



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Diseño Estructural del Pavimento Rígido aplicando el Método AASHTO
93 en la Calle Tarapacá, Distrito de Chulucanas - 2021.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Madrid Duque, Sharon Estefany ([ORCID: 0000-0002-1687-4920](#))

Portilla Torres, Alonso ([ORCID: 0000-0002-9799-0199](#))

ASESORA:

Mg. Valdiviezo Castillo, Krissia del Fatima ([ORCID: 0000-0002-0717-6370](#))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

PIURA – PERÚ

2021

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.

MADRID DUQUE, Sharon Estefany

PORTILLA TORRES, ALONSO

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.

A la ingeniera Krissia del Fátima Valdiviezo Castillo por sus excelentes asesorías durante el proceso de mi proyecto de investigación.

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

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	viii
RESUMEN.....	iv
ABSTRACT.....	v
I. INTRODUCCIÓN.....	ii
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III.METODOLOGÍA.....	9
IV. RESULTADOS.....	13
V. DISCUSIÓN.....	30
VI. CONCLUSIONES.....	32
VII. RECOMENDACIONES.....	33
REFERENCIAS.....	34
ANEXOS.....	42

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Resumen de Conteo de tráfico y clasificación de vehículos.....	14
Tabla 2: Índice medio diario	15
Tabla 3: Índice medio diario semanal.....	16
Tabla 4: Índice medio diario Anual.	18
Tabla 5: Demanda proyectada (20 años)	20
Tabla 6: Factor de crecimiento acumulado.....	21
Tabla 7: Número de ejes equivalentes	21
Tabla 8: Parámetros de la Ecuación Fundamental AASHTO 93.....	27
Tabla 9: Espesores del paquete estructural del pavimento rígido.....	29

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación del proyecto.....	13
Figura 2: CBR de la subrasante.....	24
Figura 3: Número de repeticiones acumuladas de ejes equivalentes, en el carril de diseño .	24
Figura 4: Nomograma de AASHTO 93	28
Figura 5: Espesores del pavimento rígido	29

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Numeración vehículos por día	16
Gráfico 2: Porcentajes totales de vehículos que transitan en 1 semana	17
Gráfico 3: Número de vehículos transitados por un año	18
Gráfico 4: Número de vehículos que transitan por un año	19
Gráfico 5: Calicata N° 01	22
Gráfico 6: Calicata N° 02	23

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se fija en el análisis del pavimento rígido aplicado como alternativa de solución para el mejoramiento de transitabilidad vehicular en el distrito de Chulucanas, siendo el distrito mayormente afectado por los diferentes cambios climáticos.

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

Este proyecto comprende las consideraciones básicas importantes al momento de un análisis de pavimento rígido, como son: condiciones del suelo, características del pavimento rígido para la Calle Tarapacá, Distrito de Chulucanas - 2021.

Palabras claves: Pavimento rígido, método AASHTO 93, CBR, Condición de estabilidad, Losa de Concreto.

ABSTRACT

The present research work is fixed in the analysis of rigid pavement applied as an alternative solution for the improvement of vehicular walkability in the district of Chulucanas, being the district mostly affected by the different climatic changes.

This research project aims to publicize an alternative of vehicular improvement through rigid pavement detailing design, governed by the AASHTO 93 methodology for rigid pavements.

This project includes the basic considerations important at the time of an analysis of rigid pavement, such as: soil conditions, characteristics of the rigid pavement for Tarapacá Street, Chulucanas District - 2021.

Keywords: Rigid pavement, AAHSTO 93 method, CBR, Stability condition, Concrete savit

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente los paquetes estructurales en nuestro país cada vez más se ven afectados por un mal diseño y por no llevarse a cabo un correcto análisis y estudios básicos de parámetros de diseño, ya que en diversas oportunidades se toman datos de distintos proyectos.

Según la evaluación que se realiza, muchas veces la intervención recomendada es la reconstrucción, se podría decir una reconstrucción respetando los espesores mínimos y adecuados decretados en la guía del manual de diseño geométrico de carreteras.

Asimismo, se puede observar o evidenciar que la mayoría de pavimentos deteriorados, se debe a la escasez de mantenimiento por parte de los servicios públicos y por no generar un presupuesto para dicho servicio.

Es importante realizar estudios previos a un diseño de pavimento más aún cuando hablamos de pavimento rígido, ya que si presentan errores en estos estudios es muy perjudicial al momento de realizar los cálculos para determinar los espesores del paquete estructural.

Hace 20 años en el sur del territorio americano se utilizaba mucho el pavimento rígido, los cuales a lo largo de los años nos demostró las altas ventajas que este tipo de paquete estructural nos ofrece por el tiempo de vida útil en la cual existe mucha diferencia de un pavimento que aplique asfalto.

Hoy en día el país se enfrenta a un déficit de vías pavimentadas en los diferentes asentamientos humanos y zonas no urbanas debido a las malas gestiones de nuestras autoridades que no permiten el avance del país.

Al resguardar la existencia de los pavimentos, gran parte se atribuye a su estado estructural que se muestra durante su uso. al aprobar un sistema donde describe un pavimento de manera segura con parámetros exactos y específicos, es donde se

notaría realmente las modificaciones ya sea en su rigidez estas modificaciones se encuentran relacionados con el tipo de estructura y el desperfecto que esté presente. Nuestro País actualmente nos ofrece como guía el manual de diseño geométrico de carreteras publicado en el año 2013, esta herramienta es utilizada por parte de diferentes empresas consultoras especialistas en carreteras el cual les facilita los diferentes factores del diseño de vía, en sus diferentes capítulos se pueden adquirir conceptos fundamentales, ejemplos de diseño geométrico, diseño de paquetes estructurales, estabilizar cada tipo de suelo existente, etc.

Según MEDINA (2017) p.15, El pavimento rígido posee un tiempo de vida útil de 20 a 30 años está constituido por una losa la cual se encuentra retirada de las juntas longitudinales y transversales, de dilatación y contracción de dilatación, están fijadas por cuatro placas de acuerdo a sus diferentes medidas y conectadas por láminas corrugadas con un diámetro de varilla de uso común de 5/8". En el suelo, la losa descansa sobre una base rocosa o directamente en el suelo de fundación.

El pavimento rígido requiere de una resistencia óptima, por eso debe procurar que se cumpla un adecuado proceso constructivo para que se pueda lograr el objetivo de minimizar los esfuerzos que se presentan a causa del tránsito vehicular.

A la vez las ventajas que este tipo de pavimento presenta es la disminución de cargas y un alto nivel de rigidez que trasladan a la sub-rasante, estas son una de las tantas características que conforman el pavimento rígido. Se utiliza este tipo de pavimento en avenidas donde existe mayor flujo de vehículos pesados.

La finalidad de esta investigación es dejar el diseño estructural de pavimento rígido utilizando el método AASHTO 93 para el distrito de Chulucanas, calle Tarapacá la cual no cuenta con un expediente técnico para llevar a cabo la pavimentación, debido que se encuentra en terreno natural el cual no es tan accesible para el tránsito vehicular sobre todo en tiempos de lluvia que genera aguas empozadas y a la vez no cuenta con un drenaje pluvial lo cual genera inundaciones de viviendas y derrumbes.

En mención a la problemática descrita nos planteamos como pregunta general:

¿Cuál sería el diseño estructural del pavimento rígido empleando el método AASHTO 93 en la Calle Tarapacá, Chulucanas, Piura- 2021? 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 de pavimento rígido?

La investigación se justifica de manera técnica al observar el incremento de tráfico en la calle Tarapacá viéndose afectado el tránsito urbano, por ello se realizará un estudio de tráfico para así conocer los ejes equivalentes que transitan diariamente y anualmente, importantes datos para el diseño de pavimentos.

Asimismo, teóricamente se justifica por lo que nos aporta la metodología AASHTO 93 obteniéndose así el parámetro del número estructural el cual es importante para delimitar los diferentes espesores de cada capa que constituyen un pavimento.

En este proyecto se justifica de manera práctica se dará a conocer datos reales obtenidos a través de los estudios de manera clara y concisa aportando conocimientos como futuros profesionales en ingeniería civil para lograr un desarrollo óptimo.

Por lo tanto, como justificación de relevancia social se presenta un mejor tránsito vehicular, ofreciendo a la población un buen servicio y seguridad a los conductores y transeúntes reduciendo los accidentes, minimizando a la vez los costos de los pasajes.

Se formuló así mismo, que la presente investigación sostiene como objetivo general: Delimitar el diseño estructural del pavimento rígido aplicando la metodología AASHTO 93 en la calle Tarapacá, distrito de Chulucanas. Los objetivos específicos formulados son: Definir los tipos de transitabilidad vehicular de la calle Tarapacá – Distrito de Chulucanas, Determinar el CBR de la sub-rasante de la calle Tarapacá - Distrito de

Chulucanas, Establecer los espesores de cada capa del pavimento rígido de la calle Tarapacá – Distrito Chulucanas.

Finalmente se propone la hipótesis en relación a las preguntas formuladas las cuales brindan una adecuada orientación a la presente investigación. El método AASHTO 93 contribuirá notablemente en el diseño de pavimento rígido en la calle Tarapacá – Distrito de Chulucanas.

De dicha forma, al establecer los espesores adecuados para cada capa del pavimento rígido en la calle Tarapacá – Distrito de Chulucanas, la metodología AASHTO 93 ayudará con el proceso estructural notablemente. A la vez será de considerable ayuda para determinar las propiedades físicas de la sub-rasante en la calle Tarapacá – Distrito de Chulucanas. Al delimitar el tipo de transitabilidad vehicular la metodología AASHTO 93 influirá considerablemente en la calle Tarapacá – Distrito de Chulucanas.

II. MARCO TEÓRICO

En el desarrollo de la búsqueda de información en correlación a la investigación se situaron a nivel internacional los siguientes:

Ospina (2018), en su investigación titulada “*Diseño de Pavimento Rígido de la Vías Urbanas en el Municipio del Espinal – Departamento del Tolima*”. Sostuvo como objetivo de investigación determinar el diseño del pavimento de diversas vías urbanas en Santa Margarita María del Municipio del Espinal. Fue un estudio de tipo cuantitativo. Sostuvo como conclusión general que el acondicionamiento de la vía mejoraría sustancialmente el servicio del tránsito; admitiendo el paso diversos vehículos tanto como vehículos de carga baja, camiones pesados, prestando así un servicio vial de calidad, rápido, seguro y confiable, tanto para el acceso al centro de la ciudad, como para la comunicación entre los departamentos.

Lopez y Parrales (2016), durante su investigación titulada “*Diseño y propuesta de una estructura de pavimento rígido, en un tramo de vía de 500 M del municipio de Managua, 2016 aplicando el método de la AASHTO 93 y el software WINPASS 1.0.4.*” Tuvo como objetivo de investigación promover una estructura de pavimento rígido y el diseño geométrico en la vía de 500 m D-III en el barrio de frawley del municipio de Managua 2016, empleando la metodología AASHTO 93 conjuntamente con el software WINPASS. Fue un estudio de enfoque cuantitativo. Se tuvo como conclusión el CBR de diseño se logró mediante el análisis de representativas muestras del tramo, teniendo como resultado que el suelo predominante es catalogado como A - 1 - b, oscilan de 0.15 m a 0.60 m encontrándose a profundidades, con CBR de tipos de suelos con un porcentaje de 53% y 75%, obteniendo finalmente un 95% de compactación proctor estándar.

Robles (2018), en su investigación titulada “*Diseño de un pavimento rígido en el segmento de la carretera 2 este entre la calle 41B sur y calle 42 A sur del barrio la victoria la localidad de San Cristóbal*”. Tuvo como objetivo el diseño del segmento de la carretera 2 este entre la calle 41 B y calle 42 A sur de pavimento rígido del barrio la victoria contemplando las condiciones de la zona. Fue un estudio de tipo cuantitativo.

Se concluyó a través de los ensayos de laboratorio que se realizaron donde se delimitó la subrasante con un CBR de 6.38%, siendo innecesario la mejora para aumentar el CBR existente.

Entre las investigaciones nacionales se ha localizado lo siguiente:

Calla (2015), en su investigación titulada *“Pavimentación de los Jirones Achaya, Manco Cápac, Conde de Lemus, Arica de la Municipalidad Distrital de Caminaca – Azángaro”*. Sostuvo como objetivo de investigación realizar el estudio definitivo de pavimentación en los distintos Jirones Achaya, Conde de Lemus, Manco Cápac, de la municipalidad Distrital de Caminaca para ofrecer estados de transitabilidad adecuada tanto vehicular como peatonal. Fue un estudio de enfoque cuantitativo de tipo descriptivo. Se concluyó que los volúmenes de tránsito realizando la determinación en el territorio de estudio expone un TPDA de 24 veh/día y un TPDS de 20 veh/día. Principalmente el tránsito se constituye por camionetas, autos, camiones y combis.

Sánchez (2019), en su investigación titulada *“Diseño de pavimento empleando el método AASHTO para la mejora de la carretera Ayacucho. Tramo: Ayacucho Km 0+000 – Km 50+000”*. Sostuvo como objetivo de investigación diseñar posibles pavimentos a utilizar en la carretera Ayacucho - Tramo: Ayacucho km. 0+000 – km. 50+000, utilizando la metodología AASHTO 93 para obtener de forma óptima la vía mejorada. Fue un estudio de enfoque cuantitativo. Se concluyó el diseño de pavimento según AASHTO 93 incluyendo diversos conceptos: como módulo resiliente de la subrasante, el factor de confianza, y los factores de extensión del tráfico y el número estructural SN.

Sánchez (2018), en su investigación titulada *“Incidencia de las patologías del concreto en la adquisición del índice funcional y estructural del pavimento rígido de la av. San Martín de Porres, entre la av. Atahualpa y Jr. los geranios, de la ciudad de Cajamarca”*. Tuvo como objetivo de investigación delimitar el grado de patologías del concreto logrando la obtención estructural y funcional del índice de integridad del pavimento rígido en la zona de estudio. Fue un estudio de tipo cuantitativo. Se concluyó que la patología más incidente es el pulimiento con un 60.4 % y con una incidencia menor de

23.3% del descascaramiento de juntas, deterioro de parche de 18.7% y otras de 8%. Al concluir la integridad estructural y funcional del índice de integridad es del 81.3%.

Entre los diferentes trabajos de investigación locales hemos encontrado los siguientes:

Córdova y Cruz (2020), en su investigación titulada “*Diseño estructural de pavimento rígido utilizando la metodología AASHTO 93, de la Av. Ramón Castilla, en el distrito de Chulucanas-Morropón-Piura.2019*”.Tuvo como objetivo determinar el diseño estructural utilizando el método de AASHTO 93 de pavimento rígido, de la Av. Ramón Castilla, en el distrito de Chulucanas-Morropón-Piura 2019. Fue un estudio de tipo cuantitativo. Se concluyó que el ensayo de CBR nos ofrece información de forma sencilla y clara de la capacidad de soporte del suelo determinado, indicando así que varias metodologías de diseño utilizan este valor como parámetro principal. Como resultados obtuvimos un promedio de 23% de CBR, encontrado de los ensayos realizados en laboratorio, siendo este dato de vital importancia donde nos permitió establecer el grosor de la sub-base.

Municipalidad Provincial de Morropón Chulucanas (2017), en uno de sus proyectos de infraestructura vial “*Mejora de las calles del AA. HH Bate Manrique*” en el distrito de Chulucanas. Su objetivo principal fue diseñar el pavimento rígido y veredas donde utilizaron diferentes métodos de diseño, para proporcionar mejores condiciones a la vía, una mejor seguridad vehicular y peatonal. Como conclusión se obtuvo un diseño de pavimento rígido utilizando el método AASHTO 93, donde el pavimento cuente con losas que se diseñaron resistentes a la compresión de 210 kg/cm² como también las veredas resistentes a 175 kg/cm².

Mogollón (2017) en su búsqueda titulada “*Diseño de pavimento rígido empleando el método AASHTO 93 Y el método del PCA del AA.HH mercado Jarrín Chulucanas-Morropón-Piura 2017*”. Tuvo como objetivo delimitar el espesor de las capas del pavimento rígido empleando la metodología AASHTO 93 y PCA, el cual tiene como conclusión que el método más adecuado es el PCA y el espesor de la subbase es de 8 pulg y de la losa de 8 pulg, utilizando un concreto f'c 300 kg/cm².

La guía AASHTO 93 define que diseñar un pavimento rígido hace referencia prácticamente en definir la numeración estructural, del pavimento donde hace afinidad una eficaz resistencia a lo largo del grupo estructural para soporte del suelo (M_r), tránsito total (W_{18}) y la serviciabilidad.

Para conceptualizar un correcto número estructural se emplea la siguiente fórmula:

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

Dónde:

- 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 : Módulo resiliente (PSI)

Luego de examinar el número estructural solicitado en un conjunto de espesores usados eficientemente y conociendo los primordiales criterios de componentes estructurales y su respectivo peralte que certifiquen una adecuada numeración estructural ya sea mayor o menor al predeterminado, para que de esta forma soporte las cargas vehiculares detalladas para la etapa de diseño.

La numeración estructural solicitada se obtiene mediante la ecuación definida.

Donde:

$$SN = a_1 h_1 + a_2 m_2 h_2 + a_3 m_3 h_3$$

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

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación:

La presente investigación es de tipo descriptiva debido que se realizará un desarrollo de síntesis percibiendo el objeto de estudio de manera clara y concisa delineando sus factores y propiedades. Se mencionan sus componentes por el cual está conformado un paquete estructural de un pavimento rígido.

(Danel, 2015) Fenómeno, con la finalidad de determinar su conducta, esta investigación se caracteriza por medir implícitamente los objetivos en las variables de investigación.p.15

Diseño de investigación:

Se empleó un diseño transversal – no experimental debido a que la siguiente investigación se realizará sin adulterar el estado de las variables. Se realizará un estudio de la pavimentación de la Av. en la provincia de Chulucanas – 2021 en correlación a una propuesta de diseño de pavimento rígido que a su vez es transversal porque se ejecutará en un mínimo plazo, planteando así una investigación de enfoque cuantitativo.

3.2 Variables y Operacionalización

Variable dependiente: Diseño de pavimento rígido

3.3 Población, muestra y muestreo

Población

(Danel, 2015) Grupo formado por la variable al que estamos interesados con el cual podamos obtener conclusiones. Casi siempre es muy grande para poder abarcarlo. p.20.

Los datos del análisis, se comprende que la calle mencionada para el determinado estudio de diseño se ubica en la calle Tarapacá en la provincia de Chulucanas, en su clasificación está conformado por distintos tipos de transitabilidad vehicular en correlación a las diferentes medidas del tránsito vehicular.

La población del sector colindante que se enlaza a la investigación, se toma en cuenta la calle Tarapacá, que está constituido por 1.5 km de vía.

Muestra

(Danel, 2015) La población a la que se tiene acceso y en la cual se realiza un estudio, representando y formando miembros seleccionados de la población. p.22

La muestra está conformada por 1500 metros lineales de pavimento rígido de la avenida indicada, el sistema a utilizar se optó para el análisis de diseño de un tramo el cual está comprendido de un carril con dos sentidos, el primer tramo conforma la Av. Loreto hasta la Av. Diego Ferrer.

Muestreo

(Espinoza, 2016) Se define como muestreo al conocimiento utilizado en la elección de diversos componentes los cuales se deben investigar y que conformen la zona de estudio los cuales son usados para determinar inferencias. p.28

Al respecto, la presente investigación el muestreo será un fragmento de la vía elegida se tendrá un muestreo no probabilístico que dependerá de la metodología AASHTO 93, el cual puntualiza cuales son los diseños de estudio que se abordarán en el diseño en los siguientes tramos de la muestra seleccionada.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas de recopilación de información de manera clara y precisa de diversos temas de investigación obteniendo una realidad confiable.

Para lograr definir el espesor adecuado de las capas que comprende un pavimento rígido, se aplicarán fichas de observación y plantillas de ábacos como instrumentos, aplicando el método AASHTO 93. Para lograr la clasificación de los diversos tipos de vehículos, cargas y volúmenes. Al aplicar la técnica de observación se definirá la cantidad vehicular considerando el instrumento, empleando así una ficha técnica para determinar las cantidades y los tipos de transitabilidad en la Calle Tarapacá.

3.5 Procedimientos

En el proyecto de investigación se definió la zona donde se analizaron el cálculo del estudio del proyecto, para definir el cálculo del mismo, la calle se sitúa en el distrito de Chulucanas, la cual no cuenta con pavimentación, por lo que urge en una construcción, para una mejora del tránsito vehicular y peatonal.

Se determinó la variable diseño de pavimento rígido, permitiéndonos realizar un análisis y definir el cálculo de espesores del pavimento rígido con lo que está constituido dicho pavimento.

Para el desarrollo de los objetivos de esta investigación, se requiere del ensayo CBR para definir la capacidad admisible del terreno y el tipo de suelo realizando un correspondiente estudio y obtener los resultados.

Los resultados obtenidos, se podrán comparar y determinar cada espesor del pavimento rígido, utilizando la formula AASHTO 93 aplicando los factores establecidos para el pavimento rígido.

3.6 Método de Análisis de datos

El procedimiento de observación se utiliza simultáneamente con un formato técnico del MTC, determinaremos la categorización de los vehículos que transiten en promedio los 7 días y de esta forma obtener el índice medio diario de la calle Tarapacá en la cual se propone realizar el diseño para el paquete estructural del pavimento rígido.

Los espesores que debemos emplear para un pavimento rígido los determinaremos por medio del método de observación donde se estudiarán datos de transitabilidad vehicular y los datos que obtendremos del análisis del tipo de suelo presente en la avenida para de esta forma utilizar la metodología AASHTO 93 el cual nos especificara datos exactos para los espesores adecuados que brindara una optimización en la transitabilidad respaldando la estabilidad vial.

3.7 Aspectos éticos

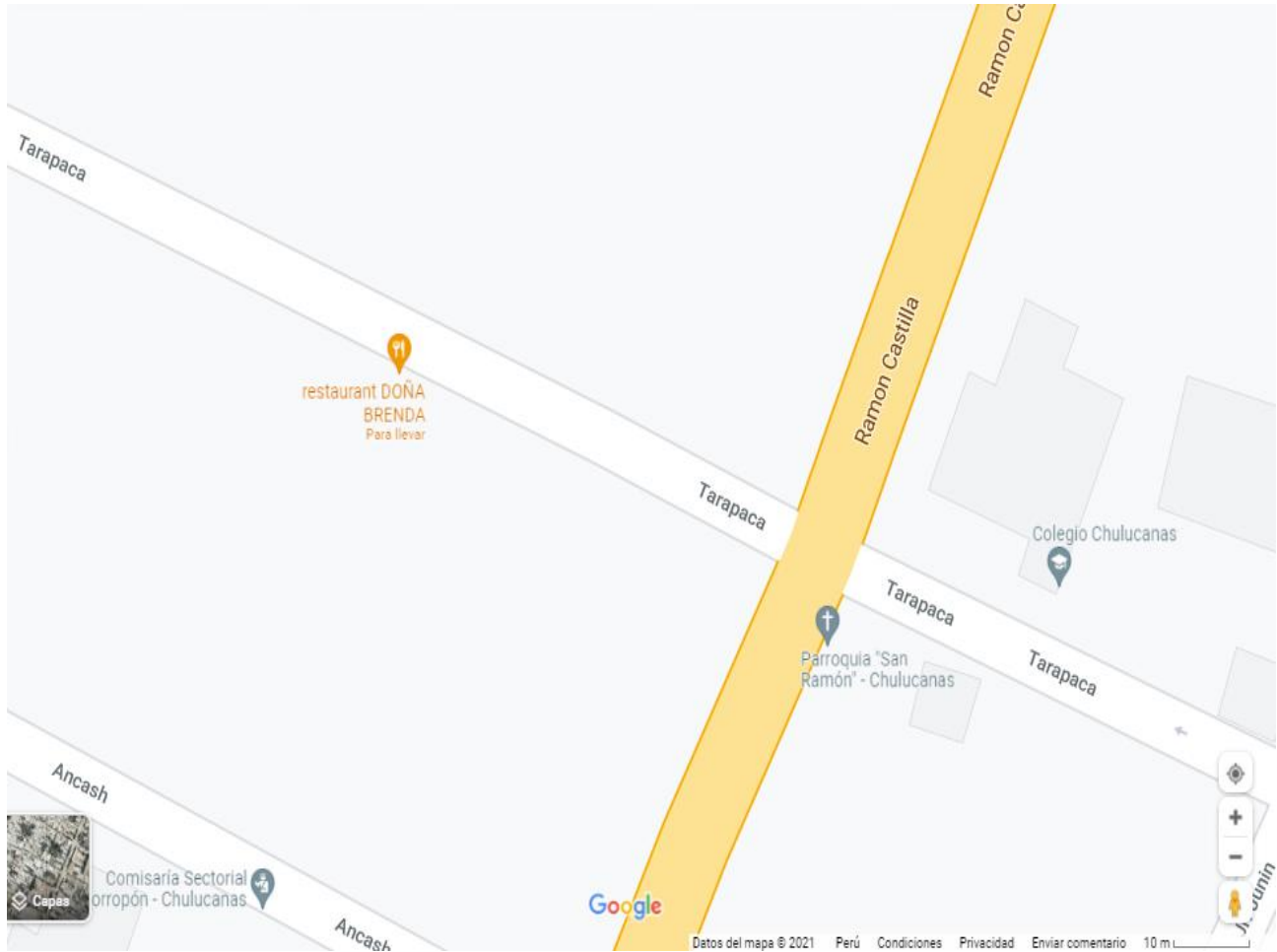
El presente proyecto se sujeta a la ética investigativa, de tal forma a la propiedad intelectual empleando normas para sintetizar toda la información adquirida, acorde a las referencias de estudios, parámetros teóricos – conceptuales acerca de lo investigado y las bases metodológicas.

Los individuos implicados en el Previo consentimiento del estudio, en el lapso de la recolección de datos, manteniendo los inicios de confidencialidad en las diversas inquisiciones obtenidas en las herramientas de investigación.

IV. RESULTADOS

Para el primer objetivo específico: Definir los tipos de transitabilidad vehicular de la calle Tarapacá – Distrito de Chulucanas para el diseño de un pavimento rígido aplicando el método AASHTO 93 donde se determinó lo siguiente:

Figura 1: Ubicación del proyecto




















Fuente: Google Maps

Procedimiento

Se simplifico mediante de tablas de Excel el conteo de tránsito diario durante 7 días desde las 6:00 am – 11:00 pm; definiendo estas horas con mayor transitabilidad vehicular (Anexo 05 pág. 48), de acuerdo a ello se realizó el respectivo resumen de este:

tabla 1: Resumen de Conteo de tráfico y clasificación de vehículos

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	805	59	36	6	5	3	4	2	0		0	0	0	0	0	0	0	920
Martes	731	81	33	3	6	3	4	0	0		0	0	0	0	0	0	0	861
Miércoles	641	79	29	2	7	4	2	3	0		0	0	0	0	0	0	0	767
Jueves	613	77	28	8	6	1	1	0	0		0	0	0	0	0	0	0	734
Viernes	618	81	24	4	4	1	1	2	0		0	0	0	0	0	0	0	735
Sábado	317	52	25	3	3	0	0	1	0		0	0	0	0	0	0	0	401
Domingo	284	43	26	2	6	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	361
Total	4009	472	201	28	37	12	12	8	0		0	0	0	0	0	0	0	4779

Al analizar el índice diario, se toma en cuenta la sumatoria total de vehículos que circulan diariamente por de estudio.

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

Tabla 2: Índice medio diario

DIAS	N° veh/ día
Lunes	920
Martes	861
Miércoles	767
Jueves	734
Viernes	735
Sábado	401
Domingo	361
Total	4779

Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Elaborado por los propios autores.

El gráfico elaborado en el programa Excel nos arroja una interpretación donde se comprobó el mayor flujo de transitabilidad vehicular en la Calle Tarapacá durante la semana se da el día lunes con un total de 920 vehículos.

Posteriormente se definió el índice medio diario

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

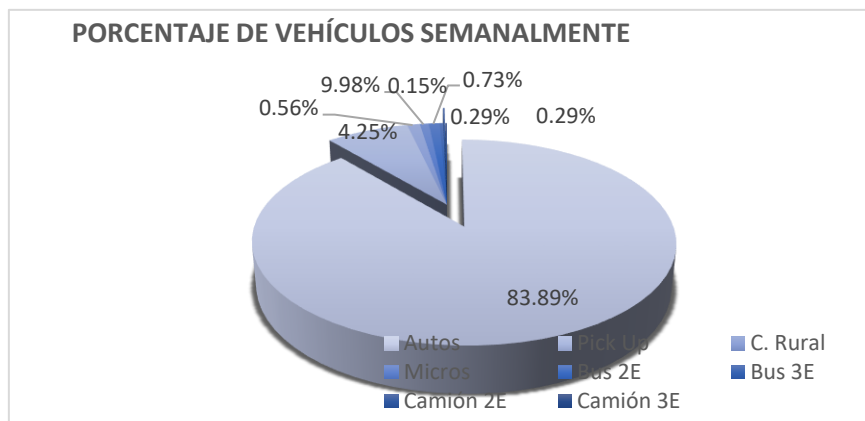
Vi: volumen vehicular diario de los 7 días de conteo.

Tabla 3: Índice medio diario semanal.

TIPOS DE VEHÍCULOS	IMD	PORCENTAJE %
Autos	573	83.89%
Pick Up	67	9.98%
C.Rural	29	4.25%
Micros	4	0.56%
Bus 2E	5	0.73%
Bus 3E	2	0.29%
Camión 2E	2	0.29%
Camión 3E	1	0.15%
TOTAL, IMDS	683	100%

Fuente: Realizada por los propios autores.

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



Fuente: Elaborado por los propios autores.

Mediante el gráfico diseñado en el programa Excel nos arroja una interpretación donde se evidencia que en la Calle Tarapacá tiene mayor transitabilidad de vehículos ligeros, definiendo a su vez que el porcentaje de vehículos prevalece con mayor de 83.89% de tránsito promedio semanal.

Se desarrolló el factor de corrección estacional durante el análisis de índice medio diario anual para los vehículos pesados y livianos dependiendo de los datos extraídos del tráfico anual consignado por el peaje Piura – Chulucanas (anexo 06, pág. 49), consecuente a esto; se desarrolló con la siguiente ecuación:

$$IMDA = IMDS \times FC$$

IMDS: Índice medio diario semanal

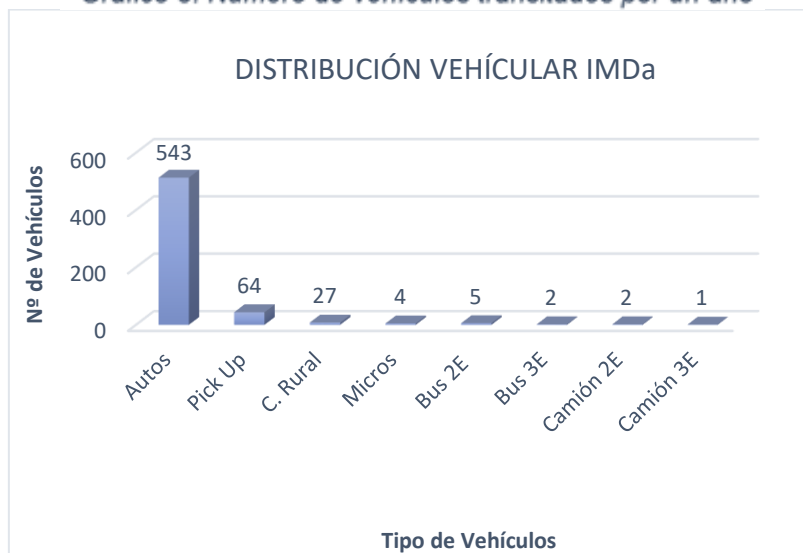
FC: factor de corrección estacional

Tabla 4: Índice medio diario Anual.

TIPOS DE VEHICULOS	IMD	FC	IMDa
Autos	573	0.9479	543
Pick Up	67	0.9479	64
C.Rural	29	0.9479	27
Micros	4	0.9479	4
Bus 2E	5	0.9479	5
Bus 3E	2	0.9479	2
Camión 2E	2	0.9195	2
Camión 3E	1	0.9195	1
TOTAL, IMDS	683		648

Fuente: elaborado por los propios autores

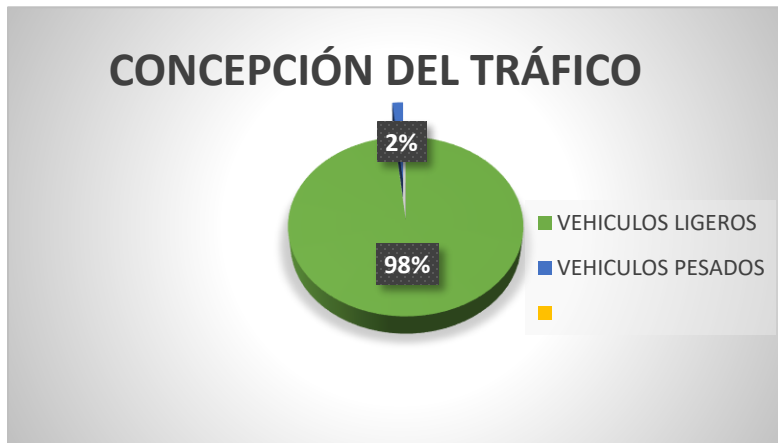
Gráfico 3: Número de vehículos transitados por un año



Fuente: elaborado por los propios autores

El gráfico nos muestra una interpretación definiendo así que los autos predominan con 543 vehículos por día durante el año 2021.

Gráfico 4: Número de vehículos que transitan por un año



Fuente: diseñado por los propios autores

Mediante el diagrama se patentó con 98% que la Calle Tarapacá es principalmente transitada por vehículos ligeros, por consiguiente, se concretó como una zona admisible para desarrollar el diseño de pavimento rígido aplicando la metodología AASHTO 93

Para delimitar así la proyección de demanda se tomó en cuenta que la proyección será de 20 años, a su vez la tasa de crecimiento de tránsito pesado y ligero (según departamento como producto bruto interno) se necesitará la ubicación de la zona de estudio según su departamento, estos gráficos son correspondientes al – INEI (anexo 06, pág. 51), Se desarrolló la siguiente fórmula:

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

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 vehicular

Tabla 5: Demanda proyectada (20 años)

Tipo de vehículos	IMDA	2041
Auto	543	644
Pick up	64	76
C. Rural	27	32
Micros	4	5
Bus 2E	5	6
Bus 3E	2	2
Camión 2E	2	2
Camión 3E	1	1
Trafico Normal	648	768

Fuente: elaborado por los propios autores

Interpretación: Se considera que la demanda proyectada en 20 años incremento a 120 veh/día.

Por ende, se delimito el factor de crecimiento acumulado al tipo de transitabilidad en la zona, tomando en cuenta los factores anteriormente analizados.

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

n: año futuro de proyección

r: tasa anual de crecimiento de tránsito

Tabla 1: Factor de crecimiento acumulado

Factor ca. (livianos)	21.80598
Factor ca. (pesados)	34.86832

Fuente: diseñado por los propios autores

El análisis del ESAL para determinar la cantidad de ejes equivalentes se precisa considerando las fórmulas establecidas:

$$\frac{veh}{año} = IMD \times 365$$

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

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

Tabla 7: Número de ejes equivalentes

TIPO DE VEHICULO	IMD	VEH/AÑO	VEH/CARRIL	FACTOR CAMION	ESAL CARRIL	FACTOR CRECIMIENTO	ESAL
Veh. Ligeros	673	245645	122822.5	0.0001	12.28225	21.80598	267.8264979
Bus 2E	5	1825	912.5	3.561	3249.4125	34.86832	113301.5549
Bus 3E	2	730	365	2.633	961.045	34.86832	33510.02459
Camión 2E	2	730	365	2.633	961.045	34.86832	33510.02459
Camión 3E	1	365	182.5	2.53	461.725	34.86832	16099.57505
TOTAL	683	249295	130647.5			ESAL TOTAL	196689.0056

Fuente: elaborado por los propios autores

Interpretación: Rigiéndonos al diseño de carreteras se precisó el diseño para caminos con baja transitabilidad, logrando un correcto análisis de ESAL dando 196689 EE, detallando que pertenece al TP1 (>150,000 EE ≤ 300,00 EE) acorde al anexo 6, pág.54.

En el segundo objetivo específico: determinar el CBR de la subrasante en la Calle Tarapacá – Chulucanas

Instrumentos:

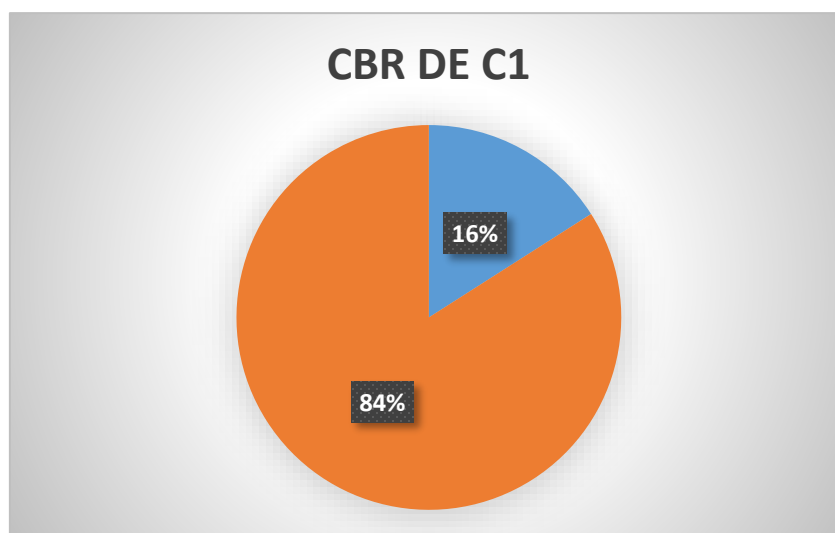
Ficha Excel

Se realizó 2 ensayos de CBR en toda la Calle Tarapacá, obteniendo un 16% en el primer ensayo, y en el segundo un 19% teniendo como resultado un promedio de 17.5%. (ver anexo 07; pág. 55).

En la sumatoria de las 2 cantidades para que obtener el 17.5% se promedió las dos cantidades para sacar el resultado real.

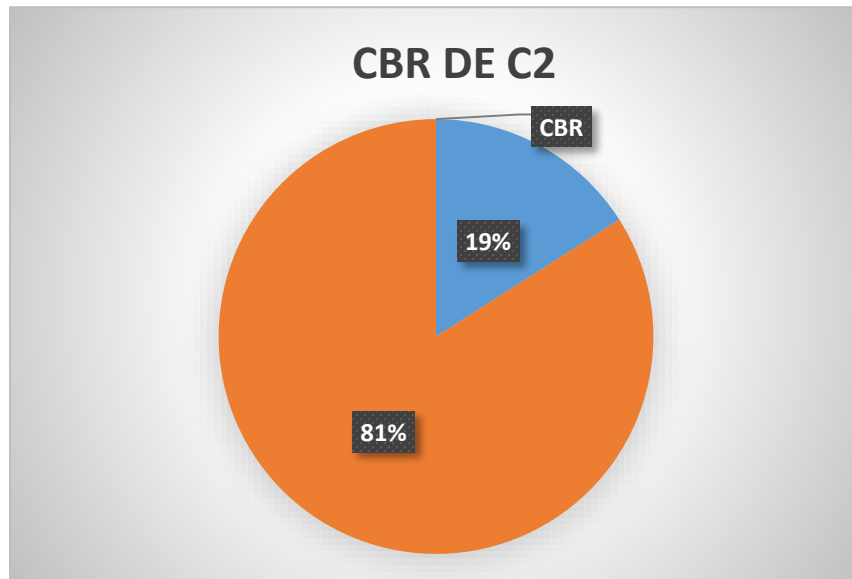
Resultados del porcentaje del Ensayo de CBR

Gráfico 1: Calicata N° 01



Fuente: Elaborada por los propios autores

Gráfico 2: Calicata N° 02



Fuente: Elaborada por los propios autores.

INTERPRETACIÓN:

En el siguiente análisis del ensayo de California Bearing Ratio nos arrojo dos resultados teniendo un 16% y 19%, realizando el promedio de estas dos cantidades teniendo como resultado un 17.5%, este dato nos permitirá determinar los espesores requeridos para la base y losa de concreto del pavimento rígido de la Calle Tarapaca – Distrito de Chulucanas.

Por consiguiente, la categorización de las especificaciones de diseño para el uso correcto de los materiales nos señala que al obtener un CBR de 17.5% el Manual de carreteras establece parámetros de diseño donde nos encontramos con un material Tipo S3 clasificándolo así con una buena resistencia a las cargas que transmitirán los ejes equivalentes de los vehículos ya que se encuentran en el rango <20% (S3, Subrasante buena).

Figura 1: CBR de la subrasante



Fuente: Elaborada por los propios autores

El tercer objetivo específico: Determinar los espesores de cada capa del pavimento rígido en la calle Tarapacá - distrito de Chulucanas.

En una etapa de diseño de 20 años se especificó, distintos factores definidos por la metodología AASHTO 93 y el Manual de pavimentaciones, empleando así los monogramas del método AASHTO 93 para así llegar a determinar los espesores reales del paquete estructural del pavimento rígido con la ayuda de los resultados del CBR y el ESAL TOTAL.

De acuerdo al manual de carreteras, el tipo de tráfico pesado es de Tp1.

Figura 2: Número de reincidencia acumuladas de ejes equivalentes, del carril de diseño

Tipos Tráfico Pesado expresado en EE	Rangos de Tráfico Pesado expresado en EE
T _{P0}	> 75,000 EE ≤ 150,000 EE
T _{P1}	> 150,000 EE ≤ 300,000 EE

Fuente: MTC – Manual de carreteras suelo, geología, geotecnia y pavimentos.

En la norma “Manual de carreteras” determina un $f'c = 280\text{kg/cm}^2$ para $EE \leq 5'000,000$. (ver anexo 06, pág. 54).

Para el módulo de rotura (M_r), rigiéndonos de la norma ACI 363, la cual especifica que “a” se definen los siguientes valores 1.99 y 3.18, por ende, se tomó el valor de 2.58, analizándolo así por la siguiente formula:

$$M_r = a\sqrt{f'c}$$

$$M_r = 2.58\sqrt{280} \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$M_r = 43.17 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$M_r = 614 \text{ PSI}$$

El módulo de elasticidad del concreto (E_c), se relaciona con el módulo de compresión del concreto ($f'c$), con la siguiente formula:

$$E_c = 57000 \times (f'c)^{0.5} \text{ (} f'c \text{ en PSI)}$$

$$E_c = 57000 \times (3983)^{0.5}$$

$$E_c = 3.6 \times 10^6 \text{ PSI}$$

Para el módulo de reacción (k efecto) se determina mediante los siguientes monogramas del AASHTO 93.

Los valores (S_o) a utilizar según la guía AASHTO 93 para el diseño de pavimentos rígidos establecidos entre 0.30 – 0.40 según el manual de carreteras, nos proporciona un número más preciso de 0.45. (ver anexo 08, pág. 59).

$$\mathbf{S_o = 0.35}$$

Para obtener el porcentaje de confiabilidad (%R), de acuerdo a los factores de diseño del manual de carreteras. Para un Tp_1 según el manual especifica que es de: (ver anexo 08, pág. 58).

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

El manual de carreteras nos especifica que la desviación estándar normal (Z_r) para un T_{p1} el coeficiente estadístico es de: (ver anexo 08, pág. 58).

$$(Z_r = - 0.524)$$

Para precisar la serviciabilidad presente (PSI), nos regimos al manual de carreteras, donde nos especifica que la buena comodidad de transitabilidad que se brinda al usuario (PSI), se define restando la serviciabilidad inicial y final, dándonos como resultado el (ψ) 2.1

$$(\Delta\psi) = PI - PT$$

$$PI = 4.1 \text{ (Índice de serviciabilidad inicial)}$$

$$PT = 2.00 \text{ (Índice de serviciabilidad final)}$$

$$(\Delta\psi) = 4.1 - 2.00 = 2.1$$

De acuerdo a las especificaciones de drenaje del manual de carreteras indica que el coeficiente de drenaje es “bueno”, ya que se analizó el tiempo de evacuación del agua es de 1 día, fundamentando así que la calle Tarapacá tiene un buen drenaje,

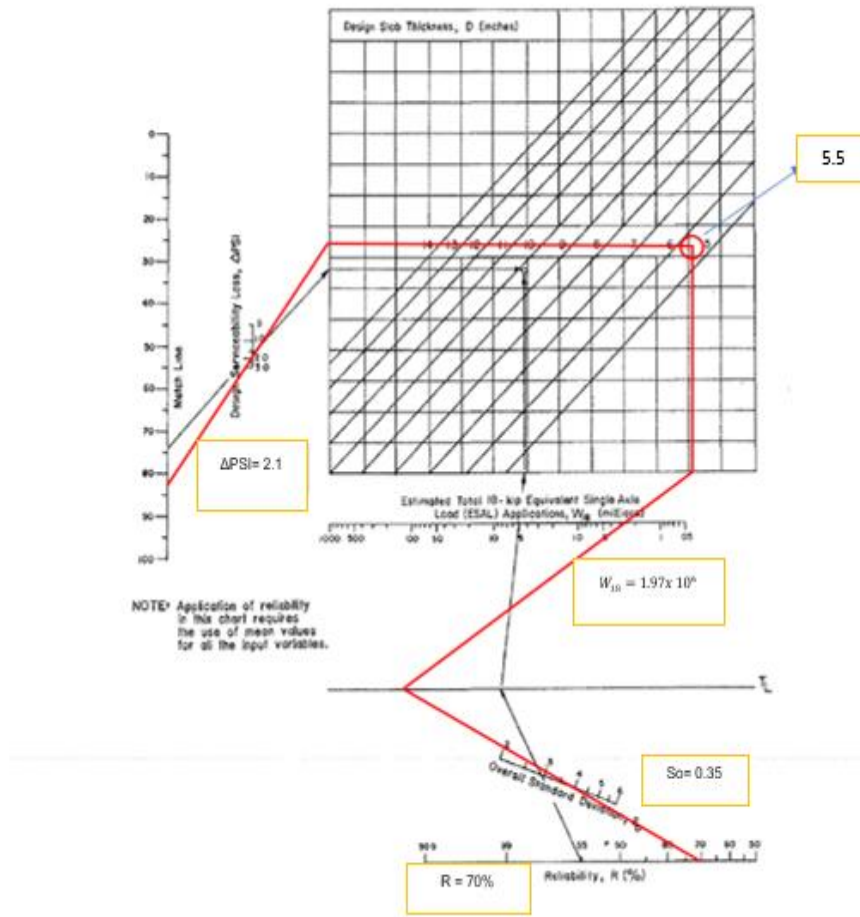
Se elaboró la siguiente tabla tomando en cuenta que cada dato es encontrado en los parámetros ya decretados en el manual de carreteras (ver anexo 08).

Tabla 2: Parámetros de la Ecuación Fundamental AASHTO 93

PARÁMETROS	VALOR	UNIDAD
Periodo de diseño (n)	20	Años
Confiabilidad (R)	70%	%
Desviación estándar normal (Zr)	-0.524	
Índice de serviciabilidad combinada o total (So)	0.35	
Índice de serviciabilidad inicial (Pi)	4.1	
Índice de serviciabilidad final (Pt)	2	
Diferencia de serviciabilidad (Δ PSI)	2.1	
Resistencia a la compresión del concreto	280	kg/cm ²
CBR	17.5	%
Módulo de elasticidad de concreto (Ec)	3×10^6	Psi
Módulo de ruptura del concreto (Sc) (Mr)	614	Psi
Módulo de reacción efectivo (k efect)	48	Pci
Coefficiente de drenaje (Cd)	1	

Fuente: Elaborada por los propios autores.

Figura 3: Nomograma de AASHTO 93



Fuente: Elaborado por los propios autores

Interpretación: Aplicando la ecuación de AASHTO 93 $\log(1.97 \times 10^5) = 5.29$, teniendo este valor como resultado el cual debe ser igual, o estar cerca al número obtenido, por lo que esto conlleva a inferir que el resultado de los dos cálculos realizados es correcto y que los datos encontrados según los monogramas están conformes al cálculo.

Tabla 9: Espesores del paquete estructural del pavimento rígido

CAPAS	Espesor (")	Espesor (cm)
Losa de concreto	6"	15.24 cm
Base	6"	15.24 cm

Fuente: Elaborado por los propios autores

INTERPRETACIÓN: En los cálculos antes presentados se determinó el paquete estructural para el pavimento rígido contando con una losa de concreto con un espesor de 15 cm y una capa de base de 15 cm de espesor. Para determinar el diseño de pavimento rígido Tp1 se cumplió con los espesores requeridos de acorde al manual de carreteras. (ver anexo 08, pág. 61)

Figura 4: Espesores del pavimento rígido



Fuente: Elaborado por los propios autores

V. DISCUSIÓN

Posteriormente al diseño realizado a los siguientes resultados obtenidos, se formularon las discusiones de los mismos tomando en cuenta los trabajos realizados previamente en los que corresponde a la investigación.

Referente al primer objetivo específico; realizar un estudio de transitabilidad vehicular para el diseño de pavimento rígido en la calle Tarapacá – Distrito de Chulucanas 2021; según el estudio de transitabilidad vehicular obteniendo un IMDA 648 con 20 años de proyección predominando los veh. ligeros con un cálculo ESAL de 196689 EE. Para Antón (2018) según su investigación la zona que estudio era transitada mayormente por veh. ligeros, su IMDA también estaba proyectado a 20 años obteniendo 944 vehículos por día, demostrando así que el 99.38% eran veh. pesados y el 0.62 eran veh ligeros. Obteniendo así un ESAL de 175 100 EE. Según el manual de carreteras: el tránsito se categoriza según sus ejes equivalentes, es decir para un tráfico pesado tipo Tp1 ($>150,000 \text{ EE} \leq 300,000 \text{ EE}$), concluyendo que la transitabilidad en ambas investigaciones es de bajo tráfico perteneciendo a este tipo de Tp1, con una prevalencia de vehículos ligeros.

Referente al segundo objetivo específico, determinar el CBR de la subrasante, se obtuvo una subrasante con un porcentaje de 17.5% clasificándola según el manual de carreteras para el diseño de pavimento rígido como una subrasante buena S3 delimitando, como una subrasante apta y resistente para el pavimento rígido. Según Chávez (2018) nos dice en su investigación el cual se deduce que los tipos de suelo en este estudio pertenecen al tipo S3 definiéndola como suelo “bueno”, se desarrolló el CBR mediante el estudio y análisis de mecánica de suelos para evaluar y calcular la capacidad de soporte de la subrasante que sería el terreno fundación en el cual se situara el paquete estructural, en relación a nuestro proyecto de investigación el tipo de suelo utilizado para el ensayo de suelos y CBR es de 17.5% siendo resultados aptos para un correcto diseño.

El tercer objetivo específico, determinar los espesores de cada capa del pavimento rígido en la calle Tarapacá en el distrito de Chulucanas para un periodo de 20 años definiendo los espesores de la base granular de 15 cm con espesor de losa de concreto

de 15 cm. Mendoza (2019) nos indica que un correcto diseño de pavimento es imprescindible para asegurar un correcto diseño y una adecuada durabilidad, obteniendo como resultado de sus ensayos la categorización de la subrasante, la obtención de espesores de base y subbase de 15 cm y una losa de concreto de 6cm con un elevado soporte de cargas.

Respecto al objetivo general de la propuesta de diseño estructural de pavimento rígido empleando el método AASHTO 93 en la Calle Tarapacá, Chulucanas, Piura- 2021 se delimito el paquete estructural con un periodo de 20 años, con una base granular de 15 cm con una losa de concreto de 15 cm de espesor. Según López y Parrales (2016) utilizando el método AASHTO 93 se diseñó un pavimento rígido con una base granular de 15 cm equivalente a 6" una losa de concreto de 15 cm equivalente a 6". Analizando los espesores obtenidos para el correcto diseño de un pavimento rígido se determina que estos son los adecuados acorde a los factores de diseño del manual de carreteras suelos de tipo Tp1 con bajo tránsito vehicular.

VI. CONCLUSIONES

- Se determinó que en la Calle Tarapacá el tránsito vehicular obtuvo un ESAL 196689 EE, lo cual nos permitió delimitar que el pavimento se clasifica como un TP1 según el manual de carreteras donde nos detalla los parámetros con un tránsito vehicular bajo.
- Se definió la capacidad de admisible del terreno de la calle Tarapacá, obteniendo un CBR de 17.5% del terreno natural el cual se denomina subrasante clasificándose en un Tipo S3 (subrasante de calidad buena), a la vez se realizó el análisis de pendiente del pavimento rígido es de 1% de acorde a los parámetros de diseño para un adecuado diseño.
- Se determinó los adecuados espesores para cada capa del pavimento rígido analizando a su vez cada factor establecido al emplear el método AASHTO 93, logrando como resultado un diseño de pavimento rígido apto.
- Se diseñó el paquete del pavimento rígido empleando la metodología AASHTO 93 de la calle Tarapacá – Distrito Chulucanas, 2021 teniendo un base granular de 15 cm con una losa de concreto de 15 cm, para un periodo con una durabilidad de 20 años. (ver anexo 08, pág. 61).

VII. RECOMENDACIONES

- Para lograr un adecuado diseño de pavimento rígido se adquiere efectuando un buen estudio de transitabilidad vehicular siendo este estudio de vital importancia el cual nos permite conocer el tipo de cargas presentes que son transmitidas en el pavimento, teniendo esos datos podemos establecer así un adecuado espesor a cada capa del pavimento rígido.
- Para el correcto diseño de pavimento rígido se recomienda realizar un estudio de suelos el cual nos dará como resultado el CBR, y conociendo a la vez la presencia de un suelo de alto o bajo porcentaje de humedad en el terreno, si se diera el caso se llevaría a cabo una estabilización de subrasante o la colocación de over de 2" a 6", rigiéndose a los parámetros de diseño, teniendo como fin evitar así un deslizamiento que sería perjudicial para el paquete estructural.
- Se recomienda que a la subrasante y a la base granular se le aplique una buena compactación y que a la losa de concreto se utilice el correcto espesor y se lleve a cabo el procedimiento correcto para evitar así fallas en el pavimento rígido posteriormente.
- Se recomienda a su vez adquirir nuevas tecnologías en los diversos sistemas de construcción en el diseño de pavimento rígido y estimar un correcto sistema de bombeo, evacuando así de manera rápida las aguas pluviales, las cuales estén presentes desde el inicio hasta el fin del proyecto con la finalidad de obtener un proyecto con una adecuada durabilidad.

REFERENCIAS

ACUÑA, Jersen y ACUÑA, Brayam. Evaluación, comparación y diseño de pavimento rígido y con la adición de fibra de acero mediante la guía de la AASHTO 93 Y la guía PCA aplicado a la av. La Florida y pasajes aledaños, en el distrito de San Jerónimo-Cusco. Tesis. Perú: Universidad Católica de Santa María, 2019. 419 pp. Disponible en:

<http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/9090>

ARÉVALO. 2009. Rehabilitación de pavimentos rígidos en base al estudio de la carretera Taija –Potosí. Potosí : s.n., 2009. 100 pp. Disponible en:

<https://core.ac.uk/download/pdf/337285088.pdf>

BALCAZAR, James y LUQUE, Marleny. Diseño de pavimento rígido para mejorar la transitabilidad de av. Miguel Grau, tramo Jr., San Martin de Porres, 2020. Tesis (Ingeniería Civil). Perú: Universidad César Vallejo. 2021. 110 pp. Disponible en:

<https://hdl.handle.net/20.500.12692/59603>

BRAVO, Carlos y CARBALLO, Bernabé. Diseño de espesores de pavimento rígido de 3.9 km de carretera, del tramo Esquipulas- las colinas por el método AASHTO 93. Tesis (Ingeniería Civil). Nicaragua: Universidad nacional de ingeniería, 2015. 82 pp. Disponible en:

<http://ribuni.uni.edu.ni/1803/>

CASTRO, María, CASTRO, Luis y CASTRO, Prissila. Aplicación práctica del método AASHTO 93 para el diseño de pavimento rígido. Rev. Polo del conocimiento [en línea]. 2020, vol.5, n.9. [fecha de consulta: 5 de mayo de 2021]. Disponible en:

<http://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es>

CALLA, Efraín. Pavimentación de los jirones Achaya, Manco Cápac, Conde de Lemus, Arica y Puno de la municipalidad Distrital de Camica-Azangaro. Tesis (Ingeniería Civil) Perú: universidad nacional del altiplano. 2015. 169 pp. Disponible en:

<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/1862>

CHIPIA, Joan. 2012. Técnicas e instrumentos de recolección de datos. s.l. : Universidad De Los Andes, 2012. 26pp. Disponible en:

<https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/7886/Torres%20Diaz%20Merly%20Luz.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CORDOVA, Karen y CRUZ, Lesly. Diseño Estructural de Pavimento Rígido utilizando el método AASHTO 93, de la av. Ramón Castilla, en el distrito de Chulucanas-Morropón-Piura 2019. Tesis (Ingeniería Civil). Perú: universidad César Vallejo. 2020. 44 pp. Disponible en:

<https://hdl.handle.net/20.500.12692/55763>

DANEL, Octavio. 2015. Población. Muestra. Técnicas e instrumentos de recopilación de información. La Habana: Universidad de Ciencias Médicas de La Habana, 2015. 28pp. Disponible en:

<https://corladancash.com/wp-content/uploads/2019/03/Metodologia-de-la-investigacion-Naupas-Humberto.pdf>

DZUL, Marisela. Aplicación básica de los métodos científicos. s.l.: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. 40pp. Disponible en:

<https://www.rua.unam.mx/portal/recursos/ficha/78577/aplicacion-basica-de-los-metodos-cientificos-diseno-no-experimental>

ESPINOZA, Leonora. 2016. Universo, Muestra y Muestreo. Honduras: Unidad de Investigación Científica, 2016. 15pp. Disponible en:

<http://www.bvs.hn/Honduras/UICFCM/SaludMental/UNIVERSO.MUESTRA.Y.MUESTREO.pdf>

ESPINOZA, Tulio. 2016. "Determinación y Evaluación del nivel de incidencia de las patologías del concreto en los pavimentos rígidos de la Provincia de Huancabamba, departamento de Piura". Piura: s.n., 2016. 40PP. Disponible en:

<https://docplayer.es/210903842-Facultad-de-ingenieria.html>

FONTALBA, Erwin. 2015. Diseño de un pavimento alternativo para la avenida circunvalación sector guacamayo 1ª etapa. Valdivia - Chile: s.n., 2015. 60pp.

Disponible en:

http://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/UNFV/3207/UNFV_RAMOS_AQUINO_JERSON_LIVILIER_TITULO_PROFESIONAL_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Giordani y leone. 2016. diseño moderno de pavimentos. 2016. 28pp. Disponible en:

<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2015/bmfcif678d/doc/bmfcif678d.pdf>

GALO, Mario y PERÉZ, Edwin. Diseño de pavimento rígido según la tipología del suelo de los barrios memorial Sandino, jocote dulce, Hialeah etapas II y III utilizando el método de losas cortas. Tesis (Ingeniería Civil). Nicaragua: Universidad nacional de ingeniería, 2016. 122 pp. Disponible en:

<http://repositorio.cnu.edu.ni/Record/RepoUNI1774>

GUERRA, Pedro, GUERRA, Cesar. Diseño de pavimento rígido permeable como un sistema de drenaje urbano sostenible. Rev. De difusión cultural y científica de la universidad la Salle en Bolivia [en línea]. 2020, vol. 20, n.20. [fecha de consulta: 20 de mayo del 2021]. Disponible en:

http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2071-081X2020000200008&script=sci_arttext

HERRERA, Wilber. 2018. Diseño de un pavimento rígido para la calle 34 entre carreras 6 y 9, en el barrio el Porvenir, Municipio de Quipbé. bogotá : s.n., 2018. 38pp.

Disponible en:

<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/20471/Herrera%20Burgos%20Wilber%20Alberto%202018.pdf?sequence=1>

IRIGOIN. 2018. Comparación entre los métodos Aastho 93 y el instituto del asfalto para optimizar el diseño de pavimento flexible en el AA.HH. San Lorenzo - José Leonardo Ortiz-Chiclayo-Perú. LIMA : s.n., 2018. 25pp. Disponible en:

<https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/2515672>

LOPEZ, Jennifer y PARRALES, Darwin. Diseño geométrico y propuesta de una estructural de pavimento rígido, en un tramo de vía de 500 M de Bo Frawley D-III del municipio de Managua, aplicando el método AASHTO 93 y el software WINPASS 1.0.4. Tesis (Ingeniería Civil) Nicaragua: Universidad nacional autónoma de Nicaragua, 2016. 208 pp. Disponible en:

<http://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/3701>

MACEA, Luis Fernando, MORALES, Luis y MÁRQUEZ, Gabriel. 2016. A Pavement Management System Based on New Technologies for Developing Countries. Canadá : s.n., 2016. 56pp. Disponible en:

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S140577432016000200223&script=sci_abstract&tlng=en

MENDOZA, Edgar. Relación entre los métodos de diseño de pavimentos empírico mecanístico AASHTO 93 y SHELL para determinar la vida útil del pavimento. Tesis (Ingeniería Civil) Perú: Universidad Ricardo Palma. 2019. 229 pp. Disponible en:

<https://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/2800>

MONTEJO, Alfonso. 2006. Ingeniería de Pavimentos. 2006. 45pp. Disponible en:

https://www.academia.edu/22782711/Ingenieria_de_pavimentos_Alfonso_Montejo_Fonseca

MORALES. 2005. Técnicas de rehabilitación de pavimentos de concreto utilizando sobre capas de refuerzo. 2005. 79pp. Disponible en:

https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1343/ICI_129.pdf

OCHOA. 2015. Estudio geotécnico De Suelos Para Diseñarla Estructura Del Pavimento De La Carretera Ticac-Candarave, Tramo Aricota_Kilahuani (Km 146+500_Km151+500). Tacna: s.n., 2015. 59pp. Disponible en:

<http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/2807>

OSUNA, Rafael. 2015. Propuesta para la implementación de un sistema de administración de pavimentos para la red vial de la ciudad de Mazatlán, Mazatlán: s.n., 2015. 79pp. Disponible en:

https://repositorio.unam.mx/contenidos?c=Bd0bnQ&d=false&q=*&i=2&v=1&t=search_0&as=0

OSPINA, Janette. Diseño Estructural de Pavimento rígido de las vías urbanas en el municipio de Espinal- departamento de Tolima. Tesis (Ingeniería Civil) Colombia: universidad cooperativa de Colombia, 2018. 85 pp. Disponible en:

<https://repository.ucc.edu.co/handle/20.500.12494/7482>

PACCO, Juan. 2016. “Efecto de la adición de cal en la resistencia a la compresión de un concreto”. Universidad Nacional del Altiplano – Puno. Disponible en:

<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/3677>

PACHECO, F., CHRIST, R., GIL, A. 2016. “SEM and 3D microtomography application to investigate the distribution of fibers in advanced cementitious composites”. SCIELO. Disponible en:

<https://www.scielo.br/j/riem/a/MNPQX3N9Z6ZZ3DxTjDjxmff/?format=pdf&lang=en>

PACHECO, Fernanda, CHRIST, Roberto, FONSECA, Bernardo. 2017. “Effects of fiber hybridization in advanced cementitious composites durability in humid and aggressive environments”. SCIELO. 24pp. Disponible en:

<https://www.scielo.br/j/rmat/a/43RYLpjgvnMQYyfrYMvKjD/?lang=en>

PEREZ, Luis. 2016. “Evaluación visual de fisuras tempranas en las losas de pavimento rígido MR41 en la variante del Municipio de Urrao”. Universidad Militar Nueva Granada. 35pp. Disponible en:

<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/15731/PerezAlcalaLuisAndres2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

PORTA. 2016. Evaluación y comparación de metodologías índice de condición de pavimento (pci) y visión e inspección de zonas e itinerarios de riesgo (vizir) en la avenida Mariscal Castilla tramofundo el Porvenir – La Victoria. La Victoria-Lima : s.n., 2016. 78pp. Disponible en:

<https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/432>

PRAKASH, R., THENMOZHI, R., RAMAN, N. 2019. “Fibre reinforced concrete containing waste coconut shell aggregate, fly ash and polypropylene fibre”. Universidad de Antioquia, escuela de Ing. Civil. SCIELO. Disponible en:

<https://docplayer.es/amp/208422008-Revision-de-la-resistencia-a-la-compresion-del-concreto-incorporando-variedades-de-adiciones-de-fibras.html>

QUIÑONES, Kori. 2017. Diagnóstico y diseño vial del pavimento 2017. Huancayo: s.n., 2017. 65pp. Disponible en:

<https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/265/KORI%20QUINONES%20PAUCAR.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

REBAZA, Flor. 2018. Análisis técnico – económico del diseño con método AASHTO y el diseño con uso de Geomalla Multiaxial en el pavimento rígido de la vía de Evitamiento norte, entre el jr. Carlos Malpica y la av. hoyos rubio – Sector 10 San Antonio, Provincia Cajamarca-Cajam. Cajamarca: s.n., 2018. 75pp. Disponible en:

<https://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/2564>

REYES, Oscar, MEJIA Marcela y USECHE, Juan. Técnicas de inteligencia artificial utilizadas en el procesamiento de imágenes y su aplicación en el análisis de pavimento

rígido. Tesis (Ingeniería Civil) Colombia: publicación semestral de carácter técnico-científico. 2019. 207 pp. Disponible en:

<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/1862>

REYES, Junior. 2018. Determinación y evaluación de las patologías en la capa de rodadura del pavimento rígido de la avenida Pampa Alegre cuadras 1 , 2 y 3 – distrito de San Miguel del Faique – provincia de Huancabamba – departamento de Piura - marzo 2017. PIURA: s.n., 2018. 55pp. Disponible en:

http://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/123456789/2187/PAVIMENTOS_PATOLOGIAS_REYES_CASTILLO_JUNIOR_YAGIMAR.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ROMO, Miguel. 2016. Pavement Evaluation and Maintenance Decisions Based on Fuzzy Inference Systems. WASHINGTON: s.n., 2016. 25pp. Disponible en:

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/55763/B_C%C3%B3rdova_FKY-Cruz_PLR-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

SALAS, Natalia y SOSSA, Andrés. Diseño de pavimento rígido de las vías de inspección de policía del municipio de playa Arica del municipio de San Antonio. Tesis (Ingeniería Civil) Colombia: universidad cooperativa de Colombia, 2019. 73pp. Disponible en:

<https://repository.ucc.edu.co/handle/20.500.12494/16341>

SANCHEZ, Melissa. Incidencia de las patologías del concreto en la obtención del índice de integridad funcional y estructural del pavimento rígido de la av. San Martín de Porres, entre la av. Atahualpa y jr. Los geranios, de la ciudad de Cajamarca. Tesis (Ingeniería Civil) Perú: universidad nacional de Cajamarca. 2018. 68 pp. Disponible en:

<https://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1837>

SANCHEZ, Alejandro. Diseño de pavimentos empleando el método AASHTO 93 para el mejoramiento de la carretera Ayacucho – Abancay. Tramo: Ayacucho km. 0+000 – km. 50+000. Tesis (Ingeniería Civil) Perú: universidad nacional Federico Villareal. 2019. 62 pp. Disponible en:

<http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/3306?show=full>

SOTOMAYOR, Fernando. Sensibilización de los parámetros utilizados en el diseño de pavimento rígido por la guía empírico-mecanicista de diseño de pavimentos GEMDP AASHTO 2008. Tesis (Ingeniería Civil). Chile: universidad técnica Federico santa María. 2017. 177 pp. Disponible en:

<http://hdl.handle.net/11673/22662>

ZAMBRANO, Wilmer. Diseño estructural de pavimentos [en línea]. Ecuador: universidad técnica de Machala, 2016 [fecha de consulta: 06 de junio del 2021].

Disponible en: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/6744>

ISBN: 978-9978-316-31-3

ANEXOS

ANEXO 01

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

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 “Diseño Estructural de Pavimento Rígido aplicando el Método AASHTO 93 en la Calle Tarapacá, Distrito de Chulucanas - 2021.”, a cargo de los jóvenes Sharon Estefany Madrid Duque y Alonso Portilla Torres, dando fe la idoneidad del mismo para alcanzar los objetivos de investigación planteados.

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	

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



Ing. Lucio Sigifredo Medina Carbajal

CIP: 76695

ANEXO 02

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
Diseño de pavimento rígido	Diseño conformado principalmente por una losa de concreto colocado sobre la subrasante la cual tiene doble función de proporcionar las características tanto estructurales como funcionales. López (Palacio 2017)	Diseños basados en estudios con el fin de determinar la capacidad admisible para identificar espesores de capas	Losa de concreto, base. Subrasante Transitabilidad	Cálculo de espesores. Condición de estabilidad Flujo de vehículos	Nominal Nominal Nominal

ANEXO 03

MATRIZ DE CONSISTENCIA













“Diseño de Pavimento rígido empleando el método AASHTO 93 en la Calle Tarapacá, Distrito de Chulucanas, Provincia Piura 2021”

PROBLEMA GENERAL Y ESPECÍFICOS.	OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS GENERAL Y ESPECÍFICAS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>-Problema General: ¿Cuál es el diseño estructural del pavimento rígido empleando el método AASHTO 93 en la Calle Tarapacá, Chulucanas, Piura-2021?</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 de pavimento rígido?</p>	<p>-Objetivo General: Determinar el diseño estructural de pavimento rígido aplicando el método AASHTO 93 en la calle Tarapacá, distrito de Chulucanas.</p> <p>-Objetivos específicos: Definir los tipos de transitabilidad vehicular de la calle Tarapacá – Distrito de Chulucanas Determinar el CBR de la subrasante en la calle Tarapacá – Distrito de Chulucanas. Determinar los espesores de cada capa de pavimento rígido en la calle Tarapacá – Distrito de Chulucanas.</p>	<p>-Hipótesis general: El método AASHTO 93 influirá considerablemente en el diseño de pavimento rígido en la Calle Tarapacá-Piura.</p> <p>-Hipótesis específica: El método AASHTO 93 influirá considerablemente en la transitabilidad vehicular en la calle Tarapacá – Distrito de Chulucanas El método AASHTO 93 influirá considerablemente en la capacidad de soporte de la sub-rasante. El método AASHTO 93 influirá considerablemente en los espesores de cada capa de pavimento rígido en la Calle Tarapacá, Chulucanas</p>	<p>Diseño de pavimento rígido</p>	Losa de concreto, base	Cálculo de espesores	<p>Tipo: descriptivo Enfoque: cuantitativo Diseño: no experimental-transversal Técnica e instrumentos: observación y fichas de observación, ábacos de gráficos, análisis de tráfico, análisis de suelo.</p>
				Subrasante	Condición de estabilidad	
				Transitabilidad	Flujo de vehículos	

ANEXO 04: Anexo de mi primer objetivo específico

Instrumento de evaluación

Clasificación Vehicular

 Ministerio de Transportes y Comunicaciones					 FORMATO Nº 1						
FORMATO DE CLASIFICACIÓN VEHICULAR ESTUDIO DE TRÁFICO											
TRAMO DE LA CARRETERA					ESTACION						
SENTIDO		O ←			E →			CÓDIGO DE LA ESTACION			
UBICACIÓN					DIA Y FECHA						
DIA		1									
HORA	SENTIDO	MOTO TAXI	AUTO	STATION WAGON	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										
00-01	E										
01-02	O										
01-02	E										
02-03	O										
02-03	E										
03-04	O										
03-04	E										
04-05	O										
04-05	E										
05-06	O										
05-06	E										
06-07	O										
06-07	E										
07-08	O										
07-08	E										
08-09	O										
08-09	E										
09-10	O										
09-10	E										
10-11	O										
10-11	E										
11-12	O										
11-12	E										
12-13	O										
12-13	E										
13-14	O										
13-14	E										
14-15	O										
14-15	E										
15-16	S										
16-17	O										
16-17	E										
17-18	O										
17-18	E										
18-19	O										
18-19	E										
19-20	O										
19-20	E										
20-21	O										
20-21	E										
21-22	O										
21-22	E										
22-23	O										
22-23	E										
23-24	O										
23-24	E										
PARCIAL:											
ENCUESTADOR :							ING. RESPONS:				

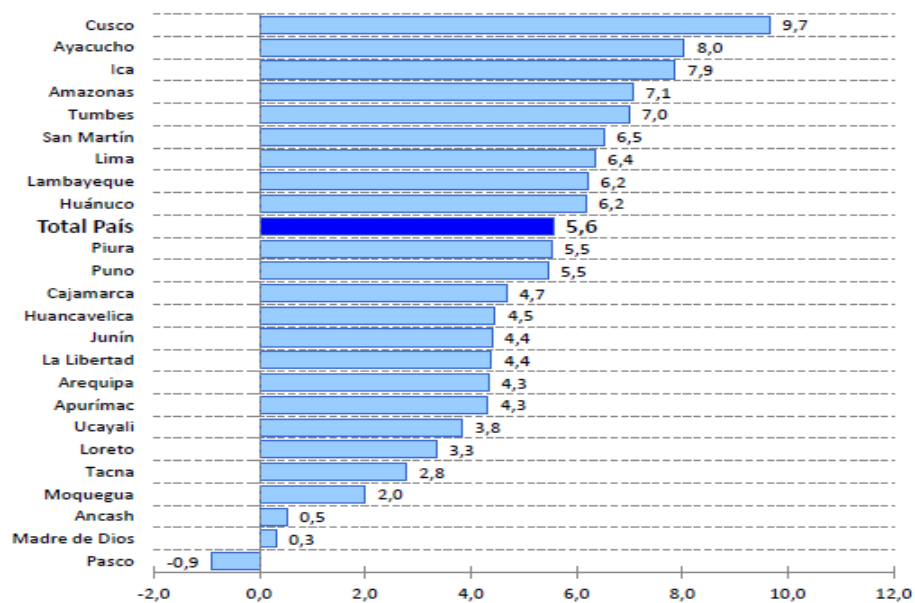
Fuente: Ministerio de transportes y Comunicaciones

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

Índice de Serviabilidad Inicial, Índice de Serviabilidad Final o Terminal Diferencial de Serviabilidad

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (Pi)	INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL O TERMINAL (Pt)	DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD (Δ PS)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P1}	150,001	300,000	4.10	2.00	2.10
	T _{P2}	300,001	500,000	4.10	2.00	2.10
	T _{P3}	500,001	750,000	4.10	2.00	2.10
	T _{P4}	750 001	1,000,000	4.10	2.00	2.10
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	4.50	3.00	1.50
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	4.50	3.00	1.50
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	4.50	3.00	1.50
	T _{P15}	>30'000,000		4.50	3.00	1.50

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

Valores recomendados de nivel de confiabilidad y desviación estándar

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (ZR)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P0}	100,000	150,000	65%	-0.385
	T _{P1}	150,001	300,000	70%	-0.524
	T _{P2}	300,001	500,000	75%	-0.674
	T _{P3}	500,001	750,000	80%	-0.842
	T _{P4}	750,001	1,000,000	80%	-0.842
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	85%	-1.036
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	85%	-1.036
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	85%	-1.036
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	90%	-1.282
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	90%	-1.282
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	90%	-1.282
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	90%	-1.282
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	90%	-1.282
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	90%	-1.282
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	90%	-1.282
	T _{P15}	>30'000,000		95%	-1.645

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

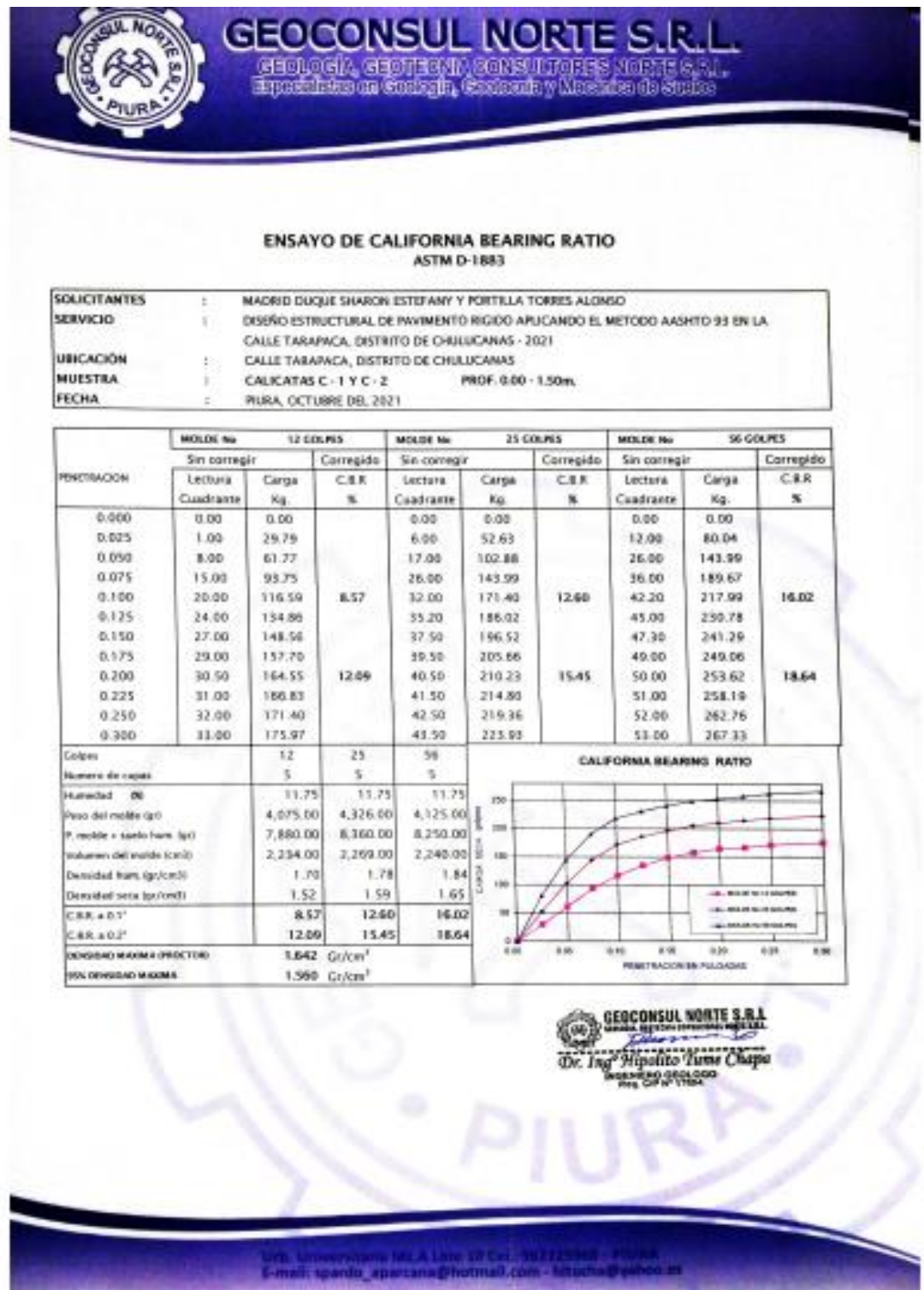
Resistencia de concreto según rango de tráfico

RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RESISTENCIA MÍNIMA A LA FLEXTORCIÓN DEL CONCRETO (MR)	RESISTENCIA MÍNIMA EQUIVALENTE A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO (F'c)
≤ 5'000,000 EE	40 kg/cm ²	280 kg/cm ²
> 5'000,000 EE ≤ 15'000,000 EE	42 kg/cm ²	300 kg/cm ²
> 15'000,000 EE	45 kg/cm ²	350 kg/cm ²

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

ANEXO 06: Anexo de mi segundo objetivo específico

Ensayo de CBR



Fuente: Ensayo de Laboratorio de mecánica de Suelos.

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.

ANEXO 07: Anexos de mi tercer objetivo específico

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

Ecuación módulo resiliente efectivo del suelo

$$Mr (psi) = 1500 \times CBR$$

$$Mr (psi) = 1500 \times 17.5$$

$$Mr (psi) = 26250$$

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

Ecuación módulo elasticidad de la base

$$Mr (mpa) = 17.6 \times CBR^{0.64}$$

$$Mr (mpa) = 17.6 \times 80^{0.64}$$

$$Mr (mpa) = 290.74$$

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

Porcentaje de confiabilidad (Zr)

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:

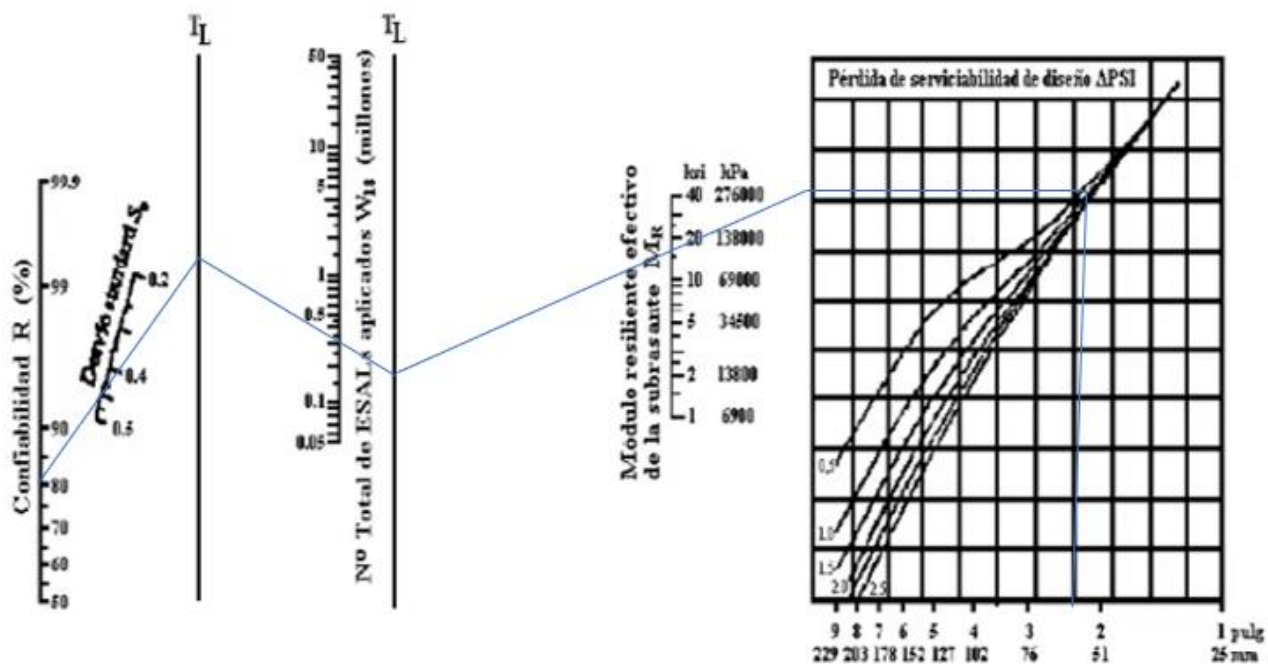
$P_t = 2.5$ o más para caminos muy importantes

$P_t = 2.0$ 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

Rangos de factores de pérdida de soporte

Tipo de material	Módulo de elasticidad ó módulo resiliente [psi]	Factor de pérdida de soporte
Base granular tratada con cemento	1,000,000 – 2,000,000	0.0 – 1.0
Mezclas de agregado con cemento	500,000 – 1,000,000	0.0 – 1.0
Base tratada con asfalto	350,000 – 1,000,000	0.0 – 1.0
Mezclas bituminosas estabilizadas	40,000 – 300,000	0.0 – 1.0
Limo estabilizado	20,000 – 70,000	1.0 – 3.0
Material granular	15,000 – 45,000	1.0 – 3.0
Subrasante natural	3,000 – 40,000	2.0 – 3.0

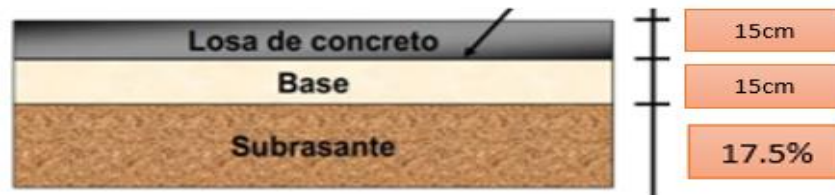
Fuente: Manual de carreteras- Suelos, geología, geotecnia y pavimentos

Catálogo de estructuras de pavimento rígido sin pasadores y bermas de concreto y para un factor J = 3.8. Periodo 20 años

EE		Tp0	Tp1	Tp2	Tp3	Tp4
		75,001-150,000	150,001-300,000	300,001-500,000	500,001-750,000	750,001-1'000,000
CBR% < 6%	MR < 185PCI (52MPa/m)					
> 6% CBR < 10%	> 185PCI (52MPa/m) < 223PCI (63MPa/m)					
> 10% CBR < 20%	> 223PCI (63MPa/m) < 279PCI (79MPa/m)					
> 20% CBR < 30%	> 279PCI (79MPa/m) < 373PCI (105MPa/m)					

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

Figura 5: Espesores del pavimento rígido



Fuente: Elaborado por los propios autores

ANEXO 08:

PANEL FOTOGRÁFICO

Descripción: Pavimento estudiado en mi proyecto de investigación.

Imagen N° 01



Imagen N° 02



Imagen 3: Conteo de tráfico



Imagen N° 04: Conteo de tráfico



Fuente: Elaborado por los propios autores