



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“Propuesta de diseño de pavimento flexible empleando el método
AASHTO 93 en la Av. Los diamantes, Provincia Piura 2021”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:

CASTRO ORTIZ, Felix Alexander (<https://orcid.org/0000-0002-7607-4730>)

ASESOR:

ING. MEDINA CARBAJAL, Lucio Sigifredo (<https://orcid.org/0000-0001-5207-4421>)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

PIURA – PERÚ

2021

Índice de contenido

DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
PAGINA DEL JURADO	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 Población, muestra y muestreo	11
3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	12
3.4 Procedimiento	13
3.5 Método de análisis de datos	14
3.6 Aspectos Éticos.....	14
IV. RESULTADOS.....	15
V. DISCUSIÓN	31
VI. CONCLUSIONES.....	33
VII. RECOMENDACIONES	34
REFERENCIAS.....	35
ANEXOS	42

Índice de tablas

Tabla 1: Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.....	13
Tabla 2: resumen de conteo de tráfico y clasificación de vehículo.....	16
Tabla 3: índice medio diario	17
Tabla 4: índice medio diario semanal (IMDs)	18
Tabla 5: índice medio diario anual (IMDa).....	18
Tabla 6: demanda proyectada (20 años).....	20
Tabla 7: factor de crecimiento acumulado.....	21
Tabla 8: Número de ejes equivalentes	22
Tabla 9: datos del número Estructural de la subrasante (SN3)	26
Tabla 10: datos del número Estructural de la subbase (SN2)	27
Tabla 11: datos del número Estructural de la base (SN1)	28
Tabla 12: datos de los coeficientes estructurales	28

Índice de Gráficos y Figuras

Gráfico 1: Numeración de vehículos por día	17
Gráfico 2: Porcentajes total de vehículos que transitan en 1 semana.....	18
Gráfico 3: Número de vehículos transitados por un año.....	19
Gráfico 4: Número de vehículos que transitan por un año	19
Figura 1: Ubicación del proyecto	15
Figura 2: Número de repeticiones acumuladas de ejes equivalente, en el carril de diseño.....	24
Figura 3: Abaco de AASHTO 93	27
Figura 4: Coeficientes de drenaje.....	29
Figura 5: Espesores del pavimento flexible	30

DEDICATORIA

A Dios por brindarme la oportunidad de culminar una meta muy significativa en mi vida.

A mis padres y a mi familia que siempre estuvieron brindándome sus consejos y motivaciones para culminar mi etapa universitaria y poder lograr uno de mis mejores sueños con éxito.

CASTRO ORTIZ, Felix Alexander

AGRADECIMIENTO

A Dios por brindarme salud, sabiduría y entendimiento para poder culminar mi proyecto de investigación satisfactoriamente, superando cada obstáculo presentado.

A mis padres que siempre estuvieron apoyándome y brindándome ánimos, inculcándome ser perseverante en cada etapa de mi vida y poder cumplir mis metas trazadas.

Al Ing. Medina Carbajal Lucio Sigifredo por sus excelentes asesorías durante el proceso de mi proyecto de tesis.

A los docentes por sus buenas enseñanzas y palabras motivadoras hacia mi persona.

PÁGINA DEL JURADO

Firmado digitalmente por: DOYOLAZ el 01 Nov 2021
15:05:51

DIOMEDES MARCOS MARTIN OYOLA ZAPATA

PRESIDENTE

Firmado digitalmente por: CCHUYESGU el 03 Nov 2021
22:00:38

CARLOS ALBERTO CHUYES GUTIERREZ

SECRETARIO



Ing. Lucio Sigifredo Medina Carbajal
CIP: 76695

VOCAL

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se concentra en el análisis del pavimento flexible aplicado como alternativa de solución para el mejoramiento de transitabilidad vehicular en la ciudad de Piura, siendo la ciudad más afectada por el fenómeno del niño y los diferentes cambios climáticos.

Este proyecto de investigación pretende dar a conocer una alternativa de mejoramiento vehicular a través de pavimento flexible detallando diseño, rigiéndose por la metodología AASHTO 93 para pavimentos flexibles.

Este proyecto comprende las consideraciones básicas importantes al momento de un análisis de pavimento flexible, como son: condiciones del suelo, características del pavimento flexible para la avenida los diamantes - región de Piura.

Palabras claves: Pavimento flexible, método AAHSTO 93, CBR, serviciabilidad, carpeta asfáltica.

ABSTRACT

This research work focuses on the analysis of flexible pavement applied as a solution alternative for the improvement of vehicle passability in the city of Piura, being the city most affected by the phenomenon of the child and the different climatic changes.

This research project aims to publicize an alternative of vehicle improvement through flexible pavement detailing design, governing the AASHTO 93 methodology for flex pavements.

This project includes important basic considerations at the time of a flexible pavement analysis, such as: soil conditions, characteristics of flexible pavement for avenida los diamonds - Piura región.

Keywords: Flexible pavement, AAHSTO 93 method, CBR, serviceability, asphalt folder

I. INTRODUCCIÓN

La infraestructura vial en ingeniería civil es de suma importancia a nivel nacional por sus grandes avances en diversos estudios y análisis, para así aplicar nuevas técnicas al diseño del paquete estructural de un pavimento, para obtener una mayor estabilización en la base y subbase, y así prevenir diversas deficiencias o desperfectos por la carga vehicular.

Cabe destacar que la mayoría de pavimentos no han cumplido su tiempo de vida útil al observarse en mal estado, por no desarrollar un adecuado mantenimiento y construcción de infraestructura vial por parte de los servicios públicos. Por ende, enfrentamos una dificultad en carreteras pavimentadas, esto hace tomar conciencia que, en la gestión de proyectos el gobierno no cumple con los parámetros establecidos del expediente técnico donde se cometen irregularidades que afectan a la sociedad. Para el diseño de un paquete estructural se debe prever la cantidad de errores que nos da como resultado a un análisis preliminar entre ellos un estudio de transitabilidad vehicular y la verificación del tipo de suelo que se utilizará, lo cual es fundamental para obtener un resultado óptimo a en los cálculos.

En la actualidad a nivel nacional nos regimos del manual geométrico de carreteras el cual fue manifestado el año 2013. dicho manual brinda características exactas de los tipos de vías, sus distintos parámetros, criterios y controles básicos para el diseño geométrico, clasificación general de los proyectos viales, estudio de seguridad vial, velocidad de diseño y características de tránsito, etc. esta es una herramienta fundamental para empresas y micro empresas contratistas especializadas en carreteras.

Los pavimentos flexibles cuentan con un periodo de vida de 10-15 años, están conformados por una carpeta asfáltica de 5-10cm, mezcla de materiales pétreos y cemento asfáltico, una base de 10-30cm la cual soporta un mayor volumen de carga, transmitidos por vehículos y es aplicada por falta de confinamiento. Y una sub base de 10-30 cm donde dificultad el acceso del agua de las terracerías y así prevenir que el pavimento se vea impregnado por la subrasante, el tipo de material del paquete estructural dependerá del tipo de suelo que será pavimentado. El propósito de la presente investigación se planteó un diseño para pavimento flexible

trabajando conjuntamente con la metodología AASHTO 93 en el distrito de Piura en la avenida los diamantes, el cual presenta diversas fallas en la infraestructura que es inapropiado para la transitabilidad de vehículos y peatones, como: deterioro de la carpeta asfáltica, cangrejeras, piel de cocodrilo y ondulaciones estas fallas básicamente se presentan por el inadecuado proceso constructivo al realizar el paquete estructural del pavimento y el mal manejo del análisis de la napa freática, sabiendo que el agua es el peor enemigo de los pavimentos, que al tener contacto con la sub base y base hará que la estructura de cada capa pierda su adecuada resistencia y se generen las deformaciones. En coherencia con las implicaciones, el tema de estudio en esta investigación es propuesta de diseño de pavimento flexible empleando la metodología AASHTO 93 para mejorar la transitabilidad vehicular en la AV. Los diamantes, provincia Piura 2021.

En referencia a la problemática descrita se formuló como pregunta general: ¿Cuál es el diseño del pavimento flexible empleando el método AASHTO93 en la Av. los diamantes-Piura? y como preguntas específicas: ¿Cuáles son los tipos de transitabilidad vehicular?, ¿Cuál es el CBR de la subrasante ?, ¿Cuáles son los espesores de cada capa del pavimento flexible? Se formuló así mismo, que la presente investigación sostuvo como objetivo general: Elaborar el diseño de pavimento flexible empleando el método AASHTO 93 en la Av. Los diamantes-Piura. Los objetivos específicos planteados son: determinar los tipos de transitabilidad vehicular en la Av. Los diamantes-Piura, determinar el CBR de la subrasante en la Av. Los diamantes-Piura, determinar los espesores de cada capa del pavimento flexible en la Av. Los diamantes -Piura.

El trabajo de investigación se justifica debido a la situación actual donde existen deficiencias en el diseño de los pavimentos debido a que no cumplen con los estudios requeridos, es por ello que no alcanzan su tiempo de vida útil, resulta de especial interés conocer los principales factores que producen fallas en el paquete estructural. Se planteo la propuesta de diseño de pavimento flexible empleando la metodología AASHTO 93 que busca mejorar la transitabilidad vehicular y peatonal para beneficio de los ciudadanos, a la vez dar a conocer la importancia de las especificaciones técnicas que brindan información sobre el correcto uso y aplicación del manual de diseño de carreteras.

Finalmente se planteó las hipótesis en coherencia a las preguntas de la investigación, que, al brindar una respuesta tentativa, brindaron una clara dirección a la investigación. El método AASHTO 93 influirá considerablemente en el diseño de pavimento flexible en la Av. los diamantes-Piura.

De tal forma, se tienen las hipótesis específicas siguientes: El método AASHTO 93 influirá considerablemente en la clasificación vehicular para el diseño del pavimento flexible en la Av. los diamantes-Piura. El método AASHTO 93 influirá considerablemente en el CBR de la subrasante del pavimento flexible en la Av. los diamantes-Piura, El método AASHTO 93 influirá considerablemente en los espesores de cada capa del pavimento flexible en la Av. los diamantes-Piura.

II. MARCO TEÓRICO

Durante el desarrollo de búsqueda de información en relación a la investigación se localizaron a nivel internacional los siguientes:

ESPINOZA CORREA, Luis (2018), en su tesis “Análisis alternativo en el diseño de pavimentos flexibles y rígidos por el método AASHTO 93” de la universidad de cuenta, Ecuador tuvo como objetivo general estudiar y comparar el diseño junto con los costos totales añadido a los pavimentos rígidos y flexibles utilizando el método AASHTO, para la presente investigación se utilizó el método cuantitativo, se obtuvo como conclusión general que las capas de los pavimentos flexibles se especifican a través del proceso de AASHTO, determinando un número estructural con el uso de módulos resilientes de cada capa, dando a conocer que el número estructural importante, es el que se determina con el módulo resiliente de la subrasante, permitiendo realizar múltiples iteraciones en los espesores de las capas superiores.

RIVAS ORTIZ, Bayardo y MERCADO ESPINOZA, Kevin (2015), en su tesis “Propuesta de diseño de estructura de pavimento flexible del tramo comprendido del Km 2.3 al Km 2.8 de la carretera panamericana sur, empleando el método AASHTO 93” de la universidad centroamericana; sostuvo que el objetivo general llevar a cabo la propuesta de diseño de pavimento flexible del tramo establecido del Km 2.3 al Km 2.8 de la panamericana sur, empleando la metodología AASHTO 93, para la presente investigación se utilizó el método cuantitativo, se obtuvo como conclusión general que los ensayos de laboratorio determinan los atributos físicos - mecánicos del suelo en todo el tramo, obteniendo 2 tipos de suelo A-7-5 y A-7-6, suelos arcillosos con gran plasticidad, y con valores de CBR entre 4% a 9%, por lo que tanto es que dicho material no se puede establecer su uso como base y subbase, porque sus características mecánicas no cumple con las requeridas del AASHTO 93.

Entre los trabajos nacionales hemos localizado los siguientes:

CHAVEZ VERGARA, Alexander (2018), en su tesis “Análisis comparativo entre el pavimento flexible y pavimento rígido en el tramo mullaca a chavín. Huaraz-2018” de la Universidad César Vallejo, obtuvo como objetivo general determinar comparativamente la alternativa técnica y económica en un pavimento rígido y un pavimento flexible en la distancia de mullaca-chavín, en la investigación se empleó el método cuantitativo, tipo descriptivo no experimental se obtuvo como conclusión general que el terreno de estudio no necesita ser mejorado porque no salió un CBR regular según el manual de carreteras suelos, geología y pavimento.

MACHA SULUETA, Ricardo (2019), en su tesis “ aplicación de metodología AASHTO 93 en el diseño de pavimento flexible para optimizar la transitabilidad vehicular en la carretera talavera- Andahuaylas, región Apurímac” de la Universidad Nacional Federico Villareal, tuvo como objetivo general emplear el método AASHTO 93 para el diseño de pavimento flexible para mejorar la transitabilidad de los vehículos en la carretera talavera- Andahuaylas, región Apurímac se utilizó el método cuantitativo de tipo descriptivo se obtuvo como conclusión general que en el desarrollo de la presente tesis la metodología AASHTO se refiere a los valores del CBR (california Bearing Ratio) para la subrasante, y la cantidad de ejes estándar, para así determinar la numeración estructural del diseño.

MENDOZA TORRES, Edgar (2019), en su tesis “Relación entre los métodos de diseño de pavimento flexible empírico mecanístico AASHTO 93 y Shell para determinar el periodo de vida del pavimento” de la Universidad Ricardo Palma, sostuvo que el objetivo general es determinar la similitud que se da entre el método empírico – mecanicista AASHTO93 y el método mecanicista SHEEL para determinar la vida útil del pavimento se utilizó el método cuantitativo y cualitativa de tipo aplicada, se obtuvo como conclusión general que al identificar los parámetros de diseño del método AASHTO 93, como parámetros estadísticos, parámetros de serviciabilidad, calidad de drenaje y propiedades de las capas del pavimento al aplicarlos en la metodología de diseño, se puede calcular la capacidad estructural requerida para el diseño de pavimento.

Entre los trabajos locales hemos encontrado los siguientes:

TERRONES CAMPOS, Giancarlo (2018), en su tesis “Diseño estructural del pavimento flexible utilizando el método AASHTO 93 en las calles I y J de la cuarta etapa del C.H Micaela Bastidas – Piura” de la Universidad Cesar Vallejo, sostuvo como objetivo general determinar las cargas de transitabilidad I y J de la cuarta etapa del conjunto habitacional Micaela Bastidas – Piura, se utilizó un método cuantitativo, tuvo como conclusión general elementos de ejes equivalentes de 8.1t (EE) para una duración de 20 años con diversos valores: calle I = 4,171,622.53 EE y calle J = 6,012,271.86.

ALBAN ZAPATA, Tomas (2018), en su tesis “ Determinación y evaluación de las patologías presentes en la capa de rodadura del pavimento flexible de la Av. Andrés avelino Cáceres, entre Av. vice y avenida Sullana norte del departamento de Piura, distrito de Piura, provincia Piura, del año 2018” de la ULADECH, tuvo como objetivo general detallar y analizar las patologías presentes en la capa de rodadura del pavimento flexible de la avenida Andrés avelino Cáceres, entre la Av. vice y Av. Sullana norte del departamento de Piura, distrito de Piura, provincia Piura, para la presente investigación se utilizó el método cuantitativo, se obtuvo como conclusión general que las patologías encontradas son, piel de cocodrilo con 25.85 m² y un 1.31%, abultamiento y hundimiento con 0.75m² y un 0.04%, depresión con 2.70 m² y un 0.14%, grieta longitudinal y trasversal con 48.40 m² y un 2.44% pulimiento de agregados con 439.50 m² y un 22.20%, hueco con 9.95m² y un 0.50%.

ROMERO RODRIGUEZ, Iris (2017), en su tesis “Determinación y evaluación de las patologías de la capa de rodadura del pavimento flexible de la avenida Marcavelica cuadras 01 a la cuadra 09, del distrito de veintiséis de octubre, provincia de Piura, región Piura – Marzo 2017” de la ULADECH, obtuvo como objetivo general determinar y evaluar las patologías de la capa de rodadura del pavimento flexible de la avenida Marcavelica cuadras 01 a la cuadra 09, del distrito veintiséis de octubre, provincia de Piura, región Piura – Marzo 2017, para la presente investigación se utilizó el método cuantitativo, no experimental, se obtuvo como conclusión general que se ha determinado que los desperfectos con alto nivel de incidencia de los parámetros de la carpeta de rodadura del pavimento flexible en la Av. Marcavelica del distrito Veintiséis de octubre, provincia Piura, región Piura.

Asimismo, acorde a teorías planteadas sobre nuestras variables se ha recurrido a dos de ellas con el propósito de fundamentar de manera adecuada nuestra investigación:

Un típico pavimento flexible está conformado por mezcla asfáltica sobre la superficie, con una base y sub base que es edificada encima de la subrasante afirmada. La carpeta de rodadura se obtiene de una composición bituminosa en estado caliente (HMA). La base de un pavimento puede estar conformado de materiales granulares o también puede ser rigidizada con asfalto o la vez con cemento portland y la sub base de forma granular. (Rodríguez, Echaveguren y Thenoux, 2017)

En la actualidad contamos con diferentes tipos de pavimentos entre los cuales tenemos, pavimentos flexibles o asfálticos que están conformados por materiales pétreos y a la vez granulares. También contamos con pavimentos rígidos donde su principal componente es el hormigón de cemento y materiales granulares. Entre otros pavimentos tenemos el pavimento articulado que está compuesto por una capa de adoquines de concreto.

La vida útil de una superficie asfáltica se encuentra estadísticamente en el rango entre 8 y 15 años, la estructuración del pavimento flexible está conformada por: carpeta asfáltica, base y sub base que puede ser con agregados granulares, donde el espesor que se le adecúe a cada capa será de vital importancia para que así el paquete estructural cumpla con la resistencia adecuada y así pueda soportar las cargas transmitidas por los vehículos. (Cardoza, Palomino y Blanquissett, 2019)

En un pavimento flexible tenemos un elemento principal que se le conoce como sub rasante, es el terreno de fundación que soporta las cargas que transmite la estructura del pavimento, esta capa está conformada por corte y relleno que luego de ser compactado cuenta con los parámetros transversales y peraltes especificados de diseño.

El pavimento flexible está conformado por otra capa que es la sub base que se describe como la capa destinada a soportar, transferir y dispensar uniformemente las cargas que se generan en la capa de rodadura, de manera que el terreno natural

absorba las alteraciones connaturales al suelo. El control de los cambios de volumen y elasticidad deben ser controlados por la sub base para así evitar daños en el pavimento. (Guzmán, 2017)

Finalmente, la carpeta asfáltica se conforma por materiales pétreos (piedra machacada, grava y arena). el costo de este pavimento es menor al pavimento rígido, donde su periodo de vida útil es de 8 a 15 años, el mantenimiento se realiza de manera constante para que así pueda cumplir su tiempo de utilidad requerido.

Las funciones en un pavimento deben cumplir los siguientes requisitos: tener una resistencia adecuada hacia las cargas transmitidas por el tránsito vehicular, resistencia a patógenos presentes en la intemperie, adecuada textura superficial a distintas velocidades de circulación vehicular asegurando un influjo en la seguridad vial, debido al efecto abrasivo de las llantas debe contar con una adecuada resistencia al desgaste. Debe disponer de un adecuado color para así prevenir reflejos y deslumbramiento de tal manera que se brindar una correcta seguridad vial. (Barreto, Banguera y Córdova, 2018)

Lo importante de cada pavimento es el drenaje, que evita de manera eficiente la destrucción de una carretera al mismo tiempo se encarga de reducir los impactos negativos. La finalidad del drenaje es expulsar el agua pluvial de la superficie de rodadura para así evitar su filtración al paquete estructural y ocasione el debilitamiento en la sub base y base del pavimento, obteniendo una mayor estabilidad, durabilidad y transitabilidad. (Hinostraza, 2018)

El método AASHTO 93, conocido generalmente como AASHO, se inició en EE. UU durante los años 60, refiriéndose a un ensayo de escala real que se ejecutó durante 2 años en Illinois, en este estado los tipos de suelo y el clima son similares a los de EE. UU, para finalmente desplegar esquemas, fórmulas, tablas donde presenten diferentes grupos ya determinas.

La versión ya establecida en los años 1986 fue mejorada en el año 1993: desde ese momento la metodología AASHTO inicio detallando las ideas mecanicistas y así se adaptaron principios de manera diferente a los que prevalecieron en el lugar donde se realizó el estudio original.

La guía AASHTO 93 define que diseñar un pavimento flexible refiere básicamente en determinar la numeración estructural, del pavimento donde hace semejanza una eficaz resistencia en todo el conjunto estructural para soporte del suelo (M_r), tránsito total (W_{18}) y la serviciabilidad.

Para determinar un adecuado número estructural se aplica la siguiente fórmula:

$$\log W_{18} = Z_r * S_0 + 9.36 \log (SN + 1) - 0.20 + \frac{\log \left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right)}{0.40 + \left(\frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}} \right)} + 2.32 \log M_r - 8.07$$

Donde:

- W_{18} : N° de ejes equivalentes
- Z_r : Parámetros de índice de servicio
- S_0 : Desviación estándar
- SN_j : Número estructural
- PSI : Disimilitud en los índices de servicio inicial y término
- M_r : Modulo resiliente (PSI)

Así mismo luego de analizar el número estructural solicitado en un grupo de espesores que utilizado convenientemente y conociendo los principales criterios de factores estructurales y su respectivo peralte que certifiquen una correcta numeración estructural ya sea superior o menor al establecido, para que así soporte las cargas vehiculares detalladas para la etapa de diseño.

La numeración estructural requerido se obtiene mediante la ecuación establecida.

Donde:

$$SN = a_1h_1 + a_2m_2h_2 + a_3m_3h_3$$

- SN: N° estructural del pavimento
- a1, a2, a3: Coeficiente estructural de carpeta asfáltica, base y subbase
- h1, h2, h3: Espesor de la carpeta asfáltica, base y subbase (plg).
- m2, m3: coeficiente de drenaje de base y subbase.

El trabajo de investigación tuvo como objeto plantear una propuesta de diseño de un pavimento flexible empleando la metodología AASHTO 93, brindando así una mejor transitabilidad para la población en la avenida los diamantes, Provincia Piura, del mismo modo facilitando el acceso a los diferentes establecimientos más visitados. Se plantea el diseño de pavimento flexible por ser utilizados en zonas con mayor influencia de tránsito vehicular, tomando en cuenta las características que posee un pavimento flexible con un alto índice de resistencia estructural y una gran durabilidad.

El diseño de pavimento flexible está constituido por una carpeta asfáltica, capa subbase y capa base. Además, se necesita conocer a detalle principalmente los materiales que se emplearán tanto en la terracería como en las capas del pavimento, considerando diversos comportamientos que afectan directamente al pavimento como: el clima, napa freática y los distintos materiales a utilizar.

A la vez se aplicó la metodología AASHTO 93 que nos permite realizar un correcto análisis, obteniendo así el número estructural que nos da a conocer las dimensiones de cada capa que se diseñan para que resistan determinados números de cargas durante su vida útil que se componen por vehículos con diversos pesos y número de ejes los cuales producen tensión y deformación de distintas maneras en el pavimento, provocando diferentes fallas como agrietamiento, fisuras, piel de cocodrilo, ondulaciones, deterioro de la carpeta asfáltica.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación:

La presente investigación es de tipo descriptivo porque nos permitió realizar un proceso de análisis de manera minuciosa dando a conocer una imagen exacta de la realidad del objeto de estudio describiendo sus características y peculiaridades. Se detallo las propiedades que conforman el paquete estructural de un pavimento flexible.

Abreu (2014), dice que la investigación descriptiva se define por el conjunto de conocimientos coherentes y concretos más que el exploratorio, estará continuamente en el conjunto de la explicativa. No puede manifestar alguna hipótesis causal mientras no fundamente el problema. (p. 195)

Diseño de Investigación:

Se utilizo un diseño no experimental – transversal puesto a que la presente investigación se realizó sin manipular las variables deliberadamente en su estado natural. Se desarrollo un análisis del pavimento de la Av. Los diamantes, provincia Piura – 2021 en correspondencia a una nueva propuesta de pavimento flexible a la vez se estimó que es transversal por lo que se efectuará en un tiempo corto, donde la investigación abordo un enfoque cuantitativo.

3.2 Población, muestra y muestreo

Población

Arias (2012), manifiesta que la población es una composición de elementos finitos o infinitos de los cuales poseen características comunes. (p. 81)

En la información obtenida por el análisis, se conoce que la avenida definida para dicho estudio de diseño se localizó en la avenida los diamantes de la ciudad de Piura, para su clasificación cuenta con diferentes tipos de tránsito vehicular en relación a las dimensiones de transitabilidad vehicular.

La población de la zona aledaña que se relaciona a la investigación, se toma en cuenta la Av. Los diamantes, que está conformado por un 1.5 km de vía.

Muestra

Balestrini (2008), la muestra es una parte de la población para analizar determinadas cualidades durante el estudio. (p. 130)

se estableció la muestra por 1000 metros lineales de pavimento asfáltico de la avenida mencionada, en torno al sistema se escogió para el estudio de diseño 1er tramo Que está conformado por un solo carril de doble sentido, donde el tramo 1 abarca desde la avenida Raúl mata de la cruz hasta la avenida los próceres.

Muestreo

Espinoza (2016), es el proceso para la selección de elementos teniendo como resultado la probabilidad de dichos elementos que conforman la muestra de estudio.

Por lo tanto, en la presente investigación el muestreo va ser una porción de la vía seleccionada se obtuvo un muestreo no probabilístico que va depender del método AASHTO 93, que especifico cuáles serán los estudios que se realizarán para el diseño en los tramos de la muestra obtenida.

3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Son instrumentos que nos permiten recolectar información de manera precisa de cualquier tema de estudio para así obtener una clara realidad y confiabilidad.

Para lograr establecer los espesores adecuados del paquete estructural del pavimento flexible, se utilizó fichas de observación y el uso de plantillas de ábacos como instrumento, utilizando la metodología AASHTO 93. Para poder definir el tipo de vehículo, volumen y cargas, al llevar acabo la técnica de observación se realizó el conteo tomando en cuenta el instrumento, que se utilizó como ficha técnica para identificar los tipos y cantidades de vehículos en la Av. Los diamantes.

Tabla 1: Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.

OBJETIVOS	POBLACIÓN	TÉCNICA	INSTRUMENTO
Propuesta de diseño de pavimento flexible	Avenida los Diamantes calculado con 1+100 km.	Técnica de gabinete	-Método AASHTO 93
Determinar los tipos de transitabilidad vehicular.			-Manual de carreteras
Determinar el CBR de la subrasante.		Observación y exploración	-Fichas de registro Excel
Determinar los espesores de cada capa del pavimento flexible.			-Fichas de ábacos de AASHTO 93

Fuente: Elaboración Por el propio autor

3.4 Procedimiento

En la presente investigación se evaluó el lugar donde se realizó el análisis del proyecto, para ejecutar el estudio del mismo, la vía se encuentra ubicada en el distrito de Piura, cuenta con diversas fallas y en muy mal estado, por lo que urge su reconstrucción, para mejorar la transitabilidad vehicular y el bienestar peatonal.

Se estableció la variable diseño de pavimento flexible, lo cual nos va permitir analizar y determinar los espesores del paquete estructural por el cual está conformado un pavimento.

Acorde a los objetivos planteados en la investigación, se solicitó los ensayos de CBR para determinar la capacidad de soporte del terreno y el tipo de suelo para poder analizarlos y determinar los resultados.

Con los ensayos y resultados obtenidos como se menciona anteriormente, se podrá analizar y establecer cada uno de los espesores del pavimento flexible, donde también se utilizó la guía AASHTO 93 para aplicar los parámetros establecidos en el tipo de pavimento mencionado.

3.5 Método de análisis de datos

Al utilizar la técnica de observación conjuntamente con un formato técnico del ministerio de transportes y comunicaciones, se determinó la clasificación de los vehículos que transiten alrededor de los 7 días y así obtener el índice medio diario de la avenida los diamantes en la cual se planteó realizar el diseño del paquete estructural del pavimento flexible.

Los espesores que debemos utilizar para un pavimento flexible se determinaron mediante la técnica de observación, donde se estudiaron datos de transitabilidad vehicular y los datos que se obtuvo del estudio de tipo de suelo presente en la avenida para así emplear la metodología AASHTO 93 el cual nos brindara datos exactos como los espesores adecuados que permitan una mejora en la transitabilidad respaldando la seguridad vial.

3.6 Aspectos Éticos

El principio de la ética investigativa se sujeta al acatamiento en la presente investigación, de igual manera a la propiedad intelectual utilizando normas para citar y referenciar toda la información adquiridas, respecto a los antecedentes de estudios, parámetros teóricos – conceptuales acerca del tema investigado y las bases metodológicas.

Previo consentimiento de las personas implicadas en el estudio, en el transcurso del proceso de recolección de datos, conservando los principios de confidencialidad en las diferentes informaciones obtenidas en los instrumentos de investigación.

IV. RESULTADOS

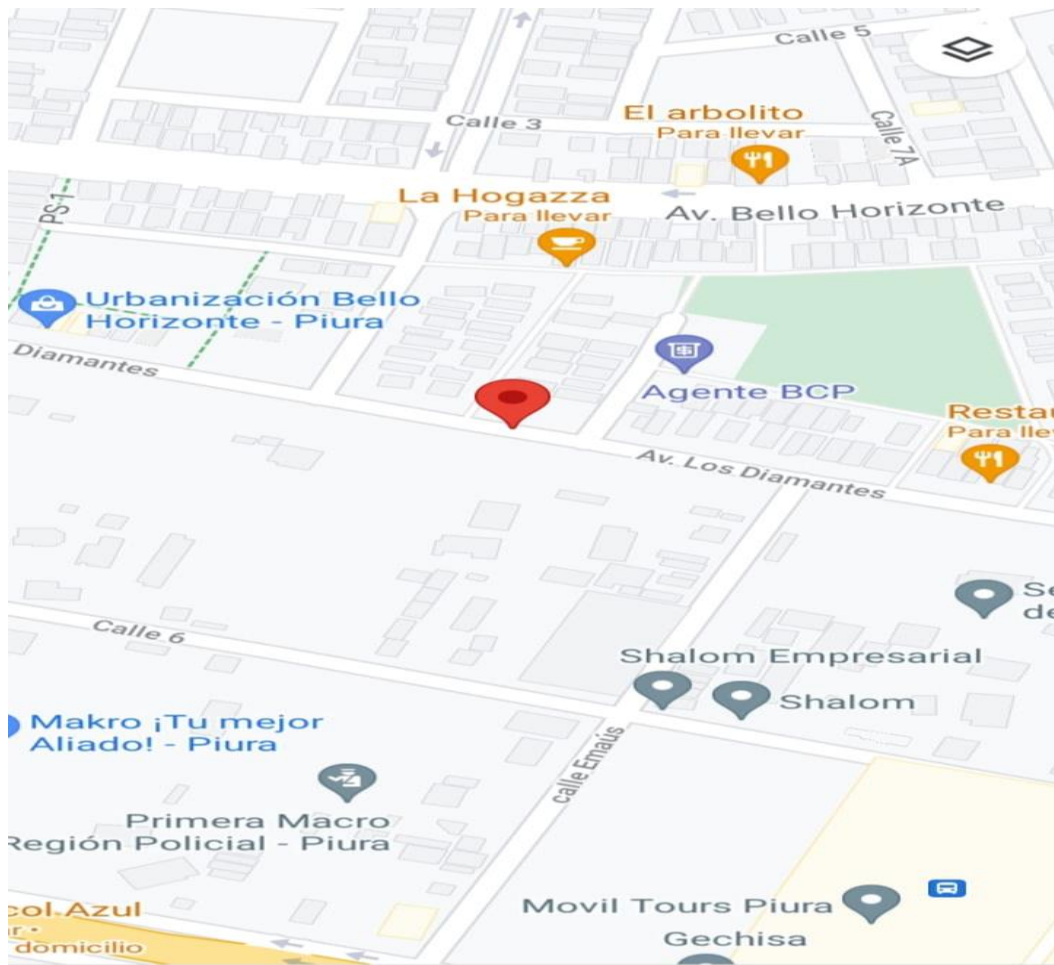
Acorde con el primer objetivo específico: desarrollar un estudio de tránsito para el diseño de un pavimento flexible empleando el método AASHTO 93 en la Av.

Los diamantes, Provincia Piura 2021 donde se analizó lo siguiente:

Ubicación y Localización

Avenida los Diamantes, Provincia Piura 2021

Figura 1: Ubicación del proyecto



Fuente: Google maps

Instrumentos:


















Ficha de cálculo de ESAL

Ficha técnica de Excel

Procedimiento

Se sintetizo a través de tablas de Excel el conteo de transito diario durante 7 días desde 5:am – 10:pm, considerando estas horas de mayor transitabilidad de vehículos, (anexo 4, pág48.), sucesivamente se desarrolló el siguiente resumen de este:

Tabla 2: resumen de conteo de tráfico y clasificación de vehículo

DIAS	VEHICULOS LIGEROS				BUS		CAMIONES UNITARIOS			SEMITRAILER				TRAILER				TOTAL
	Autos	Pick Up	C rural	Micros	2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3	
																		
Lunes	775	47	15	6	8	3	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	858
Martes	630	57	14	8	6	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	723
Miercoles	670	53	8	5	10	6	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	754
Jueves	579	52	5	3	11	4	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	658
Viernes	596	65	7	8	6	5	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	690
Sabado	295	22	4	7	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	336
Domingo	241	30	9	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	287
Total	3786	326	62	40	52	23	11	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4306

Fuente: elaborada por el propio autor

Para el análisis del del índice diario, se tomó la sumatoria total de los vehículos que transitan a diario por la zona de estudio.

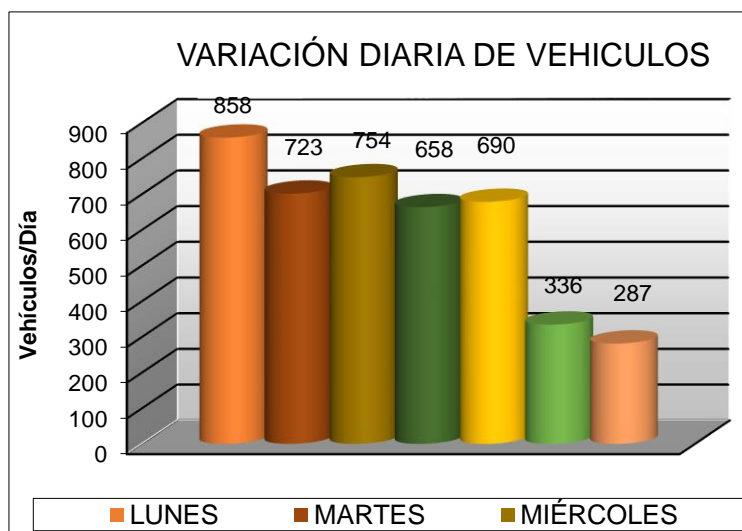
$$IMD = \sum n^{\circ} \text{vehículos transitados por día}$$

Tabla 3: Índice medio diario

DIAS	N° veh/ día
Lunes	858
Martes	723
Miércoles	754
Jueves	658
Viernes	690
Sábado	336
Domingo	287
Total	4306

Fuente: elaboración propia del autor

Gráfico 1: Numeración de vehículos por día



Fuente: elaborado propio del autor

Interpretación: a través del gráfico de barras diseñado en el programa Excel se confirmó que el día con mayor influencia de transitabilidad durante la semana donde se realizó el conteo de tránsito en la Av. Los diamantes es el día lunes con un total de 858 vehículos.

Seguidamente se determinó el índice medio diario semanal con la siguiente formula:

$$IMD_s = \frac{(\sum Vi)}{7}$$

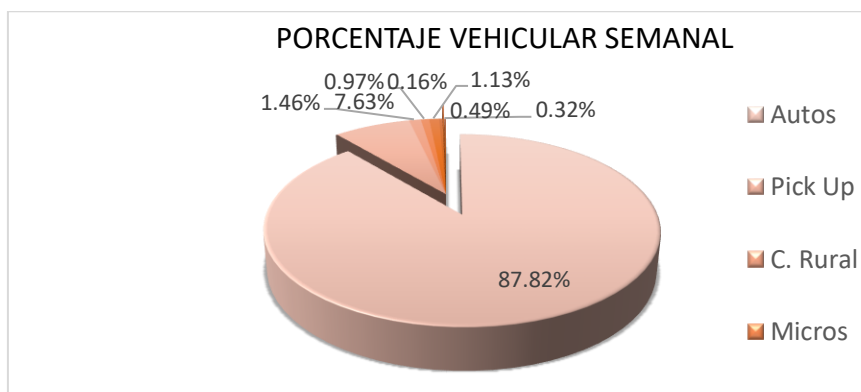
Vi: volumen vehicular diario de los 7 días de conteo.

Tabla 4: índice medio diario semanal (IMDs)

Tipos de vehículos	IMD	Porcentaje %
Autos	541	87.82%
Pick up	47	7.63%
C. Rural	9	1.46%
Micros	6	0.97%
Bus 2E	7	1.13%
Bus 3E	3	0.49%
Camión 2E	2	0.32%
Camión 3E	1	0.16%
TOTAL, IMDS	616	100%

Fuentes: Elaborado por el propio autor

Gráfico 2: Porcentajes total de vehículos que transitan en 1 semana



Fuente: elaborado por el propio autor

Interpretación: a través del gráfico diseñado en el programa Excel se demostró que en la Av. Los diamantes tienen una mayor influencia de transitabilidad de vehículos ligeros, determinando así que los vehículos que predominan con un porcentaje mayor de 87.82% de tránsito promedio semanal.

El análisis de índice medio diario anual se desarrolló el factor de corrección estacional para los vehículos livianos y vehículos pesados el dependerá de datos extraídos de una cantidad anual de tráfico registrado por el peaje Piura – Sullana (anexo 5, pág. 47 y 48), consiguiente a esto. Se determinó la siguiente fórmula:

$$IMDA = IMDS \times FC$$

IMDS: índice medio diario semanal

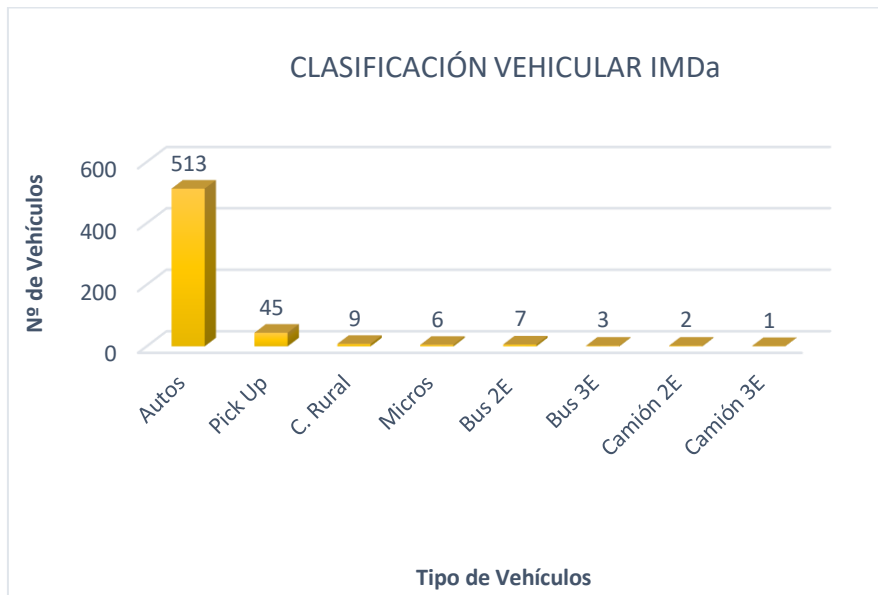
FC: factor de corrección estacional

Tabla 5: índice medio diario anual (IMDa)

Tipo de vehículo	IMDS	FC	IMDa
Auto	541	0.9479	513
Pick up	47	0.9479	45
C. Rural	9	0.9479	9
Micros	6	0.9479	6
Bus 2E	7	0.9479	7
Bus 3E	3	0.9479	3
Camión 2E	2	0.9711	2
Camión 3E	1	0.9711	1
TOTAL	616		586

Fuente: elaborado por el propio autor

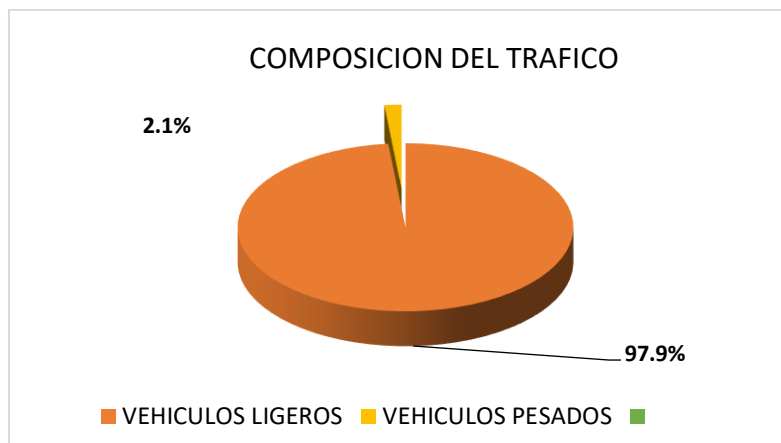
Gráfico 3: Número de vehículos transitados por un año



Fuente: elaborado por el propio autor

Interpretación: a través del gráfico se pudo determinar que los autos prevalecen con un número de 513 vehículos por día en todo el año 2021

Gráfico 4: Número de vehículos que transitan por un año



Fuente: elaborado por el propio autor

Interpretación: a través el diagrama se evidencio con un 97.9% que la Av. los diamantes es transitada mayormente por vehículos livianos, por ende, se define como una zona aceptable para elaborar el diseño de un pavimento flexible empleando el método AASHTO.

Para determinar la demanda proyectada se tuvo presente que el año de proyección de este será de 20 años, también así la tasa de crecimiento de transito ligero y el tránsito pesado (producto bruto interno según departamento) se requerirá del departamento donde está ubicada la zona de estudio, estos gráficos son proporcionados por el instituto nacional de estadística e informática – INEI (anexo 6, pág. 49). Se desarrollo la siguiente fórmula:

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

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

Tabla 6: demanda proyectada (20 años)

Tipo de vehículos	IMDA	2041
Auto	513	608
Pick up	45	53
C. Rural	9	11
Micros	6	7
Bus 2E	7	8
Bus 3E	3	4
Camión 2E	2	2
Camión 3E	1	1
Trafico Normal	586	694

Fuente: elaborado por el propio autor

Interpretación: se estima que la demanda proyectada en los 20 años aumento a 108 vehículos por día.

Continuamente se determinó el factor de crecimiento acumulado respecto al tipo de tránsito, considerando los factores ya analizados anteriormente.

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

n: año futuro de proyección

r: tasa anual de crecimiento de tránsito

Tabla 7: factor de crecimiento acumulado

Fca. Livianos	21.805976
Fca. Pesados	34.868318

Fuente: elaborado por el propio autor

Para determinar el cálculo del ESAL o la cantidad de los números de ejes equivalentes se tuvo en consideración las siguientes formulas:

$$\frac{veh}{año} = IMD \times 365$$

$$veh/carril = \frac{veh}{año} \times (Fd \times Fc)$$

:

$$ESAL\ carril = \frac{veh}{carril} \times factor\ camion$$

Tabla 8: Número de ejes equivalentes

TIPO DE VEHICULO	IMD	VEH/AÑO	VEH/CARRIL	FACTOR CAMION	ESAL CARRIL	FACTOR CRECIMIENTO	ESAL
Veh. Ligeros	603	220095	110047.5	0.0001	11.00475	21.805976	239.9693144
Bus 2E	7	2555	1277.5	3.561	4549.178	34.868318	158622.1851
Bus 3E	3	1095	547.5	2.633	1441.568	34.868318	50265.05144
Camión 2E	2	730	365	3.561	1299.765	34.868318	45320.61935
Camión 3E	1	365	182.5	2.53	461.725	34.868318	16099.57413
TOTAL	616	224840	112420			ESAL TOTAL	270547.3993

Fuente: elaborado por el propio autor

INTERPRETACION: acorde con el manual de carreteras se definió el diseño en la categoría (a) caminos de bajo volumen de transitabilidad, obteniendo un cálculo de ESAL 270547 EE, definiendo que corresponde al tipo de trafico

TP1 (>150,000 EE ≤ 300,00 EE) de acuerdo al anexo 7, pág. 50

Para el segundo objetivo específico: determinar el CBR de la subrasante en la Av. Los diamantes-Piura

Instrumentos:

Ficha técnica de Excel

Se desarrollo 3 ensayos de CBR a lo largo de la avenida los diamantes, donde en el primero arrojó un 6%, en el segundo 16% y en el tercer ensayo nos dio un 47% por lo tanto en la sumatoria nos arrojó un promedio de 23 % (ver anexo 8 pág. 51,52,53).

En la sumatoria de las 3 cantidades para que nos arroje el 23 % se dividió entre 3 para sacar el promedio real.



INTERPRETACIÓN:

Los siguientes resultados obtenidos con el ensayo de CBR, arrojó cantidades reales de 6%, 16% y 47%, continuamente se analizó el promedio de las 3 cantidades arrojando así un 23%, el cual nos será de utilidad para determinar los espesores que se utilizaran para la base y sub base para el pavimento flexible de la avenida los diamantes.

Por lo tanto, la tabla que indica los parámetros de clasificación para el uso de los materiales, nos especifica que al tener un CBR de 23%, indica que nos encontramos con un material existente con buena calidad y resistencia a las cargas, debido a que se encuentra en los rangos de 20% y 50%.

Para el tercer objetivo específico: Determinar los espesores de cada capa del pavimento flexible en la Av. Los diamantes -Piura.

Se estableció un periodo de diseño de 20 años, determinando así los siguientes parámetros establecidos por norma AASHTO 93 y el Manual de carreteras, para así poder aplicar las fórmulas de Número estructural requerido y Número estructural de diseño para finalmente llegar establecer los espesores reales del paquete estructural del pavimento flexible en base a los resultados del ESAL y el CBR.

Acorde al manual de carreteras suelo, Geología, Geotecnia y pavimentos, el tipo de tráfico pesado es de Tp1

Figura2: Número de repeticiones acumuladas de ejes equivalente, en el carril de diseño

Tipos Tráfico Pesado expresado en EE	Rangos de Tráfico Pesado expresado en EE
T _{PD}	> 75,000 EE ≤ 150,000 EE
T _{P1}	> 150,000 EE ≤ 300,000 EE

Fuentes: MTC- Manual de Carretas suelo, Geología, Geotecnia y pavimentos

Para el módulo de resiliencia (MR) se analizó aplicando la fórmula de parámetros de diseño, para el análisis del módulo de resiliencia se eligió el CBR que es 23% para la subrasante, estableciéndose en la categoría subrasante de S4: subrasante muy buena. (pág. 54)

$$Mr. (\text{psi}) = 2555 \times CBR^{0.64}$$

$$Mr. = 2555 \times 23^{0.64}$$

$$\mathbf{Mr = 19006.26}$$

Continuamente se determinó el porcentaje de confiabilidad (% R), acorde a los parámetros de diseño del manual de carreteras suelos, Geología. Para un Tp1 la confiabilidad es de: (ver anexo, pág. 54)

$$\mathbf{(R= 70\%)}$$

Para la desviación estándar normal (Zr), el manual de carreteras suelo. Geología, Geotecnia y pavimentos, indica que para un Tp1 el coeficiente estadístico de desviación estándar (Zr). (ver anexo, pág. 55)

$$\mathbf{(Zr = -0.504)}$$

La desviación estándar combinada (So). Para el diseño de un pavimento flexible la guía AASHTO recomienda usar valores de (So) establecidos entre 0.40 y 0.50. de acuerdo al manual de carreteras suelos, Geología, Geotecnia y pavimentos, nos brinda un número más exacto de 0.45.(ver anexo, pág. 55)

$$\mathbf{So = 0.45}$$

Continuamente para determinar la serviciabilidad presente (PSI). Acorde el manual de carreteras, la buena comodidad de circulación que se ofrece al usuario (PSI), se determina restando la serviciabilidad inicial y final, por ende, el (psi) es de 1.80.

$$(\Delta\text{psi}) = PI - PT$$

$$PI= 3.80 \text{ (Índice de Serviciabilidad Inicial)}$$

$$PT= 2.00 \text{ (Índice de Serviciabilidad Final)}$$

$$\mathbf{(\Delta\text{psi}) = 3.80 - 2.00 = 1.80}$$

Se desarrollo el cálculo del número estructural Requerido (SNR).

Número estructural de la sub rasante (SN3).

Tabla 9: datos del número Estructural de la subrasante (SN3)

W18	270,547.00
CBR (%)	23
Mr(psi)	19006.26
R (%)	70
Zr	-0.504
So	0.45
ΔPSI	1.80

Fuente: elaborada por el propio autor

Analizando:

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

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

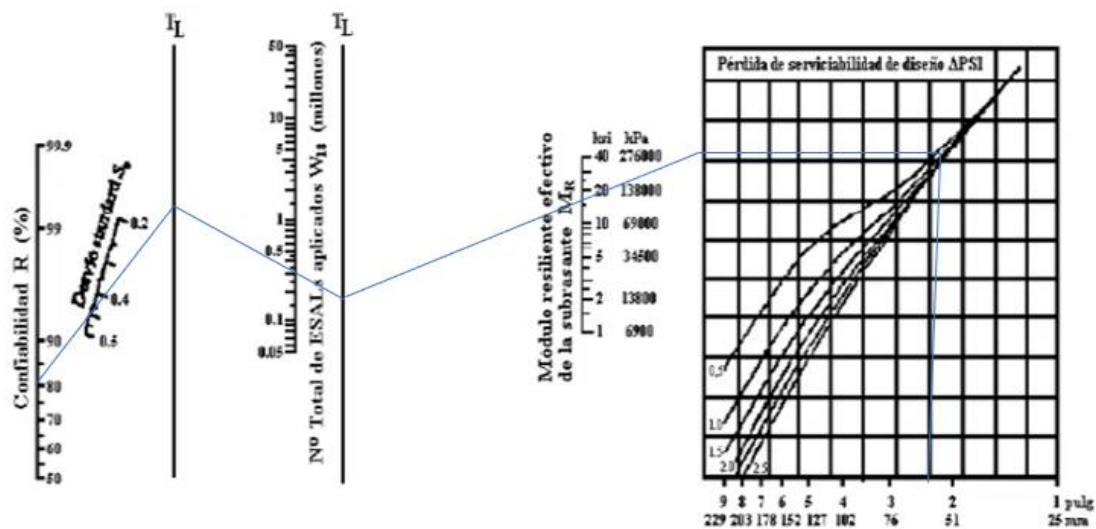
Primer miembro = segundo miembro

$$\text{Log}_{10}(270,547.00) = -0.504 \times 0.45 + 9.36 \log_{10}(SN+1) -$$

$$0.2 + \frac{\text{Log } 10 \frac{1.80}{4.2-1.5}}{0.4 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(19006.26) - 8.07$$

Número estructural requerido: SN3= 2.55 = **2.60**

Figura 3: Abaco de AASHTO 93



Analizando con el Abaco de AASHTO 93, teniendo como resultado SNR= 2.55

Tabla 10: datos del número Estructural de la subbase (SN2)

W18	270,547.00
CBR (%)	40
Mr(psi)	16300
R (%)	80
Zr	-0.504
So	0.45
ΔPSI	1.80

Fuente: elaborado por el propio autor

Numero estructural de la sub base (SN2) = 2.25

Tabla 11: datos del número Estructural de la base (SN1)

W18	270,547.00
CBR (%)	80
Mr(psi)	28700
R (%)	80
Zr	-0.504
So	0.45
ΔPSI	1.80

Fuente: elaborado por el propio autor

Número estructural de la base (SN1) = 1.70

Se analizó los coeficientes estructurales de las capas del pavimento, las capas tanto de rodadura, base y subbase fueron analizadas en los ábacos de la guía AASHTO -93. Continuamente para seleccionar el coeficiente estructural de la capa superficial (a1) se determinó el módulo de elasticidad de 430,000 como indica el Manual de carreteras. Anexo(pag.56)

Tabla 12: datos de los coeficientes estructurales

Capa superficial	a1= 0.170/cm
Base granular	a2= 0.052/cm
Sub base granular	a3= 0.047/cm

Fuente: elaborado por el propio autor

Para el coeficiente de drenaje acorde a los parámetros de drenaje que rige en la norma de manual de carreteras, se analizó la calidad de drenaje “bueno”, debido a que el tiempo que tarda el agua en ser evacuada es de 1 día considerando así que la avenida los diamantes tiene un buen drenaje , y en base a ese análisis se clasifico el coeficiente de drenaje 1.2 – 1.25, realizando la sumatoria y el promedio total de estos datos se tomó los valores para m2 = 1.20 y m3= 1.0

Figura 4: Coeficientes de drenaje

Capacidad de Drenaje	% de tiempo en el que el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación.			
	Menos del 1 %	1 a 5 %	5 a 25 %	Más del 25 %
Excelente	1,40 – 1,35	1,35 – 1,30	1,30 – 1,20	1,20
Bueno	1,35 – 1,25	1,25 – 1,15	1,15 – 1,00	1,00
Regular	1,25 – 1,15	1,15 – 1,05	1,00 – 0,80	0,80
Malo	1,15 – 1,05	1,05 – 0,80	0,80 – 0,60	0,60
Muy malo	1,05 – 0,95	0,95 – 0,75	0,75 – 0,40	0,40

Fuente: MTC Manual de carreteras suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos

Cálculo de los espesores del paquete estructural del pavimento flexible.

Se determino el Espesor de la carpeta asfáltica:

$$D1 = \frac{SN1}{a1}$$

$$D1 = \frac{1.70}{0.170} = 10\text{cm} = 4''$$

Acorde a la norma del manual de carretera y los parámetros de diseño establecidos para el diseño de un pavimento flexible empleando el método AASHTO93, indica los espesores mínimos recomendados para un Tp1, la carpeta asfáltica es de 6.5 cm (2.5"). por ende, se considerará ese número para D1.

$$D1 = 6.5\text{cm} = 2.50''$$

$$SN1 = a1 \times D1$$

$$SN1 = 1.10.$$

Se estableció el espesor de la base Granular:

$$D2 = \frac{SN2 - SN1}{a2 \times m2}$$

$$D2 = \frac{2.25 - 1.10}{0.052 \times 1.20} = 18\text{cm}$$

$$D2 = 6.90''$$

Acorde a la norma del manual de carretera y los parámetros de diseño establecidos para el diseño de un pavimento flexible empleando el método AASHTO93, indica los espesores mínimos recomendados para un Tp1, la base granular es de 10 cm (4"). por ende, se considerará ese número para D2.

$$D2 = 10\text{cm} = 4''$$

$$SN2 = a2 \times D2 \times m2$$

$$SN2 = 1.08$$

Se determino el espesor de la sub base Granular:

$$D3 = \frac{SN3 - (SN2 + SN1)}{a3 \times m3}$$

$$D3 = \frac{2.60 - (1.08 + 1.10)}{0.047 \times 1.0} = 10 \text{ cm}$$

$$D3 = 4''$$

De acuerdo a la norma del manual de carretera y los parámetros de diseño establecidos para el diseño de un pavimento flexible empleando el método AASHTO93, indica los espesores mínimos recomendados para un Tp1, la base granular es de 10 cm (4"). por ende, se considerará ese número para D3.

$$D3 = 10\text{cm} = 4''$$

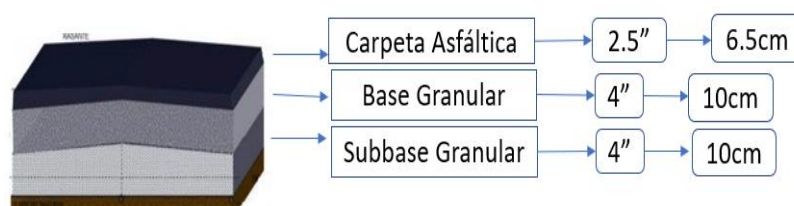
$$SN3 = a3 \times D3 \times m3$$

$$SN3 = 2.60$$

Para el objetivo General: Elaborar el diseño de pavimento flexible empleando el método AASHTO 93 en la Av. Los diamantes-Piura.

Se estableció un análisis muy amplio para realizar el diseño del paquete estructural del pavimento flexible, aplicando los parámetros de diseño del manual de carreteras y la metodología AASHTO 93.

Figura 5: Espesores del pavimento flexible



V. DISCUSIÓN

Posterior al análisis de los resultados logrados se elaboraron las discusiones de manera clara asociadas a los trabajos en los que se basa este proyecto de investigación.

En lo que se refiere al primer objetivo específico Determinar el tipo de transitabilidad vehicular en la Av. Los diamantes – Piura para el diseño de un pavimento flexible para mejorar la transitabilidad vehicular, respecto al estudio de transitabilidad se logró el IMDA de 586 con una proyección de 20 años considerando los vehículos ligeros con un ESAL 21.805976. según Terrones (2018) en su investigación la zona de estudio está conformada por una transitabilidad de vehículos ligeros. De tal manera cuenta con IMDA proyectada de 20 con 854 vehículos por día, donde nos indica que el 98.45 está conformada por vehículos ligeros y el 0.59 de vehículos pesados. De tal forma, se tuvo un ESAL de 170200. EE. Acorde al Manual de Carreteras: Suelos, Geotecnia y Pavimentos; está clasificado según sus ejes equivalentes, por un tráfico pesado de tipo TP1 ($>150,000EE < 300,000EE$), esto indica que la transitabilidad de las 2 investigaciones están conformado por baja transitabilidad.

En el segundo objetivo específico, determinar el CBR de la subrasante, se tuvo un CBR adecuado con un porcentaje de 23% clasificándolo, así como una subrasante buena acorde a los parámetros de diseño de un pavimento flexible, definiéndolo, así como una subrasante acta y resistente para soportar el paquete estructural del pavimento. Chávez (2018) en su investigación para obtener su título profesional, el cual concluyo que los diferentes suelos en estudio pertenecían al tipo de suelo S3 clasificándolo como suelo “bueno”, a la vez se empleó el estudio de CBR para evaluar y calcular la capacidad portante del terreno natural en el cual se asentara el paquete estructural, cada diseño se empleó para cierto tiempo de pavimentos flexibles, respecto a nuestra investigación el tipo de suelo empleados para el estudio de suelos y un CBR de 22% de acuerdo eso observamos que son resultados apropiados para su respectivo diseño.

Para el tercer objetivo específico, determinar los espesores de cada capa del pavimento flexible en la Av. Los diamantes – Piura se definió los espesores de los espesores del paquete estructural definiéndolo así la subbase de 10cm la base 10cm y la carpeta asfáltica de 6.5 cm, según Mendoza (2019), nos señala que se pueden renovar las vías para la disminución de tiempo recorrido de los vehículos respecto al diseño de su capa de rodadura, Un buen diseño es inevitable para garantizar un correcto trabajo y una durabilidad. Se diferencia el diseño del pavimento de un tramo que comprendía un kilómetro de vía utilizando diversos métodos con la finalidad de definir la alternativa más aceptable tanto económica como básica, consiguiendo los resultados del ensayo de la clasificación de la subrasante y obteniendo espesores, subbase y base de 15cm y una carpeta asfáltica de 6cm con alta resistencia a las cargas.

Acorde al objetivo general elaborar el diseño de pavimento flexible empleando el método AASHTO93 en la Av. Los diamantes – Piura, se definió que el paquete estructural, con un periodo de 20 años, serán con espesores de base granular de 10cm, una sub base de 10cm y una carpeta asfáltica de 6.5cm, según Alban (2018), a través de la metodología AASHTO 93 se diseño el pavimento flexible con un espesor de base de 15cm equivalente a 6” una sub base de 15cm (6”) y una carpeta asfáltica de 7.5cm equivalente a 3”. Comparando los espesores analizados se especifica que estos son los espesores correctos para el diseño de un pavimento flexible según los parámetros de diseño del manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos. De tipo TP1 con baja transitabilidad.

VI. CONCLUSIONES

1. Se concluyo que en la avenida Los Diamantes la transitabilidad tuvo un ESAL de 270547.00 EE, lo que nos admitió saber que el pavimento está ubicado en la clasificación TP1 lo que corresponde a los parámetros de diseño estipulado por el Manual de carreteras (MTC), con baja transitabilidad vehicular, requerido emplear el diseño de pavimento flexible.
2. Se determino la capacidad admisible actual del terreno de la avenida los Diamantes teniendo así, un análisis de CBR de 23%, el de terreno natural denominado subrasante se encuentra ubicado en un tipo S3, (subrasante de calidad buena), de tal manera, se analizó también que la pendiente del pavimento flexible es de 1% rigiéndose así con los parámetros de diseño para el correcto diseño del pavimento.
3. Se estableció los espesores adecuados para el paquete estructural del pavimento flexible analizando cada parámetro de diseño que está establecido en la metodología AASHTO93 obteniendo así un diseño de pavimento asfáltico óptimo.
4. Se diseño el pavimento flexible de la Av. Los diamantes obteniendo unos espesores con una subbase granular y base granular de 10cm y un espesor de la carpeta asfáltica de tal manera analizado de 6.50cm, para un periodo de diseño de 20 años para el pavimento flexible. (ver diseño pág. xx)

VII. RECOMENDACIONES

1. Para lograr un apropiado diseño de pavimento flexible se obtiene realizando un correcto estudio de tráfico siendo un estudio primordial para conocer el tipo de cargas que van hacer transmitida a lo largo de todo el pavimento, para así establecer un correcto espesor de las capas que cumplan con una resistencia adecuada a la comprensión a causa de las cargas vehiculares.
2. Para un adecuado diseño de pavimento flexible se indica que al llevar acabo el estudio de suelos se obtenga una presencia de un suelo de baja resistencia o alto porcentaje de napa freática, se aplique el método de utilización de geotextiles o estabilización de subrasante, tomando como guía los parámetros establecidas de diseño, con la finalidad de evitar que haya un deslizamiento el cual pueda perjudicar el diseño del paquete estructural de pavimento.
3. Se recomienda aplicar una buena compactación de base y subbase con un correcto material granular y una buena implementación de la carpeta asfáltica con el fin de poder evitar los espacios vacíos y tenga como consecuencias fallas en el pavimento a temprana edad tales como: ondulaciones, piel de cocodrilo, grietas y cangrejas.
4. Se recomienda la implementación de tecnologías actuales con la ayuda de las autoridades adquiriendo diversos sistemas constructivos en el diseño de pavimento flexible, desde el inicio del proyecto hasta su ejecución de tal manera los métodos convencionales son muy utilizados y un correcto sistema de bombeo permitiendo una correcta evacuación de aguas pluviales.

REFERENCIAS

ALBAN, Tomas. Determinación y evaluación de las patologías presentes en la capa de rodadura del pavimento flexible de la Av. Andrés avelino Cáceres, entre Av. vice y avenida Sullana norte del departamento de Piura, distrito de Piura, provincia Piura. Tesis (Ingeniería Civil). Piura: universidad los Ángeles Chimbote, 2018. 208 pp. Disponible en:

<http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/3490>

ARREGUI, Washington. Diseño de pavimento flexible utilizando el método aashto 93 en la vía del cantón Montalvo – intersección tres bocas provincias de los ríos. Tesis (Ingeniería civil). Guayaquil: universidad de guayaquil, 2016. 86 pp. Disponible en:

[http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/32752/1/FINAL.-%20ARREGUI WASHINGTON TRABAJO TITULACION VIAS JUNIO.pdf](http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/32752/1/FINAL.-%20ARREGUI%20WASHINGTON%20TRABAJO%20TITULACION%20VIAS%20JUNIO.pdf)

BARRETO, Shirley, BANGUERA, Jonathan, CÓRDOVA, Javier. Análisis comparativo de ejes equivalentes obtenidos mediante método aashto 93 y los por pesaje en balanza fija de vehículos. Rev. universidad y Sociedad [en línea]. 2018, vol.10, n.1.[fecha de consulta: 20 de octubre del 2020]. Disponible en:

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202018000100059&lang=es

ISSN 2218-3620

CHAVEZ, Alexander. Análisis comparativo entre el pavimento flexible y pavimento rígido en el tramo Mullaca a Chavín. Huaraz – 2018. tesis (Ingeniería Civil). Huaraz: Universidad Cesar Vallejo, 2018. 186 pp. Disponible en:

[file:///C:/Users/ALEXANDER/Downloads/Chavez VAR%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/ALEXANDER/Downloads/Chavez_VAR%20(3).pdf)

CABRERA, Oscar, SÁNCHEZ, Yudi. Diseño de pavimento flexible para la vía comprendida entre la calle 6 con carrera 13 de la ciudad de Ibagué. Tesis (Ingeniería Civil). Colombia: Universidad cooperativa de Colombia, 2020. 44 pp. Disponible en:

https://www.google.com/search?q=donde+queda+tolima&rlz=1C1SQJL_esPE863PE864&oq=donde+queda+tolima&aqs=chrome..69i57j0l2j0i22i30i5.3966j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8

CONDE, Claudia, RODRIGUEZ, Alexander. Diseño de pavimento flexible sector barrio ifa a carretera nacional en el Municipio del guamo Tolima. Tesis (Ingeniería Civil). Colombia: Universidad cooperativa de Colombia, 2019. 63 pp. Disponible en:

https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/16858/4/2019_Dise%c3%b1o_pavimenyo_flexible_.pdf

CARDOZA, Mariaalejandra, PALOMINO, Karol, BLANQUISETT, Gina. Pavimento flexible utilizando una mezcla asfáltica con grano de caucho reciclado para su sostenibilidad en Colombia. Rev. Sostenibilidad, tecnología y humanismo [en línea]. 2019, vol.10, n.2. [fecha de consulta: 5 de octubre de 2020]. Disponible en:

<https://doi.org/10.25213/2216-1872.16>

ISSN 2216-1872

DÍAZ, Diego, RODRÍGUEZ, Jeison. Diseño de pavimento flexible de la carretera 13 entre calle 37 y 40 del barrio Gaitán, Ibagué – Tolima. Tesis (Ingeniería Civil). Colombia: Universidad cooperativa de Colombia, 2019. 49 pp. Disponible de:

https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/16247/1/2019_Dise%c3%b1o_pavimento_%20flexible_barrio_gaitan_diaz_y_rodriguez.pdf

ESPINOZA, Luis. Análisis de alternativas en el diseño de pavimento flexibles y rígidos por el método AASHTO 93. Tesis (Ingeniería Civil). Ecuador: Universidad de Cuenca, 2018. 168 pp. Disponible en:

<http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/30348>

Effect of variation of the average daily volume and traffic growth rate on flexible pavements performance, por Hirroka, Amanda S [et al]. Rev. Chil [en línea]. 2019, Vol.27, n.1. [fecha de consulta: 15 de octubre de 2020]. Disponible en:

<https://search.scielo.org/?q=dise%C3%B1o+de+pavimento+flexible&lang=es&count=30&from=0&output=site&sort=&format=summary&fb=&page=1>

ISSN 0718-3305

ESCOBAR, Luis y HUINCHO, Luis. Diseño de pavimento flexible bajo influencia de parámetros de diseño de vida al deterioro del pavimento en Santa Rosa – Sachapite, Huancavelica. Tesis (Ingeniería Civil). Perú: Universidad Nacional de Huancavelica, 2017. 192 pp. Disponible en:

<http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/1388>

GUZMÁN, Edwin. Factores para el ajuste de los módulos de retrocálculos de pavimento flexibles. Rev. Ciencia y tecnología [en línea]. 2017, vol.3, n.1. [fecha de consulta: 10 de octubre del 2020]. Disponible en:

<https://jdc.edu.co/revistas/index.php/rciyt/article/view/76/72>

ISSN 2390-058X

GÁLVEZ, Jairo, BUSTAMANTE, José. Diseño de infraestructura vial para accesibilidad de las localidades El Granero Km 0+000, Surumayo y Cutaxi Km 8+450, Conchán, Chota, Cajamarca. Tesis (Ingeniería Civil). Chiclayo: Universidad César Vallejo, 2020. 37 pp. Disponible en:

http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/46616/Cubas_GJ-Guevara_BJE-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

HERNANDEZ, Erasmo, CULMA, Juan. Diseño de pavimento flexible de la vía del barrio el mirador en el municipio de Melgar Tolima. Tesis (Ingeniería Civil). Colombia: Universidad cooperativa de Colombia, 2019. 92 pp. Disponible en:

<https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/17477/1/2020%20Dise%C3%B1o%20de%20pavimento%20flexible%20Melgar%20Tolima.pdf>

HINOSTROZA, Hinosgar. Diseño de pavimento flexible reforzado con geomallas para la reducción de la estructura del pavimento. Tesis (Ingeniería Civil). Ayacucho: Universidad Nacional de san Cristóbal de Huamanga, 2018. 168 pp. Disponible en:

<http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/2784>

LÓPEZ, Hitler. Diseño del pavimento flexible de la vía los laureles – el corocito de la parroquia Noboa cantón 24 de mayo. Tesis (Ingeniería Civil). Ecuador: Universidad Estatal del Sur de Manabí, 2017. 217 pp. Disponible en:

<http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/1213>

La geomalla como elemento de refuerzo en pavimento flexible, por Vargas, J [et al]. Revista. Ingeniería [en línea]. 2017, Vol.21, n.1. [fecha de consulta: 22 de octubre de 2020]. Disponible en:

<https://www.redalyc.org/pdf/467/46752305006.pdf>

ISSN 1665-529X

MENDOZA, Edgar. Relación entre los métodos de diseño de pavimento flexible empírico mecanístico AASHTO 93 y Shell para determinar la vida Útil del Pavimento. Tesis (Ingeniería Civil). Cusco: Universidad Ricardo Palma, 2019. 282 pp. Disponible en:

[file:///C:/Users/ALEXANDER/Downloads/CIV_T030_77337852_T%20%20%20MENDOZA%20TORRES%20EDGAR%20SEBASTIAN%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/ALEXANDER/Downloads/CIV_T030_77337852_T%20%20%20MENDOZA%20TORRES%20EDGAR%20SEBASTIAN%20(2).pdf)

MACHA, Ricardo. Aplicación de metodología aashto 93 en diseño de pavimento flexible para optimizar la transitabilidad vehicular en la carretera Talara – Andahuaylas, Región Apurímac. Tesis (Ingeniería Civil). Lima: Universidad Nacional Federico Villareal, 2019. 124 pp. Disponible en:

<http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/3588>

OROBIO, Armando, GIL, Jackson. Construction cost analysis related to the mechanistic design of pavements with different fatigue models. Rev. construction engineering [en línea]. 2015, vol.30, n.3. [fecha de consulta: 13 de octubre del 2020]. Disponible en:

https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732015000300003&lng=en&nrm=iso&tlng=en#back

ISSN 0718-50

PARRA, William. Ampliación, Rectificación y Pavimentación de la vía Anorí – el limón, municipio de Anorí Antioquia. Tesis (Ingeniería Civil). Medellín: Universidad cooperativa de Colombia, 2018. 46 pp. Disponible en:

https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/10735/1/2018_Ampliacion_Rectificacion_Pavimentacion.pdf

RODRÍGUEZ, Mario, THENOUX, Guillermo, GONZÁLES, Álvaro. Probabilistic assessment of asphalt pavement design. Rev. construction engineering [en línea]. 2016, vol.31, n.2. [fecha de consulta: 17 de octubre del 2020]. Disponible en:

<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732016000200002>

ISSN 0718-5073

RIVAS, Bayardo y MERCADO, Kevin. Propuesta de diseño de estructura de pavimento flexible del tramo comprendido de Km 2.3 al Km 2.8 de la carretera panamericana sur, aplicando el método de la AASHTO 93. Tesis (Ingeniería civil). Nicaragua: Universidad Centroamericana, 2015. 150 pp. Disponible en:

<http://165.98.12.83/2377/1/UCANI3822.pdf>

RODRÍGUEZ, Mario, ECHAVEGUREN, Tomás, THENOUX, Guillermo. Inclusión de confiabilidad en el método de diseño de pavimento flexibles aashto-93 integrando modelos de deterioro de pavimentos. Rev. De la construcción [en línea]. 2017, vol. 16, n.2.[fecha de consulta: 23 de octubre del 2020]. Disponible en:

https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-915X2017000200284&lang=es

ISSN 0718-915x

RODRÍGUEZ, Jean, TAMAYO, Chintya. Evaluación de la transitabilidad vial y diseño de pavimento flexible en el sector virgen del Socorro – Trujillo – la libertad. Tesis (Ingeniería Civil). Trujillo: Universidad privada Antenor Orrego, 2019. 123 pp. Disponible en:

<http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/4762>

ROMERO, Iris. Determinación y evaluación de las patologías de la capa de rodadura del pavimento flexible de la avenida Marcavelica cuerdas 01 a la cuadra 09, del distrito de veintiséis de octubre, provincia de Piura, región Piura – marzo 2017. Tesis (Ingeniería Civil). Piura: Universidad los Ángeles de Chimbote, 2018. 130 pp. Disponible en:

[http://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/123456789/4959/PATOLOGIAS DE LA CAPA DE RODADURA PAVIMENTO FLEXIBLE ROMERO RODRIGUEZ IRIS](http://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/123456789/4959/PATOLOGIAS_DE_LA_CAPA_DE_RODADURA_PAVIMENTO_FLEXIBLE_ROMERO_RODRIGUEZ_IRIS)

SÁNCHEZ, Maira. Diseño de pavimento flexible utilizando el método aashto 93 en la vía valle de la virgen – cascajal cantón pedro carbo, provincia del Guayas. Tesis (Ingeniería Civil). Guayaquil: Universidad Guayaquil, 2016. 198 pp. Disponible en:

[http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/reduq/14859/1/S%c3%80NCHEZ_MAYRA TRABAJOTITULACI%c3%92N V%c3%8cAS_2016.pdf](http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/reduq/14859/1/S%c3%80NCHEZ_MAYRA_TRABAJOTITULACI%c3%92N_V%c3%8cAS_2016.pdf)

SÁNCHEZ, Oscar. Diseño de pavimento empleando el método aashto 93 para el mejoramiento de la carretera Ayacucho – Abancay. Tramo: Ayacucho Km. 0+000 – Km. 50+000. Tesis (Ingeniería Civil). Lima: Universidad Nacional Federico Villareal, 2019. 116 pp. Disponible en:

<http://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/UNFV/3306/UNFV>

TERRONES, Giancarlo. Diseño estructural del pavimento flexible utilizando el método AASHTO 93 en las calles I y J de la cuarta etapa del C.H Micaela Bastidas – Piura. Tesis (Ingeniero civil). Piura: Universidad cesar vallejo, 2018. 138 pp. Disponible en:

<http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/32280>

ANEXOS

ANEXO 01

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
Diseño de pavimento flexible	Es un diseño que está conformada por una carpeta de rodadura compuesta por un agregado bituminoso de asfalto con una alta resistencia a los álcalis, sales y ácidos. López (Palacio 2017)	Diseños basados en estudios con el fin de determinar la capacidad admisible para identificar espesores de capas	Transitabilidad Subrasante Capa de rodadura, base, sub base.	Flujo de vehículos Condición de estabilidad Cálculo de espesores.	Nominal Nominal Nominal
Método AASHTO93	La metodología AASHTO 93 se emplea un modelo o una ecuación para diseñar pavimentos asfálticos obteniendo el parámetro nominado número estructural. (García Morales 2015)	Definición de las características físicas-químicas del suelo	Número estructural Capacidad de soporte Serviciabilidad	Fórmula matemática CBR Seguridad y comodidad	Razón Nominal Ordinal

ANEXO 02

MATRIZ DE CONSISTENCIA

“Propuesta de Diseño de Pavimento flexible empleando el método AASHTO 93 en la Av. Los diamantes, Provincia Piura 2021”

PROBLEMA GENERAL Y ESPECÍFICOS.	OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>-Problema General: ¿Cuál es el diseño del pavimento flexible empleando el método AASHTO 93 en la Av. ¿Los diamantes – Piura?</p> <p>-Problemas específicos: ¿Cuáles son los tipos de transitabilidad vehicular? ¿Cuál es el CBR de la subrasante? ¿Cuáles son los espesores de cada capa del pavimento flexible?</p>	<p>-Objetivo General: Elaborar el diseño de pavimento flexible empleando el método AASHTO 93 en la Av. Los diamantes-Piura.</p> <p>-Objetivos específicos: Determinar el tipo de transitabilidad vehicular en la Av. Los diamantes-Piura. Determinar el CBR de la subrasante en la Av. Los diamantes-Piura. Determinar los espesores de cada capa del pavimento flexible en la Av. Los diamantes- Piura.</p>	Diseño de pavimento flexible	Transitabilidad	Flujo de vehículos	<p>Tipo: descriptivo</p> <p>Enfoque: cuantitativo</p> <p>Diseño: no experimental-transeccional.</p> <p>Técnica e instrumentos: observación y fichas de observación ábacos de gráficos, análisis de tráfico, análisis de suelo.</p>
			Subrasante	Condición de estabilidad	
			Capa de rodadura, base, sub base	Cálculo de espesores	
		Método AASHTO 93	serviciabilidad	Seguridad y comodidad	
			Capacidad de soporte	CBR	
			Número estructural	Fórmula Matemática	

ANEXO 03

CONSTANCIA DE VALIDACION

Yo, Lucio Sigifredo Medina Carbajal, Ingeniero Civil con número de colegiatura CIP 76695, perteneciente a la orden del colegio de ingenieros del consejo departamental de La Libertad, y en calidad de docente universitario de la universidad Cesar Vallejo (UCV), por medio de la presente hago constar que he revisado y verificado los instrumentos de investigación a usarse en la tesis de grado titulada “Propuesta de diseño de pavimento flexible empelando el método AASHTO 93 en la Av. Los diamantes, Provincia Piura 2021”, a cargo del joven. Felix Alexander Castro Ortiz, dando fe la idoneidad del mismo para alcanzar los objetivos de investigación planteados.

Para ellos, adjunto las observaciones realizadas de manera detallada considerando una serie de criterios que van desde claridad hasta metodología.

Guía de pautas para Jóvenes Universitarios de la UCV - Piura	Deficiente	Aceptable	Bueno	Muy Bueno	Excelente
1. Claridad				X	
2. Objetividad				X	
3. Actualidad				X	
4. Organización				X	
5. Suficiencia				X	
6. Intencionalidad				X	
7. Consistencia				X	
8. Coherencia				X	
9. Metodología				X	















Ing. Lucio Sigifredo Medina Carbajal

CIP: 76695

ANEXO 4: Instrumento de evaluación

Clasificación Vehicular

 Ministerio de Transportes y Comunicaciones											
FORMATO DE CLASIFICACIÓN VEHICULAR ESTUDIO DE TRÁFICO					FORMATO Nº 1						
TRAMO DE LA CARRETERA					ESTACION						
SENTIDO		O ←			E →			CODIGO DE LA ESTACION			
UBICACION					DIA Y FECHA						
DIA		1									
HORA	SENTI DO	MOTO TAXI	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS		BUS	CAMION			
					PICK UP O DE CARGA	COMBI	MICRO BUS	CAMION 2 EJES	CAMION 3 EJES	VOLQUETE 2 EJES	VOLQUETE 3 EJES
DIAGRA. VEH.											
00-01	O E										
01-02	O E										
02-03	O E										
03-04	O E										
04-05	O E										
05-06	O E										
06-07	O E										
07-08	O E										
08-09	O E										
09-10	O E										
10-11	O E										
11-12	O E										
12-13	O E										
13-14	O E										
14-15	O E										
15-16	E S										
16-17	O E										
17-18	O E										
18-19	O E										
19-20	O E										
20-21	O E										
21-22	O E										
22-23	O E										
23-24	O E										
PARCIAL:											
ENCUESTADOR :					ING. RESPONS.:						

Fuente: Ministerio de trasportes y Comunicaciones

ANEXO 5: Factor de corrección de vehículos ligeros

Factores de corrección de vehículos ligeros por unidad de peaje - Promedio (2010-2016)														FORMATO N° 1.1 A
N°	Peaje	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
		Ligeros FC	Ligeros FC	Ligeros FC	Ligeros FC	Ligeros FC	Ligeros FC	Ligeros FC	Ligeros FC	Ligeros FC	Ligeros FC	Ligeros FC	Ligeros FC	
1	AGUAS CALIENTES	0.9394	0.8663	1.1161	1.0973	1.1684	1.1945	0.9458	0.8773	0.9386	1.0294	1.0292	0.9845	1.0000
2	AGUAS CLARAS	1.0204	1.0668	1.1013	1.0449	0.9979	0.9863	0.8917	0.9168	1.0069	1.0155	1.0712	0.8127	1.0000
3	AMBO	0.7822	0.9431	0.8697	0.7549	0.7755	0.7823	0.7479	0.9620	1.0329	0.9642	0.9666	0.8835	1.0000
4	ATICO	0.8849	0.7376	1.0576	1.0168	1.1538	1.1764	0.9711	0.9893	1.0821	1.0845	1.1559	0.9021	1.0000
5	AYAVIRI	0.9913	0.9287	1.0870	1.0730	1.1003	1.0878	0.9449	0.9108	0.9242	1.0455	1.0348	0.9733	1.0000
6	CAMANA	0.5935	0.4934	1.0509	1.2563	1.3886	1.3961	1.2549	1.2278	1.3076	1.2658	1.2303	0.8494	1.0000
7	CANCAS	0.8722	0.8703	1.0694	1.1121	1.1631	1.2130	0.9722	0.9150	1.0516	1.0161	1.0259	0.8914	1.0000
8	CARACOTO	1.0576	0.9886	1.0999	1.0550	1.0578	1.0471	0.9900	0.8677	0.9563	0.9895	1.0077	0.7648	1.0000
9	CASARACRA	1.1441	1.1924	1.2529	0.9991	0.9240	1.0245	0.8401	0.8801	1.0508	0.9739	1.1465	0.8656	1.0000
10	CATAC	1.0992	1.0589	1.3534	1.0405	1.0772	1.0762	0.8316	0.8717	0.9632	0.9514	1.1169	0.9747	1.0000
11	CASACANCHA	1.0021	1.0692	1.1050	1.0611	1.0719	1.0595	0.9517	0.9133	0.8930	0.9599	0.9734	0.7789	1.0000
12	CHACAPAMPA	1.0342	0.9781	0.9986	1.0653	1.0693	1.2488	1.0419	0.9217	0.9818	0.9211	1.0698	0.9676	1.0000
13	CHALHUAPUQUIO	1.1804	1.2304	1.2157	1.0487	1.0103	1.0467	0.7867	0.8314	1.0145	0.9547	1.0196	0.9379	1.0000
14	CHICAMA	0.9891	0.9536	1.0369	1.0347	1.0520	1.0477	0.9368	0.9915	1.0553	1.0166	1.0421	0.7493	1.0000
15	CHILCA	0.6041	0.5736	0.7824	1.0624	1.5470	1.6110	1.3032	1.4238	1.5046	1.2451	1.1887	0.8261	1.0000
16	CHULLQUI	1.0428	1.0728	1.0509	1.0163	1.0500	0.9407	0.9832	0.9316	0.9915	1.0232	1.2832	0.8629	1.0000
17	CHULLUCANAS	1.0210	1.0629	1.1565	1.1355	1.0650	1.0374	0.9771	0.9150	0.9843	0.9479	0.9145	0.7502	1.0000
18	CIUDAD DE DIOS	0.9338	0.9146	1.1930	1.0736	1.0024	1.0271	0.9071	0.9185	1.0902	0.8660	1.0664	0.6549	1.0000
19	CORCONA	1.1416	1.1681	1.2623	1.0206	0.9748	1.0336	0.7786	0.8795	1.0065	0.9892	1.1933	0.8888	1.0000
20	CRUCE BAYOVAR	0.9033	0.8846	1.0933	1.0974	1.1592	1.1950	0.8640	0.9864	1.1644	0.9896	1.0861	0.6673	1.0000
21	CUÇULMI	0.9988	1.0350	1.1242	1.1174	1.1070	0.9545	0.9574	0.9186	0.9449	0.9671	0.9672	1.0218	1.0000
22	DESIVIO OLMOS	0.9736	1.0105	1.1312	1.1600	1.1451	1.0896	0.9427	0.8716	0.9919	0.9562	1.0093	0.7176	1.0000
23	DESIVIO TALARA	0.8889	0.8761	1.0496	1.0840	1.1438	1.1754	0.9465	0.9635	1.1153	1.0280	1.0662	0.8201	1.0000
24	EL FISCAL	0.8840	0.8401	1.0559	1.0613	1.0717	1.1289	1.0109	0.9938	1.0838	1.0772	1.0791	0.8200	1.0000
25	EL PARAISO	0.9205	0.9105	1.0517	0.9857	1.1149	1.1469	0.9012	0.9733	1.1080	1.0310	1.0829	0.7531	1.0000
26	FORTALEZA	0.9181	0.8373	1.0150	1.0162	1.1492	1.1835	0.8765	1.0108	1.1687	1.0754	1.1540	0.6525	1.0000
27	HUACRAPUQUIO	0.8954	0.9256	0.8519	0.7865	1.1504	0.9951	0.8705	0.9487	0.9945	0.9710	1.1529	0.8270	1.0000
28	HUARMEY	0.9035	0.9244	1.1291	1.1310	1.2668	1.1960	0.8634	0.9658	1.1330	1.0542	1.1438	0.6719	1.0000
29	ICA	0.8952	0.8816	1.0171	1.1074	1.066	1.1329	0.9323	0.9830	1.0531	0.9755	1.1795	0.8866	1.0000
30	ILAVE	1.0094	0.9590	0.9766	1.0121	1.1366	1.1846	0.9693	0.7789	1.0459	1.0628	1.1372	0.9867	1.0000
31	ILO	0.8298	0.8229	1.0127	1.0787	1.0722	1.1206	1.1008	1.0550	0.9804	1.0440	1.0342	0.8332	1.0000
32	JAHUAY - CHINCHA	0.8933	0.8732	1.0316	0.9075	1.1200	1.1826	0.9699	0.9922	1.1421	1.0329	1.0628	0.4477	1.0000
33	LOMA LARGA BAJA	1.0542	1.2728	1.3705	1.2397	1.1376	1.0325	0.8263	0.9065	0.9251	0.8919	0.8810	0.7535	1.0000
34	LUNAHUANA	1.0078	1.0300	1.0448	0.9515	1.0102	1.1445	0.8265	0.9416	1.1121	0.9751	1.0782	1.0732	1.0000
35	MACUSANI	1.0451	1.0018	1.0490	1.0861	1.1085	1.1300	0.9828	0.9432	1.0228	0.9617	1.0240	0.7588	1.0000
36	MARCONA	0.9662	0.8961	0.9852	1.0088	1.0983	1.0530	1.0341	1.0196	1.0333	1.0271	1.0027	0.7889	1.0000
37	MATARANI	0.4710	0.3895	0.9813	1.5079	1.7155	1.6697	1.6168	1.5740	1.5939	1.4242	1.3091	0.7821	1.0000
38	MENOCUCHO	0.9317	1.0027	1.0511	1.0791	1.0349	1.0573	0.9502	0.9064	1.0854	0.8523	0.7838	0.5208	1.0000
39	MOÇCE	1.0278	0.9771	1.0470	1.0650	1.0408	0.9962	0.9698	0.9054	1.0213	1.0118	1.0013	0.8605	1.0000
40	MONTALVO	0.9048	0.8791	1.0475	1.0354	1.0354	1.0488	1.0687	1.0071	1.0540	1.0353	1.0353	0.8310	1.0000
41	MORROPE	0.9513	0.9141	1.0811	1.1244	1.1424	1.1751	0.8926	0.9687	1.0920	0.9715	1.0545	0.6746	1.0000
42	MOYOBAMBA	1.0850	1.0698	1.0651	1.0168	0.9738	0.9435	0.9761	0.9373	0.9761	0.9702	0.9891	0.8038	1.0000
43	NAZCA	0.9661	0.9054	1.0447	1.0579	1.0734	1.0837	0.9221	0.9299	1.0191	1.0129	1.0678	1.0237	1.0000
44	PACANGUILLA	0.9367	0.9280	1.0694	1.0717	1.1095	1.1596	0.9319	0.9569	1.1054	1.0141	1.0390	0.6863	1.0000
45	PACRA	1.0292	1.0010	1.0522	0.9639	1.1074	1.0791	0.8941	0.9429	1.0130	0.9889	1.0693	0.9694	1.0000
46	PAITA	0.8338	0.8399	0.9955	1.0884	1.1366	1.1292	1.0983	1.0805	1.0034	1.0469	1.0315	0.7241	1.0000
47	PAMPA CUELLAR	1.0470	0.8406	1.0891	1.0786	1.1541	1.1507	0.9423	0.7893	1.0577	1.0224	1.0477	0.8316	1.0000
48	PAMPA GALERA	0.9882	1.0250	1.1275	1.1108	1.0497	1.0842	0.8216	0.7799	1.0466	1.0741	1.1328	0.8288	1.0000
49	PAMPAMARCA	0.9678	0.9879	1.0638	1.0298	1.1030	1.0882	0.8872	0.9048	0.8396	0.9118	0.9669	0.8363	1.0000
50	PATAHUASI	1.0687	0.9424	1.1593	1.0874	1.1075	1.1136	0.9016	0.7885	1.0385	0.9748	1.0193	0.8290	1.0000
51	PEDRO RUIZ	0.9743	1.0357	1.1043	1.1210	1.1162	1.0422	0.9404	0.9088	0.9643	0.9746	1.0028	0.7673	1.0000
52	PICHIRHUA	1.0429	1.1004	1.1389	1.0572	1.0324	1.0052	0.9096	0.8779	0.9784	0.9887	1.0072	0.7769	1.0000
53	PIURA SULLANA	1.1032	1.0808	1.1780	1.0977	1.0536	1.0475	0.9646	0.9472	0.9953	0.9479	0.9443	0.7354	1.0000
54	PLANCON	1.0622	1.0822	1.0719	1.0640	1.0586	1.0147	0.9340	0.9113	0.9516	0.9578	1.0475	0.7584	1.0000
55	POMAHUACA	0.9823	0.9975	1.1424	1.1909	1.1430	1.0907	0.9262	0.8476	0.9921	0.9880	1.0076	0.7033	1.0000
56	PONGO	1.0334	1.0848	1.0606	1.0886	1.0567	1.0028	0.9826	0.9141	0.9728	0.9669	0.9669	0.8065	1.0000
57	POZO REDONDO	0.9235	0.8502	1.0219	1.0682	1.1022	1.0689	1.0385	1.0403	1.1089	1.0872	1.0502	0.8472	1.0000
58	PUNTA PERDIDA	0.9849	0.9010	1.1299	1.2158	1.4581	1.4051	0.8099	0.8874	1.1694	1.0552	1.2693	1.0738	1.0000
59	QUIJULLA	1.1371	1.1635	1.2501	1.0385	1.0168	1.0572	0.8120	0.8670	0.9850	0.9894	1.1196	0.8197	1.0000
60	RUMICHACA	1.0728	0.9436	1.0297	0.8578	1.2202	1.1942	0.8757	0.8975	1.0348	1.0713	1.1703	0.9911	1.0000
61	SAN ANTON								1.1261	1.0559	0.9635	1.0337	0.8809	1.0000
62	SAN GABAN	1.0500	0.9816	1.0785	1.0904	1.1222	1.0984	0.9730	0.9088	0.9405	0.9236	0.9675	0.8185	1.0000
63	SAN LORENZO	0.9766	1.0535	1.1195	1.1258	1.1044	1.0287	0.8775	0.9294	0.9572	0.9531	1.0553	0.7550	1.0000
64	SANTA LUCIA	1.0119	0.8481	1.1341	1.1083	1.1142	1.1636	0.9390	0.7603	1.0670	1.0127	1.0654	0.8428	1.0000
65	SAYLLA	1.0247	0.9848	1.1232	1.0935	1.0634	1.0650	0.9819	0.9125	0.9189	0.9852	0.9876	0.9300	1.0000
66	SERPENTIN DE PASAMA	1.0952	1.0572	1.0806	1.0634	1.0649	1.0634	0.9885	0.8150	1.0387	1.0592	1.0482	0.9383	1.0000
67	SICUYANI	1.0307	0.8251	1.0268	1.0855	1.1303	1.1529	0.9101	0.7631	1.0878	1.0685	1.1855	1.0308	1.0000
68	SOCOS	1.2201	0.9974	0.9997	0.8936	1.0904	1.0721	0.9417	0.9564	1.0115	1.0043	1.0295	0.9394	1.0000
69	TAMBOGRANDE	0.9319	0.9595	1.0447	1.1058	1.0969	1.0611	1.0462	1.0492	1.0252	0.8999	0.9612	0.8933	1.0000
70	TOMASIRI	0.9657	0.9170	1.0642	1.0853	1.1028	1.0928	1.0370	0.9984	0.9003	1.0377	1.0434	0.7758	1.0000
71	TUNAN	1.0782	1.0585	1.1034	1.1013	1.0405	1.0399	0.8655	0.8521	0.9794	0.9803	1.1159	0.9908	1.0000
72	UNION PROGRESO	1.0447	1.0363	1.0948	1.0397	1.0254	1.0172	0.8699	0.9337	0.9674	1.0156	1.0481	0.7614	1.0000
73	UTCUBAMBA	1.2615	1.0304	1.0861	1.0957	1.0591	1.0235	0.9403	0.8986	0.9387	0.9666	0.9629	0.7404	1.0000
74	VARIANTE DE PASAMAY</													

Factor de corrección de vehículos pesados

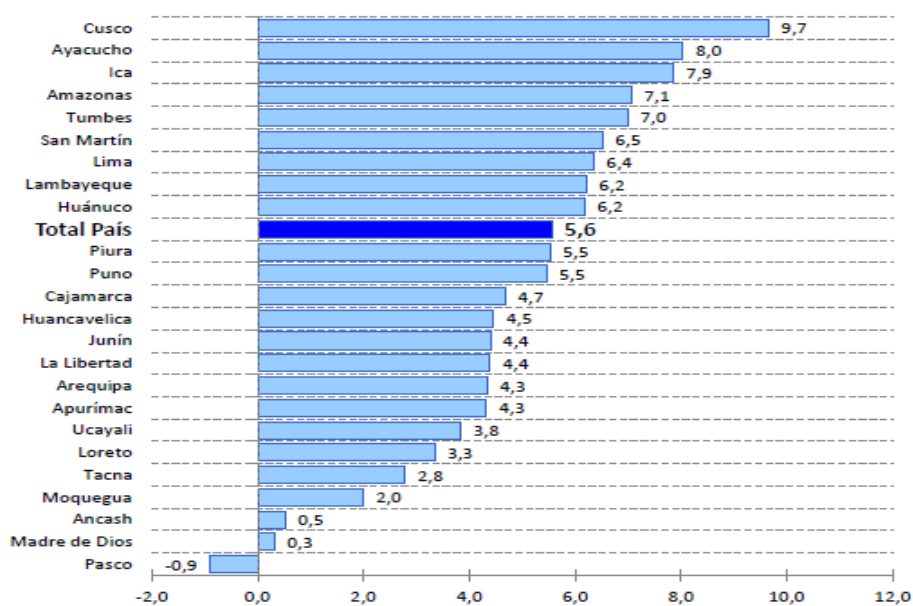
Factores de corrección de vehículos pesados por unidad de peaje - Promedio (2010-2016)														FORMATO N° 1.1 B	
Código	Peaje	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total	
		Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados
		FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	
1	AGUAS CALIENTES	1.0234	0.9771	1.0540	1.0631	1.0703	1.1254	0.9831	0.9574	0.9655	0.9434	0.9429	0.9922	1.0000	
2	AGUAS CLARAS	1.0497	1.0164	0.9841	1.0038	0.9878	0.9823	0.9840	0.9597	0.9819	1.0086	1.0042	0.8920	1.0000	
3	AMBO	0.7967	0.7869	0.8193	0.7762	0.7945	0.7905	0.7890	1.0495	1.0086	0.9572	0.9482	0.9447	1.0000	
4	ATICO	1.0402	0.9961	1.0326	1.0478	1.0392	1.0365	1.0288	0.9862	0.9828	0.9573	0.9313	0.9458	1.0000	
5	AYAVIRI	1.0377	1.0057	1.0835	1.0533	1.0511	1.0319	0.9884	0.9505	0.9335	0.9456	0.9485	0.9633	1.0000	
6	CAMANA	0.9370	0.8802	1.0410	1.0753	1.0804	1.0953	1.0782	1.0099	1.0099	0.9947	0.9786	0.8325	1.0000	
7	CANCAS	1.0490	0.9888	1.0151	1.0452	1.0584	1.0381	1.0041	0.9824	1.0019	0.9551	0.9433	0.9563	1.0000	
8	CARACOTO	1.0488	1.0165	1.0879	1.0415	1.0743	1.0541	0.9862	0.9041	0.9575	0.9453	0.9785	0.8133	1.0000	
9	CASARACRA	1.1123	1.0819	1.1121	0.9769	0.9865	0.9782	0.9872	0.9697	0.9751	0.9521	1.0674	0.9416	1.0000	
10	CATAO	1.0538	1.0807	1.1606	1.0756	1.0119	0.9842	0.9691	0.9372	0.9719	0.9644	0.9988	0.9684	1.0000	
11	CCASACANCHA	1.0985	1.0820	1.0974	1.0774	1.0216	0.9848	0.9688	0.9568	0.9552	0.9509	0.9188	0.7875	1.0000	
12	CHACAPAMPA	1.1253	0.9872	0.9855	1.0061	1.0477	1.0441	1.0496	0.9939	0.9340	0.9269	0.9523	1.0257	1.0000	
13	CHALHUAPUQUIO	1.0741	1.0868	1.0814	1.0640	1.0533	0.9822	0.9411	0.9221	0.9569	0.9455	0.9498	0.9948	1.0000	
14	CHIGAMA	0.9742	0.9585	1.0327	1.0789	1.0686	1.0428	1.0427	0.9889	0.9895	0.9814	0.9459	0.7954	1.0000	
15	CHILCA	0.9471	0.9731	1.0202	1.0429	1.0652	1.0551	1.0341	0.9970	0.9991	0.9830	0.9674	0.8073	1.0000	
16	CHULLQUI	0.9571	0.9688	1.0634	1.0776	1.0895	1.0402	1.0171	0.9865	0.9731	0.9169	1.2400	0.9287	1.0000	
17	CHULLUCANAS	1.0042	0.9705	1.1344	1.1580	1.0939	1.0464	1.0225	0.9536	0.9603	0.9195	0.8980	0.7996	1.0000	
18	CIUDAD DE DIOS	0.9412	0.9589	1.1245	0.9763	1.0222	1.0638	1.0522	1.0638	1.0509	1.0687	0.8375	0.8101	0.6639	1.0000
19	BORDONA	1.1221	1.0694	1.1031	0.9536	0.9846	0.9756	0.9789	0.9653	0.9769	0.9739	1.0900	0.9561	1.0000	
20	BRIQUE BAYOVAR	0.9925	0.9617	1.0163	1.0654	1.0473	1.0335	1.0368	0.9979	1.0155	0.9779	0.9314	0.7892	1.0000	
21	BUCULLI	0.9544	1.0489	1.1892	1.1610	1.0781	0.9789	0.9835	0.9222	0.9034	0.9413	0.9400	1.0896	1.0000	
22	DESIVIO OLMOS	1.0670	1.0554	1.0607	1.0567	1.0620	1.0192	0.9857	0.9187	0.9394	0.9597	0.9510	0.8440	1.0000	
23	DESIVIO TALARA	1.0234	0.9763	1.0148	1.0405	1.0343	1.0196	1.0096	0.9862	1.0060	0.9840	0.9643	0.9566	1.0000	
24	EL FISCAL	0.9793	0.9154	1.0173	1.0391	1.0246	1.1024	1.0633	1.0320	1.0256	0.9910	0.9728	0.8304	1.0000	
25	EL PARAISO	1.0139	0.9909	1.0354	1.0501	1.0370	1.0203	1.0117	0.9785	0.9958	0.9754	0.9592	0.8049	1.0000	
26	FORTALEZA	1.0095	0.9646	1.0035	1.0378	1.0432	1.0527	1.0371	0.9862	0.9989	0.9807	0.9610	0.7830	1.0000	
27	HUACRAPUQUIO	0.8680	0.9011	0.8423	0.7848	1.1803	1.0254	0.9226	0.9778	0.9218	0.9085	1.1194	0.9334	1.0000	
28	HUARMEY	1.0626	1.0429	1.1171	1.1586	1.1478	1.0300	0.9937	0.9497	0.9638	0.9479	0.9288	0.7750	1.0000	
29	ICA	0.9862	0.9844	1.0316	1.0471	1.0636	1.0587	1.0384	0.9804	0.9489	0.9362	1.0246	0.8853	1.0000	
30	ILAVE	1.0287	0.9435	0.9680	1.0108	1.0332	1.0505	1.0763	0.8865	1.0774	1.0686	1.1077	1.0765	1.0000	
31	ILO	1.0669	1.0457	1.0755	0.9887	1.0028	1.0483	1.0198	1.0030	0.9598	0.9650	0.9476	0.8449	1.0000	
32	JAHUAY - CHINCHA	1.0249	0.9973	1.0339	1.0479	1.0542	1.0382	1.0310	0.9626	0.9677	0.9563	0.9390	0.4681	1.0000	
33	LOMA LARGA BAJA	0.9884	1.0881	1.2082	1.2064	1.1264	1.0819	0.9625	0.9904	0.9475	0.9315	0.9058	0.7844	1.0000	
34	LUNAHUANA	1.1157	1.0802	1.0493	1.0496	0.9891	1.0416	0.9823	0.9305	0.9768	0.9344	0.9505	1.0360	1.0000	
35	MACUSANI	1.0472	1.0557	1.0808	1.0272	1.1020	1.0260	1.2521	0.9430	0.9199	0.9216	0.9320	0.8424	1.0000	
36	MARCONA	1.0211	0.9817	0.9389	1.0037	1.1061	1.0323	1.0444	1.0696	1.0602	0.9693	0.9652	0.8165	1.0000	
37	MATARANI	0.9769	0.8851	1.0620	1.0660	1.0756	1.0200	1.0076	1.0345	0.9879	0.9887	0.9761	0.8394	1.0000	
38	MENOCUCHO	1.0902	1.0710	1.1233	1.0356	0.9678	0.9628	0.9467	0.9518	1.0001	0.8032	0.7510	0.6242	1.0000	
39	MOCCE	0.9589	0.9880	1.0660	1.1377	1.0767	0.9655	1.0381	0.9850	0.9560	0.9641	0.9495	0.6739	1.0000	
40	MONTALVO	0.9749	0.9489	1.0168	1.0360	1.0138	1.0964	1.0793	1.0412	1.0186	0.9900	0.9696	0.8286	1.0000	
41	MORROPE	0.9833	0.9582	1.0108	1.0690	1.0412	1.0481	1.0383	1.0113	1.0140	0.9789	0.9444	0.7873	1.0000	
42	MOYOBAMBA	1.0394	1.0126	1.0017	1.0501	1.0243	0.9980	0.9971	0.9593	0.9650	0.9824	0.9764	0.8706	1.0000	
43	NAZCA	0.9512	1.0102	1.0291	1.0329	1.0337	1.0279	0.9978	0.9794	0.9595	0.9575	0.9266	1.0810	1.0000	
44	PACANGUILLA	0.9774	0.9487	1.0090	1.0641	1.0495	1.0596	1.0523	0.9901	0.9939	0.9811	0.9523	0.8040	1.0000	
45	PACRA	1.0868	1.0277	1.0319	1.0367	1.0279	0.9996	0.9696	0.9510	0.9694	0.9504	0.9333	1.0005	1.0000	
46	PAITA	1.0781	1.0144	1.0791	1.1787	1.0823	1.1406	1.0573	1.0460	0.9804	0.9039	0.8388	0.7955	1.0000	
47	PAMPA CUELLAR	1.1278	1.1060	1.0743	1.0196	1.1381	1.0914	0.9803	0.9499	0.9494	0.8790	0.8946	0.8184	1.0000	
48	PAMPA GALERA	1.0903	1.0946	1.0837	1.0554	1.0345	1.0078	0.9852	0.9332	0.9554	0.9417	0.9377	0.8104	1.0000	
49	PAMPAMARCA	1.0692	1.0541	1.0691	1.0606	1.0664	1.0201	0.9938	0.9473	0.7723	0.7828	0.7751	0.8073	1.0000	
50	PATAHUASI	1.0842	1.0620	1.0935	1.0743	1.0716	1.0642	1.0134	0.9309	0.9448	0.8962	0.9068	0.7907	1.0000	
51	PEDRO RUIZ	1.0395	1.0270	1.0141	1.0435	1.0091	0.9897	1.0051	0.9512	0.9635	0.9802	0.9788	0.8808	1.0000	
52	PICHIRHUA	0.0749	1.0717	1.0821	1.0739	1.0482	1.0267	0.9978	0.9372	0.9326	0.9460	0.9215	0.7813	1.0000	
53	PIURA SULLANA	1.0777	1.0635	1.1221	1.0607	1.0386	1.0120	1.0199	0.9693	0.9893	0.9711	0.9363	0.7840	1.0000	
54	PLANCHON	1.3438	1.2774	1.1203	1.2187	1.0792	1.0400	0.9561	0.8949	0.8533	0.8878	0.9470	0.7937	1.0000	
55	POMAHUACA	1.0921	1.0391	1.0626	1.0829	1.0677	1.0278	0.9851	0.9081	0.9596	0.9608	0.9436	0.8043	1.0000	
56	PONGO	1.1352	1.0876	1.0772	1.0246	0.9668	0.9762	0.9396	0.9093	0.9267	0.9780	0.9737	0.9432	1.0000	
57	POZO REDONDO	1.0265	0.9947	1.0212	1.0323	1.0463	1.0444	0.9966	0.9978	1.0416	1.0080	0.9479	0.8953	1.0000	
58	PUNTA PERDIDA	1.1241	1.1208	1.0308	1.0308	1.0308	1.1524	0.9881	0.9410	0.9228	0.8658	0.9105	0.9502	1.0000	
59	QUIJILLA	1.1612	1.0951	1.0804	0.9231	0.9335	0.9738	0.9523	0.9509	0.9766	0.9979	1.1258	0.9787	1.0000	
60	RUMICHACA	1.0818	1.0268	1.0299	1.0168	1.0400	0.9999	0.9623	0.9211	0.9717	0.9617	1.0142	1.0086	1.0000	
61	SAN ANTON								1.0513	1.0045	0.9507	1.0325	0.9682	1.0000	
62	SAN GABAN	1.0987	1.0538	1.1783	1.1125	1.1375	1.0887	1.2293	0.8992	0.8511	0.8426	0.9370	0.8556	1.0000	
63	SAN LORENZO	1.0406	1.3695	1.3441	1.2260	1.1596	1.0369	0.9617	0.9140	0.8716	0.8117	0.8314	0.7406	1.0000	
64	SANTA LUCIA	1.0470	1.0248	1.0863	1.0801	1.0723	1.0987	1.0265	0.9249	0.9396	0.9085	0.9206	0.7987	1.0000	
65	SAYLLA	1.0655	1.0234	1.0782	1.0621	1.0384	1.0339	0.9836	0.9496	0.9489	0.9527	0.9402	0.9677	1.0000	
66	SERPENTIN DE PASAM	1.0230	1.0047	1.0391	1.0460	1.0344	1.0180	1.0079	0.9814	0.9903	0.9671	0.9547	0.8073	1.0000	
67	SICUYANI	1.1224	1.0194	1.0416	1.0932	1.1379	1.1370	1.0892	1.0167	1.0202	0.9074	0.9111	0.9537	1.0000	
68	SOCOS	1.0895	1.0107	1.0133	1.0601	0.9948	0.9791	0.9551	0.9911	0.9563	1.0190	0.9975	0.9775	1.0000	
69	TAMBOGRANDE	0.9581	0.7330	1.1320	1.4600	1.4249	1.2833	1.3179	1.3397	1.1955	1.0221	0.9193	0.7364	1.0000	
70	TOMASIRI	0.9707	0.9200	1.0234	1.0693	1.0687	1.0722	1.0633	1.0043	0.9636	0.9993	0.9996	0.8396	1.0000	
71	TUNAN	1.0667	1.0665	1.0946	1.0642	0.9824	0.9383	0.9399	0.9286	0.9760	0.9695	1.0221	1.0081	1.0000	
72	UNION PROGRESO	1.1490	1.1263	1.0698	1.0555	1.0314	1.0245	0.9767	0.9104	0.9079	0.9712	0.9732	0.7871	1.0000	
73	UTCUBAMBA	1.1972	1.0385	1.0281	1.0362	1.0103	0.9780	0.9674	0.9217</						

Tasa de crecimiento Anual de la Población

DEPARTAMENTO	AÑOS			
	1995-2000	2000-2005	2005-2010	2010-2015
COSTA				
Callao	2.60	2.30	2.10	1.80
Ica	1.70	1.50	1.30	1.20
La Libertad	1.80	1.70	1.50	1.30
Lima	1.90	1.70	1.50	1.30
Moquegua	1.70	1.60	1.40	1.30
Piura	1.30	1.20	1.10	0.90
Tacna	3.00	2.70	2.40	2.10
Tumbes	2.80	2.60	2.30	2.00
SIERRA				
Ancash	1.00	0.90	0.80	0.70
Apurímac	0.90	1.00	1.00	1.00
Arequipa	1.80	1.70	1.50	1.30
Ayacucho	0.10	0.30	0.40	0.40
Cajamarca	1.20	1.20	1.10	0.90
Cusco	1.20	1.20	1.10	1.00
Huancavelica	0.90	1.00	0.90	0.90
Huanuco	2.00	1.80	1.70	1.60
Junín	1.20	1.20	1.00	0.90
Pasco	0.40	0.60	0.50	0.40
Puno	1.20	1.20	1.10	1.00
SELVA				
Amazonas	1.90	1.80	1.70	1.50
Loreto	2.50	2.20	2.00	1.90
Madre de Dios	3.30	2.90	2.60	2.30
San Martín	3.70	3.30	2.90	2.60
Ucayali	3.70	3.30	2.90	2.50

Fuente: Instituto nacional de estadística e información – INEI

Peso bruto interno según departamento 2008 - 2014



Fuente: Instituto nacional de estadística e información - INEI

Número de repeticiones acumuladas

TIPOS TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE
T_{P1}	> 150,000 EE ≤ 300,000 EE
T_{P2}	> 300,000 EE ≤ 500,000 EE
T_{P3}	> 500,000 EE ≤ 750,000 EE
T_{P4}	> 750,000 EE ≤ 1'000,000 EE

Fuente: Manual de carreteras- Suelos, geología, geotecnia y pavimentos

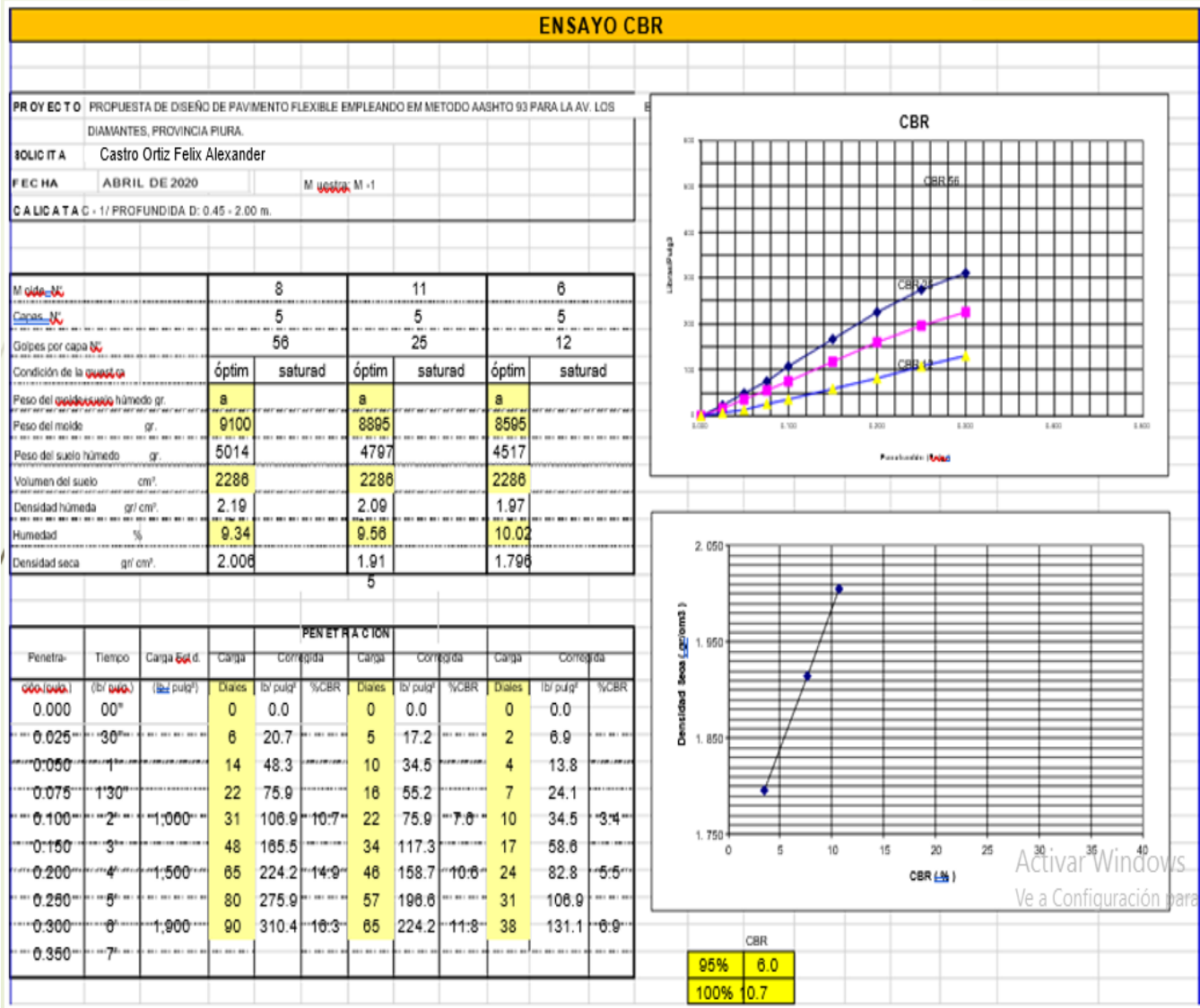
Factor de distribución direccional y de carril para determinar el tránsito en el carril de diseño

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor Ponderado Fd x Fc para carril de diseño
1 calzada (para IMDa total de la calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
2 calzadas con separador central (para IMDa total de las dos calzadas)	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
	2 sentidos	3	0.50	0.60	0.30
	2 sentidos	4	0.50	0.50	0.25

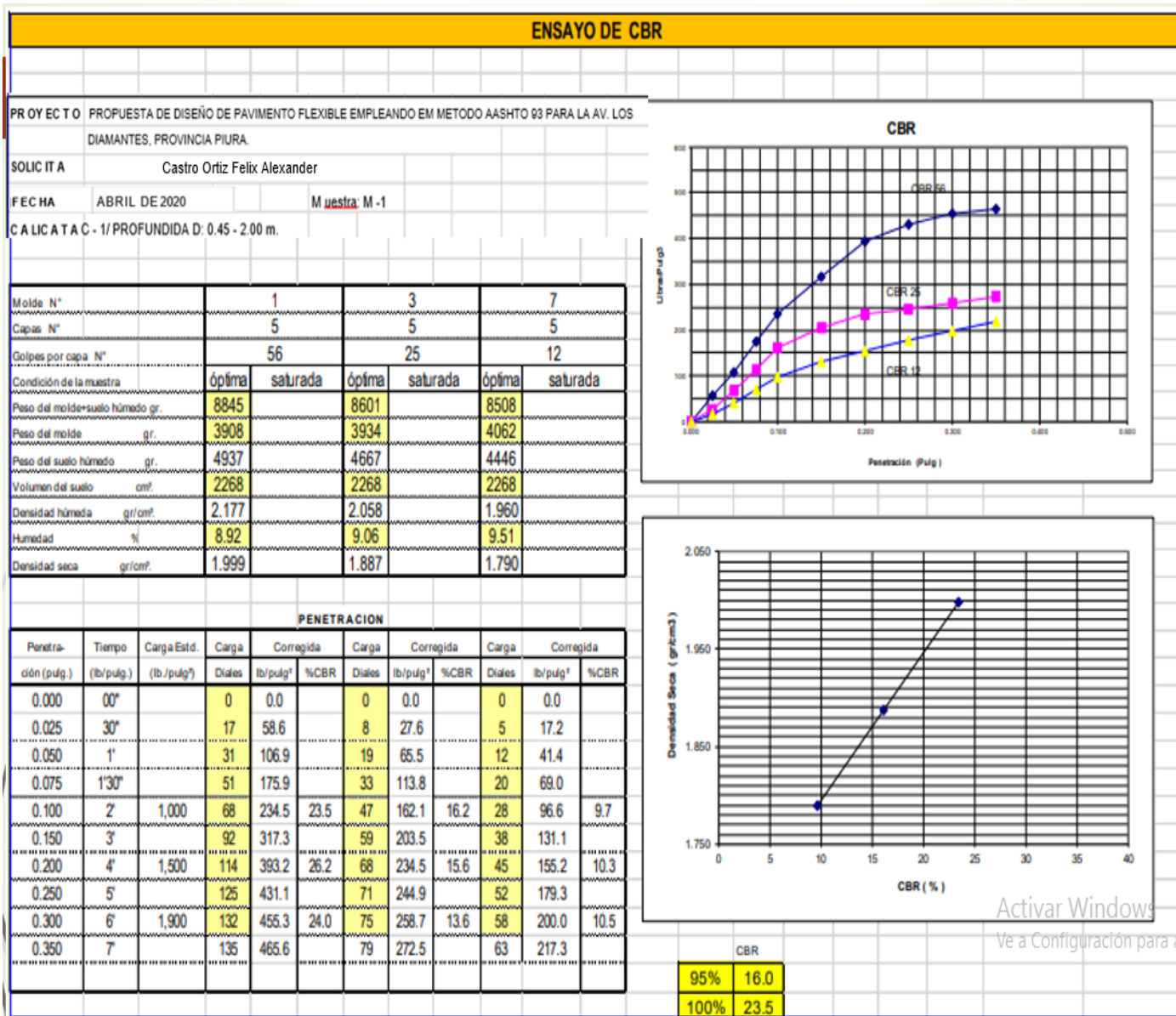
Fuente: Manual de carreteras- Suelos, geología, geotecnia y pavimentos

Anexos del segundo objetivo específico:

Valores relativos de soporte de CBR. Calicata 1



Valores relativos de soporte de CBR. Calicata 2

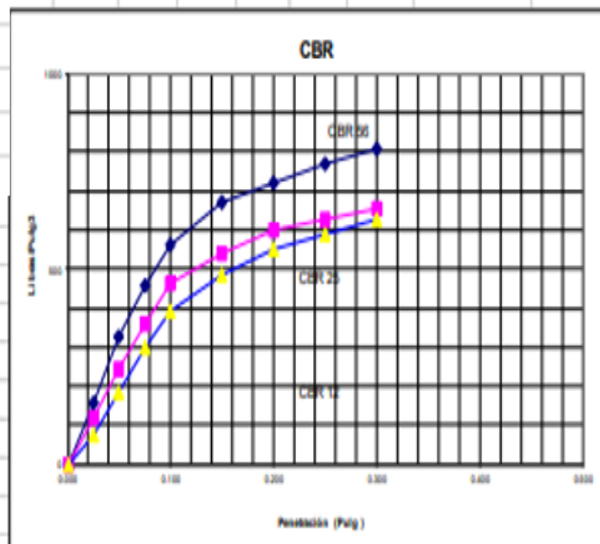


Valores relativos de soporte de CBR. Calicata 3

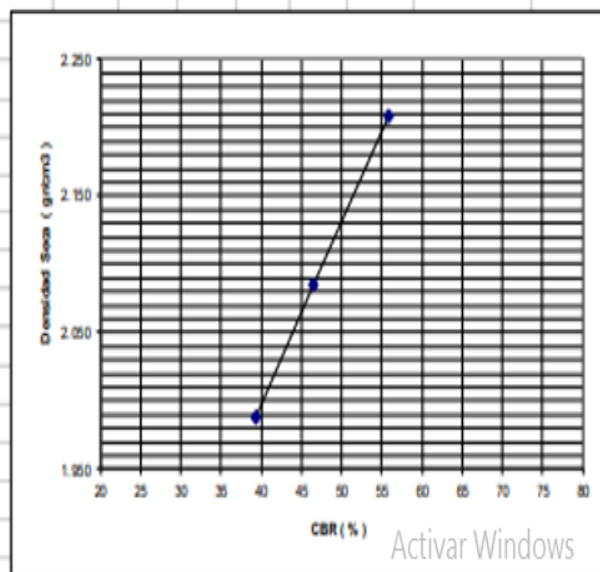
ENSAYO DE CBR

PROYECTO PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EMPLEANDO EM METODO AASHTO 93 PARA LA AV. LOS DIAMANTES, PROVINCIA PIURA.
SOLICITA Castro Ortiz Felix Alexander
FECHA ABRIL DE 2020 **Muestra:** M-1
CALICATA C - 1/PROFUNDIDAD: 0.45 - 2.00 m.

Molde N°		12	14	15
Capas N°		5	5	5
Golpes por capa N°		56	25	12
Condición de la muestra		óptima	saturada	óptima
Peso del molde+suelo húmedo gr.		9455	9024	9214
Peso del molde gr.		4077	4297	4310
Peso del suelo húmedo gr.		5378	4727	4904
Volumen del suelo cm³.		2286	2123	2304
Densidad húmeda gr/cm³.		2.353	2.227	2.128
Humedad %		6.51	6.78	7.05
Densidad seca gr/cm³.		2.209	2.085	1.988



PENETRACION									
Penetración (pulg.)	Tiempo (lb/pulg.)	Carga Estd. (lb./pulg²)	Carga Diálea (lb/pulg²)	Corregida %CBR	Carga Diálea (lb/pulg²)	Corregida %CBR	Carga Diálea (lb/pulg²)	Corregida %CBR	Carga Diálea (lb/pulg²)
0.000	00"		0	0.0	0	0.0	0	0.0	0
0.025	30"		45	155.2	35	120.7	22	75.9	
0.050	1'		95	327.6	71	244.9	54	186.2	
0.075	1'30"		133	458.7	104	358.7	87	300.1	
0.100	2'	1,000	162	558.7	55.9	135	465.6	46.6	114
0.150	3'		195	672.5	157	541.5	140	482.9	
0.200	4'	1,500	208	717.4	47.8	174	600.1	40.0	159
0.250	5'		223	769.1	182	627.7	170	586.3	
0.300	6'	1,900	234	807.1	42.5	190	655.3	34.5	181
0.350	7'								



CBR	
95%	47.0
100%	55.9

Activar Windows
 Vela Configuración para activar

Categorías de subrasante en base a su capacidad de soporte CBR

CBR		CATEGORIA DE SUBRASANTE	DESCRIPCION DE LA SUBRASANTE
CBR MENORES A 3%		S0	Sub rasante inadecuada
CBR = 3%	A CBR < 6%	S1	Sub rasante insuficiente
CBR = 6%	A CBR < 10%	S2	Sub rasante regular
CBR = 10%	A CBR < 20%	S3	Sub rasante buena
CBR = 20%	A CBR < 30%	S4	Sub rasante muy buena
CBR MAYORES O IGUALES A 30%		S5	Sub rasante excelente

Fuente: Manual de carreteras- Suelos, geología, geotecnia y pavimentos

Anexos del tercer objetivo específico:

Módulo Resiliente

MÓDULO RESILENTE (Mr.)

Para la determinación de los valores del módulo de resiliencia de acuerdo al valor del CBR, se recomienda utilizar las siguientes ecuaciones de correlación:

Correlación entre CBR y Módulos de Resiliencia: M_r

$$M_r = 4326 \times \ln CBR + 241 \quad \text{para suelos con } CBR > 20\%$$

$$M_r = 3000 \times CBR^{0.65} \quad \text{para suelos con } CBR \text{ entre } 7.2\% \text{ y } 20\%$$

$$M_r = 1500 \times CBR \quad \text{para suelos con } CBR < 7.2\%$$

$$M_R = 2555 \times CBR^{0.64}$$

Porcentaje de confiabilidad (Z_r)

RANGOS DE TRANSITO PESADO EXPRESADO EN EE		TIPOS DE TRAFICO PESADO EXPRESADO EN EE	NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)
75001	150000	TP0	65%
150001	300000	TP1	70%
300001	500000	TP2	75%
500001	750000	TP3	80%
750001	1000000	TP4	80%
1000001	1500000	TP5	85%
1500001	3000000	TP6	85%
3000001	5000000	TP7	85%
5000001	7500000	TP8	90%
7500001	10000000	TP9	90%
10000001	12500000	TP10	90%
12500001	15000000	TP11	90%
15000001	20000000	TP12	95%
20000001	25000000	TP13	95%
25000001	30000000	TP14	95%
30000001	<	TP15	95%

Fuente: Manual de carreteras- Suelos, geología, geotecnia y pavimentos

Coeficiente de Desviación estándar normal (Z_R)

Confiabilidad R, %	Desviación normal estándar Z_R
50	0.000
60	0.253
70	0.524
75	0.674
80	0.841
85	1.037
90	1.282
91	1.340
92	1.405
93	1.476
94	1.555
95	1.645
96	1.751
97	1.881
98	2.054
99	2.327
99.9	3.090
99.99	3.750

Fuente: Método AASHTO 93

Desviación estándar combinada (S_o)

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, se recomienda adoptar para los pavimentos flexibles, valores de s_o comprendidos entre 0.4 y 0.5, en el manual se adopta para los diseños 0.45

Pavimentos Rígidos: 0.30 – 0.40
0.35 = construcción nueva.
0.40 = sobrecapas.

Pavimentos Flexibles: 0.40 – 0.50
0.45 = construcción nueva.
0.50 = sobrecapas

Fuente: Método AASHTO 93

serviciabilidad

Serviciabilidad inicial:

$P_o = 4.5$ para pavimentos rígidos

$P_o = 4.2$ para pavimentos flexibles

Serviciabilidad final:

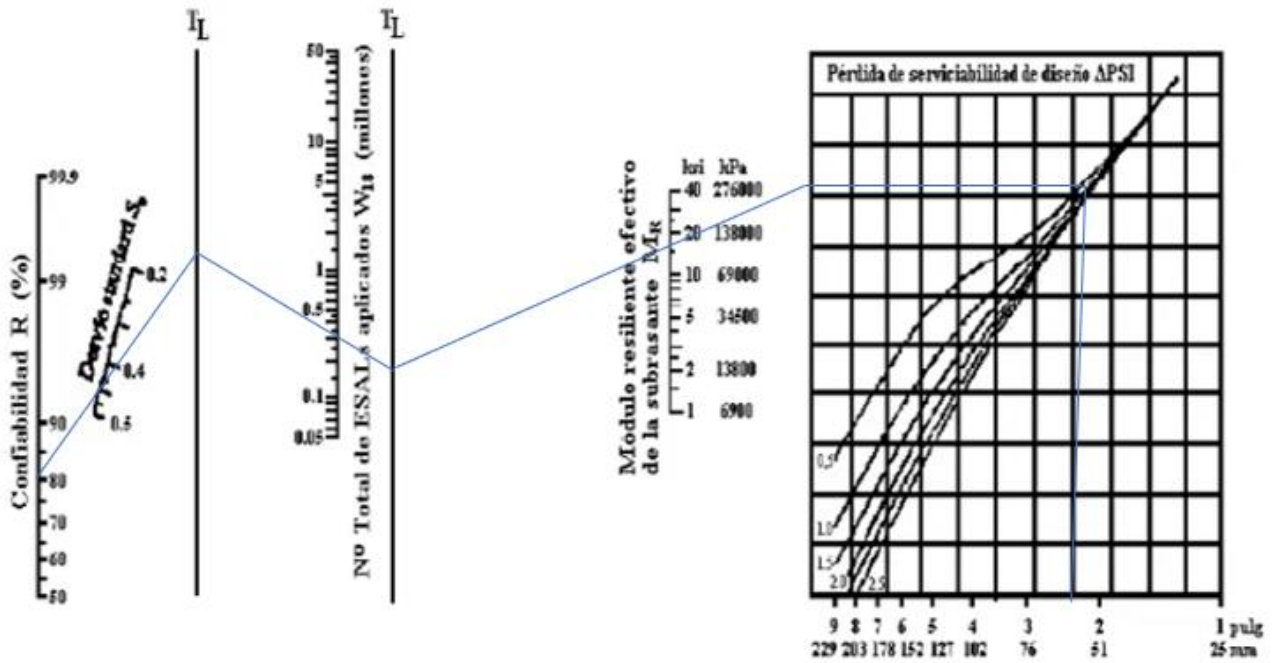
$P_t = 2.5$ o más para caminos muy importantes

$P_t = 2.0$ para caminos de menor tránsito

PSI	Transitabilidad
0-1	Muy Malo
1-2	Malo
2-3	Regular
3-4	Bueno
4-5	Muy Bueno

Fuente: Método AASHTO 93

Monograma AASHTO93



Fuente: Método AASHTO 93

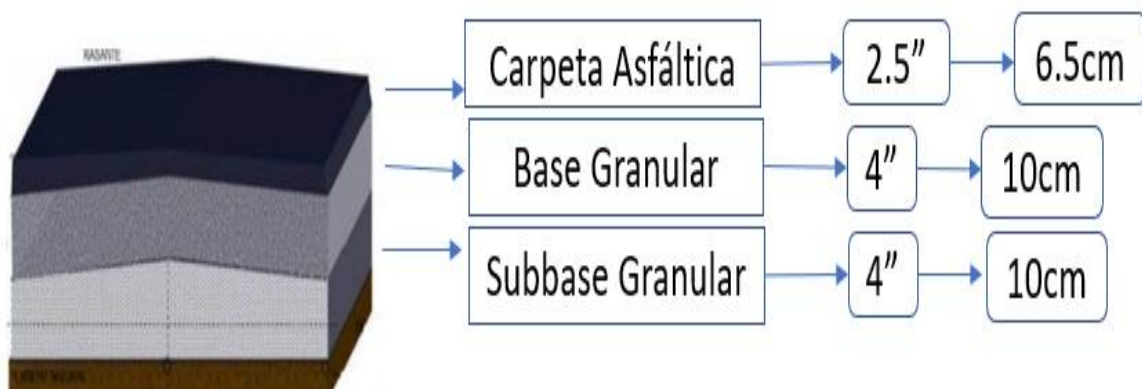
Espesores mínimos, (pulgadas), en función de los ejes equivalentes

TRÁNSITO (ESAL's) EN EJES EQUIVALENTES	CARPETAS DE CONCRETO ASFÁLTICO	BASES GRANULARES
Menor de 50,000	1.0 ó T.S.	4.0
50,001 - 150,000	2.0	4.0
150,001 - 500,000	2.5	4.0
500,001 - 2'000,000	3.0	6.0
2'000,001 - 7'000,000	3.5	6.0
Mayor de 7'000,000	4.0	6.0

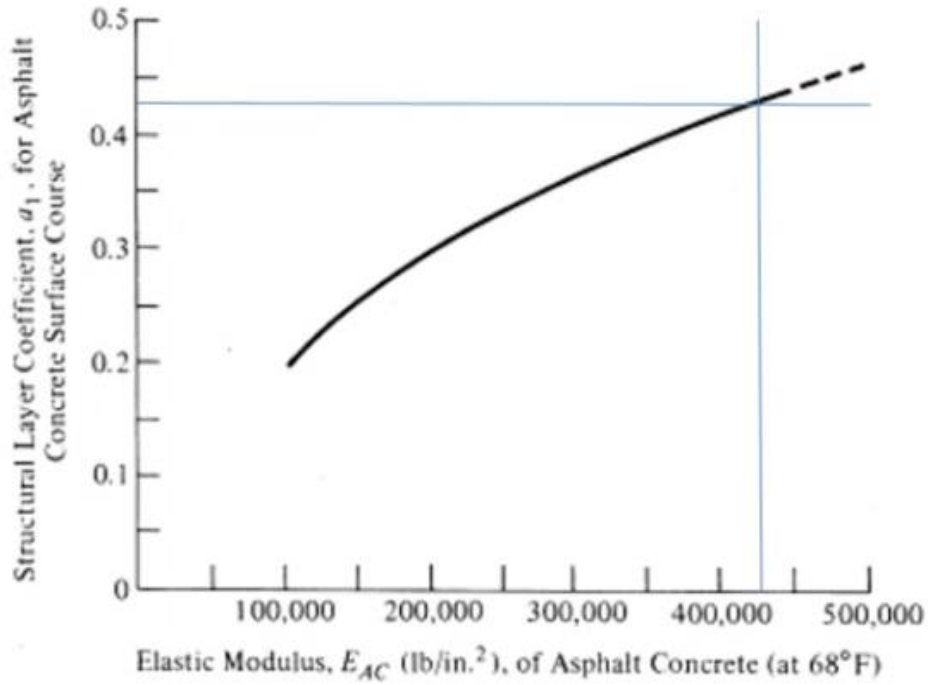
Coeficiente de drenaje

Capacidad de Drenaje	% de tiempo en el que el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación.			
	Menos del 1 %	1 a 5 %	5 a 25 %	Más del 25 %
Excelente	1,40 – 1,35	1,35 – 1,30	1,30 – 1,20	1,20
Bueno	1,35 – 1,25	1,25 – 1,15	1,15 – 1,00	1,00
Regular	1,25 – 1,15	1,15 – 1,05	1,00 – 0,80	0,80
Malo	1,15 – 1,05	1,05 – 0,80	0,80 – 0,60	0,60
Muy malo	1,05 – 0,95	0,95 – 0,75	0,75 – 0,40	0,40

Diseño de pavimento flexible



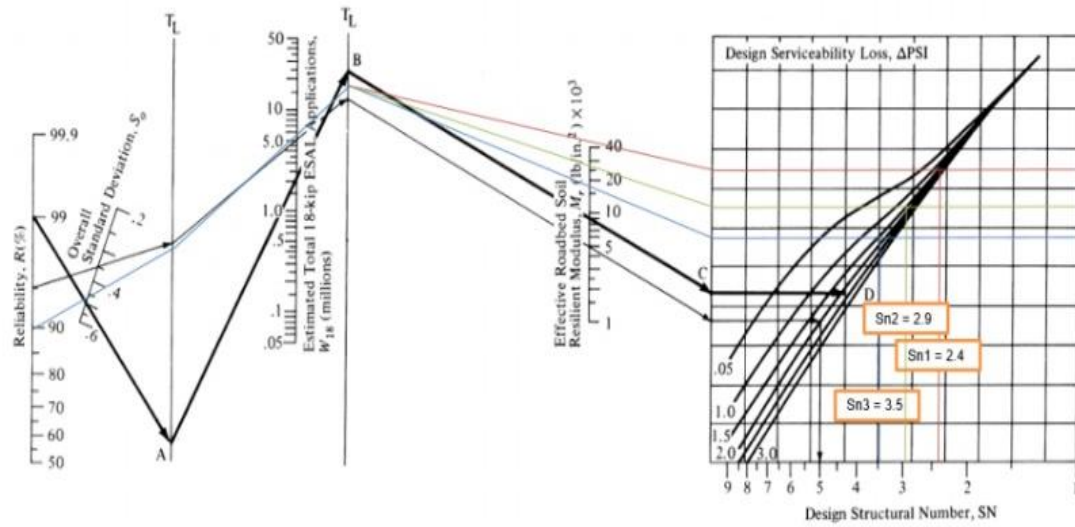
INSTRUMENTOS



- ^a Scale derived by averaging correlations obtained from Illinois.
^b Scale derived by averaging correlations obtained from California, New Mexico, and Wyoming.
^c Scale derived by averaging correlations obtained from Texas.
^d Scale derived on NCHRP project 128, 1972.

Abaco para estimar el coeficiente estructural de la capa "a2"

Cálculo del número estructural (SN) para la Calle J:



PANEL FOTOGRÁFIO

Descripción: Pavimento estudiado en mi proyecto de investigación.

Imagen N° 01



Imagen N°02



Imagen N°03



Imagen N°04

