad c/ La Florida de Pro,
Block 8 - Dpto. 135 Los Olivos - Lima
997647795 / 951712310
Entel: (99) 839*2316
cstingeos@hotmail.com

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VEHICULAR Y PEATONAL DE LA AV. LAS PALMAS DE JOSÉ GÁLVEZ, ZONA 4 DEL DISTRITO DE PACHACAMAC, PROVINCIA DE LIMA - DEPARTAMENTO DE LIMA - CUI 2508854
UBICACIÓN : AV. LAS PALMAS, DE JOSÉ GÁLVEZ, DISTRITO DE PACHACAMAC
FECHA : FEBRERO DEL 2021
CALCATA : C - 3 M - 1

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883

| | |
|--|-------|
| Maxima Densidad Seca (gr/cm ³) | 1.812 |
| Optimo Contenido de Humedad (%) | 11.2 |
| C.B.R. al 100% de la M.D.S. (%) | 40.4 |
| C.B.R. al 95% de la M.D.S. (%) | 34.8 |



OBSERVACION : No se registro expansion
HECHO POR : Tec. Silvio Navero



CST INGENIERIA E.I.R.L.
LABORATORIOS DE MECANICAS DE SUELOS
ESTUDIOS - PROYECTOS CONCRETO Y ASFALTO

W. B.
ING. WILIAM BEORNARA CORRAJCO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 81459

cstingeos@hotmail.com



CST INGENIERIA E.I.R.L.

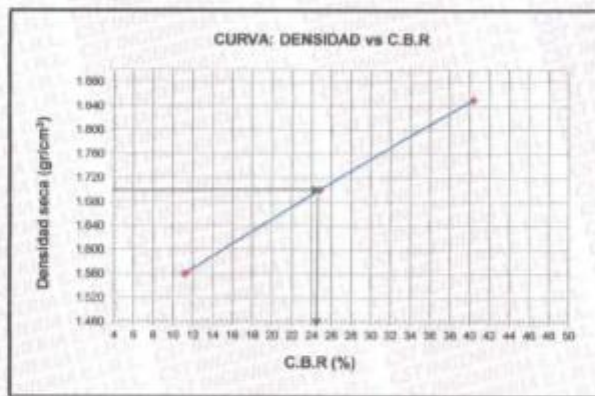
LABORATORIOS DE MECANICAS DE SUELOS
ESTUDIOS - PROYECTOS CONCRETO Y ASFALTO

Av. Cordialidad c/ La Florida de Pro,
Block 8 - Dpto. 135 Los Olivos - Lima
997647795 / 951712310
Entel: (99) 839*2316
cstingeos@hotmail.com

PROYECTO : 1° MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VEHICULAR Y PEATONAL DE LA AV. LAS PALMAS DE JOSÉ GÁLVEZ, ZONA 4 DEL DISTRITO DE PACHACAMAC, PROVINCIA DE LIMA - DEPARTAMENTO DE LIMA - CUI 2508954*.
UBICACIÓN : AV. LAS PALMAS, DE JOSÉ GÁLVEZ, DISTRITO DE PACHACAMAC
FECHA : FEBRERO DEL 2021
CALICATA : C - 5 M - 1

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883

| | |
|--|-------|
| Maxima Densidad Seca (gr/cm ³) | 1.812 |
| Optimo Contenido de Humedad (%) | 11.2 |
| C.B.R. al 100% de la M.D.S. (%) | 40.4 |
| C.B.R. al 95% de la M.D.S. (%) | 24.8 |



OBSERVACION : No se registro expansion
HECHO POR : Tec. Silvio Navarro



CST INGENIERIA E.I.R.L.
LABORATORIOS DE MECANICAS DE SUELOS
ESTUDIOS - PROYECTOS CONCRETO Y ASFALTO
William Bedriñana
ING. WILLIAM BEDRIÑANA CURRABCO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 81459



cstingeos@hotmail.com

Anexo 6. Validez y confiabilidad de los instrumentos

| EVALUACIÓN DE EXPERTOS | | | |
|--|--|-----------|--|
| PROYECTO: | Mejoramiento de la infraestructura vial de la avenida Las Palmas, Distrito de Villa María del Triunfo, Lima, 2021. | | |
| LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: | Diseño de infraestructura vial | | |
| EXPERTO: | Ing. Luis Alberto Horna Araujo | | |
| FECHA: | 13 de mayo del 2021 | | |
| PREGUNTAS | | | |
| | SI | NO | |
| 1. ¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación? | X | | |
| 2. ¿La creación de los instrumentos de recolección de datos son adecuadas para el proyecto de investigación? | X | | |
| 3. ¿La creación de los instrumentos de recolección de datos permitirá el logro de los objetivos planteados? | X | | |
| 4. ¿La creación de los instrumentos de recolección de datos facilitará el análisis de datos? | X | | |
| 5. ¿El instrumento de medición es claro, preciso de tal manera que se logre obtener los datos requeridos? | X | | |
|   | | | |
| FIRMA | | | |

Anexo 7. Panel fotográfico

7.1. Recolección de datos en campo

