



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Propuesta de mejoramiento del pavimento flexible de la Av. Juan
Pablo II, Trujillo, La Libertad, 2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTOR:

Castillo Serrudo, Sam Junior III (orcid.org/0000-0003-2391-0405)

ASESORES:

Mg. Horna Araujo, Luis Alberto (orcid.org/0000-0002-3674-9617)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

TRUJILLO – PERÚ

2022

Dedicatoria

A Dios quien ha sido mi guía en este camino, y por permitirme seguir cumpliendo mis metas. A mi madre, Rosario Carlota Serrudo Álvarez, a quien le debo todo lo que soy y por ser mi gran ejemplo de lucha y perseverancia, por todos los valores que supo cultivar en mí y todo el amor que me brinda día a día. A mi novia Estela Oruna Urtecho por su comprensión, paciencia, amor y todo el apoyo incondicional. A toda mi familia por sus consejos y buenos deseos. Finalmente quiero dedicar esta tesis a mis amigos por apoyarme y extender su mano en todos los momentos difíciles.

Agradecimiento

A todos mis docentes y en especial al profesor Billy Toribio Aranda por todos sus consejos de perseverancia. A mis asesores el Ing. Luis Alberto Horna Araujo y el Ing. Marlon Gastón Farfán Córdova, por su ayuda y todos sus conocimientos compartidos.

Agradecerle también a toda mi familia, por darme ánimo durante este proceso, por su comprensión y estímulo constante, además de su apoyo incondicional a lo largo de mi vida universitaria.

Y a todas las personas que de una y otra forma me apoyaron en la realización de este trabajo.

Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras	vi
Resumen.....	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	11
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	11
3.2. Variables y operacionalización.....	12
3.3. Población, muestra y muestreo.....	12
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	13
3.5. Procedimientos	14
3.6. Método de análisis de datos	25
3.7. Aspectos éticos.....	25
IV. RESULTADOS	27
V. DISCUSIÓN.....	42
VI. CONCLUSIONES	49
VII. RECOMENDACIONES.....	50
REFERENCIAS	51
ANEXOS	61

Índice de tablas

Tabla 1. Ancho de la calzada y longitud de los tramos evaluados	16
Tabla 2. Longitudes de unidad de muestreo asfáltica.....	16
Tabla 3. Área de las unidades de muestra	17
Tabla 4. Número de unidades de muestreo para cada sección	17
Tabla 5. Cantidades parciales de la unidad de muestra 02	19
Tabla 6. Cálculo de la densidad (%)	20
Tabla 7. Cálculo de los valores deducidos de la UM 02	21
Tabla 8. Total valor deducido de la UM 02	22
Tabla 9. Máximo valor deducido corregido de la UM 02	23
Tabla 10. PCI correspondiente a la unidad de muestro 02.....	23
Tabla 11. Resumen del PCI de cada unidad de muestreo.....	28
Tabla 12. Índice de condición del pavimento de la Av. Juan Pablo II	33
Tabla 13. Índice de condición del pavimento por sección.....	33
Tabla 14. Resumen del conteo vehicular de la estación E01	36
Tabla 15. Índice medio diario semanal e índice medio diario anual según el tipo de vehículo, para la estación E01	37
Tabla 16. Resumen del conteo vehicular de la estación E02.....	38
Tabla 17. Índice medio diario semanal e índice medio diario anual según el tipo de vehículo, para la estación E02	39
Tabla 18. Cálculo de número de repeticiones de ejes equivalentes tramo Av. Huamán - Óvalo Papal.....	40
Tabla 19. Cálculo de número de repeticiones de ejes equivalentes tramo Óvalo Papal - Av. España	40
Tabla 20. Resumen de estudio de mecánica de suelos	41
Tabla 21. Clasificación del tipo de suelo	41
Tabla 22. Resumen de CBR	42
Tabla 23. Matriz de operacionalización de variables	61
Tabla 24. Resumen de los instrumentos de recolección de datos.....	63

Índice de figuras

Figura 1: Esquema referente al diseño de investigación.	11
Figura 2. Procedimiento de investigación.....	14
Figura 3. Falla 19, determinando el valor deducido.....	20
Figura 4. Obtención del valor deducido corregido mediante la curva de corrección.....	22
Figura 5. Fallas más recurrentes en el pavimento flexible.	25
Figura 6. Delimitación del área de estudio.	27
Figura 7. Número total de unidades de muestreo, según clasificación del PCI	32
Figura 8. Tipos de fallas existentes en el pavimento.....	34
Figura 9. Fallas más frecuentes en el pavimento de la Av. Juan Pablo II.....	35
Figura 10. Diseño de pavimento Av. Juan Pablo II, tramos Av. Huamán - óvalo Papal	42
Figura 11. Diseño de pavimento Av. Juan Pablo II, tramo óvalo Papal - Av. España.....	43

Resumen

La presente investigación se desarrolló en el distrito de Víctor Larco Herrera, provincia de Trujillo, departamento de La Libertad, con la finalidad de elaborar una propuesta de mejoramiento del pavimento flexible de la Av. Juan Pablo II, se empleó un enfoque de investigación cuantitativo de diseño no experimental, transversal descriptivo; la muestra utilizada fue igual a la población de estudio, es decir la vía conformada por 2 calzadas con separador central, de dos sentidos y dos carriles por sentido y cada calzada con una longitud de 3010 metros; la técnica empleada fue la observación y su instrumento de recolección de datos, fue la guía de observación. Mediante el nuevo diseño de la estructura del pavimento calculado se obtuvo los siguientes espesores: 7 cm de carpeta asfáltica, 25 cm de base granular y 25 cm de subbase granular. Finalmente, después de determinar que el pavimento se encuentra en estado regular y teniendo en cuenta los espesores del diseño planteado se propuso un recapeo para la zona comprendida entre el óvalo Papal y la Av. España con mezcla asfáltica en caliente, y para el tramo comprendido entre la Av. Huamán y el óvalo Papal se sugiere la aplicación de una lechada asfáltica.

Palabras clave

Mejoramiento, pavimento flexible, método PCI, diseño de pavimento.

Abstract

This research was carried out in the district of Víctor Larco Herrera, province of Trujillo, department of La Libertad, with the purpose of developing a proposal to improve the flexible pavement of Juan Pablo II Ave. The sample used was equal to the study population, that is to say, the road is made up of two carriageways with a central separator, with two directions and two lanes in each direction and each carriageway with a length of 3010 meters; the technique used was observation and its data collection instrument was the observation guide. By means of the new design of the calculated pavement structure, the following thicknesses were obtained: 7 cm of asphalt binder, 25 cm of granular base and 25 cm of granular subbase. Finally, after determining that the pavement is in regular condition and taking into account the thicknesses of the proposed design, a resurfacing was proposed for the area between the Papal Oval and España Avenue with hot asphalt mix, and for the section between Huamán Avenue and the Papal Oval, the application of an asphalt slurry was suggested.

Keywords

Improvement, flexible pavement, PCI method, pavement design.

I. INTRODUCCIÓN

La infraestructura vial es un asunto de gran trascendencia dentro de un país debido a que es clave para el crecimiento de las diferentes actividades económicas y servicios del mismo (Cortés, 2018). Según información recopilada en el World Economic Forum, son muchos los países a nivel mundial con retrasos en el tema de la calidad de sus carreteras, identificando vías sin un mantenimiento adecuado e incluso sin pavimentar, generando un retroceso en el desarrollo y crecimiento económico, social e incluso cultural; entonces siendo el sistema de transporte por carretera uno de los componentes primordiales para el desarrollo, este requiere una cantidad considerable dentro del presupuesto de un país (Bhavsar, 2016).

En Palestina, debido a la falta de recursos financieros y presupuestos asignados al cuidado, mejoramiento, rehabilitación y conservación de sus pavimentos, la evaluación de la condición superficial del pavimento haciendo uso del PCI es uno de los componentes principales dentro de su sistema de gestión de pavimentos, y esto debido a que permite identificar el deterioro en el pavimento y posteriormente indicar una estrategia adecuada de mantenimiento preventivo (Amjad, Haya y Mohammad, 2021, p.2). Por su parte el gobierno de la India, considera que la red de carreteras es fundamental para el crecimiento económico y social de su país, debido a ello, en los últimos años han realizado fuertes inversiones para acelerar el desarrollo de su sistema vial, en adición a eso resaltan la importancia que tienen el mantenimiento, mejoramiento, rehabilitación y prevención del deterioro de sus vías existentes, lo que a su vez requiere un análisis de la estructura, el rendimiento y la capacidad del pavimento (Singh, Sharma y Chopra, 2020, p.2).

En Perú, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) denota que uno de sus objetivos es generar las condiciones apropiadas para que el traslado de pasajeros y mercancías sean más rápidos y seguros en todo el país (“Obras viales concesionadas”, 2021). No obstante, las vías a nivel

nacional carecen de una gestión vial por parte de sus autoridades responsables viéndose reflejado esto en el daño que se puede apreciar en el pavimento de las diferentes ciudades (Bonifacio, 2022, p.16). Para lograr ese objetivo es muy importante que el pavimento de las vías esté en excelentes condiciones, de manera que se pueda garantizar una óptima transitabilidad, brindando así accesibilidad de un lugar a otro y reducir los costos por transporte (Macea et al., 2016). Los proyectos de rehabilitación, mejoramiento y conservación de la red vial nacional, tienen como objetivo principal disponer de carreteras que cuenten con un mayor nivel de eficacia y seguridad, que aporten con la integración social y el progreso económico del país (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2018).

En el departamento de La Libertad es fácil observar vías en mal estado, es por ello que surgen diferentes investigaciones basadas en el mejoramiento del pavimento flexible, aplicándose metodologías para determinar la condición tanto superficial como estructural del pavimento, calcular la estructura del pavimento, realizar un adecuado estudio de tráfico y determinar diversos parámetros necesarios para su mejoramiento (Ronceros y Vera, 2021, p.2). La avenida Juan Pablo II se encuentra ubicada en los distritos de Víctor Larco Herrera y Trujillo, provincia de Trujillo, departamento de La Libertad. Con el paso del tiempo esta avenida se ha vuelto más concurrida, debido al aumento del flujo vehicular de la zona causado por el incremento de la población en la ciudad, considerada la tercera ciudad con mayor población, con 1 088 300 habitantes hasta el año 2021 (Instituto Nacional de Estadística e informática, 2018); es fácil observar grietas, huecos, piel de cocodrilo, entre otras fallas. Esto genera malestar en los usuarios, pues una vía en mal estado deteriora y acorta la vida de un vehículo, asimismo, induce al conductor a realizar maniobras peligrosas por evitar las fallas, ocasionando así accidentes de tránsito.

Por ello, considerando todo lo anteriormente mencionado se formula el siguiente problema: ¿Cuál es la propuesta de mejoramiento de la Av. Juan Pablo II, Trujillo, La Libertad, 2022?

Esta investigación se lleva a cabo porque busca que el pavimento de la Av. Juan Pablo II cuente con todas las características necesarias para una óptima transitabilidad, libre de fallas, evitando así el deterioro y la reducción de la vida útil de los vehículos que circulan, generando que los dueños gasten menos en reparaciones de partes como suspensiones, neumáticos, etc. Evitando de igual manera los accidentes. Por otro lado, el clima impredecible de la zona y el alto tránsito vehicular, podrían ser los principales agentes causante de dichas fallas, sin embargo, realizando el estudio se origina una propuesta de mejora del pavimento de la Av. Juan Pablo II con lo cual beneficiaría a los usuarios de la vía, así como a toda la población, generando una buena imagen en la zona, así mismo prevenir fallas prematuras en la vía. Este proyecto permite realizar un diagnóstico del pavimento actual, comprendido por la evaluación de la condición superficial del pavimento flexible empleando la metodología PCI, un estudio de mecánica de suelos para la obtención del CBR del terreno de fundación la cual se encuentra fundamentada bajo la Norma E0.50 Suelos y Cimentaciones, el estudio de tráfico para obtener el IMDA según el MTC y AASHTO 93, de manera que se pueda presentar una propuesta adecuada de mejoramiento que se ajuste a dicha vía.

Por consiguiente, el objetivo general que se propone es elaborar la propuesta de mejoramiento de la Av. Juan Pablo II, Trujillo, La Libertad, 2022. Conjuntamente se presenta los siguientes objetivos específicos: Delimitar el área de estudio, realizar la evaluación de la condición superficial del pavimento aplicando la metodología PCI, realizar el estudio de tráfico para obtener el IMDA, determinar el CBR del terreno de fundación mediante el estudio de mecánica de suelo, elaborar la propuesta de mejoramiento, mediante el diseño de nuevos espesores de pavimento.

Finalmente, la hipótesis que se propone es la siguiente: La propuesta del mejoramiento del pavimento flexible de la Av. Juan Pablo II, cumplirá con los criterios prescritos en el Manual de Carreteras Sección Suelos y Pavimentos, Trujillo, La Libertad, 2022.

II. MARCO TEÓRICO

Arévalo y Prieto (2018), en su estudio plantearon realizar el mejoramiento de la vía Centro Parroquial, Santa Catalina, el Despacho, Santa Sofía y Guncay de la parroquia de El Valle en cumplimiento con la normativa vigente en Ecuador. La vía que se diseñó tuvo una longitud de 2643.82 metros, el estudio vial estuvo comprendido por el diseño geométrico, diseño de la estructura de pavimento tanto flexible como rígido y diseño de su drenaje. Los resultados obtenidos fueron: para un periodo de diseño de 20 años el tráfico promedio diario anual fue de 1964 vehículos, la velocidad de diseño de 50 km/h y el espesor que se determinó para la estructura del pavimento flexible fue de 74 cm. Finalmente concluyeron que el mejoramiento de dichas vías brindará un beneficio inmediato para los pobladores de las zonas que fueron estudiadas así mismo, promoverá el progreso tanto económico como turístico de El Valle.

Amjad et al. (2022), en su investigación "Predicting pavement condition index using artificial neural networks approach" tuvieron como objetivo calcular y predecir el PCI en función de varios indicadores, como la densidad y gravedad de las averías del pavimento y el número de secciones inspeccionadas. El enfoque de este estudio fue cuantitativo. Los datos se recopilaron de diez carreteras diferentes ubicadas en la ciudad de Nablus, Palestina. Se inspeccionaron y evaluaron visualmente 348 segmentos de 100 metros de longitud cada uno. Para la recopilación de datos y el posterior cálculo del PCI de cada sección del camino pavimentado se empleó la guía de observación del método ASTM 6433-07. Se encontró que aproximadamente el 22.5% de la superficie total del pavimento está sujeta a un determinado tipo de falla y las fallas por parcheo, grietas longitudinales y transversales, pulimiento de agregados, piel de cocodrilo son responsables del 87.3% de fallas observadas en general. Se concluyó que el cálculo del PCI utilizando el método convencional se apoya principalmente en el método de inspección visual, que identifica las averías existentes en el pavimento y cuantifica el tipo, la gravedad y la extensión de las fallas.

Julca (2021), presento el tema “Mejoramiento del pavimento flexible en la avenida José María Eguren, Trujillo” con la finalidad de realizar el mejoramiento de pavimentos flexibles en la avenida José María Eguren, Trujillo, 2021. El estudio tuvo un enfoque cuantitativo y se empleó la observación y el análisis documental como técnica de recolección de datos. Se obtuvo un índice de serviciabilidad de 0.8359, deflexiones en la calzada derecha e izquierda de 78.3 mm/100 y 86.8mm/100 respectivamente. Se concluyó que el estado del pavimento era malo, por lo cual era necesario una reconstrucción total del pavimento.

Ronceros y Vera (2021) presentaron “Mejoramiento del diseño estructural del pavimento flexible de la Avenida La Marina – Distrito de Moche - 2021”, cuyo objetivo fue realizar el mejoramiento del diseño estructural del pavimento flexible de dicha avenida. La investigación fue de diseño no experimental, transversal, descriptivo; así mismo el tramo estudiado fue de 2.5 km. Se obtuvo el registro vehicular y se calculó el tránsito de diseño, también se obtuvo los resultados correspondientes al estudio de mecánica de suelos procesados en un laboratorio. Mediante su estudio hallaron el valor de los ejes equivalentes con proyección para un periodo de 20 años.

Cajo (2021), en su investigación “Evaluación superficial y estructural del pavimento flexible de la carretera comprendida entre los distritos de Ferreñafe y Mesones Muro, 2020”, tuvo como objetivo evaluar el estado superficial y estructural del pavimento flexible de la carretera ya mencionada. Para abordar dicho estudio se realizó el estudio de tráfico, se evaluaron los daños superficiales y los daños estructurales y posteriormente planteó propuestas de intervención. Como resultado se encontró que el IMDa fue de 368 veh/día, las fallas más reiteradas fueron piel de cocodrilo y grietas longitudinales, el CBR respectivo de la base y sub base estaba entre 56 y 60, pero el CBR de la subrasante fue menor de 6%. Finalmente se evaluó la carreterera de 4.515 km de longitud tanto superficial como estructuralmente.

Rodriguez y Tacza (2018), presentaron su trabajo “Evaluación de fallas mediante el método PCI y planteamiento de alternativas de intervención para mejorar la condición operacional del pavimento flexible en el carril segregado del corredor Javier Prado”, con objetivo de plantear alternativas de intervención que puedan permitir hacer mejoras en la condición operacional del pavimento flexible existente en el carril segregado del corredor Javier Prado. Dicho trabajo realizado tuvo un enfoque descriptivo, el diseño de investigación es de campo. La técnica empleada en este estudio fue la observación y el instrumento que se aplicó fue el método PCI. La población de estudio de esta investigación fue el carril segregado del corredor Javier Prado, que se encuentra entre las avenidas Los Frutales y La Molina, asimismo, su longitud es 828 metros y el ancho del carril es de 3.5 metros; la muestra para este estudio fueron 18 unidades de muestra cada una con 46 metros de largo. Se identificó 8 diferentes tipos de fallas y el PCI que se obtuvo fue 57. En este estudio se pudo determinar la condición del pavimento flexible, con lo cual fue posible plantear las alternativas de intervención adecuadas para poder corregir la condición de dicha vía.

A partir de este punto se presentan los conceptos y teorías necesarias para fundamentar el presente proyecto de investigación.

Según Morales (2020), sostiene que un pavimento es aquel que está formado por diferentes capas, iniciando a partir de la subrasante, y cuya finalidad es soportar y transferir los esfuerzos que son provocados por la presencia de vehículos (p. 16). De la misma manera, de acuerdo con el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2014), “el pavimento es una estructura que está conformada por una serie de capas construidas encima de la sub-rasante del terreno, cuyo propósito es soportar y repartir los esfuerzos que originan los vehículos, además proporciona una superficie de rodadura que permite un tráfico seguro y cómodo” (p. 21).

El pavimento está conformado por cuatro elementos: primero la subrasante, que es la superficie terminada a nivel de corte y relleno, sobre ella es donde

se apoya toda la estructura del pavimento; segundo la subbase, esta capa está conformada con un material especificado y un espesor diseñado, cumple la función de drenar y controlar la capilaridad del agua, sobre éste se coloca la base y la carpeta asfáltica; tercero la base, esta capa es la encargada de sostener, distribuir y transmitir las cargas producidas por los vehículos; por último, la capa de rodadura, es aquella que sostiene directamente el tránsito, esta capa podría ser de tipo bituminoso, de concreto de cemento portland o de adoquines según corresponda. (Alarcon, 2018, p. 31).

Todo pavimento debe ser diseñado, construido y preservado con el objetivo de lograr un comportamiento óptimo tanto funcional como estructural a través de su vida útil. El comportamiento funcional está referido a todos los aspectos que repercuten en la calidad de la carpeta de rodadura, por lo cual están ligados con la comodidad y la seguridad de los transportistas; mientras que, el comportamiento estructural está referido a la integridad total de la estructura del pavimento. (Flores y Forigua, 2019, p. 24). Sin embargo, una vez construidos los pavimentos, se van deteriorando con el paso del tiempo, y en ausencia de un mantenimiento adecuado, empiezan a surgir diversos problemas (Pratap et al., 2018). Según Yoder (1975), con respecto a la clasificación del pavimento, existen dos principales categorías el pavimento rígido y el pavimento flexible (p. 5), por otra parte, otros textos de información indican que el pavimento puede clasificarse en flexible, rígido, articulado, semirrígido y mixtos.

El pavimento flexible está constituido por distintas capas, tales como: carpeta asfáltica, base granular, sub-base granular. (Asto, 2020, p. 12). El pavimento flexible, según Cruz y Palacios (como se citó en Sierra y Rivas, 2016, p. 27), “se caracteriza porque soporta inmensas deformaciones sin rotura al ser sometido a la aplicación de las cargas, las mismas que transmiten los esfuerzos a la subrasante por medio de un mecanismo de disolución de tensiones, las cuales descienden con la profundidad”. Además, López (2018), indica que el pavimento flexible está constituido por materiales bituminosos, y que es el más asequible en su construcción inicial y que su periodo de vida

útil varía entre 10 y 15 años. (p. 33). Por otra parte, para Rivas y Vargas (2017), el pavimento rígido se encuentra formado por una losa de concreto hidráulico y está apoyado directamente sobre la subrasante (p. 8). El pavimento mixto es una mezcla del flexible y el rígido, y la finalidad que tiene es aminorar la velocidad límite de los vehículos, también son considerados pavimentos mixtos aquellos de superficie asfáltica que son construidos encima de pavimento rígido (Leguía y Pacheco, 2016, p. 24).

El daño en el pavimento, o también denominado falla, es todo indicio de un rendimiento insatisfactorio del pavimento (Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones, 2016, p. 7). El daño en el pavimento flexible se debe a diversas causas, frecuentemente las principales son: la mala calidad de las mezclas asfálticas, generada por fallas en los procedimientos de producción o utilización de materiales no apropiados, y el proceso constructivo, generado por un mal control de calidad en el diseño y construcción del pavimento (Sierra y Rivas, 2016, p. 27). Para Raid et al. (2017), las fallas en el pavimento son causadas por varios factores o una serie de factores enlazados los cuales podrían ser ausencia de capacidad estructural, mal diseño, baja calidad de los materiales, malos procedimientos en su construcción y sobre todo ausencia de conservación y mantenimiento. (p. 324). Para Vásquez (2016) las fallas en un pavimento son indicativos externos del desgaste del pavimento atribuido a factores climatológicos, fallas en la construcción, o sobre carga o también todas juntas. (p. 21).

El pavimento flexible se deteriora con el incremento del tráfico, es por ello que existe la necesidad de evaluar la condición del pavimento existente de manera que se puedan tomar las medidas de mantenimiento oportunas para un tráfico seguro y eficiente (Sanjay et al., 2022), pues los resultados de la inspección proporcionan información valiosa (Karim et al., 2016). Dentro de la clasificación de fallas del pavimento se puede encontrar fallas de tipo estructural y fallas de tipo superficial. Las fallas de tipo estructural, de acuerdo con Montejo (como se citó en Muñoz, 2018, pág. 25) engloban los defectos que se encuentran en la superficie de rodadura y se generan en una o varias

capas de la estructura del pavimento lo cual ocasiona ruptura en dicha estructura. Por otro lado, debido a que la estructura vial está sujeta a tensiones externas debido al tráfico de los vehículos y las condiciones climáticas y sumado a esto el envejecimiento de la carpeta asfáltica dan lugar a las fallas superficiales (Mehdi et al. 2021). Según Hamisi (2020), la evaluación de un pavimento determina la condición actual a nivel superficial como estructural, con el propósito de alargar la vida útil del pavimento, para dotar a la vía de una óptima servicialidad.

El PCI, son las siglas de Pavement Condition Index, que en su traducción al español se lee índice de condición del pavimento y según Espinosa (2016), es una cantidad numérica que representa el nivel o grado de repercusión que la distribución de densidad, nivel de severidad y tipo de daño tiene la condición superficial del pavimento (p. 350). Según Marcomini et al. (2020), es un procedimiento visual para evaluar los pavimentos, tomando en consideración la extensión y la gravedad de los defectos hallados en el lugar de análisis. (p. 2). Por su parte Crisanto y Peralta (2019), sostienen que “el PCI es un indicativo numérico, el cual cataloga la condición superficial del pavimento, así mismo otorga la medida del estado actual del pavimento basado en el deterioro que se observa con respecto a la superficie del pavimento considerando la clase, severidad y cantidad de las fallas existentes” (p. 20). Rustam y Mohammad (2018), afirman que este método es sencillo, barato y de buenos resultados. Las fallas que se pueden identificar en el pavimento flexible según la metodología que emplea el PCI son 19 (Sabaruddin y Deni ,2019), estas en el manual correspondiente se encuentran detalladas y descritas una a una, indicando también la adecuada forma de realizar la inspección. El método PCI examina completamente la condición superficial del pavimento apoyándose en rangos que van de “0 - 10” hasta “85 - 100”, correspondiendo una condición “fallada” y “excelente” respectivamente. (Abdel y Hassan, 2016, p. 105).

Por otro lado, la viga Benkelman es una técnica no destructiva muy utilizada para la evaluación de la condición estructural del pavimento flexible, el cual depende en gran medida de técnicas de deflexión estática (Deol et al., 2016).

El diseño de pavimento representa uno de los componentes clave dentro del ciclo de vida de la infraestructura vial; y los principales datos para la definición de la estructura son el tráfico y las características de la subrasante (Pereira y Pais, 2017).

El volumen de tráfico es un elemento principal para el diseño estructural, así como para análisis de vida útil del pavimento, puesto que el tráfico es el principal agente de consumir la capacidad del pavimento, entonces el pavimento al no poder soportar los esfuerzos de fatiga debido a las cargas pesadas y repetitivas de las ruedas, producirán diversos problemas tales como surcos, diferentes tipos de grietas y asperezas (Bhandari et al., 2022). Los datos de tráfico que son requeridos van desde clasificación de los vehículos, volumen de camiones, número de ejes por camión, factores de ajustes del volumen de tráfico y factor de crecimiento del tráfico (Rahman y Gassman, 2018).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación: La investigación según el propósito fue aplicada, pues con el fin de desarrollar el proyecto se utilizarán conocimientos teóricos ya existentes. De manera que, para la realización del trabajo se empleó la metodología contemplada en la Norma ASTM D6433-20, Norma Técnica CE.010, Metodología AASHTO.

Según el diseño, la investigación fue de tipo no experimental – descriptiva. Según el nivel, la investigación será descriptiva, de manera que, durante el proceso de la investigación, se detallarán las características del pavimento en estudio tal y como serán observadas y cumpliendo todo lo que establece la Normas y lineamientos anteriormente mencionados.

Diseño de investigación: La investigación fue de diseño no experimental transversal descriptivo, y será no experimental puesto que el tipo de investigación que le corresponderá será no experimental, debido a que no existió ninguna manipulación en la variable de estudio; será de tipo transversal porque la recolección de la información en campo, se realizó en un único tiempo; por último, será descriptiva puesto que, observará y describirá aquellas características que se encuentren en el pavimento que será analizado.



Figura 1: Esquema referente al diseño de investigación.

Donde:

M: muestra, pavimento flexible de la Av. Juan Pablo II.

O: resultado, propuesta de mejoramiento.

3.2. Variables y operacionalización

Variable

Este proyecto de investigación presentó una sola variable de estudio: mejoramiento del pavimento.

Mejoramiento del pavimento

Está referido a los cambios que se realizan sobre la infraestructura vial, con el propósito de elevar sus especificaciones técnicas. Mediante actividades como construcción de nuevos carriles, obras nuevas de drenaje, ampliación de calzada, mejora de la estructura total del pavimento a través de tratamientos superficiales (Ministerio de economía y finanzas, 2015)

Matriz de operacionalización de variables

Ver Anexo 3.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

La población de estudio para el presente proyecto de investigación estuvo conformada por todo el pavimento flexible de la Av. Juan Pablo II.

Muestra

La muestra es igual a la población y presentó una longitud de 3.01 Km. por cada calzada, teniendo finalmente una longitud total de 6.02 Km. de pavimento flexible correspondiente a la avenida.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica de recolección de datos

Las técnicas que se emplearon fueron: la observación, pues se recopiló en campo la información para la evaluación de la condición superficial y estructural del pavimento y el estudio de tráfico; el análisis documental que nos permitió obtener datos relevantes para el estudio.

Instrumento de recolección de datos

Los instrumentos para la recolección de datos fueron la guía de observación de campo, para la técnica de observación. Y para el análisis documental fue la ficha de investigación.

Ver Anexo 4.

El instrumento se encuentra validado por la norma ASTM D-6433 de la Sociedad Americana para Pruebas y Materiales, La Norma Técnica de Edificaciones CE.010 Pavimentos Urbanos y el Manual de carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

3.5.Procedimientos

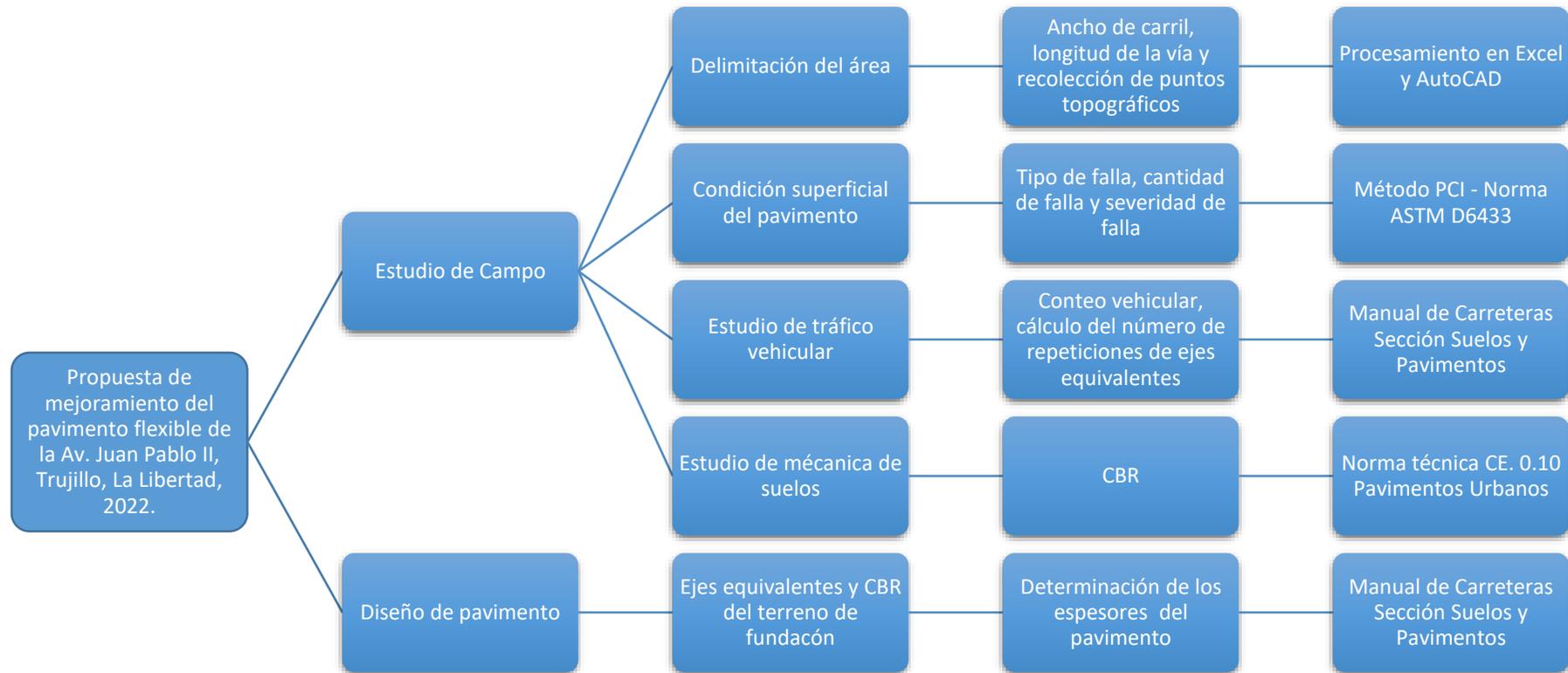


Figura 2. Procedimiento de investigación.

Para el desarrollo del proyecto fue necesario pasar por dos etapas, las cuales permitieron obtener toda la información precisa. La primera, fue el trabajo realizado in situ, es decir, en la Av. Juan Pablo II, donde se identificaron y midieron las fallas existentes en el pavimento, esto fue realizado siguiendo los lineamientos establecidos en la normativa ASTM D6433, también se realizó el estudio de mecánica de suelo y el estudio de tráfico. La segunda etapa consistió en el procesamiento de la información obtenida en campo, la cual permitió realizar el planteamiento para el mejoramiento de la vía en estudio.

Para la inspección del pavimento, se determinó el tipo, cantidad y severidad de cada una de las fallas, tal como indica en la ASTM D6433 y se registraron en la guía de observación correspondiente; de igual manera con el estudio de tráfico los datos obtenidos fueron registrados en su guía de observación, validada por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones. Al culminarse los procesos previos de inspección, se procedió a diseñar un pavimento nuevo bajo las directrices de la Metodología AASHTO93.

Delimitación del área.

En primera instancia se procedió a una inspección de la avenida Juan Pablo II, con el propósito de delimitar e identificar la zona de estudio, este proceso permitió conocer la longitud total de la vía en estudio.

Evaluación superficial.

- Equipos utilizados:
 - Cinta métrica.
 - Regla metálica.
 - Wincha laser, wincha de mano.
 - Libreta de notas.

- Procedimiento para obtención de datos:

Se identificó la avenida a evaluar, realizando un recorrido previo. Se procedió a medir el ancho de la calzada de los dos sentidos de la avenida, por lo cual se obtuvo la siguiente información:

Tabla 1. *Ancho de la calzada y longitud de los tramos evaluados*

	Nombre	Longitud (m)	Ancho de calzada (m)
Sentido 1	Av. Juan Pablo tramo Av. Huaman - Ov. Papal	1770	6.60
Sentido 2	Av. Juan Pablo tramo Av. Huaman - Ov. Papal	1770	6.60
Sentido 1	Av. Juan Pablo tramo Ov. Papal - Av. España	1240	7.20
Sentido 2	Av. Juan Pablo tramo Ov. Papal - Av. España	1240	7.20
TOTAL		6020	

De acuerdo a lo indicado en la Norma ASTM D6433, para la evaluación de pavimento asfáltico con ancho de calzada menor a 7.30 metros, corresponde que el área de la unidad de muestreo deberá variar entre 137 y 323 metros cuadrados.

Tabla 2. *Longitudes de unidad de muestreo asfáltica*

Ancho de calzada (m)	Longitud de la unidad de muestreo (m)
5.0	46.0
5.5	41.8
6.0	38.3
6.5	35.4
7.3 (máximo)	31.5

Fuente: ASTM D6433 – Procedimiento estándar PCI.

Debido a que el ancho de la calzada de la avenida no es uniforme en toda su longitud y de acuerdo con la tabla anterior se interpoló y se

logró obtener el área de unidadde de muestra que se presenta en la tabla siguiente.

Tabla 3. Área de las unidades de muestra

Sección	Nombre	Ancho de calzada (m)	Longitud de la unidad de muestreo (m)	Área de unidad de muestra (m ²)
1A	Av. Juan Pablo tramo Av. Huaman - Ov. Papal	6.60	34.71	229.09
1B	Av. Juan Pablo tramo Av. Huaman - Ov. Papal	6.60	34.71	229.09
2A	Av. Juan Pablo tramo Ov. Papal - Av. España	7.20	31.79	228.89
2B	Av. Juan Pablo tramo Ov. Papal - Av. España	7.20	31.79	228.89

Para definir el número de las unidades de muestreo, sólo bastó dividir la longitud total de la sección con la longitud de la unidad de muestreo.

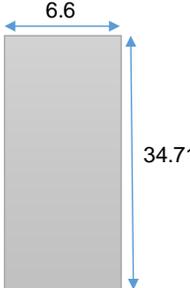
Tabla 4. Número de unidades de muestreo para cada sección

Sección	Nombre	Longitud (m)	Longitud de la unidad de muestreo (m)	Número total de unidades de muestreo
1A	Av. Juan Pablo tramo Av. Huaman - Ov. Papal	1770	34.71	51.00
1B	Av. Juan Pablo tramo Av. Huaman - Ov. Papal	1770	34.71	51.00
2A	Av. Juan Pablo tramo Ov. Papal - Av. España	1240	31.79	39.00
2B	Av. Juan Pablo tramo Ov. Papal - Av. España	1240	31.79	39.00
				180.00

Según lo indicado a la norma en este punto se debió calcular el número de muestras aleatorio, debido a que la longitud a evaluar excede los 2 km. No obstante, con la finalidad de obtener un resultado más preciso se decidió trabajar con las 180 muestras.

Una vez determinado esto se procedió a realizar la recolección de información. Ahora se muestra el proceso que se utilizó en una de las 180 unidades de muestra, las demás se adjuntan en los anexos.

Tabla 5. Cantidades parciales de la unidad de muestra 02

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO										
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA										
HOJA DE DATOS DE LA EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA UNIDAD DE MUESTRA										
Nombre de la vía:	Av. Juan Pablo II			Unidad de muestreo:	UM-02		Área de la UM (m2):	229.06		BOSQUEJO: 
Realizado por:	Sam Junior III Castillo Serrudo			Fecha:	16/05/2022		Sección:	1A		
Código	Descripción			Und.	Código	Descripción			Und.	
1	Piel de cocodrillo			m2	11	Parchado y acometidas de servicios públicos			m2	
2	Exudación			m2	12	Pullimiento de agregados			m2	
3	Agrietamiento en bloque			m2	13	Huecos			und	
4	Abultamientos y hundimientos			m	14	Cruce de vía ferrea			m2	
5	Corrugación			m2	15	Ahuellamiento			m2	
6	Depresión			m2	16	Desplazamiento			m2	
7	Grieta de borde			m	17	Grietas parabólicas o por deslizamiento			m2	
8	Grieta de reflexión de junta			m	18	Hincharamiento			m2	
9	Desnivel carril/berma			m	19	Meteorización/desprendimiento de agregados			m2	
10	Grietas longitudinales y transversales			m						
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
19	L	39.10								
10	L	1.77	1.10							
10	M	1.20	0.90	1.20						
11	L	1.32	1.40							
11	M	0.6	0.65							
13	L	1	1	1	1	1				
13	M	1								
15	L	1.10								
									TOTAL DV	
									HDV MAX	

Una vez que se llenó el tipo de falla, la severidad y las cantidades parciales correspondientes, se procedió a realizar la suma de las cantidades parciales dicho dato va en la fila total, posterior se calculó la densidad de cada de cada tipo de falla, para ello se dividió el total entre el área de dicha unidad de muestra; con este dato obtenido se pasa a determinar el valor deducido, haciendo uso de los ábacos establecidos en la Norma ASTM D6433.

Tabla 6. Cálculo de la densidad (%)

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
19	L	39.10					39.10	17.07%	
10	L	1.77	1.10				2.87	1.25%	
10	M	1.20	0.90	1.20			3.30	1.44%	
11	L	1.32	1.40				2.72	1.19%	
11	M	0.60	0.65				1.25	0.55%	
13	L	1	1	1	1	1	5.00	2.18%	
13	M	1					1.00	0.44%	
15	L	1.10					1.10	0.48%	
								TOTAL DV	
								HDV MAX	

Para el uso de los ábacos, primero se identifica el tipo de falla y su severidad, seguidamente se ubica la densidad encontrada y trazando una línea perpendicular a la base hacia la severidad que corresponda, luego de ese punto se vuelve a trazar otra recta en perpendicular en dirección al valor deducido para así poder identificar este último.

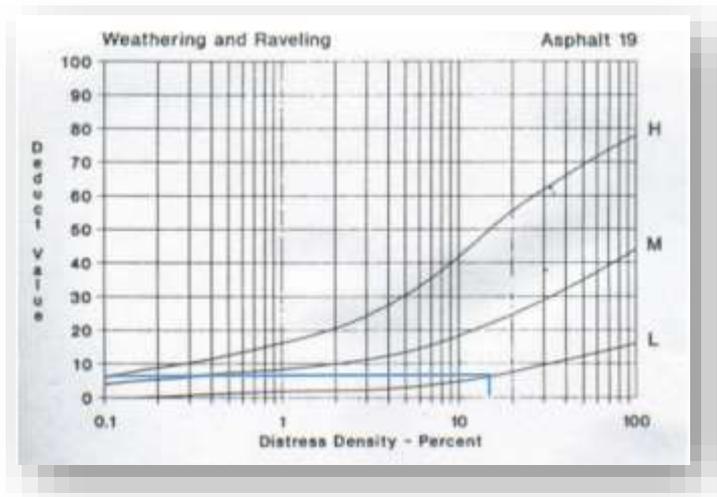


Figura 3. Falla 19, determinando el valor deducido

Después de realizar este proceso en las demás fallas correspondientes a la unidad de muestreo se obtuvo todos los valores deducidos, con lo cual se procedió a calcular el total valor deducido y el máximo valor deducido de dicha unidad de muestra.

Tabla 7. Cálculo de los valores deducidos de la UM 02

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
19	L	39.10					38.10	17.07%	7.20
10	L	1.77	1.10				2.87	1.25%	0.00
10	M	1.20	0.90	1.20			3.30	1.44%	5.00
11	L	1.32	1.40				2.72	1.19%	3.60
11	M	0.6	0.65				1.25	0.55%	7.50
13	L	1	1	1	1	1	5.00	2.18%	32.50
13	M	1					1.00	0.44%	20.00
15	L	1.10					1.10	0.48%	4.60
								TOTAL DV	80.40
								HDV MAX	32.50

Una vez obtenidos los valores deducidos correspondientes; 32.50, 20.00, 7.50, 7.20, 5.00, 4.60 y 3.60, se determinó “m”, que representa el número de deducciones permisibles, utilizando la ecuación presentada a continuación:

$$m = 1 + (9/98)(100 - HDV) \leq 10$$

En este caso se obtuvo:

$$m = 1 + (9/98)(100 - 32) \leq 10$$

$$m = 7.2 \leq 10$$

Entonces, después de reducir al máximo admisible de valores deducidos se obtuvo los siguientes valores deducidos individuales: 32.50, 20.00, 7.50, 7.20, 5.00, 4.60 y 0.72 (0.72 se obtuvo al multiplicar 3.6 con el resultado de $7.2 - 7.0 = 0.2$)

A continuación, se determinó “q”, que corresponde al número de valores deducidos que son mayores a 2; en esta situación $q = 6$. Una vez que se identificó dichos valores deducidos, se procede a ordenar de forma descendente, y de forma iterativa estos números se van reemplazando por el número 2, así como se ejemplifica en la tabla siguiente, finalmente para obtener el TDV se debe sumar cada fila.

En ambas estaciones, con ayuda del formato brindado por el MTC, se llevó a cabo el conteo de los vehículos livianos y pesados que circularon por la vía. Este trabajo de campo se desarrolló durante 7 días (domingo, lunes, martes, miércoles, jueves, viernes y sábado)

Esta información permitió procesar el conteo de tráfico diario, y a partir de dicha información obtenida pasamos a determinar el IMD (índice medio diario) y por consiguiente calcular el índice medio diario semanal y el índice medio diario anual.

Las fórmulas empleadas son las siguientes:

$$IMDs = \frac{Vd + Vl + Vm + Vmi + Vj + Vv + Vs}{7}$$

$$IMDA = IMDs * Fc$$

Es importante tener en cuenta los vehículos ligeros y los pesados, pues les corresponden un factor de corrección distinto, para este trabajo se consultó la página del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, encontrando dichos factores en la ficha técnica estándar para carreteras interurbanas sector transporte, también cabe mencionar que se usó de referencia el peaje de Virú. En la misma ficha ya mencionada también se pudo extraer la tasa anual de crecimiento vehicular correspondiente al departamento en estudio, aquí también tenemos diferentes valores, para vehículos livianos y pesados.

Finalmente se calculó los ejes equivalentes.

Cálculo de la estructura del pavimento

A fin de realizar el cálculo de la estructura del pavimento, se necesitó de parámetros como el tráfico, nivel de confiabilidad, índice de servicialidad inicial y final, desviación estándar normal y combinada.

Con ayuda de dichos datos se aplicó el método AASHTO 93 para determinar el número estructural requerido, y por medio de las tablas brindadas por el MTC se obtuvo los espesores de la base, sub base y capa superficial.

3.6. Método de análisis de datos

Debido a que este proyecto de investigación fue de diseño no experimental transversal, la técnica de análisis de datos que fue empleada es la estadística descriptiva, esto permitió obtener, organizar, presentar y describir la información que fue recopilada. Los instrumentos que fueron aplicados son las medidas de estadísticas, las que fueron presentadas en tablas de frecuencias, así como en gráficos estadísticos, como por ejemplo el que se muestra a continuación:



Figura 5. Fallas más recurrentes en el pavimento flexible.

Fuente: Alarcón, 2018.

3.7. Aspectos éticos

El proyecto de investigación presente se efectuó tomando en consideración la ética y la moral, por lo cual los datos que se obtuvieron

fueron usados para el presente estudio. Se cuidó que el trabajo realizado no deje consecuencias negativas, así mismo se siguió de manera rigurosa el proceso que conlleva la ejecución de una investigación científica.

Por otro lado, la redacción del trabajo se rigió bajo los lineamientos fijados en la resolución del Vicerrectorado de Investigación N°110-2022-VI-UCV. Finalmente, se comprobó que el grado de similitud del proyecto de investigación, por medio del programa turnitin, tuvo un porcentaje no mayor de 25%.

IV. RESULTADOS

4.1. Resultado 1: Delimitación del área

La zona de estudio es la av. Juan Pablo II, la cual está ubicada en ciudad de Trujillo, provincia Trujillo departamento de La Libertad, para realizar un estudio adecuado la avenida se dividió en dos tramos; el primero comprendido entre la av. Huamán y el óvalo Papal y el segundo está comprendido entre el óvalo Papal y la av. España. Cada tramo correspondientemente tiene una longitud de 1770 y 1240 metros. Cabe mencionar que se llegó a esa decisión porque dichos tramos presentaban diferentes anchos de calzadas y una composición vehicular diferente.

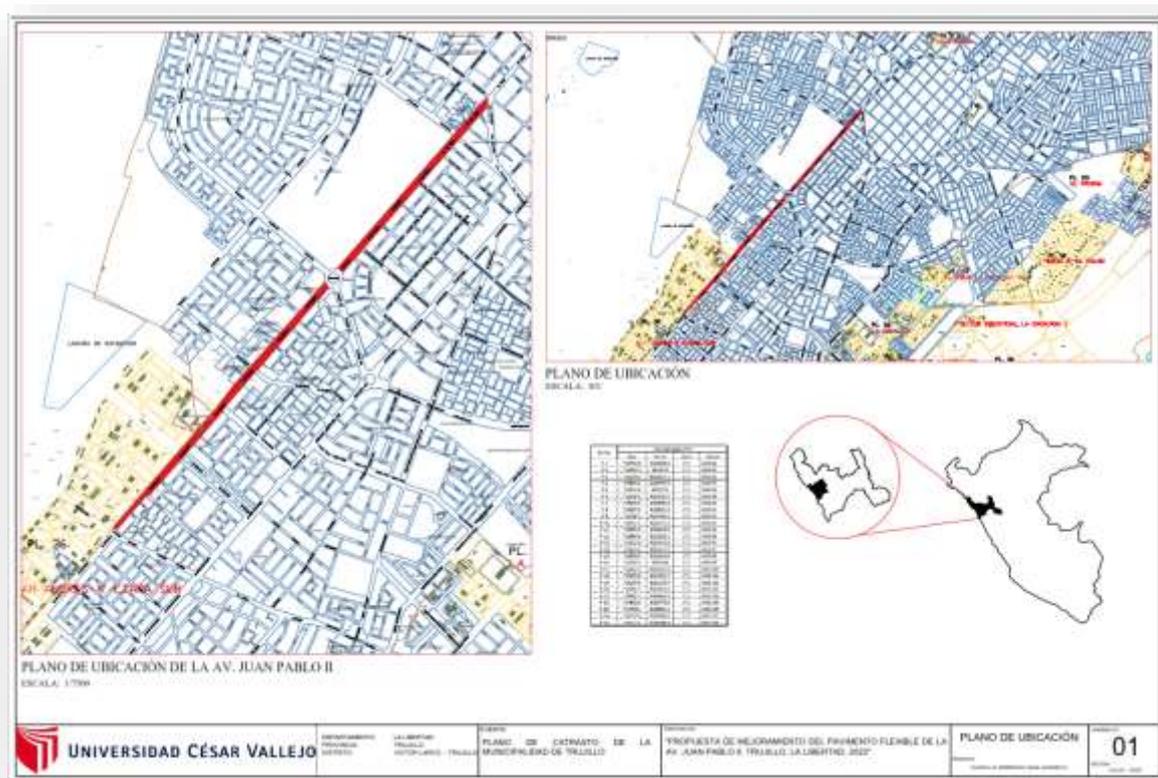


Figura 6. Delimitación del área de estudio.

Resultado 2: Condición superficial del pavimento

Se determinó el estado superficial del pavimento puesto en estudio, como se puede apreciar en la tabla 11, fueron un total de 180 unidades de muestreo las que se inspeccionaron, y por la medida del ancho de la calzada, la misma que no era uniforme en toda la avenida, un tramo con 6.6 metros y el otro con 7.2 metros, se obtuvieron dos medidas de áreas para las unidades de muestreo.

Tabla 11. Resumen del PCI de cada unidad de muestreo

MÉTODO ESTANDAR PARA LA EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA UNIDAD DE MUESTRA							
Av. Juan Pablo II							
SECCIÓN	ÁREA (m2)	UNIDAD DE MUESTREO	TRAMO		ANCHO DE CALZADA	PCI	CLASIFICACIÓN
			INICIO	FINAL			
1A	229.09	1	0+000.00	0+034.71	6.6	38.2	MALO
1A	229.09	2	0+034.71	0+069.42	6.6	53	REGULAR
1A	229.09	3	0+069.42	0+104.13	6.6	80.5	MUY BUENO
1A	229.09	4	0+104.13	0+138.84	6.6	72	MUY BUENO
1A	229.09	5	0+138.84	0+173.55	6.6	56	BUENO
1A	229.09	6	0+173.55	0+208.26	6.6	67.8	BUENO
1A	229.09	7	0+208.26	0+242.97	6.6	55.8	BUENO
1A	229.09	8	0+242.97	0+277.68	6.6	68.2	BUENO
1A	229.09	9	0+277.68	0+312.39	6.6	66.5	BUENO
1A	229.09	10	0+312.39	0+347.10	6.6	91.6	EXCELENTE
1A	229.09	11	0+347.10	0+381.81	6.6	84	MUY BUENO
1A	229.09	12	0+381.81	0+416.52	6.6	63	BUENO
1A	229.09	13	0+416.52	0+451.23	6.6	57.5	BUENO
1A	229.09	14	0+451.23	0+485.94	6.6	72	MUY BUENO
1A	229.09	15	0+485.94	0+520.65	6.6	52	REGULAR
1A	229.09	16	0+520.65	0+555.36	6.6	76	MUY BUENO
1A	229.09	17	0+555.36	0+590.07	6.6	72	MUY BUENO
1A	229.09	18	0+590.07	0+624.78	6.6	71	MUY BUENO
1A	229.09	19	0+624.78	0+659.49	6.6	72	MUY BUENO
1A	229.09	20	0+659.49	0+694.20	6.6	40.3	REGULAR
1A	229.09	21	0+694.20	0+728.91	6.6	70	BUENO
1A	229.09	22	0+728.91	0+763.62	6.6	47	REGULAR
1A	229.09	23	0+763.62	0+798.33	6.6	61.2	BUENO
1A	229.09	24	0+798.33	0+833.04	6.6	71.8	MUY BUENO

1A	229.09	25	0+833.04	0+867.75	6.6	53.9	REGULAR
1A	229.09	26	0+867.75	0+902.46	6.6	58	BUENO
1A	229.09	27	0+902.46	0+937.17	6.6	68	BUENO
1A	229.09	28	0+937.17	0+971.88	6.6	77	MUY BUENO
1A	229.09	29	0+971.88	1+006.59	6.6	39	MALO
1A	229.09	30	1+006.59	1+041.30	6.6	61.5	BUENO
1A	229.09	31	1+041.30	1+076.01	6.6	54	REGULAR
1A	229.09	32	1+076.01	1+110.72	6.6	70	BUENO
1A	229.09	33	1+110.72	1+145.43	6.6	71.6	MUY BUENO
1A	229.09	34	1+145.43	1+180.14	6.6	42.3	REGULAR
1A	229.09	35	1+180.14	1+214.85	6.6	75.9	MUY BUENO
1A	229.09	36	1+214.85	1+249.56	6.6	61.8	BUENO
1A	229.09	37	1+249.56	1+284.27	6.6	85.2	EXCELENTE
1A	229.09	38	1+284.27	1+318.98	6.6	82.1	MUY BUENO
1A	229.09	39	1+318.98	1+353.69	6.6	85.1	EXCELENTE
1A	229.09	40	1+353.69	1+388.40	6.6	66	BUENO
1A	229.09	41	1+388.40	1+423.11	6.6	70.5	MUY BUENO
1A	229.09	42	1+423.11	1+457.82	6.6	91	EXCELENTE
1A	229.09	43	1+457.82	1+492.53	6.6	91.5	EXCELENTE
1A	229.09	44	1+492.53	1+527.24	6.6	95	EXCELENTE
1A	229.09	45	1+527.24	1+561.95	6.6	52.8	MUY BUENO
1A	229.09	46	1+561.95	1+596.66	6.6	57	BUENO
1A	229.09	47	1+596.66	1+631.37	6.6	58	BUENO
1A	229.09	48	1+631.37	1+666.08	6.6	41	REGULAR
1A	229.09	49	1+666.08	1+700.79	6.6	67.3	BUENO
1A	229.09	50	1+700.79	1+735.50	6.6	77.5	MUY BUENO
1A	229.09	51	1+735.50	1+770.00	6.6	57.3	BUENO
2A	228.92	52	1+770.00	1+801.79	7.2	44	REGULAR
2A	228.92	53	1+801.79	1+833.58	7.2	50	REGULAR
2A	228.92	54	1+833.58	1+865.37	7.2	45	REGULAR
2A	228.92	55	1+865.37	1+897.16	7.2	52.8	REGULAR
2A	228.92	56	1+897.16	1+928.95	7.2	42	REGULAR
2A	228.92	57	1+928.95	1+960.74	7.2	37	MALO
2A	228.92	58	1+960.74	1+992.53	7.2	54	REGULAR
2A	228.92	59	1+992.53	2+024.32	7.2	44	REGULAR
2A	228.92	60	2+024.32	2+056.11	7.2	38	MALO
2A	228.92	61	2+056.11	2+087.90	7.2	32	MALO
2A	228.92	62	2+087.90	2+119.69	7.2	41	REGULAR
2A	228.92	63	2+119.69	2+151.48	7.2	35	MALO
2A	228.92	64	2+151.48	2+183.27	7.2	43	REGULAR
2A	228.92	65	2+183.27	2+215.06	7.2	40.8	MALO
2A	228.92	66	2+215.06	2+246.85	7.2	31	MALO
2A	228.92	67	2+246.85	2+278.64	7.2	38	MALO
2A	228.92	68	2+278.64	2+310.43	7.2	41	REGULAR

2A	228.92	69	2+310.43	2+342.22	7.2	42	REGULAR
2A	228.92	70	2+342.22	2+374.01	7.2	52.5	REGULAR
2A	228.92	71	2+374.01	2+405.80	7.2	37.4	MALO
2A	228.92	72	2+405.80	2+437.59	7.2	35.5	MALO
2A	228.92	73	2+437.59	2+469.38	7.2	39	MALO
2A	228.92	74	2+469.38	2+501.17	7.2	48	REGULAR
2A	228.92	75	2+501.17	2+532.96	7.2	39	MALO
2A	228.92	76	2+532.96	2+564.75	7.2	35	MALO
2A	228.92	77	2+564.75	2+596.54	7.2	47	REGULAR
2A	228.92	78	2+596.54	2+628.33	7.2	34.5	MALO
2A	228.92	79	2+628.33	2+660.12	7.2	37	MALO
2A	228.92	80	2+660.12	2+691.91	7.2	38.8	MALO
2A	228.92	81	2+691.91	2+723.70	7.2	22.5	MUY MALO
2A	228.92	82	2+723.70	2+755.49	7.2	34.8	MALO
2A	228.92	83	2+755.49	2+787.28	7.2	38.5	MALO
2A	228.92	84	2+787.28	2+819.07	7.2	43.4	REGULAR
2A	228.92	85	2+819.07	2+850.86	7.2	37.2	MALO
2A	228.92	86	2+850.86	2+882.65	7.2	31	MALO
2A	228.92	87	2+882.65	2+914.44	7.2	34	MALO
2A	228.92	88	2+914.44	2+946.23	7.2	50.5	REGULAR
2A	228.92	89	2+946.23	2+978.02	7.2	38	MALO
2A	228.92	90	2+978.02	3+010.00	7.2	53	REGULAR
1B	229.09	91	0+000.00	0+034.71	6.6	48	REGULAR
1B	229.09	92	0+034.71	0+069.42	6.6	71.5	MUY BUENO
1B	229.09	93	0+069.42	0+104.13	6.6	82.4	MUY BUENO
1B	229.09	94	0+104.13	0+138.84	6.6	70	BUENO
1B	229.09	95	0+138.84	0+173.55	6.6	32	MALO
1B	229.09	96	0+173.55	0+208.26	6.6	77.5	MUY BUENO
1B	229.09	97	0+208.26	0+242.97	6.6	55	REGULAR
1B	229.09	98	0+242.97	0+277.68	6.6	48	REGULAR
1B	229.09	99	0+277.68	0+312.39	6.6	61.7	BUENO
1B	229.09	100	0+312.39	0+347.10	6.6	71	MUY BUENO
1B	229.09	101	0+347.10	0+381.81	6.6	53.6	REGULAR
1B	229.09	102	0+381.81	0+416.52	6.6	76.2	MUY BUENO
1B	229.09	103	0+416.52	0+451.23	6.6	93.8	EXCELENTE
1B	229.09	104	0+451.23	0+485.94	6.6	89.1	EXCELENTE
1B	229.09	105	0+485.94	0+520.65	6.6	76	MUY BUENO
1B	229.09	106	0+520.65	0+555.36	6.6	91.5	EXCELENTE
1B	229.09	107	0+555.36	0+590.07	6.6	88.8	EXCELENTE
1B	229.09	108	0+590.07	0+624.78	6.6	61.1	BUENO
1B	229.09	109	0+624.78	0+659.49	6.6	72	MUY BUENO
1B	229.09	110	0+659.49	0+694.20	6.6	40.3	REGULAR
1B	229.09	111	0+694.20	0+728.91	6.6	70	BUENO
1B	229.09	112	0+728.91	0+763.62	6.6	47	REGULAR

1B	229.09	113	0+763.62	0+798.33	6.6	62.2	BUENO
1B	229.09	114	0+798.33	0+833.04	6.6	73.8	MUY BUENO
1B	229.09	115	0+833.04	0+867.75	6.6	53.9	REGULAR
1B	229.09	116	0+867.75	0+902.46	6.6	58	BUENO
1B	229.09	117	0+902.46	0+937.17	6.6	68	BUENO
1B	229.09	118	0+937.17	0+971.88	6.6	39	MALO
1B	229.09	119	0+971.88	1+006.59	6.6	61.5	BUENO
1B	229.09	120	1+006.59	1+041.30	6.6	54	REGULAR
1B	229.09	121	1+041.30	1+076.01	6.6	70	BUENO
1B	229.09	122	1+076.01	1+110.72	6.6	71.6	MUY BUENO
1B	229.09	123	1+110.72	1+145.43	6.6	42.3	REGULAR
1B	229.09	124	1+145.43	1+180.14	6.6	58	BUENO
1B	229.09	125	1+180.14	1+214.85	6.6	58	BUENO
1B	229.09	126	1+214.85	1+249.56	6.6	42	REGULAR
1B	229.09	127	1+249.56	1+284.27	6.6	67.3	BUENO
1B	229.09	128	1+284.27	1+318.98	6.6	77.5	MUY BUENO
1B	229.09	129	1+318.98	1+353.69	6.6	60.3	BUENO
1B	229.09	130	1+353.69	1+388.40	6.6	45	REGULAR
1B	229.09	131	1+388.40	1+423.11	6.6	52	REGULAR
1B	229.09	132	1+423.11	1+457.82	6.6	47	REGULAR
1B	229.09	133	1+457.82	1+492.53	6.6	42.3	REGULAR
1B	229.09	134	1+492.53	1+527.24	6.6	75.9	MUY BUENO
1B	229.09	135	1+527.24	1+561.95	6.6	61.8	BUENO
1B	229.09	136	1+561.95	1+596.66	6.6	39	MALO
1B	229.09	137	1+596.66	1+631.37	6.6	61.5	BUENO
1B	229.09	138	1+631.37	1+666.08	6.6	54	REGULAR
1B	229.09	139	1+666.08	1+700.79	6.6	52	REGULAR
1B	229.09	140	1+700.79	1+735.50	6.6	42	REGULAR
1B	229.09	141	1+735.50	1+770.00	6.6	67.3	BUENO
2B	228.92	142	1+770.00	1+801.79	7.2	52	REGULAR
2B	228.92	143	1+801.79	1+833.58	7.2	47	REGULAR
2B	228.92	144	1+833.58	1+865.37	7.2	48	REGULAR
2B	228.92	145	1+865.37	1+897.16	7.2	42.3	REGULAR
2B	228.92	146	1+897.16	1+928.95	7.2	39	MALO
2B	228.92	147	1+928.95	1+960.74	7.2	49	REGULAR
2B	228.92	148	1+960.74	1+992.53	7.2	45	REGULAR
2B	228.92	149	1+992.53	2+024.32	7.2	38	MALO
2B	228.92	150	2+024.32	2+056.11	7.2	33	MALO
2B	228.92	151	2+056.11	2+087.90	7.2	42	REGULAR
2B	228.92	152	2+087.90	2+119.69	7.2	36	MALO
2B	228.92	153	2+119.69	2+151.48	7.2	44	REGULAR
2B	228.92	154	2+151.48	2+183.27	7.2	38	MALO
2B	228.92	155	2+183.27	2+215.06	7.2	32	MALO
2B	228.92	156	2+215.06	2+246.85	7.2	39	MALO

2B	228.92	157	2+246.85	2+278.64	7.2	40	REGULAR
2B	228.92	158	2+278.64	2+310.43	7.2	44	REGULAR
2B	228.92	159	2+310.43	2+342.22	7.2	42	REGULAR
2B	228.92	160	2+342.22	2+374.01	7.2	39	MALO
2B	228.92	161	2+374.01	2+405.80	7.2	36	MALO
2B	228.92	162	2+405.80	2+437.59	7.2	39	MALO
2B	228.92	163	2+437.59	2+469.38	7.2	48	REGULAR
2B	228.92	164	2+469.38	2+501.17	7.2	39	MALO
2B	228.92	165	2+501.17	2+532.96	7.2	36	MALO
2B	228.92	166	2+532.96	2+564.75	7.2	48	REGULAR
2B	228.92	167	2+564.75	2+596.54	7.2	36	MALO
2B	228.92	168	2+596.54	2+628.33	7.2	39	MALO
2B	228.92	169	2+628.33	2+660.12	7.2	38	MALO
2B	228.92	170	2+660.12	2+691.91	7.2	23	MUY MALO
2B	228.92	171	2+691.91	2+723.70	7.2	36	MALO
2B	228.92	172	2+723.70	2+755.49	7.2	39	MALO
2B	228.92	173	2+755.49	2+787.28	7.2	43	REGULAR
2B	228.92	174	2+787.28	2+819.07	7.2	39	MALO
2B	228.92	175	2+819.07	2+850.86	7.2	32	MALO
2B	228.92	176	2+850.86	2+882.65	7.2	34	MALO
2B	228.92	177	2+882.65	2+914.44	7.2	50.5	REGULAR
2B	228.92	178	2+914.44	2+946.23	7.2	39.5	MALO
2B	228.92	179	2+946.23	2+978.02	7.2	54	REGULAR
2B	228.92	180	2+978.02	3+010.00	7.2	48	REGULAR

De las 180 unidades de muestreo, 59 tuvieron una clasificación regular, 47 malo y 35 bueno, sin embargo, ninguna muestra obtuvo la clasificación fallado y sólo 2 resultaron con una clasificación de muy malo.

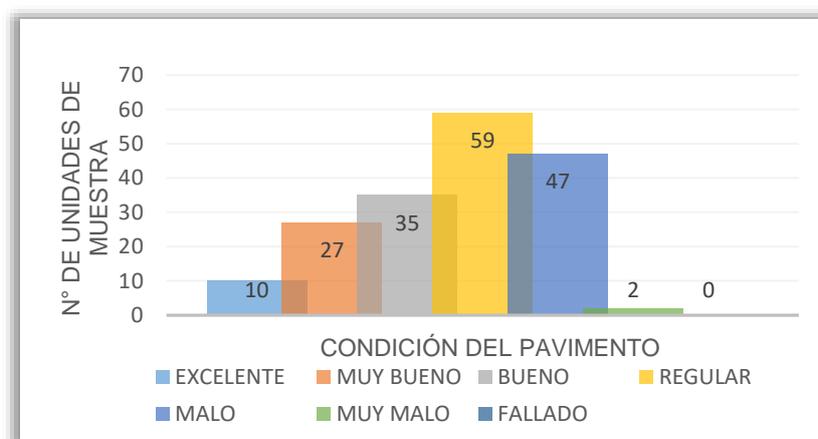


Figura 7. Número total de unidades de muestreo, según clasificación del PCI

Tabla 12. Índice de condición del pavimento de la Av. Juan Pablo II

PCI correspondiente a las Unidades de Muestreo	PCI	Clasificación
	53.71	REGULAR

Después de obtenido el PCI y su respectiva clasificación correspondiente a cada unidad de muestreo, finalmente se obtuvo el PCI de toda la Av. Juan Pablo II, el valor que se obtuvo fue de 53.71, por lo cual la clasificación que le correspondió fue “regular”.

Tabla 13. Índice de condición del pavimento por sección

Sección	PCI	Clasificación
SECCIÓN 1	63.76	BUENO
SECCIÓN 2	40.56	REGULAR

En la realización del estudio para determinar el PCI de la avenida, se dividió en dos secciones la primera comprendida entre la av. Huamán y el óvalo Papal y la segunda entre el óvalo Papal y la av. España. Los PCI que se obtuvieron respectivamente para cada tramo fueron 63.76 y 40.56.

En la imagen que se presenta a continuación, se aprecia la cantidad de fallas presentes en el pavimento, de las cuales la falla huecos es la que se encontró reiteradamente y la segunda falla con mayor incidencia en el pavimento fue la de grietas longitudinales y transversales, también se puede apreciar como ciertas fallas no fueron identificadas durante la inspección.

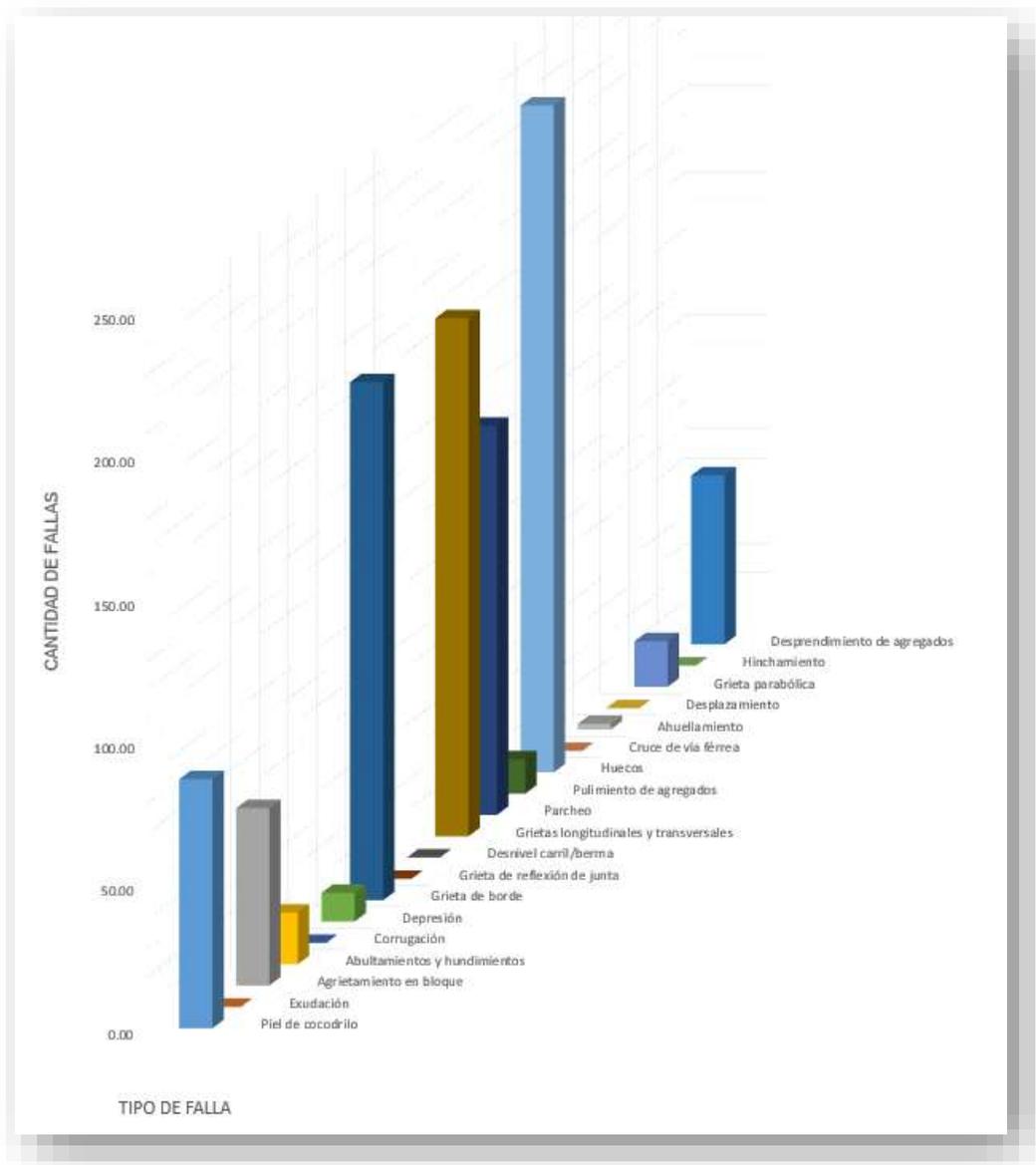


Figura 8. Tipos de fallas existentes en el pavimento.

También se presenta el porcentaje de las fallas más frecuentes que se identificaron durante el estudio, del total de fallas identificadas el 23% la conforman los huecos, el 18% tanto grietas de borde como grietas longitudinales y transversales, el 14% Parcheo, el 9% piel de cocodrilo, también cabe mencionar que las demás fallas conforman entre ellas el 18%.

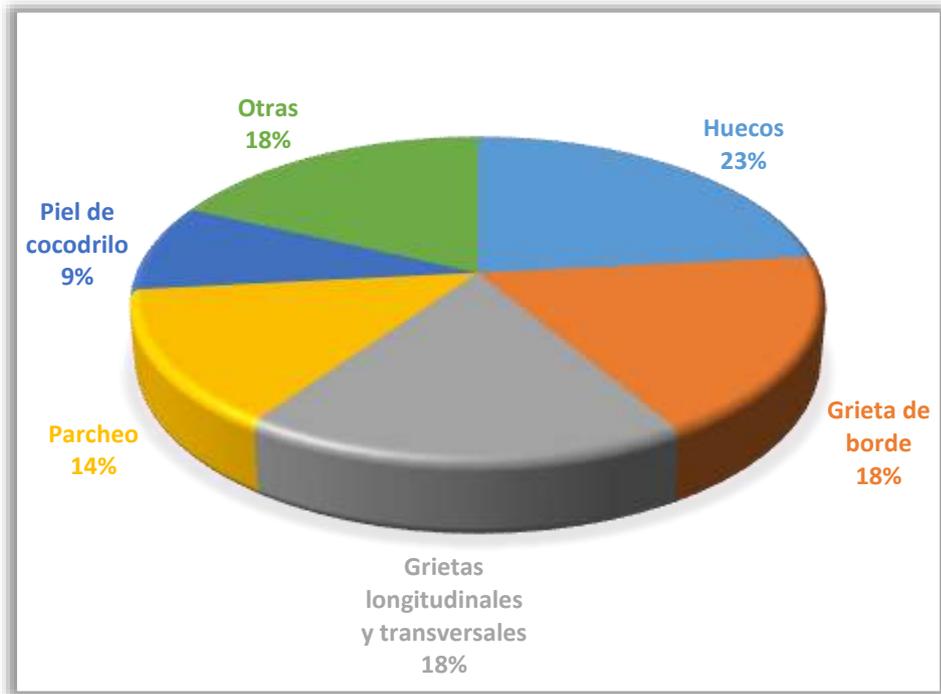


Figura 9. Fallas más frecuentes en el pavimento de la Av. Juan Pablo II.

4.2. Resultado 3: Estudio de tráfico

En análisis de tránsito se basó en la resolución N° 005-MTC/14 que aprueba el manual de carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, específicamente en el capítulo VI que corresponde al tráfico vial. En las siguientes tablas se presenta el resumen de los datos procesados para cada estación del conteo vehicular.

Tabla 14. Resumen del conteo vehicular de la estación E01

Proyecto:		Propuesta de mejoramiento del pavimento flexible de la Av. Juan Pablo II, Trujillo, La Libertad, 2022.						Estación:		Av. Juan Pablo II - Los Colibries							
Vía:		Av. Juan Pablo II															
DÍA	SENTIDO	Auto Móvil	S Wagon	Camionetas			Micro	Ómnibus		Camión		Semitraylers				Traylers	
				Pick up	Panel	Rural		2E	3E	2E	3E	2S	2S3	3S2	≥ 3S3	2T2	2T3
DOMINGO 15/05/2022	AMBOS SENTIDOS	7496	840	777	280	312	176	0	40	18	8	0	2	0	0	0	0
LUNES 16/05/2022	AMBOS SENTIDOS	12466	2000	1910	707	708	268	5	40	19	9	0	3	0	0	4	2
MARTES 17/05/2022	AMBOS SENTIDOS	13276	1779	1777	802	778	269	7	41	18	12	0	3	0	1	4	3
MIÉRCOLES 18/05/2022	AMBOS SENTIDOS	13357	1848	1824	697	806	268	5	41	18	8	1	3	0	0	4	3
JUEVES 19/05/2022	AMBOS SENTIDOS	13421	1975	2004	787	744	270	7	42	18	8	7	4	1	0	4	3
VIERNES 20/05/2022	AMBOS SENTIDOS	13897	2066	2185	758	989	276	15	47	21	11	6	2	3	0	5	4
SÁBADO 21/05/2022	AMBOS SENTIDOS	13839	1960	1842	854	821	271	8	45	20	10	9	6	0	1	4	2

En esta tabla se presentó el resumen de los diferentes tipos de vehículos contabilizados, en la estación Los Colibries, este conteo corresponde al tramo comprendido entre la av. Huamán y el óvalo Papal. Como se puede apreciar en la tabla en este tramo circulan vehículos pesados; y el día con mayor volumen de tráfico fue el viernes.

Tabla 15. Índice medio diario semanal e índice medio diario anual según el tipo de vehículo, para la estación E01

Tipo de Vehículo	Tráfico vehicular en dos sentidos por día							Total por semana	IMDs	FC	IMDa
	Domingo	lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado				
Auto Móvil	7496	12466	13276	13357	13421	13897	13839	87752	12536.00	1.1221	14067.00
S Wagon	840	2000	1779	1848	1975	2066	1960	12468	1782.00	1.1221	2000.00
Pick up	777	1910	1777	1824	2004	2185	1842	12319	1760.00	1.1221	1975.00
Panel	280	707	802	697	787	758	854	4885	698.00	1.1221	784.00
Rural	312	708	778	806	744	989	821	5158	737.00	1.1221	827.00
Micro	176	268	269	268	270	276	271	1798	257.00	1.1221	289.00
Ómnibus 2E	0	5	7	5	7	15	8	47	7.00	1.0887	8.00
Ómnibus 3E	40	40	41	41	42	47	45	296	43.00	1.0887	47.00
Camión 2E	18	19	18	18	18	21	20	132	19.00	1.0887	21.00
Camión 3E	8	9	12	8	8	11	10	66	10.00	1.0887	11.00
Semitraylers 2S	0	0	0	1	7	6	9	23	4.00	1.0887	5.00
Semitraylers 2S3	2	3	3	3	4	2	6	23	4.00	1.0887	5.00
Semitraylers 3S2	0	0	0	0	1	3	0	4	1.00	1.0887	2.00
Semitraylers ≥ 3S3	0	0	1	0	0	0	1	2	1.00	1.0887	2.00
Traylers 2T2	0	4	4	4	4	5	4	25	4.00	1.0887	5.00
Traylers 2T3	0	2	3	3	3	4	2	17	3.00	1.0887	4.00

En esta tabla se puede apreciar que se determinó el total promedio diario de cada uno de los tipos de vehículos, es decir el total de vehículos por semana dividido entre 7, este índice medio diario semanal multiplicado con el factor de corrección estacional da como resultado el índice medio diario anual, y como muestra la tabla se realizó este cálculo para cada tipo de vehículo.

Tabla 16. Resumen del conteo vehicular de la estación E02

Proyecto:		Propuesta de mejoramiento del pavimento flexible de la Av. Juan Pablo II, Trujillo, La Libertad, 2022.						Estación:	UNT									
Vía:		Av. Juan Pablo II																
DÍA	SENTIDO	Auto Móvil	S Wagon	Camionetas			Micro	Ómnibus		Camión		Semitraylers				Traylers		
				Pick up	Panel	Rural		2E	3E	2E	3E	2S	2S3	3S2	≥ 3S3	2T2	2T3	
DOMINGO 15/05/2022	AMBOS SENTIDOS	13408	1688	1472	655	714	1547	0	0	7	2	1	0	0	1	0	0	
LUNES 16/05/2022	AMBOS SENTIDOS	13798	3282	2717	738	934	5713	11	4	2	10	6	0	0	0	2	0	
MARTES 17/05/2022	AMBOS SENTIDOS	14135	3297	2696	730	929	5725	10	5	12	11	5	0	0	0	2	0	
MIÉRCOLES 18/05/2022	AMBOS SENTIDOS	14805	3527	2712	718	976	5704	11	5	10	14	5	2	0	0	2	0	
JUEVES 19/05/2022	AMBOS SENTIDOS	14411	3352	2849	731	926	5716	15	5	16	13	5	0	0	0	2	0	
VIERNES 20/05/2022	AMBOS SENTIDOS	14536	3443	2902	737	931	5767	17	7	17	14	6	0	0	0	2	0	
SÁBADO 21/05/2022	AMBOS SENTIDOS	14301	3614	2824	732	958	5740	19	7	20	17	8	0	0	1	1	0	

En esta tabla se presentó el resumen de los diferentes tipos de vehículos contabilizados, en la estación UNT, este conteo corresponde al tramo comprendido entre el óvalo Papal y la av. España. Como se puede observar, a diferencia de la E01, en este tramo hubo menor presencia de tráfico pesado; y el día con mayor volumen de tráfico fue el miércoles.

Tabla 17. Índice medio diario semanal e índice medio diario anual según el tipo de vehículo, para la estación E02

Tipo de Vehículo	Tráfico vehicular en dos sentidos por día							Total por semana	IMDs	FC	IMDa
	Domingo	lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado				
Auto Móvil	13408	13798	14135	14805	14411	14536	14301	99394	14200.00	1.1221	15934.00
S Wagon	1688	3282	3297	3527	3352	3443	3614	22203	3172.00	1.1221	3560.00
Pick up	1472	2717	2696	2712	2849	2902	2824	18172	2596.00	1.1221	2913.00
Panel	655	738	730	718	731	737	732	5041	721.00	1.1221	810.00
Rural	714	934	929	976	926	931	958	6368	910.00	1.1221	1022.00
Micro	1547	5713	5725	5704	5716	5767	5740	35912	5131.00	1.1221	5758.00
Ómnibus 2E	0	11	10	11	15	17	19	83	12.00	1.0887	14.00
Ómnibus 3E	0	4	5	5	5	7	7	33	5.00	1.0887	6.00
Camión 2E	7	2	12	10	16	17	20	84	12.00	1.0887	14.00
Camión 3E	2	10	11	14	13	14	17	81	12.00	1.0887	14.00
Semitraylers 2S	1	6	5	5	5	6	8	36	6.00	1.0887	7.00
Semitraylers 2S3	0	0	0	2	0	0	0	2	1.00	1.0887	2.00
Semitraylers 3S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	1.0887	0.00
Semitraylers ≥ 3S3	1	0	0	0	0	0	1	2	1.00	1.0887	2.00
Traylers 2T2	0	2	2	2	2	2	1	11	2.00	1.0887	3.00
Traylers 2T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	1.0887	0.00

En esta tabla, al igual que la tabla 15, se puede apreciar que se determinó el total promedio diario de cada uno de los tipos de vehículos, es decir el total de vehículos por semana dividido entre 7, este índice medio diario semanal multiplicado con el factor de corrección estacional da como resultado el índice medio diario anual, y como muestra la tabla se realizó este cálculo para cada tipo de vehículo. Esta estación representa el análisis de tráfico para el tramo comprendido entre el óvalo Papal y la av. España.

Tabla 18. *Cálculo de número de repeticiones de ejes equivalentes tramo Av. Huamán - Óvalo Papal*

F.IMDA	TIEMPO (365 días)	Fd	Fc	Fca	EE = ESALs
510.91	365	0.50	0.80	26.41	1970034

En esta tabla se presenta el cálculo del número de repeticiones de ejes equivalentes, para poder realizar el cálculo se determinó antes el F.IMDA lo cual corresponde al factor del índice medio diario anual y se puede ver en anexos, así mismo se determinó el factor direccional y el factor carril, estos datos dependen del número de calzadas, sentido y de carriles por sentido; y el factor de crecimiento acumulado.

Tabla 19. *Cálculo de número de repeticiones de ejes equivalentes tramo Óvalo Papal - Av. España*

F.IMDA	TIEMPO (365 días)	Fd	Fc	Fca	EE = ESALs
336.56	365	0.50	0.80	26.41	1297744

Al igual que la tabla anterior , en esta tabla se presenta el cálculo del número de repeticiones de ejes equivalentes, y en anexos se presentará los cálculos correspondientes para determinar el factor del índice medio diario anual.

4.3. Resultado 4: Estudio de mecánica de suelos

Se realizó el estudio para tres calicatas a una hondura de 2 metros. Y a continuación, se presenta el resumen de los resultados que se obtuvieron en laboratorio.

Tabla 20. *Resumen de estudio de mecánica de suelos*

N° Calicata	Muestra	Prof.(m)	% CH	% Gravas	% Arena	% Finos	% LL	% LP
C-1	M-1	2.00	3.80	0	97.33	2.67	NP	NP
C-2	M-1	2.00	2.29	0	98.35	1.65	NP	NP
C-3	M-1	2.00	2.70	0	98.07	1.93	NP	NP

Como se puede observar en la tabla, se presenta en el siguiente orden: el número de calicata, número de muestra, profundidad, el porcentaje de arcillas inorgánicas de alta compresibilidad, el porcentaje de gravas, el porcentaje de arena, el porcentaje de finos, el porcentaje de límite líquido y porcentaje de límite plástico.

Tabla 21. *Clasificación del tipo de suelo*

N° Calicata	Muestra	Clasificación	
		SUCS	ASSHTO
C-1	M-1	SP (Arena pobremente graduada)	A-3(0)
C-2	M-1	SP (Arena pobremente graduada)	A-3(0)
C-3	M-1	SP (Arena pobremente graduada)	A-3(0)

En esta tabla se presenta el tipo de suelo que corresponde a cada calicata, la clasificación presentada es según SUCS y según ASSHTO, según el primero, el tipo de suelo se clasifica como arena pobremente graduada y según ASSHTO se clasifica como arena fina.

Finalmente, en la tabla presentada a continuación se muestra el CBR correspondiente a cada calicata.

Tabla 22. Resumen de CBR

N° Calicata	Muestra	CBR(%)
C-1	M-1	8.50
C-2	M-1	7.50
C-3	M-1	8.00

4.4. Resultado 5: Diseño del pavimento

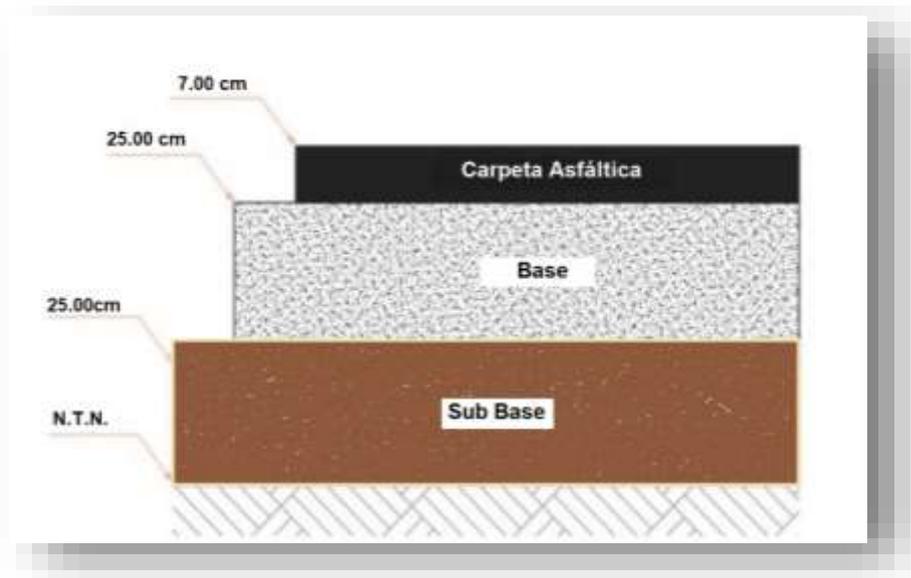


Figura 10. Diseño de pavimento Av. Juan Pablo II, tramos Av. Huamán - óvalo Papal

La figura representa los espesores del pavimento que fueron calculados, teniendo en consideración la información presentada en los ítems anteriores, dichos cálculos se pueden apreciar en los anexos de este documento; la estructura del pavimento para el tramo comprendido entre la av. Huamán y el óvalo Papal se conformaría de la siguiente manera: 7 cm de carpeta asfáltica, 25 cm de base y 20 cm de sub base.

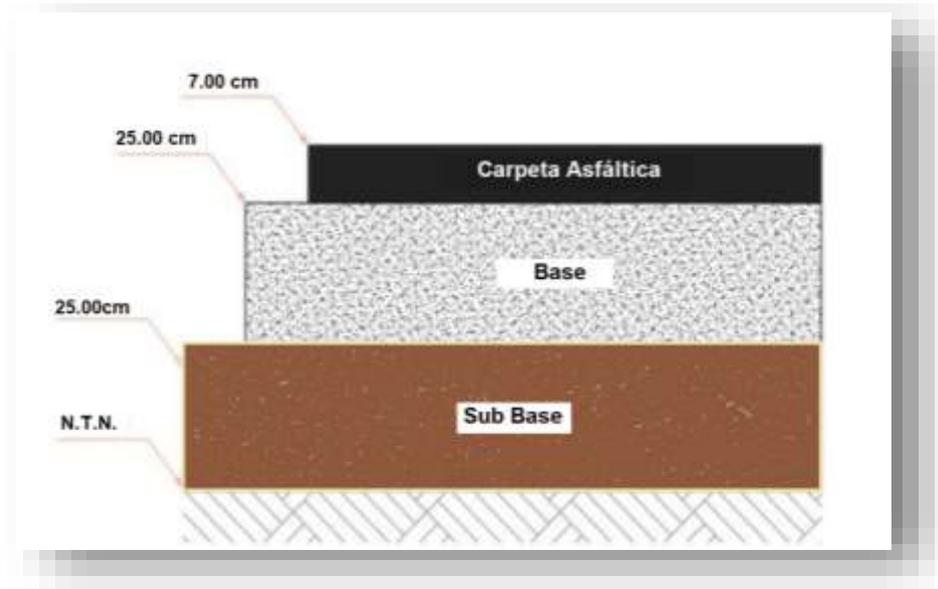


Figura 11. Diseño de pavimento Av. Juan Pablo II, tramo óvalo Papal - Av. España

AL igual que la figura anterior, esta representa los espesores del pavimento que fueron calculados, teniendo en consideración la información presentada en los ítems anteriores, dichos cálculos se pueden apreciar en los anexos de este documento; la estructura del pavimento para el tramo comprendido entre el óvalo Papal y la av. España se conformaría de la siguiente manera: 7 cm de carpeta asfáltica, 25 cm de base y 20 cm de sub base.

V. DISCUSIÓN

Para llevar a cabo el mejoramiento del pavimento flexible de la Av. Juan Pablo II, se planteó un diseño estructural para dicho pavimento, teniendo como respaldo el Manual de carreteras: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos, del Ministerio de Transportes y Comunicaciones y por ende la normativa de AASHTO 93, obteniéndose los siguientes espesores: 7.00 cm de carpeta asfáltica en caliente, 25.00 cm de base granular y 25.00 cm de sub base granular. Por lo tanto, estos resultados dan valides a la hipótesis planteada.

Como se observa en la tabla 13. Resumen del PCI de cada unidad de muestra, se evaluó un total de 180 unidades de muestreo, la longitud de la vía puesta en estudio fue de 3010 metros, siendo una vía de dos calzadas con separador central; por lo cual se evaluó una longitud total de 6020 metros. En la tabla 14, se puede ver el PCI promedio de las 180 unidades de muestreo, el cual dio un valor de 53.71, indicando así que el pavimento de la Av. Juan Pablo II es regular. En la tabla 15, se muestra el PCI correspondiente a las secciones de la vía, las cuales fueron 2 la primera sección pertenece al tramo av. Huamán – óvalo Papal y la segunda sección al tramo óvalo Papal – av. España, los índices correspondientes a las secciones fueron 63.76 y 40.56. La figura 8 muestra la variedad de fallas encontradas en el pavimento, fueron 11 los tipos de fallas que se encontraron en el estudio, teniendo en cuenta que el método PCI distingue 19 tipos de fallas. La figura 9, representa el porcentaje de las fallas más frecuentes localizadas en el pavimento estudiado, el 23% le corresponde a la falla huecos, el 18 % a grietas de bordes y grietas longitudinales y transversales, el 14% a la falla parcheo, y el 9% a la falla piel de cocodrilo y las demás fallas restantes agrupadas les pertenece el 18%. La tabla 16, contiene el resumen del estudio de tráfico realizado en la estación E01 correspondiente al tramo av. Huamán – óvalo Papal, allí se puede ver que el día con menor volumen de tráfico fue el día domingo. En la tabla 17, se puede observar además del resumen del estudio de tráfico, el IMDs y el IMDa correspondiente al estudio realizado para la E01. Por su parte la tabla 18, contiene el resumen del estudio de tráfico realizado en la estación E02

correspondiente al tramo óvalo Papal – av. España, también se observó que el día con menor volumen de tráfico fue el día domingo. En la tabla 19, se puede observar además del resumen del estudio de tráfico, el IMDs y el IMDa correspondiente al estudio realizado para la E02. En la tabla 20, se muestra el cálculo de número de ejes equivalentes del tramo av. Huamán – óvalo Papal, y el tipo de tráfico pesado expresado en ejes equivalentes para este tramo fue Tp6. En la tabla 21, se muestra el cálculo del número de ejes equivalentes del tramo óvalo Papal – av. España, y el tipo de tráfico pesado expresado en ejes equivalentes para este tramo fue Tp5. En la tabla 22 se expone el resumen del estudio de mecánica de suelos de tres calicatas; en la tabla 23 se expone la clasificación del suelo, de determinó que fue arena pobremente graduada y arena fina según SUCS y ASSHTO respectivamente; en la tabla 24 se presenta resumen del CBR, dicho valor es considerado bueno cuando se encuentra entre el rango 8% - 17% según indica la Norma CE.010 de Pavimentos Urbanos. Finalmente, la figura 10 y la figura 11, pone a la vista los espesores del pavimento que fueron calculados tanto para el tramo de la av. Huamán – óvalo Papal como para el tramo óvalo Papal – av. España.

Dentro de los resultados obtenidos para el estudio del estado del pavimento se evaluó las dos calzadas de la vía cada una con una longitud total de 3010 metros, por el tipo de la disposición de la avenida el estudio se realizó dividiendo dos tramos, los cuales estuvieron divididos por el Ovalo papal y el total de las unidades de muestra correspondiente a cada zona fueron 102 y 78 correspondientemente; las unidades tuvieron las medidas de 34.71 metros de largo por 6.6 metros de ancho y 31.79 metros por 7.20 metros respectivamente. Por su parte Amjad et al. (2022) realizaron la evaluación visual de 348 segmentos de 100 metros de longitud. También, Rodriguez y Tacza (2018) evaluaron un carril de 828 metros de longitud para su investigación con un total de 18 unidades de muestra cuya longitud fue de 46 metros de largo y 3.5 metros de ancho cada una. Y según lo establecido en la Norma ASTM D6433 se puede inspeccionar un número mínimo de unidades de muestra, pero para hallar este dato se aplica la estadística con una

confiabilidad de 95%; sin embargo, dicha norma también indica que lo ideal en el análisis de proyectos es la inspección de todas las unidades de muestra, permitiendo de esa manera una mejor toma de decisiones con respecto al resultado obtenido.

El proceso de evaluación permitió obtener un PCI igual a 53.71 correspondiéndole la clasificación regular, este valor se obtuvo del promedio del PCI de las 180 unidades de muestra. Por otro lado, Rodríguez y Tacza (2018) en su estudio, obtuvieron un PCI igual a 57 a lo cual le correspondió una condición buena; y por su parte Julca (2021) pudo concluir que el estado del pavimento de su vía estudiada resultó malo. Como indica la norma ASTM D6433, el número PCI, el cual varía entre 0 y 100 permite obtener la representación verbal del grado de la condición del pavimento.

La avenida Juan Pablo II, objeto de este estudio comprende una longitud de 3010 metros, mientras que Arévalo y Prieto (2018) en su investigación la vía que estudiaron tuvo una longitud de 2643.82 metros; Cajo (2021) en su investigación evaluó una longitud de 4515 metros; y por su parte Rodríguez y Tacza (2018) evaluaron una longitud de 828 metros. En la norma ASTM D6433, no se restringe, ni indica una longitud determinada para poder llevar a cabo el estudio de inspección, sin embargo, si indica como determinar las dimensiones para las unidades de muestra.

Con respecto al estudio de tráfico, este trabajo se realizó por 7 días las 24 hora y en dos estaciones de conteo, según lo indicado en el capítulo IV Tráfico Vial del manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos. La estación uno codificada como E01 corresponde al tramo entre la av. Huamán y el óvalo Papal, mientras que la estación dos con código E02 corresponde al tramo comprendido entre el óvalo Papal y la av. España, esto se realizó debido a que la Av. Juan Pablo II presentaba distinto tipo de tráfico para esos tramos. Mientras tanto Ronceros y Vera (2021), realizaron su estudio de tráfico en una sola estación de conteo, puesto que eso se ajustaba a las características de su vía estudiada, ellos también realizaron su estudio teniendo como guía al

Manual del Ministerio de Transportes y Comunicaciones. De la misma manera, Cajo (2021) sólo realizó el conteo vehicular en una sola estación, y obtuvo un IMDa de 368 veh/día. Según el manual del MTC indica que este estudio inicia con el aforo del tráfico, es decir la contabilización de los vehículos que circulan por una vía en un tiempo y punto determinado, el cual depende de la variación de la tasa de crecimiento y su composición, es decir del crecimiento vehicular el cual está relacionado con el crecimiento poblacional y los tipos de vehículos que pueden estar transitando por la vía.

Cajo (2021), en su estudio determinó un CBR menor a 6%, mientras que en este trabajo el CBR encontrado fue de 8%; y como indica en la Norma CE.010 de Pavimentos Urbanos, cuando un CBR se encuentra en el rango comprendido entre 8% - 17% es considerado bueno, por el contrario, según el manual de carreteras de Ministerio de Transportes y Comunicaciones un CBR comprendido entre 6% - 10% es catalogado como regular. Arévalo y Prieto (2018) realizaron el diseño estructural del pavimento, después de sus estudios realizados obtuvieron un espesor de 74 cm; por su parte Ronceros y Vera (2021), ellos determinaron su estructura de pavimento con lo que obtuvieron un espesor de 40 cm. Por otro lado, y distinto a lo que ellos obtuvieron, en esta investigación se obtuvo un espesor de 57 cm. De la misma forma que Arévalo y Prieto (2018) y Roceros y Vera (2021), el diseño de pavimentos de cada estudio se realizó basado en el Capítulo XII Pavimentos Flexibles del Manual de Carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Las limitaciones que se presentaron durante la investigación, básicamente fueron a raíz del tráfico, que obstaculizó el trabajo en campo, el cual se logró realizar satisfactoriamente, aunque con retraso de tiempo. También cabe mencionar que esta investigación terminó con el diseño estructural del pavimento flexible, por lo cual toda esta información obtenida se pone a disposición de futuros investigadores.

En esta investigación el pavimento de la Av. Juan Pablo II obtuvo un valor PCI que lo clasifica como regular, por lo tanto, después de la determinación del ESAL de diseño (1970034 y 1297744) de los dos estaciones donde se realizó el conteo vehicular, se procedió al diseño del paquete estructural cumpliendo los lineamientos establecidos en el Reglamento Nacional de Edificaciones y el Manual de Carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones para un periodo de diseño de 20 años, un CBR de 8%, un tipo de tráfico Tp6, obteniéndose así un número estructural requerido de 3.4 y por consiguiente una capa superficial de 7cm, una base de 25 cm y una sub base de 25 cm, datos obtenidos para el mayor ESAL de diseño correspondiente al tramo con mayor carga vehicular. Todo esto permite afirmar que la Av. Juan Pablo II se encuentra en crecimiento, y proyectándose a conformar una de las avenidas más transitadas en la ciudad de Trujillo es importante buscar que siempre tenga una adecuada transitabilidad y que se mantenga en buen estado contribuyendo así al crecimiento de la ciudad, por todo lo antes mencionado se propone un recapeo para la zona comprendida entre el óvalo Papal y la Av. España con mezcla asfáltica en caliente sobre la carpeta de rodadura que ya existe, esto permitirá reforzar la estructura del pavimento, con el propósito de extender la vida útil de la avenida; por otra parte para el tramo comprendido entre la Av. Huamán y el óvalo Papal se sugiere la aplicación de una lechada asfáltica, esta combinación entre emulsión asfáltica y agregado bien graduado, agua, filler y aditivos (si correspondiera) formaran una capa delgada que recubrirá y protegerá la carpeta de rodadura corrigiendo las irregularidades presentes en la superficie y proporcionando una nueva superficie con mayor resistencia.

VI. CONCLUSIONES

1. Después de determinar que el pavimento se encuentra en estado regular y teniendo en cuenta los espesores del diseño planteado se propuso un recapeo para la zona comprendida entre el ovalo Papal y la Av. España con mezcla asfáltica en caliente, y para el tramo comprendido entre la Av. Huamán y el Ovalo Papal se sugiere la aplicación de una lechada asfáltica.
2. Con la delimitación del área de estudio, se logró identificar la longitud total del pavimento que se estudió, con lo cual se obtuvo una longitud de 3010 metros lineales por cada calzada de dicha avenida.
3. Se realizó la evaluación de la condición superficial del pavimento flexible, aplicando la metodología brindada por la norma ASTM D6433. Estableciéndose las dimensiones y números de unidades de muestreo correspondiente al pavimento de la avenida, se evaluó un total de 6020 metros, logrando analizarse la suma de 180 unidades de muestreo, y las fallas más recurrentes identificadas fueron huecos, grietas de borde, grietas longitudinales y transversales y piel de cocodrilo.
4. Se llevó a cabo el estudio de tráfico, a través del cual, se pudo determinar el volumen vehicular que circula por la avenida, y empleándose la metodología brindada por AASHTO 93 y la información y formatos que facilita el Ministerio de Transportes y comunicaciones y en conjunto con la información obtenida en campo, de determinó el IMDA y el valor de los ejes equivalentes.
5. Para obtener el CBR del terreno de fundación se apoyó de la realización de 3 calicatas a una profundidad de 2.00 metros, también se obtuvo que el tipo suelo según SUCS es arena gravosa mal graduada con pocos finos o ningunos.
6. Se logró determinar los espesores de la estructura del pavimento, una capa superficial de 7cm, una base de 25 cm y una sub base de 25 cm, para lo cual

se utilizó la metodología brindada por AASHTO 93 y en concordancia con los criterios necesarios para el diseño de un pavimento que proporcione una vía cómoda y segura. Este resultado permitió proponer un recapeo para el tramo óvalo Papal – Av. España y lechada asfáltica para el tramo Av. Huamán – óvalo Papal.

VII. RECOMENDACIONES

- La primera recomendación, que me permite brindar, después de esta investigación, está dirigido a todas las autoridades pertinentes y a los ingenieros especialistas en ejecución y mantenimiento de obras viales, puesto que después de entregar una obra de pavimentación no llevan un registro de fallas lo cual conduce a lo que se suele ver por todas las vías, fallas en el pavimento. Un adecuado control de fallas permitiría mantener en el tiempo el pavimento en buen estado, libre de fallas que obstaculicen o dificulten la óptima transitabilidad.
- Se recomienda a futuros investigadores realizar la evaluación del pavimento siguiendo al pie de la letra lo estipulado en la norma guía según el método a emplearse, logrando así reducir todos los errores posibles. Así mismo, se sugiere innovar en métodos más rápidos para acelerar la etapa de evaluación en campo como el procesamiento de información.
- También se recomienda plantear nuevas investigaciones, referente al tema de gestión de pavimentos de manera que se pueda conocer, entender y predecir cómo se comportaría la estructura en si del pavimento con la finalidad de poder realizar intervenciones en el tiempo más oportuno.

REFERENCIAS

ABDEL, T. y HASSAN, I. Effect of speed hump characteristics on pavement condition. *Journal of Traffic and Transportation Engineering* [en línea]. (4). Febrero, 2017. [Fecha de consulta: 18 de octubre de 2021]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.jtte.2016.09.011>

ALARCON, Keith. Evaluación del estado superficial del pavimento flexible por el método pavement condition index (PCI) y su influencia en el confort de servicio del circuito de la explanada de Sacsayhuaman - Cusco. Tesis (Título profesional). Cusco: Universidad Andina del Cusco, 2018. Disponible en <https://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/1851>

AMERICAN society of testing materials. Standar practice for roads and parking lots pavement condition index surveys. D6433-20. Disponible en <https://www.astm.org/d6433-20.html>

ISSN: 1546-962X

AMJAD, I., HAYA, S. y MOHAMMAD G. Predicting pavement condition index using artificial neural networks approach. *Ain Shams Engineering Journal* [en línea]. Abril 2021. [Fecha de consulta: 18 de octubre de 2021]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.asej.2021.04.033>

ARÉVALO, Xavier y PRIETO, Juan. Diseños definitivos para el mejoramiento de la vía centro parroquial, Santa Catalina, el Despacho, Santa Sofía y Guncay de la parroquia de El Valle. Tesis (Magíster en vialidad y transportes). Cuenca: Universidad de Cuenca, 2018. Disponible en <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/30382>

ASTO, Cesar. Análisis y evaluación de la condición superficial del pavimento para la conservación de la av. Tupac Amaru-San Agustín de Cajas, Huancayo. Tesis (Título profesional). Lima: Universidad San Ignacio de Loyola, 2020. Disponible en <http://repositorio.usil.edu.pe/handle/USIL/10256>

BHANDARI, Sushmita, LUO, Xiaohua y WANG, Feng. Understanding the effects of structural factors and traffic loading on flexible pavement performance. *International Journal of Transportation Science and Technology* [en línea]. 16 de marzo 2022, vol. 11, n.º 1. [Fecha de consulta: 26 de mayo de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.ijtst.2022.02.004>

ISSN: 2046-0430

BHAVSAR, Hari, DUBEY, Rajiv y KELKAR Vishwas. Rehabilitation by in-situ cold recycling technique using reclaimed asphalt pavement material and foam bitumen at Vadodara Halol Road Project (SH 87) – A Case Study. *Transportation Research Procedia* [en línea]. Vol. 17, diciembre 2016. [Fecha de consulta: 16 de abril de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.11.126>

ISSN: 2352-1465

BONIFACIO, Jose. Evaluación de la capacidad estructural del pavimento flexible de la carretera Atuncolla – complejo Arqueológico Sillustani – 2020. Tesis (Título profesional). Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2022. 115pp. Disponible en <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/18354>

CAJO, Deysi. Evaluación superficial y estructural del pavimento flexible de la carretera comprendida entre los distritos de Ferreñafe y Mesones Muro, 2020. Tesis (Título profesional). Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2021. Disponible en <http://tesis.usat.edu.pe/xmlui/handle/20.500.12423/3760>

CORTÉS, Raúl. ¿Qué tan competitivos son los países miembros de la Alianza del Pacífico en infraestructura de transporte? *Sostenibilidad en la empresa: Valor económico y social*. [en línea]. n.º85. Julio-diciembre 2018. [Fecha de consulta: 18 de abril de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.21158/01208160.n85.2018.2055>

CRISANTO, César y PERALTA, Dante. Evaluación de la condición del pavimento asfáltico en la avenida los Frutales distrito de La Molina – Lima, por medio del método PCI y propuesta de alternativa de rehabilitación. Tesis (Título profesional). Lima: Universidad Ricardo Palma, 2019. Disponible en <http://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/2671>

DEOL, Sunny, KUMAR, Vinod y KUNAR, Rakesh. Comparative studies of lightweight deflexometer and Benkelman beam deflectometer in low volume roads. *Journal of Traffic and Transportation Engineering*. [en línea]. Octubre 2016, vol. 3. n.º 5. [Fecha de consulta: 15 de mayo de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.jtte.2016.09.005>

ISSN: 2095-7564

ESPINOSA, José. Las vías de comunicación: Fundamentos básicos y guía en la construcción de carreteras. República Dominicana: Conadex, 2016. 368 pp. ISBN: 9789945409369

FLORES, Luis y FORIGUA, Michell. Evaluación de daños en el pavimento de concreto hidráulico mediante metodología PCI 2016. Caso de estudio: calle 1, 2, 4 y 5 con carreras 11, 12, 13 en el municipio de Tocaina Cundimarca 2019. (Tesis de título profesional). Girardot: Universidad Piloto de Colombia. Disponible en <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/5533>

RUSTAM, Hafizyar y MOHAMMAD, Ali. Evaluation flexible road pavement condition index and life cycle cost analysis of pavement maintenance: a case study in Kabul Afghanistan. *International Journal of Scientific & Engineering Research*. [en línea]. Vol. 9 n.º8. agosto, 2018. [Fecha de consulta: 02 de mayo de 2022]. Disponible en https://www.academia.edu/37532451/Evaluation_of_Flexible_Road_Pavement_Condition_Index_and_Life_Cycle_Cost_Analysis_of_Pavement_Maintenance_A_Case_Study_in_Kabul_Afghanistan

ISSN: 2229-5518

HAMISI, Duwa. Study on the effects of pavement condition on level of service of the road segments. *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research*. [en línea]. Vol. 54. enero, 2020. [Fecha de consulta: 29 de abril de 2022]. Disponible en <https://www.gssrr.org/index.php/JournalOfBasicAndApplied/article/view/11650>

INSTITUTO Nacional de Estadística e Informática. Portal del estado peruano. 18 de octubre de 2018. Disponible en: <http://censo2017.inei.gob.pe/resultados-definitivos-de-los-censos-nacionales-2017/>

JULCA, Michael. Mejoramiento de pavimento flexible en la Avenida José María Eguren, Trujillo. Tesis (Título profesional). Trujillo: Universidad César Vallejo, 2021. Disponible en <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/83479>

KARIM, F., RUBASI, K. y SALEH, A. The road pavement condition index (PCI) evaluation and maintenance: a case study of Yemen. *Technology and Management in Construction: an International* [en línea]. Vol. 8. abril, 2016. [Fecha de consulta: 30 de abril de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.1515/otmcj-2016-0008>

LEGUÍA, Paola y PACHECO, Hans. Evaluación superficial del pavimento flexible por el método pavement condition index (PCI) en las vías arteriales: Cincuentenario,

Colón y Miguel Grau (Huacho - Huaura - Lima). Tesis (Título profesional). Lima: Universidad San Martín de Porres, 2016. Disponible en <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/2311>

LÓPEZ, Ana. (2018). Patologías del pavimento rígido del jirón Sargento Lores, desde la cuadra 14 hasta la cuadra 20, Iquitos, 2018. (Tesis de título profesional). Iquitos: Universidad Científica del Perú, 2018 Disponible en <http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/672>

MACEA, Luis F., MORALES, Luis. y MÁRQUEZ, Luis Gabriel. A pavement management system bases on new technologies for developing countries. Engineering, Research and Technology [en línea]. Vol. 17, n.º2. junio, 2016. [Fecha de consulta: 29 de abril de 2022]. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1405774316300075>

MARCOMINI, J., CHICATI, M., IDELFONSO, J. y D'ARCE, R. Evaluation of pavement condition index by different methods: case study of Maringá, Brazil. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives* [en línea]. Vol. 4. Marzo, 2020. [Fecha de consulta: 29 de abril de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.trip.2020.100100>

ANALYSIS of structural and Surface deteriorations of a flexible pavement, based on inspection results using the MCA method por Mehdi, M.A. [et al.]. *Materials today proceedings* [en línea]. Vol 45. n.º 8. [Fecha de consulta: 15 de mayo de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.02.358>

MINISTERIO de Economía y Finanzas. Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de carreteras. R. D. N°03-2015-SNIP. Lima, 2015. 110 pp.

Disponible en https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/normas/normasv/2015/RD003-2015/Pautas_Pavimentos.pdf

MINISTERIO de Obras Públicas y Comunicaciones. Identificación de fallas en pavimentos y técnicas de reparación. Departamento de Administración y Evaluación de Pavimentos, Dirección General de Planificación y Desarrollo. República Dominicana, 2016. Disponible en <https://www.mopc.gob.do/media/2335/sistema-identificaci%C3%B3n-fallas.pdf>

MINISTERIO de transportes y Comunicaciones. Manual de carreteras: Diseño geométrico. RD N° 03 – 2018 - MTC/14. Lima, 2018. 288 pp. Disponible en https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-02-18%20Dise%C3%B1o%20Geometrico%20DG-2018.pdf

MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones. Manual de carretera: Mantenimiento o conservación vial. R.D. N° 08 – 2016 - MTC/14. Lima, 2016. 365 pp. Disponible en https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_9%20MCV-2014_2016.pdf

MINISTERIO de transportes y Comunicaciones. Manual de carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y pavimentos. R.D. N° 10 – 2014 – MTC/14. Lima, 2014. 305 pp. Disponible en https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-05-14%20Seccion%20Suelos%20y%20Pavimentos_Manual_de_Carreteras_OK.pdf

MORALES, Marzia. Estado operacional del pavimento flexible aplicando la metodología pavement condition index (PCI) en el camino vecinal tramo Km 0+000 al Km 2+000 en el asentamiento humano 28 de Julio, Distrito de Reque, Provincia de Chiclayo, Región Lambayeque. Tesis (Título profesional). Lima: Universidad San Martín de Porres, 2020. Disponible en <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/7382>

MUÑOZ, Luis. Evaluación superficial del pavimento flexible del tramo 3 de la carretera interoceánica norte Perú - Brasil aplicando el método PCI. Tesis (Título profesional). Lima: Universidad Privada del Norte, 2018. Disponible en <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/14407>

OBRAS viales concesionadas. [en línea]. Gob.pe. 20 de setiembre de 2021. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. [Fecha de consulta: 20 de abril de 2022]. Disponible en <https://www.gob.pe/institucion/mtc/noticias/523594-obras-viales-concesionadas-suman-cerca-de-us-5000-millones-de-inversion-comprometida>

PAVEMENT condition assessment using soft computing techniques por Pratap Singh Ajit [et al]. International Journal of Pavement Research and Technology. [en línea]. Noviembre 2018, vol. 11, n°. 6. [Fecha de consulta: 25 de mayo de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.ijprt.2017.12.006>
ISSN: 1996-6814

PEREIRA, Paulo y PAIS, Jorge. Main flexible pavement and mix design methods in Europe and challenges for the development of an European method. *Journal of Traffic and Transportation Engineering* [en línea]. Agosto 2017, vol. 4, n°. 4. [Fecha de consulta: 20 de mayo de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.jtte.2017.06.001>
ISSN: 2095-7564

RAHMAN, Mostaqur y GASSMAN, Sarah. Data collection experience for preliminary calibration of the AASHTO pavement design guide for flexible pavements in South Carolina. *International Journal of Pavement Reserarch and Technology* [en línea]. Setiembre 2018, vol. 11, n.º 5. [Fecha de consulta: 20 de mayo de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.ijprt.2017.11.009>

ISSN: 1996-6814

RIVAS, Aída y VARGAS, Christian. Aplicación de la metodología PCI para minimizar costos y tiempo en la rehabilitación del pavimento de la avenida Domingo Orué Surquillo - Lima. Tesis (Título profesional). Lima: Universidad San Martin de Porres, 2017. Disponible en <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/4164>

RODRIGUEZ, Braulio y TAZCA, Erica. (2018). Evaluación de fallas mediante el método PCI y planteamiento de alternativas de intervención para mejorar la condición operacional del pavimento flexible en el carril segregado del corredor Javier Prado. Tesis (título profesional). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2018. Disponible en <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/624556>.

RONCEROS, Ricardo y VERA, Anadela. Mejoramiento del diseño estructural del pavimento flexible de la Avenida La Marina – Distrito Moche – 2021. Tesis (Título profesional). Trujillo: Universidad Cesar Vallejo, 2021. Disponible en <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/71700>

SABARUDDIN y DENI. Application of pavement condition index (PCI) on the assessment of the Kalumata highway section of the City of South Ternate. *IOP Conferencie Series: Earth and Environmental Science*. [en línea]. Vol. 419. agosto, 2019. [Fecha de consulta: 25 de mayo de 2022]. Disponible en <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/419/1/012016>

SANJAY, R., TEJESHWINI, S., MAMATHA, K. y DINESH, S. Comparative study on structural evaluation of flexible pavement using BBD and FWD. *Materialstoday: Proceedings* [en línea]. Vol. 60. 2022. [Fecha de consulta: 25 de mayo de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.02.124>

ISSN: 2214-7853

SIERRA, Cristian y RIVAS, Andres. Aplicación y comparación de las diferentes metodologías de diagnóstico para la conservación y mantenimiento del tramo PR 00+000 – PR01+020 de la vía al Llano (DG 78 Bis Sur – calle 84 Sur) en la UPZ Yomasa. Tesis (Título profesional). Bogotá: Universidad Católica de Colombia, 2016. Disponible en <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/13987/4/TRABAJO%20DE%20GRADO%20VIZIR%20Y%20PCI%202016%20.pdf>

SINGH, Aditya, SHARMA, Akash y CHOPRA, Tanuj. Analysis of the flexible pavement using falling weight deflectometer for Indian national highway road network. *Transportation Research Procedia* [en línea]. (48). Setiembre 2020. [Fecha de consulta: 2 de mayo de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.08.024>

USING paver 6.5.7 and gis program for pavement maintenance management for selected roads in Kerbala city. Case studies por Raid Almuhanha [et al]. *Construction materials* [en línea]. Vol. 8. June 2018. [Fecha de consulta: 30 de octubre del 2021]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2018.01.005>

VÁSQUEZ, Edgar. Evaluación de la condición operacional del pavimento rígido, aplicando el método del pavement condition index (PCI), en las pistas del barrio Yanachaca, distrito de Caraz, provincia de Huaylas, región Ancash, abril del 2016. Tesis (Título profesional). Chimbote: Universidad los Ángeles de Chimbote, 2016. Disponible en <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/280>

YODER, Eldon. Principles of pavement desing. 2.^a ed. United Stated of America:
John Wiley & Sons Inc, 1975. 711 pp.

ISBN: 0471977802

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

Tabla 23. Matriz de operacionalización de variables

VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Mejoramiento del pavimento	Trabajos intensivos destinados a recuperar necesidades acumuladas por mantenimiento diferido, llevando la carretera a la condición de “como fue construida”, su programación está sujeta a la disponibilidad de fondos presupuestarios (Ministerio de Economía y Finanzas, 2015)	Se realizará una inspección de la condición actual del pavimento flexible, después de ello proponer la solución adecuada para mejorar las características de la vía.	Delimitación del área	<ul style="list-style-type: none"> - Longitud - Ancho de calzada - Número de carriles 	Razón
			Condición superficial	<ul style="list-style-type: none"> - PCI 	Razón
			Estudio de tráfico	<ul style="list-style-type: none"> - Índice Medio Diario (IMD) - Índice Medio Diario Anual (IMDa) - Ejes equivalentes 	Razón
			Estudio de mecánica de suelos	<ul style="list-style-type: none"> - Granulometría - Contenido de Humedad - Límites de consistencia - CBR 	Razón Nominal Nominal Razón

			Diseño del pavimento	<ul style="list-style-type: none">- Base- Sub base- Carpeta asfáltica	Razón
--	--	--	----------------------	---	-------

Anexo 2. Instrumento de recolección de datos

Tabla 24. Resumen de los instrumentos de recolección de datos

ETAPAS DE LA INVESTIGACIÓN (Dimensiones)	INSTRUMENTOS	VALIDACIÓN / CONFIABILIDAD
Delimitación del área y estudio topográfico	Ficha resumen N°01	Juicio de expertos
Condición superficial	Guía de observación de campo N°01	Norma ASTM D6433
Estudio de tráfico	Guía de observación de campo N°02	Manual de Carreteras Sección Suelos y Pavimentos
Estudio de mecánica de suelos	Ficha resumen N°02	Norma Técnica CE. 010 Pavimentos Urbanos Juicio de expertos
Diseño del pavimento	Guía de observación de campo: N°01, N°02 y Ficha resumen N°02	Manual de Carreteras Sección Suelos y Pavimentos

Anexo 2.1. Ficha de resumen 01 – Estudio topográfico

Ficha de resumen para estudio topográfico

I. Datos Generales

Título de tesis:	
Lugar:	
Fecha:	

II. Programa para obtener imagen satelital: _____

III. Imagen satelital (con fecha) y fecha de acceso al programa: _____

Fecha de acceso: _____

IV. Sistema de coordenadas: _____

V. Puntos de referencia

Descripción del punto	Norte	Este	Elevación

VI. Códigos utilizados para los puntos de referencia

Código	Descripción

Ing. Roberto A. Urecho Valverde
CIP 43333

VII. Programa para obtener curvas de nivel: _____

Fecha de acceso al programa: _____

VIII. Equidistancia de curvas de nivel: _____

IX. Programa de procesamiento de datos: _____

Fecha de acceso al programa: _____

X. Escala de planos

Plano	Escala
Planta	
Clave	

Ing. Alonso Simón José Barahona
ING. CIVIL
R. CIP. N° 181562

Anexo 2.3. Guía de observación N°02



Hoja de datos para el conteo vehicular

TIPO DE LA CORTADERA		ESTACION																	
UBICACIÓN		DIA Y FECHA																	
LRA																			
HORA	ALFO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MOTO	BUS		CAMION				SEMIRRUECA			TRAYLER			
			PICK UP	PANEL	TRUK Camión		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2510 SQ	253	3510 SQ	>= 353	2T2	2T3	3T2	>=3 T3
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																			
PARCIAL:																			
ENCUESTADOR:	JEFE DE BRIGADA:		INGRESOS:				SUPERVENC:												

Anexo 2.4. Ficha resumen N°02

Ficha de resumen para Estudios de mecánica de suelos

I. Datos generales

Título de tesis:	
Nombre del documento:	
Autor:	
Ubicación:	
Fecha:	
N° de calicatas:	

II. Resumen de ensayos de laboratorio

N° Calicata	Muestra	Prof(m)	%CH	%Gravas	%Arena	%Finos	%LL	%LP

III. Clasificación de suelos

N° Calicata	Muestra	Clasificación



Erick Alonso Balmores Barahona
ING. CIVIL
R. CIP. N° 107502

IV. Estudio CBR

N° Calicata	Muestra	CBR (%)



Ing. Eduardo A. Urecho Velásquez
CIP-83333

Anexo 3. Estudio de mecánica de suelos



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(ASTM D422 - MTC E107 - MTC E204 - ASTM C136)

Código: GC22- LEM -T250

Versión 0.0

Vigencia: 01/09/2020

PROYECTO :	PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. JUAN PABLO II, TRUJILLO, LA LIBERTAD, 2022	Registro N°: GC22- LEM -T250
UBICACIÓN :	TRUJILLO - LA LIBERTAD	
SOLICITA :	SAM JUNIOR III CASTILLO SERRUDO	Fecha: 00/00/2022

I. Datos Generales

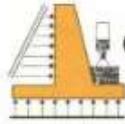
PROCEDENCIA :	MATERIAL IN SITU	TAMANO MAXIMO :	N°8
CALICATA :	1	MUESTRA :	1
MATERIAL :	ARENA UNIFORME		
PROF. (m) :	2		

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	MASA RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
10"	254.000						Masa Inicial seco: 200.00 gr.
6"	152.400						
5"	127.000						
4"	101.600						
3"	76.200						Contenido de Humedad (%): 0.80
2 1/2"	60.350						
2"	50.800						Límite Líquido (LL): NP
1 1/2"	38.100						Límite Plástico (LP): NP
1"	25.400						Índice Plástico (IP): NP
3/4"	19.000						Clasificación (SUCS): SP
1/2"	12.500						Clasificación (AASHTO): A-3 (0)
3/8"	9.500						Índice de Consistencia: NP
1/4"	6.350						
N°4	4.750						Descripción (AASHTO): BUENO
N°8	2.360	0.00	0.00	0.00	100.00		Descripción (SUCS): Arena pobremente graduada
N°10	2.000	0.07	0.04	0.04	99.97		
N°18	1.190	0.13	0.07	0.10	99.90		Materia Orgánica: --
N°20	0.840						Turba: --
N°30	0.600	0.72	3.36	3.46	96.54		CU: 2.300 CC: 1.110
N°40	0.425	5.25	2.63	6.09	93.92		OBSERVACIONES:
N°50	0.300	10.55	5.28	11.30	88.04		Gravas 3" - N°4: 0
N°80	1.777						Arena N°4 - N°200: 97.33
N°100	0.150	120.88	63.44	74.80	25.20		Finos < N° 200: 2.67
N°200	0.075	43.08	22.33	97.33	2.07		% > N° 4: 0.00%
< N°200	FONDO	5.34	2.67	100.00	0.00		



GECONSAC
LABORATORIO GEOTECNICO
Ing. Jorge L. Cruzada Cruzado
MTC LABORATORIO ESTUDIOS GEOTECNICOS

Urb. Villa de Cortadores Mz. R - Lote 08 - Trujillo
948180363 - 093131322 - 093756435 ☎ 044-250381
geconsac_laboratorio@hotmail.com
logistica.geconsac@gmail.com



GECONSAC

LABORATORIO: SUELOS, CONCRETO,
ASFALTO Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN
ESTUDIOS GEOTECNICOS

**ANALISIS
GRANULOMETRICO POR
TAMIZADO
(ASTM D422 - MTC E107 - MTC
E204 - ASTM C136)**

Código: GC22-LEM-T250

Versión 0.0

Vigencia: 01/09/2020

PROYECTO : PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. JUAN PABLO II, TRUJILLO, LA LIBERTAD, 2022

UBICACIÓN : TRUJILLO - LA LIBERTAD

SOLICITA : SAM JUNIOR III CASTILLO SERRUDO

Registro N°: GC22-LEM-T250

Fecha: 06/03/2022

I. Datos Generales

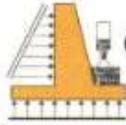
PROCEDENCIA	: MATERIAL IN SITU	TAMANO MAXIMO	: N°8
CALICATA	: 2	MUESTRA	: 1
MATERIAL	: ARENA UNIFORME		
PROF. (m)	: 2		

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	MASA RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
10"	254.000						
6"	152.400						Masa inicial seco: 200.00 gr
5"	127.000						
4"	101.600						
3"	76.200						Contenido de Humedad (%): 0.90
2 1/2"	60.350						
2"	50.800						Limite Líquido (LL): NP
1 1/2"	38.100						Limite Plástico (LP): NP
1"	25.400						Índice Plástico (IP): NP
3/4"	19.000						Clasificación (SUCS): SP
1/2"	12.500						Clasificación (AASHTO): A-3 (0)
3/8"	9.500						Índice de Consistencia: NP
1/4"	6.350						
N°4	4.750						Descripción (AASHTO): BUENO
N°8	2.360	0.00	0.00	0.00	100.00		Descripción (SUCS): Arena pobremente graduada
N°10	2.000	0.10	0.05	0.05	99.95		
N°16	1.190	0.23	0.12	0.17	99.84		Materia Orgánica: --
N°20	0.840						Turba: --
N°30	0.600	7.33	3.07	3.83	96.17		CU: 2.180 CC: 1.730
N°40	0.425	6.42	3.21	7.04	92.96		OBSERVACIONES:
N°50	0.300	13.43	6.75	13.77	86.17		Gravas 3" - N°4: 0
N°80	1.777						Arena N°4 - N°200: 88.35
N°200	0.150	137.88	68.94	82.71	17.30		Finos < N°200: 1.65
N°200	0.075	31.29	15.65	98.35	1.65		% > N°4: 0.00%
< N°200	FONDO	3.30	1.65	100.00	0.00		



GECONSAC
LABORATORIO GEOTECNICO
Ing. Jorge L. Espinoza Unzueta
1975 LABORATORIO ESTUDIOS GEOTECNICOS

Urb. Villa de Contadores Mz. R - Lote 06 - Trujillo
948180383 - 095131322 - 093756435 044-260381
geconsac_laboratorio@hotmail.com
logistica.geconsac@gmail.com



GECONSAC

LABORATORIO: SUELOS, CONCRETO,
ASFALTO Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN
ESTUDIOS GEOTECNICOS

**ANÁLISIS
GRANULOMÉTRICO POR
TAMIZADO
(ASTM D-422 - MTC E107 - MTC
E204 - ASTM C136)**

Código: GC22-LEM-T250

Versión 0.0

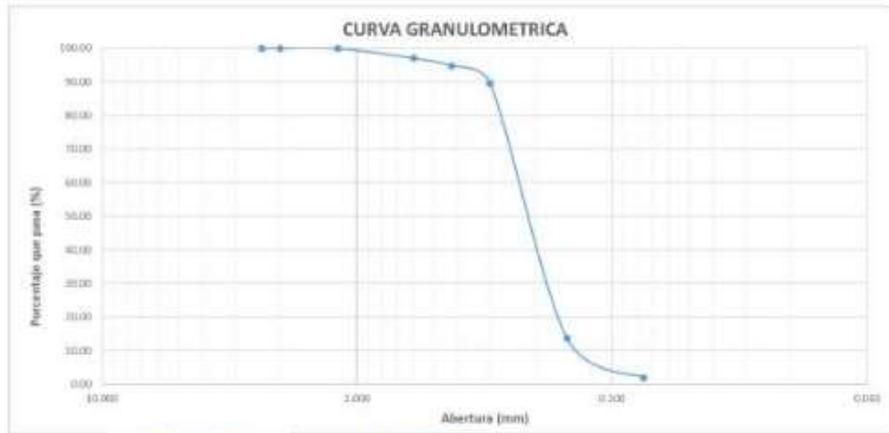
Vigencia: 01/09/2020

PROYECTO :	PROYECTA DE MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. JUAN PABLO II, TRUJILLO, LA LIBERTAD, 2022	Registro N°: GC22-LEM-T250
UBICACIÓN :	TRUJILLO - LA LIBERTAD	Fecha: 06/05/2022
SOLICITA :	SAM JUNIOR III CASTILLO SERRUDO	

I. Datos Generales

PROCEDENCIA :	MATERIAL IN SITU	TAMANO MÁXIMO :	N°8
CALICATA :	3	MUESTRA :	1
MATERIAL :	ARENA UNIFORME		
PROF. (m) :	2		

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	MASA RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
10"	254.000						Masa inicial seca: 200.00 gr.
6"	152.400						
5"	127.000						
4"	101.600						
3"	76.200						Contenido de Humedad (%): 0.90
2 1/2"	60.330						
2"	50.800						Límite Líquido (LL): NP
1 1/2"	38.100						Límite Plástico (LP): NP
1"	25.400						Índice Plástico (IP): NP
3/4"	19.000						Clasificación (SUCS): SP
1/2"	12.500						Clasificación (AASHTO): A-3(0)
3/8"	9.500						Índice de Consistencia: NP
1/4"	6.330						
N°4	4.750						Descripción (AASHTO): BUENO
N°8	2.360	0.00	0.00	0.00	100.00		Descripción (SUCS): Arena pobremente graduada
N°10	2.000	0.02	0.01	0.01	99.99		
N°15	1.190	0.08	0.04	0.05	99.95		Materia Orgánica: --
N°20	0.840						Turba: --
N°30	0.600	5.75	2.88	2.93	97.08		CU: 1.800 CC: 1.040
N°40	0.425	4.57	2.29	5.21	94.79		OBSERVACIONES:
N°50	0.300	10.55	5.28	10.49	89.52		Grava 3" - N°4: 0
N°60	1.777						Arena N°4 - N°200: 98.07
N°100	0.150	151.88	75.94	86.43	13.58		Finos < N°200: 1.93
N°200	0.075	23.29	11.65	98.07	1.93		% > N°4: 0.00%
< N°200	FONDO	3.68	1.93	100.00	0.00		



GECONSAC
LABORATORIO GEOTECNICO
Ing. Jorge L. Guzmán Urdanivia
JEFE LABORATORIO ESTUDIOS GEOTECNICOS

Urb. Villa de Constadores Mz. B - Lote 08 - Trujillo
948180363 - 993131322 - 993758435 ☎ 044-260381
geconsac_laboratorio@hotmail.com
logistica.geconsac@gmail.com

**GECONSAC**LABORATORIO: SUELOS, CONCRETO,
ASFALTO Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN
ESTUDIOS GEOTECNICOS**CONTENIDO DE
HUMEDAD**
(ASTM D2216 - MTC E108 - 2000
- ASTM D4220)

Código: GC22- LEM -T250

Versión 0.0

Vigencia: 01/09/2020

PROYECTO :	PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. JUAN PABLO II, TRUJILLO, LA LIBERTAD, 2022	Registro N°: GC22- LEM -T250
UBICACIÓN :	TRUJILLO - LA LIBERTAD	
SOLICITA :	SAM JUNIOR III CASTILLO SERRUDDO	
		Fecha: 06/03/2022

I. Datos Generales.

PROCEDENCIA :	MATERIAL IN SITU	TAMANO MAXIMO :	
CALICATA :	C1 - C2 - C3	MUESTRA :	M1/M2
MATERIAL :	ARENA UNIFORME		
PROF. (m) :	2		

CONTENIDO DE HUMEDAD C-1				
N° DE MUESTRA		M1	M2	
PESO DE SUELO HUMEDO + TARA	(g)	223.10	231.80	
PESO DE SUELO SECO + TARA	(g)	226.09	225.17	
PESO DE AGUA	(g)	8.01	6.63	
PESO DE TARA	(g)	34.01	31.80	
PESO DE SUELO SECO	(g)	191.99	193.37	
CONTENIDO DE AGUA	(%)	4.17	3.43	
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO	(%)	3.80		

CONTENIDO DE HUMEDAD C-2				
N° DE MUESTRA		M1	M2	
PESO DE SUELO HUMEDO + TARA	(g)	221.90	224.60	
PESO DE SUELO SECO + TARA	(g)	217.10	220.05	
PESO DE AGUA	(g)	4.40	4.55	
PESO DE TARA	(g)	21.90	24.60	
PESO DE SUELO SECO	(g)	195.60	195.45	
CONTENIDO DE AGUA	(%)	2.25	2.33	
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO	(%)	2.29		

CONTENIDO DE HUMEDAD C-3				
N° DE MUESTRA		M1	M2	
PESO DE SUELO HUMEDO + TARA	(g)	253.40	251.70	
PESO DE SUELO SECO + TARA	(g)	248.24	246.35	
PESO DE AGUA	(g)	5.10	5.35	
PESO DE TARA	(g)	53.40	51.70	
PESO DE SUELO SECO	(g)	194.84	194.65	
CONTENIDO DE AGUA	(%)	2.65	2.75	
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO	(%)	2.70		



GECONSAC
LABORATORIO SUELOS, CONCRETO,
ASFALTO Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN
ESTUDIOS GEOTECNICOS
Ing. Jorge L. Campuzano Utreras
JEFE LABORATORIO ESTUDIOS GEOTECNICOS

📍 Urb. Villa de Contadores Mz. N - Lote 06 - Trujillo
☎ 948180393 - 993131322 - 993756435 ☎ 044-250381
✉ geconsac_laboratorio@hotmail.com
📧 logistica.geconsac@gmail.com

**GECONSAC**LABORATORIO: SUELOS, CONCRETO,
ASFALTO Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN
ESTUDIOS GEOTECNICOS**GRAVEDAD
ESPECIFICA**
(ASTM D854 - MTC E113)

Código: GC22- LEM -T250

Versión 0.0

Vigencia: 01/09/2020

PROYECTO	: PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. JUAN PABLO II, TRUJILLO, LA LIBERTAD, 2022	Registro N°: GC22- LEM -T250
UBICACIÓN	: TRUJILLO - LA LIBERTAD	
SOLICITA	: SAM JUNIOR III CASTILLO SERRUIDO	
		Fecha: 06/05/2022

I. Datos Generales

PROCEDENCIA	: MATERIAL IN SITU	TAMANO MAXI	:	
CALICATA	: C1 - C2 - C3	MUESTRA	:	M1/M2
MATERIAL	: ARENA UNIFORME			
PROF. (m)	: 2			

GRAVEDAD ESPECIFICA C-1				
N° DE MUESTRA		M1	M2	
CAPACIDAD DE FIOLA (cm ³)		500.00	500.00	
PESO DE SUELO SECO (g)		120.00	120.00	
PESO DE LA FIOLA + MUESTRA + AGUA DESTILADA (g)		715.70	713.30	
TEMPERATURA (°C)		22.40	22.40	
PESO DE LA FIOLA + AGUA DESTILADA (g)		642.05	637.10	
CORRECCION POR TEMPERATURA (°C)		1.00	1.00	
PESO ESPECIFICO DE SOLIDOS (g/cm ³)		2.39	2.74	
GRAVEDAD ESPECIFICA PROMEDIO		2.66		

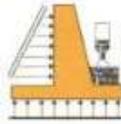
GRAVEDAD ESPECIFICA C-2				
N° DE MUESTRA		M1	M2	
CAPACIDAD DE FIOLA (cm ³)		500.00	500.00	
PESO DE SUELO SECO (g)		120.00	120.00	
PESO DE LA FIOLA + MUESTRA + AGUA DESTILADA (g)		715.70	713.30	
TEMPERATURA (°C)		22.00	22.00	
PESO DE LA FIOLA + AGUA DESTILADA (g)		639.70	637.10	
CORRECCION POR TEMPERATURA (°C)		1.00	1.00	
PESO ESPECIFICO DE SOLIDOS (g/cm ³)		2.73	2.74	
GRAVEDAD ESPECIFICA PROMEDIO		2.73		

GRAVEDAD ESPECIFICA C-3				
N° DE MUESTRA		M1	M2	
CAPACIDAD DE FIOLA (cm ³)		500.00	500.00	
PESO DE SUELO SECO (g)		120.00	120.00	
PESO DE LA FIOLA + MUESTRA + AGUA DESTILADA (g)		715.10	712.50	
TEMPERATURA (°C)		22.40	22.40	
PESO DE LA FIOLA + AGUA DESTILADA (g)		641.80	636.90	
CORRECCION POR TEMPERATURA (°C)		1.00	1.00	
PESO ESPECIFICO DE SOLIDOS (g/cm ³)		2.57	2.70	
GRAVEDAD ESPECIFICA PROMEDIO		2.63		



GECONSAC
LABORATORIO GEOTECNICO
Ing. Jorge L. Quiroz Urzúa
JEFE LABORATORIO ESTUDIOS GEOTECNICOS

Urb. Villa de Contadores Mz. N - Lote 08 - Trujillo
948180393 - 993131322 - 993759435 ☎ 044-250391
geconsac_laboratorio@hotmail.com
logistica.geconsac@gmail.com

**GECONSAC**LABORATORIO: SUELOS, CONCRETO,
ASFALTO Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN
ESTUDIOS GEOTECNICOS**DENSIDADES SECAS
MÁXIMAS Y MINIMAS
(ASTM D-4254)**

Código: GC22- LEM -T250

Versión 0.0

Vigencia: 01/09/2020

PROYECTO	: PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. JUAN PABLO II, TRUJILLO, LA LIBERTAD, 2022	Registro N°: GC22- LEM -T250
UBICACIÓN	: TRUJILLO - LA LIBERTAD	Fecha: 06/05/2022
SOLICITA	: SAM JUNIOR III CASTILLO SERRUDDO	

I. Datos Generales

PROCEDENCIA	: MATERIAL IN SITU
CALICATA	: C1
MATERIAL	: ARENA UNIFORME
PROF. (m)	: 2

DENSIDAD SECA MÁXIMA				
N° DE MUESTRA		M1	M2	
VOLUMEN DE RECIPIENTE	(cm ³)	908.71	908.71	
PESO MUESTA COMPACTA + PESO RECIPIENTE	(g)	3275.00	3281.00	
PESO DE RECIPIENTE	(g)	3064.00	3064.00	
PESO DE MUESTRA	(g)	1611.00	1617.00	
DENSIDAD SECA MÁXIMA	(g/cm ³)	1.77	1.78	
RESULTADO		1.78		

DENSIDAD SECA MÍNIMA				
N° DE MUESTRA		M1	M2	
VOLUMEN DE RECIPIENTE	(cm ³)	908.71	908.71	
PESO MUESTA COMPACTA + PESO RECIPIENTE	(g)	3000.00	3068.00	
PESO DE RECIPIENTE	(g)	3064.00	3064.00	
PESO DE MUESTRA	(g)	1396.00	1040.00	
DENSIDAD SECA MÁXIMA	(g/cm ³)	1.54	1.55	
RESULTADO		1.54		



GECONSAC
LABORATORIO GEOTECNICO S.R.L.
Ing. Jorge L. Quiroz Urdanivia
1675 LABORATORIO ESTUDIOS GEOTECNICOS

📍 Urb. Villa de Contadores Mz. N° - Lote 06 - Trujillo
☎ 946160369 - 993131322 - 993756435 📠 044-250381
✉ geconsac_laboratorio@hotmail.com
🌐 logistica.geconsac@gmail.com

**GECONSAC**LABORATORIO: SUELOS, CONCRETO,
ASFALTO Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN,
ESTUDIOS GEOTECNICOS**DENSIDADES SECAS
MÁXIMAS Y MÍNIMAS
(ASTM D-4254)**

Código: GC22- LEM -T250

Versión 0.0

Vigencia: 01/09/2020

PROYECTO :	PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. JUAN PABLO II, TRUJILLO, LA LIBERTAD, 2022	Registro N°: GC22- LEM -T250
UBICACIÓN :	TRUJILLO - LA LIBERTAD	
SOLICITA :	SAM JUNIOR III CASTILLO SERRUDO	Fecha: 06/05/2022

I. Datos Generales

PROCEDENCIA :	MATERIAL IN SITU
CALICATA :	C3
MATERIAL :	ARENA UNIFORME
PROF. (m) :	2

DENSIDAD SECA MÁXIMA

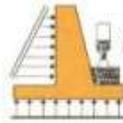
N° DE MUESTRA		M1	M2		
VOLUMEN DE RECIPIENTE	(cm ³)	908.71	908.71		
PESO MUESTRA COMPACTA + PESO RECIPIENTE	(g)	5250.00	5244.00		
PESO DE RECIPIENTE	(g)	3004.00	3004.00		
PESO DE MUESTRA	(g)	1580.00	1580.00		
DENSIDAD SECA MÁXIMA	(g/cm ³)	1.75	1.74		
RESULTADO		1.74			

DENSIDAD SECA MÍNIMA

N° DE MUESTRA		M1	M2		
VOLUMEN DE RECIPIENTE	(cm ³)	908.71	908.71		
PESO MUESTRA COMPACTA + PESO RECIPIENTE	(g)	5037.00	5042.00		
PESO DE RECIPIENTE	(g)	3004.00	3004.00		
PESO DE MUESTRA	(g)	1373.00	1378.00		
DENSIDAD SECA MÁXIMA	(g/cm ³)	1.51	1.52		
RESULTADO		1.51			



Urb. Villa de Contadores Mz. B - Lote 08 - Trujillo
 948180393 - 993131322 - 993750435 ☎ 044-250381
 geconsac_laboratorio@hotmail.com
 logistica.geconsac@gmail.com

**GECONSAC**LABORATORIO: SUELOS, CONCRETO,
ASfalto Y MATERIALES DE CONSTRUCCION
ESTUDIOS GEOTECNICOS**DENSIDADES SECAS
MÁXIMAS Y MINIMAS
(ASTM D-4254)**

Código: GC22-LEM-T250

Versión 0.0

Vigencia: 01/09/2020

PROYECTO :	PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. JUAN PABLO II, TRUJILLO, LA LIBERTAD, 2022	Registro N°: GC22-LEM-T250
UBICACIÓN :	TRUJILLO - LA LIBERTAD	
SOLICITA :	SAM JUNIOR III CASTILLO SERRUDO	
		Fecha: 06/05/2022

I. Datos Generales.

PROCEDENCIA :	MATERIAL IN SITU
CALICATA :	C2
MATERIAL :	ARENA UNIFORME
PROF. (m) :	2

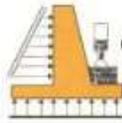
DENSIDAD SECA MÁXIMA				
N° DE MUESTRA		M1	M2	
VOLUMEN DE RECIPIENTE	(cm ³)	908.71	908.71	
PESO MUESTRA COMPACTA + PESO RECIPIENTE	(g)	5230.00	5244.00	
PESO DE RECIPIENTE	(g)	3064.00	3064.00	
PESO DE MUESTRA	(g)	1586.00	1580.00	
DENSIDAD SECA MÁXIMA	(g/cm ³)	1.73	1.74	
RESULTADO		1.74		

DENSIDAD SECA MÍNIMA				
N° DE MUESTRA		M1	M2	
VOLUMEN DE RECIPIENTE	(cm ³)	908.71	908.71	
PESO MUESTRA COMPACTA + PESO RECIPIENTE	(g)	3037.00	3042.00	
PESO DE RECIPIENTE	(g)	3064.00	3064.00	
PESO DE MUESTRA	(g)	1373.00	1378.00	
DENSIDAD SECA MÍNIMA	(g/cm ³)	1.51	1.52	
RESULTADO		1.51		



GECONSAC
 Ing. Jorge L. Casapaoa Urzúa
 C.P. 8189
 JEFE LABORATORIO ESTUDIOS GEOTECNICOS

📍 Urb. Villa de Contadores Mz. A - Lote 08 - Trujillo
 📞 948180393 - 993131322 - 993756435 ☎ 044-250381
 📧 geconsac_laboratorio@hotmail.com
 📧 logistica.geconsac@gmail.com

**GECONSAC**LABORATORIO: SUELOS, CONCRETO,
ASfalto Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN
ESTUDIOS GEOTECNICOS**CALIFORNIA BEARING
RATIO (C.B.R.)**(ASTM D1883 - MTC E132 -
2000 -AASHTO T-193)

Código: GC22- LEM -T250

Versión 0.0

Vigencia: 01/09/2020

PROYECTO	: PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. JUAN PABLO II, TRUJILLO, LA LIBERTAD, 2022	Registro N°: GC22- LEM -T250
UBICACIÓN	: TRUJILLO - LA LIBERTAD	
SOLICITA	: SAM JUNIOR III CASTILLO SERRUDO	Fecha: 23/06/2022

I. Datos Generales

PROCEDENCIA	: MATERIAL IN SITU
CALICATA	: C1
MATERIAL	: ARENA UNIFORME
PROF. (m)	: 2

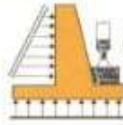
MÉTODO DE COMPACTACION	MOLDES					
	1		2		3	
N° DE MOLDE	1		2		3	
N° DE CAPAS	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	50		25		12	
SOBRECARGA (g)	4530		4530		4530	
CONDICION DE LA MUESTRA	Antes de empapar	Desp. de empapar	Antes de empapar	Desp. de empapar	Antes de empapar	Desp. de empapar
MUESTRA HUMEDA + MOLDE (g)	8600.00		8180.00		7900.00	
PESO DEL MOLDE (g)	4190.00		4190.00		4190.00	
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (g)	4410.00		3990.00		3770.00	
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm3)	2117.40		2117.40		2117.40	
DENSIDAD HUMEDA (g/cm3)	2.08		1.88		1.78	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
N° DE TARA	1		2		3	
MUESTRA HUMEDA + TARA (g)	47.01		46.01		44.65	
MUESTRA SECA + TARA (g)	45.00		42.08		41.31	
PESO DE AGUA (g)	2.01		3.33		3.34	
PESO DE TARA (g)	19.00		17.32		17.32	
MUESTRA SECA (g)	26.00		25.36		23.99	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	10.04		13.13		13.92	
DENSIDAD SECA (g/cm3)	1.89		1.67		1.56	

DATOS DE EXPANSION								
MOLDE N°			1		2		3	
SOBRECARGA (g)			4530		4530		4530	
FECHA	HORA	TIEMPO (horas)	LECTURA DIAL	HINCHAM. mm	LECTURA DIAL	HINCHAM. mm	LECTURA DIAL	HINCHAM. mm



GECONSAC
LABORATORIO GEOTECNICO
SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y MATERIALES DE CONSTRUCCION
ESTUDIOS GEOTECNICOS
Ing. Jorge L. Urquiza Urquiza
C.P. 2118
JEFE LABORATORIO ESTUDIOS GEOTECNICOS

Urb. Villa de Contadones Mz. N - Lote 06 - Trujillo
948180393 - 993131322 - 993756435 ☎ 044-260381
geconsac_laboratorio@hotmail.com
logistica.geconsac@gmail.com

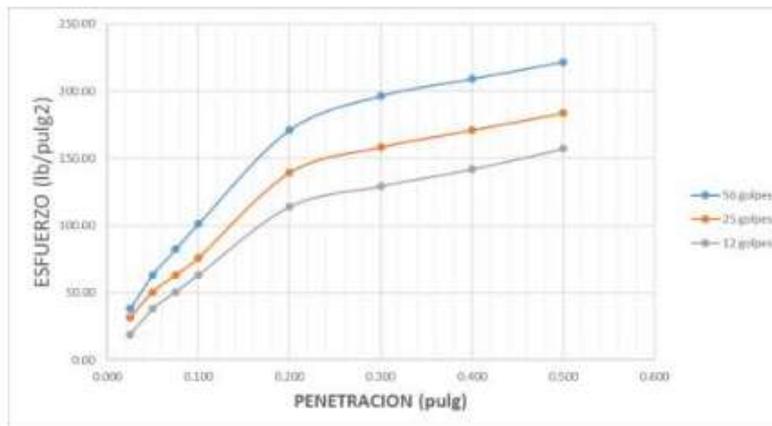


GECONSAC

LABORATORIO: SUELOS, CONCRETO
ASfalto y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN
ESTUDIOS GEOTECNICOS

ENSAYO CARGA - PENETRACIÓN										
PENETRACION (pulg)	PRESION PATRON (lb/pulg ²)	MOLDE N° 01			MOLDE N° 2			MOLDE N° 03		
		LECTURA DIAL	ENSAYO CARGA		LECTURA DIAL	ENSAYO CARGA		LECTURA DIAL	ENSAYO CARGA	
			lbs	lbs/pulg ²		lbs	lbs/pulg ²		lbs	lbs/pulg ²
0.025		35.00	133.00	44.33	30.00	114.00	38.00	20.00	70.00	25.33
0.050		50.00	190.00	63.33	45.00	171.00	57.00	35.00	133.00	44.33
0.075		60.00	228.00	76.00	55.00	209.00	69.67	45.00	171.00	57.00
0.100		75.00	285.00	95.00	65.00	247.00	82.33	55.00	209.00	69.67
0.200		125.00	475.00	158.33	110.00	418.00	139.33	90.00	342.00	114.00
0.300		150.00	570.00	190.00	125.00	475.00	158.33	110.00	418.00	139.33
0.400		165.00	627.00	209.00	145.00	551.00	183.67	125.00	475.00	158.33
0.500		175.00	665.00	221.67	165.00	627.00	209.00	140.00	532.00	177.33

50	CBR (0.1")	$\frac{95.00}{1000} \times 100$	=	9.50 %
	CBR (0.2")	$\frac{158.33}{1000} \times 100$	=	10.58 %
25	CBR (0.1")	$\frac{82.33}{1000} \times 100$	=	8.23 %
	CBR (0.2")	$\frac{139.33}{1000} \times 100$	=	9.29 %
12	CBR (0.1")	$\frac{69.67}{1000} \times 100$	=	6.97 %
	CBR (0.2")	$\frac{114.00}{1000} \times 100$	=	7.60 %

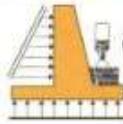


	GOLPES	50	25	12
C.B.R.	0.1	9.50%	8.23%	6.97%
	0.2	10.50%	9.29%	7.60%



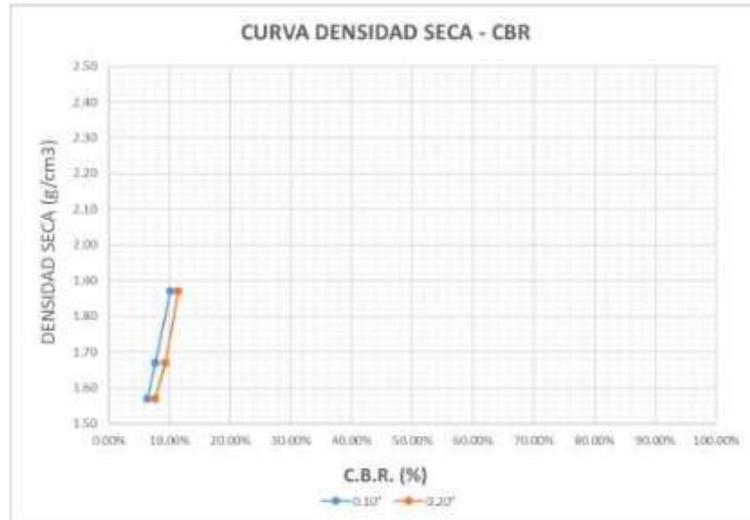
GECONSAC
SISTEMA CONTROLADO DE CALIDAD
Ing. Jorge L. Quiroz Urquiza
JEFE LABORATORIO ESTUDIOS GEOTECNICOS

Urb. Villa de Contadores Mz. A - Lote 06 - Trujillo
948180393 - 983131322 - 983756435 ☎ 044-250381
geconsac_laboratorio@hotmail.com
logistica.geconsac@gmail.com



GECONSAC

LABORATORIO: SUELOS, CONCRETO,
ASFALTO Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN
ESTUDIOS GEOTECNICOS



DENSIDAD SECA MAXIMA	(g/cm ³)	1.78
HUMEDAD OPTIMA	(%)	10.80

95% DENSIDAD SECA MAXIMA (g/cm³) : **1.69**
C.B.R. (%) : **8.50**



GECONSAC
LABORATORIO GEOTECNICO, S.A.S.
Ing. Jorge L. Guzmán Urdanivia
C.P. 11018
JEFE LABORATORIO ESTUDIOS GEOTECNICOS

**GECONSAC**LABORATORIO: SUELOS, CONCRETO,
ASfalto Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN
ESTUDIOS GEOTECNICOS**CALIFORNIA BEARING
RATIO (C.B.R.)****(ASTM D1883 - MTC E132 -
2000 - AASHTO T-193)**

Código: GC22- LEM -T250

Versión 0.0

Vigencia: 01/09/2020

PROYECTO :	PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. JUAN PABLO II, TRUJILLO, LA LIBERTAD, 2022	Registro N°: GC22- LEM -T250
UBICACIÓN :	TRUJILLO - LA LIBERTAD	
SOLICITA :	SAM JUNIOR III CASTILLO SERRUDO	Fecha: 23/06/2022

I. Datos Generales

PROCEDENCIA :	MATERIAL IN SITU
CALICATA :	C2
MATERIAL :	ARENA UNIFORME
PROF. (m) :	2

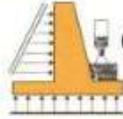
METODO DE COMPACTACION	MOLDES					
	1		2		3	
N° DE MOLDE	1		2		3	
N° DE CAPAS	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	50		25		12	
SOBRECARGA (g)	4530		4530		4530	
CONDICION DE LA MUESTRA	Antes de empapar	Desp. de empapar	Antes de empapar	Desp. de empapar	Antes de empapar	Desp. de empapar
MUESTRA HUMEDA + MOLDE (g)	8550.00		8150.00		7930.00	
PESO DEL MOLDE (g)	4190.00		4190.00		4190.00	
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (g)	4360.00		3960.00		3740.00	
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2117.40		2117.40		2117.40	
DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³)	2.06		1.87		1.77	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
N° DE TARA	1		2		3	
MUESTRA HUMEDA + TARA (g)	46.45		44.06		42.91	
MUESTRA SECA + TARA (g)	43.51		40.95		39.53	
PESO DE AGUA (g)	2.94		3.11		3.38	
PESO DE TARA (g)	17.00		16.30		15.51	
MUESTRA SECA (g)	26.51		24.65		24.02	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	11.09		12.62		14.07	
DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.85		1.66		1.55	

DATOS DE EXPANSION								
MOLDE N°			1		2		3	
SOBRECARGA (g)			4530		4530		4530	
FECHA	HORA	TIEMPO (horas)	LECTURA DIAL	HINCHAM. mm	LECTURA DIAL	HINCHAM. mm	LECTURA DIAL	HINCHAM. mm



GECONSAC
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO,
ASfalto Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN
ESTUDIOS GEOTECNICOS
Ing. Jorge L. Guzmán Urdaneta
CIP 11928
JEFE LABORATORIO ESTUDIOS GEOTECNICOS

Urb. Villa de Contadores Mz. N° - Lote 06 - Trujillo
 ☎ 948180393 - 993131322 - 993766435 ☎ 044-250381
 ✉ geconsac_laboratorio@hotmail.com
 📧 logistica.geconsac@gmail.com



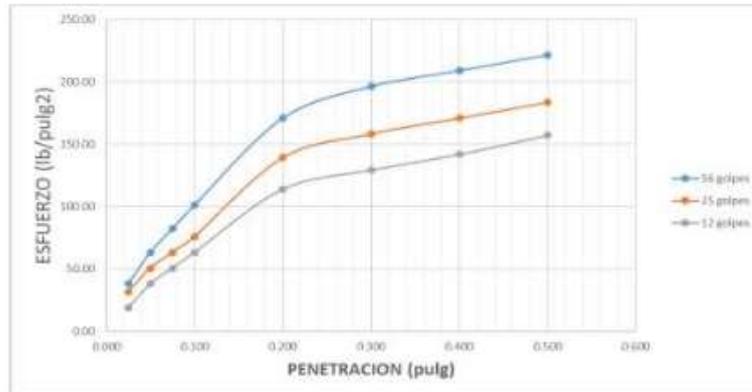
GECONSAC

LABORATORIO: SUELOS, CONCRETO,
ASfalto Y MATERIALES DE CONSTRUCCION
ESTUDIOS GEOTECNICOS

ENSAYO CARGA - PENETRACION

PENETRACION (pulg)	PRESION PATRON (lb/pulg2)	MOLDE N° 01			MOLDE N° 2			MOLDE N° 03		
		LECTURA DIAL	ENSAYO CARGA		LECTURA DIAL	ENSAYO CARGA		LECTURA DIAL	ENSAYO CARGA	
			lbs	lbs/pulg2		lbs	lbs/pulg2		lbs	lbs/pulg2
0.025		30.00	114.00	38.00	25.00	95.00	31.67	15.00	57.00	19.00
0.050		45.00	171.00	57.00	35.00	133.00	44.33	25.00	95.00	31.67
0.075		65.00	247.00	82.33	45.00	171.00	57.00	35.00	133.00	44.33
0.100		80.00	304.00	101.33	60.00	228.00	70.00	45.00	171.00	57.00
0.200		125.00	475.00	158.33	105.00	399.00	133.00	85.00	323.00	107.67
0.300		150.00	570.00	190.00	125.00	475.00	158.33	112.00	425.00	141.87
0.400		165.00	627.00	209.00	135.00	513.00	171.00	125.00	475.00	158.33
0.500		175.00	665.00	221.67	145.00	551.00	183.67	153.00	513.00	171.00

56	CBR (0.1")	$\frac{101.33 \times 100}{1000}$	=	10.13 %
	CBR (0.2")	$\frac{158.33 \times 100}{1000}$	=	10.56 %
25	CBR (0.1")	$\frac{76.00 \times 100}{1000}$	=	7.60 %
	CBR (0.2")	$\frac{133.00 \times 100}{1000}$	=	8.87 %
12	CBR (0.1")	$\frac{57.00 \times 100}{1000}$	=	5.70 %
	CBR (0.2")	$\frac{107.67 \times 100}{1000}$	=	7.18 %



	GOLPES	56	25	12
C.B.R.	0.1	10.13%	7.60%	5.70%
	0.2	10.56%	8.87%	7.18%



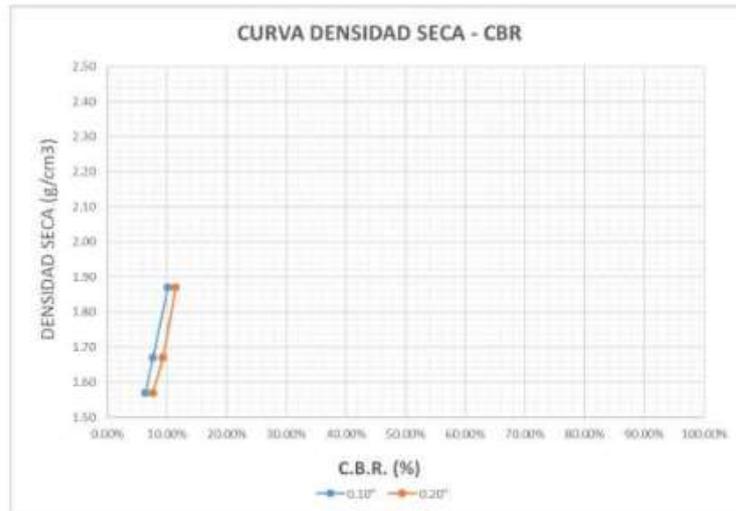
GECONSAC
LABORATORIO GEOTECNICO
Ing. Jorge L. Campesino Urdanivia
C.P. 9116
JEFE LABORATORIO ESTUDIOS GEOTECNICOS

Urb. Villa de Costadores Mz. N - Lote 08 - Trujillo
048180393 - 993131322 - 993796435 044-250381
geconsac_laboratorio@hotmail.com
logistica.geconsec@gmail.com



GECONSAC

LABORATORIO: SUELOS, CONCRETO,
ASFALTO Y MATERIALES DE CONSTRUCCION
ESTUDIOS GEOTECNICOS



DENSIDAD SECA MAXIMA	(g/cm ³)	1.74
HUMEDAD OPTIMA	(%)	11.3

95% DENSIDAD SECA MAXIMA (g/cm³) : **1.65**
C.B.R. (%) : **7.50**



Urb. Villa de Contadores Mz. A - Lote 06 - Trujillo
948180393 - 993131322 - 993756435 ☎ 044-250381
geconsac_laboratorio@hotmail.com
logistica.geconsac@gmail.com

**GECONSAC**LABORATORIO: SUELOS, CONCRETO,
ASFALTO Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN
ESTUDIOS GEOTECNICOS**CALIFORNIA BEARING
RATIO (C.B.R.)****(ASTM D1883 - MTC E132 -
2000 - AASHTO T-193)**

Código: GC22- LEM -T250

Versión 0.0

Vigencia: 01/09/2020

PROYECTO : PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. JUAN
PABLO II, TRUJILLO, LA LIBERTAD, 2022**Registro N°:** GC22- LEM -T250**UBICACIÓN** : TRUJILLO - LA LIBERTAD**SOLICITA** : SAM JUNIOR III CASTILLO SERRUDO**Fecha:** 23/06/2022**I. Datos Generales****PROCEDENCIA** : MATERIAL IN SITU
CALICATA : C3
MATERIAL : ARENA UNIFORME
PROF. (m) : 2

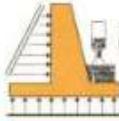
METODO DE COMPACTACION		MOLDES					
		1		2		3	
N° DE MOLDE		1		2		3	
N° DE CAPAS		5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA		56		25		12	
SOBRECARGA (g)		4530		4530		4530	
CONDICION DE LA MUESTRA		Antes de empapar	Desp. de empapar	Antes de empapar	Desp. de empapar	Antes de empapar	Desp. de empapar
MUESTRA HUMEDA + MOLDE (g)		8700.00		8200.00		7880.00	
PESO DEL MOLDE (g)		4190.00		4190.00		4190.00	
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (g)		4510.00		4010.00		3790.00	
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)		2117.40		2117.40		2117.40	
DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³)		2.13		1.89		1.79	
CONTENIDO DE HUMEDAD							
N° DE TARA		1		2		3	
MUESTRA HUMEDA + TARA (g)		48.72		47.39		46.56	
MUESTRA SECA + TARA (g)		45.10		43.79		43.01	
PESO DE AGUA (g)		3.62		3.60		3.55	
PESO DE TARA (g)		19.00		17.55		17.55	
MUESTRA SECA (g)		26.10		26.24		25.46	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		13.87		13.72		13.94	
DENSIDAD SECA (g/cm ³)		1.87		1.67		1.57	

DATOS DE EXPANSION								
MOLDE N°			1		2		3	
SOBRECARGA (g)			4530		4530		4530	
FECHA	HORA	TIEMPO (horas)	LECTURA DIAL	HINCHAM. mm	LECTURA DIAL	HINCHAM. mm	LECTURA DIAL	HINCHAM. mm



GECONSAC
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO,
ASFALTO Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN
ESTUDIOS GEOTECNICOS

Urb. Villa de Contadores Mz. R - Lote 06 - Trujillo
948180393 - 993131322 - 993786435 ☎ 044-250381
geconsac_laboratorio@hotmail.com
logistica.geconsac@gmail.com

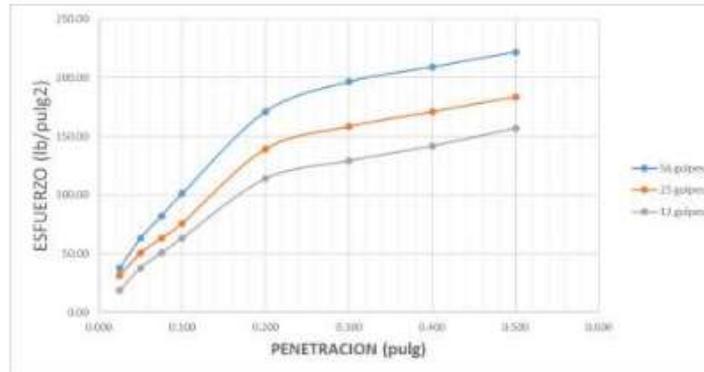


GECONSAC

LABORATORIO: SUELOS, CONCRETO,
ASFALTO Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN
ESTUDIOS GEOTECNICOS

ENSAYO CARGA - PENETRACION										
PENETRACION (pulg)	PRESION PATRON (lb/pulg2)	MOLDE N° 01			MOLDE N° 2			MOLDE N° 03		
		LECTURA DIAL	ENSAYO CARGA		LECTURA DIAL	ENSAYO CARGA		LECTURA DIAL	ENSAYO CARGA	
			lbs	lbs/pulg2		lbs	lbs/pulg2		lbs	lbs/pulg2
0.025		30.00	114.00	38.00	25.00	95.00	31.67	15.00	57.00	19.00
0.050		50.00	190.00	63.33	40.00	152.00	50.67	30.00	114.00	38.00
0.075		65.00	247.00	82.33	50.00	190.00	63.33	40.00	152.00	50.67
0.100		80.00	304.00	101.33	60.00	228.00	76.00	50.00	190.00	63.33
0.200		135.00	513.00	171.00	110.00	418.00	139.33	90.00	342.00	114.00
0.300		155.00	589.00	196.33	125.00	475.00	158.33	102.00	387.00	129.20
0.400		165.00	627.00	209.00	135.00	513.00	171.00	112.00	425.00	141.67
0.500		175.00	665.00	221.67	145.00	551.00	183.67	124.00	471.20	157.07

56	CBR (0.1")	$\frac{101.33 \times 100}{1000}$	=	10.13 %
	CBR (0.2")	$\frac{171.00 \times 100}{1000}$	=	11.4 %
25	CBR (0.1")	$\frac{76.00 \times 100}{1000}$	=	7.60 %
	CBR (0.2")	$\frac{139.33 \times 100}{1000}$	=	9.29 %
12	CBR (0.1")	$\frac{63.33 \times 100}{1000}$	=	6.33 %
	CBR (0.2")	$\frac{114.00 \times 100}{1000}$	=	7.6 %



GOLPES		56	25	12
C.B.R.	0.1	10.13%	7.60%	6.33%
	0.2	11.40%	9.29%	7.60%



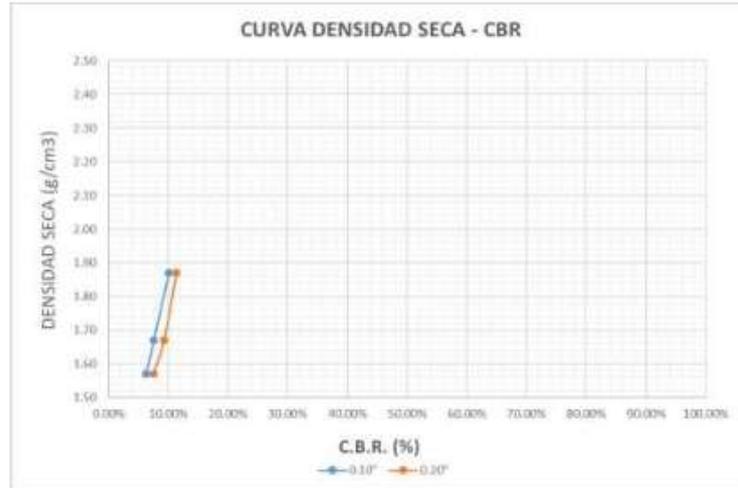
GECONSAC
SISTEMA CONTABILIZADO
Ing. Jorge L. Guzmán Urteaga
C.P. 1125
JEFE LABORATORIO ESTUDIOS GEOTECNICOS

Urb. Villa de Contadores Mz. N° - Lote 05 - Trujillo
948180393 - 993131322 - 993756435 ☎ 044-250381
geconsac_laboratorio@hotmail.com
logistica.geconsac@gmail.com



GECONSAC

LABORATORIO: SUELOS, CONCRETO,
ASFALTO Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN
ESTUDIOS GEOTECNICOS



DENSIDAD SECA MAXIMA	(g/cm3)	1.76
HUMEDAD OPTIMA	(%)	11.00

95% DENSIDAD SECA MAXIMA (g/cm3) : **1.67**
C.B.R. (%) : **8.00**

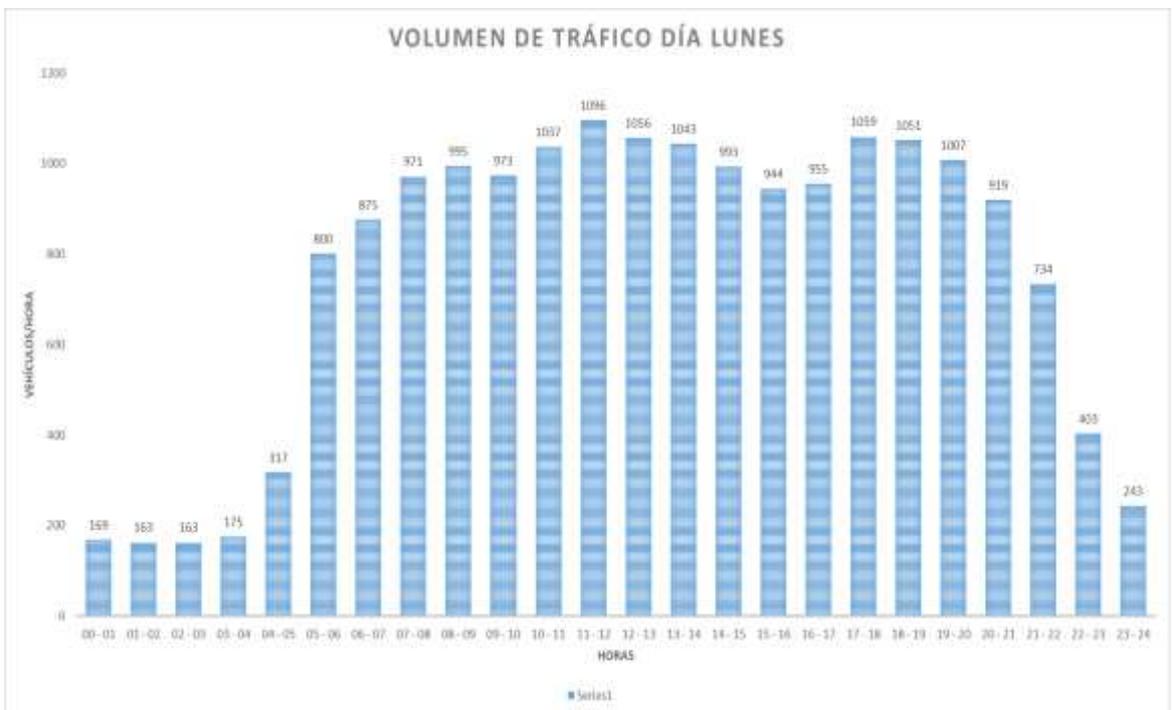


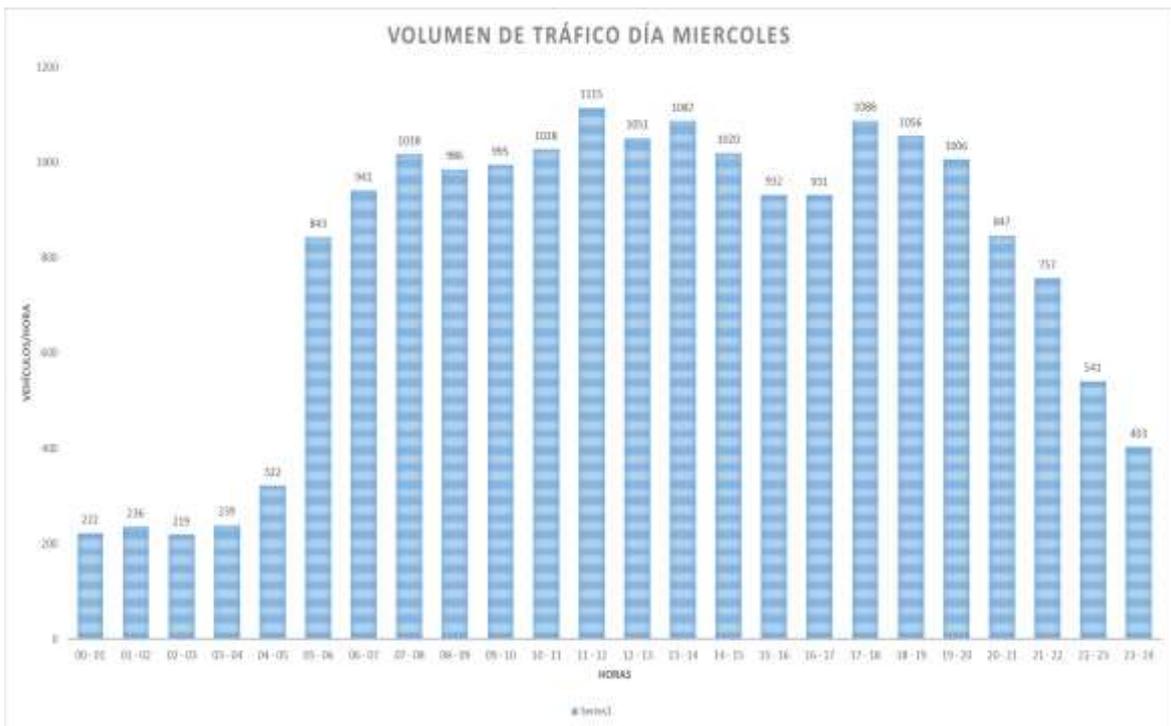
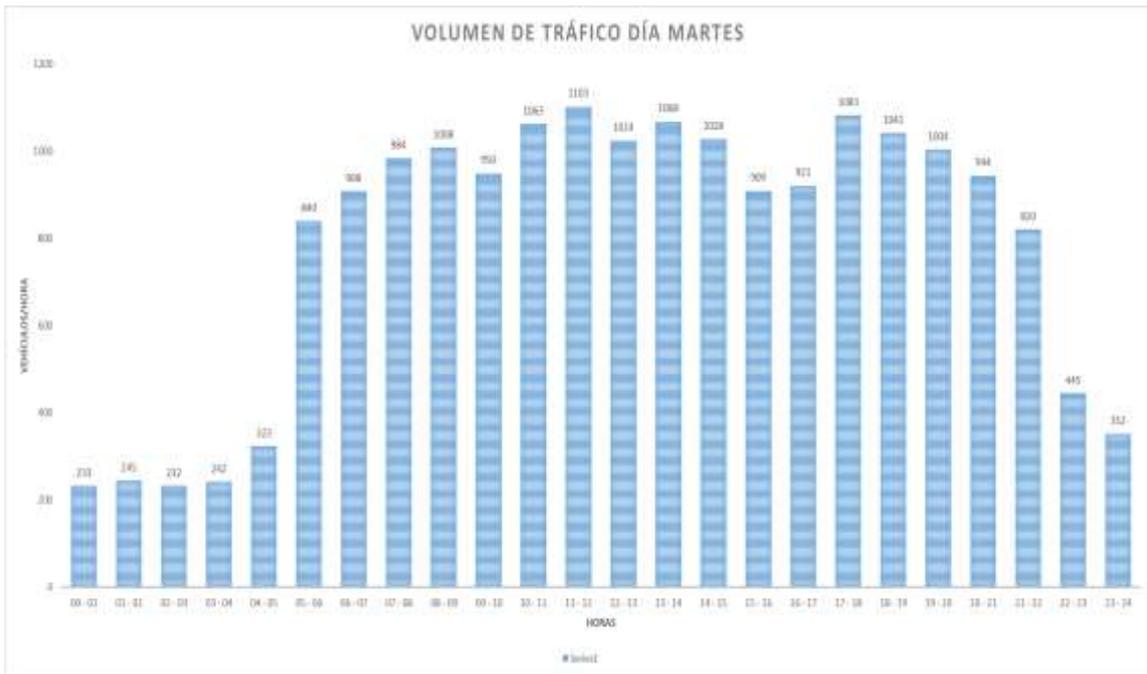
GECONSAC
LABORATORIO GEOTECNICO
Ing. Jorge L. Cisneros Urteaga
C.P. 1010
JEFE LABORATORIO ESTUDIOS GEOTECNICOS

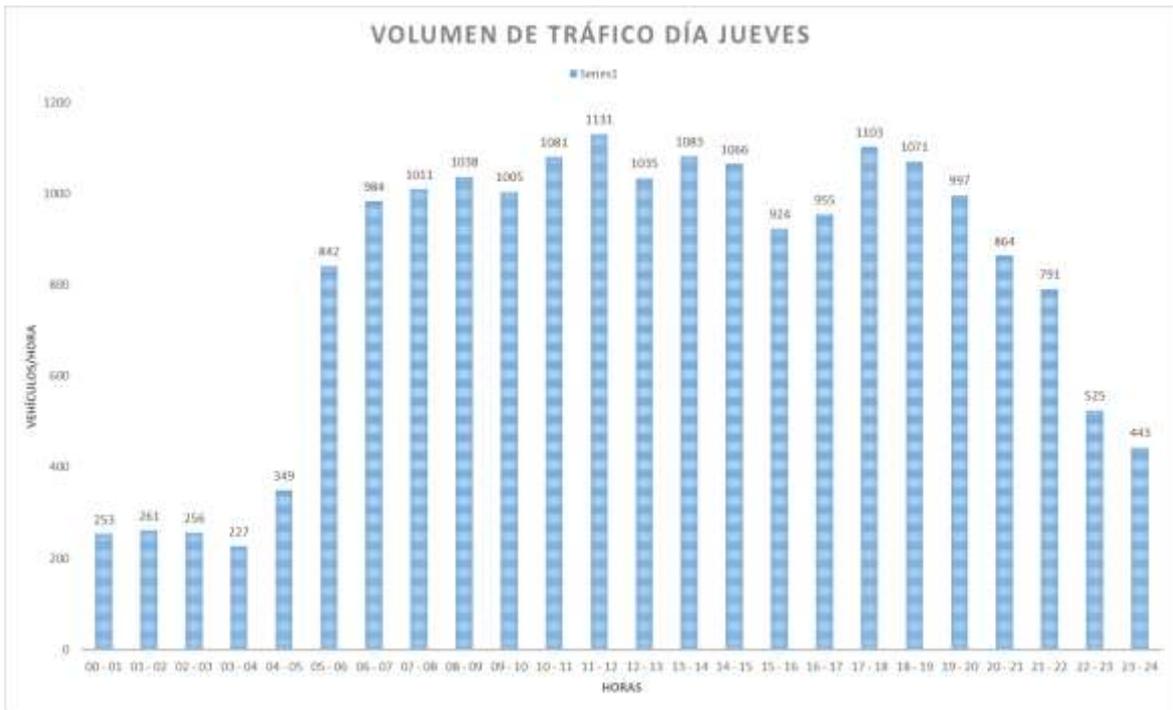
📍 Urb. Villa de Contadores Mz. R - Lote 06 - Trujillo
☎ 948180393 - 993131322 - 993756435 📠 044-280361
✉ geconsac_laboratorio@hotmail.com
🌐 logistica.geconsac@gmail.com

Anexo 4. Volumen de tráfico

Anexo 4.1. Volumen de tráfico promedio diario de la estación E01



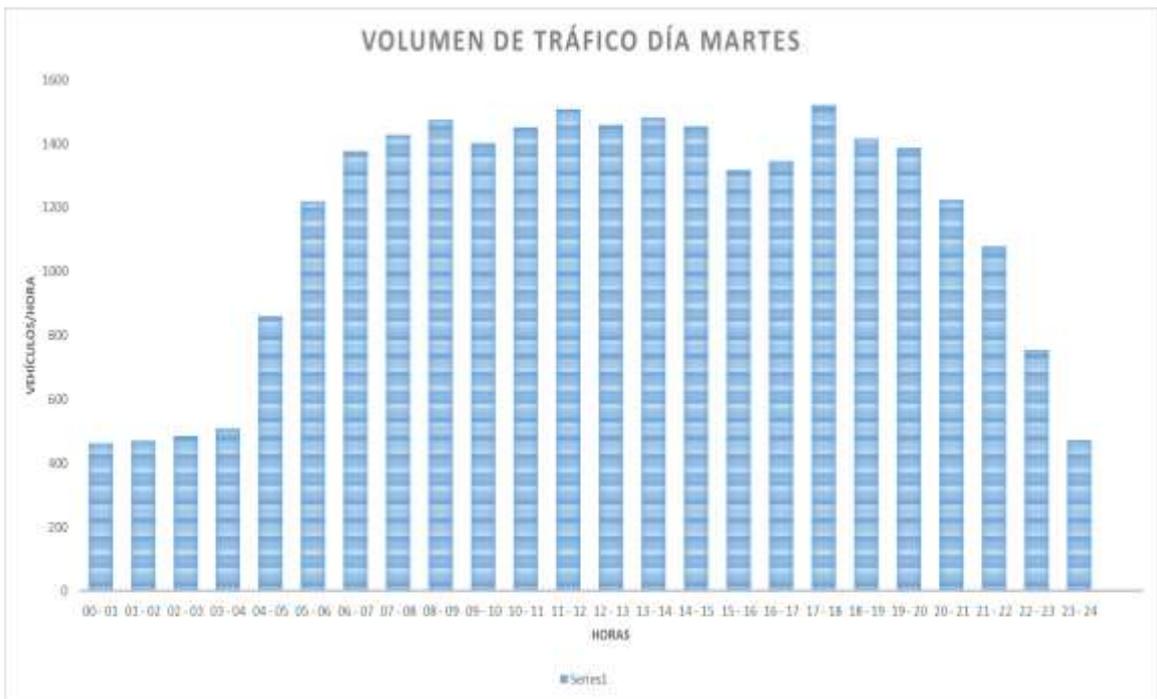






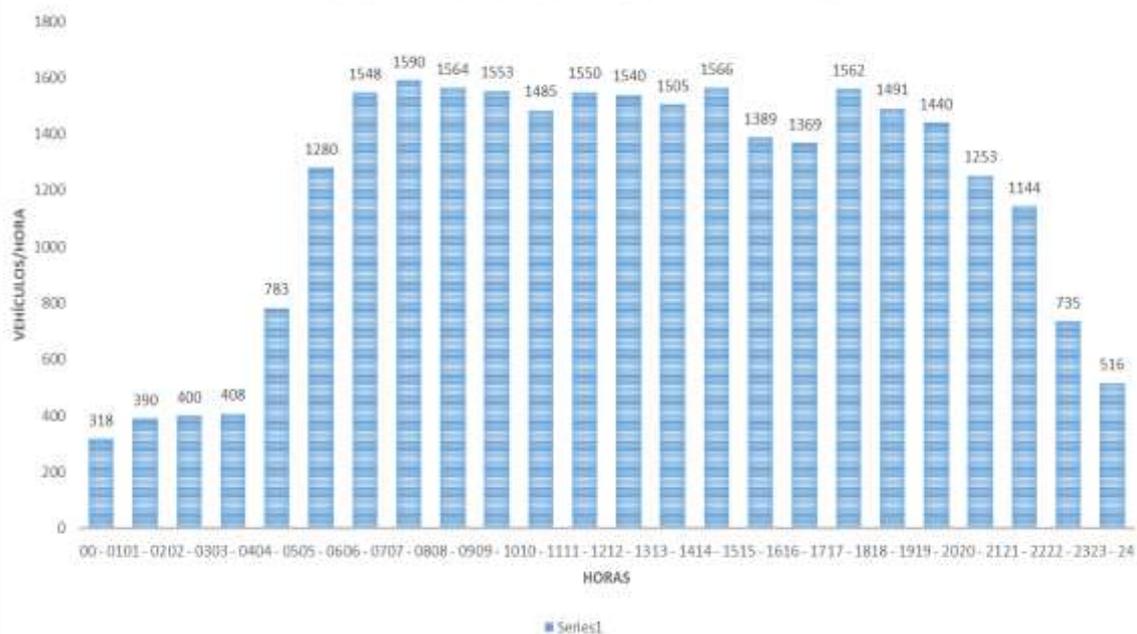
Anexo 4.2. Volumen de tráfico promedio diario de la estación E02



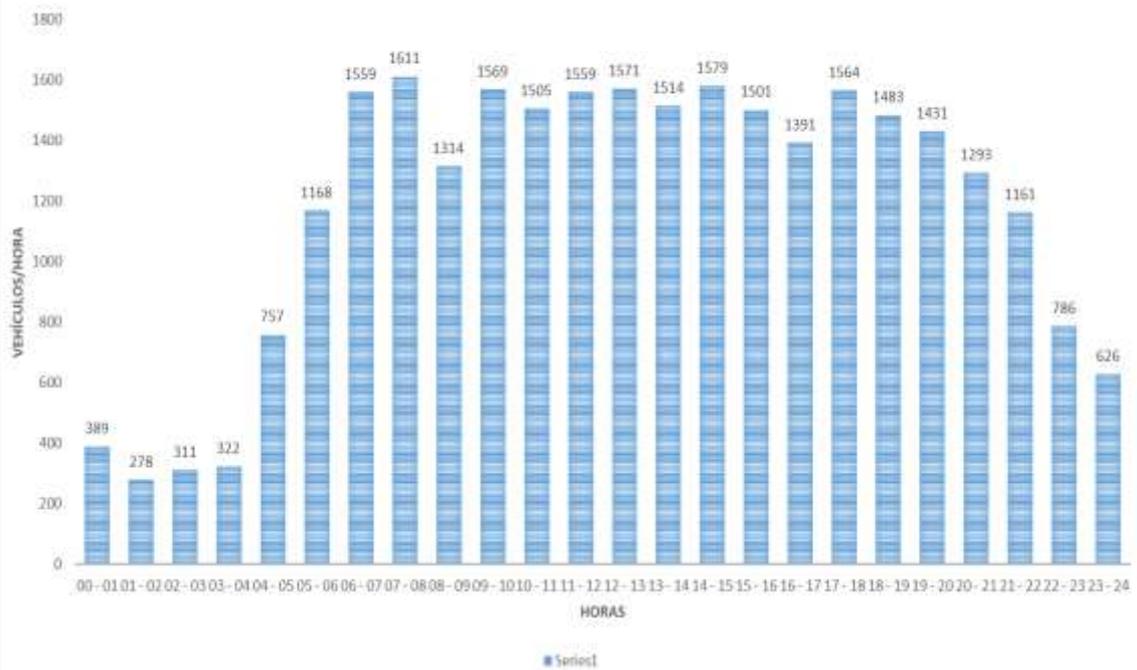




VOLUMEN DE TRÁFICO DIA VIERNES



VOLUMEN DE TRÁFICO DÍA SÁBADO



Anexo 5. Cálculo del IMD, IMDs y IMDa de la E01 y E02

Carretera	Av. Juan Pablo II
Cod Estación	E01
Estación	Los Colibríes

Año de estudio	2022
----------------	------

Día		Auto Movil	S Wagon	Camionetas			Micro	Omnibus	
				Pick up	Panel	Rural		2E	3E
Domingo	Ida	3752	425	390	141	157	87	0	20
	Vuelta	3744	415	387	139	155	89	0	20
	Total	7496	840	777	280	312	176	0	40
Lunes	Ida	6133	1041	990	552	357	135	2	20
	Vuelta	6333	959	920	155	351	133	3	20
	Total	12466	2000	1910	707	708	268	5	40
Martes	Ida	6684	831	825	353	365	136	2	20
	Vuelta	6592	948	952	449	413	133	5	21
	Total	13276	1779	1777	802	778	269	7	41
Miércoles	Ida	6742	932	837	353	399	135	3	21
	Vuelta	6615	916	987	344	407	133	2	20
	Total	13357	1848	1824	697	806	268	5	41
Jueves	Ida	6703	1075	985	370	390	135	4	22
	Vuelta	6718	900	1019	417	354	135	3	20
	Total	13421	1975	2004	787	744	270	7	42
Viernes	Ida	6992	1041	1106	391	491	138	7	25
	Vuelta	6905	1025	1079	367	498	138	8	22
	Total	13897	2066	2185	758	989	276	15	47
Sábado	Ida	6910	979	918	418	464	137	4	22
	Vuelta	6929	981	924	436	357	134	4	23
	Total	13839	1960	1842	854	821	271	8	45
IMDs	Ida	6273.71	903.43	864.43	368.29	374.71	129.00	3.14	21.43
	Vuelta	6262.29	877.71	895.43	329.57	362.14	127.86	3.57	20.86
	Total	12536.00	1782.00	1760.00	698.00	737.00	257.00	7.00	43.00
IMDa	Ida	7039.73	1013.74	969.98	413.25	420.47	144.75	3.42	23.33
	Vuelta	7026.91	984.88	1004.76	369.81	406.36	143.47	3.89	22.71
	Total	14067.00	1999.00	1975.00	784.00	827.00	289.00	8.00	47.00
2022	Total vehículos	14067	1999	1975	784	827	289	8	47

Tasa anual de crecimiento vehículos livianos	r:	1.26	%
Tasa anual de crecimiento vehículos pesados	r:	2.83	%
Tiempo que pasa del estudio de proyecto hasta la ejecución (años)	n:	2	

Población futura de vehículos

2024	Total	14245.000	2025.000	2000.000	794.000	838.000	293.000	9.000	48.000
------	-------	-----------	----------	----------	---------	---------	---------	-------	--------

Factor de corrección estacional	Veh. Livianos	fc:	1.1221
	Veh. Pesados	fc:	1.0887

Camión			Semitrailers				Trailers				TOTAL	Veh./día
2E	3E	4E	2S1	2S3	3S2	≥ 3S3	2T2	2T3	3T2	≥ 3T3		
9	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4986	Veh./día
9	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4963	Veh./día
18	8	0	0	2	0	0	0	0	0	0	9949	Veh./día
9	5	0	0	1	0	0	2	1	0	0	9248	Veh./día
10	4	0	0	2	0	0	2	1	0	0	8893	Veh./día
19	9	0	0	3	0	0	4	2	0	0	18141	Veh./día
10	7	0	0	1	0	1	2	1	0	0	9238	Veh./día
8	5	0	0	2	0	0	2	2	0	0	9532	Veh./día
18	12	0	0	3	0	1	4	3	0	0	18770	Veh./día
9	4	0	1	2	0	0	2	1	0	0	9441	Veh./día
9	4	0	0	1	0	0	2	2	0	0	9442	Veh./día
18	8	0	1	3	0	0	4	3	0	0	18883	Veh./día
9	4	0	5	3	1	0	2	2	0	0	9710	Veh./día
9	4	0	2	1	0	0	2	1	0	0	9585	Veh./día
18	8	0	7	4	1	0	4	3	0	0	19295	Veh./día
11	6	0	2	1	1	0	3	2	0	0	10217	Veh./día
10	5	0	4	1	2	0	2	2	0	0	10068	Veh./día
21	11	0	6	2	3	0	5	4	0	0	20285	Veh./día
10	5	0	4	5	0	0	2	1	0	0	9879	Veh./día
10	5	0	5	1	0	1	2	1	0	0	9813	Veh./día
20	10	0	9	6	0	1	4	2	0	0	19692	Veh./día
9.57	5.00	0.00	1.71	2.00	0.29	0.14	1.86	1.14	0.00	0.00	8960	Veh./día
9.29	4.43	0.00	1.57	1.29	0.29	0.14	1.71	1.29	0.00	0.00	8899	Veh./día
19.00	10.00	0.00	4.00	4.00	1.00	1.00	4.00	3.00	0.00	0.00	17866	Veh./día
10.42	5.44	0.00	1.87	2.18	0.31	0.16	2.02	1.24	0.00	0.00	10052	Veh./día
10.11	4.82	0.00	1.71	1.40	0.31	0.16	1.87	1.40	0.00	0.00	9985	Veh./día
21.00	11.00	0.00	4.00	4.00	1.00	1.00	4.00	3.00	0.00	0.00	20045	Veh./día
21	11	0	4	4	1	1	4	3	0	0	20045	Veh./día

Tasa de crecimiento y proyección

$$T_n = T_0 * (1 + r)^{n-1}$$

T_n = Tránsito proyectado al año "n" en veh/día

T₀ = Tránsito actual (año base) en veh/día

n = año futuro de proyección

r = tasa anual de crecimiento de tránsito

22.000	12.000	0.000	5.000	5.000	2.000	2.000	5.000	4.000	0.000	0.000	20309.000
--------	--------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-----------

Carretera	Av. Juan Pablo II
Cod Estación	E01
Estación	UNT

Año de estudio	2022
----------------	------

Día		Auto Movil	S Wagon	Camionetas			Micro	Omnibus	
				Pick up	Panel	Rural		2E	3E
Domingo	Ida	6719	842	738	330	362	777	0	0
	Vuelta	6689	846	734	325	352	770	0	0
	Total	13408	1688	1472	655	714	1547	0	0
Lunes	Ida	6879	1640	1354	357	462	2838	5	1
	Vuelta	6919	1642	1363	381	472	2875	6	3
	Total	13798	3282	2717	738	934	5713	11	4
Martes	Ida	6928	1656	1340	373	467	2875	5	3
	Vuelta	7207	1641	1356	357	462	2850	5	2
	Total	14135	3297	2696	730	929	5725	10	5
Miércoles	Ida	7503	1885	1356	364	513	2850	5	3
	Vuelta	7302	1642	1356	354	463	2854	6	2
	Total	14805	3527	2712	718	976	5704	11	5
Jueves	Ida	7164	1661	1419	364	462	2850	7	2
	Vuelta	7247	1691	1430	367	464	2866	8	3
	Total	14411	3352	2849	731	926	5716	15	5
Viernes	Ida	7247	1691	1430	367	464	2866	8	3
	Vuelta	7289	1752	1472	370	467	2901	9	4
	Total	14536	3443	2902	737	931	5767	17	7
Sábado	Ida	7276	1798	1435	370	477	2869	10	3
	Vuelta	7025	1816	1389	362	481	2871	9	4
	Total	14301	3614	2824	732	958	5740	19	7
IMDs	Ida	7102.29	1596.14	1296.00	360.71	458.14	2560.71	5.71	2.14
	Vuelta	7096.86	1575.71	1300.00	359.43	451.57	2569.57	6.14	2.57
	Total	14200.00	3172.00	2596.00	721.00	910.00	5131.00	12.00	5.00
IMDa	Ida	7969.47	1791.03	1454.24	404.76	514.08	2873.38	6.22	2.33
	Vuelta	7963.38	1768.11	1458.73	403.31	506.71	2883.32	6.69	2.80
	Total	15933.00	3560.00	2913.00	809.00	1021.00	5757.00	13.00	6.00
2022	Total vehículos	15933	3560	2913	809	1021	5757	13	6

Tasa anual de crecimiento vehículos livianos	r:	1.26	%
Tasa anual de crecimiento vehículos pesados	r:	2.83	%
Tiempo que pasa del estudio de proyecto hasta la ejecución (años)	n:	2	

Población futura de vehículos

2024	Total	16134.000	3605.000	2950.000	820.000	1034.000	5830.000	14.000	7.000
-------------	-------	-----------	----------	----------	---------	----------	----------	--------	-------

Factor de corrección estacional	Veh. Livianos	fe:	1.1221
	Veh. Pesados	fe:	1.0887

Camión			Semitrailers				Traylers				TOTAL	Veh./día
2E	3E	4E	2S	2S3	3S2	≥ 3S3	2T2	2T3	3T2	≥ 3T3		
6	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	9777	Veh./día
1	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	9720	Veh./día
7	4	0	1	0	0	1	0	0	0	0	19497	Veh./día
1	4	0	2	0	0	0	1	0	0	0	13544	Veh./día
1	6	0	4	0	0	0	1	0	0	0	13673	Veh./día
2	10	0	6	0	0	0	2	0	0	0	27217	Veh./día
8	6	0	3	0	0	0	1	0	0	0	13665	Veh./día
4	5	0	2	0	0	0	1	0	0	0	13892	Veh./día
12	11	0	5	0	0	0	2	0	0	0	27557	Veh./día
4	9	0	3	1	0	0	1	0	0	0	14497	Veh./día
6	5	0	2	1	0	0	1	0	0	0	13994	Veh./día
10	14	0	5	2	0	0	2	0	0	0	28491	Veh./día
7	6	0	2	0	0	0	1	0	0	0	13945	Veh./día
9	7	0	3	0	0	0	1	0	0	0	14096	Veh./día
16	13	0	5	0	0	0	2	0	0	0	28041	Veh./día
9	7	0	3	0	0	0	1	0	0	0	14096	Veh./día
8	7	0	3	0	0	0	1	0	0	0	14283	Veh./día
17	14	0	6	0	0	0	2	0	0	0	28379	Veh./día
10	8	0	4	0	0	0	1	0	0	0	14261	Veh./día
10	9	0	4	0	0	1	0	0	0	0	13981	Veh./día
20	17	0	8	0	0	1	1	0	0	0	28242	Veh./día
6.43	6.00	0.00	2.57	0.14	0.00	0.00	0.86	0.00	0.00	0.00	13398.00	Veh./día
5.57	5.86	0.00	2.57	0.14	0.00	0.29	0.71	0.00	0.00	0.00	13377.00	Veh./día
12.00	12.00	0.00	6.00	1.00	0.00	1.00	2.00	0.00	0.00	0.00	26781.00	Veh./día
7.00	6.53	0.00	2.80	0.16	0.00	0.00	0.93	0.00	0.00	0.00	15033.00	Veh./día
6.07	6.38	0.00	2.80	0.16	0.00	0.31	0.78	0.00	0.00	0.00	15010.00	Veh./día
14.00	13.00	0.00	6.00	1.00	0.00	1.00	2.00	0.00	0.00	0.00	30049.00	Veh./día
14	13	0	6	1	0	1	2	0	0	0	30049.00	Veh./día

Tasa de crecimiento y proyección

$$T_n = T_0 * (1 + r)^{n-1}$$

T_n = Tránsito proyectado al año "n" en veh/día

T₀ = Tránsito actual (año base) en veh/día

n = año futuro de proyección

r = tasa anual de crecimiento de tránsito

15.000	14.000	0.000	7.000	2.000	0.000	2.000	3.000	0.000	0.000	0.000	30437.000
--------	--------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-----------

Anexo 6. Cálculo de

Estación E01							
TIPO DE VEHÍCULO		IMDA 2024	TIPO DE EJE	N° LLANTAS	CARGA EJE Tn	FACTOR DE EQUIVALENCIA DE CARGA	EE.IMDA FLEXIBLE
VEHÍCULOS LIGEROS	Autos	14245	SIMPLE	2	1	0.000527	7.507115
		14245	SIMPLE	2	1	0.000527	7.507115
	S. Wagon	2025	SIMPLE	2	1	0.000527	1.067175
		2025	SIMPLE	2	1	0.000527	1.067175
	Pick Up	2000	SIMPLE	2	1	0.000527	1.054000
		2000	SIMPLE	2	1	0.000527	1.054000
	Panel	794	SIMPLE	2	1	0.000527	0.418438
		794	SIMPLE	2	1	0.000527	0.418438
	Rural	838	SIMPLE	2	1	0.000527	0.441626
		838	SIMPLE	2	1	0.000527	0.441626
	Micro	293	SIMPLE	2	1	0.000527	0.154411
		293	SIMPLE	2	1	0.000527	0.154411
ÓMNIBUS	2E	9	SIMPLE	2	7	1.265367	11.388303
		9	SIMPLE	4	11	3.238287	29.144583
	3E	48	SIMPLE	2	7	1.265367	60.737616
		48	TANDEM	6	16	1.365945	65.565360
CAMIÓN	2E	22	SIMPLE	2	7	1.265367	27.838074
		22	SIMPLE	4	11	3.238287	71.242314
	3E	12	SIMPLE	2	7	1.265367	15.184404
		12	TANDEM	8	18	2.019213	24.230556
	4E	0	SIMPLE	2	7	1.265367	0.000000
		0	TRIDEM	10	23	1.508184	0.000000
SEMITRAYLERS	2S1	5	SIMPLE	2	7	1.265367	6.326835
		5	SIMPLE	4	11	3.238287	16.191435
		5	SIMPLE	4	11	3.238287	16.191435
	2S3	5	SIMPLE	2	7	1.265367	6.326835
		5	SIMPLE	4	11	3.238287	16.191435
		5	TRIDEM	12	25	1.706026	8.530130
	3S2	2	SIMPLE	2	7	1.265367	2.530734
		2	TANDEM	8	18	2.019213	4.038426
		2	TANDEM	8	18	2.019213	4.038426
	≥ 3S3	2	SIMPLE	2	7	1.265367	2.530734
		2	TANDEM	8	18	2.019213	4.038426
		2	TRIDEM	12	25	1.706026	3.412052
TRAYLERS	2T2	5	SIMPLE	2	7	1.265367	6.326835
		5	SIMPLE	4	11	3.238287	16.191435
		5	SIMPLE	4	11	3.238287	16.191435

	5	SIMPLE	4	11	3.238287	16.191435
2T3	4	SIMPLE	2	7	1.265367	5.061468
	4	SIMPLE	4	11	3.238287	12.953148
	4	SIMPLE	4	11	3.238287	12.953148
	4	TANDEM	8	18	2.019213	8.076852
3T2	0	SIMPLE	2	7	1.265367	0.000000
	0	TANDEM	8	18	2.019213	0.000000
	0	SIMPLE	4	11	3.238287	0.000000
	0	SIMPLE	4	11	3.238287	0.000000
≥ 3T3T	0	SIMPLE	2	7	1.265367	0.000000
	0	TANDEM	8	18	2.019213	0.000000
	0	SIMPLE	4	11	3.238287	0.000000
	0	TANDEM	8	18	2.019213	0.000000
Σ EE . IMDa						510.909399

Estación E02							
TIPO DE VEHÍCULO		IMDA 2024	TIPO DE EJE	NÚMERO LLANTAS	CARGA EJE Tn	FACTOR DE EQUIVALENCIA DE CARGA	EE.IMDA FLEXIBLE
VEHÍCULOS LIGEROS	Autos	16134	SIMPLE	2	1	0.000527	8.502618
		16134	SIMPLE	2	1	0.000527	8.502618
	S. Wagon	3605	SIMPLE	2	1	0.000527	1.899835
		3605	SIMPLE	2	1	0.000527	1.899835
	Pick Up	2950	SIMPLE	2	1	0.000527	1.554650
		2950	SIMPLE	2	1	0.000527	1.554650
	Panel	820	SIMPLE	2	1	0.000527	0.432140
		820	SIMPLE	2	1	0.000527	0.432140
	Rural	1034	SIMPLE	2	1	0.000527	0.544918
		1034	SIMPLE	2	1	0.000527	0.544918
	Micro	5830	SIMPLE	2	1	0.000527	3.072410
		5830	SIMPLE	2	1	0.000527	3.072410
ÓMNIBUS	2E	14	SIMPLE	2	7	1.265367	17.715138
		14	SIMPLE	4	11	3.238287	45.336018
	3E	7	SIMPLE	2	7	1.265367	8.857569
		7	TANDEM	6	16	1.365945	9.561615
CAMIÓN	2E	15	SIMPLE	2	7	1.265367	18.980505
		15	SIMPLE	4	11	3.238287	48.574305
	3E	14	SIMPLE	2	7	1.265367	17.715138
		14	TANDEM	8	18	2.019213	28.268982
SEMITRAYLERS	2S1	7	SIMPLE	2	7	1.265367	8.857569
		7	SIMPLE	4	11	3.238287	22.668009

		7	SIMPLE	4	11	3.238287	22.668009
	2S2	0	SIMPLE	2	7	1.265367	0.000000
		0	SIMPLE	4	11	3.238287	0.000000
		0	TANDEM	8	18	2.019213	0.000000
	2S3	2	SIMPLE	2	7	1.265367	2.530734
		2	SIMPLE	4	11	3.238287	6.476574
		2	TRIDEM	12	25	1.706026	3.412052
	3S1	0	SIMPLE	2	7	1.265367	0.000000
		0	TANDEM	8	18	2.019213	0.000000
		0	SIMPLE	4	11	3.238287	0.000000
	3S2	0	SIMPLE	2	7	1.265367	0.000000
		0	TANDEM	8	18	2.019213	0.000000
		0	TANDEM	8	18	2.019213	0.000000
	≥ 3S3	2	SIMPLE	2	7	1.265367	2.530734
		2	TANDEM	8	18	2.019213	4.038426
		2	TRIDEM	12	25	1.706026	3.412052
TRAYLERS	2T2	3	SIMPLE	2	7	1.265367	3.796101
		3	SIMPLE	4	11	3.238287	9.714861
		3	SIMPLE	4	11	3.238287	9.714861
		3	SIMPLE	4	11	3.238287	9.714861
	2T3	0	SIMPLE	2	7	1.265367	0.000000
		0	SIMPLE	4	11	3.238287	0.000000
		0	SIMPLE	4	11	3.238287	0.000000
		0	TANDEM	8	18	2.019213	0.000000
	3T2	0	SIMPLE	2	7	1.265367	0.000000
		0	TANDEM	8	18	2.019213	0.000000
		0	SIMPLE	4	11	3.238287	0.000000
		0	SIMPLE	4	11	3.238287	0.000000
	≥ 3T3T	0	SIMPLE	2	7	1.265367	0.000000
		0	TANDEM	8	18	2.019213	0.000000
		0	SIMPLE	4	11	3.238287	0.000000
		0	TANDEM	8	18	2.019213	0.000000
						∑ EE . IMDa	336.557255

Anexo 7. Cálculo del ESAL

Para datos de la E01

$$ESALs = W_{18} = 365 * F_d * F_c [CL * F_{EC} + CP * F_{CE}] * F_{ca} \quad F.IMDA = [CL * F_{EC} + CP * F_{CE}]$$

2044

Pavimento Flexible		
Tasa anual de crecimiento Vehículos pesados	r	2.83
Tiempo de vida útil de pavimento (años)	n	20
Factor Fca vehículos pesados	$Factor Fca = \frac{(1+r)^n - 1}{r}$	Fca
N° de calzadas, sentidos y carriles por sentido		2 calzadas con separador central, 2 sentidos, 2 carriles por sentido
Factor direccional * Factor carril (Fd*Fc)	Fc*Fd	0.40
Número de repeticiones de ejes equivalentes (ESAL) #REE = 365 * (ΣEE.IMDa) * Fd * Fc * Fca	ESAL	1970034

ESAL =	1970034
--------	---------

F.IMDA	TIEMPO (365 días)	Fd	Fc	Fca	EE = ESALs
510.91	365	0.50	0.80	26.41	1970034

Para datos de la E02

2044

Pavimento Flexible		
Tasa anual de crecimiento Vehículos pesados	r	2.83
Tiempo de vida útil de pavimento (años)	n	20
Factor Fca vehículos pesados	Fca	26.41
N° de calzadas, sentidos y carriles por sentido	$Factor Fca = \frac{(1+r)^n - 1}{r}$	2 calzadas con separador central, 2 sentidos, 2 carriles por sentido
Factor direccional * Factor carril (Fd*Fc)	Fc*Fd	0.40
Número de repeticiones de ejes equivalentes (ESAL) #REE = 365 * (ΣEE.IMDa) * Fd * Fc * Fca	ESAL	1297743

ESAL =	1297743
--------	---------

F.IMDA	TIEMPO (365 días)	Fd	Fc	Fca	EE = ESALs
336.56	365	0.50	0.80	26.41	1297744

Anexo 8. Cálculo del pavimento flexible.

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE

Av. Juan Pablo II tramo Av. Huaman - Ovalo Papal

Cargas de tráfico vehicular impuestos al pavimento	ESAL (W18)	1970034
Suelo de la subrasante	CBR	8 %
Módulo de resiliencia de la subrasante	$Mr(psi) = 2555 \times CBR^{0.64}$	MR (psi) 9668.71
Tipo de tráfico	Tipo	TP6
Número de etapas	Etapas	1
Nivel de confiabilidad	conf.	85 %
Coefficiente estadístico de desviación estandar normal	ZR	-1.036
Desviación estandar combinado	So	0.45
Índice de servicialidad inicial según rango de tráfico	Pi	4.0
Índice de servicialidad final según rango de tráfico	Pt	2.5
Diferencia de servicialidad según rango de tráfico	ΔPSI	1.5

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_0 + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

Número estructural requerido

SNR = 3.46

Coefficientes estructurales de las capas

CAPA SUPERFICIAL	BASE	SUBBASE
a1	a2	a3
Carpeta Asfáltica en caliente, módulo 2,965 Mpa (430,000 PSI) a 20 °C (68 °F)	Base granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS	Sub base granular CBR al 40%, compactada al 100% de la MDS
Capa superficial recomendada para todos los tipos de tráfico	Capa de base recomendada para tráfico $\leq 5'000,000$ EE	Capa de sub base recomendada para tráfico $\leq 15'000,000$ EE
0.170	0.052	0.047

Coefficientes de drenaje para Bases y SubBases granulares no tratadas en pavimentos flexibles

m2	m3
1	1

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

Cálculo de espesores de las capas

d1	d2	d3
7 cm	25 cm	25 cm
Capa superficial	Base	SubBase

SNR (Requerido)	3.46	Debe cumplir SNR (Resultado) > SNR (Requerido)
SNR (Resultado)	3.665	CUMPLE

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE

Av. Juan Pablo II tramo Ovalo Papal - Av. España

Cargas de tráfico vehicular impuestos al pavimento	ESAL (W18)	1297743
Suelo de la subrasante	CBR	8 %
Módulo de resiliencia de la subrasante	$Mr(psi) = 2555 \times CBR^{0.64}$	MR (psi) 9668.71
Tipo de tráfico	Tipo	TP5
Número de etapas	Etapas	1
Nivel de confiabilidad	conf.	85 %
Coefficiente estadístico de desviación estandar normal	ZR	-1.036
Desviación estandar combinado	So	0.45
Índice de servicialidad inicial según rango de tráfico	Pi	4.0
Índice de servicialidad final según rango de tráfico	Pt	2.5
Diferencia de servicialidad según rango de tráfico	ΔPSI	1.5

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_0 + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

Número estructural requerido

SNR =	3.22
-------	------

Coefficientes estructurales de las capas

CAPA SUPERFICIAL	BASE	SUBBASE
a1	a2	a3
Carpeta Asfáltica en caliente, módulo 2,965 Mpa (430,000 PSI) a 20 °C (68 °F)	Base granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS	Sub base granular CBR al 40%, compactada al 100% de la MDS
Capa superficial recomendada para todos los tipos de tráfico	Capa de base recomendada para tráfico $\leq 5'000,000$ EE	Capa de sub base recomendada para tráfico $\leq 15'000,000$ EE
0.170	0.052	0.047

Coefficientes de drenaje para Bases y SubBases granulares no tratadas en pavimentos flexibles

m2	m3
1	1

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

Cálculo de espesores de las capas

d1	d2	d3
7 cm	25 cm	25 cm
Capa superficial	Base	SubBase

SNR (Requerido)	3.22	Debe cumplir SNR (Resultado) > SNR (Requerido)
SNR (Resultado)	3.665	CUMPLE

Anexo 9. Cuadros utilizados para el diseño de pavimento, obtenidos del manual de carreteras del MTC.

Cuadro 12.2
Número de Repeticiones Acumuladas
de Ejes Equivalentes de 8.2 t, en el Carril de Diseño

TIPOS TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE
T _{P5}	> 1'000,000 EE ≤ 1'500,000 EE
T _{P6}	> 1'500,000 EE ≤ 3'000,000 EE
T _{P7}	> 3'000,000 EE ≤ 5'000,000 EE
T _{P8}	> 5'000,000 EE ≤ 7'500,000 EE
T _{P9}	> 7'500,000 EE ≤ 10'000,000 EE
T _{P10}	> 10'000,000 EE ≤ 12'500,000 EE
T _{P11}	> 12'500,000 EE ≤ 15'000,000 EE
T _{P12}	> 15'000,000 EE ≤ 20'000,000 EE
T _{P13}	> 20'000,000 EE ≤ 25'000,000 EE
T _{P14}	> 25'000,000 EE ≤ 30'000,000 EE

Fuente: Elaboración Propia

Nota: T_{PX}: T = Tráfico pesado expresado en EE en el carril de diseño

PX = Pavimentada, X = número de rango (5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13)

Cuadro 12.6
Valores recomendados de Nivel de Confiabilidad Para una sola etapa de
diseño
(10 o 20 años) según rango de Tráfico

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

Fuente: Elaboración Propia, en base a datos de la Guía AASHTO'93

Cuadro 12.7
Valores recomendados de Nivel de Confiabilidad Para dos etapas de diseño
de 10 años cada una según rango de Tráfico

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)		
				1ERA. ETAPA (1)	2DA. ETAPA (2)	TOTAL (1) X (2)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P0}	75,000	150,000	81%	81%	65%
	T _{P1}	150,001	300,000	84%	84%	70%
	T _{P2}	300,001	500,000	87%	87%	75%
	T _{P3}	500,001	750,000	89%	89%	80%
	T _{P4}	750,001	1,000,000	89%	89%	80%
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	92%	92%	85%
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	92%	92%	85%
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	92%	92%	85%
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	95%	95%	90%
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	95%	95%	90%
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	95%	95%	90%
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	95%	95%	90%
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	97%	97%	95%
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	97%	97%	95%
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	97%	97%	95%
	T _{P15}		>30'000,000	97%	97%	95%

Cuadro 12.8
Coefficiente Estadístico de la Desviación Estándar Normal (Z_R)
Para una sola etapa de diseño (10 o 20 años)
Según el Nivel de Confiabilidad seleccionado y el Rango de Tráfico

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

Fuente: Elaboración Propia, en base a datos de la Guía AASHTO'93

Coficiente Estadístico de la Desviación Estándar Normal (Z_R)
Para dos etapas de diseño de 10 años cada una
Según el Nivel de Confiabilidad seleccionado y el Rango de Tráfico

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Z_R)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P0}	75,000	150,000	-0.878
	T _{P1}	150,001	300,000	-0.994
	T _{P2}	300,001	500,000	-1.126
	T _{P3}	500,001	750,000	-1.227
	T _{P4}	750,001	1,000,000	-1.227
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	-1.405
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	-1.405
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	-1.405
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	-1.645
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	-1.645
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	-1.645
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	-1.645
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	-1.881
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	-1.881
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	-1.881
	T _{P15}	>30'000,000		-1.881

Desviación Estándar Combinada (S_o)

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

Cuadro 12.10
Índice de Serviciabilidad Inicial (Pi) Según Rango de Tráfico

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (Pi)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P0}	75,00	150,000	3.80
	T _{P1}	150,001	300,000	3.80
	T _{P2}	300,001	500,000	3.80
	T _{P3}	500,001	750,000	3.80
	T _{P4}	750 001	1,000,000	3.80
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	4.00
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	4.00
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	4.00
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	4.00
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	4.00
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	4.00
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	4.00
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	4.20
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	4.20
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	4.20
	T _{P15}	>30'000,000		4.20

Fuente: Elaboración Propia, en base a datos de la Guía AASHTO'93

Cuadro 12.11
Índice de Serviciabilidad Final (Pt) Según Rango de Tráfico

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (Pt)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P0}	75,000	150,000	2.00
	T _{P1}	150,001	300,000	2.00
	T _{P2}	300,001	500,000	2.00
	T _{P3}	500,001	750,000	2.00
	T _{P4}	750 001	1,000,000	2.00
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	2.50
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	2.50
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	2.50
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	2.50
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	2.50
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	2.50
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	2.50
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	3.00
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	3.00
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	3.00
	T _{P15}	>30'000,000		3.00

Fuente: Elaboración Propia, en base a datos de la Guía AASHTO'93

Cuadro 12.12
Diferencial de Serviciabilidad (Δ PSI) Según Rango de Tráfico

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD (Δ PSI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P0}	75,001	1500,000	1.80
	T _{P1}	150,001	300,000	1.80
	T _{P2}	300,001	500,000	1.80
	T _{P3}	500,001	750,000	1.80
	T _{P4}	750,001	1,000,000	1.80
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	1.50
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	1.50
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	1.50
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	1.50
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	1.50
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	1.50
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	1.50
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	1.20
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	1.20
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	1.20
	T _{P15}		>30'000,000	1.20

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 12.13
Coeficientes Estructurales de las Capas del Pavimento a_i

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. Este ES un valor Maximo y de utilizarse como tal, El expediente de ingeniería debe ser explícito en cuanto a pautas de cumplimiento obligatorio como realizar : - Un control de calidad riguroso - Indicar un valor de Estabilidad Marshal, superior a 1000 kf-f - Alertar sobre la susceptibilidad al fisuramiento térmico y por fatiga (AASHTO 1993)
Carpeta Asfáltica en Frío, mezcla asfáltica con emulsión.	a_1	0.125 / cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico \leq 1'000,000 EE
Micropavimento 25 mm	a_1	0.130 / cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico \leq 1'000,000 EE
Tratamiento Superficial Bicapa.	a_1	(*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico \leq 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 vehiculos
Lechada asfáltica (slurry seal) de 12 mm.	a_1	(*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico \leq 500,000 EE No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8% y en tramos que obliguen al frenado de vehiculos
(*) 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 \leq 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: Elaboración Propia, en base a datos de la Guía AASHTO'93

Anexo 10. Coordenadas utilizadas en el plano de ubicación.

Punto	Coordenadas UTM			
	Este	Norte	Zona	Datum
P-1	716733.6	9102928.9	17 L	WGS 84
P-2	716693.3	9102876	17 L	WGS 85
P-3	716659.6	9102837.5	17 L	WGS 86
P-4	716593.2	9102757.5	17 L	WGS 87
P-5	716551.9	9102711	17 L	WGS 88
P-6	716489.5	9102640.7	17 L	WGS 89
P-7	716439.3	9102582.5	17 L	WGS 90
P-8	716367.3	9102501.5	17 L	WGS 91
P-9	716190.5	9102294.1	17 L	WGS 92
P-10	716037.2	9102117.6	17 L	WGS 93
P-11	715950.3	9102015.9	17 L	WGS 94
P-12	715880.6	9101933.1	17 L	WGS 95
P-13	715823.8	9101876.8	17 L	WGS 96
P-14	715652.8	9101677.5	17 L	WGS 97
P-15	715599.9	9101614.9	17 L	WGS 98
P-16	715506.5	9101508	17 L	WGS 99
P-17	715432.2	9101421.9	17 L	WGS 100
P-18	715239.6	9101201.7	17 L	WGS 101
P-19	715187.6	9101143.7	17 L	WGS 102
P-20	715091.7	9101031.6	17 L	WGS 103
P-21	714942.7	9100861.9	17 L	WGS 104
P-22	714862.6	9100770.5	17 L	WGS 105
P-23	714798.1	9100694.1	17 L	WGS 106
P-24	714716.8	9100594.2	17 L	WGS 107
P-25	714717.1	9100594.6	17 L	WGS 108

Anexo 11. Fotos



Descripción: midiendo el ancho de la calzada.



Descripción: Fallas presentes en el pavimento de la av. Juan Pablo II



Descripción: Midiendo una falla grieta longitudinal.



Descripción: Falla agrietamiento en bloque presente en el pavimento de la av. Juan Pablo II.



Descripción: Falla hueco localizada en el pavimento.



Descripción: Conteo vehicular.



Descripción: Conteo vehicular.



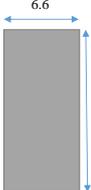
Descripción: Medición de longitud de falla empleado una wincha láser.

Anexo 12. Hojas de datos de la exploración de la condición del pavimento de algunas unidades de muestra

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO										
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA										
HOJA DE DATOS DE LA EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA UNIDAD DE MUESTRA										
Nombre de la vía:	Av. Juan Pablo II		Unidad de muestra:	UM-01		Área de muestra (m2):	229.06		BOSQUEJO	
Realizado por:	Sam Junior III Castillo Serrudo		Fecha:	16/05/2022		Sección:	1A			
Código	Nombre		Unidad	Código	Nombre		Unidad			
1	Piel de cocodrillo		m2	11	Parchado y acometidas de servicios públicos		m2			
2	Exudación		m2	12	Pulimento de agregados		m2			
3	Agrietamiento en bloque		m2	13	Huecos		und			
4	Abultamientos y hundimientos		m	14	Cruce de vía férrea		m2			
5	Corrugación		m2	15	Ahuellamiento		m2			
6	Depresión		m2	16	Desplazamiento		m2			
7	Grieta de borde		m	17	Grietas parabólicas o por deslizamiento		m2			
8	Grieta de reflexión de junta		m	18	Hinchamiento		m2			
9	Desnivel carril/berma		m	19	Meteorización/desprendimiento de agregados		m2			
10	Grietas longitudinales y transversales		m							
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (DV)
13	M	1.00	1.00	1.00	1.00			4.00	1.75%	39.00
13	H	1.00						1.00	0.44%	36.00
11	L	2.70	0.50	0.35				3.55	1.55%	3.00
11	M	0.50	0.32					0.82	0.36%	6.00
6	M	0.68						0.68	0.30%	8.50
7	M	2.78	0.85	1.21				4.84	2.11%	4.00
7	H	1.40	0.98					2.38	1.04%	9.70
									TOTAL DV	106.20
									HDV MAX	39.00

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO										
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA										
HOJA DE DATOS DE LA EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA UNIDAD DE MUESTRA										
Nombre de la vía:	Av. Juan Pablo II		Unidad de muestra:	UM-02		Área de la UM (m2):	229.06		BOSQUEJO:	
Realizado por:	Sam Junior III Castillo Serrudo		Fecha:	16/05/2022		Sección:	1A			
Código	Descripción		Und.	Código	Descripción		Und.			
1	Piel de cocodrillo		m2	11	Parchado y acometidas de servicios públicos		m2			
2	Exudación		m2	12	Pulimento de agregados		m2			
3	Agrietamiento en bloque		m2	13	Huecos		und			
4	Abultamientos y hundimientos		m	14	Cruce de vía férrea		m2			
5	Corrugación		m2	15	Ahuellamiento		m2			
6	Depresión		m2	16	Desplazamiento		m2			
7	Grieta de borde		m	17	Grietas parabólicas o por deslizamiento		m2			
8	Grieta de reflexión de junta		m	18	Hinchamiento		m2			
9	Desnivel carril/berma		m	19	Meteorización/desprendimiento de agregados		m2			
10	Grietas longitudinales y transversales		m							
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
19	L	39.10						39.10	17.07%	7.20
10	L	1.77	1.10					2.87	1.25%	0.00
10	M	1.20	0.90	1.20				3.30	1.44%	5.00
11	L	1.32	1.40					2.72	1.19%	3.60
11	M	0.6	0.65					1.25	0.55%	7.50
13	L	1	1	1	1	1		5.00	2.18%	32.50
13	M	1						1.00	0.44%	20.00
15	L	1.10						1.10	0.48%	4.60
									TOTAL DV	80.40
									HDV MAX	32.50

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO										
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA										
HOJA DE DATOS DE LA EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA UNIDAD DE MUESTRA										
Nombre de la vía:	Av. Juan Pablo II			Unidad de muestra:	UM-03		Área de muestra (m2):	229.06		ESQUEMA: 
Realizado por:	Sam Junior III Castillo Serrudo			Fecha:	16/05/2022		Sección:	1A		
Código	Nombre			Unidad	Código	Nombre		Unidad		
1	Piel de cocodrillo			m2	11	Parchado y acometidas de servicios públicos		m2		
2	Exudación			m2	12	Pulimento de agregados		m2		
3	Agrietamiento en bloque			m2	13	Huecos		und		
4	Abultamientos y hundimientos			m	14	Cruce de vía férrea		m2		
5	Corrugación			m2	15	Ahuellamiento		m2		
6	Depresión			m2	16	Desplazamiento		m2		
7	Grieta de borde			m	17	Grietas parabólicas o por deslizamiento		m2		
8	Grieta de reflexión de junta			m	18	Hincharamiento		m2		
9	Desnivel carril/berma			m	19	Meteorización/desprendimiento de agregados		m2		
10	Grietas longitudinales y transversales			m						
FALLA	SEVERIDAD		CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
10	M	5.84					5.84	2.55%	7.50	
10	L	0.97	1.18	0.75	0.67		3.57	1.56%	0.00	
11	L	1.1	0.5				1.60	0.70%	2.10	
13	L	1					1.00	0.44%	10.00	
19	L	1.5	0.96				2.46	1.07%	2.20	
1	L	2.45					2.45	1.07%	10.50	
								TOTAL DV	32.30	
								HDV MAX	10.50	

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO										
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA										
HOJA DE DATOS DE LA EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA UNIDAD DE MUESTRA										
Nombre de la vía:	Av. Juan Pablo II			Unidad de muestra:	UM-04		Área de muestra (m2):	229.06		ESQUEMA: 
Realizado por:	Sam Junior III Castillo Serrudo			Fecha:	16/05/2022		Sección:	1A		
Código	Nombre			Unidad	Código	Nombre		Unidad		
1	Piel de cocodrillo			m2	11	Parchado y acometidas de servicios públicos		m2		
2	Exudación			m2	12	Pulimento de agregados		m2		
3	Agrietamiento en bloque			m2	13	Huecos		und		
4	Abultamientos y hundimientos			m	14	Cruce de vía férrea		m2		
5	Corrugación			m2	15	Ahuellamiento		m2		
6	Depresión			m2	16	Desplazamiento		m2		
7	Grieta de borde			m	17	Grietas parabólicas o por deslizamiento		m2		
8	Grieta de reflexión de junta			m	18	Hincharamiento		m2		
9	Desnivel carril/berma			m	19	Meteorización/desprendimiento de agregados		m2		
10	Grietas longitudinales y transversales			m						
FALLA	SEVERIDAD		CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
13	L	1					1.00	0.44%	11.00	
7	M	2.15					2.15	0.94%	6.00	
11	M	0.72	1.35				2.07	0.90%	9.60	
19	L	2.39					2.39	1.04%	1.90	
1	M	0.68					0.68	0.30%	12.50	
								TOTAL DV	41.00	
								HDV MAX	12.50	

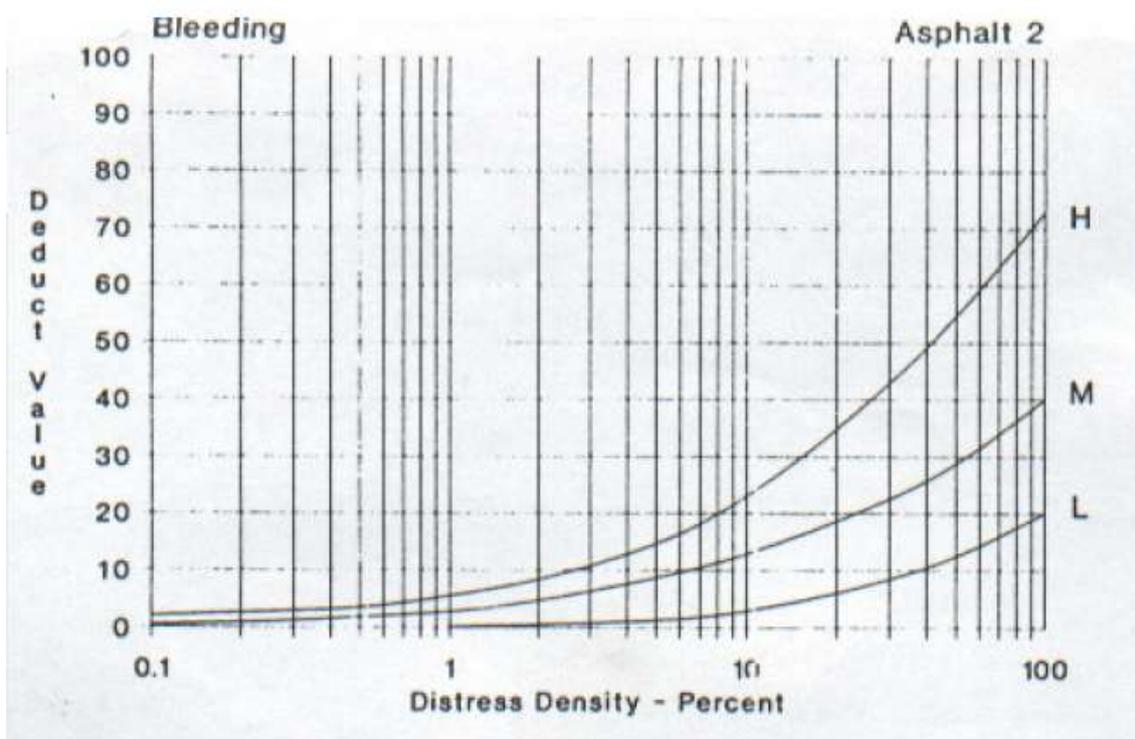
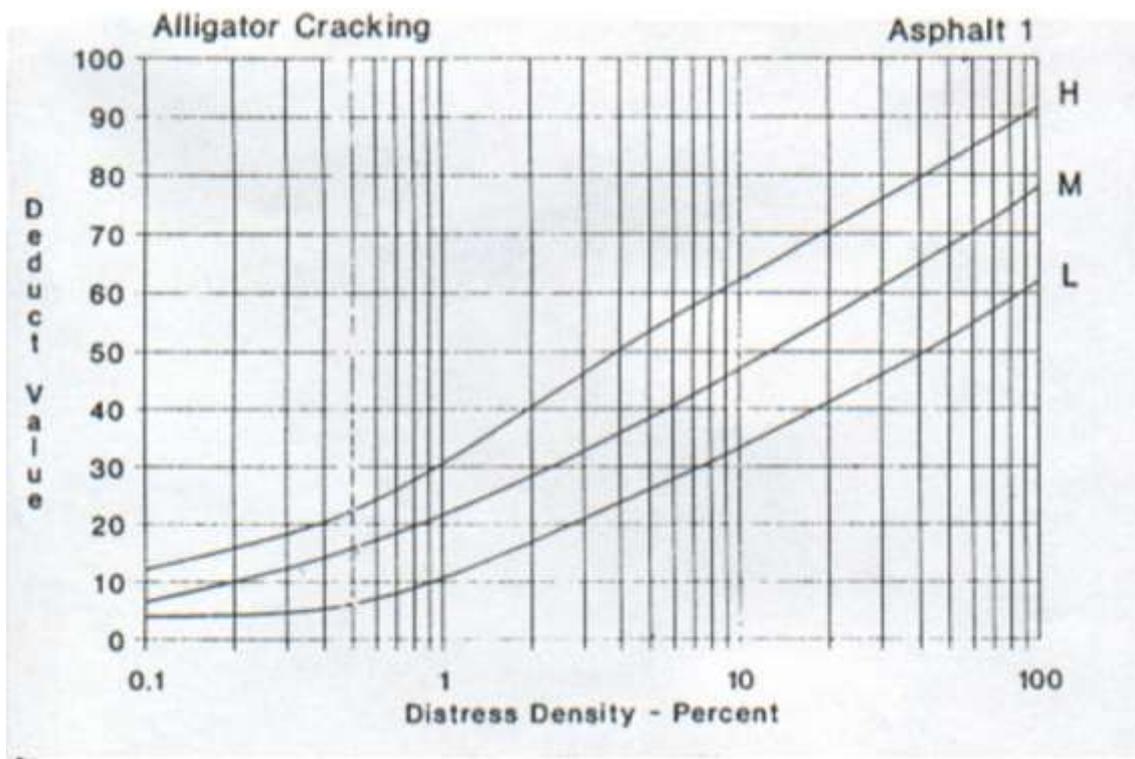
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO											
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA											
HOJA DE DATOS DE LA EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA UNIDAD DE MUESTRA											
Nombre de la vía:	Av. Juan Pablo II			Unidad de muestra:	UM-61		Área de muestra (m2):	228.92			ESQUEMA: 
Realizado por:	Sam Junior III Castillo Serrado			Fecha:	16/05/2022		Sección:	2A			
Código	Nombre			Unidad	Código	Nombre			Unidad		
1	Piel de cocodrillo			m2	11	Parchado y acometidas de servicios públicos			m2		
2	Exudación			m2	12	Pulimento de agregados			m2		
3	Agrietamiento en bloque			m2	13	Huecos			und		
4	Abullamientos y hundimientos			m	14	Cruce de vía férrea			m2		
5	Corrugación			m2	15	Ahuellamiento			m2		
6	Depresión			m2	16	Desplazamiento			m2		
7	Grieta de borde			m	17	Grietas parabólicas o por deslizamiento			m2		
8	Grieta de reflexión de junta			m	18	Hinchamiento			m2		
9	Desnivel carril/berma			m	19	Meteorización/desprendimiento de agregados			m2		
10	Grietas longitudinales y transversales			m							
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	
1	M	2.65	1.96	1.825	1.38			7.82	3.41%	35.00	
1	L	2.32	2.05	1.405				5.78	2.52%	20.00	
7	L	1.68	2.23	1.45	1.20	0.70	0.90	8.16	3.56%	4.80	
3	M	5.25	3.35	5.10				13.70	5.98%	14.00	
10	L	3.87	2.54	2.56	2.14	1.76	1.95	14.82	6.47%	6.50	
10	M	2.85	2.05	1.80	1.28			7.98	3.49%	10.00	
13	M	1	1	1	1			4.00	1.75%	41.00	
									TOTAL DV	131.30	
									HDV MAX	41.00	

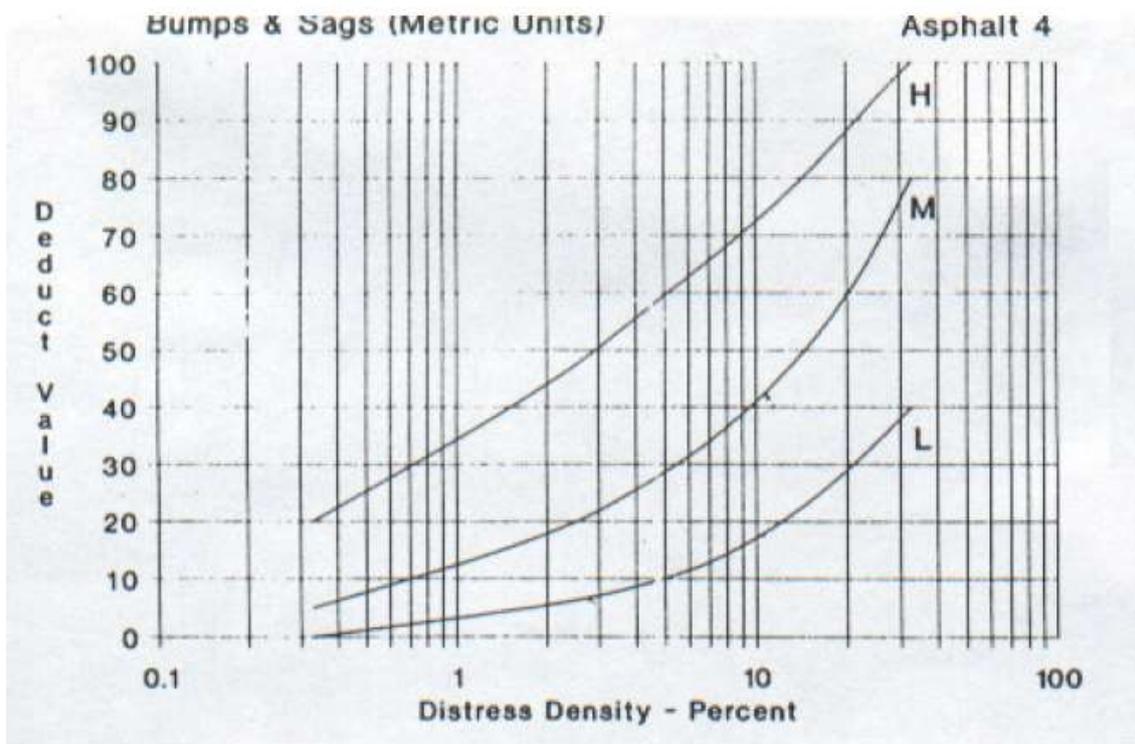
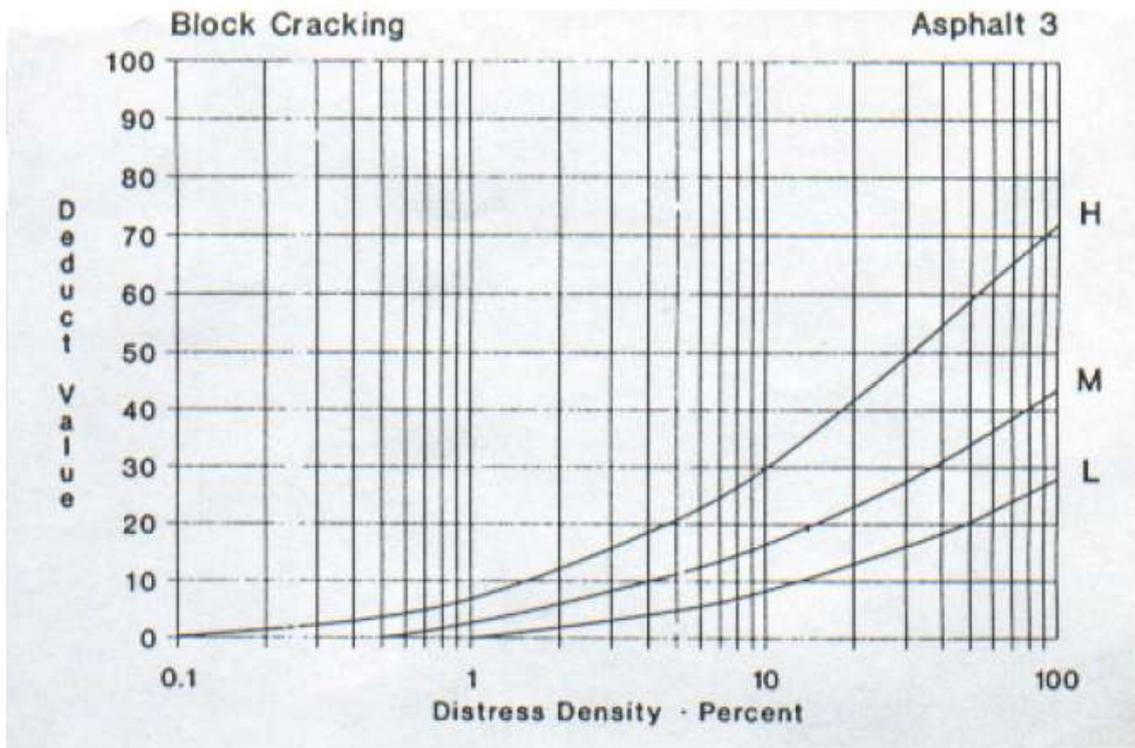
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO											
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA											
HOJA DE DATOS DE LA EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA UNIDAD DE MUESTRA											
Nombre de la vía:	Av. Juan Pablo II			Unidad de muestra:	UM-66		Área de muestra (m2):	228.92			ESQUEMA: 
Realizado por:	Sam Junior III Castillo Serrado			Fecha:	16/05/2022		Sección:	2A			
Código	Nombre			Unidad	Código	Nombre			Unidad		
1	Piel de cocodrillo			m2	11	Parchado y acometidas de servicios públicos			m2		
2	Exudación			m2	12	Pulimento de agregados			m2		
3	Agrietamiento en bloque			m2	13	Huecos			und		
4	Abullamientos y hundimientos			m	14	Cruce de vía férrea			m2		
5	Corrugación			m2	15	Ahuellamiento			m2		
6	Depresión			m2	16	Desplazamiento			m2		
7	Grieta de borde			m	17	Grietas parabólicas o por deslizamiento			m2		
8	Grieta de reflexión de junta			m	18	Hinchamiento			m2		
9	Desnivel carril/berma			m	19	Meteorización/desprendimiento de agregados			m2		
10	Grietas longitudinales y transversales			m							
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	
1	M	2.7	1.96	1.825	1.4			7.89	3.44%	36.00	
1	L	2.32	2.05	1.405				5.78	2.52%	20.00	
7	L	1.68	2.23	1.45	1.20	0.70	0.90	8.16	3.56%	4.80	
3	M	5.2	3.35	5.26				13.81	6.03%	14.00	
10	L	3.87	2.41	2.56	2.14	1.76	1.95	14.69	6.42%	6.50	
10	M	2.88	2.05	1.80	1.28			8.01	3.50%	10.00	
13	M	1	1	1	1			4.00	1.75%	41.00	
									TOTAL DV	132.30	
									HDV MAX	41.00	

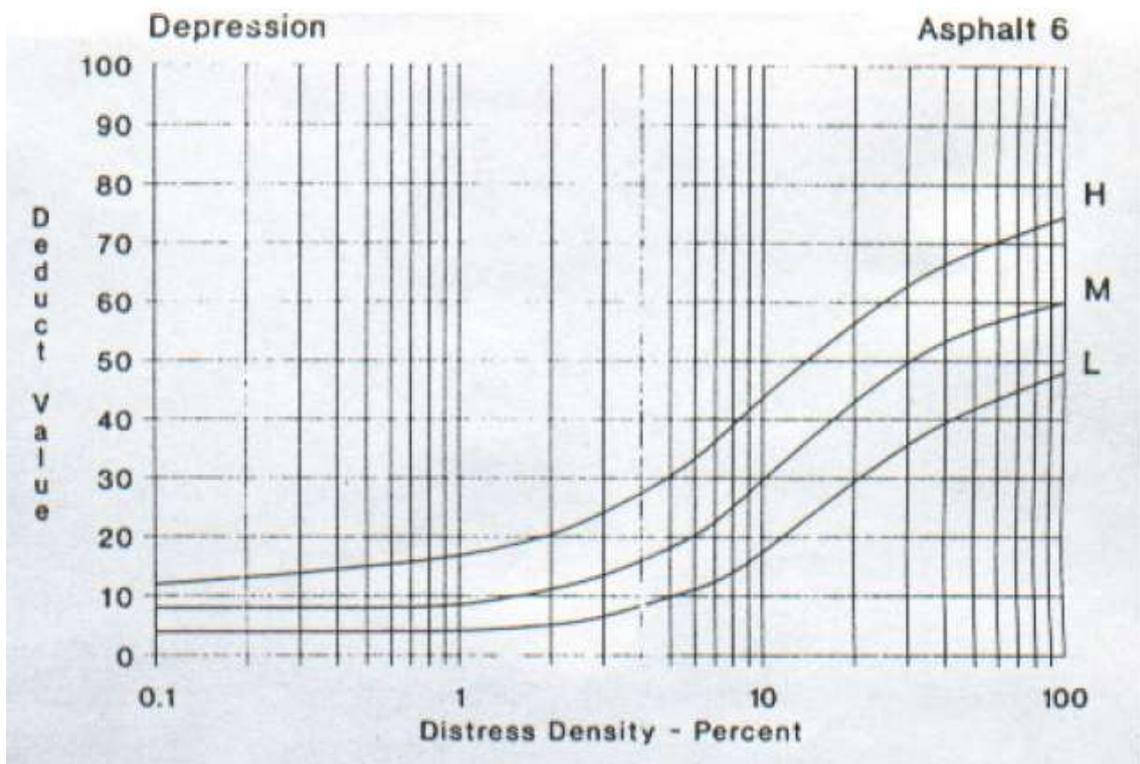
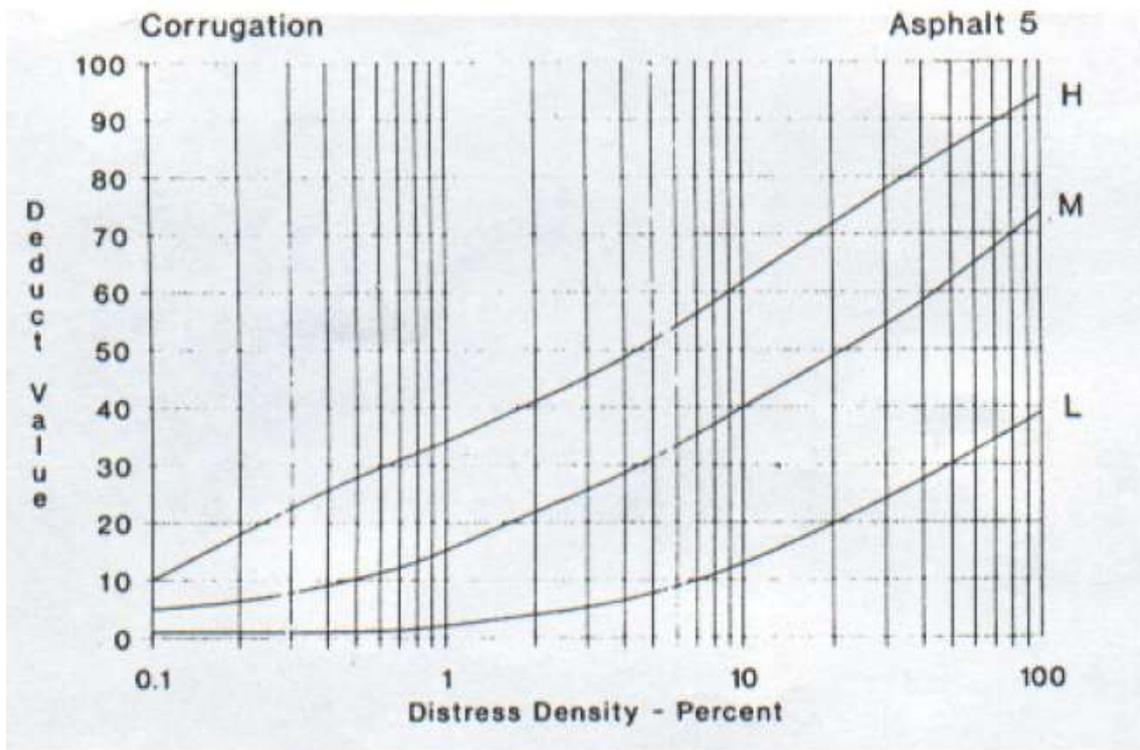
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO												
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA												
HOJA DE DATOS DE LA EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA UNIDAD DE MUESTRA												
Nombre de la vía:	Av. Juan Pablo II		Unidad de muestra:	UM-69		Área de muestra (m2):	228.92		ESQUEMA:			
Realizado por:	Sam Junior III Castillo Serrado		Fecha:	16/05/2022		Sección:	2A					
Código	Nombre	Unidad	Código	Nombre	Unidad							
1	Piel de cocodrillo	m2	11	Parchado y acometidas de servicios públicos	m2							
2	Exudación	m2	12	Pullimiento de agregados	m2							
3	Agrietamiento en bloque	m2	13	Huecos	und							
4	Abullamientos y hundimientos	m	14	Cruce de vía férrea	m2							
5	Corrugación	m2	15	Ahuellamiento	m2							
6	Depresión	m2	16	Desplazamiento	m2							
7	Grieta de borde	m	17	Grietas parabólicas o por deslizamiento	m2							
8	Grieta de reflexión de junta	m	18	Hinchamiento	m2							
9	Desnivel carril/berma	m	19	Meteorización/desprendimiento de agregados	m2							
10	Grietas longitudinales y transversales	m										
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO		
1	M	1.36	0.48				1.84	0.80%	20.00			
1	H	1.27					1.27	0.55%	24.00			
7	M	0.59	1.4	1.24			3.23	1.41%	7.70			
10	M	1.26					1.26	0.55%	0.00			
10	L	0.78	1.1	0.56	0.6		3.04	1.33%	5.00			
13	M	1	1	1			3.00	1.31%	37.00			
TOTAL DV									93.70			
HDV MAX									37.00			

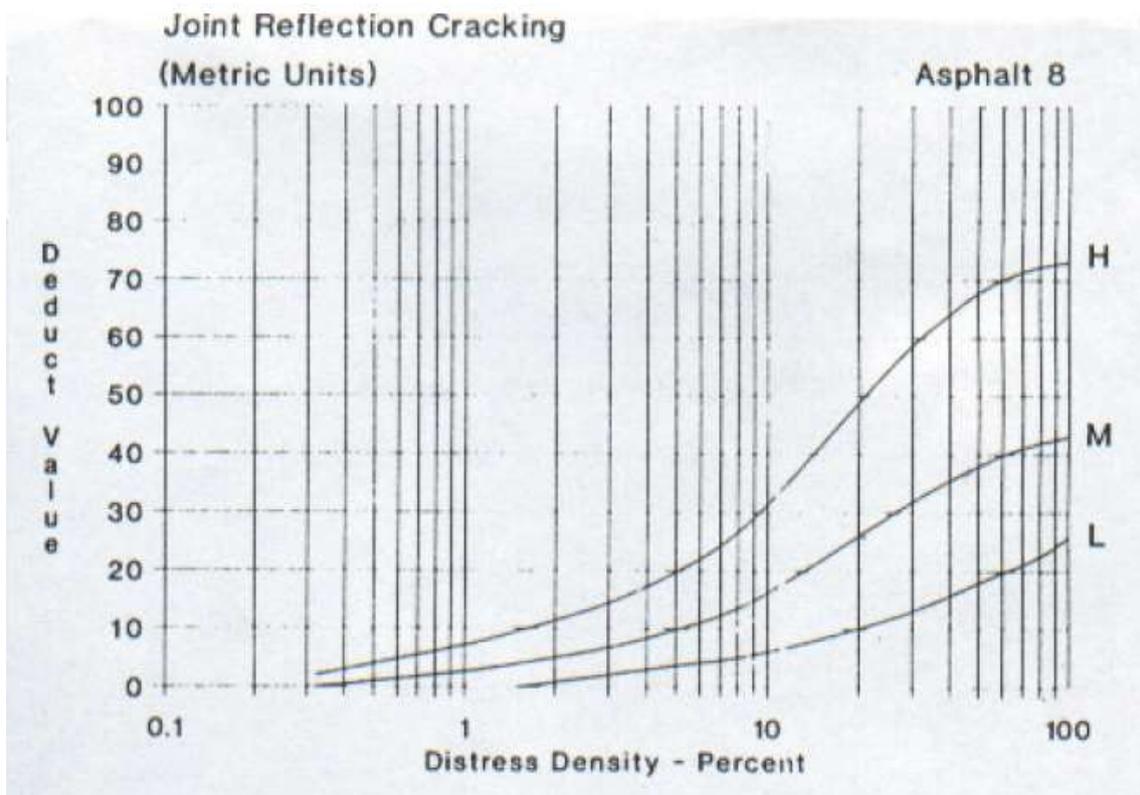
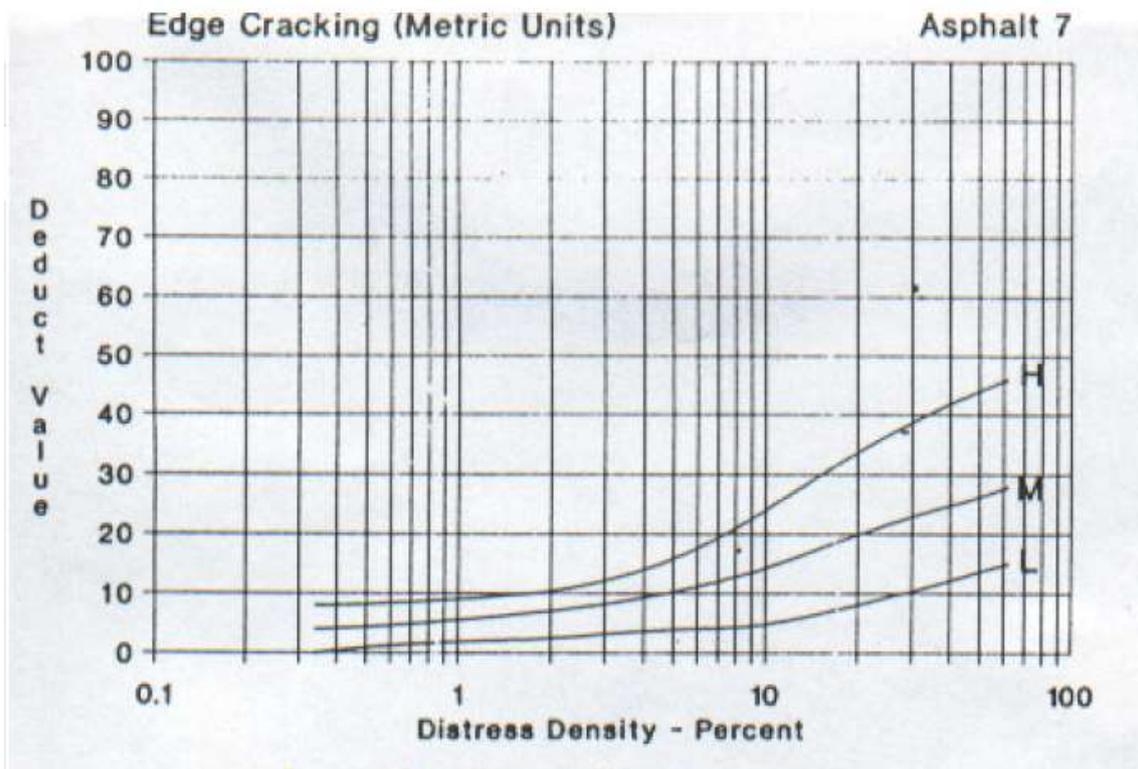
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO												
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA												
HOJA DE DATOS DE LA EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA UNIDAD DE MUESTRA												
Nombre de la vía:	Av. Juan Pablo II		Unidad de muestra:	UM-94		Área de muestra (m2):	229.06		ESQUEMA:			
Realizado por:	Sam Junior III Castillo Serrado		Fecha:	16/05/2022		Sección:	1B					
Código	Nombre	Unidad	Código	Nombre	Unidad							
1	Piel de cocodrillo	m2	11	Parchado y acometidas de servicios públicos	m2							
2	Exudación	m2	12	Pullimiento de agregados	m2							
3	Agrietamiento en bloque	m2	13	Huecos	und							
4	Abullamientos y hundimientos	m	14	Cruce de vía férrea	m2							
5	Corrugación	m2	15	Ahuellamiento	m2							
6	Depresión	m2	16	Desplazamiento	m2							
7	Grieta de borde	m	17	Grietas parabólicas o por deslizamiento	m2							
8	Grieta de reflexión de junta	m	18	Hinchamiento	m2							
9	Desnivel carril/berma	m	19	Meteorización/desprendimiento de agregados	m2							
10	Grietas longitudinales y transversales	m										
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO		
7	M	2.1	1.7	0.96			4.76	2.08%	8.00			
10	L	1.8	1.55	2.6	1.72		7.67	3.35%	3.70			
10	M	1.25	1.8	0.75	1.45		5.25	2.29%	7.50			
19	M	1.75	1.68				3.43	1.50%	9.90			
11	L	0.98	0.75	1.25	1.8		4.78	2.09%	5.00			
13	L	1	1				2.00	0.87%	20.00			
TOTAL DV									54.10			
HDV MAX									20.00			

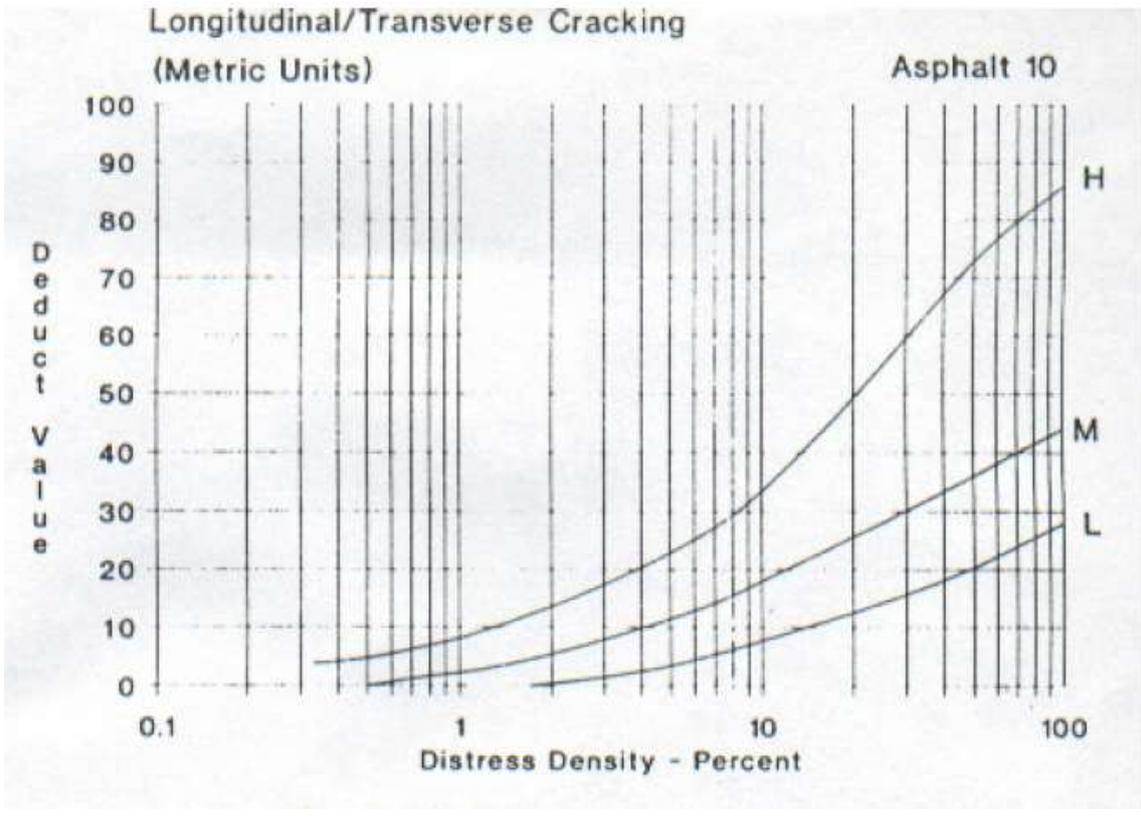
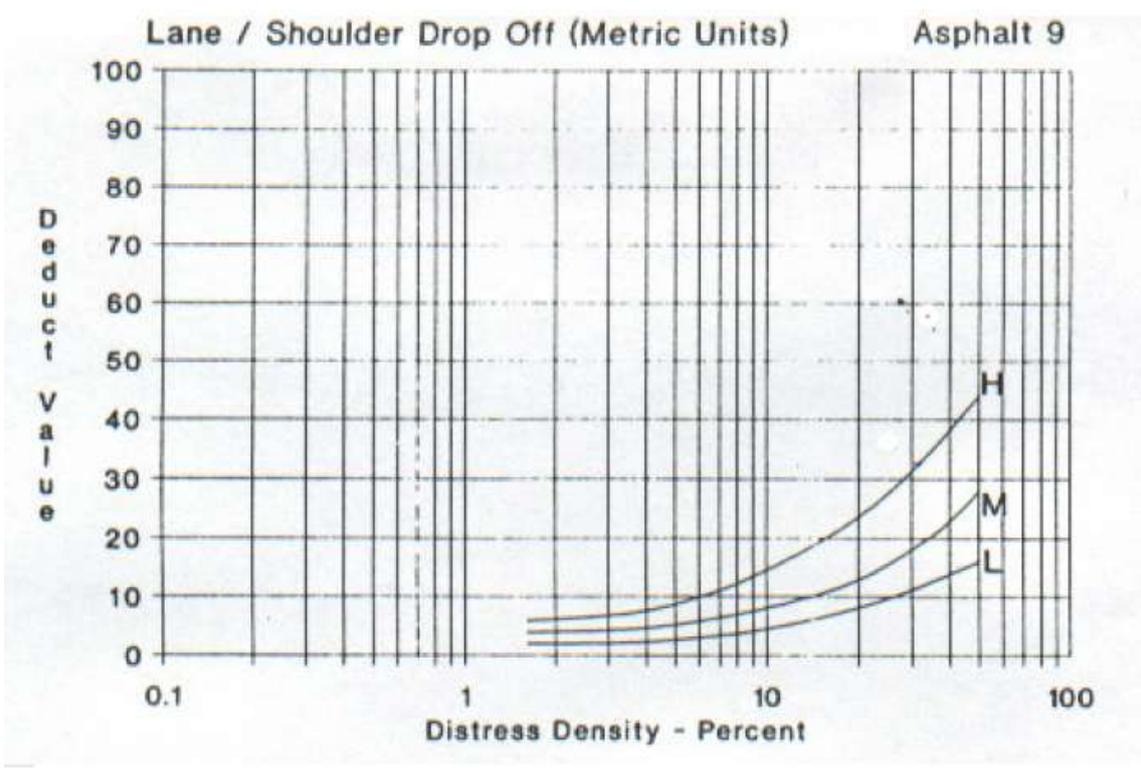
Anexo 13. Curvas para determinar el valor deducido en pavimentos asfálticos (ASTM D6433)

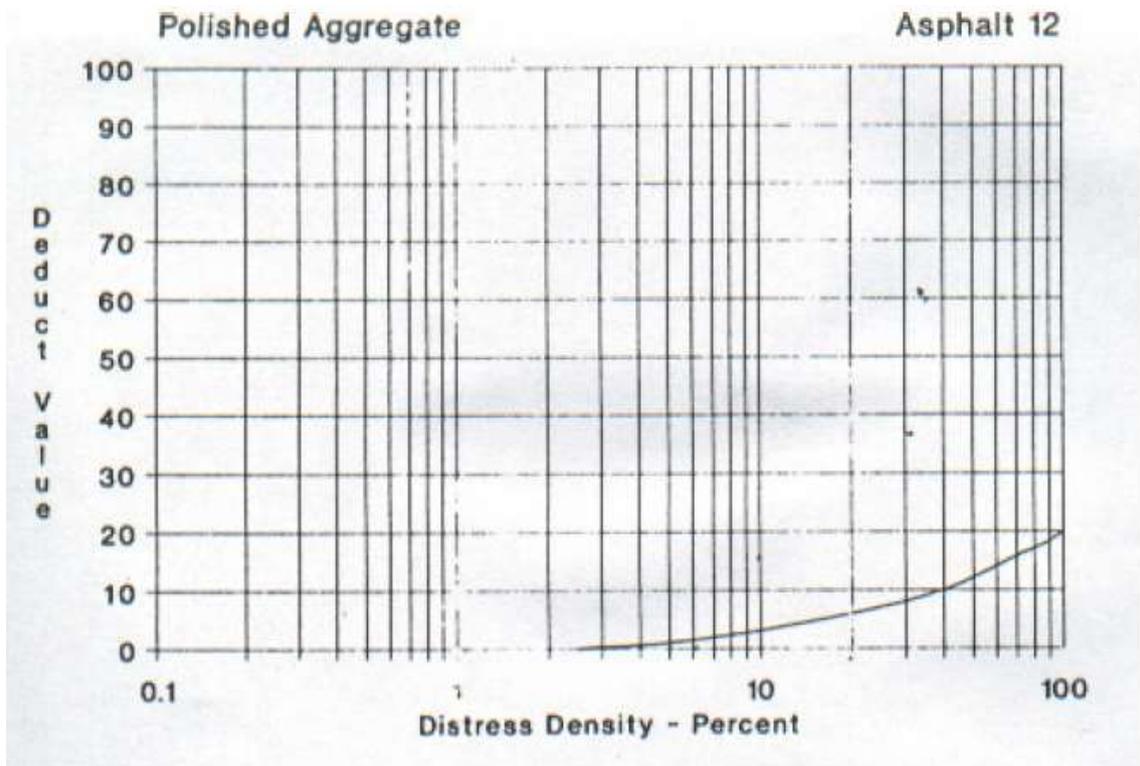
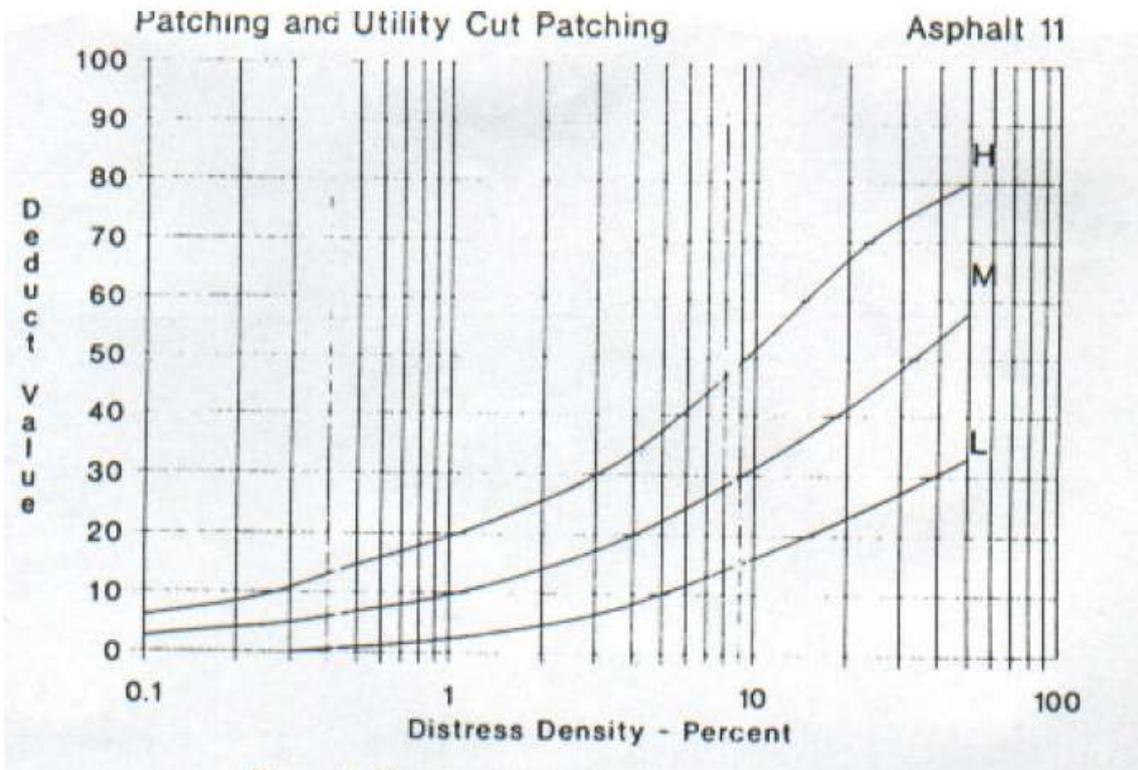


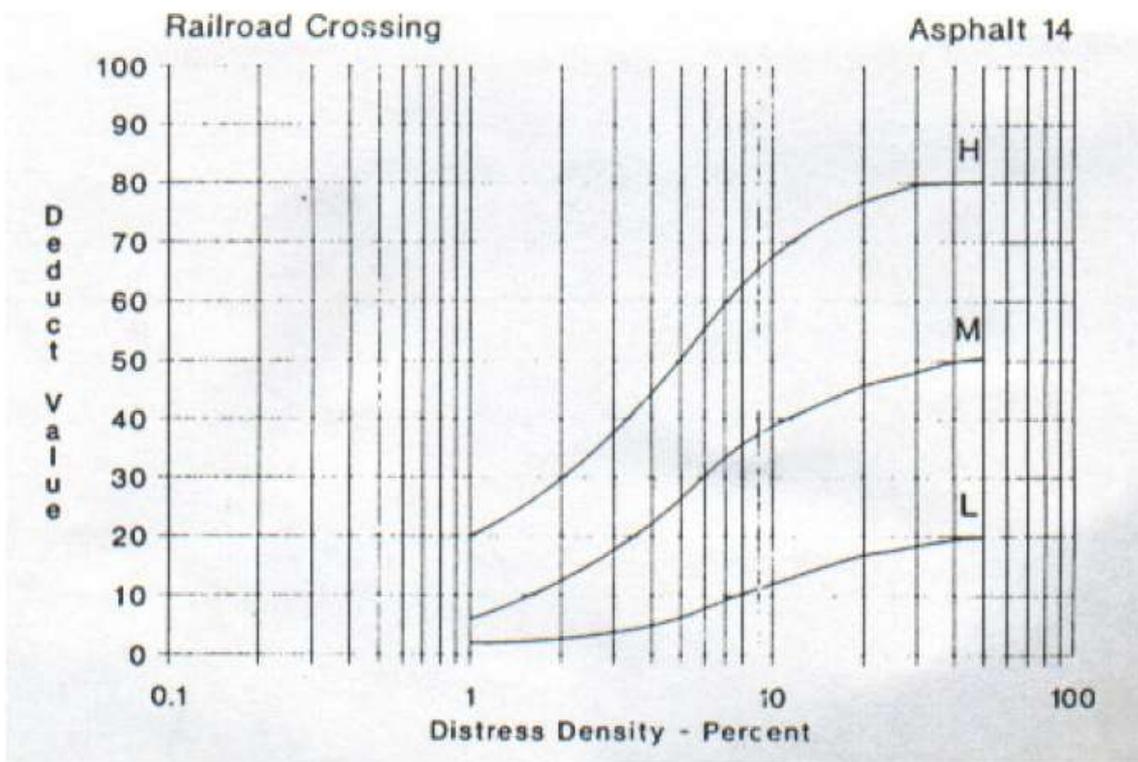
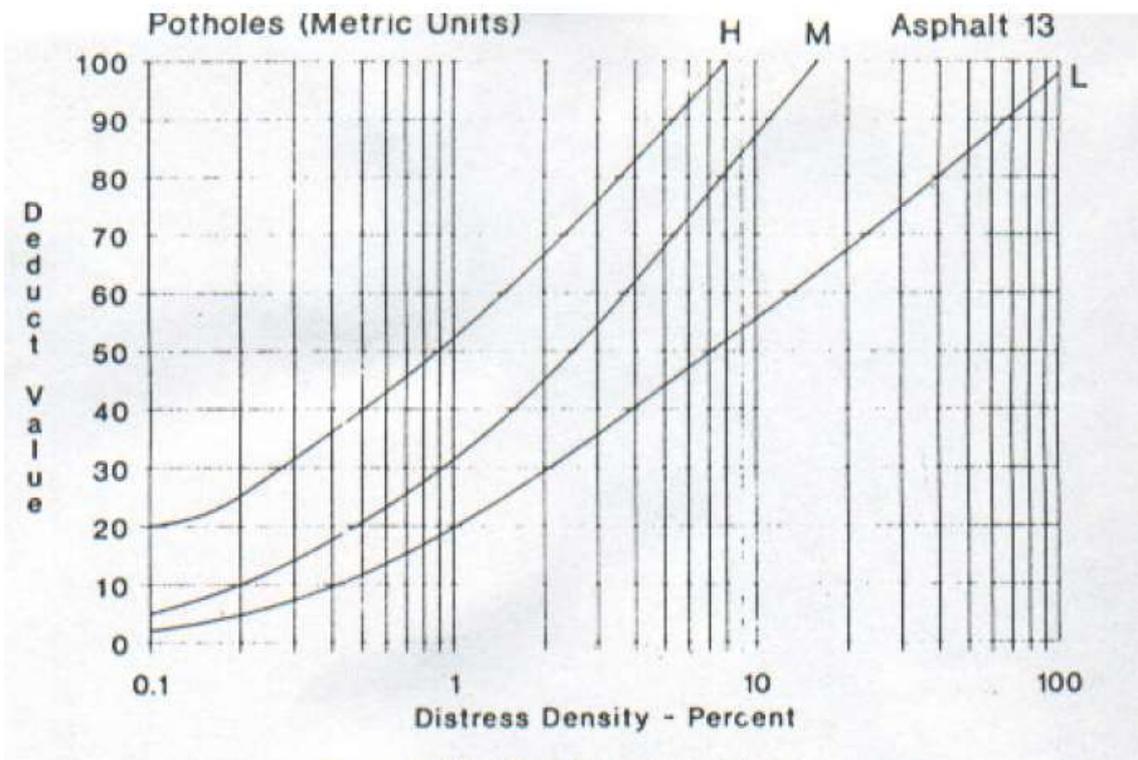


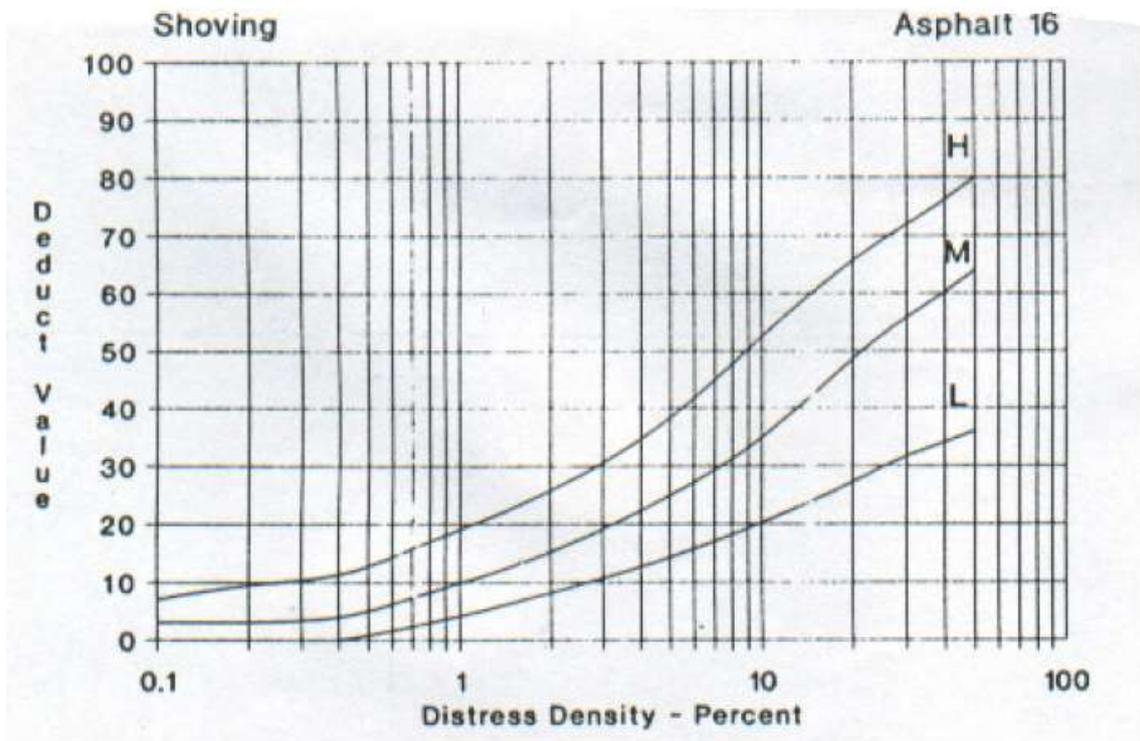
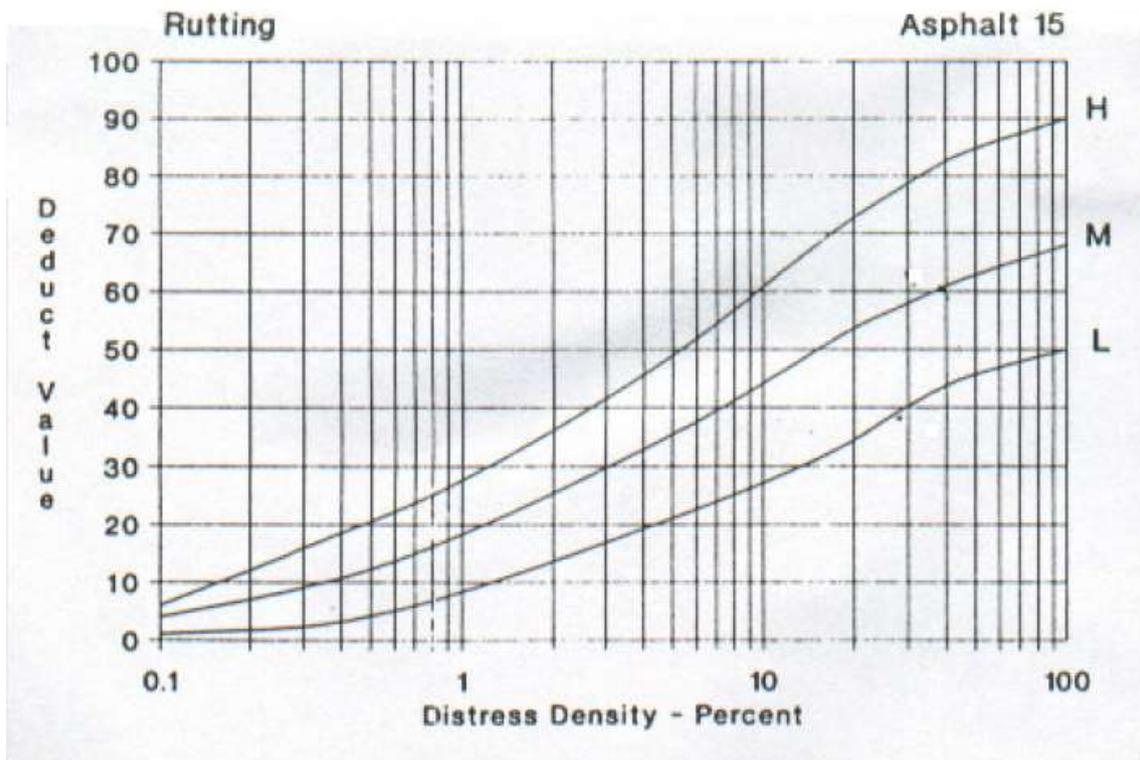


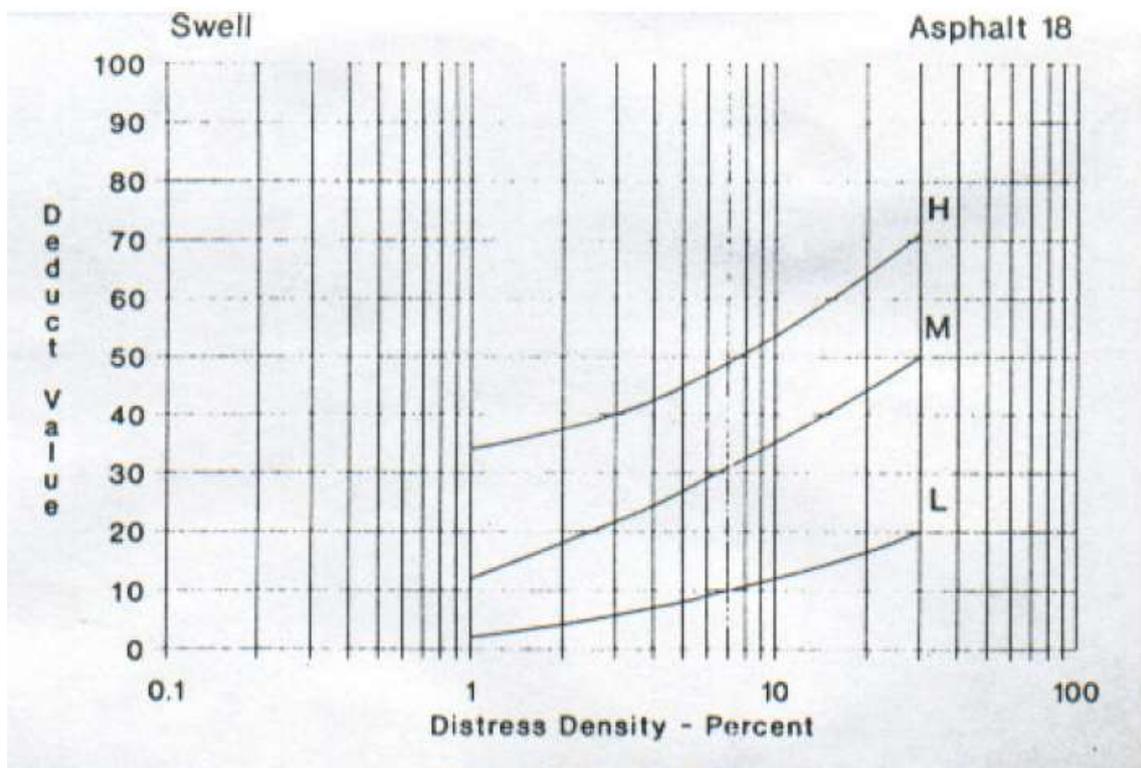
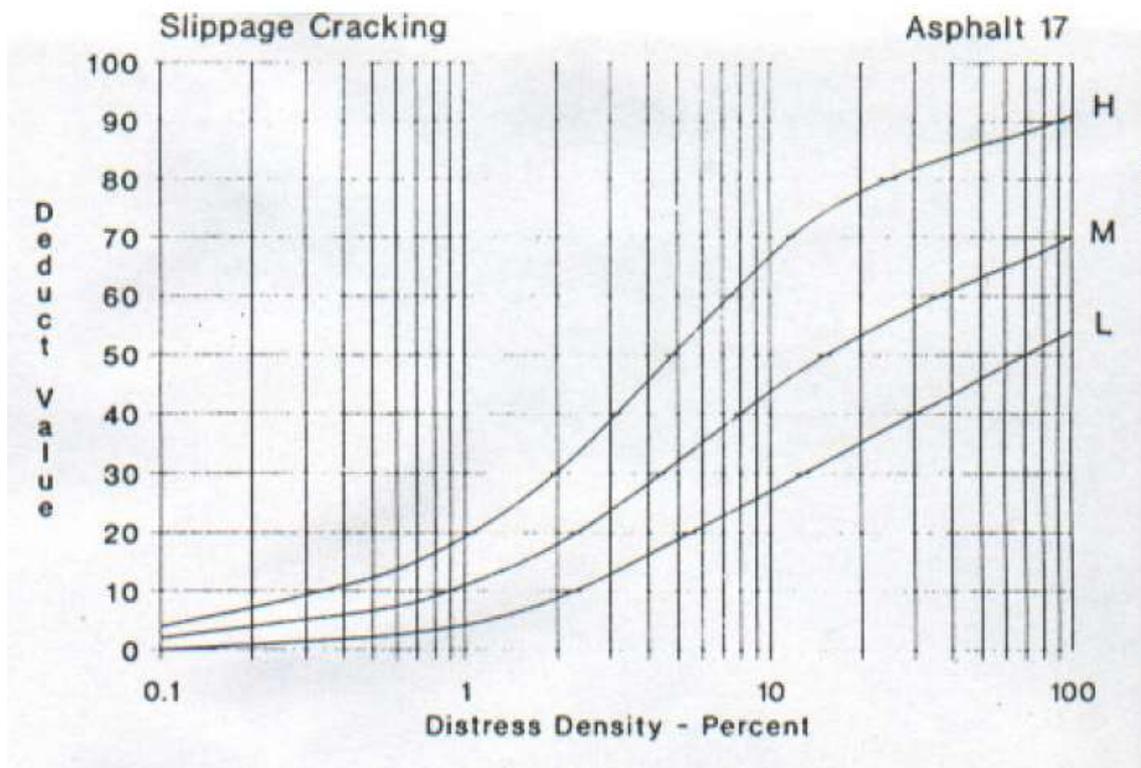


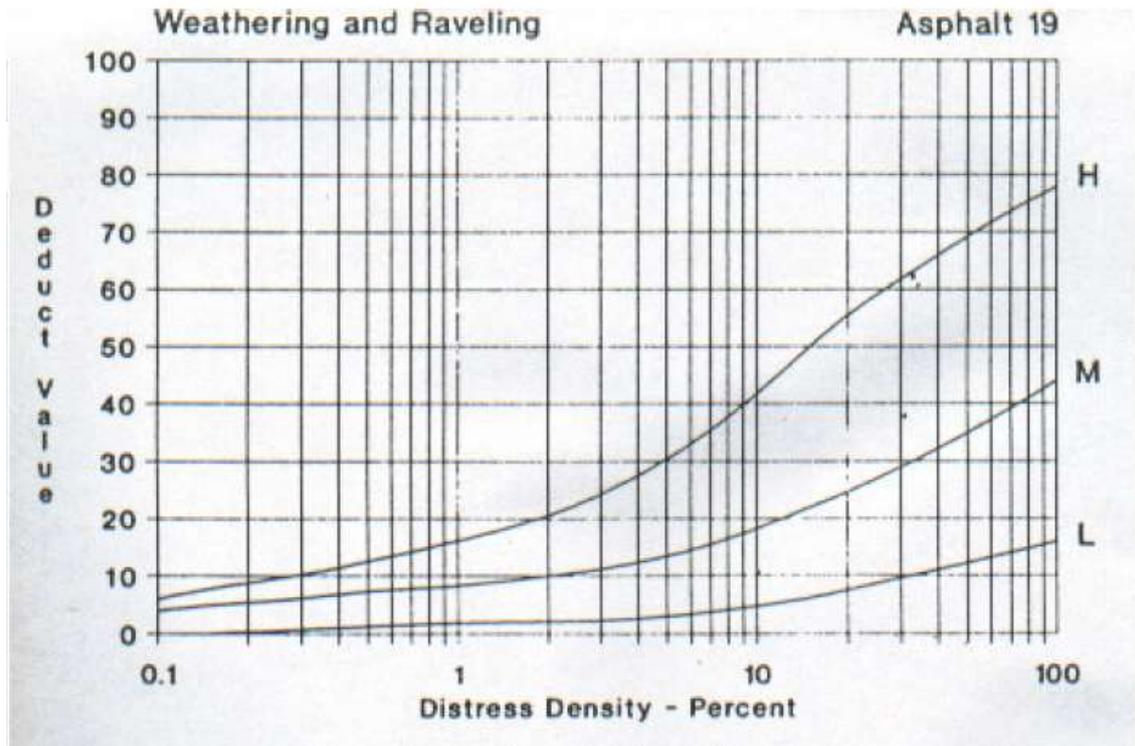




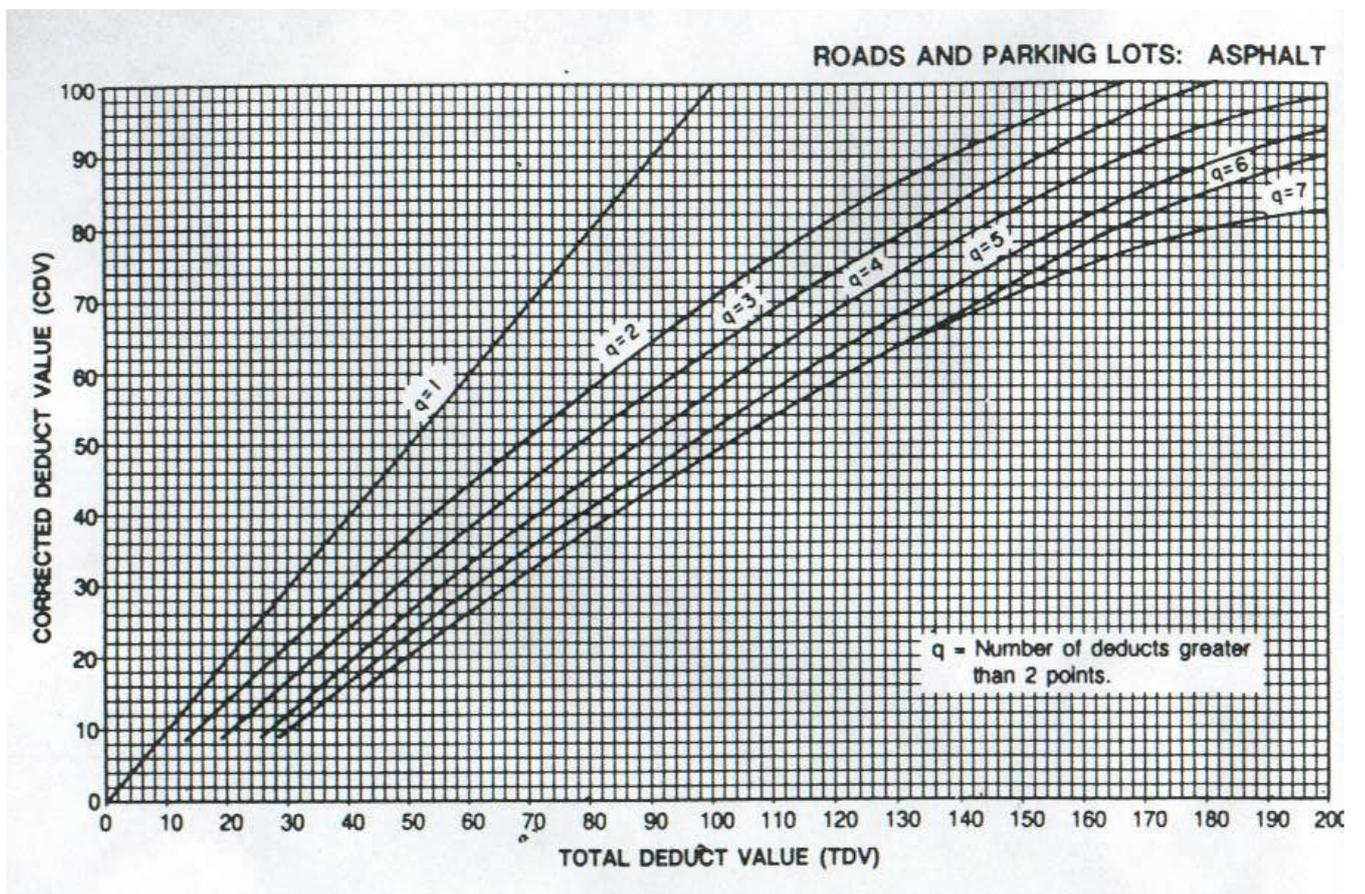








Abaco para determinar el valor deducido corregido.



Anexo 14. Planos

PLANO DE UBICACIÓN DE LA AV. JUAN PABLO II
 ESCALA: 1:7500

PLANO DE UBICACIÓN
 ESCALA: 3C

NO.	AV.	ANCHO	LONG.	AREA
1	AV. CENTRAL	10	1000	10000
2	AV. BOLIVAR	10	1000	10000
3	AV. GARCILASO	10	1000	10000
4	AV. INDEPENDENCIA	10	1000	10000
5	AV. LIBERTAD	10	1000	10000
6	AV. VICTORIANO	10	1000	10000
7	AV. VICTORIANO	10	1000	10000
8	AV. VICTORIANO	10	1000	10000
9	AV. VICTORIANO	10	1000	10000
10	AV. VICTORIANO	10	1000	10000
11	AV. VICTORIANO	10	1000	10000
12	AV. VICTORIANO	10	1000	10000
13	AV. VICTORIANO	10	1000	10000
14	AV. VICTORIANO	10	1000	10000
15	AV. VICTORIANO	10	1000	10000
16	AV. VICTORIANO	10	1000	10000
17	AV. VICTORIANO	10	1000	10000
18	AV. VICTORIANO	10	1000	10000
19	AV. VICTORIANO	10	1000	10000
20	AV. VICTORIANO	10	1000	10000
21	AV. VICTORIANO	10	1000	10000
22	AV. VICTORIANO	10	1000	10000
23	AV. VICTORIANO	10	1000	10000
24	AV. VICTORIANO	10	1000	10000
25	AV. VICTORIANO	10	1000	10000
26	AV. VICTORIANO	10	1000	10000
27	AV. VICTORIANO	10	1000	10000
28	AV. VICTORIANO	10	1000	10000
29	AV. VICTORIANO	10	1000	10000
30	AV. VICTORIANO	10	1000	10000
31	AV. VICTORIANO	10	1000	10000
32	AV. VICTORIANO	10	1000	10000
33	AV. VICTORIANO	10	1000	10000
34	AV. VICTORIANO	10	1000	10000
35	AV. VICTORIANO	10	1000	10000
36	AV. VICTORIANO	10	1000	10000
37	AV. VICTORIANO	10	1000	10000
38	AV. VICTORIANO	10	1000	10000
39	AV. VICTORIANO	10	1000	10000
40	AV. VICTORIANO	10	1000	10000
41	AV. VICTORIANO	10	1000	10000
42	AV. VICTORIANO	10	1000	10000
43	AV. VICTORIANO	10	1000	10000
44	AV. VICTORIANO	10	1000	10000
45	AV. VICTORIANO	10	1000	10000
46	AV. VICTORIANO	10	1000	10000
47	AV. VICTORIANO	10	1000	10000
48	AV. VICTORIANO	10	1000	10000
49	AV. VICTORIANO	10	1000	10000
50	AV. VICTORIANO	10	1000	10000

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

DEPARTAMENTO: INGENIERIA CIVIL
 DISTRITO: VICTORIANO - TRUJILLO
 TÍTULO: PLANO DE CANTARITO DE LA MUNICIPALIDAD DE TRUJILLO
 FUENTE: PROYECTO DE MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. JUAN PABLO II, TRUJILLO, LA LIBERTAD, 2022
 LIBRETO: 01
 FECHA: JUNIO 2022



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, HORNA ARAUJO LUIS ALBERTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Propuesta de mejoramiento del pavimento flexible de la Av. Juan Pablo II, Trujillo, La Libertad, 2022", cuyo autor es CASTILLO SERRUDO SAM JUNIOR III, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TRUJILLO, 06 de Julio del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
HORNA ARAUJO LUIS ALBERTO DNI: 18085738 ORCID: 0000-0002-3674-9617	Firmado electrónicamente por: LHORNAA el 21-07- 2022 23:01:37

Código documento Trilce: TRI - 0322283