



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Diseño Estructural del Pavimento Rígido para el Mejoramiento de la Avenida Manantay, Región Ucayali, 2021.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

AUTORES:

Huillcas Galindo, Solansh Estefany (ORCID: 0000-0001-6686-9719).

Miranda Luque, Juan Carlos (ORCID: 0000-0002-8882-2118).

ASESOR:

Mgtr. Sigüenza Abanto, Robert Wilfredo (ORCID: 0000-0001-8850-846).

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2021

Dedicatoria

A Dios por darme siempre las fuerzas para continuar, a mi hermano mayor Dennis Huillcas Galindo, que desde el cielo me cuida, a mis padres por darme la vida y enseñarme a luchar cada día para lograr mi objetivo.

A mis padres Reyna Luque, Juan Miranda y hermanos, quienes siempre me han apoyado en todo momento y brindado siempre motivación. Sin ellos no podría haber culminado mi carrera. Dedico con mucho amor esta investigación.

Agradecimiento

A la Universidad Cesar Vallejo por permitirme cumplir mis metas, al Mgtr. Sigüenza Abanto, Robert Wilfredo por haberme guiado en este camino para culminar esta tesis.

A Dios por darme la vida, por permitir que todo esto sea posible y a todos los docentes que han pasado por mi camino universitario, gracias por todas las clases enseñadas.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	36
3.1 Tipo y diseño de investigación	37
3.2 Variables y operacionalización	37
3.3 Población, muestra, muestreo, unidad de análisis	39
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	39
3.5 Procedimientos.....	40
3.6 Método de análisis de datos.....	51
3.7 Aspectos éticos.....	51
IV. RESULTADOS.....	52
V. DISCUSIÓN	78
VI. CONCLUSIONES	80
VII. RECOMENDACIONES	82
REFERENCIAS.....	84

ANEXOS	88
--------------	----

Índice de tablas.

Tabla 1 Calicatas según carriles.....	15
Tabla 2 Tipo de Tráfico.....	19
Tabla 3 Tipos de subrasante.....	20
Tabla 4 Período	23
Tabla 5 Confiabilidad y Zr.....	25
Tabla 6 Condiciones del diseño.....	26
Tabla 7 Factores confiables.....	27
Tabla 8 Serviciabilidad (Pt).....	28
Tabla 9 CBR mínimos.....	30
Tabla 10 Drenaje- Condiciones	32
Tabla 11 Pérdida Soporte.....	33
Tabla 12 Operacionalización de variables.....	38
Tabla 13 Calicatas.....	38
Tabla 14 Ensayos C.B.R. ASTM -Valores De Soporte de la subrasante.....	59
Tabla 15 Variación porcentual del PBI de Ucayali	67
Tabla 16 Serviciabilidad	70
Tabla 17 Resistencia según EE.....	72
Tabla 18 Transferencia de carga.....	72
Tabla 19 Correlaciones del Módulo de Resiliencia.....	73
Tabla 20 Soporte LS	74
Tabla 21 Pasadores de acero.....	76

Índice de figuras.

Figura 1 Componentes.....	10
Figura 2 Reacción subrasante.....	29
Figura 3 Factor de crecimiento	43
Figura 4 Ejes.....	44
Figura 5 Ábaco en pavimentos rígidos.....	47
Figura 6 Barras de unión (12mm.).....	49
Figura 7 Barras de unión (16mm.)	49
Figura 8 Número de fisuras transversales	51
Figura 9 Población Manantay.....	53
Figura 10 Macro Localización.....	54
Figura 11 Micro Localización.....	55
Figura 12 Puntos de evaluación.....	69
Figura 13 Resumen de cálculos.....	75

Resumen

La siguiente tesis con el tema “DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RIGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA AVENIDA MANANTAY, REGION UCAYALI, 2021”, fue realizado con el fin de diseñar la avenida Manantay y proyectar una adecuada vía de tránsito para contribuir con la economía de la región.

Posee un enfoque cuantitativo - Metodología Tipo Aplicada (1Km de muestra); se realizaron pruebas de estudios de suelo, tráfico y determinación de ESAL, consiguiéndose así determinar las propiedades in situ del proyecto. Asimismo, se utilizó diferentes manuales como: AASHTO93, Carreteras del Perú y Reglamento Nacional de Vehículos. Además, los estudios muestran que la losa del pavimento debe ser de 20 cm. y una subbase de 15 cm. Considerados a partir de que la subrasante tenía un CBR natural en promedio de 2.7, se debe cambiar el suelo por uno de préstamo con características de soporte con un CBR mínimo de 10%.

Por consiguiente, en los capítulos desarrollados se expone el procedimiento del diseño, cumpliendo las normas y considerando manuales para su desarrollo, con el fin de garantizar con precisión los datos obtenidos y dar solución al problema. Lo más recomendable es hacer estudios de cantera con el fin de encontrar la idoneidad del suelo a reemplazar en la sub rasante toda vez que este tiene un CBR muy bajo, y debe ser reemplazado. Asimismo, utilizar algún tipo de tratamiento para evitar complicaciones al pavimento, como geomallas que impermeabilicen el suelo, la incorporación de este material ayudaría a aumentar la resistencia de la sub rasante.

Palabras clave: Pavimento rígido, diseño, sub rasante

Abstract

The following investigation with the title "STRUCTURAL DESIGN OF THE RIGID PAVEMENT FOR THE IMPROVEMENT OF THE MANANTAY AVENUE, UCAYALI REGION, 2021", is for design the Manantay Avenue and project an adequate transit route to Contribute to the regional economy.

It has a quantitative approach - Applied Type Methodology (1Km of sample); Soil, traffic and ESAL study tests were carried out, thus achieving the determination of the project's in situ properties. Likewise, different manuals were used such as: AASHTO93, Peruvian Highways and National Vehicle Regulations. Furthermore, studies show that the paving slab should be 20 cm. and a subbase of 15 cm. Considering that the subgrade had an average natural CBR of 2.7, the floor should be changed for a loan with support characteristics with a minimum CBR of 10%.

Therefore, in the developed chapters the design procedure is exposed, complying with the standards and considering manuals for its development, in order to guarantee the data obtained with precision and solve the problem. The most advisable thing is to do quarry studies in order to find the soil suitability to be replaced in the subgrade since it has a very low CBR, and must be replaced. Likewise, using some type of treatment to avoid complications to the pavement, such as geogrids that waterproof the ground, the incorporation of this material would help increase the resistance of the subgrade.

Keywords: Rigid pavement, design, subgrade

I. INTRODUCCIÓN

En el sector de Infraestructura Vial siempre ha existido una problemática de déficit de conectividad y también el desinterés por culminar una carretera en donde ya se empezaron los trabajos, ya que eso genera atraso y que el país no se desarrolle.

Actualmente, en el Perú existen bastantes carreteras y también pavimentos que poseen una mala calidad y no están óptimas para los vehículos. Asimismo, hay que considerar los factores climáticos del lugar y la cantidad de vehículos que aumenta anualmente.

En Ucayali, la industria maderera ha venido teniendo auge durante mucho tiempo en esta zona del país, y a pesar de haber sido catalogada como una actividad depredadora, que genera contaminación y aporte al calentamiento global, contribuye significativamente a la economía de la región. Al ser una actividad muy dinámica, ésta necesita de cadenas de comercialización las cuales incluyen vías de transporte que hagan que el desarrollo de la actividad sea adecuado y aporte de manera significativa al desarrollo económico local. Es en esta parte que se observa la deficiencia en las vías de tránsito de los vehículos que transportan la madera en bruto que llega por el río hasta el puerto del distrito de Manantay, generando por un lado, demoras considerables relacionadas a las deficientes condiciones de las vías, y en segundo lugar el deterioro mecánico de los vehículos que muchas veces han generado accidentes de tránsito fatales por desperfectos mecánicos muchas veces atribuidos a la malas condiciones de las vías.

La Avenida Manantay destaca un papel importante, porque compone la unión relacionado al sector terrestre-fluvial favoreciendo al comercio. Pero, lamentablemente por la falta de condiciones adecuadas de la vía el tránsito es lento, se genera contaminación a la población por sólidos en suspensión, y deterioro de los vehículos que transitan regularmente por esa zona.

El área de la avenida Manantay objeto de estudio tiene una extensión de 2.62 km, y en su conformación es de material afirmado el cual recibe un limitado mantenimiento debido posiblemente a problemas de índole de gestión pública o desconocimiento de las autoridades. Sin embargo, esta vía es muy importante porque atiende principalmente al transporte de madera que desembarcan en el Astillero Pacífico, Puerto Cabrera entre otros. Pero lamentablemente por la falta de condiciones adecuadas de la vía el tránsito es lento, se genera contaminación a la población por sólidos en suspensión, y deterioro de los vehículos que transitan regularmente por esa zona.

Por las consideraciones antes mencionadas, es importante la realización de los estudios que permitan construir una vía pavimentada y así lograr una transitabilidad viable, reducir la contaminación y evitar el deterioro de vehículos. Además, con la ejecución de la pavimentación se brindará un estatus de vida mejorada, contribuyendo también a la mejora paisajística del área, impulsando el comercio y elevando el costo de las edificaciones y/o terrenos que en esa se asientan.

El **Problema General** es el siguiente: ¿Cuál será el diseño adecuado del pavimento rígido para el mejoramiento de la avenida Manantay, región Ucayali, 2021?

La justificación de la Investigación se centra en diseñar y evaluar el pavimento de la Avenida Manantay, es decir, responder de manera adecuada la acción de cargas, características óptimas para un pavimento rígido que pudiera ser ejecutado a lo largo del kilómetro estudiado (progresiva 0+000 al 1+000), en ese interín se utilizará la metodología, AASHTO93 y el Reglamento de Carreteras, considerando que brinda parámetros fundamentales a fin de obtener el diseño correspondiente, se realizarán estudios topográficos, análisis del tráfico, ensayos de mecánica de suelos del lugar para obtener toda la información necesaria, comportamiento de losas y análisis (esfuerzos - deformaciones), entre otros.

Nuestro **Objetivo General** es el siguiente: Determinar el diseño adecuado del pavimento rígido en la avenida Manantay, región Ucayali, 2021.

Los **Objetivos Específicos** son:

- Ejecutar un estudio de tráfico, conteo vehicular en la avenida Manantay, región Ucayali, 2021.
- Realizar un estudio topográfico en la avenida Manantay, región Ucayali, 2021.
- Identificar las características del suelo y la subrasante en la avenida Manantay, región Ucayali, 2021.

II. MARCO TEÓRICO

En dicha indagación, se puede apreciar que este problema se encuentra en todos los sitios del planeta.

Antecedentes nacionales:

Calla, E. (2015). En su tesis “Pavimentación de los jirones Achaya, Manco Cápac, Conde de Lemus, Arica y Puno de la municipalidad distrital de Caminaca-Azángaro” propuso realizar un pavimento rígido evaluado con dos métodos, el ASSTHO 93 y PCA para los jirones Achayacon (longitud = 76.00m), Manco Capac (longitud = 71.00m), Conde de Lemus (longitud = 187.00m), Arica (longitud = 70.00m) y Puno (longitud = 79.00m), que ascienden a un total de 483.00 metros, considerándose para el diseño un ancho de vía promedio de 7.8 metros. Propuso el investigador para el diseño, un concreto hidráulico $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, y veredas de concreto frotachado coloreado con una resistencia de $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$.

Vega, D. (2018). En su tesis denominada: “Diseño de los pavimentos de la carretera de acceso al Nuevo Puerto de Yurimaguas (KM 1+000 A 2+000)”, tuvo como objetivo diseñar dos tipos de pavimentos (flexible y rígido) para lo cual utilizó el método AASHTO y la del instituto del asfalto IA. Para el diseño del pavimento flexible. Y los métodos AASHTO y PCA para el diseño del pavimento rígido. Este estudio tuvo su finalidad última en hacer una comparación de costos entre los dos pavimentos considerados mediante el uso de 3 metodologías (AASHTO, IA, PCA), teniendo como resultado que la pavimentación de la vía sería menos costosa utilizando el pavimento flexible. Del diseño de pavimento rígido se obtuvo como resultado, un grosor (base: 15 cm), grosor (losa: 24 cm), por lo que se eligió esta alternativa como la más óptima del pavimento rígido.

Huancoco, H. (2016). En su tesis: “Estudio y diseño del pavimento rígido en la av. Perú de la ciudad de Juliaca, tramo I Jr. Mantaro – Jr. Francisco Pizarro”. Tuvo como finalidad determinar los espesores idóneos para un pavimento rígido y que a su vez esta tenga menores costos de ejecución, cumpla con su tiempo proyectado y buscar canales para que se convierta en una para la realización de los estudios definitivos. Los métodos utilizados en la investigación fueron las propuestas por la Portland Cement Association (PCA) edición 1984 y American Association Of State

Highway And Transportation Officials (AASHTO) versión de 1993. Considerados en el estudio por ser las más utilizadas en diseño de infraestructura vial en el Perú. Los resultados del diseño mostraron como espesores finales una losa de concreto 20.00 cm. promediados de los resultados calculados para los dos métodos (AASHTO 1993 y PCA 1984), sub base de 20.00 cm. y una sub rasante de 30.00 cm.

Ayasta, W. (2018). En su tesis: "Diseño del pavimento rígido y sistema de drenaje pluvial para el casco urbano del distrito de Monsefú, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, 2018". Utilizó el método de la *American Association Of State Highway And Transportation Officials* (AASHTO) versión de 1993 para los fines del estudio, concluyendo que el Índice medio diario hallado es de 4142 vehículos por día. Así mismo, el número de ejes equivalentes de diseño es de 213977.25 EE, por lo que el ESAL se encontraba dentro del tipo TP1 (camino de bajo tráfico). Del estudio de mecánica de suelos, se determinó que el material de la sub rasante era una arcilla A-6 (12) según clasificación AASHTO y el CBR de diseño fue de 5.08 % clasificando la sub rasante como regular. Los espesores calculados para el pavimento rígido fueron de 20 cm. de losa y 20 cm. de sub-base granular.

Mayta, J. (2019). En su tesis denominada: "Diseño de estructura de pavimento rígido para mejoramiento de principales vías de la UU.VV. Pochococota en la provincia de Andahuaylas – región Apurímac". Utilizó el método de PCA, para la ejecución de su estudio, cuyas variables de diseño que incluyó fueron: Espesor, tráfico (ejes equivalentes), propiedades del concreto (módulos de ruptura y elasticidad), transferencia de carga, resistencia de la subrasante (módulo de reacción), confiabilidad (confiabilidad y desviación estándar) y drenaje. Los resultados obtenidos en la tesis muestran que para el módulo de diseño del concreto (MD), se obtuvo un valor de $MD = 23.10 \text{ kg/cm}^2$, y dicha losa tiene un grosor de concreto $e = 20 \text{ cm}$ y un espesor de la sub base, base + sub base = 40 cm.

Antecedentes internacionales:

Pérez, R. (2010). En su tesis titulada: “Diseño del pavimento rígido del camino que conduce a la aldea el Guayabal, municipio de Estanzuela del departamento de Zacapa”. Planteó utilizar el sistema de medición topográfica por la planimetría y altimetría, esto definió una longitud de 5755 m. de largo y un ancho de 6.0 m., luego procedió a muestrear la sub-rasante y conocer sus propiedades por medio de los ensayos de laboratorio de mecánica de suelos. En el diseño se utilizó el método simplificado PCA, obteniendo como resultados un espesor de losa $e = 15$ centímetros y bordillos de 15 x 10 cm. y un bombeo pluvial del 2%.

Mora, A. y Arguelles, C. (2015). En su tesis denominada: “Diseño de pavimento rígido para la urbanización Caballero y Góngora, municipio de Honda – Tolima”. realizaron una evaluación de los diferentes métodos utilizados en los diseños de estructuras para pavimentos con lo que pudieron establecer distintas alternativas para el área de estudio propuesto. El método utilizado por los investigadores fue la establecida en “el manual de diseño de pavimento de concretos para vías con bajo, medios y altos volúmenes de tránsito” propuesto por el instituto colombiano de productores de cemento ICPC. Los investigadores realizaron dos tanteos para asumir el espesor de losa el primero a 180 mm el cual no cumplió el análisis de fatiga. El segundo tanto lo realizaron a 268 mm de espesor de losa, cumpliendo esta para los análisis de fatiga y erosión.

Delgado, C.; Rivera, L. (2018). en su investigación denominada: “Propuesta de diseño de pavimento rígido de la vía Virgen de Fátima – Naranjal (Km 11) –Taura”. Utilizaron la norma AASHTO 93 y diseñaron una losa rígida, utilizado como base de estudio para la vía objeto de la investigación, teniendo como resultado en promedio de 125 mm con un largo de 1.8 metros, que es más pequeña respecto de los diseños tradicionales en ese país. Para la fundación la primera capa fue una base clase 1-A con un módulo resiliente de 206 MPa y un espesor $e = 150$ mm y la segunda, una subbase clase 2 con un módulo resiliente de 148 MPa y un espesor $e = 200$ mm.

Ospina, J. (2018). En su tesis: “Diseño estructural de pavimento rígido de las vías urbanas en el municipio del Espinal – departamento del Tolima” tuvo como objetivo,

comprobar diferentes opciones estructurales y modelos de pavimentación utilizados en la actualidad, que garanticen una eficiencia adecuada y durabilidad óptima según las características particulares de la ciudad de Espinal. Obtuvo la investigadora los siguientes resultados: dos dimensiones específicas en el concreto hidráulico, en la base y en el mejoramiento de la subrasante debiéndose usar una capa de geotextil de NT-2500, para aislar el material fino del granular, así mismo se aplicaría la instalación de acero de refuerzo, con parrillas de acero corrugado de 1/2" en dos direcciones en las placas de concreto propuesto, con un grosor de 26 cm la losa hidráulica.

Teorías conceptuales.

Según el Manual de Pautas metodológicas para alternativas técnicas de pavimentos (2015). El pavimento es una estructura multicapa ejecutada en la calzada para aguantar y dispersar el estrés generado por toda la cantidad vehicular y brindar condiciones óptimas de seguridad y bienestar del tráfico. Generalmente está formada de: banda de rodadura, una sub-base y subrasante.

- Banda de rodadura: Capa superficial del pavimento, suele estar hecho de asfalto rígido (hormigón de cemento Portland), flexible o adoquín, y su oficio es apoyar directamente el tráfico. (DGIP – MEF, 2015).
- Sub-Base: Capa debajo de la banda de rodadura, soporta, comparte y transmite los pesos generados por todo tráfico. (CBR> 80%). DGIP – MEF (2015).
- Subrasante: Suelo natural o artificial sometido a carga transmitido por medio de la cubierta principal del esqueleto. (DPN, 2017). La subrasante es el componente fundamental para el diseño del pavimento, por tal motivo cumplir con buenas propiedades de calidad y una buena granularidad, para evitar futuras fallas y obtener buenos resultados. Cabe recordar que cuanto mayor sea el CBR, mayor será el esfuerzo del apoyo generado por los vehículos en la capa base, lo que permitirá disminuir el grosor de la losa. (Delgado, C. & Rivera, L. ; 2018).



Figura 1. Componentes

Fuente: Elaboración Propia.

Distribución de caminos.

Caminos no pavimentados.

Caminos de tierra

Compuestos de terreno nativo, enriquecido de arena seleccionada a través del zarandeo. (MTC - Dirección de Estudios Especiales, 2016).

Caminos de grava (lastrados)

Formados por un manto con material nativo pétreo, escogidos con la mano o zarandeo de extensión límite de 75 mm. (MTC - Dirección de Estudios Especiales, 2016).

Caminos afirmados

Consiste en la cubierta de elementos expuestos en la cantera, puede ser natural o medios mecánicos (agitación) a la dosis especificada, formado por una adecuada combinación de tres materiales: arena y polvo fino, piedra o arcilla, con una extensión límite: 25 mm. (MTC - Dirección de Estudios Especiales, 2016).

Clasificación de carreteras del Perú, en función de la demanda.

Autopistas de primera clase

Presentan un IMDA (índice medio diario anual) superior a 6.000 vehículos / día, y las carreteras están separadas por un separador central mínimo de 6,00 m. Cada carril debe tener dos o más carriles de 3.60 m. El ancho es al menos, con control de acceso total (entrada y salida) para suministrar un flujo factible y sin cruces peatonales. La superficie es pavimentada. (MTC - Dirección de Estudios Especiales, 2016).

Autopistas de segunda clase

Son carreteras con IMDA entre 6.000 y 4.001 vehículos / día, las cuales están separadas por un separador central, que puede variar desde 6,00 m. máximo. Cada carril cuenta con dos o más medios de 3,60 m. el ancho, con controles de acceso parciales (entrada y salida) que permitan un flujo continuo de vehículos; pueden tener pasos a nivel o puntos de paso de vehículos. La superficie es pavimentada. (MTC - Dirección de Estudios Especiales, 2016).

Carreteras de primera clase

Losas rígidas que comprenden un IMDA entre 4.000 y 2.001 vehículos / día, con una calzada de dos carriles de 3,60 m. el ancho. Cuenta con cruces sobre el plano horizontal, se recomienda contar con pasos elevados para peatones en áreas urbanas o, en caso contrario, instalar mecanismos seguros que posibiliten conducir a mayores velocidades, lo cual es más seguro. La superficie de rodadura es pavimentada. (MTC - Dirección de Estudios Especiales, 2016).

Carreteras de segunda clase

El IMDA de estas carreteras es de 2.000 a 400 vehículos / día, con una vía de dos carriles de 3,30 m. Cuenta con cruces vehiculares en el plano horizontal, asimismo, instalar mecanismos seguros que posibiliten conducir a mayores velocidades, lo cual es más seguro. La superficie es pavimentada. (MTC - Dirección de Estudios Especiales, 2016).

Carreteras de tercera clase

Son carreteras con un IMDA de menos de 400 vehículos / día, con una calzada de dos carriles de 3,00 m. En circunstancias especiales, estas vías podrán tener carriles de hasta 2,50 metros y contar con el correspondiente soporte técnico. (MTC-Consejo de Investigaciones Especiales. 2016).

Trocha carrozable

Se trata de carreteras viables que normalmente no alcanzan las propiedades geométricas de las carreteras con IMDA de menos de 200 vehículos / día. La calle debe obtener un ancho límite de 4,00 metros. Asimismo, se crea un área de extensión llamada intersección de unos 500 m. El terreno de rodadura está sin firmar- confirmada. (MTC - Dirección de Estudios Especiales. 2016).

Tráfico vehicular.

La eficiencia del tráfico es medida por la Asociación Estadounidense de Administración de Tráfico en Carreteras (AASHTO) en unidades definidas como Equivalente de Eje acumulativo (EE) durante la fase de prototipo utilizada en la norma AASHTO, prácticamente el EE es el resultado de la degradación de la carretera causada por un solo eje, viene con dos ruedas regulares de 8.2 toneladas. Presión de neumáticos 80 lbs/pulg². (DGIP – MEF, 2015)

El Eje Equivalente (EE) es un coeficiente equivalente que representa el potencial de agotamiento de varias cargas, dependiendo del diferente eje formado por el peso vehicular de la maquinaria en la losa. (DGIP – MEF, 2015).

Descripción y singularidad de tecnologías de pavimentación

Carreteras no pavimentadas

-Los caminos hechos de suelo natural (polvo) y reforzados con grava se seleccionan agitando. (DGIP-MEF, 2015)

-Caminos de grava (con lastre). Consiste en un molde de yeso de material pétreo natural seleccionado a mano o con agitación, con una dimensión máxima de 75 mm. (DGIP-MEF, 2015)

-Caminos de carreteras administradas (sumergidas) de forma natural o mecánica a dosis definidas, que consisten en un revestimiento de material de cantera y que contienen la combinación adecuada de tres gránulos finos: grava, material rocoso y arcilla. Su extensión límite es 25 mm. (DGIP-MEF, 2015)

-Caminos accidentadas con superficies rodantes estabilizadas con materiales industriales. (DGIP-MEF, 2015).

Carreteras pavimentadas.

Pavimentos flexibles

Consisten en capas granulares (sustrato y base de drenaje) y superficies asfálticas laminadas en frío como tratamiento superficial de doble capa, mortero o mortero asfáltico, pavimento microbiano enfriado, piedra triturada asfáltica, dobladora. (DGIP-MEF, 2015).

Compuesto por una capa granular (subcapa y base de drenaje) y una capa de rollos de betún mezclado en caliente de conglomerado bituminoso, cuyo espesor varía según las necesidades. (DGIP-MEF, 2015)

Pavimentos semirrígidos

Consisten en capas de asfalto (base y dobladoras de asfalto caliente). También se considera un pavimento semirrígido, una textura que consiste en un semillero de asfalto sobre un sustrato de cemento o cal. Los suelos de adoquines también se incluyen en el tipo de suelo semirrígido. (DGIP-MEF, 2015)

Pavimentos rígidos

Se trata de una estructura de pavimento especialmente formulada a partir de una base granular, que también puede ser granular, hormigón, asfalto o cal y aglutinantes, agregados y aditivos, si los hubiera. Tienen tres capas: losa de concreto, base y subrasante. (MEF, 2015, p.13).

Características tecnológicas de pavimentación.

Suelos

Los levantamientos y observaciones de suelos son muy importantes, ya que determinan las propiedades del terreno y diseñar estructuras de pavimento apropiadas. (MTC, 2016, p. 25).

Si las muestras o la información registrada enviada al laboratorio no es representativa, es posible que los resultados de la prueba no se ajusten al diseño, incluso con los requisitos de precisión. (MTC, 2016, p. 25).

Exploración de Suelos.

Las inspecciones y exploraciones del sitio deben incluir la implementación de pozos. La distancia entre estos pozos depende principalmente de las características del material triturado en el camino. Suelen estar a 250 metros de distancia y 2000 metros, pero podría estar más cerca dependiendo de la singularidad. (MTC, 2016, p.25)

- Cambios en la topografía del área de estudio.
- Debido a la naturaleza del suelo, o si el suelo es accidentado representa áreas donde la tierra se considera inadecuada o pobre.
- El área del relleno es mayor a 5,0 m.
- El terreno llano está muy cerca del terreno natural ($h < 0,6$ m).
- Una zona cortada hacia el terraplén con el fin de hallar datos acerca del nivel de plataforma.

Caracterización de subrasante.

Para hallar las peculiaridades mecánicas del suelo y su sub-rasante, es crucial desarrollar estudios a través de la realización de calicatas de una profundidad de 1.5 m. como mínimo, de acuerdo con la Tabla 1, se encontraron calicatas a más de 1 km. que es la cantidad mínima (MTC, 2016, p.26).

Las calicatas se colocan de manera longitudinal diferenciada, con un espaciado aproximadamente igual, dentro de la tira que cubre el ancho de la línea. Luego, si es necesario, intensifique la búsqueda en puntos únicos a lo largo de la ruta. (MTC, 2016, p.26).

Tabla 1

Calicatas según carriles

Tipo de carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de calicatas	Observación
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 600 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50 m. respecto al nivel subrasante del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> • Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km. x sentido • Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km. x sentido • Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km. x sentido 	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada

Carreteras duales o multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles.	1.50 m. respecto al nivel de subrasante del proyecto.	de	<ul style="list-style-type: none"> • Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km. x sentido • Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km. x sentido • Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km. x sentido
Carreteras de primera clase: carreteras con un IMDA entre 4000 - 2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m. respecto al nivel de subrasante del proyecto.	de	<ul style="list-style-type: none"> • 4 calicatas x km.
Carreteras de segunda clase: carreteras con un IMDA entre 2000 - 401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m. respecto al nivel de subrasante del proyecto.	de	<ul style="list-style-type: none"> • 3 calicatas x km.
Carreteras de tercera clase: carreteras con un IMDA entre 400 - 201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m. respecto al nivel de subrasante del proyecto.	de	<ul style="list-style-type: none"> • 2 calicatas x km.
Carreteras de bajo volumen de tránsito: carreteras con un IMDA \leq 200 veh/día, de una calzada.	1.50 m. respecto al nivel de subrasante del proyecto.	de	<ul style="list-style-type: none"> • 1 calicata x km.

Fuente: (MTC, 2016).

Cuando la longitud del segmento es de 500 metros y 1000 metros. El número de hoyos creados será el mismo que la cantidad de hoyos por kilómetro. Se puede observar en la Tabla 1. Sin embargo, si la longitud de la pista es inferior a 500 m, el número de hoyos creados será la mitad del número de hoyos. (MTC, 2016, p.38). Determina la presencia o ausencia de suelo expandido, suelo orgánico, vertedero, agua subterránea, etc. En este caso, profundice y separe las industrias que faltan

o que tienen fondos insuficientes para determinar la categoría. Estudios geotécnicos de estabilidad o mejoramiento, permanencia y asentamiento de suelos viales. Los ingenieros responsables sostienen en los informes técnicos que la solución aplicada, en función de las propiedades del terreno, consigue estabilidad volumétrica, solidez, absorción, comprimible y sostenibilidad adecuado. Además, el levantamiento también es realizado para terraplenes superiores a 5,00 m. (MTC, 2016, p.38).

Registros de excavación.

Asimismo, se debe prestar atención al espesor de cada subsuelo, sus propiedades agregadas y el estado de compactación de cada material. Del mismo modo, tome una muestra representativa de la plataforma y ejecute el factor de resiliencia (M_r) ó la prueba CBR. (MTC, 2016, p.39).

Descripción de los suelos.

El suelo encontrado se describe y clasifica según la norma propuesta por AASHTO y SUCS. (MTC, 2016, p.29).

Los atributos básicos a considerar son:

- Plasticidad
- Índice de grupo
- Clasificación de suelos
- Granulometría
- Ensayos CBR
- Equivalente de arena
- Humedad natural

Después de estar clasificado el suelo según los métodos AASHTO- SUCS, utilizar un perfil estratigráfico en el área estudiada o segmento homogéneo. Ahora se decidirá el piloto de instalación de CBR. (MTC, 2016, p.38).

CBR.

Al hallar el valor CBR para un diseño de subrasante, se procede a lo siguiente: En áreas donde se obtienen 6 (Mayores valores CBR) para cada clasificación del suelo típico, (%) propiedades uniformes del suelo, los valores se determinan con base en el diseño CBR. Una subclase que toma en cuenta el promedio de los valores totales analizados por la industria con características uniformes. (MTC, 2016, p.40).

Para áreas con valores CBR de menos de 6 logrados por una fracción de cada clase del terreno típico y sus características homogéneas, el valor CBR de diseño del lecho de la carretera se determina con base en los siguientes criterios: (MTC, 2016, p.40).

Si los valores son iguales o casi iguales, tome el valor promedio. Si los valores no son similares, tome el valor crítico (más bajo) o subdivida las partes para asociar ámbitos con tarifas CBR semejantes y establezca un término medio. Las subdivisiones pueden tener más de 100 metros de largo. (MTC, 2016, p.40).

Los valores CBR semejantes son valores que están comprendidos por un cierto parámetro según la subrasante, según la Tabla 3.

Luego de haber encontrado el CBR, cada sección tiene propiedades semejantes, se subdividirá en donde se encuentra con el fin de tener una idea más clara. (MTC, 2016, p.40).

Tabla 2

Tipo de Tráfico

Tipo de Tráfico en EE	Rangos en EE	
TP0	> 75,000 EE	≤ 150,000 EE
TP1	> 150,000 EE	≤ 300,000 EE
TP2	> 300,000 EE	≤ 500,000 EE
TP3	> 500,000 EE	≤ 750,000 EE
TP4	> 750,000 EE	≤ 1'000,000 EE
TP5	> 1'000,000 EE	≤ 1'500,001 EE
TP6	> 1'500,000 EE	≤ 3'000,000 EE
TP7	> 3'000,000 EE	≤ 5'000,000 EE
TP8	> 5'000,000 EE	≤ 7'500,000 EE
TP9	> 7'500,000 EE	≤ 10'000,000 EE
TP10	> 10'000,000 EE	≤ 12'500,000 EE
TP11	> 12'500,000 EE	≤ 15'000,000 EE
TP12	> 15'000,000 EE	≤ 20'000,000 EE
TP13	> 20'000,000 EE	≤ 25'000,000 EE
TP14	> 25'000,000 EE	≤ 30'000,000 EE
TP15	> 30'000,000 EE	

Fuente: (MTC, 2016).

Tabla 3

Tipos de Subrasante

Tipos de subrasante	CBR
S0: Subrasante inadecuada	CBR < 3%
S1: Subrasante insuficiente	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S2: Subrasante regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S3: Subrasante buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S4: Subrasante muy buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S5: Subrasante excelente	CBR ≥ 30%

Fuente: (MTC, 2016).

Tráfico vial para diseño.

Las encuestas de tráfico brindan datos acerca del índice anual promedio (IMDA) en cada segmento de carretera encuestada, además la demanda de tráfico actual debe estar clasificado por cada tipo de vehículo.

Los cálculos de IMDA requieren información mantenida y proporcionada por MTC sobre la base de índices de volatilidad mensuales, registros obtenidos en estaciones de pesaje y casetas de peaje existentes e información correspondiente a contratos de franquicia de carreteras.

Por regla general, el segmento IMDA es la información directa necesaria para los levantamientos de tránsito, comenzando por el volumen actual de demanda de circulación comprendido por la clase vehicular de cada rumbo de viaje para excluir las necesidades para fines específicos, más precisos o diferentes. (MTC, 2016, p.62).

Diseño del AASHTO 93 (Losa de Concreto).

Según Croney D. y Croney P. (s.f.) Descubrieron que la regla AASHTO, se había desarrollado en E.E.U.U. en 1960, se llevaron extensos experimentos llevados en un período de dos años (Illinois) y que las tablas, gráficos y fórmulas tenían una gran demanda.

Desde la edición de 1986 y la correspondiente edición mejorada en 1993, la Ley AASHTO brindó definiciones mecánicas, se ajustaron rangos obtenidos en campo.

El método AASHTO93 estima que los pisos comenzarán a operar con un estándar alto. Con el tiempo, las cargas de tráfico repetidas pueden reducir el nivel de servicio. Este enfoque requiere mantener la altura final de beneficio al final del diseño.

Factores de Diseño.

Según AASHTO93, los proyectos de pavimento duro incluyen muchos factores, incluidos el drenaje, el tráfico, el clima, las características del suelo, el nivel de mantenimiento deseado y la capacidad de transmisión, y el nivel de confianza al que se aplican. Se incluirá el análisis. Diseño acorde a la importancia del camino. Todos estos coeficientes fundamentales son empleados para pronosticar una factibilidad en el comportamiento de la armadura del pavimento y evadir una posible falla en un futuro proyectado.

Diseño- Ecuación básica:

$$\log W_{18} = Z_R S_o + 7.35 \log(D + 1) - 0.06 + \log \frac{\Delta PSI}{1 + \frac{1.625 \times 10^7}{(D + 1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 p_t) \log \left[\frac{S'_c C_d (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 J (D^{0.75} - 18.42 (K/E_c) \times 0.25)} \right]$$

Donde:

W_{18} = número de cargas de 18 kips (80 KN)

ZR = abscisa correspondiente a un área igual a la confiabilidad R en la curva de distribución normalizada.

S_0 = desviación estándar de todas las variables.

D = espesor de la losa del pavimento (pulg)

Δ PSI = pérdida de serviciabilidad prevista en el diseño

Pt =serviciabilidad final

Sc' = módulo de rotura del hormigón (psi)

J = coeficiente de transferencia de cargas

Cd = coeficiente de drenaje

Ec = módulo de elasticidad del Hormigón (psi)

K = módulo de reacción de la subrasante (psi/pulg)

Variable de tiempo.

En este aspecto el manual AASHTO 93, considera dos variables: ciclo de vida de la carretera y tiempo de observación. La vida útil es la temporada que pasó desde el comienzo de la intervención del carril hasta que la losa necesite reparación, es decir, el tiempo transcurrido antes de que el pavimento alcance la disponibilidad mínima.

Por otro lado, el intervalo de exploración es el período realizado para proteger cualquier táctica de diseño. Si no se contempla reestructuración, el tiempo de análisis es semejante a la duración de vida. Sin embargo, al considerar un plan por etapas, es decir, durante la instalación de estructuras de losa rígida después de una o más intervenciones restauradoras, la fase de análisis incluye las diferentes etapas de la vida del pavimento y las diferentes etapas de refuerzo.

AASHTO93 también menciona que, para consecuencia del anteproyecto se toma en cuenta el tiempo de vida del pavimento, mientras que el tiempo de estudio se usa para la comparar situaciones del diseño, es decir, se quiere obtener un estudio ahorrador de la planificación. En esta Tabla 4 se mencionan los tiempos.

Tabla 4

Período

Clasificación de la vía	Período de análisis (años)
Urbana de alto volumen de tráfico	30 – 50
Rural de alto volumen de tráfico	20 – 50
Pavimentada de bajo volumen de tráfico	15 - 25
No pavimentada de bajo volumen de tráfico	10 – 20

Fuente: (AASHTO, 1993).

Tránsito.

Para Croney D. y Croney P. (s.f.). Según el método AASHTO, el pavimento está diseñado para soportar determinados pesos en lo largo de su uso. El tráfico se conforma por máquinas con diferentes pesos y ejes. Asimismo, provocan bastantes tensiones sobre la calzada, provocando diferentes obstáculos. Para tener en cuenta esta diferencia, el flujo se convierte en una carga equivalente en un solo eje de 18 kips (80 kN) con los siguientes efectos de daño para cualquier eje: Puede expresarse como un número de cargas en un solo árbol. La investigación esencialmente debería proporcionar información útil (pesos por eje, configuraciones del eje y cantidad de aplicaciones) necesario en la aplicación de ecuaciones del diseño. Los siguientes argumentos deben tenerse en cuenta al estimar el equivalente de eje único (ESAL): ejes simples equivalentes (ESALs). Deben considerarse estos temas:

Factor equivalente de carga. (LEF).

La conversión se realiza mediante el factor de peso equivalente, es la cantidad de adaptaciones ESAL aplicadas en un eje particular. Por lo tanto, es un número que

representa la relación: pérdida de servicio generada por el peso del eje estándar de 18 Kip con el peso ocasionado por otro diferente eje.

$$LEF = \frac{N^{\circ} \text{ de ESALs de } 80 \text{ kN que produce una pérdida de servicialidad}}{N^{\circ} \text{ de ejes } \times \text{ kN que producen la misma pérdida de servicialidad}}$$

Truck Factor. (TF).

The Truck Factor (TF) proporciona un modo de representar daños comparables por la avería generado por cada máquina que pasa por ahí, en otras palabras, el daño causado. Cada eje de un vehículo se agrega para compensar el daño causado por ese vehículo. Así nació el concepto de factor camión, definido como el número de ESAL por vehículo. El factor de camión se puede calcular para cada clase de camión en general o como un promedio de un componente de tráfico en particular para todos los vehículos comerciales, pero es más preciso considerando el número de camión del sistema para cada clasificación general de camión.

Confiabilidad.

La confiabilidad es la probabilidad de que el pavimento se comporte satisfactoriamente durante su vida útil o período de diseño, resistiendo las condiciones de tráfico y medio ambiente dentro de dicho período. Cabe destacar, que cuando hablamos del comportamiento del pavimento nos referimos a la capacidad estructural y funcional de éste, es decir, a la capacidad de soportar las cargas impuestas por el tránsito, y asimismo de brindar seguridad y confort al usuario durante el período para el cual fue diseñado. Por lo tanto, la confiabilidad está asociada a la aparición de fallas en el pavimento.

La confiabilidad (R) de un pavimento puede definirse en términos de ESALs como:

$$R(\%) = 100 P(Nt > NT)$$

Donde:

Nt = Número de ESALs de 80 kN que llevan al pavimento a su serviciabilidad final.

NT = Número de ESALs de 80 kN previstos que actuarán sobre el pavimento en su período de diseño (vida útil).

Tabla 5*Confiabilidad y Z_R*

Tráfico	R %	Zr
TP0	65%	-0.385
TP1	70%	-0.524
TP2	75%	-0.674
TP3	80%	-0.842
TP4	80%	-0.842
TP5	85%	-1.036
TP6	85%	-1.036
TP7	85%	-1.036
TP8	90%	-1.282
TP9	90%	-1.282
TP10	90%	-1.282
TP11	90%	-1.282
TP12	90%	-1.282
TP13	90%	-1.282
TP14	90%	-1.282
TP15	95%	-1.645

Fuente: (AASHTO, 1993).

Tabla 6*Condiciones del diseño*

CONDICIÓN DE DISEÑO	DESVIACIÓN ESTANDAR (So)	
	Pav. rígido	Pav. flexible
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento sin errores en el tránsito.	0.34	0.44
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento con errores en el tránsito.	0.39	0.49

Fuente: (AASHTO, 1993).

El número de ESALs de diseño con el fin de obtener una confiabilidad es:

$$\text{Log (ESALS}_{\text{diseño}}) = \log N_T + Z_R \times S_0$$

Donde

Z_R es el área bajo la curva de distribución, correspondiente a la curva estandarizada.

Estimación de carretera.

Es importante mucho la utilización del camino. Por lo tanto, para las carreteras principales, si el pavimento no es lo suficientemente grueso, la falla estructural rápida alcanzará la capacidad de mantenimiento mínima más rápido de lo esperado y será más confiable.

Tabla 7
Factores confiables

Tipo de camino	Zona urbana	Zona rural
Rutas interestatales y autopistas	85 – 99.9	80 – 99.9
Arterias principales	80 – 99	75 – 99
Colectoras	80 – 95	75 – 95
Locales	50 – 80	50 – 80

Fuente: (MTC, 2016).

Perfeccionar el grosor de pavimento.

AASHTO 93 establece que, si el espesor es mayor de lo necesario, el piso tendrá menores costos de mantenimiento y mejor servicio, pero tendrá un mayor costo de inversión inicial. Al contrario, ocurre cuando el grosor es más fino de lo que debería ser.

Criterios de comportamiento.

Serviciabilidad

Se emplea un medio de procedimiento del pavimento en comunicación con la protección y el confort (comportamiento funcional) que se puede proporcionar a los ocupantes mientras se conduce por la carretera. También analiza las propiedades físicas que pueden presentar los revestimientos para losas, hendiduras - astillas, afectan la capacidad de carga y el comportamiento del armazón. (Manual AASHTO,1993).

Este criterio se basa en cinco términos básicos que se resumen a continuación:

- Las carreteras se crean para crear comodidad y conveniencia para los usuarios.
- La comodidad, o la calidad de la marcha, está sujeta a una respuesta subjetiva a

las opiniones de los usuarios.

-La mantenibilidad se puede expresar mediante la evaluación del usuario en la pista.

-Se aprecian propiedades físicas del piso que pueden medirse objetivamente y requieren una evaluación subjetiva. Esta tramitación genera un indicador de servicio.

-Este comportamiento se puede mostrar en el historial del servicio del pavimentado.

Un factor importante relacionado con la seguridad y comodidad de los beneficiarios, es la condición de los soportes, comprende la suavidad y arruga de la superficie. La evaluación del rango explica la definición del PSI y evalúa el espacio de la carretera en un grado de datos "0 a 5". (Manual AASHTO, 1993).

Tabla 8
Serviciabilidad (Pt)

Pt	Clasificación
3.0	Autopistas
2.5	Colectores
2.3	Calles comerciales e industriales
2.0	Calles residenciales y estacionamientos

Fuente: (AASHTO, 1993).

Esta pérdida se calcula así:

$$\Delta\text{PSI} = P_0 - P_t$$

Para la AASHTO 93 "Los componentes que intervienen disminuyen en la serviciabilidad de la losa son: tránsito, ecología- tiempo."

Propiedades de los materiales.

Módulo de reacción de la subrasante (K).

Numéricamente, es igual a la carga en libras por pulgada cuadrada sobre un área de carga, dividido por la deflexión en pulgadas para esa carga. Los valores de k son expresados como libras por pulgada cuadrada por pulgada (PSI). (Manual AASHTO93).

Puesto que la prueba de carga sobre placa requiere tiempo y es costosa, el valor de k es estimado generalmente por correlación con otros ensayos simples, tal como la razón de soporte california (CBR) o las pruebas de valores R. (Manual AASHTO93). Asimismo, se eligió una sub base granular de 15 cm, ya que así lo recomienda el MTC.

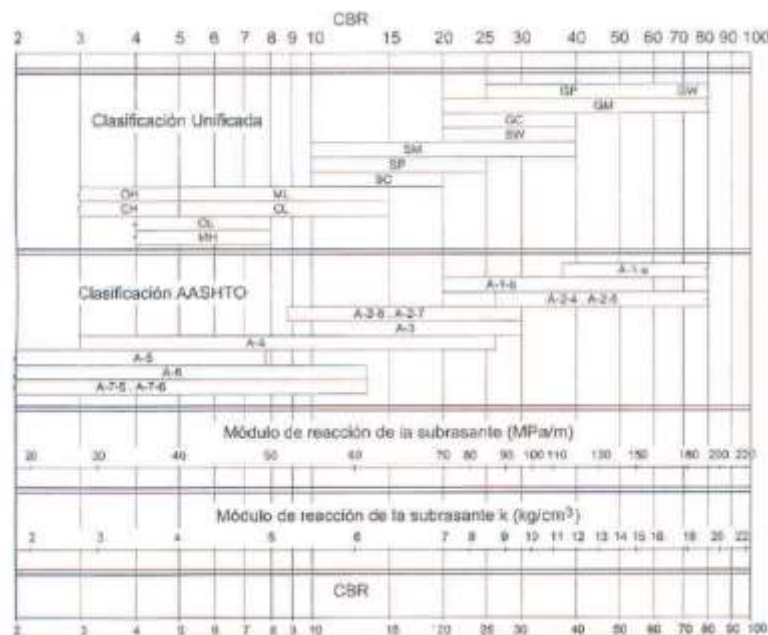


Figura 2. Reacción subrasante

Fuente: (AASHTO, 1993).

Módulo de rotura del concreto.

El módulo de rotura requerido por el procedimiento de diseño es el valor medio determinado después de 28 días utilizando el ensayo de carga en los tercios.

Módulo de elasticidad del concreto.

Denota la rigidez y capacidad de distribución de carga de la losa. Ésta es la relación que comprende deformación y tensión.

Según el ACI recomienda:

$$E_c = 57,000(f_c')^{0.5} [psi]$$

Donde:

E_c = modulo elástico del hormigón (psi o KPa)

f_c' = resistencia a la compresión simple del hormigón (psi o KPa)

Tabla 9
CBR mínimos

TRÁFICO	ENSAYO NORMA	REQUERIMIENTO
Para tráfico < 15X10 ⁶ EE	MTC E 132	CBR mínimo 40%
Para tráfico > 15X10 ⁶ EE	MTC E 132	CBR mínimo 60%

Fuente: (AASHTO, 1993).

Transferencia de carga.

Las cargas de tráfico deben transferirse eficazmente de un piso al siguiente para minimizar la deflexión de la junta. Una deflexión excesiva puede provocar el bombeo de la subbase y la posterior rotura de la losa de hormigón. (Manual AASHTO93).

El mecanismo de transferencia de carga en la unión se realiza de la siguiente forma:

- Juntas para dispositivos de transferencia de carga (pasadores de varilla de acero liso) con o sin malla de refuerzo de temperatura. (Manual AASHTO93)
- Para losas de colada monolítica con barras de acero continuas (armaduras con barras de acero de dos vías), no se establecen juntas transversales, teniendo en cuenta la aparición remota de grietas transversales en el cálculo de acero estructural. (Manual AASHTO93)
- Para juntas transversales por aserrado, la transferencia es a través del enclavamiento. (Manual AASHTO93)

Puede utilizar la desviación o la tensión. Fórmula deformación:

$$LT_{\delta} = \frac{\delta \text{ no cargada}}{\delta \text{ cargada}}$$

Donde:

LT_{δ} = transferencia de cargas por deformaciones.

δ no cargada = deflexión de la losa adyacente no cargada.

δ cargada = deflexión de la losa cargada.

Características estructurales.

Drenaje.

Utilizamos este coeficiente (C_d) que varía de 0,70 y 1,25 dependiendo de la calidad, cuanto más sea el C_d , el drenaje será óptimo.

El C_d necesita las propiedades para evaluar todas las superficies formados por la armadura de la losa y libera líquido en las partículas, ya que es importante el ejercicio periodo en la armadura de la losa, no hay que olvidarse que la humedad siempre está presente y el pavimento está expuesto.

Tabla 10

Drenaje- Condiciones

Cd	Tiempo	Porcentaje de tiempo en que la estructura del pavimento está expuesta a niveles de humedad cercanas a la saturación.			
	transcurrido para que el suelo libere el 50 % de su agua libre	< 1%	1 - 5%	5 - 25%	> 25%
Excelente	2 hr	1.25 - 1.20	1.25 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10
Bueno	1 día	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00
Regular	1 sem.	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90
Pobre	1 mes	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80
Muy pobre	nunca	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0.70

Fuente: (AASHTO, 1993).

Pérdida de apoyo.

Puede ocurrir la posibilidad de Pérdida de Sop. por deterioro del pavimento y el movimiento longitudinal de la zona, este dato LS (pérdida de apoyo) incluido en el diseño. Ese factor también se tiene que considerar en el movimiento vertical del terreno, que puede ser causado por grietas debajo de la carretera. Además, las losas no corroídas tendrán huecos, lo que acortará la vida útil del piso. (Guía AASHTO 93).

Tabla 11

Pérdida Soporte

TIPO DE MATERIAL	PÉRDIDA DE SOPORTE
------------------	--------------------

Base granular tratada con cemento (E = 1,000,000 a 2,000,000 psi)	0.0 - 1.0
Mezclas de agregados con cemento (E = 500,000 a 1,000,000 psi)	0.0 - 1.0
Bases tratadas con asfalto (E = 350,000 a 1,000,000 psi)	0.0 - 1.0
Mezclas bituminosas estabilizadas (E = 40,000 a 300,000 psi)	0.0 - 1.0
Estabilizados con cal (E = 20,000 a 70,000 psi)	1.0 - 3.0
Materiales granulares sin ligante (E = 15,000 a 45,000 psi)	1.0 - 3.0
Materiales granulares finos o subrasante natural (E = 3,000 a 40,000 psi)	2.0 - 3.0

Fuente: (AASHTO, 1993).

Enfoques conceptuales.

Pavimento: (MEF, p.13). Un pavimento es una estructura construida sobre el pavimento para resistir y dispersar las presiones de los vehículos, al tiempo que mejora la seguridad y la comodidad del tráfico. Por lo general, consta de capas de banda de rodamiento, base y subgraves.

Pavimento rígido:(MEF, p.13). Se trata de una estructura de pavimento especialmente formulada a partir de una base granular, que también puede ser granular, hormigón, asfalto o cal y aglutinantes, agregados y aditivos, si los hubiera. Los pisos duros tienen tres capas: losa de concreto, cimentación y sub rasante.

Estabilización de suelos: (MEF, p.14). La estabilidad natural del suelo incluye la mejora de propiedades básicas, como por ejemplo: resistencia al esfuerzo cortante, deformación, compresión, estabilidad volumétrica en presencia de agua, en todo caso, teniendo en cuenta la parte líquida. Gracias a la tensión y deformación del suelo y las estructuras colocadas en él, su vida útil.

Ensayo CBR: Prueba para definir el límite de resistencia del terreno. (DPN-2017).

Drenaje Superficial: Armazón diseñado para acarrear y drenar agua directamente en la superficie del pavimento. (DPN-2017).

Juntas: Son fundamentales en un piso rígido, está diseñado para controlar la contracción y dilatación del material, así como sus tensiones que ocurren en el concreto debido a cambios de temperatura y humedad. (DPN-2017)

Eje Simple: Formado por 2 o 4 neumáticos conectados a revoluciones. (DPN-2017)

Eje Tándem: El eje consta de dos bobinas y está equipado con una suspensión que permite la compensación de carga, con una distancia de 1,00 a 1,60 metros. (DPN-2017)

Eje Tridem: El eje consta de tres pistas giratorias con suspensión de carga y las distancias entre las bobinas son de 2,00 a 3,20 metros. (DPN-2017)

Vías Locales: Los corredores viales proporcionan acceso local a diferentes partes de la ciudad en comparación con otras redes viales. (DPN-2017)

Tránsito Promedio Diario: Cantidad de máquinas que se esparcen por el corredor vial en 1 día. (DPN-2017)

Período de Diseño: En esta etapa, se estima que la estructura del pavimento funciona al nivel de servicio apropiado sin la necesidad de actividades de restauración. (DPN-2017)

Carril de Diseño: Carril, donde se proyecta que el tráfico de maquinaria pesada sea de suma importancia. (DPN-2017)

Subrasante: Suelo natural o artificial sometido a carga transmitido por medio de la cubierta principal del esqueleto. (DPN-2017)

Sub - Base: Es la capa primaria del armazón del piso, se encuentra entre la capa secundaria y desgaste. Su determinación es dispersar completamente la fuerza generada por la carga. (DPN-2017)

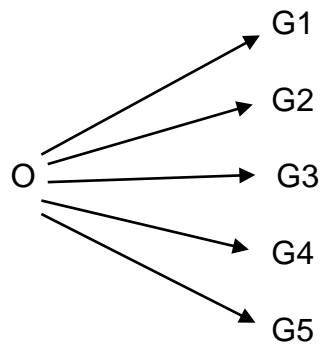
III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

Esta tesis detalla una investigación Aplicada, porque aplica métodos existentes en la resolución de la problemática. (Hernández Sampieri, R, 2006). Refiere que este tipo de investigación busca generar información y conocimientos necesarios con aplicación directa en el problema planteado a fin de solucionarlo, que es el caso propuesto en la avenida Manantay.

Debido a que en el estudio no se manipulan con deliberación las variables y por la profundidad del estudio, el nivel de investigación será Descriptivo; así mismo es transversal porque se realizará los estudios en un momento temporal dado.

El diseño de investigación estará dado de acuerdo al siguiente esquema.



Donde:

O: Observación

G1: Características del suelo (clasificación SUCS AASHTO)

G2: Resistencia de subrasante (CBR)

G3: Estudio de Tráfico (IMD)

G4: Clasificación de vía y consideraciones preliminares

G5: Diseño AASHTO93

3.2 Variables y Operacionalización

Tabla 12

Operacionalización de variables

Variables de estudio	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicadores	Escala
Independiente: Diseño Estructural del Pavimento Rígido	Se trata de una estructura de pavimento, especialmente compuesta de sustratos granulares, pero esta capa puede ser granular o estabilizada sobre las superficies pulidas de losas de cemento, asfalto, cal y hormigón. Aditivos, si es necesario ". El piso duro tiene tres capas: Losa de concreto, Base, y sub rasante.	Se utiliza para diseñar pavimentos de concreto armado que distribuyen las cargas sobre su propia estructura y normalmente tienen un tiempo de diseño de 20 a 40 años, sin embargo, en el Perú es utilizado un tiempo de diseño igual a 20 años.	<ul style="list-style-type: none"> ● Método AASHTO 93 ● Sistema SUCS ● Pruebas CBR ● Estudio Topográfico ● Clasificación del suelo ● Método de Diseño. 	Ordinal
		El mejoramiento permite	<ul style="list-style-type: none"> ● Evitar el tráfico y futuros accidentes de tránsito. 	
Dependiente: Mejoramiento de la Avenida Manantay, Región Ucayali, 2021.	Construcción de una losa rígida para optimizar la carretera y brindar a los pobladores un mayor bienestar.	transitabilidad, un impulso en el transporte debido al comercio, modernización y más empleo.	<ul style="list-style-type: none"> ● Mejora paisajista del lugar. ● Calidad de vida a los habitantes. 	Ordinal

Fuente: Elaboración propia.

3.3 Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis.

La zona de estudio lo conforma toda longitud y ancho de la vía, hace un total de 2.62 km de longitud. La muestra por obtener será 1.0 km. desde la progresiva 0.00 km. a + 1.00 km en la Avenida Manantay. Tomando un muestreo no probabilístico y no aleatorio. Este método permite seleccionar aquellos casos accesibles que acepten ser incluidos. Esto, fundamentado en la conveniente accesibilidad y proximidad de los sujetos para el investigador. (Hernández Sampieri, R, 2006). En los estudios relacionados a mecánica de suelos se eligió 4 calicatas en el estudio vehicular y dicho pavimento se encuentra en mal estado generando intranquilidad al manejar y un aumento de gastos en el mantenimiento de sus vehículos.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

En nuestra tesis utilizamos la observación como técnica porque supone el conjunto de cosas observadas, el conjunto de datos y conjunto de fenómenos. “En este sentido, que pudiéramos llamar objetivo, observación equivale a dato, a fenómeno, a hechos” (Pardinas, F. ,2005)

Se utilizaron fichas, formatos de campo para obtener los datos necesarios para la recolección. Rojas Soriano (1996) enfatiza que, “para recabar la información existente sobre un tema, el investigador se auxilia de instrumentos como las fichas de trabajo, en las que concentra y resume la información contenida en las fuentes documentales, y de la que obtiene del trabajo preliminar de campo o de reconocimiento de la zona objeto de estudio, mediante la aplicación de guías de observación”.

Por último, se utilizará la técnica documental, la cual “permite la recopilación de información para enunciar los resultados y teorías, que sustentan el estudio de los fenómenos y procesos. Incluye el uso de instrumentos definidos según la fuente documental a que hacen referencia. Esta técnica permite la observación en contacto directo con el objeto de estudio en campo”. (Rojas Soriano,1996).

El trabajo de campo de nuestra tesis se llevó en este orden:

- La técnica empleada es Recopilación y el instrumento es Fichas de registro de resultados.
- La técnica empleada es Levantamiento topográfico y sus instrumentos necesarios para llevar a cabo es una correcta topografía.
- Análisis de suelos con sus instrumentos: Moldes CBR, Moldes de Proctor, etc.
- Estudios de tráfico y sus instrumentos son cédulas de observación de datos.
- Encuestas y sus instrumentos son cédulas de observación de datos para tener una idea más clara del lugar.
- Trabajo de gabinete y sus instrumentos son programas como: Autocad, Hojas de Excel, Word, etc.

Asimismo, se realizó entrevistas a los pobladores de la avenida Manantay con el objetivo de saber todas las dudas e interrogantes que actualmente los ciudadanos de Manantay viven.

También, se programó un reconocimiento y visita del lugar para involucrarse un poco más en el tema y realizar un buen estudio del lugar, sobretodo brindar una solución frente al problema y modernizar la avenida mencionada para generar beneficio, tranquilidad y protección al poblado.

Finalmente, fue fundamental el trabajo de campo o reconocimiento del área estudiada aplicando instrucciones de observación.

3.5 Procedimientos.

Se procedió siguiendo una secuencia meticulosa en el estudio:

- Se emprendió el viaje a Manantay y recopiló todos los antecedentes pasados para comenzar a estudiar el lugar in situ.

- Se tomó datos a través de encuestas a los pobladores de la avenida Manantay para analizar el problema.
- Se registró en las hojas de encuesta los resultados de las personas de Manantay para encausarlo a través del gabinete.
- Se ejecutó un levantamiento topográfico in situ.
- Se realizó excavaciones de calicatas en el lugar.
- Después de producirse un estudio de suelos, la norma AASHTO93 entra en vigencia y con nuestro CBR hallado se plantea un diseño del anteproyecto.

A continuación, se puntualizan los cálculos y factores empleados:

Cálculo de demanda de tráfico.

Planificar y diseñar con éxito los aspectos del diseño del piso rígido y cimientos, es necesario conocer la demanda de tráfico con relativa y suficiente precisión. Traffic Survey proporciona información sobre el índice promedio anual (IMDA) para cada segmento de la carretera examinado.

Demanda proyectada

La base para estudiar la previsión de demanda en la fase de indagación y determinar la cantidad equivalente de ejes (EE) en el boceto del pavimento es la información obtenida de la demanda del tráfico

Factor direccional y factor carril.

Es conocido como la proporción de la cantidad de maquinaria pesada que se mueven en un sentido, suele ser el promedio del volumen absoluto del tráfico en ambos lados. Un sentido está determinada por la cantidad de tráfico, no la otra. (DGIP-MEF, 2015).

Se expresa como una correspondencia con el canal recibiendo el número máximo de EA, y el tráfico en cada dirección se encamina principalmente a través de ese canal. Dependiendo del % de peso generado con el IMD, el diseño del tráfico de camiones en la carretera tiene referencia la cantidad de sentidos y carriles en la carretera. (DGIP-MEF, 2015).

Crecimiento.

Según DGIP – MEF, el aumento de tráfico se puede calcular utilizando las progresiones geométricas separadas del componente de tráfico de turismos y el componente de tráfico de vagones de mercancías.

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

Donde:

T_n = Transito proyectado al año 'n' en veh/día

T_o = Transito actual (año base o) en veh/día

n = Número de años del periodo de diseño

r = Tasa anual de crecimiento del transito

Los pronósticos pueden dividirse en dos componentes. Se espera que la demanda de vehículos comerciales crezca al mismo ritmo que la economía, y se espera que los automóviles de pasajeros crezcan en una valorización anual de incremento demográfico. Las dos valorizaciones de incremento que corresponden a la región suelen contar con datos estadísticos sobre estas tendencias. (DGIP-MEF, 2015)

La siguiente figura muestra los criterios como factores de crecimiento acumulados (CFA) para el prototipo proyectado, tomando en cuenta el incremento anual (r) y período.

Periodo de análisis (años)	Factor sin crecimiento	Tasa anual de crecimiento (r)							
		2	3	4	5	6	7	8	10
1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	2.00	2.02	2.03	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.10
3	3.00	3.06	3.09	3.12	3.15	3.18	3.21	3.25	3.31
4	4.00	4.12	4.18	4.25	4.31	4.37	4.44	4.51	4.64
5	5.00	5.20	5.19	5.42	5.53	5.64	5.75	5.87	6.11
6	6.00	6.31	6.47	6.63	6.80	6.98	7.15	7.34	7.72
7	7.00	7.43	7.66	7.90	8.14	8.39	8.65	8.92	9.49
8	8.00	8.58	8.89	9.21	9.55	9.90	10.26	10.64	11.44
9	9.00	9.75	10.16	10.58	11.03	11.49	11.98	12.49	13.58
10	10.00	10.95	11.46	12.01	12.58	13.18	13.82	14.49	15.94
11	11.00	12.17	12.81	13.49	14.21	14.97	15.78	16.65	18.53
12	12.00	13.41	14.19	15.03	15.92	16.87	17.89	18.98	21.38
13	13.00	14.68	15.62	16.63	17.71	18.88	20.14	21.50	24.52
14	14.00	15.97	17.09	18.29	19.16	21.01	22.55	24.21	27.97
15	15.00	17.29	18.60	20.02	21.58	23.28	25.13	27.15	31.77
16	16.00	18.64	20.16	21.82	23.66	25.67	27.89	30.32	35.95
17	17.00	20.01	21.76	23.70	25.84	28.21	30.84	33.75	40.55
18	18.00	21.41	23.41	25.65	28.13	30.91	34.00	37.45	45.60
19	19.00	22.84	25.12	27.67	30.54	33.76	37.38	41.45	51.16
20	20.00	24.30	26.87	29.78	33.06	36.79	41.00	45.76	57.28

Figura 3. Factor de crecimiento

Fuente: (AASHTO, 1993).

Siendo utilizada la siguiente ecuación de cálculo:

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

Cantidad de reproducciones de ejes equivalentes.

Al momento de hacer un boceto de la losa rígida, es necesario prevenir toda congestión de autobuses y camiones es primordial.

El impacto en el tráfico se mide en unidades determinadas por la AASHTO. Este es el resultado de una falla debido a que un eje de las dos ruedas es el eje equivalente (EE) acumulado en la etapa de diseño, según lo definido por AASHTO como EE. Anteriormente estaba equipado de 8,2 toneladas de carga, neumáticos con presión de 80 PSI. El eje equivalente (EE) es un factor de equivalencia que representa los distintos tipos de alivio de peso de cada variedad de eje que componen cierto tipo de maquinaria pesada en la estructura rígida. (Manual AASHTO93).

Conjunto de Eje (s)	Nomenclatura	Nº de Neumáticos	Gráfico
EJE SIMPLE (Con rueda simple)	1RS	02	
EJE SIMPLE (Con rueda coble)	1RD	04	
EJE TANDEM (1 Eje rueda simple + 1 Eje rueda doble)	1RS + 1RD	06	
EJE TANDEM (2 Rueda doble)	2 RD	08	
EJE TRIDEM (1 Rueda simple + 2 ejes rueda doble)	1RS + 2RD	10	
EJE TRIDEM (3 Ejes rueda doble)	3RD	12	

Figura 4. Ejes

Fuente: (Tabla D-20 AASHTO-1993).

Método de diseño del pavimento.

La guía AASHTO93 establece que debido al diseño del pavimento, la cantidad esperada en la vía de anteproyecto, pues se mantendrá la fase analítica. Se determina que el carril de diseño correspondiente al carril tiene la mayor carga en el pavimento y los resultados del algoritmo se aplican a todas las vías del sector de carretera común de este segmento de carretera, que tiene una demanda uniforme. Para determinar la demanda de camiones, analizar el tipo de tramo vial operado, la cantidad de carriles y capacidad balanceada de peso de cada carril conformado.

AASHTO-93 también menciona que si no hay una estación de pesaje capaz de realizar la detección de carga por tipo de árbol, las mediciones de la demanda se basan en patrones de flujo importantes. La investigación más amplia está, de hecho, dirigida a través de muestras de carga para cada tipo de vehículo. Por lo tanto, el modelo de tráfico de usuarios se centra en el tráfico pesado para obtener información detallada sobre la media, los tipos de vehículos muestreados, las clases de ejes constituyen el peso real de la carga por carga activa. El resultado se trae del árbol. Por lo tanto, las mediciones de la clase de máquina calculan aquel factor de peso para diferente transporte en la carretera. Este factor es el resultado de la EA promedio específica para cada máquina pesada identificado en la carretera.

Cada coeficiente de transporte pesado (F_{vp}) se define como el promedio obtenido al dividir la cantidad promedio de ejes equivalentes de toda clase de transporte cargante (autobús o camión) por la suma de los ejes equivalentes (EE) del vehículo grande seleccionado. . El coeficiente EE se calcula utilizando la carga axial real del vehículo pesado estudiado en el estudio de carga. (Guía AASHTO-93).

Metodología en losas rígidas.

Procedimiento del espesor

Es determinado mediante el empleo de la ecuación de diseño, procedimiento algo tedioso por lo complicado de la misma, por el uso de ábacos de diseño o mediante programas de computación como DIPAV. (Guía AASHTO-93).

Para el uso del ábaco se debe contar con los siguientes datos:

- Módulo efectivo de reacción de la subrasante
- Tránsito estimado para el período de vida útil W_{18} (ESALs)
- Confiabilidad R (%)
- Desvío estándar de todas las variables S_o
- Pérdida de serviciabilidad $\Delta PSI = p_o - p_t$
- Módulo elástico del hormigón E_c (psi)
- Módulo de rotura del hormigón Sc' (psi)
- Coeficiente de transferencia de cargas J
- Coeficiente de drenaje C_d

Construcción por etapas.

Según AASHTO-93, señala que los pisos rígidos a menudo deben diseñarse para soportar toda la longitud del tramo a través del espesor apropiado de la hoja. Al aumentar el grosor de la hoja de 2cm a 3cm, este aspecto es necesario para elegir buenas decisiones. El asiento está doblado. Por esta razón, la aptitud elemental del suelo rígido es mucho mejor desde una observación de costos cuando se diseñan pavimentos duros con una vida útil típica de 25 a 30 años en carreteras urbanas con mucho tráfico. Debido al período de hasta 0 años, no es recomendable diseñar pisos rígidos por etapas.

Diseño de armaduras

Según AASHTO-93, es utilizado sobre suelos con reforzamiento y juntas, pierde gradualmente su eficacia. El propósito del refuerzo de las losas del piso es mantener juntas las grietas bien formadas y así hacer que el piso sea funcional como una unidad estructural. Para el refuerzo, puede utilizar varillas.

Armadura longitudinal para pavimento con juntas

(Guía AASHTO-93). Para losas de hormigón armado articulados, la barra de refuerzo se calcula de acuerdo con la hipótesis de las fuerzas de fricción. Se considera lo siguiente: L, Factor F, % Ps y Fs.

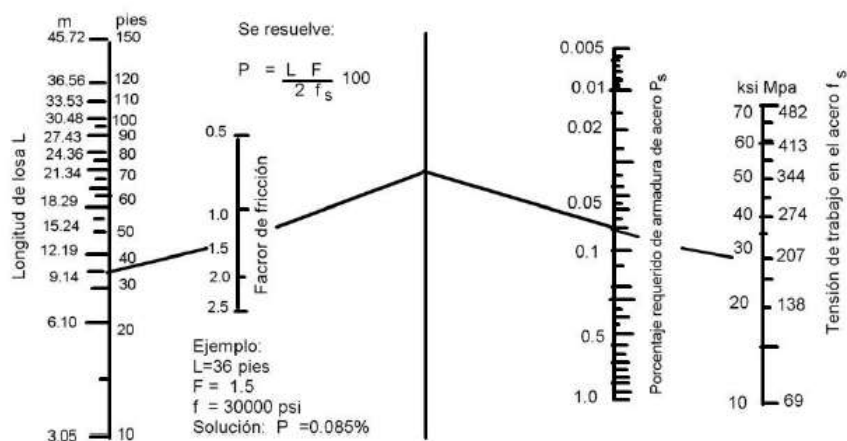


Figura 5. Ábaco en pavimentos rígidos

Fuente: (AASHTO, 1993).

Diseño de armadura transversal.

Este refuerzo se ubica en delantales articulados (JRCP) como delantales continuos (CRCP). Las grietas verticales están ubicadas en una ubicación predecible y permanecen cerradas para un buen transporte y una mínima infiltración de agua. Aquí reemplazamos la longitud de placa con distancia, entre los bordes verticales libres. Si la costura vertical tiene tirantes, la costura no es un borde libre. (Manual AASHTO93).

$$Y = \frac{As}{PtD} 100$$

donde:

Y = separación entre barras

AS = Sección transversal de acero

Pt = porcentaje de acero

D = espesor de losa

Se recomienda que la separación entre barras, Y, esté entre 36 y 60 pulg (914 a 1524 mm).

Cálculo de barras de unión.

La Guía AASHTO-93, menciona que esas varillas se instalan en toda la longitud de las articulaciones verticales o los hombros que se conectan al borde del camino de entrada. El propósito de estas barras es evitar espacios entre las calles de rodaje y la carretera aguas abajo de una carretera a otra. Sin embargo, no combine varios paneles. Combinado, el movimiento entre las placas es demasiado limitado, lo que causa problemas.

Las Figuras 6 y 7 muestran una ábacos para determinar el espaciado de las barras para diámetros de barra de 16 mm y 13 mm (5/8 "y 1/2"), respectivamente. Ingrese la distancia desde el extremo libre más cercano en el eje horizontal, viaje verticalmente hasta que se corte la curva de espesor, luego horizontalmente hasta que se cruce con los ejes, dando el espacio entre las barras. Estos ábacos están hechos para acero grado 40 y plataformas o placas: el coeficiente de fricción de la plataforma es igual a 1,5. (Guía, AASHTO93).

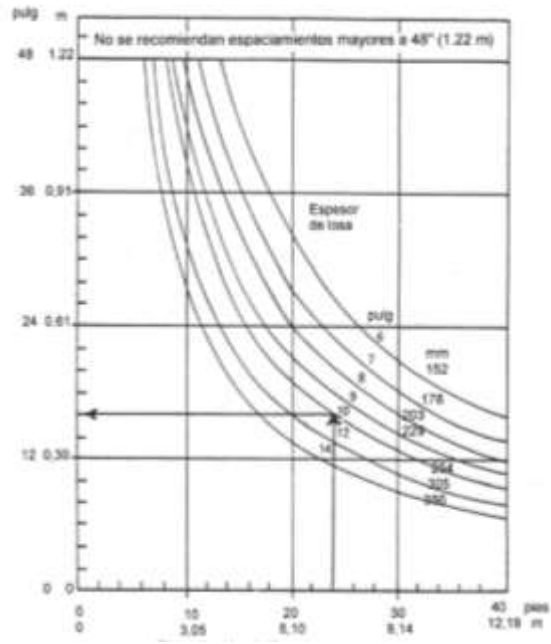


Figura 6. Barras de unión (12 mm.)

Fuente: (AASHTO, 1993).

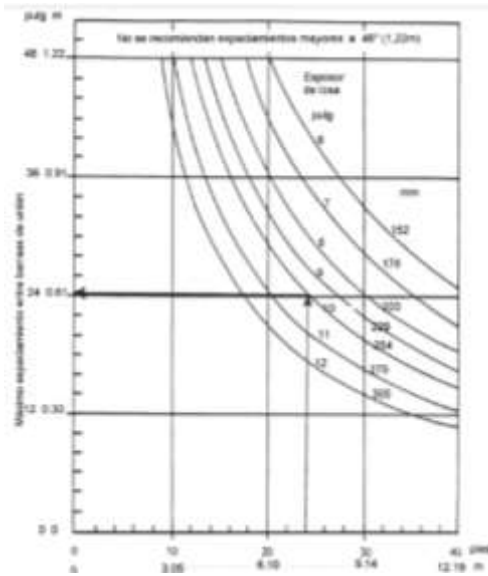


Figura 7. Barras de unión (16 mm.)

Fuente: (AASHTO, 1993).

Diseño de juntas

Se debe determinar el espacio, la longitud, transferencia de cargas y área transversal. (Guía, AASHTO93).

Tipos- juntas.

Conforme al Manual AASHTO93. "La junta hace sobre toda losa que se acorte y extienda, liberando así las tensiones." Es en ese sentido que la AASHTO tipifica a las juntas en tres tipos:

Juntas de contracción.

Están diseñados con el fin de vigilar las grietas liberando tensión debido a factores climáticos, remojo y rozamiento. (AASHTO-93).

Juntas de expansión.

Permiten que estas carreteras se muevan sin malograr las construcciones vecinas (Ejm: puentes). (AASHTO-93).

Juntas de construcción.

Son reservados al concluir un jornal hábil. Idealmente, deberían coincidir con las articulaciones contráctiles. (AASHTO-93).

Espaciamiento entre juntas

Las condiciones ambientales y características de los materiales, es decir, es un elemento decisivo para diseñar juntas- contracción en pavimentos simples (Guía, AASHTO-93). Es de mayor eficiencia la inspección de fisuras transversales.

AASHTO 93 establece: "Es recomendable la distancia comprenda las juntas verticales no debe exceder el doble del grosor de la placa en pulgadas. Un pie equivale a 12 pulgadas, por lo que el espacio máximo es el grosor de la placa. Debe ser 2 veces el grosor de la placa. de ancho, pero el espaciado no debe exceder 1,25 veces el ancho de la placa. Siempre debes usar el más pequeño de los dos datos "

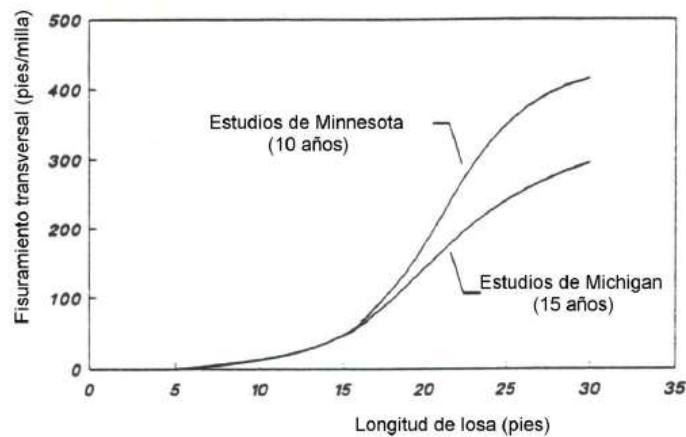


Figura 8. Número de fisuras transversales

Fuente: Guía AASHTO-93.

3.6 Método de análisis de datos.

Los tesisistas recolectaron toda información con técnicas de estadística descriptiva para determinar la distribución normal de los datos, técnicas informáticas, así como análisis y síntesis bibliográficas. A través del reconocimiento in situ, entrevistas, encuestas, levantamiento topográfico, estudios del terreno, proposición del diseño, CBR del modelo, norma AASHTO93.

Como instrumentos se utilizarán cuadros comparativos, formatos de recojo de información, gráficos, software como Excel, Word.

3.7 Aspectos éticos.

Es un aspecto importante y fundamental para la generación de conocimientos que apoyen el desarrollo de toda nación por lo que se aclara que esta tesis expresada es propia, se ha considerado las citas y también referencias de fuentes consultadas. Conviene subrayar, esta tesis no es plagiada en absoluto. Así mismo, la información que se presentará son estudios reales, sin embargo no están duplicados, ni plagiados. Por lo tanto, la investigación presentada en la monografía ayudará a resolver el problema y brindará una solución al problema identificado en la Avenida Manantay.

IV. RESULTADOS

En esta sección se detalla la información recopilada a través del análisis de la Avenida Manantay, evaluando el pavimento, el estado de la sub rasante, boceto del grosor del pavimento y determinar la cantidad de repeticiones de peso, porque es fundamental analizar el tráfico referente al Km. de la Av. Manantay, Coronel Portillo, Ucayali.

Los resultados del presente estudio tienen su fundamento en la guía principal C.E. 010 Pavimentos Urbanos aprobados con Decreto Supremo N° 001-2010-vivienda correspondiente al Reglamento Nacional de Edificaciones, cuya metodología de planteamiento de pavimentos de concreto se extendió a través de ensayos en la vía. Las metodologías empleados en el diseño están dados por la Guía AASHTO-93.



Figura 9. Población Manantay

Fuente: Elaboración Propia.

Ubicación Geográfica- Localización

Tiene un clima tropical ecuatorial caluroso y húmedo. Esta región se caracteriza por presentar lluvias permanentes a lo largo del año, siendo los niveles mínimos de

precipitación mensual de 60 m.m. El proyecto considera la pavimentación de la Av. Manantay desde el Km. 0+000 al 1+000, del distrito de Manantay, provincia Coronel Portillo.



Figura 10. Macro Localización

Fuente: Elaboración Propia.

Acceso al área de estudio.

Se efectúa mediante el transporte urbano desde cualquier ubicación de la ciudad de Pucallpa.

Condiciones climáticas.

Presenta un clima húmedo y cálido, con temperatura promedio de 32°C durante el año. Las lluvias comprenden los meses: Noviembre hasta Abril, de los meses restantes una precipitación moderada.

La precipitación media anual es de unos 2.200 mm. aproximadamente.



Figura 11. Micro Localización

Fuente: Elaboración Propia.

Identificación del lugar.

El tramo estudiado corresponde a una vía del casco urbano, ciudad de Pucallpa. Esta vía está ubicada en el distrito de Manantay, siendo esta una ruta principal que une la actividad económica de la industria maderera con la actividad económica comercial de la región. Por su ubicación y servicio la Av. Manantay está considerado como vía troncal de acuerdo al plan vial de la ciudad de Pucallpa, hace que dicha vía tenga condiciones particulares para proyectarse su pavimentación teniendo en consideración la circulación de todo tipo de vehículo y carga.

Topografía.

La Av. Manantay de la prog. 0+000.00 – 1+000.00 que conforma el proyecto, topográficamente son casi planos y algunas con ondulaciones intermedias en sentido longitudinal de sur este a nor este, con el fin de elaborar los perfiles del terreno.

Suelos.

Se realizó siguiendo todo método adecuado con la finalidad de diseñar las vías y pavimentos, MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88.

En promedio se obtuvo un Limo orgánico, tamaño máximo de malla N° 10 de consistencia semi dura y de color negruzco, de alta plasticidad con 88.50% de finos (pasa la malla N° 200), Lím. Líq.=52.48% e Ind. Plast.= 21.28% y 21.30% de humedad.

También se pudo determinar, Limo orgánico, tamaño máximo de malla N° 10 de consistencia semi dura y de color blanquecino con pintas rojizas, de alta plasticidad con 92.90% de finos (pasa la malla N° 200), Lím. Líq.=57.09% e Ind. Plast. = 24.59% y 23.70% de humedad.

Diseño- Pav. Rígido.

Este trabajo consiste en la pavimentación de 1273.32 ml en la Av. Manantay, siendo el tramo en estudio del tipo convencional. De acuerdo a lo señalado en el estudio definitivo del proyecto, se pretende diseñar estructuralmente el pavimento rígido.

Características de la sub rasante.

Con el análisis efectuado de la estratigrafía del sub-suelo y a los ensayos de laboratorio, se concluye que el diseño deberá estar de acuerdo a las peores condiciones de suelo hallado. La estratigrafía muestra que de 0.00 a 0.80 metros

de profundidad el terreno muestra una clasificación SUCS, igual a ML Limos inorgánicos y arena muy finas, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosas, o limos arcillosos con poca plasticidad. De 0.90 metros a 1.20 metros se muestra como MH, Limos inorgánicos, suelos limosos o arenosos finos micáceos o diatomáceos, suelos elásticos con 88.50% de finos.

Las progresivas restantes no tendrían inconveniente en la determinación de sus características, ya que son similares en su composición por lo que deberían ser de común diseño, sumado a que la muestra tiene características no favorables; por ende, dicho dato es asimilado para calcular el diseño.

Los terrenos fundación están constituidos por arcillas inorgánicas de mediana a alta plasticidad clasificados como ML para SUCS, AASHTO A-7-6 (14), MH, para SUCS, AASHTO A-7-5 (15) CL o A-7-6 (19).

El CBR calculado mediante la Norma MTC-E132, tuvo como resultado en promedio 2.7 %, y se observa que no está dentro de los requerimientos mínimos que especifica un mínimo de 6%, por lo que este debe ser cambiado por un material de préstamo con mejores características.

Extracción de muestras.

Consiste esencialmente en la excavación de una profundidad mínima (1.50 m) en la Avenida Manantay, para muestrear durante cada exploración de una capa o un horizonte definido y explicar la estructura estratigráfica del macizo rocoso.

De esta manera estas propiedades de la muestra del lugar de indagación, se obtuvo muestras: 04 calicatas a una profundidad de 1.50m. y exploradas según los estándares del manual de vías urbanas.

Tabla 13

Calicatas

CALICATAS	Ubicación	Profundidad (m)	Nivel Freático (m)
	Ubicada entre el Pasaje 1 y Pasaje		----
C - 1	Godofredo Da Cruz del Águila con Av. Manantay	1.5	
	Ubicada en la		----
C - 2	Calle 15 con Av. Manantay	1.5	
	Ubicada entre		----
C - 3	la Calle 06 y la Calle 17 con la Av. Manantay	1.5	
	Ubicada entre		----
C - 4	la Calle Los Cedros y el Mercadillo Papelera con la Av. Manantay	1.5	

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 14

Ensayos C.B.R. ASTM D-1883- Valores de Soporte de la Subrasante

CALIC ATA	CALLES O JIRONES	PROGRESIVA	PROFUN DIDAD	MDST G/CM3	OCH %	TIPO DE SUE LO	CBR (95% MDS)	CBR (100% MDS)
C-01	Ubicada entre el Pasaje 1 y Pasaje Godofredo Da Cruz del Águila con Av. Manantay	km 0+000.00-0+250.00	1,50 m	1.826	18.6	MH	2.7	3.9
C-02	Ubicada en la Calle 15 con Av. Manantay	km 0+250.00-0+500.00	1,50 m	1.826	18.6	MH	2.6	3.8
C-03	Ubicada entre la Calle 06 y la Calle 17 con la Av. Manantay	km 0+500.00-0+750.00	1,50 m	1.826	4.20	MH	2.8	3.9
C-04	Ubicada entre la Calle Los Cedros y el Mercadillo Papelera con la Av. Manantay	km 0+750.00-1+000.00	1,50 m	1.826	4.10	MH	2.7	3.9

Fuente: Elaboración Propia.

Se tiene una conclusión acerca del CBR para nuestro caso es de 2.70% al 95% de la MDST, que representa un valor de soporte bajo que a la vez indica que la subrasante es de tipo inadecuada que será necesario mejorar con material de préstamo de mejor calidad.

Estudio tráfico.

Permitió hallar la cantidad de la aplicación acumulada de 18,000 libras (80 kN) de cargas equivalentes en un eje, así se determina aquel espesor del pavimento.

Durante este estudio de tráfico fue necesario realizar los siguientes trabajos:

- Conteo de vehículos en estaciones representativas durante 24 horas del día y más aún teniendo en cuenta las horas críticas, para establecer el volumen del tráfico.
- Determinación de las cargas de eje por vehículo, de acuerdo a la Norma Nacional de Vehículos y así obtener el factor camión.

Cantidad de tráfico estimada.

Esta estimación sirvió para calcular el (IMDS) y el (IMDA), en base con los objetivos del estudio planteado en la tesis y los antecedentes existentes.

Estimación del volumen del tráfico

Los monitoreos realizados en la Av. Manantay, durante la elaboración de la tesis, fueron básicos para evaluar el tráfico, datos que servirán como referente para diseñar la losa.

El volumen de tránsito en el estudio, se ha evaluado durante 07 días de una semana (lunes 05 al domingo 11 de enero del 2021), obteniendo el IMDS.

Planificación conteo.

El objetivo de este presente estudio fue tener una mejor visión de las intersecciones.

Desde este punto de vista y de acuerdo al informe se ha considerado ocho puntos o estaciones de trabajo los cuales están denominados:

- 1. Conteo N° 01:** Ubicación en Av. Manantay \cap Av. Pasaje 1
- 2. Conteo N° 02:** Ubicación en Av. Manantay \cap Pasaje Godofredo Da Cruz del Águila
- 3. Conteo N° 03:** Ubicación en Av. Manantay \cap Av. S/N
- 4. Conteo N° 04:** Ubicación en Av. Manantay \cap Av. Calle 15
- 5. Conteo N° 05:** Ubicación en Av. Manantay \cap Av. S/N
- 6. Conteo N° 06:** Ubicación en Av. Manantay \cap Calle 17
- 7. Conteo N° 07:** Ubicación en Av. Manantay \cap Av. Los Cedros
- 8. Conteo N° 08:** Ubicación en Av. Manantay \cap Av. S/N

Se pudo considerar que las características de la Av. Manantay, que soporta un tráfico variable e intenso y como una vía principal aportan parte de su IMD vehicular como tráfico desviado.

Realizando conteos de tráfico durante 07 días (lunes 05/01/2021 al domingo 11/01/2021) durante las 24 horas y cuyos datos se indican en el Anexo del Conteo Vehicular.

Tipos de vehículos a contar según clasificación.

El MTC establece la clasificación de los vehículos mayores llamados también camiones, no se incluyen vehículos menores, que son los más numerosos en la

zona de estudio (motocarros). Los vehículos llamados camiones son los que aplican mayores cargas al pavimento, por lo que la incidencia de los tipos menores es insignificante.

Para fines de la presente tesis se tomaron en cuenta vehículos mencionados en el Reglamento Nacional de Vehículos, que transitan en la zona. Sin embargo, y, además, para hacer más realista el estudio se cuantificaron los tipos menores. Estableciéndose los siguientes vehículos:

Vehículos Mayores Categoría “M”.

Automóvil, Camiones, Ómnibus B-2, Ómnibus B-3.

Vehículos Pesados Categoría “N”.

Camion C-2, Camion C-3, T2S3, T3S1, T3S2, T3S3, C3R2, C3R3 y C3R4.

Vehículos Mayores Categoría “L”.

Moto lineal, Motocar.

Debido a la gran cantidad de motos, motocar; estos fueron estimados por muestreo; por la dificultad que representa su identificación individual.

Resultados del conteo vehicular.

El Índice Medio Diario calculado corresponde al análisis de una semana en el año “0”, por lo tanto, definiremos el IMD como el IMDS.

Como el análisis es para un periodo de diseño cuantificado en años, mediante procedimientos estadísticos se calculó el IMDA (Índice Medio Diario Anual) propuesto por el ICG en el Manual Diseño de Vías Urbanas.

El IMDA del lugar del proyecto considera un 10% de tráfico desviado y 15 % como tráfico generado a partir de la situación sin proyecto.

De esta manera se encuentra las siguientes conclusiones:

IMD N° 01

- El índice Medio Diario Semanal es 4,508.00 Veh/día.
- El índice Medio Diario es 644 Veh/día.
- Los vehículos ligeros representan el 73.43%, los camiones el 22 % y los trailers 4.57 %.

IMD N° 02

- El índice Medio Diario Semanal es 2,074.00 Veh/día.
- El índice Medio Diario es 302 Veh/día.
- Los vehículos ligeros representan el 88.52% y los camiones el 11.48 %.

IMD N° 03

- El índice Medio Diario Semanal es 2,692.00 Veh/día.
- El índice Medio Diario es 385 Veh/día.
- Los vehículos ligeros representan el 79.20% , los camiones el 18.72 % y los trailers 2.08 %.

IMD N° 04

- El índice Medio Diario Semanal es 1,972.00 Veh/día.
- El índice Medio Diario es 281 Veh/día.
- Los vehículos ligeros representan el 68.15 % , los camiones el 19.78 % y los trailers 12.07 %.

IMD N° 05

- El índice Medio Diario Semanal es 1,644.00 Veh/día.
- El índice Medio Diario es 235 Veh/día.
- Los vehículos ligeros representan el 71.65 % , los camiones el 13.02 % y los trailers 15.33 %.

IMD N° 06

- El índice Medio Diario Semanal es 1,686.00 Veh/día.

- El índice Medio Diario es 241 Veh/día.
- Los vehículos ligeros representan el 72.12 % , los camiones el 11.63 % y los trailers 16.25 %.

IMD N° 07

- El índice Medio Diario Semanal es 1,638.00 Veh/día.
- El índice Medio Diario es 234 Veh/día.
- Los vehículos ligeros representan el 65.81 % , los camiones el 18.80 % y los trailers 15.38 %.

Estimación del Factor Camión.

Este valor define el deterioro por paso sobre un pavimento de un eje en estudio, en conexión al daño por paso de una carga de eje estándar usualmente 18,000 libras (18 kips) de eje simple y es muy importante el tipo de pavimento, grosor y capacidad estructural. Asimismo, condiciones terminales del pavimento porque detalla su falla. La suma de los EALFs de los ejes del vehículo representa el Factor Camión (Tf) o Factor Truck.

$$\text{FACTOR CAMIÓN} = \sum \text{EALFi}_{(\text{cada eje})}$$

La mayoría de los EALFs están basados en la experiencia. Uno de los métodos más difundidos es el que emplea las ecuaciones empíricas desarrolladas desde las pruebas de caminos AASHO (AASHTO-1993). Para ello se requiere obtener los pesos que transmiten los diferentes ejes de carga, mediante estaciones de pesaje, que a nivel del presente estudio es imposible implementar, pudiéndose usar las informaciones existentes.

El AASHTO y otras instituciones publican tablas referentes a los factores EALF. Pero también el MTC posee estaciones de pesaje a nivel nacional, que reportan

datos sobre los pesos reales, que pueden ser utilizados para calcular los EALFs reales. Asimismo, no hay estación de pasaje en el área de estudio.

Determinación del EALF y el Factor Camión.

Para calcular el EALF se usan las ecuaciones AASHTO con el fin de calcular el diseño. Referente a los vehículos mayores se toman los datos de pesaje indicados en la Norma. Mientras que para los autos menores se han realizado encuestas de pesos en la ciudad de Pucallpa.

Las ecuaciones AASHTO tiene la forma siguiente

Donde:

G_t = Logaritmo de la razón de pérdida de la serviacibilidad en el tiempo t a la pérdida total cuando p_t es igual a 2.5. Notando que 4.5 es serviacibilidad inicial para los pavimentos de concreto asfáltico.

β_x = Función de variables de carga, el valor de β_{18} se emplea para $L_x = 18$ y $L_2 = 1$

W_{tx} = Número de aplicaciones de ejes de carga x al final de un tiempo t .

p_t = Serviacibilidad al final de un tiempo t .

W_{t18} = Número de aplicaciones de ejes de carga de eje simple de 18 kips al final de un tiempo t .

L_x
conjunto = Carga en kips sobre un eje simple, o sobre un conjunto de ejes tándem, o sobre un conjunto.

L_2 = código del eje, 1 para un eje simple, 2 para el eje tándem y 3 para eje tridem

D = espesor de la losa en pulgadas:

Luego de EALF resulta de :
$$EALF = \left(\frac{W_{t18}}{W_{tx}} \right)$$

El peso y factor camión de los vehículos menores, es decir de los vehículos como, camionetas, autos Motocar y motos, se han calculado con los datos obtenidos en censos de la ciudad de Pucallpa, entre el 04 al 10 de diciembre del 2005, que se realizó contando el número de pasajeros y tomando como dato el peso bruto de cada vehículo.

En estos cálculos se han considerado un índice de serviacibilidad terminas (p_t) de 2.5 y un número estructural (SN) de 5, que son representativos para vías en uso y en buenas condiciones de servicio.

Estimación del Factor Camión.

El ESAL de diseño, se calcula multiplicando el número de vehículos de cada clase de peso por su factor camión apropiado, multiplicando además por los demás factores que se indican en la siguiente ecuación: y sumando los productos:

$$ESAL = (\sum (\text{Factor Camión} \times \text{Número de vehículos de cada clase})) (G)(D)(L)(Y)(365)$$

$$ESAL = \sum_{i=1}^{i=m} FACTOCAMION_i \times IMD_i (G)(D)(L)(Y) \times 365$$

Donde:

G : Factor de crecimiento

D : Factor de distribución direccional que normalmente se asume que es 0.5, cuando el tráfico es en dos sentidos

L : Factor de distribución de vía que varía con el volumen de tráfico y el número de vías

Y : Periodo del diseño en años

Factor crecimiento del tráfico (G)

La vía está proyectada con la misión de evitar la demanda de tráfico producido en un tiempo. El crecimiento vehicular se anticipa para no tener problemas futuros, ya que cada año siempre hay un incremento de vehículos. El factor crecimiento (G) tiene un servicio con un incremento de tráfico anual (r). Se calcula el servicio de incremento del PBI- Pucallpa que correspondería a los camiones, tasa de incremento vehicular está en función del aumento del poblamiento.

A continuación, se muestran estas relaciones en los periodos de diseños que abarcan 20 años.

Tabla 15

Variación porcentual del PBI en Ucayali

Años	PBI Ucayali	AGRO PEC	COMER CIO	CONSTR UC.	MANUFA CT.	MINER IA	OTRO S	PESCA	SERV. GUBER.
2002	4.00%	3.70%	3.60%	6.50%	5.40%	3.10%	1.70%	3.60%	0.60%
2003	4.90%	4.70%	5.20%	7.60%	5.80%	2.30%	4.00%	4.50%	0.60%
2004	5.00%	4.80%	5.00%	9.20%	5.90%	3.20%	3.40%	3.70%	0.30%
2005	3.20%	2.50%	3.00%	4.30%	3.50%	1.20%	4.20%	4.40%	1.30%
2006	3.30%	2.70%	3.00%	4.30%	3.50%	1.40%	4.50%	4.20%	1.40%
2007	3.40%	2.90%	3.10%	4.40%	3.50%	1.70%	4.60%	4.00%	1.50%
2008	3.40%	3.00%	3.10%	4.40%	3.60%	2.10%	4.40%	4.00%	1.60%
2009	3.50%	3.20%	3.20%	4.40%	3.60%	2.00%	4.10%	3.90%	1.70%
2010	3.50%	3.30%	3.20%	4.40%	3.70%	2.30%	3.80%	3.90%	1.80%
2011	3.50%	3.30%	3.60%	4.20%	3.60%	3.90%	3.60%	3.70%	1.90%
2012	3.60%	3.60%	2.90%	4.70%	3.80%	1.50%	3.40%	4.20%	1.70%
2013	3.60%	3.60%	3.30%	4.50%	3.80%	3.00%	3.30%	4.00%	1.90%
2014	3.60%	3.60%	3.30%	4.50%	3.80%	3.50%	3.20%	4.00%	1.90%
2015	3.70%	3.70%	3.40%	4.50%	3.80%	3.70%	3.20%	4.00%	1.90%
2016	3.70%	3.70%	3.40%	4.50%	3.80%	3.80%	3.20%	4.10%	1.90%

2017	3.80%	3.80%	3.40%	4.50%	3.90%	3.80%	3.30%	4.10%	1.90%
2018	3.90%	3.90%	3.40%	4.50%	3.90%	3.80%	3.30%	4.20%	2.00%
2019	3.90%	3.90%	3.50%	4.50%	3.90%	3.70%	3.40%	4.20%	2.00%
2020	3.90%	3.90%	3.50%	4.50%	3.90%	3.60%	3.50%	4.30%	2.00%

Fuente: Elaboración Propia.

Usando el valor de $r = 3.9\%$ para el cálculo respectivo.

Se puede usar el factor de crecimiento total, mediante producto ($G \times Y$)

FACTOR TOTAL

$$(G)(Y) = \frac{(1 + r)^Y - 1}{r}$$

Factor de crecimiento (obtenido del libro "Pavement Analysis and Design" de Yang H. Huang)

Tránsito de diseño y cálculo de ESAL.

ESAL IMD 1: 2'874,853.248

ESAL IMD 2: 817,297.3239

ESAL IMD 3: 1'910,045.731

ESAL IMD 4: 2'568,755.191

ESAL IMD 5: 2'145,835.676

ESAL IMD 6: 2'221,365.476

ESAL IMD 7: 2'468,468.784

El número ESAL obtenido en promedio del área de estudio corresponde a 2'143,803.061 ejes equivalente.

Ubicación de los tramos homogéneos.

En este estudio, se emplean ocho (8) puntos para evaluar la sección de la carretera en estudio para encontrar el peso del vehículo a partir de otros medios viales que estarán provenientes posiblemente a la avenida Manantay para lo cual se estableció los puntos de conteo según la siguiente imagen.



Figura 12. Puntos de evaluación

Fuente: Elaboración Propia.

Estas estaciones permiten ver cuantas calles existen o vías que conectan con la avenida en estudio por lo que tener un solo punto de conteo era inadecuado.

Estimación de la confiabilidad.

Este valor tabulado se determina de acuerdo al período de diseño, tiempo en el cual el pavimento empieza a presentar fallas. Este valor se halla en las tablas del MTC y Guía AASHTO. Según las características y usos del pavimento. Para el estudio se determinó un nivel de confiabilidad $R = 85\%$. Lo que refiere un $ZR = -1.036$

Pérdida serviciabilidad.

Este valor representa la condición máxima ideal, o máximo confort de circulación que ofrece el pavimento al usuario. Este valor está englobado de 0 a 5, siendo 5 el valor máximo ideal. La pérdida-serviciabilidad se determina por semejanza entre el P_o y P_t . Según el manual AASHTO los pavimentos nuevos tienden a tener una serviciabilidad inicial igual a 4.5 y una final de 2.5.

Tabla 16

Serviciabilidad

Tipo de Tráfico en EE	Rangos del Tráfico Pesado expresado en EE		Pi	Pt	Δ PSI
TP0	> 75,000 EE	\leq 150,000 EE	4.1	2	2.1
TP1	> 150,000 EE	\leq 300,000 EE	4.1	2	2.1
TP2	> 300,000 EE	\leq 500,000 EE	4.1	2	2.1
TP3	> 500,000 EE	\leq 750,000 EE	4.1	2	2.1
TP4	> 750,000 EE	\leq 1'000,000 EE	4.1	2	2.1
TP5	> 1'000,000 EE	\leq 1'500,001 EE	4.3	2.5	1.8
TP6	> 1'500,000 EE	\leq 3'000,000 EE	4.3	2.5	1.8
TP7	> 3'000,000 EE	\leq 5'000,000 EE	4.3	2.5	1.8
TP8	> 5'000,000 EE	\leq 7'500,000 EE	4.3	2.5	1.8

TP9	> 7'500,000 EE	≤ 10'000,000 EE	4.3	2.5	1.8
TP10	> 10'000,000 EE	≤ 12'500,000 EE	4.3	2.5	1.8
TP11	> 12'500,000 EE	≤ 15'000,000 EE	4.3	2.5	1.8
TP12	> 15'000,000 EE	≤ 20'000,000 EE	4.5	3	1.5
TP13	> 20'000,000 EE	≤ 25'000,000 EE	4.5	3	1.5
TP14	> 25'000,000 EE	≤ 30'000,000 EE	4.5	3	1.5
TP15	> 30'000,000 EE		4.5	3	1.5

Fuente: (AASHTO-93).

Desviación estándar combinada.

Como criterio de diseño se optó un $S_0 = 0.34$. Este es un valor tabulado respecto de la desviación estándar y varían entre pavimentos flexibles y rígidos. Este valor deriva de la magnitud de confianza y de la desviación estándar normal a fin de mencionar a los pavimentos rígidos que están en un rango de entre 0.30 a 0.40.

Transferencia de carga (J)

Los pesos del pavimento generan deflexiones que en muchos casos son excesivas, que traen como consecuencia la succión de sub base; posterior deterioro del pavimento.

Tabla 17

Resistencia según EE.

Rangos de tráficos pesado expresados en EE	Resistencia mínima a la flexo tracción 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	42 Kg/cm ²	300 Kg/cm ²
≤ 15'000,000 EE	45 Kg/cm ²	350 Kg/cm ²
> 15'000,000 EE		

Fuente: (AASHTO-93).

En dicho diseño de estudio se tomó en cuenta un concreto de resistencia f'c=280 Kg/cm², y por consiguiente un Mr. = 40 Kg/cm²

Tabla 18

Transferencia de carga

Tipo de Berma	J			
	GRANULAR O ASFÁLTICA		CONCRETO HIDRÁULICO	
VALORES	SI (con pasadores)	NO (con pasadores)	SI (con pasadores)	NO (con pasadores)
J	3.2	3.8 - 4.4	2.8	3.8

Fuente: (AASHTO-93).

Módulo de elasticidad.

Esta variable comprende dentro de lo siguiente: deformación y tensión.

Concreto $f'c = 280.00 \text{ kg/cm}^2$

$$E_c = 57000 (f'c)^{0.5}$$

$$E_c = 3597112.797$$

Factor soporte (Ls)

Dicho dato representa toda pérdida de capacidad de soporte en losas rígidas debido a la erosión de los cimientos debido a la diferencia en el flujo de agua o al hundimiento del terreno.

Tabla 19

Correlaciones del Módulo de Resiliencia

$Mr \text{ (psi)} = 1500 \times \text{CBR}$	$\text{CBR} < 10\%$	Ecuación Guía AASHTO
$Mr \text{ (psi)} = 3000 \text{ CBR}^{0.65}$	$10\% < \text{CBR} < 20\%$	Formula Sudafricana
$Mr \text{ (psi)} = 4326 \times \ln \text{CBR} + 241$	Suelos Granulares	Ecuación Guía AASHTO
$Mr \text{ (psi)} = 2555 \text{ CBR}^{0.64}$	General	Guía AASHTO 2002

Fuente: (Manual AASHTO-93).

Tabla 20

Soporte LS

Tipo de sub base o base	Factor pérdida de soporte
Subbase granulares tratadas con cemento (Mr=7,000 a 14,000 MPa)	0.00 a 1.00
Sub base tratadas con cemento (Mr=3,500 a 7,000 MPa)	0.00 a 1.00
Bases asfálticas (Mr=2,500 a 7,000 MPa)	0.00 a 1.00
Sub base estabilizadas con asfalto (Mr=300 a 2,000 MPa)	0.00 a 1.00
Estabilización con cal (Mr=150 a 1,000 MPa)	1.00 a 3.00
Materiales granulares sin tratar (Mr=100 a 300 MPa)	1.00 a 3.00
Suelos finos y subrasantes naturales (Mr=20 a 300 MPa)	2.00 a 3.00

Fuente: (AASHTO, 1993).

Módulo de reacción (Kc)

Este coeficiente es el dato de alcance del terreno y comprende el coeficiente de resistencia de cimentación y módulo elástico sobre la losa. En este estudio, se propuso una economía del condado con un CBR del 100% o más.

Determinación del módulo resiliente.

Este análisis utilizó un método de Correlaciones apoyado en la tabla siguiente:

Cálculo de losa.

Este esquema resumido se observa diferentes factores y puntos de vista utilizados en el cálculo de la losa y sub base.

DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO		
Cargas de tráfico vehicular impuestos al pavimento	ESAL(W18)	2 143 803
CBR de la subrasante (%)	CBR =	2.7 %
Resistencia del concreto (Kg/cm2)	(F'c)	280
Módulo elástico del concreto (PSI)	$E = 57000 \times (f_c)^{0.5}; (f_c \text{ en PSI})$	Ec 3597112.797
Resistencia media del concreto a flexo tracción a los 28 días(Kg/cm2)	Mr	40
Modulo de reacción de la subrasante (Mpa/m)	Ko	25.00
CBR mínimo de la subbase (%)	VERDADERO CBR(subB.) =	40.0 %
CBR mínimo de la subbase - definido (%)	CBR DEF.	50.0 %
Modulo de reacción de la subbase granular (Mpa/m)	K1(subB.) =	140.00
Espesor de la subbase granular (cm) recomendado por la MTC	h=	15.00
Coefficiente de reacción combinado (Mpa)	$K_c = \left(1 + \left(\frac{h}{38} \right)^2 \times \left(\frac{K_1}{K_p} \right)^{\frac{2}{3}} \right)^{0.5} \times K_b$	Kc 30.53
Tipo de tráfico	Tipo:	TP6
Índice de serviciabilidad Inicial según rango de tráfico	Pi	4.3
Índice de serviciabilidad final según rango de tráfico	Pt	2.5
Diferencial de serviciabilidad según rango de tráfico	Δ PSI	1.8
Desviación estandar combinado	So	0.34
Nivel de confiabilidad	conf.	85.0 %
Coefficiente estadístico de desviación estandar normal	ZR	-1.036
Condiciones de drenaje	cd	1.0
Coefficiente de transmisión de carga en las juntas Concreto hidráulico con pasadores	J	2.8

D-0	D-1
20 cm	15 cm
Capa superficial (Losa de concreto)	SubBase Granular

Figura 13. Resumen de cálculos

Fuente: Elaboración Propia.

Según los resultados del cálculo del diseño del piso rígido durante el tiempo de anteproyecto de 20 años, la losa rígida tiene un tamaño de 20 cm y cuya base granular debe ser de 15 cm.

Dimensionamiento de Losas.

De acuerdo a los resultados obtenidos para el grosor de losa, ésta dio un efecto de espesor $e=0.20$ m. con una base granular de 15 cm. El método AASHTO considera a las losas en la armadura rígida como discontinua, es decir, en dirección transversal y largo. Y de acuerdo a las dimensiones se generan las juntas que controlan los agrietamientos producidos por temperatura (expansión, retracción y alabeo). Respecto de lo antes mencionado se consideró un ancho de losa igual a 4 m. debido a que el ancho del carril es de esa longitud considerado así por la AASHTO, que menciona que la anchura de losa debe tener la misma extensión del carril. Respecto del largo de losa se tomó como referencia la relación $L=24xh$ (h = espesor de losa), por lo que se consideró una longitud de 4.8 m.

Pasadores de acero.

El método AASHTO93 respecto de los pasadores a colocarse en las juntas de las losas, considera requisitos mínimos para su configuración las cuales están a continuación:

Tabla 21

Pasadores de acero

Espesor de pavimento (cm)	Diámetro del pasador (inch)	Longitud total (cm)	Separación
10	1/2	25	30
11--13	5//8	30	30
14--15	3//4	35	30
16--18	7//8	35	30

19--20	1	35	30
21--23	1 1/8	40	30
24--25	1 1/4	45	30
26--28	1 3/8	45	30
29--30	1 1/2	50	30

Fuente: (Diseño estructural de caminos por el método AASHTO-93).

En función a lo considerado en el cuadro que antecede y los resultados de espesor de losa ($e = 20$ cm) se tiene que utilizar un acero de 1" con una longitud igual a 35 cm y una separación de 30 cm entre aceros, en la inclusión de los pasadores.

V.DISCUSIÓN

La norma CE 010 menciona acerca del boceto de la losa rígida y detalla lo siguiente: "Los programas de exploración de suelos basados en pruebas de campo y laboratorio analizan los flujos de tráfico esperados durante la fase de diseño".

De esta afirmación exponemos que se siguió los estudios planteados por la Norma Técnica CE 010, consiguiendo resultados adecuados para el diseño del pavimento. Estos datos se obtuvieron por los muestreos y toma de datos del lugar in situ de Manantay.

Respecto de las referencias de investigación o calicatas la norma menciona que "se deberán realizar 1 calicata cada 1800m² para vías locales y que la profundidad de estas no debe ser menor a 1.50 m. y se establecerá el CBR cada 5 puntos de indagación. Conforme la cantidad de calicatas o estudios del CBR para analizar la sub rasante del suelo".

Al respecto se afirma que lo planteado por la norma fue seguida en ese estricto orden, cumpliendo con ejecutar cuatro puntos de muestreo o calicatas, para una extensión muestral de un kilómetro, así mismo, se realizó un ensayo CBR del terreno, de interior 1.5 metros en la calicata.

Por otro lado, la norma CE 010 menciona que en la zona. "Los métodos de diseño estructural basados en la teoría y la experiencia a largo plazo, como los métodos AASHTO93 y PCA comúnmente utilizados en Perú.

Se utilizó el método AASHTO93, ya que por referencia es el que mejores resultados ha venido ofreciendo en la Amazonía, para lo cual se utilizó la Guía AASHTO93 para pavimentos rígidos y el Manual de Carreteras 2013.

VI. CONCLUSIONES

En este estudio el principal motivo de los tesisistas fue en diseñar el pavimento ubicado en la Av. Manantay, Región de Ucayali. Pudiendo concluirse en general que se logró alcanzar el fin con la utilización de métodos empleados en el Perú.

Respecto al análisis de tráfico, tuvo como resultado un ESAL 2143803.061 EE calculados para diseñar la losa. A través de ocho puntos situados de tal manera que abarquen todo conteo de vehículos que ingresan a dicha vía por diferentes calles o vías alternas.

Respecto de las características del suelo se puede concluir que en promedio las calicatas muestreadas revelaron un Limo orgánico en la sub rasante, con un tamaño máximo de malla N° 10 de consistencia semi dura y de color negruzco, de alta plasticidad con 88.50% de finos (pasa la malla N^a 200), y Límite Líquido. =52.48% e Índice de Plasticidad. = 21.28% y 21.30% de humedad. Así mismo del ensayo California Bearing Ratios (CBR), se pudo determinar que la sub rasante posee en promedio un 2.7 %.

La estratigrafía muestra que de 0.00 a 0.80 metros de profundidad el terreno muestra una clasificación SUCS, igual a ML Limos inorgánicos y arena muy finas, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosas, o limos arcillosos con poca plasticidad. De 0.90 metros a 1.50 metros se muestra como MH, Limos inorgánicos, suelos limosos o arenosos finos micáceos o diatomáceos, suelos elásticos con 88.50% de finos.

El diseño del pavimento fue realizado utilizando los métodos descritos en la guía AASHTO93 y Guía de carreteras del MTC. Los resultados hallados mostraron dicha losa rígida con 20 centímetros de grosor con sub base 15 centímetros.

Concluyéndose además que el suelo de la sub rasante debe ser cambiada por otro que presente mejores condiciones de soporte con un CBR mínimo de 10%.

VII. RECOMENDACIONES

De acuerdo con la ejecución del estudio es necesario realizar estudios de cantera con el fin de establecer la idoneidad del suelo a reemplazar en la sub rasante toda vez que este tiene un CBR muy bajo, y debe ser reemplazado.

Respecto de la presencia de humedad alta en el suelo se recomienda utilizar algún tipo de tratamiento para evitar complicaciones al pavimento, como geomallas que impermeabilicen el suelo, así mismo la incorporación de este material ayudaría a aumentar la resistencia, ya que de acuerdo a los resultados del CBR, este era demasiado baja. Asimismo, se recomienda estabilizar el fondo de rellenos con geotextil.

Respecto de la finalidad de este estudio, que estuvo orientada a la aplicación de conocimientos propios de una tesis, se recomienda que se pudieran utilizar otros métodos para determinar y diseñar el pavimento del estudio propuesto.

REFERENCIAS

1. AAASHTO. (1993). *American Association of State Highway and Transportation. Guide for Design of Pavements Structures*. Washington. Retrieved from <https://habib00ugm.files.wordpress.com/2010/05/aashto1993.pdf>.
2. Aroni, J. (2017). “*Diseño de un pavimento rígido, para las vías de servicio vehicular en el terminal portuario de Matarani*” (Tesis de ingeniería civil). Universidad Católica Santa María, Arequipa, Perú.
3. Ayasta, W. (2018). “*Diseño del pavimento rígido y sistema de drenaje pluvial para el casco urbano del distrito de Monsefú, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, 2018*”. (Tesis de ingeniería civil). Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Lambayeque, Perú.
4. Calla, E. (2015). “*Pavimentación de los jirones Achaya, Manco Capac, Conde de Lemus, Arica y Puno de la Municipalidad Distrital de Caminaca-Azángaro*” (Tesis de ingeniería civil). Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.
5. Croney D. & Croney P. (1997). *Design and Performance of Road Pavement*. New York, Estados Unidos.
6. Delgado, C. & Rivera, L. (2018). “*Propuesta de diseño de pavimento rígido de la vía Virgen de Fátima – Naranjal (Km 11) –Taura*”. (Tesis de ingeniería civil). Universidad Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador.
7. DGIP - Dirección General de Inversión Pública (MEF-DGIP). Ministerio de Economía y Finanzas (2015). *Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de carreteras*, Perú.

8. DPN - Dirección Nacional de Planeación (2017). *Construcción de pavimento rígido en vías urbanas de bajo tránsito*. Bogotá, Colombia.
9. Escuela de Ingeniería de Caminos de Montaña – Facultad de Ingeniería. *Curso de Actualización de Diseño Estructural de Caminos Metodo AASHTO-93*. San Juan, Argentina. Editorial Universidad de San Juan de Argentina.
10. Hernández, R.; Fernández, C. & Baptista, P. (2006). *Metodología de la Investigación*. 4ª ed. Ciudad de México, McGraw-Hill. Disponible en: https://competenciashg.files.wordpress.com/2012/10/sampieri-et-al-metodologia-de-la-investigacion-4ta-edicionsampieri-2006_ocr.pdf.
11. INEI (2007). *Censos Nacionales: XI de Población y VI de Vivienda 2007*. Perú. (Archivo Excel. http://webinei.inei.gob.pe/anda_inei/index.php/catalog/259)
12. Huanco, H. (2016). “*Estudio y diseño del pavimento rígido en la av. Perú de la ciudad de Juliaca, tramo I Jr. Mantaro – Jr. Francisco Pizarro*”. (Tesis de ingeniería civil). Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.
13. Mayta, J. (2019). “*Diseño de estructura de pavimento rígido para mejoramiento de principales vías de la UU.VV. Pochocota en la provincia de Andahuaylas – región Apurímac*”. (Tesis de ingeniería civil). Universidad Nacional Federico Villareal, Lima, Perú.
14. Mora, A. & Arguelles, C. (2015). “*Diseño de pavimento rígido para la urbanización Caballero y Góngora, municipio de Honda – Tolima*”. [Tesis en ingeniería de pavimentos]. Universidad Católica de Colombia, Bogotá, Colombia.
15. MTC - Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016). Manual de Ensayo de Materiales, Lima, Perú. Recuperado el 12 de diciembre 2020 de http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_3729.pdf.

16. MTC - Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013). *Manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos sección suelos y pavimentos*. Lima, Perú.
17. Norma Técnica CE.010 (2006). *Pavimentos urbanos*. Lima, Perú: Ministerio de Transportes y comunicaciones.
18. Ospina, J. (2018). *“Diseño estructural de pavimento rígido de las vías urbanas en el municipio del Espinal – departamento del Tolima”*. (Tesis de ingeniería civil). Universidad Cooperativa de Colombia, Medellín, Colombia.
19. Pérez, R. (2010). *“Diseño del pavimento rígido del camino que conduce a la aldea el Guayabal, municipio de Estanzuela del departamento de Zacapa”*. (Tesis de ingeniería civil). Universidad de San Carlos de Guatemala, Antigua Guatemala, Guatemala.
20. Pardini, F. (2005). *Metodología y técnicas de investigación en ciencias sociales*. Trigésimoctava edición. México. Siglo XXI editores.
21. Rojas, Soriano R. (1996). *Guía para realizar investigaciones sociales*, Edición 18. España. Plaza y Valdés Editores.
22. Urban, R.; Nalvarte, W. & Bustamante, K. (2015). *Evaluación y diagnóstico empresarial del sector forestal y potencial forestal maderable Ucayali y Madre de Dios*. Ed Cámara Nacional Forestal. ISBN 978-612-47171-0-9. Publicación electrónica disponible en <http://www.cnf.org.pe>
23. Vega, D. (2018). *“Diseño de los pavimentos de la carretera de acceso al Nuevo Puerto de Yurimaguas (KM 1+000 A 2+000)”*. (Tesis de ingeniería civil). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.

ANEXOS

ANEXO N°1 MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

“Diseño Estructural del Pavimento Rígido para el Mejoramiento de la Avenida Manantay Región Ucayali, 2021.”

Variables de Estudio	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
<p>Independiente: Diseño Estructural del Pavimento Rígido</p>	<p>Se trata de una estructura de pavimento, especialmente compuesta de sustratos granulares, sobre las superficies pulidas de losas de cemento, asfalto, cal y hormigón. , Aditivos, si es necesario ". El piso duro tiene tres capas: Losa de concreto, Base, y sub rasante. (MTC,2016)</p>	<p>Se utiliza para diseñar pavimentos de concreto armado que distribuyen las cargas sobre su propia estructura y normalmente tienen un tiempo de diseño de 20 a 40 años, sin embargo, en el Perú es utilizado un tiempo de diseño igual a 20 años.</p>	<p>Diseño de la Estructura. Estudios Básicos in situ. Cálculo del estudio.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Método AASHTO 93 ● Sistema SUCS ● Pruebas CBR ● Estudio Topográfico ● Clasificación del suelo ● Método de Diseño. 	Ordinal
<p>Dependiente: Mejoramiento de la Avenida Manantay, Región Ucayali, 2021.</p>	<p>Construcción de una losa rígida para optimizar la carretera y brindar a los pobladores un mayor bienestar. (Rivera, 2010)</p>	<p>El mejoramiento permite transitabilidad, un impulso en la economía y estado de vida a los habitantes.</p>	<p>Transitabilidad vehicular. Modernización. Disminución del deterioro de los vehículos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Evitar el tráfico y futuros accidentes de tránsito. ● Mejora paisajista del lugar. ● Calidad de vida a los habitantes. 	Ordinal

ANEXO N°2 CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR

- IMD DAY ONE

RESUMEN DE CONTEO Y CLASIFICACION VEHICULAR (METODO AASTHO)

ESTACION: C-1

PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA AVENIDA

K= 1 MANANTAY, REGIÓN UCAYALI, 2021.

UBICACION: MANANTAY

Sent.	VEHICULOS LIGEROS				BUS		CAMIONES UNITARIOS			SEMITRAILER				TRAILER				TOTAL	%
	Autos	Pick up	Rural	Micros	2E	3E	C2	C3	C4	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3		
E	790	700	420	0	0	0	282	380	54	0	0	0	0	0	0	82	44	2752	61.0%
S	676	476	248	0	0	0	106	148	22	0	0	0	0	0	0	52	28	1756	39.0%
TOTAL	1466	1176	668	0	0	0	388	528	76	0	0	0	0	0	0	134	72	4508	
%	32.52%	26.09%	14.82%	0.00%	0.00%	0.00%	8.61%	11.71%	1.69%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.97%	1.60%	100.0%	
IMD	209.43	168	95.429	0	0	0	55.429	75.429	10.857	0	0	0	0	0	0	19.143	10.286	644	
K	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
IMD	209.43	168	95.429	0	0	0	55.429	75.429	10.857	0	0	0	0	0	0	19.143	10.286	644	
IMD	209	168	95	0	7	2	55	4	11	0	0	0	0	0	0	19	10	644	

- IMD DAY THREE

RESUMEN DE CONTEO Y CLASIFICACION VEHICULAR (METODO AASTHO)

ESTACION: C-1

PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA AVENIDA

K= 1 MAMANTAY, REGIÓN UCAVALI, 2021.

UBICACION: MAMANTAY

Sent.	VEHICULOS LIGEROS				BUS		CAMIONES UNITARIOS			SEMITRAILER				TRAILER				TOTAL	%
	Autos	Pick up	Rural	Micros	2E	3E	C2	C3	C4	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3		
E	380	526	270	0	0	0	226	56	42	0	0	0	0	0	0	14	14	1528	56.8%
S	312	434	210	0	0	0	104	48	28	0	0	0	0	0	0	14	14	1164	43.2%
TOTAL	692	960	480	0	0	0	330	104	70	0	0	0	0	0	0	28	28	2692	
%	25.71%	35.66%	17.83%	0.00%	0.00%	0.00%	12.26%	3.86%	2.60%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.04%	1.04%	100.0%	
IMD	98.857	137.14	68.571	0	0	0	47.143	14.857	10	0	0	0	0	0	0	4	4	384.57	
K	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
IMD	98.857	137.14	68.571	0	0	0	47.143	14.857	10	0	0	0	0	0	0	4	4	384.57	
IMD	99	137	69	0	0	0	47	15	10	0	0	0	0	0	0	4	4	385	

- IMD DAY FOUR

RESUMEN DE CONTEO Y CLASIFICACION VEHICULAR (METODO AASTHO)

ESTACION: C-1

PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA AVENIDA

K= 1 MAMANTAY, REGIÓN UCAVALI, 2021.

UBICACION: MAMANTAY

Sent.	VEHICULOS LIGEROS				BUS		CAMIONES UNITARIOS			SEMITRAILER				TRAILER				TOTAL	%
	Autos	Pick up	C. Rural	Micros	2E	3E	C2	C3	C4	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3		
E	288	284	216	0	0	0	170	0	104	0	0	0	0	0	0	114	36	1212	61.5%
S	224	242	90	0	0	0	56	0	60	0	0	0	0	0	0	60	28	760	38.5%
TOTAL	512	526	306	0	0	0	226	0	164	0	0	0	0	0	0	174	64	1972	
%	25.96%	26.67%	15.52%	0.00%	0.00%	0.00%	11.46%	0.00%	8.32%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	8.82%	3.25%	100.0%	
IMD	73.1429	75.1429	43.7143	0	0	0	32.2857	0	23.4286	0	0	0	0	0	0	24.8571	9.14286	281.714	
K	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
IMD	73.1429	75.1429	43.7143	0	0	0	32.2857	0	23.4286	0	0	0	0	0	0	24.8571	9.14286	281.714	
IMD	73	75	44	0	0	0	32	0	23	0	0	0	0	0	0	25	9	281	

- IMD DAY FIVE

RESUMEN DE CONTROL Y CLASIFICACION VEHICULAR (METODO AASTHO)

ESTACION: C-1

PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA AVENIDA

K= 1 MANANTAY, REGIÓN UCAVALI, 2021.

UBICACION: MANANTAY

Sent.	VEHICULOS LIGEROS				BUS		CAMIONES UNITARIOS			SEMITRAILER				TRAILER				TOTAL	%
	Autos	Pick up	Rura	Micros	2E	3E	C2	C3	C4	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3		
E	306	312	214	0	0	0	144	0	0	0	0		0	0	0	112	42	1130	68.7%
S	128	162	56	0	0	0	70	0	0	0	0		0	0	0	84	14	514	31.3%
TOTAL	434	474	270	0	0	0	214	0	0	0	0	0	0	0	0	196	56	1644	
%	26.40%	28.83%	16.42%	0.00%	0.00%	0.00%	13.02%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	11.92%	3.41%	100.0%	
IMD	62	67.714	38.571	0	0	0	30.571	0	0	0	0	0	0	0	0	28	8	234.86	
K	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
IMD	62	67.714	38.571	0	0	0	30.571	0	0	0	0	0	0	0	0	28	8	234.86	
IMD	62	68	39	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	28	8	235	

- IMD DAY SIX

RESUMEN DE CONTEO Y CLASIFICACION VEHICULAR (METODO AASTHO)

ESTACION: C-1

PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA AVENIDA

K= 1 MANANTAY, REGIÓN UCAYALI, 2021.

UBICACION: MANANTAY

Sent.	VEHICULOS LIGEROS				BUS		CAMIONES UNITARIOS			SEMITRAILER				TRAILER				TOTAL	%
	Autos	Pick up	Rural	Micros	2E	3E	C2	C3	C4	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3		
E	350	260	140	0	0	0	106	0	0	0	0	0	0	0	0	90	58	1004	59.5%
S	234	154	78	0	0	0	90	0	0	0	0	0	0	0	0	102	24	682	40.5%
TOTAL	584	414	218	0	0	0	196	0	0	0	0	0	0	0	0	192	82	1686	
%	34.64%	24.56%	12.93%	0.00%	0.00%	0.00%	11.63%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	11.39%	4.86%	100.0%	
IMD	83.429	59.143	31.143	0	0	0	28	0	0	0	0	0	0	0	0	27.429	11.714	240.86	
K	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
IMD	83.429	59.143	31.143	0	0	0	28	0	0	0	0	0	0	0	0	27.429	11.714	240.86	
IMD	83	59	31	0	0	0	28	0	0	0	0	0	0	0	0	27	12	240	

- IMD DAY SEVEN

RESUMEN DE CONTEO Y CLASIFICACION VEHICULAR (METODO AASTHO)

ESTACION: C-1

PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA AVENIDA

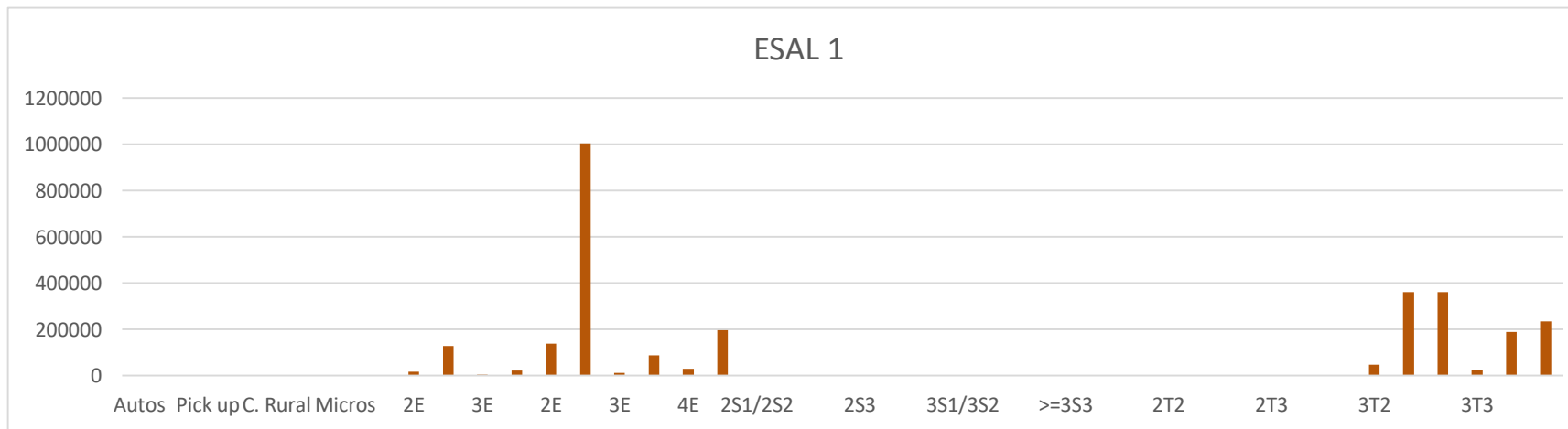
K= 1 MANANTAY, REGIÓN UCAVALI, 2021.

UBICACION: MANANTAY

Sent.	VEHICULOS LIGEROS				BUS		CAMIONES UNITARIOS			SEMITRAILER				TRAILER				TOTAL	%
	Autos	Pick up	Rural	Micros	2E	3E	C2	C3	C4	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3		
E	266	272	186	0	0	0	196	0	0	0	0	0	0	0	0	64	64	1048	64.0%
S	118	162	74	0	0	0	112	0	0	0	0	0	0	0	0	50	74	590	36.0%
TOTAL	384	434	260	0	0	0	308	0	0	0	0	0	0	0	0	114	138	1638	
%	23.44%	26.50%	15.87%	0.00%	0.00%	0.00%	18.80%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	6.96%	8.42%	100.0%	
IMD	54.857	62	37.143	0	0	0	44	0	0	0	0	0	0	0	0	16.286	19.714	234	
K	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
IMD	54.857	62	37.143	0	0	0	44	0	0	0	0	0	0	0	0	16.286	19.714	234	
IMD	55	62	37	0	0	0	44	0	0	0	0	0	0	0	0	16	20	234	

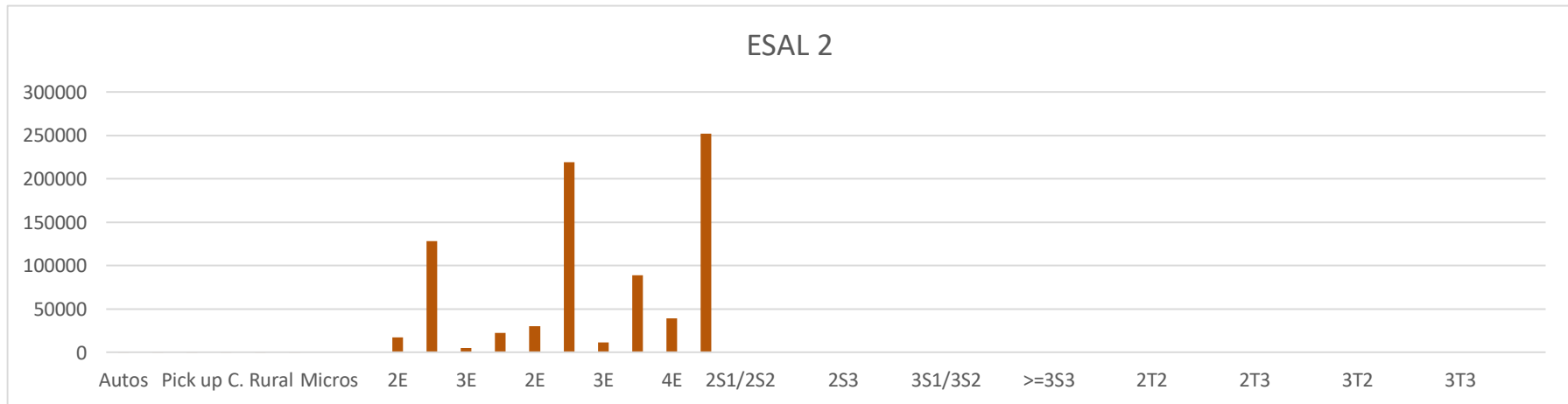
ANEXO N°3 DETERMINACIÓN DEL ESAL

Tipo de Vehículo	VEHICULOS LIGEROS								BUS				CAMIONES UNITARIOS						SEMITRAILER												TRAILER																							
	Autos		Pick up		C. Rural		Micros		2E		3E		2E		3E		4E		2S1/2S2			2S3			3S1/3S2			>=3S3			2T2			2T3			3T2			3T3														
	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	centr.	post.	delant.	centr.	post.	delant.	centr.	post.	delant.	centr.	post.	delant.	centr.	post.	delant.	centr.	post.	delant.	centr.	post.															
CARGA	1	0.8	1.2	1.5	1.5	2	2	3	7	11	7	16	7	11	7	18	7	23	7	11	18	7	11	25	7	18	18	7	18	25	7	11	18	7	11	18	7	11	25	7	18	18	7	18	18	7	18	18	7	18	18	7	18	25
Lx (kips)	2.2059	1.7647	2.6471	3.3089	3.3089	4.4118	4.4118	6.6177	15.441	24.265	15.441	35.294	15.441	24.265	15.441	39.706	15.441	50.736	15.441	24.265	39.706	15.441	24.265	55.148	15.441	39.706	39.706	15.441	39.706	55.148	15.441	39.706	39.706	15.441	39.706	55.148	15.441	39.706	39.706	15.441	39.706	55.148	15.441	39.706	39.706	15.441	39.706	55.1475	15.4413	39.7062	39.7062	15.4413	39.7062	55.1475
no	209	209	168	168	95	95	0	0	7	7	2	2	55	55	4	4	11	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	19	19	10	10	10		
r%	0.045	0.045	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.045	0.045	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03		
Gt	-0.1760913	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176			
L2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	3	1	1	2	1	1	3	1	2	2	1	2	3	1	1	2	1	1	3	1	1	2	1	1	3	1	1	2	1	2	1	2	1	2	3			
B18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
Bx	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
log(Wtx/Wt)	3.57035277	3.8674	3.3117	2.9771	2.9771	2.5198	2.5198	1.8338	0.2902	-0.572	0.2902	-0.366	0.2902	-0.572	0.2902	-0.59	0.2902	-0.521	0.2902	-0.572	-0.59	0.2902	-0.572	-0.679	0.2902	-0.59	-0.59	0.2902	-0.59	-0.679	0.2902	-0.5718	-0.5901	0.2902	-0.5718	-0.6793	0.2902	-0.5901	-0.5901	0.2902	-0.5901	-0.6793	0.2902	-0.5901	-0.6793									
G = Wt/Wtx	0.00026893	0.0001	0.0005	0.0011	0.0011	0.003	0.003	0.0147	0.5126	3.7307	0.5126	2.3215	0.5126	3.7307	0.5126	3.8914	0.5126	3.3191	0.5126	3.7307	3.8914	0.5126	3.7307	4.779	0.5126	3.8914	3.8914	0.5126	3.8914	4.779	0.5126	3.73069	3.89141	0.51261	3.73069	4.77897	0.51261	3.89141	3.89141	0.51261	3.89141	4.77897												
GY	31.371	31.371	29.778	29.778	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	31.371	31.371	29.778	29.778	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870					
ESAL	321.803381	162.38	445.47	962.45	491.1	1407.5	0	0	17596	128063	5027.5	22769	138256	1E+06	11739	89118	30643	198412	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47761	362574	362574	25137.4	190829	234353						
PARCIAL	3790.722192				173455.6028				1474378.217				0												1223228.706																													
TOTAL	2874853.248																																																					



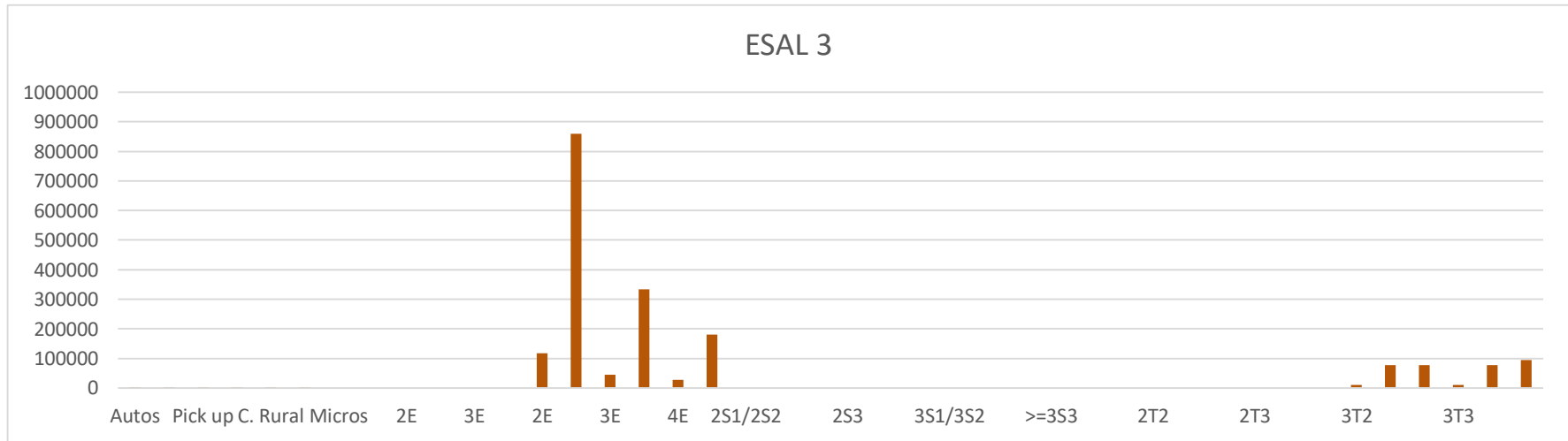
Fuente: Elaboración propia

Tipo de Vehículo	VEHICULOS LIGEROS								BUS				CAMIONES UNITARIOS						SEMITRAILER								TRAILER																			
	Autos		Pick up		C. Rural		Micros		2E		3E		2E		3E		4E		2S1/2S2			2S3			3S1/3S2			>=3S3			2T2			2T3			3T2			3T3						
	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	centr.	post.	delant.	centr.	post.	delant.	centr.	post.	delant.	centr.	post.	delant.	centr.	post.	delant.	centr.	post.	delant.	centr.	post.									
CARGA	1	0.8	1.2	1.5	1.5	2	2	3	7	11	7	16	7	11	7	18	7	23	7	11	18	7	11	25	7	18	18	7	18	25	7	11	18	7	11	25	7	18	18	7	18	25				
Lx (kips)	2.2059	1.7647	2.6471	3.3089	3.3089	4.4118	4.4118	6.6177	15.441	24.265	15.441	35.294	15.441	24.265	15.441	39.706	15.441	50.736	15.441	24.265	39.706	15.441	24.265	55.148	15.441	39.706	39.706	15.441	39.706	55.148	15.4413	24.2649	39.7062	15.4413	24.2649	55.1475	15.4413	39.7062	39.7062	15.4413	39.7062	55.1475				
no	129	129	105	105	29	29	0	0	7	7	2	2	12	12	4	4	14	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
r%	0.045	0.045	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.045	0.045	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03		
Gt	-0.1760913	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176			
l2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	3	1	1	2	1	1	3	1	2	2	1	2	3	1	1	2	1	1	3	1	2	2	1	2	3	1	2	3	
B18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Bx	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
log(Wtx/Wt)	3.57035277	3.8674	3.3117	2.9771	2.9771	2.5198	1.8338	0.2902	-0.572	0.2902	-0.366	0.2902	-0.572	0.2902	-0.59	0.2902	-0.521	0.2902	-0.572	-0.59	0.2902	-0.572	-0.679	0.2902	-0.59	-0.59	0.2902	-0.59	-0.679	0.29022	-0.5718	-0.5901	0.29022	-0.5718	-0.6793	0.29022	-0.5901	-0.5901	0.29022	-0.5901	-0.6793					
G = Wt/Wtx	0.00026893	0.0001	0.0005	0.0011	0.0011	0.003	0.003	0.0147	0.5126	3.7307	0.5126	2.3215	0.5126	3.7307	3.8914	0.5126	3.3191	0.5126	3.7307	3.8914	0.5126	3.7307	4.779	0.5126	3.8914	3.8914	0.5126	3.8914	4.779	0.51261	3.73069	3.89141	0.51261	3.73069	4.77897	0.51261	3.89141	3.89141	0.51261	3.89141	4.77897					
GY	31.371	31.371	29.778	29.778	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	31.371	31.371	29.778	29.778	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870		
ESAL	198.625053	100.22	278.42	601.53	149.91	429.67	0	0	17596	128063	5027.5	22769	30165	219537	11739	89118	39001	252524	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PARCIAL	1758.375774								173455.6028						642083.3453						0								0																	
TOTAL	817297.3239																																													



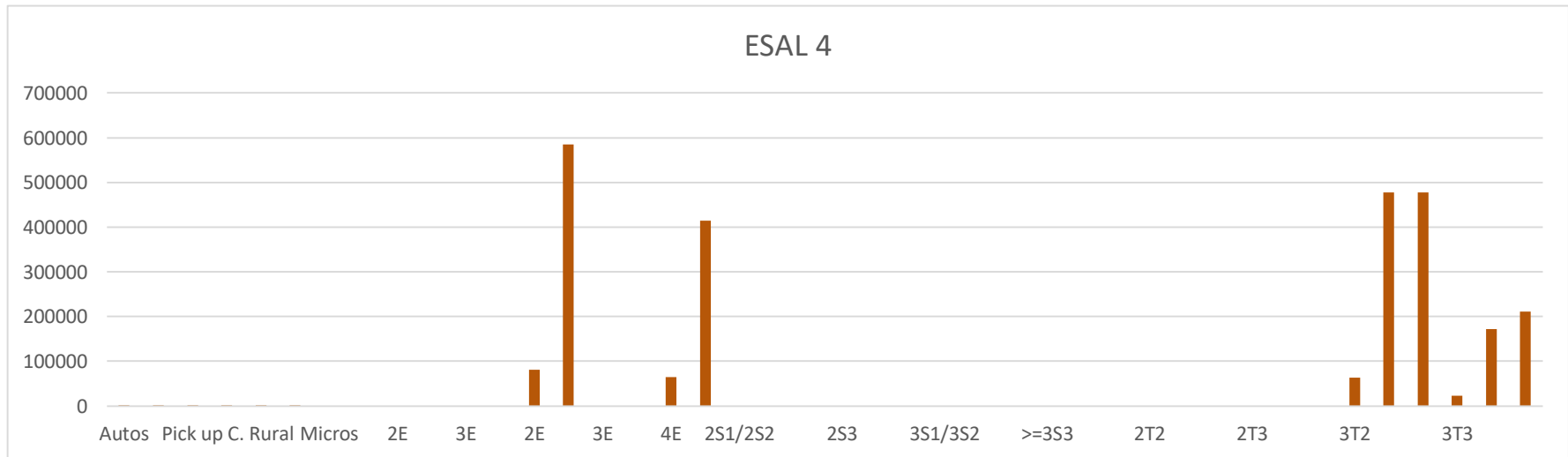
Fuente: Elaboración propia

Tipo de Vehículo	VEHICULOS LIGEROS								BUS				CAMIONES UNITARIOS						SEMITRAILER										TRAILER																		
	Autos		Pick up		C. Rural		Micros		2E		3E		2E		3E		4E		2S1/2S2			2S3			3S1/3S2			>=3S3			2T2			2T3			3T2			3T3							
	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	centr.	post.	delant.	centr.	post.	delant.	centr.	post.	delant.	centr.	post.	delant.	centr.	post.	delant.	centr.	post.	delant.	centr.	post.								
CARGA	1	0.8	1.2	1.5	1.5	2	2	3	7	11	7	16	7	11	7	18	7	23	7	11	18	7	11	25	7	18	18	7	18	25	7	11	18	7	11	25	7	18	18	7	18	25					
Lx (kips)	2.2059	1.7647	2.6471	3.3089	3.3089	4.4118	4.4118	6.6177	15.441	24.265	15.441	35.294	15.441	24.265	15.441	39.706	15.441	50.736	15.441	24.265	39.706	15.441	24.265	55.148	15.441	39.706	39.706	15.441	39.706	55.148	15.4413	24.2649	39.7062	15.4413	24.2649	55.1475	15.4413	39.7062	39.7062	15.4413	39.7062	55.1475					
no	99	99	137	137	69	69	0	0	0	0	0	0	47	47	15	15	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
r%	0.045	0.045	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.045	0.045	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03		
Gt	-0.1760913	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176			
L2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	3	1	1	2	1	1	3	1	2	2	1	2	3	1	1	2	1	1	3	1	2	2	1	2	1	2	3			
B18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Bx	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
log(Wtx/Wt)	3.57035277	3.8674	3.3117	2.9771	2.9771	2.5198	2.5198	1.8338	0.2902	-0.572	0.2902	-0.366	0.2902	-0.572	0.2902	-0.59	0.2902	-0.521	0.2902	-0.572	-0.59	0.2902	-0.572	-0.679	0.2902	-0.59	-0.59	0.2902	-0.59	-0.679	0.29022	-0.5718	-0.5901	0.29022	-0.5718	-0.6793	0.29022	-0.5901	-0.5901	0.29022	-0.5901	-0.6793					
G = Wt/Wtx	0.00026893	0.0001	0.0005	0.0011	0.0011	0.003	0.003	0.0147	0.5126	3.7307	0.5126	2.3215	0.5126	3.7307	0.5126	3.8914	0.5126	3.3191	0.5126	3.7307	3.8914	0.5126	3.7307	4.779	0.5126	3.8914	3.8914	0.5126	3.8914	4.779	0.51261	3.73069	3.89141	0.51261	3.73069	4.77897	0.51261	3.89141	3.89141	0.51261	3.89141	4.77897					
GY	31.371	31.371	29.778	29.778	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	31.371	31.371	29.778	29.778	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870		
ESAL	152.43318	76.916	363.27	784.85	356.69	1022.3	0	0	0	0	0	0	118146	859853	44022	334191	27858	180374	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PARCIAL	2756.471662								0				1564443.817						0										342845.4425																		
TOTAL	1910045.731																																														



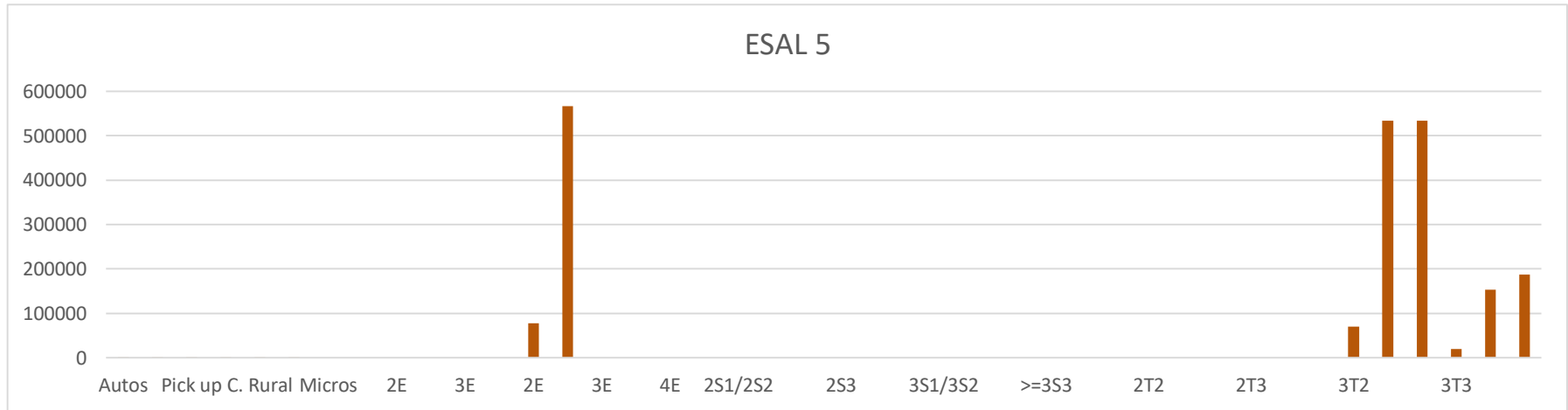
Fuente: Elaboración propia

Tipo de Vehículo	VEHICULOS LIGEROS								BUS				CAMIONES UNITARIOS						SEMITRAILER												TRAILER															
	Autos		Pick up		C. Rural		Micros		2E		3E		2E		3E		4E		2S1/2S2			2S3			3S1/3S2			>=3S3			2T2			2T3			3T2			3T3						
	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	centr.	post.	delant.	centr.	post.	delant.	centr.	post.	delant.	centr.	post.	delant.	centr.	post.	delant.	centr.	post.	delant.	centr.	post.							
CARGA	1	0.8	1.2	1.5	1.5	2	2	3	7	11	7	16	7	11	7	18	7	23	7	11	18	7	11	25	7	18	18	7	18	25	7	11	18	7	11	25	7	18	18	7	18	25				
Lx (kips)	2.2059	1.7647	2.6471	3.3089	3.3089	4.4118	4.4118	6.6177	15.441	24.265	15.441	35.294	15.441	24.265	15.441	39.706	15.441	50.736	15.441	24.265	39.706	15.441	24.265	55.148	15.441	39.706	39.706	15.441	39.706	55.148	15.4413	24.2649	39.7062	15.4413	24.2649	55.1475	15.4413	39.7062	39.7062	15.4413	39.7062	55.1475				
no	73	73	75	75	44	44	0	0	0	0	0	0	32	32	0	0	23	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	25	25	9	9	9		
%	0.045	0.045	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.045	0.045	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03		
Gt	-0.1760913	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176		
L2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	3	1	1	2	1	1	3	1	2	2	1	2	3	1	1	2	1	1	3	1	2	2	1	2	2	1	2	3	
B18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Bx	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
log(Wbx/Wt)	3.57035277	3.8674	3.3117	2.9771	2.9771	2.5198	2.5198	1.8338	0.2902	-0.572	0.2902	-0.366	0.2902	-0.572	0.2902	-0.59	0.2902	-0.521	0.2902	-0.572	-0.59	0.2902	-0.572	-0.679	0.2902	-0.59	-0.59	0.2902	-0.679	0.29022	-0.5718	-0.5901	0.29022	-0.5718	-0.6793	0.29022	-0.5901	-0.5901	0.29022	-0.5901	-0.6793					
G = Wt/Wtx	0.00026893	0.0001	0.0005	0.0011	0.0011	0.003	0.003	0.0147	0.5126	3.7307	0.5126	2.3215	0.5126	3.7307	0.5126	3.8914	0.5126	3.3191	0.5126	3.7307	3.8914	0.5126	3.7307	4.779	0.5126	3.8914	3.8914	0.5126	3.8914	4.779	0.51261	3.73069	3.89141	0.51261	3.73069	4.77897	0.51261	3.89141	3.89141	0.51261	3.89141	4.77897				
G Y	31.371	31.371	29.778	29.778	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	31.371	31.371	29.778	29.778	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870		
ESAL	112.400224	56.716	198.87	429.66	227.46	651.91	0	0	0	0	0	0	80440	585432	0	0	64072	414861	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	62843.4	477071	477071	22623.6	171746	210918		
PARCIAL	1677.012917								0				1144804.645						0												1422273.533															
TOTAL	2568755.191																																													



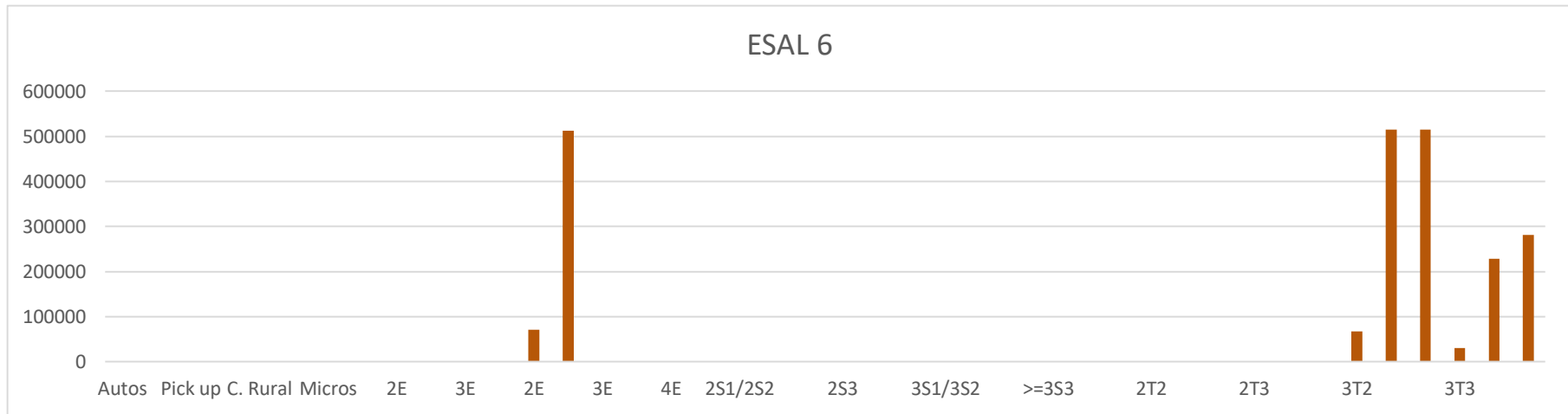
Fuente: Elaboración propia

Tipo de Vehículo	VEHICULOS LIGEROS								BUS				CAMIONES UNITARIOS								SEMITRAILER								TRAILER																					
	Autos		Pick up		C. Rural		Micros		2E		3E		2E		3E		4E		2S1/2S2			2S3			3S1/3S2			>=3S3			2T2			2T3			3T2			3T3										
	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	centr.	post.	delant.	centr.	post.	delant.	centr.	post.	delant.	centr.	post.	delant.	centr.	post.	delant.	centr.	post.	delant.	centr.	post.											
CARGA	1	0.8	1.2	1.5	1.5	2	2	3	7	11	7	16	7	11	7	18	7	23	7	11	18	7	11	25	7	18	18	7	18	25	7	11	18	7	11	25	7	18	18	7	18	25								
Lx (kips)	2.2059	1.7647	2.6471	3.3089	3.3089	4.4118	4.4118	6.6177	15.441	24.265	15.441	35.294	15.441	24.265	15.441	39.706	15.441	50.736	15.441	24.265	39.706	15.441	24.265	55.148	15.441	39.706	39.706	15.441	39.706	55.148	15.4413	24.2649	39.7062	15.4413	24.2649	55.1475	15.4413	39.7062	39.7062	15.4413	39.7062	55.1475								
no	62	62	68	68	39	39	0	0	0	0	0	0	31	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
r%	0.045	0.045	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.045	0.045	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03			
Gt	-0.1761	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176			
L2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	3	1	1	2	1	1	3	1	2	2	1	2	3	1	1	2	1	1	3	1	2	2	1	2	2	1	2	3	1	2	3		
B18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
Bx	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
log(Wtx/Wt)	3.57035	3.8674	3.3117	2.9771	2.9771	2.5198	2.5198	1.8338	0.2902	-0.572	0.2902	-0.366	0.2902	-0.572	0.2902	-0.59	0.2902	-0.521	0.2902	-0.572	-0.59	0.2902	-0.572	-0.679	0.2902	-0.59	-0.59	0.2902	-0.59	-0.679	0.29022	-0.5718	-0.5901	0.29022	-0.5718	-0.6793	0.29022	-0.5901	-0.5901	0.29022	-0.5901	-0.6793	0.29022	-0.5901	-0.6793					
G = Wt/Wtx	0.00027	0.0001	0.0005	0.0011	0.0011	0.003	0.003	0.0147	0.5126	3.7307	0.5126	2.3215	0.5126	3.7307	0.5126	3.8914	0.5126	3.3191	0.5126	3.7307	3.8914	0.5126	3.7307	4.779	0.5126	3.8914	3.8914	0.5126	3.8914	4.779	0.51261	3.73069	3.89141	0.51261	3.73069	4.77897	0.51261	3.89141	3.89141	0.51261	3.89141	4.77897	0.51261	3.89141	4.77897					
G Y	31.371	31.371	29.778	29.778	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	31.371	31.371	29.778	29.778	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870			
ESAL	95.4632	48.17	180.31	389.56	201.61	577.83	0	0	0	0	0	0	77926	567137	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PARCIAL	1492.938861								0				645062.7426								0								1499279.995																					
TOTAL	2145835.676																																																	



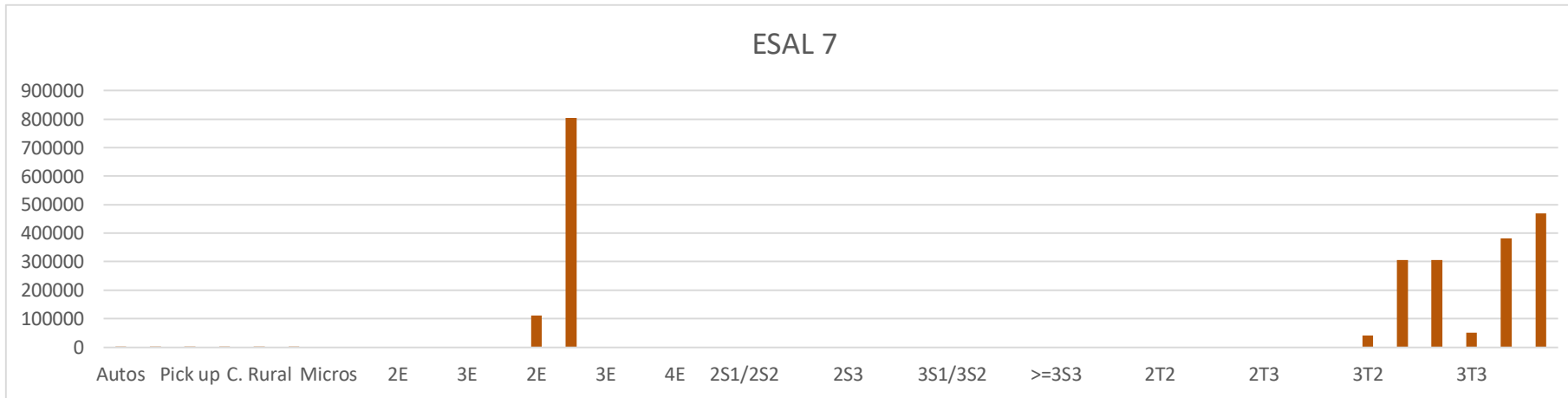
Fuente: Elaboración propia

Tipo de Vehículo	VEHICULOS LIGEROS								BUS				CAMIONES UNITARIOS						SEMITRAILER										TRAILER																			
	Autos		Pick up		C. Rural		Micros		2E		3E		4E		2S1/2S2			2S3			3S1/3S2			>=3S3			2T2			2T3			3T2			3T3												
	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	centr.	post.	delant.	centr.	post.	delant.	centr.	post.	delant.	centr.	post.	delant.	centr.	post.	delant.	centr.	post.	delant.	centr.	post.													
CARGA	1	0.8	1.2	1.5	1.5	2	2	3	7	11	7	16	7	11	7	18	7	23	7	11	18	7	11	25	7	18	18	7	18	25	7	11	18	7	11	25	7	18	18	7	18	18	7	18	25			
Lx (kips)	2.2059	1.7647	2.6471	3.3089	3.3089	4.4118	4.4118	6.6177	15.441	24.265	15.441	35.294	15.441	24.265	15.441	39.706	15.441	50.736	15.441	24.265	39.706	15.441	24.265	55.148	15.441	39.706	39.706	15.441	39.706	55.148	15.4413	24.2649	39.7062	15.4413	24.2649	55.1475	15.4413	39.7062	39.7062	15.4413	39.7062	55.1475						
no	83	83	59	59	31	31	0	0	0	0	0	0	28	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	27	27	12	12	12	
r%	0.045	0.045	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.045	0.045	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	
Gt	-0.1760913	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176		
L2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	3	1	1	2	1	1	3	1	2	2	1	2	3	1	1	2	1	1	3	1	2	2	1	2	2	1	2	3			
B18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Bx	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
log(Wtx/Wt)	3.57035277	3.8674	3.3117	2.9771	2.9771	2.5198	2.5198	1.8338	0.2902	-0.572	0.2902	-0.366	0.2902	-0.572	0.2902	-0.59	0.2902	-0.521	0.2902	-0.572	-0.59	0.2902	-0.572	-0.679	0.2902	-0.59	-0.59	0.2902	-0.59	-0.679	0.29022	-0.5718	-0.5901	0.29022	-0.5718	-0.6793	0.29022	-0.5901	-0.5901	0.29022	-0.5901	-0.5901	0.29022	-0.5901	-0.6793			
G = Wt/Wtx	0.00026893	0.0001	0.0005	0.0011	0.0011	0.003	0.003	0.0147	0.5126	3.7307	0.5126	2.3215	0.5126	3.7307	3.8914	0.5126	3.3191	0.5126	3.7307	3.8914	0.5126	3.7307	4.779	0.5126	3.8914	3.8914	0.5126	3.8914	4.779	0.51261	3.73069	3.89141	0.51261	3.73069	4.77897	0.51261	3.89141	3.89141	0.51261	3.89141	4.77897							
GY	31.371	31.371	29.778	29.778	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	31.371	31.371	29.778	29.778	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870		
ESAL	127.797515	64.485	156.44	338	160.25	459.3	0	0	0	0	0	0	70385	512253	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	67870.9	515237	515237	30164.9	22894	281224		
PARCIAL	1306.280496								0				582637.3159						0										1638728.16																			
TOTAL	2221365.476																																															



Fuente: Elaboración propia

Tipo de Vehículo	VEHICULOS LIGEROS								BUS				CAMIONES UNITARIOS						SEMITRAILER										TRAILER																			
	Autos		Pick up		C. Rural		Micros		2E		3E		2E		3E		4E		2S1/2S2			2S3			3S1/3S2			>=3S3			2T2			2T3			3T2			3T3								
	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	centr.	post.	delant.	centr.	post.	delant.	centr.	post.	delant.	centr.	post.	delant.	centr.	post.	delant.	centr.	post.	delant.	centr.	post.									
CARGA	1	0.8	1.2	1.5	1.5	2	2	3	7	11	7	16	7	11	7	18	7	23	7	11	18	7	11	25	7	18	18	7	18	25	7	11	18	7	11	25	7	18	18	7	18	25						
Lx (kips)	2.2059	1.7647	2.6471	3.3089	3.3089	4.4118	4.4118	6.6177	15.441	24.265	15.441	35.294	15.441	24.265	15.441	39.706	15.441	50.736	15.441	24.265	39.706	15.441	24.265	55.148	15.441	39.706	39.706	15.441	39.706	55.148	15.4413	24.2649	39.7062	15.4413	24.2649	55.1475	15.4413	39.7062	39.7062	15.4413	39.7062	55.1475						
no	55	55	62	62	37	37	0	0	0	0	0	0	44	44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
r%	0.045	0.045	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.045	0.045	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03		
Gt	-0.1760913	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176			
L2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	3	1	1	2	1	1	3	1	2	2	1	2	3	1	1	2	1	1	3	1	2	2	1	2	2	1	2	2	1	2	3
B18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Bx	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
log(Wtx/Wt)	3.57035277	3.8674	3.3117	2.9771	2.9771	2.5198	2.5198	1.8338	0.2902	-0.572	0.2902	-0.366	0.2902	-0.572	0.2902	-0.59	0.2902	-0.521	0.2902	-0.572	-0.59	0.2902	-0.572	-0.679	0.2902	-0.59	-0.59	0.2902	-0.59	-0.679	0.29022	-0.5718	-0.5901	0.29022	-0.5718	-0.6793	0.29022	-0.5901	-0.5901	0.29022	-0.5901	-0.6793	0.29022	-0.5901	-0.6793			
G = Wt/Wtx	0.00026893	0.0001	0.0005	0.0011	0.0011	0.003	0.003	0.0147	0.5126	3.7307	0.5126	2.3215	0.5126	3.7307	0.5126	3.8914	0.5126	3.3191	0.5126	3.7307	3.8914	0.5126	3.7307	4.779	0.5126	3.8914	3.8914	0.5126	3.8914	4.779	0.51261	3.73069	3.89141	0.51261	3.73069	4.77897	0.51261	3.89141	3.89141	0.51261	3.89141	4.77897	0.51261	3.89141	4.77897			
G Y	31.371	31.371	29.778	29.778	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	31.371	31.371	29.778	29.778	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870		
ESAL	84.6851002	42.731	164.4	355.19	191.27	548.2	0	0	0	0	0	110604	804968	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PARCIAL	1386.468533								0				915572.9249						0										1551509.391																			
TOTAL	2468468.784																																															



Fuente: Elaboración propia

ANEXO N°4 PANEL FOTOGRÁFICO DEL CONTEO DE TRÁFICO



Vehículos transitando la Av. Manantay

ANEXO N°5 PANEL FOTOGRÁFICO DE SUELOS



Toma de muestras



Reconocimiento - tipos de suelos



Lavado y Tamizado de la muestra.

GEOSERVE I.R.L.
Carip
Carlos H. García Palma
TEC. LABORATORISTA

Carip
Carlos A. Godier de la Cruz
Ingeniero Civil
CIP 47749
GEOSERVE, GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L.



Peso de las muestras.

GEOSERV E.I.R.L.
Carpa
Carlos H. García Palma
TEC. LABORATORISTA

Carpa
Carlos A. Godler de la Cruz
Ingeniero Civil
CIP 47749
GEOSERV, GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L.



Determinación de límite plástico



Examinando las muestras.



Calentando muestras.

GEOSERV E.I.R.L.
Logo
Carlos H. García Palma
TEC. LABORATORISTA

Logo
Carlos A. Godier del Castillo
Ingeniero Civil
GIP 47749
GEOSERV, GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L.

ANEXO N°6 PANEL FOTOGRÁFICO DEL ENSAYO CBR



Personal técnico realizando la penetración de ensayo CBR



Personal técnico sumergiendo la muestra de ensayo de CBR

GEOSERV E.I.R.L.
Conf
Carlos H. García Palma
TEC. LABORATORISTA

Conf
Carlos A. Godier de la Cruz
Ingeniero Civil
CIP 47749
GEOSEVA, GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L.

ANEXO N°7 ENSAYOS DE LABORATORIO

Descripcion			
1. Peso de Material			
Peso Inicial Total (kg)		300.0	
Peso Fraccion Fina Para Lavar (gr)			
2. Caracteristicas			
Contenido de humedad:		20.6	
Tamaño Maximo		3/8"	
Tamaño Maximo Nominal		1/4"	
Grava (%)			
Arena (%)			
Finos (%)		84.8	
Coef. de compresibilidad (CC) :		0.36	Suelo inadecuado
Indice de consistencia (IC) :		1.36	Suelo adecuado
Indice de liquidez (IL) :		-0.36	Suelo seco
Limite Liquido (%)		49.82	
Limite Plastico (%)		29.92	
Indice de Plasticidad (%)		19.92	
Clasificacion SUCS		ML	
Clasificacion AASHTO		A-7-6 (14)	
D 60=	0.0553	%ARC.	84.8
D 30=	0.0327	Cc	1.13
D 10=	0.0176	Cu	3.44

Calicata C-01

Descripcion			
1. Peso de Material			
Peso Inicial Total (kg)		300.0	
Peso Fraccion Fina Para Lavar (gr)			
2. Caracteristicas			
Contenido de humedad:		21.3	
Tamaño Maximo		3/8"	
Tamaño Maximo Nominal		1/4"	
Grava (%)			
Arena (%)			
Finos (%)		88.5	
Coef. de compresibilidad (CC) :		0.38	Suelo inadecuado
Indice de consistencia (IC) :		1.40	Suelo adecuado
Indice de liquidez (IL) :		-0.40	Suelo seco
Limite Liquido (%)		52.48	
Limite Plastico (%)		31.22	
Indice de Plasticidad (%)		21.28	
Clasificacion SUCS		MH	
Clasificacion AASHTO		A-7-5 (15)	
D 60=	0.0534	%ARC.	88.5
D 30=	0.0317	Cc	1.13
D 10=	0.0172	Cu	3.44

Calicata C-02


GEOSERV E.I.R.L.
 Carlos H. Garcia Palma
 TEC. LABORATORISTA


 Carlos A. Godier de la Cruz
 Ingeniero Civil
 CIP 47749
 GEOSERV, GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L.

Descripcion			
1. Peso de Material			
Peso Inicial Total (kg)		300.0	
Peso Fraccion Fina Para Lavar (gr)			
2. Caracteristicas			
Contenido de humedad:		23.7	
Tamaño Maximo		3/8"	
Tamaño Maximo Nominal		1/4"	
Grava (%)			
Arena (%)			
Finos (%)		92.9	
Coef. de compresibilidad (CC) :		0.42	Suelo inadecuado
Indice de consistencia (IC) :		1.40	Suelo adecuado
Indice de liquidez (IL) :		-0.40	Suelo seco
Limite Liquido (%)		57.09	
Limite Plastico (%)		32.45	
Indice de Plasticidad (%)		24.59	
Clasificacion SUCS		MH	
Clasificacion AASHTO		A-7-5 (17)	
D 60=	0.0513	%ARC.	92.9
D 30=	0.0307	Cc	1.13
D 10=	0.0169	Cu	3.44

Calicata C-03

Descripcion			
1. Peso de Material			
Peso Inicial Total (kg)		300.0	
Peso Fraccion Fina Para Lavar (gr)			
2. Caracteristicas			
Contenido de humedad:		20.6	
Tamaño Maximo		3/8"	
Tamaño Maximo Nominal		1/4"	
Grava (%)			
Arena (%)			
Finos (%)		84.8	
Coef. de compresibilidad (CC) :		0.36	Suelo inadecuado
Indice de consistencia (IC) :		1.36	Suelo adecuado
Indice de liquidez (IL) :		-0.36	Suelo seco
Limite Liquido (%)		49.82	
Limite Plastico (%)		29.92	
Indice de Plasticidad (%)		19.92	
Clasificacion SUCS		ML	
Clasificacion AASHTO		A-7-6 (14)	
D 60=	0.0553	%ARC.	84.8
D 30=	0.0327	Cc	1.13
D 10=	0.0176	Cu	3.44


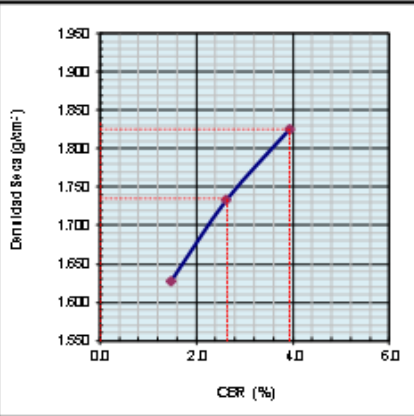
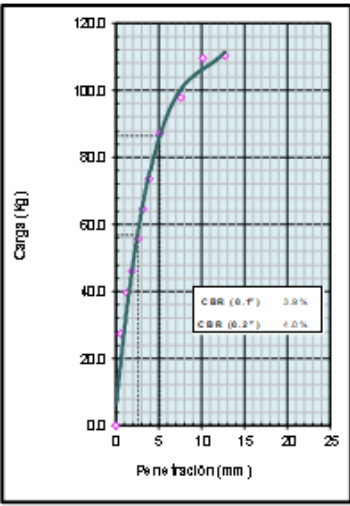
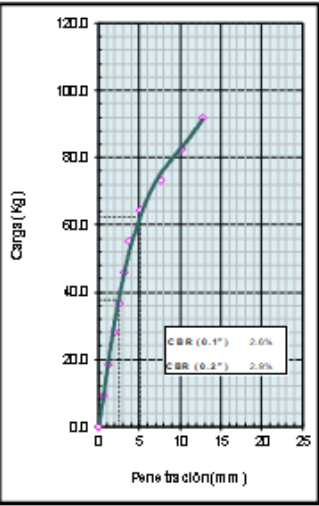
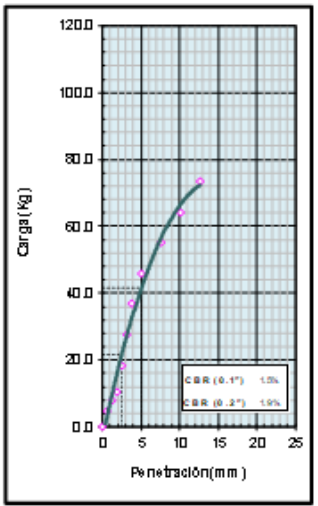
Calicata C-04

GEOSERVE I.R.L.

Carlos H. Garcia Palma
 TEC. LABORATORISTA


Carlos A. Godier de lascano
 Ingeniero Civil
 CIP 47749
 GEOSERVE GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L.

ANEXO N°8 RESULTADOS CBR

	<h1 style="margin: 0;">GEOSERV - GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L</h1> <p style="font-size: small; margin: 0;"> J. Ed. en el río de Aguileña N°728 - Pucallpa Tel. F. 86-2880 - Cel. 934835681 - 961707932 - FPM 934835681 - FUC N°2039270668 Correo Electrónico: ismcab@geoserv.com - geoserv@geoserv.com </p>														
UCAYALI															
CBR DE LOS SUELOS (MTC E132)															
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS															
Proyecto: "DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA AVENIDA MANANTAY, REGIÓN DE UCAYALI, 2021." Solicitante: BACH. SOLANSH ESTEFANY HUILLCAS GALINDO Calicata: C-01 Muestra: M-3 Punto de muestreo: AV. MANANTAY	Hecho por: Carlos Garcia Ing. Responsable: Carlos Godier del C Fecha: Enero, 2021														
	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="font-size: x-small;">MÉTODO DE COMPACTACION</td> <td style="font-size: x-small;">: MTC E132</td> </tr> <tr> <td style="font-size: x-small;">MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)</td> <td style="font-size: x-small;">: 1.826</td> </tr> <tr> <td style="font-size: x-small;">ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</td> <td style="font-size: x-small;">: 18.6</td> </tr> <tr> <td style="font-size: x-small;">95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)</td> <td style="font-size: x-small;">: 1.735</td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <tr> <td style="font-size: x-small;">C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)</td> <td style="font-size: x-small;">0.1":</td> <td style="font-size: x-small;">3.9</td> </tr> <tr> <td style="font-size: x-small;">C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)</td> <td style="font-size: x-small;">0.1":</td> <td style="font-size: x-small;">2.7</td> </tr> </table> <p style="font-size: x-small; margin-top: 5px;">RESULTADOS:</p> <p style="font-size: x-small;">Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 2.7 %</p> <p style="font-size: x-small;">Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 3.9 %</p> <p style="font-size: x-small; margin-top: 5px;">OBSERVACIONES: De acuerdo a Especificación Técnica se Considera como Mín.: 6 % Por lo tanto el CBR: No cumple con el Requerimiento.</p>	MÉTODO DE COMPACTACION	: MTC E132	MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.826	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 18.6	95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.735	C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1":	3.9	C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1":	2.7
MÉTODO DE COMPACTACION	: MTC E132														
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.826														
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 18.6														
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.735														
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1":	3.9													
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1":	2.7													
EC = 56 GOLPES	EC = 25 GOLPES	EC = 12 GOLPES													
															
OBSERVACIONES: _____ _____ _____															


GEOSERV E.I.R.L.
 Carlos H. Garcia Palma
 TEC. LABORATORISTA


 Carlos A. Godier del Cuzco
 Ingeniero Civil
 GIP 47749
 GEOSERV - GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L



GEOSERV - GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L

Jr. Edunido de la Aguilera N°232 - Pisco I Ipa
Tel. 05-2820- 041. 9348 3562 1 - 964703732 - RPM # 9348 3562 1 - F.U.C. N°20393270662
Correo Electrónico: ismajab@geoserv.com - geoserv@geoserv.com

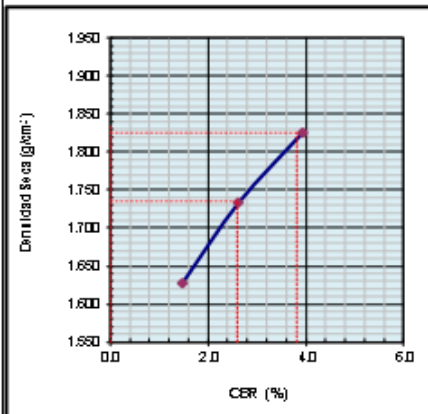
UCAYALI

CBR DE LOS SUELOS (MTC E132)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Proyecto: "DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA AVENIDA MANANTAY, REGIÓN DE UCAYALI, 2021."
Solicitante: BACH. SOLANSH ESTEFANY HUILLCAS GALINDO
Calicata: C-02
Muestra: M-01
Punto de muestreo: AV. MANANTAY

Hecho por: Carlos Garcia
Ing. Responsable: Carlos Godier del C
Fecha: Enero, 2021



METODO DE COMPACTACION : MTC E132
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.826
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 18.6
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.735

CBR al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	3.8
CBR al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	2.6

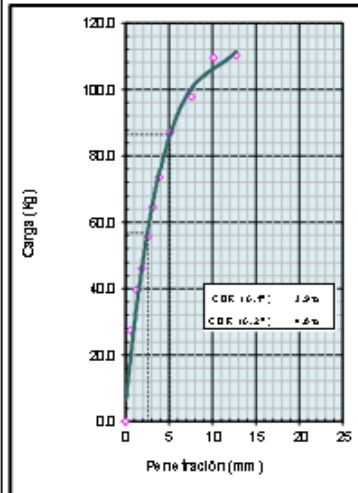
RESULTADOS:

Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 2.6 %
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 3.8 %

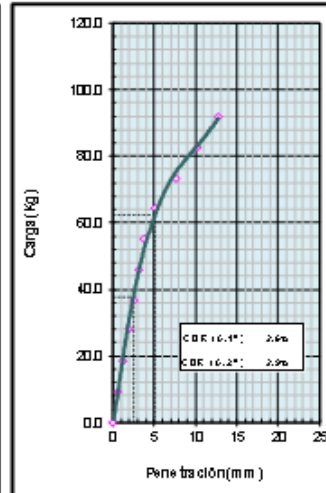
OBSERVACIONES:

De acuerdo a Especificación Técnica se Considera como Min.: 6 %
Por lo tanto el CBR: **No cumple** con el Requerimiento.

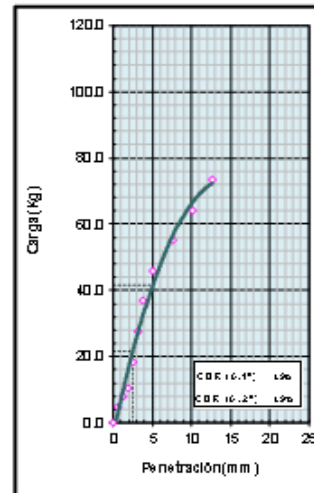
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



OBSERVACIONES:

GEOSERV E.I.R.L.
Carlos H. García Palma
TEC. LABORATORISTA

Carlos A. Godier del Cuzco
Ingeniero Civil
GIP 47749
GEOSERV - GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L.



GEOSERV - GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L

Jr. Ed un rd o de l Ag uila N°728 - Pucallpa
Tel. 09-2850- Cel. 9 548 5368 4 - 961705732 - FPM 9 548 5368 4 - RUC Nº20393270668
Correo Electronico: lamgab@geoserv.com - geoserv@geoserv.com

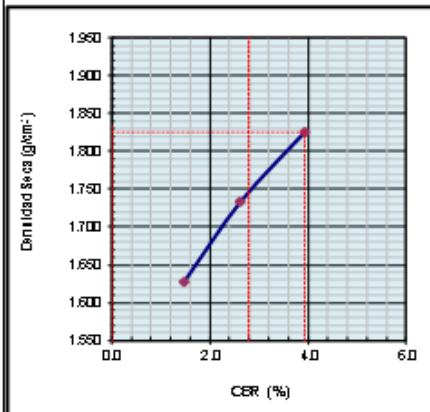
UCAYALI

CBR DE LOS SUELOS (MTC E 132)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Proyecto: "DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA AVENIDA MANANTAY, REGIÓN DE UCAYALI, 2021."
 Solicitante: BACH. SOLANSH ESTEFANY HUILLCAS GALINDO
 Calicata: BACH. JUAN CARLOS MIRANDA LUQUE
 Muestra: C-03
 Punto de muestreo: AV. MANANTAY

Hecho por: Carlos Garcia
 Ing. Responsable: Carlos Godier del C
 Fecha: Enero, 2021



METODO DE COMPACTACION : MTC E132
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.826
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 4.2
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.700

CBR al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	3.9
CBR al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	2.8

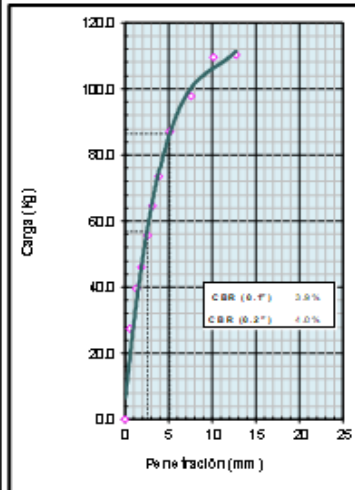
RESULTADOS:

Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 2.8 %
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 3.9 %

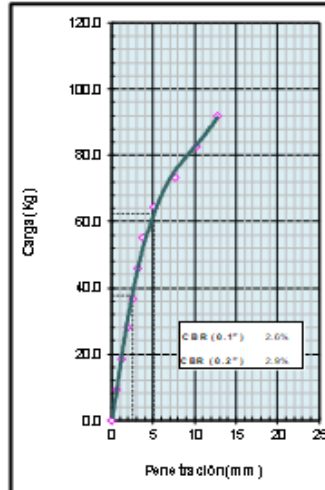
OBSERVACIONES:

De acuerdo a Especificación Técnica se Considera como Min.: 6 %
 Por lo tanto el CBR: No cumple con el Requerimiento.

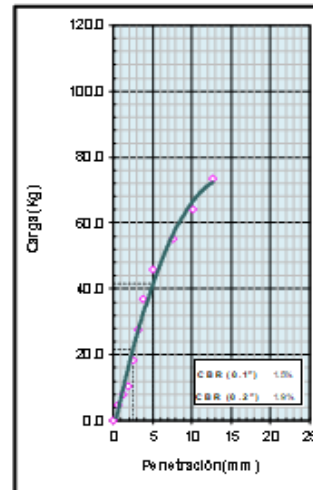
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



OBSERVACIONES:

GEOSERV E.I.R.L.
 Carlos H. Garcia Palma
 TEC. LABORATORISTA

Carlos A. Godier del C
 Ingeniero Civil
 CIP 47749
 GEOSERV GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L.



GEOSERV - GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L

Jr. Eduardo del Aguila N° 728 - Pucallpa
Tel: 51-9-2880-0001, 954953661 - 961705732 - RPM # 954953661 - RUC N° 20293270668
Correo Electronico: ksmojabtt@hotmail.com - geoservupio@hotmail.com

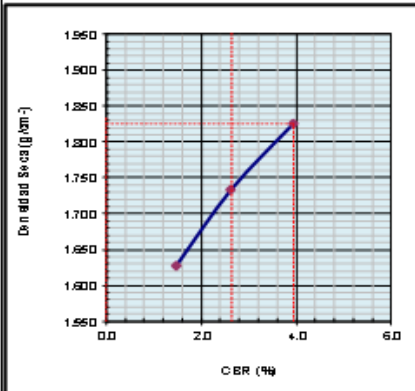
UCAYALI

CBR DE LOS SUELOS (MTC E132)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Proyecto: "DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA AVENIDA MANANTAY, REGIÓN DE UCAYALI, 2021."
Solicitante: BACH. SOLANSH ESTEFANY HUILLCAS GALINDO
Calicata: C-04
Muestra: M-1
Punto de muestreo: AV. MANANTAY

Hecho por: Carlos García
Ing. Responsable: Carlos Godier del C
Fecha: Enero, 2021



METODO DE COMPACTACION : MTC E132
 MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.826
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 4.1
 95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.800

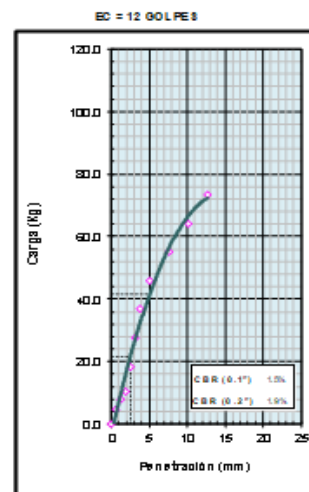
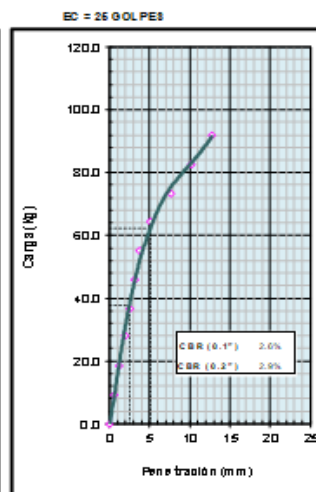
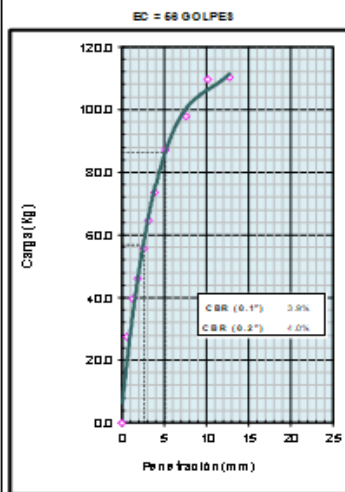
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	3.9
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	2.7

RESULTADOS:

Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 2.7 %
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 3.9 %

OBSERVACIONES:

De acuerdo a Especificación Técnica se Considera como Mín.: 6 %
 Por lo tanto el CBR: **No cumple** con el Requerimiento.



OBSERVACIONES:

GEOSERV E.I.R.L.
 Carlos H. García Palma
 TEC. LABORATORISTA

Carlos A. Godier del C
 Ingeniero Civil
 GIP 47749
 GEOSERV - GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L.

ANEXO N°9 PANEL FOTOGRÁFICO DE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO



Toma de punto BM1



Toma de punto BM2



Toma de punto BM3



Toma de punto BM4