



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Diseño estructural del pavimento flexible para mejorar la transitabilidad en la av. Perú en el distrito de Andahuaylas, año 2020”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

AUTORES:

Bach. Yuto Mallma, Erick (ORCID: 0000-0003-4954-4837)

Bach. Quiñones Romani Jeffersson (ORCID: 0000-0003-2590-9002)

ASESOR:

Mg. Ramos Gallegos, Susy Giovana (ORCID: 0000-0003-2450-9883)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de infraestructura vial

LIMA – PERÚ

2021

Dedicatoria

A mis padres por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; muchos de mis logros se los debo a ustedes entre los que se incluye este. Me formaron con reglas y con algunas libertades, pero al final de cuentas, me motivaron constantemente para alcanzar mis anhelos. Gracias Padre y Madre

A dios por permitirme la vida, a mis padres por el apoyo y amor incondicional, a mis hermanas, sobrinos, demás familiares y amigos por el apoyo que siempre me brindaron, para todos ustedes con mucho cariño.

Agradecimientos

A la universidad Cesar Vallejo por habernos permitido formar parte de esta casa de estudios y darnos la oportunidad de poder cumplir nuestras metas, a nuestra asesora ingeniera Susy Ramos Gallegos por habernos guiado a desarrollar el presente estudio con mucha paciencia y dedicación,

A nuestros docentes, a nuestros amigos y compañeros de trabajo que nos forjaron y dieron el ejemplo para culminar nuestros estudios.

Gracias a toda mi familia; a mi madre Mary Luz Romaní Montaña por siempre apoyarme cada día de mis estudio y con los ánimos que siempre me brinda en los momentos más difícil y por siempre mantener aquella sonrisa y carisma que la caracteriza, la cual me inspiraba a ver los problemas más fáciles y ser mejor cada día; a mi padre Julio Quiñones Saico por enseñarme que con perseverancia se puede lograr cualquier objetivo que me trace y por el ejemplo de hombre trabajador que me brinda cada día; a mis tíos y primo por demostrándome ser grandes profesionales a mis hermanos Carmen y wilber por demostrarme que la humildad es un valor que no se debe perder y que uno forma su propio camino; a mis sobrinos Brand Yeremy, Magno Gabriel, y mi hermano Cesar Augusto que me inspira a ser mejor cada día, ya que así como yo tuve ejemplos en el transcurso de mi vida, también quiero ser un ejemplo para ellos.

A Dios por permitirme llegar hasta estos momentos, a mi padre Victorio Yuto Arone, por ser una persona admirable, gracias a su apoyo incondicional y ejemplo de seguir adelante, pude cumplir mis metas, a mi madre Lauretana Mallma Rojas, por ser la razón de mi existencia y ayudarme siempre a salir adelante y apoyarme, la mujer a quien le debo mucho, a mis hermanas Ruth y Vany, por estar siempre conmigo, siendo ellas ejemplo a seguir como persona y profesional, por demostrarme la unión a pesar de las circunstancias que vivimos, a mis sobrinos, Ángel Adriano y Victor Thiago, por haber llegado a nuestras vidas y alegrarnos los días, quienes me motivan a ser ejemplo para ellos, a mis demás familiares, a mis amigos, compañeros y todas las personas que siempre estuvieron conmigo.

Índice de contenido

Dedicatoria	ii
Agradecimientos	iii
Índice de contenido.....	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	7
III. METODOLOGÍA	24
3.1. Tipo y diseño de investigación	24
3.2. Variables y Operacionalización	24
3.3. Población, muestra y muestreo	25
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	26
3.5. Procedimientos	27
3.6. Método de análisis de datos.....	32
3.7. Aspectos éticos	32
IV. RESULTADOS.....	33
V. DISCUSIÓN.....	56
VI. CONCLUSIONES.....	60
VII.RECOMENDACIONES.....	62
REFERENCIAS	63
ANEXOS	67

Índice de tablas

Tabla 1 Ensayo CBR	35
Tabla 2 Tráfico vehicular, IDM anual	39
Tabla 3 Proyección del tráfico vehicular, IDM anual	40
Tabla 4 Número estructural para valores de 15 cm a 30cm de espesor de subrasante.....	54
Tabla 5 Evaluación de la ecuación para factores de seguridad de 1.1, 1.5 y 2.	55

Índice de figuras

Figura 1. Mapa Político del departamento de Apurímac, provincia de Andahuaylas.....	2
Figura 2. Mapa de ubicación del área de estudio.....	3
Figura 3. Pavimento flexible.....	13
Figura 4. Pavimento Rígido.....	14
Figura 5. Pavimento Semirrígido.....	14
Figura 6. Ficha para clasificación de suelos.....	28
Figura 7. Ficha para ensayo PROCTOR Y CBR.....	29
Figura 8. Ficha de ensayo de granulometría.....	30
Figura 9. Ficha de conteo vehicular-MTC.....	31
Figura 10. Del Proctor modificado en la primera progresiva.....	33
Figura 11. CBR Corregido en la primera progresiva.....	34
Figura 12. Avance de los ensayos CBR.....	35
Figura 13. Relieve del lugar de estudio.....	36
Figura 14. Estudio de mecánica de suelos.....	37
Figura 15. Tráfico vehicular, IDM sin corrección.....	38
Figura 16. Tráfico vehicular, IDM sin corrección.....	40
Figura 17. Factores de Distribución Direccional y de Carril.....	42
Figura 18. Numero de Repeticiones Acumuladas.....	43
Figura 19. Pavimento flexible.....	44
Figura 20. Valores Recomendados de Nivel de Confiabilidad.....	45
Figura 21. Coeficiente Estadístico de Desviación.....	46
Figura 22. Índice de Serviciabilidad Inicial.....	47
Figura 23. Índice de Serviciabilidad Final.....	48
Figura 24. Diferencia de Serviciabilidad.....	49
Figura 25. Número estructural requerido.....	50
Figura 26. Coeficientes Estructurales.....	51
Figura 27. Coeficiente en estructuras de las cargas.....	52
Figura 28. Diseño de Pavimento Flexible.....	53
Figura 29. Regresión lineal de los valores de variación de espesor.....	55

Resumen

El presente estudio titulado “Diseño estructural del pavimento flexible para mejorar la transitabilidad en la av. Perú en el distrito de Andahuaylas, año 2020”, tiene como fin primordial describir la manera en que el diseño estructural de pavimento flexible mejorará la transitabilidad en la av. Perú del distrito de Andahuaylas, año 2020. Para ello, la investigación es de tipo aplicado y de diseño cuasi – experimental. La población está compuesta por todas las vías aledañas al río Chumbao, las cuales muestran gran transitabilidad vehicular, por ser las principales de este sector geográfico. Los resultados muestran que, los ensayos Proctor modificado y CBR para hallar el valor de la resistencia in situ del material de subrasante, arrojó un valor promedio de 31.23%, porcentaje muy favorable para terrenos los cuales se encuentran en estado óptimo, no requieren mejoramiento de terreno. No se presentan CBR menor a 6%. A partir del conteo de tráfico y los factores de corrección se ha encontrado un índice medio diario de 5815 veh/día. Y su clasificación indica mayor afluencia de autos con un porcentaje de 32%.

Palabras Clave: Transitabilidad, Diseño de pavimento, AASHTO 93

Abstract

The present study entitled “Structural design of the flexible pavement to improve the walkability in the av. Peru in the Andahuaylas district, year 2020”, its primary purpose is to describe the way in which the flexible pavement structural design will improve the walkability of Av. Peru from the Andahuaylas district, year 2020. For this, the research is of an applied type and of quasi - experimental design. The population is made up of all the roads surrounding the Chumbao River, which show great vehicular traffic, as they are the main roads in this geographic sector. The results show that the modified Proctor and CBR tests to find the value of the in situ resistance of the subgrade material, yielded an average value of 31.23%, a very favorable percentage for soils which are in optimal condition, do not require improvement of land. CBR less than 6% are not present. From the traffic content and the correction factors, an average daily rate of 5815 veh / day has been found. And its classification indicates a greater influx of cars with a percentage of 32%.

Keywords: Walkability, Pavement Design, AASHTO 93.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente, IVANOVA, Eva y MASAROVA, Jana (2018), definen “la infraestructura vial, como factor importante en el desarrollo económico y social de todo país, la red de carreteras trasciende fronteras nacionales e internacionales, siendo vital para aumentar el rendimiento económico”, en este entender, la mala infraestructura vial representa un obstáculo para la economía, principalmente en países que dependen de exportaciones para su desempeño económico.

En cuanto a las vías rurales, ESCOBAR, Javier y PONCE, Carmen (2002) mencionan que, la red de carreteras rurales de un país generalmente consta de pistas, senderos y caminos de tierra que conectan pueblos y ciudades rurales, los cuales, en ocasiones, están conectados a caminos secundarios que conducen a mercados de productos y factores. De este modo, juegan un rol fundamental en el desarrollo rural, ya que, los caminos rurales son parte importante de la infraestructura pública, los cuales brindan acceso barato a la población, considerando que, son los propietarios de tierras quienes generalmente se benefician con estos proyectos. (JACOBY, 2008).

Por otra parte, según menciona ISHTIAQUE, Ahmed (2013), el deterioro de vías muestra efectos de riesgo sobre accidentes, periódicamente se menciona que las fallas en su realización y/o mantenimiento generan defectos en las vías, causando incidentes negativos, menciona también que la carretera no depende solo de las características de la carretera, sino que también depende del estado del borde de la carretera (págs. 20, 21).

Así como en diversos países, en el Perú las vías son de gran importancia, sin embargo, según la información de brechas 2012-2021, la brecha de infraestructura de redes viales en el Perú es de US\$ 12 791 millones. Asimismo, según el índice global de competitividad la calidad de infraestructuras en carreteras mejoró, sin embargo, existen gran cantidad de carreteras sin pavimentar. (TORRES, 2016). En ese entender, las obras de ingeniería, principalmente aquellas que son de infraestructura están a cargo de los gobiernos y sirven para generar desarrollo del país, deben ser eficaces y

económicas, para poder cumplir las metas para las cuales fueron concebidas y tener el menor costo, sin que ello signifique menor calidad. (BUSTAMANTE, 2009).

Dentro del ámbito vial urbano de la ciudad de Andahuaylas, la av. Perú es considerada una vía de suma importancia al ser la única ruta que conecta a las principales instituciones estatales y privadas importantes de la ciudad. Se encuentra ubicada en la provincia de Andahuaylas y departamento de Apurímac, abarcando los distritos de San Jerónimo y Andahuaylas. Sin embargo, hoy en día se encuentra en un estado inadecuado para un tránsito óptimo, lo que hace que muchos vehículos opten por vías alternativas, reduciendo así su capacidad de tránsito de los vehículos e incrementando la de las vías alternativas lo que los expone a un riesgo de que en un futuro dejen de ser sustentables. En este sentido, este estudio pretende realizar un diseño estructural de pavimento flexible para mejorar la transitabilidad de los vehículos y peatones y con ello resguardar la comodidad, calidad y seguridad de sus usuarios.

La presente investigación se realizó en la Av. Perú, de la provincia de Andahuaylas, departamento de Apurímac, abarcando el distrito de Andahuaylas, a continuación, se muestran mapas de referencia:

Figura 1. Mapa Político del departamento de Apurímac, provincia de Andahuaylas.

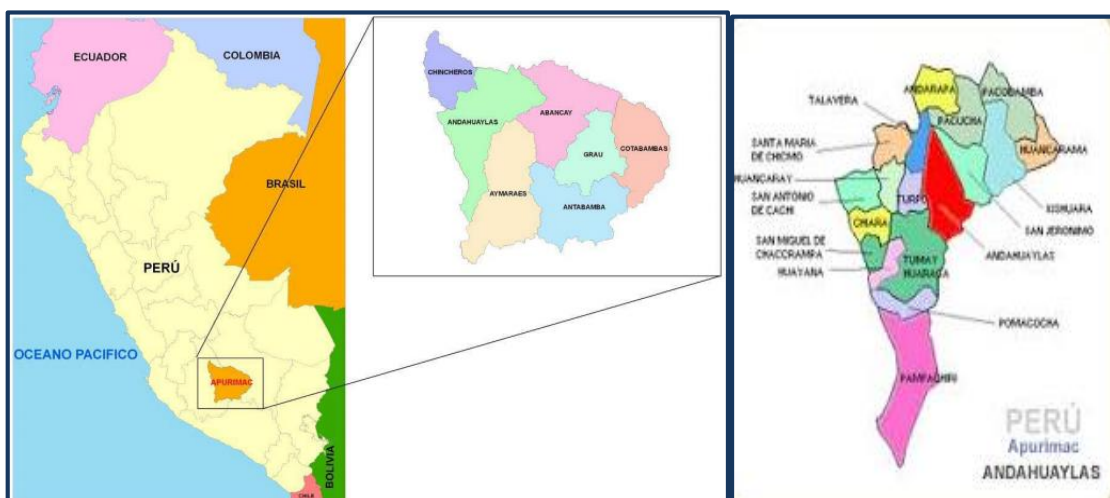


Figura 2. Mapa de ubicación del área de estudio.



En cuanto a la influencia teórica, la investigación pertenece a la rama de pavimentos con implicancias en transportes, de la Ingeniería Civil, en la medida del estudio del tramo comprendido entre el distrito de San Jerónimo y el distrito de Andahuaylas, del cual se pretende determinar un diseño estructural de pavimento flexible, para esta manera mejorar la transitabilidad de la misma, ya que al ser esta una de las vías más principales de la ciudad. Para lograr tal fin se hace necesario la aplicación del método AASHTO-93. Los métodos aplicados son adoptados formalmente como procedimientos estandarizados, por tanto, son ampliamente aceptados como métodos para la toma de datos y posterior calificación objetiva de tramos en avenidas.

Después de explicar la realidad problemática de la investigación, así como el ámbito de influencia geográfico y teórico, se muestra el problema general:

¿De qué manera el diseño estructural de pavimento flexible afecta la transitabilidad vehicular en la av. Perú del distrito de Andahuaylas año 2020?

Asimismo, los problemas específicos:

1. ¿De qué manera los estudios previos afectan la transitabilidad en la av. Perú del distrito de Andahuaylas año 2020?
2. ¿De qué manera la carga vehicular afecta la transitabilidad vehicular en la av. Perú del distrito de Andahuaylas año 2020?

3. ¿De qué manera la estructura de pavimento flexible afecta la transitabilidad vehicular en la av. Perú del distrito de Andahuaylas año 2020?

De igual manera, se detallan a continuación los objetivos de este estudio, los cuales van acorde a los problemas antes mencionados, el objetivo general es:

Describir de qué manera el diseño estructural de pavimento flexible afecta la transitabilidad vehicular en la av. Perú del distrito de Andahuaylas año 2020.

Asimismo, a continuación, se muestran los objetivos específicos:

1. Describir de qué manera los estudios previos afectan la transitabilidad en la av. Perú del distrito de Andahuaylas año 2020.
2. Describir de qué manera la carga vehicular afecta la transitabilidad vehicular en la av. Perú del distrito de Andahuaylas año 2020.
3. Describir de qué manera la estructura de pavimento flexible afecta la transitabilidad en la av. Perú del distrito de Andahuaylas año 2020.

Este estudio está justificado desde diversos ámbitos, por su parte HERNÁNDEZ, Roberto y MENDOZA, Paulina C. (2018), definen “La relevancia social radica en comprender la trascendencia del estudio para quienes se beneficien de los resultados, el alcance de la investigación y las predicciones sociales” (pág. 45). Este estudio está orientado a la mejora de transitabilidad de la av. Perú en el distrito de Andahuaylas, mediante el desarrollo de un diseño estructural de pavimento flexible con el cual se pretende mejorar la calidad, comodidad y seguridad de sus usuarios, y por ende garantizar la sustentabilidad de la vía en el presente y en el futuro; para mejorar la calidad de vida y el desarrollo socioeconómico de la población.

En cuanto a la justificación técnica, tiene como finalidad la elaboración de un diseño estructural de pavimento flexible, de manera que se mejore la transitabilidad de la av. Perú del distrito de Andahuaylas, unidad de estudio; este diseño se elaborara en base al método AASHTO-93, el cual nos guiara en el procedimiento y análisis de este.

La justificación social muestra que esta investigación es muy útil porque la practicidad y aplicabilidad de sus resultados beneficiará a los transportistas y al público en esta vía. No cabe duda que las entidades que aseguran el mantenimiento vial y las autoridades competentes encargadas del mantenimiento y construcción de la red vial de Andahuaylas, los gobiernos locales y los ingenieros están interesados en ellos, y deben contar con la información más reciente sobre el estado del este, ya que es un método de intervención para mejorar la capacidad transitabilidad.

En lo referente a la justificación teórica, este estudio será guiado por el método AASHTO-93 para la fabricación del diseño estructural del pavimento flexible, y tiene valor teórico porque, con el análisis de datos y resultados alcanzados, se realizó la contratación de datos, los cuales dan a conocer la relación entre ambas variables estudiadas.

Cabe resaltar que la investigación es factible porque se puede acceder a información sobre el método a desarrollar, los cuales son sencillos de realizar y no necesitan instrumentos costosos. Por otro lado, la zona de estudio es de fácil acceso, permite la recopilación de datos necesarios para las investigaciones. Finalmente, el costo de preparación del trabajo estuvo a cargo de los investigadores. Asimismo, se elaboró este diseño en base a método previamente existentes y respaldados científicamente, lo que garantiza la objetividad y veracidad de la presente.

Respecto a la delimitación de este estudio, está delimitado temporalmente para el año 2020, con el incremento urbano y del flujo vehicular en general, la circulación en la carretera muestra dificultades en el transporte. Mientras que espacialmente muestra delimitación que comprende la Av. Perú de la provincia de Andahuaylas, con el fin de determinar las características del tránsito y físicas, de la vía actual. El área de estudio se encuentra en el departamento de Apurímac, provincia de Andahuaylas y distrito de Andahuaylas, el tramo en estudio se encuentra situado centro histórico de la Provincia de Andahuaylas.

A continuación, se muestran las hipótesis de la investigación, las cuales fueron contrastadas con los resultados.

La hipótesis general es:

El diseño estructural de pavimento flexible mejora la transitabilidad en la av. Perú del distrito de Andahuaylas año 2020.

Mientras que las hipótesis específicas son las siguientes:

1. Los estudios previos mejoran la transitabilidad en la av. Perú del distrito de Andahuaylas año 2020.
2. La carga vehicular mejora la transitabilidad en la av. Perú del distrito de Andahuaylas año 2020.
3. La estructura de pavimento flexible mejora la transitabilidad en la av. Perú del distrito de Andahuaylas año 2020.

II. MARCO TEÓRICO

En numerosos países realizaron estudios precedentes al actual, respecto al tema de estudio, de ese modo se menciona los siguientes:

Según el estudio de GALARZA, Juan P. y MARÍÑO, Iván H. (2011), en su tesis “El diseño de pavimentos y el comportamiento estructural para caminos con bajo volumen de tránsito en la provincia de Tungurahua”, cuyo objetivo de la pesquisa estuvo enfocada a presentar un catálogo de diseños de pavimentos flexibles para caminos con bajos volúmenes de tránsito, es decir, está referido a la aplicación de caminos con volúmenes bajos, para los diseños de pavimentos flexibles se hizo uso del método ASSHTO 93 y también en base a los lineamientos internacionales que regulan las condiciones adecuadas. Para lograr los fines de este estudio se hizo uso de la técnica de observación y con la ficha de ésta se hizo presente el apunte de sus características superficiales y físicas y de su estructura, el estado de la vía y de los volúmenes de tránsito. Finalmente, se concluye que el pavimento estudiado no es el óptimo, por ende, se recomienda el uso de los diseños de pavimentos para vías con reducido volumen de tránsito, garantizando calidad, comodidad y seguridad para los usuarios.

Asimismo, GUZMÁN, Gonzalo y MOGROVEJO, Daniel (2017), en su tesis “Gestión sostenible del pavimento rígido, flexible y articulado del Centro Urbano del Cantón Girón”, cuyo estudio se encuentra orientado a realizar un análisis de condiciones de pavimento del presente, para comprobar su situación presente y que tan estable se encuentra para su funcionamiento actualmente y en el futuro. Estos índices de condición de pavimento se encuentran clasificado en dos tipos, como el PCI y el ICP, el primero es para analizar los pavimentos flexibles y rígidos, el segundo es para el estudio de los pavimentos articulados. Esta investigación posterior al análisis de los pavimentos del centro urbano unidad de estudio se llegó a la conclusión de que en los valores resultantes se determina de que tales pavimentos presentan un nivel acorde a su condición de muy bueno, lo cual representa un nivel aceptable y que para sus mejoras se hace necesario de un costo bajo, el cual será ventajoso para alargar la durabilidad y vida de los pavimentos.

Por su parte CASTILLO, Camilo E. (2014), en su tesis “Revisión de los métodos de diseño de pavimentos flexibles “AASHTO93” y el “Modelo Elástico Lineal (KENLAYER)”, mediante el modelo visco elástico propuesto por la “ME PDG NCHRP 1-37^a (3D-MOVE)”, que estuvo orientado a revisión y análisis de los modelos de diseño de pavimentos, del cual se llega a la conclusión que, según los estándares de desempeño de alto flujo propuestos por el ME PDG, el modelo AASTHO 93 y el modelo de análisis basado en el sistema elástico lineal multicapa (LEA) no van acorde con ello. Además, muestran incompatibilidades con funciones de tráfico de alto volumen o modelos de falla, por lo que se insta que ambos métodos sean contrastados, y solo sean aplicados para diseños de carreteras de tráfico medio o bajo.

Se cita también a TAPIA, Andrés R. [et. al] (2009), en su tesis “Diseño de un pavimento utilizando geomallas en tramo de la carretera bajada de chanduy – aguas verdes - pocito (absc. 2+900 hasta absc. 3+600”, que consistió en realizar un diseño de un tramo de la carretera de Bajada Chanduy – Aguas Verdes – Pocito, para el cual se usó geomallas, los cuáles son un geosintético. Tienen como finalidad mejorar la capacidad en el carácter estructural de un determinado pavimento. La comprensión del tramo es desde la abscisa 2+900 hasta la siguiente 3+600 de la carretera estudiada, es la que presenta una calidad baja de soporte, lo que hace necesario el presente estudio. Por lo que como metodología en la presente se hará uso del método AASHTO del cual se realizará una comparación respecto a los espesores de cada pavimento que presenta con aquellos resultantes del método geomalla. En ese sentido, con este estudio se realizó una comprobación de las ventajas del método de geomalla. Concluyendo que, gracias a usar subrasantes retocadas con geomallas, se logra optimizar la resistencia del pavimento flexible; igualmente se evidencia el ahorro en material de todo tipo, reajustes beneficiosos en tiempo de transporte e instalación.

Por consiguiente, ZALDIVAR, Ernesto (2007), en su tesis “Análisis de la seguridad en el cálculo de espesores de refuerzo para pavimentos flexibles”, realizó un análisis de la seguridad en los diseños de refuerzos de los pavimentos flexibles, en los países latinoamericanos es con el uso del método AASHTO. El nivel de confianza utilizado por estos métodos se expresa como un porcentaje.

En dichas pautas, realizan sugerencias para usar correctamente los elementos, ya que algunos diseñadores no tienen conocimiento de estos elementos, provocando fallas o enfocando equívocamente en el diseño final. Durante el trabajo, se publicó un programa para calcular la desviación estándar del proyecto, permitiendo el uso de un factor de seguridad más razonable. Lo que conllevó a la siguiente conclusión, en proyectos de vías se ha usado por muchos años el concepto de confianza del diseño, el cual es ventajoso para tratar la información, asimismo para manejar la seguridad del proyecto. En ausencia de investigación económica, hay indicios de la mayor experiencia organizativa.

Del mismo modo, en el ámbito nacional se han realizado estudios que abarcan temas similares al actual, de ese modo se mencionan los siguientes:

Según ZÚÑIGA, Oscar E. (2018), en su tesis “Diseño de la estructura de pavimento flexible de las calles comprendidas dentro del perímetro de la CA: VRHT”, indica que, es necesaria la existencia de pavimentaciones en zonas urbanas ya que la ausencia de estas conlleva a una incomodidad y malestar a sus usuarios, el cual lleva a perjudicar tanto la comodidad y salud de todos sus usuarios. Para hacer frente a este problema, se hizo el diseño de un pavimento flexible por ser la mejor opción tanto económica como socialmente. Previo a ello, se realizó un estudio de suelos, tráfico y topográfico. Esta investigación presenta un enfoque cuantitativo, de diseño cuasi- experimental, y se realizó 14 exploraciones en toda la vía. Finalmente, se comprobó que la vía cuenta con 278336.040 m², y un perímetro de 2115.823 ml e IMDA de 400 veh/día. Con dichos resultados conseguidos se propuso la construcción de un pavimento, el cual su plazo para la ejecución de esta fue de 10 meses y su presupuesto fue de S/. 11'198, 455.72.

Por su parte VASQUEZ , Junior (2019), en su tesis “Evaluación estructural del pavimento flexible de la carretera Centro Poblado Ampanu – Centro Poblado Molinos, distrito de Culebras, Huarmey”, lo cual está orientada a la evaluación de la estructura del pavimento especificado, para realizar tal análisis se hizo uso de las calicatas, de las cuales se extrajo una muestra para su estudio de cada una de estas, posteriormente se les realizó un ensayo de granulometría, los límites de su consistencia, además se hizo también ensayos de CBR y PROTOR.

Este estudio es de nivel descriptivo, y de diseño no experimental, con un alcance correlacional. La población está conformada por la carretera estudiada el cual consta de una longitud de 5.0 km, una calzada de 5.40 metros de ancho y construido bajo el diseño de un pavimento flexible. Para la recolección de datos los instrumentos a utilizar fueron los protocolos de laboratorio los cuales posteriormente fueron sometidos a un procesamiento de datos. La conclusión a la que llegó fue lo siguiente, que evaluar las patologías existentes en la carretera de estudio mediante el método del PCI se sitúa en un rango “REGULAR” y en la determinación de las propiedades físicas del pavimento flexible en tanto para la base y la Sub Base predominan las gravas clasificándolo según SUCS en (GP-GW). Las propiedades mecánicas del pavimento flexible tienen una buena compactación superior al (95%) y una buena resistencia (CBR) ya que para la base es de (66.67%), Sub Base (36.93%) y Subrasante (12.7%).

Seguidamente se citó a BERMUDEZ, Carlos y RAMOS, Yuvicksa (2019), en su tesis “Diseño estructural del pavimento flexible para el mejoramiento de la transitabilidad en la Prolongación Sinchi Roca, en el Centro Poblado Alto Trujillo, Trujillo – La Libertad”, realizaron de tipo aplicada, ya que la finalidad de éste es realizar un diseño de pavimento flexible de la avenida unidad de estudio y con ello optimar la transitabilidad y calidad vital de los usuarios. Para lograr los objetivos planteados se estudió los volúmenes del tránsito. Y para el diseño planteado se aplicó una metodología para la recolección de datos, concordante con la realidad del pavimento, y complementado con un estudio de sus características con ensayos de laboratorio. Con todos los datos resultantes se establece el diseño de pavimento flexible para la avenida unidad de estudio y mejorar de esta su transitabilidad, el cual mejorar las condiciones de transito de usuarios. La conclusión a la que llegó fue que, las calles de la zona de estudio están sin pavimentar, repercutiendo negativamente en la población del lugar, incrementa la contaminación ambiental y obstaculiza la circulación de vehículos y transeúntes.

Por otra parte, JAÑA, Cristian G. (2017), en su tesis “Implementación de la guía de diseño mecanístico – empírico AASHTO 2008 en la región Piura”, que está enfocado a describir los pasos a seguir para implementar los Lineamientos de Diseño de Pavimentos M-E (Experiencia Mecánica) AASHTO 2008 en Piura.

Teniendo en cuenta la situación de las pistas de Piura, especialmente la situación encontrada en las zonas urbanas, la utilización del método AASHTO no garantiza un desempeño óptimo del pavimento. Ya que se trata de un método empírico no se tomarán en cuenta los factores tales como: la rapidez de flujo vehicular, situaciones climáticas y cargas. Por eso, este artículo se centró en realizar un análisis de los factores climatológicos de la ciudad de Piura, con datos del censo de carga vehicular del 2010. Finalmente, llegó a la conclusión que, debido al tráfico y las condiciones climáticas de las carreteras del Perú, especialmente las carreteras de primera clase que atraviesan el área urbana, el uso del método AASHTO 93 para el diseño de pavimentos no puede garantizar desempeño adecuado durante su vida útil, ya que AASHTO 93 no considera componentes importantes que afectan el desempeño del pavimento, tales como: temperatura del área, velocidad de flujo del vehículo y cargas pesadas lentas. Recomienda criterios de la guía de diseño M-E, para estudiar diseño de un pavimento flexible y rígido.

Por su parte, SÁNCHEZ, Carlos E. (2002), en su tesis “Comparación de resultados de diferentes métodos de determinación de espesores de pavimentos flexibles”, donde realizó un estudio descriptivo de los tres métodos más utilizados en el diseño de los pavimentos, los cuales vienen a ser los Métodos del Instituto del Asfalto, AASHTO 93 y Conreval respectivamente, presentando los parámetros que intervienen, la metodología y el procedimiento de Cálculo, así como un análisis de la incidencia de cada uno de los parámetros. Finalmente, este estudio hace una aplicación de los métodos en la Carretera Ingenio – Chachapoyas, concluyendo que el Método AASHTO es el más idóneo para este caso.

El presente trabajo está basado teóricamente en el Pavimento, el cual se conceptualiza como una composición de numerosas capas edificadas encima de la subrasante de la vía, para soportar el peso de los vehículos y hacer mejor las condiciones de seguridad y tranquilidad para el tránsito. En la mayoría de los casos, está compuesta por cubierta de rodadura, base y sub-base. Ministerio de Economía y Finanzas (2015).

Según menciona TAPIA, Miguel, (2015) el pavimento también se puede concebir como un sistema representado por propiedades, espesores y disposición de diferentes materiales, que constituyen un grupo de capas colocadas y apoyadas en otra capa (denominada "subrasante"). Para recibir el flujo de carga directamente, transmitiéndolo a la capa inferior de manera disipadora y distribúyalos de manera uniforme.

Además, según ORTIZ, Angie L. (2017) el pavimento es una composición apoyada en la calzada y consta de un acumulado de capas de partículas y una capa de cobertura de la banda de rodadura. Dicha estructura debe tener la propiedad de aguantar las cargas producidas por los vehículos y el ambiente del lugar, además debe asegurar que sea una superficie segura para el transporte, asimismo debe ser cómoda.

En ese entender, según menciona WSDOT (2020), la superficie de una carretera se clasifica en dos: el primero es pavimento flexible, que consta de materiales asfálticos, el segundo es rígido, que consta de cemento (pág. 3). En concordancia, RAJPUT, Sarvesh (2020), quien también menciona que solo existen dos tipos de pavimento, los que fueron mencionados anteriormente. MATHEW y RAO (2007) siguen la línea del estudio específico de dos tipos de pavimento.

Por su parte, PAPAGIANNAKIS, A.T.; MASAD, E.A. (2008) menciona que, existen tres tipos de pavimentos: flexibles, rígidos y semirrígidos. Los cuáles serán desarrollados a continuación:

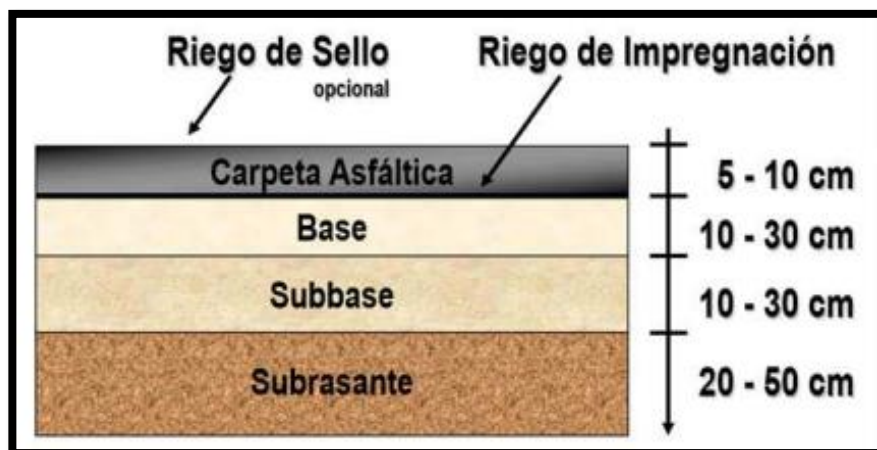
- **Pavimentos flexibles o asfálticos**

Estructura conformada por capas de partículas y la carpeta como capa de funcionamiento está compuesta por materiales asfálticos (como aglutinantes, agregados y aditivos, si corresponde). Se considera principalmente como una capa rodante de asfalto sobre una capa granular: mortero asfáltico, tratamiento superficial de dos capas, micro pavimento, grava asfáltica, mezcla asfáltica fría y mezcla asfáltica caliente, así define el Ministerio de Economía y Finanzas (2015).

El pavimento maleable es una composición conformada por las siguientes capas:

- **Carpeta asfáltica:** Está compuesto por mezcla asfáltica y piedra. La cubierta soporta directamente las cargas del vehículo y las influencias ambientales como la lluvia y la radiación solar. Proporcionar un área práctica y segura para los usuarios de la carretera, también se puede utilizar como capa impermeable para fijar otras capas, según ORTIZ, Angie L. (2017).
- **Base:** Es una capa granular ubicada debajo de la capa de asfalto y su función es distribuir el esfuerzo generado por el tráfico hacia la capa inferior, de acuerdo a ORTIZ, Angie L. (2017).
- **Subbase:** Refiere a la capa granular, montada con implementos de menor precio que la capa anterior, y su recubrimiento permite que el drenaje intente filtrarse por la zona o ascender por acción capilar, según ORTIZ, Angie L. (2017).
- **Subrasante:** Refiere a la superficie que aguanta la acera, constituida por terreno natural, sin embargo, esta puede ser modificada para optimizar las particularidades del lugar, de acuerdo a ORTIZ, Angie L. (2017).

Figura 3. Pavimento flexible.



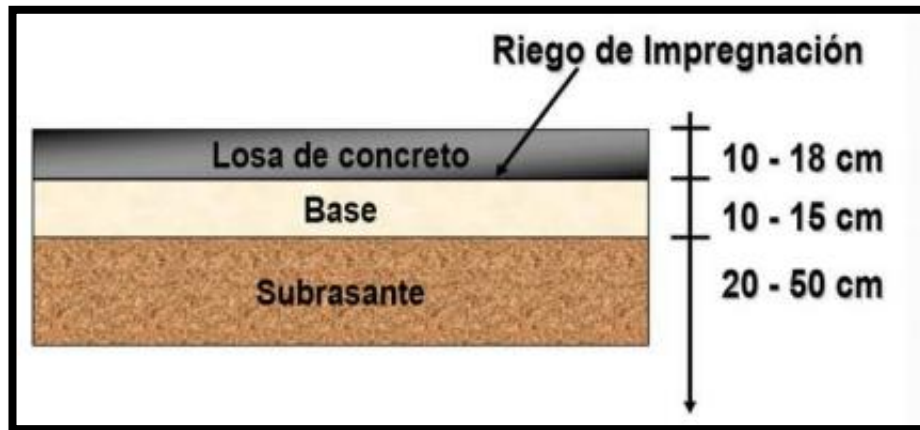
Fuente: Ministerio de economía y finanzas

- **Pavimentos rígidos**

Es una estructura de pavimento especialmente compuesta por una capa base granular, sin embargo, la capa puede ser granular, o puede estabilizarse con

cemento, asfalto o cal y capa de laminación de losas de hormigón de cemento hidráulico como aglutinante, aditivos agregados. MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS (2015).

Figura 4. Pavimento Rígido.

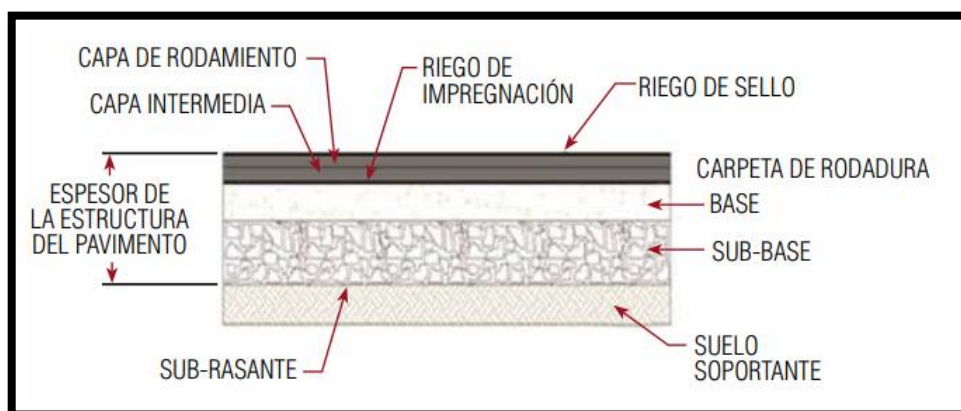


Fuente: Ministerio de economía y finanzas

- **Pavimento semirrígido**

Es una disposición formada por capas granulares, una capa de rodadura conformada por implementos bituminosos como aglomerantes, agregados y, de ser el caso, aditivos. Se considera principalmente como una capa rodante de asfalto sobre una capa granular: mortero asfáltico, tratamiento superficial de dos capas, micro pavimento, grava asfáltica, mezcla asfáltica fría y mezcla asfáltica caliente MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS (2015).

Figura 5. Pavimento Semirrígido.



Fuente: Ministerio de economía y finanzas.

El pavimento y los componentes que este presenta, tienen varias funciones, entre las cuales podemos rescatar las siguientes:

- El pavimento debe proporcionar una superficie de carácter seguro, cómodo, con una estructura y funcionalidad permanente, y resistente a cargas repetidas ocasionadas por el tránsito vehicular y peatonal.
- Dentro del periodo previsto de durabilidad del pavimento, este debe manejar una resistencia bajo la cual debe distribuir las presiones verticales, lo cual debe hacer que este peso solo llegue a la capa de la subrasante.
- El pavimento debe ser resistente ante los diferentes fenómenos ambientales y climatológicos del lugar en el que fue construido, más específico se hace referencia a los elementos como el agua y la temperatura
- Asimismo, debe cumplir con todos los parámetros funcionales y estructurales que garantizaran un pavimento de calidad para todos sus usuarios.

Todo pavimento debe cumplir con los parámetros de resistencia y funcionalidad de estructura, en los que para su ejecución bajo los costos deben garantizar su operatividad, entre los factores a considerar para un diseño de pavimento flexible son los siguientes:

- Efectos del medio ambiente: este factor no es usualmente considerado por los diseñadores, sin embargo, es necesario en el paso de elección de los materiales y de los elementos colaterales. Es necesario conocer el comportamiento del pavimento cuando está sujeto ante diversas temperaturas y humedad, y precisar desde el diseño la manera de responder a estos efectos.
- Características y propiedades de los materiales: Todo material usado para el pavimento, deben ser de carácter resistente y deben soportar la demanda de cargas del tránsito.
- Efectos de tránsito: es necesario considerar este factor para todo diseño de pavimento, se debe realizar un estudio sobre las cargas más pesadas, La repetición de la carga y la acumulación de su impacto

sobre el pavimento, como fatiga o deformación permanente, son fundamentales para calcular el tamaño de su capa. Por otro lado, se debe considerar la presión máxima de contacto, la tensión tangencial en áreas especiales (como curvas, áreas de frenado y aceleración); la velocidad de aplicación, especialmente la velocidad lenta en la rampa y área de aparcamiento para vehículos pesados.

- Factores económicos: Poco probable que la inversión necesaria coincida con el presupuesto mínimo. Y se da ocasiones donde por estar bajo el criterio de invertir el costo mínimo, llevo a la ejecución de estructuras deficientes, y finalmente tienen un funcionamiento defectuoso.

En la presente investigación es menester mencionar los tipos de fallo de pavimentos, de acuerdo a MAHESH, Awari (2016), clasifica en los siguientes:

- Ondulación excesiva y fallas en la superficie
- La desesperación lo siguió lanzando a la superficie
- Aproximación lateral de asfalto cerca de la frontera a lo largo del camino de la rueda

Las dos razones esenciales de las fallas del subsuelo de grado son: confiabilidad inadecuada y aplicación de ansiedad excesiva.

Apilando, según lo mencionando por IMRAN, M [et. al] (2015), clasifica los tipos de fallas fallos y mantenimiento del pavimento de las carreteras, que a continuación se enumeran diferentes:

- Agrietamiento transversal
- Agrietamiento longitudinal
- Baches
- Desmoronamiento
- Sangrado de agua
- Rutting

De la misma forma se puede citar a HVEEM, F. ([2014]), explica que, la tendencia en las construcciones son las famosas fallas o también llamadas

deformaciones de los pavimentos, algunos de los tipos se dividen primero lógicamente en dos grupos principales, dependiendo del tipo de pavimento. Ciertos defectos característicos se desarrollan en los pavimentos asfálticos y otros son típicos de los tipos de concreto de cemento Portland. Existe también una mayor variedad en los patrones de desgaste desarrollados en los pavimentos bituminosos en comparación con el hormigón de cemento Portland. Esto es en parte atribuible al hecho que hay muchas más variaciones y variedades de tipos de carreteras bituminosas emergiendo. Además, el sub-diseño es mucho más frecuente en los tipos flexibles. Entonces considerando primero los tipos bituminosos o los llamados flexibles, las fallas pueden agruparse bajo tres encabezados dependiendo de la causa principal o fuente del problema: i) Primero, son los tipos de fallas o desempeño insatisfactorio que son atribuibles únicamente la calidad del propio pavimento. Las deficiencias de este tipo pueden ser en forma de desmoronamiento, desintegración, agrietamiento e inestabilidad (o distorsión plástica) de la superficie de la carretera que puede desarrollarse independientemente del soporte de la base; ii) El segundo, grupo está representado por varias manifestaciones, pero representa sólo un tipo de falla; es decir, deslizamiento causado por la falta de unión entre la capa superior del pavimento y la capa subyacente; iii) En el tercer grupo, se encuentran las fallas del pavimento atribuibles a deficiencias en la base o el soporte subyacente.

En cuanto a los métodos de diseño de pavimentos, el más aceptado es el método AASHTO 93, siendo el más aceptado para diseñar pavimentos flexibles. Fue publicado por la American Association of State Highway and Transportation Officials.

En 1972 fue publicado, los próximos 20 años se realizaron revisiones, posteriormente se realiza la versión 2002, la cual es distribuida. Durante 1958 a 1960 se hizo ensayos AASHO, los resultados fueron incluidos en el avance del método, de lo comentado por parte de TAPIA, Miguel (2015).

Este método mantiene el algoritmo real de prueba en carretera correspondiente a una pequeña cantidad de material, un solo tipo de calzada,

el mismo tipo de tráfico y el entorno del sitio de prueba. Las siguientes ecuaciones se derivan de la información obtenida de la prueba de carretera AASHTO 93 y son más consistentes con los resultados observados, pero se estudiaron durante 1972-1993.

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R \times S_0 + 9.36 \times \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \times \log_{10}(M_R) - 8.07$$

- W18: Número predicho de repeticiones de ejes equivalentes de carga de 18 kips (80 kN).
- ZR: Desviación normal estándar.
- S0: Error estándar combinado de la predicción del tránsito y la predicción del desempeño.
- ΔPSI: Diferencia entre el índice de diseño inicial de servicio, p0, y el índice de diseño final de servicio, pt.
- MR: Módulo Resiliente (psi).
- SN: es igual al número estructural indicativo del espesor total requerido de pavimento:

$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 + a_3 D_3 m_3$$

- ai: Coeficiente de la capa i.
- Di: Espesor (pulgadas) de la capa i.
- mi: Coeficiente de drenaje de la capa i.

El número de estructura "SN" es un número abstracto que representa la resistencia de la estructura del pavimento requerida para incorporar el soporte del suelo "MR", el flujo total representado por el eje equivalente de 18 kips (18,000 libras), y el índice de uso final y el área media. El "SN" requerido debe convertirse en el espesor de la banda de rodadura, el espesor de la base y el espesor de la subbase mediante el uso de coeficientes

apropiados que representen la resistencia del material de construcción (CASTRO, y otros, 2020).

De acuerdo a Gustavo Corredor, para la ejecución de este método se debe considerar las siguientes variables: limitaciones de tiempo (tales como comportamiento y período de análisis), tráfico, confiabilidad y efectos ambientales.

- Limitaciones en el tiempo: Esta dimensión aborda el periodo de comportamiento y el periodo de análisis. El primero consiste al tiempo transcurrido desde que se realiza una estructura de pavimento nueva hasta que se deteriore. Es decir desde el nivel inicial de servicapacidad, hasta la servicapacidad final, según lo mencionado de CORREDOR, de acuerdo a CORREDOR, Gustavo (2015).
- Tráfico: Fundamentado en la determinación de las *Cargas Equivalentes Acumuladas en el Período de Diseño (Wt18)*, calculadas de acuerdo al procedimiento establecido para el Método AASHTO '72, de acuerdo a CORREDOR, Gustavo (2015).
- Confiabilidad: Se refiere al grado de certeza o seguridad de que una determinada alternativa de diseño alcance a durar, en la realidad, el tiempo establecido en el período seleccionado, de acuerdo a CORREDOR, Gustavo (2015).
- Efectos Ambientales: la influencia de los cambios en la temperatura y humedad en la resistencia, durabilidad y capacidad de soporte de los materiales y/o mezclas del pavimento, de acuerdo a CORREDOR, Gustavo (2015).

Según Vega Pérrigo, las demás variables de diseño de pavimento flexible según el método AASHTO93 son las siguientes:

- **Confiabilidad:** El nivel de confiabilidad (R) se selecciona en función de las funciones de gestión disponibles de la carretera y si se encuentra en un área urbana o rural. La confiabilidad es la posibilidad de que la acera continúe utilizándose durante el tiempo de interfaz sin fallas estructurales. Un valor de confiabilidad más alto asegurará un

mejor desempeño, pero requerirá un mayor espesor de capa de cobertura.

- **Desviación estándar combinada:** La desviación de nivel combinada refiere al valor considerado para la variabilidad esperada de las previsiones de tráfico y componentes diversos que afectan el funcionamiento de las aceras. De acuerdo con la Guía 38 de AASHTO, se recomienda que se use un valor de 0.44 para aceras flexibles cuando haya un recuento de vehículos disponible, y un valor de 0.49 se use en el caso opuesto. Usaremos un valor de 0.44 para el estudio de flujo anterior.
- **Módulo de resiliencia de la subrasante:** El módulo de elasticidad de los materiales de pavimento sueltos se caracteriza generalmente por el módulo de resiliencia. El módulo elástico es el módulo elástico del material utilizado para formar la superficie de la carretera. Es bien sabido que los materiales utilizados para pavimentar carreteras no son elásticos porque presentan una deformación plástica acumulativa. Sin embargo, después de innumerables cargas repetidas, el suelo ha alcanzado un estado en el que se pueden restaurar todas las deformaciones, y en este estado producirá elasticidad.
- **Coefficientes estructurales de capa:** El coeficiente de estructura del techo es una unidad de espesor unitario preciso que es relativamente adecuado como medida del componente de la estructura del pavimento. En el caso de un pavimento flexible, se utilizarán tres factores de cobertura estructural (a_1 , a_2 y a_3), que representan la capa de asfalto, cimentación y cimentación respectivamente. Estos coeficientes pueden determinarse basándose en la correlación con las propiedades del material.
- **Pérdida de serviciabilidad:** La mantenibilidad representa la comodidad o tranquilidad que la vía brinda a los usuarios, su valor está entre 0 y 5, donde 5 representa la condición máxima ideal. La falta de mantenibilidad se define como la diferencia entre la mantenibilidad inicial (p_0) y la mantenibilidad final (p_t). Según la Guía 42 de AASHTO 93, se recomienda utilizar 4.2 mantenibilidad inicial para pavimentos

flexibles. La mantenibilidad final es 3, que se definió anteriormente en el Capítulo 3. Por lo tanto, el valor de la falta de mantenimiento es 1,2.

- **Coefficientes de drenaje:** En determinadas condiciones de humedad, esta es la relación entre módulos elásticos y módulos elásticos en condiciones de humedad impecables. Un valor de 1.0 indica que la situación de drenaje es equivalente a la prueba de carretera de AASHO, mientras que un valor de 1.0 o más indica condiciones más altas que las utilizadas en estas pruebas.

Para el cálculo de los coeficientes de drenaje es requisito comprender dos parámetros: calidad del drenaje del material y porcentaje de tiempo que la composición de pavimento va a estar exhibida a escenarios de humedad próximos a la saturación. El diseño de la carretera se va a realizar teniendo en cuenta material de subbase y base de excelente calidad de drenaje (el agua es drenada por el pavimento como mucho en 1 día) y como se determinó en el capítulo 2, el porcentaje de tiempo que el pavimento va a estar expuesto a escenarios de humedad próximas a la saturación va a ser más grande al 25%. Según lo citado y a la tabla 2.4 de la página II-25 de la guía de la AASHTO 93, que se expone ahora, se considerará el valor de 1.0 para los coeficientes de drenaje m_1 y m_2 , de acuerdo a VEGA, Daniel A. (2018).

A continuación, se muestran palabras clave de la investigación con sus respectivas definiciones:

- **Base:** “Es una capa granular ubicada debajo de la capa de asfalto, y su función es distribuir las fuerzas generadas por el tráfico hacia la capa inferior”. ORTIZ, Angie L. (2017)
- **Carpeta asfáltica:** “Está compuesto por mezcla asfáltica y piedra. Esta capa recibe directamente cargas de vehículos e impactos del ambiente. Procurando que la superficie brinde seguridad y comodidad para los usuarios de la carretera, y también se puede utilizar como capa impermeable para proteger otras capas”. ORTIZ, Angie L. (2017)

- **Confiabilidad:** “Se refiere al grado de certeza (seguridad) de que una determinada alternativa de diseño eventualmente continuará existiendo en realidad, CORREDOR, Gustavo (2015)”.
- **Diseño estructural de pavimento flexible:** “Durante este proceso se define la geometría de la estructura, el tamaño de los elementos que componen la estructura y su resistencia a diferentes esfuerzos de carga y detalles constructivos para que el proyecto pueda avanzar según lo previsto en los cálculos”. TAPIA, Miguel (2015)
- **Efectos Ambientales:** “La influencia de los cambios de temperatura y humedad en la resistencia, durabilidad y capacidad portante de los materiales y / o mezclas de pavimentos. (CORREDOR, 2015)”.
- **Limitaciones en el tiempo:** “Esta dimensión involucra el ciclo de comportamiento y el ciclo de análisis. El primero incluye el tiempo necesario para que la nueva estructura de pavimento se deteriore desde su nivel de "usabilidad inicial" hasta su nivel de "usabilidad final"; el segundo es el rango que debe cubrir cualquier estrategia de diseño. (CORREDOR, 2015).
- **Pavimento:** “El pavimento es una estructura ubicada en la calzada y consta de un conjunto de capas granulares y una capa rodante. Dicha estructura debe aguantar cargas del tráfico y el peso vehicular, asimismo las condiciones ambientales. (ORTIZ, 2017)”.
- **Subbase:** “Es una capa granular hecha de materiales más baratos que la capa anterior, esta capa es buena para el drenaje, el agua puede filtrarse a través de la superficie o subir debido a la acción capilar. (ORTIZ, 2017)”
- **Subrasante:** “Es la superficie que soporta la estructura del pavimento y está compuesta por terreno natural, aunque en ocasiones es necesario mejorar las características del terreno a mejorar (ORTIZ, 2017)”
- **Tráfico:** “Con base en la *carga equivalente acumulada durante el diseño (Wt18)* determinada, la carga se calcula según el programa establecido por el método AASHTO '72”. CORREDOR, Gustavo (2015)

- **Transitabilidad:** “Diseño de espacios públicos amigable con la actividad, un aspecto importante de la convivencia social y la percepción individual (2019)”.

III. METODOLOGÍA

2.1. Tipo y diseño de investigación

Esta investigación es de tipo aplicada porque “su propósito es determinar a través del conocimiento científico los medios (métodos, protocolos y técnicas) que pueden satisfacer necesidades específicas reconocidas”. CONCYTEC (2018). Este estudio pretende cubrir las necesidades generadas por las falencias de la av. Perú en el distrito de Andahuaylas, por ende, se plantea el diseño estructural del pavimento flexible para mejorar la transitabilidad y por ende la calidad y seguridad de sus usuarios.

El enfoque es cuantitativo, según expresa (HERNÁNDEZ, y otros, 2018) dicho enfoque utiliza la recolección de datos para poner a prueba hipótesis mediante la medición numérica y el análisis estadístico.

El diseño de investigación es cuasi- experimental, “Su objetivo es probar hipótesis causales maniobrando, como mínimo una variable, que normalmente es la independiente, donde por razones lógicas o éticas, la unidad de investigación no puede asignarse aleatoriamente a cada grupo.” (HERNÁNDEZ, y otros, 2018). En este caso se manipulará la variable independiente, diseño estructural de pavimento flexible, donde los resultados serán contrastados con las hipótesis.

El nivel de la investigación es descriptivo correlacional, porque, según menciona (HERNÁNDEZ, y otros, 2018) pretende conocer la relación o asociación entre dos o más conceptos, categorías o variables en un contexto en particular. Esta investigación tiene por objetivo describir la manera en que el diseño estructural de pavimento flexible mejorará la transitabilidad en la av. Perú del distrito de Andahuaylas año 2020.

2.2. Variables y Operacionalización

Variable dependiente “Transitabilidad”

Definición conceptual: Diseño de espacios públicos amigable con la actividad, un aspecto importante de la convivencia social y la percepción individual (Defining and assessing walkability: a concept for an integrated approach using surveys, biosensors and geospatial analysis, 2019).

Variable independiente “Diseño Estructural de pavimento flexible”

Definición conceptual: Es un proceso en el cual se define la geometría de la estructura, la dimensión de los elementos que la conforman y la resistencia de estos ante diferentes solicitaciones de carga, además se especifican los detalles de construcción para que el proyecto se comporte según lo planificado en los cálculos (Tapia García, 2015).

2.3. Población, muestra y muestreo

Valderrama (2015, p. 182) menciona que la población es un conjunto que puede ser limitado o ilimitado de elementos al cual podremos llamar también universo estadístico, sean objetos o humanos, los cuales cuentan con características y/o atributos similares, los cuales también posean condiciones necesarias para ser observadas. Para definir la población, debe tenerse en cuenta los elementos que lo conforman, ubicación y el tiempo en que se ejecuta la investigación.

Así mismo, Valderrama (2015, p. 184) define muestra como un subconjunto el cual representa a la población que se definió. Esta será una cantidad representativa, ya que debe contar con características de la población y las refleja al aplicarse el muestreo adecuado.

Sobre el muestreo, Valderrama (2015, p. 188) aclara el autor es la acción de elegir a una parte de la población que la representará, la cual debe permitir estimar parámetros del objeto de estudio. Además, es imprescindible saber que un parámetro es una medida que puede caracterizar al objeto estudiado.

En la presente investigación, el muestreo, es decir la elección de las unidades o la muestra como tal, no depende de la probabilidad, sino más bien motivos de características específicas y contexto de la investigación, según explica (HERNÁNDEZ, y otros, 2018)

Población

Para la tesis en ejecución la población está compuesta por todas las vías aledañas al río Chumbao, los cuales forman parte del sistema de comunicación terrestre de vehículos entre los distritos de Andahuaylas y San Jerónimo.

Muestra

La muestra que se tomó para la investigación fue, la avenida Perú en todo su trayecto ya que es la vía que contiene las características de flujo vehicular representativo de comunicación terrestre para vehículos entre los distritos de Andahuaylas y San Jerónimo.

Muestreo

El muestreo que se ejecutó fue el no probabilístico y a su vez se realizará un muestreo por cuotas, ya que la obtención de datos en campo se efectuó con el presupuesto propio, así mismo se definió la muestra en base a características considerables del total de población, por tanto, es posible evaluar la transitabilidad de vehículos entre los distritos de Andahuaylas y San Jerónimo.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas que se usaron se muestran posteriormente:

- Observación científica: Consiste en un proceso dirigido a percibir determinadas teorías e hipótesis, aplicando métodos, técnicas e instrumentos pertinentes y precisos con la finalidad de recabar información empírica del fenómeno en estudio (ORTIZ, 2013). En este estudio se aplicará esta técnica, ya que se cuenta con diversos instrumentos propios de la materia que nos encaminaran al cumplimiento de los propósitos del presente estudio.

Por otra parte, los instrumentos a usar son los siguientes:

- Otros instrumentos y métodos necesarios propios de la materia, son los siguientes:
 - **Ensayo de laboratorio CBR**
 - **Ficha de observación**
 - **Evaluación de valores de espesores**
 - **Ficha de trabajo:** instrumento de registro de información documental o de campo (ORTIZ, 2013) para el conteo de tráfico.
 - **Manual de Capacidad de Carreteras - HCM:** Este método está enfocado al cálculo del nivel y capacidad de servicio vehicular y peatonal de estructuras viales (MÉNDEZ, y otros, 2019).

- **Método AASHTO-93:** Este procedimiento está basado en modelos que fueron desarrollados en función de la performance del pavimento, las cargas vehiculares y resistencia de la subrasante para el cálculo de espesores (MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones, 2013)

Respecto a la validez y confiabilidad

Según menciona VARA (2015), la validez es el grado en que el instrumento realmente mide la variable que pretende medir. La validez refiere al grado de evidencia acumulada que justifica la particular interpretación que hace el instrumento. En este entender el mismo autor menciona que existen tres tipos de validez, caracterizados como enfoques complementarios, estos son: validez de contenido, de constructo y de criterio. Para la presente investigación se hizo uso de la validez de contenido, es decir por criterio de jueces o expertos (pág. 403).

VARA (2015), menciona que esta validez refiere a si el instrumento fue elaborado, cantidad de ítems que contiene, si estos van de la mano con los indicadores de lo que se pretende medir, dicho instrumento es sometido a la valoración de expertos o especialistas, quienes juzgan la capacidad del instrumento para evaluar las variables que se miden (págs. 403-404).

Por su parte (HERNÁNDEZ, y otros, 2018) explica que la validez por expertos se refiere al grado en que un instrumento realmente mide la o las variables de interés, de acuerdo con los expertos en el tema.

En este entender, en este estudio se realizó la construcción de un instrumento, el cual va de la mano con las variables, dimensiones e indicadores que pretender mediar específicamente lo requerido para continuar con el estudio, del mismo modo se realizó la ficha de validación para presentar a los jueces o especialistas. De este modo el instrumento fue validado por tres expertos en el tema, para la mejor visualización de ello, revisar el Anexo 3.

2.5. Procedimientos

El lugar determinado donde se realizará la recolección de datos será en el entorno de la Av. Perú del distrito de Andahuaylas, provincia de Andahuaylas, departamento de Apurímac. A través del procesamiento de la información

obtenida de la visita a campo mediante el programa AutoCAD Civil 3D para el levantamiento topográfico.

Se ejecutaron ensayos de laboratorio de suelos luego de efectuarse el muestreo respectivo con las fichas siguientes en concordancia con la aplicación de las Normas E.050 Suelos y Cimentaciones.

Figura 6. Ficha para clasificación de suelos

REGISTRO DE EXCAVACION (ASTM D 2486 - 09a)									
CALICATA C-									
SOLICITANTE:		Bach en Ing Civil Jefferson Quiñones Romani Bach en Ing Civil Erick Yuto Mallma		ING. RESP.:					
PROYECTO:				TEC. RESP.:					
CALICATA:				FECHA:					
EJE :				N.F.					
UBICACIÓN (km):		COORDENADAS (UTM):							
PROF. (m)	MUESTRA	CLASIFICACIÓN		SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN DEL ESTRATO				
		SUCS	AASHTO						
0.20				•					
0.40				•					
0.60				•					
0.80				•					
1.00				•					
1.20				•					
1.40				•					
<div style="border: 1px solid black; width: 50px; height: 20px; margin-left: 20px;"></div>									
NOTA:									
NP= No Presenta		ENSAYO POC		<table border="1" style="border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 15px; height: 15px;"></td></tr> <tr><td style="width: 15px; height: 15px;"></td></tr> <tr><td style="width: 15px; height: 15px;"></td></tr> <tr><td style="width: 15px; height: 15px; text-align: center;">X</td></tr> </table>					X
X									
SiM= Sin Muestra		ENSAYO DE PERMEABILIDAD							
TM= Tamaño Maximo		ENSAYO DENSIDAD NATURAL							
NF= Nivel Freático		CONTENIDO DE HUMEDAD							

Llevadas al laboratorio de suelos serán evaluadas las muestras con los siguientes formatos de ensayos respectivos:

Figura 7. Ficha para ensayo PROCTOR Y CBR

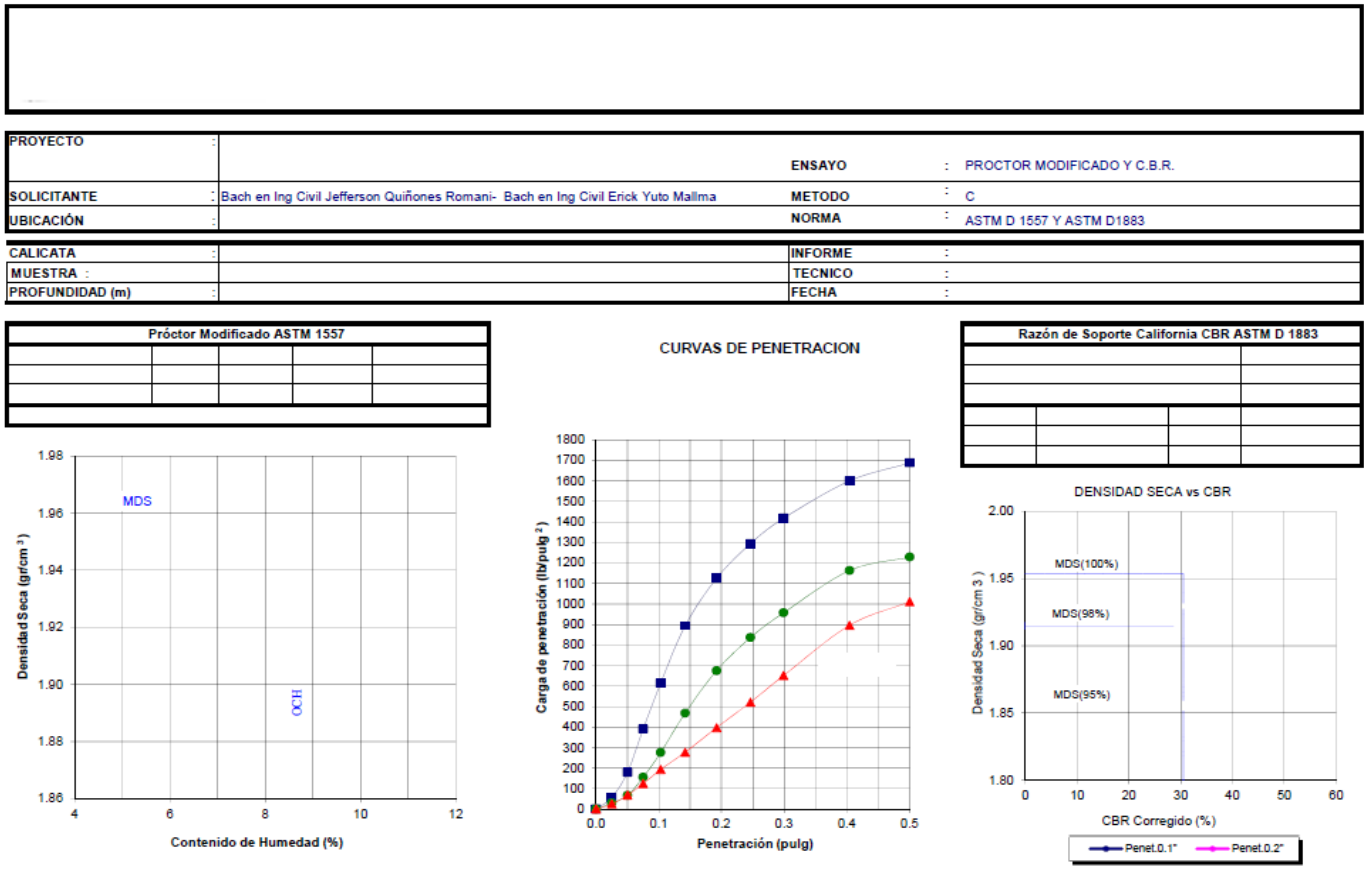


Figura 8. Ficha de ensayo de granulometría

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION
(ASTM D422 - D2216 - D854 - D4318 - D427 - D3282 - D2487)

INFORME :
PROYECTO :

SOLICITANTE :
UBICACIÓN :
FECHA :

Realizado :
Revisado :

Sondaje		
Muestra		
Profundidad (m)		
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA (%)	3"	
	2"	
	1 1/2"	
	1"	
	3/4"	
	3/8"	
	N° 004	
	N° 010	
	N° 020	
	N° 040	
N° 060		
N° 100		
N° 200		

Clasificación (S.U.C.S.)	
Descripción (S.U.C.S.):	
Clasificación (AASHTO)	
Descripción (AASHTO)	
Contenido de Humedad (%)	
Límite Líquido (LL) (%)	
Límite Plástico (LP) (%)	
Índice Plástico (IP) (%)	


D₁₀ (mm)	0.00
D₃₀ (mm)	0.15
D₆₀ (mm)	2.02
Cu	0.00
Cc	0.00

% GRAVA	Gruesa	
	Fina	
% ARENA	Gruesa	
	Medio	
	Fina	
% FINOS		




Se usó el formato N° 1 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) para recopilar datos de conteo vehicular:

Figura 9. Ficha de conteo vehicular-MTC



MTC
Ministerio de Transportes y Comunicaciones

FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO



OPP
FORMATO N° 1

TRAMO DE LA CARRETERA				ESTACION			
SENTIDO		E ←		S →		CODIGO DE LA ESTACION	
UBICACION				DIA Y FECHA			
DIA		1					

HORA	SENTIDO	AUTO	CAMIONETAS				MICRO	BUS		CAMION				SEMI TRAYLER			TRAYLER				
			STATION WAGON	PICK UP	PANEL	RURAL Combó		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	
00-01																					
01-02																					
02-03																					
03-04																					
04-05																					
05-06																					
06-07																					
07-08																					
08-09																					
09-10																					
10-11																					
11-12																					
12-13																					
13-14																					
14-15																					
15-16																					
16-17																					
17-18																					
18-19																					
19-20																					
20-21																					
21-22																					
22-23																					
23-24																					
PARCIAL:		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ENCUESTADOR		JEFE DE BRIGADA				NO RESPONDE				SUPERV. MTC											

Así mismo para el procesamiento de información la herramienta ofimática de Excel, para lo cual nos guiaremos de los parámetros facilitados por el Manual de Carreteras en la sección Suelos y Pavimentos, RD N° 10-2014-MTC/14.

Los repositorios documentales mencionados, servirán para ejecutar el expediente final y describir la manera en que el diseño estructural de pavimento flexible mejora la transitabilidad en la av. Perú del distrito de Andahuaylas.

La investigación se ha definido la existencia de dos variables que fueron relacionadas y agrupando categorías relacionadas al diseño de pavimento flexible mediante el método AASHTO-93. En tal sentido la presente se encuentra interrelacionada con variables que se han determinado encontrándose las

subcategorías o dimensiones referentes a los estudios previos, la carga vehicular y la estructura de pavimento flexible.

2.6. Método de análisis de datos

Se hará uso del programa Excel para el registro, procesamiento y análisis de los datos obtenidos.

2.7. Aspectos éticos

Esta investigación aplicó los principios investigativos resguardados por la comunidad científica, garantizando la ética de la misma y profesionalismo en cuanto a su objetividad y veracidad.

Se respetó las fuentes de información, siguiendo el modelo de referenciación de la Universidad, cumpliendo así el respeto a la propiedad intelectual.

La integridad científica, en cada etapa del proceso de investigación prevaleció el profesionalismo, la autenticidad del estudio, la objetividad y la veracidad de los resultados.

La presente tesis cumple de manera irrestricta los aspectos fundamentales y trascendentales establecidos en el código de ética de investigación de la Universidad César Vallejo.

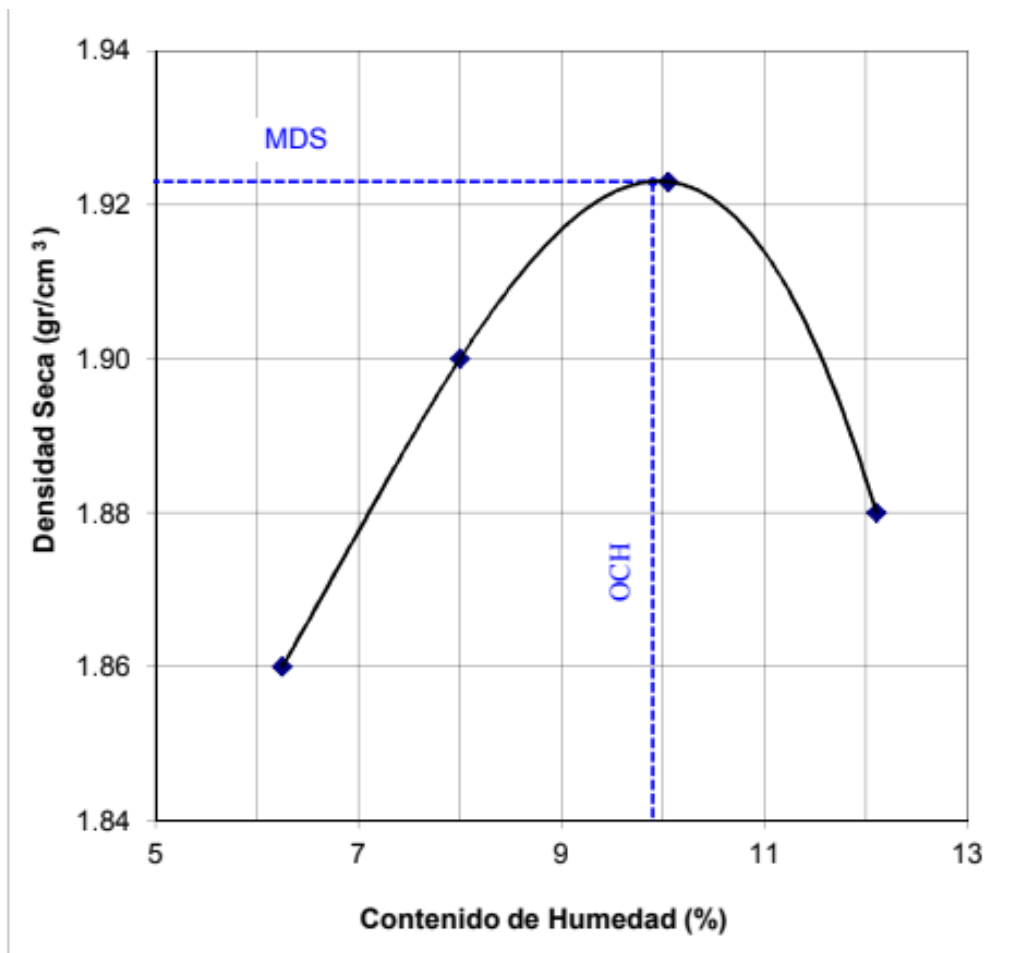
IV. RESULTADOS

En este capítulo se explican los resultados obtenidos, los cuales están estructurados según las variables y dimensiones que se tomaron en cuenta en el estudio.

Diseño estructural de pavimento flexible

- Estudios previos:
 - **Estudios geotécnicos:** Del Proctor modificado en la primera progresiva.

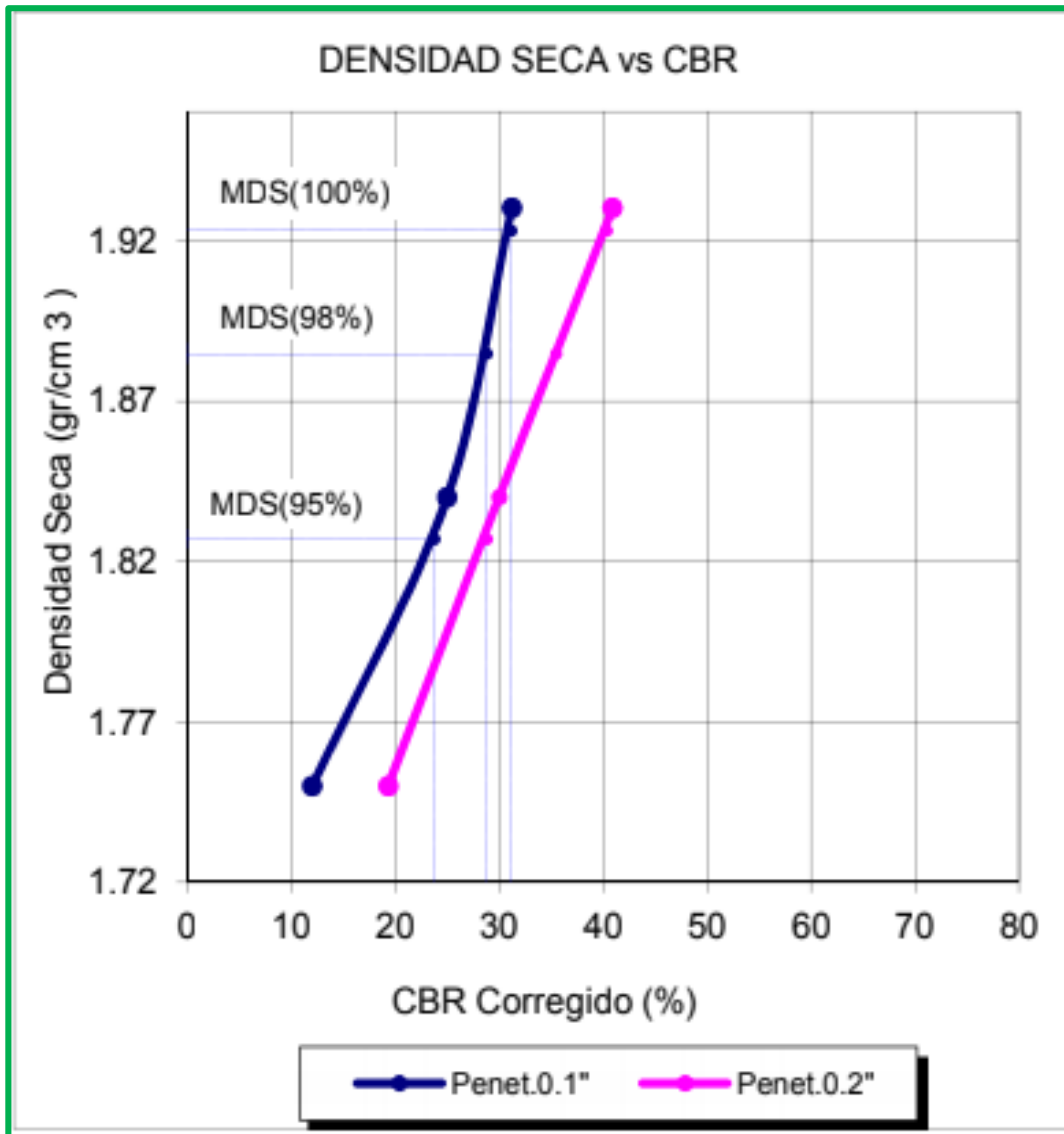
Figura 10. Del Proctor modificado en la primera progresiva.



Fuente: Elaboración propia

Así mismo el ensayo CBR en la primera progresiva.

Figura 11. CBR Corregido en la primera progresiva.



Fuente: Elaboración propia

Pasando al ensayo CBR que es el valor soporte o resistencia del suelo ver anexo 06, se obtiene los valores del ensayo y el valor promedio, que servirá para calcular el módulo resiliente con la fórmula: $Mr \text{ (psi)} = 2555 \times \text{C.B.R.} \cdot 0.64$.

De los ensayos CBR en las progresivas: km 000-115.00, km 000-395.00, km 000-700.00, km 000-912.00, km 001-176.00, km 001-387.00, km 001-562.00

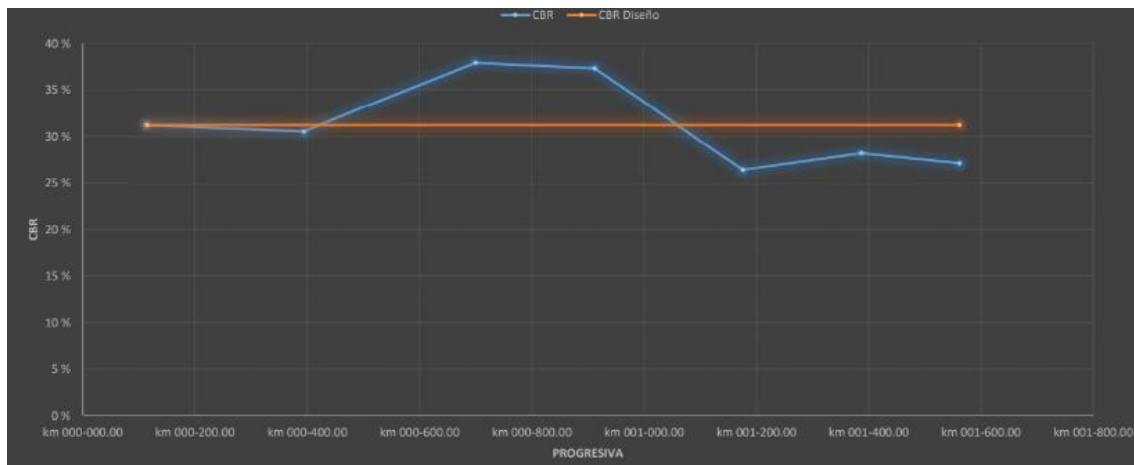
Tabla 1 Ensayo CBR

Calicata N°	Progresiva	CBR	CBR Promedio	MR (PSI)
1	km 000-115.00	31.2 %	31.23285714 %	23117.58174
2	km 000-395.00	30.53 %		
3	km 000-700.00	37.9 %		
4	km 000-912.00	37.3 %		
5	km 001-176.00	26.4 %		
6	km 001-387.00	28.2 %		
7	km 001-562.00	27.1 %		

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestra el gráfico según el avance de los ensayos CBR

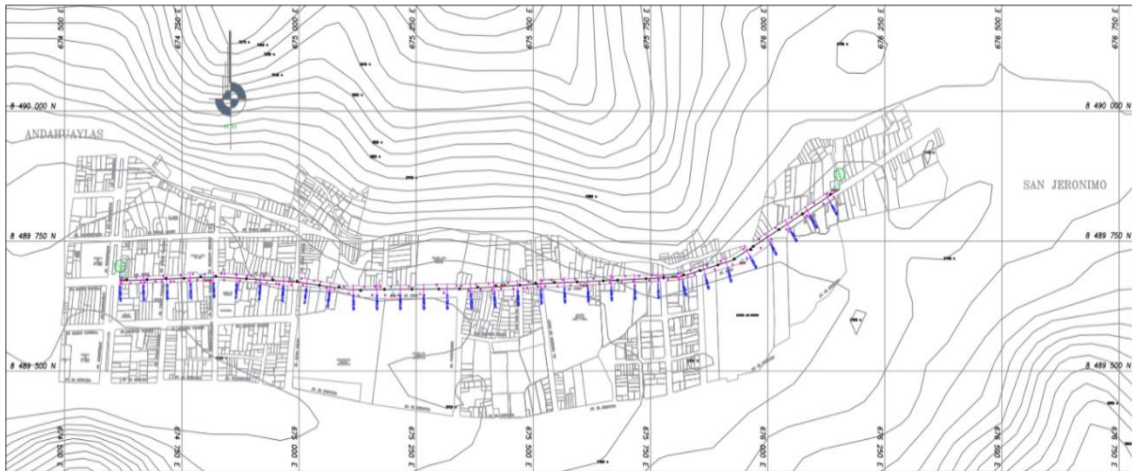
Figura 12. Avance de los ensayos CBR.



Fuente: Elaboración propia

- **Levantamiento topográfico:** Se ha realizado un levantamiento topográfico del lugar así mismo desarrollado un plano topográfico

Figura 13. Relieve del lugar de estudio.



Fuente: Elaboración propia

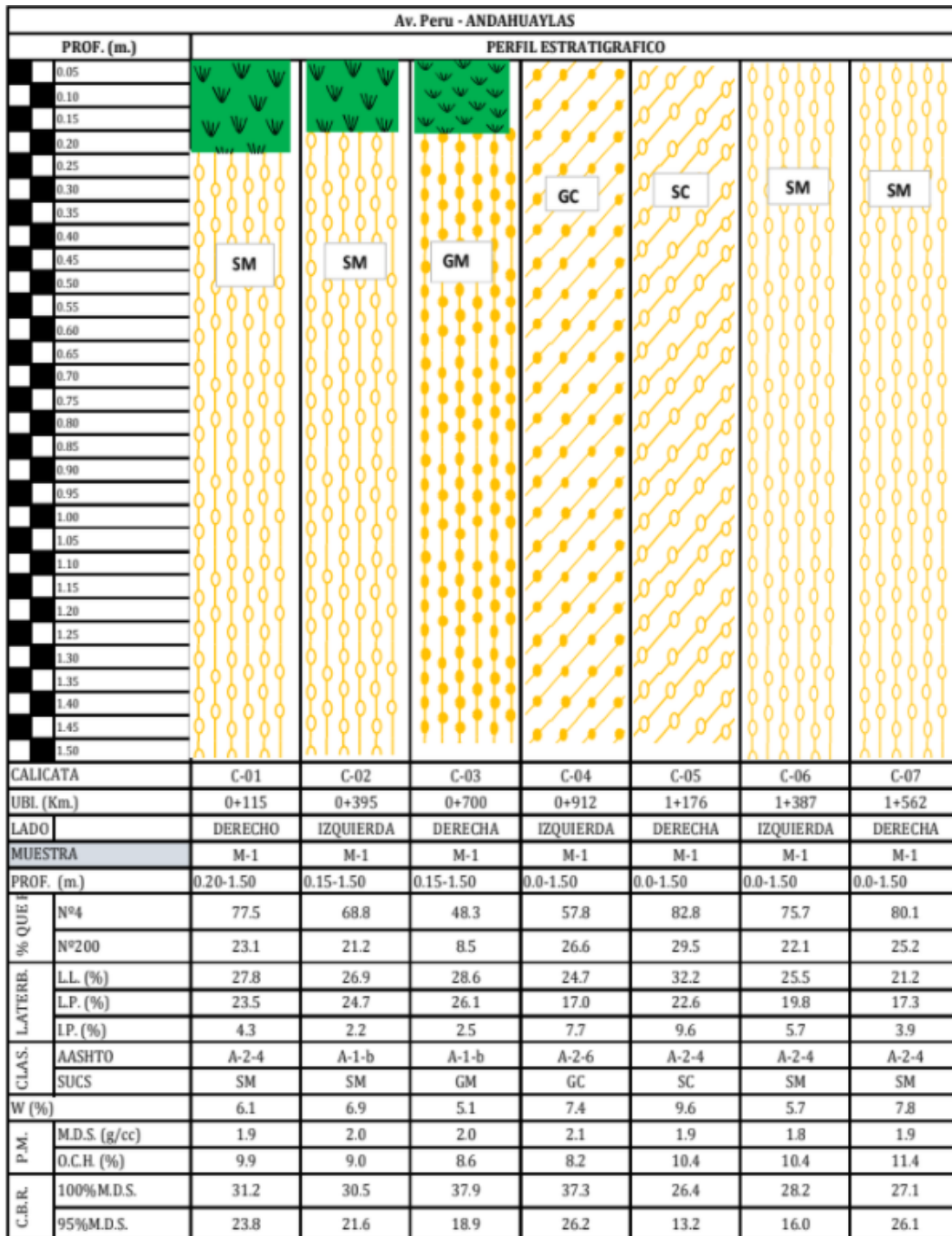
Se pudo observar que el relieve del lugar no presenta pendientes pronunciadas Ver anexo 04.

- **Estudio de mecánica de suelos SUSCS**

Se ha encontrado que los suelos que conforman la Subrasante predominan los suelos arenosos limosos. Las Arenas limosas se presentan en mayor porcentaje 57.1 %, identificadas en el sistema de clasificación SUCS como un SM, GM y GC y en el sistema de clasificación AASHTO como un A-2-4 alcanzando un 57.1% de participación en total, presentan plasticidad baja a media y humedad baja. Siguen los suelos granulares Grava Limosa y grava arcillosa con un 14.3% y 14.3% de participación respectivamente y en el sistema de clasificación AASHTO A-1-b con 28.6 % y A-2-6 con 14.3 %. Ver anexo 06.

Así mismo se tiene el siguiente perfil de estratos que conforman el suelo

Figura 14. Estudio de mecánica de suelos.



Fuente: Elaboración propia

- **Estudio de Tráfico**

Se ha realizado el conteo vehicular durante una semana en el punto del parque Lampa De Oro para lo cual se ha realizado los cálculos de índice promedio de vehículos por día (ver anexo 05) y se ha encontrado lo siguiente:

Figura 15. Tráfico vehicular, IDM sin corrección

IMD Sin Corrección (Veh/día)

Tipo de Vehículos	IMDS	Distrib.
		%
Autos	1858	32.0%
Satation Wagon	1707	29.4%
Camioneta Pick Up	995	17.1%
Camioneta Panel	243	4.2%
COMBI		
RURAL	904	15.5%
Micro	0	0.0%
Omnibus 2E y 3E	0	0.0%
Camión 2E	86	1.5%
Camión 3E	22	0.4%
Camión 4E	0	0.0%
Semi trayler	0	0.0%
Trayler	0	0.0%
TOTAL IMD	5815	100.0%

Fuente: Elaboración propia

Se cuenta con un índice medio de vehículos por día de 5815 vehículos por día. Realizando las correcciones usando los factores de corrección (Ver

anexo 05) para el peaje PICHIRHUA que es el peaje más cercano a la zona de estudio se obtiene los valores de vehículos por día siguientes.

Tabla 2 Tráfico vehicular, IDM anual

**TRÁFICO VEHICULAR
IMD ANUAL Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR
(Veh/día)**

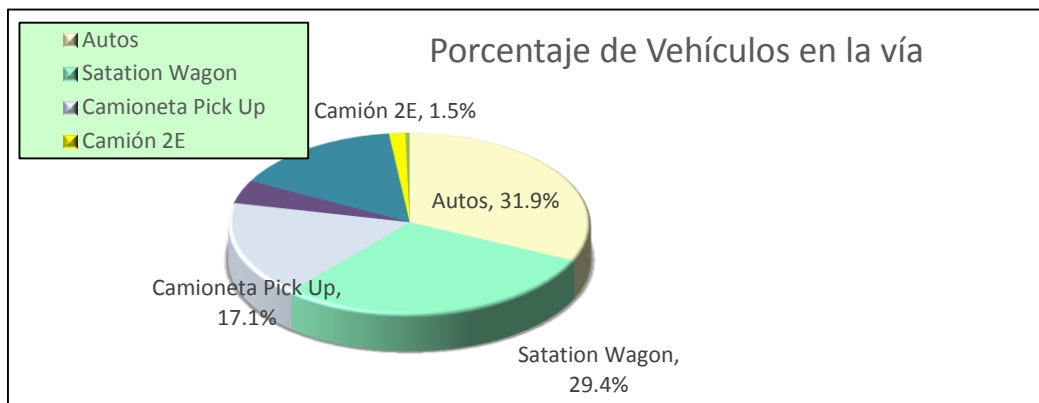
Tipo de Vehículos	IMD	Distrib. %
Autos	1443	31.9%
Satation Wagon	1326	29.4%
Camioneta Pick Up	773	17.1%
Camioneta Panel	189	4.2%
COMBI		
RURAL	702	15.5%
Micro	0	0.0%
Omnibus 2E y 3E	0	0.0%
Camión 2E	67	1.5%
Camión 3E	17	0.4%
Camión 4E	0	0.0%
Semi trayler	0	0.0%
Trayler	0	0.0%
TOTAL IMD	4517	100.0%

Fuente: Elaboración propia

Realizado el cálculo del índice medio corregido es de 4517 veh/día.

Podemos tener una mejor apreciación en un gráfico circular los porcentajes.

Figura 16. Tráfico vehicular, IDM con corrección



Fuente: Elaboración propia

- Carga vehicular

- **Proyección vehicular:**

Se proyecta la cantidad con tasas de crecimiento para vehículos ligeros y pesados para las tasas 0.59 %, 6.65 % respectivamente, en 4 años (ver anexo 07), se Obtiene:

Tabla 3 Proyección del tráfico vehicular, IDM anual

Tipo de Vehículos	IMDS	Distrib.
		%
Autos	1469	31.8%
Satation Wagon	1350	29.2%
Camioneta Pick Up	787	17.0%
Camioneta Panel	192	4.2%
0	716	15.5%
Micro	0	0.0%
Omnibus 2E y 3E	0	0.0%
Camión 2E	0	0.0%
Camión 3E	81	1.8%

Camión 4E	21	0.4%
Semi trayler	0	0.0%
Trayler	0	0.0%
TOTAL IMD	4615	100.0%

Fuente: Elaboración propia

- Estructura de pavimento flexible (Ficha de trabajo por el método AASHTO93):

- De los ejes equivalentes en el tiempo de vida útil del pavimento.

Se ejecutan los cálculos de la proyección de vida útil del pavimento flexible que en nuestro caso son 20 años.

Tomando en cuenta la tasa anual de crecimiento de vehículos pesados de 6.65% del anexo N° 07, así mismo realizando el cálculo del factor de crecimiento de vehículos pesados obtenemos el valor de 39.46.

Según la característica de la distribución y diseño actual de la vía es: 1 carril 2 sentidos 1 carril por sentido.

Para el cálculo de factor ponderado (Factor direccional x factor carril) se toma en cuenta el párrafo anterior y verifica en el cuadro 6.1 del manual de Manual de Carreteras basado en la metodología AASHTO1993 del capítulo Pavimentos flexibles y obtendremos el valor de 0.50.

Figura 17. Factores de Distribución Direccional y de Carril

Tránsito en el Carril de Diseño

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

Fuente: Manual de carreteras Suelos, Geología, Geotécnia y Pavimentos. sección: Suelos y Pavimentos

Para el cálculo de ejes Equivalentes utilizamos el Manual de Carreteras basado en la metodología AASHTO1993 del capítulo Pavimentos flexibles (ver anexo 08) utilizamos la fórmula: mostrada en el gráfico siguiente para el cálculo de ESAL (número de ejes equivalentes de 8.2toneladas) y obtendremos el valor de 3158.208 de ejes Equivalentes y dentro del manual viendo el cuadro 12.2 nos encontramos dentro del tipo de tráfico pesado TP7.

Figura 18 Número de Repeticiones Acumuladas

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

TIPOS TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE
T _{PS}	> 1'000,000 EE ≤ 1'500,000 EE
T _{PS}	> 1'500,000 EE ≤ 3'000,000 EE
T _{PS}	> 3'000,000 EE ≤ 5'000,000 EE
T _{PS}	> 5'000,000 EE ≤ 7'500,000 EE
T _{PS}	> 7'500,000 EE ≤ 10'000,000 EE
T _{PS}	> 10'000,000 EE ≤ 12'500,000 EE
T _{PS}	> 12'500,000 EE ≤ 15'000,000 EE
T _{PS}	> 15'000,000 EE ≤ 20'000,000 EE
T _{PS}	> 20'000,000 EE ≤ 25'000,000 EE
T _{PS}	> 25'000,000 EE ≤ 30'000,000 EE

Fuente: Manual de carreteras Suelos, Geología, Geotécnia y Pavimentos.
Sección: Suelos y Pavimentos

Figura 19. Pavimento flexible

Pavimento flexible			
Tasa anual de crecimiento Vehiculos pesados		r:	6.65 %
Tiempo de vida útil de pavimento (años)		n:	20
Factor Fca vehiculos pesados	$Factor Fca = \frac{(1+r)^n - 1}{r}$	Fca	39.46
Nº de calzadas, sentidos y carriles por sentido			1 calzada, 2 sentidos, 1 carril por sentido
Factor direccional*Factor carril (Fd*Fc)		Fc*Fd	0.50
Número de ejes equivalentes (ESAL)	$\#EE = 365 * (\Sigma f.IMDa) * Fd * Fc * Fca$	ESAL	3 158 208

Fuente: Elaboración propia

- Del cálculo del número estructural requerido en la vía.

Obtenida la cantidad de ejes equivalentes de 3158.208.

Se tiene de los estudios preliminares el valor promedio de los ensayos CBR de 31.20%, utilizando la fórmula del gráfico siguiente obtenemos el valor de 23116.23 como módulo de resiliencia de la subrasante, esto es la energía por unidad de volumen que permite deformar la subrasante, como se mencionó en el apartado de carga vehicular el tipo de tráfico que se tienen es TP7 se elige el número de etapas de construcción y por tanto debe ser una sola etapa por ser de kilometraje corto.

Teniendo el tipo de tráfico del cuadro 12.6 del Manual de carreteras Capítulo Pavimentos flexibles:

Figura 20. Valores Recomendados de Nivel de Confiabilidad

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

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{F0}	75,000	150,000	65%
	T _{F1}	150,001	300,000	70%
	T _{F2}	300,001	500,000	75%
	T _{F3}	500,001	750,000	80%
	T _{F4}	750,001	1,000,000	80%
Resto de Caminos	T _{F5}	1,000,001	1,500,000	85%
	T _{F6}	1,500,001	3,000,000	85%
	T _{F7}	3,000,001	5,000,000	85%
	T _{F8}	5,000,001	7,500,000	90%
	T _{F9}	7,500,001	10'000,000	90%
	T _{F10}	10'000,001	12'500,000	90%
	T _{F11}	12'500,001	15'000,000	90%
	T _{F12}	15'000,001	20'000,000	95%
	T _{F13}	20'000,001	25'000,000	95%
	T _{F14}	25'000,001	30'000,000	95%
T _{F15}		>30'000,000	95%	

Fuente: Manual de carreteras Suelos, Geología, Geotécnia y Pavimentos.
 sección: Suelos y Pavimentos

El nivel de confiabilidad de que la estructura se comporte adecuadamente durante su periodo de diseño será de 85% (ver anexo 8).

Del cuadro 12.8 se obtendrá el coeficiente estadístico de desviación estándar normal ZR de -1.036.

Figura 21. Coeficiente Estadístico de Desviación

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

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (ZR)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P1}	75,000	150,000	-0.385
	T _{P1}	150,001	300,000	-0.524
	T _{P2}	300,001	500,000	-0.674
	T _{P3}	500,001	750,000	-0.842
	T _{P4}	750,001	1,000,000	-0.842
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	-1.036
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	-1.036
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	-1.036
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	-1.282
	T _{P9}	7,500,001	10,000,000	-1.282
	T _{P10}	10,000,001	12,500,000	-1.282
	T _{P11}	12,500,001	15,000,000	-1.282
	T _{P12}	15,000,001	20,000,000	-1.645
	T _{P13}	20,000,001	25,000,000	-1.645
	T _{P14}	25,000,001	30,000,000	-1.645
	T _{P15}		>30,000,000	-1.645

Fuente: Manual de carreteras Suelos, Geología, Geotécnia y Pavimentos. sección: Suelos y Pavimentos

La desviación Estándar combinada So se nos indica en el Manual adoptar el valor de 0.45 (Pag. 136-Manual de carreteras Suelos, Geología, Geotécnia y Pavimentos. sección: Suelos y Pavimentos).

Según el rango de tráfico de los cuadros 12.10, 12.11 y 12.12 los valores del Índice de serviciabilidad inicial, índice de serviciabilidad final y diferencial de serviciabilidad obtenemos los valores de 4.0, 2.5 y 1.5.

Figura 22. Índice de Serviabilidad Inicial

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

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

Fuente: Manual de carreteras Suelos, Geología, Geotécnia y Pavimentos. sección: Suelos y Pavimentos

Figura 23. Índice de Serviabilidad Final

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

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

Fuente: Manual de carreteras Suelos, Geología, Geotécnia y Pavimentos. sección: Suelos y Pavimentos

Figura 24. Diferencia de Serviabilidad

**Diferencial de Serviabilidad (Δ PSI)
Según Rango de Tráfico**

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD (Δ PSI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{F1}	150,001	300,000	1.80
	T _{F2}	300,001	500,000	1.80
	T _{F3}	500,001	750,000	1.80
	T _{F4}	750,001	1,000,000	1.80
Resto de Caminos	T _{F5}	1,000,001	1,500,000	1.50
	T _{F6}	1,500,001	3,000,000	1.50
	T _{F7}	3,000,001	5,000,000	1.50
	T _{F8}	5,000,001	7,500,000	1.50
	T _{F9}	7,500,001	10'000,000	1.50
	T _{F10}	10'000,001	12'500,000	1.50
	T _{F11}	12'500,001	15'000,000	1.50
	T _{F12}	15'000,001	20'000,000	1.20
	T _{F13}	20'000,001	25'000,000	1.20
	T _{F14}	25'000,001	30'000,000	1.20
T _{F15}		>30'000,000	1.20	

Fuente: Manual de carreteras Suelos, Geología, Geotécnia y Pavimentos. sección: Suelos y Pavimentos

Con los valores calculados para hallar el valor del número estructural utilizamos la fórmula mostrada en el gráfico siguiente y obtenemos el valor de 2.647 el cual es el valor base de número estructural el cual es el número estructural basal.

Figura 25. Número estructural requerido

Cargas de tráfico vehicular impuestos al pavimento				ESAL(W18)	3 158 208
Suelo de la subrasante				CBR =	31.2 %
Módulo de resiliencia de la subrasante			$Mr(psi) = 2555 \times CBR^{0.64}$	MR (psi)=	23116.23
Tipo de tráfico			VERDADERO	Tipo:	TP7
Número de etapas				Etapas:	1
Nivel de confiabilidad				conf.	85.0 %
Coefficiente estadístico de desviación estandar normal				ZR	-1.036
Desviación estandar combinado				So	0.45
Indice de serviciabilidad Inicial según rango de tráfico				Pi	4.0
Indice de serviciabilidad final según rango de tráfico				Pt	2.5
Diferencial de serviciabilidad según rango de tráfico				ΔPSI	1.5
$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_o + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$					
Número estructural requerido				Calcular SN	SNR= 2.647

Fuente: Elaboración propia

Diseñando la carpeta asfáltica según las condiciones de ejecución normal para una capa superficial, base y sub base serán las siguientes

Carpeta Asfáltica en Caliente, módulo 2,965 MPa (430,000 PSI) a 20 °C (68 oF)

Base Granular CBR 100%, compactada al 100% de la MDS

Sub Base Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS

Los valores de los coeficientes a1, a2 y a3 serán tomados del manual de carreteras ver anexo 08.

Figura 26. Coeficientes Estructurales

Cuadro 12.13
Coeficientes Estructurales de las Capas del Pavimento a_i

COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE	VALOR COEFICIENTE ESTRUCTURAL a_i (cm)	OBSERVACIÓN
CAPA SUPERFICIAL			
Carpeta Asfáltica en Caliente, módulo 2,965 MPa (430,000 PSI) a 20 °C (68 °F)	a_1	0.170 / cm	Capa Superficial recomendada para todos los tipos de Tráfico
Carpeta Asfáltica en Frio, mezcla asfáltica con emulsión.	a_1	0.125 / cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico \leq 1'000,000 EE
Micropavimento 25 mm	a_1	0.130 / cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico \leq 1'000,000 EE
Tratamiento Superficial Bicapa	a_1	(*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico \leq 500,000 EE. No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8%; y, en vías con curvas pronunciadas, curvas de volteo, curvas y contracurvas, y en tramos que obliguen al frenado de vehículos
Lechada asfáltica (slurry seal) de 12 mm.	a_1	(*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico \leq 500,000 EE. No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8% y en tramos que obliguen al frenado de vehículos
(*) no se considerapor no tener aporte estructural			
BASE			
Base Granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS	a_2	0.052 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico \leq 10'000,000 EE
Base Granular CBR 100%, compactada al 100% de la MDS	a_2	0.054 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico > 10'000,000 EE
Base Granular Tratada con Asfalto (Estabilidad Marshall = 1500 lb)	a_{2a}	0.115 / cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cemento (resistencia a la compresión 7 días = 35 kg/cm ²)	a_{2b}	0.070 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cal (resistencia a la compresión 7 días = 12 kg/cm ²)	a_{2c}	0.080 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
SUBBASE			
Subbase Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS	a_3	0.047 / cm	Capa de Subbase recomendada con CBR mínimo 40%, para todos los tipos de Tráfico

Fuente: Manual de carreteras Suelos, Geología, Geotécnia y Pavimentos.

sección: Suelos y Pavimentos

Para capas mínimas de diseño los valores de d_1 , d_2 y d_3 serán:

Carpeta Asfáltica de 5 cm

Base Granular de 15 cm

Sub Base Granular de 21 cm

Utilizando la fórmula del gráfico siguiente se cumple la igualdad de sollicitación del número estructural con el número estructural resultado de las condiciones de carpeta de diseño.

Figura 27. Coeficiente en estructuras de las cargas

Coeficientes estructurales de las capas

CAPA SUPERFICIAL	BASE	SUBBASE
a1	a2	a3
Carpeta Asfáltica en Caliente, módulo 2,965 MPa (430,000 PSI) a 20 °C (68 oF)	Base Granular CBR 100%, compactada al 100% de la MDS	Sub Base Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS
Capa Superficial recomendada para todos los tipos de Tráfico	Capa de Base recomendada para Tráfico > 5'000,000 EE	Capa de Sub Base recomendada para Tráfico ≤ 15'000,000 EE
0.170	0.054	0.047

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

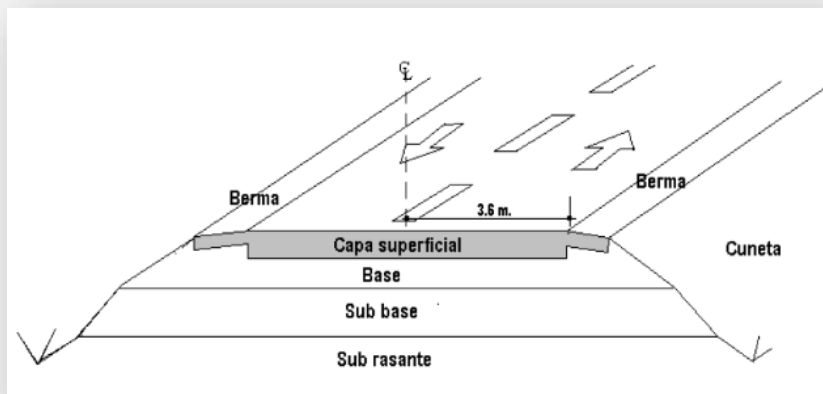
m2	m3
1	1

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

Cálculo de espesores de las capas

d1	d2	d3
5 cm	15 cm	25 cm
Capa superficial	Base	SubBase

SNR (Requerido)	2.647	Debe cumplir SNR (Resultado) > SNR (Requerido)
SNR (Resultado)	2.835	SI CUMPLE



Fuente: Elaboración propia

Diseño de Pavimento Flexible

Figura 28. Diseño de Pavimento Flexible.



Fuente: Elaboración propia

Transitabilidad

- Nivel de servicio

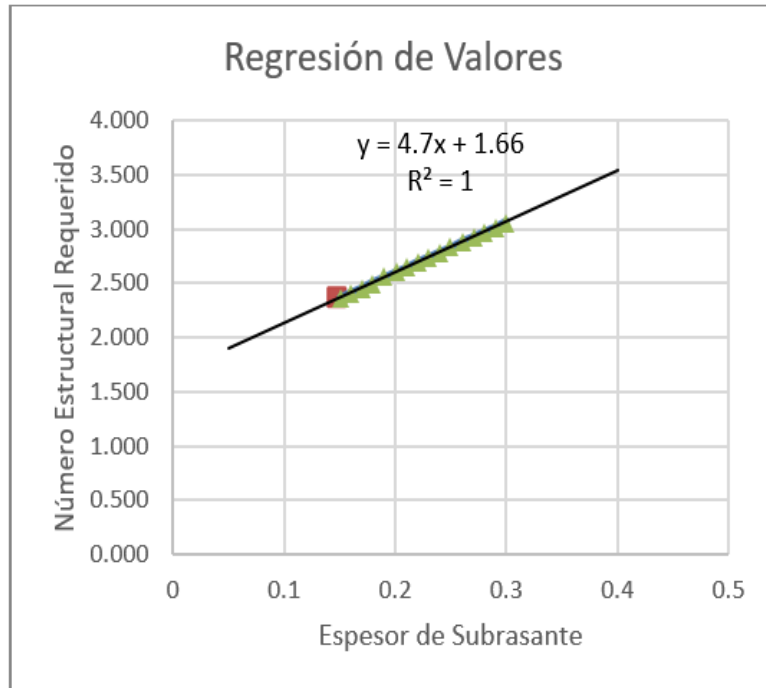
De la variación de Numero estructural de diseño para valores de 15 cm a 30cm de espesor de sub base.

Tabla 4 Número estructural para valores de 15 cm a 30cm de espesor de sub base

Sub base (m)	Numero estructural requerido (SNR)	Numero estructural diseño
0.15	2.647	2.365
0.16	2.647	2.412
0.17	2.647	2.459
0.18	2.647	2.506
0.19	2.647	2.553
0.2	2.647	2.6
0.21	2.647	2.647
0.22	2.647	2.694
0.23	2.647	2.741
0.24	2.647	2.788
0.25	2.647	2.835
0.26	2.647	2.882
0.27	2.647	2.929
0.28	2.647	2.976
0.29	2.647	3.023
0.3	2.647	3.07

Fuente: Elaboración propia

Figura 29. Regresión lineal de los valores de variación de espesor.



Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestra la tabla que ejemplifica la evaluación de la ecuación para factores de seguridad de 1.1, 1.5 y 2.

Tabla 5 Evaluación de la ecuación para factores de seguridad de 1.1, 1.5 y 2.

Factor de seguridad	Número Estructural	Espesor sub base (m)
1	2.647	0.210
1.1	2.9117	0.266
1.5	3.9705	0.492
2	5.294	0.773

Fuente: Elaboración propia

IV. DISCUSIÓN

Hipótesis general: El diseño estructural de pavimento flexible mejora la transitabilidad en la av. Perú del distrito de Andahuaylas año 2020.

Se ha ejecutado las variaciones para valores mínimos de construcción de 5cm de capa superficial, 20cm de base el valor mínimo requerido de sub base es de 21cm. De la variación del espesor de la sub base en 1 cm desde 15 a 30cm, se obtuvo una ecuación lineal con factor de correlación igual a 1, se obtuvo que para una mejora del 10% de confiabilidad un factor de seguridad de 1.1, el espesor a renovar sería de 26.6cm. En caso se hiciera la ejecución de la construcción de carpeta asfáltica para el tipo de tráfico mencionado, con valores de 9cm de capa superficial, 20 cm de base los cuales son valores estrictos de diseño, realizando la misma variación desde 15 a 30cm, se obtuvo una ecuación lineal con factor de correlación igual a 1, el mínimo espesor a renovar de sub base es de 15 cm, con un nivel de seguridad de 20% comparando con la variación anterior. Validando así la hipótesis que el diseño de pavimento mejora la transitabilidad evaluada con factores de seguridad que le agregan un nivel de servicio a la confiabilidad de diseño que es de 85%. Por lo tanto, se acepta la hipótesis general que establece que el diseño estructural de pavimento flexible mejora la transitabilidad en la av. Perú del distrito de Andahuaylas año 2020., que tiene coherencia con el objetivo general de Describir la manera en que el diseño estructural de pavimento flexible afecta la transitabilidad vehicular en la av. Perú del distrito de Andahuaylas año 2020.

Estos resultados obtenidos se contrastan con lo que sostiene García (2015) en su tesis de título "Diseño De Pavimento Asfáltico Por El Metodo Aashto-93 Empleando El Software Disaashto-93." La importancia del método en cuanto a las variables cuantificadas por el método, los cuales arrojan un número estructural (SN) para considerar en el diseño, obteniendo la mejora de la carpeta asfáltica en cuanto al nivel de servicio, del mismo modo Montealegre y Betancourt (2019) en su tesis de título "Diseño De Un Pavimento Flexible Por El Metodo Aashto Utilizando Como Capa De Rodadura Un Asfalto Natural Y Chequearlo Por El Método Racional" concluyen que el método AASHTO-93 es ampliamente usado y brinda una medida de capacidad de servicio para una superficie suave al usuario, con lo cual se valida el método usado y los niveles de servicio para una adecuada transitabilidad.

Hipótesis específica 1: Los estudios previos mejoran la transitabilidad en la av. Perú del distrito de Andahuaylas año 2020.

Conforme a los resultados obtenidos, de los estudios previos se verifica que a partir del conteo de tráfico y los factores de corrección se ha encontrado un índice medio diario de 5815 veh/día. Y su clasificación indica mayor afluencia de autos con un porcentaje de 32% proyectando a 4 años corrigiendo el valor de conteo vehicular para el más cercano PICHIRHUA para vehículos ligeros y pesados para las tasas 0.59 %, 6.65 % donde se ejecutará el proyecto se tiene índice medio diario 4615 veh/día., éstos valores condicionan a la cantidad de vehículos que circularán sobre la vía. Del estudio de mecánica de suelos la cantidad de calicatas que se ha realizado fueron 07 calicatas en los que predominan las Arenas limosas identificadas como, SM y A-2-4. Los ensayos CBR in situ del material de sub base arrojó un valor promedio de 31.23%, No se presentan CBR menor a 6%, porcentaje muy favorable para terrenos los cuales se encuentran en estado óptimo, no requieren mejoramiento de terreno, esto efectivamente condiciona a que sobre el terreno actual no se ejecute mayores trabajos de mejoramiento. Se ha realizado el levantamiento desde la av. Martinelli por la Av. Perú hasta inicio del distrito de San Jerónimo, la longitud que tiene la avenida Perú es de 1580.60 metros lineales. El levantamiento topográfico indica que el terreno no cuenta con pendientes pronunciadas, en ese entender, cuenta con las siguientes pendientes en dirección Andahuaylas – San Jerónimo: 1.26 % en 199.70 m, 3.81% en 176.35 m, 0.27% en 137.96m, 0.25% en 159.25m, 4.15% en 246.61m, 7.20% en 226.87m, 1.24% en 286.20m, 1.61% en 147.66m, éstos valores condicionan a que la pendiente de la vía sea mínima. Por lo tanto, se acepta la primera hipótesis específica que establece que los estudios previos afectan la transitabilidad condicionando el grado de la calidad del terreno y la cantidad de vehículos en la av. Perú del distrito de Andahuaylas año 2020, que tiene coherencia con el objetivo específico 1, de describir la manera en que los estudios previos afectan la transitabilidad en la av. Perú del distrito de Andahuaylas año 2020.

Al respecto Aristizabal, Hoyos, Gil, Gomez, y Gomez (2014) con su tesis de título “Diseño De Un Pavimento Flexible Por Los Métodos AASHTO y Racional” concluyen también que es imprescindible realizar los estudios previos para el diseño de pavimento flexible. Por otro lado, Aguilar y Salinas (2019) con su tesis de

título “Evaluación de la vida útil del pavimento flexible de la vía Conococha – Yanacancha ante el incremento de los ejes equivalentes no proyectados, utilizando la metodología ASSHTO 93” concluyen también que la elaboración de estudios previos realza su importancia para el diseño de pavimento flexible, ya que el aumento de tránsito vehicular puede ser consecuencia de eventos como alta inversión en minería, del mismo modo puede disminuir.

Hipótesis específica 2: La carga vehicular mejora la transitabilidad en la av. Perú del distrito de Andahuaylas año 2020.

De la carga vehicular los cálculos para los ejes equivalentes realizando una proyección de tráfico a 20 años con unas tasas de crecimiento de tasas 0.59 %, 6.65 % para vehículos ligeros y pesados respectivamente se obtiene el valor de 3158208 de carga vehicular (Ejes Equivalentes), se comprueba la importancia que la carga vehicular y la variación de proyección a 15, 20 o 30 años tendrá repercusión en el nivel de servicio para la adecuada en la av. Perú del distrito de Andahuaylas año 2020. Por consiguiente, se acepta la segunda hipótesis específica que establece que la carga vehicular afecta la transitabilidad condicionando a que carga estará expuesta la av. Perú del distrito de Andahuaylas año 2020, la cual guarda coherencia con el objetivo específico 2, el cual es el de Describir la manera en que la carga vehicular afecta la transitabilidad vehicular en la av. Perú del distrito de Andahuaylas año 2020. Contrastando con lo que sostienen Aguilar y Salinas (2019) con su tesis de título “Evaluación de la vida útil del pavimento flexible de la vía Conococha – Yanacancha ante el incremento de los ejes equivalentes no proyectados, utilizando la metodología ASSHTO 93” concluyen que en diversos estudios se ejecuta la proyección de carga vehicular (en éste caso ejes equivalentes) pero de manera sub-dimensionada ya que por motivos antes mencionados el tránsito puede aumentar drásticamente, es imprescindible considerar los factores externos a la investigación a fin de proyectar adecuadamente la carga vehicular y en consecuencia los ejes equivalentes. Así mismo Humpiri (2015) en su tesis que lleva como título “Análisis Superficial De Pavimentos Flexibles Para El Mantenimiento De Vías En La Región De Puno” concluye realizar el mantenimiento permanente para evitar fallas ocasionadas por desgaste de la carga vehicular a la cual está expuesto el pavimento flexible.

Hipótesis específica 3: La estructura de pavimento flexible mejora la transitabilidad en la av. Perú del distrito de Andahuaylas año 2020.

Realizando el cálculo del número estructural de diseño con los valores de ESAL 3158208, proyección de 20 años, CBR de 31.20%, tipo de tráfico TP7, confiabilidad del 85%, desviación estándar de -1.036, así como desviación estándar combinada de 0.45, serviciabilidad inicial, índice de serviciabilidad final y diferencial de serviciabilidad de 4.0, 2.5 y 1.5 se obtuvo el valor de 2.647 valor que para el diseño de pavimento la estructura de diseño tiene que tener el número estructural mayor o igual a 2.647 para tener el nivel de serviciabilidad normal al 85% de confiabilidad. Lo cual indica que hay una fuerte relación o afectación del diseño en el nivel de servicio en la transitabilidad de la av. Perú del distrito de Andahuaylas año 2020. De esta manera es que se acepta la tercera hipótesis específica que establece que La estructura de pavimento flexible afecta la transitabilidad condicionando el espesor de las capas de la carpeta asfáltica en la av. Perú del distrito de Andahuaylas año 2020, la cual tiene coherencia con el objetivo específico 3 de describir la manera en que la estructura de pavimento flexible afecta la transitabilidad en la av. Perú del distrito de Andahuaylas año 2020. Estos resultados se contrastan con lo que sostiene Vega (2018) en su tesis que lleva de título “Diseño De Los Pavimentos De La Carretera De Acceso Al Nuevo Puerto De Yurimaguas (Km 1+000 A 2+000)” donde concluye la importancia del cálculo de ejes equivalentes del estudio de tráfico y variables que son entradas al método AASHTO 93, éstos luego del cálculo ofrecen una capa de carpeta asfáltica con un nivel de servicio según a la solicitud de los estudios previos. Así mismo Escobar y Wincho (2017) con su tesis de título “Diseño De Pavimento Flexible, Bajo Influencia De Parámetros De Diseño Debido Al Deterioro Del Pavimento En Santa Rosa – Sachapite, Huancavelica - 2017” concluyen que el método AASHTO 93 nos ayuda a calcular los valores de las capas de material que conforman la carpeta asfáltica para soportar el deterioro y tipos de falla producidas en los pavimentos flexibles por la incidencia de Ejes equivalentes superiores a la de diseño.

V. CONCLUSIONES

Después de realizar el trabajo, se llegó a las siguientes conclusiones:

Objetivo general: Describir de qué manera el diseño estructural de pavimento flexible afecta la transitabilidad vehicular en la av. Perú del distrito de Andahuaylas año 2020.

Se ha encontrado que ejecutándose los estudios previos, el estudio del tráfico y el diseño de pavimento flexible, inciden de manera conjunta en proyectar una mejora de la vía con pavimento flexible, es así que se concluye que el diseño estructural cumple con la mejora de la transitabilidad de la vía con pavimento flexible realizando una mejora en la sub base de 0.21m a más. Se concluye también que la variación de carpeta de subbase de 0.15 a 0.20 y modificando la sub base a las dimensiones antes evaluadas aumenta el nivel de servicio de la carpeta asfáltica en 20%.

Objetivo específico 1: Describir de qué manera los estudios previos afectan la transitabilidad en la av. Perú del distrito de Andahuaylas año 2020.

Se observa que el levantamiento topográfico, la cuantificación de vehículos que circulan sobre el pavimento flexible actual, los estudios de suelos que muestran el tipo de terreno y su capacidad actual del terreno influyen de manera importante la transitabilidad de la vía. Se concluye que la topografía muestra pendientes de terreno bajas y no con pendientes abruptas tampoco curvas verticales que presenten cambios abruptos de velocidad y esfuerzo en los vehículos, del conteo vehicular se concluye que la mayor carga vehicular es conformada por Autos, Station Wagon, camionetas. Del estudio de suelos se concluye que la capacidad portante del terreno catalogado como arena limosa otorga una resistencia del suelo promedio mayor al 30% con lo cual no se requiere de mejoras de suelo. Todos estos valores aportan las condiciones sobre la cual se realiza el diseño y verifica la mejora de la transitabilidad.

Objetivo específico 2: Describir de qué manera la carga vehicular afecta para la transitabilidad vehicular en la av. Perú del distrito de Andahuaylas año 2020.

Se ha determinado la carga vehicular encontrando una gran relación entre la carga que soportará el pavimento flexible en 20 años y la transitabilidad sobre el pavimento flexible, se concluye que la proyección según al tipo de vía es de tipo 7 donde la carga de ejes equivalentes es moderada.

Objetivo específico 3: Describir de qué manera la estructura de pavimento flexible afecta la transitabilidad en la av. Perú del distrito de Andahuaylas año 2020.

Se encontró que la estructura de pavimento flexible depende de la carga vehicular proyectada medida en ejes equivalentes, así mismo con ese valor numérico desarrollado por el método AASHTO 93, muestra una distribución de asfalto, base y sub base, así mismo condicionada por la distribución de ejes de vía en doble sentido y con 2 carriles. para ejecutarse sobre la vía, de modo que la incidencia del desarrollo de pavimento flexible por el método AASHTO 93 logra condicionar con el soporte físico que tendrá la vía para su adecuada transitabilidad. Por tanto, se concluye que la carpeta asfáltica que soportará la proyección de carga vehicular en 20 años posee un número estructural de 2.647.

VI. RECOMENDACIONES

Después de realizar los estudios pertinentes, se muestra las siguientes recomendaciones:

- Ante la variación de capas que se ejecutó para evaluación de vías con distintas características de suelo, esto es, menores al 30% y mayores al 6%, se recomienda realizar una variación homogénea de base y sub base de materiales que se estén utilizando gracias a las nuevas tecnologías para encontrar una correlación y nuevos factores de seguridad que permitan una adecuada transitabilidad en la vía.
- De los resultados obtenidos en los ensayos de proctor y CBR se recomienda a los ejecutores de obra, así como contratistas y proyectistas que ejecuten la proyección de pavimento flexible con el método AASHTO 93, considerar reemplazar capas de subrasante de pavimentos que tengan baja calidad para alcanzar un valor mayor o igual al 30% en el ensayo Californian Bearing Ratio (CBR).
- A partir de lo encontrado en el estudio topográfico realizar evaluaciones de diseño de pavimento flexible para vías con pendientes mayores al 5% así verificar la estabilidad y características necesarias de terreno que condicionen el diseño de pavimento flexible y contribuyan con la transitabilidad.
- Del estudio de suelos efectuado se recomienda realizar ensayos equidistantes para ver la homogeneidad del tipo y capacidad del terreno en tramos de igual longitud.
- Ante lo determinado en el conteo de tráfico se recomienda considerar más puntos de inspección donde la vía tiene conexión con otras vías alternas o sea de alimentador, para de esta forma verificar el mayor volumen de vehículos que transitan sobre la vía.
- Respecto al tiempo de proyección de tráfico se recomienda ejecutar para menos de 20 años ya que la conservación de las vías, se ejecuta luego de los 7 años de responsabilidad de los ejecutores.

REFERENCIAS

1. **ARAGÓN, John, FERNÁNDEZ, Luque R. y QUINTERO, Díaz E. 2019.** Repositorio Tesis PUCP. [En línea] 13 de Marzo de 2019. <http://tesis.pucp.edu.pe>.
2. *Assessment on the Road Pavement Failure and Maintenance of Rajshahi City.* **IMRAN, M., RABBANY, H. M., ISLAM M. y M., Sharon. 2015.** [s.l] : [s.n], 2015, International Conference on Recent Innovation in Civil Engineering for Sustainable Developmen, pág. 6.
3. **BERMUDEZ, Carlos y RAMOS, Yuvicksa. 2019.** *Diseño estructural del pavimento flexible para el mejoramiento de la transitabilidad en la Prolongación Sinchi Roca, en el Centro Poblado Alto Trujillo, Trujillo – La Libertad.* Trujillo : Universidad Privada Antenor Orrego Scientia Et Humanistas, Perú, 2019.
4. **BUSTAMANTE, Fernando Olivera. 2009.** *Estructuración de vías terrestres.* México : Grupo editorial Patria, 2009.
5. **CAL y MAYOR, SPÍNDOLA, Rafael y CÁRDENAS, James. 2007.** *Ingeniería de transito fundamentos y aplicaciones.* Octava. México, D.F. : Alfaomega, 2007.
6. **CASTILLO, Camilo E. 2014.** *Revisión de los métodos de diseño de pavimentos flexibles “AASHTO93” y el “MODELO ELÁSTICO LINEAL (KENLAYER)”, mediante el modelo visco elástico propuesto por la “ME PDG NCHRP 1-37ª (3D-MOVE)”.* Colombia : Universidad Nacional de Colombia, Medellín, 2014.
7. **CASTRO, Edison, GONZALES, Marisol y MUNÉVAR, Claudia. 2020.** *Paradigms and trends in the organization of rururban space.* 2020.
8. **CONCYTEC. 2018.** Reglamento de calificación, clasificación y registro de los Investigadores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica- Reglamento RENACYT. [s.l] : [s.n], 2018.
9. **CORILLA, Mariella y JULCARIMA, Iñigo G. 2019.** Repositorio de tesis PUCP. [En línea] 13 de Marzo de 2019. <http://repositorio.pucp.edu.pe>.
10. **CORREDOR, Gustavo. 2015.** *Experimento Vial de la AASHTO y las Guías de Diseño AASHTO.* Lima : Universidad Nacional de Ingeniería - Sección para Delegados de La Cámara de la Construcción, 2015.

11. *Defining and assessing walkability: a concept for an integrated approach using surveys, biosensors and geospatial analysis.* **DORRZAPF, Linda, y otros. 2019.** [s.l.] : Sciendo, 2019, Urban Development Issues, págs. 5-15.
12. **Dörrzapf, Linda, y otros. 2019.** s.l. : Sciendo, 2019, Urban Development Issues, págs. 5-15.
13. **ESCOBAR, Javier y PONCE, Carmen. 2002.** *The benefits of rural roads: enhancing income opportunities for the rural poor.* [s. l.] : [s.n], 2002.
14. *Flexible pavements deterioration and solutions.* **MAHESH, Awari. 2016.** [s.l.] : [s.n], 2016, VSRD International Journal of Mechanical, pág. 5.
15. **GALARZA, Juan P. y MARIÑO, Iván H. 2011.** *El diseño de pavimentos y el comportamiento estructural para caminos con bajo volumen de tránsito en la provincia de Tungurahua.* Ecuador : Universidad Técnica de Ambato, 2011.
16. **GOMEZ, Angeles R. 2019.** Repositorio de la Universidad Autonoma del Estado de Hidalgo. [En línea] 13 de Marzo de 2019. <https://www.uaeh.edu.mx>.
17. **GUZMÁN, Gonzalo y MOGROVEJO, Daniel. 2017.** *Gestión sostenible del pavimento rígido, flexible y articulado del Centro Urbano del Cantón Girón.* Ecuador : Universidad de Cuenca, 2017.
18. **HERNÁNDEZ, Roberto y MENDOZA, Paulina C. 2018.** *Metodología de la Investigación.* México : McGRAW-HILL, 2018.
19. *Importance of road infrastructure in the economic development and competitiveness.* **IVANOVA, Eva y MASAROVA, Jana. 2018.** [s.l.] : [s.n], 2018, Economics and Management, pág. 263.
20. **JACOBY, Hanan G. 2008.** *Access to markets and the benefits of rural roads: a nonparametrics approach.* [s.l.] : [s.n], 2008.
21. **JAÑA, Cristian G. 2017.** *Implementación de la guía de diseño mecanístico – empírico AASHTO 2008 en la región Piura.* Piura : Universidad de Piura, 2017.
22. *La planificación urbana en situaciones de urgencia social: las zonas de barrios.* **VALLMITJANA, M. 2002.** [s.l.] : [s.n], 2002, Revista Venezolana de Economía y Ciencias Sociales, pág. Caracas.

- 23. LAY, Maxwell G. 2006.** *The cultural heritage significance of roads.* [s.l.] : Road and transport research, 2006.
- 24. MATHEW, Tom V. y RAO, K.V. Krishna. 2007.** *Introduction to pavement design.* 2007.
- 25. MÉNDEZ, Juan y WANG, Mario. 2019.** *Estudio y propuesta de mejoramiento de la transitabilidad vehicular y peatonal de la Avenida Los Incas en la ciudad de Trujillo - La Libertad.* Trujillo : Universidad Privada Antenor Orrego, 2019.
- 26. MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS. 2015.** *Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación.* [Lima] : [s.n], 2015.
- 27. MINISTERIO de transportes y comunicaciones. 2018.** *Glosario de terminos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial.* [s.l.] : [s.n], 2018.
- 28. MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones. 2013.** *Manual de Carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos.* Lima : [s.n], 2013.
- 29. MONTEJO, Alfonso. 2002.** *Ingeniería de pavimentos para carreteras.* Bogotá : Universidad catolica de colombia, 2002.
- 30. ORTIZ, Angie L. 2017.** *Instructivo del proceso constructivo de una vía en pavimento flexible.* Bogotá : Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2017.
- 31. ORTIZ, Frida G. 2013.** *Diccionario de metodología de la Investigación Científica.* Ciudad de México : Limusa, 2013.
- 32. PAGAGIANNAKIS, A.T. y MASAD, E.A. 2008.** *Pavement: design and materials.* New Jersey : John Wiley& Sons, 2008.
- 33. RAJPUT, Sarvesh. 2020.** *Rigid and flexible pavement designs in construction.* s.l. : Blue Eyes Intelligence Enginnering &Sciences Publication, 2020.
- 34. Road infrastructure and road safety. ISHTIAQUE, Ahmed. 2013.** [s.l.] : [s.n], 2013, Transport and communications Bulletin for the Asia and the Pacific, págs. 19,20,21.
- 35. SÁNCHEZ, Carlos E. 2002.** *Comparación de resultados de diferentes métodos de determinación de espesores de pavimentos flexibles .* [Lima] : Universidad Nacional de Ingeniería, 2002.

- 36. TAPIA, Andrés R., y otros. 2009.** *Diseño de un pavimento utilizando geomallas en tramo de la carretera bajada de chanduy – aguas verdes - pocito (absc. 2+900 hasta absc. 3+600.* Ecuador : Escuela superior Politécnica del Litoral, Ambato, 2009.
- 37. TAPIA, Miguel. 2015.** *Pavimentos.* [s.l.] : [s.n], 2015.
- 38. TORRES, Raúl. 2016.** *Intervenciones en la red vial nacional.* Lima : Ministerio de Transportes y comunicaciones, 2016.
- 39. TRANSPORTATION Research Board, Highway Capacity Manual. 2010.** *Highway Capacity Manual.* Washington, DC : [s.n], 2010.
- 40. Types and Causes of Failure in Highway Pavements. HVEEM, F. [2014].** [s.l.] : [s.n], [2014], Materials and Research Engineer, pág. 52.
- 41. VARA, Alfredo Arístides. 2015.** *Los 7 pasos para elaborar una tesis .* Lima : Editorial Macro, 2015.
- 42. VASQUEZ, Junior A. 2019.** *Evaluación estructural del pavimento flexible de la carretera Centro Poblado Ampanu – Centro Poblado Molinos, distrito de Culebras, Huarmey.* LIMA : Universidad César Vallejo, 2019.
- 43. VATANEN, Ari. 2007.** *The socio-economic benefits of roads in Europe.* [s.l.] : European Parliament, 2007.
- 44. VEGA, Daniel A. 2018.** *Diseño de pavimentos de la carretera de acceso al Nuevo Puerto de Yurimaguas.* Lima : Pontificia Universidad Católica del Perú, 2018.
- 45. WSDOT, Maintenance Manual. 2020.** *Pavement patching and Repair.* 2020.
- 46. ZALDIVAR, Ernesto. 2007.** *Análisis de a seguridad en el cálculo de espesores de refuerzo para pavimentos flexibles.* Costa Rica : Universidad de Costa Rica, 2007.
- 47. ZÚÑIGA, Oscar E. 2018.** *Diseño de la estructura de pavimento flexible de las calles comprendidas dentro del perímetro de la CA: VRHT.* Lambayeque : Universidad Señor de Sipán, 2018.

ANEXOS

Anexo 1. Operacionalización de variables

ESQUEMA DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES						
Diseño estructural del pavimento flexible para mejorar la transitabilidad en la av. Perú en el distrito de Andahuaylas, año 2020						
Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Escala de medición
Variable independiente: Diseño estructural del pavimento flexible	Es un proceso en el cual se define la geometría de la estructura, la dimensión de los elementos que la conforman y la resistencia de estos ante diferentes solicitaciones de carga, además se especifican los detalles de construcción para que el proyecto se comporte según lo planificado en los cálculos (Tapia García, 2015)	Son las condiciones iniciales del estado de funcionamiento de la vía tanto de carga vehicular como de estructura de soporte.	Estudios previos	Estudios geotécnicos	Ensayo de laboratorio CBR	Ordinal
				Levantamiento topográfico	Ficha de observación	Nominal
				Estudio de mecánica de suelos SUCS	Ensayo de laboratorio y ficha de observación	Ordinal
				Estudio de trafico	Ficha de observación	Ordinal
			Carga Vehicular	Proyección de tráfico vehicular	Proyección de tránsito vehicular ligero y pesado, herramientas tecnológicas Excel.	Ordinal
			Estructura de Pavimento flexible	Diseño de pavimento flexible	Ficha de trabajo (método AASHTO93)	Nominal
Variable dependiente: Transitabilidad	Diseño de espacios públicos amigable con la actividad, un aspecto importante de la convivencia social y la percepción individual (Defining and assessing walkability: a concept for an integrated approach using surveys, biosensors and geospatial analysis, 2019)	La variable, transitabilidad, es el nivel de servicio de una vía que posibilita un flujo vehicular y peatonal de calidad, durante un tiempo determinado	Nivel de Servicio	Factores de seguridad	Evaluación de valores de espesores, tabla de excel	Ordinal

Anexo 2. Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA					
“Diseño estructural del pavimento flexible para mejorar la transitabilidad en la av. Perú en el distrito de Andahuaylas, año 2020”					
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA	POBLACIÓN Y MUESTRA
<p>Problema general:</p> <p>1. ¿ De qué manera el diseño estructural de pavimento flexible afecta la transitabilidad vehicular en la av. Perú del distrito de Andahuaylas año 2020?</p>	<p>Objetivo general:</p> <p>1. Describir de qué manera el diseño estructural de pavimento flexible afecta la transitabilidad vehicular en la av. Perú del distrito de Andahuaylas año 2020.</p>	<p>Hipótesis general:</p> <p>1. El diseño estructural de pavimento flexible mejora la transitabilidad en la av. Perú del distrito de Andahuaylas año 2020.</p>		<p>ENFOQUE:</p> <p>cuantitativo</p>	<p>POBLACION:</p> <p>todas las vías aledañas al río Chumbao</p>
<p>Problemas específicos:</p> <p>1. ¿De qué manera los estudios previos afecta la transitabilidad en la av. Perú del distrito de Andahuaylas año 2020?</p>	<p>Objetivos específicos:</p> <p>1. Describir de qué manera los estudios previos afecta la transitabilidad en la av. Perú del distrito de Andahuaylas año 2020.</p>	<p>Hipótesis específicas:</p> <p>1. Los estudios previos mejoran la transitabilidad en la av. Perú del distrito de Andahuaylas año 2020.</p>	<p>Variable Independiente:</p> <p>Diseño Estructural de pavimento flexible</p>	<p>TIPO:</p> <p>Esta investigación será aplicativa ya que se dirigirá al uso del conocimiento para cubrir necesidades y problemas concretos.</p>	<p>MUESTRA:</p> <p>Conformada por la Av. Perú</p>
<p>2. ¿De qué manera la carga vehicular afecta la transitabilidad vehicular en la av. Perú del distrito de Andahuaylas año 2020?</p>	<p>2. Describir de qué manera la carga vehicular afecta la transitabilidad vehicular en la av. Perú del distrito de Andahuaylas año 2020.</p>	<p>2. La carga vehicular mejora la transitabilidad en la av. Perú del distrito de Andahuaylas año 2020.</p>		<p>DISEÑO DE INVESTIGACION:</p> <p>Esta investigación será de diseño cuasi experimental ya que</p>	

<p>3. ¿De qué manera la estructura de pavimento flexible afecta la transitabilidad vehicular en la av. Perú del distrito de Andahuaylas año 2020?</p>	<p>3. Describir de qué manera la estructura de pavimento flexible afecta al nivel de servicio para la transitabilidad en la av. Perú del distrito de Andahuaylas año 2020.</p>	<p>3.La estructura de pavimento flexible mejora la transitabilidad en la av. Perú del distrito de Andahuaylas año 2020.</p>	<p>Variable Dependiente: Transitabilidad</p>	<p>manipulará la variable independiente.</p> <p>NIVEL DE INVESTIGACION: descriptiva</p>	
---	--	---	---	--	--

Anexo 3. Validación del instrumento de recolección de datos

FICHA DE VALIDACIÓN										
TÍTULO:	Diseño estructural del pavimento flexible para mejorar la transitabilidad en la av. Perú en el distrito de Andahuaylas, año 2020									
AUTORES:	Bach. Quiñones Romani, Jefferson Bach. Yuto Mallma, Erick									
				Según Oseda (2012, p. 177) establece la siguiente tabla						
	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	Validez Nula (0.53 a menos)	Validez Baja (0.54 a 0.59)	Válida (0.60 a 0.65)	Muy válida (0.66 a 0.71)	Excelente Validez (0.72 a 0.99)	Validez Perfecta (1,0)	
				Validadores						
				Ingeniero 1		Ingeniero 2		Ingeniero 3		
Diseño Estructural de Pavimento Flexible	Estudios previos	Estudios geotécnicos	- Ensayos de laboratorio	0,77			0,85		0,8	
		Levantamiento topográfico	- Ficha de observación	0,87			0,85		0,8	
		Estudio de mecánica de suelos SUCS	- Ensayos de laboratorio y ficha de observación	0,80			0,78		0,75	
		Estudio de tráfico	- Ficha de observación.	0,65			0,7		0,7	
	Carga Vehicular	Proyección de tráfico vehicular	Proyección de tránsito vehicular ligero y pesado, herramientas tecnológicas Excel.	0,75			0,75		0,7	
Estructura de Pavimento flexible	Diseño de pavimento flexible	Ficha de trabajo (método AASHTO93).	0,85			0,75		0,8		
Transitabilidad	Nivel de servicio vehicular	Factores de seguridad	- Evaluación de valores de espesores, tabla de Excel.	0,75			0,89		0,9	
				5,44		5,57		5,45		
				0,78		0,80		0,78		
				TOTAL						0,78



**MIGUEL ENVER
 QUISPE PALOMINO**
 INGENIERO CIVIL
 Rég. CIP N° 141882

Ingeniero 1
 Miguel Enver Quispe Palomino
 INGENIERO CIVIL CIP: 141882



Fredy Fermín Quiñones Saico
 INGENIERO CIVIL
 179014

Ingeniero 2
 Fredy Fermín Quiñones Saico
 INGENIERO CIVIL CIP 179014

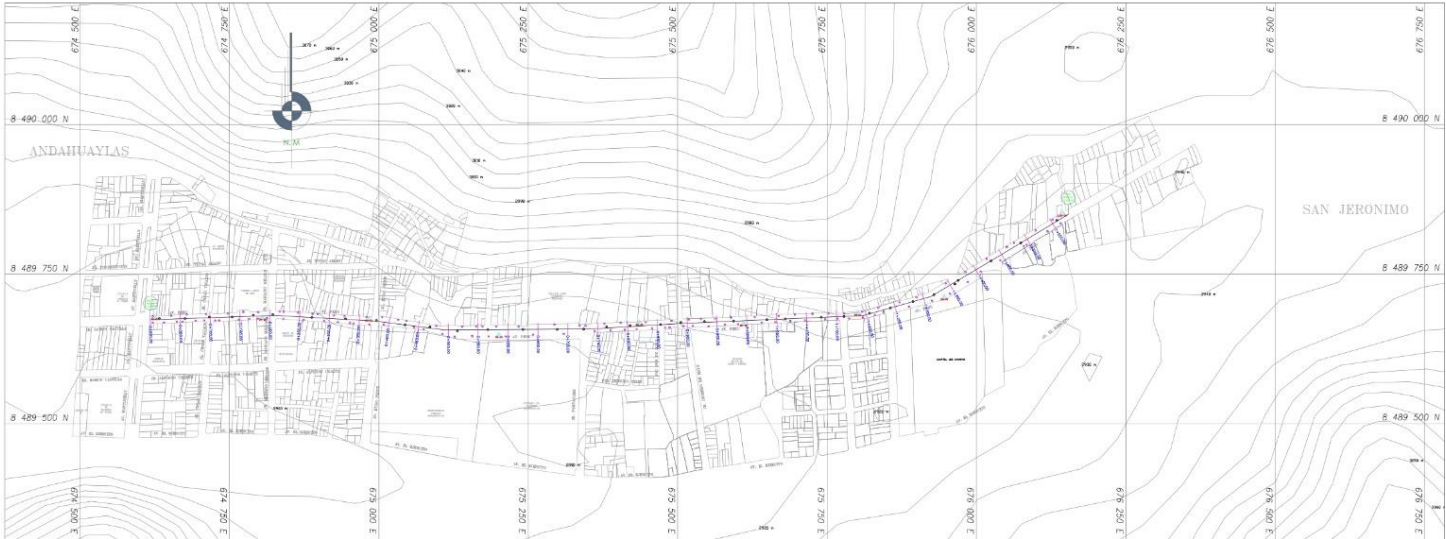


Ronaldo Mendoza Bejar
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 85650

Ingeniero 3
 Ronaldo Mendoza Bejar
 INGENIERO CIVIL CIP: 85650

Anexo 4. Plano topográfico y levantamiento topográfico

PLANO TOPOGRÁFICO



VISTA EN PLANTA:
Escala: 1/75 000

BM	COORDENADAS		COTA
	NORTE	ESTE	
BM-01	8,489,678.3321	674,624.2892	2905.50
BM-02	8,489,677.9150	674,805.1605	2908.40
BM-03	8,489,675.9437	674,983.2866	2911.00
BM-04	8,489,648.7278	675,200.7912	2912.00
BM-05	8,489,669.3134	675,435.6882	2917.25
BM-06	8,489,667.8876	675,610.2361	2926.60
BM-07	8,489,685.4284	675,800.9558	2940.10
BM-08	8,489,711.9522	675,946.2353	2934.55
BM-09	8,489,851.6761	676,144.7482	2937.68

LEYENDA	
NORTE MAGNETICO	
VIVIENDA EXISTENTE	
BM's	
BUZON DE DESAGUE	
CURVA MAYOR	
CURVA MENOR	
ALUMBRADO PUBLICO	



PROYECTO
Movimiento Diseño estructural del pavimento flexible para mejorar la transitableidad en la av. Pari en el distrito de Andahuaylas, año 2020

UBICACION:
 • DEPARTAMENTO: APURUC
 • PROVINCIA: ANDAHUAYLAS
 • DISTRITO: ANDAHUAYLAS
 • SECTOR: AV. PARI

OBRA:
 • NOMBRE: VIVIENDA EXISTENTE
 • NÚMERO: 00000000000000000000

PLANO TOPOGRAFICO

FECHA:
DICIEMBRE DEL 2020
ESCALA:
INDICADA
SISTEMA:
PROYECCION UTM
DATUM: WGS84
ZONA: 18S

**PT
01**



PROYECTO:

**“DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA MEJORAR
LA TRANSITABILIDAD EN LA AV. PERÚ EN EL DISTRITO DE
ANDAHUAYLAS, AÑO 2020”.**

ESTUDIO TOPOGRAFICO



ELABORADO POR:

BACH. YUTO MALLMA ERICK

BACH. QUIÑONES ROMANI JEFFERSSON

DICIEMBRE DE 2020



INFORME DE ESTUDIO TOPOGRÁFICO

DEL PROYECTO: "DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD EN LA AV. PERÚ EN EL DISTRITO DE ANDAHUAYLAS, AÑO 2020"

1 INTRODUCCIÓN

El presente estudio detalla los procesos realizados para obtener la información de campo, así como el procesamiento de los mismos a fin de obtener los planos topográficos para el proyecto de tesis: "DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD EN LA AV. PERÚ EN EL DISTRITO DE ANDAHUAYLAS, AÑO 2020"

2 DEFINICIONES

2.1 ASPECTO FÍSICO

El Aspecto Físico consiste en la identificación de los accidentes geográficos del terreno, Manzaneo, Parques, Centros Públicos, zonas de expansión de viviendas, terrenos destinados para ubicar componentes del sistema hidráulico, caminos de acceso, áreas de servidumbres, así como su descripción respectiva.

2.2 PLANOS

Contiene la siguiente información: planimetría, altimetría y datos técnicos del Levantamiento Topográfico.

2.2.1 Información Planimetría en general

- ✓ Información Planimetría en general
- ✓ Topografía del terreno.

2.2.2 Información Altimétrica

Se consignan curvas de nivel Principal considerando un espaciamiento de 50.00 m y curvas de nivel Secundario con un espaciamiento de 10.00 m, la cota de las curvas están respecto al nivel del mar.

2.2.3 Datos Técnicos

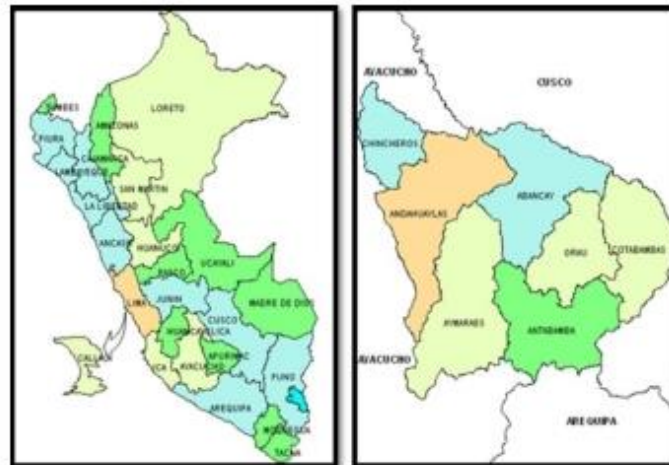
Cuadro Técnico de Estaciones Topográficas (coordenadas UTM y cotas m.s.n.m.).



3 UBICACIÓN GEOGRAFICA

La localización geográfica del proyecto se ubica en el Departamento de Apurímac, Provincia de Andahuaylas, Distrito de Andahuaylas, entre las coordenadas 674143.15E, 8489690.81N y una altitud de 2902m.s.n.m., ubicándose en la región Sierra.

Grafico N° 1. Macro Localización



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Grafico N° 2. Micro Localización



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



4 ALTITUD DE LA ZONA:

El distrito de Andahuaylas se encuentra ubicado entre la altura topográfica de 2902 m.s.n.m., ubicándose en la región Sierra.

5 CONDICION CLIMATICA:

El distrito de Andahuaylas, se ubica a una altitud aproximada de 2902m.s.n.m. y presenta una gran diversidad de climas y temperaturas que varían de acuerdo a las estaciones del año y a los diversos pisos ecológicos y altitudinales que van desde los 2,900 msnm. hasta los 4,283 msnm, presentando un clima cálido en los valles, templado en las quebradas y áreas medias y frígido en la puna.

A su vez, presenta una estación de lluvias torrenciales entre los meses de noviembre a abril y una estación seca entre los meses de abril a noviembre, presentando una precipitación pluvial que va desde 3,4mm. hasta 158,4 mm. de precipitación.

6 INFRAESTRUCTURA EXISTENTE:

El distrito de Andahuaylas cuenta con estructuras como las pistas y veredas que fue construido en el año 1995 por la municipalidad provincial de Andahuaylas.

Las estructuras presentan deficiencia en su mantenimiento presentando fisuras, deterioro de pistas, filtraciones, etc.

7 ANTECEDENTES

Como bachilleres de Ingeniería Civil, nos hemos identificado con el problema que sufre la población, debido a los desgastes de las pistas y veredas, ello motiva la presentación del presente documento con el fin diseñar el pavimento flexible que permita el mejoramiento de las pistas y veredas, para lograr de esta manera mejorar las vías de peatones y promover su desarrollo económico social, logrando elevar sus niveles de vida.

De las coordinaciones realizadas con los estamentos comprometidos en la realización del proyecto, se han llegado a establecer responsabilidades para el financiamiento, las mismas que se muestran en el ítem correspondiente a sostenibilidad del proyecto.

Teniendo en cuenta los Antecedentes mencionados y los requerimientos para el Estudio se realiza el levantamiento topográfico en el cual para la ejecución del presente trabajo se contó con el siguiente personal y equipo:



8 EQUIPAMIENTO Y PERSONAL PARA TRABAJO DE TOPOGRAFIA

Para el desarrollo del presente trabajo se contó con dos grupos diferenciados por el equipo empleado para el trabajo:

8.1 PERSONAL

- a. 01 Operador
- b. 01 Prismero
- c. 01 Cadista

8.2 EQUIPOS

- a. 01 Estación Total marca TOPCON
- b. 01 Trípode de aluminio para Estación
- c. 02 Bastones
- d. 01 Porta prismas
- e. 01 Prismas
- f. 02 Radios WalkieTalkie Motorolas
- g. GPS Navegador GARMIN OREGON 550
- h. 01 Cámara Fotográfica
- i. Equipo de Software (AutoCAD, Civil CAD, Microsoft Office, etc.).
- j. Winchas cortas y de 50 metros

9 METODOLOGIA

9.1 DESCRIPCIÓN DEL TERRENO

El Área en estudio pertenece al distrito y provincia de Andahuaylas, región de Apurímac que comprende:

- 1. La avenida Perú.

9.2 TRABAJO DE CAMPO

9.2.1 Descripción de los trabajos de campo

Antes de iniciar los trabajos se realizó un reconocimiento de campo con la finalidad de determinar las áreas donde se proyectan los puntos del levantamiento topográfico.

Con la estación se levantaron detalles como esquinas de viviendas, los postes o alumbrados públicos existentes, buzones, ejes de la vía que corresponde a la avenida Perú.



Se han establecido 09 Puntos de control Horizontal y Vertical (BMs) denominados BM-01, BM-02, BM-03, BM-04, BM-05, BM-06, BM-07, BM-08, BM-09, que se encuentran ubicados dentro del área del proyecto, estos BMs se han ubicado en hitos de concreto cuyas coordenadas se muestran en el siguiente cuadro:

CUADRO DE BMS				
PUNTO	ESTE	NORTE	ALTURA	DESCRIPCION
BM-1	8,489,678.3321	674,624.2892	2905.50	BM-01
BM-2	8,489,677.9150	674,805.1605	2908.40	BM-02
BM-3	8,489,675.9437	674,983.2866	2911.00	BM-03
BM-4	8,489,648.7278	675,200.7912	2912.00	BM-04
BM-5	8,489,669.3134	675,435.6882	2917.25	BM-05
BM-6	8,489,667.8876	675,610.2361	2926.60	BM-06
BM-7	8,489,685.4284	675,800.9558	2940.10	BM-07
BM-8	8,489,711.9522	675,946.2353	2934.55	BM-08
BM-9	8,489,851.6761	676,144.7482	2937.68	BM-09

9.2.2 Dificultades

Las dificultades que se encontraron durante el levantamiento topográfico, fueron la presencia de frío y el tránsito por ser avenida bien transitada tanto por peatonales y vehículos.

9.2.3 Medidas de seguridad.

Las medidas de seguridad tomadas fueron las siguientes.

1. Uso correcto de los equipos de protección personal (epp), por parte del personal.
2. Uso correcto de mascarilla para evitar la propagación del covid-19..
3. Análisis del área de trabajo.
4. Radios de largo alcance para comunicarse en caso de accidente.

Antes de ingresar al área de trabajo el personal deberá tener como mínimo los siguientes equipos de protección personal:



casco



chaleco



mascarilla

Las consideraciones que se deben tener en cuenta están en función al traslado de equipos y personas, condiciones del terreno y la conducta responsable con el medio ambiente.

9.2.4 Procedimiento.

Para los levantamientos se utilizaron códigos para la descripción de los puntos topográficos (ver anexo).

En la primera etapa se siguió con la obtención de las coordenadas de los puntos de control, que en este caso se obtuvo con la ayuda del GPS, de tal manera se pudo obtener los datos que son necesarios para realizar el trabajo de levantamiento del terreno.

Para el siguiente paso se realizó la demarcación de los puntos de estación del instrumento en este caso la estación total, para dicha demarcación se utilizó pintura roja. Una vez instalada el instrumento se midió la altura, el cual dicho dato se apunta en la libreta de campo, para luego ser introducida en la memoria de la estación y los demás datos obtenidos con el GPS.

Una vez instalada se hace el barrido o toma de lectura del punto de orientación con el punto de posicionamiento, coordenadas (norte, este) y cotas (m.s.n.m.) del área solicitada, incluida la estructura existente (avenidas, veredas, esquinas, etc.)

Esta poligonal es necesaria para poder realizar la toma de datos de los demás puntos que se requiere del terreno.



9.2.5 TRABAJO DE GABINETE

9.2.5.1 *Cálculo del Perímetro y Área*

Los cálculos de los perímetros y áreas se realizaron en el programa de dibujo AutoCAD Civil CAD con una precisión confiable. Toda la información del levantamiento almacenada durante la jornada de trabajo, se transferían a una computadora y luego fueron procesados en el programa AutoCAD Civil 3D, garantizando de esta manera el avance del levantamiento, verificando que se tomaron los puntos necesarios para representar la topografía del área de estudio.

9.2.5.2 *Trazo de la Curvas de Nivel*

Las Curvas de Nivel de la zona fueron realizadas a través del software topográfico Autodesk Civil 3D, el cual genera las curvas de nivel con las tolerancias y rangos manejables por el usuario, en esta etapa se edita la red irregular de triángulos (TIN) buscando que el terreno natural tenga la mejor representación a la realidad.

Para el presente trabajo la equidistancia de las curvas de nivel en el plano topográfico es de cada 50.00 metros para las curvas principales y cada 10.00 metros para las curvas secundarias.

10 CONCLUSIONES

- El equipo técnico, para el levantamiento topográfico del proyecto: "**DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD EN LA AV. PERÚ EN EL DISTRITO DE ANDAHUAYLAS, AÑO 2020**", estuvo a cargo de los bachilleres que cuentan con la experiencia en levantamientos topográficos y dibujos de AutoCAD - civilCAD, quienes desarrollaron una taquimetría competente para el proyecto. Así también el equipo y material de trabajo fue de última generación, manteniendo la eficiencia del levantamiento topográfico.
- Se logró realizar un levantamiento topográfico, con curvas de nivel cada 10 metros, de la zona de estudio, tal como se puede observar en el plano topográfico.
- Se realizó 09 cambios de punto de control, para realizar detalladamente el trabajo.
- Se pudo determinar las siguientes:
 - La longitud que tiene la avenida Perú es de 1580.60 metros lineales.
 - La avenida Perú cuenta con las siguientes pendientes en dirección Andahuaylas – San Jerónimo: 1.26 % en 199.70 m, 3.81% en 176.35 m,



0.27% en 137.96m, 0.25% en 159.25m, 4.15% en 246.61m, 7.20% en 226.87m, 1.24% en 286.20m, 1.61% en 147.66m.

- Los datos tomados serán de gran aporte para el diseño estructural de los pavimentos proyectados para este trabajo de tesis.



ANEXOS

DATA DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCIÓN
E1	8,489,678.44	674618.6907	2905.10	E1
1	8,489,665.70	674,616.24	2904.65	VIVIENDAS
2	8,489,679.32	674,617.12	2905.72	VIVIENDAS
3	8,489,680.37	674,641.04	2905.45	VIVIENDAS
4	8,489,681.87	674,668.11	2906.00	VIVIENDAS
5	8,489,683.09	674,688.35	2906.10	VIVIENDAS
6	8,489,683.61	674,701.44	2906.05	VIVIENDAS
7	8,489,684.20	674,711.22	2905.12	VIVIENDAS
8	8,489,686.66	674,713.64	2906.67	VIVIENDAS
9	8,489,685.61	674,720.29	2907.15	VIVIENDAS
10	8,489,683.51	674,722.44	2907.54	VIVIENDAS
11	8,489,685.62	674,761.95	2907.47	VIVIENDAS
12	8,489,688.11	674,814.61	2908.49	VIVIENDAS
13	8,489,690.33	674,827.52	2908.40	VIVIENDAS
14	8,489,688.68	674,829.06	2908.12	VIVIENDAS
15	8,489,686.17	674,872.44	2909.54	VIVIENDAS
16	8,489,684.63	674,891.42	2909.59	VIVIENDAS
17	8,489,683.62	674,909.38	2910.05	VIVIENDAS
18	8,489,682.33	674,927.74	2910.65	VIVIENDAS
19	8,489,681.80	674,937.32	2910.80	VIVIENDAS
20	8,489,681.29	674,946.83	2911.05	VIVIENDAS
21	8,489,679.85	674,965.92	2911.08	VIVIENDAS
22	8,489,678.13	674,987.91	2911.15	VIVIENDAS
23	8,489,679.26	674,989.19	2912.22	VIVIENDAS
24	8,489,681.61	674,999.40	2912.34	VIVIENDAS
25	8,489,680.11	675,000.80	2912.40	VIVIENDAS
26	8,489,673.62	675,039.45	2912.45	VIVIENDAS
27	8,489,668.17	675,072.84	2912.50	VIVIENDAS
28	8,489,663.38	675,102.42	2912.53	VIVIENDAS
29	8,489,664.06	675,127.47	2912.55	VIVIENDAS
30	8,489,663.42	675,134.05	2912.50	VIVIENDAS
31	8,489,663.70	675,153.21	2912.45	VIVIENDAS
32	8,489,663.69	675,159.62	2912.55	VIVIENDAS
33	8,489,663.79	675,165.09	2912.65	VIVIENDAS
34	8,489,664.07	675,176.00	2912.80	VIVIENDAS
35	8,489,664.97	675,176.90	2912.70	VIVIENDAS
36	8,489,664.41	675,187.50	2913.40	VIVIENDAS



37	8,489,665.29	675,238.21	2913.11	VIVIENDAS
38	8,489,662.65	675,238.06	2913.15	VIVIENDAS
39	8,489,662.75	675,248.06	2913.50	VIVIENDAS
40	8,489,665.75	675,248.28	2913.43	VIVIENDAS
41	8,489,666.51	675,291.69	2913.24	VIVIENDAS
42	8,489,667.23	675,334.92	2913.36	VIVIENDAS
43	8,489,666.23	675,334.73	2913.44	VIVIENDAS
44	8,489,665.98	675,346.10	2913.20	VIVIENDAS
45	8,489,666.89	675,354.75	2914.10	VIVIENDAS
46	8,489,667.38	675,364.19	2914.12	VIVIENDAS
47	8,489,669.15	675,398.33	2915.55	VIVIENDAS
48	8,489,670.03	675,414.54	2915.85	VIVIENDAS
49	8,489,668.98	675,414.46	2916.10	VIVIENDAS
50	8,489,669.70	675,432.44	2916.50	VIVIENDAS
51	8,489,671.16	675,432.58	2917.10	VIVIENDAS
52	8,489,672.83	675,472.29	2918.50	VIVIENDAS
53	8,489,673.98	675,497.60	2920.15	VIVIENDAS
54	8,489,675.88	675,499.68	2920.30	VIVIENDAS
55	8,489,677.24	675,508.04	2920.44	VIVIENDAS
56	8,489,674.95	675,509.77	2920.55	VIVIENDAS
57	8,489,675.44	675,522.31	2921.11	VIVIENDAS
58	8,489,676.83	675,558.70	2924.53	VIVIENDAS
59	8,489,677.58	675,575.55	2926.55	VIVIENDAS
60	8,489,678.14	675,587.63	2927.14	VIVIENDAS
61	8,489,678.69	675,597.89	2927.25	VIVIENDAS
62	8,489,678.85	675,601.78	2927.38	VIVIENDAS
63	8,489,681.59	675,657.43	2930.35	VIVIENDAS
64	8,489,682.18	675,657.50	2930.40	VIVIENDAS
65	8,489,682.88	675,667.29	2931.10	VIVIENDAS
66	8,489,682.24	675,667.18	2931.15	VIVIENDAS
67	8,489,682.90	675,684.15	2932.25	VIVIENDAS
68	8,489,683.32	675,693.53	2934.17	VIVIENDAS
69	8,489,685.25	675,752.78	2939.59	VIVIENDAS
70	8,489,685.42	675,756.40	2940.05	VIVIENDAS
71	8,489,685.87	675,776.70	2940.10	VIVIENDAS
72	8,489,688.59	675,810.90	2940.33	VIVIENDAS
73	8,489,690.08	675,816.98	2940.09	VIVIENDAS
74	8,489,691.28	675,821.78	2940.05	VIVIENDAS
75	8,489,695.78	675,837.54	2939.80	VIVIENDAS
76	8,489,696.87	675,841.34	2939.85	VIVIENDAS
77	8,489,697.96	675,845.14	2939.79	VIVIENDAS
78	8,489,700.83	675,854.85	2939.69	VIVIENDAS
79	8,489,703.42	675,864.46	2939.72	VIVIENDAS



80	8,489,705.32	675,871.25	2939.87	VIVIENDAS
81	8,489,707.94	675,882.85	2938.14	VIVIENDAS
82	8,489,710.81	675,893.23	2936.05	VIVIENDAS
83	8,489,713.47	675,902.87	2935.10	VIVIENDAS
84	8,489,714.00	675,902.73	2935.05	VIVIENDAS
85	8,489,715.28	675,906.65	2934.58	VIVIENDAS
86	8,489,714.75	675,906.81	2934.48	VIVIENDAS
87	8,489,716.13	675,911.01	2934.55	VIVIENDAS
88	8,489,720.05	675,920.28	2934.60	VIVIENDAS
89	8,489,733.72	675,943.91	2935.40	VIVIENDAS
90	8,489,739.30	675,953.22	2935.55	VIVIENDAS
91	8,489,748.41	675,969.50	2936.12	VIVIENDAS
92	8,489,749.99	675,972.38	2936.20	VIVIENDAS
93	8,489,754.66	675,980.07	2936.50	VIVIENDAS
94	8,489,758.11	675,985.70	2936.45	VIVIENDAS
95	8,489,762.27	675,992.56	2936.53	VIVIENDAS
96	8,489,768.35	676,002.75	2937.13	VIVIENDAS
97	8,489,772.70	676,009.63	2937.17	VIVIENDAS
98	8,489,773.09	676,009.38	2937.22	VIVIENDAS
99	8,489,785.72	676,031.40	2937.14	VIVIENDAS
100	8,489,800.58	676,056.23	2937.65	VIVIENDAS
101	8,489,820.06	676,088.58	2936.69	VIVIENDAS
102	8,489,838.43	676,119.30	2936.73	VIVIENDAS
103	8,489,852.22	676,141.54	2937.35	VIVIENDAS
104	8,489,856.77	676,149.64	2937.44	VIVIENDAS
105	8,489,836.90	676,148.21	2935.12	VIVIENDAS
106	8,489,833.10	676,144.53	2935.05	VIVIENDAS
107	8,489,828.97	676,137.33	2935.02	VIVIENDAS
108	8,489,829.52	676,137.01	2935.00	VIVIENDAS
109	8,489,825.84	676,130.56	2935.12	VIVIENDAS
110	8,489,825.05	676,130.96	2935.27	VIVIENDAS
111	8,489,821.90	676,125.97	2935.22	VIVIENDAS
112	8,489,819.35	676,121.57	2935.17	VIVIENDAS
113	8,489,816.16	676,117.51	2935.13	VIVIENDAS
114	8,489,816.85	676,117.11	2935.11	VIVIENDAS
115	8,489,804.34	676,095.71	2935.38	VIVIENDAS
116	8,489,803.01	676,096.39	2934.29	VIVIENDAS
117	8,489,798.03	676,088.35	2934.18	VIVIENDAS
118	8,489,793.52	676,080.59	2934.05	VIVIENDAS
119	8,489,780.92	676,059.70	2934.00	VIVIENDAS
120	8,489,779.54	676,060.23	2934.15	VIVIENDAS
121	8,489,778.58	676,055.75	2934.39	VIVIENDAS
122	8,489,770.75	676,042.63	2934.80	VIVIENDAS



123	8,489,768.78	676,043.37	2935.00	VIVIENDAS
124	8,489,755.40	676,041.12	2935.12	VIVIENDAS
125	8,489,756.23	676,034.28	2935.30	VIVIENDAS
126	8,489,755.36	676,010.70	2935.47	VIVIENDAS
127	8,489,745.37	676,009.75	2934.12	VIVIENDAS
128	8,489,710.39	675,951.75	2934.15	VIVIENDAS
129	8,489,704.96	675,943.94	2935.18	VIVIENDAS
130	8,489,706.31	675,941.36	2934.89	VIVIENDAS
131	8,489,692.66	675,889.48	2934.72	VIVIENDAS
132	8,489,684.58	675,860.84	2934.88	VIVIENDAS
133	8,489,682.89	675,847.91	2934.77	VIVIENDAS
134	8,489,684.20	675,846.06	2934.21	VIVIENDAS
135	8,489,682.01	675,837.94	2934.11	VIVIENDAS
136	8,489,679.67	675,828.94	2935.30	VIVIENDAS
137	8,489,677.39	675,820.38	2935.12	VIVIENDAS
138	8,489,675.56	675,811.97	2935.15	VIVIENDAS
139	8,489,673.62	675,786.18	2937.02	VIVIENDAS
140	8,489,670.84	675,783.38	2937.12	VIVIENDAS
141	8,489,671.58	675,771.84	2937.28	VIVIENDAS
142	8,489,673.06	675,770.14	2939.33	VIVIENDAS
143	8,489,671.97	675,742.16	2936.14	VIVIENDAS
144	8,489,670.95	675,716.53	2934.21	VIVIENDAS
145	8,489,669.84	675,695.30	2932.10	VIVIENDAS
146	8,489,668.69	675,683.49	2929.50	VIVIENDAS
147	8,489,668.28	675,673.61	2928.12	VIVIENDAS
148	8,489,667.33	675,652.69	2927.24	VIVIENDAS
149	8,489,666.86	675,642.63	2926.38	VIVIENDAS
150	8,489,666.76	675,640.51	2925.95	VIVIENDAS
151	8,489,666.37	675,632.97	2925.10	VIVIENDAS
152	8,489,666.11	675,627.84	2924.47	VIVIENDAS
153	8,489,665.91	675,616.69	2924.18	VIVIENDAS
154	8,489,665.16	675,616.72	2924.09	VIVIENDAS
155	8,489,660.92	675,520.29	2921.01	VIVIENDAS
156	8,489,658.68	675,512.57	2918.02	VIVIENDAS
157	8,489,658.84	675,506.92	2917.54	VIVIENDAS
158	8,489,658.98	675,501.41	2917.10	VIVIENDAS
159	8,489,661.26	675,501.37	2917.45	VIVIENDAS
160	8,489,661.08	675,494.88	2917.38	VIVIENDAS
161	8,489,660.35	675,489.67	2917.12	VIVIENDAS
162	8,489,657.99	675,489.64	2917.10	VIVIENDAS
163	8,489,657.40	675,478.66	2917.15	VIVIENDAS
164	8,489,656.48	675,477.37	2917.15	VIVIENDAS
165	8,489,655.50	675,467.69	2917.01	VIVIENDAS



166	8,489,657.24	675,465.52	2916.84	VIVIENDAS
167	8,489,656.90	675,457.90	2916.75	VIVIENDAS
168	8,489,655.92	675,437.09	2916.77	VIVIENDAS
169	8,489,655.85	675,435.58	2916.12	VIVIENDAS
170	8,489,655.17	675,427.15	2916.07	VIVIENDAS
171	8,489,654.54	675,412.14	2916.01	VIVIENDAS
172	8,489,654.37	675,407.09	2915.88	VIVIENDAS
173	8,489,654.30	675,402.12	2915.78	VIVIENDAS
174	8,489,653.79	675,392.30	2915.77	VIVIENDAS
175	8,489,653.54	675,387.01	2915.65	VIVIENDAS
176	8,489,653.39	675,381.70	2915.22	VIVIENDAS
177	8,489,653.07	675,376.43	2915.15	VIVIENDAS
178	8,489,652.86	675,371.15	2915.12	VIVIENDAS
179	8,489,652.63	675,365.77	2915.17	VIVIENDAS
180	8,489,652.61	675,362.18	2915.14	VIVIENDAS
181	8,489,651.16	675,360.10	2915.13	VIVIENDAS
182	8,489,640.20	675,337.48	2913.02	VIVIENDAS
183	8,489,641.95	675,335.50	2913.12	VIVIENDAS
184	8,489,639.67	675,269.62	2910.00	VIVIENDAS
185	8,489,638.98	675,183.67	2910.12	VIVIENDAS
186	8,489,641.94	675,128.31	2909.88	VIVIENDAS
187	8,489,653.92	675,082.09	2911.10	VIVIENDAS
188	8,489,655.00	675,079.12	2911.14	VIVIENDAS
189	8,489,657.79	675,065.75	2911.05	VIVIENDAS
190	8,489,658.47	675,060.62	2912.18	VIVIENDAS
191	8,489,659.90	675,045.45	2912.14	VIVIENDAS
192	8,489,662.07	675,024.24	2912.33	VIVIENDAS
193	8,489,663.92	675,005.21	2912.02	VIVIENDAS
194	8,489,662.41	675,005.05	2912.35	VIVIENDAS
195	8,489,662.95	674,998.82	2912.25	VIVIENDAS
196	8,489,661.72	674,997.65	2912.03	VIVIENDAS
197	8,489,661.84	674,987.46	2912.14	VIVIENDAS
198	8,489,663.56	674,986.59	2912.29	VIVIENDAS
199	8,489,664.93	674,965.24	2912.37	VIVIENDAS
200	8,489,665.79	674,957.14	2913.04	VIVIENDAS
201	8,489,667.58	674,937.37	2912.07	VIVIENDAS
202	8,489,668.66	674,919.89	2909.91	VIVIENDAS
203	8,489,669.32	674,911.74	2909.12	VIVIENDAS
204	8,489,669.96	674,905.46	2909.10	VIVIENDAS
205	8,489,670.40	674,898.62	2909.01	VIVIENDAS
206	8,489,670.84	674,891.69	2909.12	VIVIENDAS
207	8,489,671.01	674,889.90	2909.04	VIVIENDAS
208	8,489,671.79	674,881.45	2908.88	VIVIENDAS



209	8,489,672.56	674,873.49	2908.75	VIVIENDAS
210	8,489,672.74	674,871.62	2908.66	VIVIENDAS
211	8,489,672.43	674,871.57	2907.38	VIVIENDAS
212	8,489,675.55	674,828.87	2907.12	VIVIENDAS
213	8,489,674.10	674,827.28	2907.44	VIVIENDAS
214	8,489,671.99	674,816.51	2907.57	VIVIENDAS
215	8,489,674.53	674,814.07	2907.35	VIVIENDAS
216	8,489,673.96	674,795.71	2906.37	VIVIENDAS
217	8,489,672.66	674,770.91	2906.44	VIVIENDAS
218	8,489,671.65	674,748.08	2906.28	VIVIENDAS
219	8,489,670.17	674,724.32	2906.17	VIVIENDAS
220	8,489,667.34	674,721.80	2906.16	VIVIENDAS
221	8,489,668.23	674,712.56	2905.85	VIVIENDAS
222	8,489,670.95	674,710.41	2905.75	VIVIENDAS
223	8,489,670.11	674,688.34	2605.44	VIVIENDAS
224	8,489,669.13	674,667.11	2904.89	VIVIENDAS
225	8,489,668.59	674,657.21	2904.83	VIVIENDAS
226	8,489,668.42	674,652.71	2904.75	VIVIENDAS
227	8,489,668.35	674,637.02	2904.61	VIVIENDAS
228	8,489,667.70	674,618.05	2904.55	VIVIENDAS
229	8,489,673.70	674,617.59	2905.48	EJE
230	8,489,680.89	674,827.05	2907.12	EJE
231	8,489,671.55	674,993.25	2914.01	EJE
232	8,489,656.60	675,109.47	2913.14	EJE
233	8,489,658.15	675,353.64	2914.88	EJE
234	8,489,667.63	675,507.80	2922.17	EJE
235	8,489,679.04	675,771.32	2938.83	EJE
236	8,489,680.46	675,809.98	2938.12	EJE
237	8,489,712.34	675,923.31	2938.20	EJE
238	8,489,779.52	676,036.44	2939.01	EJE
239	8,489,850.24	676,153.76	2939.84	EJE
240	8,489,679.14	674,621.59	2906.11	POSTE
241	8,489,668.41	674,621.30	2903.67	POSTE
242	8,489,668.52	674,640.42	2904.25	POSTE
243	8,489,680.17	674,652.40	2905.35	POSTE
244	8,489,669.90	674,661.89	2906.12	POSTE
245	8,489,670.28	674,671.18	2906.18	POSTE
246	8,489,682.32	674,678.61	2906.17	POSTE
247	8,489,671.41	674,693.43	2906.08	POSTE
248	8,489,672.38	674,707.46	2906.55	POSTE
249	8,489,682.75	674,710.48	2906.65	POSTE
250	8,489,671.78	674,726.07	2907.12	POSTE
251	8,489,671.98	674,732.80	2907.15	POSTE



252	8,489,683.73	674,747.55	2907.41	POSTE
253	8,489,673.43	674,765.34	2907.43	POSTE
254	8,489,686.47	674,773.24	2907.55	POSTE
255	8,489,674.76	674,782.74	2907.59	POSTE
256	8,489,675.30	674,797.16	2907.72	POSTE
257	8,489,685.94	674,798.11	2907.05	E2
258	8,489,675.92	674,812.72	2908.65	POSTE
259	8,489,687.05	674,833.67	2908.80	POSTE
260	8,489,686.59	674,840.95	2908.82	POSTE
261	8,489,674.79	674,840.21	2907.44	POSTE
262	8,489,685.51	674,864.79	2907.55	POSTE
263	8,489,673.50	674,874.28	2908.12	POSTE
264	8,489,683.21	674,889.29	2909.24	POSTE
265	8,489,683.03	674,897.70	2909.79	POSTE
266	8,489,671.30	674,908.16	2909.55	POSTE
267	8,489,680.65	674,925.16	2912.11	POSTE
268	8,489,669.61	674,931.39	2911.12	POSTE
269	8,489,679.23	674,942.58	2911.13	POSTE
270	8,489,667.92	674,951.61	2910.88	E3
271	8,489,667.37	674,957.79	2911.12	POSTE
272	8,489,677.63	674,979.49	2913.10	POSTE
273	8,489,665.29	674,984.21	2912.17	POSTE
274	8,489,677.50	675,005.59	2914.01	POSTE
275	8,489,665.07	675,008.19	2912.05	POSTE
276	8,489,673.58	675,032.21	2913.48	POSTE
277	8,489,671.27	675,045.89	2913.74	POSTE
278	8,489,660.36	675,058.36	2911.58	POSTE
279	8,489,657.31	675,075.15	2910.11	POSTE
280	8,489,662.99	675,096.22	2913.03	E4
281	8,489,649.63	675,106.30	2910.08	POSTE
282	8,489,644.79	675,126.76	2910.05	POSTE
283	8,489,661.74	675,139.22	2912.89	POSTE
284	8,489,645.89	675,156.32	2911.44	POSTE
285	8,489,662.31	675,162.85	2913.57	POSTE
286	8,489,661.98	675,173.59	2914.02	POSTE
287	8,489,645.72	675,183.60	2911.06	POSTE
288	8,489,662.04	675,196.06	2912.45	POSTE
289	8,489,645.47	675,211.89	2911.75	POSTE
290	8,489,661.85	675,233.97	2913.55	POSTE
291	8,489,648.07	675,258.14	2911.14	E5
292	8,489,665.24	675,294.00	2913.05	POSTE
293	8,489,649.87	675,309.41	2912.17	POSTE
294	8,489,663.66	675,336.07	2914.45	POSTE



295	8,489,663.21	675,345.89	2914.55	POSTE
296	8,489,654.71	675,360.97	2915.01	POSTE
297	8,489,666.70	675,377.43	2915.77	POSTE
298	8,489,656.02	675,387.89	2915.42	POSTE
299	8,489,668.12	675,404.60	2916.22	POSTE
300	8,489,656.54	675,411.69	2916.08	POSTE
301	8,489,657.89	675,431.30	2916.88	POSTE
302	8,489,669.26	675,446.72	2917.05	POSTE
303	8,489,658.98	675,457.15	2917.01	POSTE
304	8,489,659.84	675,478.91	2918.29	POSTE
305	8,489,660.35	675,486.53	2918.44	POSTE
306	8,489,671.41	675,489.77	2919.79	POSTE
307	8,489,662.21	675,509.10	2919.81	POSTE
308	8,489,673.96	675,518.81	2922.11	E6
309	8,489,663.25	675,525.34	2921.01	POSTE
310	8,489,674.72	675,538.76	2922.15	POSTE
311	8,489,662.31	675,552.00	2921.86	POSTE
312	8,489,675.64	675,562.44	2924.05	POSTE
313	8,489,665.06	675,579.47	2923.18	POSTE
314	8,489,676.86	675,589.23	2925.42	POSTE
315	8,489,666.12	675,600.68	924.89	POSTE
316	8,489,677.69	675,628.73	2927.89	POSTE
317	8,489,668.61	675,640.59	2928.44	POSTE
318	8,489,669.61	675,663.78	2929.06	POSTE
319	8,489,679.80	675,669.14	2930.44	POSTE
320	8,489,670.97	675,688.69	2930.19	POSTE
321	8,489,682.07	675,696.15	2934.84	POSTE
322	8,489,672.71	675,712.95	2934.05	POSTE
323	8,489,683.12	675,725.82	2937.42	POSTE
324	8,489,674.09	675,747.03	2940.89	E7
325	8,489,683.94	675,753.16	2938.38	POSTE
326	8,489,675.07	675,767.41	2938.18	POSTE
327	8,489,683.56	675,778.35	2940.14	POSTE
328	8,489,675.78	675,787.02	2938.75	POSTE
329	8,489,686.99	675,808.32	2940.13	POSTE
330	8,489,677.12	675,810.16	2938.11	POSTE
331	8,489,681.64	675,829.72	2937.58	POSTE
332	8,489,693.48	675,835.58	2939.54	POSTE
333	8,489,686.26	675,844.59	2938.68	POSTE
334	8,489,702.60	675,870.98	2939.02	POSTE
335	8,489,695.01	675,887.32	2938.14	POSTE
336	8,489,710.85	675,899.65	2937.11	E8
337	8,489,704.83	675,925.34	2936.14	POSTE



338	8,489,734.27	675,948.57	2934.25	POSTE
339	8,489,716.74	675,955.39	2933.45	POSTE
340	8,489,736.70	675,985.27	2933.88	POSTE
341	8,489,753.37	675,981.67	2934.48	POSTE
342	8,489,753.50	676,007.24	2933.45	POSTE
343	8,489,775.46	676,017.16	2935.75	POSTE
344	8,489,772.85	676,039.81	2934.68	POSTE
345	8,489,795.07	676,050.85	2935.15	POSTE
346	8,489,802.19	676,062.59	2935.45	POSTE
347	8,489,796.11	676,079.18	2935.36	E9
348	8,489,798.97	676,083.92	2935.45	POSTE
349	8,489,823.01	676,098.82	2936.37	POSTE
350	8,489,821.28	676,119.14	2936.11	POSTE
351	8,489,840.78	676,127.34	2937.05	POSTE
352	8,489,834.75	676,140.99	2935.08	POSTE
353	8,489,846.53	676,136.62	2938.11	POSTE
354	8,489,675.79	674,632.39	2905.35	BUZON
355	8,489,675.69	674,675.66	2906.11	BUZON
356	8,489,678.03	674,716.11	2906.20	BUZON
357	8,489,678.40	674,754.48	2906.17	BUZON
358	8,489,681.55	674,790.11	2906.33	BUZON
359	8,489,682.37	674,822.46	2906.45	BUZON
360	8,489,677.49	674,887.65	2909.01	BUZON
361	8,489,675.06	674,944.20	2910.12	BUZON
362	8,489,672.58	674,995.88	2912.75	BUZON
363	8,489,665.07	675,043.69	2912.04	BUZON
364	8,489,661.60	675,085.29	2912.01	BUZON
365	8,489,655.26	675,131.35	2912.35	BUZON
366	8,489,657.07	675,182.37	2913.45	BUZON
367	8,489,657.44	675,241.00	2913.35	BUZON
368	8,489,657.80	675,298.40	2912.55	BUZON
369	8,489,658.08	675,342.64	2914.32	BUZON
370	8,489,661.49	675,381.21	2915.03	BUZON
371	8,489,664.12	675,420.30	2916.32	BUZON
372	8,489,665.39	675,471.42	2917.22	BUZON
373	8,489,669.33	675,505.11	2920.66	BUZON
374	8,489,670.61	675,544.84	2924.21	BUZON
375	8,489,671.35	675,593.71	2926.41	BUZON
376	8,489,673.76	675,649.32	2928.88	BUZON
377	8,489,675.08	675,679.93	2931.02	BUZON
378	8,489,677.69	675,740.19	2936.71	BUZON
379	8,489,679.29	675,778.07	2937.17	BUZON
380	8,489,684.88	675,820.72	2937.58	BUZON



381	8,489,693.36	675,855.82	2937.88	BUZON
382	8,489,704.09	675,893.99	2938.01	BUZON
383	8,489,715.61	675,928.83	2938.12	BUZON
384	8,489,733.57	675,963.89	2938.26	BUZON
385	8,489,739.64	675,969.29	2938.35	BUZON
386	8,489,772.19	676,024.09	2938.48	BUZON
387	8,489,802.30	676,074.22	2938.89	BUZON
388	8,489,839.99	676,134.48	2939.02	BUZON



PANEL FOTOGRAFICO DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO



Fotografía N° 1: Se puede apreciar el levantamiento topográfico realizándose en las primeras cuadra de la avenida Perú.



Fotografía N°2: Se puede apreciar el levantamiento topográfico realizándose en la cuarta cuadra de la avenida Perú.



Fotografía N°3: Se puede apreciar el levantamiento topográfico realizándose en la quinta y sexta cuadra de la avenida Perú.



Fotografía N°4: Se puede apreciar el levantamiento topográfico tomándose los puntos topográficos tales como alumbrado público de la avenida Perú.



Fotografía N°5: En la siguiente imagen se aprecia la toma de puntos con la estación total marca topcon.



Fotografía N°6: En la siguiente imagen se aprecia la toma de puntos en las primeras cuadras de la avenida Perú..

Anexo 5. Conteo Vehicular

VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO

Carreteras

"Av Peru"

Tramo
Cod Estación
Estación

ANDAHUAYLAS

Ubicación
Sentido
Día

ANDAHUAYLAS - AV. PERU
TOTAL
Del 01/11/2019 AL 07/11/2019

DIA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYER				TRAYLERS				TOTAL	PORC. %			
			PICK UP	PANEL	COMBI RURAL		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3					
SABADO	1739	1466	593	215	708	0	1	1	87	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5130	12.68
DOMINGO	1756	1416	788	588	749	0	0	0	88	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5004	12.29
LUNES	1806	1836	1135	129	1046	0	0	0	80	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6142	15.09
MARTES	2109	2030	1287	201	1042	0	0	0	99	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6789	16.88
MIERCOLES	2267	2362	1376	275	1470	0	0	0	107	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7580	19.36
JUEVES	1395	1301	615	401	454	0	0	0	80	44	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4293	10.55
VIERNES	1834	1536	871	293	881	0	0	0	58	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5472	13.44
TOTAL	13006	11947	6965	1762	6330	0	1	1	599	156	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48710	100.00
IMD	1858	1797	995	243	994	0	0	0	86	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5815	
%	31.95	29.38	17.11	4.18	15.95	0.00	0.00	0.00	1.45	0.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	
VEHICULOS LIGEROS						VEHICULOS PESADOS																		

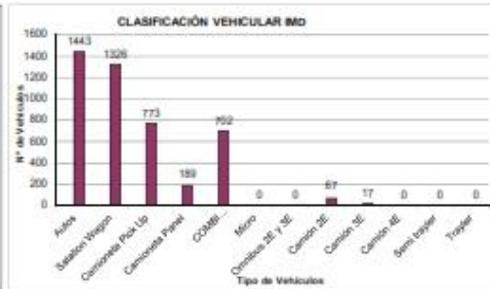
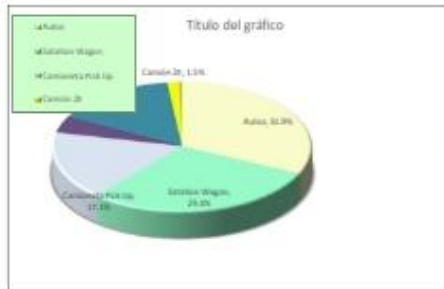
TRAFICO VEHICULAR
IMD Sin Corrección
(Veh/día)

Tipo de Vehículos	IMDS	Distrib. %
Auto	1858	32.0%
Station Wagon	1767	29.4%
Camioneta Pick Up	995	17.1%
Camioneta Panel	243	4.2%
COMBI RURAL	994	15.3%
Mico	0	0.0%
Omibus 2E y 3E	0	0.0%
Camión 2E	86	1.5%
Camión 3E	22	0.4%
Camión 4E	0	0.0%
Semi trailer	0	0.0%
Trayler	0	0.0%
TOTAL IMD	5815	100.0%

CALCULO DEL IMD	
Basados de Metodología	
IMD = $\frac{VS}{7}$	
VS = Volumen Promedio Semanal	
Fc Veh. Ligeros =	0.776876
Fc Veh. Pesados =	0.761362
IMD =	4517 Vehículos por día
	1,646,844 V/a año

TRAFICO VEHICULAR
IMD ANUAL Y CLASIFICACION VEHICULAR
(Veh/día)

Tipo de Vehículos	IMD	Distrib. %
Auto	1443	21.9%
Station Wagon	1326	29.4%
Camioneta Pick Up	773	17.1%
Camioneta Panel	189	4.2%
COMBI RURAL	702	15.3%
Mico	0	0.0%
Omibus 2E y 3E	0	0.0%
Camión 2E	67	1.5%
Camión 3E	17	0.4%
Camión 4E	0	0.0%
Semi trailer	0	0.0%
Trayler	0	0.0%
TOTAL IMD	4517	100.0%





FORMATO DE CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR

TRAMO DE LA CARRETERA	
DIRECCION:	E ← S →
LEGACION	

ESTACION	
CODIGO DE LA ESTACION	
DIA Y FECHA	

HORA	DIRECCION	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER		
				PICK UP	PANEL	RURAL		2 E	++ E	2 E	3 E	4 E	2S10S2	2S3	2S10S4	++ 2S3	2T2	2T3	3T2	++3T3
04	E																			
05	S																			
06	E																			
07	S																			
08	E																			
09	S																			
10	E																			
11	S																			

ENCUESTADOR _____

JEFE DE BRIGADA _____

FIG RESPONDE _____

SUPERVITEC _____





FORMATO DE CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR

TRAMO DE LA CARRETERA	
DIRECCION	E ← N →
UBICACION	

ESTACION	
CODIGO DE LA ESTACION	
DIAS Y FECHA	

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS				CAMION				SEMI TRAYLER				TRAYLER			
				PICK UP	PANEL	RURAL, Courier		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	25/252	253	35/352	>= 353	272	273	272	273	>=273		
08	E																						
09	S																						
10	E																						
10	S																						
11	E																						
11	S																						
12	E																						
12	S																						

ENCUESTADOR _____



JEFE DE BRIGADA _____



ING. RESPONSABLE _____



SUPERV. MTC _____





FORMATO DE CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR

TRAMO DE LA CARRETERA	
SENIDO	E ← E →
UBICACION	

ESTACION	
CODIGO DE LA ESTACION	
DA Y FECHA	

HORA	SENIDO	AUTO	STATION WAGON	CARRONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAILER				TRAILER			
				PICK UP	PANEL	RURAL (Couch)		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	251252	253	301352	30353	272	273	372	>=373
12	E																			
13	S																			
13	E																			
14	S																			
14	E																			
15	S																			
15	E																			
16	S																			

ENCUESTADOR _____

JEFE DE BRIGADA _____

ING RESPONS _____

SUPERV MTC _____





FORMATO DE CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR

TRAMO DE LA CARRETERA	
DIRECCIÓN	E ← → S →
UBICACIÓN	

ESTACION	
CODIGO DE LA ESTACION	
DIAS Y FECHA	

HORA	SEMI DIO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION				SEMI TRAILER			TRAILER			
				PICK UP	PANEL	RURAL Contar		2 E	++3 E	2 E	2 E	4 E	201002	203	201002	++ 203	212	213	212	++213	
10	E																				
17	S																				
17	E																				
15	S																				
18	E																				
10	S																				
19	E																				
20	S																				

ENCUESTADOR _____

JEFE DE BRIGADA _____

NO. RESPONSA _____

SUPERV. MTC _____



VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO
FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO

Carretera: "Av Perú"

Tramo : ANDAHUAYLAS - SAN JERONIMO
 Cod Estación: ANDAHUAYLAS
 Estación: 1

Ubicacion ANDAHUAYLAS - AV. PERU
 Sentido ENTRADA
 Dia MARTES Fecha 15-Dic-20

HORA	AUTO	STATION			COMBI RURAL	MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLER				TRAYLERS				TOTAL	PORC. %
		WAGON	PICK UP	PANEL			2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
00-01	12	18	3	1	-	-	-	-	1	-										35	1.35
01-02	15	11	5	2	-	-	-	-	-	-										33	1.27
02-03	15	10	6	4	1	-	-	-	-	1										37	1.43
03-04	12	8	15	2	1	-	-	-	2	1										41	1.58
04-05	20	10	8	1	4	-	-	-	2	-										45	1.74
05-06	24	20	12	5	10	-	-	-	1	-										72	2.78
06-07	35	24	19	8	25	-	-	-	2	2										115	4.44
07-08	41	38	22	7	24				1	-										133	5.13
08-09	52	58	20	10	22				3	-										165	6.37
09-10	45	41	32	12	30				1	-										161	6.21
10-11	47	35	24	8	25				1	-										140	5.40
11-12	55	37	30	10	30				5	-										167	6.44
12-13	62	45	28	10	25				4	-										174	6.71
13-14	34	35	31	5	20				3	1										129	4.98
14-15	46	28	21	10	25				3	2										135	5.21
15-16	38	41	25	5	26				1	1										137	5.29
16-17	52	38	18	5	15				5	-										133	5.13
17-18	39	35	33	4	22				4	-										137	5.29
18-19	52	34	14	1	30				1	-										132	5.09
19-20	52	39	20	5	18				4	2										140	5.40
20-21	40	29	25	3	7				3	-										107	4.13
21-22	35	33	18	1	5				2	-										94	3.63
22-23	28	32	15	2	2				2	-										81	3.13
23-24	19	15	10	1	1				3	-										49	1.89
TOTAL	870	714	454	122	368	0	0	0	54	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,592	100.00
%	33.56	27.55	17.52	4.71	14.20	0.00	0.00	0.00	2.08	0.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

ELABORACIÓN: PROPIA

VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO
FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO

Carretera: "Av Perú"

Tramo ANDAHUAYLAS - SAN JERONIMO
 Cod Estación ANDAHUAYLAS
 Estación 1

Ubicacion ANDAHUAYLAS - AV. PERU
 Sentido SALIDA
 Dia MARTES
 Fecha 15-Dic-20

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLER				TRAYLERS				TOTAL	PORC. %
			PICK UP	PANEL	COMBI RURAL		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
00-01	9	15	8	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33	1.30
01-02	14	14	3	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32	1.26
02-03	17	22	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44	1.73
03-04	7	9	10	1	2	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	31	1.22
04-05	15	12	7	2	5	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	43	1.69
05-06	19	22	14	7	12	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	76	2.99
06-07	34	35	15	5	15	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	108	4.26
07-08	45	49	39	5	22	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	162	6.38
08-09	48	49	17	12	25	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	153	6.03
09-10	49	45	30	7	25	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	158	6.23
10-11	55	39	24	7	27	-	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	155	6.11
11-12	51	33	25	3	24	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	137	5.40
12-13	58	39	30	6	22	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	157	6.19
13-14	41	40	25	4	18	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	130	5.12
14-15	47	21	19	7	24	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	120	4.73
15-16	31	39	24	4	22	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	122	4.81
16-17	41	32	28	7	17	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	127	5.00
17-18	45	38	24	1	25	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	134	5.28
18-19	49	39	16	2	28	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	137	5.40
19-20	49	35	22	2	17	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	128	5.04
20-21	46	38	18	3	4	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	110	4.33
21-22	44	38	17	5	4	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	109	4.29
22-23	35	39	15	2	2	-	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	96	3.78
23-24	20	10	5	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36	1.42
TOTAL	869	752	439	93	340	0	1	1	33	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,538	100.00
%	34.24	29.63	17.30	3.66	13.40	0.00	0.04	0.04	1.30	0.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

ELABORACIÓN: PROPIA

VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO
FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO

Carretera: "Av Perú"

Tramo ANDAHUAYLAS - SAN JERONIMO
 Cod Estación ANDAHUAYLAS
 Estación 1

Ubicacion ANDAHUAYLAS - AV. PERU
 Sentido AMBOS
 Dia MARTES Fecha 15-Dic-20

HORA	AUTO	STATION		CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLER				TRAYLERS				TOTAL	PORC. %
		WAGON	PICK UP	PANEL	COMBI RURAL	2E		>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
00-01	21	33	11	1	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	68	1.33
01-02	29	25	8	2	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	65	1.27
02-03	32	32	10	5	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	81	1.58
03-04	19	17	25	3	3	-	-	1	1	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	72	1.40
04-05	35	22	15	3	9	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	88	1.72
05-06	43	42	26	12	22	-	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	148	2.88
06-07	69	59	34	13	40	-	-	-	-	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	223	4.35
07-08	86	87	61	12	46	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	295	5.75
08-09	100	107	37	22	47	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	318	6.20
09-10	94	86	62	19	55	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	319	6.22
10-11	102	74	48	15	52	-	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	295	5.75
11-12	106	70	55	13	54	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	304	5.93
12-13	120	84	58	16	47	-	-	-	-	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	331	6.45
13-14	75	75	56	9	38	-	-	-	-	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	259	5.05
14-15	93	49	40	17	49	-	-	-	-	5	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	255	4.97
15-16	69	80	49	9	48	-	-	-	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	259	5.05
16-17	93	70	46	12	32	-	-	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	260	5.07
17-18	84	73	57	5	47	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	271	5.28
18-19	101	73	30	3	58	-	-	-	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	269	5.24
19-20	101	74	42	7	35	-	-	-	-	6	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	268	5.22
20-21	86	67	43	6	11	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	217	4.23
21-22	79	71	35	6	9	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	203	3.96
22-23	63	71	30	4	4	-	-	-	-	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	177	3.45
23-24	39	25	15	1	1	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	85	1.66
TOTAL	1,739	1,466	893	215	708	0	0	1	1	87	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,130	100.00
%	33.90	28.58	17.41	4.19	13.80	0.00	0.00	0.02	0.02	1.70	0.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

ELABORACION: PROPIA

VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO
FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO

Carretera: "Av Perú"

Tramo ANDAHUAYLAS - SAN JERONIMO
 Cod Estación ANDAHUAYLAS
 Estación 1

Ubicacion ANDAHUAYLAS - AV. PERU
 Sentido ENTRADA
 Dia MIERCOLES Fecha 16-Dic-20

HORA	AUTO	STATION		CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLER				TRAYLERS				TOTAL	PORC. %
		WAGON	PICK UP	PANEL	COMBI RURAL	2E		>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
00-01	14	17	2	1	-																34	1.37
01-02	22	13	8	1	-																45	1.81
02-03	22	11	7	3	-																45	1.81
03-04	11	7	16	1	2																40	1.61
04-05	18	8	6	2	5																41	1.65
05-06	28	18	13	4	13																76	3.06
06-07	32	28	21	2	22																107	4.31
07-08	42	44	24	8	22																143	5.75
08-09	49	54	21	7	22																157	6.32
09-10	43	42	30	8	33																158	6.36
10-11	51	33	29	4	28																146	5.88
11-12	49	33	31	14	31																162	6.52
12-13	58	41	27	11	23																163	6.56
13-14	37	33	29	6	23																130	5.23
14-15	43	26	22	9	28																133	5.35
15-16	44	40	27	6	28																149	6.00
16-17	54	36	19	2	18																132	5.31
17-18	42	33	32	3	23																134	5.39
18-19	48	36	-	1	27																114	4.59
19-20	51	38	-	4	21																117	4.71
20-21	38	27	-	1	8																76	3.06
21-22	33	32	-	1	7																75	3.02
22-23	33	29	-	1	3																67	2.70
23-24	22	11	-	2	3																41	1.65
TOTAL	884	690	364	102	390	0		0	0	50	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,485	100.00
%	35.57	27.77	14.65	4.10	15.69	0.00		0.00	0.00	2.01	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

ELABORACION: PROPIA

VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO
FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO

Carretera:

"Av Peru"

Tramo ANDAHUAYLAS - SAN JERONIMO
 Cod Estación ANDAHUAYLAS
 Estación 1

Ubicacion ANDAHUAYLAS - AV. PERU
 Sentido SALIDA
 Dia MIERCOLES Fecha 16-Dic-20

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLER				TRAYLERS				TOTAL	PORC. %
			PICK UP	PANEL	COMBI RURAL		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
00-01	11	16	10	3	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	41	1.63
01-02	18	18	3	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	42	1.67
02-03	18	21	8	-	2	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50	1.98
03-04	8	7	12	2	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31	1.23
04-05	12	11	8	3	12	-	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	49	1.95
05-06	29	24	13	3	15	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	87	3.45
06-07	33	33	17	6	13	-	-	-	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	107	4.25
07-08	47	44	34	4	22	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	152	6.03
08-09	54	58	61	11	23	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	210	8.34
09-10	54	49	31	3	33	-	-	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	174	6.91
10-11	53	34	26	10	25	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	150	5.95
11-12	49	28	28	4	23	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	135	5.36
12-13	45	32	29	4	20	-	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	133	5.28
13-14	33	36	29	8	20	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	127	5.04
14-15	37	22	24	8	23	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	115	4.57
15-16	38	38	26	3	24	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	131	5.20
16-17	44	31	36	-	17	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	129	5.12
17-18	48	38	29	2	23	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	144	5.72
18-19	53	39	-	1	27	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	121	4.80
19-20	56	37	-	1	15	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	111	4.41
20-21	39	34	-	3	5	-	-	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	85	3.37
21-22	42	37	-	3	8	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	91	3.61
22-23	28	32	-	2	4	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	70	2.78
23-24	23	7	-	-	3	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	34	1.35
TOTAL	872	726	424	86	359	0	0	0	38	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,519	100.00
%	34.62	28.82	16.83	3.41	14.25	0.00	0.00	0.00	1.51	0.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

ELABORACIÓN: PROPIA

VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO
FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO

Carretera:

"Av Perú"

Tramo ANDAHUAYLAS - SAN JERONIMO
 Cod Estación ANDAHUAYLAS
 Estación 1

Ubicación ANDAHUAYLAS - AV. PERU
 Sentido AMBOS
 Día MIERCOLES Fecha 16-Dic-20

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLER				TRAYLERS				TOTAL	PORC. %
			PICK UP	PANEL	COMBI RURAL		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
00-01	25	33	12	4	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	75	1.50
01-02	40	31	11	3	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	87	1.74
02-03	40	32	15	3	2	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	95	1.90
03-04	19	14	28	3	3	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	71	1.42
04-05	30	19	14	5	17	-	-	-	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	90	1.80
05-06	57	42	26	7	28	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	163	3.26
06-07	65	61	38	8	35	-	-	-	5	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	214	4.28
07-08	89	88	58	12	44	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	295	5.90
08-09	103	112	82	18	45	-	-	-	6	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	367	7.33
09-10	97	91	61	11	66	-	-	-	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	332	6.63
10-11	104	67	55	14	53	-	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	296	5.92
11-12	98	61	59	18	54	-	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	297	5.94
12-13	103	73	56	15	43	-	-	-	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	296	5.92
13-14	70	69	58	14	43	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	257	5.14
14-15	80	48	46	17	51	-	-	-	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	248	4.96
15-16	82	78	53	9	52	-	-	-	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	280	5.60
16-17	98	67	55	2	35	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	261	5.22
17-18	90	71	61	5	46	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	278	5.56
18-19	101	75	-	2	54	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	235	4.70
19-20	107	75	-	5	36	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	228	4.56
20-21	77	61	-	4	13	-	-	-	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	161	3.22
21-22	75	69	-	4	15	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	166	3.32
22-23	61	61	-	3	7	-	-	-	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	137	2.74
23-24	45	18	-	2	6	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	75	1.50
TOTAL	1,756	1,416	788	188	749	0	0	0	88	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,004	100.00
%	35.09	28.30	15.75	3.76	14.97	0.00	0.00	0.00	1.76	0.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

ELABORACION: PROPIA

VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO
FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO

Carretera:

"Av Perú"

Tramo ANDAHUAYLAS - SAN JERONIMO
 Cod Estación ANDAHUAYLAS
 Estación 1

Ubicacion ANDAHUAYLAS - AV. PERU
 Sentido ENTRADA
 Dia JUEVES Fecha 17-Dic-20

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLER				TRAYLERS				TOTAL	PORC. %
			PICK UP	PANEL	COMBI RURAL		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
00-01	17	12	8	2	2	-	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44	1.42
01-02	19	8	21	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	51	1.65
02-03	8	7	18	3	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	38	1.23
03-04	17	14	12	1	6	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	52	1.68
04-05	23	17	7	3	7	-	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60	1.94
05-06	28	27	17	3	28	-	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	106	3.42
06-07	28	27	23	1	34	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	114	3.68
07-08	34	33	22	1	36	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	129	4.17
08-09	46	43	23	6	38	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	159	5.14
09-10	44	46	39	3	34	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	169	5.46
10-11	44	48	38	4	33	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	170	5.49
11-12	48	48	38	2	33	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	175	5.65
12-13	53	49	12	3	33	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	152	4.91
13-14	58	44	23	3	27	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	156	5.04
14-15	48	42	21	1	31	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	146	4.72
15-16	42	38	28	4	33	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	146	4.72
16-17	58	64	26	4	33	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	187	6.04
17-18	58	60	31	3	29	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	184	5.94
18-19	58	69	46	6	34	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	216	6.98
19-20	68	68	41	3	34	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	215	6.94
20-21	53	44	31	3	5	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	137	4.43
21-22	48	50	22	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	125	4.04
22-23	30	38	16	1	2	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	89	2.87
23-24	31	35	8	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	76	2.45
TOTAL	961	931	571	65	515	0	0	0	43	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,096	100.00
%	31.04	30.07	18.44	2.10	16.63	0.00	0.00	0.00	1.39	0.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

ELABORACION: PROPIA

VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO
FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO

Carretera:
Tramo
Cod Estación
Estación

ANDAHUAYLAS - SAN JERONIMO
ANDAHUAYLAS
1

"Av Perú"

Ubicacion
Sentido
Dia

ANDAHUAYLAS - AV. PERU
SALIDA
JUEVES
Fecha 17-Dic-20

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLER				TRAYLERS				TOTAL	PORC. %
			PICK UP	PANEL	COMBI RURAL		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
00-01	12	12	13	3	3	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44	1.44
01-02	11	9	13	1	1	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	38	1.24
02-03	13	10	7	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36	1.18
03-04	13	18	18	2	3	-	-	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	58	1.89
04-05	28	23	13	2	6	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	75	2.45
05-06	33	36	19	2	31	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	124	4.05
06-07	33	28	27	3	33	-	-	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	128	4.18
07-08	38	34	22	2	33	-	-	-	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	135	4.41
08-09	43	44	24	3	38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	152	4.97
09-10	47	44	39	5	33	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	170	5.55
10-11	46	47	37	4	36	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	172	5.62
11-12	51	48	33	3	38	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	175	5.72
12-13	54	43	13	2	31	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	144	4.70
13-14	53	43	17	3	27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	143	4.67
14-15	43	37	26	3	33	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	144	4.70
15-16	39	38	28	3	32	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	142	4.64
16-17	53	58	24	5	38	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	179	5.85
17-18	63	63	38	3	33	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	201	6.57
18-19	65	58	51	3	38	-	-	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	219	7.15
19-20	54	64	38	7	33	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	199	6.50
20-21	43	45	23	1	6	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	120	3.92
21-22	49	53	26	1	1	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	133	4.34
22-23	34	29	8	-	1	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	74	2.42
23-24	27	21	7	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	56	1.83
TOTAL	945	905	564	64	531	0	0	0	37	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,061	100.00
%	30.87	29.57	18.43	2.09	17.35	0.00	0.00	0.00	1.21	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

ELABORACION: PROPIA

VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO
FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
 ESTUDIO DE TRAFICO

Carretera:

"Av Perú"

Tramo
Cod Estación
Estación

ANDAHUAYLAS - SAN JERONIMO
ANDAHUAYLAS
1

Ubicacion
Sentido
Dia

ANDAHUAYLAS - AV. PERU
AMBOS
JUEVES
Fecha 17-Dic-20

HORA	AUTO	STATION		CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLER				TRAYLERS				TOTAL	PORC. %
		WAGON	PICK UP	PANEL	COMBI RURAL	2E		>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
00-01	29	24	21	5	5	-	-	-	1	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	88	1.43	
01-02	30	17	34	3	2	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	89	1.45	
02-03	21	17	25	6	3	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	74	1.20	
03-04	30	32	30	3	9	-	-	-	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	110	1.79	
04-05	51	40	20	5	13	-	-	-	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	135	2.19	
05-06	61	63	36	5	59	-	-	-	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	230	3.74	
06-07	61	55	50	4	67	-	-	-	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	242	3.93	
07-08	72	67	44	3	69	-	-	-	8	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	264	4.29	
08-09	89	87	47	9	76	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	311	5.05	
09-10	91	90	78	8	67	-	-	-	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	339	5.51	
10-11	90	95	75	8	69	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	342	5.55	
11-12	99	96	71	5	71	-	-	-	7	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	350	5.68	
12-13	107	92	25	5	64	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	296	4.81	
13-14	111	87	40	6	54	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	299	4.86	
14-15	91	79	47	4	64	-	-	-	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	290	4.71	
15-16	81	76	56	7	65	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	288	4.68	
16-17	111	122	50	9	71	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	366	5.94	
17-18	121	123	69	6	62	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	385	6.25	
18-19	123	127	97	9	72	-	-	-	6	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	435	7.07	
19-20	122	132	79	10	67	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	414	6.72	
20-21	96	89	54	4	11	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	257	4.17	
21-22	97	103	48	4	3	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	258	4.19	
22-23	64	67	24	1	3	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	163	2.65	
23-24	58	56	15	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	132	2.14	
TOTAL	1,906	1,836	1,135	129	1,046	0	0	0	80	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,157	100.00	
%	30.96	29.82	18.43	2.10	16.99	0.00	0.00	0.00	1.30	0.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00		

ELABORACIÓN: PROPIA

VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO
FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO

Carretera:

"Av Perú"

Tramo ANDAHUAYLAS - SAN JERONIMO
 Cod Estación ANDAHUAYLAS
 Estación 1

Ubicacion ANDAHUAYLAS - AV. PERU
 Sentido ENTRADA
 Dia VIERNES
 Fecha 18-Dic-20

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLER				TRAYLERS				TOTAL	PORC. %
			PICK UP	PANEL	COMBI RURAL		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
00-01	7	8	8	2	1	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28	0.83
01-02	10	7	5	2	1	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28	0.83
02-03	8	9	3	1	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23	0.68
03-04	16	9	8	3	3	-	-	-	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44	1.30
04-05	35	28	20	3	6	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	95	2.80
05-06	36	42	26	6	8	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	121	3.57
06-07	64	63	32	3	17	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	181	5.34
07-08	55	60	33	5	33	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	188	5.54
08-09	43	48	38	6	32	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	169	4.98
09-10	53	58	37	12	33	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	196	5.78
10-11	43	28	25	12	23	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	132	3.89
11-12	48	39	33	7	28	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	156	4.60
12-13	60	57	33	8	35	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	195	5.75
13-14	6	53	27	8	35	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	134	3.95
14-15	49	49	38	3	31	-	-	-	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	175	5.16
15-16	54	48	43	6	35	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	189	5.57
16-17	53	63	28	5	32	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	183	5.40
17-18	58	56	34	6	38	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	193	5.69
18-19	58	64	48	3	43	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	218	6.43
19-20	64	68	44	2	47	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	228	6.72
20-21	73	75	39	3	31	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	223	6.57
21-22	73	63	33	2	15	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	188	5.54
22-23	36	23	8	-	2	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	70	2.06
23-24	7	17	6	1	1	-	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35	1.03
TOTAL	1,009	1,035	649	109	531	0	0	0	50	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,392	100.00
%	29.75	30.51	19.13	3.21	15.65	0.00	0.00	0.00	1.47	0.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

ELABORACION: PROPIA

VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO
FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO

Carretera:

"Av Perú"

Tramo ANDAHUAYLAS - SAN JERONIMO
 Cod Estación ANDAHUAYLAS
 Estación 1

Ubicacion ANDAHUAYLAS - AV. PERU
 Sentido SALIDA
 Dia VIERNES
 Fecha 18-Dic-20

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLER				TRAYLERS				TOTAL	PORC. %
			PICK UP	PANEL	COMBI RURAL		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
00-01	11	5	8	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	0.74
01-02	7	8	2	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19	0.56
02-03	12	6	5	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26	0.77
03-04	16	12	11	2	3	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	45	1.32
04-05	42	34	23	2	3	-	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	107	3.15
05-06	45	49	24	3	8	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	130	3.83
06-07	57	60	33	2	19	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	174	5.12
07-08	72	58	34	8	28	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	201	5.92
08-09	46	59	34	8	33	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	181	5.33
09-10	48	33	36	9	38	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	169	4.97
10-11	58	30	30	6	30	-	-	-	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	159	4.68
11-12	65	37	35	3	35	-	-	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	179	5.27
12-13	62	60	38	3	33	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	198	5.83
13-14	59	58	28	9	28	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	184	5.42
14-15	48	42	45	6	33	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	175	5.15
15-16	51	45	33	3	33	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	168	4.95
16-17	58	69	33	3	31	-	-	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	198	5.83
17-18	51	68	43	2	39	-	-	-	5	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	210	6.18
18-19	55	68	38	6	43	-	-	-	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	215	6.33
19-20	68	64	43	5	42	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	223	6.56
20-21	68	71	33	6	21	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	202	5.95
21-22	62	33	13	1	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	115	3.39
22-23	33	18	11	3	1	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	72	2.12
23-24	6	8	5	1	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	0.65
TOTAL	1,100	995	638	92	511	0	0	0	49	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,397	100.00
%	32.38	29.29	18.78	2.71	15.04	0.00	0.00	0.00	1.44	0.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

ELABORACIÓN: PROPIA

VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO
FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO

Carretera:

"Av Perú"

Tramo
Cod Estación
Estación

ANDAHUAYLAS - SAN JERONIMO
ANDAHUAYLAS
1

Ubicacion
Sentido
Dia

ANDAHUAYLAS - AV. PERU
AMBOS
VIERNES
Fecha 18-Dic-20

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLER			TRAYLERS				TOTAL	PORC. %
			PICK UP	PANEL	COMBI RURAL		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2		
00-01	18	13	16	2	1	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	53	0.78
01-02	17	15	7	2	2	-	-	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	47	0.69
02-03	20	15	8	2	3	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	49	0.72
03-04	32	21	19	5	6	-	-	-	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	89	1.31
04-05	77	62	43	5	9	-	-	-	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	202	2.98
05-06	81	91	50	9	16	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	251	3.70
06-07	121	123	65	5	36	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	355	5.23
07-08	127	118	67	13	61	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	389	5.73
08-09	89	107	72	14	65	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	350	5.16
09-10	101	91	73	21	71	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	365	5.38
10-11	101	58	55	18	53	-	-	-	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	291	4.29
11-12	113	76	68	10	63	-	-	-	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	335	4.93
12-13	122	117	71	11	68	-	-	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	393	5.79
13-14	65	111	55	17	63	-	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	318	4.68
14-15	97	91	83	9	64	-	-	-	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	350	5.16
15-16	105	93	76	9	68	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	357	5.26
16-17	111	132	61	8	63	-	-	-	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	381	5.61
17-18	109	124	77	8	77	-	-	-	6	2	-	-	-	-	-	-	-	-	403	5.94
18-19	113	132	86	9	86	-	-	-	6	1	-	-	-	-	-	-	-	-	433	6.38
19-20	132	132	87	7	89	-	-	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	451	6.64
20-21	141	146	72	9	52	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	425	6.26
21-22	135	96	46	3	21	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	303	4.46
22-23	69	41	19	3	3	-	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	142	2.09
23-24	13	25	11	2	2	-	-	-	1	3	-	-	-	-	-	-	-	-	57	0.84
TOTAL	2,109	2,030	1,287	201	1,042	0	0	0	99	21	0	0	0	0	0	0	0	0	6,789	100.00
%	31.06	29.90	18.96	2.96	15.35	0.00	0.00	0.00	1.46	0.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

ELABORACIÓN: PROPIA

VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO
FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO

Carretera:

"Av Perú"

Tramo ANDAHUAYLAS - SAN JERONIMO
 Cod Estación ANDAHUAYLAS
 Estación 1

Ubicacion ANDAHUAYLAS - AV. PERU
 Sentido ENTRADA
 Dia sabado Fecha 19-Dic-20

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLER				TRAYLERS				TOTAL	PORC. %
			PICK UP	PANEL	COMBI RURAL		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
00-01	6	4	6	1	1	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21	0.53
01-02	6	11	4	2	1	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26	0.66
02-03	10	6	6	1	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26	0.66
03-04	13	8	8	5	6	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	41	1.03
04-05	21	16	10	3	18	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	70	1.76
05-06	32	39	18	4	33	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	129	3.25
06-07	59	69	33	2	39	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	205	5.17
07-08	68	72	43	8	45	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	241	6.07
08-09	68	73	48	8	42	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	242	6.10
09-10	68	71	41	18	39	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	240	6.05
10-11	54	58	38	7	43	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	201	5.06
11-12	51	43	38	12	43	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	188	4.74
12-13	67	73	38	8	45	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	233	5.87
13-14	68	74	38	3	51	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	238	6.00
14-15	61	68	44	1	56	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	233	5.87
15-16	56	63	45	4	53	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	225	5.67
16-17	73	78	28	3	38	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	222	5.59
17-18	76	73	38	7	34	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	229	5.77
18-19	73	75	33	8	37	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	229	5.77
19-20	68	79	34	13	34	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	230	5.79
20-21	63	68	43	6	38	-	-	-	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	224	5.64
21-22	45	43	31	5	13	-	-	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	141	3.55
22-23	27	32	23	2	4	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	89	2.24
23-24	10	13	18	3	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	46	1.16
TOTAL	1,143	1,209	706	134	713	0	0	0	56	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,969	100.00
%	28.80	30.46	17.79	3.38	17.96	0.00	0.00	0.00	1.41	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO
FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
 ESTUDIO DE TRAFICO

Carretera:

"Av Perú"

Tramo

ANDAHUAYLAS - SAN JERONIMO

Ubicacion

ANDAHUAYLAS - AV. PERU

Cod Estación

ANDAHUAYLAS

Sentido

SALIDA

Estación

1

Dia

sabado

Fecha 19-Dic-20

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION			SEMITRAYLER				TRAYLERS				TOTAL	PORC. %
			PICK UP	PANEL	COMBI RURAL		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
00-01	8	7	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18	0.46
01-02	7	3	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	0.36
02-03	11	9	5	3	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29	0.74
03-04	12	6	6	3	8	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40	1.02
04-05	24	31	13	1	22	-	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	94	2.40
05-06	33	52	25	2	37	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	150	3.84
06-07	64	76	38	6	43	-	-	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	231	5.91
07-08	72	72	42	11	51	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	249	6.37
08-09	64	69	38	14	44	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	230	5.88
09-10	63	66	33	13	39	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	219	5.60
10-11	53	51	42	8	43	-	-	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	201	5.14
11-12	52	30	30	6	45	-	-	-	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	169	4.32
12-13	73	70	39	4	43	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	231	5.91
13-14	63	69	39	3	53	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	228	5.83
14-15	57	63	48	6	61	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	237	6.06
15-16	52	58	39	6	55	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	212	5.42
16-17	67	77	33	8	32	-	-	-	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	223	5.70
17-18	78	67	41	4	31	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	224	5.73
18-19	72	83	37	13	33	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	242	6.19
19-20	78	80	42	18	81	-	-	-	6	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	306	7.82
20-21	55	45	25	8	27	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	162	4.14
21-22	40	48	28	3	6	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	127	3.25
22-23	21	13	15	1	1	-	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	54	1.38
23-24	5	8	7	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21	0.54
TOTAL	1,124	1,153	670	141	757	0	0	0	51	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,911	100.00
%	28.74	29.48	17.13	3.61	19.36	0.00	0.00	0.00	1.30	0.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

ELABORACION: PROPIA

VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO
FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO

Carretera:

"Av Perú"

Tramo
Cod Estación
Estación

ANDAHUAYLAS - SAN JERONIMO
ANDAHUAYLAS
1

Ubicacion
Sentido
Dia

ANDAHUAYLAS - AV. PERU
AMBOS
sabado
Fecha 19-Dic-20

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLER			TRAYLERS				TOTAL	PORC. %
			PICK UP	PANEL	COMBI RURAL		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2		
00-01	14	11	9	1	1	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	39	0.49
01-02	13	14	6	2	3	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	40	0.51
02-03	21	15	11	4	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	55	0.70
03-04	25	14	14	8	14	-	-	-	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	81	1.03
04-05	45	47	23	4	40	-	-	-	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	164	2.08
05-06	65	91	43	6	70	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	279	3.54
06-07	123	145	71	8	82	-	-	-	6	1	-	-	-	-	-	-	-	-	436	5.53
07-08	140	144	85	19	96	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	490	6.22
08-09	132	142	86	22	86	-	-	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	472	5.99
09-10	131	137	74	31	78	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	459	5.82
10-11	107	109	80	15	86	-	-	-	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	402	5.10
11-12	103	73	68	18	88	-	-	-	5	2	-	-	-	-	-	-	-	-	357	4.53
12-13	140	143	77	12	88	-	-	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	464	5.89
13-14	131	143	77	6	104	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	466	5.91
14-15	118	131	92	7	117	-	-	-	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	470	5.96
15-16	108	121	84	10	108	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	437	5.55
16-17	140	155	61	11	70	-	-	-	7	1	-	-	-	-	-	-	-	-	445	5.65
17-18	154	140	79	11	65	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	453	5.75
18-19	145	158	70	21	70	-	-	-	5	2	-	-	-	-	-	-	-	-	471	5.98
19-20	146	159	76	31	115	-	-	-	8	1	-	-	-	-	-	-	-	-	536	6.80
20-21	118	113	68	14	65	-	-	-	7	1	-	-	-	-	-	-	-	-	386	4.90
21-22	85	91	59	8	19	-	-	-	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	268	3.40
22-23	48	45	38	3	5	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	143	1.81
23-24	15	21	25	3	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	67	0.85
TOTAL	2,267	2,362	1,376	275	1,470	0	0	0	107	23	0	0	0	0	0	0	0	0	7,880	100.00
%	28.77	29.97	17.46	3.49	18.65	0.00	0.00	0.00	1.36	0.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

ELABORACIÓN: PROPIA

VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO
FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO

Carretera:

"Av Perú"

Tramo
Cod Estación
Estación

ANDAHUAYLAS - SAN JERONIMO
ANDAHUAYLAS
1

Ubicacion
Sentido
Dia

ANDAHUAYLAS - AV. PERU
ENTRADA
DOMINGO
Fecha 20-Dic-20

HORA	AUTO	STATION		CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLER				TRAYLERS				TOTAL	PORC. %
		WAGON	PICK UP	PANEL	COMBI RURAL	2E		>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
00-01	7	9	8	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	1.11	
01-02	8	3	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	0.67	
02-03	7	5	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	0.67	
03-04	6	9	5	4	3	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29	1.29	
04-05	20	13	8	3	4	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	51	2.27	
05-06	16	18	17	7	10	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	69	3.07	
06-07	33	25	15	6	12	-	-	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	95	4.23	
07-08	46	28	28	9	23	-	-	-	5	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	142	6.32	
08-09	32	27	10	13	13	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	97	4.31	
09-10	26	20	10	9	12	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	78	3.47	
10-11	31	17	18	10	10	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	89	3.96	
11-12	43	28	25	12	13	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	122	5.43	
12-13	56	45	24	25	19	-	-	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	173	7.70	
13-14	42	30	13	11	13	-	-	-	2	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	113	5.03	
14-15	31	19	13	10	14	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	89	3.96	
15-16	33	19	11	6	12	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	83	3.69	
16-17	36	22	12	10	13	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	97	4.31	
17-18	43	30	10	11	12	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	110	4.89	
18-19	52	43	16	12	15	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	140	6.23	
19-20	50	39	17	12	13	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	133	5.92	
20-21	31	278	8	7	10	-	-	-	2	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	339	15.08	
21-22	23	23	11	6	6	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	71	3.16	
22-23	12	10	8	6	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	38	1.69	
23-24	19	11	2	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35	1.56	
TOTAL	703	771	293	195	230	0	0	0	34	20	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2,248	100.00	
%	31.27	34.30	13.03	8.67	10.23	0.00	0.00	0.00	1.51	0.89	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00		

ELABORACION: PROPIA

VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO
FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO

Carretera:

"Av Perú"

Tramo ANDAHUAYLAS - SAN JERONIMO
 Cod Estación ANDAHUAYLAS
 Estación 1

Ubicacion ANDAHUAYLAS - AV. PERU
 Sentido SALIDA
 Dia DOMINGO Fecha 20-Dic-20

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION				SEMITRAYLER			TRAYLERS				TOTAL	PORC. %	
			PICK UP	PANEL	COMBI RURAL		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
00-01	6	7	10	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	1.22
01-02	10	8	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21	1.03
02-03	5	4	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	0.73
03-04	10	11	8	5	2	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	38	1.86
04-05	15	17	12	5	3	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	55	2.69
05-06	25	15	19	10	9	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	81	3.96
06-07	40	13	11	9	13	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	90	4.40
07-08	41	30	18	12	20	-	-	-	7	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	130	6.36
08-09	38	24	16	15	15	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	110	5.38
09-10	23	24	14	11	14	-	-	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	90	4.40
10-11	36	21	11	8	13	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	91	4.45
11-12	52	25	30	6	13	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	130	6.36
12-13	47	39	25	23	16	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	153	7.48
13-14	40	23	11	14	12	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	102	4.99
14-15	34	17	15	11	11	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	90	4.40
15-16	30	42	8	11	14	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	107	5.23
16-17	30	27	10	13	11	-	-	-	3	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	98	4.79
17-18	36	38	10	8	14	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	108	5.28
18-19	48	38	23	10	12	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	135	6.60
19-20	42	43	21	11	12	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	131	6.41
20-21	28	24	11	9	11	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	87	4.25
21-22	26	21	17	4	5	-	-	-	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	79	3.86
22-23	15	12	9	5	3	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	46	2.25
23-24	15	7	5	3	1	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33	1.61
TOTAL	692	530	322	206	224	0	0	0	46	24	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,045	100.00
%	33.84	25.92	15.75	10.07	10.95	0.00	0.00	0.00	2.25	1.17	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

ELABORACIÓN: PROPIA

VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO
FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO

Carretera:

"Av Perú"

Tramo ANDAHUAYLAS - SAN JERONIMO
 Cod Estación ANDAHUAYLAS
 Estación 1

Ubicacion ANDAHUAYLAS - AV. PERU
 Sentido AMBOS
 Dia DOMINGO
 Fecha 20-Dic-20

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLER				TRAYLERS				TOTAL	PORC. %
			PICK UP	PANEL	COMBI RURAL		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
00-01	13	16	18	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50	1.16
01-02	18	11	5	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36	0.84
02-03	12	9	7	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30	0.70
03-04	16	20	13	9	5	-	-	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	67	1.56
04-05	35	30	20	8	7	-	-	-	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	106	2.47
05-06	41	33	36	17	19	-	-	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	150	3.49
06-07	73	38	26	15	25	-	-	-	5	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	185	4.31
07-08	87	58	46	21	43	-	-	-	12	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	272	6.34
08-09	70	51	26	28	28	-	-	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	207	4.82
09-10	49	44	24	20	26	-	-	-	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	168	3.91
10-11	67	38	29	18	23	-	-	-	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	180	4.19
11-12	95	53	55	18	26	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	252	5.87
12-13	103	84	49	48	35	-	-	-	5	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	326	7.59
13-14	82	53	24	25	25	-	-	-	4	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	215	5.01
14-15	65	36	28	21	25	-	-	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	179	4.17
15-16	63	61	19	17	26	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	190	4.43
16-17	66	49	22	23	24	-	-	-	5	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	195	4.54
17-18	79	68	20	19	26	-	-	-	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	218	5.08
18-19	100	81	39	22	27	-	-	-	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	275	6.41
19-20	92	82	38	23	25	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	264	6.15
20-21	59	302	19	16	21	-	-	-	4	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	426	9.92
21-22	49	44	28	10	11	-	-	-	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	150	3.49
22-23	27	22	17	11	5	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	84	1.96
23-24	34	18	7	5	2	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	68	1.58
TOTAL	1,395	1,301	615	401	454	0	0	0	80	44	3	0	0	0	0	0	0	0	0	4,293	100.00
%	32.49	30.31	14.33	9.34	10.58	0.00	0.00	0.00	1.86	1.02	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

ELABORACION: PROPIA

VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO
FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO

Carretera:

"Av Perú"

Tramo
Cod Estación
Estación

ANDAHUAYLAS - SAN JERONIMO
ANDAHUAYLAS
1

Ubicacion
Sentido
Dia

ANDAHUAYLAS - AV. PERU
SALIDA
LUNES
Fecha 21-Dic-20

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLER				TRAYLERS				TOTAL	PORC. %	
			PICK UP	PANEL	COMBI RURAL		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
00-01	8	17	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31	1.52
01-02	15	10	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29	0.74
02-03	18	15	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	38	0.97
03-04	10	12	10	2	1	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	37	0.95
04-05	14	15	8	3	4	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	46	1.18
05-06	22	25	10	5	13	-	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	78	1.99
06-07	38	38	14	12	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	127	3.25
07-08	48	42	25	6	32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	153	3.91
08-09	50	44	18	4	33	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	151	3.86
09-10	51	48	28	9	28	-	-	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	168	4.30
10-11	56	42	20	10	28	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	157	4.01
11-12	55	40	30	5	33	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	166	4.24
12-13	62	44	35	7	31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	179	4.58
13-14	46	41	24	8	25	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	147	3.76
14-15	48	33	18	7	27	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	134	3.43
15-16	33	40	22	7	20	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	123	3.14
16-17	42	44	27	10	20	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	146	3.73
17-18	44	42	25	6	22	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	140	3.58
18-19	51	45	18	4	33	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	155	3.96
19-20	55	50	25	12	21	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	164	4.19
20-21	48	30	17	13	14	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	125	3.20
21-22	47	32	18	4	12	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	115	2.94
22-23	38	40	16	4	4	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	105	2.68
23-24	15	5	4	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	0.64
TOTAL	914	794	424	141	427	0	0	0	30	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,739	70.76
%	33.37	28.99	15.48	5.15	15.59	0.00	0.00	0.00	1.10	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

ELABORACIÓN: PROPIA

VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO
FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO

Carretera:

"Av Perú"

Tramo
Cod Estación
Estación

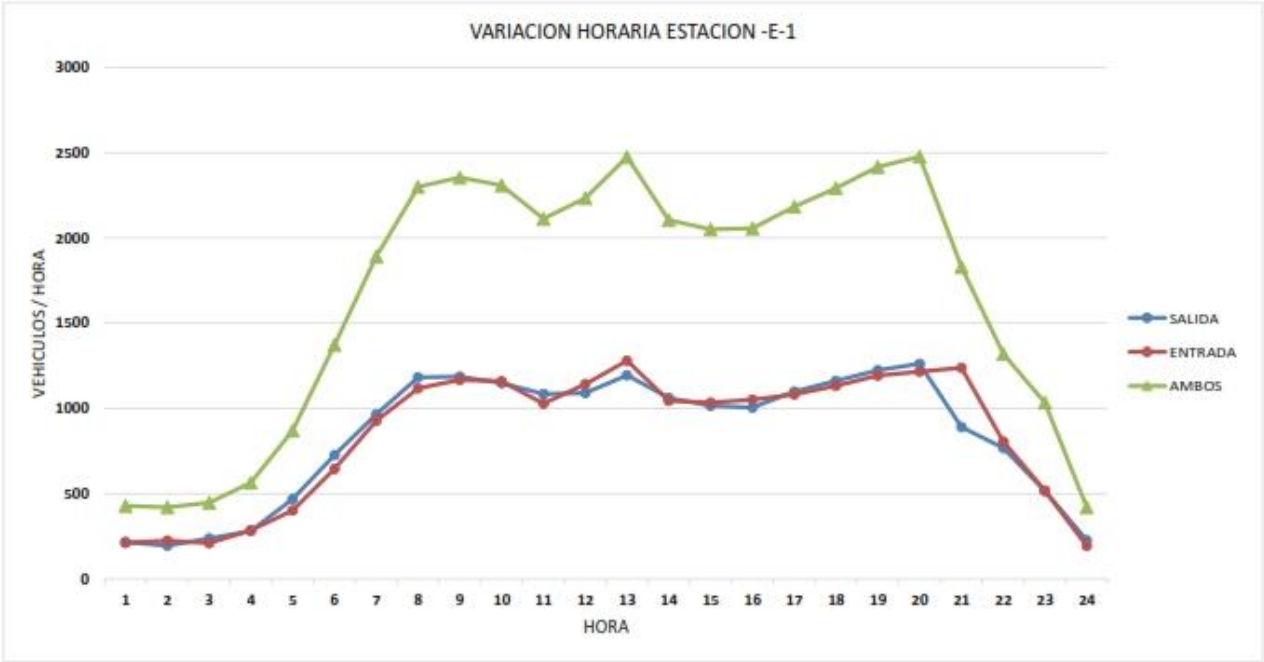
ANDAHUAYLAS - SAN JERONIMO
ANDAHUAYLAS
1

Ubicacion
Sentido
Dia

ANDAHUAYLAS - AV. PERU
AMBOS
LUNES
Fecha 21-Dic-20

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLER			TRAYLERS				TOTAL	PORC. %	
			PICK UP	PANEL	COMBI RURAL		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2			>=3T3
00-01	18	32	7	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	59	1.08
01-02	29	22	6	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	59	1.08
02-03	30	26	8	2	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	67	1.22
03-04	25	22	21	5	3	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	78	1.43
04-05	35	27	13	4	8	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	90	1.64
05-06	48	47	22	9	24	-	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	153	2.80
06-07	74	68	29	22	47	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	241	4.40
07-08	93	82	44	16	62	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	298	5.45
08-09	105	104	40	12	68	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	333	6.09
09-10	97	83	61	23	58	-	-	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	326	5.96
10-11	104	80	45	22	54	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	308	5.63
11-12	113	75	62	17	67	-	-	-	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	340	6.21
12-13	130	94	60	18	67	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	370	6.76
13-14	90	79	54	13	53	-	-	-	5	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	296	5.41
14-15	93	63	40	17	49	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	265	4.84
15-16	73	70	46	12	45	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	249	4.55
16-17	97	79	44	15	38	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	277	5.06
17-18	86	86	57	11	44	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	287	5.24
18-19	101	85	33	6	68	-	-	-	4	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	300	5.48
19-20	113	95	47	18	43	-	-	-	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	322	5.88
20-21	92	65	45	27	29	-	-	-	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	264	4.82
21-22	85	67	40	14	22	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	231	4.22
22-23	68	70	32	6	9	-	-	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	189	3.45
23-24	35	15	15	2	2	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	70	1.28
TOTAL	1,834	1,536	871	293	861	0	0	0	58	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,472	100.00
%	33.52	28.07	15.92	5.35	15.73	0.00	0.00	0.00	1.06	0.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

ELABORACIÓN: PROPIA



Anexo 6. Estudio de Suelos



JEEXA INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN S.A.C
R.U.C. N° 20604961263

ESTUDIO DE SUELOS

DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE
PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD EN LA AV.
PERÚ EN EL DISTRITO DE ANDAHUAYLAS, AÑO 2020



INFORME FINAL

DICIEMBRE, 2020




ESTUDIO DE SUELOS

DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD EN LA AV. PERÚ EN EL DISTRITO DE ANDAHUAYLAS, AÑO 2020

INDICE

- 1.0 GENERALIDADES
 - 1.1 Objetivos
 - 1.2 Objetivo Especificos
 - 1.3 Localización del Proyecto
 - 1.4 Acceso al Área de Estudio
 - 1.5 Clima
 - 2.0 ESTUDIO DE SUELOS
 - 2.1 Trabajo de campo
 - 2.2 Ensayos de laboratorio
 - 2.2.1 Granulometría
 - 2.2.2 Plasticidad
 - 2.2.3 Clasificación de suelos
 - 2.2.4 Humedad
 - 2.2.5 Ensayo de soporte california (c.b.r.)
 - 2.3 Caracterización de los suelos de la plataforma
 - 3.0 MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE
 - 3.1 Objetivo
 - 3.2 Determinación del sector analizado
 - 3.3 Alternativa de Estabilización de la Subrasante
 - 3.4 Procedimiento para Determinar la Altura de Mejoramiento
 - 3.5 Capacidad de Soporte
 - 3.6 Suelos que no cumplen las especificaciones generales (EG-2000)
 - 4.0 CONCLUSIONES
- ANEXOS
- Anexo I :Registros de Calicatas
 - Anexo II :Ensayos de Laboratorio
 - Anexo III :Panel Fotográfico
 - Anexo IV :Planos


MIGUEL ENVER
QUISPE PALOMINO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 141882

1.0 GENERALIDADES

1.1 Objetivos

El objetivo general del presente estudio es determinar las características físicas – mecánicas de los suelos de Subrasante del Proyecto DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD EN LA AV. PERÚ EN EL DISTRITO DE ANDAHUAYLAS.

1.2 Objetivo Especifico

El presente estudio tuvo por objetivo realizar la investigación de suelos subyacentes en la Av. Perú . El programa de trabajo ha consistido en las siguientes actividades:

- Efectuar las exploraciones de campo necesarias para determinar las características físicas- mecánicas de los suelos de subrasante de la plataforma existente.
- Elaborar el perfil estratigráfico de la subrasante en base a los resultados de los ensayos efectuados a los suelos.
- Determinar la necesidad de Mejoramiento de Suelos en base a sus características físicas y mecánicas.

1.3 Localización del Proyecto


La zona de estudio se ubica en el Departamento de Apurímac, Provincia de Andahuaylas, Distrito de Andahuaylas.



Imagen 01, vista de la Av. Peru, Fuente: Google Eart

1.4 Acceso al Área de Estudio

El acceso principal al área desde la ciudad de Lima, mediante la panamericana sur hasta la ciudad de Pisco, seguidamente via Pisco – Ayacucho, luego mediante la vía Ayacucho Andahuaylas mediante vía asfaltada.


MIGUEL ENVER
QUISPE PALOMINO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 141862

1.5 Clima

Andahuaylas se encuentra a 2967 metros sobre el nivel del mar. El clima aquí es suave, y generalmente cálido y templado. En comparación con el invierno, los veranos tienen mucha más lluvia.

La temperatura media anual en Andahuaylas se encuentra a 13.8 °C. La precipitación aproximada es de 930 mm.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	14.3	14.2	14	14.2	13.4	12.2	12.1	12.8	13.7	15.3	16.5	14.5
Temperatura mín. (°C)	6.9	7	6.9	6.4	4.8	3.3	3.1	3.5	5.3	6.4	6.6	6.6
Temperatura máx. (°C)	21.7	21.4	21.2	22.1	22	21.2	21.2	22.1	22.2	24.2	24	22.9
Temperatura media (°F)	57.7	57.6	57.2	57.6	56.1	54.0	53.8	55.0	56.7	60.0	61.6	58.1
Temperatura mín. (°F)	44.4	44.6	44.4	43.5	40.6	37.9	37.6	38.3	41.6	43.6	43.9	44.1
Temperatura máx. (°F)	71.1	70.5	70.2	71.8	71.6	70.2	70.2	71.8	72.0	75.6	75.2	73.1
Precipitación (mm)	169	179	158	80	21	11	10	21	48	71	76	108

Fuente: es.climate-data.org

2.0 ESTUDIO DE SUELOS DE LA VIA

2.1 TRABAJO DE CAMPO

La exploración del subsuelo en la vía del estudio, se ha realizado mediante excavaciones a cielo abierto (calicatas), hasta 1.50 m de profundidad. Se ha realizado 1 excavaciones por 1500 m², haciendo un total de 7 calicatas.

En los registros de excavación se efectuó la descripción de todos los estratos encontrados, detallándose las características del suelo tales como grado de humedad, compacidad, consistencia, color de suelo, presencia de sustancias extrañas o suelos orgánicos y tamaños máximos superiores a 2" y sus porcentajes de participación.

2.2 ENSAYOS DE LABORATORIO

Los ensayos de las muestras extraídas de las calicatas efectuadas en la vía han sido efectuados en el Laboratorio de JEEXA Ingeniería y Construcción.


 MIGUEL ENVER
 QUISPE PALOMINO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 141882

Los ensayos estándares efectuados son los siguientes:

- Análisis Granulométricos por tamizado ASTM D 422, MTC E 107
- Clasificaciones SUCS
- Clasificaciones AASHTO
- Límites de Atterberg, (Límite Líquido y Límite Plástico) ASTM D 4318, MTC E 110, 111
- Humedad Natural ASTM D 2216, MTC E 108
- Proctor Modificado ASTM C 1557-C, MTC E 115
- California Bearing Ratio (CBR) ASTM D 1883, MTC E 132

2.2.1 Granulometría


Representa la distribución de los tamaños que posee el agregado mediante le tamizado según especificación técnica (MTC EM 107), A partir del cual se puede estimar, con mayor o menor aproximación, las demás propiedades.

El análisis granulométrico de un suelo tiene por finalidad determinar la proporción de sus diferentes elementos constituyentes, clasificados en función de su tamaño.

De acuerdo al tamaño de las partículas de suelo, se define los siguientes términos:

Cuadro N° 1 CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS SEGÚN TAMAÑO DE PARTÍCULA

Tipo de material		Tamaño de las partículas
Grava		75 mm – 4.5 mm
Arena		Arena gruesa: 4.75 mm – 2.00 mm
		Arena media: 2.00 mm – 0.425 mm
		Arena fina: 0.425 mm – 0.075 mm
Material Fino	Limo	0.075 mm – 0.005 mm
	Arcilla	Menor a 0.005 mm


MIGUEL ENVER
QUISPE PALOMINO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 141882

2.2.2 Plasticidad

Determinado a partir de los Límites de Atterberg. Representa la propiedad de estabilidad que presenta los suelos hasta cierto grado de humedad sin disgregarse, por tanto, la plasticidad de un suelo, depende, no de los elementos gruesos que contiene, sino únicamente de sus elementos finos. El análisis granulométrico no permite apreciar esta característica.

Los límites de Atterberg establecen cuan sensible es el comportamiento de un suelo en relación con su contenido de humedad (agua), definiéndose los límites correspondientes a los tres estados de consistencia y de acuerdo a ello puede presentarse un suelo: líquido, plástico o sólido. .

- Límite Líquido (LL), cuando el suelo pasa del estado semilíquido a un estado plástico y puede moldearse.
- Límite Plástico (LP), cuando un suelo pasa de un estado plástico a un estado semisólido y se rompe.
- El Índice Plástico, se define como la diferencia entre el LL y el LP. Indica la magnitud del intervalo de humedades en el cual el suelo posee consistencia plástica y permite clasificar bastante bien un suelo. Un IP grande corresponde a un suelo arcilloso; por el contrario un IP pequeño es característico de un suelo poco arcilloso.

En tal sentido, el suelo en relación a su índice de plasticidad puede clasificarse según la siguiente Tabla:

Cuadro N° 2 CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS SEGÚN ÍNDICE DE PLASTICIDAD

• Índice de Plasticidad	• Plasticidad	• Características
• $IP > 20$	• Alta	• Suelos muy arcillosos
• $IP \leq 20, IP > 7$	• Media	• Suelos arcillosos
• $IP < 7$	• Baja	• Suelos poco arcillosos
• $IP = 0$	• No Plástico (NP)	• Suelos exentos de arcilla

Se debe tener en cuenta que, en un suelo el contenido de arcilla, de acuerdo a su magnitud puede ser un elemento riesgoso en un suelo de subrasante y en una estructura de pavimento, debido sobre todo a su gran sensibilidad al agua.

2.2.3 Clasificación de suelos

Determinadas las características de los suelos, según los acápites anteriores, se podrá estimar con suficiente aproximación el comportamiento de los suelos, especialmente con el conocimiento de la granulometría, plasticidad e índice de grupo; y luego clasificar los suelos.

Esta clasificación permite predecir el comportamiento aproximado de los suelos, que contribuirá a delimitar los sectores homogéneos desde el punto de vista geotécnico.

A continuación se presenta una correlación de los dos sistemas de clasificación más difundidos, AASHTO y ASTM (SUCS):

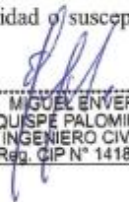
Cuadro N° 3 CORRELACIÓN DE TIPOS DE SUELOS AASHTO – SUCS

Clasificación AASHTO	Clasificación SUCS
A-1-a	GW, GP, GM, SW, SP, SM
A-1-b	GM, GP, SM, SP
A-2	GM, GC, SM, SC
A-3	SP
A-4	CL, ML
A-5	ML, MH, CH
A-6	CL, CH
A-7	OH, MH, CH

2.2.4 Humedad

Es importante porque la resistencia de los suelos en especial de los suelos finos está relacionada directamente con la cantidad de agua contenida en el suelo (humedad) y densidad.

Así mismo, los parámetros adicionales de consistencia y liquidez son evaluados a través de la humedad y límites de Atterberg, determinándose su trabajabilidad o susceptibilidad al colapso.


MIGUEL ENVER
QUISPE PALOMINO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 141882

2.2.5 Ensayo de Soporte california (C.B.R.)

Realizado bajo la norma de ensayo MTC EM 132, una vez que se haya clasificado los suelos por el sistema AASHTO y SUCS, para caminos contemplados en este manual, se elaborará un perfil estratigráfico para cada sector homogéneo o tramo en estudio, a partir del cual se determinará el programa de ensayos para establecer el CBR que es el valor soporte o resistencia del suelo, que estará referido al 95% de la MDS (Máxima Densidad Seca) y a una penetración de carga de 2.54 mm.


Indica o determina la resistencia del suelo y se puede clasificar los suelos en base la siguiente Tabla:

Cuadro N° 4 CATEGORÍA DE SUBRASANTE

Categoría de Subrasante	C.B.R. (%)
S ₅ : Subrasante Inadecuada	C.B.R. < 3%
S ₄ : Subrasante Pobre	C.B.R. [3% - 6%]
S ₃ : Subrasante Regular	C.B.R. [6% - 10%]
S ₂ : Subrasante Buena	C.B.R. [10% - 20%]
S ₁ : Subrasante Muy Buena	C.B.R. [20% - 30%]
S ₀ : Subrasante Excelente	C.B.R. >=30%

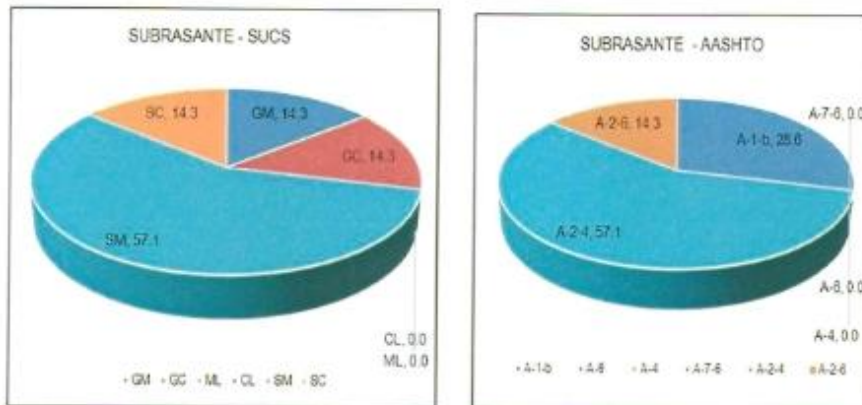
Para obtener el Módulo Resiliente a partir del CBR, se empleará la siguiente ecuación que correlaciona el Mr – CBR, obtenida del Appendix CC-1 “Correlation of CBR values with soil index properties” preparado el 2001 por NCHRP Project 1-37A (National Cooperative Highway Research Program), documento que forma parte de MEPSD Mechanistic – Empirical Pavement Design Guide – AASHTO interim 2008):

$$Mr \text{ (psi)} = 2555 \times \text{C.B.R.}^{0.64}$$


MIGUEL ENVER
CUI/SPE/PALOMINO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 141882

2.3 CARACTERIZACIÓN DE LOS SUELOS DE LA PLATAFORMA

Figura N° 1 PARTICIPACION POR TIPOS DE SUELOS



En los suelos que conforman la Subrasante predominan los suelos arenosos limosos. Las Arenas limosas se presentan en mayor porcentaje 57.1 %, identificadas en el sistema de clasificación SUCS como un SM, GM y GC y en el sistema de clasificación AASHTO como un A-2-4 alcanzando un 57.1% de participación en total, presentan plasticidad baja a media y humedad baja. Siguen los suelos granulares Grava Limosa y grava arcillosa con un 14.3% y 14.3% de participación respectivamente y en el sistema de clasificación A-1-b con 28.6 % y A-2-6 con 14.3 %.

Miguel Enver Quispe Palomino
MIGUEL ENVER
QUISPE PALOMINO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 141882



JEEKA INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN S.A.C
R.U.C. N° 20604961263

Cuadro N°5 RESUMEN DE ENSAYOS

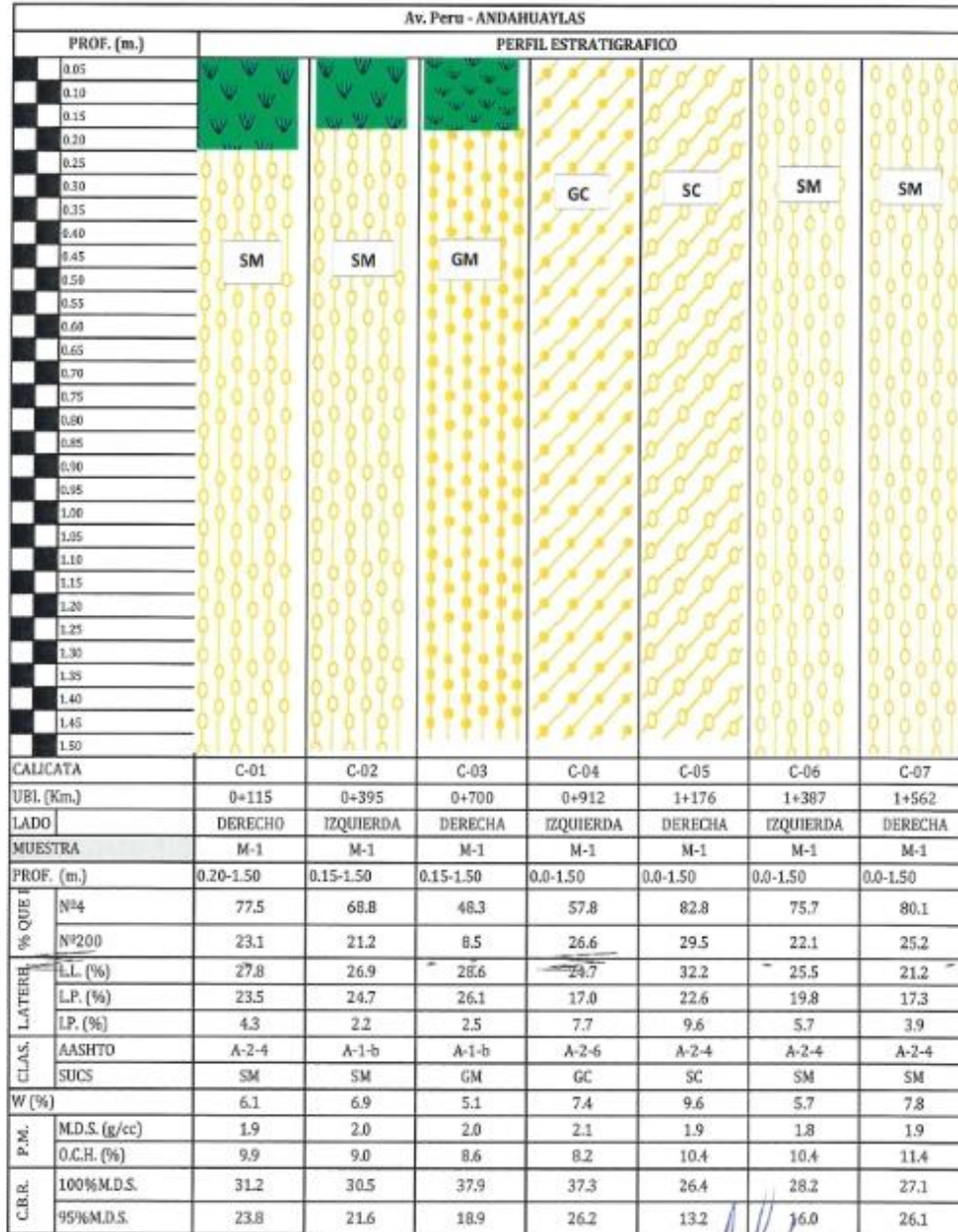
CAL.	UBI (Km.)	LADO	MUE.	PROF. (m.)	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (% QUE PASA)								LIM. DE ATTER.			CLAS.		W (%)	PROCTOR MOD.		C.B.R. (%)	
					2"	3/4"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº200	LL (%)	L.P. (%)	I.P. (%)	ASBHTO	SUCS	M.D.S. (gr/cc)		O.C.H. (%)	100% M.D.S.	65% M.D.S.	
C-01	0+115	DERECHO	M-1	0.20 - 1.50	100	87.7	84.37	77.5	70.1	54.38	23.06	27.8	23.5	4.3	A-2-4	SM	6.14	1.92	9.9	31.2	23.8	
C-02	0+395	IZQUIERDO	M-1	0.15 - 1.50	97.88	82.83	75.65	68.8	59.9	44.81	21.2	26.83	24.76	2.17	A-1-b	SM	6.08	1.95	9	30.53	21.82	
C-03	0+700	DERECHO	M-1	0.15 - 1.50	97.74	73.4	60.05	48.3	43.03	31.03	8.48	28.8	28.09	2.47	A-1-b	GM	5.08	2.0	8.6	37.9	18.9	
C-04	0+912	IZQUIERDO	M-1	0.0 - 1.50	95.4	80.6	70.4	67.8	53.5	43.4	26.6	24.7	17.0	7.7	A-2-6	GC	7.4	2.1	8.2	37.3	26.2	
C-05	1+176	DERECHO	M-1	0.0 - 1.50	100	84.2	88.8	82.8	75.8	55.3	26.5	32.2	22.6	9.6	A-2-4	SC	8.6	1.9	10.4	26.4	13.2	
C-06	1+387	IZQUIERDO	M-1	0.0 - 1.50	95.9	82.8	80.6	75.7	67.3	49.9	22.1	25.5	19.8	5.7	A-2-4	SM	5.7	1.8	10.4	28.2	16.0	
C-07	1+562	DERECHO	M-1	0.0 - 1.50	100	86.3	86.3	80.1	72.7	57.2	25.2	21.2	17.3	3.8	A-2-4	SM	7.8	1.9	11.4	27.1	26.1	

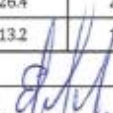
MIGUEL ENVER
QUISPE PALOMINO
INGENIERO CIVIL
Rep. CIP N° 141862



JEEXA INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN S.A.C
R.U.C. N° 20604961263

Figura N° 2 PERFIL ESTRATIGRAFICO




 MIGUEL ENVER
 QUISPE PALOMINO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIPN° 141882



3.0 MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE

3.1 OBJETIVO

El objetivo principal es determinar la necesidad de mejoramiento en los suelos de subrasante, debido a la presencia de suelos de baja capacidad de soporte o suelos expansivos, con sus respectivas dimensiones de largo, ancho y profundidad.

3.2 DETERMINACIÓN DEL SECTOR ANALIZADO

- Por lo general se inicia evaluando los sectores donde se realizarán cortes para alcanzar el nivel de rasante lo que implica algunas veces eliminar la capa granular superficial y llegar hasta suelos de subrasante y/o fundación que no son de buena capacidad de soporte.
- Se analiza las condiciones naturales del suelo como son CBR, Humedad y características físicas, parámetros importantes para definir el comportamiento del suelo.

3.3 ALTERNATIVAS DE ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE

3.3.1 Estabilización por Combinación de Suelos

La estabilización por combinación de suelos considera la combinación o mezcla de los materiales del suelo existente con materiales de préstamo. El suelo existente se disgregará o escarificará, en una profundidad de quince centímetros (15 cm) y luego se colocará el material de préstamo o de aporte. Los materiales disgregados y los de aporte se humedecerán o airearán hasta alcanzar la humedad apropiada de compactación y previa eliminación de partículas mayores de setenta y cinco milímetros (75 mm), si las hubiere. Luego se procederá a un mezclado de ambos suelos, se conformará y compactará cumpliendo las exigencias de densidad y espesores hasta el nivel de subrasante fijado en el proyecto.

El suelo de aporte para el mejoramiento se aplicará en los sitios indicados en los documentos del proyecto, en cantidad tal, que se garantice que la mezcla con el suelo existente cumpla las exigencias de las Especificaciones Técnicas Generales para el Mejoramiento de Suelos (Sección 207)

MIGUEL ENVER
QUISEPÉ PALOMINO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 141882



La zona del proyecto comprende de suelo con una gradación para una clasificación de: A-1-a, A-1-b, A-2-4, A-2-6 y A-3, según las Especificaciones Técnicas Generales.

3.3.2 Estabilización con Cemento

El material llamado suelo-cemento se obtiene por la mezcla íntima de un suelo suficientemente disgregado con cemento, agua y otras eventuales adiciones, seguida de una compactación y un curado adecuados. De esta forma, el material suelto se convierte en otro endurecido, mucho más resistente. A diferencia del concreto, sin embargo, los granos de los suelos no están envueltos en pasta de cemento endurecido, sino que están puntualmente unidos entre sí. Por ello, el suelo-cemento tiene una resistencia inferior y un módulo de elasticidad más bajo que el concreto.

El contenido óptimo de agua se determina por el ensayo proctor como en la compactación de suelos.


Las propiedades del suelo-cemento dependen de:

- Tipo y cantidad de suelo, cemento y agua.
- Ejecución.
- Edad de la mezcla compactada y tipo de curado.

Los suelos más adecuados para estabilizar con cemento son los granulares tipos A-1, A-2 y A-3, con finos de plasticidad baja o media ($LL < 40$, $IP < 18$).

La resistencia del suelo-cemento aumenta con el contenido de cemento y la edad de la mezcla. Al añadir cemento a un suelo y antes de iniciarse el fraguado, su IP disminuye, su LL varía ~~ligera~~ y su densidad máxima y ~~humedad óptima~~ aumenta o disminuyen ligeramente, según el tipo de suelo.

La dosificación de cemento para Suelo-Cemento puede fijarse aproximadamente en función del tipo de suelo, de acuerdo al siguiente Cuadro:


MIGUEL ENVER
QUISPE PALOMINO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 141882

Cuadro N°6 RANGO DE CEMENTO REQUERIDO EN ESTABILIZACION SUELO-
CEMENTO


Clasificación AASHTO	Rango: % de Cemento en peso del suelo
A-1-a	3 - 5
A-1-b	5 - 8
A-2	5 - 9
A-3	7 - 11
Clasificación AASHTO	Rango: % de Cemento en peso del suelo
A-4	7 - 12
A-5	8 - 13
A-6	9 - 15
A-7	10 - 16

Para el presente proyecto tenemos suelos finos con $CBR > 3\%$ y $CBR \leq 6\%$ que varían entre A-4, A-6 y A-7, por lo que el % de cemento podría variar entre 7% y 16% en peso del suelo.

3.3.3 Estabilización por Sustitución de Suelos

Cuando se prevea la construcción de la subrasante mejorada solamente con material adicionado, pueden presentarse dos situaciones, sea que la capa se construya directamente sobre el suelo natural existente o que éste deba ser excavado previamente y reemplazado por el material de adición.

En el primer caso, el suelo existente se deberá escarificar, conformar y compactar a la densidad especificada para cuerpos de terraplén, en una profundidad de quince centímetros (15 cm). Una vez se considere que el suelo de soporte esté debidamente preparado, autorizará la colocación de los materiales, en espesores que garanticen la obtención del nivel de subrasante y densidad exigidos, empleando el equipo de compactación adecuado. Dichos materiales se humedecerán o airearán, según sea


MIGUEL ENVER
QUIJPE PALOMINO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 141882

Pág. 13

necesario, para alcanzar la humedad más apropiada de compactación, procediéndose luego a su densificación.

En el segundo caso, el mejoramiento con material totalmente adicionado implica la remoción total del suelo natural existente, de acuerdo al espesor de reemplazo. Una vez alcanzado el nivel de excavación indicado, conformado y compactado el suelo, se procederá a la colocación y compactación en capas de los materiales, hasta alcanzar las cotas exigidas.

3.3.4 Estabilización con Geosintéticos

Método desarrollado por los Drs. Giroud y Han en el 2004, para CBR < de 4.0 %. La metodología de diseño Giroud-Han, publicada en el manual FHWA NHI-07-092. NHI Course No 132013: "Geosynthetic Design and Construction Guidelines" de la Federal Highway Administration - U.S. Department of Transportation (2008); tiene base teórica y calibración empírica.

Esta metodología se basa en Giroud and Noiray (1981), la cual emplea la teoría de distribución de esfuerzos para calcular la presión vertical sobre la sub-rasante producida por las cargas vehiculares. Con esta presión se calcula un espesor mínimo del relleno necesario para que la sub-rasante pueda soportar las cargas aplicadas. Giroud-Han tienen en cuenta todas las propiedades consideradas en el método Giroud-Noiray, y adicionalmente considera las características del Módulo de Elasticidad del material de relleno, la variación del ángulo de distribución de esfuerzos con el número de pasadas de ejes equivalentes, el módulo de estabilidad de la apertura del material de refuerzo (geo-malla) y la profundidad de ahuellamiento.

La siguiente ecuación es utilizada para calcular el espesor mínimo de relleno requerido en el mejoramiento de la sub-rasante:

$$h = \frac{0.868 + C_f \left(\frac{r}{h}\right)^{1.5} \log N}{\left[1 + 0.204 \left(\frac{3.48 \text{ CBR}_{bc}^{0.3}}{\text{CBR}_{sg}} - 1\right)\right]} \left[\sqrt{\frac{\frac{P}{\pi r^2}}{N_c f_c \text{ CBR}_{sg}} - 1} \right] r$$

Fig. 14

MIGUEL ENVER
QUISPE PALOMINO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 141882

Dónde:

- H : Espesor requerido (m)
Cf : Factor de corrección
P : Carga por llanta
R : Radio de contacto de la llanta (m)
N : Número de pasadas
CBRbc : CBR del agregado de mejoramiento
CBRsg : CBR de la sub-rasante a mejorar.
Fs : Factor de ahuellamiento (mm)
S : Máximo Ahuellamiento
Nc : Factor de Capacidad de Carga (sin y con refuerzo)
Fc : Factor de relación entre el CBR de la sub-rasante y el valor de corte.


Para la elaboración de los diseños, se ha considerado como CBR de diseño de la sub-rasante blanda los valores indicados en el cuadro adjunto. Así mismo se asumirá un valor de C.B.R. del material de mejoramiento o relleno igual o mayor a 30.0%.

3.4 PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR LA ALTURA DE MEJORAMIENTO

Para la determinación de la altura de Mejoramiento se utilizara el criterio adoptado para calcular el Modulo Resiliente equivalente de la Subrasante, que considera tanto el Mr de cada capa como el espesor de cada una de estas hasta una profundidad de 1.5 metros.

El "Módulo Resiliente Equivalente" es un valor que se determina a partir del concepto de rigidez equivalente, reduciendo la resistencia mayor de la capa granular superior por efecto del estrato-inferior de suelo de baja resistencia, la ecuación del módulo resiliente equivalente se encuentra descrita en el Design Pamphlet for the Determination of Design Subgrade in Support of the 1993 AASHTO Guide for the Design of Pavement Structures y se indica a continuación:

$$M_R(\text{Equivalent}) = \frac{D_{S1}^3 M_{R1} + D_{S2}^3 M_{R2}}{(D_{S1})^3 + (D_{S2})^3}$$


MIGUEL ENVER
QUISPE PALOMINO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 141882



El material a utilizar para el reemplazo de los suelos de relleno deberá ser proveniente de cantera con un valor de C.B.R. mínimo (95% de la M.D.S.) de 30%, considerando que los valores de CBR de las Canteras consideradas tienen un valor superior a 30%.

De acuerdo al criterio planteado se realizará el análisis para determinar altura de mejoramiento por reemplazo de suelos.

3.5 CAPACIDAD DE SOPORTE

En la etapa de estudio se determina el CBR de Diseño, considerando que este se encuentra al 95% de la Máxima Densidad Seca, es probable que se presenten suelos de baja capacidad de soporte que se encuentren por debajo de este nivel de compactación, siendo así la resistencia ofrecida es inferior a la supuesta, también se encontrará suelos cuya humedad se aleje demasiado del óptimo contenido de humedad de la misma manera esto originará que la compactación de este suelo natural no sea la supuesta en la etapa de Diseño.

Siendo que no se puede determinar la verdadera resistencia en sus condiciones naturales de densidad y humedad, ya que el ensayo de CBR se trabaja bajo condiciones de máxima densidad y posterior saturado, se tratará en lo posible de eliminar todo suelo calificado como muy pobre y pobre.

La Vía de Evitamiento a la ciudad de Juanjui se desarrolla en un terreno virgen, con un topografía accidentada, estas dos condiciones, general que el perfil longitudinal proyectado sea el resultado de cortes y rellenos con alturas considerables (> 1.5 metros).

Para el cálculo del Mr equivalente se ha tenido en consideración:

- Sectores en relleno donde la subrasante está conformada con suelos provenientes de canteras, considerando un C.B.R. mínimo de 30% al 95% de la Máxima Densidad Seca.
- Sectores donde se ha considerado Estabilización de la Subrasante y se tomara en cuenta el CBR de la capa estabilizada al 95% de la Máxima Densidad Seca.
- Sectores con suelos naturales y con C.B.R. superior a 6%.


Pág. 16
MIGUEL ENVER
QUIÉPE PALOMINO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 141882



3.6 SUELOS QUE NO CUMPLEN LAS ESPECIFICACIONES GENERALES (EG-2000)

Al efectuar cortes, ya sea en el talud o en terraplén existente se exponen suelos que quedarán a nivel de subrasante y que deben cumplir especificaciones básicas, tales como:

Índice de Plasticidad : <10%

Tipo de suelo : A-1-a, A-1-b, A-2-4, A-2-6 y A-3

Suelos que no cumplan estas Especificaciones deberán ser eliminados y reemplazados por suelos adecuados.

3.7 CRITERIOS

3.7.1 Suelos de Baja Capacidad


Este criterio es desarrollado y recomendado por el Ministerio de Transportes en su Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, Sección Suelos y Pavimentos, en el cual indica:

“En general, se recomienda que cuando se presentan Subrasantes clasificadas como muy pobres o pobres (CBR < 6%), se procede a eliminar el material inadecuado y colocar un material granular de reemplazo con CBR mayor o igual a 10% e IP menor a 10%.

3.7.2 Suelos Expansivos

Los suelos arcillosos presentan características de expansividad, es decir sufren grandes cambios de volumen cuando absorben agua afectando su estabilidad volumétrica y características de resistencia al esfuerzo cortante. Los principales efectos que un suelo expansivo puede producir a un pavimento flexible son:

- Contracción por secado.
- Expansión por humedecimiento.
- Desarrollo de presiones de expansión en los suelos confinados en que se restringe la expansión.
- Disminución de la resistencia al esfuerzo cortante y capacidad de carga como consecuencia de la expansión.


MIGUEL PENVER
QUISPE PALOMINO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 141862



Es normal que se presente algunos de estos fenómenos por presencia de suelos finos, siendo las consecuencias:

- Elevación o descensos de la superficie de rodamiento en una longitud importante, que se traduce en desigualdades e irregularidades, aunque no produzcan agrietamiento u otros daños visibles (más frecuente).
- Agrietamiento longitudinal.
- Deformaciones significativas localizadas, generalmente acompañadas de agrietamientos.

El Potencial de Expansión se determina a partir de los Índices de Consistencia, humedad o clasificación del suelo. La Bureau of Reclamation de los Estados Unidos intentó clasificar las arcillas en base al potencial de expansión. También puede definirse en base al Límite de Contracción, Índice Plástico, % de partículas menores a una micra y la expansión libre. La siguiente es una clasificación según Holtz y Gibbs (Bureau of Reclamation de los E.U.A.).

Cuadro N° 7 POTENCIAL DE EXPANSIÓN

Potencial de Expansión	Índice de Plasticidad	Límite Líquido
Muy alto	>32.0	> 70.0
Alto	23.0 – 32.0	50.0 – 70.0
Medio	12.0 – 23.0	35.0 – 50.0
Bajo	< 12.0	20.0 – 35.0

En relación a las alturas de Mejoramiento algunas recomendaciones más directas como de la Federal Highway Administration y que están en función de la importancia de las Vías, se indican en la Tabla N°8:


MIGUEL ENVER
QUISPE PALOMINO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 141882

Cuadro N° 8 ALTURAS DE MEJORAMIENTO POR SUELOS EXPANSIVOS


Índice Plástico (%)	Profundidad de Reemplazo			
	pies		Metros	
	Vía Principal	Vía Secund.	Vía Principal	Vía Secund.
10 – 20	2	2	0.6	0.6
20 – 30	3	3	0.9	0.9
30 – 40	4	4	1.2	1.2
40 – 50	5		1.5	

Así mismo, el Departamento de Pavimentos del Gobierno Metropolitano de Ingenieros del Consejo y Especificaciones de Construcción de Colorado en su Manual de Diseño de Transporte y Diseño de Normas de Pavimentos tiene criterios y especificaciones que cubren la estabilización de suelos expansivos en subrasante. Sus criterios han tenido mucho éxito en el tratamiento de los problemas del suelo expansivo en estructuras de pavimento y propone las siguientes profundidades de reemplazo:

Cuadro N° 9 ALTURAS DE MEJORAMIENTO POR SUELOS EXPANSIVOS

Índice Plástico (%)	Profundidad de Sobre excavación	
	Pies	Metros
10 – 20	2	0.6
20 – 30	3	0.9
30 – 40	4	1.2
40 – 50	5	1.5
> 50	6	1.8

Para el presente proyecto se adoptara las recomendaciones dadas por la Federal Highway Administration y Departamento de Pavimentos del Gobierno Metropolitano de Ingenieros del Consejo aplicadas para suelos de Expansión Media, Alta y Muy Alta, es decir para suelos con IP igual o superior a 12%.


MIGUEL ENVER
QUISPE PALOMINO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 141862

3.7.3 Suelos Compresibles

Los asentamientos de los suelos cohesivos pueden ser causa de graves problemas a nivel superficial del Terraplén. Estos asentamientos pueden causar:

- Pérdida de bombeo, la presión en el terraplén es mayor bajo el centro de la corona que bajo los hombros.
- Los asentamientos diferenciales en el sentido longitudinal por heterogeneidad en el terreno de cimentación; en especial en los ensanches de la plataforma donde se ha efectuado un mejoramiento por presencia de suelo fino y que aún puede sufrir algún grado de asentamiento debido al peso del terraplén y de vehículos.
- Disminución de la altura del terraplén es posible cuando se atraviesan zonas inundables o inundadas.

En terrenos de cimentación constituidos por Limos Plásticos y Arcillas, deben distinguirse dos casos diferentes:

- Cuando su Compresibilidad es relativamente baja (suelos CL, ML y OL).
- Cuando sean francamente compresibles (suelos CH, MH, OH y Pt).


En suelos de Compresibilidad relativamente baja, CL y ML no se plantean problemas especiales, es diferente el panorama cuando el terreno de cimentación está constituido por Limos o Arcillas altamente Compresibles, suelos OH, MH, CH y Pt. Según Carlos Crespo Villalaz, determina el grado de Compresibilidad de un suelo en función del Índice de Compresibilidad:

Cuadro N° 10 SUELOS EXPANSIVOS

Cc	Compresibilidad
0.00 - 0.19	Baja
0.20 - 0.39	Media
0.39 - 0.40	Alta

Terzaghi y Peck, demuestran que el índice de compresibilidad de un suelo puede ser expresado en función al límite líquido, la expresión es la siguiente (W/Lambe - R. Whitman, "Mecánica de Suelos"),

$$Cc = 0.009(LL-10)$$


MIGUEL ENVER
QUIJPE PALOMINO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 141862

Con esta expresión podemos calcular inmediatamente la Compresibilidad de un suelo en el cual se considera como inadecuado cuando el índice de compresibilidad (Cc) es mayor o igual a 0.20.

No se ha verificado suelos de Compresibilidad Alta.

3.7.4 Índice de Consistencia


Esta apreciación, corresponde a determinar el estado del suelo mediante el valor del índice de consistencia, el cual corresponde a la diferencia entre el límite líquido y el contenido de humedad, todo dividido por el índice de plasticidad.

Ic : Índice de Consistencia
W : Humedad
L.L. : Límite plástico
I.P. : Índice de Plasticidad

De acuerdo a José A. Jiménez Salas, en su libro de mecánica de suelos y sus aplicaciones en la Ingeniería, realizó un estudio referente a los índices de consistencia determinando unas características del suelo de acuerdo a los rangos establecidos. Con la mencionada tabla que adjuntamos, se relacionan los valores que se pueden obtener a partir del índice de consistencia, debido a la participación de suelos que han estado sujetos a saturación, a lo largo de tiempo prolongado en algunos casos, o de manera cíclica para saturaciones de precipitaciones por épocas.

Cuadro N°11 CONSISTENCIA DE LOS SUELOS

Índice de Consistencia	Caracterización	Trabajabilidad
< 0.00	El suelo es líquido	No es posible compactarlo
0.00 - 0.25	Semi Líquido	
0.25 - 0.50	Plástico muy blando	
0.50 - 0.75	Plástico blando	La compactación es muy difícil
0.75 - 1.00	Plástico Duro	La compactación es posible
> 1.00	Estado Sólido	La compactación es eficaz


 MIGUEL ENVER
 QUISPE PALOMINO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 141882

En general:

Si el Índice de Consistencia está por debajo de 0.5 el suelo tiene una consistencia de un barro líquido y prácticamente no es posible compactarlo; cuando está entre 0.5 y 0.75 la compactación es muy difícil; y cuando está por encima de 0.75 la compactación es posible, pero poco eficaz. Se requiere alcanzar como mínimo un valor de 1 para decir que la compactación será eficaz.

No se ha verificado suelos con Consistencia inferior a 0.75.

3.7.5 Índice de Liquidez

Cuando el suelo absorbe grandes cantidades de agua y muy rápidamente se produce una pérdida de resistencia y un desequilibrio en sus partículas. Se puede calcular de la siguiente manera: "Diferencia entre la Humedad y Límite Plástico, todo dividido entre el Índice Plástico", según Reynolds, Henry y Protopodokes P.

Donde:

I.L. : Índice de Liquidez
W : Humedad
L.P. : Límite plástico
I.P. : Índice de Plasticidad

Cuando el valor del Índice de Colapso supera la unidad es indicativo de que ocurra el colapso, presentándose el suelo como una masa viscosa. Pero si el la Humedad es menor que el Límite Plástico el valor resultante es negativo, indicativo que la consistencia del suelo es bastante seca y no se pueda amasar ni es trabajable.

No se ha verificado suelos inestables.

3.7.6 Suelos Orgánicos

Son suelos fibrosos, orgánicos, turbosos, de compresibilidad muy alta que se designan con las siglas Pt (Peat). Estos materiales son de fácil identificación por su color, olor y otras características, como la blandura del suelo, que es propia de los bofedales, aguajales, pantanos etc.

Igualmente, podemos indicar que los materiales orgánicos, se pueden presentar debajo de la Sub-rasante y/o terreno natural, en estado suelto, saturado y con presencia de raíces o restos forestales y que no pueden ser usados para la finalidad de soporte de la estructura del pavimento. En muchas ocasiones, podemos tener presencia de estos

suelos debido a que en el pasado ha existido el crecimiento y descomposición de plantas y animales tales como el musgo y que han originado estos tipos de suelos y que en muchos casos son denominados Top Soil (suelos superficiales).

Una pequeña adición de materia orgánica coloidal hace que crezca el Límite Líquido de una arcilla inorgánica, sin apreciable cambio de su índice plástico. (Rico - Del Castillo. "Ingeniería de Suelos").

Los suelos con alto contenido de materia orgánica y/o turba son considerados no apropiados como subrasante para recibir las capas del pavimento, por lo que su reemplazo debe ser en todo el espesor comprometido.

Prof. De Mejoramiento = Todo el espesor (Suelos Orgánicos)

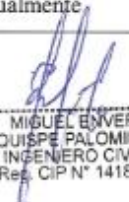
De acuerdo a las investigaciones de campo no se ha verificado la presencia de suelos orgánico en forma de turba.

RESUMEN DE CRITERIOS PARA MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE

La evaluación para determinar la existencia de zonas críticas que requieran mejoramiento a nivel de suelo de fundación se agrupa en 4 Criterio, que se indican a continuación:

Cuadro N° 12 CRITERIOS PARA DETERMINAR MEJORAMIENTOS

N°	Criterio	Propiedades	Rangos
1	Capacidad de Soporte	Suelos de Baja Capacidad	CBR < 6% o MR < 8043psi
2	Suelos Inadecuados	Suelos Expansivos	IP > 12
3	Suelos Blandos	Índice de Consistencia Índice de Liquidez	Ic < 0.75 Iliquidez > 1.0
4	Suelos Orgánicos	--	Identificados visualmente


MIGUEL ENVER
QUIJPE PALOMINO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 141882



JEEXA INGENIERIA & CONSTRUCCION S.A.C
R.U.C. N° 20604961263

Cuadro N° 13 ANALISIS DE LOS CRITERIOS PARA DEFINIR NECESIDAD DE MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE

CAL.	UBL (Km.)	LADO	MUE.	PROF. (m.)	LIM. DE ATTER.			CLAS.		W (%)	PROCTOR MOD.		C.B.R. (%)		ANALISIS DE MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE						
					LL (%)	L.P. (%)	I.P. (%)	AASHTO	SUCS		M.D.S. (grs)	O.C.H. (%)	100% M.D.S.	95% M.D.S.	Crit. de Liquidez		Crit. De Liquidez		Crit. De Compresib.		Pot. De Exp.
															L.C.	Cond.	I.L.	Cond.	Cc.	Comp.	
C-01	0+115	DERECHO	M-1	0.20 - 1.50	27.8	23.5	4.3	A-24	SM	6.34	1.22	9.9	31.2	23.8	5.04	Solido	-4.04	Estable	0.16	Baja	Bajo
C-02	0+395	IZQUIERDO	M-1	0.15 - 1.50	26.93	24.76	2.17	A-18	SM	6.85	1.25	9	30.53	21.02	9.25	Solido	-8.25	Estable	0.15	Baja	Bajo
C-03	0+700	DERECHO	M-1	0.15 - 1.50	28.6	26.09	2.47	A-18	GM	5.08	2.0	8.8	37.9	18.9	9.52	Solido	-8.51	Estable	0.17	Baja	Bajo
C-04	0+912	IZQUIERDO	M-1	0.0 - 1.50	24.7	17.8	7.7	A-26	GC	7.4	2.1	6.2	37.3	26.2	2.24	Solido	-1.24	Estable	0.13	Baja	Bajo
C-05	1+176	DERECHO	M-1	0.0 - 1.50	32.2	22.6	9.6	A-24	GC	9.5	1.9	10.4	26.4	13.2	2.36	Solido	-1.36	Estable	0.20	Media	Bajo
C-06	1+387	IZQUIERDO	M-1	0.0 - 1.50	25.5	19.8	5.7	A-24	SM	5.7	1.8	10.4	29.2	16.0	3.47	Solido	-2.47	Estable	0.14	Baja	Bajo
C-07	1+562	DERECHO	M-1	0.0 - 1.50	21.2	17.3	3.9	A-24	SM	7.8	1.9	11.4	27.1	26.1	3.41	Solido	-2.41	Estable	0.10	Baja	Bajo

MIGUEL ENVER
 OUSPE PALOMINO
 INGENIERO CIVIL
 R49 - CIP N° 141882




4.0 CONCLUSIONES

- El estudio de suelos se ha realizado 07 calicatas
- Predominan las Arenas limosas identificadas como , SM y A-2-4
- No se presentan CBR < 6%
- Los suelos no presentan humedad alta.
- No se presenta suelos con consistencia baja.
- No se presentan suelos colapsables.
- No se presentan suelos compresibles.



MIGUEL ENVER
QUISPE PALOMINO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 141882



ANEXO I
REGISTRO DE CALICATAS



JEEXA INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN S.A.C
R.U.C. N° 20604961263

REGISTRO DE EXCAVACION (ASTM D 2488 - 09a)

CALICATA C-02

SOLICITANTE: Bach en Ing Civil Jefferson Quiñones Romani
Bach en Ing Civil Erick Yulo Mallma
ING. RESP.: M.Q.

PROYECTO: Diseño estructural del pavimento flexible para mejorar la transitabilidad en la av. Perú en el distrito de Andahuayles, año 2020
TEC. RESP.: H.P.

CALICATA: C-02
FECHA: Diciembre 2020

EJE :
N.F.: N.P.

UBICACIÓN (km): 0+355 **COORDENADAS (UTM):** 675012.900 E
8489661.940 N

PROF. (m)	MUESTRA	CLASIFICACIÓN		SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN DEL ESTRATO
		SUCS	AASHTO		
0.00	S/M	SM			De 0.00 a 0.15 m: Arena limosa, compacta, marrón, seco, presencia de raíces.
0.40	M-1	SM	A-1b		De 0.15 a 1.50 m: Arena limosa (SM), Compacta, marrón, seco, presencia de grava sub redondeada, Compuesto por G=31.11%, A=47.68%, F=21.21%.
0.60					
0.80					
1.00					
1.20					
1.40					



NOTA:

NP= No Presenta
S/M= Sin Muestra
TM= Tamaño Máximo
NF= Nivel Freático

ENSAYO PDC
ENSAYO DE PERMEABILIDAD
ENSAYO DENSIDAD NATURAL
CONTENIDO DE HUMEDAD

X

MIGUEL ENVER
QUIÑONES PALOMINO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 141882



JEEXA INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN S.A.C
R.U.C. N° 20604961263

REGISTRO DE EXCAVACION (ASTM D 2486 - 09a)

CALICATA C-03

SOLICITANTE: Bach en Ing Civil Jefferson Quiñones Romani
Bach en Ing Civil Erick Yuto Malima

PROYECTO: Diseño estructural del pavimento flexible para mejorar la transitabilidad en la av. Perú en el distrito de Andahuaylas, año 2020

CALICATA: C-03

EJE :

UBICACIÓN (km): 0+700 **COORDENADAS (UTM):** 675316.140 E
8489649.810 N

ING. RESP.: M.Q.
TEC. RESP.: H.P.
FECHA: Diciembre 2020
N.F.: N.P.

PROF. (m)	MUESTRA	CLASIFICACIÓN		SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN DEL ESTRATO
		SUCS	AASHTO		
0.20	S/M				De 0.00 a 0.15 m: Grava limosa, compacto, presencia de raíces, seco.
3.40	M-1	GM	A-1b		De 0.15 a 1.50 m: Grava limosa (GM), compacto, semi anguloso. Compuesto por G=51.68%, A=39.84%, F=8.48%.
0.00					
0.00					
1.00					
1.20					
1.40					



C-03

NOTA:

NP= No Presenta

S/M= Sin Muestra

TM= Tamaño Máximo

NF= Nivel Frestico

ENSAYO PDC

ENSAYO DE PERMEABILIDAD

ENSAYO DENSIDAD NATURAL

CONTENIDO DE HUMEDAD

<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>

MIGUEL ENVER
QUISPE PALOMINO
INGENIERO CIVIL
Reg. QP N° 141882



JEEXA INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN S.A.C
R.U.C. N° 20604961263

REGISTRO DE EXCAVACION (ASTM D 2488 - 09a)

CALICATA C-04

SOLICITANTE: Bach en Ing Civil Jefferson Quiñones Romani
Bach en Ing Civil Erick Yuto Mallma
PROYECTO: Diseño estructural del pavimento flexible para mejorar la transitabilidad en la av. Perú en el distrito de Andahuaylas, año 2020
CALICATA: C-04
EJE :
UBICACIÓN (km): 0+912 **COORDENADAS (UTM):** 675531.340 E
8489659.920 N

ING. RESP.: M.Q.
TEC. RESP.: H.P.
FECHA: Diciembre 2020
N.F.: N.P.

PROF. (m)	MUESTRA	CLASIFICACIÓN		SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN DEL ESTRATO
		SUCS	AASHTO		
0.20	M-1	GC	A-2-6		De 0.00 a 1.50 m: Grava arcillosa (GC), compacto, semi anguloso, marron, humeda. Compuesto por G=42.17%, A=31.22%, F=26.62%.
0.40					
0.60					
0.80					
1.00					
1.20					
1.40					



C-04

NOTA:

NP= No Presenta

S/M= Sin Muestra

TM= Tamaño Maximo

NF= Nivel Freatico

ENSAYO POC

ENSAYO DE PERMEABILIDAD

ENSAYO DENSIDAD NATURAL

CONTENIDO DE HUMEDAD

X

Miguel Enver
MIGUEL ENVER
QUISEPÉ PALOMINO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 141882



JEEKA INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN S.A.C
R.U.C. N° 20604961263

REGISTRO DE EXCAVACION (ASTM D 2488 - 09e)

CALICATA C-05

SOLICITANTE:	Bach en Ing Civil Jefferson Quiñones Romani Bach en Ing Civil Erick Yuto Mallma	ING. RESP.:	M.Q.
PROYECTO:	Diseño estructural del pavimento flexible para mejorar la transitabilidad en la av. Perú en el distrito de Andahuaylas, año 2020	TEC. RESP.:	H.P.
CALICATA:	C-05	FECHA:	Diciembre 2020
EJE :		N.F.:	N.P.
UBICACIÓN (km):	1+176	COORDENADAS (UTM):	675789.000 E 8489691.000 N

PROF. (m)	MUESTRA	CLASIFICACIÓN		SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN DEL ESTRATO
		SUCS	AASHTO		
0.20	M-1	SC	A-2-6		De 0.00 a 1.50 m: Arena arcillosa (SC), medianamente densa, gris. Compuesto por G=17.20%, A=53.26%, F=29.54%.
0.40					
0.60					
0.80					
1.00					
1.20					
1.40					



C-05

NOTA:

NF= No Presenta

S/M= Sin Muestra

TM= Tamaño Maximo

NF= Nivel Freatico

ENSAYO PDC

ENSAYO DE PERMEABILIDAD

ENSAYO DENSIDAD NATURAL

CONTENIDO DE HUMEDAD

X

MIGUEL ENVER
QUISEPÉ PALOMINO
INGENIERO CIVIL
Reg. OIP N° 141882



JEEXA INGENIERIA & CONSTRUCCION S.A.C
R.U.C. N° 20604961263

REGISTRO DE EXCAVACION (ASTM D 2488 - 09a)

CALICATA C-06

SOLICITANTE: Bach en Ing Civil Jefferson Quiñones Romani **ING. RESP.:** M.Q.
PROYECTO: Diseño estructural del pavimento flexible para mejorar la transabilidad en la av. Perú en el distrito de Andahuaylas, año 2020 **TEC. RESP.:** H.P.
CALICATA: C-06 **FECHA:** Diciembre 2020
EJE : **N.F.:** N.P.
UBICACIÓN (km): 1+387 **COORDENADAS (UTM):** 675991.870 E
 8489748.040 N

PROF. (m)	MUESTRA	CLASIFICACIÓN		SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN DEL ESTRATO
		SUCS	AASHTO		
0.20	M-1	SM	A-2-4		De 0.00 a 1.50 m: Arena limosa (SM), medianamente densa, gris. Compuesto por G=24.29%, A=53.61%, F=22.10%.
0.40					
0.60					
0.80					
1.00					
1.20					
1.40					



NOTA:

NP= No Presenta
 S/M= Sin Muestra
 TM= Tamaño Máximo
 NF= Nivel Freatico

ENSAYO POC
 ENSAYO DE PERMEABILIDAD
 ENSAYO DENSIDAD NATURAL
 CONTENIDO DE HUMEDAD

X

Miguel Enver Quispe Palomino
 MIGUEL ENVER
 QUISPE PALOMINO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 141852



JEEEXA INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN S.A.C
R.U.C. N° 20604961263

REGISTRO DE EXCAVACION (ASTM D 2488 - 09a)

CALICATA C-07

SOLICITANTE: Bach en Ing Civil Jefferson Quiñones Romani
Bach en Ing Civil Erick Yuto Malma

PROYECTO: Diseño estructural del pavimento flexible para mejorar la transitabilidad en la av. Perú en el distrito de Andahuaylas, año 2020

CALICATA: C-07

EJE :

UBICACIÓN (km): 1+562 **COORDENADAS (UTM):** 676148.000 E
8489641.000 N

ING. RESP.: M.Q.

TEC. RESP.: H.P.

FECHA: Diciembre 2020

N.F.: N.P.

PROF. (m)	MUESTRA	CLASIFICACIÓN		SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN DEL ESTRATO
		SUCS	AASHTO		
0.20	M-1	SM	A-2-4		De 0.00 a 1.50 m: Arena limosa (SM), medianamente densa, gris, humedo. Compuesto por G=19.87%, A=54.96%, F=25.16%.
0.40					
0.60					
0.80					
1.00					
1.20					
1.40					



NOTA:

NP= No Presenta

S/M= Sin Muestra

TM= Tamaño Maximo

NF= Nivel Freatico

ENSAYO POC

ENSAYO DE PERMEABILIDAD

ENSAYO DENSIDAD NATURAL

CONTENIDO DE HUMEDAD

<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>

MIGUEL ENVER
QUISPE PALOMINO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIR N° 141882



ANEXO II
ENSAYOS DE LABORATORIO



ENSAYOS DE CLASIFICACION
ESTANDAR



**ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION
(ASTM D422 - D2216 - D854 - D4318 - D427 - D3282 - D2487)**

INFORME : PC/LG-2020-50
PROYECTO : Diseño estructural del pavimento flexible para mejorar la transitabilidad en la av. Perú en el distrito de Andahuaylas, año 2020
SOLICITANTE : Bach en Ing Civil Jefferson Quiñones Romani- Bach en Ing Civil Erick Yuto Mallma
UBICACIÓN : Av. Peru, Andahuaylas Apurímac
FECHA : die-20

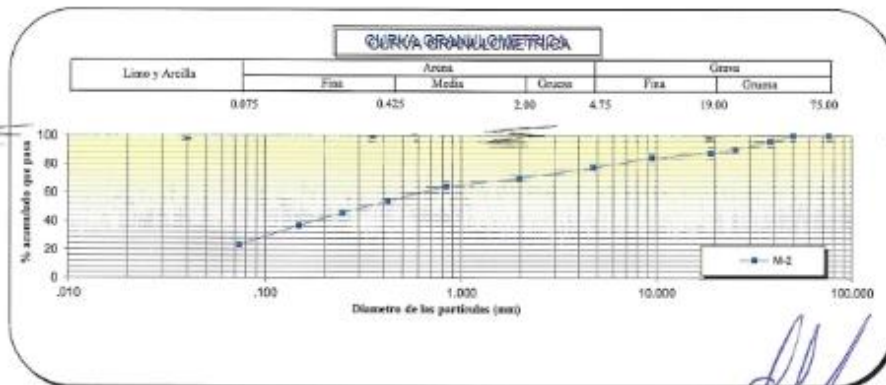
Realizado : R.Q.
Revisado : Ing. M.Q.P.

Sondaje	C-1		
Muestra	M-1		
Profundidad (m)	0.20 -1.50		
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMBAZO PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA (%)	3"	76.200	100.00
	2"	50.300	100.00
	1 1/2"	38.100	96.06
	1"	25.400	90.42
	3/4"	19.050	87.78
	1/2"	9.525	84.37
	N° 004	4.760	77.55
	N° 010	2.000	70.11
	N° 020	0.840	64.37
	N° 040	0.426	54.38
	N° 060	0.250	46.01
	N° 100	0.149	37.02
	N° 200	0.074	23.06

Clasificación (S.U.C.S.)	SM
Descripción (S.U.C.S.)	ARENA LIMOSA
Clasificación (AASHTO)	A-2-4
Descripción (AASHTO)	EXCELENTE A BUENO
Contenido de Humedad (%)	6.14
Límite Líquido (LL) (%)	27.86
Límite Plástico (LP) (%)	23.51
Índice Plástico (IP) (%)	4.35

D ₁₀ (mm)	0.00
D ₃₀ (mm)	0.10
D ₆₀ (mm)	0.62
Cu	0.00
Cc	0.00

% GRAVA	22.45	Gruesa	12.22
		Fina	10.23
% ARENA	54.49	Gruesa	7.44
		Media	15.72
		Fina	31.32
% FINOS	23.06		23.06



MIGUEL ENVER
QUISPE PALOMINO
INGENIERO CIVIL
Reg./CIP N° 141882



JEEKA INGENIERIA & CONSTRUCCION S.A.C
R.U.C. N° 20604961263

LABORATORIO GEOTECNICO

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION
(ASTM D422 - D2216 - D854 - D4318 - D427 - D3282 - D2487)

INFORME : PC/LG-2020-50
PROYECTO : Diseño estructural del pavimento flexible para mejorar la transitabilidad en la av. Perú en el distrito de Andahuaylas, año 2020
SOLICITANTE : Bach en Ing Civil Jefferson Quiñones Romani- Bach en Ing Civil Erick Yuto Mallma
UBICACIÓN : Av. Peru, Andahuaylas Apurimac
FECHA : dic-20

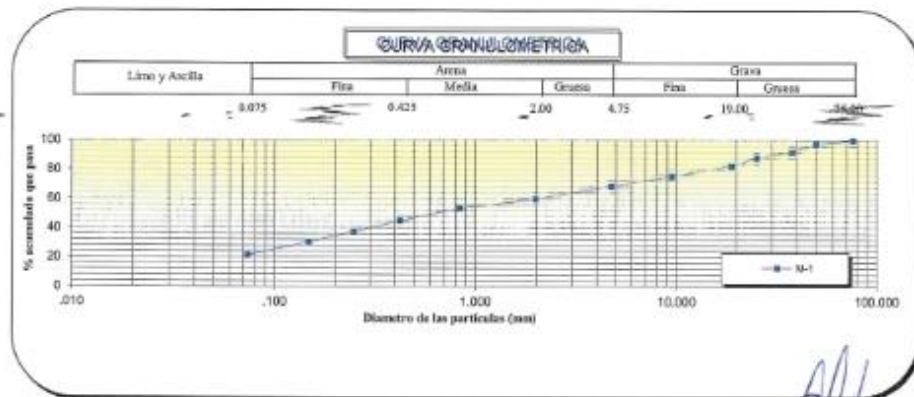
Realizado : R.Q.
Revisado : Ing. M.Q.P.

Sondaje		C - 2	
Muestra		M - 1	
Profundidad (m)		0.15 - 1.50	
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA (%)	Tamiz	Porcentaje	Acumulado
	3"	76.200	100.00
	2"	50.300	97.58
	1 1/2"	38.100	91.82
	1"	25.400	87.92
	3/4"	19.050	82.53
	5/8"	9.525	75.65
	N° 004	4.760	68.89
	N° 010	2.000	59.90
	N° 020	0.840	53.54
	N° 040	0.426	44.81
	N° 060	0.250	37.19
N° 100	0.149	30.32	
N° 200	0.074	21.21	

Clasificación (S.U.C.S.)	SM
Descripción (S.U.C.S.):	ARENA LIMOSA
Clasificación (AASHTO)	A-1b
Descripción (AASHTO)	EXCELENTE A BUENO
Contenido de Humedad (%)	6.86
Límite Líquido (LL) (%)	26.93
Límite Plástico (LP) (%)	24.76
Índice Plástico (IP) (%)	2.17

D ₁₀ (mm)	0.00
D ₃₀ (mm)	0.15
D ₆₀ (mm)	2.02
Cu	0.00
Cc	0.00

% GRAVA	31.11	Gruesa	17.47
		Fina	13.65
% ARENA	47.68	Gruesa	8.99
		Medio	15.09
		Fina	23.60
% FINOS	21.21		21.21



MIGUEL ENVER
GUSTAVO PALOMINO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 141862



**ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION
(ASTM D422 - D2216 - D854 - D4318 - D427 - D3282 - D2487)**

INFORME : PC/LG- 2020-50
PROYECTO : Diseño estructural del pavimento flexible para mejorar la transitabilidad en la av. Perú en el distrito de Andahuaylas, año 2020
SOLICITANTE : Bach en Ing Civil Jefferson Quiñones Romani- Bach en Ing Civil Erick Yuto Mallina
UBICACIÓN : Av. Peru, Andahuaylas Agurimac
FECHA : dic-20

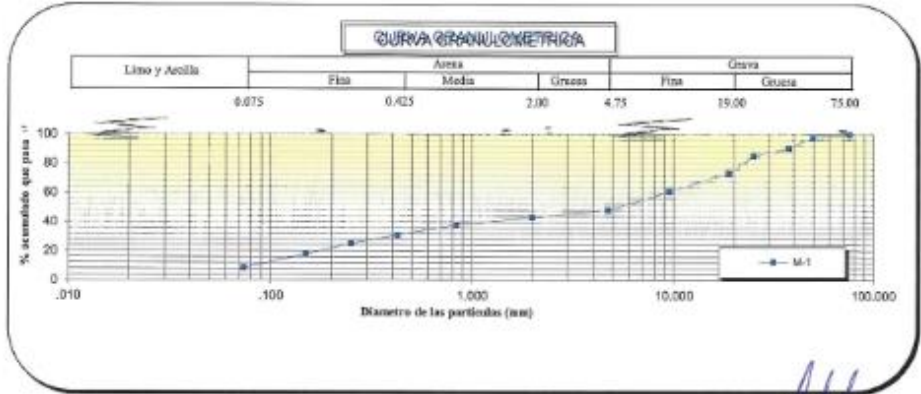
Realizado : R.Q.
 Revisado : Ing. M.Q.P.

Sondaje		C - 03	
Muestra		M - 1	
Profundidad (m)		0.15 - 1.50	
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TALSITADO PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA (%)	3"	76.200	100.00
	2"	50.300	97.74
	1 1/2"	38.100	90.78
	1"	25.400	85.21
	3/4"	19.050	73.38
	1/2"	9.525	60.85
	N° 004	4.760	48.32
	N° 010	2.000	43.03
	N° 020	0.840	37.81
	N° 040	0.426	31.03
	N° 060	0.250	25.18
	N° 100	0.149	17.88
N° 200	0.074	8.48	

Clasificación (S.U.C.S.)	GM
Descripción (S.U.C.S.):	GRAVA LIMOSA
Clasificación (AASHTO)	A-1b
Descripción (AASHTO)	EXCELENTE A BUENO
Contenido de Humedad (%)	5.08
Límite Líquido (LL) (%)	28.56
Límite Plástico (LP) (%)	26.09
Índice Plástico (IP) (%)	2.47

D ₁₀ (mm)	0.08
D ₃₀ (mm)	0.39
D ₆₀ (mm)	9.09
Cu	109.64
Cc	0.20

% GRAVA	51.68	Gruesa	26.62
		Fina	25.06
% ARENA	39.84	Gruesa	5.29
		Media	12.01
		Fina	22.55
% FINOS	8.48		8.48



MIGUEL ENVER
 QUISPE PALOMINO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 141882

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION
(ASTM D422 - D2216 - D854 - D4318 - D427 - D3282 - D2487)

INFORME : PC/LG- 2020-50
PROYECTO : Diseño estructural del pavimento flexible para mejorar la transitabilidad en la av. Perú en el distrito de Andahuaylas, año 2020
SOLICITANTE : Bach en Ing Civil Jefferson Quiñones Romani- Bach en Ing Civil Erick Yuto Mallina
UBICACIÓN : Av. Peru, Andahuaylas Apurímac
FECHA : dic-20

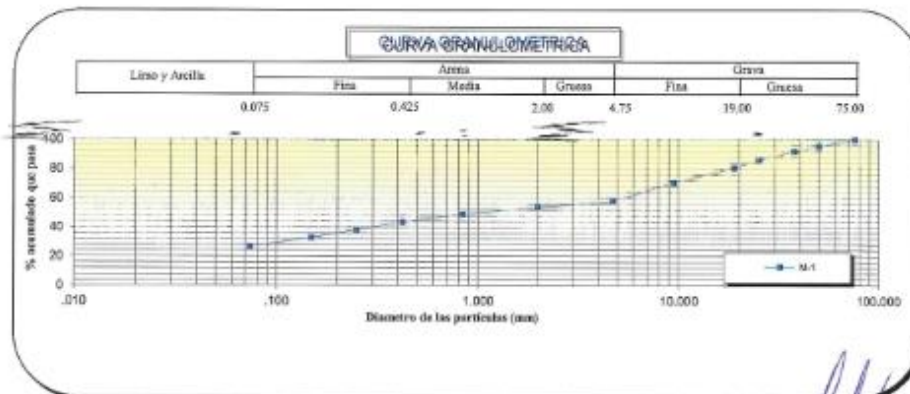
Realizado : R.Q.
 Revisado : Ing. M.Q.P.


Sondaje		C-04		
Muestra		M-1		
Profundidad (m)		0.0 - 1.50		
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PORTANTIZADO	PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA (%)	3"	76.200	100.00
		2"	50.300	95.36
		1 1/2"	38.100	91.87
		1"	25.400	85.75
		3/4"	19.050	80.58
		1/2"	9.525	70.38
		N° 004	4.760	57.83
		N° 010	2.000	53.60
		N° 020	0.840	49.18
		N° 040	0.426	43.37
		N° 060	0.250	38.19
		N° 100	0.149	32.76
		N° 200	0.074	26.62

Clasificación (S.U.C.S.)	GC
Descripción (S.U.C.S.):	GRAVA ARCILLOSA
Clasificación (AASHTO)	A-3-4
Descripción (AASHTO)	EXCELENTE A BUENO
Contenido de Humedad (%)	7.41
Límite Líquido (LL) (%)	24.74
Límite Plástico (LP) (%)	17.01
Índice Plástico (IP) (%)	7.73

D₁₀ (mm)	0.00
D₃₀ (mm)	0.11
D₆₀ (mm)	5.37
Cu	0.00
Cc	0.00

% GRAVA	42.17	Gruesa	19.42
		Fina	22.74
% ARENA	31.22	Gruesa	4.23
		Media	10.23
		Fina	16.76
% FINOS	26.62		26.62




 MIGUEL ENVER
 QUISPE PALOMINO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 141882



ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION
(ASTM D422 - D2216 - D854 - D4318 - D427 - D3282 - D2487)

INFORME : PC/LG- 2020-50
PROYECTO : Diseño estructural del pavimento flexible para mejorar la transitabilidad en la av. Perú en el distrito de Andahuaylas, año 2020
SOLICITANTE : Bach en Ing Civil Jefferson Quiñones Romani- Bach en Ing Civil Erick Yuto Mallma
UBICACIÓN : Av. Peru, Andahuaylas Apurimac
FECHA : dic-20

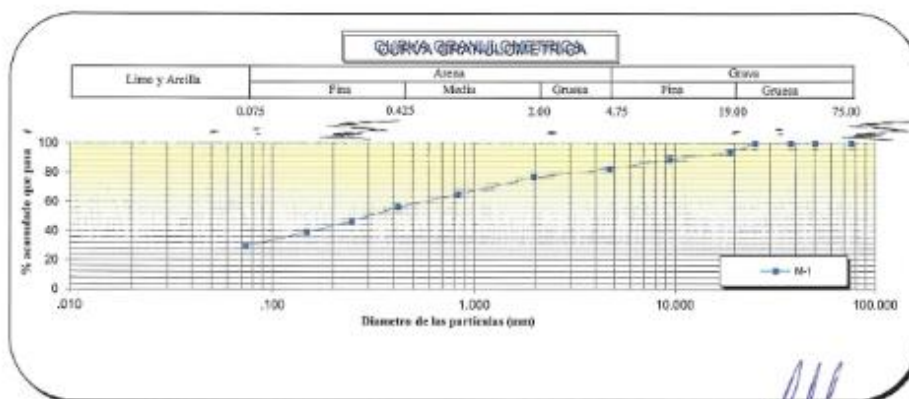
Realizado : R.Q.
Revisado : Ing. M.Q.P.

Sondaje		C-05	
Muestra		M-1	
Profundidad (m)		0.0 - 1.50	
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAZADO PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA (%)	3"	76.200	100.00
	2"	50.300	100.00
	1 1/2"	38.100	100.00
	1"	25.400	100.00
	3/4"	19.050	94.19
	3/8"	9.525	88.78
	N° 004	4.760	82.80
	N° 010	2.000	76.82
	N° 020	0.840	65.14
	N° 040	0.426	56.37
	N° 060	0.250	46.97
	N° 100	0.149	39.23
	N° 200	0.074	29.54

Clasificación (S.U.C.S.)	SC
Descripción (S.U.C.S.):	ARENA ARCILLOSA
Clasificación (AASHTO)	A-2-4
Descripción (AASHTO)	EXCELENTE A BUENO
Contenido de Humedad (%)	8.15
Límite Líquido (LL) (%)	32.15
Límite Plástico (LP) (%)	22.58
Índice Plástico (IP) (%)	9.57

D ₁₅ (mm)	0.00
D ₃₀ (mm)	0.08
D ₆₀ (mm)	0.56
Cu	0.00
Cc	0.00

% GRAVA	17.20	Gruesa	5.81
		Fina	11.39
% ARENA	53.26	Gruesa	5.98
		Media	20.45
		Fina	26.83
% FINOS	29.54		29.54



MIGUEL ENVER
QUISPE PALOMINO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 14188?



**ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION
(ASTM D422 - D2216 - D854 - D4318 - D427 - D3282 - D2487)**

INFORME : PC/LG- 2020-30
PROYECTO : Diseño estructural del pavimento flexible para mejorar la transitabilidad en la av. Perú en el distrito de Andahuaylas, año 2020
SOLICITANTE : Bach en Ing Civil Jefferson Quiñones Romani- Bach en Ing Civil Erick Yuto Mallma
UBICACIÓN : Av. Peru, Andahuaylas Apurímac
FECHA : dic-20

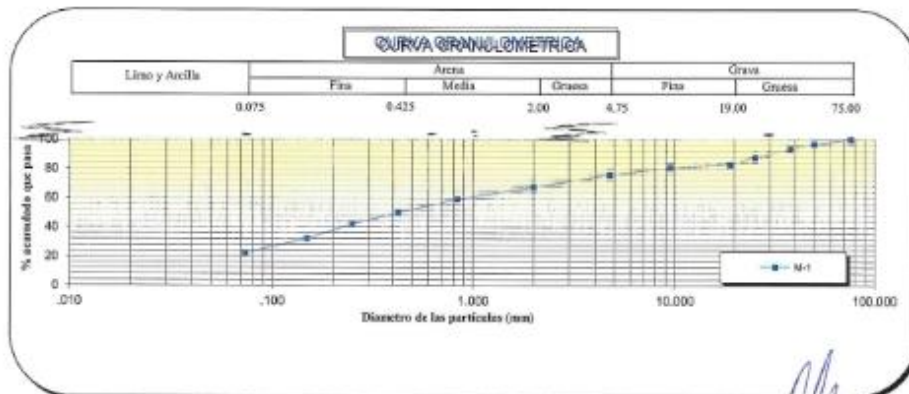
Realizado : R.Q.
 Revisado : Ing. M.Q.P.

Sondaje		C-06	
Muestra		M-1	
Profundidad (m)		0.0 - 1.50	
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMBAZO	3"	76.200	100.00
	2"	50.300	96.89
	1 1/2"	38.100	93.48
	1"	25.400	87.41
	3/4"	19.050	82.82
	1/2"	9.525	80.60
	N° 004	4.760	75.71
	N° 010	2.000	67.27
	N° 020	0.840	58.98
	N° 040	0.426	49.94
	N° 060	0.250	41.94
	N° 100	0.149	32.02
	N° 200	0.074	22.10

Clasificación (S.U.C.S.)	SM
Descripción (S.U.C.S.):	ARENA LIMOSA
Clasificación (AASHTO)	A-1b
Descripción (AASHTO)	EXCELENTE A BUENO
Contenido de Humedad (%)	6.95
Límite Líquido (LL) (%)	25.54
Límite Plástico (LP) (%)	19.83
Índice Plástico (IP) (%)	5.71

D ₁₀ (mm)	0.00
D ₃₀ (mm)	0.13
D ₆₀ (mm)	0.94
Cu	0.00
Cc	0.00

% GRAVA	24.29	Gruesa	17.18
		Fina	7.11
% ARENA	53.61	Gruesa	8.44
		Media	17.33
		Fina	27.84
% FINOS	22.10		22.10



MIGUEL ENVER
 QUISPE PALOMINO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 144000



**ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION
(ASTM D422 - D2216 - D854 - D4318 - D427 - D3282 - D2487)**

INFORME : PC/LG-2020-50
PROYECTO : Diseño estructural del pavimento flexible para mejorar la transitabilidad en la av. Perú en el distrito de Andahuaylas, año 2020
SOLICITANTE : Bach en Ing Civil Jefferson Quiñones Romani- Bach en Ing Civil Erick Yuto Mallma
UBICACIÓN : Av. Peru, Andahuaylas Apurimac
FECHA : dic-20

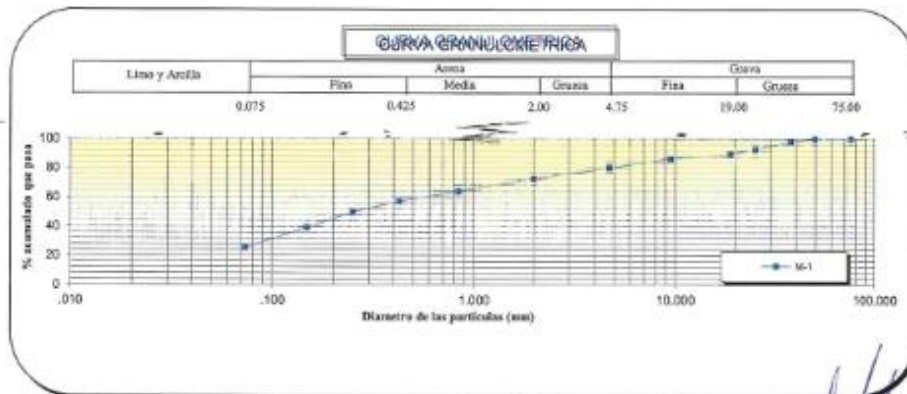
Realizado : R.Q.
 Revisado : Ing. M.Q.P.

Sondaje		C-07		
Muestra		M-1		
Profundidad (m)		0,0 - 1,50		
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA (%)	3"	76,200	100,00
		2"	50,300	100,00
		1 1/2"	38,100	97,89
		1"	25,400	92,51
		3/4"	19,050	89,27
		1/2"	9,525	86,33
		N° 004	4,760	80,13
		N° 010	2,000	72,70
		N° 020	0,840	63,95
		N° 040	0,426	57,18
		N° 060	0,250	49,76
		N° 100	0,149	39,19
N° 200	0,074	25,16		

Clasificación (S.U.C.S.)	SM
Descripción (S.U.C.S.):	ARENA LIMOSA
Clasificación (AASHTO)	A-2-4
Descripción (AASHTO)	EXCELENTE A BUENO
Contenido de Humedad (%)	7.84
Límite Líquido (LL) (%)	21.23
Límite Plástico (LP) (%)	17.30
Índice Plástico (IP) (%)	3.93

D ₁₀ (mm)	0,00
D ₃₀ (mm)	0,09
D ₆₀ (mm)	0,57
Cu	0,00
Cc	0,00

% GRAVA	19,87	Gruesa	10,73
		Fina	9,14
% ARENA	54,96	Gruesa	7,43
		Media	15,52
		Fina	32,02
% FINOS	25,16		25,16



MIGUEL ENVER
 QUISPE PALOMINO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 141882



PROCTOR MODIFICADO Y C.B.R.

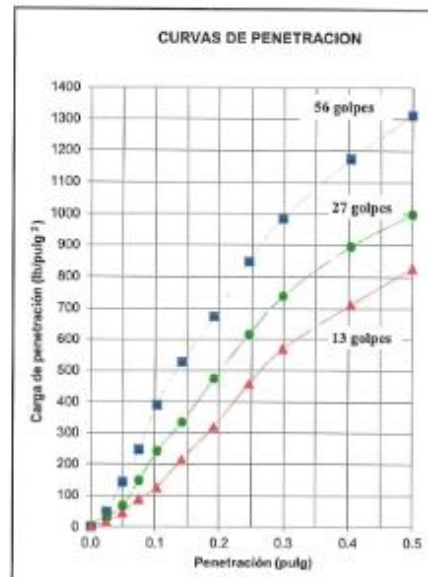
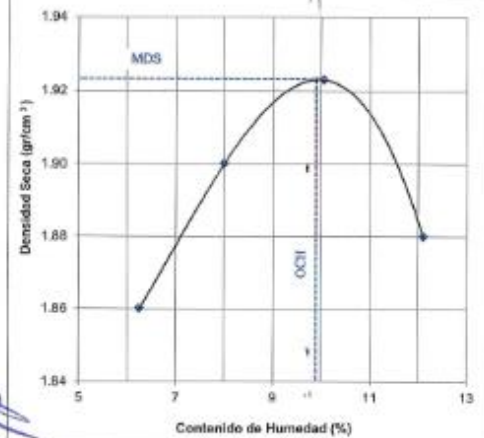


JEEXA INGENIERIA & CONSTRUCCION S.A.C
R.U.C. N° 20604961263

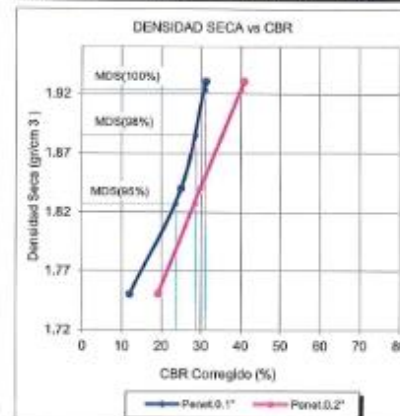
LABORATORIO GEOTECNICO

PROYECTO	Diseño estructural del pavimento flexible para mejorar la transabilidad en la av. Parí en el distrito de Andahuaylas, año 2020	ENSAYO	: PROCTOR MODIFICADO Y C.B.R.
SOLICITANTE	Bach en Ing Civil Jefferson Quiñones Romani- Bach en Ing Civil Erick Yuto Matma	METODO	: C
UBICACIÓN	: Av. Parí, Andahuaylas Apurímac	NORMA	: ASTM D 1557 Y ASTM D1883
CALICATA	: C - 1	INFORME	: PCLG-2020-50
MUESTRA	: M-01	TECNICO	: H. P.
PROFUNDIDAD (m)	: 0.20 - 1.50	FECHA	: dic-20

Próctor Modificado ASTM 1557				
Molde	I	II	III	IV
D. Seca	1.86	1.90	1.92	1.88
Humedad	6.25	8.00	10.05	12.10
MDS (g/cm ³) =	1.92		OCH (%) = 9.90	



Razón de Soporte California CBR ASTM D 1883			
Condición de la Muestra	: 4 Dias		
Sobrecarga	: 10Lb		
Hinchamiento promedio	: 0.72%		
C.B.R.	100% MDS	98% MDS	95% MDS
0.1"	31.15	28.80	23.75
0.2"	40.35	35.45	28.80



MIGUEL ENVER
 QUISPE PALOMINO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CP N° 147382

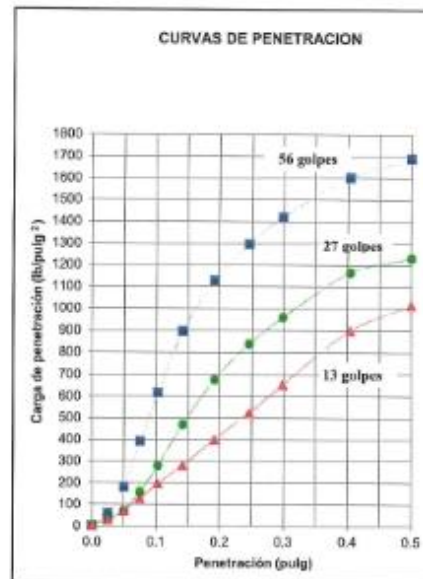
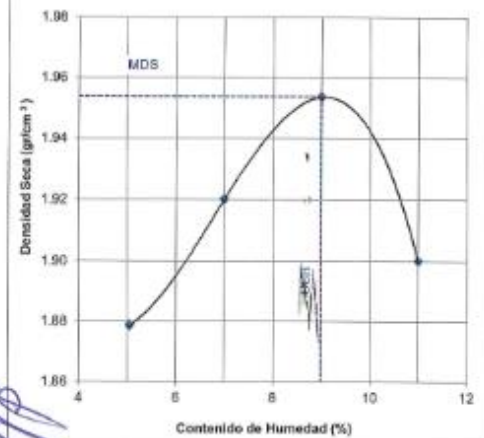


JEEXA INGENIERIA & CONSTRUCCION S.A.C
R.U.C. N° 20604961263

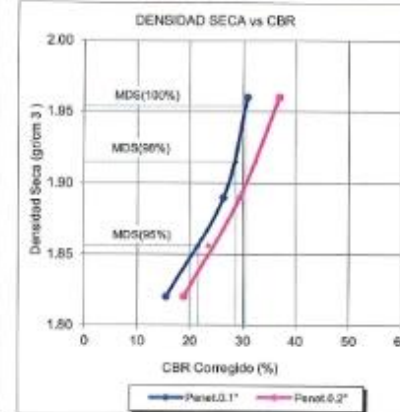
LABORATORIO GEOTECNICO

PROYECTO	Diseño estructural del pavimento flexible para mejorar la transitabilidad en la av. Perú en el distrito de Andahuaylas, año 2020	ENSAYO	: PROCTOR MODIFICADO Y C.B.R.
SOLICITANTE	: Bach en Ing. Civil Jefferson Quiñones Romani- Bach en Ing. Civil Erick Yuto Melina	METODO	: C
UBICACIÓN	: Av. Perú, Andahuaylas Apurimac	NORMA	: ASTM D 1557 Y ASTM D1863
CALICATA	: C - 02	INFORME	: FCLG-2020-60
MUESTRA	: M - 1	TECNICO	: H. P.
PROFUNDIDAD (m)	: 0.15-1.50	FECHA	: 06-20

Molde	I	II	III	IV
D. Seca	1.88	1.92	1.95	1.90
Humedad	5.05	7.00	9.00	11.00
MDS (g/cm³) =	1.95		9.00	



Condición de la Muestra	: 4 Días		
Sobrecarga	: 10Lb		
Hinchamiento promedio	: 0.34%		
C.B.R.	100% MDS	98% MDS	95% MDS
0.1"	30.53	28.64	21.62
0.2"	36.35	32.45	23.56



MIGUEL ENVER
QUIÑONES ROMANI
INGENIERO CIVIL
Ref. CIP N° 141882

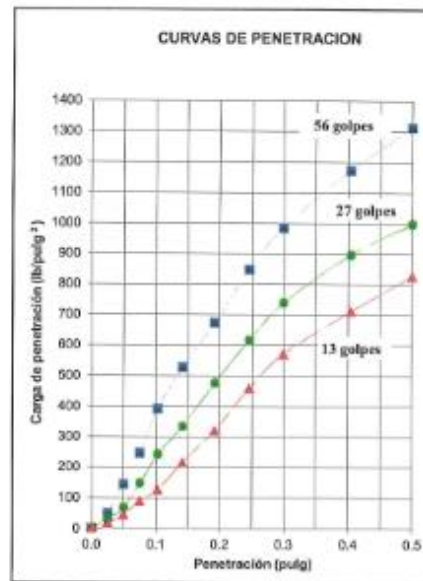
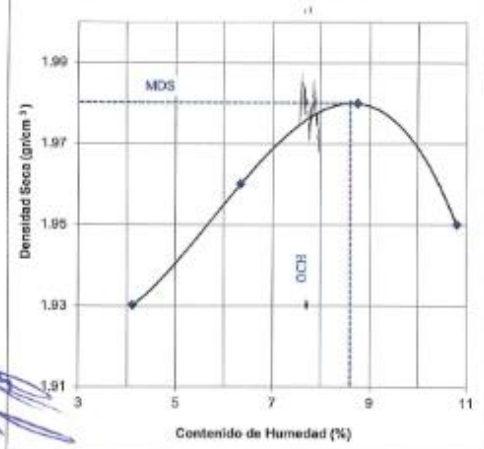


JEEXA INGENIERIA & CONSTRUCCION S.A.C
R.U.C. N° 20604961263

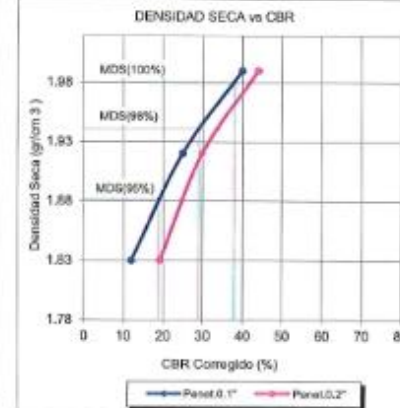
LABORATORIO GEOTECNICO

PROYECTO	Diseño estructural del pavimento flexible para mejorar la transitabilidad en la av. Perú en el distrito de Andahuaylas, año 2020	ENSAYO	: PROCTOR MODIFICADO Y C.B.R.
SOLICITANTE	: Bach en Ing Civil Jefferson Quiñones Romani- Bach en Ing Civil Erick Yuto Matina	METODO	: C
UBICACION	: Av. Peru, Andahuaylas Apurimac	NORMA	: ASTM D 1557 Y ASTM D1883
CALICATA	: C - 03	INFORME	: PC/LG- 2020-50
MUESTRA	: M - 1	TECNICO	: H. P.
PROFUNDIDAD (m)	: 0.15-1.50	FECHA	: dic-20

Próctor Modificado ASTM 1557				
Molde	I	II	III	IV
D. Seca	1.93	1.96	1.98	1.95
Humedad	4.12	6.35	8.75	10.80
MDS (g/cm ³) =	1.98		OCH (%) = 8.60	



Razón de Soporte California CBR ASTM D 1883			
Condición de la Muestra	: 4 Días		
Sobrecarga	: 101lb		
Hinchamiento promedio	: 0.73%		
C.B.R.	100% MDS	98% MDS	95% MDS
0.1"	37.90	29.00	18.90
0.2"	42.05	33.65	24.95



INGENIERO
 QUISPE PALOMINO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 141882

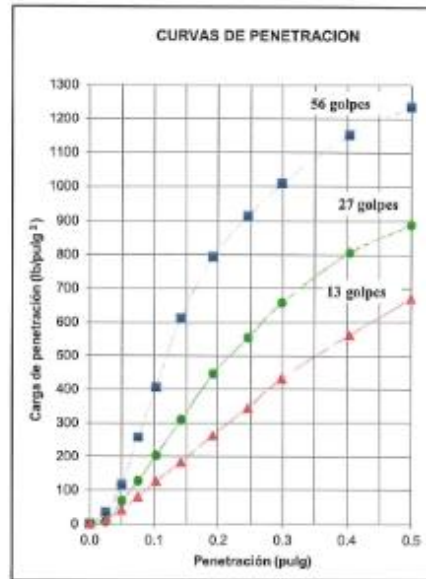
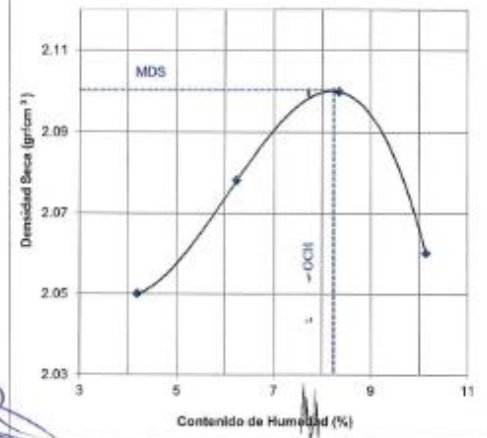


JEEXA INGENIERIA & CONSTRUCCION S.A.C
R.U.C. N° 20604961263

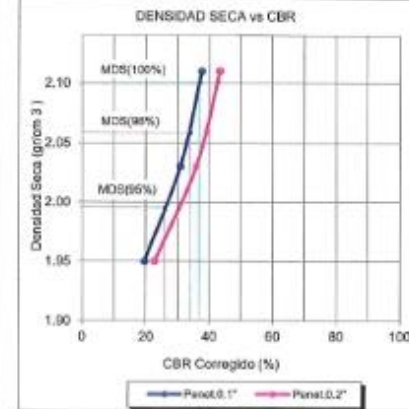
LABORATORIO GEOTECNICO

PROYECTO	Diseño estructural del pavimento flexible para mejorar la transitabilidad en la av. Paró en el distrito de Andahuaylas, año 2020	ENSAYO	: PROCTOR MODIFICADO Y C.B.R.
SOLICITANTE	Bach en Ing Civil Jefferson Quiñones Romani- Bach en Ing Civil Erick Yuto Melma	METODO	: C
UBICACIÓN	: Av. Peru, Andahuaylas Apurimac	NORMA	: ASTM D 1557 Y ASTM D1883
CALICATA	: C - 04	INFORME	: PCLG-2020-01
MUESTRA	: M - 1	TECNICO	: H. P.
PROFUNDIDAD (m)	: 0.0 - 1.50	FECHA	: 06-20

Proctor Modificado ASTM 1557				
Molde	I	II	III	IV
D. Seca	2.05	2.08	2.10	2.08
Humedad	4.19	6.24	8.35	10.14
MDS (g/cm³) =	2.10		OCH (%) = 8.24	



Razón de Soporte California CBR ASTM D 1883			
Condición de la Muestra	: 4 Días		
Sobrecarga	: 10Lb		
Hinchamiento promedio	: 1.27%		
C.B.R.	100% MDS	98% MDS	95% MDS
0.1"	37.11	34.15	28.10
0.2"	43.15	39.50	30.75



MIGUEL ENVER
QUISEPÉ PALOMINO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 141882

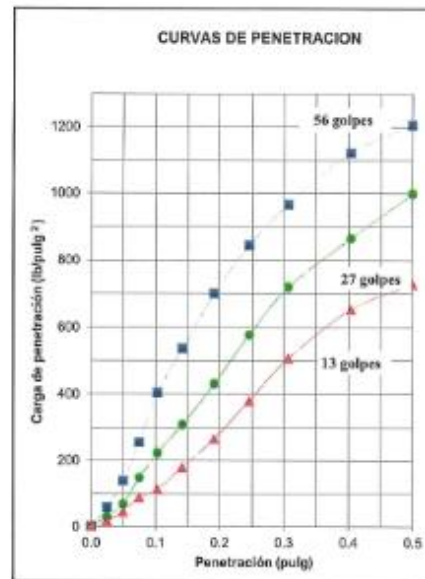
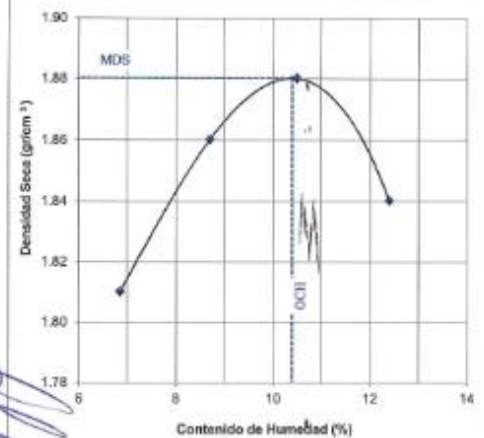


JEEXA INGENIERIA & CONSTRUCCION S.A.C
R.U.C. N° 20604961263

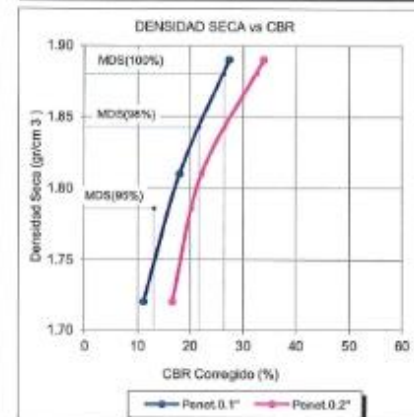
LABORATORIO GEOTECNICO

PROYECTO	Diseño estructural del pavimento flexible para mejorar la transitabilidad en la av. Perú en el distrito de Andahuaylas, año 2020	ENSAYO	: PROCTOR MODIFICADO Y C.B.R.
SOLICITANTE	: Bach en Ing Civil Jefferson Quiñones Román- Bach en Ing Civil Erick Yuto Mallma	METODO	: B
UBICACIÓN	: Av. Perú, Andahuaylas Apurímac	NORMA	: ASTM D 1557 Y ASTM D1883
CALICATA	: C - 05	INFORME	: PCL.G-2020-01
MUESTRA	: M - 1	TECNICO	: H. P.
PROFUNDIDAD (m)	: 0.0-1.00	FECHA	: dic-20

Próctor Modificado ASTM 1557				
Molde	I	II	III	IV
D. Seca	1.81	1.86	1.88	1.84
Humedad	6.85	8.70	10.50	12.40
MDS (g/cm ³) =	1.88		OCH (%) = 10.49	



Razón de Soporte California CBR ASTM D 1883			
Condición de la Muestra	: 4 Dias		
Sobrecarga	: 10Lb		
Hinchamiento promedio	: 0.87%		
C.B.R.	100% MDS	98% MDS	95%MDS
0.1"	26.42	21.76	13.20
0.2"	32.85	26.63	20.41



MIGUEL ENVER
QUISEP PALOMINO
INGENIERO CIVIL
Reg. CP N° 141862

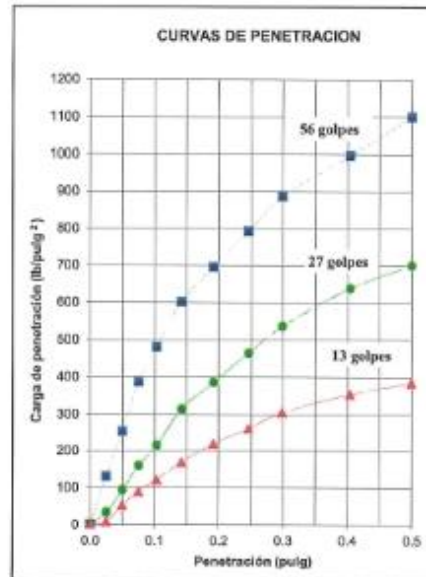
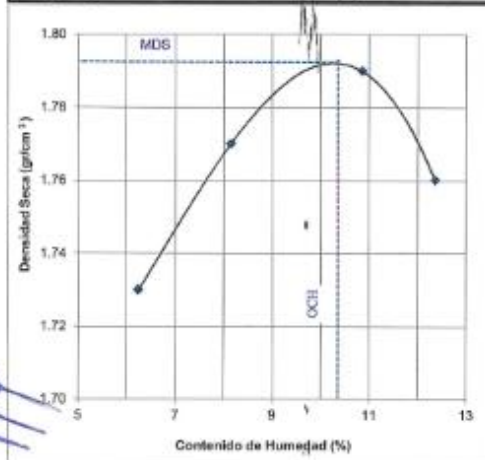


JEEXA INGENIERIA & CONSTRUCCION S.A.C
R.U.C. N° 20604961263

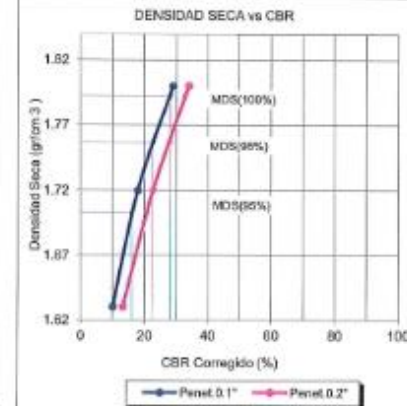
LABORATORIO GEOTECNICO

PROYECTO	Diseño estructural del pavimento flexible para mejorar la transitabilidad en la av. Perú en el distrito de Andahuaylas, año 2020	ENSAYO	: PROCTOR MODIFICADO Y C.B.R.
SOLICITANTE	Bach en Ing Civil Jefferson Quiñones Romani- Bach en Ing Civil Erick Yuto Matma	METODO	: B
UBICACION	Av. Perú, Andahuaylas Apurímac	NORMA	: ASTM D 1557 Y ASTM D1883
CALICATA	: C - 06	INFORME	: PCILG-2020-01
MUESTRA	: M - 1	TECNICO	: H. P.
PROFUNDIDAD (m)	: 0.0 - 1.50	FECHA	: dic-20

Molde	I	II	III	IV
D. Seca	1.73	1.77	1.79	1.76
Humedad	8.24	8.15	10.85	12.36
MDS (g/cm ³)	1.79		10.36	



Condición de la Muestra	: 4 Días		
Sobrecarga	: 10Lb		
Hinchamiento promedio	: 1.16%		
C.B.R.	100% MDS	98% MDS	95% MDS
0.1"	28.20	22.70	16.00
0.2"	32.90	28.10	21.00



MIGUEL ENVER
QUISEP PALOMINO
INGENIERO CIVIL
Ref. CP N° 141882

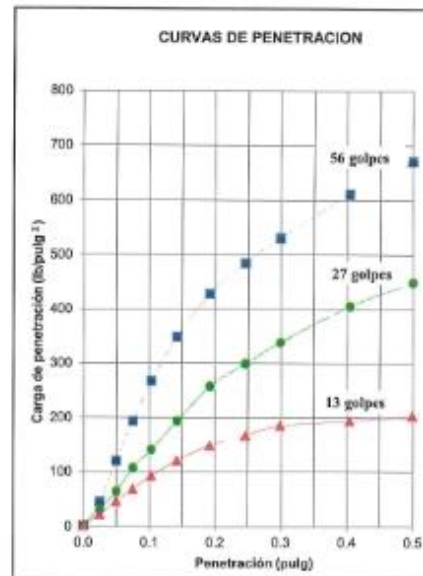
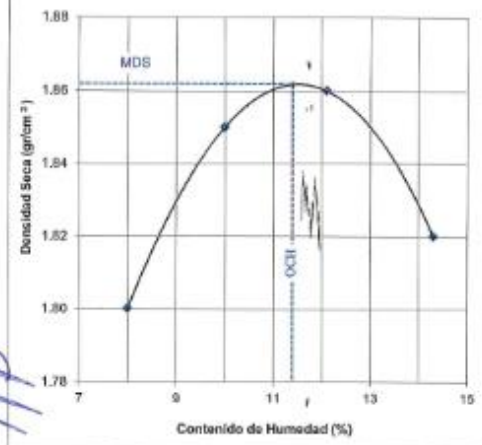


JEEKA INGENIERIA & CONSTRUCCION S.A.C
R.U.C. N° 20604961263

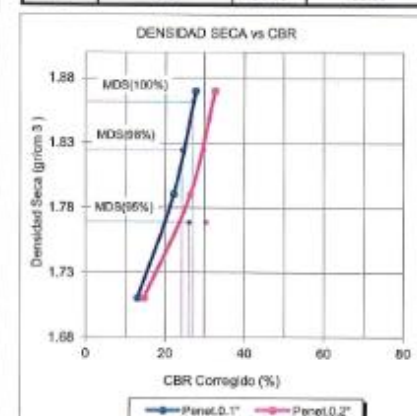
LABORATORIO GEOTECNICO

PROYECTO	Diseño estructural del pavimento flexible para mejorar la transitabilidad en la av. Perú en el distrito de Andahuaylas, año 2020	ENSAYO	: PROCTOR MODIFICADO Y C.B.R.
SOLICITANTE	Bach en Ing Civil Jefferson Quiñones Roman- Bach en Ing Civil Erick Yuta Melina	METODO	: B
UBICACIÓN	Av. Perú, Andahuaylas Apurímac	NORMA	: ASTM D 1557 Y ASTM D1883
CALICATA	: C - 07	INFORME	: PCLG-2020-01
MUESTRA	: M - 1	TECNICO	: H. P.
PROFUNDIDAD (m)	: 0.0 - 1.50	FECHA	: dic-20

Molde	I	II	III	IV
D. Seca	1.80	1.85	1.86	1.82
Humedad	8.00	10.00	12.10	14.30
MDS (g/cm ³) =	1.86		OCH (%) = 11.40	



Condición de la Muestra	: 4 Días		
Sobrecarga	: 10Lb		
Hinchamiento promedio	: 0.77%		
C.B.R.	100% MDS	95% MDS	95%MDS
0.1"	27.10	24.20	26.10
0.2"	32.01	29.89	30.60



MARGEL ENVER
QUISEY PALOMINO
INGENIERO CIVIL
Ref. OP N° 141862



ANEXO III
PANEL FOTOGRAFICO



JEEXA INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN S.A.C
R.U.C. N° 20604961263

PROYECTO:

**“DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA MEJORAR LA
TRANSITABILIDAD EN LA AV. PERÚ EN EL DISTRITO DE ANDAHUAYLAS,
AÑO 2020”**



PANEL FOTOGRAFICO

DICIEMBRE DE 2020


MIGUEL ENVER
QUISPE PALOMINO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 141882

PANEL FOTOGRAFICO



JEEXA INGENIERIA & CONSTRUCCION S.A.C
R.U.C. N° 20604961263

PANEL FOTOGRAFICO

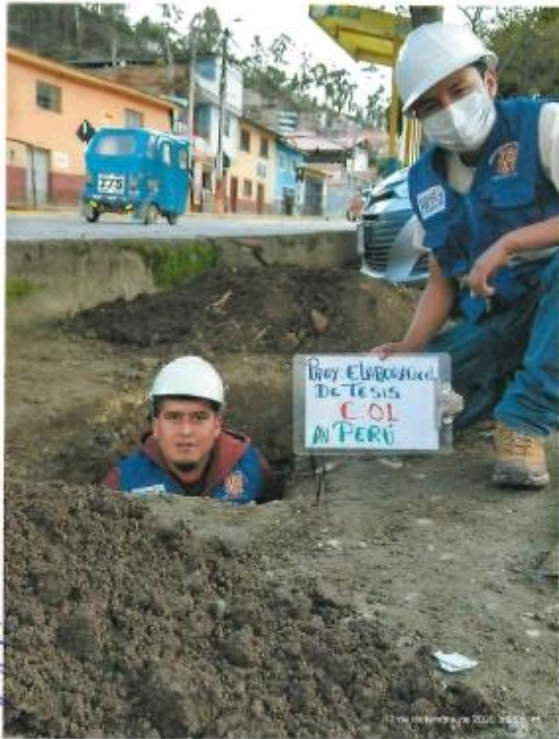


Foto N° 1: Se puede apreciar en la imagen la Av. Peru en la cuadra 02, la Calicata N° 01



Foto N° 2: Se puede apreciar en la imagen la Av. Peru en la cuadra 04, la Calicata N° 02

MICHEL ENVER
QUISEPALOMINO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 141882



JEEXA INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN S.A.C
R.U.C. N° 20604961263



Foto N° 3: Se puede apreciar en la imagen la Av. Peru en la cuadra 04, la Calicata N° 03



Foto N° 4: Se puede apreciar en la imagen la Av. Peru en la cuadra 07, la Calicata N° 04

INGUEL ENVER
QUISEP PALOMINO
INGENIERO CIVIL
Raf. CP N° 141862

PANEL FOTOGRAFICO



JEEXA INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN S.A.C
R.U.C. N° 20604961263



Foto N° 5: Se puede apreciar en la imagen la Av. Peru en la cuadra 8, la Calicata N° 05



Foto N° 6: Se puede apreciar en la imagen la Av. Peru en la cuadra 10, la Calicata N° 06

INGENIERO CIVIL
JUSTE FALDOMINO
RUC: 20604961263

PANEL FOTOGRAFICO



JEEXA INGENIERIA & CONSTRUCCION S.A.C
R.U.C. N° 20604961263



Foto N° 7: Se puede apreciar en la imagen la Av. Peru ultima cuadra, la Calicata N° 06



Foto N° : Se puede apreciar el término del sondeo de calicatas

MIGUEL ENVER
QUISEP PALOMINO
INGENIERO CIVIL

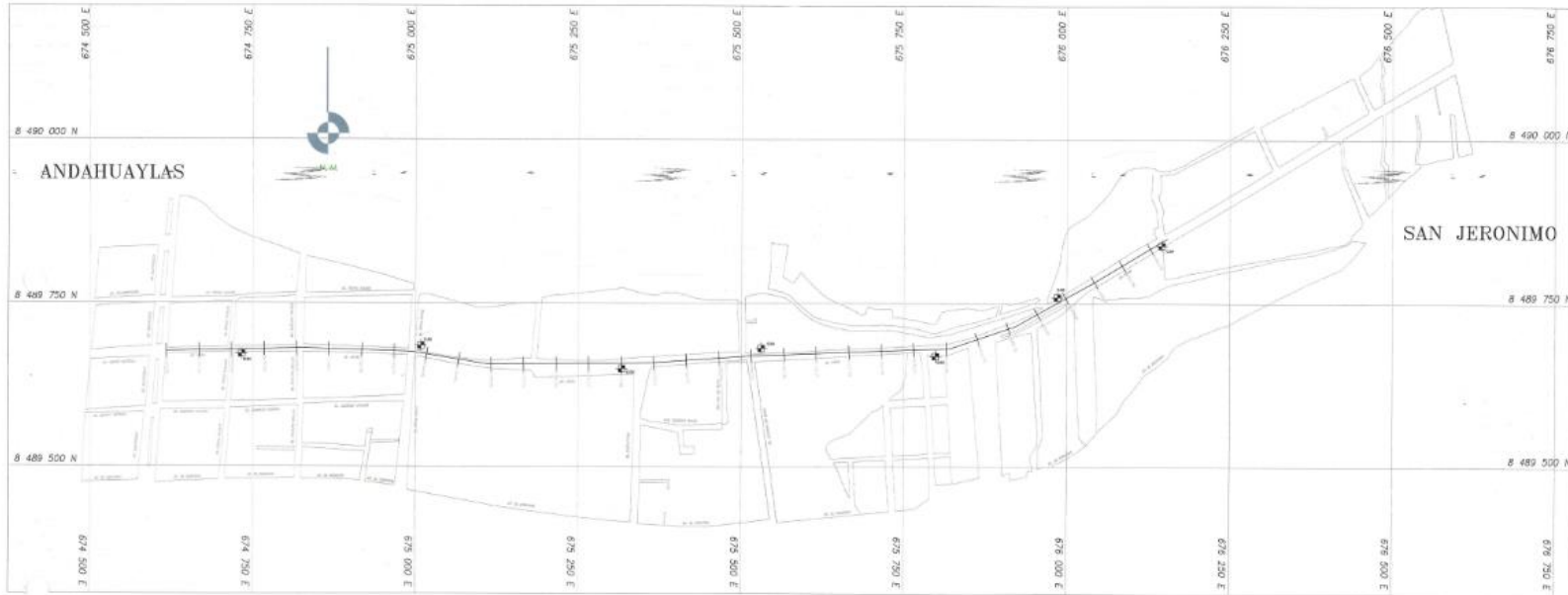
PANEL FOTOGRAFICO



ANEXO IV
PLANO DE UBICACION

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100

UBICACIÓN DE PUNTOS DE CALICATAS



VISTA EN PLANTA:

Escala: 1/75 000

CUADRO DE CONSTRUCCION			
CALICATA	COORDENADAS		X
	Y		
C1	8,489,672.0000	674,733.0000	
C2	8,489,685.0385	675,009.2830	
C3	8,489,649.8100	675,316.1400	
C4	8,489,681.1887	675,530.7674	
C5	8,489,689.3464	675,790.5470	
C6	8,489,759.5028	675,865.3227	
C7	8,489,838.7291	676,145.9334	

LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Calicatas

[Signature]
MIGUEL ENVER
 QUISPE PALOMINO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIPN° 141892

	Dibujó:	Bach. Quirineo Romari Jeffersons Bach. Yulo Matma Erick	REVISIONES N° FECHA Diciembre 2020	Proyecto: "Diseño estructural del pavimento flexible para mejorar la transibilidad en la av. Perú en el distrito de Andahuaylas, año 2020"	Plano: UBICACION DE PUNTOS DE INVESTIGACIÓN CALICATAS	ESCALA: INDICADA
	Verificó:	Ing. Quispe Palomino Miguel Enver				FECHA: Diciembre 2020
	Presentó:	Ing. Quispe Palomino Miguel Enver				LAMINA:
						P-01

TIPO DE VEHICULO	IMDA	TIPO	NUMERO	CARGA	"P" P. FLEXIBLE	E IMDA FLEXIBLE	
	2024	EJE	LLANTAS	EJE Tn			
VEHICULO S LIGEROS	Autos	1468.69	SIMPLE	2	1	0.00052702	0.77402505
		1468.69	SIMPLE	2	1	0.00052702	0.77402505
	S. Wagon	1349.61	SIMPLE	2	1	0.00052702	0.71129626
		1349.61	SIMPLE	2	1	0.00052702	0.71129626
	Pick Up	786.76	SIMPLE	2	1	0.00052702	0.41463712
		786.76	SIMPLE	2	1	0.00052702	0.41463712
	Panel	192.37	SIMPLE	2	1	0.00052702	0.10037958
		192.37	SIMPLE	2	1	0.00052702	0.10037958
	Rural	713.52	SIMPLE	2	1	0.00052702	0.37708912
		713.52	SIMPLE	2	1	0.00052702	0.37708912
	Micros	0.00	SIMPLE	2	1	0.00052702	0
		0.00	SIMPLE	2	1	0.00052702	0
OMNIBUS	2E	0.00	SIMPLE	2	7	1.26536673	0
		0.00	SIMPLE	4	11	3.23828696	0
	3E	0.00	SIMPLE	2	7	1.26536673	0
		0.00	TANDEM	6	18	1.36594455	0
	4E	0.00	TANDEM	4	14	2.19644727	0
		0.00	TANDEM	6	18	1.36594455	0
CAMION	2E	81.28	SIMPLE	2	7	1.26536673	102.842776
		81.28	SIMPLE	4	11	3.23828696	263.852017
	3E	20.62	SIMPLE	2	7	1.26536673	26.0944162
		20.62	TANDEM	8	18	2.01921345	41.6402897
	4E	0.00	SIMPLE	2	7	1.26536673	0
		0.00	TRIDEM	10	23	1.5081834	0
	2S1	0.00	SIMPLE	2	7	1.26536673	0
		0.00	SIMPLE	4	11	3.23828696	0
		0.00	SIMPLE	4	11	3.23828696	0
	2S2	0.00	SIMPLE	2	7	1.26536673	0

2044

Pavimento flexible		
Tasa anual de crecimiento Vehiculos pesados	r	0.65 %
Tiempo de vida útil de pavimento (años)	n	20
Factor Fca vehiculos pesados	$Factor Fca = \frac{(1+r)^n - 1}{r}$	Fca
		39.46
N° de calzadas, sentados y carriles por sentido		1 calzada, 2 sentados, 1 carril por sentido
Factor direccional*Factor carril (FD*Fc)	Fc*FD	0.30
Número de ejes equivalentes (ESAL)		
#EE = 365 * (Σf.IMDA) * Fd * Fc * Fca	ESAL	3 139 208

SEMITRAY LERS		0.00	SIMPLE	4	11	3.23828696	0
		0.00	TANDEM	8	18	2.01921345	0
	2S3	0.00	SIMPLE	2	7	1.26536675	0
		0.00	SIMPLE	4	11	3.23828696	0
		0.00	TRIDEM	12	29	1.70602625	0
	3S1	0.00	SIMPLE	2	7	1.26536675	0
		0.00	TANDEM	8	18	2.01921345	0
		0.00	SIMPLE	4	11	3.23828696	0
	3S2	0.00	SIMPLE	2	7	1.26536675	0
		0.00	TANDEM	8	18	2.01921345	0
		0.00	TANDEM	8	18	2.01921345	0
	3S3	0.00	SIMPLE	2	7	1.26536675	0
		0.00	TANDEM	8	18	2.01921345	0
		0.00	TRIDEM	12	29	1.70602625	0
TRAYLERS	2T2	0.00	SIMPLE	2	7	1.26536675	0
		0.00	SIMPLE	4	11	3.23828696	0
		0.00	SIMPLE	4	11	3.23828696	0
		0.00	SIMPLE	4	11	3.23828696	0
	2T3	0.00	SIMPLE	2	7	1.26536675	0
		0.00	SIMPLE	4	11	3.23828696	0
		0.00	SIMPLE	4	11	3.23828696	0
		0.00	TANDEM	8	18	2.01921345	0
	3T2	0.00	SIMPLE	2	7	1.26536675	0
		0.00	TANDEM	8	18	2.01921345	0
		0.00	SIMPLE	4	11	3.23828696	0
		0.00	SIMPLE	4	11	3.23828696	0
	3T3	0.00	SIMPLE	2	7	1.26536675	0
		0.00	TANDEM	8	18	2.01921345	0
	0.00	SIMPLE	4	11	3.23828696	0	
	0.00	TANDEM	8	18	2.01921345	0	

Tasa de Crecimiento de Vehículos Ligeros	
	TC
Amazonas	0.62%
Ancash	0.59%
Apurímac	0.59%
Arequipa	1.07%
Ayacucho	1.18%
Cajamarca	0.57%
Callao	1.56%
Cusco	0.75%
Huancavelica	0.83%
Huánuco	0.91%
Ica	1.15%
Junín	0.77%
La Libertad	1.26%
Lambayeque	0.97%
Lima Provincia	1.45%
Lima Metropolitana	1.45%
Loreto	1.30%
Madre de Dios	2.58%
Moquegua	1.08%
Pasco	0.84%
Piura	0.87%
Puno	0.92%
San Martín	1.49%
Tacna	1.50%
Tumbes	1.58%
Ucayali	1.51%

Tasa de Crecimiento de Vehículos Pesados	
	PBI
Amazonas	3.42%
Ancash	1.05%
Apurímac	6.65%
Arequipa	3.37%
Ayacucho	3.60%
Cajamarca	1.29%
Cusco	4.43%
Huancavelica	2.33%
Huánuco	3.85%
Ica	3.54%
Junín	3.90%
La Libertad	2.83%
Lambayeque	3.45%
Callao	3.41%
Lima Provincia	3.07%
Lima Metropolitana	3.69%
Loreto	1.29%
Madre de Dios	1.98%
Moquegua	0.27%
Pasco	0.36%
Piura	3.23%
Puno	3.21%
San Martín	3.84%
Tacna	2.88%
Tumbes	2.60%
Ucayali	2.77%

Información al 2017.

Nota: Los valores presentados, son susceptibles a ser actualizados periódicamente por la OPMI. Sin incurrir en actualización de la Ficha Técnica Estándar.



Anexo 8. De la estructura de pavimento flexible.

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE		
Modificar datos:	Cálculos automáticos:	Resultados:
Cargas de tráfico vehicular impuestos al pavimento	ESAL(W18)	3 158 208
Suelo de la subrasante	CBR %	31.2 %
Módulo de resiliencia de la subrasante	$M_r(\text{psi}) = 2555 \times \text{CBR}^{0.64}$	$M_r(\text{psi}) = 23116.23$
Tipo de tráfico	VERDADERO	Tipo: TP7
Número de etapas	Etapas:	1
Nivel de confiabilidad	conf.	85.0 %
Coefficiente estadístico de desviación estandar normal	ZR	-1.036
Desviación estandar combinado	S _o	0.45
Índice de serviciabilidad Inicial según rango de tráfico	P _i	4.0
Índice de serviciabilidad final según rango de tráfico	P _f	2.5
Diferencial de serviciabilidad según rango de tráfico	Δ PSI	1.5

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_o + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1.094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

Número estructural requerido	<input type="button" value="Calcular SN"/>	SNR =	2.647
------------------------------	--	-------	-------

Coefficientes estructurales de las capas

CAPA SUPERFICIAL	BASE	SUBBASE
a1	a2	a3
Carpeta Asfáltica en Caliente, módulo 2,965 MPa (430,000 PSI) a 20 °C (68 °F)	Base Granular CBR 100%, compactada al 100% de la MDS	Sub Base Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS
Capa Superficial recomendada para todos los tipos de Tráfico	Capa de Base recomendada para Tráfico > 5'000,000 EE	Capa de Sub Base recomendada para Tráfico ≤ 15'000,000 EE
0.170	0.054	0.047

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

m2	m3
1	1

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

Cálculo de espesores de las capas

d1	d2	d3
5 cm	15 cm	25 cm
Capa superficial	Base	SubBase

SNR (Requerido)	2.647	Debe cumplir SNR (Resultado) > SNR (Requerido)
SNR (Resultado)	2.835	SI CUMPLE

El diagrama ilustra la estructura transversal de un pavimento flexible. Desde la superficie hacia abajo, se muestran las siguientes capas: Capa superficial, Base, Sub base y Sub rasante. A los lados del pavimento se indican las Bermas y la Cuneta. Una dimensión horizontal de 1.5 m es mostrada en la parte superior del diagrama.



PERU

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

CAPÍTULO XII

PAVIMENTOS FLEXIBLES





PERU

Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Viceministerio de Transportes

Dirección General de Caminos y Ferrocarriles

PAVIMENTOS FLEXIBLES

12.1 Metodología de diseño

En este manual se ha optado, para el dimensionamiento de las secciones del pavimento, por los procedimientos más generalizados de uso actual en el país. Los procedimientos adoptados son:

- a. Método AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993
- b. Análisis de la Performance o Comportamiento del Pavimento durante el periodo de diseño.

Típicamente el diseño de los pavimentos es mayormente influenciado por dos parámetros básicos:

- Las cargas de tráfico vehicular impuestas al pavimento.
- Las características de la sub rasante sobre la que se asienta el pavimento.

La forma como se consideran estos dos parámetros dependerá de la metodología que se emplee para el diseño.

- 1) Las cargas de tráfico vehicular impuestas al pavimento, están expresadas en ESALs, Equivalent Single Axle Loads 18-kip o 80-kN o 8.2 t, que en el presente Manual se denominan Ejes Equivalentes (EE). La sumatorias de ESALs durante el periodo de diseño es referida como (W_{18}) o ESALD, en el presente Manual se denominan Número de Repeticiones de EE de 8.2 t.

Para el caso del tráfico y del diseño de pavimentos flexibles, en este manual, se definen tres categorías:

- a) Caminos de 150,001 hasta 1'000,000 EE, en el carril y periodo de diseño.

Cuadro 12.1
Número de Repeticiones Acumuladas
de Ejes Equivalentes de 8.2 t, en el Carril de Diseño

TIPOS TRAFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RANGOS DE TRAFICO PESADO EXPRESADO EN EE
T_{10}	> 75,000 EE ≤ 150,000 EE
T_{15}	> 150,000 EE ≤ 300,000 EE
T_{20}	> 300,000 EE ≤ 500,000 EE
T_{25}	> 500,000 EE ≤ 750,000 EE
T_{30}	> 750,000 EE ≤ 1'000,000 EE



Fuente: Elaboración Propia
 Nota: T_x : T = Tráfico pesado expresado en EE en el carril de diseño
 PX = Pavimentada, X = número de rango (1, 2, 3, 4)





- b) Caminos que tienen un tránsito, de 1'000,001 EE hasta 30'000,000 EE, en el carril y periodo de diseño.

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

TIPOS TRAFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RANGOS DE TRAFICO PESADO EXPRESADO EN EE
T ₁₅	> 1'000,000 EE ≤ 1'500,000 EE
T ₁₆	> 1'500,000 EE ≤ 3'000,000 EE
T ₁₇	> 3'000,000 EE ≤ 5'000,000 EE
T ₁₈	> 5'000,000 EE ≤ 7'500,000 EE
T ₁₉	> 7'500,000 EE ≤ 10'000,000 EE
T ₂₀	> 10'000,000 EE ≤ 12'500,000 EE
T ₂₁	> 12'500,000 EE ≤ 15'000,000 EE
T ₂₂	> 15'000,000 EE ≤ 20'000,000 EE
T ₂₃	> 20'000,000 EE ≤ 25'000,000 EE
T ₂₄	> 25'000,000 EE ≤ 30'000,000 EE

Fuente: Elaboración Propia

Nota: T_X: T = Tráfico pesado expresado en EE en el carril de diseño
PX = Pavimentada, X = número de rango (5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13)

- c) Caminos que tienen un tránsito mayor a 30'000,000 EE, en el carril y periodo de diseño. Esta categoría de caminos, no está incluida en el presente manual, el diseño de pavimentos será materia de Estudio Especial por el Ingeniero Proyectista, analizando diversas alternativas de pavimento equivalentes y justificando la solución adoptada.

Cuadro 12.3
Número de Repeticiones Acumuladas de Ejes Equivalentes de 8.2 t, en el Carril de Diseño

TIPOS TRAFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RANGOS DE TRAFICO PESADO EXPRESADO EN EE
T ₂₅	> 30'000,000 EE

Fuente: Elaboración Propia

Nota: T_X: T = Tráfico pesado expresado en EE en el carril de diseño
PX = Pavimentada, X = número de rango (14)





- 2) Las características de la sub rasante sobre las que se asienta el pavimento, están definidas en seis (06) categorías de sub rasante, en base a su capacidad de soporte CBR.

Cuadro 12.4
Categorías de Sub rasante

CATEGORÍAS DE SUB RASANTE	CBR
S ₁ : Sub rasante Inadecuada	CBR < 3%
S ₂ : Sub rasante Insuficiente	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S ₃ : Sub rasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S ₄ : Sub rasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S ₅ : Sub rasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S ₆ : Sub rasante excelente	CBR ≥ 30%

Fuente: Elaboración propia

Se considerarán como materiales aptos para las capas de la sub rasante suelos con CBR igual o mayor de 6%. En caso de ser menor (sub rasante insuficiente o sub rasante inadecuada), se procederá a la estabilización de los suelos, para lo cual se analizarán alternativas de solución, como la estabilización mecánica, el reemplazo del suelo de cimentación, estabilización química de suelos, estabilización con geosintéticos u otros productos aprobados por la entidad contratante o administradora, elevación de la rasante, cambiar el trazo vial, eligiéndose la mas conveniente técnica y económica.

Con base en estos dos parámetros, tránsito expresado en ejes equivalentes (EE) y CBR de sub rasante correlacionado con módulo resiliente, se definirán las secciones de pavimento que se encuentran especificadas en los catálogos de estructuras de pavimento.

La metodología empleada para definir las secciones del catálogo de los pavimentos ha consistido en aplicar el procedimiento de la Guía AASHTO 1993, y aplicar un análisis de comportamiento del pavimento que cubre el período de diseño de 20 años de la estructura del pavimento.

A continuación se describen las características más importantes para la aplicación de los procedimientos de cálculo usados.

12.1.1 Método Guía AASHTO 93 de diseño.

Este procedimiento está basado en modelos que fueron desarrollados en función de la performance del pavimento, las cargas vehiculares y resistencia de la sub rasantes para el cálculo de espesores.



PERÚ

Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Viceministerio de Transportes

Dirección General de Caminos y Ferrocarriles

Se incluye más adelante la ecuación de cálculo en la versión de la Guía AASHTO – 93.

El propósito del modelo es el cálculo del Numero Estructural requerido (SNr), en base al cual se identifican y determinan un conjunto de espesores de cada capa de la estructura del pavimento, que deben ser construidas sobre la sub rasante para soportar las cargas vehiculares con aceptable serviciabilidad durante el periodo de diseño establecido en el proyecto.

I. Periodo de Diseño

El Periodo de Diseño a ser empleado para el presente manual de diseño para pavimentos flexibles será hasta 10 años para caminos de bajo volumen de tránsito, periodo de diseños por dos etapas de 10 años y periodo de diseño en una etapa de 20 años. El Ingeniero de diseño de pavimentos puede ajustar el periodo de diseño según las condiciones específicas del proyecto y lo requerido por la Entidad.

II. Variables

La ecuación básica para el diseño de la estructura de un pavimento flexible es la siguiente:

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_a S_w + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{0.17}}} + 2.321 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

A partir de esta ecuación se desprenden las siguientes definiciones:

a) W18, es Número Acumulado de Ejes Simples Equivalentes a 18000 lb (80 kN) para el periodo de diseño, corresponde al Número de Repeticiones de EE de 8.2t; el cual se establece con base en la información del estudio de tráfico (ver [capítulo 6](#)).

b) Módulo de Resiliencia (M_R)

El Módulo de Resiliencia (M_R) es una medida de la rigidez del suelo de sub rasante, el cual para su cálculo, deberá determinarse mediante el ensayo de resiliencia determinado de acuerdo a las recomendaciones del AASHTO.

Para el presente Manual, solo con fines ilustrativos se muestra los valores M_R y CBR en el [Cuadro 12.5](#).





Cuadro 12.5
Módulo Resiliente obtenido por correlación con CBR

CBR% SUB RASANTE	MÓDULO RESILIENTE SUB RASANTE (M _r) (PSI)	MÓDULO RESILIENTE SUB RASANTE (M _r) (MPa)	CBR% SUB RASANTE	MÓDULO RESILIENTE SUB RASANTE (M _r) (PSI)	MÓDULO RESILIENTE SUB RASANTE (M _r) (MPa)
6	8,043.00	55.45	19	16,819.00	115.96
7	8,877.00	61.20	20	17,380.00	119.83
8	9,869.00	66.67	21	17,931.00	123.63
9	10,426.00	71.88	22	18,473.00	127.37
10	11,153.00	76.90	23	19,006.00	131.04
11	11,854.00	81.73	24	19,531.00	134.66
12	12,533.00	86.41	25	20,048.00	138.23
13	13,192.00	90.96	26	20,558.00	141.74
14	13,833.00	95.38	27	21,060.00	145.20
15	14,457.00	99.68	28	21,556.00	148.62
16	15,067.00	103.88	29	22,046.00	152.00
17	15,663.00	107.99	30	22,529.00	155.33
18	16,247.00	112.02			

Fuente: Elaboración propia, en base a la ecuación de correlación CBR – M_r, arrojado por TRRL

c) Confiabilidad (%R)

El método AASHTO incorpora el criterio de la confiabilidad (%R) que representa la probabilidad que una determinada estructura se comporte, durante su periodo de diseño, de acuerdo con lo previsto. Esta probabilidad está en función de la variabilidad de los factores que influyen sobre la estructura del pavimento y su comportamiento; sin embargo, solicitudes diferentes a las esperadas, como por ejemplo, calidad de la construcción, condiciones climáticas extraordinarias, crecimiento excepcional del tráfico pesado mayor a lo previsto y otros factores, pueden reducir la vida útil prevista de un pavimento.

De acuerdo a la guía AASHTO es suficientemente aproximado considerar que el comportamiento del pavimento con el tráfico, sigue una ley de distribución normal, en consecuencia pueden aplicarse conceptos estadísticos para lograr una confiabilidad determinada; por ejemplo, 90% o 95%, significa que solamente un 10% o 5% del tramo pavimentado, se encontrará con un índice de serviciabilidad inferior al previsto; es decir que el modelo de comportamiento está basado en criterios de serviciabilidad y no en un determinado



PERÚ

Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Viceministerio de Transportes

Dirección General de Caminos y Ferrocarriles

mecanismo de falla. En consecuencia, a mayor nivel de confiabilidad se incrementará el espesor de la estructura del pavimento a diseñar.

La confiabilidad no es un parámetro de ingreso directo en la Ecuación de Diseño, para ello debe usarse el coeficiente estadístico conocido como Desviación Normal Estándar (Z_r).

A continuación se especifican los valores recomendados de niveles de confiabilidad para los diferentes rangos de tráfico:

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

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T_{10}	75,000	150,000	65%
	T_{11}	150,001	300,000	70%
	T_{12}	300,001	500,000	75%
	T_{13}	500,001	750,000	80%
	T_{14}	750,001	1,000,000	80%
Resto de Caminos	T_{15}	1,000,001	1,500,000	85%
	T_{16}	1,500,001	3,000,000	85%
	T_{17}	3,000,001	5,000,000	85%
	T_{18}	5,000,001	7,500,000	90%
	T_{19}	7,500,001	10,000,000	90%
	T_{20}	10,000,001	12,500,000	90%
	T_{21}	12,500,001	15,000,000	90%
	T_{22}	15,000,001	20,000,000	95%
	T_{23}	20,000,001	25,000,000	95%
	T_{24}	25,000,001	30,000,000	95%
	T_{25}		>30,000,000	95%

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

Para un diseño por etapas, según AASHTO, se deben determinar las confiabilidades de cada etapa, teniendo en cuenta la confiabilidad total correspondiente a todo el periodo de diseño, que para el presente Manual, corresponde a los valores indicados en el [Cuadro 12.6](#), elevado a la potencia inversa del número de etapas. Así se tiene la relación siguiente:

R_{etapa} = Confiabilidad de cada etapa

R_{total} = Confiabilidad total para el periodo total de diseño (ver [cuadro 12.6](#))

n = Número de etapas





PERU

Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Viceministerio de Transportes

Dirección General de Caminos y Ferrocarriles

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

TIPO DE CAMINOS	TRAFFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)		
				1ERA. ETAPA (1)	2DA. ETAPA (2)	TOTAL (1) x (2)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T ₁₀	75,000	150,000	81%	81%	65%
	T ₁₁	150,001	300,000	84%	84%	70%
	T ₁₂	300,001	500,000	87%	87%	75%
	T ₁₃	500,001	750,000	89%	89%	80%
	T ₁₄	750,001	1,000,000	89%	89%	80%
Resto de Caminos	T ₁₅	1,000,001	1,500,000	92%	92%	85%
	T ₁₆	1,500,001	3,000,000	92%	92%	85%
	T ₁₇	3,000,001	5,000,000	92%	92%	85%
	T ₁₈	5,000,001	7,500,000	95%	95%	90%
	T ₁₉	7,500,001	10,000,000	95%	95%	90%
	T ₂₀	10,000,001	12,500,000	95%	95%	90%
	T ₂₁	12,500,001	15,000,000	95%	95%	90%
	T ₂₂	15,000,001	20,000,000	97%	97%	95%
	T ₂₃	20,000,001	25,000,000	97%	97%	95%
	T ₂₄	25,000,001	30,000,000	97%	97%	95%
	T ₂₅	>30,000,000		97%	97%	95%

d) **Coficiente Estadístico de Desviación Estándar Normal (Zr)**

El coeficiente estadístico de Desviación Estándar Normal (Zr) representa el valor de la Confiabilidad seleccionada, para un conjunto de datos en una distribución normal.





PERÚ

Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Viceministerio de Transportes

Dirección General de Caminos y Ferrocarriles

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

TPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Zr)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T ₁₀	75,000	150,000	-0.385
	T ₁₅	150,001	300,000	-0.524
	T ₂₀	300,001	500,000	-0.674
	T ₂₅	500,001	750,000	-0.842
	T ₃₀	750,001	1,000,000	-0.842
Resto de Caminos	T ₃₅	1,000,001	1,500,000	-1.036
	T ₄₀	1,500,001	3,000,000	-1.036
	T ₄₅	3,000,001	5,000,000	-1.036
	T ₅₀	5,000,001	7,500,000	-1.282
	T ₅₅	7,500,001	10,000,000	-1.282
	T ₆₀	10,000,001	12,500,000	-1.282
	T ₆₅	12,500,001	15,000,000	-1.282
	T ₇₀	15,000,001	20,000,000	-1.645
	T ₇₅	20,000,001	25,000,000	-1.645
	T ₈₀	25,000,001	30,000,000	-1.645
	T ₉₀	>30,000,000		-1.645

Fuente: Elaboración Propia, en base a datos de la Guía AASHTO (1993)





Cuadro 12.9
Coficiente Estadístico de la Desviación Estándar Normal (Z_r)
Para dos etapas de diseño de 10 años cada una
Según el Nivel de Confiabilidad seleccionado y el Rango de Tráfico

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	E.A.S EQUIVALENTES ACUMULADOS		DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Z_r)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T_{r0}	75,000	150,000	-0.878
	T_{r1}	150,001	300,000	-0.994
	T_{r2}	300,001	500,000	-1.126
	T_{r3}	500,001	750,000	-1.227
	T_{r4}	750,001	1,000,000	-1.227
Resto de Caminos	T_{r5}	1,000,001	1,500,000	-1.405
	T_{r6}	1,500,001	3,000,000	-1.405
	T_{r7}	3,000,001	5,000,000	-1.405
	T_{r8}	5,000,001	7,500,000	-1.645
	T_{r9}	7,500,001	10'000,000	-1.645
	T_{r10}	10'000,001	12'500,000	-1.645
	T_{r11}	12'500,001	15'000,000	-1.645
	T_{r12}	15'000,001	20'000,000	-1.881
	T_{r13}	20'000,001	25'000,000	-1.881
	T_{r14}	25'000,001	30'000,000	-1.881
	T_{r15}		>30'000,000	-1.881

e) Desviación Estándar Combinada (S_o)

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



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y ComunicacionesViceministerio
de TransportesDirección General
de Caminos y
Ferrocarriles**f) Índice de Serviabilidad Presente (PSI)**

El Índice de Serviabilidad Presente es la comodidad de circulación ofrecida al usuario. Su valor varía de 0 a 5. Un valor de 5 refleja la mejor comodidad teórica (difícil de alcanzar) y por el contrario un valor de 0 refleja el peor. Cuando la condición de la vía decrece por deterioro, el PSI también decrece.

f.1) Serviabilidad Inicial (PI)

La Serviabilidad Inicial (PI) es la condición de una vía recientemente construida. A continuación se indican los índices de servicio inicial para los diferentes tipos de tráfico:

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

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (Pi)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T ₁₀	150,001	300,000	3.80
	T ₂₀	300,001	500,000	3.80
	T ₃₀	500,001	750,000	3.80
	T ₄₀	750,001	1,000,000	3.80
Resto de Caminos	T ₅₀	1,000,001	1,500,000	4.00
	T ₆₀	1,500,001	3,000,000	4.00
	T ₇₀	3,000,001	5,000,000	4.00
	T ₈₀	5,000,001	7,500,000	4.00
	T ₉₀	7,500,001	10,000,000	4.00
	T ₁₀₀	10,000,001	12,500,000	4.00
	T ₁₁₀	12,500,001	15,000,000	4.00
	T ₁₂₀	15,000,001	20,000,000	4.20
	T ₁₃₀	20,000,001	25,000,000	4.20
	T ₁₄₀	25,000,001	30,000,000	4.20
	T ₁₅₀		>30,000,000	4.20

Fuente: Elaboración propia sobre la base de la Guía AASHTO'93



**f.2) Serviciabilidad Final o Terminal (P_T)**

La Serviciabilidad Terminal (P_T) es la condición de una vía que ha alcanzado la necesidad de algún tipo de rehabilitación o reconstrucción.

A continuación se indican los índices de serviciabilidad final para los diferentes tipos de tráfico.

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

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

Elaboración Propia, en base a datos de la Guía AAS

Fuente:





PERÚ

Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Viceministerio de Transportes

Dirección General de Caminos y Ferrocarriles

f.3) Variación de Serviabilidad (Δ PSI)

(Δ PSI) es la diferencia entre la Serviabilidad Inicial y Terminal asumida para el proyecto en desarrollo.

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

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD (Δ PSI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T ₁₁	150,001	300,000	1.80
	T ₁₂	300,001	500,000	1.80
	T ₁₃	500,001	750,000	1.80
	T ₁₄	750,001	1,000,000	1.80
Resto de Caminos	T ₁₅	1,000,001	1,500,000	1.50
	T ₁₆	1,500,001	3,000,000	1.50
	T ₁₇	3,000,001	5,000,000	1.50
	T ₁₈	5,000,001	7,500,000	1.50
	T ₁₉	7,500,001	10'000,000	1.50
	T ₂₀	10'000,001	12'500,000	1.50
	T ₂₁	12'500,001	15'000,000	1.50
	T ₂₂	15'000,001	20'000,000	1.20
	T ₂₃	20'000,001	25'000,000	1.20
	T ₂₄	25'000,001	30'000,000	1.20
	T ₂₅		>30'000,000	1.20

Fuente: Elaboración Propia





PERU

Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Viceministerio de Transportes

Dirección General de Caminos y Ferrocarriles

g) Numero Estructural Propuesto(SNR)

Los datos obtenidos y procesados se aplican a la ecuación de diseño AASHTO y se obtiene el Número Estructural, que representa el espesor total del pavimento a colocar y debe ser transformado al espesor efectivo de cada una de las capas que lo constituirán, o sea de la capa de rodadura, de base y de subbase, mediante el uso de los coeficientes estructurales, esta conversión se obtiene aplicando la siguiente ecuación:

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

Donde:

a_1, a_2, a_3 = coeficientes estructurales de las capas: superficial, base y subbase, respectivamente

d_1, d_2, d_3 = espesores (en centímetros) de las capas: superficial, base y subbase, respectivamente

m_2, m_3 = coeficientes de drenaje para las capas de base y subbase, respectivamente

Según AASHTO la ecuación SN no tiene una solución única, es decir hay muchas combinaciones de espesores de cada capa que dan una solución satisfactoria. El Ingeniero Proyectista, debe realizar un análisis de comportamiento de las alternativas de estructuras de pavimento seleccionadas, de tal manera que permita decidir por la alternativa que presente los mejores valores de niveles de servicio, funcionales y estructurales, menores a los admisibles, en relación al tránsito que debe soportar la calzada.

Los valores de los coeficientes estructurales considerados en el presente manual son:





Cuadro 12.13
Coefficientes Estructurales de las Capas del Pavimento a₁

COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE	VALOR COEFICIENTE ESTRUCTURAL a ₁ (cm)	OBSERVACIÓN
CAPA SUPERFICIAL			
Carpeta Asfáltica en Caliente, módulo 2.965 MPa (430,000 PSI) a 20 °C (68 °F)	a ₁	0.170 / cm	Capa Superficial recomendada para todos los tipos de Tráfico
Carpeta Asfáltica en Frío, mezcla asfáltica con emulsión	a ₁	0.125 / cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 1000,000 EE
Micro pavimento 25 mm	a ₁	0.130 / cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 1000,000 EE
Tratamiento Superficial Bicapa	a ₁	(*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 500,000 EE. No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8%, y, en vías con curvas pronunciadas, curvas de volteo, curvas y contracurvas, y en tramos que obliguen al frenado de vehículos
Lechada asfáltica (slurry seal) de 12 mm	a ₁	(*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 500,000 EE. No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8% y en tramos que obliguen al frenado de vehículos
(*) no se consideran por no tener aporte estructural			
BASE			
Base Granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS	a ₂	0.052 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico ≤ 10'000,000 EE
Base Granular CBR 100%, compactada al 100% de la MDS	a ₂	0.054 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico > 10'000,000 EE
Base Granular Tratada con Asfalto (Estabilidad Marshall = 1500 lb)	a _{2a}	0.115 / cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cemento (resistencia a la compresión 7 días = 35 kg/cm ²)	a _{2a}	0.070 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cal (resistencia a la compresión 7 días = 12 kg/cm ²)	a _{2a}	0.060 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
SUBBASE			
Subbase Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS	a ₃	0.047 / cm	Capa de Subbase recomendada con CBR mínimo 40%, para todos los tipos de Tráfico

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

La ecuación SN de AASHTO, también requiere del coeficiente de drenaje de las capas granulares de base y subbase. Este coeficiente tiene por finalidad tomar en cuenta la influencia del drenaje en la estructura del pavimento.

El valor del coeficiente de drenaje esta dado por dos variables que son:



- a. La calidad del drenaje.
- b. Exposición a la saturación, que es el porcentaje de tiempo durante el año en que un pavimento está expuesto a niveles de humedad que se aproximan a la saturación.

El **cuadro 12.14** presenta valores de la calidad de drenaje con el tiempo que tarda el agua en ser evacuada.

Cuadro 12.14
Calidad del Drenaje

CALIDAD DEL DRENAJE	TIEMPO EN QUE TARDA EL AGUA EN SER EVACUADA
Excelente	2 horas
Buena	1 día
Mediana	1 semana
Mala	1 mes
Muy mala	El agua no evacua

Fuente: Guía de Diseño de Estructuras de Pavimentos AASHTO - 1993

El **Cuadro 12.15** presenta valores de coeficiente de drenaje m_i , para porcentajes del tiempo en que la estructura del pavimento está expuesta a niveles de humedad próximos a la saturación y calidad del drenaje.

Cuadro 12.15
Valores recomendados del Coeficiente de Drenaje m_i
Para Bases y SubBases granulares no tratadas en Pavimentos Flexibles

CALIDAD DEL DRENAJE	P=% DEL TIEMPO EN QUE EL PAVIMENTO ESTÁ EXPUESTO A NIVELES DE HUMEDAD CERCANO A LA SATURACIÓN.			
	MEJOR QUE 1%	1% - 5%	5% - 25%	MAJOR QUE 25%
Excelente	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.20
Buena	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00
Regular	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0.80
Pobre	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.60
Muy pobre	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40

Fuente: Guía de Diseño de Estructuras de Pavimentos AASHTO - 1993

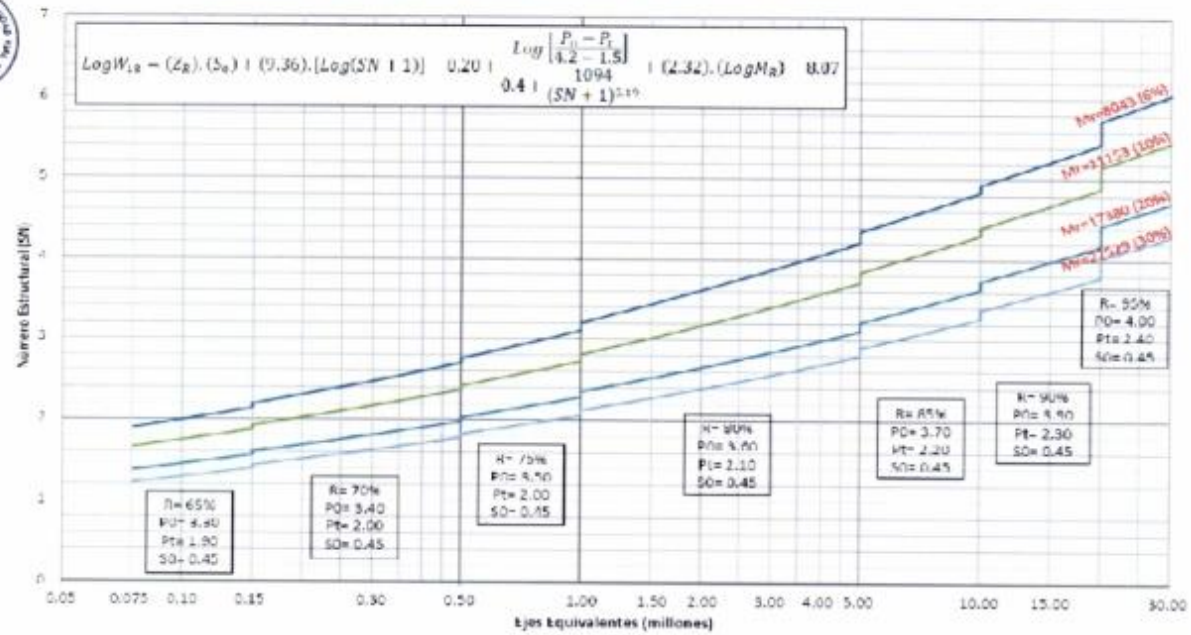
Para la definición de las secciones de estructuras de pavimento del presente Manual, el coeficiente de drenaje para las capas de base y subbase, asumido fue de 1.00.

En función a los parámetros requeridos por AASHTO y especificados en los cuadros anteriores, se han determinado los diferentes Números Estructurales requeridos, para cada rango de tráfico expresado en ejes equivalentes (EE) y rango de tipo de suelos, según se presenta en gráfico y cuadro siguientes:





Figura 12.1 NÚMERO ESTRUCTURAL PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES (*)



(*) Para Contabilidad de ejes del Pavimento en una sola etapa.

Fuente: Elaboración propia en base al Método MSHTO 00.





Cuadro 12.16

Número Estructural Requerido para Pavimentos Flexibles (SN) - Periodo de diseño 20 años



CATALOGO DE NÚMEROS ESTRUCTURALES (SN) REQUERIDOS POR TIPO DE TRAFICO Y DE SUB RASANTE Carpeta Asfáltica en Caliente + Base Granular + Subbase Granular						
TIPO SUB RASANTE CLASE DE TRANSITO	Inadecuada CBR < 3 % (*)	Pobre 3 % ≤ CBR < 6 % (*)	Regula	Buena	Muy Buena	Excelente
			6 % ≤ CBR < 10 %	10 % ≤ CBR < 20 %	20 % ≤ CBR < 30 %	CBR ≥ 30 %
T=0 75.000 < Rep. EE ≤ 150.000			2.135	1.671	1.557	1.302
T=1 150.000 < Rep. EE ≤ 300.000			2.470	2.165	1.809	1.625
T=2 300.000 < Rep. EE ≤ 600.000			2.702	2.367	1.979	1.780
T=3 600.000 < Rep. EE ≤ 750.000			2.955	2.593	2.173	1.959
T=4 750.000 < Rep. EE ≤ 1.000.000			3.107	2.725	2.283	2.059
T=5 1.000.000 < Rep. EE ≤ 1.500.000			3.434	3.012	2.521	2.274
T=6 1.500.000 < Rep. EE ≤ 2.000.000			3.666	3.265	2.841	2.561
T=7 2.000.000 < Rep. EE ≤ 3.000.000			4.206	3.707	3.105	2.757
T=8 3.000.000 < Rep. EE ≤ 4.500.000			4.63	4.103	3.449	3.107
T=9 4.500.000 < Rep. EE ≤ 7.500.000			4.837	4.300	3.624	3.267
T=10 7.500.000 < Rep. EE ≤ 10.000.000			5.082	4.552	3.869	3.501
T=11 10.000.000 < Rep. EE ≤ 12.500.000			5.226	4.679	3.985	3.609
T=12 12.500.000 < Rep. EE ≤ 15.000.000			5.341	4.883	4.173	3.786
T=13 15.000.000 < Rep. EE ≤ 20.000.000			5.907	5.323	4.580	4.172
T=14 20.000.000 < Rep. EE ≤ 50.000.000			6.052	5.460	4.708	4.293

(*) Previa a la colocación de la estructura del pavimento, se requiere Estabilización de suelos, que sera materia de Estudio Especial
- Con el Suelo Estabilizado la estructura del pavimento a colocar, Corresponderá a la de un Suelo Regular (CBR≥6% a CBR=10%)





12.2 Secciones de estructuras de pavimento flexible

Para determinar las secciones de estructuras de pavimento flexible, se consideraron los siguientes espesores mínimos recomendados:

Cuadro 12.17
Valores recomendados de Espesores Mínimos de Capa Superficial y Base Granular

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		CAPA SUPERFICIAL	BASE GRANULAR
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T ₁₀	150,001	300,000	TSB, o Lechada Asfáltica (Slurry seal) 12mm, o Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frio: 50mm Carpeta Asfáltica en Caliente: 50mm	150 mm
	T ₁₀	300,001	500,000	TSB, o Lechada Asfáltica (Slurry seal) 12mm, o Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frio: 60mm Carpeta Asfáltica en Caliente: 60mm	150 mm
	T ₁₀	500,001	750,000	Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frio: 60mm Carpeta Asfáltica en Caliente: 70mm	150 mm
	T ₁₀	750,001	1,000,000	Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frio: 70mm Carpeta Asfáltica en Caliente: 80mm	200 mm
Resto de Caminos	T ₁₀	1,000,001	1,500,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 80mm	200 mm
	T ₁₀	1,500,001	3,000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 90mm	200 mm
	T ₁₀	3,000,001	5,000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 90mm	200 mm
	T ₁₀	5,000,001	7,500,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 100mm	250 mm
	T ₁₀	7,500,001	10,000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 110mm	250 mm
	T ₁₀	10,000,001	12,500,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 120mm	250 mm
	T ₁₀	12,500,001	15,000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 130mm	250 mm
	T ₁₀	15,000,001	20,000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 140mm	250 mm
	T ₁₀	20,000,001	25,000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 150mm	300 mm
	T ₁₀	25,000,001	30,000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 150mm	300 mm

Fuente: Elaboración Propia, en base a datos de la Guía AASHTO 500.



El espesor mínimo constructivo para capas superficiales con carpeta asfáltica en caliente es de 40mm y el espesor mínimo constructivo de las capas granulares (Base y Subbase) es de 150mm.

Las secciones de estructuras de pavimento flexible, que se recomiendan en el Manual, están en función al tipo de suelos (rango de CBR de diseño) y el tráfico vial expresado en número de ejes equivalentes, son las siguientes:

- 12.2.1 Catálogos de Números Estructurales (SN) adoptados por tipo de tráfico y de sub rasante.
- 12.2.2 Secciones Ilustrativas y Referenciales de Estructuras de Pavimento Flexible para caminos de bajo volumen de tránsito ($\leq 1'000,000$ EE en el carril de diseño), periodo de diseño 10 años.

Cuadro 12.18
Limitaciones de Tránsito y Geometría Vial
para la Aplicación de los distintos tipos de Capa Superficial

CAPA SUPERFICIAL	LIMITACIONES DE TRÁNSITO Y GEOMETRÍA VIAL PARA LA APLICACIÓN DE LOS DISTINTOS TIPOS DE CAPA SUPERFICIAL		
	TRÁFICO EN EE	PENDIENTE MÁXIMA	CURVATURA HORIZONTAL
Carpeta Asfáltica en Caliente	Sin Restricción	Sin Restricción	Sin Restricción
Carpeta Asfáltica en Frio, mezcla asfáltica con emulsión.	$\leq 1'000,000$ EE	Sin Restricción	Sin Restricción
Micropavimento 25 mm	$\leq 1'000,000$ EE	Sin Restricción	Sin Restricción
Tratamiento Superficial Bicapa.	$\leq 500,000$ EE	No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8%	No Aplica en tramos con curvas pronunciadas, curvas de volteo, curvas y contracurvas, y en tramos que obliguen al frenado de vehículos
Lechada asfáltica (slurry seal) de 12 mm.	$\leq 500,000$ EE	No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8%	No Aplica en tramos que obliguen al frenado de vehículos

- 12.2.3 Secciones Ilustrativas y Referenciales de Estructuras de Pavimento Flexible para caminos de bajo volumen de tránsito ($\leq 1'000,000$ EE en el carril de diseño) y el resto de caminos con más de $1'000,000$ EE en el carril de diseño, periodo de diseño en dos etapas de 10 años (total 20 años). Pavimento con Capa Superficial de Carpeta Asfáltica en Caliente. No sustituye al diseño que deberá realizar el Ingeniero Responsable del Diseño.
- 12.2.4 Secciones Ilustrativas y Referenciales de Estructuras de Pavimento Flexible con base tratada con asfalto, para caminos con más de $1'000,000$ EE en el carril de diseño, periodo de diseño en dos etapas de 10 años (total 20 años). Pavimento con Capa Superficial de





PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

Carpeta Asfáltica en Caliente. No sustituye al diseño que deberá realizar el Ingeniero Responsable del Diseño.

- 12.2.5 Secciones Ilustrativas y Referenciales de Estructuras de Pavimento Flexible con base tratada con cemento, para caminos con más de 1'000,000 EE en el carril de diseño, periodo de diseño en dos etapas de 10 años (total 20 años). Pavimento con Capa Superficial de Carpeta Asfáltica en Caliente. No sustituye al diseño que deberá realizar el Ingeniero Responsable del Diseño.
- 12.2.6 Secciones Ilustrativas y Referenciales de Estructuras de Pavimento Flexible con base tratada con cal, para caminos con más de 1'000,000 EE en el carril de diseño, periodo de diseño en dos etapas de 10 años (total 20 años). Pavimento con Capa Superficial de Carpeta Asfáltica en Caliente. No sustituye al diseño que deberá realizar el Ingeniero Responsable del Diseño.
- 12.2.7 Secciones Ilustrativas y Referenciales de Estructuras de Pavimento Flexible para caminos con más de 1'000,000 EE en el carril de diseño, periodo de diseño en una etapa de 20 años. Pavimento con Capa Superficial de Carpeta Asfáltica en Caliente. No sustituye al diseño que deberá realizar el Ingeniero Responsable del Diseño.
- 12.2.8 Secciones Ilustrativas y Referenciales de Estructuras de Pavimento Flexible con base tratada con asfalto, para caminos con más de 1'000,000 EE en el carril de diseño, periodo de diseño en una etapa de 20 años. Pavimento con Capa Superficial de Carpeta Asfáltica en Caliente. No sustituye al diseño que deberá realizar el Ingeniero Responsable del Diseño.
- 12.2.9 Secciones Ilustrativas y Referenciales de Estructuras de Pavimento Flexible con base tratada con cemento, para caminos con más de 1'000,000 EE en el carril de diseño, periodo de diseño en una etapa de 20 años. Pavimento con Capa Superficial de Carpeta Asfáltica en Caliente. No sustituye al diseño que deberá realizar el Ingeniero Responsable del Diseño.
- 12.2.10 Secciones Ilustrativas y Referenciales de Estructuras de Pavimento Flexible con base tratada con cemento, para caminos con más de 1'000,000 EE en el carril de diseño, periodo de diseño en una etapa de 20 años. Pavimento con Capa Superficial de Carpeta Asfáltica en Caliente. No sustituye al diseño que deberá realizar el Ingeniero Responsable del Diseño.





PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

12.2.1

Catálogos de Números Estructurales (SN) adoptados por tipo de tráfico y de sub rasante





CATALOGO DE NÚMEROS ESTRUCTURALES (SN) REQUERIDOS POR TIPO DE TRAFICO Y DE SUB RASANTE
Mortero Asfáltico + Base Granular + Subbase Granular

TIPO SUB RASANTE CLASE DE TRANSITO	Inadecuada CBR < 3 % (*)	Pobre 3 % ≤ CBR < 6 % (*)	Regula	Buena	Muy Buena	Excelente
			6 % ≤ CBR < 10 %	10 % ≤ CBR < 20 %	20 % ≤ CBR < 30 %	CBR ≥ 30 %
Ta0 75.000 < Rep. EE ≤ 150.000			2.146	2.005	1.941	1.404
Ta1 150.000 < Rep. EE ≤ 300.000			2.900	2.240	1.839	1.694
Ta2 300.000 < Rep. EE ≤ 500.000			2.735	2.381	2.005	1.420

(*) Previa a la colocación de la estructura del pavimento, se requiere Estabilización de suelos, que sera materia de Estudio Especial - Con el Suelo Estabilizado la estructura del pavimento a colocar, Corresponderá a la de un Suelo Regular (CBR≥6% a CBR=10%)

CATALOGO DE NÚMEROS ESTRUCTURALES (SN) REQUERIDOS POR TIPO DE TRAFICO Y DE SUB RASANTE
Tratamiento Superficial Bicapa + Base Granular + Subbase Granular

TIPO SUB RASANTE CLASE DE TRANSITO	Inadecuada CBR < 3 % (*)	Pobre 3 % ≤ CBR < 6 % (*)	Regula	Buena	Muy Buena	Excelente
			6 % ≤ CBR < 10 %	10 % ≤ CBR < 20 %	20 % ≤ CBR < 30 %	CBR ≥ 30 %
Ta0 75.000 < Rep. EE ≤ 150.000			2.146	2.005	1.941	1.404
Ta1 150.000 < Rep. EE ≤ 300.000			2.900	2.240	1.839	1.694
Ta2 300.000 < Rep. EE ≤ 500.000			2.735	2.381	2.005	1.420

(*) Previa a la colocación de la estructura del pavimento, se requiere Estabilización de suelos, que sera materia de Estudio Especial - Con el Suelo Estabilizado la estructura del pavimento a colocar, Corresponderá a la de un Suelo Regular (CBR≥6% a CBR=10%)





PERU Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Viceministerio de Transportes

Dirección General de Caminos y Ferrocarriles



CATALOGO DE NÚMEROS ESTRUCTURALES (SN) REQUERIDOS POR TIPO DE TRAFICO Y DE SUB RASANTE
Micropavimento + Base Granular + Subbase Granular

TIPO SUB RASANTE CLASE DE TRANSITO	Inadecuada CBR < 3 % (*)	Pobre 3 % ≤ CBR < 6 % (*)	Regula	Buena	Muy Buena	Excelente
			6 % ≤ CBR < 10 %	10 % ≤ CBR < 20 %	20 % ≤ CBR < 30 %	CBR ≥ 30 %
Ta0 75.000 < Rep. EE ≤ 150.000			2.293	2.033	1.940	1.432
Ta1 150.000 < Rep. EE ≤ 300.000			2.528	2.188	1.848	1.640
Ta2 300.000 < Rep. EE ≤ 500.000			2.788	2.387	2.033	1.825
Ta3 500.000 < Rep. EE ≤ 750.000			3.023	2.600	2.188	2.033
Ta4 750.000 < Rep. EE ≤ 1.000.000			3.142	2.768	2.293	2.174

(*) Previa a la colocación de la estructura del pavimento, se requiere Estabilización de suelos, que será materia de Estudio Especial
 - Con el Suelo Estabilizado la estructura del pavimento a colocar. Corresponderá a la de un Suelo Regular (CBR≥9% a CBR=10%)

CATALOGO DE NÚMEROS ESTRUCTURALES (SN) REQUERIDOS POR TIPO DE TRAFICO Y DE SUB RASANTE
Carpeta Asfáltica en Frio + Base Granular + Subbase Granular

TIPO SUB RASANTE CLASE DE TRANSITO	Inadecuada CBR < 3 % (*)	Pobre 3 % ≤ CBR < 6 % (*)	Regula	Buena	Muy Buena	Excelente
			6 % ≤ CBR < 10 %	10 % ≤ CBR < 20 %	20 % ≤ CBR < 30 %	CBR ≥ 30 %
Ta0 75.000 < Rep. EE ≤ 150.000			2.166	1.877	1.955	1.409
Ta1 150.000 < Rep. EE ≤ 300.000			2.530	2.219	1.930	1.670
Ta2 300.000 < Rep. EE ≤ 500.000			2.729	2.480	2.035	1.879
Ta3 500.000 < Rep. EE ≤ 750.000			2.975	2.632	2.192	2.140
Ta4 750.000 < Rep. EE ≤ 1.000.000			3.127	2.805	2.430	2.140

(*) Previa a la colocación de la estructura del pavimento, se requiere Estabilización de suelos, que será materia de Estudio Especial
 - Con el Suelo Estabilizado la estructura del pavimento a colocar. Corresponderá a la de un Suelo Regular (CBR≥9% a CBR=10%)





CATALOGO DE NÚMEROS ESTRUCTURALES (SN) REQUERIDOS POR TIPO DE TRAFICO Y DE SUB RASANTE
Carpetas Asfálticas en Caliente + Base Granular + Subbase Granular

TIPO SUB RASANTE CLASE DE TRANSITO	Inadecuada CBR < 3 % (*)	Pobre 3 % ≤ CBR < 5 % (*)	Regula	Buena	Muy Buena	Excelente
			6 % ≤ CBR < 10 %	10 % ≤ CBR < 20 %	20 % ≤ CBR < 30 %	CBR ≥ 30 %
Tu0						
75.000 < Rep. EE ≤ 150.000			2.150	1.890	1.630	1.630
Tu1						
150.000 < Rep. EE ≤ 300.000			2.476	2.216	1.852	1.800
Tu2						
300.000 < Rep. EE ≤ 500.000			2.795	2.372	2.008	1.800
Tu3						
500.000 < Rep. EE ≤ 750.000			2.982	2.594	2.178	1.970
Tu4						
750.000 < Rep. EE ≤ 1'000.000			3.152	2.764	2.348	2.140
Tu5						
1'000.000 < Rep. EE ≤ 1'500.000			3.459	3.105	2.556	2.296
Tu6						
1'500.000 < Rep. EE ≤ 3'000.000			3.911	3.431	2.882	2.570
Tu7						
3'000.000 < Rep. EE ≤ 5'000.000			4.218	3.757	3.156	2.644
Tu8						
5'000.000 < Rep. EE ≤ 7'500.000			4.652	4.135	3.482	3.118
Tu9						
7'500.000 < Rep. EE ≤ 10'000.000			4.847	4.305	3.652	3.288
Tu10						
10'000.000 < Rep. EE ≤ 12'500.000			5.134	4.582	3.884	3.506
Tu11						
12'500.000 < Rep. EE ≤ 15'000.000			5.257	4.705	4.054	3.675
Tu12						
15'000.000 < Rep. EE ≤ 20'000.000			5.380	4.922	4.224	3.845
Tu13						
20'000.000 < Rep. EE ≤ 25'000.000			5.914	5.327	4.613	4.178
Tu14						
25'000.000 < Rep. EE ≤ 30'000.000			6.084	5.497	4.783	4.348

(*) Previa a la colocación de la estructura del pavimento, se requiere Estabilización de suelos, que será materia de Estudio Especial
- Con el Suelo Estabilizado la estructura del pavimento a colocar, Corresponderá a la de un Suelo Regular (CBR≥6% a CBR<10%)





Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, **Ramos Gallegos, Susy Giovana**, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA y Escuela Profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO, asesor(a) del Trabajo de Investigación / Tesis titulada: "**Diseño estructural del pavimento flexible para mejorar la transitabilidad en la av. Perú en el distrito de Andahuaylas, año 2020**", del (los) autor (autores): **Quiñones Romani Jeffersson y Yuto Mallma Erick**, constato que la investigación cumple con el índice de similitud establecido, y verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

Lima, 13 de febrero de 2021

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
RAMOS GALLEGOS SUSY GIOVANA DNI: 09715409 ORCID 0000-0003-2450-9883	Fecha 13/02/2021 