



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Diseño estructural de pavimento flexible usando el método
AASHTO 93 en la Avenida Miguel Grau, Castilla, Piura 2023

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Panta Vega, Lucia de los Angeles (orcid.org/0000-0003-1571-1262)

Vigil Correa, Carlos Emilio (orcid.org/0000-0002-1468-5624)

ASESOR:

Dr. Prieto Monzon, 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

Esta tesis va dedicada con mucho amor a mis padres y a mis demás familiares, ya que ellos han sido mi más grande motivación que he tenido en todo este largo proceso académico, por haberme educado e inculcado buenos valores, por todo el esfuerzo que han hecho para apoyarme, mis triunfos son para ustedes.

Lucia de los Ángeles Panta Vega

A dios, por darme perseverancia y sabiduría para poder llegar a culminar nuestro proyecto de investigación. A mis padres y familia, por brindarme su apoyo y acompañarme a lo largo de mi carrera para así alcanzar mis metas y objetivos propuestos.

Carlos Emilio Vigil Correa

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por brindarme salud y fortaleza para poder terminar este proyecto de investigación, a mis grandes padres que tengo Arturo P. y Nelly V. junto a mis maravillosas hermanas Sandy, Mary, Fernanda, Alexandra, y a mis queridas sobrinas que gracias a su amor y apoyo incondicional he logrado culminar mi carrera profesional esta gran etapa de mi vida.

También agradecerle a la Universidad César Vallejo por su gran acogida, a mis docentes quienes me han brindado sus enseñanzas para poder formarme profesionalmente, de igual forma a mi asesor de tesis al Mg. Ing. Pedro Pablo Prieto M. por su paciencia y sus excelentes asesorías para poder presentar un buen trabajo. Muchas gracias.

Lucía de los Ángeles Panta Vega

A la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO por su apoyo y por brindarme las facilidades para lograr esta meta. Agradecer también a nuestro asesor el Ing. Prieto Monzón Pedro, por su sabiduría, entendimiento y apoyo durante la elaboración del desarrollo de nuestro proyecto de investigación, a los docentes encargados de nuestras enseñanzas durante toda la carrera, por compartir todos sus conocimientos y experiencias para hacer de nosotros mejores profesionales. Así mismo agradecer a mi compañera de trabajo por todo el apoyo y empeño brindado en esta investigación científica.

Carlos Emilio Vigil Correa

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	3
III. METODOLOGÍA.....	11
3.1. Tipo y diseño de investigación	11
3.2. Variables y Operacionalización	11
3.3. Población, muestra y muestreo	12
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:.....	13
3.5. Procedimientos	14
3.6. Método de análisis de datos.....	14
3.7. Aspectos éticos	15
IV. RESULTADOS.....	15
V. DISCUSIÓN	41
VI. CONCLUSIONES	43
VII. RECOMENDACIONES	44
REFERENCIAS.....	45
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 IMDa Total.....	19
Tabla 2 Tasa de crecimiento de vehículo por región en %.....	21
Tabla 3 Demanda proyectada	21
Tabla 4 Ejemplo de Factores de Equivalencia por eje y factor vehículo	23
Tabla 5 E.E Acum	24
Tabla 6 Modulo de resiliencia para cada CBR.....	32
Tabla 7 Parámetros de diseño para hallar el (SN).....	37
Tabla 8 Coeficiente estructurales de las capas de pavimento	39
Tabla 9 Coeficientes de drenaje	39
Tabla 10 Verificación de espesores.....	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura1 : Variables de diseño que intervienen en el modelo AASHTO 93	7
Figura 2: Numero estructural.....	7
Figura 3. Planta topográfica	16
Figura 4 perfil longitudinal	17
Figura 5. Resumen de conteo vehicular.....	18
Figura 6. Configuración de ejes.....	22
Figura 7. Relación de Cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes	22
Figura 8. Tabla de clasificación por número de repeticiones de ejes	26
Figura 9. Ensayo de Proctor modificado.....	27
Figura 10. Límites de Atterberg	28
Figura 11. Ensayo de granulometría por tamizado.....	29
Figura 12. Ensayo de CBR.....	30
Figura 13. Categorías de subrasante	31

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo general realizar el diseño estructural de pavimento flexible usando el método AASHTO 93 en la avenida Miguel Grau, Castilla, Piura, 2023; la metodología de investigación es de tipo descriptiva no experimental ya que nos permitió llevar a cabo un desarrollo de análisis con un procedimiento detallado que nos dio a entender la realidad exacta del propósito de nuestro estudio, para los resultados de nuestro estudio se emplearon las técnicas de observación y análisis documental, finalmente de acuerdo a los estudios de topografía se llegó a la conclusión que el terreno en el que trabajamos es denominado un terreno plano ya que tiene pendientes menores al 5%, de tal manera que para nuestra carga vehicular se clasifico en un tp7 ya que para nuestro ESAL hallamos 4886625.04 de ejes equivalentes, y de acuerdo a nuestro EMS obtuvimos un CBR de 39.02 %; por último, el paquete estructural se llegó a la conclusión que nuestro diseño de pavimento flexible tendrá un espesor total de 44cm, el cual lo conforma una subbase de 15 cm, una base de 20 cm y la carpeta asfáltica de 9 cm, este diseño esta para un periodo de 20 años.

Palabras clave : Paquete estructural, carretera, pavimento flexible, método AASHTO 93

ABSTRACT

The present investigation has as a general objective to carry out the structural design of flexible pavement using the AASHTO 93 method on Miguel Grau avenue, Castilla, Piura, 2023; The research methodology is of a non-experimental descriptive type since it allowed us to carry out an analysis development with a detailed procedure that gave us to understand the exact reality of the purpose of our study, for the results of our study the techniques of observation and documentary analysis, finally, according to the topography studies, it was concluded that the land in which we work is called flat land since it has slopes of less than 5%, in such a way that for our vehicular load it was classified as a tp7 since for our ESAL we found 4886625.04 of equivalent axes, and according to our EMS we obtained a CBR of 39.02%; Finally, the structural package concluded that our flexible pavement design will have a total thickness of 44 cm, which is made up of a 15 cm subbase, a 20 cm base and a 9 cm asphalt layer. This design It is for a period of 20 years.

Keywords: Structural package, highway, flexible pavement, AASHTO 93 method.

I. INTRODUCCIÓN

La infraestructura vial juega un papel determinante en la ingeniería civil a grado nacional por su monumental incremento en diversos estudios e investigaciones, para ejercer nuevos procedimientos al diseño y de esta forma conseguir una más grande seguridad en la base y subbase, prediciendo de esta forma diversas deficiencias o perjuicios provocados por la carga del vehículo.

La construcción de pavimentación en zonas urbanas actualmente no se encuentra de la mejor manera debido a que presentan deterioros ya que no existe un plan de mantenimiento conveniente, así como además no se toma presente la vida eficaz de la vía, o sea no se estudia la conducta del pavimento en todo el tiempo y cuando se logra hacer la intervención, la vía ya se encuentra en un estado de deterioro. Lo ideal es prever los daños a tiempo e intervenir de manera inmediata para que el pavimento tenga una mejor conservación y de esta manera poder ahorrar recursos ya que el reparar una vía es un costo más numeroso que el mantenimiento de la misma.

La Avenida Miguel Grau, pertenece al distrito de Castilla por el cual transitan vehículos tanto ligeros como pesados, su estado actual es de daño severo, la calzada no permite el buen tránsito, ocasionando molestias a los usuarios de esta importante avenida para Castilla. El razonamiento de la circulación de tráfico por esta avenida permitió comprender sus condiciones de ocupación y crecimiento. Un análisis de comportamiento ayudó a identificar las tendencias de crecimiento y cuándo dejó de brindar el servicio correcto.

El fin de este análisis fue plantear un diseño de pavimento flexible con participación de la metodología AASHTO93 en la zona de Castilla avenida Miguel Grau, en la cual hallamos distintas deficiencias en la estructura del pavimento por lo que no es apto para la conducción de carros y transeúntes, entre las principales fallas encontramos: el desgaste de la carpeta asfáltica, cangrejeras y Ondulaciones, las deficiencias mencionadas se dan esencialmente durante un desarrollo de construcción incompleto y el análisis mal hecho con respecto a la capa freática ya que debido a eso puede perder su

apropiada firmeza y solidez lo cual conlleva a que se originen alteraciones en el asfalto.

Con alusión al problema expuesto se enunció la siguiente interrogante como problema general: ¿Cuál es el diseño estructural de pavimento flexible usando el método AASHTO93 en la avenida Miguel Grau, Castilla, Piura?, y como problemas específicos tenemos: ¿Cómo se desarrollará el levantamiento topográfico de la avenida Miguel Grau, Castilla, Piura? ; ¿Cómo se determinará la carga vehicular de la avenida Miguel Grau Castilla, Piura?; ¿Cómo se efectuará el estudio de mecánica de suelos en la avenida Miguel Grau, Castilla, Piura?; ¿Cómo determinaremos el paquete estructural de la avenida Miguel Grau, Castilla, Piura?

Esta investigación tiene una justificación social ya que se encaminó en el diseño de pavimento flexible tal que en cierto tiempo las autoridades se descuidaron del mantenimiento; no realizaron las indagaciones necesarias de las vías del distrito de Castilla, en ella misma aumentó significativamente el tránsito vehicular.

Particularmente en la Av. Miguel Grau apreciamos que el pavimento se encontraba en desperfecto, por lo tanto, se pretendió mejorar el tránsito vehicular y peatonal de los vecinos de dicha Av. antes mencionada a través del procedimiento AASHTO 93 al ofrecer un diseño que se realice de acuerdo a las condiciones del tránsito que circulan por la Av. antes mencionada, de la misma forma que se transmita información utilizando el manual de diseño de carreteras.

También se consideró una justificación ambiental ya que, al llevarse a cabo, el proyecto de diseño mejoraría significativamente el tráfico vehicular y reduciría la toxicidad en el área de estudio el cual los primordiales perjudicados son los habitantes del sector.

De igual forma, el objetivo general de este estudio se planteó como: Realizar el diseño estructural de pavimento flexible usando el método AASHTO 93 en la avenida Miguel Grau, Castilla, Piura. Como objetivos específicos: Desarrollar el levantamiento topográfico de la avenida Miguel Grau, Castilla, Piura; Determinar la carga vehicular de la avenida Miguel Grau Castilla, Piura; Efectuar el estudio

de mecánica de suelos en la avenida Miguel Grau, Castilla, Piura; Determinar el paquete estructural de la avenida Miguel Grau, Castilla, Piura.

II. MARCO TEÓRICO

Para las bases teóricas de mi investigación se procedió a buscar información relevante, se encontró a nivel internacional lo siguiente:

(Diaz, y otros, 2019), en su trabajo de investigación titulado “Diseño de pavimento flexible de la carrera 13 entre calles 37 y 40 del barrio Gaitán, Ibagué — Tolima” en la universidad cooperativa de Colombia para lograr el objetivo principal, promovió la metodología AASHTO93, que define las dimensiones y materiales adecuados a instalar acorde a la circunstancias de la vía , los cuales se basan en el reconocimiento y representación de los materiales que forman la capa base y el material granular según esta, la determinación y caracterización de la capa de cobertura. las primordiales cualidades físicas y mecánicas de los materiales mencionados a partir de pruebas de laboratorio y el volumen por eje equivalente estimado de 8,2 toneladas que se espera que esté en la carretera durante el período planificado del proyecto, todo en condiciones de confiabilidad

(Amaya, 2019), elaboró el trabajo de grado denominado “Diseño de la estructura de un Pavimento Flexible aplicando el Método AASHTO93, para el corredor Vial comprendido entre la Diagonal 65–Cai Boston-Cruce vía Yuma en Barancabermeja, Santander” en Bogotá, Colombia. Tiene como objetivo primordial centrarse en las magnitudes de la estructura del pavimento, usando el procedimiento AASHTO93. Todo el corredor vial antes mencionado fue procesado como población. Para ello se deberá obtener la información necesaria para la planificación del área y estudios de tráfico. Los resultados muestran que el diseño se basa en un periodo de 10 años. La confiabilidad del diseño de la capa granular sería del 90 %, el módulo de elasticidad de la capa base fue 7500, la subbase fue 15 000 y la base. Se utilizó un valor de 30.000 para calcular el número de diseño SN y que determina las dimensiones de las múltiples capas del pavimento asfáltico.

Se decidió un plan de construcción de pavimento flexible, formado por una capa asfáltica de 15cm, una base de 15cm y una base de 30cm.

(Lopez, 2017), argumenta en su tesis titulada “Diseño del pavimento flexible de la vía los laureles el corocito de la parroquia Noboa cantón 24 de mayo” en Ecuador. Los requerimientos de diseño del pavimento flexible se pueden analizar de acuerdo a las necesidades del sitio, de manera que se analicen los factores más importantes del sitio de estudio, por ejemplo: la situación de la circulación vehicular existente en la vía, el tipo de suelo utilizado como punto de partida y la condición actual de la vía. Estos componentes dificultan el desarrollo económico, social, sanitario y cultural de la población, pues el inexistente proyecto de mejoramiento de la carretera Los Laureles - El Corocito perpetúa estas feases carencias del desarrollo local. Durante la ejecución del proyecto se fijan metas, estas metas se analizan y se da una interpretación idónea, que permite que el proyecto avance en el camino correcto de las buenas elecciones. Reglas que determinan el diseño y manejo ideal de los pavimentos flexibles en nuestro país.

A nivel nacional se encontró las siguientes investigaciones:

(Prado, 2022) realizó un estudio de tesis denominado “Comparación de resultados del diseño de pavimento flexible entre el método AASHTO 93 y método mecanicista, Andahuaylas 2021”. cuyo propósito principal del proyecto mencionado es parangonar los resultados obtenidos por ambos métodos para encontrar la mejor alternativa a emplear en el diseño de pavimento flexible. Este proyecto es aplicado del tipo no experimental — descriptivo, la población y muestra se centraliza en las metodologías evaluadas. Con los resultados conseguidos, se obtuvo la conclusión de que el método mecanicista se llega a recomendar más cuando se trata de la modelación de pavimentos flexibles ya que se pueden utilizar los parámetros del área donde se lleva a cabo la investigación caso contrario al método AASHTO 93 que solo nos da los espesores de las capas que constituye el pavimento

(Rodríguez, 2018), realizó una investigación denominada “Análisis y propuesta de diseño del pavimento flexible en la carretera Carhuaz-Hualcan” en Huara, con el objetivo de plantear un diseño de pavimento flexible, por consiguiente, se llevó a cabo el alzamiento topográfico, de igual manera se realizó el estudio de mecánica de suelos y por último se tuvo lugar a la parte de diseño mediante la metodología AASHTO 93. En conclusión, se diseñó los espesores de la estructura del pavimento, en que se logró una estructura de 25cm de dimension de sub base, 25cm para la base y 10cm para la carpeta asfáltica en caliente. Este diseño se efectuó considerando el reglamento de diseño de carreteras pavimentadas.

(Suarez, y otros, 2018), realizaron un estudio de tesis denominado “Análisis del estado del pavimento flexible, tipo de fallas y su severidad de la Av. Mártires de Uchuraccay, entre el Jr. Emancipación y el psje. Libertad aplicando el Método del Índice de condición del Pavimento, en la ciudad de Cajamarca-2018”. En la universidad privada del norte - Cajamarca, tiene como objetivo determinar el tipo de fallas y cuál es el estado en el que se sitúa el pavimento flexible de dicha zona de estudio. Para la parte metodológica se calculó una unidad de muestra de 46 m, en la cual se encontró mayormente el tipo de falla denominada "huecos". Los resultados obtenidos nos dicen que la avenida cuenta con un 19% en estado MALO, el 39% en estado BUENO y el 42% en estado REGULAR.

A nivel local se encontraron las siguientes investigaciones:

(Madrid, y otros, 2022), en su tesis titulada Diseño del pavimento flexible empleando el método AASHTO93, de la avenida Buenos Aires–Sullana, 2022. Las resoluciones alcanzadas indicaron que el sector muestra una topografía plana con pendientes inferiores a 10%. Se finalizó un diseño para una etapa de 10años, con un ESAL de 8'712,118.89, se evaluó la carpeta estructural, que estará con 7.50cm de espesor de asfalto en caliente, base granular de 25cm de espesor y una sub base granular de 25cm de espesor.

(Castro, 2021) su investigación designada "Propuesta de diseño de pavimento flexible empleando el método AASHTO93 en la Av. los Diamantes, Provincia Piura 2021", su finalidad primordial es centrarse en evaluar el pavimento flexible adaptado de la forma que nos pueda brindar un resultado para el perfeccionamiento de la transitabilidad de los vehículos en la ciudad de Piura, ya que dicha población fue la más perjudicada por el fenómeno del niño y diversas circunstancias ambientales. Para esta indagación el autor se rige en la metodología AASHTO 93 para pavimentos asfálticos. La planificación abarca las condiciones fundamentales para el estudio de pavimento flexible en el sector de los diamantes - región Piura.

(Morante, 2019), su tesis titulada "Pavimento flexible con tratamiento superficial para aeródromo de tráfico ligero" tiene como propósito identificar los ciclos de diseño, construcción y la gestión de condiciones en una pavimentación flexible. A tal efecto, se remodeló el pavimento y el procedimiento superficial, usando las metodologías del Reino Unido y McLeod. Se explicó el transcurso de la construcción avanzado durante la formación del pavimento y tratamiento superficial con el fin de que se pueda emplear como guía para proyectos posteriores. Los resultados de la investigación fueron sustentados de la mejor manera, satisfaciendo los requerimientos internacionales. Asimismo, el cálculo de control de calidad del pavimento accedió con las especificaciones para su condición como aeropista.

La metodología AASHTO93 para diseño de pavimentos asfálticos se presenta por medio de una ecuación con la que podemos alcanzar la variable conocida como número estructural (SN) dado que es elemental con la finalidad de reconocer los grosores del recubrimiento por el cual está formado el pavimento, estas son conocidas como la capa asfáltica, la capa de base y la capa de subbase. Dicha fórmula tiene fluctuantes de diseño tales como el tránsito, desviación estándar, índice de confiabilidad y de serviciabilidad, entre otros.

Seguidamente, se muestra la ecuación y se indica el significado de cada variable o parámetro incluido.

Figura 1 : Variables de diseño que intervienen en el modelo AASHTO93

$$\text{Log}(W) = ZR \cdot S_o + 9,36 \cdot \text{Log}(SN + 1) - 0,20 + \frac{\text{Log}\left(\frac{\Delta PSI}{1094}\right)}{0,40 + \frac{1}{(SN+1)^{5,19}}} + 2,32 \cdot \text{Log}(MR) - 8,07$$

Dónde:

W: Número estimado de ejes equivalentes.

ZR: Factor de desviación normal para un nivel de confiabilidad R.

S_o: Desviación estándar.

ΔPSI: Diferencia entre índice de servicio inicial y final

MR: Modulo de resiliencia efectivo de la subrasante.

SN: Número estructural.

La conformación del pavimento flexible se encuentra constituida por una norma de varias capas, por lo que se debe dimensionar cada una de ellas estimando sus características propias. Inmediatamente después que se obtuvo el Número Estructural **SN** para la sección estructural del pavimento, se pretende establecer una sección multicapa, que en totalidad proporcione una apta suficiencia de apoyo, semejante al número estructural de diseño. Para esta finalidad empleamos la fórmula que se muestra a continuación, la cual nos ayuda a conocer las densidades de la capa de rodamiento o carpeta, de la capa base y de la subbase.

Figura 2: Numero estructural

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

Dónde:

SN: N° estructural del pavimento.

a1, a2, a3: Coeficientes estructurales de capa de carpeta, base y subbase respectivamente.

D1, D2, D3: Espesor de la carpeta, base y subbase respectivamente, en pulgadas.

m2, m3: Coeficientes de drenaje para base y subbase, respectivamente.

Nuestro proyecto de investigación tiene como finalidad abordar un ofrecimiento de diseño estructural de un pavimento flexible usando la metodología AASHTO93, con el fin de brindar una mejor transitabilidad para los habitantes de la avenida Miguel Grau, Castilla – Piura, de igual manera facilitar el camino hacia las diversas instalaciones que suelen ser frecuentadas en dicha zona. Se aborda el diseño de pavimento asfáltico puesto que se logra adaptar en áreas con mayor dominio de circulación de tráfico automovilístico, prestando atención en las propiedades que adquiere un pavimento flexible con un nivel superior en su resistencia estructural y tenga una amplia permanencia.

ENFOQUES CONCEPTUALES

Avenida: Es un trayecto notable de comunicación dentro de una población o asentamiento urbano.

Capa de Rodadura: Es el fragmento preeminente de un pavimento, que podría ser de modelo bituminoso y tiene como funcionalidad mantener de manera directa la circulación vehicular.

Cargas: Es el conjunto de resistencias que se realizan encima de la estructura o un componente estructural.

Construcción: Obra llevada a cabo.

Densidad: Es el vínculo entre el peso y volumen de una masa dada.

Diseño: Se le conoce como la expresión de alguna idea que resuelve de forma progresista un determinado problema y sirve de guía para llevarlo a cabo a la práctica.

Drenaje: Es todo conducto por el cual fluye el agua que está templada en un sector, por medio de la superficie o de penetraciones en el terreno.

Espesor: Es la variante que se procura resolver al realizar un diseño.

Estructura: Un grupo de miembros fuertes en una construcción que permite soportar una carga.

Evaluación: Transformación sistemática de recopilación y análisis de indagación sobre los elementos para evaluarlos y tomar decisiones basadas en ellos.

Metodología: agrupación de métodos que prosiguen en una investigación científica, un estudio o una exposición doctrinal.

Pavimento: Base horizontal de una definida construcción que es de utilidad para las personas, animales o cualquier pieza de mobiliario.

Subbase: Es la capa de componentes que se construye sobre la tierra y tiene como función aminorar el valor del pavimento, así como también respaldar a la base separándola de la terracería.

Terreno: Es la superficie de la tierra, en especial una vez que está delimitada por algo.

Topografía: Es el sistema que reside en describir y simbolizar en un plano la superficie o el relieve de un terreno.

Tráfico: Movimiento o tránsito por cualquier medio de transporte.

Tránsito: Dinamismo de personas y vehículos que atraviesan por una ruta.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación:

3.1.1 Tipo de investigación: Según Hernández, Fernández y Baptista (2010, p. 149) la investigación no experimental, se establece en estudios que se realizan sin la manipulación deliberada de variables donde los fenómenos solo se observan en su entorno natural y luego se analizan. La presente investigación es de tipo descriptiva (no experimental) ya que nos permitió llevar a cabo un desarrollo de análisis con un procedimiento detallado que nos dio a entender la realidad exacta del propósito de nuestro estudio explicando sus cualidades y propiedades. Se especificó las particularidades que se ajustan al paquete estructural del pavimento flexible.

3.1.2 Diseño de investigación: Se empleó un diseño no experimental-transversal debido a nuestra indagación se llevó a cabo sin manejar ni emplear las variables en entorno natural. Se fomentó una observación del suelo de la Av. Miguel Grau, Castilla, Piura 2022 en relación a un nuevo diseño de pavimento asfáltico de la misma manera se consideró que es transversal es por ello que se realizará en un periodo no tan largo, donde nuestro proyecto abarca un enfoque cuantitativo.

3.2. Variables y Operacionalización:

Diseño de pavimento flexible

- **Definición conceptual:** (Guerrero, 2020), nos dice que el diseño estructural de pavimento flexible se fundamenta en conseguir indagación efecto de la enseñanza de Ingeniería esencial. De igual manera menciona que, frente a una planificación de diseño de pavimentos, los análisis que se llevan a cabo principalmente son: el estudio de suelos y tráfico, para planificar el trazo o alineamiento horizontal, es inevitable ejecutar el levantamiento o estudio de Topografía.
- **Definición operacional:** Se fundamenta en el diagnóstico de cada espesor de las capas que establece la sección estructural del pavimento, la cual accederá a sobrellevar las cargas a lo largo de una etapa de tiempo determinado. Se encuentran diversidades de procedimientos para el diseño de pavimentos, para lo cual siempre se tienen que tomar en cuenta los factores a continuación: tráfico o categorías de cargas, peculiaridades del suelo de cimentación, particularidades de los materiales del pavimento y periodo de diseño.
- **Indicadores:** Los indicadores para el levantamiento topográfico son: ancho de vía, pendientes. Los indicadores para la carga vehicular son: conteo de vehículos, días / horas. Los indicadores para el análisis de Mecánica de Suelos son: el ensayo CBR, el ensayo Proctor, la prueba de corte triaxial de suelos. Los indicadores para el paquete estructural son: espesores, materiales.
- **Escala de medición:** Escala ordinal y de intervalo

3.3. Población, muestra y muestreo:

3.3.1 Población: En la indagación alcanzada por la evaluación, se entiende que la calle delimitada para el estudio de diseño se encontró en la av Miguel Grau de la ciudad de Piura, para su distribución se dispone de distintas categorías de circulación automovilístico con vínculo a los aspectos con respecto a la circulación vehicular.

Los habitantes del sector en estudio que se describe en nuestro proyecto, se tienen en consideración la Av. Miguel Grau, la cual está conformada mediante 3.6 km de vía.

- **Criterio de inclusión:**

Los kilómetros que presentan incidencias (0+000 – 3+000).

- **Criterio de exclusión:**

Los kilómetros que se encuentran en mejor estado (3+000 – 3+600).

3.3.2 Muestra: Se estableció como muestra de estudio los 3 km lineales de pavimento asfáltico de la avenida Miguel Grau, Castilla, Piura del km (0+000 – 3+000). En el área de estudio está conformada por diferentes pasajes y calles, siendo la Avenida Miguel Grau la que presenta mayor volumen de tráfico con distintos tipos de vehículos.

3.3.3 Muestreo: En nuestro proyecto de investigación el muestreo es el fragmento de la vía escogida en la que se pudo obtener un muestreo no probabilístico que dependerá de la metodología AASHTO 93.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

Utilizamos las técnicas de recolección de datos ya que estas nos ayudaron a conseguir información de diferentes maneras. Son modelos, técnicas, la observación directa, la encuesta y la entrevista, el análisis documental, de contenido, entre otras cosas.

En nuestra investigación se emplearon las técnicas de observación y análisis documental. Para determinar el espesor del paquete de construcción del pavimento flexible, se utilizaron fichas de investigación. Para determinar el tipo de vehículo, cargas y volumen, se llevó a cabo la técnica de observación al realizar el cálculo de vehículos contemplando la guía de observación de campo como instrumento, y así se pudo identificar los tipos y cantidades de vehículos por día y hora que transitan en la Av. Miguel Grau.

De igual manera empleamos los instrumentos de guía de observación de campo el cual nos ayudará de manera moderada y detallada la información que se

pueda obtener en base al manual de diseño DG-2018. Igualmente, como segundo instrumento tenemos la ficha de investigación o ficha de recojo que permitirá recolectar la información más relevante que se pueda obtener en nuestro proceso de investigación.

3.5. Procedimientos:

En este estudio de investigación se estimó que el sitio en el que se desempeñará el análisis del proyecto se efectuará en el trayecto que se encuentra ubicado en el distrito de castilla, Piura.

Por ello solicitamos los correspondientes permisos respectivos a la Municipalidad de Castilla antes de llevar a cabo los distintos estudios que son imprescindibles para el diseño del pavimento que es el objetivo principal de nuestro proyecto.

Se disputó la variable diseño de pavimento flexible, de tal forma permitió el análisis y la resolución de los espesores del paquete estructural que componen el pavimento.

De acuerdo con los propósitos establecidos en nuestra investigación, se requirieron los estudios de CBR ya que con ellos se pudo conocer la capacidad portante del suelo y el modelo de terreno para examinarlos y confirmar las soluciones. Luego de conocer los resultados mencionados anteriormente, se logró hacer un análisis sobre cada grosor del revestimiento flexible.

Se solicitó el ensayo de mecánica de suelos para así poder comprender las cualidades del terreno en donde se hizo la proyección del pavimento. De igual manera se realizó la determinación de carga vehicular, el cual consistió en hacer el conteo de vehículos para conocer el IMDA y calcular el ESAL de diseño.

3.6. Método de análisis de datos:

Se utilizó el método de observación junto con el formulario del Ministerio de Transporte, se estableció la distribución de los vehículos en circulación durante los siete días (una semana), para obtener el IMD de la Av. Miguel Grau.

Las dimensiones que necesitamos emplear para el diseño de un pavimento flexible se determinaron mediante la técnica de análisis documental, en el cual se observaron antecedentes que nos ayudaron a especificar los espesores del paquete estructural, el número de material granular el cual se adaptará a la

subbase y base. Para nuestros análisis hemos empleado herramientas digitales las cuales nos han ayudado a poder obtener nuestros resultados requeridos, guiándonos también del manual AASHTO 93.

Las herramientas digitales empleadas en nuestra investigación científica son:

- ❖ Microsoft Excel 2021, el cual se empleó para adquirir nuestros resultados de carga vehicular y el orden de la información conseguidos en el estudio de mecánica de suelos.
- ❖ AutoCAD Civil 3D 2020, nos ayudó en lo que es el levantamiento topográfico y poder obtener una mejor visión de nuestro perfil longitudinal sobre la Av. Miguel Grau, Castilla, Piura.

3.7. Aspectos éticos:

Los autores de este proyecto de investigación sustentamos que toda la información puesta en este documento es de manera ética, teniendo en cuenta los derechos de todos los autores, referencias bibliográficas, citas y rigiendo la veracidad en los resultados obtenidos, ya que nuestro proyecto puede servir para el beneficio de próximos investigadores, y con la finalidad de contribuir a posteriores investigaciones.

IV. RESULTADOS

4.1 Levantamiento topográfico

4.1.1 Generalidades

En lo que se refiere a ingeniería civil, los trabajos topográficos son fundamentales antes, durante y después de la construcción, la topografía es una técnica que se utiliza para medir directa o indirectamente la representación gráfica de la superficie. Es el punto de partida de proyectos que requieren el conocimiento del tamaño, ubicación o forma del terreno sobre el que se va a realizar el proyecto.

De acuerdo a nuestro primer objetivo específico: Desarrollar el levantamiento topográfico de la avenida Miguel Grau, Castilla, Piura

4.1.2 Ubicación y localización

La ubicación del área de estudio:

- Departamento: Piura
- Provincia: Piura
- Distrito: Castilla

La ubicación geográfica de la zona de estudio:

Coordenadas UTM del punto de inicio del tramo en estudio:

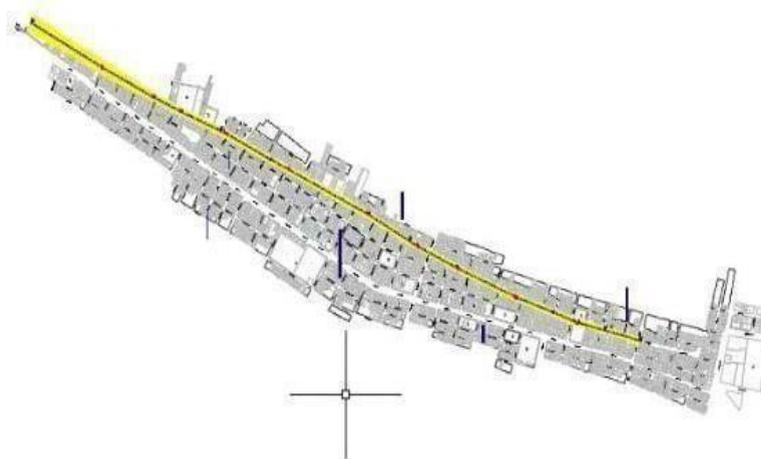
- Norte 793176N
- Este 42678E
- Altura 34.05m

Coordenadas UTM del punto de final del tramo en estudio:

- Norte 799635N
- Este 4852364E
- Altura 38.12 m

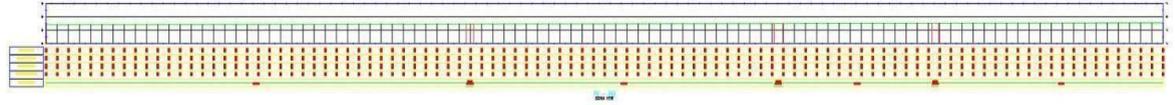
4.1.3 Planta topográfica y perfil longitudinal

Figura 3. Planta topográfica



Fuente. Informe de topografía, Civil 3D

Figura 4 perfil longitudinal



Fuente. Informe de topografía, Civil 3D

En las figuras 1 y 2 se puede observar la planta topográfica y cortes longitudinales con ejes principales, las curvas de nivel generadas. La pendiente de la superficie es inferior al 5%, por lo que el terreno se considera plano.

4.2. Carga Vehicular

4.2.1 Generalidades

Continuamos con el desarrollo de nuestro proyecto, para ello debemos llevar a cabo la determinación de la carga vehicular, por ende, se le conoce como tránsito a la circulación de vehículos que transcurren por dicha Av. Miguel Grau, lo que comúnmente conocemos como tráfico vehicular. Para el diseño estructural de nuestro proyecto es necesario conocer la cantidad de vehículos que transitan por la vía.

4.2.2. Cálculo del índice medio diario (IMD)

4.2.2.1 Conteo de vehículos

Para el conteo de vehículos se tomó como punto referencial inicial ubicado en el Km 0+000 de la Av. Miguel Grau intersección Av. Progreso terminando en el Km 3+00 de la Av. Miguel Grau intersección Av. Junín. En la zona de estudio realizamos un conteo de tráfico por 7 días desde las 5:00 am a 11:00pm, la misma que se realizó el día lunes 24 de abril de 2023 hasta el domingo 30 de abril.

Figura 5. Resumen de conteo vehicular

TRAMO DE CARRETERA	AV. MIGUEL GRAU	FECHA	24/04/23 -30/04/23
SENTIDO	AMBOS		
UBICACIÓN	CASTILLA - PIURA - PIURA		

DIA / VEHICULOS	AUTO	CAMIONETAS	MICRO	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER					T3S2 S2	TOTAL	
				2E	3E	2E	3E	4E	C3RB2	T2S1	T2S2	T2S3	T3Se2			T3Se3
LLUNES DIA 01	215	77	56	4	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	357
MARTES DIA 02	186	77	40	3	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	310
MIERCOLES DIA 03	202	74	42	4	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	326
JUEVES DIA 04	208	81	51	5	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	349
VIERNES DIA 05	214	76	42	3	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	340
SABADO DIA 06	209	79	41	3	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	336
DOMINGO DIA 07	206	72	36	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	319
TOTAL	1440	536	308	24	0	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2337

Fuente: Elaboración de los autores

4.2.2.2. IMDs e IMDa

Después de tener los datos del conteo vehicular procedemos hallar el IMDa, para ello debemos calcular primero el IMDs, para este proceso se utilizaron las siguientes formulas.

$$IMDa = IMDs * Fc$$

$$IMDs = \sum \frac{Vi}{7}$$

Dónde:

IMDa: Índice medio diarios anual
 IMDs: Índice medio diario semana
 Vi: Volumen vehicular diario
 Fc: Factores de corrección estacional.

Para los factores de corrección estacional se utilizan los factores de una estación de peaje cercana a la vía, en este caso será PIURA-SULLANA

Tabla 1 IMDa Total

TIPO DE VEHÍCULO	Tráfico Vehicular en dos Sentidos por Día							TOTAL, SEMANA	IMDs = $\sum Vi/7$	FC	IMDa
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo				
Auto móvil	215	186	202	208	214	209	206	1440	206	1.097700	226
Camioneta	77	77	74	81	76	79	72	536	77	1.097700	84
Micro Bus	56	40	42	51	42	41	36	308	44	1.097700	48
Bus	4	3	4	5	3	3	2	24	3	1.060700	4
Camión	5	4	4	4	5	4	3	29	4	1.060700	4
TOTAL	357	310	326	349	340	336	319	2337	326		366

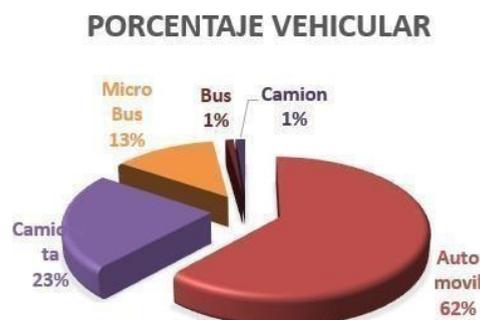
Fuente. Elaborado por los autores

De la tabla número 2 se obtiene que el IMDa actual es de 366 Veh./día

4.2.3 Análisis de la demanda

4.2.3.1 Demanda actual

Gráfico 2 Porcentaje vehicular



Fuente. Elaboración de los autores

En la elaboración del gráfico 2 se detalla y se indica el diagnóstico óptimo para los diferentes modelos de vehículos que con mayor afluencia en la Avenida Miguel Grau. Se precisa la información mencionada de manera porcentual, se interpreta que el vehículo que más circula por la mencionada Av. es el automóvil con un porcentaje de 62%, consecutivamente se muestra la camioneta con un 23%, después se evidencia el micro bus con un 13%, luego el Camión con 1% por último el vehículo que menos transita son los Bus con un porcentaje de 1%.

4.2.3.2 Demanda proyectada

Para hallar la proyección de la demanda de tránsito se puede calcular utilizando la siguiente formula.

$$Tn = To(1 + r)^{n-1}$$

En la que:

Tn =Transito proyectado al año

To =Transito actual (año base) en veh/día

n =número de años del periodo de diseño

r =Tasa anual de crecimiento de transito

Dónde:

To = 2023

n = 4 años

Para la tasa anual de crecimiento⁰ de tránsito utilizaremos los datos de la tabla 4, tanto para vehículos ligeros como para los pesados.

Tabla 2 Tasa de crecimiento⁰ de vehículo por región en %

$r_{vp} =$ 0.87 %	Tasa de Crecimiento Anual de la Población	(para vehículos de pasajeros)
$r_{vc} =$ 3.23 %	Tasa de Crecimiento Anual del PBI Regional	(para vehículos de carga)

Fuente. Recuperado por INEI – MTC 2017

Después de remplazar en la formula establecida, obtuvimos que la demanda proyectada en 4 años será:

Tabla 3 Demanda proyectada

Tipo de Vehículo	2023	2024	2025	2026	2027
Trafico Normal	366	369	372	375	381
Auto móvil	226	228	230	232	234
Camioneta	84	85	85	86	87
Micro Bus	48	48	49	49	50
Bus	4	4	4	4	5
camión	4	4	4	4	5

Fuente. Elaboración de los autores

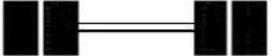
4.2.4 Calculo de ESAL

4.2.4.1 Ejes equivalentes

4.2.4.1.1 Numero de repeticiones de ejes equivalentes

Para hallar el cálculo de los ejes equivalentes se tendrán que utilizar las siguientes relaciones simplificadas, que resultaron de correlacionar los valores de las Tablas.

Figura 6. 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	

Fuente. Recuperado por Manual de carreteras suelos, geología, geotécnica y pavimentos 2014

4.2.4.1.2 Factor de ejes equivalentes

Figura 7. Relación de Cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes

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. Recuperado por Manual de carreteras suelos, geología, geotécnica y pavimentos 2014

Estas fórmulas serán utilizadas para hallar el factor de ejes equivalentes Con el peso en Tn de cada vehículo según la configuración vehicular.

Tabla 4 Ejemplo de Factores de Equivalencia por eje y factor vehículo

	Tip0 de Vehículo	Gráfico	Tip0 de eje	#Lantas	Pes0(Tn)
Vehículos ligeros	Autos		Simple	2	7
			Simple	2	7
	Pick Up(Camioneta)		Simple	2	7
			Simple	2	7
	Micros		Simple	2	7
			Simple	2	7
Ómnibus	2E		Simple	2	7
			Simple	4	10
Camión	2E		Simple	2	7
			Simple	4	10

Fuente. Recuperado por Manual de carreteras suelos, geología, geotécnica y pavimentos 2014

Utilizamos las formulas

Tipo de eje simple de dos llantas.

$$EEs1 = [P/6.6]^{4.0}$$

Reemplazamos

$$EEs1 = [7/6.6]^{4.0}$$

$$EEs1 = 1.27$$

Tipo de eje simple de cuatro llantas

$$EEs2 = [P/8.2]^{4.0}$$

Reemplazamos

$$EEs1 = [10/8.2]^{4.0}$$

$$EEs1 = 2.21$$

Tabla 5 E.E Acum

	Tipo de Vehículo	Gráfico	Tipo de eje	#Llantas	Peso (Tn)	Factor E. E	Total E. E	IMDa (2027)	E.E. Acum.
Vehículos ligeros	Autos		Simple	2	7	1.27	2.53	234	592.19
			Simple	2	7	1.27			
	Pick Up (Camioneta)		Simple	2	7	1.27	2.53	87	220.17
			Simple	2	7	1.27			
	Micros		Simple	2	7	1.27	2.53	50	126.54
			Simple	2	7	1.27			
Ómnibus	2E		Simple	2	7	1.27	3.48	5	17.39
			Simple	4	10	2.21			
Camión	2E		Simple	2	7	1.27	3.48	5	17.39
			Simple	4	10	2.21			
								Σ	973.67

Fuente. Elaborado por los autores

Para poder hallar los valores de E.E Acum. de cada vehículo, debemos utilizar el IMDa 2027(Tabla 5) para así poder multiplicar cada valor con los totales de E.E y obtener los resultados buscados. La sumatoria de los **E.E Acum es de 973.67**

4.2.4.2 Tasa de crecimiento de vehículo en %

La tasa de crecimiento que utilizaremos será la tasa de Crecimiento Anual del PBI (Tabla 4.) La información sobre la tasa de crecimiento se tomó del INEI. correspondiente a la región Piura.

$$r = 3.23\%$$

4.2.4.3 Tiempo de vida útil del pavimento (años)

La Vida útil del pavimento flexible que utilizaremos para nuestro proyecto será de 20 años.

$$n = 20 \text{ años}$$

4.2.4.4 Factor de crecimiento acumulado

Para hallar nuestro factor de crecimiento acumulado utilizaremos la siguiente formula:

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

Dónde:

$r =$ Tasa anual de crecimiento % (3.23%)

$n =$ Periodo de diseño (20 años)

Remplazamos

$$\text{Factor } Fca = \frac{(1 + 3.23)^{20} - 1}{3.23}$$

$$\text{Factor } Fca = 27.50$$

4.2.4.5 Factores de distribución

4.2.4.5.1 Factor direccional

El factor direccional se manifiesta como una relación correspondiente al número de vehículos pesados o tráfico que circula en un sentido, generalmente corresponde al promedio del volumen total vehicular, datos obtenidos de los resultados de un conteo o por observación directa en el campo, para nuestro diseño se determina una carreta de dos calzadas con separador central con dos sentidos y un carril por sentido.

Esto corresponde a:

$$Fd = 0.50$$

4.2.4.5.2 Factor carril:

De acuerdo a las características de nuestra vía a estudiar el factor carril corresponderá a:

$$Fc = 1.00$$

4.2.4.6 ESAL

Para hallar el cálculo de nuestro ESAL utilizaremos la siguiente formula:

$$ESAL = 365 * \sum E. E Acum. * Fd * Fc * Fca$$

$$ESAL = 4886625.04$$

Figura 8. Tabla de clasificación por número de repeticiones de ejes

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
T _{P6}	> 1'500,000 EE ≤ 3'000,000 EE
T _{P7}	> 3'000,000 EE ≤ 5'000,000 EE
T _{P8}	> 5'000,000 EE ≤ 7'500,000 EE
T _{P9}	> 7'500,000 EE ≤ 10'000,000 EE
T _{P10}	> 10'000,000 EE ≤ 12'500,000 EE
T _{P11}	> 12'500,000 EE ≤ 15'000,000 EE
T _{P12}	> 15'000,000 EE ≤ 20'000,000 EE
T _{P13}	> 20'000,000 EE ≤ 25'000,000 EE
T _{P14}	> 25'000,000 EE ≤ 30'000,000 EE
T _{P15}	> 30'000,000 EE

Fuente. Recuperado por Manual de carreteras suelos, geología, geotécnica y pavimentos 2014

Al obtener nuestro resultado del estudio de tránsito (EE= 4886625.04) según la figura 7 por lo tanto se define como Tp7

4.3. Estudio de mecánica de suelos

4.3.1 Generalidades

En cuanto a este estudio nos dio el resultado de nuestro tercer objetivo específico, este estudio nos dará a conocer sobre los componentes del suelo de la zona que vamos a estudiar.

4.3.2 Procedimiento

En este estudio se realizaron 6 calicatas cada 0.5km con una profundidad de 1.20m, se tomaron muestras y se obtuvieron así resultados con base en los métodos utilizados S.U.S.C y AASHTO93 El estudio del terreno de la subrasante, se realizó tras la excavación de 6 calicatas las cuales fueron a cielo abierto en las que se obtuvo y análisis material en un laboratorio, lo que permitió analizar sus propiedades.

4.3.3 Principales resultados de los estudios de suelos

Figura 9. Ensayo de Proctor modificado

PROCTOR MODIFICADO					
(NORMA MTC E 116, ASTM D-698, AASHTO T-99)					
DATOS DEL PROYECTO					
PROYECTO	:	DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE USANDO EL METODO AASHTO - 93			
DATOS DE LA MUESTRA					
UBICACIÓN	:	AV. MIGUEL GRAU - CASTILLA - PIURA			
MATERIAL	:	AFIRMADO			
MUESTRA	:				
FECHA	:	13/05/2023			
PESO DE SUELO + MOLDE	gr	7465.55	7634.87	7765.00	7774.62
PESO DE MOLDE	gr	3280.00	3280.00	3280.00	3280.00
PESO DE SUELO HUMEDO COMPACTADO	gr	4185.55	4354.87	4485.00	4494.62
VOLUMEN DE MOLDE	cm ³	2086	2086	2086	2086
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	gr	2.01	2.09	2.15	2.15
RECIPIENTE N°	n°	P-30	P-31	P-32	P-33
PESO DE SUELO HUMEDO + TARA	gr	655.37	649.12	633.30	659.54
PESO DE SUELO SECO + TARA	gr	643.56	626.99	602.50	618.24
TARA	gr	125.40	110.20	110.60	114.30
PESO DE AGUA	gr	11.81	22.13	30.80	41.30
PESO DEL SUELO SECO	gr	518.16	516.79	491.90	503.94
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	2.28	4.28	6.26	8.20
PESO VOLUMETRICO SECO	gr/cm ³	1.962	2.002	2.023	1.992
RESULTADOS		MAXIMA DENSIDAD			2.023
		OPTIMO CONTENIDO			6.2

Fuente. Elaborado por laboratorio INGEMM

En la figura 8. se muestra el ensayo Proctor modificado que nos ayudó a identificar la relación entre densidad seca y la humedad, como se puede observar nuestra máxima densidad seca es de 2.023 % y nuestro optimocontenido de humedad es de 6.2%.

Figura 10. Límites de Atterberg

LÍMITES DE CONSISTENCIA (NORMA AASHTO T-90 ASTM D-4318)					
DATOS DEL PROYECTO					
PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE USANDO EL METODO AASHTO-93					
UBICACIÓN CASTILLA - PIURA					
DATOS DE LA MUESTRA					
UBICACIÓN : AV. MIGUEL GRAU - CASTILLA - PIURA					
MATERIAL : MATERIAL PROPIO DEL LUGAR, AFIRMADO					
FECHA : PIURA 13 DE MAYO DEL 2023					
LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D-423)					
N° DE ENSAYO	n°	1	2	3	
N° DE GOLPES	n°	16	24	33	
RECIPIENTE N°	n°	2	17	15.0	
PESO DE RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	gr	35.09	33.46	34.06	
PESO DE RECIPIENTE + SUELO SECO	gr	29.84	28.95	29.84	
PESO AGUA	gr	5.25	4.51	4.22	
PESO DE RECIPIENTE	gr	10.90	11.34	12.03	
PESO DE SUELO SECO	gr	18.94	17.61	17.81	
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%	27.72	25.61	23.69	
LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D-424)					
N° DE ENSAYO	n°	1	2	RESULTADOS	
RECIPIENTE N°	n°	21	13		
PESO RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	gr	17.32	17.45		
PESO RECIPIENTE + SUELO SECO	gr	16.36	16.58	L.L	25.67
PESO DE AGUA	gr	0.96	0.87	L.P	18.64
PESO DE RECIPIENTE	gr	11.30	11.83	I.P	7.04
PESO DE SUELO SECO	gr	5.06	4.75		
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%	18.97	18.32		

Fuente. Elaborado por laboratorio INGEMM

En la figura 9 se detalla el ensayo de límites de Atterberg el cual nos ayudó a obtener los límites de rango de humedad dentro del cual el suelo se mantiene de manera plástico.

Figura 11. Ensayo de granulometría por tamizado

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO							
(NORMA MTC E-107, AASHTO T-27, ASTM D422)							
DATOS DEL PROYECTO							
PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE USANDO EL METODO AASHTO-93							
UBICACIÓN: CASTILLA - PIURA							
DATOS DE LA MUESTRA							
UBICACIÓN : AV. MIGUEL GRAU - CASTILLA - PIURA				FRACCION INICIAL		11442.0 g	
MUESTRA : IN SITU				FRACCION INICIAL SECO		790.0 g	
FECHA : PIURA 13 DE MAYO DEL 2023				FRACCION FINA		790.0 g	
TAMIZ		PESO	PORCENTAJE	RETENIDO	PORCENTAJE	ESPECIFICACION	
Nº	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA	(HUSO "B")	
3"	76.200	0.0	0.00	0.00	100.00		
2"	50.800	185.0	1.62	1.62	98.38		
1 1/2"	38.100	655.0	5.72	7.34	92.66		
1"	25.400	970.0	8.48	15.82	84.18		
3/4"	19.000	1120.0	9.79	25.61	74.39		
1/2"	12.500	865.0	7.56	33.17	66.83		
3/8"	9.500	815.0	7.12	40.29	59.71		%Gravas 48.6
Nº 4	4.750	950.0	8.30	48.59	51.41		%Arenas 40
Nº 8	2.360	58.6	3.81	52.40	47.60		%Finos 11.3
Nº 10	2.000	20.1	1.31	53.71	46.29		
Nº 16	1.190	38.9	2.53	56.25	43.75		
Nº 20	0.840	20.9	1.36	57.60	42.40		CLASIFICACION
Nº 30	0.600	28.0	1.82	59.42	40.58		SUCS: ML-CL
Nº 40	0.425	62.9	4.09	63.52	36.48		Arcilla de baja plasticidad
Nº 50	0.300	62.4	4.06	67.58	32.42		AASHTO: A-4
Nº 80	0.177	282.0	18.35	85.92	14.08		
Nº 100	0.150	16.8	1.09	87.02	12.98		
Nº 200	0.075	25.6	1.66	88.68	11.32		
< Nº 200	FONDO	173.9	11.32	100.00	0.00		

Fuente. Elaborado por laboratorio INGEMM

En la figura 10 apreciamos el ensayo de granulometría por tamizado, por ende, nos detalló el análisis de la distribución de tamaños de partículas y sedimentos presentes de una muestra.

Figura 12. Ensayo de CBR

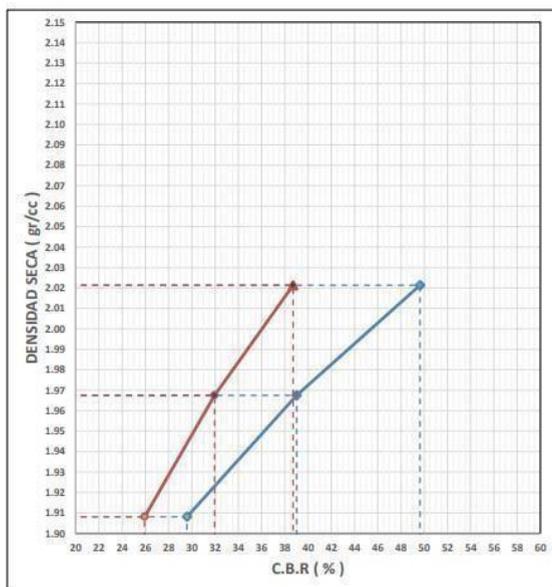


INGENIERÍA Y MECÁNICA DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA(C.B.R)

AASHTO T-193. ASTM D-1883

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE USANDO EL METODO AASHTO-93
UBICACION : AV. MIGUEL GRAU - CASTILLA - PIURA
SOLICITANTE :
MATERIAL : MATERIAL PROPIO DEL LUGAR, AFIRMADO
FECHA : PIURA 13 DE MAYO DEL 2023



Metodo de Compactación : ASTM D1557
 Maxima Densidad Seca (g/cm3) : 2.023
 Optimo Contenido de Humedad (%) : 6.20
 Maxima Densidad Seca Al 95% (g/cm3) : 1.922
 Maxima Densidad Seca Al 90% (g/cm3) : 1.821

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) : 0.1" 49.64 0.2" 38.71
 C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) : 0.1" 39.02 0.2" 31.95
 C.B.R. al 90% de M.D.S. (%) : 0.1" 29.58 0.2" 25.93

RESULTADOS:
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. : 49.64%
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. : 39.02%

Fuente. Elaborado por laboratorio INGEMM

En la figura 11 se detalla el ensayo de CBR donde nos muestra el porcentaje de la sub rasante al 95% y 100%, dando así según los estudios una subrasante excelente o S5.

4.4. Diseño del paquete estructural.

4.4.1. Generalidades.

Para poder establecer los espesores de la Avenida en estudio, se eligió emplear la metodología AASHTO93, este procedimiento se representa por una ecuación, esta nos ayuda a hallar el conocido número estructural (SN) el resultado que se obtenga nos permitirá saber el espesor necesario para el pavimento.

4.4.2. Datos del CBR

El uso de estudios de mecánica de suelos, para obtener datos de análisis CBR, requirió de 6 calicatas en los 3 km de estudio, para ello los resultados de dicho ensayo fueron al 95% con un CBR de 39.02%, este porcentaje se cataloga como una sub rasante excelente según nos dice el Manual de carreteras suelos, geología y pavimentos 2014, tal como se aprecia en la sgte figura.

Figura 13. Categorías de subrasante.

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 suelos, geología, geotécnica y pavimentos 2014

4.4.3. Módulo de resiliencia (Mr).

Las mediciones de rigidez del suelo de la sub rasante, el cual se obtuvo mediante el ensayo del CBR, se determinará mediante pruebas de resiliencia en conformidad a las recomendaciones planteadas de AASHTO93.

Para CBR% = 39.02

$$Mr(psi) = 2555 \times 39.02^{0.64}$$

$$Mr(psi) = 26657.2137$$

Para CBR% = 49.64

$$Mr(psi) = 2555 \times 49.64^{0.64}$$

$$Mr(psi) = 31097.3397$$

Para obtener los resultados del módulo de resiliencia se empleó la fórmula dada en el Manual de carreteras suelos, geología y pavimento 2014 que se puede apreciar en la figura 02, los datos adquiridos son de 26657.2137 Psi para un CBR al 39.02% y 31097.3397 Psi para un CBR al 49.64%.

Tabla 6 Modulo de resiliencia para cada CBR

CBR %	Mr.
39.02	26657.2137
49.64	31097.3397

Fuente. Elaborado por los autores

4.4.4. Resultados del estudio de tráfico.

Teniendo en cuenta el manual de carreteras, los resultados obtenidos para nuestro estudio de tráfico según los parámetros de diseño, son los siguientes:

Tabla 7 Parámetros de diseño para hallar el (SN)

PARÁMETROS DE DISEÑO	SIMBOLOGÍA	VALOR
Carga de tráfico vehicular	ESAL	4886625.04
Californian Bearing Ratio de la subrasante	CBR	39.02%
Módulo de resiliencia de la subrasante	Mr.	26657.2137
Tip0 de tráfico	TIP0	Tp7
Nivel de confiabilidad	CONF.	85%
C0eficiente estadístico de desviación estándar normal	Zr.	-1.036
Desviación estándar combinad0	So	0.45
Índice de serviciabilidad inicial según rang0 de tráfico	Pi	4
Índice de serviciabilidad final según rang0 de tráfico	Pt	2.5
Diferencial de serviciabilidad inicial según rang0 de tráfico	Psi	1.5

Fuente. Elaborado por los autores

Con los datos obtenidos siguiendo el debido proceso del manual de carreteras procedemos a reemplazar en la fórmula dada por la normativa de AASHTO para así hallar nuestro número estructural (SN).

4.4.4.1. Número estructural para pavimento flexible

$$\log_{10}(w_{18}) = Z_{RO} S + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M) - 8.07$$

Reemplazando

$$\begin{aligned} \log_{10}(4886625.04) &= -1.036 * 0.45 + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{1.5}{1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} \\ &+ 2.32 \log_{10}(26657.2137) - 8.07 \\ SN &= 2.695 \end{aligned}$$

Se realiza un proceso de espesor iterativo hasta que la ecuación I sea aproximadamente igual a la ecuación II:

Para un SN = 2.695

Ecuación I:

$$\log_{10}(W_{18}) - Z_{RO} S + 0.20 + 8.07$$

Reemplazando:

$$\log_{10}(4886625.04) - 1.036 * 0.45 + 0.20 + 8.07 = \mathbf{15.425}$$

Ecuación II:

$$9.36 \log_{10} (SN + 1) + \frac{\log_{10} \left(\frac{1.5}{4.2 - 1.5} \right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10} (M_R)$$

Reemplazando:

$$9.36 \log_{10} (2.695 + 1) + \frac{\log_{10} \left(\frac{1.5}{4.2 - 1.5} \right)}{0.4 + \frac{1094}{(2.695 + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10} (26657.2137) = 15.425$$

4.4.4.2. Numero estructural propuesto

Figura 21. Ecuación del número estructural propuesto

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

Donde:

- a₁, a₂, a₃ = coeficientes estructurales de las capas: superficial, base y subbase, respectivamente
- d₁, d₂, d₃ = espesores (en centímetros) de las capas: superficial, base y subbase, respectivamente
- m₂, m₃ = coeficientes de drenaje para las capas de base y subbase, respectivamente

Fuente: Manual de carreteras suelos, geología, geotécnica y pavimentos 2014

Tabla 8 Coeficiente estructurales de las capas de pavimento

COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE LAS CAPAS DEL PAVIMENTO		
a1	0.17	cm
a2	0.052	cm
a3	0.047	cm

Fuente. Elaborado por los autores.

4.4.4.3. Calidad del drenaje

Tabla 9 Coeficientes de drenaje

m2	m3
0.8	0.8

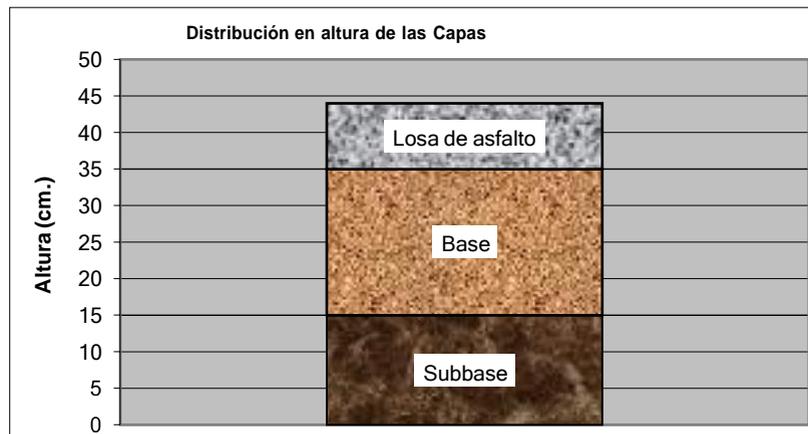
Fuente: Elaborado por los autores

Tabla 10 Verificación de espesores

VERIFICACIÓN DE ESPESORES		
SN (requerido)	2.695	CUMPLE
SN (calculado)	2.926	
SN (requerido) < SN (calculado)		

Fuente: Elaborado por los autores

Gráfico 3. Distribución en altura de las capas del pavimento flexible.



Fuente. Elaborado por los autores

En la figura 14, podemos apreciar el espesor que tendrá nuestro diseño de pavimento flexible que es de 44cm, con una subbase de 15cm, una base de 20cm y la carpeta asfáltica de 9cm.

V. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos son luego analizados y discutidos de forma clara y precisa junto con el trabajo en el que se basa nuestro proyecto de investigación.

Entre nuestros objetivos específicos tenemos realizar el levantamiento topográfico el cual para nuestro proyecto presentó pendientes menores al 5% así como también MADRID (2022), en su tesis titulada Diseño del pavimento flexible empleando el método AASTHO93, de la avenida Buenos Aires-Sullana, 2022, los resultados mostraron que la zona presentó una topografía con pendientes menores al 10% esto refiere a que ambos proyectos presentan un terreno plano.

Así mismo para Determinar la carga vehicular de la avenida Miguel Grau, Castilla, Piura para el diseño de un pavimento flexible, en relación al estudio de transitabilidad se logró el IMDA de 366 vehículos con una proyección de 20 años nos dio como resultado un valor equivalente de 4886625.04 EE clasificándose como tipo de tráfico Tp7 ($> 3'000,000$ EE $\leq 5'000,000$ EE). Según Castro (2021) en su proyecto de investigación, su área de estudio está compuesta por vehículos livianos, de los cuales el IMDA cuenta con 586 vehículos, y la previsión a 20 años obtuvo un valor equivalente de 270.547 EE, clasificándolo como tipo de tráfico Tp1 (>150.000 EE ≤ 300.000 EE), lo que indica nos dice que en estos dos estudios se componen de pasivos diferentes

Por lo tanto, en nuestra investigación mecánica de suelos, hicimos 6 calicatas los cuales fueron sometidos a prueba de tamaño de partícula de tamiz, prueba de Proctor modificado, límite de consistencia y prueba CBR obteniendo al 95% (39.02%) y al 100% (49.64%) por lo tanto se clasifica como una subrasante excelente S5. Según Rodríguez (2018) en su estudio "Análisis y propuesta de Diseño de Pavimento Flexible en la Carretera Carhuaz-Hualcán", realizó 3 calicatas donde obtuvo pruebas de tamaño de partículas, límites de consistencia y pruebas CBR. Los resultados fueron al 95% (7%) y al 100% (8,8%) clasificados como subsuelo normal o S2.

Además, a nuestro último objetivo el cual fue determinar del paquete estructural para la av Miguel Grau Castilla-Piura obtuvimos una capa asfáltica de 9cm, base de 20 cm y subbase de 15cm, mientras que Amaya (2019) en Bogotá-Colombia desarrolló una estructura de pavimento flexible utilizando métodos como el AASHTO93 con el objetivo de proporcionar un paquete estructural adecuado para el corredor vial diagonal 65-Cai Boston-cruce Santander Barrancabermeja Yuma, 15 centímetros de capa asfáltica de pavimento flexible, 15 centímetros de capa portante y 30 centímetros de base. Esto confirma la idea de que el proceso de diseño en esta modalidad es el más utilizado en latinoamerica debido a su rápido entendimiento y aplicación práctica, por lo que se recomienda utilizar este enfoque en otros casos prácticos de diseño de pavimentos.

VI. CONCLUSIONES

El levantamiento topográfico que es nuestro primer objetivo específico, concluimos, que el terreno que estábamos trabajando es denominado terreno plano porque tiene pendientes menores al 5%.

Por consiguiente, para el segundo objetivo que es la determinación de la carga vehicular, concluimos que con base de los conteos vehiculares realizados durante la semana obtuvimos un IMDa 366 vehículos por día y la previsión para el año 2027 sería de 381 vehículos por día; en nuestra ESAL encontramos 4886625.04 ejes equivalentes encontrados según el método AASHTO 93 o considerados TP7.

Para nuestro tercer objetivo específico, que fue efectuar el estudio de mecánica de suelo se concluyó que corresponde a un suelo tipo arcilloso ML-CL de baja plasticidad según la clasificación SUCS y clase A4 según la clasificación AASHTO 93, de los resultados de la prueba Proctor modificado concluimos que nuestra densidad seca máxima es 2.023% y el contenido de humedad óptimo es 6.2%, y finalmente obtuvimos un CBR de 95% (39.02%) y 100% (49.64%).

En relación a nuestro último objetivo específico, identificar el paquete estructural, se concluyó que nuestro diseño de pavimento flexible tendría un espesor total de 44 cm, compuesto por una subbase de 15 cm, una base de 20 cm y una carpeta asfáltica de 9 cm, el tiempo de diseño es de 20 años.

VII. RECOMENDACIONES

Tomar esta investigación como estudio base para proyectos de construcción de mejoras o iguales a nuestro estudio para mejorar las conexiones tanto vehiculares como peatonales en la ciudad de Piura.

Se recomienda que la base y la subrasante se compacten adecuadamente con material granular correcto y que la capa de asfalto se coloque adecuadamente para evitar huecos en el pavimento y deterioro como baches, herraduras de cocodrilo y patas de cangrejo en los primeros años del período de diseño.

Proporcionar control de acceso para equipos pesados de más de 2 ejes o más dentro del área ya que los equipos más pesados pueden causar deformaciones desiguales de la carretera, lo que puede causar daños en el pavimento y provocar algunos daños a largo plazo en los vehículos que pasan por la zona.

Se recomienda tomar en cuenta otros parámetros de diseño como factores climáticos, calidad de materiales utilizados, que durante la construcción pueden ocurrir diferentes tipos de fallas debido a los procesos ya mencionados

REFERENCIAS

Amaya, Omar Felipe. 2019. *Diseño de la estructura de un Pavimento Flexible Aplicando el Método AASHTO-93, para el corredor Vial comprendido entre la Diagonal 65 – Cai Boston – Cruce vía Yuma en Barrancabermeja, Santander.* Bogotá : s.n., 2019.

<https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/32870>

Castro, Felix Alexander. 2021. *“Propuesta de diseño de pavimento flexible empleando el método AASHTO 93 en la Av. Los diamantes, Provincia Piura 2021”.* Piura : s.n., 2021.

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/76146>

Diaz, Diego Andres y Rodriguez, Jeison Darwin. 2019. *DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRERA 13 ENTRE CALLES 37 Y 40 DEL BARRIO GAITAN, IBAGUÉ -TOLIMA.* Tolima : s.n., 2019.

https://www.lareferencia.info/vufind/Record/CO_828824dc66de4bb78e5ce56521e6131d

Guerrero, Cristian Alexander. 2020. *TRABAJO DE MONOGRAFÍA, ANÁLISIS Y DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR MEDIO DEL MÉTODO DE LA AASHTO-93.* Tunja : s.n., 2020.

<https://repository.usta.edu.co/jspui/bitstream/11634/30367/1/2020cristianguerrero.pdf>

Lopez, Jimmy Hitler. 2017. *“DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA LOS LAURELES – EL COROCITO DE LA PARROQUIA NOBOA CANTÓN 24 DE MAYO”.* Manabí : s.n., 2017.

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

Madrid, Kewrrry Lobni y Ordoñez, Marielena. 2022. *Diseño del pavimento flexible empleando el método AASTHO-93, de la avenida Buenos Aires – Sullana, 2022.* Sullana : s.n., 2022.

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/89007>

Morante, Henry. 2019. *PAVIMENTO FLEXIBLE CON TRATAMIENTO SUPERFICIAL PARA AERÓDROMO DE TRÁFICO LIGERO*. Piura : s.n., 2019

<https://pirhua.udel.edu.pe/handle/11042/4082>

Prado, Dante. 2022. *Comparación de resultados del diseño de pavimento flexible entre el método AASHTO 93 y método mecanicista, Andahuaylas 2021* . Lima : s.n., 2022.

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/85819>

Rodriguez, James Josmar. 2018. *“ANÁLISIS Y PROPUESTA DE DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA CARRETERA CARHUAZ – HUALCÁN”*. Huaraz : s.n., 2018.

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/26946>

Suarez, German Edilberto y Cerquin, Gonzalo Yoseph. 2018. *“ANÁLISIS DEL ESTADO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, TIPO DE FALLAS Y SU SEVERIDAD DE LA AV. MÁRTIRES DE UCHURACCAY, ENTRE EL JR. EMANCIPACIÓN Y EL PSJE. LIBERTAD UTILIZANDO EL MÉTODO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO, EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA - 2018”*. Cajamarca : s.n., 2018.

<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/13402>

Hernandez, 2010 *“METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN” LA INVESTIGACIÓN NO EXPERIMENTAL.*

<https://virtual.urbe.edu/tesispub/0105003/cap03.pdf>

MTC, 2013 *“MANUAL DE CARRETERAS” ESPECIFICACIONES TECNICAS GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN EG – 2013.*

<http://www.sutran.gob.pe/wp-content/uploads/2015/08/manualdecarreteraspecificacionestecnicasgeneralesparaconstruccion.pdf>

Azabache Cotrina, 2021 *“MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CALLE JOSE JOAQUIN INCLAN, TRUJILLO – LA LIBERTA 2021”*. Trujillo : s.n., 2021.

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/79095>

ANEXOS

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Diseño Estructural de pavimento flexible usando el método AASHTO 93 en la avenida Miguel Grau – Castilla – Piura 2023.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE	Guerrero (2020), nos dice que el diseño estructural de pavimento flexible se fundamenta en conseguir indagación producto de la enseñanza de Ingeniería básica. De igual manera meciona que, frente a una planificación de diseño de pavimentos, los análisis que se llevan a cabo principalmente son: el estudio de suelos y tránsito, para proyectar el trazo o alineamineto horizontal, es inevitable ejecutar el levantamiento o estudio de Topografía.	Se fundamenta en la determinación de los espesores de cada capa que establece la sección estructural del pavimento, la cual accederá a sobrellevar las cargas a lo largo de una etapa de tiempo determinado. Existen diversidades de métodos para el diseño de pavimentos, para lo cual siempre se tienen que tomar en cuenta los factores a continuación: tránsito o condiciones de carga, características del suelo de cimentación, características de los materiales del pavimento y periodo de diseño.	Levantamiento topográfico	<ul style="list-style-type: none"> Ancho de vía. Pendientes.
			Carga vehicular	<ul style="list-style-type: none"> Conteo de vehículos. Días / horas.
			EMS	<ul style="list-style-type: none"> Ensayo CBR. Ensayo Proctor. Ensayo de corte triaxial de suelos.
			Paquete estructural	<ul style="list-style-type: none"> Espesores. Materiales.

Fuente: Elaboración propia.

TÉCNICAS E INSTRUMENTOS A APLICAR POR OBJETIVOS Y UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

Diseño Estructural de pavimento flexible usando el método AASHTO 93 en la avenida Miguel Grau – Castilla – Piura 2023.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	POBLACIÓN	MUESTRA	TÉCNICA	INSTRUMENTOS
Realizar el levantamiento topográfico de la avenida Miguel Grau Castilla – Piura	Los 3 km De tramo de la Av. Miguel Grau	Los 3 Km de tramo de la Av. Miguel Grau	Observación	Guía de observación de campo
Determinar la carga vehicular de la avenida Miguel Grau Castilla – Piura			Observación	Guía de observación de campo
Realizar el estudio de mecánica de suelos en la avenida Miguel Grau Castilla – Piura			Análisis documental	Ficha de investigación
Determinar el paquete estructural de la avenida Miguel Grau Castilla – Piura.			Análisis documental	Ficha de investigación

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO:
ZONA DE ESTUDIO







ANEXO:
PERMISO PARA REALIZAR
LOS ESTUDIOS
CORRESPONDIENTES



MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE
CASTILLA
SEPTIEMBRE 1983 - 2014

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CASTILLA
GERENCIA DE SERVICIOS PÚBLICOS
SUB GERENCIA DE TRANSPORTES, TRANSITO Y VIALIDAD
"AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO"

Castilla, 11 de mayo del 2023.

CARTA N° 016-2023-MDC-GSP-SGTTyV.

Señor(a).
CARLOS EMILIO VIGIL CORREA
ESTUDIANTE DE ING. CIVIL DE LA UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
Presente.

**ASUNTO: AUTORIZACION PARA REALIZAR CALICATAS EN LA AV. JUNÍN
HASTA LA CALLE S/N.**

REF. : a) Informe N 623-2023-MDC-GDUREI-SGO
b) Exp. N 09296

De mi mayor consideración:

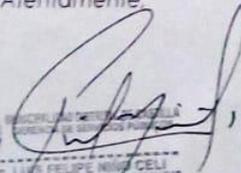
Que, por medio del presente me dirijo a usted para saludarle y a la vez comunicarle lo siguiente:

Que, mediante el documento de la referencia a), de fecha 10 de mayo del año en curso la Sub Gerencia de Obras nos da a conocer que los alumnos de la Universidad Cesar Vallejo de la escuela profesional de Ing. Civil solicitan una autorización para realizar calicatas en la Av. Grau en el tramo desde la Av. Junín hasta la calle s/n.

En tal sentido, esta Sub Gerencia coordinó vía telefónica con el estudiante Carlos Emilio Vigil Correa, quien nos indicó que con la finalidad de realizar el estudio de suelos para su proyecto de tesis titulado "Diseño estructural de pavimento flexible usando el método AASHTO 93 en la Av. Miguel Grau Castilla, es necesario realizar 06 calicatas en esta avenida las mismas que tendrán una profundidad máxima de 20 cm, y de ser factible lo solicitado se realizaron el día sábado 13 de mayo a las 10:00 am.

En consecuencia, luego de haber realizado las evaluaciones correspondientes en el tramo solicitado para llevar a cabo el estudio de suelos este despacho declara **PROCEDENTE** lo solicitado por el administrado, debiendo coordinar previamente con el Sr. Alejandro Estrada Cel. N 902919365 ya que se dispondrá de personal para verificar el cumplimiento de esta autorización.

Atentamente:


LIC. LUIS FELIPE NIÑO CELI
SUBGERENTE DE TRANSPORTES, TRANSITO Y VIALIDAD



MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CASTILLA
OFICINA DE GESTIÓN DOCUMENTARIA Y ATENCIÓN AL CIUDADANO



Remitente: Nº:	09296	Fecha de Ingreso:	04/04/2023	Nro Folios:	006
Nombre:	CARLOS EMILIO VIGIL CORREA				
Asunto:	Solicitud N° S/N SOLICITA PERMISO , BRINDAR ACCESO PARA REALIZAR LOS ESTUDIOS INVESTIGACION EN LA AV. MIGUEL GRAU - CASTILLA				
Se Remite a:	SECRETARIA GENERAL MUNICIPALIDAD DE CASTILLA				
Celular y/o Teléfono de Contacto:	946288207				
Autorizó se me notifique al correo electrónico:					

RECIBIDO
11 ABR 2023
REG. N°
HORA

RECIBIDO
11 ABR 2023
REG. N° 1490
HORA

IMPRIMIR

Original

- 05 -

"AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO"

SR. WALTER GUERRERO SILVA
ALCAIDE DE LA MUNICIPALIDAD DE CASTILLA

Solicito. -

EXP N°	7236	FECHA
HORA			

Es grato dirigirme a usted para saludarlo cordialmente y en atención al documento de referencia a el cual indica la atención correspondiente respecto a la solicitud de acceso y/o permiso para realizar los estudios correspondientes para nuestro proyecto de tesis que se está llevando a cabo sobre la Av. Miguel Grau- Castilla-Piura.

Sobre el particular, le comunico que, de acuerdo a lo estipulado en la Ley DE TRANSPARENCIA Y ACCESO A LA INFORMACION PUBLICA LEY N°27806, en el artículo 7° Legitimación y requerimiento inmotivado, del título III ACCESO A LA INFORMACION DEL ESTADO indica que toda persona tiene derecho a solicitar y recibir información de cualquier entidad de la administración Pública.

En virtud de lo expuesto, se recomienda que a través de su despacho se derive el presente informe a la oficina General de Atención al Ciudadano, para dar a conocer al solicitante que se le brindara acceso para realizar los estudios correspondientes para dicha investigación en la Av. Miguel Grau-Castilla-Piura, por ello se sugiere la presentación de una solicitud adjuntando a la misma un documento en el cual se indique la Universidad a la pertenece, el curso para el cual solicita la información y la finalidad de la mismo.

Sin otro particular, es todo cuando informo a Usted para los fines que considere pertinente.

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CASTILLA SUB GERENCIAS DE OBRAS	
RECIBIDO	
11 ABR 2023	
REG:	
HORA:	

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CASTILLA SUB GERENCIAS DE OBRAS	
RECIBIDO	
11 ABR 2023	
REG:	
HORA:	

Piura, 04 de abril del 2023.

VIGIL CORREA CARLOS EMILIO

DNI:75948968

CEL:946288207

PANTA VEGA LUCIA DE LOS ANGELES

DNI:71049151

CEL:927434546

ANEXO:

**ESTUDIO DE TRAFICO Y
DEMANDA DEL PROYECTO**

LUNES DÍA 01

HORAS / VEHÍCULOS	AUTO	CAMIONETA S	MICRO	BU S		CAMIÓ N			TOTAL
				2E	3E	2E	3 E	4E	
00-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01-02	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02-03	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03-04	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04-05	0	0	0	0	0	0	0	0	0
05-06	4	1	2	0	0	0	0	0	7
06-07	6	3	4	0	0	0	0	0	13
07-08	15	6	5	0	0	0	0	0	26
08-09	14	4	4	0	0	1	0	0	23
09-10	10	4	3	0	0	0	0	0	17
10-11	9	6	5	1	0	2	0	0	23
11-12	11	5	6	0	0	0	0	0	22
12-13	13	6	6	1	0	0	0	0	26
13-14	15	7	5	0	0	0	0	0	27
14-15	15	5	5	1	0	0	0	0	26
15-16	10	4	4	0	0	1	0	0	19
16-17	13	2	2	0	0	1	0	0	18
17-18	16	3	2	1	0	0	0	0	22
18-19	15	4	1	0	0	0	0	0	20
19-20	15	7	1	0	0	0	0	0	23
20-21	12	9	1	0	0	0	0	0	22
21-22	12	6	0	0	0	0	0	0	18
22-23	10	4	0	0	0	0	0	0	14
23-24	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	215	86	56	4	0	5	0	0	366

MARTES DIA 02

HORAS / VEHÍCULOS	AUTO	CAMIONETA S	MICRO	BU S		CAMIÓ N			TOTAL
				2E	3E	2E	3E	4E	
00-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01-02	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02-03	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03-04	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04-05	0	0	0	0	0	0	0	0	0
05-06	4	2	2	0	0	0	0	0	8
06-07	5	3	3	0	0	0	0	0	11
07-08	7	4	5	0	0	1	0	0	17
08-09	9	3	4	0	0	0	0	0	16
09-10	10	4	3	0	0	0	0	0	17
10-11	12	6	4	1	0	0	0	0	23
11-12	10	4	2	0	0	1	0	0	17
12-13	12	5	3	0	0	0	0	0	20
13-14	10	5	4	0	0	0	0	0	19
14-15	11	6	2	1	0	0	0	0	20
15-16	10	4	3	0	0	2	0	0	19
16-17	12	3	2	1	0	0	0	0	18
17-18	13	2	2	0	0	0	0	0	17
18-19	12	5	1	0	0	0	0	0	18
19-20	16	6	0	0	0	0	0	0	22
20-21	14	8	0	0	0	0	0	0	22
21-22	11	5	0	0	0	0	0	0	16
22-23	8	2	0	0	0	0	0	0	10
23-24	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTA L	186	77	40	3	0	4	0	0	310

MIERCOLES DIA 03

HORAS / VEHÍCULOS	AUTO	CAMIONETA S	MICRO	BU S		CAMIÓ N			TOTAL
				2E	3E	2E	3E	4E	
00-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01-02	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02-03	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03-04	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04-05	0	0	0	0	0	0	0	0	0
05-06	5	1	1	0	0	0	0	0	7
06-07	6	2	3	0	0	0	0	0	11
07-08	11	4	4	0	0	0	0	0	19
08-09	11	4	3	1	0	0	0	0	19
09-10	13	5	2	0	0	2	0	0	22
10-11	12	6	3	0	0	0	0	0	21
11-12	13	4	4	1	0	0	0	0	22
12-13	10	5	5	1	0	1	0	0	22
13-14	14	5	3	0	0	0	0	0	22
14-15	13	4	4	0	0	1	0	0	22
15-16	11	3	3	0	0	0	0	0	17
16-17	10	2	3	1	0	0	0	0	16
17-18	13	3	2	0	0	0	0	0	18
18-19	13	4	2	0	0	0	0	0	19
19-20	13	6	0	0	0	0	0	0	19
20-21	12	7	0	0	0	0	0	0	19
21-22	13	5	0	0	0	0	0	0	18
22-23	9	4	0	0	0	0	0	0	13
23-24	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTA L	202	74	42	4	0	4	0	0	326

JUEVES DIA 04

HORAS / VEHÍCULOS	AUTO	CAMIONETA S	MICRO	BU S		CAMIÓ N			TOTAL
				2E	3 E	2E	3E	4E	
00-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01-02	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02-03	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03-04	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04-05	0	0	0	0	0	0	0	0	0
05-06	5	2	3	0	0	0	0	0	10
06-07	6	3	3	0	0	0	0	0	12
07-08	10	5	4	0	0	0	0	0	19
08-09	10	3	4	0	0	0	0	0	17
09-10	12	4	5	1	0	1	0	0	23
10-11	11	5	4	0	0	0	0	0	20
11-12	12	6	5	0	0	0	0	0	23
12-13	11	6	5	1	0	0	0	0	23
13-14	13	5	6	0	0	1	0	0	25
14-15	13	5	4	2	0	1	0	0	25
15-16	14	3	3	0	0	0	0	0	20
16-17	12	3	2	1	0	1	0	0	19
17-18	15	4	1	0	0	0	0	0	20
18-19	13	5	1	0	0	0	0	0	19
19-20	14	6	1	0	0	0	0	0	21
20-21	13	8	0	0	0	0	0	0	21
21-22	14	5	0	0	0	0	0	0	19
22-23	10	3	0	0	0	0	0	0	13
23-24	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	208	81	51	5	0	4	0	0	349

VIERNES DIA 05

HORAS / VEHÍCULOS	AUTO	CAMIONETA S	MICRO	BU S		CAMIÓ N			TOTAL
				2E	3E	2E	3E	4E	
00-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01-02	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02-03	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03-04	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04-05	0	0	0	0	0	0	0	0	0
05-06	4	2	1	0	0	0	0	0	7
06-07	5	3	3	0	0	0	0	0	11
07-08	10	5	3	1	0	0	0	0	19
08-09	11	5	4	0	0	0	0	0	20
09-10	12	4	3	0	0	1	0	0	20
10-11	12	4	4	0	0	0	0	0	20
11-12	14	5	5	1	0	0	0	0	25
12-13	14	5	5	0	0	2	0	0	26
13-14	16	6	4	0	0	0	0	0	26
14-15	14	4	3	0	0	1	0	0	22
15-16	12	3	3	1	0	0	0	0	19
16-17	12	2	2	0	0	1	0	0	17
17-18	14	2	1	0	0	0	0	0	17
18-19	15	3	1	0	0	0	0	0	19
19-20	14	5	0	0	0	0	0	0	19
20-21	13	8	0	0	0	0	0	0	21
21-22	13	6	0	0	0	0	0	0	19
22-23	9	4	0	0	0	0	0	0	13
23-24	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	214	76	42	3	0	5	0	0	340

SABADO DIA 06

HORAS / VEHÍCULOS	AUTO	CAMIONETA S	MICRO	BU S		CAMIÓ N			TOTAL
				2E	3E	2E	3E	4E	
00-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01-02	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02-03	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03-04	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04-05	0	0	0	0	0	0	0	0	0
05-06	4	2	1	0	0	0	0	0	7
06-07	6	2	3	0	0	0	0	0	11
07-08	12	4	3	1	0	0	0	0	20
08-09	12	5	4	0	0	0	0	0	21
09-10	11	5	4	1	0	2	0	0	23
10-11	11	4	5	0	0	0	0	0	20
11-12	12	4	4	0	0	1	0	0	21
12-13	14	5	4	0	0	1	0	0	24
13-14	14	6	5	1	0	0	0	0	26
14-15	15	6	3	0	0	0	0	0	24
15-16	10	3	3	0	0	0	0	0	16
16-17	13	3	1	0	0	0	0	0	17
17-18	14	5	1	0	0	0	0	0	20
18-19	13	4	0	0	0	0	0	0	17
19-20	14	7	0	0	0	0	0	0	21
20-21	14	7	0	0	0	0	0	0	21
21-22	10	4	0	0	0	0	0	0	14
22-23	10	3	0	0	0	0	0	0	13
23-24	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	209	79	41	3	0	4	0	0	336

DOMINGO DIA 07

HORAS / VEHÍCULOS	AUTO	CAMIONETA S	MICRO	BU S		CAMIÓ N			TOTAL
				2E	3E	2E	3E	4E	
00-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01-02	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02-03	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03-04	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04-05	0	0	0	0	0	0	0	0	0
05-06	5	1	2	0	0	0	0	0	8
06-07	5	2	3	0	0	0	0	0	10
07-08	10	4	3	1	0	2	0	0	20
08-09	12	3	4	0	0	0	0	0	19
09-10	13	3	5	0	0	0	0	0	21
10-11	10	4	4	1	0	0	0	0	19
11-12	12	4	4	0	0	1	0	0	21
12-13	14	5	5	0	0	0	0	0	24
13-14	15	5	3	0	0	0	0	0	23
14-15	12	3	2	0	0	0	0	0	17
15-16	11	2	1	0	0	0	0	0	14
16-17	12	4	0	0	0	0	0	0	16
17-18	13	5	0	0	0	0	0	0	18
18-19	14	4	0	0	0	0	0	0	18
19-20	14	5	0	0	0	0	0	0	19
20-21	13	7	0	0	0	0	0	0	20
21-22	11	6	0	0	0	0	0	0	17
22-23	10	5	0	0	0	0	0	0	15
23-24	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTA L	206	72	36	2	0	3	0	0	319

TRAMO DE CARRETERA	AV. MIGUEL GRAU
SENTIDO	AMBOS
UBICACIÓN	CASTILLA - PIURA - PIURA

DIA / VEHÍCULOS	AUTO	CAMIONETAS	MICRO	BUS		CAMIÓN			TOTAL
				2E	3E	2E	3E	4E	
LUNES DIA 01	215	77	56	4	0	5	0	0	357
MARTES DIA 02	186	77	40	3	0	4	0	0	310
MIERCOLES DIA 03	202	74	42	4	0	4	0	0	326
JUEVES DIA 04	208	81	51	5	0	4	0	0	349
VIERNES DIA 05	214	76	42	3	0	5	0	0	340
SABADO DIA 06	209	79	41	3	0	4	0	0	336
DOMINGO DIA 07	206	72	36	2	0	3	0	0	319
TOTAL	1440	536	308	24		29			2337

ANEXO:
ESTUDIO DE MECÁNICA DE
SUELOS



DENSIDAD DE CAMPO-CONO Y ARENA
ASTM (D-1556)



PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE USANDO EL METODO AASHTO-93
UBICACIÓN : AV. MIGUEL GRAU - CASTILLA - PIURA
MUESTRA : IN SITU
FECHA : PIURA 13 DE MAYO DEL 2023

DATOS DE PRUEBA

Fecha De Ensayo	13/05/2023	13/05/2023	13/05/2023	13/05/2023	13/05/2023
Progresiva	0+00	0+500	1+00	1+500	2+00
Lado	IZQUIERDO	IZQUIERDO	IZQUIERDO	IZQUIERDO	DERECHA
Capa					
Material	AFIRMADO	AFIRMADO	AFIRMADO	AFIRMADO	AFIRMADO
Coordenadas	X				
	Y				
Prueba N°	m				

DATOS DE CAMPO

A	Peso Del Frasco + Arena Calibrada	gr.	7655	7455	8005	7775	7540
B	Peso Del Frasco + Arena Calibrada Sobrante	gr.	3282	1955	2425	1650	1245
C	Peso De Arena Calibrada En Cono	gr.	1650	1650	1650	1650	1650
D	Peso De Arena Calibrada En Cavidad (A-B-C)	gr.	2723	3850	3930	4475	4645
E	Densidad De Arena Calibrada	gr/cm ³	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44
F	Volumen En Cavidad (D/E)	cm ³	1891	2674	2729	3108	3226
G	Peso Total De Material Humeda	gr.	3985	5630	5505	5770	6810
H	Peso De Grava Retenido En La Malla, Tamiz 3/4	gr.	205	500	775	1200	2150
I	Peso De Material Sin Grava (G-H)	gr.	3780	5130	4730	4570	4660
J	Peso Especifico De Grava	gr/cm ³	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60
K	Volumen De Grava (H/I)	cm ³	78.8	192.3	298.1	461.5	826.9
L	Volumen De Material Sin Grava (F-K)	cm ³	1812	2481	2431	2646	2399
M	Densidad Húmeda (I/L)	gr/cm ³	2.086	2.067	1.946	1.727	1.943

CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA

N	Peso De La Muestra Húmeda(Speedy)	%	3.60	7.00	7.10	7.30	6.80
---	-----------------------------------	---	------	------	------	------	------

RESULTADOS DE LABORATORIO

Ñ	Maxima Densidad Seca Del Proctor	gr/cm ³	2.023	2.023	2.023	2.023	2.023
O	Optimo Contenido De Humedad	%	6.20	6.20	6.20	6.20	6.20

RESULTADOS DE CAMPO

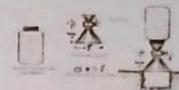
P	Densidad Húmeda (M)	gr/cm ³	2.086	2.067	1.946	1.727	1.943
Q	Contenido De Humedad (N)	%	3.60	7.00	7.10	7.30	6.80
R	Densidad Seca [P/(100+N)]*100	gr/cm ³	2.013	1.932	1.817	1.610	1.819
S	Grado De Compactacion (R/N*100)	%	99.5	95.5	89.8	79.6	89.9
T	Diferencia De Humedad (N-O)	%	-2.6	0.8	0.9	1.1	0.6
U	PORCENTAJE DE GRAVA EN EL HUECO	%	5.1	8.9	14.1	20.8	31.6

Padro Pablo Mejía Bustamante
 TÉCNICO DE SUELOS Y
 CONCRETO Y PAVIMENTOS

YONATHAN PAUL MEJÍA TOLEDO
 Ingeniero Geólogo
 Reg. CIP N° 244499



DENSIDAD DE CAMPO-CONO Y ARENA
ASTM (D-1556)



PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE USANDO EL METODO AASHTO-93
UBICACIÓN : AV. MIGUEL GRAU - CASTILLA - PIURA
MUESTRA : IN SITU
FECHA : PIURA 13 DE MAYO DEL 2023

DATOS DE PRUEBA

Fecha De Ensayo	13/05/2023			
Progresiva	2+500			
Lado	DERECHA			
Capa				
Material	AFIRMADO			
Coordenas	X			
	Y			
Prueba N°	m			

DATOS DE CAMPO

A	Peso Del Frasco + Arena Calibrada	gr.	7975		
B	Peso Del Frasco + Arena Calibrada Sobrante	gr.	1830		
C	Peso De Arena Calibrada En Cono	gr.	1650		
D	Peso De Arena Calibrada En Cavidad (A-B-C)	gr.	4495		
E	Densidad De Arena Calibrada	gr/cm ³	1.44		
F	Volumen En Cavidad (D/E)	cm ³	3122		
G	Peso Total De Material Humeda	gr.	6920		
H	Peso De Grava Retenido En La Malla, Tamiz 3/4	gr.	1130		
I	Peso De Material Sin Grava (G-H)	gr.	5790		
J	Peso Especifico De Grava	gr/cm ³	2.60		
K	Volumen De Grava (H/J)	cm ³	434.6		
L	Volumen De Material Sin Grava (F-K)	cm ³	2687		
M	Densidad Húmeda (I/L)	gr/cm ³	2.155		

CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA

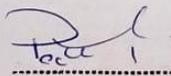
N	Peso De La Muestra Húmeda(Speedy)	%	7.50		
---	-----------------------------------	---	------	--	--

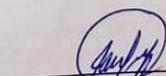
RESULTADOS DE LABORATORIO

Ñ	Maxima Densidad Seca Del Proctor	gr/cm ³	2.023		
O	Optimo Contenido De Humedad	%	6.20		

RESULTADOS DE CAMPO

P	Densidad Húmeda (M)	gr/cm ³	2.155		
Q	Contenido De Humedad (N)	%	7.50		
R	Densidad Seca [P/(100+N)]*100	gr/cm ³	2.005		
S	Grado De Compactacion (R/Ñ*100)	%	99.1		
T	Diferencia De Humedad (N-O)	%	1.3		
U	PORCENTAJE DE GRAVA EN EL HUECO	%	16.3		


 Pedro Pablo Mejia Bustamante
 TÉCNICO DE SUELOS Y
 CONCRETO Y PAVIMENTOS


 YONATHAN PAUL MEJIA TOLEDO
 Ingeniero Geólogo
 Reg. CIP N° 244499



**LABORATORIO
DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

PROCTOR MODIFICADO

(NORMA MTC E 116, ASTM D-698, AASHTO T-99)

DATOS DEL PROYECTO

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE USANDO EL METODO AASHTO - 93

SOLICITA :

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN : AV. MIGUEL GRAU - CASTILLA - PIURA

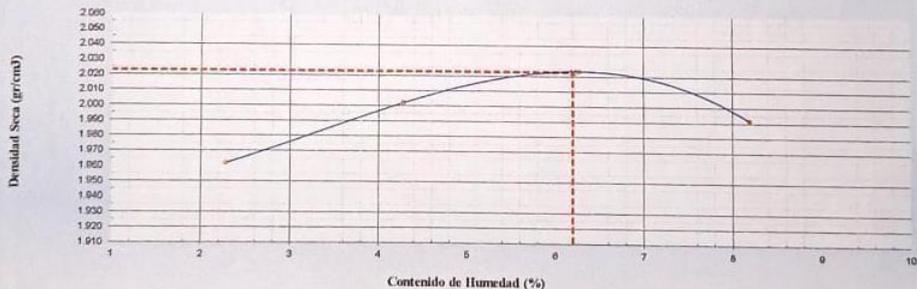
MATERIAL : AFIRMADO

FECHA : 13/05/2022

PESO DE SUELO + MOLDE	gr	7465.55	7634.87	7765.00	7774.62
PESO DE MOLDE	gr	3280.00	3280.00	3280.00	3280.00
PESO DE SUELO HUMEDO COMPACTADO	gr	4185.55	4354.87	4485.00	4494.62
VOLUMEN DE MOLDE	cm ³	2086	2086	2086	2086
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	gr	2.01	2.09	2.15	2.15
RECIPIENTE N°	n°	P-30	P-31	P-32	P-33
PESO DE SUELO HUMEDO + TARA	gr	655.37	649.12	633.30	659.54
PESO DE SUELO SECO + TARA	gr	643.56	626.99	602.50	618.24
TARA	gr	125.40	110.20	110.60	114.30
PESO DE AGUA	gr	11.81	22.13	30.80	41.30
PESO DEL SUELO SECO	gr	518.16	516.79	491.90	503.94
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	2.28	4.28	6.26	8.20
PESO VOLUMETRICO SECO	gr/cm ³	1.982	2.002	2.023	1.992

RESULTADOS MAXIMA DENSIDAD SECA% 2.023
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD% 6.2

RELACION HUMEDAD-DENSIDAD



Pedro Pablo Mejia Bustamante
Pedro Pablo Mejia Bustamante
TÉCNICO DE SUELOS Y
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Yonathan Paul Mejia Toledo
YONATHAN PAUL MEJIA TOLEDO
Ingeniero Geólogo
Reg. CIP N° 244499



**LABORATORIO
DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

RUC: 10456482681
DIREC. ENRIQUE LOPEZ ALBUJAR
M2 71 LOTE 10
PIURA
TELF: 073-351907 CEL: 990023889
945561689-RPM-9982786775

LIMITES DE CONSISTENCIA

(NORMA AASHTO T-99 ASTM D-4318)

DATOS DEL PROYECTO

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE USANDO EL METODO AASHTO-93

SOLICITA

UBICACIÓN : CASTILLA - PIURA

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN : AV. MIGUEL GRAU - CASTILLA - PIURA

MATERIAL : MATERIAL PROPIO DEL LUGAR, AFIRMADO

FECHA : PIURA 13 DE MAYO DEL 2023

LIMITE LIQUIDO

(ASTM D-423)

N° DE ENSAYO	n°	1	2	3
N° DE GOLPES	n°	16	24	33
RECIPIENTE N°	n°	2	17	15.0
PESO DE RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	gr	35.09	33.46	34.06
PESO DE RECIPIENTE + SUELO SECO	gr	29.84	28.95	29.84
PESO AGUA	gr	5.25	4.51	4.22
PESO DE RECIPIENTE	gr	10.90	11.34	12.03
PESO DE SUELO SECO	gr	18.94	17.61	17.81
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%	27.72	25.61	23.69

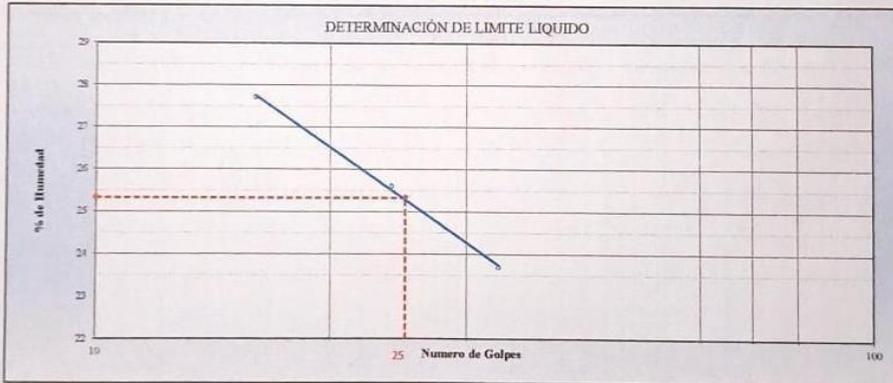
LIMITE PLASTICO

(ASTM D-424)

N° DE ENSAYO	n°	1	2	RESULTADOS	
RECIPIENTE N°	n°	21	13		
PESO RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	gr	17.32	17.45		
PESO RECIPIENTE + SUELO SECO	gr	16.38	16.58	LL	25.67
PESO DE AGUA	gr	0.98	0.87	LP	18.64
PESO DE RECIPIENTE	gr	11.30	11.83	IP	7.04
PESO DE SUELO SECO	gr	5.08	4.75		
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%	18.97	18.32		

GRAFICA DE FLUIDEZ

DETERMINACIÓN DE LIMITE LIQUIDO



Pedro Pablo Mejia Bustamante
Pedro Pablo Mejia Bustamante
TÉCNICO DE SUELOS Y
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Yonathan Paul Mejia Toledo
YONATHAN PAUL MEJIA TOLEDO
Ingeniero Geólogo
Reg. CIP N° 244499



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

(NORMA MTC E-107, AASHTO T-27, ASTM D422)

DATOS DEL PROYECTO

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE USANDO EL METODO AASHTO-93

UBICACIÓN : CASTILLA - PIURA

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN : AV. MIGUEL GRAU - CASTILLA - PIURA

FRACCION INICIAL 11442.0 g

FRACCION INICIAL SECO 790.0 g

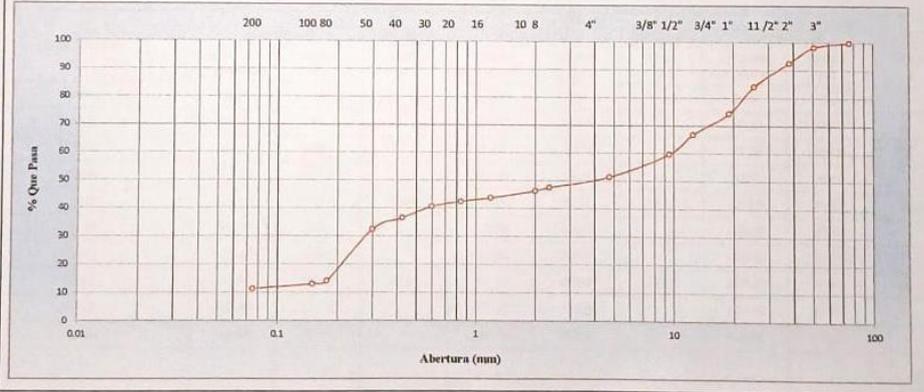
MUESTRA : IN SITU

FRACCION FINA 790.0 g

FECHA : PIURA 13 DE MAYO DEL 2023

TAMIZ N°	(mm)	PESO	PORCENTAJE	RETENIDO	PORCENTAJE	ESPESIFICACION (HUSO "B")	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
		RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA		
3"	76.200	0.0	0.00	0.00	100.00		
2"	50.800	185.0	1.62	1.62	98.38		Cont Humedad 6.17
1 1/2"	38.100	655.0	5.72	7.34	92.66		Limite Liquido 25.67
1"	25.400	970.0	8.48	15.82	84.18		Limite Plastico 18.64
3/4"	19.000	1120.0	9.79	25.61	74.39		Indice de Plasticidad 7.03
1/2"	12.500	885.0	7.56	33.17	66.83		
3/8"	9.500	815.0	7.12	40.29	59.71		%Gravas 48.59
N° 4	4.750	950.0	8.30	48.59	51.41		%Arenas 40.09
N° 8	2.360	58.6	3.81	52.40	47.60		%Finos 11.32
N° 10	2.000	20.1	1.31	53.71	46.29		
N° 16	1.190	38.9	2.53	56.25	43.75		
N° 20	0.840	20.9	1.36	57.60	42.40		CLASIFICACION
N° 30	0.600	28.0	1.82	59.42	40.58		SUCS: GP-GC
N° 40	0.425	62.9	4.09	63.52	36.48		Grava pobremente gradada con arcilla y arena
N° 50	0.300	62.4	4.06	67.58	32.42		AASHTO: A-2-4(0)
N° 80	0.177	282.0	18.35	85.92	14.08		Bueno
N° 100	0.150	16.8	1.09	87.02	12.98		
N° 200	0.075	25.6	1.66	88.68	11.32		
< N° 200	FONDO	173.9	11.32	100.00	0.00		

CURVA GRANULOMETRICA



Pablo 4/11
Pedro Pablo Mejia Bustamante
 TÉCNICO DE SUELOS Y
 CONCRETO Y PAVIMENTOS

Jonathan Paul Mejia Toledo
YONATHAN PAUL MEJIA TOLEDO
 Ingeniero Geólogo
 Reg. CIP N° 244499



INGENIERÍA Y MECÁNICA DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Dirección: Estación Lopez Albujar Ma "L" - Lt "10" Dpto. de Arequipa - Pisco
 Cel: 945-561480-985-786773 Tlf: 073-3319407

RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA(C.B.R)

AASHTO T-193 ASTM D-1583

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE USANDO EL METODO AASHTO-93

UBICACIÓN : AV. MIGUEL GRAU - CASTILLA - PIURA

SOLICITANTE :

MATERIAL : AFIRMADO

FECHA DE ENSAYO : 13/05/2023

COMPACTACIÓN

	1	2	3
Molde N°	1	2	3
Capas N°	5	5	5
Golpes por capa N°	12	25	56
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	7510	7640	7760
Peso de molde (g)	3280	3280	3280
Peso del suelo húmedo (g)	4230	4360	4480
Volumen del molde (cm ³)	2086	2086	2086
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.028	2.090	2.148

HUMEDAD

	1	2	3
Tara (N°)			
Peso suelo húmedo + tara (g)	723.00	726.35	652.34
Peso suelo seco + tara (g)	690.77	694.00	620.45
Peso de tara (g)	177.00	175.00	110.00
Peso de agua (g)	32.23	32.35	31.89
Peso de suelo seco (g)	513.77	519.00	510.45
Contenido de humedad (%)	6.27	6.23	6.25
Densidad seca (g/cm ³)	1.908	1.967	2.021

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN	12 - GOLPES			25 - GOLPES			56 - GOLPES		
	SIN CORREGIR		CORREGIDO	SIN CORREGIR		CORREGIDO	SIN CORREGIR		CORREGIDO
	LECTURA CUADRANTE	CARGA Kg.		LECTURA CUADRANTE	CARGA Kg.		LECTURA CUADRANTE	CARGA Kg.	
0.000	0.00	0.0		0.00	0.0		0.00	0.0	
0.635	23.00	102.0		25.00	115.0		27.00	114.0	
1.270	68.00	218.0		72.00	296.0		79.00	307.0	
1.905	94.00	304.0		101.00	396.0		111.00	450.0	
2.540	137.00	426.0	29.58	145.00	562.0	39.02	175.00	715.0	49.64
3.180	193.00	475.0		210.00	600.0		245.00	770.0	
3.810	266.00	510.0		285.00	640.0		325.00	810.0	
5.080	345.00	560.0	25.93	374.00	690.0	31.95	415.00	836.0	38.71
7.620	425.00	610.0		467.00	730.0		510.00	910.0	
10.160	499.00	660.0		585.00	750.0		645.00	950.0	

Pedro Pablo Mejia Bustamante
 TÉCNICO DE SUELOS Y
 CONCRETO Y PAVIMENTOS

YONATHAN PAUL MEJIA TOLEDO
 Ingeniero Geólogo
 Reg. CIP N° 244499

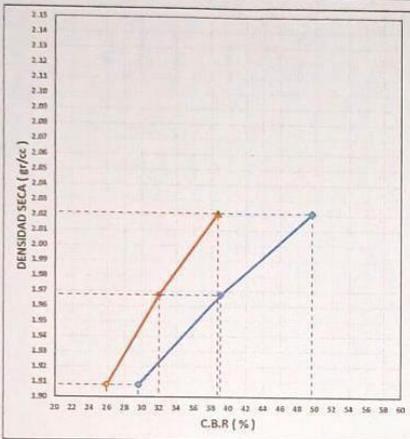


INGENIERÍA Y MECÁNICA DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA(C.B.R)

AASHTO T-193, ASTM D-1557

PROYECTO :	DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE USANDO EL METODO AASHTO-93
UBICACION :	AV. MIGUEL GRAU - CASTILLA - PIURA
MATERIAL :	AFIRMADO
FECHA :	13/05/2023

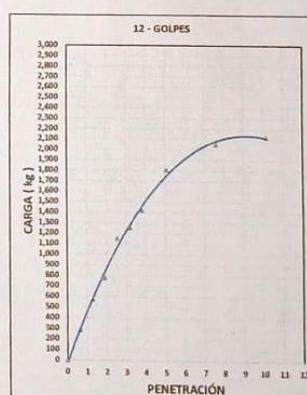
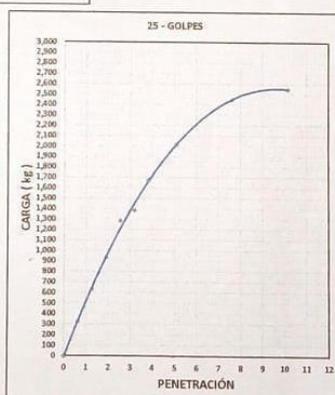
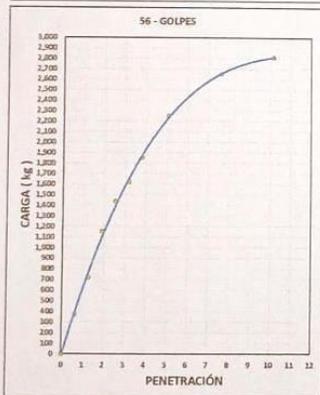


Metodo de Compactación : ASTM D1557
 Maxima Densidad Seca (g/cm3) : 2.023
 Optimo Contenido de Humedad (%) : 6.20
 Maxima Densidad Seca Al 95% (g/cm3) : 1.922
 Maxima Densidad Seca Al 90% (g/cm3) : 1.821

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) : 0.1" 49.64 0.2" 38.71
 C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) : 0.1" 39.02 0.2" 31.95
 C.B.R. al 90% de M.D.S. (%) : 0.1" 29.58 0.2" 25.93

RESULTADOS:

Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. : 49.64%
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. : 39.02%



[Signature]
 Pedro Pablo Mejia Bustamanti,
 TÉCNICO DE SUELOS Y
 CONCRETO Y PAVIMENTOS

[Signature]
 YONATHAN PAUL MEJIA TOLEDO
 Ingeniero Geólogo
 Rég. CIP N° 244459

ANEXO:
PANEL FOTOGRAFICO

Fotografía 1



Fotografía 2



Fotografía 3



Fotografía 4



Fotografía 5



Fotografía 6



Fotografía 7



Fotografía 8



Fotografía 9



Fotografía
10



Fotografía 11



Fotografía
12



Fotografía 13



Fotografía
14



Fotografía 15



Fotografía
16



Fotografía 17



Fotografía
18



Fotografía
19



Fotografía
20



Fotografía
21



Fotografia
22



ANEXO:
DISEÑO DE ESPESORES



DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE

PROYECTO:	Diseño Estructural de Pavimento Flexible usando el Método AASHTO 93 en la Avenida Miguel Grau, Castilla, Piura 2023.

MÉTODO AASHTO -93

Es uno de los métodos mas utilizados y de mayor utilización a nivel internacional para el diseño de pavimentos rígidos.

FORMULACIÓN DE DISEÑO

La ecuación básica de diseño a la que llegó AASHTO para el diseño de pavimentos rígidos, desde un desarrollo analítico, se encuentra plasmada también en monogramas de cálculo, éstos esencialmente basados en los resultados obtenidos de la prueba experimental de la carretera AASHTO. La ecuación de diseño para pavimentos rígidos modificada para la versión actual es la que a continuación se presenta:

FORMULA GENERAL AASHTO

$$\text{Log}_{10}(w_{18}) - Z_r \times S_o + 9.36 \times \text{Log}_{10}(SN+1) - 0.20 + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2-1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \text{Log}_{10}(Mr) - 8.07$$

Donde:

SN	= Número Estructural
w18	= Tráfico (Número de ESAL's)
Zr	= Desviación Estándar Normal
So	= Error Estándar Combinado de la predicción del Tráfico
ΔPSI	= Diferencia de Serviciabilidad (Po-Pt)
Po	= Serviciabilidad Inicial
Pt	= Serviciabilidad Final
Mr	= Módulo de Resiliencia



VARIABLES DEL DISEÑO

NÚMERO ESTRUCTURAL (SN).

En base a este número estructural, se identifican y determinan un conjunto de espesores de cada capa de la estructura del pavimento, que deben ser construidas sobre la subrasante para soportar las cargas vehiculares con aceptable serviciabilidad durante el periodo establecido en el proyecto.

1.- ESTUDIO DE TRANSITO

1.1.- Transito (demanda)

Probablemente, la variable más importante en el diseño de una vía es el tránsito, pues, si bien el volumen y dimensiones de los vehículos influyen en su diseño geométrico, el número y el peso de los ejes de éstos son factores determinantes en el diseño de la estructura del pavimento.

La demanda o volumen de tráfico (IMDA ó TPD), requiere ser expresado en términos de Ejes Equivalentes acumulados para el periodo de diseño. Un eje equivalente (EE) equivale al efecto de deterioro causado sobre el pavimento, por un eje simple de dos ruedas cargado con 8.2 ton de peso, con neumáticos con presión de 80 lb./pulg².

Cálculo de tasas de crecimiento y la proyección

Se puede calcular el crecimiento de tránsito utilizando una fórmula simple:

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

Donde:

T_n = Tránsito proyectado al año "n" en veh/día.

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

n = Años del periodo de diseño.

i = Tasa anual de crecimiento del tránsito que se define en correlación con la dinámica de crecimiento socio-económico(*) normalmente entre 2% y 6% a criterio del equipo del estudio.

La demanda o volumen de tráfico (IMDA ó TPD), requiere ser expresado en términos de Ejes Equivalentes acumulados para el periodo de diseño. Un eje equivalente (EE) equivale al efecto de deterioro causado sobre el pavimento.

1.2.- Determinación del tránsito existente.

El volumen existente en el tramo, considera el promedio diario anual del total de vehículos (ligeros y pesados) en ambos sentidos.

Para la obtención de la demanda de tránsito que circula en cada sub tramo en estudio, se requerirá como mínimo la siguiente información:

a. El tránsito promedio semanal (TPDS) mediante conteos de tránsito en cada sub tramo (incluyendo un sábado o un domingo) por un periodo consecutivo de 7 días (5 día de semana+Sábado+Domingo), como mínimo, de una semana que haya sido de circulación normal. Los conteos serán volumétricos y clasificados por tipo de vehículo. Así mismo en caso no hubiera información oficial, sobre pesos por eje, aplicable a la zona, se efectuara un censo de carga Vehicular durante 2 días consecutivos.

b. Número, tipo y peso de los ejes de los vehículos pesados.

c. Con los datos obtenidos, se definirá el Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes (EE) para el periodo de diseño del pavimento.

1.1. CALCULO DE LOS EJES EQUIVALENTES

$SAL^s(W18)$	4.886.625.04
$SAL^s(W18)$	4.89E+06

2. CONFIABILIDAD

Se denomina confiabilidad (R%) a la probabilidad de que un pavimento desarrolle su función durante su vida útil en condiciones adecuadas para su operación. También se puede entender a la confiabilidad como un factor de seguridad, de ahí que su uso se debe al mejor de los criterios.

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

Nivel de Confiabilidad	Trafico	Exposición (en millones de Ejes)	Nivel de Confiabilidad (R)
Carriles de Bordo	Ta	15.000	95%
	Ta	50.000	90%
	Ta	100.000	85%
	Ta	500.000	80%
	Ta	1.000.000	75%
	Ta	5.000.000	70%
Volumen de Tráfico	Ta	150.000	95%
	Ta	500.000	90%
	Ta	1.000.000	85%
	Ta	5.000.000	80%
	Ta	10.000.000	75%
	Ta	50.000.000	70%
Nivel de Confiabilidad	Ta	10.000.000	95%
	Ta	15.000.000	90%
	Ta	20.000.000	85%
	Ta	25.000.000	80%
	Ta	30.000.000	75%
	Ta	35.000.000	70%

Fuente: Selección Propia en base a los valores AASHTO

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

Nivel de Confiabilidad	Trafico	Exposición (en millones de Ejes)	Desviación Estándar Normal (Zr)
Carriles de Bordo	Ta	15.000	0,30
	Ta	50.000	0,39
	Ta	100.000	0,47
	Ta	500.000	0,56
	Ta	1.000.000	0,64
	Ta	5.000.000	0,73
Volumen de Tráfico	Ta	150.000	0,39
	Ta	500.000	0,47
	Ta	1.000.000	0,56
	Ta	5.000.000	0,64
	Ta	10.000.000	0,73
	Ta	50.000.000	0,81
Nivel de Confiabilidad	Ta	10.000.000	0,39
	Ta	15.000.000	0,47
	Ta	20.000.000	0,56
	Ta	25.000.000	0,64
	Ta	30.000.000	0,73
	Ta	35.000.000	0,81

Fuente: Selección Propia en base a los valores AASHTO

$$R(x) = 85,00 \quad z$$

2.1. DESVIACIÓN ESTÁNDAR

Es función de los niveles seleccionados de confiabilidad.

$$Z_r = -1,036$$

2.2. ERROR ESTÁNDAR COMBINADO

AASHTO propuso los siguientes valores para seleccionar la Variabilidad o Error Estándar Combinado S_o , cuyo valor recomendado es:

Para pavimentos flexibles	0.40 - 0.50
En construcción nueva	0.45

$$S_o = 0,450$$

4. SERVICIABILIDAD (Δ PSI):

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

INDICE DE SERVICIO	CALIFICACIÓN
5	Excelente
4	Muy bueno
3	Bueno
2	Regular
1	Malo
0	Intransitable

Entonces:

$$P_o = 4$$

$$P_t = 2.5$$

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

$$\Delta \text{ PSI} = 1.50$$

5. MÓDULO RESILIENTE (M_r)

El módulo resiliente es una medida de la rigidez del suelo de sub rasante, el cual para su cálculo, deberá determinarse mediante el ensayo de resiliencia determinado de acuerdo a las recomendaciones del AASHTO

$$\text{CBR} = 39.02 \%$$

$$M_r = 26657.21 \text{ PSI}$$

Número Estructural requerido $\text{SN} = 2.695$

Haciendo tanteos de espesor hasta que (Ecuación I) Sea aproximadamente Igual a (Ecuación II):

$$\text{Log}_{10}(W_{18}) - Z_r \times S_o + 0.20 + 8.07$$

$$15.425 \dots \text{Ecuación I}$$

$$9.36 \times \text{Log}_{10}(\text{SN} + 1) + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta \text{ PSI}}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{10.94}{(\text{SN} + 1)^{5.19}}} + 2.32 \text{Log}_{10}(M_r)$$

$$15.425 \dots \text{Ecuación II}$$

NÚMERO ESTRUCTURAL (SN).

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

SN	=	Número Estructural.
$a_{1,2,3}$	=	Coefficientes estructurales de las capas: superficial, base y subbase.
$d_{1,2,3}$	=	Espesores (en cm) de las capas: superficial, base y subbase.
$m_{2,3}$	=	Coefficiente de drenaje para las capas: superficial, base y subbase.

$$a_1 = 0.17 \text{ /cm}$$

$$a_2 = 0.052 \text{ /cm}$$

$$a_3 = 0.047 \text{ /cm}$$

CALIDAD DE DRENAJE

Calidad de Drenaje	% de tiempo del año en que el pavimento está expuesto a niveles de saturación			
	Menor que 1%	1% - 5%	5% - 25%	Mayor que 25%
Excelente	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.20
Bueno	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00
Regular	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0.80
Pobre	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.60
Muy pobre	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40

$$m_2 = 0.8$$

$$m_3 = 0.8$$

Espesor de capa Superficial **D1 = 9.00 Cm**

Espesor de Base **D2 = 20.00 Cm**

Espesor de Subbase **D3 = 15.00 Cm**

Número Estructural requerido **SN = 2.695**

Número Estructural calculado **SN = 2.926**

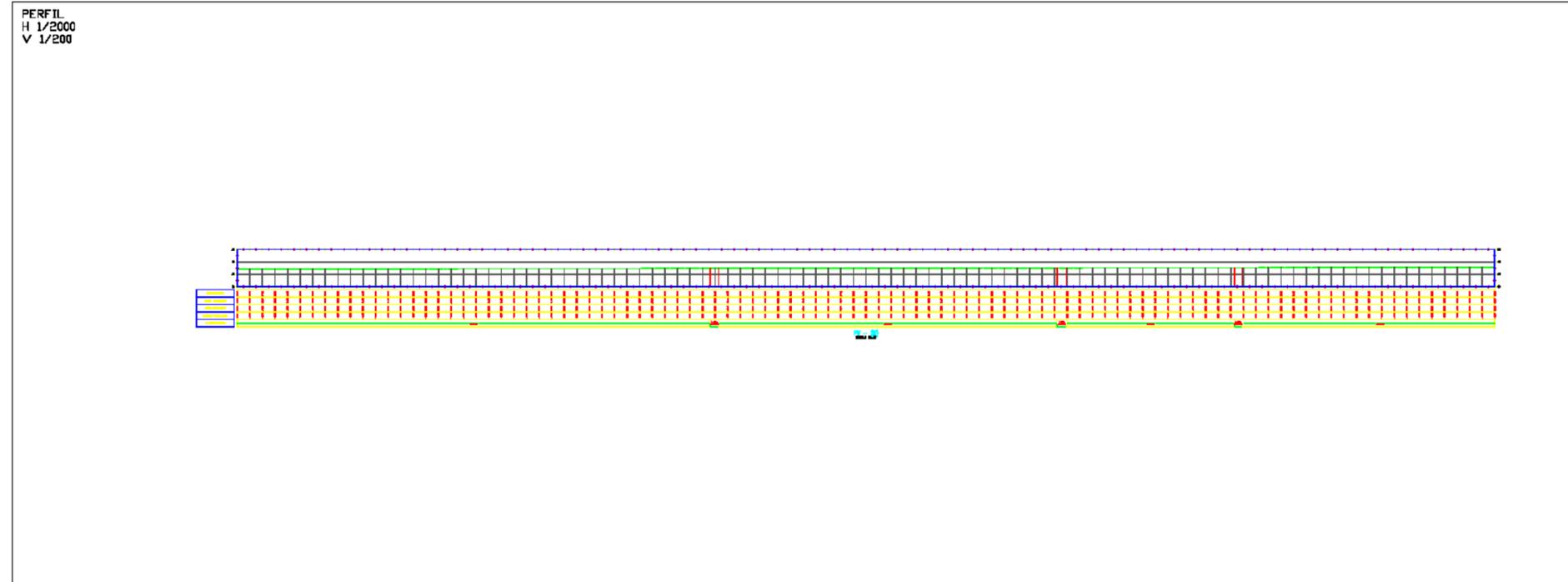
Comparando ambos "SN"

CUMPLE

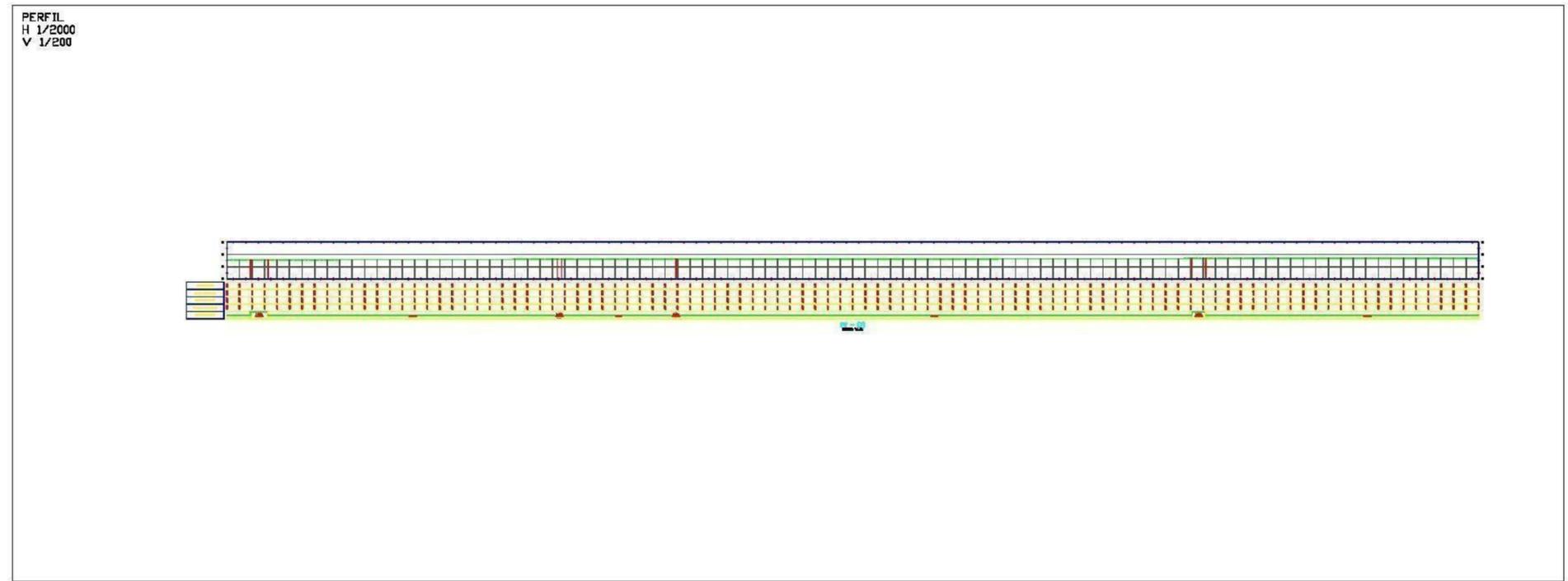
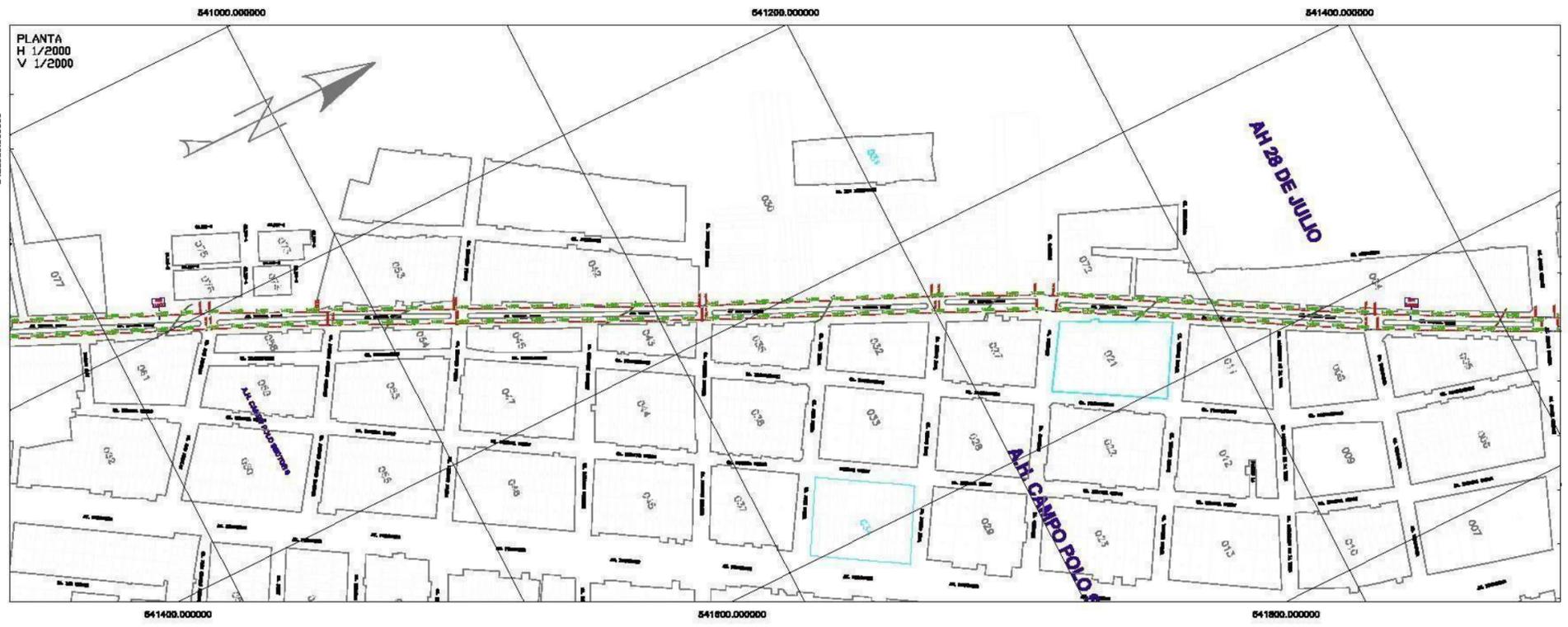
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO

	Pulg.	Cm.
Losa de C° Asfáltico	e= 0.035	9.00
Base Granular	e= 0.079	20.00
Subbase granular	e= 0.059	15.00





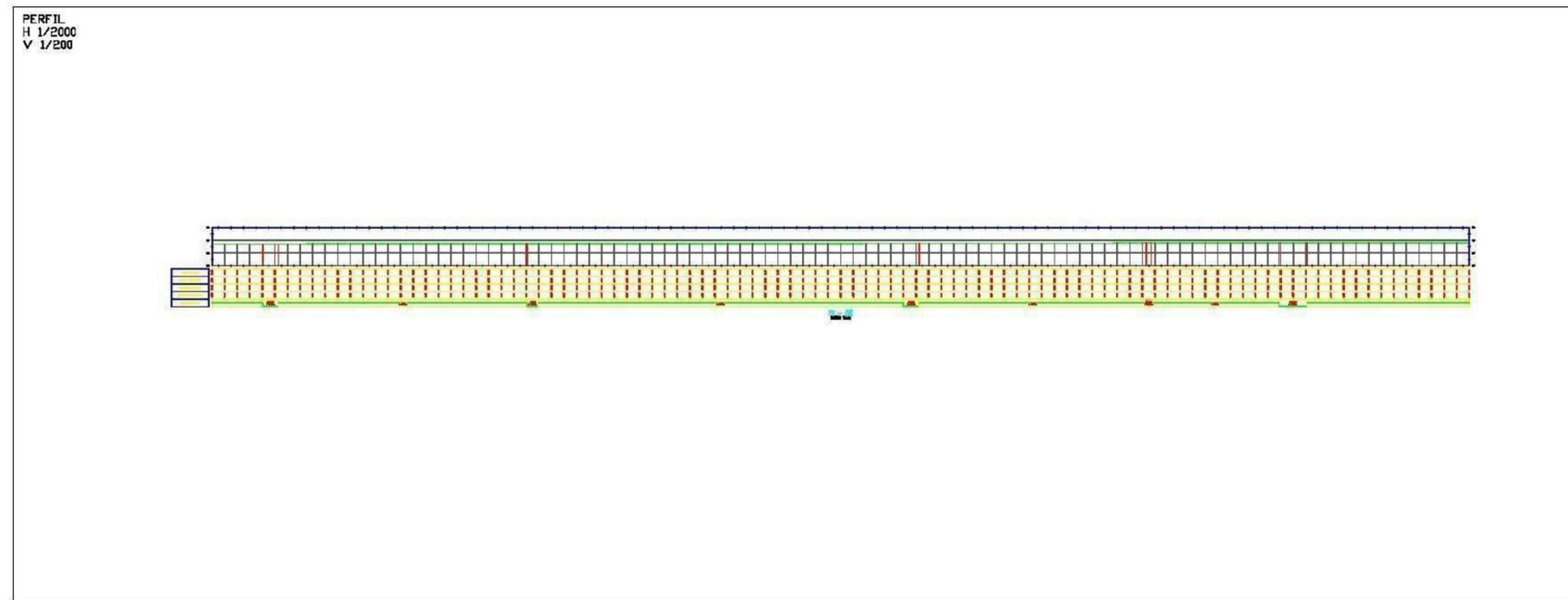
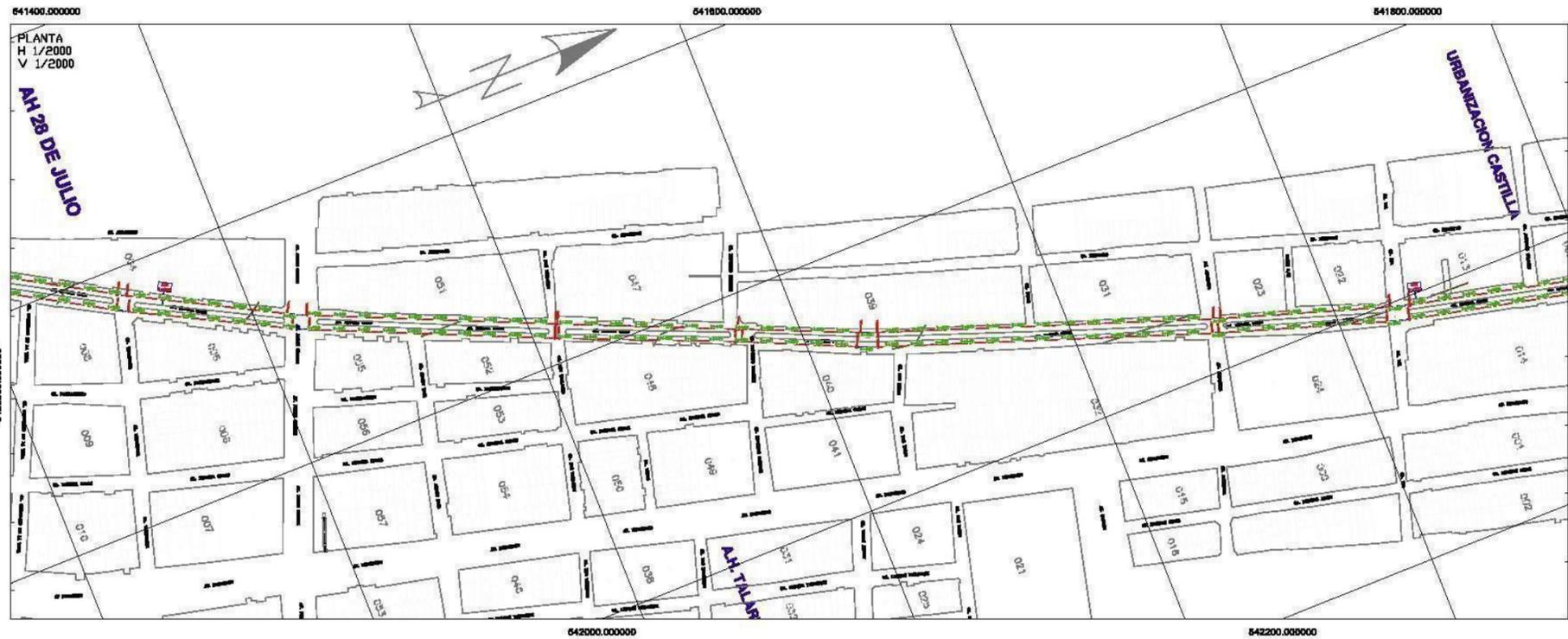
	UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	
	<small>PROYECTO : "MEJORA ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE USANDO EL MÉTODO AABRITO EN LA AVENIDA MIGUEL BRAUN - CASTILLA - PERÚ 2022"</small>	
01 DE 04	<small>PLANO: PLANO PLANTA Y PERFIL</small>	
	<small>FECHA:</small>	<small>ESCALA:</small>
	<small>PROYECTADO POR:</small> <small>PANTA VEGA LUCIA DE LOS ANGELES</small>	<small>PROYECTADO POR:</small> <small>VIGIL CORREA CARLOS EMILIO</small>
		<small>FECHA:</small> <small>JUNIO 2023</small>
		PP-01



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

PROYECTO : "DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE USANDO EL MÉTODO AASHTO 93 EN LA AVENIDA BOLIVAR, SICALI - CASTILLA - PERÚ 2024".

02 DE 04	PLANO	PLANO PLANTA Y PERFIL		PP-02
	ESCALA	1/2000		
	PROYECTADO	PANTA VEGA, LUCIA DE LOS ANGELES	PROYECTADO	
	VERIFICADO	VIEL CORREA, CARLOS EMILIO	VERIFICADO	
	FECHA	JUNIO 2024		



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

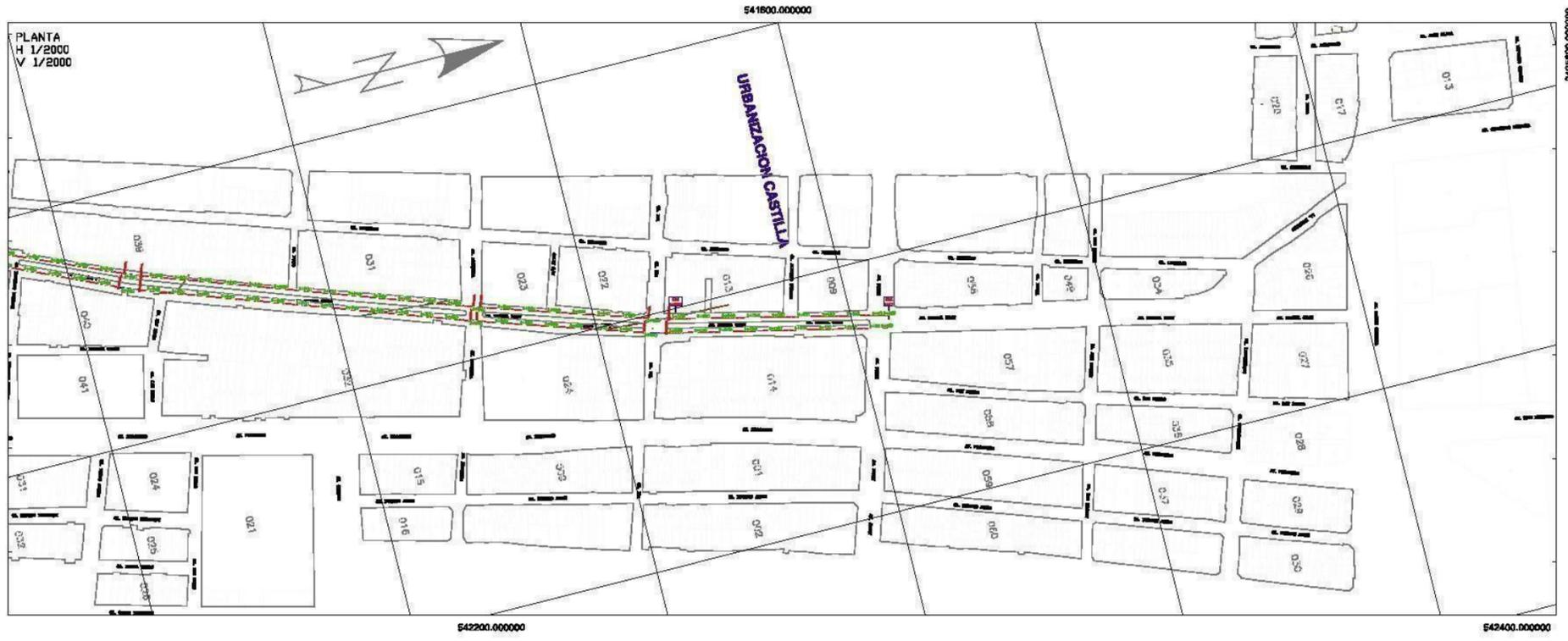
PROYECTO : "DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE USANDO EL MÉTODO AAMTTO 11 EN LA AVENIDA BRUNEL, BRAU - CASTILLA - PERÚ 2003".

PLANO	PLANO PLANTA Y PERFIL	ESCALA	1/2000
PROFESOR	PANTA YEDA, LUCIA DE LOS ANGELES	PROFESOR	JUNIO 2003
AYUDANTE	VEIL CORREA, CARLOS EMILIO		

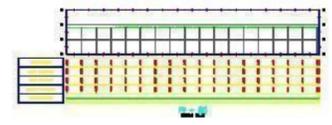
03 DE 04

PP-03

PLANTA
H 1/2000
V 1/2000



PERFIL
H 1/2000
V 1/200



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

PROYECTO : "DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE USANDO EL MÉTODO AARHTO EN LA AVENIDA MIGUEL GIBAU - CASTILLA - PUNTA VEGA"

PLANO	PLANO PLANTA Y PERFIL
ESCALA	1/2000
PROYECTISTA	PANTA VEGA, LUCIA DE LOS ANGELES
PROYECTISTA	VELO CORREA, CARLOS EMILIO
PROYECTISTA	JUNIO 2023

04 DE 04

PP-04



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 Estructural de Pavimento Flexible usando el Método AASHTO 93 en la Avenida Miguel Grau, Castilla, Piura 2023", cuyos autores son VIGIL CORREA CARLOS EMILIO, PANTA VEGA LUCIA DE LOS ANGELES, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 15.00%, 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, 30 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 27-05- 2024 08:52:25

Código documento Trilce: TRI - 0652737