



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**“Diseño de pavimento óptimo para la vía no pavimentada
avenida los Tallanes urbanización popular Nuevo Sullana,
Sullana - Piura 2023”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Sánchez Palacios, Ayrton Rafael (orcid.org/0000-0002-7979-7280)

ASESOR:

Dr. Prieto Mozón, Pedro Pablo (orcid.org/0000-0002-1019-983X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático

PIURA – PERÚ

2023

DEDICATORIA

La presente tesis se la dedico a Dios ya que sin el nada sería posible, por darme las fuerzas de seguir y no rendirme.

A mis padres porque ellos me dan todo el apoyo emocional y económico son mi mayor motivación, ejemplo de esfuerzo y calidad de personas que son me inculcan que Dios estará conmigo ayudándome, a mis hermanas por el cariño y ánimos que me brindan.

A todas las personas de cariño mutuo amigos, docentes y compañeros que me ayudaron a seguir y acompañaron en esta etapa.

AGRADECIMIENTO

La presente tesis no se realizaría sin la ayuda y la motivación de las personas que más quiero, por ese cariño y amor infinito que recibo a diario.

Agradezco infinitamente a Dios y a mis padres porque siempre están ahí para apoyarme, como en este caso al realizar mi tesis para poder obtener el título profesional de ingeniero civil. Este título se lo dedico a ellos, por darme la formación académica para lograr el objetivo más importante en mi vida.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iv
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I.INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA.....	15
IV RESULTADOS	20
V. DISCUSIÓN	28
VI.CONCLUSIONES	31
VII. RECOMENDACIONES	32
REFERENCIAS	33
ANEXOS	35

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: CARGA VEHICULAR	20
TABLA 2: CBR C-1/M-2	22
TABLA 3: CBR C-2/M-2	22
TABLA 4: CBR C-3/M-2	22
TABLA 5: ENSAYOS DE LABORATORIO.....	22
TABLA 6: DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE ASSTHO 93	23
TABLA 7: ESPESORES DE LA CAPA	24
TABLA 8: DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO AASHTO 93	25
TABLA 9:ENSAYOS DE LABORATORIO.....	79
TABLA 10:ENSAYOS DE LABORATORIO	79
TABLA 11:ENSAYOS DE LABORATORIO	80
TABLA 12: ENSAYOS DE LABORATORIO	80
TABLA 13:ENSAYOS DE LABORATORIO	81
TABLA 14: Coeficiente Estructural.....	88
TABLA 15:Espesores del Pavimento Flexible	90

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1: PERFIL LONGITUDINAL 0+000 – 1+000	21
Fig. 2: PERFIL LONGITUDINAL 1+000 – 2+000.....	21
Fig. 3: PERFIL LONGITUDINAL 2+000 – 3+000.....	21
Fig. 4: CATEGORIAS DE SUB RASANTE.....	23
Fig. 5 FÓRMULA AASTHO 93 PARA PAVIMENTO FLEXIBLE	23
Fig. 6: ESPEORES DE CAPA	24
Fig. 7: FÓRMULA PARA PAVIMENTO RÍGIDO	25
Fig. 8: CAPAS DE PAVIMENTO RÍGIDO	25
<i>Fig. 9: PERFIL ESTRATIGRAFICO.....</i>	<i>55</i>
Fig. 10: CALICATA C-3 FIG. 11: TESTIMONIO FOTOGRÁFICO	56
Fig. 12: CALICATA N°1	58
Fig. 13: CALICATA N°1	59
Fig. 14: CALICATA N°2	60
Fig. 15: CALICATA N°2	61
Fig. 16: CALICATA N°3	62
Fig. 17: PLANO EN PLANTA AVENIDA LOS TALLANES PROGRESIVA 0+000 – 1+000.....	74
Fig. 18: PLANO EN PLANTA AVENIDA LOS TALLANES PROGRESIVA 1+000 – 2+000.....	75
Fig. 19: PLANO EN PLANTA AVENIDA LOS TALLANES PROGRESIVA 2+000 – 3+000.....	76
Fig. 20: PAVIMENTO FLEXIBLE RIGIDO	78
Fig. 21: Formula del Método AASTHO 93	91
Fig. 22: Formula de Suelo y el efecto de las capas de apoyo (Kc)	93
Fig. 23: Correlación CBR.....	95
Fig. 24: DIÁMETROS Y LONGITUDES RECOMENDADOS EN BARRAS DE AMARRE	99

RESUMEN

En esta presente tesis se hará diseño de pavimento óptimo de la Avenida los Tallanes Urbanización Nuevo Sullana- Sullana-Piura donde se consideró esta avenida para poder diseñar un pavimento ya que no cuenta con un diseño de pavimentación añadiendo así la problemática referente al polvo, para ello se propone un diseño de pavimento óptimo para poder corregir la problemática y darle buena transitabilidad a la zona de estudio. Se realizará un diseño de pavimento Flexible y Rígido aplicando la metodología AASHTO 1993 y siguiendo los parámetros del Manual de Carreteras 2014 Geología, Geotecnia y Pavimentos.

Partiendo así por el estudio de tráfico donde encontraremos la carga vehicular que obtuvimos las repeticiones de ejes equivalentes de 8.2tn para el pavimentos flexible y para pavimento rígido conformando a ambos como tipo de tráfico, siguiendo con el levantamiento topográfico para poder definir la zona que se va a estudiar cuantos metros hay y la pendiente, el estudio de mecánica de suelos que para determinar el tipo de suelo y el CBR, el diseño de pavimento tanto rígido como flexible acorde a la metodología AASHTO. Finalmente se concluirá cuál de los dos pavimentos sería el óptimo.

Palabras clave: Pavimento, carga vehicular, CBR, AASHTO 93.

ABSTRACT

In this present thesis, an optimal pavement design will be made for Los Tallanes Avenue, Nuevo Sullana-Sullana-Piura Urbanization, where this avenue will be considered to be able to design a pavement since it does not have a paving design, thus having the problematic reference to dust, For this, an optimal pavement design is proposed in order to correct the problem and give good trafficability to the study area. A Flexible and Rigid pavement design will be covered applying the AASHTO 1993 methodology and following the parameters of the 2014 Highway Manual Geology, Geotechnics and Pavements.

Starting in this way with the traffic where we will find the vehicular load that we obtained the repetitions of axes equivalent studies of 8.2tn for the flexible pavement and for rigid pavement conformed to both as a type of traffic, continuing with the topographic survey to be able to define the area that will be to study how many meters there are and the slope, the study of soil mechanics to determine the type of soil and the CBR, the design of both rigid and flexible pavement according to the AASHTO methodology. Finally, it will be concluded which of the two pavements would be optimal.

Keywords: Pavement, vehicle load, CBR, AASHTO 93.

I.INTRODUCCIÓN

Al pasar los años, las infraestructuras viales han dado como asegurado una mejor calidad de vida y economía, no solo en un país sino en todo el mundo dada la necesidad que al momento que la población crece va abriendo caminos los cuales contar con una infraestructura vial es fundamental para un mejor desarrollo de país. En la ciudad de Mexicali en el país de México nos informa de la problemática el secretario de salud Guillermo Trejo Dozal el 2018, de las enfermedades respiratorias medias están aumentando de manera considerable, lo cual el PM10 es una partícula que es provocada por el polvo que es muy dañina para la salud de los mexicalenses, estimándose 304 muertes y un aproximado de más de 25000 consultas causadas por la contaminación del aire siendo la única causa el polvo, por lo cual se ha convertido en una problemática de magnitud y trascendencia pública ya que debido a esa causa han aumentado las enfermedades respiratorias un 30%. La realización de un pavimento sería un factor de salud ya que con un camino pavimentado reduciría considerablemente la contaminación del polvo y en el factor de bienestar estaría trayendo una buena transitabilidad y economía a la población de la ciudad de Mexicali.

En el Perú según el Centro de Comercio Exterior (CCEX), existe 95 863 km y solo se encuentra pavimentada el 16% lo cual es muy preocupante ya que el otro 84% se encuentra en trocha o afirmado, ya que entre varios factores la infraestructura vial origina comunicación y unión entre diferentes regiones, lo cual reduce tiempos y costos elevando su competitividad. Como ejemplo tenemos a Palmito mostrando las rutas desde Tocache a lima teniendo dos opciones la que pasa por Huaraz y la otra por Huánuco, donde los vehículos de cargas vienen recorriendo por Huánuco solo hay 300Km de carretera pavimentada con asfalto lo cual tienden a tomar el otro camino donde se eleva el precio de transporte con la finalidad de proteger lo que llevan de carga y sus vehículos.

Estos casos descritos siendo como un ejemplo de lo que pasa en la actualidad en la Avenida Los Tallanes Nuevo Sullana, Provincia Sullana – Piura. Es una zona que fue creada hace mucho tiempo atrás siendo una de las primeras en Nuevo Sullana,

donde se veía venir la problemática que es referente al tipo de suelo existente en esa zona que es arena. En la actualidad está muy poblado pero la molestia sigue activa ya que es una de las avenidas principales donde transitan muchos vehículos trayendo consigo el polvo, donde las personas de la zona de estudio sufren mucho a las alergias por ese motivo puede traer consecuencias de salud a corto o largo plazo, para ellos es tedioso vivir el día a día con esa molestia. No solamente por el mal que pueda causarles el polvo sino el trabajo que les da en sus viviendas al llenarse de polvo rápidamente ocasionando un gran malestar para todos ellos y también para los vehículos que transitan por la zona. Ante esta problemática se plantea un diseño de pavimento óptimo.

Este proyecto de investigación sostiene como finalidad que la problemática existente en la Avenida Los Tallanes en Nuevo Sullana, Sullana – Piura sea identificada y analizada. Diseñando un pavimento óptimo dando una mejor transitabilidad, mejor calidad de vida y salud.

Por consiguiente, planteamos la siguiente interrogante ¿Cuál es el Diseño de pavimento óptimo en la vía no pavimentada avenida los tallanes urbanización popular nuevo Sullana, Sullana – Piura 2022?

Se justifica de manera práctica ya que usaremos la normativa AASHTO-93 que sirve para el diseño de pavimento ya sea rígido o flexible, (MANUAL DE CARRETERAS, 2014), la Topografía mediante un levantamiento topográfico y Mecánica de suelos a través de una calicata.

Se justifica también de manera metodológica ya que mediante el internet tomaremos información de tesis pasadas, revistas, noticias, etc. Dentro de ello se encuentra la normativa AASHTO-93 y el MC-2014 que al darle el uso correspondiente le daremos un buen análisis y solución a la problemática, de tal manera que esta investigación ofrecerá teóricamente a todos los estudiantes de nuestro rubro y porcentaje de comunidad que sigue esta carrera como referente a futuras investigaciones.

Se justifica de manera social siendo receptor del beneficio la población de la Avenida los Tallanes Urbanización Popular nuevo Sullana, Sullana – Piura, donde tendrán mejor calidad de vida, mejor económica y sobre todo mejor salud mediante este proyecto de investigación.

El objetivo principal es el “Diseño de Pavimento optimo en la vía no pavimentada Avenida los Tallanes Urbanización Popular Nuevo Sullana, siguiendo con los objetivos específicos: primero determinar la carga vehicular a través del IMDA en la vía no pavimentada avenida los tallanes urbanización popular nuevo Sullana, como segundo objetivo específico realizar el levantamiento topográfico en la vía no pavimentada avenida los tallanes urbanización popular nuevo Sullana, como tercer objetivo específico es realizar el estudio de mecánica de suelos en la vía no pavimentada avenida los tallanes urbanización popular nuevo Sullana, como cuarto objetivo específico es determinar el paquete estructural del pavimento optimo mediante la metodología ASSHTO-93 en la vía no pavimentada avenida los tallanes urbanización popular nuevo Sullana.

Como hipótesis general tenemos que el Diseño de pavimento optimo en la vía no pavimentada Avenida los Tallanes Urbanización Popular Nuevo Sullana, Sullana - Piura servirá para una mejor transitabilidad por dicha zona.

Como hipótesis específica tenemos que el diseño de pavimento flexible es el pavimento óptimo para la vía no pavimentada Avenida los Tallanes Urbanización Popular Nuevo Sullana, Sullana – Piura.

Como hipótesis específica tenemos que el diseño de pavimento rígido es el pavimento óptimo para la vía no pavimentada Avenida los Tallanes Urbanización Popular Nuevo Sullana, Sullana – Piura.

II. MARCO TEÓRICO

Como antecedente internacional nos dice (Richard, 2021) en su especialización en diseño y construcción de pavimentos “Diseño de un pavimento Flexible por el Método ASSHTO y RACIONAL, aplicando en la variante del Municipio de Armero Guayabal” donde nos narra la problemática que en dicha vía en diferentes estaciones del año se toma tediosa la circulación ya que no cuenta con una estructura establecida, haciéndole falta también un drenaje pluvial. Siendo esta vía de suma importancia ya que conecta a la derecha el Armero Guayabal siendo entrada y salida en ambos sentidos, y se encuentra en la zona donde se están construyendo nuevos barrios. De manera que les está presentando un diseño de pavimento flexible utilizando el método RACIONAL y AASHTO con la finalidad de darle un aporte al mejoramiento de diseño centrándose en lo técnico y económico en la zona de Armero Guayabal que como resultado obtuvo con el primer método RACIONAL una carpeta asfáltica de 3.6 pulg, una base de 4.8pulg, una sub-base de 4pulg lo cual su espesor es de 12.4 pulgadas mientras que por el segundo método AASHTO una carpeta asfáltica de 2.5 pulg, base de 4pulg, sub-base de 4pulg con un total de 10.5 de espesor del pavimento flexible.

Como antecedente internacional tenemos a (Mario, 2018) en su tesis” Diseño de Pavimento Flexible del Tramo carretero 0-000 al km 1+840 de la carretera “Camino Viejo a la central Hidroeléctrica de CFE” en el municipio de Uruapan, Michoacán” que nos relata que en dicho tramo de carretera es una brecha terracería que no cuenta con mucho tráfico, porque las personas de su entorno son pocas. En su alrededor se encuentran varias huertas de aguacate por lo que se considera la afluencia vehicular para diferentes velocidades. Por lo que se propone diseñar una infraestructura vial de asfalto para el tramo 0+000 hacia 1+840 con la finalidad de mejorar la calidad de vida de los habitantes que se trasladan por esa brecha, de manera que mediante los estudios correspondientes para el diseño de pavimentos y el método UNAM se obtuvo un pavimento de carpeta asfáltica de 5 cm, una base hidráulica de 19cm y una sub-base de 15cm.

También nos dice (Delgado Andrade & Rivera de la Cruz , 2018) en su tesis “Propuesta de Diseño de Pavimento rígido de la vía Virgen de Fátima-Naranjal (Km11)-Taura “, nos relata el gobierno local no ha hecho nada por la dicha carretera, que traerá consigo un mejor acceso de ingreso y calidad de vida de los agricultores residentes de la zona. De manera que este proyecto de investigación tiene como finalidad diseñar un pavimento rígido con diferentes métodos como AASHTO- 93, PCA 84 y Método de losas de dimensiones, trayéndoles así seguridad y satisfacción al transitar por la vía, que como resultado al ingresar los datos requeridos por la metodología AASHTO-93 nos arroja un espesor de losa de 130mm con una separación de juntas de 2.73 metros.

Como antecedente nacional tenemos a (Bazán Tuesta & Vargas Guevara , 2020) en su tesis “Diseño para mejorar la transitabilidad de las calles Las Margaritas, 7 de Julio Ricardo Palma del Barrio 1 en el Centro Poblado Alto Trujillo” que no informa que en el sector de estudio tiene 5 661.45 m de carretera cubriendo un 55 205.02m² de área de circulación donde el 100% de área esta sin pavimentar, lo cual en la actualidad se puede ver el riesgo que al momento de circular los vehículos y peatones al no existir una buena distribución de la vía. Por lo que en su tesis se enfocan en mejorar la transitabilidad de la zona dando como solución un diseño estructural de pavimento de las calles las Margaritas, 7 de Julio y Ricardo Palma del Barrio 1, Sector T-3 en el Centro Poblado Alto Trujillo en el 2020, dando como resultado 7.5cm de carpeta asfáltica, 20cm de base y 10cm de sub-base, valorizado en 2 millones 584 mil 807 soles con 35 céntimos, con un tiempo estimado de 3 meses con 14 días, y como resultado de pavimento rígido tenemos una losa de concreto de 20cm f'c 280 kg/cm² con una subbase de 15cm en referencia a los parámetros de la guía AASHTO 93, como conclusión nos dice que el pavimento flexible es mucho más económico y fácil de construir.

Según (Gonzales Acosta & Manay Briones, 2020) en su tesis “Diseño de Pavimento Flexible aplicando el método ASSHTO 93 para mejorar la transitabilidad en el Centro Poblado Ramiro Priale, Distrito de José Leonardo Ortiz Provincia de Chiclayo- Departamento de Lambayeque” que nos describe la falta de pavimentación que viene afectando la circulación de los vehículos y transeúntes,

donde se encuentran presentes charcos de agua, baches y más, que pueden causar accidentes. Se hace referencia a la zona donde también la contaminación es muy alta, causado por las partículas de polvo que traen consigo un sin número de enfermedades respiratorias. Por tal razón se está presentando un diseño de infraestructura vial usando los métodos como el AASHTO 93, estudio de tráfico y mecánica de suelos que sería el estudio del suelo, que les va a permitir un mejor acceso y circulación al centro poblado, va a disminuir el costo de transporte y terminara con casi la mayoría de porcentaje de partículas de polvo evitando enfermedades prontas o futuras. Así dándoles una mejor calidad de vida y salud.

También tenemos a (Briceño Flores & Aranibar Muñoa, 2021), en su tesis titulada “Propuesta de Diseño de un Pavimento Rígido para el mejoramiento de la transitabilidad vehicular y peatonal de la localidad Leoncio Prado - Picota - San Martín” nos describe sobre la mala calidad de circulación en la zona de estudio por la presencia de huecos, baches y más, siendo empeorada en las épocas de lluvias no solo afectando la circulación sino también la salud de los habitantes ya que trae consigo mucho polvo al recorrer de los vehículos, presentando así el diseño de pavimento rígido con finalidad de brindar mejor transitabilidad de salud a la población, dándoles como resultados una losa de concreto de resistencia $f'c=210\text{Kg/cm}^2$ 0.20m de espesor con juntas de 0.0254m.

Como antecedente local tenemos a (Madrid Jones & Ordoñez Peña , 2022), tesis para poder adquirir el título de ingeniero civil “Diseño de Pavimento Flexible empleando el método ASSHTO 93 en la avenida Buenos Aires-Sullana, 2022” donde nos describe que la zona de estudio se encuentra ya hace años atrás en muy mal estado, con pavimento destruido lo que dificulta la transitabilidad de los vehículos ocasionando daños no solo a ellos sino a quien los conduce. Se encuentra en tan mal estado que se llega a visualizar capas de base y subbase donde a diario se genera polvo y puede ocasionar enfermedades respiratorias. Por lo que en esta tesis se plantea el diseño de un pavimento flexible empleando la normativa AASHTO 93 que beneficiara a la población brindando una mejor transitabilidad en la zona de estudio, que como resultado para un periodo de diseño

de 10 años un espesor de carpeta asfáltica de 0.750m, base de 0.25m y una sub-base de 0.25m.

Siguiendo con los antecedentes locales tenemos a (Félix, 2021), en su tesis “Propuesta de Diseño de Pavimento Flexible empleando el método ASSHTO 93 en la Av. Los diamantes, Provincia Piura 2021”. Que nos describe que en la Avenida los diamantes presentan diferentes tipos de fallas estructurales entre ellas tenemos: cangrejas, piel de cocodrilo, deterioro de superficie de rodadura, etc. Lo cual obstaculiza la transitabilidad de los vehículos y peatones. Como principales causantes de dichas fallas tenemos al mal diseño estructural de la infraestructura vial, malos estudios de suelos y procesos constructivos erróneos. Por tal razón mediante este proyecto de investigación se propone el diseño de un pavimento flexible utilizando como método el AASHTO-93 que como consecuencia tendrá la mejoría de transitabilidad y mejor calidad de vida en la zona.

Por último tenemos a (Suarez Bruno & Panta Mena, 2021), en su tesis “Diseño de pavimento rígido para la Avenida Tangarara, entre las avenidas Universitaria y Salaverry, Urbanización Popular Nuevo Horizonte -Sullana -Piura”, nos indica que en la zona de estudio no cuenta con infraestructura vial generando la problemática de no tener una circulación vehicular fluida y mala calidad de vida a los habitantes de la zona de estudio, de manera que plantean el diseño de un pavimento rígido con la finalidad de soportar cambios climáticos y mejora en la transitabilidad, dándoles como resultado una resistencia de $f'c$ 280kg/cm² para una losa de concreto con un espesor de 0.15m, sub-base de 0.15m y una base de 0.20m.

Bases Teóricas y Conceptuales

Pavimento

Nos define el ingeniero Civil especialista en Ingeniería en Vías Terrestres Jhon Jairo Mocondino (2020), que el pavimento es una estructura establecida por varias capas que están sobrepuestas, siendo diseñadas y constituidas por normas, métodos y especificaciones técnicas establecidas para el diseño de pavimento. Siendo corroborada por el MTC que nos define que el pavimento es una estructura que se construye encima de la subrasante con la finalidad de dar resistencia y distribuir las cargas de los vehículos, brindando así mejor calidad de tránsito y seguridad vehicular.

Pavimento Flexible

Este pavimento está compuesto por una carpeta bituminosa que se apoya mayormente sobre la base y subbase, pero dependiendo en el diseño y en la necesidad de cada situación se desprecian cualquiera de esas dos capas. Castaño martines 2009. Considerando principalmente una capa de rodadura de asfalto encima de capas granulares como mortero asfáltico, micro pavimentos, tratamiento de superficie picapa, macadam asfáltico, etc. Manual de Carreteras 2014.

Composición: Carpeta asfáltica, Base, Subbase y Subrasante.

Carpeta Asfáltica:

Es la capa que directamente recibe las cargas de los vehículos y los ambientes naturales, compuesta de mezclas asfálticas y materiales pétreos. Para brindar una buena circulación vial, la textura de la superficie de la capa de rodadura debe comprender de 2 características fundamentales suavidad y la rugosidad.

Base Granular:

Se ubica debajo de la carpeta asfáltica como recurso básico debe ser un material que cause fricción garantizando resistencia y la permanencia de ella ante la variación de condiciones que se produzcan, también debe de contener vacíos. Debe ser siempre un elemento resistente que transmita las cargas del tránsito y con una adecuada intensidad hacia la subbase y subrasante.

Subbase Granular:

Es una capa mucho más económica que la de las capas anteriores tiene como función facilitar el drenaje de agua que filtre de las anteriores capas o ascienda por capilaridad.

Subrasante:

Es la superficie del terreno natural soportando toda la estructura del pavimento, algunas veces se requiere el mejoramiento de ella mediante las siguientes características como la compactación ya que de eso depende el espesor genera del pavimento.

Pavimento Rígido

Al pavimento rígido se le conoce como tal gracias a su naturaleza que se constituye con losa de concreto. Por su naturaleza rígida, la losa de concreto absorbe la mayor parte de los esfuerzos que se producen por la circulación de las cargas de tránsito. Como resultado proyecta hacia las capas inferiores y a la subrasante los esfuerzos con menor intensidad. En la actualidad en el país de Perú el MTC recomienda la aplicación de pavimento con junta ya que al aplicarse a la realidad corren con un buen desempeño y al periodo de diseño que sé que normalmente se usa. Sus tipos son: simple con juntas, reforzado con juntas y continuamente reforzados. (MTC, 2014)

Su composición es: losa de concreto, base y la subrasante.

Losa de concreto:

Situada en el exterior del pavimento y compuesta por la mezcla de materiales como áridos, cemento y agua. Diseñada con el fin de resistir el peso del tránsito, deslizamiento de los vehículos y desgaste resultante.

En su diseño el coeficiente mínimo del cemento se toma de acuerdo a experiencias ya antes obtenidas referentes (durabilidad y resistencia), y a los resultados que arroje el laboratorio.

Base:

Situada entre la superficie de rodadura y la subrasante, compuesta por una o varias capas de materiales granulares compactados o materiales estabilizados.

Como objetivo principal es evitar que en el momento que la tierra, agua y el tráfico se combinan se produzca un bombeo, por lo general se utiliza la capa base. La situación ya dicha es totalmente frecuente en diseño de carreteras de tráfico pesado y principales.

Subrasante:

Es la capa que soporta la estructura del pavimento rígido, de acuerdo con la capacidad de esta capa influye en la elección de grosor del pavimento. Como función es la de soportar el peso del tránsito, evitar que el material del terraplén influya contaminando el pavimento y disminuir el grosor del diseño.

Para el Diseño de Pavimento:

Manual de Carreteras Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos 2014:

Es uno de los (Manual de Carreteras , 2014) que establece el Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial siendo así Aprobado por el D.S.N 034-2008-MTC, elaborado legalmente en la biblioteca nacional del Perú e impreso en Huaraz 524 breña por los talleres gráficos Squadrito EIRL junio del 2014, teniendo como finalidad proporcionar criterios iguales a pavimentos y materia de suelos, facilitando así el diseño del espesor del pavimento. Siendo una herramienta fundamental que considera de los materiales su comportamiento y sus características, en conjunto con las condiciones que influyen en el pavimento como sus factores y desempeño, como el tráfico, clima y sistemas de gestión vial.

Levantamiento topográfico:

Para comenzar debemos entender que es topografía, palabra compuesta por topos que tiene de significado lugar y graphein que significa escritura. Lo cual levantamiento topográfico es lo mismo a decir representación gráfica con todos sus detalles en particular y sus formas. Este estudio se realiza en el terreno de manera técnica y descriptiva como fase primordial, ya que examina la superficie sus

características físicas, geográficas y geológicas. En la elaboración de una carretera el levantamiento topográfico ayuda mucho en la elaboración del área destinada para la obra, en la geometrización del proyecto y en el replanteo.

Estudio de Mecánica de Suelos:

El estudio de mecánica de suelos es sumamente importante ya que ayuda a determinar las características tanto como del suelo y como para el diseño estructural del pavimento. Lo cual tiene como objetivo dar a conocer las propiedades del suelo tales como físicas, químicas y mecánicas. También ayuda a ubicar el nivel freático y a la clasificación de material de corte. (Silvia, 2021)

Estudio de Trafico:

El estudio de tráfico es importante para determinar el diseño de una carretera o cualquier proyecto carretero donde su objetivo es la clasificación de los vehículos y cuantificar su volumen. Que sería el Índice Medio diario Anual (IMDA) que es el conteo de los vehículos en una determinada red vial al año y el ESAL que ayuda a la determinación de ejes de los vehículos.

Método por usar para el Diseño del Pavimento Optimo:

Método AASHTO-93:

La metodología AASHTO- 93 con nombre original de AASHO fue creada en EEUU en la década de los 60, con la finalidad que se desarrolle tablas, gráficos y formulas representando relaciones del deterioro - pedir las diferentes secciones ensayadas. La versión ya mejorada en el 1993 siendo puesta a conceptos mecanicistas para así poder adaptar algunos parámetros a condiciones diferentes donde en el lugar del ensayo original domino. Para diferenciar de otros métodos, este incluye la serviciabilidad en el diseño de pavimentos brindando suavidad y superficie lisa. (Cáceres, 2020) (Proporcionando procedimientos que se usaran para el diseño y rehabilitación de pavimentos rígidos y flexibles. (AASHTO 1993)

Para pavimentos Flexibles:

Ecuación de Diseño de pavimento flexible

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

Fuente: (Manual de carreteras: Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos - sección diseño de Pavimento Flexible , 2014)

Dónde:

W: Número estimado de ejes equivalentes de 8.2 toneladas en el período de diseño.

ZR: Desviación estándar normal

So: Error estándar combinado de la predicción del tráfico y de la predicción del comportamiento estructural

ΔPSI: Diferencia entre índice de servicio inicial y final

MR: Módulo resiliente (en libras/pulgadas)

SN: Número estructural que indica el espesor final del pavimento requerido:

$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 + m_2 + a_3 D_3 + m_3$$

Donde:

a1= Coeficiente de capa i

D1= Espesor de capa i (pulgadas)

M1= Coeficiente de drenaje de la capa i

Para pavimento rígido:

$$\log_{10} W_{82} = Z_R S_o + 7.35 \log_{10}(D + 25.4) - 10.39 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 P_i) \times \log_{10} \left(\frac{M_r C_{dx} (0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times J \left(0.09 D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c / k)^{0.25}} \right)} \right)$$

Fuente: (Manual de carreteras : Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos - sección diseño de Pavimento Rígido, 2014)

W8.2 = número previsto de ejes equivalentes de 8.2 toneladas métricas, a lo largo del período de diseño

ZR = desviación normal estándar

SO = error estándar combinado en la predicción del tránsito y en la variación del comportamiento esperado del pavimento

D = espesor de pavimento de concreto, en milímetros

Δ PSI= diferencia entre los índices de servicio inicial y final

Pt = índice de serviciabilidad o servicio final

Mr = resistencia media del concreto (en Mpa) a flexo tracción a los 28 días (método de carga en los tercios de luz)

Cd = coeficiente de drenaje

J = coeficiente de transmisión de carga en las juntas

c = módulo de elasticidad del concreto, en Mpa

K = módulo de reacción, dado en Mpa/m de la superficie (base, subbase o subrasante) en la que se apoya el pavimento de concreto

Enfoques Conceptuales:

Transitabilidad: Es la calidad en la forma que se sienten los peatones y vehículos al circular por la vía

Peatón: Persona que se dirige caminando en una vía pública

Ámbito: Espacio que se comprende por límites imaginarios o reales

Calicata: Técnica de excavación de pequeña profundidad que se emplea para facilitar reconocimientos como geotecnia, estudios edafológicos o pedológicos.

Espesor: Se le define espesor al grosor de algún elemento al que se está estudiando

Huertas: Se hace referencia a un terreno donde se cultivan verduras, frutas y legumbres

Trocha Carrozable: Camino que no alcanza las características definidas por el diseño geométrico de una carretera.

Cangrejeras: Son bolsas de aire causadas por la segregación del concreto en el proceso de vaciado al darle una mala vibración

Corroborar: Darle seguridad o afirmar con nuevos datos o los mismos a una opinión, teoría, etc.

Asfalto: Mezcla de brea que es un material viscoso, también conocido como betún o chapopote.

Fricción: Fuerza tangencial que se resiste al desplazamiento de un elemento a través de una superficie adyacente

Parámetros: Es una característica que sirve para clasificar o definir un sistema en particular funciona como crítico

Nivel freático: Corresponde al nivel superior de la capa freática o acuífero, también definido como la zona donde la presión del agua es igual a la de la atmósfera

Rehabilitación: Restauración de una edificación, vía y más. Sin ser modificada la superficie donde se construyó con la finalidad de mejorar aspectos de seguridad

Compactación: Es la aplicación de fuerza o energía al suelo con la finalidad de eliminar espacios vacíos aumentando su densidad mejorando su soporte y estabilidad entre otras propiedades.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y Diseño de Investigación

3.1.1 Investigación – Aplicada

Esta investigación es aplicada porque se van a usar los conocimientos adquiridos, ya que estos se obtienen después de realizar la práctica, estando implementada y fundamentada para dicha investigación.

Para poder comprender la investigación aplicada referente a estudios científicos con intención de resolver la realidad problemática en la vida cotidiana o el control de situaciones prácticas, tenemos dos ideales:

- La que resuelve problemas o intervención de situaciones usando esfuerzo sistemático y socializado. Así mismo dándose a sobresalir la investigación aplicada como innovación técnica, industrial, artesanal y la científica.
- La que solo toman los estudios de teorías científicas que ya están validadas y así dar solución a los problemas prácticos y control de problemas de vida cotidiana.

Diseño de investigación No Experimental:

El estudio es no experimental, por lo que no se maneja el objeto de estudio, si no que se reúnen los datos de forma descriptiva lo que impide distorsionar las características de los pavimentos tanto rígido como flexible para la realización de su estudio. Se hace de manera descriptiva porque se va a investigar recolectando datos sobre lo que se observa en dicho pavimento como lo requiere el manual de carreteras 2014 y el MTC.

No somete a la modificación de las variables independientes, su función es analizar los fenómenos que ocurren de manera real en el ámbito natural. Como nos dice (Fernández & Baptista, 1998) Que la investigación no experimental o llamada también Post-Facto es aquella investigación imposible de modificar las variables o de alguna manera aleatoria colocarle a los sujetos o condiciones.

De manera que (Hurtado, 2002), deduce que como objetivo principal de la investigación descriptiva es describir con precisión el evento de estudio. Exponiendo de manera numérica detallando sus características, obteniendo dos niveles de análisis dependiendo de la finalidad del investigador o del fenómeno. Las

investigaciones trabajan con uno o más eventos en contexto determinado, pero no se mezclan entre ellos, por lo cual no se requiere de formular hipótesis.

3.2 Variables y Operacionalización:

Variable independiente:

Diseño de Pavimento

➤ **Definición Conceptual:**

El pavimento es una estructura que se integra por capas que se superponen de manera horizontal que se denominan subrasante, subbase, base y la carpeta de rodadura, que se sitúan hasta la cima de la rasante teniendo como destino el paso del tránsito vehicular. Diseñándose y construyéndose por materiales convenientes y adecuadamente compactados. El diseño del pavimento es muy distinto a otro tipo de estructuras de ingeniería civil, ya que en su totalidad se apoyará sobre el material de fundación por lo cual se verá influenciado en su totalidad por las condiciones ambientales.

Un diseño de pavimento como objetivo analiza y cuantifica las circunstancias sean del presente o futuro, externos o internos de una carretera, de manera que se puedan aplicar características y parámetros de un pavimento competente. Teniendo en cuenta factores internos y externos para el diseño. Componiéndose así de diferentes fases comenzando por investigar el terreno natural(subrasante), calidad de materiales tanto los del proceso constructivo como de banco, los respectivos ensayos que se ejecutan en los laboratorios, el método a emplear para su diseño, evaluación más provechosa y su informe contenido por conclusiones y recomendaciones. (Manual para la revisión de Diseño de Pavimentos, 2008)

➤ **Definición Operacional:**

El pavimento se compone por capas que se sobreponen llamadas, Subrasante, subbase, base y superficie de rodadura, para poder así brindar el pase al tránsito vehicular de manera conforme y cómoda, para que sea un pavimento resistente y competente debe de analizar y cuantificar a la proyección de este en un presente y futuro en diferentes tipos de circunstancias. Siendo puesto a las siguientes fases como estudio de

mecánica de suelos, ensayos de canteras, metodología para su diseño, su preferencia bajo a diferentes condiciones de ventaja y su informe terminal.

Dimensiones:

- Carga Vehicular.
- Levantamiento Topográfico.
- Estudio mecánico de suelos.
- Paquete Estructural.

Indicadores:

- Número de vehículos horas.
- Sección Vial pendientes.
- Propiedades físicas CBR.
- Espesores materiales.

3.3 Población, Muestra y Muestreo:

Población:

Avenida los Tallanes Urbanización Popular Nuevo Sullana, Sullana- Piura desde el kilometraje 0+000 hasta 3+050.

- Criterios de Inclusión: Se incluye toda la Avenida los Tallanes porque es parte importante de la investigación.
- Criterios de Exclusión: Se excluye el resto de las calles de la urbanización Popular Nuevo Sullana.

Muestra:

Vía No Pavimentadas de la Avenida los Tallanes kilometraje 0+050 Hasta 3+050 de la Urbanización Popular Nuevo Sullana, Sullana-Piura.

Muestreo:

Es no probabilístico, lo que se refiere que se va a investigar y establecer una selección de datos y criterios a considerar de una parte de la población.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se empleará la técnica de Observación, por lo que se visitará la zona de estudio para llevar a cabo el conteo vehicular y así evaluar el volumen de los vehículos correspondientes a la avenida los tallanes, también se hará el levantamiento topográfico.

Instrumentos de recolección de datos:

Podremos reflejar y ordenar los datos obtenidos mediante el conteo vehicular que es el IMDA (MTC), también los datos del levantamiento topográfico y algunos aspectos básicos del estudio de mecánica de suelos.

Instrumentos para análisis documental:

Se utilizarán diferentes fichas y formatos para el cálculo del método y resultados. Así mismo se usarán fichas de recojo en el estudio de mecánica de suelos, ya que facilitará el manejo y procesamiento de información mediante un formato ya establecido. Al igual que para el método AASHTO-93 ya que el diseño se compone del paquete estructural.

El tipo de estudio es aplicable ya que se utilizará como técnica el análisis documental y se aplicará el estudio de mecánica de suelos mediante el método de la calicata, la cual será representada en un documento, donde será representada diferente a la forma original ya que podrá analizarlo para luego sintetizarlo mediante resultados. Lo mismo será con el Método AASHTO-93 para así poder tener los resultados del paquete estructural reflejados en un documento.

3.5 Procedimientos

Para llevar a cabo esta investigación se ejecutó el trabajo de campo y oficina.

1. Se comenzó por la limitación de área destinada para la pavimentación en la avenida los Tallanes Urbanización popular Nuevo Sullana, por consiguiente, al recurrir a la zona de estudio y ya el área conforme obtuvimos datos como escenario de estudio y participantes.
2. Se recurrió a la zona de estudio también con fines de realizar, estudio de Carga vehicular mediante el IMDS que es el conteo vehicular que se transita por la avenida los tallanes, también el levantamiento topográfico a través del equipo estación total y por último mecánica, que se hace a través de

calicatas cada 1km con una profundidad de 1.5m para extraer la muestra y así llevar al laboratorio encargado de brindar los resultados.

3. El análisis documental de datos ya que con los datos obtenidos podremos trabajar aplicando software como Excel, Word, AutoCAD y también normativa como MTC-2014 y AASHTO 93.
4. La obtención de resultados mediante las fichas de recojo para así poder concluir los resultados de manera satisfactoria en función a los objetivos planteados.

3.6 Método de análisis de la información

El análisis de datos está en función a los objetivos general y específicos que se mencionan anteriormente, realizándose así los siguientes pasos; el software Word para elaborar el informe, el software Excel para expresar los resultados IMDA y ESAL, también representar algunos datos del estudio de mecánica de suelos, el programa AutoCAD para expresar los planos por los puntos datos por el levantamiento topográfico y el Civil 3D para observar y analizar los niveles del terreno.

3.7 Aspectos éticos

Este proyecto de investigación propuesto se ejecutó de manera honesta, responsable y ordenada, realizando los diferentes procedimientos en seguimiento de normativa, también referenciándonos de investigaciones pasadas de manera responsable y ética, realizando estudios en el escenario de problemática de forma honesta aplicando lo aprendido en nuestro centro de estudio con la finalidad de darle un buen análisis a lo estudiado, evaluado y validado por las normas AASHTO 93, MTC-2014, cabe recalcar que se pudo mostrar como en algunos autores tanto nacionales como internacionales que la finalidad de la investigación no es de manera perjudicial a lo contrario será beneficiaria y de bienestar social.

IV RESULTADOS

En el primer objetivo específico que es determinar la carga vehicular a través del IMDA en la vía no pavimentada avenida los tallanes urbanización popular nuevo Sullana tuvo como resultado, que al aplicar la ficha técnica del MTC y seguir los parámetros que el Manual de Carreteras 2014 Geología, Geotecnia y Pavimentos, nos dio como resultado el Esal para pavimentos Flexible 1,125,557 y para pavimento Rígido 1,329,173 clasificándose, así como Tipo de tráfico número 5 (Tipo 5).

TABLA 1: CARGA VEHICULAR

Vía no Pavimentada Avenida los Tallanes Urbanización Popular Nuevo Sullana	Pavimento Flexible	Pavimento Rígido
Nrep de EE.8.2 Tn	1,125,557	1,329,173

Fuente: Elaboración Propia

Como resultado del segundo objetivo específico realizar el levantamiento topográfico, se trasladó a la zona de estudio que es la Avenida los Tallanes Urbanización Popular Nuevo Sullana donde se utilizó el aparato electroóptico que es la estación total brindándonos así las coordenadas UTM y niveles, de manera que se utilizó el programa Civil 3D versión 2023 para poder plasmar las coordenadas y seguir con el procedimiento adecuado donde obtuvo 3km de recorrido aproximado y un ancho de vía que varía entre 18-20 m, también el perfil longitudinal se determinó que el terreno es plano con una pendiente de aproximadamente 0.75%.

Perfil longitudinal de la Avenida Los Tallanes

Fig. 1: PERFIL LONGITUDINAL 0+000 – 1+000

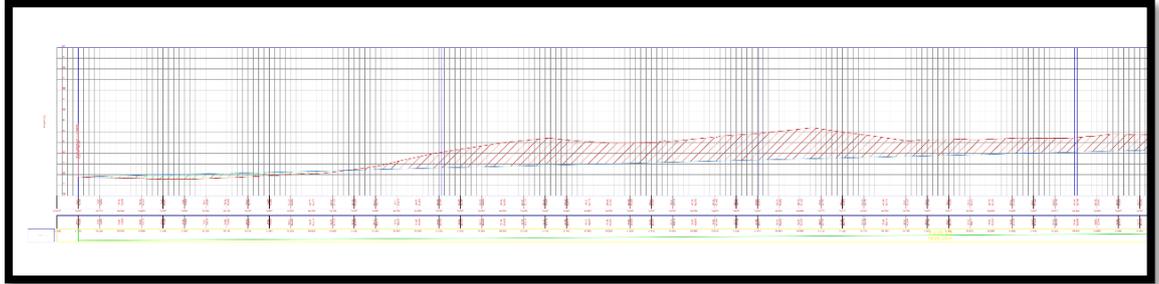


Fig. 2: PERFIL LONGITUDINAL 1+000 – 2+000

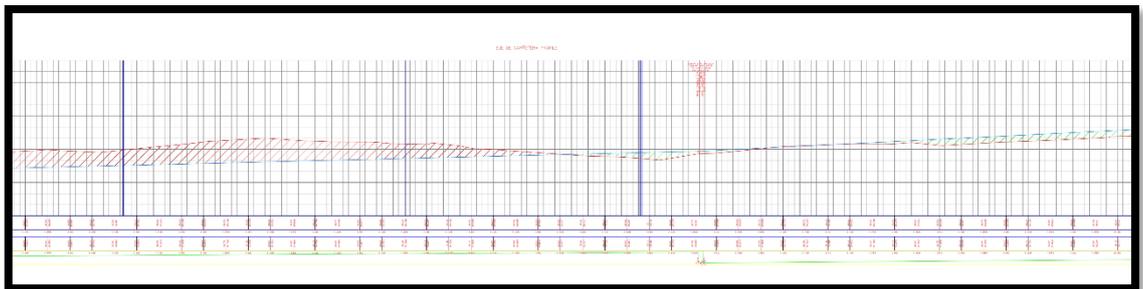
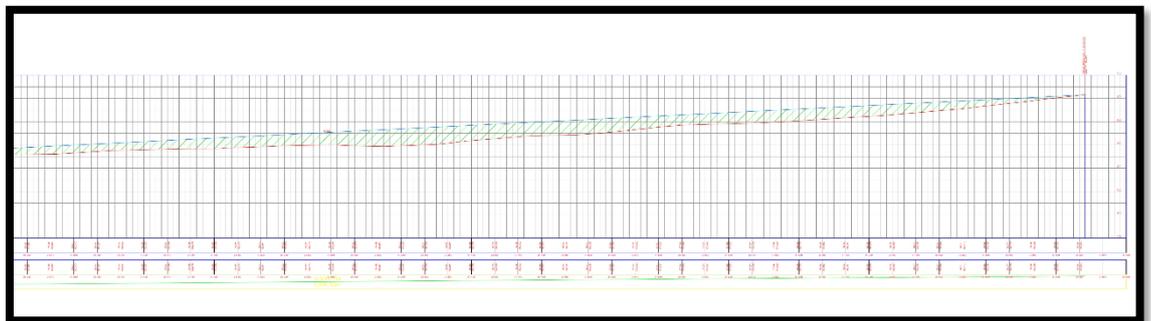


Fig. 3: PERFIL LONGITUDINAL 2+000 – 3+000



Fuente: Elaboración propia Civil 3D.

Del tercer objetivo específico tenemos realizar el estudio de mecánica de suelos en la vía no pavimentada avenida los tallanes urbanización popular nuevo Sullana, se realizó 3 calicatas con una profundidad de 1.50m cada 1km en la zona de estudio, donde en calicata C-1 se pudo encontrar 0.20m de relleno compuesto por afirmado en mal estado y de 0.20 a 1.50m arena pobremente graduada friccionante de grano fino con regular contenido de humedad, con grado de compacidad relativo a la resistencia baja clasificado por SUC como SP y por AASHTO como A-3(0) y no se encontró nivel freático,

lo cual la C-2 y C-3 aplica las mismas características, de manera que el estudio de suelos el CBR que es la capacidad de soporte de suelo, que tomaremos es el menor valor lo cual es 12.03%, también se aplicó el ensayo de contenido de Humedad, Granulometría, límites de Atterberg, Proctor modificado y análisis químico por agresividad.

TABLA 2: CBR C-1/M-2

CUADRO 1 CBR C-1/M-2			
Nº DE GOLPES	12	25	56
% C.B.R.01"	6.45	9.01	12.03
%C.B.R.02"	9.07	11.42	15.02

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 3: CBR C-2/M-2

CUADRO 2 CBR C-1/M-2			
Nº DE GOLPES	12	25	56
% C.B.R.01"	6.55	9.17	12.2
%C.B.R.02"	9.17	12.16	15.45

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 4: CBR C-3/M-2

CUADRO 3 CBR C-1/M-2			
Nº DE GOLPES	12	25	56
% C.B.R.01"	6.96	9.58	12.83
%C.B.R.02"	9.64	12.53	15.72

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 5: ENSAYOS DE LABORATORIO

Sondeo	Muestra	Profundidad (m)	Granulometria (%)			Límites(%)		C.Humedad (%)
			Grava	Arena	Finos	L.L	L.P	
C-1	M1	0.20-1.50	0	96.39	3.49	N.P	N.P	10.44
C-2	M2	0.20-1.50	0	96.39	3.61	N.P	N.P	9.91
C-3	M3	0.20-1.50	0	96.16	3.84	N.P	N.P	11.43

Fuente: Elaboración Propia

De manera que mediante el Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos nos indica que la Categoría de la Sub Rasante es S3: Subrasante buena.

Fig. 4: CATEGORIAS DE SUB RASANTE

CATEGORÍAS DE SUB RASANTE	CBR
S ₀ : Sub rasante Inadecuada	CBR < 3%
S ₁ : Sub rasante insuficiente	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S ₂ : Sub rasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S ₃ : Sub rasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S ₄ : Sub rasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S ₅ : Sub rasante excelente	CBR ≥ 30%

Fuente: Manual de carreteras 2014: Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos - sección diseño de Pavimento Flexible pag.120

Del cuarto objetivo tenemos determinar el paquete estructural del pavimento optimo mediante la metodología ASSHTO-93 en la vía no pavimentada avenida los tallanes urbanización popular nuevo Sullana, para el diseño de pavimentos flexible y rígido se utilizó la metodología ASSHTO-93 y el Manual de Carreteras 2014 Geología, Geotecnia y Pavimentos – Capitulo VII y IV.

Como resultado el espesor del pavimento Flexible es 5cm de carpeta asfáltica, una base de 25cm y una subbase de 20cm, Dado el SN= 2.83 se aplica la formula Numero Estructural Propuesto y calculando ese valor SNR debe ser mayor al SN por lo tanto SNR=3.09 > SN= 2.83.

Al aplicar la formula AASHTO 93 para pavimento Flexible tenemos:

Fig. 5 FÓRMULA AASTHO 93 PARA PAVIMENTO FLEXIBLE

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

Fuente: Manual de carreteras 2014: Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos - sección Diseño de Pavimento Flexible pag.121

TABLA 6: DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE ASSTHO 93

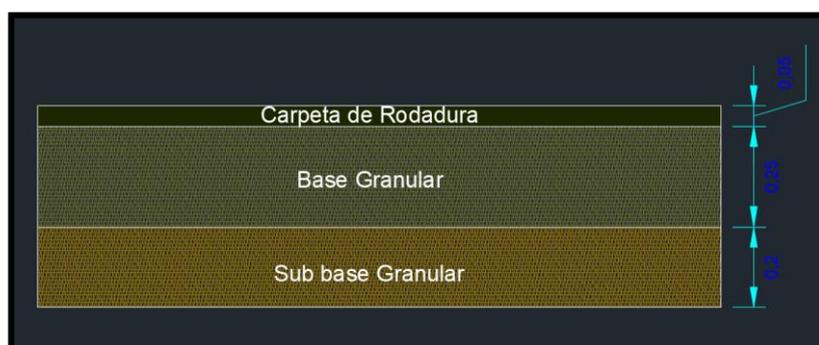
Diseño de Pavimento Flexible AASHTO 93		
Ejes Equivalentes	W18	1125517
Categoría Sub Rasante	CBR	12.03
Módulo de Resiliente	MR	12553.39
Tipo de Trafico	Tipo	T5
Numero de Etapas	Etapa	1
Nivel de Confiabilidad	%	85
Coeficiente de Desviación Estándar Normal	Zr	-1.036
Desviación Estándar Combinado	So	0.45
Serviciabilidad Inicial según su Rango de Trafico	Pi	4
Serviciabilidad Final o Terminal Según su Rango de Trafico	Pt	2.5
Índice de Serviciosibilidad Presente	Δ Psi	1.5
Numero Estructural Propuesto	SN	2.83

Fuente: Formula AASHTO 1993 aplicada por valores obtenidos del Manual de Carretera 2014: Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos - sección Diseño de Pavimento Flexible.

TABLA 7: ESPESORES DE LA CAPA

Espesores de la Capa		
d1	d2	d3
5	25	20
Carpeta Asfaltica	Base	Subbase
SNR=	3.09	
SN=	2.83	

Fig. 6: ESPESORES DE CAPA



Fuente: Elaboración Propia en AutoCAD 2021.

Como resultado del Pavimento Rígido nos da una losa de concreto de 20cm y una subbase granular de 20cm recomendado por el estudio de mecánica de suelos.

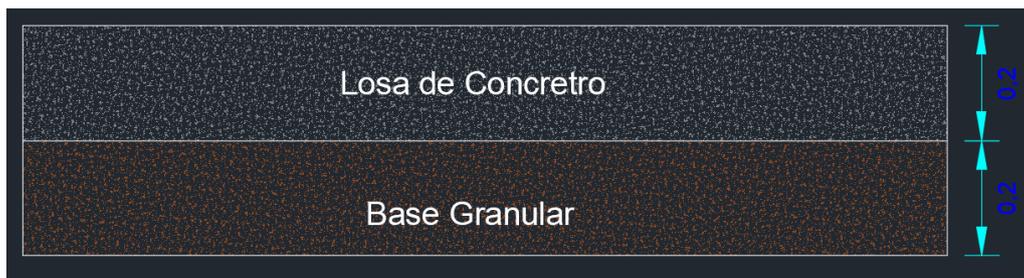
Al aplicar la fórmula para Pavimento Rígido:

Fig. 7: FÓRMULA PARA PAVIMENTO RÍGIDO

$$\log_{10} W_{82} = Z_R S_o + 7.35 \log_{10}(D + 25.4) - 10.39 + \frac{\log_{10} \left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 P_s) \times \log_{10} \left(\frac{M_r C_{dx} (0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times J \left(0.09 D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c / k)^{0.25}} \right)} \right)$$

Fuente: Manual de carreteras 2014: Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos - sección Diseño de Pavimento Rígido pag.211

Fig. 8: CAPAS DE PAVIMENTO RÍGIDO



Fuente: Elaboración propia en AutoCAD 2021.

TABLA 8: DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO AASHTO 93

Diseño de Pavimento Rígido AASHTO 93		
Ejes Equivalentes	W82	1329173
Categoría Sub Rasante	CBR	12.83
Resistencia del concreto (KG/cm2)	(F'c)	280
Modulo Elástico del Concreto (PSI) E= 57000*(f'c^0.5)	Ec	3597120.023
Resistencia media del concreto a flexo tracción a los 28 días (Kg/cm2), Mr= a√ f'c	Mr	40
Módulo de Reacción de la Subrasante (Mpa/m)	Ko	59
CBR mínimo de la Subbase (%)	CBR (Sub-B)	40
CBR mínimo de la subbase-definido (%)	CBR.DEF	50
Módulo de la reacción de la subbase granular (Mpa/m)	K1(Sub-B)	140

Espesor de la Subbase granular(cm) recomendado por la MTC	h	15
Coefficiente de reacción combinado (Mpa)	Kc	66.67
Tipo de Trafico	Tipo	T5
Serviciabilidad Inicial según su Rango de Trafico	Pi	4.3
Serviciabilidad Final o Según su Rango de Trafico	Pt	2.5
Índice de Serviciabilidad Presente	Δ Psi	1.8
Desviación Estándar combinado	So	0.35
Nivel de Confiabilidad	%	85
Coefficiente estadístico de desviación estándar normal	Zr	-1.036
Condiciones de Drenaje	Cd	1
Coefficiente de transmisión de carga en las juntas	J	3.2
Espesor del pavimento de concreto en milímetros	D	175

Fuente: Formula AASHTO 1993 aplicada por valores obtenidos del Manual de Carretera 2014: Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección Diseño de Pavimento Rígido.

Análisis de la hipótesis

Hipótesis General: Diseño de pavimento óptimo en la vía no pavimentada Avenida los Tallanes Urbanización Popular Nuevo Sullana, Sullana - Piura servirá para una mejor transitabilidad por dicha zona, para el diseño de pavimento óptimo hemos utilizado parámetros, normas y metodologías para el diseño de pavimento como la Guía AASHTO 93 y el Manual de Carreteras 2014, cumpliendo así con una buena circulación y comodidad para vehículos y peatones en la avenida los Tallanes Urbanización Popular Nuevo Sullana.

Como primera hipótesis específica Como hipótesis específica tenemos que el diseño de pavimento rígido es el pavimento óptimo para la vía no pavimentada Avenida los Tallanes Urbanización Popular Nuevo Sullana, Sullana – Piura, se confirma que el diseño de pavimento rígido es el óptimo ya que cumple con mantener una buena circulación por la avenida los Tallanes Urbanización Popular Nuevo Sullana, ya que en la zona de estudio las condiciones climáticas referentes al fenómeno del niño costero el pavimento rígido teniendo en cuenta también que consta de una pendiente muy baja de 0.75 por el cual el pavimento rígido tendría así un buen desempeño ante el agua y también un buen desempeño al distribuir las cargas de los vehículos, teniendo una mayor vida útil y durabilidad.

Como segunda hipótesis específica Como hipótesis específica tenemos que el diseño de pavimento flexible es el pavimento óptimo para la vía no pavimentada Avenida los Tallanes Urbanización Popular Nuevo Sullana, Sullana – Piura, tenemos que el pavimento flexible no sería el pavimento óptimo ya que a pesar de su costo inicial es menor al del pavimento rígido pero el mantenimiento del pavimento flexible es más caro que el del pavimento rígido, carece de un buen desempeño en condiciones climáticas lo cual viene siendo una problemática a nivel de departamento que es Piura.

V. DISCUSIÓN

Se obtuvo del primer objetivo el número de repeticiones de ejes equivalentes de 8.2tn para un pavimento Flexible: 1,125,557 y para pavimento Rígido: 1,329,173 clasificándose, así como Tipo de tráfico número Tipo 5. Donde se utilizó la ficha de recojo del MTC (conteo vehicular) y siguiendo los parámetros del Manual de Carreteras Geología, Geotecnia y Pavimentos en la sección Tráfico Vial. Así como (Bazán & Ramos, 2020) en su tesis de Diseño estructural de pavimento para mejorar su transitabilidad empleando el mismo instrumento de la ficha del MTC y parámetros del Manual de Carreteras 2014 le da como resultado el número de repeticiones de ejes equivalentes 8.2tn para pavimento flexible: 1,517,500.49 y para pavimento rígido: 1,587,746.93 clasificándose así de Tipo de tráfico Tipo 6. Por lo tanto, mi carga vehicular es menor a la carga vehicular de mi antecedente Bazán donde dicho tipo de tráfico se va a diferenciar al momento de aplicar la fórmula AASHTO 93 y al obtener datos del Manual de Carreteras 2014 ya que los valores como nivel de confiabilidad R, coeficiente estadístico de la desviación estándar normal Zr, desviación estándar combinada So, entre otros valores serán diferentes y nos darán como resultado del espesor del pavimento distinto.

Del segundo objetivo realizar el levantamiento topográfico se obtuvo 3km de recorrido aproximado y un ancho de vía que varía entre 18-20 m, también el perfil longitudinal se determinó que el terreno es plano con una pendiente de aproximadamente 0.75%. (Así como Suarez y Panta, 2021) en su tesis diseño de pavimento rígido donde determino en su zona de estudio 900 m y determino gracias a su perfil longitudinal que su terreno es tipo plano. Al igual que en nuestra zona de estudio el terreno es plano a diferenciar por la distancia.

En el tercer objetivo, A partir de los valores encontrados del estudio de mecánica de suelos, se realizó 3 calicatas con una profundidad de 1.50m cada 1km en la zona de estudio, donde en calicata C-1 se pudo encontrar 0.20m de relleno que se compone por un mal estado de afirmado y de los 0.20 m hacia 1.50m se encontró arena pobremente graduada friccional de un grano fino con un contenido de humedad regular, clasificado así por el sistema unificado de clasificación de suelos (SUC) por como arena pobremente graduada (SP) y por AASHTO como arenas finas (A-3) y no se encontró nivel freático, lo cual la C-2 y C-3 aplica las mismas características, el CBR que es la capacidad de soporte de suelo, que tomaremos es el menor valor lo cual es 12.03% el cual clasifiqué a la rasante como categoría buena, también se aplicó el ensayo de contenido de Humedad, Granulometría, límites de Atterberg, Proctor modificado y análisis químico por agresividad. Así como (Suarez y Panta, 2021) en su tesis diseño de pavimento rígido al realizar el estudio de mecánica de suelos el cual realizó 2 calicatas de 1.5m de profundidad teniendo como CBR 19.55% sacando así del promedio de sus 2 calicatas. El cual se clasifica con una categoría de subrasante buena que sería lo mismo que la presente tesis. Así como nos indica el Manual de Suelos 2014 Geotecnia, Geología y Pavimentos sección suelos que la investigación y exploración del suelo es fundamental para determinar las características del suelo como para el diseño correcto del pavimento por lo tanto presenta diferentes tipos de ensayos siguiendo las normas de ensayo del MTC o normas internacionales como ASTM o AASHTO, incluyendo un buen análisis de datos del ensayo.

Como resultado el espesor del pavimento Flexible a través de la fórmula para pavimentos Flexible AASHTO 93 y guiándome de los valores requeridos por dicha fórmula que nos otorga el Manual de Carreteras 2014, Pavimentos Flexibles obteniendo como resultado 5 cm carpeta asfáltica, una base de 25 cm y una subbase de 20 cm y como resultado para el pavimento Rígido aplicando la fórmula de AASHTO 93 y siguiendo los parámetros de Manual de Carreteras 2014 obtendremos una losa de concreto de 175 mm lo cual le consideraremos 20cm con una resistencia de 280 kg/cm² y una subbase de 20cm recomendado por el estudio de suelos, así como el autor (Bazán y Vargas,2020) en su tesis para obtener el grado de ingeniero civil 2020 en su propuesta diseño estructural

para mejorar la transitabilidad en la zona de estudio al aplicar la misma metodología AASHTO 93 y rigiéndose de los pasos del Manual de Carreteras 2014 sección pavimento rígido obteniendo así como resultado para pavimento flexible de 7.5cm de carpeta asfáltica, 20cm de base y 10cm de subbase y para pavimento rigido una losa de concreto de 20cm con una resistencia de 280 Kg/cm² con una base de 15cm en función de parámetros de AASHTO 93. Ambos cumpliendo con el parámetro de la norma CE 010 un valor para las vías locales de 15cm mínimo. también de acuerdo con lo descrito el valor de la base que el Manual de Carreteras 2014 sección diseño de pavimento rígido recomienda 15cm de base de manera que mi antecedente toma ese valor, a diferencia que mi valor es de 25 siguiendo recomendación por mi estudio de suelos.

VI.CONCLUSIONES

1. Se concluyo que al realizar el conteo vehicular y determinar la carga vehicular en la Avenida los Tallanes Urbanización Nuevo Sullana obtuvimos el número de repeticiones acumuladas de ejes equivalentes 8,2tn para pavimento flexible 1,125,517 y rigido 1,329,173 que se clasifica en tráfico tipo 5.
2. Se concluyo que al realizar el levantamiento topográfico y al plasmar los puntos en el programa civil 3d pudimos realizar el perfil longitudinal de manera que obtuvimos una pendiente de 0.75% por el cual es terreno plano donde el movimiento de tierras es mínimo.
3. Al realizar el estudio de mecánica de suelos aplicando 3 calicatas cada 1km profundidad de 1.5m, se concluyó un para el diseño un CBR= 12.03%, el cual se considera en el Manual de Carreteras 2014 sección suelos como subrasante buena.
4. Se concluyo que, al encontrar el espesor del pavimento, el pavimento flexible consta de 5cm de carpeta asfáltica, 25cm de base y 20cm de subbase y para el pavimento rigido y 20cm de subbase y el pavimento rigido 20cm de losa de concreto de 280Kg/cm² con una subbase de 20 cm.
5. Se concluyo que el pavimento rigido es el más optimo considerando los aspectos como la carga vehicular y la presencia de condiciones climáticas dos factores muy importantes para la definición de un pavimento, influenciado también por el porcentaje de pendiente que cuenta esta carretera siendo una pendiente muy baja de 0.75% un terreno plano por el cual el pavimento rigido tendría un mejor funcionamiento ante precipitaciones de agua. Considerando temas como la economía, el pavimento flexible suele ser más económico que el rigido en costo inicial ya que en mantenimiento el pavimento flexible es más caro que el rigido.

VII. RECOMENDACIONES

Para poder realizar un correcto diseño de pavimento se deben tomar normativas, metodologías y especificaciones técnicas, como la guía AASHTO 93, los parámetros del Manual de carreteras 2014 Geología, Geotecnia y Pavimentos, recomendando así este proyecto de investigación que servirá para darle solución a la problemática existente y servirá como referencia para investigaciones futuras.

1. Se recomienda realizar de manera correcta el estudio de tráfico (conteo vehicular) para así poder determinar la carga vehicular que es el número de repeticiones acumuladas de ejes equivalentes de 8.2tn.
2. Respecto al levantamiento topográfico se recomienda ejecutarlo ya que gracias a ello definiremos el área del proyecto a ejecutar y obtendremos valores que definirán su orografía.
3. Se recomienda realizar el estudio de mecánica de suelos, el número de las calicatas de acuerdo con el tipo de carretera que nos indica el Manual de Carreteras 2014 sección suelos.
4. Para el diseño de pavimentos flexible y rígido se recomienda realizar los estudios correspondientes indicados por el Manual de Carreteras Geología, Geotecnia y Pavimentos 2014, como el de carga vehicular, estudio de suelos, levantamiento topográfico.
5. Se recomienda el pavimento rígido como pavimento óptimo ya que tiene mejor durabilidad, mayor vida útil, buen comportamiento ante las condiciones climáticas, mejor absorción de las cargas de los vehículos para así distribuir las y mandarla a la subrasante con intensidad baja, consta de mejor comportamiento hacia el agua.

REFERENCIAS

- (Octubre de 2008). *Manual para la revisión de Diseño de Pavimentos*. Nicaragua.
- (2014). *MTC*, 211.
- (Junio de 2014). *Manual de Carreteras*. Huaraz, Huaraz 524 Breña por los talleres gráficos Squadrito EIRL: Biblioteca nacional del Perú D.S.N 034-2008-MTC.
- Bazán Tuesta , C., & Vargas Guevara , O. (2020). *“Diseño para mejorar la transitabilidad de las calles Las Margaritas, 7 de Julio Ricardo Palma del Barrio 1 en el Centro Poblado Alto Trujillo”*.
- Bazán, T., & Ramos, R. (2020). *Diseño estructural de pavimento para mejorar su transitabilidad empelando el mismo instrumento de la ficha del MTC y parámetros del Manual de Carreteras 2014*.
- Briceño Flores , H., & Aranibar Muñoa, C. (2021). *Propuesta de Diseño de un Pavimento Rígido para el mejoramiento de la transitabilidad vehicular y peatonal de la localidad Leoncio Prado - Picota - San Martin*.
- Cáceres, K. (2020). Método Aastho-93.
- Compendio Normativo Pesos y Medidas. (2021). 87.
- Delgado Andrade , A., & Rivera de la Cruz , L. (2018). *Propuesta de Diseño de Pavimento rígido de la vía Virgen de Fátima-Naranjal (Km11)-Taura*.
- Diseño de Estructuras de Pavimento GUIA AASHTO. (1993). 5.
- Félix, C. O. (2021). *Propuesta de Diseño de Pavimento Flexible empleando el método ASSHTO 93 en la Av. Los diamantes, Provincia Piura 2021*.
- Fernández, & Baptista. (1998).
- FICHA TECNICA DEL MTC . (s.f.).
- GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS- TRAFICO VIAL. (2014). *MANUAL DE CARRETERAS*, 66.
- Gonzales Acosta , O., & Manay Briones, D. (2020). *Diseño de Pavimento Flexible aplicando el método ASSHTO 93 para mejorar la transitabilidad en el Centro Poblado Ramiro Priale, Distrito de José Leonardo Ortiz Provincia de Chiclayo- Departame*.
- GUIA AASTHO 93. (1993). *DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE PAVIMENTO*, 4.
- Hurtado. (2002).
- Madrid Jones, K., & Ordoñez Peña , M. (2022). *Madrid Jones Kenwrry y Ordoñez Peña Marielena, 2022) tesis para poder adquirir el título de ingeniero civil Diseño de Pavimento Flexible empleando el método ASSHTO 93 en la avenida Buenos Aires-Sullana, 2022”*.
- Manual de Carreteras . (2014). *Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos- Pavimentos Flexibles*, 127.
- Manual de carreteras. (2014). *Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos- Trafico Vial*, 74.
- Manual de Carreteras. (2014). *Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos- Pavimentos Flexibles*, 123.
- Manual de Carreteras. (2014). *Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos- Pavimentos Flexibles*, 125.

Manual de Carreteras. (2014). *Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos- Pavimentos Flexibles*, 126.

Manual de Carreteras. (2014). *Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos- Pavimentos Rígidos*, 214.

Manual de Carreteras. (2014). *Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos- Pavimentos Rígidos*, 217.

Manual de Carreteras. (2014). 217.

MANUAL DE CARRETERAS. (2014). 121.

MANUAL DE CARRETERAS. (2014). *SUELOS GEOLOGIA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS*.

Mario, T. C. (2018). *Diseño de Pavimento Flexible del Tramo carretero 0-000 al km 1+840 de la carretera "Camino Viejo a la central Hidroeléctrica de CFE" en el municipio de Uruapan, Michoacán*.

MTC. (2014). 211.

Richard Prada, U. (2020). *Especialización de construcción y diseño de pavimento Flexible aplicando el método AASHTO 93* .

Richard, P. U. (2021). *diseño y construcción de pavimentos "Diseño de un pavimento Flexible por el Método ASSHTO y RACIONAL, aplicando en la variante del Municipio de Armero Guayabal"* .

Silvia, V. F. (2021). *Mecánica de Suelos* .

Suarez Bruno , J., & Panta Mena, D. O. (2021). *"Diseño de pavimento rígido para la avenida Tangarara, entre las avenidas Universitaria y Salaverry, Urbanización Popular Nuevo Horizonte -Sullana -Piura"*,.

SUELOS GEOLOGIA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS . (2014).

SUELOS GEOLOGIA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS - TRAFICO VIAL. (s.f.). *MANUAL DE CARRETERAS 2014* , 65.

SUELOS GEOLOGIA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS Y TRAFICO VIAL. (2014). *MANUAL DE CARRETERAS 2014* .

SUELOS GEOLOGIA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS TRAFICO VIAL. (2014). *MANUAL DE CARRETERAS 2014*, 62.

SUELOS, GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS- TRAFICO VIAL. (2014). *MANUAL DE CARRETERAS*, 65.

Usme, R. P. (2020). *Construcción y Diseño de Pavimenti Flexible aplicando el Método AASHTO 93*.

ANEXOS

ANEXO 1: OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES:

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
DISEÑO DE PAVIMENTO	<p>El pavimento es una estructura que se integra por capas que se superponen de manera horizontal que se denominan subrasante, subbase, base y la carpeta de rodadura, que se sitúan hasta la cima de la rasante teniendo como destino el paso del tránsito vehicular. Diseñándose y construyéndose por materiales convenientes y adecuadamente compactados. El diseño del pavimento es muy distinto a otro tipo de estructuras de ingeniería civil, ya que en su totalidad se apoyará sobre el material de fundación por lo cual se verá influenciado en su totalidad por las condiciones ambientales.</p> <p>Un diseño de pavimento como objetivo analiza y cuantifica las circunstancias</p>	<p>El pavimento se compone por capas que se superponen llamadas, Subrasante, subbase, base y superficie de rodadura, para poder así brindar el pase al tránsito vehicular de manera conforme y cómoda, para que sea un pavimento resistente y competente debe de analizar y cuantificar a la proyección de este en un presente y futuro en diferentes tipos de circunstancias. Siendo puesto a las siguientes fases como estudio de mecánica de suelos,</p>	CARGA VEHICULAR	NUMERO DE VEHICULOS HORAS
			LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	SECCIÓN VIAL PENDIENTES
			ESTUDIO MECÁNICA DE SUELOS	PROPIEDADES FÍSICAS CBR
			PAQUETE ESTRUCTURAL	ESPEORES MATERIALES

	<p>sean del presente o futuro, externos o internos de una carretera, de manera que se puedan aplicar características y parámetros de un pavimento competente. Teniendo en cuenta factores internos y externos para el diseño. Componiéndose así de diferentes fases comenzando por investigar el terreno natural(subrasante), calidad de materiales tanto los del proceso constructivo como de banco, los respectivos ensayos que se ejecutan en los laboratorios, el método a emplear para su diseño, evaluación más provechosa y su informe contenido por conclusiones y recomendaciones. (Manual para la revisión de Diseño de Pavimentos, 2008)</p>	<p>ensayos de canteras, metodología para su diseño, su preferencia bajo a diferentes condiciones de ventaja y su informe terminal.</p>		
--	---	--	--	--

ANEXO 2:Técnicas e instrumentos para aplicar por objetivos y unidad de investigación

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	POBLACIÓN	MUESTRA	TÉCNICA	INSTRUMENTOS
Determinar la carga vehicular en la vía no pavimentada los Urbanización Popular tallanes nuevo Sullana, Sullana-Piura 2022.	Avenida los Tallanes Urbanización Popular Nuevo Sullana, Sullana-Piura desde el kilometraje 0+000 hasta 3+050.	Vía No Pavimentada de la Avenida los Tallanes kilometraje 0+050 Hasta 3+050 de la Urbanización Popular Nuevo Sullana, Sullana-Piura.	Observación	Guía de observación (MTC)
Realizar el levantamiento topográfico en la vía no pavimentada los Urbanización Popular tallanes nuevo Sullana, Sullana-Piura 2022.	Criterios de Inclusión: Se incluye toda la Avenida los Tallanes porque es parte importante de la investigación.		Observación	Guía de observación
Realizar el estudio de Mecánica de suelos en la vía no pavimentada los Urbanización Popular tallanes nuevo Sullana, Sullana-Piura 2022.			Observación Análisis documental	Guía de observación, ficha de recojo
Determinar el espesor del pavimento en la vía no pavimentada los Urbanización Popular tallanes nuevo Sullana, Sullana-Piura 2022.	Criterios de Exclusión: Se excluye el resto de las calles de la urbanización Popular Nuevo Sullana.		Análisis documental	ficha de recojo

ANEXO 3: ENSAYOS MECANICA DE SUELOS



GEOCONSUL NORTE S.R.L.
 GEOLOGÍA, GEOTECNIA, GEOTECNÓLOGOS CONSULTORES NORTE S.R.L.
 Especialistas en Geología, Geotecnia y Mecánica de Suelos

HUMEDAD NATURAL

PROYECTO	:	TESIS "DISEÑO DE PAVIMENTO OPTIMO EN LA AVENIDA LOS TALLANES EN LA URB. POPULAR NUEVO SULLANA, PROVINCIA DE SULLANA - PIURA" URB. POPULAR NUEVO SULLANA - SULLANA.
SOLICITA	:	TESISTA " AYRTON RAFAEL SANCHEZ PALACIOS "
UBICACIÓN	:	URB. POPULAR NUEVO SULLANA - SULLANA.
MUESTRA	:	CALICATA C - 1, 2 Y 3
FECHA	:	PIURA, 27 DE ABRIL DEL 2023

CALICATA Y MUESTRA	PROFUND. (m)	TARRO N°	PESO DEL RECIPIENTE (Gr.)		VACIO	PESO (Gr.)		HUMEDAD %
			+SUELO HUMEDO	+SUELO SECO		AGUA	SUELO SECO	
C - 1 / M - 2	0.20 - 1.50	4A	135.20	126.20	40.00	9.00	86.20	10.44
C - 2 / M - 2	0.25 - 1.50	11A	141.90	132.80	41.00	9.10	91.80	9.91
C - 3 / M - 2	0.20 - 1.50	19A	165.70	152.40	36.00	13.30	116.40	11.43



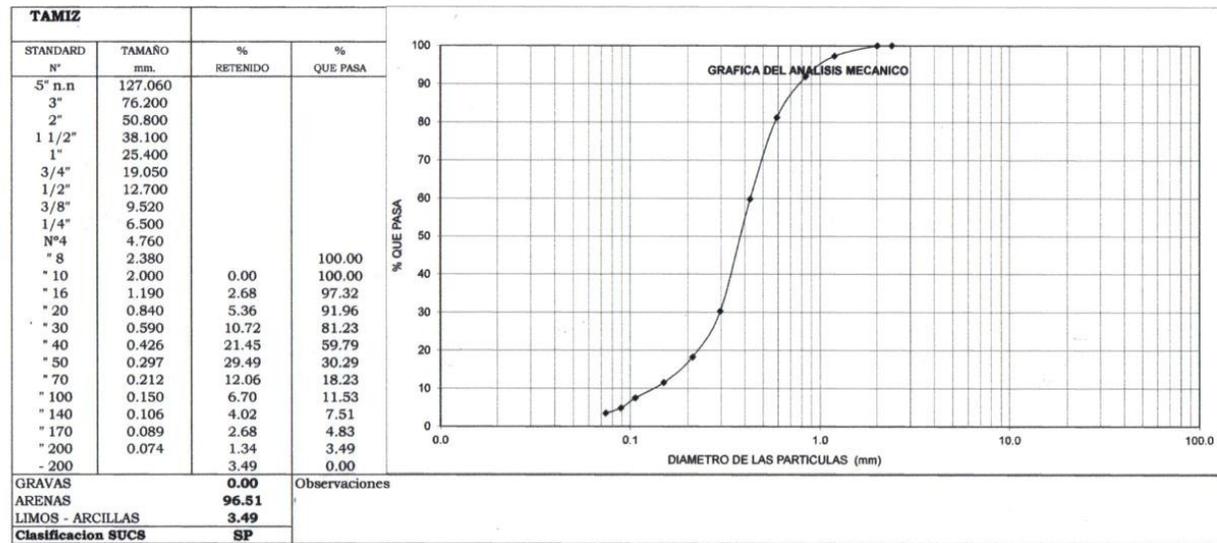
Dr. Hipólito Tume Chapa
 INGENIERO GEÓLOGO
 CIP. N° 17604

Urb. Universitaria Fitz A. Lote 10 Cel.: 997725968 - PIURA
 Email: anarcan@hottmail.com - htruchapa@vehon.pe

Urb. Universitaria Miza Lote 10 Cel.: 992725968 - PIURA
 Email: spardo_aaparana@hotmail.com - hhuichu@uvsu.edu.pe

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

PROYECTO	:	TESIS "DISEÑO DE PAVIMENTO OPTIMO EN LA AVENIDA LOS TALLANES EN LA URB. POPULAR NUEVO SULLANA, PROVINCIA DE SULLANA - PIURA"
SOLICITA	:	TESISTA " AYRTON RAFAEL SANCHEZ PALACIOS "
UBICACIÓN	:	URB. POPULAR NUEVO SULLANA - SULLANA
MUESTRA	:	CALICATA C-1 PROF: 0.00 - 1.60M
FECHA	:	PIURA, 27 DE ABRIL DEL 2023




 Dr. Hipólito Tume Chapa
 INGENIERO GEÓLOGO
 CIP. N° 17604



GEOCONSUL NORTE S.R.L.
 GEOLOGIA, GEOTECNIA CONSULTORES NORTE S.R.L.
 Especialistas en Geología, Geotecnia y Mecánica de Suelos

ANEXO 4: ENSAYOS MECANICA DE SUELOS

Urb. Universidadista Niza Lote 10 Cel.: 992725968 - PIURA
Email: saando_aaracah@hotmail.com - hinchita@vahoo.es

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

GEOCONSUL NORTE S.R.L.
Geología, GEOTECNIA CONSULTORES NORTE S.P.A.
Especialistas en Geología, Geotecnia y Mecánica de Suelos

PROYECTO : TESIS "DISEÑO DE PAVIMENTO OPTIMO EN LA AVENIDA LOS TALLANES EN LA URB. POPULAR NUEVO SULLANA, PROVINCIA DE SULLANA - PIURA"
SOLICITA : TESISISTA " AYRTON RAFAEL SANCHEZ PALACIOS "
UBICACION : URB. POPULAR NUEVO SULLANA - SULLANA.
MUESTRA : CALICATA C - 2 PROF: 0.00 - 1.50M
FECHA : PIURA, 27 DE ABRIL DEL 2023

TAMIZ			
STANDARD N°	TAMAÑO mm	% RETENIDO	% QUE PASA
5" n.n	127.060		
3"	76.200		
2"	50.800		
1 1/2"	38.100		
1"	25.400		
3/4"	19.050		
1/2"	12.700		
3/8"	9.520		
1/4"	6.500		
Nº4	4.760		
" 8	2.380		100.00
" 10	2.000	0.00	100.00
" 16	1.190	3.61	96.39
" 20	0.840	10.83	85.56
" 30	0.590	18.05	67.51
" 40	0.426	30.69	36.82
" 50	0.297	14.44	22.38
" 70	0.212	7.22	15.16
" 100	0.150	5.42	9.75
" 140	0.106	3.61	6.14
" 170	0.089	1.81	4.33
" 200	0.074	0.72	3.61
- 200		3.61	0.00
GRAVAS		0.00	
ARENAS		96.39	
LIMOS - ARCILLAS		3.61	
Clasificación SUCS		SP	

GRAFICA DEL ANALISIS MECANICO

DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)

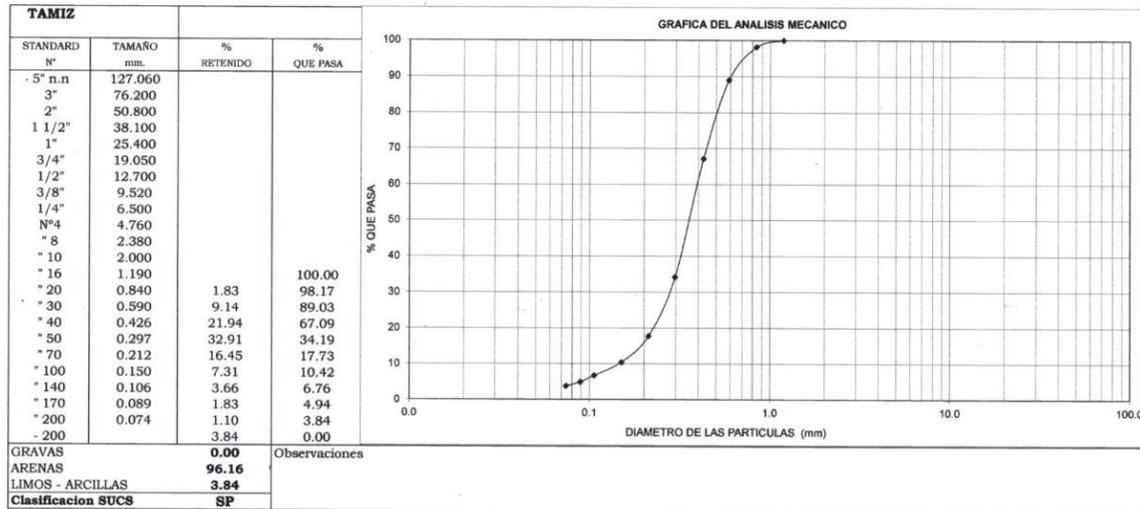
Observaciones

Dr. Hipólito Tume Chapa
INGENIERO GEÓLOGO
CIP. Nº 17604

ANEXO 5: ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

PROYECTO : TESIS "DISEÑO DE PAVIMENTO OPTIMO EN LA AVENIDA LOS TALLANES EN LA URB. POPULAR NUEVO SULLANA, PROVINCIA DE SULLANA - PIURA"
SOLICITA : TESISISTA "AYRTON RAFAEL SANCHEZ PALACIOS"
UBICACIÓN : URB. POPULAR NUEVO SULLANA - SULLANA.
MUESTRA : CALICATA C - 3 PROF: 0.00 - 1.50M
FECHA : PIURA, 27 DE ABRIL DEL 2023



Urb. Universitaria N.º A. Lote 10 Cel.: 992725968 - PIURA
 E-mail: spardo_sparcena@hotmail.com - hiruclista@vultron.as



GEOCONSUL NORTE S.R.L.
 GEOLÓGIA, GEOTECNIA CONSULTORES NORTE S.R.L.
 Especialistas en Geología, Geotecnia y Mecánica de Suelos

Dr. Hipólito Tume Chapa
 INGENIERO GEÓLOGO
 CIP. N° 17604

ANEXO 6: PRUEBA DE COMPACTACIÓN



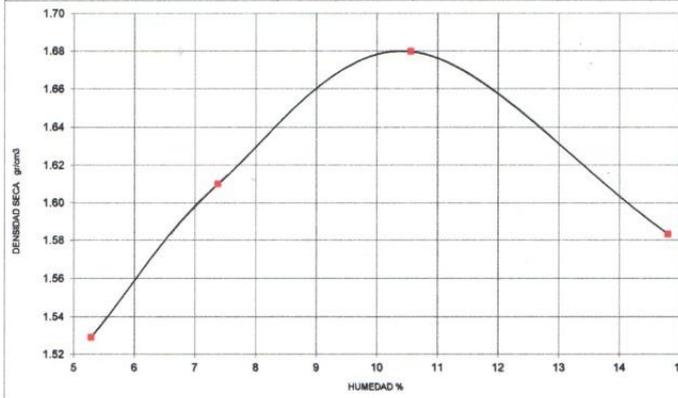
GEOCONSUL NORTE S.R.L.

GEOLOGÍA, GEOTECNIA CONSULTORES NORTE S.R.L.
Especialistas en Geología, Geotecnia y Mecánica de Suelos

PRUEBA DE COMPACTACION
PROCTOR MODIFICADO AASTHO T-180-D

PROYECTO	:	TESIS DISEÑO DE PAVIMENTO OPTIMO EN LA AVENIDA LOS TALLANES EN LA URB. POPULAR NUEVO SULLANA PROVINCIA DE SULLANA - PIURA
SOLICITA	:	TESISTA " AYRTON RAFAEL SANCHEZ PALACIOS "
UBICACIÓN	:	URB. POPULAR NUEVO SULLANA - SULLANA
MUESTRA	:	CALICATA C - 1 PROF: 0.00 - 1.50M
FECHA	:	PIURA, 27 DE ABRIL DEL 2023

DENSIDAD	UNIDADES	1	2	3	4
1- Peso Suelo Humedo+Molde	gr.	7320.0	7560.0	7820.0	7740.00
2- Peso Molde	gr.	4063.0	4063.0	4063.0	4063.00
3- Peso del Suelo Humedo (1-2)	gr.	3257.0	3497.0	3757.0	3677.00
4- Volumen Molde	cm ³	2023.0	2023.0	2023.0	2023.00
5- Densidad Suelo Humedo (3/4)	gr/cm ³	1.61	1.73	1.86	1.82
HUMEDAD	UNIDADES	1	2	3	4
6- Peso Tara y Suelo Humedo	gr.	258.00	219.30	235.60	281.50
7- Peso Tara y Suelo Seco	gr.	247.00	207.00	218.70	250.30
8- Peso Tara	gr.	38.95	40.25	58.65	39.40
9- Peso Agua (6-7)	gr.	11.00	12.30	16.90	31.20
10- Peso Suelo Seco (7-8)	gr.	208.05	166.75	160.05	210.90
11- Humedad % (9/10)x100	%	5.29	7.38	10.56	14.79
12- Densidad Seca :	gr/cm ³	1.53	1.61	1.68	1.58



MUESTRA:	
MOLDE N°	4
N° CAPAS	5
PESO MARTILLO	10 lb
ALTURA DE CAIDA	18 Pulg.
N° GOLPES x CAPA	56
DENSIDAD MAXIMA	
	1.68 Gr/cm³
HUMEDAD OPTIMA	
	10.56 %

Hipólito Tume Chapa

Dr. Hipólito Tume Chapa
 INGENIERO GEÓLOGO
 CIP. N° 17604



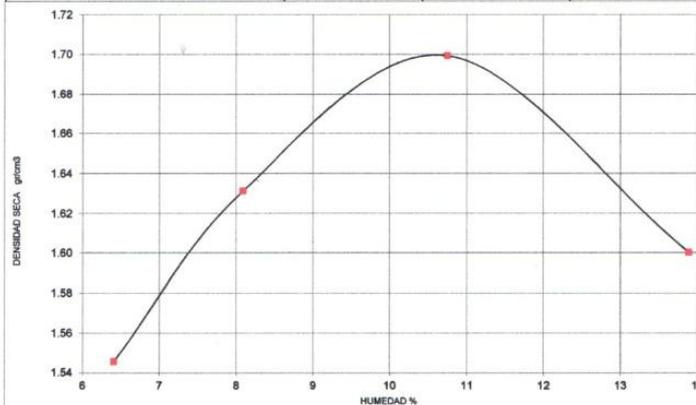
GEOCONSUL NORTE S.R.L.

GEOLOGÍA, GEOTECNIA CONSULTORES NORTE S.R.L.
Especialistas en Geología, Geotecnia y Mecánica de Suelos

PRUEBA DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO AASTHO T-180-D

PROYECTO	:	TESIS DISEÑO DE PAVIMENTO OPTIMO EN LA AVENIDA LOS TALLANES EN LA URB. POPULAR NUEVO SULLANA PROVINCIA DE SULLANA - PIURA
SOLICITA	:	TESISTA " AYRTON RAFAEL SANCHEZ PALACIOS "
UBICACIÓN	:	URB. POPULAR NUEVO SULLANA - SULLANA
MUESTRA	:	CALICATA C - 2 PROF: 0.00 - 1.50M
FECHA	:	PIURA, 27 DE ABRIL DEL 2023

DENSIDAD	UNIDADES	1	2	3	4
1- Peso Suelo Humedo+Molde	gr.	7390.0	7630.0	7870.0	7750.00
2- Peso Molde	gr.	4063.0	4063.0	4063.0	4063.00
3- Peso del Suelo Humedo (1-2)	gr.	3327.0	3567.0	3807.0	3687.00
4- Volumen Molde	cm ³	2023.0	2023.0	2023.0	2023.00
5- Densidad Suelo Humedo (3/4)	gr/cm ³	1.64	1.76	1.88	1.82
HUMEDAD	UNIDADES	1	2	3	4
6- Peso Tara y Suelo Humedo	gr.	261.50	220.10	236.50	279.50
7- Peso Tara y Suelo Seco	gr.	248.10	206.70	218.40	250.30
8- Peso Tara	gr.	39.00	41.00	50.00	40.00
9- Peso Agua (6-7)	gr.	13.40	13.40	18.10	29.20
10- Peso Suelo Seco (7-8)	gr.	209.10	165.70	168.40	210.30
11- Humedad % (9/10)x100	%	6.41	8.09	10.75	13.88
12- Densidad Seca :	gr/cm ³	1.55	1.63	1.70	1.60



MUESTRA:
MOLDE N° 4
N° CAPAS 5
PESO MARTILLO 10 lb
ALTURA DE CAIDA 18 Pulg.
N° GOLPES x CAPA 56

DENSIDAD MAXIMA
1.70 Gr/cm³

HUMEDAD OPTIMA
10.75 %

H. Tume
Dr. Hipólito Tume Chapa
INGENIERO GEÓLOGO
CIP. N° 17604



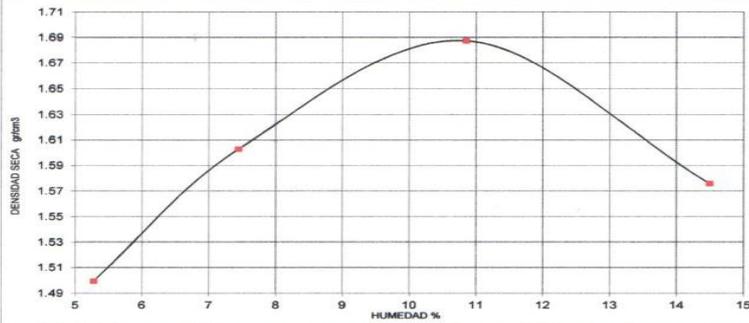
GEOCONSUL NORTE S.R.L.

GEOLOGÍA, GEOTECNIA CONSULTORES NORTE S.R.L.
Especialistas en Geología, Geotecnia y Mecánica de Suelos

PRUEBA DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO AASTHO T-180-D

PROYECTO	:	TESIS DISEÑO DE PAVIMENTO OPTIMO EN LA AVENIDA LOS TALLANES EN LA URB. POPULAR NUEVO SULLANA PROVINCIA DE SULLANA - PIURA
SOLICITA	:	TESISTA " AYRTON RAFAEL SANCHEZ PALACIOS "
UBICACIÓN	:	URB. POPULAR NUEVO SULLANA - SULLANA
MUESTRA	:	CALICATA C -3 PROF: 0.00 - 1.50M
FECHA	:	PIURA, 27 DE ABRIL DEL 2023

DENSIDAD	UNIDADES	1	2	3	4
1- Peso Suelo Humedo+ Molde	gr.	7360.0	7650.0	7950.0	7840.0
2- Peso Molde	gr.	4166.0	4166.0	4166.0	4190.0
3- Peso del Suelo Humedo (1-2)	gr.	3194.0	3484.0	3784.0	3650.0
4- Volumen Molde	cm ³	2023.0	2023.0	2023.0	2023.0
5- Densidad Suelo Humedo (3/4)	gr/cm ³	1.579	1.722	1.870	1.804
HUMEDAD	UNIDADES	1	2	3	4
6- Peso Tara y Suelo Humedo	gr.	282.30	254.10	208.30	211.50
7- Peso Tara y Suelo Seco	gr.	270.20	239.20	191.80	189.80
8- Peso Tara	gr.	41.05	39.05	39.80	40.10
9- Peso Agua (6-7)	gr.	12.10	14.90	16.50	21.70
10- Peso Suelo Seco (7-8)	gr.	229.15	200.15	152.00	149.70
11- Humedad % (9/10)x100	%	5.28	7.44	10.86	14.50
12- Densidad Seca :	gr/cm ³	1.50	1.60	1.69	1.58



MOLDE N° 4
N° CAPAS 5
PESO MARTILLO 10 lb
ALTURA DE CAIDA 18 Pulg.
N° GOLPES x CAPA 56

DENSIDAD MAXIMA
1.69 Gr/cm³

HUMEDAD OPTIMA
10.86 %

Hipólito Tume Chapa

Dr. Hipólito Tume Chapa
 INGENIERO GEÓLOGO
 CIP. N° 17604

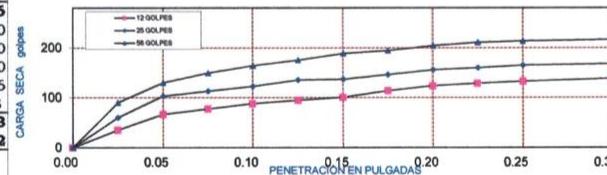
ANEXO 7: ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO

PROYECTO	:	TESIS "DISEÑO DE PAVIMENTO OPTIMO EN LA AVENIDA LOS TALLANES EN LA URB. POPULAR NUEVO SULLANA, PROVINCIA DE SULLANA - PIURA" URB. POPULAR NUEVO SULLANA - SULLANA.
SOLICITA	:	TESISTA "AYRTON RAFAEL SANCHEZ PALACIOS "
UBICACIÓN	:	URB. POPULAR NUEVO SULLANA - SULLANA.
MUESTRA	:	CALICATA C - 1 PROF: 0.20 - 1.50M
FECHA	:	PIURA, 27 DE ABRIL DEL 2023

PENETRACION	MOLDE No 12 GOLPES			MOLDE No 25 GOLPES			MOLDE No 56 GOLPES		
	Sin corregir		Corregido	Sin corregir		Corregido	Sin corregir		Corregido
	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R %	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R %	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R %
0.000	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.025	0.00	35.00		0.00	60.00		14.20	90.09	
0.050	9.00	66.34		17.00	102.88		22.90	129.83	
0.075	11.40	77.30		19.20	112.93		27.10	149.02	
0.100	13.70	87.81	6.45	21.30	122.52	9.01	30.30	163.64	12.03
0.125	15.20	94.66		24.10	135.31		32.80	175.06	
0.150	16.50	100.60		24.40	136.68		35.70	188.30	
0.175	19.40	113.84		26.40	145.82		37.00	194.24	
0.200	21.50	123.44	9.07	28.50	155.41	11.42	39.20	204.29	15.02
0.225	22.60	128.46		29.40	159.52		40.60	210.69	
0.250	23.50	132.57		30.50	164.55		41.20	213.43	
0.300	24.70	138.06		31.20	167.75		41.90	216.62	
Golpes	12		25	56					
Numero de capas	5		5	5					
Humedad (%)		10.56		10.56		10.56			
Peso del molde (gr)		4,063.00		4,063.00		4,063.00			
P. molde + suelo hum. (gr)		7,320.00		7,560.00		7,820.00			
Volumen del molde (cm3)		2,023.00		2,023.00		2,023.00			
Densidad hum. (gr/cm3)		1.61		1.73		1.86			
Densidad seca (gr/cm3)		1.53		1.61		1.68			
C.B.R. a 0.1"		6.45		9.01		12.03			
C.B.R. a 0.2"		9.07		11.42		15.02			
DENSIDAD MAXIMA (PROCTOR)		1.68	Gr/cm ³						
95% DENSIDAD MAXIMA		1.596	Gr/cm ³						

CALIFORNIA BEARING RATIO



Urb. Universitaria Miz A Lote 10 Cel. 992725968 - PIURA
 Email: anarcanas@hotmail.com - hiruichu@uvhara.pe



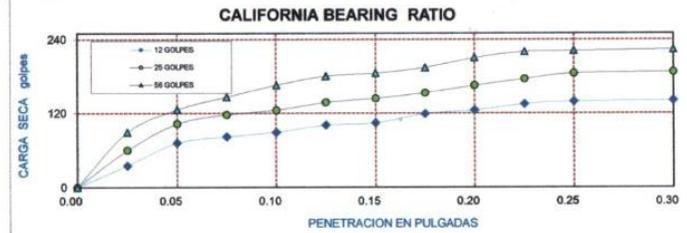
GEOCONSUL NORTE S.R.L.
 GEOLOGIA, GEOTECNICA CONSULTORES NORTE S.R.L.
 Especialistas en Geología, Geotecnia y Mecánica de Suelos


 Dr. Hipólito Tume Chapa
 INGENIERO GEÓLOGO
 CIP. Nº 17604

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO

PROYECTO	:	TESIS "DISEÑO DE PAVIMENTO OPTIMO EN LA AVENIDA LOS TALLANES EN LA URB. POPULAR NUEVO SULLANA, PROVINCIA DE SULLANA - PIURA" URB. POPULAR NUEVO SULLANA - SULLANA.
SOLICITA	:	TESISTA " AYRTON RAFAEL SANCHEZ PALACIOS "
UBICACIÓN	:	URB. POPULAR NUEVO SULLANA - SULLANA.
MUESTRA	:	CALICATA C - 2 PROF: 0.25 - 1.50M
FECHA	:	PIURA, 27 DE ABRIL DEL 2023

PENETRACION	MOLDE No 12 GOLPES			MOLDE No 25 GOLPES			MOLDE No 56 GOLPES		
	Sin corregir		Corregido	Sin corregir		Corregido	Sin corregir		Corregido
	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R %	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R %	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R %
0.000	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.025	0.00	35.00		0.00	60.00		14.00	89.18	
0.050	10.20	71.82		17.00	102.88		22.00	125.72	
0.075	12.40	81.87		20.20	117.50		26.50	146.28	
0.100	14.00	89.18	6.55	21.80	124.81	9.17	30.80	165.92	12.20
0.125	16.50	100.60		24.60	137.60		34.00	180.54	
0.150	17.30	104.25		26.00	143.99		35.00	185.10	
0.175	20.50	118.87		28.00	153.13		37.00	194.24	
0.200	21.80	124.81	9.17	30.70	165.46	12.16	40.50	210.23	15.45
0.225	24.00	134.86		33.00	175.97		42.70	220.28	
0.250	24.90	138.97		35.00	185.10		43.00	221.65	
0.300	25.30	140.80		35.50	187.39		43.50	223.93	
Golpes		12		25		56			
Numero de capas		5		5		5			
Humedad (%)		10.75		10.75		10.75			
Peso del molde (gr)		4,063.00		4,063.00		4,063.00			
P. molde + suelo hum. (gr)		7,390.00		7,630.00		7,870.00			
Volumen del molde (cm3)		2,023.00		2,023.00		2,023.00			
Densidad hum. (gr/cm3)		1.64		1.76		1.88			
Densidad seca (gr/cm3)		1.55		1.63		1.70			
C.B.R. a 0.1"		6.55		9.17		12.20			
C.B.R. a 0.2"		9.17		12.16		15.45			
DENSIDAD MAXIMA (PROCTOR)		1.70 Gr/cm ³							
95% DENSIDAD MAXIMA		1.62 Gr/cm ³							



Dr. Hipólito Tume Chapa
 INGENIERO GEÓLOGO
 CIP. N° 17604



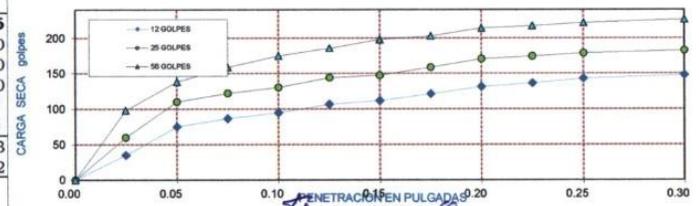
GEOCONSUL NORTE S.R.L.
 GEOLOGÍA, GEOTECNIA CONSULTORES NORTE S.R.L.
 Especialistas en Geología, Geotecnia y Mecánica de Suelos

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO

PROYECTO	:	TESIS "DISEÑO DE PAVIMENTO OPTIMO EN LA AVENIDA LOS TALLANES EN LA URB. POPULAR NUEVO SULLANA, PROVINCIA DE SULLANA - PIURA" URB. POPULAR NUEVO SULLANA - SULLANA.
SOLICITA	:	TESISTA "AYRTON RAFAEL SANCHEZ PALACIOS "
UBICACIÓN	:	URB. POPULAR NUEVO SULLANA - SULLANA.
MUESTRA	:	CALICATA C - 3 PROF: 0.20 - 1.50M
FECHA	:	PIURA, 27 DE ABRIL DEL 2023

PENETRACION	MOLDE No 12 GOLPES			MOLDE No 25 GOLPES			MOLDE No 56 GOLPES		
	Sin corregir		Corregido	Sin corregir		Corregido	Sin corregir		Corregido
	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R %	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R %	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R %
0.000	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.025	0.00	35.00		0.00	60.00		15.90	97.86	
0.050	10.90	75.02		18.60	110.19		24.70	138.06	
0.075	13.40	86.44		21.20	122.07		29.20	158.61	
0.100	15.20	94.66	6.96	23.00	130.29	9.58	32.70	174.60	12.83
0.125	17.80	106.54		26.00	143.99		35.10	185.56	
0.150	18.90	111.56		26.70	147.19		37.80	197.90	
0.175	21.00	121.15		29.20	158.61		38.90	202.92	
0.200	23.20	131.20	9.64	31.80	170.49	12.53	41.30	213.88	15.72
0.225	24.30	136.23		32.60	174.14		42.00	217.08	
0.250	25.70	142.62		33.50	178.25		43.00	221.65	
0.300	26.80	147.65		34.40	182.36		44.00	226.22	
Golpes		12		25		56			
Numero de capas		5		5		5			
Humedad (%)		10.86		10.86		10.86			
Peso del molde (gr)		4,166.00		4,166.00		4,166.00			
P. molde + suelo hum. (gr)		7,360.00		7,650.00		7,950.00			
Volumen del molde (cm3)		2,023.00		2,023.00		2,023.00			
Densidad hum. (gr/cm3)		1.58		1.72		1.87			
Densidad seca (gr/cm3)		1.50		1.60		1.69			
C.B.R. a 0.1"		6.96		9.58		12.83			
C.B.R. a 0.2"		9.64		12.53		15.72			
DENSIDAD MAXIMA (PROCTOR)		1.69		1.69		1.69			
95% DENSIDAD MAXIMA		1.61		1.61		1.61			

CALIFORNIA BEARING RATIO



Dr. Hipólito Tume Chapa
 INGENIERO GEÓLOGO
 CIP. N° 17604



GEOCONSUL NORTE S.R.L.
 GEOLOGÍA, GEOTECNIA CONSULTORES NORTE S.R.L.
 Especialistas en Geología, Geotecnia y Mecánica de Suelos

ANEXO 8: ENSAYO

Urb. Universitaria Niza, Lote 10 Cel.: 992725968 - PIURA
E-mail: sordo_naranjo@hotmail.com - hirucho@uvhpn.as



GEOCONSUL NORTE S.R.L.
 GEOLOGÍA, GEOTECNIA CONSULTORES NORTE S.R.L.
 Especialistas en Geología, Geotecnia y Mecánica de Suelos

ANÁLISIS QUÍMICO POR AGRESIVIDAD

PROYECTO	:	TESIS DISEÑO DE PAVIMENTO OPTIMO EN LA AVENIDA LOS TALLANES EN LA URB. POPULAR NUEVO SULLANA PROVINCIA DE SULLANA - PIURA
SOLICITA	:	TESISTA " AYRTON RAFAEL SANCHEZ PALACIOS "
UBICACIÓN	:	URB. POPULAR NUEVO SULLANA - SULLANA
MUESTRA	:	CALICATA C -1, 2 Y 3
FECHA	:	PIURA, 27 DE ABRIL DEL 2023

MUESTRA	PROFUNDIDADES m.	SALES SOLUBLES %	CLORUROS %	SULFATOS %	CARBONATOS %
C - 1 / M - 2	0.20 - 1.50	0.059	0.036	0.041	0.000
C - 2 / M - 2	0.25 - 1.50	0.052	0.032	0.038	0.000
C - 3 / M - 2	0.20 - 1.50	0.065	0.043	0.054	0.000

Hirucho

 Dr. Hipólito Tume Chapa
 INGENIERO GEÓLOGO
 C.I.P. N° 17604

Fig. 9: PERFIL ESTRATIGRAFICO



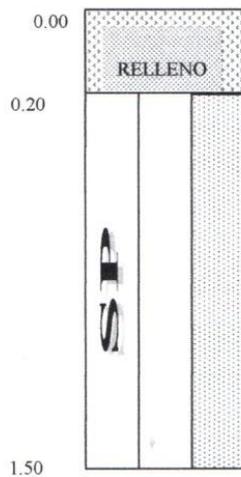
ING. CESAR A. CHERRE MORALES
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA
CIP: 72495



PERFIL ESTRATIGRAFICO TESIS

“DISEÑO DE PAVIMENTO OPTIMO EN LA AVENIDA LOS TALLANES, EN LA URBANIZACION POPULAR
NUEVO SULLANA – PROVINCIA DE SULLANA PIURA

Calicata C-1 PRF: 00 – 1.50m

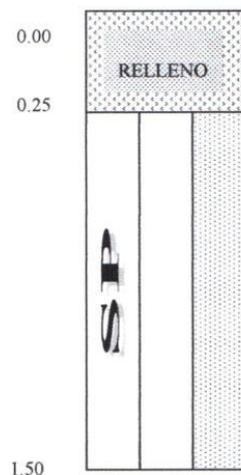


Relleno compuesto por afirmado en mal estado

Arena pobremente graduada friccionalante de grano fino con regular contenido de humedad, con grado de compacidad relativo a la resistencia baja clasificado por SUC como SP y por AASHTO como A – 3 (0)

No se encontró nivel freático.

Calicata C-2 PRF: 00 – 1.50m



Relleno compuesto por afirmado en mal estado

Arena pobremente graduada friccionalante de grano fino con regular contenido de humedad, con grado de compacidad relativo a la resistencia baja clasificado por SUC como SP y por AASHTO como A – 3 (0)

No se encontró nivel freático.


César Augusto Cherre Morales
INGENIERO CIVIL
CIP: 72495

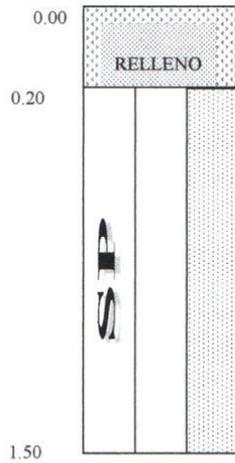
Fig. 10: CALICATA C-3



ING. CESAR A. CHERRE MORALES
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA
CIP: 72495



Calicata C-3 PRF: 00 – 1.50m



Arena pobremente graduada friccionante de grano fino con regular contenido de humedad, con grado de compactacion relativo a la resistencia baja clasificado por SUC como SP y por AASHTO como A – 3 (0)

No se encontró nivel freático.


Cesar Augusto Cherre Morales
INGENIERO CIVIL
CIP: 72495

FIG. 11: TESTIMONIO FOTOGRÁFICO



ING. CESAR A. CHERRE MORALES
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA
CIP: 72495



TESTIMONIO FOTOGRAFICO

Fig. 12:CALICATA N°1



ING. CESAR A. CHERRE MORALES
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA
CIP: 72495



TESTIMONIO FOTOGRAFICO

SE OBSERVA LA CALICATA EXCAVADA CON LA FINALIDAD DE ESTUDIAR LOS
ESTRATOS DEL SUELO Y PODER DETERMINAR LOS PARAMENTROS FISICO

MECANICOS

CALICATA N°1




César Augusto Cherre Morales
INGENIERO CIVIL
CIP: 72495

Fig. 13: CALICATA N°1



ING. CESAR A. CHERRE MORALES
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA
CIP: 72495



VISTA PANORAMICA

**VISTA PANORAMICA DE LA ZONA DEL ESTUDIO DONDE SE PUEDE APRECIAR LA
AV. LOS TALLANES SIN CAPA DE RODADURA.**

CALICATA N°1




César Augusto Cherre Morales
INGENIERO CIVIL
CIP: 72495

Fig. 14: CALICATA N°2

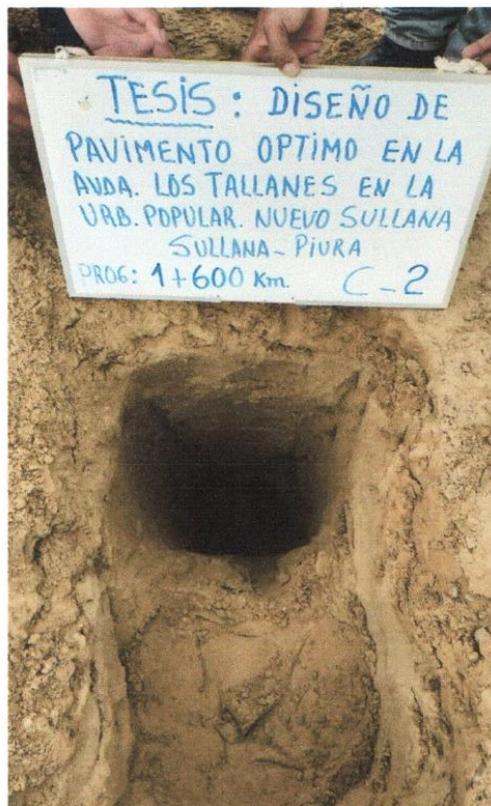


ING. CESAR A. CHERRE MORALES
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA
CIP: 72495



TESTIMONIO FOTOGRAFICO

SE OBSERVA LA CALICATA EXCAVADA CON LA FINALIDAD DE ESTUDIAR LOS
ESTRATOS DEL SUELO Y PODER DETERMINAR LOS PARAMENTROS FISICO
MECANICOS
CALICATA N°2




César Augusto Cherre Morales
INGENIERO CIVIL
CIP: 72495

Fig. 15: CALICATA N°2



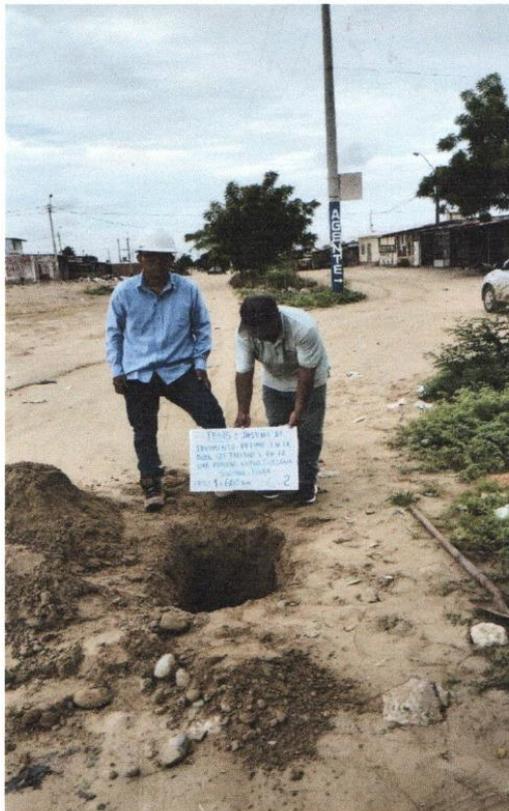
ING. CESAR A. CHERRE MORALES
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA
CIP: 72495



VISTA PANORAMICA

VISTA PANORAMICA DE LA ZONA DEL ESTUDIO DONDE SE PUEDE APRECIAR LA
AV. LOS TALLANES A NIVEL DE AFIRMADO

CALICATA N°2




César Augusto Cherre Morales
INGENIERO CIVIL
CIP. 72495

Fig. 16: CALICATA N°3



ING. CESAR A. CHERRE MORALES
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA
CIP: 72495



TESTIMONIO FOTOGRAFICO

SE OBSERVA LA CALICATA EXCAVADA CON LA FINALIDAD DE ESTUDIAR LOS
ESTRATOS DEL SUELO Y PODER DETERMINAR LOS PARAMENTROS FISICO
MECANICOS
CALICATA N°3




César Augusto Cherre Morales
INGENIERO CIVIL
CIP/ 72495

Validez

Los instrumentos de recolección de datos serán sometidos a juicio de expertos por tres profesionales de ingeniería civil, dada la obligación que verifiquen de forma ética y profesional, lo correcto y seguro que son los instrumentos de recolección de datos que se aplicaran en la investigación.

Confiabilidad

En la confiabilidad se presentarán los instrumentos de recolección de datos siendo muy confiables ya que están brindados por normas ya establecidas también por programas, que también serán evaluadas por tres expertos que manejan el tema de la investigación.

El estudio de mecánica de suelos que nos brindara un dato importante para el diseño que es el CBR siendo un valor totalmente confiable ya que viene con el respaldo del laboratorio debido a su certificación por el cual también fue evaluado y puesto a disposición para elaborar estudios de suelos, conocido el laboratorio por el nombre de **GEOCONSUL NORTE S.R.L** el encargado de darle uso al laboratorio es el Dr. Hipólito Tume Chapa Ingeniero Geólogo.

El instrumento ficha de recojo que se utilizara para obtener el conteo vehicular siendo brindada por el MTC y respaldada por el Manual de Carreteras 2014. La Guía AASHTO 93 que es una norma establecida desde el año 1993 puesta a prueba y prevaleciendo ante su versión anterior.

La Ficha de Recolección de datos siendo formatos de cuadros donde se especificarán diferentes ensayos realizados en el laboratorio siendo respaldado por la Norma Técnica ASTM.

ANEXO 10: CERTIFICADO DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

CERTIFICADO DE VALIDACION DEL INSTRUMENTO							
N°	DIMENSIONES/ ITEMS	PERTINENCIA		RELEVANCIA		CLARIDAD	SURGERENCIAS
DISEÑO DE PAVIMENTO OPTIMO							
1	DIMENSION 1: CARGA VEHICULAR	SI	NO	SI	NO	SI	NO
	NUMERO DE VEHICULOS	X		X		X	
	TIPOS DE VEHICULOS	X		X		X	
2	DIMENSION 2: LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
	SECCION VIAL	X		X		X	
	PENDIENTES	X		X		X	
3	DIMENSION 3: ESTUDIO MECANICA DE SUELOS	SI	NO	SI	NO	SI	NO
	PROPIEDADES FISICAS	X		X		X	
	CBR	X		X		X	
4	DIMENSION 4 : PAQUETE ESTRUCTURAL	SI	NO	SI	NO	SI	NO
	ESPESORES	X		X		X	
	MATERIALES	X		X		X	

Oservaciones(precisar si hay suficiencia):
 Opinión de aplicabilidad: Aplicable(X) Aplicable despues de corregir(_) No Aplicable ()
 Apellidos y Nombres del juez: Cuena Cabrera Elias
 Especialidad del validador: Ingeniero Civil

Pertinencia: El item corresponde al concepto teorico formulado
 Relevancia: El item es apropiado para representar al componente o dimension especifica del con:
 Claridad: Se entiende sin dificultad alguna, el enunciado de item, es conciso, exacto y directo.
 Nota: Se dice cuando los items planeados son sificientes para medir la dimension.


Elias Cuena Cabrera
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 63749
 FIRMA DEL EXPERTO

ANEXO 11: CERTIFICADO DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

CERTIFICADO DE VALIDACION DEL INSTRUMENTO							
N°	DIMENSIONES/ ITEMS	PERTINENCIA		RELEVANCIA		CLARIDAD	SURGERENCIAS
DISEÑO DE PAVIMENTO OPTIMO							
1	DIMENSION 1: CARGA VEHICULAR	SI	NO	SI	NO	SI	NO
	NUMERO DE VEHICULOS	X		X		X	
	TIPOS DE VEHICULOS	X		X		X	
2	DIMENSION 2: LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
	SECCION VIAL	X		X		X	
	PENDIENTES	X		X		X	
3	DIMENSION 3: ESTUDIO MECANICA DE SUELOS	SI	NO	SI	NO	SI	NO
	PROPIEDADES FISICAS	X		X		X	
	CBR	X		X		X	
4	DIMENSION 4 : PAQUETE ESTRUCTURAL	SI	NO	SI	NO	SI	NO
	ESPESORES	X		X		X	
	MATERIALES	X		X		X	

Oservaciones(precisar si hay suficiencia):
 Opinión de aplicabilidad: Aplicable(X) Aplicable despues de corregir(_) No Aplicable ()
 Apellidos y Nombres del juez: Lachira Sernaque Lincolth David
 Especialidad del validador: Ingeniero Civil

Pertinencia: El item corresponde al concepto teorico formulado
 Relevancia: El item es apropiado para representar al componente o dimension especifica del con:
 Claridad: Se entiende sin dificultad alguna, el enunciado de item, es conciso, exacto y directo.
 Nota: Se dice cuando los items planeados son sificientes para medir la dimension.


LINCOLTH DAVID LACHIRA SERNAQUE
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 209732
 FIRMA DEL EXPERTO

ANEXO 13:FICHA TÉCNICA DEL MTC

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			CAMION	
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi	2 E	3 E
DIAGRA. VEH.								
SABADO 1/04/2023	I	635	344	56	2	24	12	10
	V	546	356	48	3	22	14	9
		1181	700	104	5	46	26	19
DOMINGO 2/04/2023		456	256	37	0	21	3	9
	I	352	234	32	0	17	5	7
	V	808	490	69	0	38	8	16
LUNES 3/04/2023	I	654	278	44	3	34	16	14
	V	621	308	37	3	28	14	12
		1275	586	81	6	62	30	26
MARTES 4/04/2023	I	589	297	29	3	24	17	11
	V	613	250	33	2	30	15	13
		1202	547	62	5	54	32	24
MIERCOLES 5/04/2023	I	678	356	43	1	37	15	18
	V	582	378	36	0	26	14	16
		1260	734	79	1	63	29	34
JUEVES 6/04/2023	I	701	378	24	3	29	26	17
	V	732	334	29	2	31	23	15
		1433	712	53	5	60	49	32
VIERNES 7/04/2023	I	678	336	31	4	38	14	18
	V	599	367	38	2	29	12	16
		1277	703	69	6	67	6	5
IMDs	TOTAL	1205	639	74	4	56	26	22
IMDA	TOTAL	1322	701	81	4	61	27	24

Fuente: (FICHA TECNICA DEL MTC)

Fuente: Factor de Crecimiento Acumulado: Para poder sacar el Fc tenemos que aplicar una formula brindada por el Manual de Carreteras 2014 la cual es, de manera que el “n” consideramos 4 años de periodo de diseño, “To” que es el IMDA y el “r” que es la tasa Anual de crecimiento que nos brinda esos valores la ficha técnica de Estándar para Carreteras Interurbanas.

ANEXO 14: CÁLCULO DE TASAS DE CRECIMIENTO Y PROYECCIÓN

CALCULO DE TASAS DE CRECIMIENTO Y PROYECCION		
FORMULA:	$Ton = To (1+r)^{n-1}$	
Ton = Tránsito proyectado al año “n” en veh/día		
To = Tránsito actual (año base o) en veh/día	n=	4
n = Número de años del período de diseño	rL=	0.87
r = Tasa anual de crecimiento del tránsito.	rp=	3.23

Fuente: Elaboración Propia

b) Factor de Crecimiento Acumulado (Fac): lo cual $r = 3.23$ este valor nos da la ficha técnica de Estándar para Carreteras Interurbanas donde se dan diferentes valores por las diferentes regiones la cual nosotros somos región Piura, y el periodo de diseño que son 20 años. Teniendo como Resultado 27.51.

ANEXO 15: FICHA TÉCNICA DE ESTÁNDAR PARA CARRETERAS INTERURBANAS

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

Donde
 r = Tasa anual de crecimiento
 n = Período de diseño

Fuente: (SUELOS GEOLOGIA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS Y TRAFICO VIAL, 2014)

c) Factor Direccional (Fd) y Factor Carril (Fc): Datos que nos proporciona el Manual de carreteras 2014, lo cual se diseñara para una calzada de doble sentido y un carril por sentido dándonos como resultados el $F_d = 0.50$ y el $F_c = 1$.

ANEXO 16: FACTORES DE DISTRIBUCIÓN DIRECCIONAL

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 calzadas con separador central (para IMDa total de las dos calzadas)	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
	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: Elaboración Propia, en base a datos de la Guía AASHTO'93

(SUELOS GEOLOGIA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS TRAFICO VIAL, 2014)

- d) Numero de Repeticiones de ejes equivalentes: Este cálculo representa las diferentes cargas que tendrá cada vehículo al tipo de ejes que soportará el pavimento.

ANEXO 17: CONFIGURACIÓN DE EJES

Conjunto de Eje (s)	Nomenclatura	Nº de Neumáticos	Grafico
EJE SIMPLE (Con Rueda Simple)	1RS	02	
EJE SIMPLE (Con Rueda Doble)	1RD	04	
EJE TANDEM (1 Eje Rueda Simple + 1 Eje Rueda Doble)	1RS + 1RD	06	
EJE TANDEM (Ejes Rueda Doble)	2RD	08	
EJE TRIDEM (1 Rueda Simple + 2 Ejes Rueda Doble)	1RS + 2RD	10	
EJE TRIDEM (Ejes Rueda Doble)	3RD	12	

Nota:
RS : Rueda Simple
RD: Rueda Doble

Fuente: (SUELOS GEOLOGIA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS - TRAFICO VIAL)

Para calcular los ejes equivalentes (EE) se tendrán las siguientes relaciones simplificadas tanto como para pavimento flexible y rígido.

ANEXO 18: RELACIÓN DE CARGAS POR EJE

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE _{8.2 ton})
Eje Simple de ruedas simples (EE _{S1})	$EE_{S1} = [P / 6.6]^{4.0}$
Eje Simple de ruedas dobles (EE _{S2})	$EE_{S2} = [P / 8.2]^{4.0}$
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TA1})	$EE_{TA1} = [P / 14.8]^{4.0}$
Eje Tandem (2 ejes de ruedas dobles) (EE _{TA2})	$EE_{TA2} = [P / 15.1]^{4.0}$
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TR1})	$EE_{TR1} = [P / 20.7]^{3.9}$
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE _{TR2})	$EE_{TR2} = [P / 21.8]^{3.9}$

P = peso real por eje en toneladas

Fuente: Elaboración Propia, en base a correlaciones con los valores de las Tablas del apéndice D de la Guía AASHTO'93

Fuente: (SUELOS, GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS- TRAFICO VIAL, 2014)

ANEXO 19: RELACIÓN DE CARGAS POR EJE PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE _{8.2 ton})
Eje Simple de ruedas simples (EE _{S1})	$EE_{S1} = [P / 6.6]^{4.1}$
Eje Simple de ruedas dobles (EE _{S2})	$EE_{S2} = [P / 8.2]^{4.1}$
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TA1})	$EE_{TA1} = [P / 13.0]^{4.1}$
Eje Tandem (2 ejes de ruedas dobles) (EE _{TA2})	$EE_{TA2} = [P / 13.3]^{4.1}$
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TR1})	$EE_{TR1} = [P / 16.6]^{4.0}$
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE _{TR2})	$EE_{TR2} = [P / 17.5]^{4.0}$

P = peso real por eje en toneladas

Fuente: Elaboración Propia, en base a correlaciones con los valores de las Tablas del apéndice D de la Guía AASHTO'93

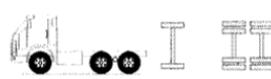
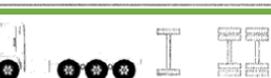
Fuente: (GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS- TRAFICO VIAL, 2014)

También se tomarán en cuenta para el peso de los vehículos el Normativo de Pesos y Medidas de SUTRAN Actualizado 2021.

ANEXO 20: PESOS Y MEDIDAS

1. PESOS Y MEDIDAS MÁXIMAS PERMITIDAS

TABLA DE PESOS Y MEDIDAS

Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Eje Delant	Peso máximo (t)				Peso bruto máx. (t)
				Conjunto de ejes posteriores				
				1º	2º	3º	4º	
C2		12,30	7	11	—	—	—	18
C3		13,20	7	18	—	—	—	25
C4		13,20	7	23 ⁽¹⁾	—	—	—	30
8x4		13,20	7+7 ⁽²⁾	18	—	—	—	32
T2S1		20,50	7	11	11	—	—	29

Fuente: (Compendio Normativo Pesos y Medidas, 2021)

- e) Cálculo del Esal: Aplicamos la siguiente fórmula que nos proporciona el Manual de Carreteras 2014, teniendo como resultado el Esal para pavimento flexible y pavimento rígido.

$$N_{rep} \text{ de EE } 8.2 \text{ ton} = \sum EE \text{ dia} - \text{carril} \times Fca \times 365$$

ANEXO 21: Nrep de EE 8.2 ton Pavimento Flexible

PAVIMENTO FLEXIBLE		
Tasa anual de crecimiento vehiculos pesados	r	3.23
Tiempo de vida util de pavimento(años)	n	20
Factor Vehiculos pesados(Fca)	Fca	27.50794964
Numero de Calzadas, sentidos y carriles por sentidos	1 Calzada con 2 sentidos y un carril por cada sentido	
Factor direccional (Fd) * Factor Carril (Fc)	Fc*Fd	0.5
Numero de Ejes Equivalentes (EE)	ESAL	1125517

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 22: Nrep de EE 8.2 ton Pavimento Rígido

PAVIMENTO RIGIDO		
Tasa anual de crecimiento vehiculos pesados	r	3.23
Tiempo de vida util de pavimento(años)	n	20
Factor Vehiculos pesados(Fca)	Fca	27.50794964
Numero de Calzadas, sentidos y carriles por sentidos	1 Calzada con 2 sentidos y un carril por cada sentido	
Factor direccional (Fd) * Factor Carril (Fc)	Fc*Fd	0.5
Numero de Ejes Equivalentes (EE)	ESAL	1329173

Fuente: Elaboración Propia

- f) Tipo de tráfico pesado correspondiente a las repeticiones acumuladas de los ejes equivalentes de 8.2t, Tipo 5 teniendo, así como rango $>1000,000 \leq 150,000$.

ANEXO 23: Número de repeticiones acumuladas

Número de Repeticiones Acumuladas de Ejes Equivalentes de 8.2t, en el Carril de Diseño Para Pavimentos Flexibles, Semirrígidos y Rígidos	
Tipos Tráfico Pesado expresado en EE	Rangos de Tráfico Pesado expresado en EE
T _{P0}	> 75,000 EE ≤ 150,000 EE
T _{P1}	> 150,000 EE ≤ 300,000 EE
T _{P2}	> 300,000 EE ≤ 500,000 EE
T _{P3}	> 500,000 EE ≤ 750,000 EE
T _{P4}	> 750,000 EE ≤ 1'000,000 EE
T _{P5}	> 1'000,000 EE ≤ 1'500,000 EE

Fuente: (Manual de carreteras, 2014)

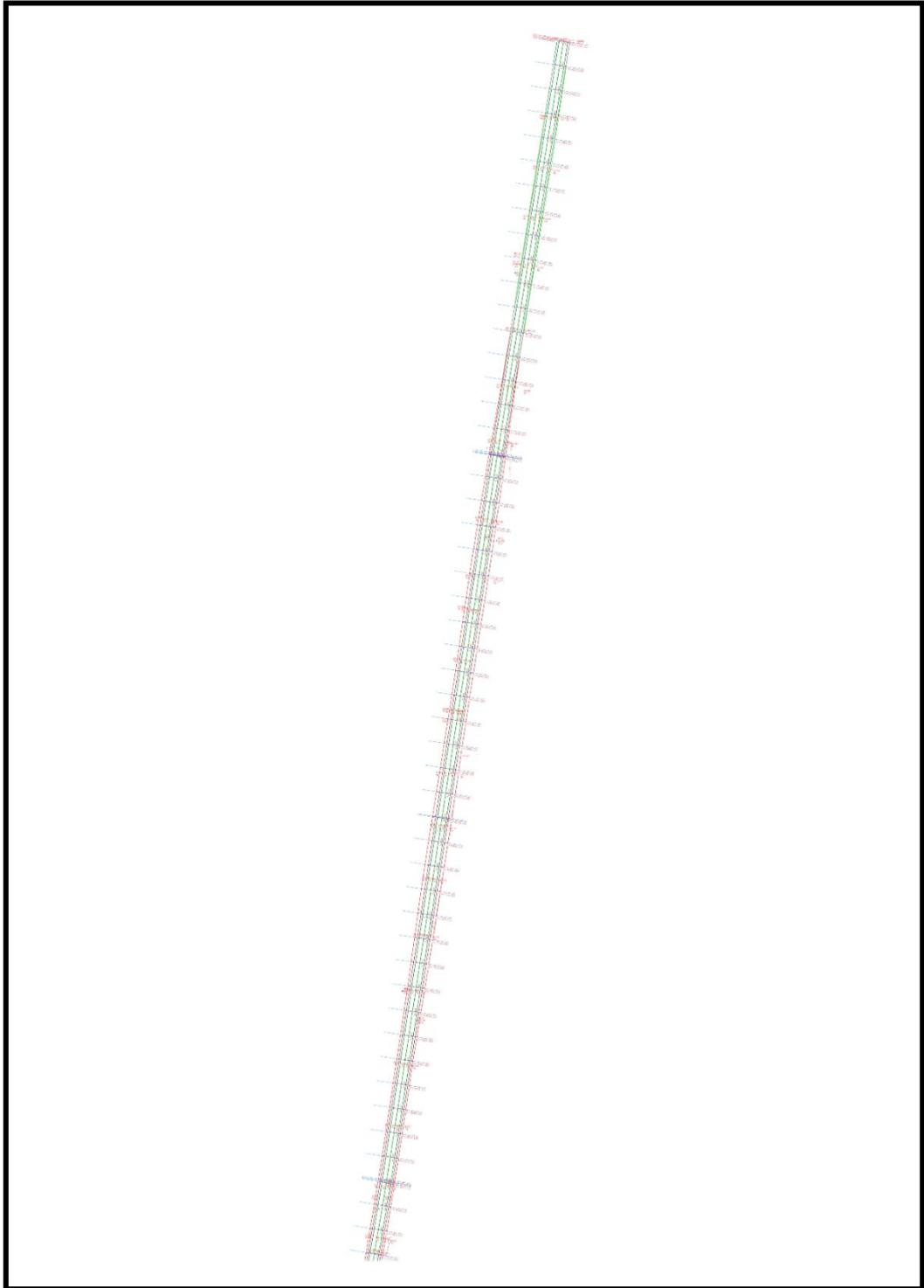
El levantamiento topográfico, se trasladó a la zona de estudio que es la Avenida los Tallanes Urbanización Popular Nuevo Sullana donde se utilizó el aparato electroóptico que es la estación total brindándonos así las coordenadas UTM y niveles, de manera que se utilizó el programa Civil 3D versión 2023 para poder plasmar las coordenadas y seguir con el procedimiento:

Donde plasmados ya los puntos en el Civil 3D se procedió a crear las curvas de nivel y la superficie.

Después procedemos a crear la alineación que es el eje de carretera donde completada esa parte podremos crear el perfil longitudinal donde trazaremos también el nivel de la rasante donde podremos visualizar el corte y relleno longitudinalmente.

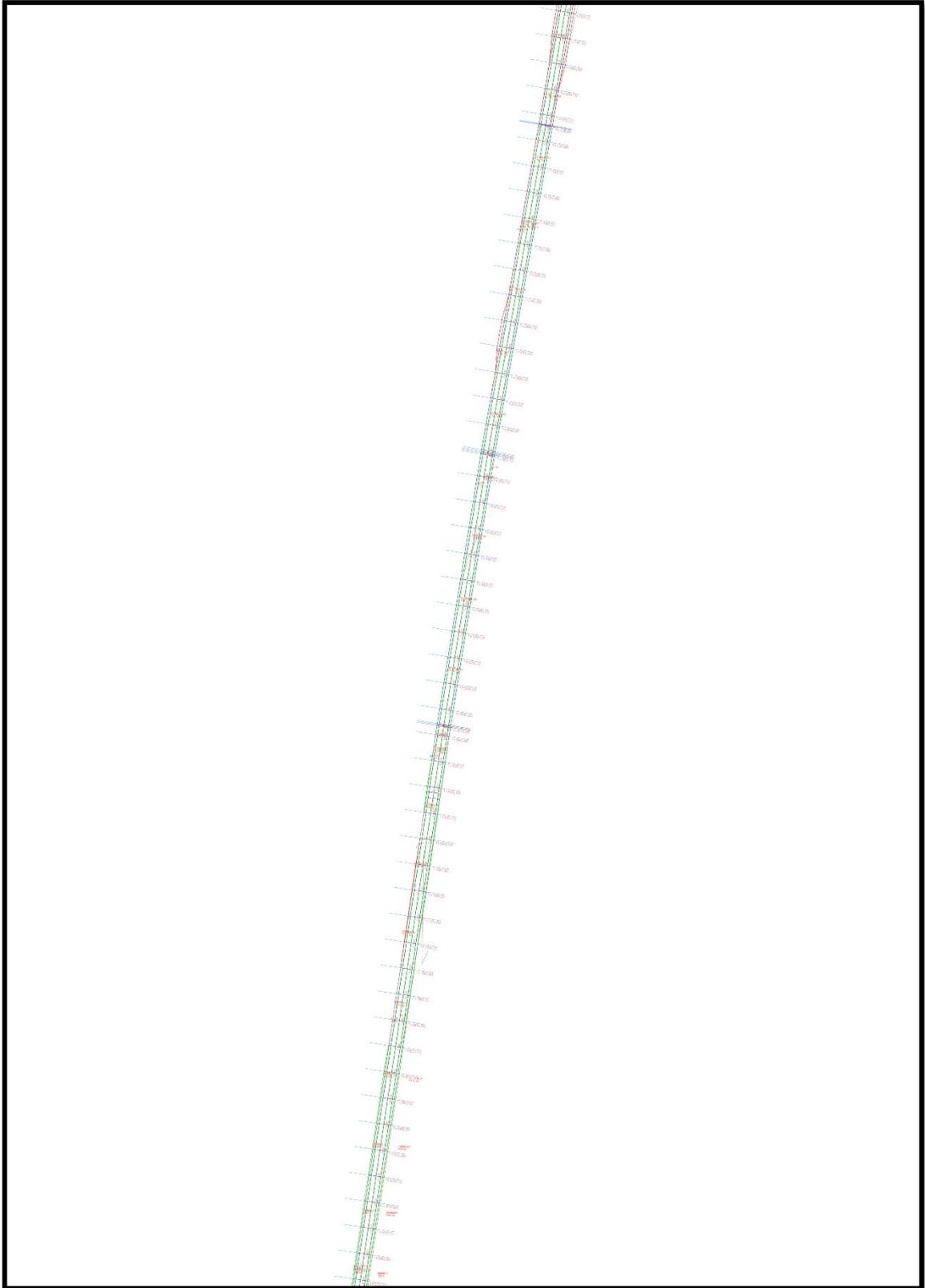
Luego podremos crear el ensamblaje donde pondremos el ancho de la calzada, berma y cunetas conocido también como secciones típicas, para después poder crear el corredor donde al aplicarlo podremos obtener las secciones transversales de la calzada.

**Fig. 17:PLANO EN PLANTA AVENIDA LOS TALLANES PROGRESIVA 0+000
- 1+000**



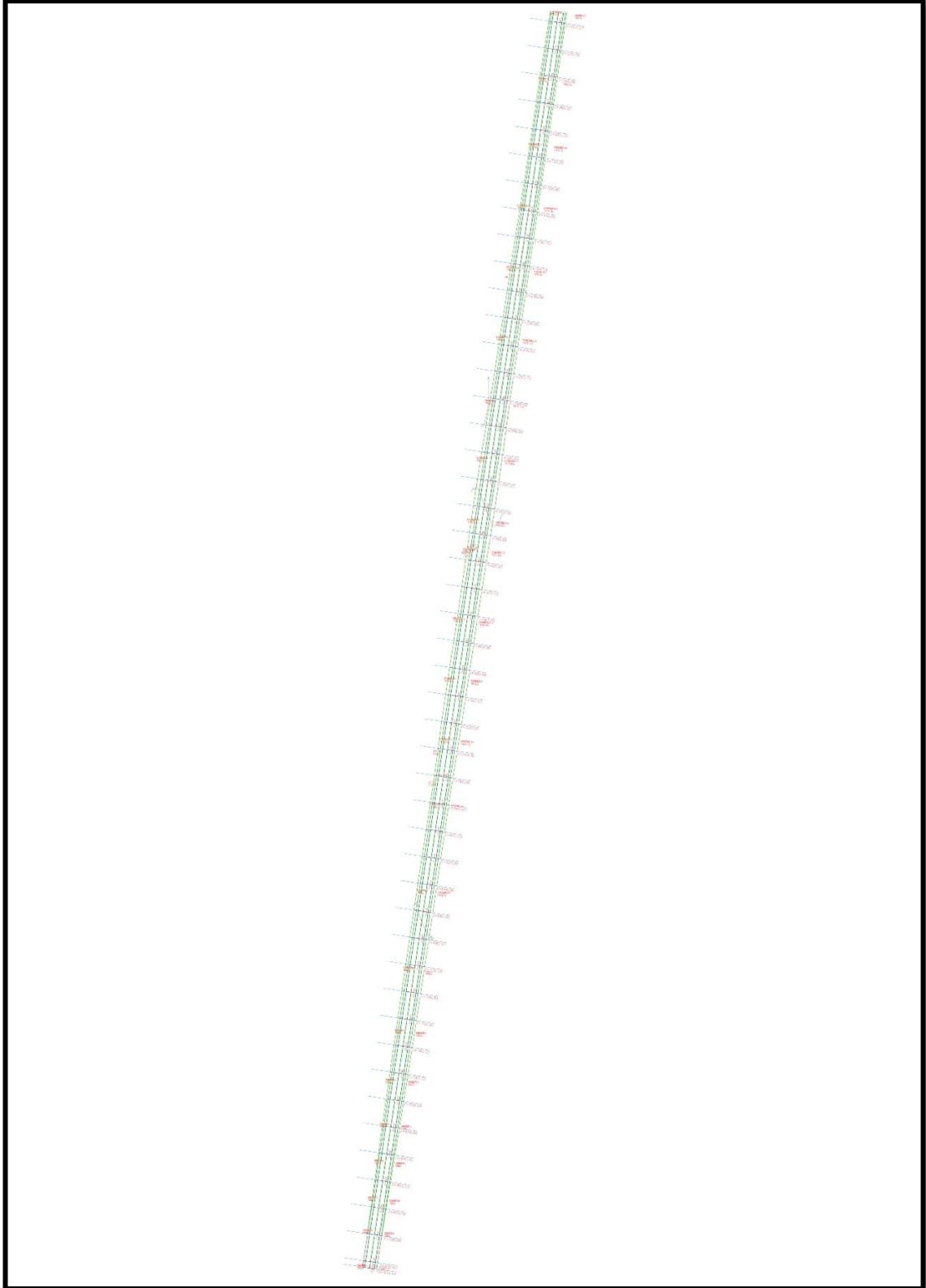
Fuente: Elaboración Propia Civil 3D

**Fig. 18:PLANO EN PLANTA AVENIDA LOS TALLANES PROGRESIVA 1+000
- 2+000**



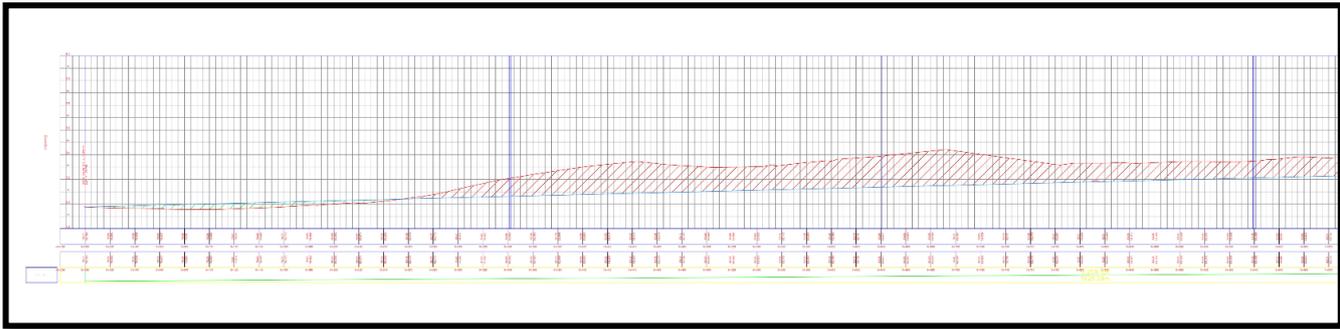
Fuente: Elaboración Propia Civil 3D

**Fig. 19:PLANO EN PLANTA AVENIDA LOS TALLANES PROGRESIVA 2+000
- 3+000**



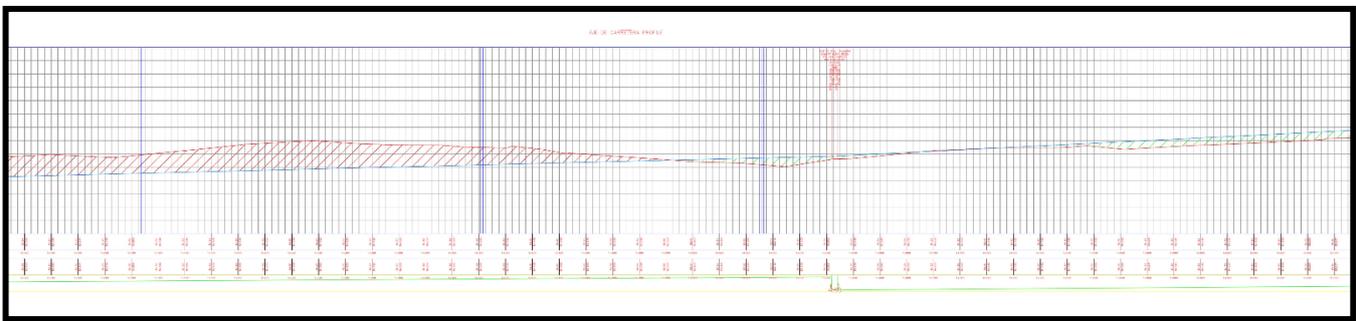
Fuente: Elaboración Propia Civil 3D

PERFIL LONGITUDINAL 0+000 – 1+000



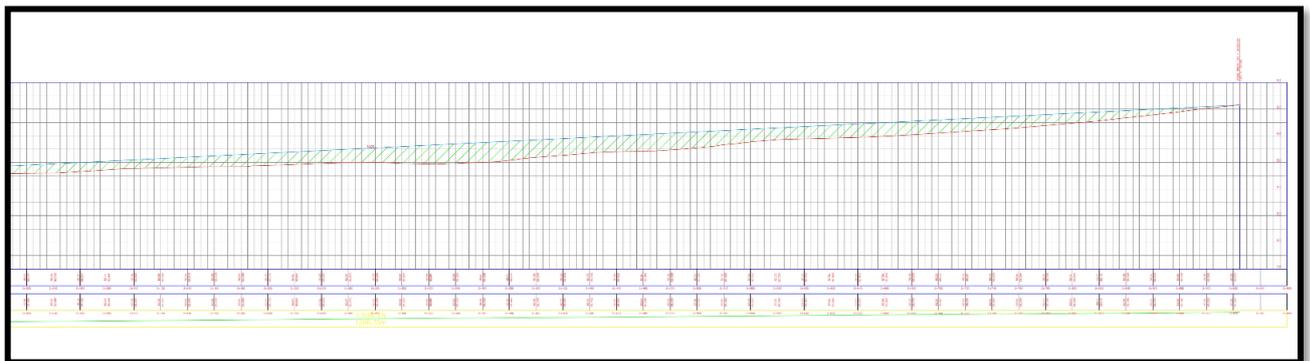
Fuente: Elaboración Propia Civil 3D

PERFIL LONGITUDINAL 1+000 – 2+000



Fuente: Elaboración Propia Civil 3D

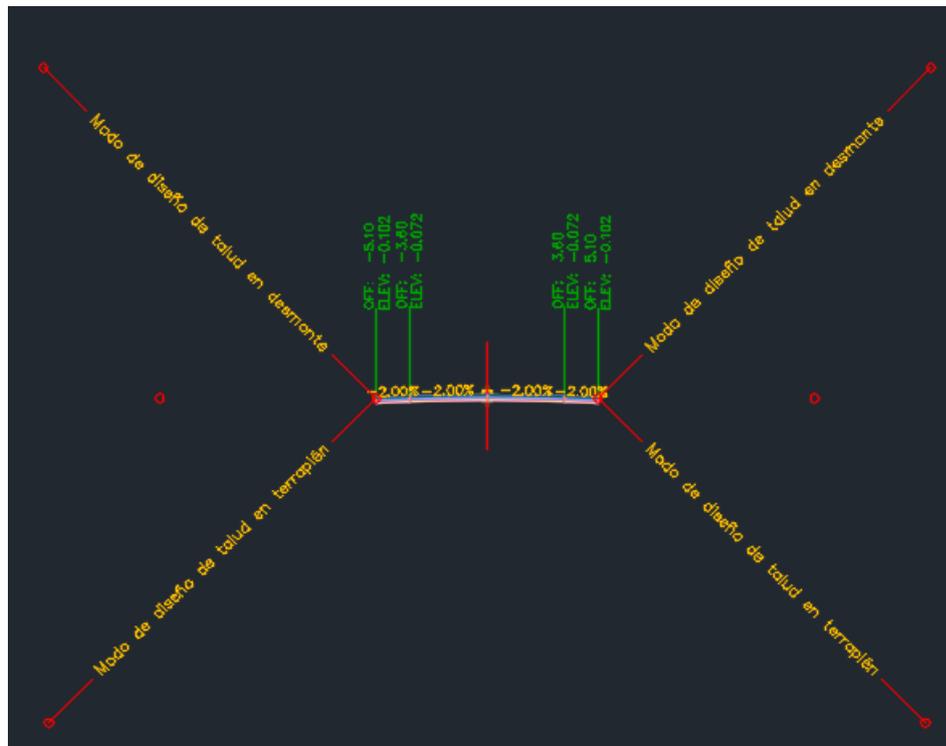
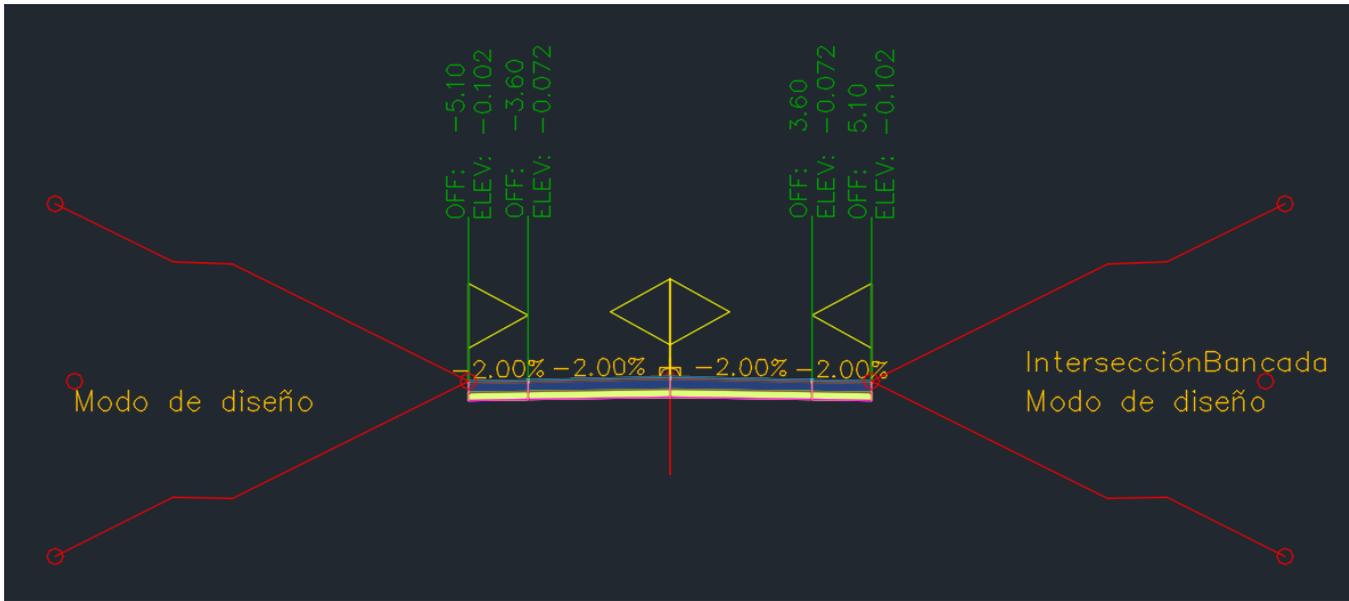
PERFIL LONGITUDINAL 2+000 – 3+000



Fuente: Elaboración Propia Civil 3D

SECCIONES TÍPICAS:

Fig. 20: PAVIMENTO FLEXIBLE RIGIDO



Estudio de Mecánica de Suelos:

Trabajo en campo: Se recurrió a la zona de estudio para aplicar 3 calicatas 1 por cada kilómetro con profundidad de 1.5m sección de 1.00m x 1.00 m, una utilizando instrumento como barreta y palana.

Ensayos de laboratorio:

Análisis Químico por Agresividad

Este ensayo se realizó para estimar la agresividad del suelo, se han ejecutado ensayos químicos de suelo, donde se han determinado sales solubles totales , cloruros y sulfatos contenidos en las muestras del suelo. Bajo las normas de ASTM D1889, ASTM D4972/ASTM D 1293, ASTN D 512 y ASTM D-516

TABLA 9:ENSAYOS DE LABORATORIO

SONDEO	MUESTR A	PROFUNDIDA D (m)	SALES SOLUBLE S (%)	CLORURO S (%)	SULFATO S (%)
C-1	M2	0.20-1.50	0.059	0.036	0.041
C-2	M2	0.25-1.50	0.052	0.032	0.038
C-3	M2	0.20-1.50	0.065	0.043	0.054

Fuente: Elaboración Propia

Contenido de Humedad

De acuerdo con el ensayo realizado con la finalidad de obtener el porcentaje de peso humedad en el suelo, de las muestras obtenidas en la zona de estudio. Se ha observado que los suelos presentan regular contenido de humedad que varían entre 9.91 y 11.43%. sin presencia de Napa freática.

TABLA 10:ENSAYOS DE LABORATORIO

SONDEO	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
C-1	M2	0.20-1.50	10.44
C-2	M2	0.25-1.50	9.91

C-3	M2	0.20-1.50	11.43
------------	-----------	------------------	--------------

Fuente: Elaboración Propia

Análisis Granulométrico por Tamizado (ASTM D422):

Estos ensayos se realizaron utilizando mallas según las normas ASTM, mediante lavado para los materiales finos, clasificando los materiales encontrados durante el estudio como arenas pobremente graduadas de grano fino, fricciantes clasificado por SUCS como SP y por AASHTO A- 3(0) con bajo contenido de humedad

TABLA 11: ENSAYOS DE LABORATORIO

SONDEO	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	GRANULOMETRIA (%)		
			Grava	Arena	Finos
C-1	M2	0.20-1.50	0.0	96.39	3.49
C-2	M2	0.25-1.50	0.0	96.39	3.61
C-3	M2	0.20-1.50	0.0	96.16	3.84

Fuente: Elaboración Propia

Límites de Atterberg

Con las fracciones que pasan el Tamiz Numero 40 se realizaron ensayos de limites dando como resultados no plásticos.

TABLA 12: ENSAYOS DE LABORATORIO

SONDEO	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	LIMITES (%)	
			L.L	L.P
C-1	M2	0.20-1.50	N. P	N. P
C-2	M2	0.25-1.50	N. P	N. P
C-3	M2	0.20-1.50	N. P	N. P

Fuente: Elaboración Propia

Proctor Modificado

Se realizo con la finalidad de determinar el peso volumétrico seco en relación con el grado de humedad de la compactación de los materiales a utilizar.

TABLA 13: ENSAYOS DE LABORATORIO

SONDEO	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	DENSIDAD MAXIMA (gr/cm³)	HUMEDAD OPTIMA
C-1	M2	0.20-1.50	1.68	10.56
C-2	M2	0.25-1.50	1.70	10.75
C-3	M2	0.20-1.50	1.69	10.86

Fuente: Elaboración Propia

California Bearing Ratio (CBR)

Se realizo con la finalidad de determinar la capacidad de soporte de los diferentes tipos de suelos a la subrasante existente a lo largo de la calle a pavimentar, presentándole así los siguientes resultados y tomando el menor valor el cual es 12.03%.

CUADRO 1 CBR C-1/M-2			
N DE GOLPES	12	25	56
% C.B.R.01"	6.45	9.01	12.03
%C.B.R.02"	9.07	11.42	15.02

CUADRO 2 CBR C-2/M-2			
N DE GOLPES	12	25	56
% C.B.R.01"	6.55	9.17	12.2
%C.B.R.02"	9.17	12.16	15.45

CUADRO 3 CBR C-3/M-2			
N DE GOLPES	12	25	56
% C.B.R.01"	6.96	9.58	12.83
%C.B.R.02"	9.64	12.53	15.72

Fuente: Elaboración Propia

Diseño de Pavimento Flexible aplicando la norma AASHTO 93:

Teniendo ya los resultados del Esal proveniente del estudio de tráfico y el CBR de la mecánica de suelos procederemos a aplicar las formula de la metodología AASHTO 93 para el diseño de pavimento flexible.

Esal: 1,125,517

CBR: 12.03%

ANEXO 24: Formula del Método AASHTO 93 para calcular el espesor del pavimento

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

Fuente: (GUIA AASHTO , 1993)

De manera que encontraremos los valores necesarios para aplicar la formula.

Módulo de Resiliencia (Mr): Esta en función al CBR por lo cual tenemos un CBR de 12.03% lo cual es "Subrasante buena" aplicamos la formula del módulo de resiliencia para la obtención del valor.

Fórmula para sacar el MR: $MR(Psi) = 2555(CBR)^{0.64}$

Remplazamos: $MR(Psi) = 2555(12.03)^{0.64}$

$$MR(Psi) = 12553.39$$

Confiability(%R): Representa el comportamiento de la estructura diseñada a lo largo de su periodo de diseño, valor que obtendremos gracias al tipo de tráfico que en nuestro caso es Tipo 5 lo cual será de manera directa del manual de carreteras-2014(capitulo 6 pavimentos Flexibles).

Como Resultado tenemos R= 85%.

ANEXO 25: VALORES RECOMENDADOS DE NIVEL DE CONFIABILIDAD

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

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

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

Fuente: (Manual de Carreteras, 2014)

Coeficiente Estadístico de Desviación Estándar Normal (Zr):

Representante del valor de la confiabilidad que se selecciona para un conjunto de datos en una distribución normal. De acuerdo con el tipo de tráfico Tipo 5 tenemos como valor -1.036.

ANEXO 26: COEFICIENTE ESTADÍSTICO DE LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Zr)

Coeficiente Estadístico de la Desviación Estándar Normal (Z _R) Para una sola etapa de diseño (10 o 20 años) Según el Nivel de Confiabilidad seleccionado y el Rango de Tráfico				
TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Z _R)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP0	75,000	150,000	-0.385
	TP1	150,001	300,000	-0.524
	TP2	300,001	500,000	-0.674
	TP3	500,001	750,000	-0.842
	TP4	750,001	1,000,000	-0.842
Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	-1.036
	TP6	1,500,001	3,000,000	-1.036
	TP7	3,000,001	5,000,000	-1.036
	TP8	5,000,001	7,500,000	-1.282
	TP9	7,500,001	10'000,000	-1.282
	TP10	10'000,001	12'500,000	-1.282
	TP11	12'500,001	15'000,000	-1.282
	TP12	15'000,001	20'000,000	-1.645
	TP13	20'000,001	25'000,000	-1.645
	TP14	25'000,001	30'000,000	-1.645
	TP15		>30'000,000	-1.645

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

Fuente: (Manual de Carreteras, 2014)

Desviación Estándar Combinada (So):

La Guía AASHTO 93 nos recomienda el valor de 0.45 ya que los valores son equivalentes entre 0.40 y 0.50. Siendo un valor que considera la variación que se espera del tránsito y de otros factores que afectan al pavimento en su comportamiento. $S_o = 0.45$

Índice de Serviciabilidad Presente (PSI):

Este índice es la comodidad que ofrece el diseño estructural a los usuarios que circularan por dicho pavimento, esta entre el valor 0 y 5 lo cual el menor indica peor y la mayor mejor comodidad teóricamente. Compuesta por la diferencia del P_i y P_t .

Serviciabilidad Inicial: Pi (representa la condición de una vida nueva).

ANEXO 27: ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL(PI) SEGÚN RANGO DE TRÁFICO

Índice de Serviabilidad Inicial (Pi) Según Rango de Tráfico				
TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (Pi)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP0	75,00	150,000	3.80
	TP1	150,001	300,000	3.80
	TP2	300,001	500,000	3.80
	TP3	500,001	750,000	3.80
	TP4	750 001	1,000,000	3.80
Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	4.00
	TP6	1,500,001	3,000,000	4.00
	TP7	3,000,001	5,000,000	4.00
	TP8	5,000,001	7,500,000	4.00
	TP9	7,500,001	10'000,000	4.00
	TP10	10'000,001	12'500,000	4.00
	TP11	12'500,001	15'000,000	4.00
	TP12	15'000,001	20'000,000	4.20
	TP13	20'000,001	25'000,000	4.20
	TP14	25'000,001	30'000,000	4.20
	TP15		>30'000,000	4.20

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

Fuente: (Manual de Carreteras, 2014)

Serviciabilidad Final o Terminal: Pt (representa la condición de una vía que ya requiere de reconstrucción o rehabilitación).

ANEXO 28: INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL(Pt) SEGÚN RANGO DE

Índice de Serviabilidad Final (Pt) Según Rango de Tráfico				
TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (Pt)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP0	75,000	150,000	2.00
	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: Elaboración Propia, en base a datos de la Guía AASHTO'93

TRÁFICO

Fuente: (Manual de Carreteras , 2014)

Variación de la Serviabilidad Inicial y Final Δ PSI: Teniendo, así como resultado 1.5.

ANEXO 29: DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD

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

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD (Δ PSI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP0	75,001	1500,000	1.80
	TP1	150,001	300,000	1.80
	TP2	300,001	500,000	1.80
	TP3	500,001	750,000	1.80
	TP4	750,001	1,000,000	1.80
Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	1.50
	TP6	1,500,001	3,000,000	1.50
	TP7	3,000,001	5,000,000	1.50
	TP8	5,000,001	7,500,000	1.50
	TP9	7,500,001	10'000,000	1.50
	TP10	10'000,001	12'500,000	1.50
	TP11	12'500,001	15'000,000	1.50
	TP12	15'000,001	20'000,000	1.20
	TP13	20'000,001	25'000,000	1.20
	TP14	25'000,001	30'000,000	1.20
	TP15		>30'000,000	1.20

Fuente: Elaboración Propia

Fuente: (Manual de Carreteras , 2014)

Numero Estructural Propuesto (SNR):

Al aplicar la formula AASHTO 93 obtendremos como resultado el espesor total del pavimento lo cual debemos convertirlo a un espesor efectivo comprendido por las siguientes capas que lo constituyan como la capa de rodadura, base y subbase, mediante la siguiente ecuación.

$$SN = a1 * d1 + a2 * d2 * m2 + a3 * d3 * m3$$

TABLA 14: Coeficiente Estructural

Coeficiente Estructural		
Capa Superficial	Base	SubBase
a1	a2	a3
Carpeta Asfáltica en Caliente, modulo 2.965 Mpa(430,000) a 20 Grados C(68 *F)	Base Granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS	SubBase Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS
Capa Superficial Recomendada para todo tipo	Capa de base recomendada para menor o igual a 10000000 EE	Capa de subbase recomendada con
0.17	0.052	0.047

Coeficientes de Drenaje	
m2	m3
1	1

Fuente: Elaboración Propia

Donde:

Coeficientes Estructurales de las Capas del Pavimento a_i

COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE	VALOR COEFICIENTE ESTRUCTURAL a_i (cm)	OBSERVACIÓN
CAPA SUPERFICIAL			
Carpeta Asfáltica en Caliente, módulo 2,965 MPa (430,000 PSI) a 20 °C (68 °F)	a_1	0.170 / cm	Capa Superficial recomendada para todos los tipos de Tráfico. Este ES un valor Maximo y de utilizarse como tal, El expediente de ingeniería debe ser explícito en cuanto a pautas de cumplimiento obligatorio como realizar : - Un control de calidad riguroso - Indicar un valor de Estabilidad Marshal, superior a 1000 kf-f - Alertar sobre la susceptibilidad al fisuramiento térmico y por fatiga (AASHTO 1993)
Carpeta Asfáltica en 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 , 2014)

Y el Valor de m que es el coeficiente de drenaje le damos el valor de 1 ya que está en función del Manual de Carreteras 2014.

Cálculo de Pavimento Flexible mediante Formula AASHTO 93

ANEXO 30: Cálculo del SN en Software Excel

Diseño de Pavimento Flexible AASHTO 93		
Ejes Equivalentes	W18	1125517
Categoría Sub Rasante	CBR	12.03
Módulo de Resiliente	MR	12553.39
Tipo de Trafico	Tipo	T5
Numero de Etapas	Etapa	1
Nivel de Confiabilidad	%	85
Coefficiente de Desviación Estándar Normal	Zr	-1.036
Desviación Estándar Combinado	So	0.45
Serviciabilidad Inicial según su Rango de Trafico	Pi	4
Serviciabilidad Final o Terminal Según su Rango de Trafico	Pt	2.5
Índice de Serviciabilidad Presente	Δ Psi	1.5
Numero Estructural Propuesto	SN	2.83

Fuente: Formula AASHTO 1993 aplicada por valores obtenidos del Manual de Carretera 2014, sección Diseño de Pavimento Flexible.

TABLA 15: Espesores del Pavimento Flexible

Espesores de la Capa		
d1	d2	d3
5	25	20
Carpeta Asfaltica	Base	Subbase
SNR=	3.09	
SN=	2.83	

Diseño de Pavimento Rígido aplicando la norma AASHTO 93:

Para Este diseño aplicaremos la siguiente formula donde el CBR y el Esal son principales y fundamentales para encontrar el espesor de la losa de concreto (pavimento Rígido).

Esal: 1,329,173

CBR: 12.03%

Formula del Método AASHTO 93 para calcular el espesor del Pavimento Rígido tenemos:

Fig. 21: Formula del Método AASTHO 93

$$\log_{10} W_{82} = Z_R S_o + 7.35 \log_{10}(D + 25.4) - 10.39 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 P_t) \times \log_{10} \left(\frac{M_r C_{dr} (0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times J \left(0.09 D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c / k)^{0.25}} \right)} \right)$$

Fuente: (Diseño de Estructuras de Pavimento GUIA AASHTO, 1993)

Serviciabilidad:

Teniendo como finalidad el ser capaz de servir a los vehículos que transitan por la vía midiéndose así de una escala de 0 a 5 donde 0 es peor y 5 excelente valor, así mismo se caracteriza por AASHTO 93 por el Índice de servicio Inicial (PI) y el Índice de servicio final o terminal (Pt), dándonos también como resultado su variación (PSI) al restar ambos valores. Donde obtendremos el valor gracias al Tipo de tráfico que en nuestro caso es Tipo 5. Como resultado tenemos que **PI= 4.30, Pt= 2.50** y **PSI= 1.80**.

ANEXO 31: INDICE DE SERVICIALIDAD INICIAL (PI)

Índice de Serviciabilidad Inicial (Pi)
Índice de Serviciabilidad Final o Terminal (Pt)
Diferencial de Serviciabilidad Según Rango de Tráfico

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (Pi)	ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL O TERMINAL (Pt)	DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD (ΔPSI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP1	150,001	300,000	4.10	2.00	2.10
	TP2	300,001	500,000	4.10	2.00	2.10
	TP3	500,001	750,000	4.10	2.00	2.10
	TP4	750,001	1,000,000	4.10	2.00	2.10
Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	4.30	2.50	1.80
	TP6	1,500,001	3,000,000	4.30	2.50	1.80
	TP7	3,000,001	5,000,000	4.30	2.50	1.80
	TP8	5,000,001	7,500,000	4.30	2.50	1.80
	TP9	7,500,001	10'000,000	4.30	2.50	1.80
	TP10	10'000,001	12'500,000	4.30	2.50	1.80
	TP11	12'500,001	15'000,000	4.30	2.50	1.80
	TP12	15'000,001	20'000,000	4.50	3.00	1.50
	TP13	20'000,001	25'000,000	4.50	3.00	1.50
	TP14	25'000,001	30'000,000	4.50	3.00	1.50
	TP15		>30'000,000	4.50	3.00	1.50

El índice de serviciabilidad de un pavimento es un valor de apreciación con el cual se evalúan las condiciones de deterioro o confort de la superficie de rodadura de un pavimento.

Fuente: (Manual de Carreteras, 2014)

Confiabilidad “R” y la desviación estándar (So):

Siendo un factor de seguridad cumpliendo la función de aumentar una proporción tránsito previsto a los años de diseño, gracias a este valor se puede cuantificar la supervisión que se le hace a los pavimentos construidos, también cuantifica la variabilidad de materiales y procesos constructivos. Donde AASHTO 93 surge un valor entre $0.30 < So < 0.40$. También encontraremos el Valor de la Desviación Estándar Normal Z_r . Como resultado tenemos que **R= 85%** y **$Z_r = -1.036$** .

ANEXO 32: VALORES RECOMENDADOS DE NIVEL DE CONFIABILIDAD (R) Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Z_R)

Valores recomendados de Nivel de Confiabilidad (R) y Desviación Estándar Normal (Z _R) Para una sola etapa de 20 años según rango de Tráfico					
TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Z _R)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P0}	100,000	150,000	65%	-0.385
	T _{P1}	150,001	300,000	70%	-0.524
	T _{P2}	300,001	500,000	75%	-0.674
	T _{P3}	500,001	750,000	80%	-0.842
	T _{P4}	750,001	1,000,000	80%	0.842
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	85%	-1.036
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	85%	-1.036
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	85%	-1.036
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	90%	-1.282
	T _{P9}	7,500,001	10,000,000	90%	-1.282
	T _{P10}	10,000,001	12,500,000	90%	-1.282
	T _{P11}	12,500,001	15,000,000	90%	-1.282
	T _{P12}	15,000,001	20,000,000	90%	-1.282
	T _{P13}	20,000,001	25,000,000	90%	-1.282
	T _{P14}	25,000,001	30,000,000	90%	-1.282
	T _{P15}	>30,000,000		95%	-1.645

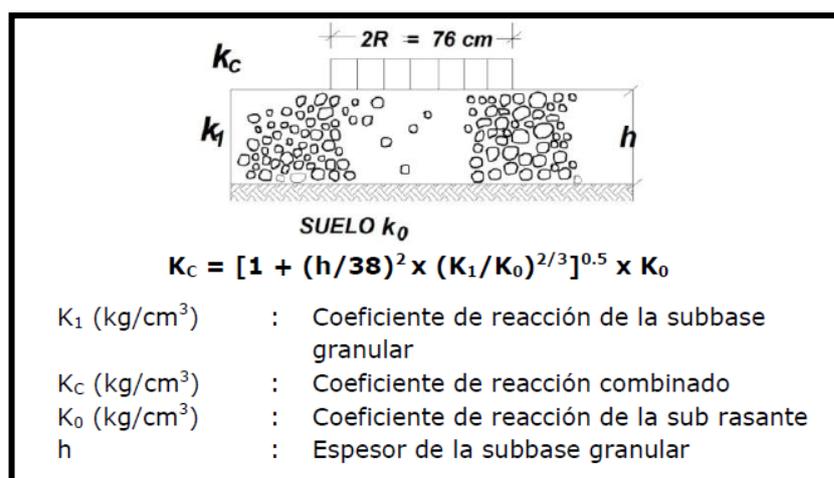
Fuente: Elaboración Propia, en base a datos de la Guía AASHTO'93

Fuente: (Manual de Carreteras, 2014)

El suelo y el Efecto de las capas de apoyo (K_c):

El módulo de reacción de la subrasante (K) es determinado por este parámetro que caracteriza a la subrasante. Adicionándole así una mejora de soporte al nivel de la subrasante. De manera que para calcular el K_c utilizaremos la siguiente formula:

Fig. 22: Formula de Suelo y el efecto de las capas de apoyo (K_c)



Fuente: (Manual de Carreteras, 2014)

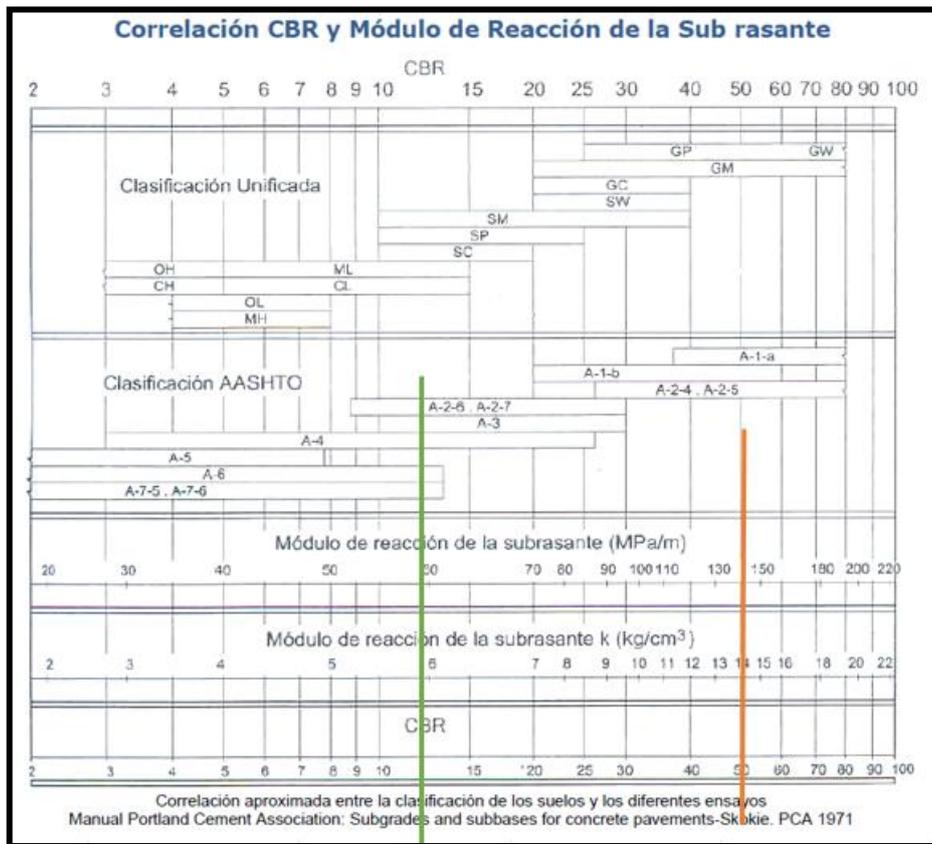
Encontramos el valor de K_1 que se saca mediante el Abaco donde primero buscaremos el CBR mínimo que dado el Tipo 5 de tráfico nos da 40% por lo que el CBR final debe ser mayor donde como proyectistas tomamos el 50% que al ubicarlo en el Abaco **tenemos $K_1 = 140 \text{ Kg/cm}$** .

Encontramos el valor de K_0 donde utilizaremos el valor del CBR para ubicarlo en el Abaco y así nos da como resultado **$K_0 = 59 \text{ kg/cm}^3$**

También encontraremos el valor de h donde el valor será de **$h = 15 \text{ cm}$** .

Finalmente Aplicamos la fórmula que obtendremos como resultado el **$K_c = 66.67 \text{ Kg/cm}^3$** .

Fig. 23: Correlación CBR



Fuente:

Manual de Carreteras 2014: Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos- Pavimentos Rígidos Pág. 216.

Resistencia a Flexotracción del Concreto (Mr):

Tal que este tipo de pavimento rígido trabaja principalmente a flexión por esta razón incluye este parámetro en la ecuación de AASHTO 93. La ASTM -78 normaliza al módulo de rotura (Mr). Donde al tener el tipo de tráfico podremos encontrar Mr y no solo ese valor sino también la resistencia mínima equivalente a la compresión del concreto (F'c), teniendo como resultado **Mr= 40Kg/cm2** y **F'c= 280Kg/cm2**.

ANEXO 33: VALORES RECOMENDADOS DE RESISTENCIA DEL CONCRETO SEGÚN RANGO DE TRÁFICO

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

Fuente: (Manual de Carreteras, 2014)

Modulo Elástico del Concreto:

Para el dimensionamiento de estructuras de concreto armado el Módulo elástico del concreto (E) este parámetro es muy importante. Lo hallaremos al aplicar la siguiente formula que nos da el Manual de Carreteras 2014, donde como resultado tenemos a $E = 3,597,120$ que convertido a Mpa nos da **$E = 24,801,269$**

$$E = 57.000x(F'c^{0.5}); (F'c \text{ en PSI})$$

$$E = 57.000x(3982.54^{0.5})$$

Drenaje (Cd)

El manual recomienda para la definición de las secciones de estructuras de pavimento, para las capas granulares el coeficiente de drenaje que se asumirá será **Cd= 1.00**

Transferencias de Cargas (J):

Este parámetro se emplea para el diseño de pavimento de concreto que expresa la capacidad que tiene la estructura para transmitir las cargas entre juntas y fisuras. Obtendremos como resultado **J= 3.2** ya que el manual recomienda ya que

considera las condiciones de la prueba de AASHO representando así soporte lateral de una berma ya sea granular o carpeta asfáltica.

Cálculo de Pavimento Rígido mediante Formula AASHTO 93

ANEXO 34: DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO AASTHO 93

Diseño de Pavimento Rígido AASHTO 93		
Ejes Equivalentes	W82	1329173
Categoría Sub Rasante	CBR	12.83
Resistencia del concreto (KG/cm ²)	(F'c)	280
Modulo Elástico del Concreto (PSI) $E= 57000*(f'c^{0.5})$	Ec	3597120.023
Resistencia media del concreto a flexo tracción a los 28 días (Kg/cm ²), $Mr= a\sqrt{f'c}$	Mr	40
Módulo de Reacción de la Subrasante (Mpa/m)	Ko	59
CBR mínimo de la Subbase (%)	CBR (Sub-B)	40
CBR mínimo de la subbase-definido (%)	CBR.DEF	50
Módulo de la reacción de la subbase granular (Mpa/m)	K1(Sub-B)	140
Espesor de la Subbase granular(cm) recomendado por la MTC	h	15
Coefficiente de reacción combinado (Mpa)	Kc	66.67
Tipo de Trafico	Tipo	T5
Serviciabilidad Inicial según su Rango de Trafico	Pi	4.3
Serviciabilidad Final o Según su Rango de Trafico	Pt	2.5
Índice de Serviciabilidad Presente	$\Delta\Psi$	1.8
Desviación Estándar combinado	So	0.35
Nivel de Confiabilidad	%	85
Coefficiente estadístico de desviación estándar normal	Zr	-1.036
Condiciones de Drenaje	Cd	1
Coefficiente de transmisión de carga en las juntas	J	3.2
Espesor del pavimento de concreto en milímetros	D	175

Fuente: Formula AASHTO 1993 aplicada por valores obtenidos del Manual de Carretera 2014, sección Diseño de Pavimento Rígido.

Cálculo de juntas longitudinales y transversales:

Como función fundamental de las juntas es el control de las fisuras y el agrietamiento que sufre la losa de concreto a la contracción misma del concreto por

perder humedad, también así las variaciones de temperatura que sufre al tener contacto con el ambiente natural y la temperatura que tiene desde la superficie rodadura hasta la capa subbase.

Para determinar las juntas transversales y longitudinales es importante tener el tamaño de las losas, la longitud de la losa no debe ser mayor a 1.25 veces el ancho y que no sea mayor a 4.5m, en zonas mayores de 3000 msnm es recomendable losas cuadradas o de lo contrario losas conservando el grosor definitivo de AASHTO 93 y el Manual de carreteras 2014.

Situada Sullana una parte promedio de 65 msnm por lo tanto mi carril es de 3.60 m donde mi longitud de losa será 2.80m.

Junta longitudinal de contracción:

Dividen los carriles de tránsito lo cual controlan la fisuración y agrietamiento cuando se construyen en 2 o más carriles, se hace con un disco de 3mm perforando la tercera parte del espesor de la losa.

Junta transversal de contracción:

Para evitar el agrietamiento y la fisuración por cambios de temperatura y humedad se construyen juntas de manera transversal al alineamiento central del pavimento.

Juntas transversales de construcción:

Estas juntas se colocan al final de cada jornada de trabajo, se construyen y localizan en un lugar ya establecido siempre que sea necesario.

Barras de amarre:

Son aceros corrugados que se colocan en la parte centro de la junta longitudinal con la finalidad de aclar los carriles, para mejorar la trabazón de los agregados y contribuir a la integridad del sello empleado conocido así como mecanismos de transferencias de carga.

Fig. 24: DIÁMETROS Y LONGITUDES RECOMENDADOS EN BARRAS DE AMARRE

Diámetros y Longitudes recomendados en Barras de Amarre

ESPESOR DE LOSA (MM)	TAMAÑO DE VARILLA (CM) DIAM. x LONG.	DISTANCIA DE LA JUNTA AL EXTREMO LIBRE	
		3.00 M	3.60 M
150	1.27 x 66	@ 76 cm	@ 76 cm
160	1.27 x 69	@ 76 cm	@ 76 cm
170	1.27 x 70	@ 76 cm	@ 76 cm
180	1.27 x 71	@ 76 cm	@ 76 cm
190	1.27 x 74	@ 76 cm	@ 76 cm
200	1.27 x 76	@ 76 cm	@ 76 cm
210	1.27 x 78	@ 76 cm	@ 76 cm
220	1.27 x 79	@ 76 cm	@ 76 cm
230	1.59 x 76	@ 91 cm	@ 91 cm
240	1.59 x 79	@ 91 cm	@ 91 cm

Fuente: (Manual de Carreteras 2014: Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos- Pavimentos Rígidos)



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, PRIETO MONZON PEDRO PABLO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - PIURA, asesor de Tesis titulada: "DISEÑO DE PAVIMENTO OPTIMO PARA LA VÍA NO PAVIMENTADA AVENIDA LOS TALLANES URBANIZACIÓN POPULAR NUEVO SULLANA, SULLANA - PIURA 2023", cuyo autor es SANCHEZ PALACIOS AYRTON RAFAEL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 27.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

PIURA, 27 de Octubre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
PRIETO MONZON PEDRO PABLO DNI: 02891452 ORCID: 0000-0002-1019-983X	Firmado electrónicamente por: PPRIETOM el 03-11- 2023 12:23:59

Código documento Trilce: TRI - 0652605