



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Diseño de pavimento rígido para la avenida Tangarará, entre las  
avenidas Universitaria y Salaverry, Urbanización Popular Nuevo  
Horizonte – Sullana – Piura**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

**AUTORES:**

Br. Suarez Bruno, Juan Grabiél (ORCID 0000-0003-1459-4594)

Br. Panta Mena, Dayby Omar (ORCID 0000-0002-3915-2998)

**ASESOR:**

Mg. Medina Carbajal, Lucio Sigifredo (ORCID 0000-0001-5207-4421)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

PIURA – PERÚ

2021

## DEDICATORIA

A mi padre por todo su amor incondicional, su esfuerzo y sacrificio que ha realizado para poder sacarme adelante en mi formación profesional. A mi madre por todo su apoyo incondicional. A mi hermana y familiares.

Suarez Bruno Juan Grabiél

A mi Dios por darme la dicha de llegar a ser profesional, que día a día ha ido cumpliendo los deseos de mi corazón y a mis padres que siempre me apoyan en mis decisiones para ser mejor como persona y profesional, me motivaron constantemente para alcanzar mis metas trazadas.

Panta Mena Dayby Omar

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios eternamente, por mantenerme siempre con salud y permitirme haber llegado hasta el final de mi formación profesional. A mis padres. A mi hermana. A mis familiares. A mis amigos, todos ellos fueron gran parte motivacional para lograr mi objetivo.

A la Universidad César Vallejo por abrirme sus puertas y poder obtener mi título profesional de ingeniero civil.

Suarez Bruno Juan Grabiél

A mi padre que siempre estuvo conmigo aconsejándome, dándome la fuerza y apoyo, a mi madre por siempre querer lo mejor para mi vida, brindándome su fortaleza y a mis hermanos por su apoyo incondicional

Panta Mena Dayby Omar

## Índice de contenidos

CARÁTULA	
DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	iv
ÍNDICE DE TABLAS .....	v
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vi
RESUMEN .....	vii
ABSTRACT .....	viii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	5
III. METODOLOGÍA .....	22
3.1. Tipo de diseño de investigación .....	22
3.2. Variables y operacionalización .....	22
3.3. Población, muestra y muestreo .....	22
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	23
3.5. Procedimientos.....	23
3.6. Método de análisis de datos.....	24
3.7. Aspectos éticos .....	24
IV. RESULTADOS.....	25
V. DISCUSIÓN.....	30
VI. CONCLUSIONES .....	32
VII. RECOMENDACIONES.....	33
REFERENCIAS.....	34
ANEXOS .....	36

## Índice de tablas

Tabla 1. Factores ( $F_d$ ) y ( $F_c$ ) para calcular el tráfico de vehículos en el Carril de Diseño .....	14
Tabla 2. Valor de ( $S_o$ ) de acuerdo a la condición de diseño .....	14
Tabla 3. Valores de ( $R$ ) y ( $Z_r$ ) para un solo periodo de vida útil de 20 años de acuerdo a la magnitud de Tráfico .....	15
Tabla 4. Índice de serviciabilidad final recomendado por AASTHO 93 .....	16
Tabla 5. Valores de ( $P_i$ ), ( $P_t$ ) y Diferencial de Serviciabilidad ( $\Delta PSI$ ) de acuerdo a la magnitud de Tráfico.....	17
Tabla 6. Datos para la Resistencia del Concreto de acuerdo a la magnitud de Tráfico .....	19
Tabla 7. Valores de ( $C_d$ ) para el diseño ....	19
Tabla 8. Valores de coeficiente de transferencia de carga de acuerdo a la magnitud de Tráfico .....	20
Tabla 9. Valores de $J$ recomendados por el manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos.....	21
Tabla 10. Valores preestablecidos de acuerdo al tipo de pavimento a diseñar....	21
Tabla 11. Puntos de BM del levantamiento topográfico .....	26
Tabla 12. Resultado del estudio de mecánica de suelos .....	26
Tabla 13. Resultado del conteo vehicular .....	27
Tabla 14. Resultado del factor camión por tipo de vehículo .....	27

## Índice de figuras

Figura 1. Comportamiento de pavimentos .....	11
Figura 2. Esquema del comportamiento de los pavimentos.....	18
Figura 3. Transferencia de carga.....	20
Figura 4. Plano Topográfico de la Av. Tangarará.....	25
Figura 5. Perfil longitudinal de la Av. Tangarará .....	26
Figura 6. Fórmula para el cálculo del ESAL .....	28
Figura 7. Sección transversal del pavimento.....	29

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como propósito elaborar el diseño del pavimento rígido para la avenida Tangará, tramo comprendido entre las avenidas Universitaria y Salaverry de la Urbanización Popular Nuevo Horizonte, Distrito de Sullana, Piura.

Para ello, se planteó una investigación tipo aplicada, con un diseño no experimental descriptivo. La población de estudio consistió en todas las vías existentes de la Urbanización Popular Nuevo Horizonte. Para el desarrollo de la investigación se realizaron estudios preliminares tales como; estudio topográfico, estudio de mecánica de suelos, estudio de tránsito. Como instrumentos de investigación se utilizó libreta topográfica, estación total, GPS, tablas, gráficos, fichas, fórmulas.

Como resultado se obtuvo que la topografía del terreno fue plana, la subrasante estuvo compuesta de arenas y limos de grano fino, sin presencia de napa freática y arcilla, con un CBR de diseño de 19.55, la vía presentó un regular flujo vehicular liviano. Concluyendo como diseño del pavimento rígido una losa de concreto de resistencia  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  de espesor 0.15 m, una subbase granular de 0.15 m y una base granular de 0.20 m.

**Palabras claves:** Diseño de pavimentos, pavimento rígido, infraestructura vial.

## **ABSTRACT**

The purpose of this research was to develop the design of the rigid pavement for Tangarará avenue, a section between Universitaria and Salaverry avenues of the Nuevo Horizonte Popular Urbanization, Sullana District, Piura.

For this, an applied type research was proposed, with a descriptive non-experimental design. The study population consisted of all the existing roads of the Nuevo Horizonte Popular Urbanization. For the development of the research, preliminary studies were carried out such as; topographic study, study of soil mechanics, study of traffic. As research instruments, topographic notebook, total station, GPS, tables, graphs, files, formulas were used.

As a result, it was obtained that the topography of the was flat, the subgrade was composed of sands and fine-grained silts, without the presence of groundwater and clay, with a design CBR of 19.55, the road presented a regular light vehicular flow. Concluding as a rigid pavement design a concrete slab of resistance  $f'c = 280 \text{ kg / cm}^2$  of thickness 0.15 m, a granular subbase of 0.15 m and a granular base of 0.20 m.

**Keywords:** Pavement design, rigid pavement, road infrastructure.

## I. INTRODUCCIÓN

A nivel internacional los países han ido desarrollando consecutivamente, y si hablamos específicamente de la pavimentación de calles y carreteras porque es un aspecto que hoy en la actualidad muchas veces no es considerado por parte de la sociedad, siendo de carácter importante este tipo de construcciones viales para la comunicación y desarrollo económico de todo un territorio en particular.

Al momento de manejar un vehículo en una vía pavimentada, da la satisfacción de tener una experiencia única, las condiciones del vehículo, el tráfico y el estado meteorológico influyen bastante al momento de desplazarse por una vía, hoy en día una de las principales causas de accidentes es el estado actual de la vía, por ello debemos analizar en qué condiciones se encuentran las vías de cada zona por donde se realizará el recorrido y así sentirnos más seguros al manejar, para llegar sanos y salvos a nuestro destino.

En el Perú, en el año 2017 surgió un periodo intenso de lluvias denominado “Niño costero”, afectando gravemente a todo el Norte de País, siendo Piura una de las regiones más afectadas, como consecuencia se generaron inundaciones, colapsos de ríos, huaycos, afectando directamente a todas las vías urbanas, carreteras y arterias en general, la cual la mayoría son de pavimentos flexibles por ende tiene a ser más sensible que un pavimento rígido obstruyendo el paso de los vehículos y peatones, por los huecos llenos de lodo y calles inhabilitadas.

La ciudad de Sullana ubicada en la región Piura, es la segunda ciudad más importante en el ámbito social, económico y geográfico, la cual se ha visto gravemente afectada por las lluvias producto de la existencia del fenómeno “Niño Costero” ocurrido en el año 2017. Las carreteras y calles en general se vieron muy afectadas, lo que limita el movimiento de personas y vehículos debido a los huecos creados por las carreteras destruidas. (User, 2017, párrafo 1)

Actualmente la población de la ciudad de Sullana ha ido incrementando, tanto que han surgido nuevas urbanizaciones y asentamientos humanos, siendo la Urbanización Popular Nuevo Horizonte una de ellas; la cual se encuentra ubicada en el sector oeste de dicha ciudad, a margen izquierda de la carretera Sullana Paita, con un número de habitante de 8,000, la misma que no cuenta con una adecuada

pavimentación de sus calles principales y secundarias, sabiendo lo valioso que es para los conductores, poder contar con un camino que no dañe sus vehículos, y se puedan trasladar sin ningún contratiempo de tránsito como son los accidentes, así como también, de manera directa tiende a mejorar la calidad de vida de una población, porque una ciudad con todas sus calles y avenidas pavimentadas genera mayor estética visual.

Se estima que un 80% de la ciudad de Sullana presenta problemas de transitabilidad por pistas en mal estado, que impiden un flujo constante y continuo de vehículos, mototaxis, bicicletas, peatones, o simplemente las pistas se encuentran sin carpeta de rodadura que pueda soportar las condiciones de tránsito y climáticas, la avenida Tangarará tramo comprendido entre las avenidas Universitaria y Salaverry de la Urbanización Nuevo Horizonte es una de ellas, que no cuenta con un adecuado pavimento, además es una avenida muy transitada porque conecta a todas las habilitaciones urbanas adyacentes del sector oeste de Sullana. Realizar un diseño de pavimento rígido contribuirá a mitigar estos problemas, ya que investigaciones similares lo demuestran e inclusive son obras de carácter primario y prioritario dentro del desarrollo de una ciudad.

En base a ello, se presentó el planteamiento del problema de investigación. Así como pregunta general: ¿Cuál es el diseño de pavimento rígido para la avenida Tangarará, entre las avenidas Universitaria y Salaverry, Urbanización Popular Nuevo Horizonte – Sullana - Piura?, y como preguntas específicas, se plantea ¿cómo es el estudio topográfico para el diseño de pavimento rígido de la avenida Tangarará, entre las avenidas Universitaria y Salaverry, Urbanización Popular Nuevo Horizonte – Sullana - Piura?, ¿cómo es el estudio de mecánica de suelos para el diseño de pavimento rígido de la avenida Tangarará, entre las avenidas Universitaria y Salaverry, Urbanización Popular Nuevo Horizonte – Sullana - Piura?, ¿cómo es el estudio de tránsito para el diseño de pavimento rígido de la avenida Tangarará, entre las avenidas Universitaria y Salaverry, Urbanización Popular Nuevo Horizonte – Sullana - Piura? y ¿cómo es el paquete estructural para el diseño de pavimento rígido de la avenida Tangarará, entre las avenidas Universitaria y Salaverry, Urbanización Popular Nuevo Horizonte – Sullana - Piura?

Para darle solución al problema, se planteó como objetivo general: Realizar el diseño de pavimento rígido para la avenida Tangarará, entre las avenidas Universitaria y Salaverry, Urbanización Popular Nuevo Horizonte – Sullana - Piura, y como objetivos específicos, se planteó realizar el estudio topográfico de la avenida Tangarará, entre las avenidas Universitaria y Salaverry, Urbanización Popular Nuevo Horizonte – Sullana - Piura, realizar el estudio de mecánica de suelos de la avenida Tangarará, entre las avenidas Universitaria y Salaverry, Urbanización Popular Nuevo Horizonte – Sullana - Piura, realizar el estudio de tránsito de la avenida Tangarará, entre las avenidas Universitaria y Salaverry, Urbanización Popular Nuevo Horizonte – Sullana - Piura y determinar el paquete estructural de la avenida Tangarará, entre las avenidas Universitaria y Salaverry, Urbanización Popular Nuevo Horizonte – Sullana - Piura.

El presente trabajo se justificó, porque permitió tener una propuesta de pavimento rígido, para la avenida Tangarará tramo comprendido entre las avenidas Universitaria y Salaverry de la Urbanización Popular Nuevo Horizonte, el mismo que actualmente pese a tener más de 15 años de su creación, todas sus vías principales como secundarias no están pavimentadas, y porque presenta un alto índice de tráfico, dado que constituye dentro de la Urbanización Nuevo Horizonte una de las vías principales de ingreso a la misma y sectores de su entorno.

Desde el punto de vista ambiental, se justificó porque actualmente las vías sin pavimentar son una fuente de contaminación alta, dado que como son de tierra con el paso vehicular y peatonal, se origina la suspensión de material particulado, que produce contaminación del aire, además del ingreso del mismo a los domicilios de manera constante y frecuencia permanentes, con la consecuente malestar de sus pobladores, y la presencia de enfermedades respiratorias en alto índice.

El presente trabajo se justificó socialmente, porque será de gran beneficio de manera directa a los pobladores de la urbanización, y de manera indirecta a la población en general y a los que brindan el servicio de transporte a la urbanización, y además porque ello significa mejorar sus condiciones de vida.

El tema de investigación se justificó académicamente, porque permitió aplicar los conocimientos técnicos y metodologías de los diferentes cursos tales como, topografía, mecánica de suelos, transportes, pavimentos, impartidos por los docentes de la Universidad en la formación profesional como ingeniero civil.

## II. MARCO TEÓRICO

El diseño de pavimentos es de gran impacto en el campo de estudios de la ingeniería civil, existen muchas investigaciones a nivel internacional, nacional y local que lo demuestran.

Lituma C. (2018), en su proyecto de investigación “Análisis de respuestas mecánicas de los pavimentos rígidos colocados en las vías urbanas del cantón Cuenca” de la Universidad de Cuenca – Ecuador, su objetivo principal condujo a determinar y analizar el comportamiento estructural de pavimentos rígidos utilizados en la práctica vial urbana en la ciudad de cantón Cuenca y proporcionar datos sobre parámetros importantes utilizados en la construcción y diseño de acuerdo al interés de la localidad. Llegando a la conclusión, que el diseño de dicho pavimento está dominado por la degradación por esfuerzo y fatiga, donde el coeficiente de módulo de rotura juega un papel importante y asimismo, los datos de sensibilidad muestran que la reducción promedio lograda con un aumento en el espesor de la losa de 1,0 cm, disminuye entre el 7.59% y un 4.65% del esfuerzo de borde en las deformaciones de esquinas (junta transversal – junta longitudinal).

Padilla R. (2011), en su tesis titulada “*Diseño del pavimento rígido para el Tramo El Empalme (abscisa 0+000) – Celica (abscisa 20+300) de la vía El Empalme – Celica – Alamor*” de la Universidad Internacional del Ecuador, su principal objetivo fue diseñar un pavimento rígido acorde a la normativa vigente, y producto de ello se incrementa el desarrollo social y económicamente para la provincia de Loja, llegando a la conclusión, que los pavimentos rígidos absorben la mayor parte del trabajo, como resultado se transfiere menos tensión a la subrasante, a diferencia del caso de un pavimento asfáltico o flexible, donde la subrasante tiene que absorber una gran cantidad de tensión. Los métodos más comunes y utilizados para el diseño de pavimentos rígidos son AASHTO y PCA, que se utilizan para determinar el espesor de los pavimentos de concreto. Entre ellos, se prevé un método que integre las condiciones del ámbito geográfico para el tramo de estudio, y se utiliza para el diseño de pavimentos rígidos y flexibles es el AASHTO. Determinado, el espesor de 20 cm de hormigón rígido para el Tramo I y Tramo II, a pesar de que el cálculo arroja valores que fluctúan entre 18.50 y 19.00 cm, en razón de que los factores y coeficientes utilizados para el cálculo son valores tomados de

las recomendaciones de la AASHTO. Recomendando que, debido a la topografía del sector y las precipitaciones en la estación lluviosa, se debe completar el diseño, con obras complementarias de cunetas y subdrenes, que ayudaran al mantenimiento de la vía y el espesor para el pavimento rígido debe ser de 20 cm, con una base granular de 15 cm. Por las consideraciones planteadas en el estudio, la base granular debe estar compuesta de agregados finos y gruesos triturados y mezclados al 100% en un molino central (base clase 1A).

Gaspar, R. (2010), en su investigación "*Diseño del Pavimento rígido del camino que conduce a la aldea El Guayabal, Municipio de Estanduela del departamento de Zacapa*" del centro de estudio superior San Carlos de Guatemala, donde su principal objetivo fue colaborar en la ciudad de Estanduela, en el departamento de Zacapa, conjuntamente con el municipio se estudiaron las necesidades, recomendando proyectos de infraestructura prioritarios como el diseño del pavimento de las vías que conducen a la localidad El Guayabal, concluyendo; que el proyecto vial abarcaría 5,755 metros de largo y 6 metros de ancho para la calzada. El proyecto estuvo basado en la metodología PCA simplificada para el diseño, determinando un espesor de subbase de 15 cm y un espesor para la losa de 15 cm, con 2 % de bombeo. Asimismo desde un punto de vista técnico, un pavimento rígido requiere un mantenimiento mínimo durante la vida útil de diseño, en cambio los pavimentos asfálticos o flexibles requieren un mantenimiento regular para evitar daños. También, se debe garantizar una supervisión técnica profesional durante el trabajo para garantizar que se cumplan todas las especificaciones. Es importante asegurarse de que todos los materiales utilizados sean de calidad. Para verter hormigón, debe hacerse lo antes posible después de preparar la mezcla y nunca después de haber transcurrido 30 minutos. Al verter el hormigón sobre la base o subbase de ser el caso, primero se deberá humedecer con agua limpia. Dado que es una losa de 15 cm de espesor, debe utilizarse un vibrador para una adecuada trabajabilidad del concreto.

De las investigaciones nacionales tenemos:

Ortiz, B.; Tocto, E. (2019), en la línea de investigación *“Diseño de infraestructura vial con pavimento rígido para transitabilidad del barrio Señor de los Milagros, distrito Canoas de Punta Sal, provincia Contralmirante Villar de la región de Tumbes - 2018”* del Centro de Estudios Superior César Vallejo - Chiclayo, su objetivo general era tener una propuesta de diseño de pavimento rígido de la estructura de la carretera para el barrio Señor de los Milagros, ubicado en el distrito Canoas de Punta Sal, los criterios de serviciabilidad no se encuentran en el método PCA, por lo tanto se utilizó la metodología AASHTO 93, el cual sí está asociado con la serviciabilidad. Concluyendo como resultado final un paquete estructural compuesto de 15 cm de espesor para la losa de concreto hidráulico de resistencia  $f_c=210\text{kg/cm}^2$ , 20 cm de espesor para la base granular, haciendo un espesor total de 35 cm y 2% de bombeo para que en épocas de lluvia, drene adecuadamente.

Vega D. (2018), en su investigación; *“Diseño de los Pavimentos de la carretera de acceso al nuevo puerto de Yurimaguas (Km 1+000 a 2+000)”* de la Pontificia Universidad Católica del Perú, el propósito de su tesis fue diseñar el pavimento de 1000 metros lineales de longitud de la vía de entrada al nuevo puerto de Yurimaguas, entre los tipos de pavimentos que se consideraron para el diseño fue el flexible y rígido, concluyendo dos alternativas de diseño para el pavimento rígido, una estuvo enfocada mediante el método AASHTO y la segunda por el método PCA. Aunque se encontró un enfoque diferente entre los dos, la AASHTO utiliza variables de desviación estándar compuesta y confiabilidad, mientras que la PCA está basado en el análisis de erosión y el concepto de fatiga para evaluar la tasa de falla del pavimento. Una de las diferencias entre los dos métodos es que AASHTO usa el ESAL como dato final del estudio de tránsito, mientras tanto el PCA usa el número esperado de iteraciones acumuladas durante el tiempo de diseño en función del peso y tipo de cada eje. En este trabajo, al utilizar el método del PCA para diseño, se determinó 15 cm de espesor para la base granular, el mismo valor también se obtuvo por el método AASHTO, asimismo 24 cm de espesor para la losa mientras que por la AASHTO fue 20 cm de losa de concreto, 4 cm más pequeño que el otro método, por esta razón, esta alternativa ha sido seleccionada como la mejor opción para el pavimento de concreto.

Hanco H. (2016) en tesis titulada “Estudio y diseño del pavimento rígido en la Av. Perú de la ciudad de Juliaca, tramo I Jr. Mantaro – Jr. Francisco Pizarro” del Centro de Estudios Superior Nacional del Altiplano – Puno, su objetivo principal, es calcular el espesor del paquete estructural del pavimento rígido que requiera el menor costo y que garantice la vida útil de la Avenida Perú, tramo comprendido entre el Jr. Francisco Pizarro y Jr. Mantaro, en la ciudad de Juliaca, Puno. En sus conclusiones, se tiene que el diseño del pavimento rígido por las diferentes metodologías, la PCA y el AASHTO 93, permite ver diferentes valores de espesores para la losa de hormigón, mediante los estudios geotécnicos de la subrasante, se obtuvo el CBR, asimismo se obtuvo un ESAL de diseño del estudio de tráfico que se realizó en la vía de estudio, con tales valores nos permitirá calcular el espesor de la losa del pavimento por los dos métodos. Es recomendable realizar los estudios de tráfico durante un período de encuesta más largo para tener datos mucho más acertados, con la finalidad de asegurar que la textura del pavimento cumpla con los 20 años para el cual fue diseñado. La elaboración del estudio final dará la viabilidad de la ejecución del proyecto, y así mejorará el flujo vehicular, el buen drenaje y el tránsito urbano en general de toda la población de la ciudad, principalmente ayudará a la seguridad y el ordenamiento para los habitantes en la urbanización Villa San Jacinto y Los Rosales, específicamente los habitantes que residen en la avenida Perú tramo comprendido entre el Jr. Francisco Pizarro y Jr. Mantaro. Para los métodos empleados en el diseño de la estructura del pavimento, así como los materiales utilizados y los elementos que forman parte de la estructura del pavimento, se llevará a cabo una investigación directa de laboratorio para los diferentes estudios, tales como Contenido de Humedad, Proctor Granulometría y CBR, para obtener las características del suelo de fundación y determinar su comportamiento, con una aproximación más realista obtenida de ello al emplearse el método de AASHTO93 y PCA, los cuales se usaron en dicho estudio.

Entre los estudios locales previamente realizados tenemos:

Espinoza A. y Vargas J. (2020), en su tesis titulada “Propuesta de diseño estructural del pavimento rígido convencional y fibroreforzado de la Av. Sánchez Cerro en Piura usando la tecnología del reciclado mecánico” del Centro de Estudios Superior Peruana de Ciencias Aplicadas, su principal objetivo fue diseñar un pavimento

rígido en el Tramo II del proyecto de rehabilitación de la Av. Sánchez Cerro. En el diseño del pavimento se tuvieron en cuenta los diferentes métodos tales como, el PCA 1984, el AASHTO 1993 y la Yield Line Theory para losas revestidas con fibras, las cuales cumplen con los requerimientos de la normativa nacional vigente, del cual llegaron a la conclusión que para determinar si el diseño del espesor de la losa es competente para el proyecto se deben tomar en cuenta los niveles existentes de la vía y valor económico que este representa. Teniendo en consideración que se ha reciclado solo 20 cm del pavimento existente, es importante tomar en cuenta que el uso de una losa de menor espesor (200 mm) es la solución técnica y económicamente viable para el proyecto, ya que al reducir un 25% del volumen de concreto de una losa de 262 mm, se tendría un ahorro de costos significativo tomando en cuenta el costo implicado en la compra de las fibras metálicas. Asimismo, recomienda que durante la ejecución del proyecto se tendrá que realizar controles de calidad para asegurar el valor del CBR de diseño de la base reciclada con la finalidad de garantizar el buen desempeño del pavimento. También el pavimento deberá tener una pendiente del 2% para la evacuación de las aguas pluviales para que permita asegurar el drenaje superficial en periodos de lluvia intensa, hacia el terreno natural o cunetas proyectadas del proyecto.

Ocaña H. (2018), en su tesis denominada, "*Propuesta técnica para el diseño geométrico y diseño estructural del pavimento flexible, pavimento semiflexible y pavimento rígido para la avenida las amapolas, en los distritos de veintiséis de octubre y Piura, provincia de Piura, región Piura*" de la Universidad Nacional de Piura, su principal objetivo es realizar propuestas técnicas basado en el diseño estructural de pavimentos asfálticos, de concreto y de adoquines y el diseño geométrico para la Avenida Las Amapolas. En conclusión, el dimensionamiento del pavimento se realizó utilizando el método AASHTO-93 y del estudio de la subrasante el CBR fue 13.2. Las pruebas de sales solubles muestran que el concreto tiene una agresividad de baja a moderada en el suelo natural por lo que se debe usar cemento Portland de grado "MS" en el diseño, para prolongar la vida útil del concreto. La clasificación del suelo muestra que tiene propiedades cohesivas, en la zona de la calzada se recomienda hacer un corte hasta el nivel de la subrasante, para colocar una capa de hormigón granular de 20 cm de espesor. Para posteriormente vaciar el concreto hasta llegar al espesor diseñado.

Sánchez J. (2017) en su proyecto de investigación *“Evaluación del estado del pavimento de la Av. Ramón Castilla, Chulucanas, mediante el método PCI”* de la Universidad de Piura, donde su propósito fue analizar y evaluar el estado del pavimento en relación al nivel de servicio que brinda a los usuarios e indirectamente evaluar su integridad estructural, por medio del cálculo de su índice de condición y paralelamente brindar un índice objetivo comparable entre el comportamiento y condición del pavimento, por lo tanto justificaron de esa manera la tecnología que mejor se adapta a esa condición, de acuerdo a su estado actual para la planificación de las intervenciones de mantenimiento y reparación, teniendo presente que existe un 11% en muy mal estado y un 14% en mal estado, sabiendo que esto no es adecuado para los usuarios. Esto se debe a que esta parte de la avenida se construyó hace unos años, por lo tanto, ya ha soportado muchas cargas producto de los vehículos y además las fuertes lluvias, como fue el fenómeno El Niño del año 1983, donde causaron grandes daños al pavimento. Por este motivo, es necesario realizar ciertos trabajos de reparación para garantizar la seguridad de los usuarios y restaurar el buen funcionamiento de la avenida. Los métodos de tratamiento no se pueden aplicar al azar para crear un plan de mantenimiento del pavimento dañado, por ello es importante conocer los pasos exactos a seguir según los defectos encontrados.

El estudio topográfico es un conjunto de acciones realizadas sobre un terreno con herramientas adecuadas para obtener una representación gráfica o plano. De esta forma podemos conocer la posición de los puntos de interés y su posición exacta mediante la latitud, longitud y elevación o cota. Para realizar un estudio topográfico es necesario disponer de varios instrumentos como el nivel y la estación total. El punto de partida de una edificación o construcción empieza con un levantamiento topográfico. (AJ Topógrafos)

Un pavimento rígido es un paquete estructural que está compuesto por capas que vienen a ser subbase, base, capa de rodadura, dependiendo del terreno puede tener más capas de mejoramiento, la losa puede ser de concreto simple o armado, la losa ya que tiene una rigidez y un alto módulo de elasticidad va a tener más resistencia que un pavimento flexible, que al tener menor rigidez, las capas

inferiores serían las que soportan mayores tensiones en la subrasante la cual tiende a ver deformaciones y a fallar un pavimento.

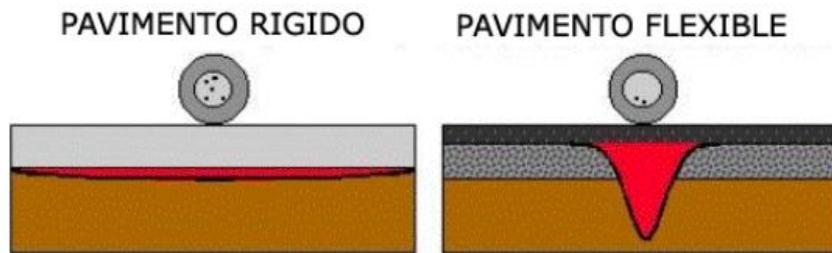


Figura 1. Comportamiento de pavimentos (Fuente: American Association of State Highway and Transportation Officials, 1993).

La vida útil del pavimento rígido varía de 20 y 40 años. El mantenimiento obligatorio es mínimo y generalmente solo se realiza en las juntas de las losas (Alicaresp, 2019).

La subrasante es el nivel de corte de terreno natural que va perfilado y compactado, es la más importante para el éxito de un pavimento tiene que estar bien nivelada y tener una buena capacidad portante cumplir con los porcentajes de compactación ya que desde la subrasante iniciamos nuestro pavimento, también tenemos que tener en cuenta los suelos arcillosos, salitrosos que dañan el pavimento, tendríamos que mejorar para tener mejor resistencia del suelo.

La base es una porción con material granular la cual debe cumplir con la especificación de los materiales para tener una buena capacidad portante al 100% de compactación ya que es la capa que va a recibir el concreto o llamada capa de rodadura.

La losa es de concreto. El mínimo factor de cemento debe determinarse a los estudios realizados en laboratorios y por experiencia previa de durabilidad y resistencia. Se deben utilizar aditivos dependiendo de la zona donde se trabajará la losa para así poder llegar a su resistencia y tener mejor trabajabilidad del concreto.

Un diseño de pavimento rígido implica el análisis de varios factores; tales como el nivel de confiabilidad necesario para diseñar de acuerdo con la importancia del clima, drenaje, características del suelo, transporte, capacidad de transmisión de carga, nivel de serviciabilidad deseado e importancia de la carretera. Todos estos

factores son necesarios para predecir de manera confiable el comportamiento de la estructura del pavimento y evitar que el daño al pavimento alcance un nivel de colapso durante su vida útil. (American Association of State Highway and Transportation Officials, 1993)

De acuerdo a la American Association of State Highway and Transportation Officials (1993) estableció la siguiente ecuación AASHTO, siendo fundamental para el diseño de los pavimentos rígidos:

$$\log W_{18} = Z_R S_0 + 7.35 \log(D+1) - 0.06 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.5-1.5}\right)}{\frac{1.624 \times 10^7}{(D+1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 P_t) \log \left[ \frac{S'_C C_d (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 J \left[ D^{0.75} - \frac{18.42}{\left[\frac{E_C}{K}\right]^{0.25}} \right]} \right]$$

Donde:

- K = Coeficiente de reacción de la subrasante en pci (psi/pulg).
- J = Transferencia de carga.
- Z<sub>R</sub> = Desviación estándar para una confiabilidad R.
- W<sub>18</sub> = Número de cargas previstas en el carril de diseño.
- C<sub>d</sub> = Drenaje.
- ΔPSI = Pérdida de servicio pronosticado para el diseño.
- S<sub>0</sub> = Desvío estándar.
- D = Espesor de la capa de rodadura.
- E<sub>C</sub> = Módulo de elasticidad del concreto.
- P<sub>t</sub> = Índice de servicio final.
- S'<sub>C</sub> = Módulo de rotura del concreto.

La vida útil y el tiempo de análisis del pavimento son dos variables importantes. El tiempo de análisis se alude al período de tiempo durante el cual se ejecuta el análisis, es decir, el período de tiempo cubierto por cualquier planificación de diseño. La vida útil se alude al tiempo transcurrido desde el inicio del servicio de la carretera hasta que se requiere la reparación del pavimento, es decir, el pavimento ha alcanzado su disponibilidad mínima. A los efectos del diseño, se tiene en cuenta la vida útil y el período de análisis se utiliza para comparar las alternativas de diseño, por mejor decir, el análisis económico del proyecto. (American Association of State Highway and Transportation Officials, 1993)

El manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos, sección suelos y pavimentos en su capítulo XIV; pavimentos rígidos, recomienda un período de diseño de al menos 20 años. El Ingeniero encargado del diseño puede ajustar el tiempo de diseño de acuerdo con las condiciones específicas del proyecto y las necesidades de la empresa o entidad.

Los pavimentos por el método AASHTO son diseñados para soportar ciertas cargas durante el período de servicio. El tráfico está formado por vehículos de diferentes pesos y ejes, provocando diferentes deformaciones y tensiones en la calzada, provocándole diferentes daños. Para considerar esta diferencia, el flujo vehicular se convierte en una carga por eje que corresponde a 18 kips (80 kN) o ESAL (carga equivalente de un solo eje). (American Association of State Highway and Transportation Officials, 1993)

Un aspecto importante que los ingenieros deben conocer con suficiente precisión es el estudio de tráfico, para diseñar y planificar correctamente diferentes aspectos de la factibilidad del diseño del pavimento y el de la explanada del camino. Las encuestas de tráfico, realizadas en dicho estudio deben proporcionar información sobre el índice medio diario anual (IMDA) para cada sección de la carretera en cuestión. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013)

**TABLA 1.** Factores ( $F_d$ ) y  $F_c$ ) para calcular el tráfico de vehículos en el Carril de Diseño

N° de calzadas	N° de carriles por sentido	N° de sentidos	Factor Direccional ( $F_d$ )	Factor Carril ( $F_c$ )	Resultado de $F_d \times F_c$
<b>una</b> (para IMDa total de la calzada)	Uno	Uno	1.00	1.00	1.00
	Dos	Uno	1.00	0.80	0.80
	Tres	Uno	1.00	0.60	0.60
	Cuatro	Uno	1.00	0.50	0.50
	Uno	Dos	0.50	1.00	0.50
	Dos	Dos	0.50	0.80	0.40
<b>dos con separador central</b> (para IMDa de las dos calzadas)	Uno	Dos	0.50	1.00	0.50
	Dos	Dos	0.50	0.80	0.40
	Tres	Dos	0.50	0.60	0.30
	Cuatro	Dos	0.50	0.50	0.25

Fuente: manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos.

La confiabilidad ( $R$ ) es una variable de diseño que representa la probabilidad de que la carretera pavimentada esté en pleno funcionamiento durante su vida útil o período de diseño y resista el tráfico y las condiciones ambientales durante este tiempo. Cuando se habla de comportamiento de un pavimento, se refiere a la capacidad estructural y funcional de ello, por mejor decir su capacidad para soportar cargas provocadas por el tráfico y su capacidad para garantizar la seguridad y comodidad de los usuarios durante el intervalo de diseño. Por lo tanto, la confiabilidad está relacionada con la aparición de defectos de un pavimento. (American Association of State Highway and Transportation Officials, 1993)

La desviación estándar ( $S_o$ ) es la desviación de un conjunto de valores obtenidos del AASHTO y contiene la variabilidad inherente de los materiales del pavimento y los procesos de construcción en él. Los valores de la desviación estándar se muestran en la siguiente tabla. (American Association of State Highway and Transportation Officials, 1993)

**TABLA 2.** Valor de ( $S_o$ ) de acuerdo a la condición de diseño

CONDICIÓN DE DISEÑO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR ( $S_o$ )	
	Pavimento flexible	Pavimento rígido
Pavimento sin obstáculos en el tránsito.	0.44	0.34
Pavimento con obstáculos en el tránsito.	0.49	0.39

Fuente: guía AASTHO "Diseño de estructuras de pavimentos, 1993".

El manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos, sección suelos y pavimentos en su capítulo XIV; pavimentos rígidos, recomienda un  $S_o = 0.35$ .

**TABLA 3.** Valores de (R) y ( $Z_r$ ) para un solo periodo de vida útil de 20 años de acuerdo a la magnitud de Tráfico

TIPO DE VÍA	CLASIFICACIÓN TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS	(R) NIVEL DE CONFIABILIDAD en %	( $Z_r$ ) DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL
<b>Bajo Volumen de Tránsito de Camiones</b>	$T_0$	De 100000 hasta 150000	65.00	-0.385
	$T_1$	De 150001 hasta 300000	70.00	-0.524
	$T_2$	De 300001 hasta 500000	75.00	-0.674
	$T_3$	De 500001 hasta 750000	80.00	-0.842
	$T_4$	De 750001 hasta 1000000	80.00	-0.842
<b>Resto de Caminos</b>	$T_5$	De 1000001 hasta 1500000	85.00	-1.036
	$T_6$	De 1500001 hasta 3000000	85.00	-1.036
	$T_7$	De 3000001 hasta 5000000	85.00	-1.036
	$T_8$	De 5000001 hasta 7500000	90.00	-1.282
	$T_9$	De 7500001 hasta 10000000	90.00	-1.282
	$T_{10}$	De 10000001 hasta 12500000	90.00	-1.282
	$T_{11}$	De 12500001 hasta 15000000	90.00	-1.282
	$T_{12}$	De 15000001 hasta 20000000	90.00	-1.282
	$T_{13}$	De 20000001 hasta 25000000	90.00	-1.282
	$T_{14}$	De 25000001 hasta 30000000	90.00	-1.282
	$T_{15}$	Mayor a 30000000	95.00	-1.645

Fuente: manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos.

Otra variable de diseño es la serviciabilidad, la cual se utiliza para medir el comportamiento de un pavimento, el comportamiento funcional se refiere a los términos de seguridad y comodidad que se puede proporcionar al usuario durante su movimiento por la carretera. El comportamiento estructural se asocia a las propiedades físicas que pueden presentar los caminos pavimentados, como grietas, defectos, descamación, que pueden afectar la capacidad portante de la estructura.

(P0) representa el índice de serviciabilidad inicial, el cual se establece en el estado inicial del pavimento en el acto después de la construcción o rehabilitación. Cuando dicha información para el diseño no está disponible, AASHTO ha establecido un valor inicial preferido para el pavimento rígido de 4.5.

(Pt) representa el índice de serviciabilidad final, el cual se produce cuando la superficie del pavimento no cumple con las expectativas de seguridad y comodidad requeridas por los usuarios. Dependiendo del grado de importancia o de la clasificación de la vía, se puede considerar los valores de Pt que se muestran en la siguiente tabla.

**TABLA 04.** Índice de serviciabilidad final recomendado por AASTHO 93

Tipo de vía	Índice de serviciabilidad final (Pt)
Calles residenciales y estacionamientos	2.00
Calles comerciales e industriales	2.25
Colectores	2.50
Autopistas	3.00

Fuente: guía AASTHO “Diseño de estructuras de pavimentos, 1993”.

La pérdida de serviciabilidad se precisa como la resta entre el índice de serviciabilidad inicial y el índice de serviciabilidad final.

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

Los principales factores que afectan el deterioro del pavimento son el volumen de tráfico, el entorno y la antigüedad del pavimento, es por ello, que en el método AASHTO se considera la influencia de esos factores para un buen comportamiento del pavimento. No obstante, en la mayoría de los casos, este es un factor negativo neto que contribuye al declive de la serviciabilidad. (American Association of State Highway and Transportation Officials, 1993)

**TABLA 05.** Valores de  $(P_i)$ ,  $(P_t)$  y Diferencial de Serviciabilidad  $(\Delta PSI)$  de acuerdo a la magnitud de Tráfico

TIPO DE VÍA	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS	( $P_i$ ) ÍNDICE DE SERVICIO INICIAL	( $P_t$ ) ÍNDICE DE SERVICIO FINAL	( $\Delta PSI$ )
<b>Bajo Volumen de Tránsito de Camiones</b>	$T_1$	De 150001 hasta 300000	4.10	2.00	2.10
	$T_2$	De 300001 hasta 500000	4.10	2.00	2.10
	$T_3$	De 500001 hasta 750000	4.10	2.00	2.10
	$T_4$	De 750001 hasta 1000000	4.10	2.00	2.10
<b>Resto de Caminos</b>	$T_5$	De 1000001 hasta 1500000	4.30	2.50	1.80
	$T_6$	De 1500001 hasta 3000000	4.30	2.50	1.80
	$T_7$	De 3000001 hasta 5000000	4.30	2.50	1.80
	$T_8$	De 5000001 hasta 7500000	4.30	2.50	1.80
	$T_9$	De 7500001 hasta 10000000	4.30	2.50	1.80
	$T_{10}$	De 10000001 hasta 12500000	4.30	2.50	1.80
	$T_{11}$	De 12500001 hasta 15000000	4.30	2.50	1.80
	$T_{12}$	De 15000001 hasta 20000000	4.50	3.00	1.50
	$T_{13}$	De 20000001 hasta 25000000	4.50	3.00	1.50
	$T_{14}$	De 25000001 hasta 30000000	4.50	3.00	1.50
	$T_{15}$	Mayor a 30000000	4.50	3.00	1.50

Fuente: manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos.

Otra variable de diseño es  $(K)$  el cual representa al módulo de reacción de la subrasante, siendo un factor para determinar hasta qué punto el suelo se asentará cuando se someta a un esfuerzo de compresión. Numéricamente, esto es igual a libras de carga por pulgada cuadrada de área de carga dividida por la deflexión en pulgada de esa carga. El valor de  $k$  se expresa en libras por pulgada cuadrada por pulgada (pci). La prueba de carga de placa es costosa y requiere mucho tiempo, por lo que a menudo se estima que el valor  $k$  en correlación con otras pruebas simples como las pruebas de valor  $R$  o la razón de soporte de California (CBR). (American Association of State Highway and Transportation Officials, 1993)

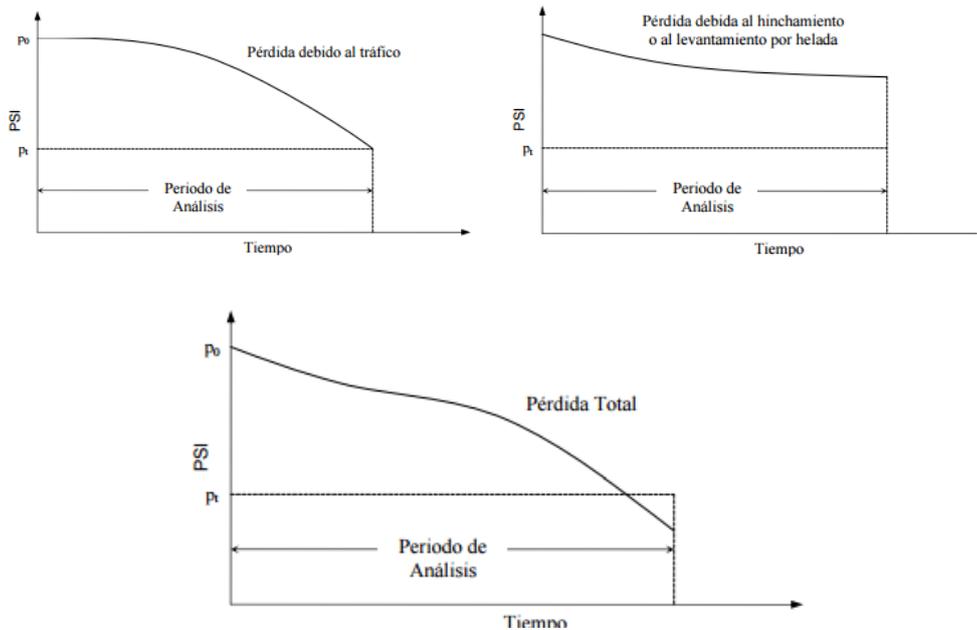


Figura 2. Esquema del comportamiento de los pavimentos (Fuente: American Association of State Highway and Transportation Officials, 1993).

La mecánica de suelos es un análisis que nos ayuda a conocer los tipos de materiales que componen el terreno en el que realizaremos nuestro trabajo, y entre estos materiales se encuentran diferentes tipos de rocas, arcilla y arenas. Para el proceso se toman muestras de suelo del terreno de estudio, para su análisis en un laboratorio, donde se descubre los ingredientes exactos que componen el suelo y utilizaremos dichos datos obtenidos a través de la investigación para determinar la capacidad de carga y tener la cautela necesaria para el cálculo y precauciones adaptativas durante el diseño estructural del pavimento. (Arcus Global, 2018)

Otro parámetro muy importante como variable de entrada de diseño para el pavimento rígido es el módulo de rotura del concreto, para controlar el agrietamiento por fatiga del pavimento debido a las diferentes cargas producidas por vehículos de diferentes pesos. Se conoce como la resistencia a la tracción del hormigón por flexión. (American Association of State Highway and Transportation Officials, 1993)

Para hallar el valor ( $M_r$ ) módulo de rotura, este se correlaciona con el módulo de compresión ( $f'_c$ ) del concreto de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$\text{De acuerdo al ACI 363; } M_r = a\sqrt{f'_c}$$

El rango de valores de “a” es de 1.99 hasta 3.18, y lo valores de  $f'c$  es en kilogramos por centímetro cuadrado.

**TABLA 06.** Datos para la Resistencia del Concreto de acuerdo a la magnitud de Tráfico

MAGNITUD DE TRÁFICO PESADO INDICADO EN EE	(F'c) RESISTENCIA MÍNIMA A LA COMPRESIÓN en kg/cm2	(MR) RESISTENCIA MÍNIMA A LA FLEXO TRACCIÓN kg/cm2
Menor igual a 5000000	280.00	40.00
De mayor a 5000000 hasta menor igual a 15000000	300.00	42.00
Mayor a 15000000	350.00	45.00

Fuente: manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos.

El módulo de elasticidad del hormigón es un parámetro que indica la rigidez de la losa del pavimento y su capacidad para repartir cargas. El Instituto del Concreto Americano sugiere la siguiente regresión para un concreto de peso moderado:

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

El (Cd) representa el coeficiente de drenaje, es un proceso mediante el cual la infiltración del agua superficial o subterránea se elimina del suelo o la roca por medios naturales o artificiales. Siendo el drenaje uno de los elementos más importantes en el diseño de pavimentos. La AASHTO recomienda la siguiente tabla, donde muestra valores Cd para un buen funcionamiento del drenaje. (American Association of State Highway and Transportation Officials, 1993)

**TABLA 07.** Valores de (Cd) para el diseño

Coeficiente de drenaje	Tiempo transcurrido para la liberación del 50% del agua sobre el suelo	Porcentaje de tiempo en que el paquete estructural del pavimento está propenso a niveles de humedad			
		Menor a uno	De uno a cinco	De cinco a veinticinco	Mayo a veinticinco
Muy pobre	Nunca	Entre 1.00 y 0.90	Entre 0.90 y 0.80	Entre 0.80 y 0.70	0.70
Pobre	1 mes	Entre 1.10 y 1.00	Entre 1.00 y 0.90	Entre 0.90 y 0.80	0.80
Regular	1 semana	Entre 1.15 y 1.10	Entre 1.10 y 1.00	Entre 1.00 y 0.90	0.90
Bueno	1 día	Entre 1.20 y 1.15	Entre 1.15 y 1.10	Entre 1.10 y 1.00	1.00
Excelente	2 horas	Entre 1.25 y 1.20	Entre 1.20 y 1.15	Entre 1.15 y 1.10	1.10

Fuente: guía AASTHO “Diseño de estructuras de pavimentos, 1993”.

El valor de coeficiente de drenaje 1.00 para la sección de la estructura, es el más recomendado por el manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos, capítulo XIV; pavimentos rígidos.

Las cargas de tráfico deben transferirse de manera eficiente simultánea de una losa a otra para minimizar la deflexión de la junta. La deflexión excesiva provoca un bombeo subterráneo que destruye la losa de hormigón. (American Association of State Highway and Transportation Officials, 1993)

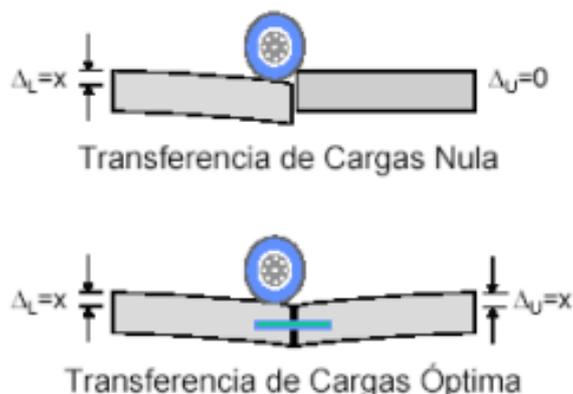


Figura 3. Transferencia de carga (Fuente: American Association of State Highway and Transportation Officials, 1993).

La tabla 8 muestra el rango de coeficientes de transferencia de carga para diversas condiciones desarrolladas a partir de la práctica y el análisis de la tensión mecánica.

**TABLA 08.** Valores de coeficiente de transferencia de carga de acuerdo a la magnitud de Tráfico

Soporte lateral	Si	No	Si	No	Si	No	Tipo
ESALs	Sin pasadores		Con pasadores		Con refuerzo continuo		
Hasta 300000	-	-	2.7	3.2	2.8	3.2	Calles y caminos vecinales
300000 - 10000000	-	-	2.7	3.2	3.0	3.4	
1000000 - 30000000	-	-	2.7	3.2	3.1	3.6	
3000000 - 10000000	2.5	2.9	2.7	3.2	3.2	3.8	Caminos principales y autopistas
10000000 - 30000000	2.6	3.0	2.7	3.2	3.4	4.1	
más de 30000000	2.6	3.1	2.7	3.2	3.6	4.3	

Fuente: guía AASTHO "Diseño de estructuras de pavimentos, 1993".

La AASTHO recomienda para la sección de la estructura un valor Cd de 3.1, para emplearse en el diseño de los pavimentos rígidos.

**TABLA 09.** Valores de J recomendados por el manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos

TIPO DE PAVIMENTO	RÍGIDO		FLEXIBLE	
	SI	NO	SI	NO
PASADORES				
J	2.8	3.8	3.2	3.8 – 4.4

Fuente: manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos.

**TABLA 10.** Valores establecidos de acuerdo al tipo de pavimento a diseñar

Tipo de pavimento		Asfáltico	Concreto Hidráulico	Adoquines
Elemento				
Capa de imprimación		Penetración mayor igual 5 mm	N.A.	Capa de arena fina, de 25 y 40 mm de espesor.
Espesor para la capa de rodadura	Vías locales	Mayor igual 5 cm	Mayor igual 15 cm	Mayor igual 6 cm
	Vías colectoras	Mayor igual 6 cm		Mayor igual 8 cm
	Vías arteriales	Mayor igual 7 cm		N.R.
	Vías expresas	Mayor igual 8 cm	Mayor igual 20 cm	N.R.
Material		Concreto asfáltico	MR mayor igual 34 Kg/cm <sup>2</sup>	F'c mayor igual 380 Kg/cm <sup>2</sup>
Sub-rasante		95 % de compactación: Suelos Granulares – Proctor Modificado Suelos Cohesivos – Proctor Estándar Espesor compactado: 25 cm – Vías colectoras y locales 30 cm – Vías expresas y arteriales		
Sub-base		CBR mayor igual 40 %	CBR mayor igual 30 %	
Base		CBR mayor igual 80 %	N.A.	CBR mayor igual 80 %

Fuente: norma técnica CE. 010, Pavimentos Urbanos.

Al momento de diseñar un pavimento debemos tener siempre presente el Manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos. A fin de cumplir todos los parámetros descritos en él, tratándose de un documento normativo y obligatorio elaborado por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones para gestionar toda infraestructura vial.

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo de diseño de investigación**

La presente investigación es de tipo aplicada, con un diseño no experimental descriptivo, porque busca describir el diseño de pavimento rígido para la avenida Tangarará, tramo comprendido entre las avenidas Universitaria y Salaverry de la Urbanización Popular Nuevo Horizonte, del distrito de Sullana – Piura.

#### **3.2. Variables y operacionalización**

Variable Independiente: Diseño de pavimento rígido. Consiste básicamente en una losa de concreto simple o armado, apoyada directamente sobre una base o subbase. La losa, debido a su rigidez y alto módulo de elasticidad, absorbe gran parte de los esfuerzos que se ejercen sobre el pavimento lo que produce una buena distribución de las cargas de rueda, dando como resultado tensiones muy bajas en la subrasante (American Association of State Highway and Transportation Officials, 1993). Es decir, consiste en determinar los espesores de cada capa que estará constituido el paquete estructural, la cual permitirá soportar las cargas en un periodo de tiempo determinado, mediante un método específico, esto incluye tener en cuenta algunos estudios preliminares del lugar. Las dimensiones de la variable son: Estudio topográfico, estudio de mecánica de suelos, estudio de tránsito y paquete estructural, y como indicadores: Planimetría del terreno, altimetría del terreno, perfil longitudinal, sección transversal, contenido de humedad, análisis granulométrico, peso específico, límites de atterberg, perfil estratigráfico, capacidad portante del suelo, índice medio diario semanal, índice medio diario anual, crecimiento del tránsito, factor camión, estimación de Esal, espesor de la losa de acuerdo a la metodología Asstho93 y espesor de la base o subbase.

#### **3.3. Población, muestra y muestreo**

La población de estudio para el presente trabajo, estuvo conformada por todas las vías existentes de la Urbanización Popular Nuevo Horizonte, del distrito de Sullana. Y la muestra fue la avenida Tangarará tramo comprendido entre las avenidas Universitaria y Salaverry.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Como técnicas se usaron la topografía, procesamiento de información, calicatas, contenido de humedad, granulometría, capacidad portante del suelo, estudio de tránsito, observación, método aashto 93, manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos, norma técnica CE. 010 pavimentos urbanos. Como instrumentos se utilizó libreta topografía, estación total, GPS, AutoCAD civil 3d, extracto de suelo, tablas, gráficos, resultado de laboratorio de suelo, fichas, conteo vehicular y fórmulas.

### **3.5. Procedimientos**

Para el desarrollo de la presente investigación, se realizó el estudio topográfico, del cual obtuvimos lo que es altimetría y planimetría para poder determinar los niveles de terreno natural y medidas horizontales con los datos recolectados en campo se procederá a trabajar en gabinete con el programa AutoCAD civil 3d, generando curvas de nivel y poder realizar el perfil longitudinal y secciones transversales del terreno, que nos permitirá diseñar los flujos de agua que son pendientes, tanto transversales como longitudinales.

También se realizó el estudio de mecánica de suelos, el técnico de suelos hizo 2 calicatas en el tramo de vía para obtener un extracto cada tipo de suelo que se pueda encontrar, para su análisis correspondiente en el laboratorio respectivo, y así poder conocer las características geomecánicas y propiedades del suelo de fundación. Obtuvimos valores de la capacidad portante del suelo (CBR), así también una recomendación de los espesores de subbase y base.

Se realizó el estudio de tránsito, durante una semana identificamos el tipo de vehículos que transitan por la vía mediante un conteo vehicular, para determinar el volumen y clasificar qué tipo de vehículos circulan. Así tuvimos conocimiento a qué tipo de cargas va estar sometida la pavimentación, esos datos recolectados nos ayudará a poder calcular los ejes equivalentes (ESAL) cargas de tráfico vehicular al pavimento.

Para la obtención de las respectivas conclusiones y recomendación del presente trabajo de investigación a partir de los datos obtenidos de los

estudios antes mencionados, se tuvo presente el procesamiento del análisis con la metodología del AASTHO 93 aplicado a diseño de pavimento rígido; y el Manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos, asimismo se utilizó el software Excel con plantillas desarrolladas para simplificar los cálculos. Finalmente, para obtener resultados más fiables se validaron los datos con la Norma Técnica CE010, Pavimentos Urbanos.

### **3.6. Método de análisis de datos**

Se recolectaron datos del estudio topográfico, estudio de mecánica de suelos, estudio de tránsito, para ser procesados mediante el método AASTHO 93 aplicado a pavimento rígido. Tales resultados serán validados con el Manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos, sección suelos y pavimentos y la Norma Técnica CE010 Pavimentos Urbanos.

### **3.7. Aspectos éticos**

La presente investigación está enmarcada en los principios básicos del respecto al ser humano, dándole la misma importancia y respecto a todos los participantes, evitando la discriminación y racismo. En la recopilación documental, recolección de datos en campo y trabajos de gabinete, se tomó en cuenta los derechos de autor respecto a las investigaciones tomadas en el desarrollo del presente, así como la veracidad y honestidad en los resultados.

#### IV. RESULTADOS

- Con respecto al primer objetivo específico de esta investigación se realizó el levantamiento topográfico. Se trabajó con 6 puntos base para la poligonal, donde 4 fueron estaciones y 2 BM (base marcada). De la información procesada en gabinete con el programa AutoCAD civil 3d 2018 se obtuvo que la avenida Tangarará, delimitada entre las avenidas Universitaria y Salaverry de la Urbanización Popular Nuevo Horizonte, distrito de Sullana, abarca 900.00 metros lineales de vía, con un ancho variable de (30.00 – 36.00 ml). Del perfil longitudinal se determinó que la topografía del terreno es plana.

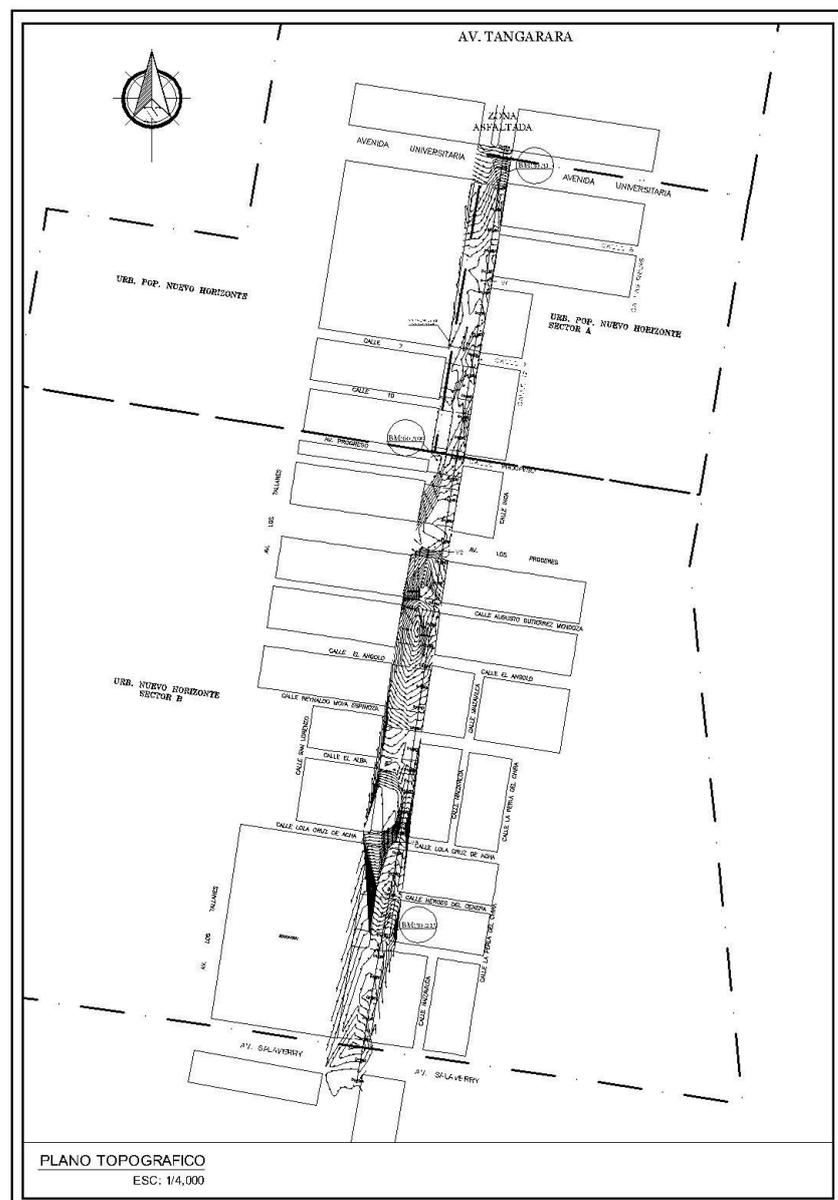
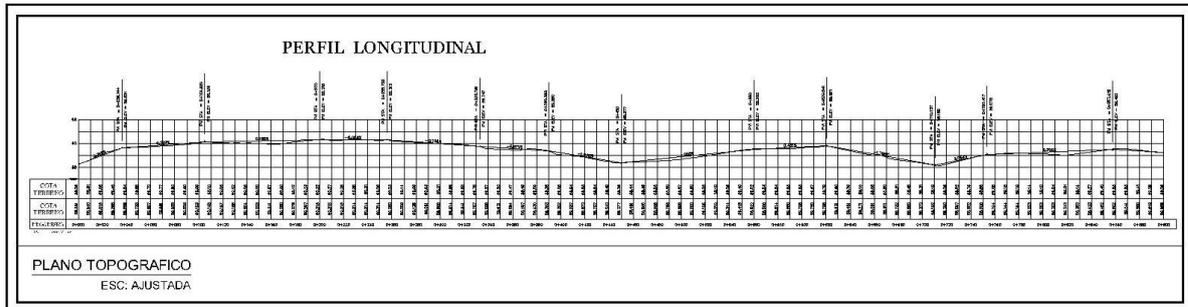


Figura 4. Plano Topográfico de la avenida Tangarará (Elaboración: propia).

**TABLA 11.** Puntos de BM del levantamiento topográfico

PUNTO	ESTE	NORTE	COTA
BM	530917.624	9457432.064	59.310
BM1	530803.230	9456698.029	59.215

Elaboración: propia.



*Figura 5.* Perfil longitudinal de la avenida Tangará (Elaboración: propia).

- Con respecto al segundo objetivo específico de esta investigación se realizó el análisis de la subrasante mediante un estudio. Para ello se tuvieron que realizar 2 calicatas de profundidad a 150 centímetros, los extractos del suelo fueron llevados y procesados en laboratorio para conocer las particularidades físicas y geomecánicas de la subrasante.

**TABLA 12.** Resultados del estudio de mecánica de suelos

DESCRIPCIÓN	CALICATA N° 1	CALICATA N° 2
Límite líquido	18.75	25.12
Límite plástico	N.P	N.P
Índice de plasticidad	N.P	N.P
Humedad Natural (%)	10.00	12.50
Clasificación AASHTO	A-4	A-4
Clasificación SUCS	SM	SM
Densidad seca máxima (g/cm <sup>3</sup> )	1.70	1.694
Contenido de humedad óptimo (%)	10.00	12.60
C.B.R. al 95% (%)	16.70	22.40
C.B.R. al 100% (%)	17.50	26.30

Elaboración: propia.

- Con respecto al tercer objetivo específico de esta investigación se realizó estudio de tránsito. Se realizó el conteo vehicular por un total de 7 días en una estación ubicada dentro de la muestra de estudio, de ello se constató que la avenida Tangarará es una vía de doble sentido que permite el ingreso y salida a la Urbanización Popular Nuevo Horizonte y otras habilitaciones como Sol Brillante, Casuarinas del Chira, entre otras. Del resultado se determinó que existe regular flujo vehicular de mototaxis y autos.

**TABLA 13.** Resultado del conteo vehicular

TIPO DE VEHÍCULO	TOTAL SEMANAL	IMDS	FC	IMDA
MOTO LINEAL	6323	904	0.7354	665
MOTOTAXI	32311	4616	0.7354	3395
AUTO	10532	1505	0.7354	1107
STATION WAGON	7251	1036	0.7354	762
C. PICK UP	5761	823	0.7354	606
C. PANEL	114	17	0.7354	13
COMBI RURAL	1062	152	0.7354	112
BUS 2E	57	9	0.7840	8
TOTAL	63411	9062		6668

Elaboración: propia.

El Índice medio diario semanal fue 9062.00 veh/día y el índice medio diario anual 6668.00 veh/día.

**TABLA 14.** Resultado del factor camión por tipo de vehículo

TIPO DE VEHÍCULO	IMDA	FACTOR CAMIÓN	FC*IMDA
MOTO LINEAL /MOTOTAXI	4060	0.000015	0.0599582
AUTO	1107	0.003090	3.4208569
STATION WAGON	762	0.005385	4.4208569
C. PICK UP	606	0.020689	12.5376810
C. PANEL	13	0.020689	0.2689602
COMBI RURAL	112	0.077257	8.6527855
BUS 2E	8	4.049893	32.3991467

Elaboración: propia.

$$ESAL = \sum_{i=1}^{i=m} FACTORCAMI \acute{O}N_i \times IMD_i(G)(D)(L) \times 365$$

r =	3.23%	Tasa de crecimiento	
Y =	20	Periodo de diseno	$(G) = \frac{(1+r)^Y - 1}{r}$
G =		Factor de de crecimiento	
D =	0.5	Factor de Distribución en Dirección	(G) = 27.5079
L =	1	Factor de Distribución por Carril	

Figura 6. Fórmula para el cálculo del ESAL (Elaboración: propia).

Teniendo el factor camiqn por tipo de vehículo obtuvimos el número de ejes equivalentes ESAL, la cual es una variable aplicada en la ecuación AASHTO para el diseno del pavimento rígido, siendo 308,453.24.

- Con respecto al cuarto objetivo específico de esta investigación se determinó el paquete estructural. Para el cálculo del espesor de la losa se trabajó con el Método AASTHO 93, donde se tuvieron como base los siguientes datos:

Número de cargas previstas en el carril de diseno (W18) = 308,453.24

Desviación estándar normal (Zr) = -0.524

Error estándar combinado del pronóstico del tráfico (So) = 0.35

Pérdida de servicio pronosticado para el diseno ( $\Delta$ PSI)= 2.10

ndice de servicio inicial (Po) = 4.10

ndice de servicio final (Pt) = 2.00

Módulo de rotura del concreto (S'c) = 572.8437854

Drenaje (Cd) = 1.00

Transferencia de carga (J) = 2.8

Módulo elástico del concreto (Ec) = 13'566,114.02

Resistencia a la compresión de concreto (F'c) = 280

Coefficiente de reacción de la subrasante (K) = 73.52

Aplicando todos los valores en la fórmula general del AASTHO 93, se obtuvo:

Espesor de la capa de rodadura del pavimento rígido (D) = 15.00 cm

Asimismo, del estudio de mecánica de suelos se obtuvo:

Espesor para la base = 20 cm

Espesor para la Subbase = 15 cm



Figura 7. Sección transversal del pavimento (Elaboración: propia).

## V. DISCUSIÓN

- A partir de los hallazgos encontrados del estudio topográfico, es necesario diseñar obras de artes como cunetas o subdrenes, con el fin de evacuar las aguas pluviales y también ayudará al mantenimiento de la vía. Ello es acorde con lo que obtuvo Padilla R. (2011). Sin embargo, en lo que no concuerda el estudio del autor con el presente es que el terreno de acuerdo a la topografía de la vía atraviesa en general un terreno tipo ondulado montañoso. Esto ocurre porque la ubicación de la población es diferente, igual que la muestra, donde se tomaron 50.60 km de longitud aproximada de vía colectora y en nuestro presente estudio es 0.9 km de longitud de vía local.
- A partir de los hallazgos encontrados del estudio de mecánica de suelos la subrasante del tramo de vía, está compuesta por un suelo tipo arena semi compacto color gris con humedad natural media, sin existencia de napa freática. De ser el caso si existiera napa freática se tendría que mejorar con material over o piedra pilca, esto indicaría colocarle más capas al paquete estructural diseñado para que la sub rasante tenga mejor estabilidad y no se produzcan hundimientos hasta el punto de dañar la losa. Así como también no presenta arcilla siendo su índice de plasticidad 0. Si la subrasante presentará arcilla se tendría que mejorar realizando una sobre excavación y colocarle un material granular como puede ser hormigón para aislar la arcilla ya que algunas contienen sales y eso rajaría losa de concreto.

La Calita N° 1 presentó un CBR al 95% del 16.7 para 0.1" y 22.2 para 0.2", en la Calita N° 2 se obtuvo un CBR al 95% del 22.40 para 0.1" y 30.50 para 0.2". Teniendo un CBR de diseño de 19.55.

Los resultados obtenidos del análisis químico por agresividad son bajos en los materiales de la subrasante, por lo que deberá usarse cemento Portland tipo MS para la capa de rodadura.

El autor Hanco H. (2016) en su investigación recomienda que se realicen estudios más directos de (contenido de humedad, Granulometría, Proctor y CBR) de los materiales que se utilice, pero también es necesario sacar esos estudios cada un volumen específico porque en algunos casos los materiales tienden a cambiar en cantera para así llevar un mejor control de los datos.

- En lo que respecta del estudio de tránsito se obtuvo como resultado para la avenida Tangarará de la Urbanización Popular Nuevo Horizonte un número de ejes equivalentes ESAL de 308,453.24. Sin embargo, el resultado obtenido por Ortiz B y Tocto E (2019) fue 236,659.00, valor menor a nuestro estudio. Este resultado depende mucho del tipo de vehículos que circulen por la vía a intervenir, porque si existe un flujo constante de vehículos pesados el ESAL será mucho mayor que una vía con un flujo constante de vehículos ligeros. En el presente estudio se obtuvo un flujo constante de vehículos ligeros y poca demanda de vehículos pesados.
- En lo que respecta para obtener el espesor del pavimento rígido se utilizó la Metodología AASTHO 93, la cual es uno de los métodos más utilizados y de mayor satisfacción a nivel internacional. En el presente estudio obtuvimos un espesor de 15.00 cm. Por lo tanto, se encuentra dentro de los parámetros de acuerdo a la Norma Técnica CE 010, Pavimentos Urbanos; donde recomienda que el espesor de la capa de rodadura del pavimento rígido para vías locales es mayor igual a 150 mm o 15 cm.

El manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos, sección suelos y pavimentos en su capítulo XIV; pavimentos rígidos, recomienda 15 cm de subbase granular. Sin embargo, del estudio de mecánica de suelos del tramo de vía que comprende la Av. Tangarará, nos recomienda colocar sobre la subrasante un mejoramiento de 15 cm de material granular, luego para la base de 20 cm.

## **VI. CONCLUSIONES**

1. Del estudio topográfico se determinó que la avenida Tangarará, delimitada entre las avenidas Universitaria y Salaverry de la Urbanización Popular Nuevo Horizonte, distrito de Sullana, presenta una topografía plana con pendientes suaves, porque se encuentra en la región Costa, ello significará que el movimiento de tierras será mínimo tanto que no presentará dificultad en el trazado y la explanación del pavimento.
2. De los datos obtenidos del estudio de mecánica de suelos, nos permitió conocer que la subrasante está compuesta de arenas y limos de grano fino, contenido de humedad medio, sin presencia de napa freática. El CBR de diseño fue 19.55, siendo de regular calidad como subrasante, por ello es necesario compactarla y mejorarla con material granular de base.
3. Del estudio de tráfico se determinó que la avenida Tangarará, delimitada entre las avenidas Universitaria y Salaverry de la Urbanización Popular Nuevo Horizonte, distrito de Sullana, presenta un regular flujo vehicular liviano. El número de ejes equivalentes ESAL es 308,453.24, parámetro que se utilizó en el diseño de la estructura del pavimento rígido.
4. El diseño del pavimento rígido estuvo enfocado mediante la metodología AASTHO 93, con parámetros obtenidos de la Norma Técnica CE 010 Pavimentos Urbanos y el Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, Sección Suelos y Pavimentos, concluyendo un paquete estructural conformado por una losa de concreto de resistencia  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  de espesor 0.15 m, una subbase granular de 0.15 m y una base granular de 0.20 m.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. Como la topografía del terreno es plana se recomienda, que al momento de diseñar en el perfil longitudinal debe tener buenas pendientes, mínima 0.50 % y máxima 4.00 % y en lo transversal tener un bombeo del 2.00 %, con el fin de tener un correcto escurrimiento en temporadas de lluvias, esto también ayudará al mantenimiento de la vía que comprende la avenida Tangarará, delimitada entre las avenidas Universitaria y Salaverry de la Urbanización Popular Nuevo Horizonte, distrito de Sullana – Piura.
2. El tramo de vía corresponde a terrenos de subrasante constituidos por arenas y limos de grano fino a lo largo del tramo a pavimentar, por lo tanto, es necesario tener un buen control de supervisión al momento de compactar la subrasante, a fin de llegar a su grado óptimo y pueda recibir sus materiales granulares para la subbase y base.
3. Es muy importante realizar el estudio de tráfico a fin de cuantificar el volumen vehicular y clasificar según el tipo de vehículos, esto nos permitirá identificar el tipo de vía y poder tener un óptimo diseño del pavimento. Se deberá tener en cuenta el periodo de diseño porque constantemente existe un incremento de flujo vehicular.
4. La entidad encargada de ejecutar el proyecto, deberá tener en cuenta el proceso constructivo del paquete estructural del pavimento, se tendrá que sacar probetas de la mezcla para verificar si el diseño del concreto está cumpliendo con su dosificación especificada.

## REFERENCIAS

- AJ Topógrafos. *¿Qué es y para qué sirve el Estudio Topográfico?* Obtenido de AJ Topógrafos: <https://www.ajtopografos.com/blog/que-es-un-estudio-topografico/#:~:text=Para%20las%20tomas%20a%C3%A9reas%20se,m%C3%A9todos%20utilizados%20tambi%C3%A9n%20son%20diferentes.>
- Alicaresp. (14 de enero de 2019). *Conceptos básicos de pavimento rígido*. Obtenido de Alicaresp: <http://alicaresp.com/2019/01/14/conceptos-basicos-de-pavimentos/>
- American Association of State Highway and Transportation Officials. (1993). *Método AASHTO 93 para el diseño de pavimentos rígidos*. Estados Unidos: AASHTO93.
- Arcus Global. (20 de abril de 2018). *Mecánica de suelos, ¿Qué es y cómo funciona?* Obtenido de Arcus Global: <https://www.arcus-global.com/wp/mecanica-de-suelos-que-es-y-como-funciona/>
- Espinoza, A. y Vargas, J. (2020). Propuesta de diseño estructural del pavimento rígido convencional y fibroreforzado de la Av. Sánchez Cerro en Piura usando la tecnología del reciclado mecánico (Tesis de pregrado). Recuperada de <http://hdl.handle.net/10757/652577>
- Gaspar, R. (2010). Diseño del Pavimento rígido del camino que conduce a la aldea El Guayabal, Municipio de Estanzuela del departamento de Zacapa (Tesis de pregrado). Recuperado de [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_3151\\_C.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3151_C.pdf)
- Hanco, H. (2016). Estudio y diseño del pavimento rígido en la Av. Perú de la ciudad de Juliaca, tramo I Jr. Mantaro – Jr. Francisco Pizarro (Tesis de pregrado). Recuperada de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/7058>
- Ingeniería Civil (apuntes). (16 de mayo de 2009). *Elementos que integran el Pavimento Rígido – Subrasante, subbase, superficie de rodadura*. Obtenido de Ingeniería Civil (apuntes): <http://ingenieriacivilapuntes.blogspot.com/2009/05/elementos-que-integran-el-pavimento.html>

- Lituma, C. (2018). Análisis de respuestas mecánicas de los pavimentos rígidos colocados en las vías urbanas del cantón Cuenca (Tesis de maestría). Recuperada de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/30393>
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2013). Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Obtenido de Ministerio de Transportes y Comunicaciones:  
[http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/P\\_recientes/4515.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf)
- Ocaña, H. (2018). Propuesta técnica para el diseño geométrico y diseño estructural del pavimento flexible, pavimento semiflexible y pavimento rígido para la avenida las amapolas, en los distritos de veintiséis de octubre y Piura, provincia de Piura, región Piura (Tesis de pregrado). Recuperada de <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/1247>
- Ortiz, B. y Tocto, E. (2019). Diseño de infraestructura vial con pavimento rígido para transitabilidad del barrio Señor de los Milagros, distrito Canoas de Punta Sal, provincia Contralmirante Villar de la región de Tumbes - 2018 (Tesis de pregrado). Recuperada de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/36551>
- Padilla, R. (2011). Diseño del pavimento rígido para el Tramo El Empalme (abscisa 0+000) – Celica (abscisa 20+300) de la vía El Empalme – Celica – Alamor (Tesis de pregrado). Recuperada de <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/2050>
- Sánchez, J. (2017) “Evaluación del estado del pavimento de la Av. Ramón Castilla, Chulucanas, mediante el método PCI (Tesis de pregrado). Recuperada de <https://hdl.handle.net/11042/2919>
- User, S. (17 de marzo de 2017). Calles de Sullana y Bellavista han quedado totalmente destruidas tras lluvias. *El Regional Piura*. Recuperado de <https://www.elregionalpiura.com.pe/index.php/especiales/164-informes/19649-calles-de-sullana-y-bellavista-han-queda-do-totalmente-destruidas-tras-lluvias>
- Vega, D. (2018). Diseño de los Pavimentos de la carretera de acceso al nuevo puerto de Yurimaguas (Km 1+000 a 2+000) (Tesis de pregrado). Recuperada de <http://hdl.handle.net/20.500.12404/12088>

## ANEXO 01: Matriz de consistencia interna

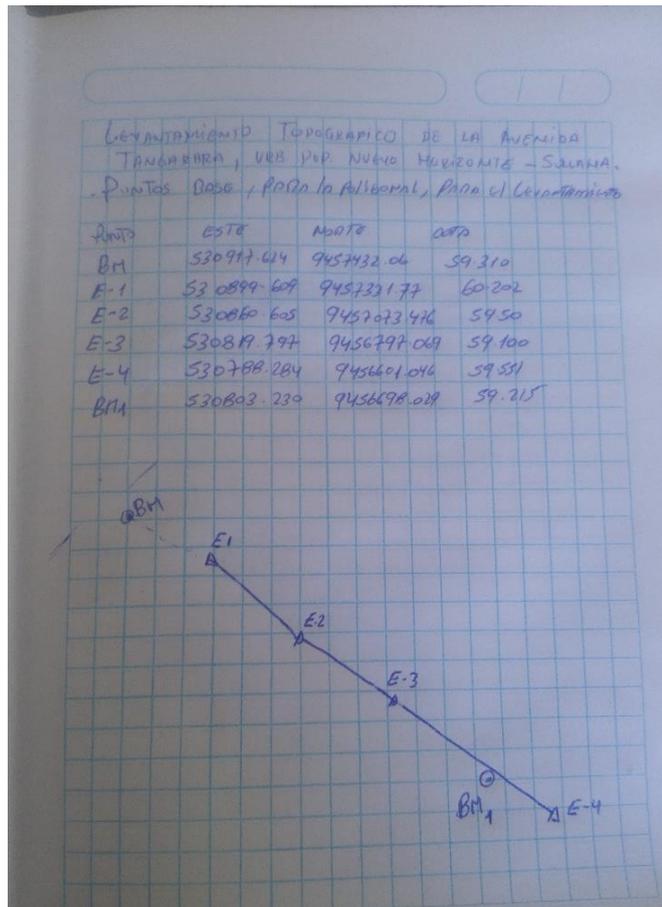
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES
<b>GENERAL :</b>	<b>GENERAL</b>	<b>GENERAL</b>	<b>INDEPENDIENTES</b>
¿Cuál es el diseño de pavimento rígido para la avenida Tangarará, entre las avenidas Universitaria y Salaverry, Urbanización Popular Nuevo Horizonte – Sullana - Piura?	Realizar el diseño de pavimento rígido para la avenida Tangarará, entre las avenidas Universitaria y Salaverry, Urbanización Popular Nuevo Horizonte – Sullana – Piura.		<ul style="list-style-type: none"> <li>• “X” = DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO</li> </ul> <b>DIMENSIONES</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Estudio topográfico</li> <li>- Estudio de mecánica de suelos</li> <li>- Estudio de tránsito</li> <li>- Paquete estructural</li> </ul>
<b>ESPECÍFICOS</b>	<b>ESPECÍFICOS</b>	<b>ESPECÍFICA</b>	<b>DEPENDIENTES</b>
¿Cómo es el levantamiento topográfico para el diseño de pavimento rígido de la avenida Tangarará, entre las avenidas Universitaria y Salaverry, Urbanización Popular Nuevo Horizonte – Sullana - Piura?	Realizar el levantamiento topográfico de la avenida Tangarará, entre las avenidas Universitaria y Salaverry, Urbanización Popular Nuevo Horizonte – Sullana - Piura.		
¿Cómo es el estudio de mecánica de suelos para el diseño de pavimento rígido de la avenida Tangarará, entre las avenidas Universitaria y Salaverry, Urbanización Popular Nuevo Horizonte – Sullana - Piura?	Realizar el estudio de mecánica de suelos de la avenida Tangarará, entre las avenidas Universitaria y Salaverry, Urbanización Popular Nuevo Horizonte – Sullana - Piura.		
¿Cómo es el estudio de tránsito para el diseño de pavimento rígido de la avenida Tangarará, entre las avenidas Universitaria y Salaverry, Urbanización Popular Nuevo Horizonte – Sullana - Piura?	Realizar el estudio de tránsito de la avenida Tangarará, entre las avenidas Universitaria y Salaverry, Urbanización Popular Nuevo Horizonte – Sullana - Piura.		

<p>¿Cómo es el paquete estructural para el diseño de pavimento rígido de la avenida Tangará, entre las avenidas Universitaria y Salaverry, Urbanización Popular Nuevo Horizonte – Sullana - Piura?</p>	<p>Determinar el paquete estructural de la avenida Tangará, entre las avenidas Universitaria y Salaverry, Urbanización Popular Nuevo Horizonte – Sullana - Piura.</p>		
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--

## ANEXO 02: Matriz de operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Diseño de pavimento rígido.	Un pavimento de concreto o pavimento rígido consiste básicamente en una losa de concreto simple o armado, apoyada directamente sobre una base o subbase. La losa, debido a su rigidez y alto módulo de elasticidad, absorbe gran parte de los esfuerzos que se ejercen sobre el pavimento lo que produce una buena distribución de las cargas de rueda, dando como resultado tensiones muy bajas en la subrasante (American Association of State Highway and Transportation Officials, 1993).	Consiste en determinar los espesores de cada capa que estará constituido el paquete estructural, la cual permitirá soportar las cargas en un periodo de tiempo determinado, mediante un método específico, esto incluye tener en cuenta algunos estudios preliminares del lugar.	Estudio topográfico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planimetría del terreno</li> <li>• Altimetría del terreno</li> <li>• Perfil Longitudinal</li> <li>• Sección Transversal</li> </ul>
			Estudio de mecánicas de suelos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contenido de humedad</li> <li>• Análisis granulométrico</li> <li>• Peso específico</li> <li>• Límites de Atterberg</li> <li>• Perfil estratigráfico del suelo</li> <li>• Capacidad portante del suelo</li> </ul>
			Estudio de tránsito	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Índice medio diario semanal</li> <li>• Índice medio diario anual</li> <li>• Crecimiento del Tránsito</li> <li>• Estimación del Esal</li> <li>• Factor Camión</li> </ul>
			Paquete estructural	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espesor de la losa de acuerdo a la metodología Aashto93</li> <li>• Espesor de la base o subbase</li> </ul>

**ANEXO 03: Libreta topográfica.**



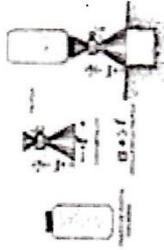
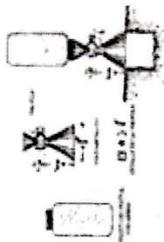
**ANEXO 04: Estudio de mecánica de suelos Calicata 01.**

**JNC**

RUC. 10036748244

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**  
**CALLE SANTA TERESA 730 URB. SANTA ROSA - SULLANA**

Mail: [juan\\_nonato\\_carrasco@hotmail.com](mailto:juan_nonato_carrasco@hotmail.com)



**ANÁLISIS QUÍMICO POR AGRESIVIDAD**

OBRA : DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO PARA LA AV. TANGARARÁ, ENTRE LA AV. UNIVERSITARIA Y LA AV. CARLOS AUGUSTO SALAVERRY,  
 URBANIZACION POPULAR NUEVO HORIZONTE - SULLANA.  
 SOLICITA : DAYBY OMAR PANTA MENA Y JUAN GRABIEL SUAREZ BRUNO  
 LUGAR : URBANIZACION POPULAR NUEVO HORIZOTE - SULLANA.  
 MUESTRA : TERRENO NATURAL  
 FECHA : DICIEMBRE 2020

MUESTRA	SALES SOLUBLES %	CLORUROS %	SULFATOS %	CARBONATOS %
C1- M-1 (0.00 a 1.50)m	0.470	0.020	0.030	0.0460

*Juan Nonato Carrasco*  
 Ing. M. Carrasco Valdiviaza  
 TECNICO LABORATORIO DE SUELOS



**JNC**  
RUC. 10036748244  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CALLE SANTA TERESA 730 URB. SANTA ROSA - SULLANA  
Mail: juan\_nonato\_carrasco@hotmail.com



OBRA	DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO PARA AV. TANGARARA, ENTRE LA AV. UNIVERSITARIA Y LA AV. CARLOS AUGUSTO SALAVERRY, URBANIZACION POPULAR NUEVO HORIZONTE - SULLANA.
SOLICITA	DAYBY OMAR PANTA MENA - JUAN GRABIEL SUAREZ BRUNO
UBICACIÓN	URBANIZACION POPULAR NUEVO HORIZONTE - SULLANA.
MATERIAL	TERRENO NATURAL
FECHA	DICIEMBRE 2020

**ENSAYO DE CBR**  
MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

	1		2		3	
	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°						
N° Capa						
Golpes por capa N°						
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12033		11634		11065	
Peso de molde (gr)	8175		7673		7849	
Peso del suelo húmedo (gr)	3858		3961		3216	
Volumen del molde (cm3)	2118		2118		2121	
Densidad húmeda (gr/cm3)	1.822		1.870		1.516	
Humedad (%)	7.09		10.00		7.00	
Densidad seca (gr/cm3)	1.701		1.700		1.417	
Tarro N°						
Tarro + Suelo húmedo (gr)	830.10		800.50		801.50	
Tarro + Suelo seco (gr)	795.30		767.40		768.80	
Peso del Agua (gr)	34.80		33.10		32.70	
Peso del tarro (gr)	304.50		302.20		301.80	
Peso del suelo seco (gr)	490.80		465.20		467.00	
Humedad (%)	7.09		10.00		7.00	

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
00.01/1900	11:00:00 a.m.	0									
01.01/1900	11:00:00 a.m.	24									
02.01/1900	11:00:00 a.m.	48									
03.01/1900	11:00:00 a.m.	72									
04.01/1900	11:00:00 a.m.	96									
NO TIENE EXPANSION											

**PENETRACION**

PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
		Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.025		4	1.48			3	1.28			0	0.71		
0.050		10	2.62			9	2.43			4	1.48		
0.075		28	6.06			26	5.68			18	4.15		
0.100	70.45	55	11.22	12.32	17.5	48	9.88	11.37	16.1	28	6.06	8.88	12.6
0.150		82	16.38			78	15.62			48	9.88		
0.200	105.68203	115	22.69	24.64	23.3	103	20.39	22.74	21.5	76	15.23	17.32	16.4
2.500		148	28.99			145	28.42			91	18.10		
0.300		201	39.12			180	35.11			105	20.77		
0.400		253	49.05			232	45.04			116	22.88		
0.500		271	52.49			252	48.86			121	23.83		

*Juan N. Carrasco*  
**Juan N. Carrasco Valdiviezo**  
TEC. LABORATORIO DE SUELOS  
Y PAVIMENTO



**JNC**

RUC. 10036748244  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CALLE SANTA TERESA 730 URB. SANTA ROSA - SULLANA  
Mail: [juan\\_nonato\\_carrasco@hotmail.com](mailto:juan_nonato_carrasco@hotmail.com)

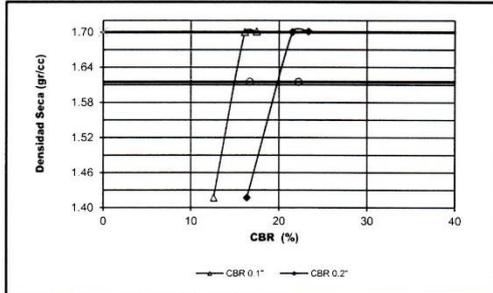


**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

OBRA	DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO PARA LA AV. TANGARARÁ, ENTRE LA AV. UNIVERSITARIA Y LA AV. CARLOS AUGUSTO SALAVERRY, URBANIZACION POPULAR NUEVO HORIZONTE - SULLANA.
SOLICITA	DAYBY OMAR PANTA MENA - JUAN GABRIEL SUAREZ BRUNO
UBICACIÓN	URBANIZACION POPULAR NUEVO HORIZONTE - SULLANA.
MATERIAL	TERRENO NATURAL
FECHA	DICIEMBRE 2020

**GRAFICO DE PENETRACIÓN DE CBR**



C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1": 17.5	0.2": 23.3
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1": 16.7	0.2": 22.2

Datos del Proctor		
Densidad Seca	1.700	gr/cc
Óptima Humedad	10.00	%

OBSERVACIONES:

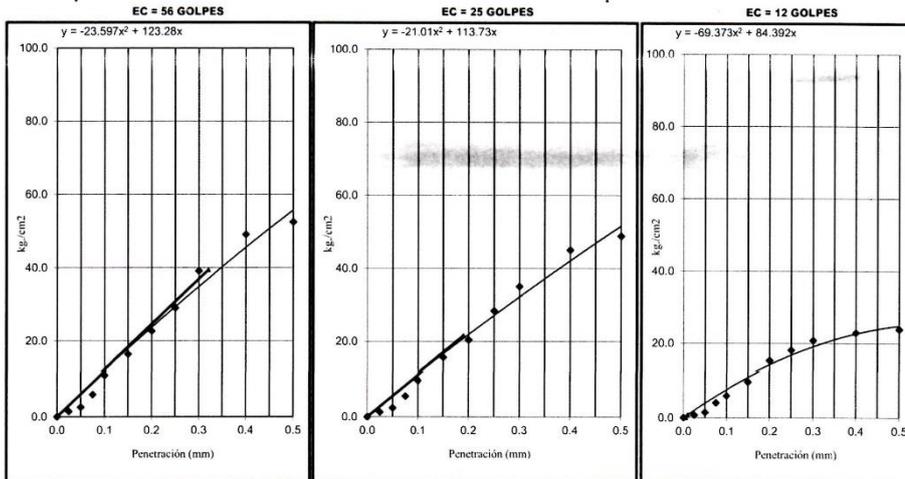
---



---



---



*Juan N. Carrasco Valdiviezo*  
**Juan N. Carrasco Valdiviezo**  
 TEC. LABORATORIO DE SUELOS  
 Y PAVIMENTO



**JNC**  
 RUC. 10036748244  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CALLE SANTA TERESA 730 URB. SANTA ROSA - SULLANA  
 Mail: juan\_nonato\_carrasco@hotmail.com

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
 DENSIDAD DE CAMPO (ASTM D1556-82D)**

OBRA DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO PARA LA AV. TANGARARÁ, ENTRE LA AV. UNIVERSITARIA Y LA AV. CARLOS AUGUSTO SALAVERRY, URBANIZACION POPULAR NUEVO HORIZONTE - SULLANA.  
 SOLICITA DAYBY OMAR PANTA MENA - JUAN GRABIEL SUAREZ BRUNO  
 UBICACIÓN URBANIZACION POPULAR NUEVO HORIZONTE - SULLANA.  
 MUESTRA TERRENO NATURAL  
 FECHA **DICIEMBRE 2020**

PROGRESIVA UBICACIÓN	UNIDADES	D-01
1 Peso del frasco + arena.	gr	7100.00
2 Peso del frasco + arena sobrante.	gr	4220.00
3 Peso de la arena empleada (1)-(2).	gr	2880.00
4 Peso de la arena del cono.	gr	1115.00
5 Peso de la arena del hueco (3)-(4).	gr	1765.00
6 Densidad de la arena.	gr/cm3	1.42
7 Volumen del hueco (5):(6)	cc	1243.00
8 Peso del tarro + suelo + grava.	grs	2115.00
9 Peso del tarro.	grs.	0.00
10 Peso del suelo + grava (8)-(9).	grs	2115.00
11 Peso retenido en el tamiz > 3/4".	grs	0.00
12 Peso específico 2.	gr/cm3	0.00
13 Volumen de la grava.	cc	0.00
14 Peso seco de los finos (10)-(11).	grs	2115.00
15 Volumen de los finos (7)-(13).	cc	1243.00
16 Densidad muestra humedad.	gr/cm3	1,70
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>		
17 Peso del recipiente + suelo humedo.	grs	34.80
18 Peso del recipiente + suelo seco.	grs	33.00
19 Peso del agua (17)-(18).	grs	1.80
20 Peso del recipiente.	grs	15.00
21 Peso del suelo seco (18)-(20).		18.00
22 Contenido de humedad (19)/(21)x100.	%	10%
23 Densidad muestra seca (16)/(1+0.01).	gr/cm3	1.55
24 Máxima densidad.	gr/cm3	<b>1,70</b>
25 Óptimo contenido de humedad.	%	<b>10%</b>
26 Corrección densidad Proctor (grava) 40%. (100)-(13) (24)+(13)x0.9(12).		
<b>% COMPACTACIÓN</b>		
a) % Piedra < 15%.		<b>91.00%</b>
b) % Piedra < 40%.		
c) 15% < Piedra < 40%.		

Juan N. Carrasco Valdivia  
 TEG. LABORATORIO DE SUELOS  
 TAMBILLO

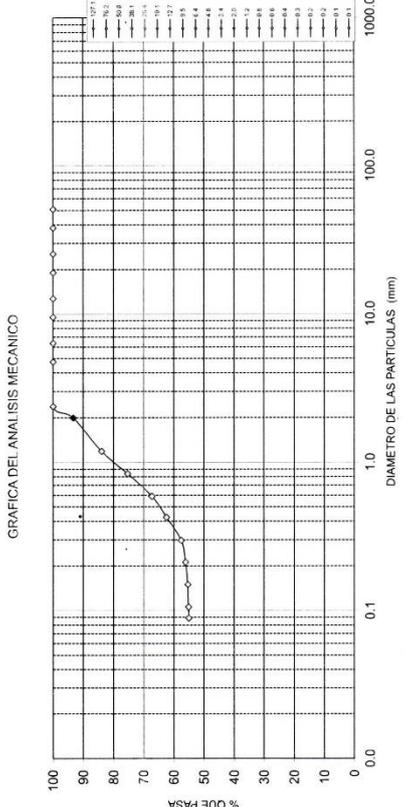
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

OBRA: DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA AV. TANGARARÁ, ENTRE LA AV. UNIVERSITARIA Y LA AV. CARLOS AUGUSTO SALAVERRY, URBANIZACIÓN POPULAR NUEVO HORIZONTE - SULLANA.  
 SOLICITA: DAYBY OMAR PANTA MENA - JUAN GRABIEL SUAREZ BRUNO  
 UBICACIÓN: URBANIZACIÓN POPULAR NUEVO HORIZONTE - SULLANA.  
 FECHA: DICIEMBRE 2020

STANDARD N°	TAMANO mm.	0		ESPECIFICACION TECNICA (RAJO "B" TIPO)
		% RETENIDO	% QUE PASA	
5" n.n	127.060			
3"	76.200		100.00	100
2"	50.800		100.00	
1 1/2"	38.100	0.00	100.00	75 - 95
1"	25.400	0.00	100.00	
3/4"	19.050	0.00	100.00	
1/2"	12.700	0.00	100.00	40 - 75
3/8"	9.520	0.00	100.00	
1/4"	6.350	0.00	100.00	30 - 60
Nº4	4.760	0.00	100.00	
" 8	2.380	0.00	100.00	20 - 45
" 10	2.000	6.67	93.33	
" 16	1.190	8.05	83.98	
" 20	0.840	8.58	75.40	
" 30	0.590	8.18	67.22	
" 40	0.426	4.80	62.42	
" 50	0.297	4.87	57.56	
" 70	0.212	1.42	56.13	
" 100	0.150	0.71	55.42	
" 140	0.106	0.27	55.16	
" 170	0.089	0.09	55.07	

GRAFICA DEL ANALISIS MECANICO



OBSERVACIONES : DESCRIPCION DE LA MUESTRA : SUCS : SM

GRAVAS 0.00 %  
 ARENAS 95.00 %  
 LIMOS - 5.00 %



**J N C**  
 R.U.C. 10036749244  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CALLE SANTA TERESA 750 URB. SANTA ROSA - SULLANA  
 Mail: Juan\_nonato\_carrasco@hotmail.com



**HUMEDAD NATURAL**

OBRA DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO PARA LA AV. TANGARARÁ, ENTRE LA AV. UNIVERSITARIA Y LA AV. CARLOS AUGUSTO SALAVERRY, URBANIZACIÓN POPULAR NUEVO HORIZONTE - SULLANA.  
 SOLICITA DAYBY OMAR PANTA MENA - JUAN GRABIEL SUAREZ BRUNO  
 UBICACIÓN URBANIZACIÓN POPULAR NUEVO HORIZONTE - SULLANA.  
 FECHA DICIEMBRE 2020

MUESTRA	PROFUNDIDAD m	TARRO N°	PESO DEL RECIPIENTE (Gr.)		VACIO	PESO (Gr.)		HUMEDAD %
			+SUELO HUMEDO	+SUELO SECO		AGUA	SECO	
C-1-M-1	0.00 A 1.50	5	305.20	280.10	52.10	25.10	228.00	10.00

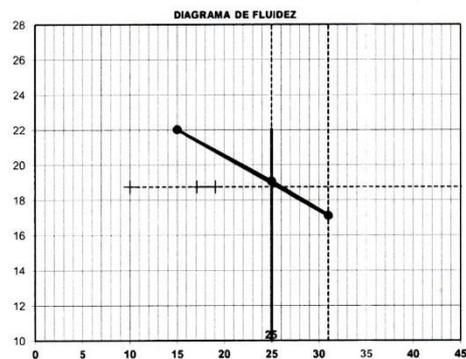
*Juan M. Carrasco*  
 JUAN M. CARRASCO VILLALBA  
 T.E.C. LABORATORIO DE SUELOS  
 Y PAVIMENTO



<b>ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS</b>		<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS</b>	
<b>OBRA :</b>	DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO PARA LA AV. TANGARARÁ, ENTRE LA AV. UNIVERSITARIA Y LA AV. CARLOS AUGUSTO SALAVERRY, URBANIZACION POPULAR NUEVO HORIZONTE - SULLANA.	CALICATA N°	01

UBICACIÓN URBANIZACION POPULAR NUEVO HORIZONTE - SULLANA.

<b>LIMITES DE ATTERBERG</b>									
CERTIFICADO N°								-	
FECHA								DICIEM.2020	
HORA									
<b>Muestra</b>	01				Lado	EJE	Prof.	de 0.00 1,50m	
<b>Limite Liquido</b>						<b>Limite Plástico</b>			
<b>Ensayo N°</b>	1	2	3	4	5	6	1	2	3
<b>N° de golpes</b>	15	25	31						
<b>Recipiente N°</b>	23	20	25						
<b>Peso tara + suelo húmedo (g)</b>	21.01	20.10	19.46						
<b>Peso tara + suelo seco (g)</b>	18.95	18.37	17.96						
<b>Peso tara (g)</b>	9.60	9.30	9.20						
<b>Peso de Agua</b>	2.06	1.73	1.50						
<b>Peso de Suelo</b>	9.35	9.07	8.76						
<b>Humedad %</b>	22.03	19.07	17.12						
					L.L. =		18.75		L.P. =
<b>Muestra</b>		Km.		Lado			Prof.		
<b>Limite Liquido</b>						<b>Limite Plástico</b>			
<b>Ensayo N°</b>	1	2	3	4	5	6	1	2	3
<b>N° de golpes</b>									
<b>Recipiente N°</b>									
<b>Peso tara + suelo húmedo (g)</b>									
<b>Peso tara + suelo seco (g)</b>									
<b>Peso tara (g)</b>									
<b>Peso de Agua</b>									
<b>Peso de Suelo</b>									
<b>Humedad %</b>									
					L.L. =		L.P. =		



<b>MUESTRA N°</b>	
<b>LIMITE LIQUIDO L.L.</b>	18.75
<b>LIMITE PLASTICO LP</b>	
<b>Indice Plastico I. P.</b>	N.P.
<b>Agua Natural %</b>	

*Juan N. Carrasco*  
**Juan N. Carrasco**  
 TEG. LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTO



**JNC**

RUC. 10036748244

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CALLE SANTA TERESA 730 URB. SANTA ROSA - SULLANA  
Mail: juan\_nonato\_carrasco@hotmail.com



**PERFIL ESTRATIGRAFICO**

**OBRA** DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO PARA LA AV. TANGARARA, ENTRE LA AV. UNIVERSITARIA Y LA AV. CARLOS AUGUSTO SALAVERRY, URBANIZACION POPULAR NUEVO HORIZONTE - SULLANA.

**SOLICITA** DAYBY OMAR PANTA MENA - JUAN GRABIEL SUAREZ BRUNO

**UBICACIÓN** URBANIZACION POPULAR NUEVO HORIZONTE - SULLANA.

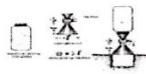
**FECHA** DICIEMBRE 2020

PROF. M	Tipo de Excavación	DESCRIPCION DEL SUELO	CLASIF. (SUCS)	SIMBOLO
0.00				
1.50		0.00M A 1.50M .- SE VISUALIZO UN ESTRATO DE ARENA SEMI COMPACTO COLOR GRIS NO SE EVIDENCIO NAPA FRATICA	SM	A-6

OBSERVACIONES :

ARCILLA   
 LIMO   
 GRAVA   
 ARENA   
 RELENO

*Juan D. Carrasco*  
 JUAN D. CARRASCO VALDIVIA  
 ING. LABORATORIO DE SUELOS  
 Y PAVIMENTO



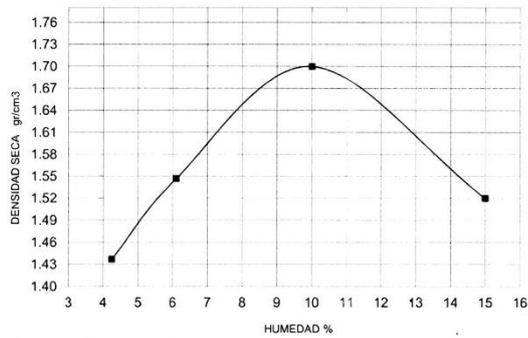
**JNC**  
 R.U.C. 10036748244  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CALLE SANTA TERESA 730 URB. SANTA ROSA - SULLANA  
 Mail: juan\_nonato\_carrasco@hotmail.com



**PRUEBA DE COMPACTACION**  
**PROCTOR MODIFICADO AASTHO T-180-D**

OBRA	DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO PARA LA AV. TANGARARÁ, ENTRE LA AV. UNIVERSITARIA Y LA AV. CARLOS AUGUSTO SALAVERRY, URBANIZACION POPULAR NUEVO HORIZONTE - SULLANA.
SOLICITA	DAYBY OMAR PANTA MEÑA - JUAN GRABIEL SUAREZ BRUNO
UBICACIÓN	URBANIZACION POPULAR NUEVO HORIZONTE - SULLANA.
MUESTRA	TERRENO NATURAL
FECHA	DICIEMBRE 2020

DENSIDAD	UNIDADES	1	2	3	4
1- Peso Suelo Humedo+Mold	gr.	7300.0	7590.0	8052.0	7810.0
2- Peso Molde	gr.	4269.8	4269.8	4269.8	4269.8
3- Peso del Suelo Humedo (1	gr.	3030.2	3320.2	3783.0	3540.0
4- Volumen Molde	cm <sup>3</sup>	2023.0	2023.0	2023.0	2023.0
5- Densidad Suelo Humedo (	gr/cm <sup>3</sup>	1.50	1.64	1.87	1.75
HUMEDAD	UNIDADES	1	2	3	4
6- Peso Tara y Suelo Humedo	gr.	176.00	154.00	170.53	170.00
7- Peso Tara y Suelo Seco	gr.	170.50	147.50	160.90	156.90
8- Peso Tara	gr.	41.00	41.00	40.50	40.50
9- Peso Agua (6-7)	gr.	5.50	6.50	9.63	13.10
10- Peso Suelo Seco (7-8)	gr.	129.50	106.50	120.40	116.40
11- Humedad % (9/10)x100	%	4.25	6.10	10.00	15.00
12- Densidad Seca :	gr/cm <sup>3</sup>	1.44	1.55	1.70	1.52



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

**DENSIDAD MAXIMA**  
**1.70 Gr/cm<sup>3</sup>**

**HUMEDAD OPTIMA**  
**10.00 %**

*Juan de la Cruz*  
 JEFE DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES  
 DEL LABORATORIO DE SUELOS  
 Y PAVIMENTO

**ANEXO 05: Estudio de mecánica de suelos Calicata 02.**



**OBRA** : DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO PARA LA AV. TANGARARÁ, ENTRE LA AV. UNIVERSITARIA Y LA AV. CARLOS AUGUSTO SALAVERRY,  
 URBANIZACION POPULAR NUEVO HORIZONTE - SULLANA.  
**SOLICITA** : DAYBY OMAR PANTA MENA Y JUAN GRABIEL SUAREZ BRUNO  
**LUGAR** : URBANIZACION POPULAR NUEVO HORIZOTE - SULLANA.  
**MUESTRA** : TERRENO NATURAL  
**FECHA** : DICIEMBRE 2020

**ANÁLISIS QUÍMICO POR AGRESIVIDAD**

MUESTRA	SALES SOLUBLES %	CLORUROS %	SULFATOS %	CARBONATOS %
C02-M-1(0.00 a 1.50)	0.170	0.0130	0.0100	0.0116

  
 Juan M. Carrasco Valdiviazo  
 TEC. LABORATORIO DE SUELOS  
 Y PAVIMENTO

**ENSAYO PROCTOR MODIFICADO**  
(NORMA AASHTO T-180, ASTM D 1557)

**OBRA** DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO PARA LA AV. TANGARARÁ, ENTRE LA AV. UNIVERSITARIA Y LA AV. CARLOS AUGUSTO SALAVERRY, URBANIZACION POPULAR NUEVO HORIZONTE - SULLANA.  
**SOLICITA** DAYBY OMAR PANTA MENA - JUAN GRABIEL SUAREZ BRUNO  
**UBICACIÓN** URBANIZACION POPULAR NUEVO HORIZONTE - SULLANA.

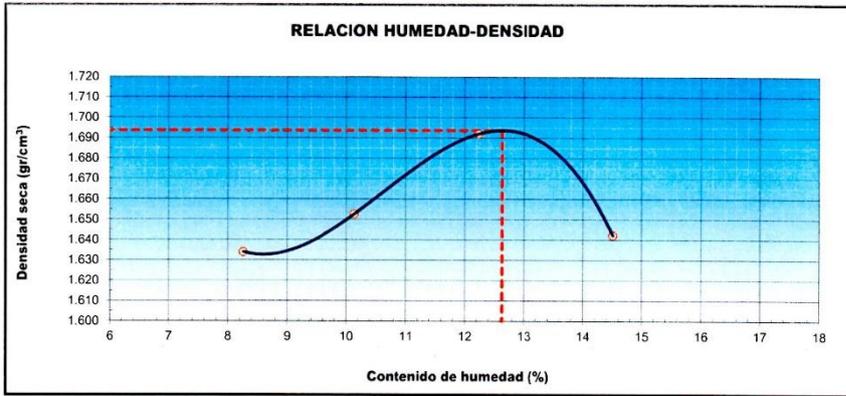
**DATOS DE LA MUESTRA**

**PROF. (m):** 0.00 A 1.50M  
**FECHA** DICIEMBRE 2020  
**CLASF. (SUCS)** S M  
**CLASF. (AASHTO)** A-2-4 (0)

**METODO DE COMPACTACION :** C **FECHA DE ENSAYO:**

Peso suelo + molde	gr	9935	10045	10215	10175				
Peso molde	gr	6128	6128	6128	6128				
Peso suelo húmedo compacta	gr	3807	3917	4087	4047				
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2152	2152	2152	2152				
Peso volumétrico húmedo	gr	1.77	1.82	1.90	1.88				
Recipiente N°									
Peso del suelo húmedo+tara	gr	706.4	625.1	583.4	670.1	563.4	615.4	625.4	635.4
Peso del suelo seco + tara	gr	652.1	577.4	530.5	616.9	501.0	548.3	545.0	554.9
Tara	gr								
Peso de agua	gr	54.3	47.7	52.9	53.2	62.4	67.1	80.4	80.5
Peso del suelo seco	gr	652.1	577.4	524.8	524.8	501.0	548.3	545.0	554.9
Contenido de agua	%	8.33	8.26	10.08	10.14	12.46	12.24	14.75	14.51
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	8.29	10.11	12.35	14.63				
		1.634	1.653	1.692	1.642				

**Densidad máxima (gr/cm<sup>3</sup>)** 1.694  
**Humedad óptima (%)** 12.6



Observaciones:

  
 Juan N. Carrasco Valdiviezo  
 TEC. LABORATORIO DE SUELOS  
 Y PAVIMENTO



**JNC**  
RUC. 10036748244  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CALLE SANTA TERESA 730 URB. SANTA ROSA - SULLANA  
Mail: juan\_nonato\_carrasco@hotmail.com



**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
(NORMA AASHTO T-193, ASTM D 1883)

**OBRA** DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO PARA LA AV. TANGARARA, ENTRE LA AV. UNIVERSITARIA Y LA AV. CARLOS AUGUSTO SALAVERRY, URBANIZACION POPULAR NUEVO HORIZONTE - SULLANA.  
**SOLICITA** DAYBY OMAR PANTA MENA - JUAN GRABIEL SUAREZ BRUNO  
**UBICACIÓN** URBANIZACION POPULAR NUEVO HORIZONTE - SULLANA.

**DATOS DE LA MUESTRA**

**FECHA** DICIEMBRE 2020  
**CLASF. (SUCS):** S M  
**CLASF. (AASHTO):** A-2-4 (0)  
**PROF. (m):** 0.00 - 1.50

**COMPACTACION**

	7		8		9	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	7		8		9	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo	11576.00	11765.00	11425.00	11612.00	11065.00	11249.00
Peso de molde (g)	7505.00	7505.00	7582.00	7582.00	7414.00	7414.00
Peso del suelo húmedo (g)	4071.00	4260.00	3843.00	4030.00	3651.00	3835.00
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2128.00	2128.00	2131.00	2131.00	2174.00	2174.00
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.913	2.002	1.803	1.891	1.679	1.764
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	625.00	565.80	705.40	810.40	694.40	621.10
Peso suelo seco + tara (g)	555.10	489.00	626.30	696.40	616.30	531.00
Peso de tara (g)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso de agua (g)	69.90	76.80	79.10	114.00	78.10	90.10
Peso de suelo seco (g)	555.10	489.00	626.30	696.40	616.30	531.00
Contenido de humedad (%)	12.59	15.71	12.63	16.37	12.67	16.97
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.699	1.730	1.601	1.625	1.491	1.508

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
00/01/1900	00:00	0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
01/01/1900	01:12	24	5.000	0.127	0.1	6.000	0.152	0.1	7.000	0.178	0.2
02/01/1900	02:00	48	7.000	0.178	0.2	9.000	0.229	0.2	10.000	0.254	0.2
03/01/1900	01:12	72	9.000	0.229	0.2	12.000	0.305	0.3	13.000	0.330	0.3
04/01/1900	02:24	96	11.000	0.279	0.2	15.000	0.381	0.3	17.000	0.432	0.4

**PENETRACION**

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N°					MOLDE N°					MOLDE N°				
		CARGA		CORRECCION			CARGA		CORRECCION			CARGA		CORRECCION		
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%			
0.000		0	0			0	0			0	0					
0.635		21	93.3			16	70.1			11	46.8					
1.270		44	200.1			38	172.2			26	116.5					
1.905		55	251.1			48	218.6			33	149.0					
2.540	70.455	73	334.4	366.4	26.5	64	292.8	304.0	22.0	47	214.0	196.4	14.2			
3.180		101	463.9			86	394.6			65	297.4					
3.810		131	602.4			110	505.5			97	445.4					
5.080	105.68	159	731.4	743.1	35.8	137	630.1	625.3	30.1	119	547.0	522.1	25.2			
7.620		200	919.9			161	740.6			143	657.7					
10.160		247	1135.3			202	929.0			185	851.0					

*Juan Nonato Carrasco*  
JUAN NONATO CARRASCO VALARREZO  
TEC. LABORATORIO DE SUELOS  
Y PAVIMENTO

**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
 (NORMA AASHTO T-193, ASTM D 1883)

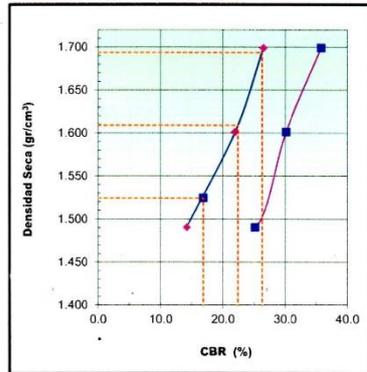
**LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

**OBRA** DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO PARA LA AV. TANGARARÁ, ENTRE LA AV. UNIVERSITARIA Y LA AV. CARLOS AUGUSTO SALAVERRY, URBANIZACIÓN POPULAR NUEVO HORIZONTE - SULLANA.

**SOLICITA** DAYBY OMAR PANTA MENA - JUAN GRABIEL SUAREZ BRUNO

**UBICACIÓN** URBANIZACIÓN POPULAR NUEVO HORIZONTE - SULLANA.

DATOS DE LA MUESTRA		
	FECHA	: DICIEMBRE 2020
	CLASF. (SUCS)	: S M
PROFUNDIDAD   0.00 A 1.50M	CLASF. (AASHTO)	: A-2-4 (0)



<b>METODO DE COMPACTACION</b>	: ASTM D1557	
<b>MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)</b>	: 1.694	
<b>OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b>	: 12.6	
<b>95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)</b>	: 1.609	
<b>90% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)</b>	: 1.524	

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1": 26.3	0.2": 35.5
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1": 22.4	0.2": 30.5
C.B.R. al 90% de M.D.S. (%)	0.1": 16.9	0.2": 26.5

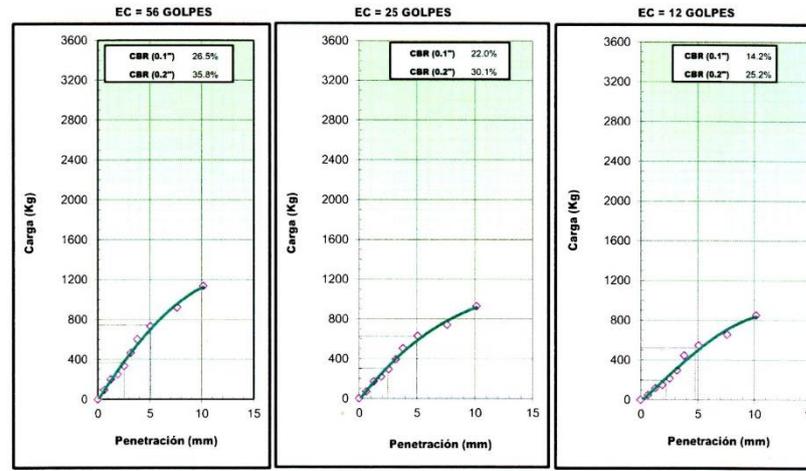
**RESULTADOS:**

Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 26.3 (%)

Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 22.4 (%)

Valor de C.B.R. al 90% de la M.D.S. = 16.9 (%)

**OBSERVACIONES:**



*Juan Nonato Carrasco*  
 JUAN NONATO CARRASCO  
 INGENIERO EN MECÁNICA DE SUELOS  
 Y PAVIMENTO



**JNC**

RUC. 10036748244

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CALLE SANTA TERESA 730 URB. SANTA ROSA - SULLANA  
 Mail: juan\_nonato\_carrasco@hotmail.com



ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO ( METODO DE CONO DE ARENA )					
(NORMA ASTM D1556-90)					
OBRA	DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO PARA LA AV. TANGARARA, ENTRE LA AV. UNIVERSITARIA Y LA AV. CARLOS AUGUSTO SALAVERRY, URBANIZACION POPULAR NUEVO HORIZONTE - SULLANA.				
SOOLICITA	DAYBY OMAR PANTA MENA - JUAN GRABIEL SUAREZ BRUNO				
UBICACIÓN	URBANIZACION POPULAR NUEVO HORIZONTE - SULLANA.				
FECHA	DICIEMBRE 2020				
PROFUNDIDAD	Metros	1.50			
Nº REGISTRO		1			
FECHA					
1.-Peso del suelo Húmedo del hueco + deposito	gr.	3315			
2.-Peso del deposito	gr.	10			
3.-Peso del suelo húmedo del hueco (1-2)	gr.	3305			
4.-Peso de la arena + frasco	gr.	6800			
5.- Peso de la arena que queda en el frasco	gr.	2700			
6.-Peso de la arena del hueco + peso del cono	gr.	4100			
7.-Peso arena del cono	gr.	1340			
8.-Peso de la arena del hueco.(6-7)	gr.	2760			
9.-Densidad de la arena	gr/cm <sup>3</sup> .	1.42			
10.-Volumen del hueco (8/9)	cm <sup>3</sup> .	1944			
11.-Peso de la grava secada al aire	gr.	0.000			
12.-Peso específico de la grava	gr/cm <sup>3</sup> .	0.00			
13.-Volumen de la grava por desplazamiento	cm <sup>3</sup> .	0.0			
14.-Peso del Suelo (3-11)	gr.	3305			
15.-Volumen del Suelo (10-13)	cm <sup>3</sup> .	1944			
16.-Densidad del Suelo húmedo (14/15)	gr/cm <sup>3</sup>	1.700			
17.-Humedad contenido del suelo	%	12.0			
18.-Densidad del suelo seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.500			
19.-Maxima densidad determinada en Proctor	gr/cm <sup>3</sup>	1.69			
20.-Porcentaje de compactación (18/19)	%	89.0			
21.-Compactación especificada.	%				

HUMEDAD					
1.-Peso de cápsula + suelo húmedo	gr.	498.3			
2.-Peso de cápsulas + suelo seco	gr.	440.0			
3.-Agua.		58.3			
4.-Peso de Cápsula	gr.	15.00			
5.-Peso Suelo seco.	gr.	440			
6.-% Humedad.		12.0			

*Juan Nonato Carrasco*  
 TECNICO VALIADO  
 TEC. LABORATORIO DE SUELOS  
 Y PAVIMENTO

**JNC**  
RUC. 10036748244  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**  
CALLE SANTA TERESA 730 URB. SANTA ROSA - SULLANA  
Mail: juan\_nonato\_carrasco@hotmail.com

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO  
(METODO AASHTO T-89 Y ASTM D-22)**

**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

**OBRA** DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO PARA LA AV. TANGARARA, ENTRE LA AV. UNIVERSITARIA Y LA AV. CARLOS AUGUSTO SALAVERRY, URBANIZACION POPULAR NUEVO HORIZONTE - SULLANA.

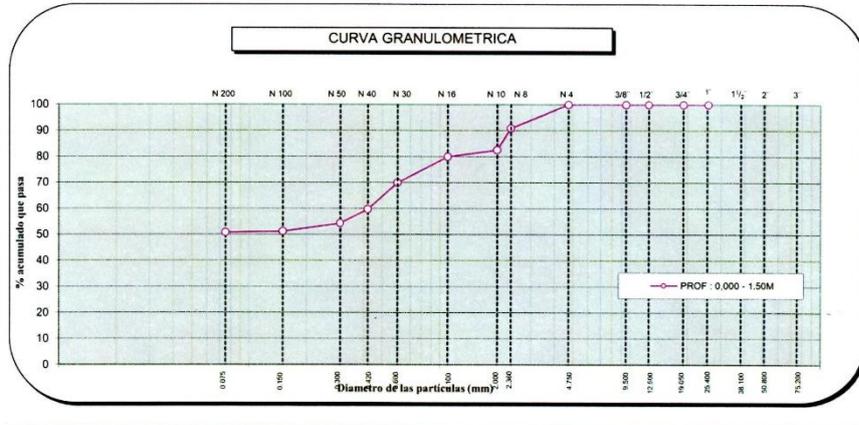
**SOLICITA** DAYBY OMAR PANTA MENA - JUAN GRABIEL SUAREZ BRUNO

**UBICACION** URBANIZACION POPULAR NUEVO HORIZONTE - SULLANA.

**DATOS DE LA MUESTRA**

**FECHA** : DICIEMBRE 2020 **PESO INICIAL** 28176.0 g.  
**PROF** : 0,000 - 1,50M **PESO SUB-MUESTRA** 1138.1 g.

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET.	%RET. AC.	% Q' PASA	
3"	75.000					HUMEDAD NATURAL =
2"	50.800					% DE GRAVA = 0.0
1 1/2"	37.500					% DE FINO =
1"	25.700				100.0	ARENA = 100%
3/4"	19.050	0	0.0	0.0	100.0	LIMITES DE CONSISTENCIA < # 40
1/2"	12.500	0	0.0	0.0	100.0	Limite Liquido =
3/8"	9.500	0	0.0	0.0	100.0	Limite Plástico = 90.8
Nº 4	4.750	0	0.0	0.0	100.0	Indice de Plasticidad =
Nº 8	2.360	104.3	9.2	9.2	90.8	CLASIFICACION
Nº 10	2.000	49.6	4.4	17.5	82.5	S.U.C.S. = SM
Nº 16	1.100	273.3	24.0	20.0	80.0	AASHTO = A-4
Nº 30	0.600	486.3	42.7	30.0	70.0	
Nº 40	0.420	116.7	10.3	40.3	59.7	
Nº 50	0.300	61.4	5.4	45.6	54.4	
Nº 100	0.150	35.8	3.1	48.8	51.2	
Nº 200	0.075	4.0	0.3	49.1	50.9	
< Nº 200	0.075	6.8	0.6	49.7		



*Juan N. Carrasco Valdiviezo*  
**JUAN N. CARRASCO VALDIVIEZO**  
TEC. LABORATORIO DE SUELOS  
Y PAVIMENTO



**HUMEDAD NATURAL**

<b>LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b>	
OBRA	DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO PARA LA AV. TANGARARÁ, ENTRE LA AV. UNIVERSITARIA Y LA AV. CARLOS AUGUSTO SALAVERRY, URBANIZACION POPULAR NUEVO HORIZONTE - SULLANA.
SOLICITA	DAYBY OMAR PANTA MENA - JUAN GRABIEL SUAREZ BRUNO
UBICACIÓN	URBANIZACION POPULAR NUEVO HORIZONTE - SULLANA.
FECHA	DICIEMBRE 2020

	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>			
	<b>C-01</b>			
CALICATA	<b>1.50</b>			
PROFUNDIDAD	<b>1</b>			
Nº DE ENSAYOS				
Nº TARRO				
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)	<b>22.50</b>			
PESO TARRO + SUELO SECO (g)	<b>19.00</b>			
PESO DE AGUA (g)	3.50			
PESO DEL TARRO (g)	<b>0.00</b>			
PESO DEL SUELO SECO (g)	27.97			
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b>	<b>12.5</b>			

  
 Juan N. Carrasco Valdiviezo  
 TEC. LABORATORIO DE SUELOS  
 Y PAVIMENTO



**JNC**

RUC. 10036748244

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CALLE SANTA TERESA 730 URB. SANTA ROSA - SULLANA

Mail: [juan\\_nonato\\_carrasco@hotmail.com](mailto:juan_nonato_carrasco@hotmail.com)

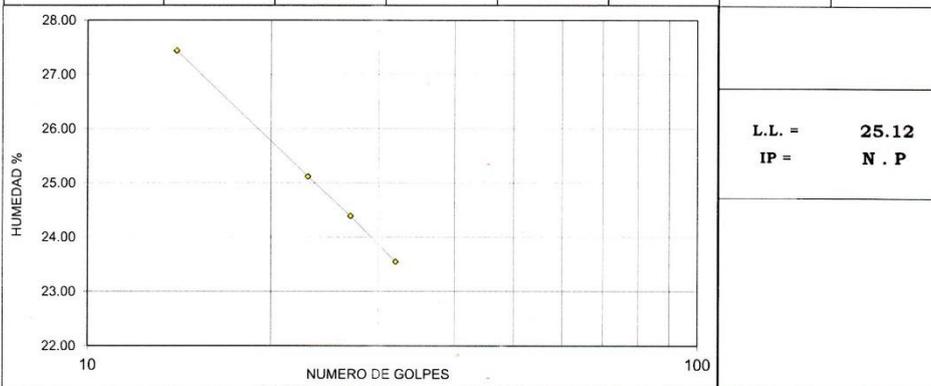


### LIMITES DE ATTERBERG

<b>OBRA</b>	:	DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO PARA LA AV. TANGARARÁ, ENTRE LA AV. UNIVERSITARIA Y LA AV. CARLOS AUGUSTO SALAVERRY, URBANIZACION POPULAR NUEVO HORIZONTE - SULLANA.
<b>SOLICITA</b>	:	DAYBY OMAR PANTA MENA - JUAN GRABIEL SUAREZ BRUNO
<b>UBICACIÓN</b>	:	URBANIZACION POPULAR NUEVO HORIZONTE - SULLANA.
<b>MUESTRA</b>	:	TERRENO NATURAL
<b>FECHA</b>	:	DICIEMBRE 2020

1.- LIMITE LIQUIDO		ASTM 423-66					
NUMERO DE GOLPES	CAPSULA NUMERO	TOTAL PESO HUMEDO + (T)	TOTAL PESO SECO + (T)	PESO AGUA	TARA (T)	MUESTRA PESO SECO	HUMEDAD %
14	3A	29.82	26.50	3.32	14.40	12.10	27.44
23	1A	29.89	26.80	3.09	14.50	12.30	25.12
27	2B	29.70	26.70	3.00	14.40	12.30	24.39
32	3B	31.42	28.50	2.92	16.10	12.40	23.55

2.- LIMITE PLASTICO		ASTM D424-59					
CAPSULA NUMERO	TOTAL PESO HUMEDO + (T)	TOTAL PESO SECO + (T)	PESO AGUA	TARA (T)	MUESTRA PESO SECO	CONTENIDO DE AGUA	LIMITE PLASTICO



*Juan N. Carrasco*  
**Juan N. Carrasco Valdiviezo**  
TEC. LABORATORIO DE SUELOS  
Y PAVIMENTO



**JNC**

RUC. 10036748244

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CALLE SANTA TERESA 730 URB. SANTA ROSA - SULLANA

Mail: juan\_nonato\_carrasco@hotmail.com



**PERFIL ESTRATIGRAFICO**

OBRA DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO PARA LA AV. TANGARARÁ, ENTRE LA AV. UNIVERSITARIA Y LA AV. CARLOS AUGUSTO SALAVERRY, URBANIZACION POPULAR NUEVO HORIZONTE - SULLANA.

SOLICITA DAYBY OMAR PANTA MENA - JUAN GRABIEL SUAREZ BRUNO

UBICACIÓN URBANIZACION POPULAR NUEVO HORIZONTE - SULLANA.

FECHA DICIEMBRE 2020

PROF.	Tipo de	DESCRIPCION DEL SUELO	CLASIF. (SUCS)	SIMBOLO
M	Excavación			
		0.00 - 1.50M		
		SE OBSERVO UN ESTRATO UNIFORME DE ARENA EOLICA SEMI COMPACTO COLOR GRIS CLARO - NO SE EVIDENCIO NPA FREATICA	SM	A-4
1.50				

OBSERVACIONES :

**Juan Grabiél Suárez Bruno**
  
 TEG. LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTO

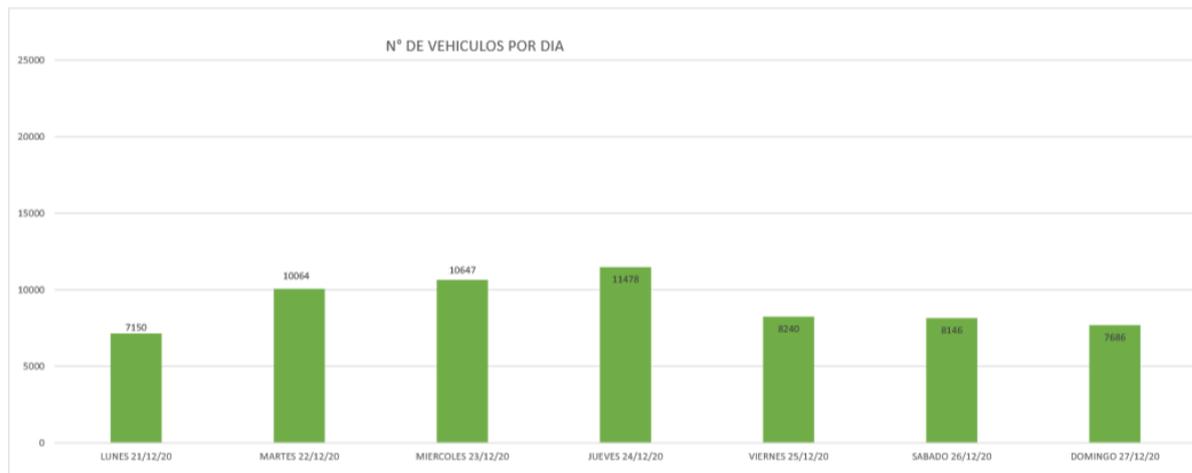
## ANEXO 06: Estudio de tránsito.



### FORMATO RESUMEN SEMANAL ESTUDIO DE TRAFICO

PROYECTO:	TESIS DE DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO PARA LA AV. TANGARARÁ ENTRE LA AV. UNIVERSITARIA Y LA AV. CARLOS AUGUSTO SALAVERRY, URBANIZACION POPULAR NUEVO HORIZONTE - SULLANA.						
TRAMO DE LA VIA:	AV. TANGARARÁ ENTRE LA AV. UNIVERSITARIA Y LA AV. CARLOS AUGUSTO SALAVERRY						
SENTIDO:		AMBOS	E			S	
UBICACIÓN:	URBANIZACION POPULAR NUEVO HORIZONTE SULLANA						

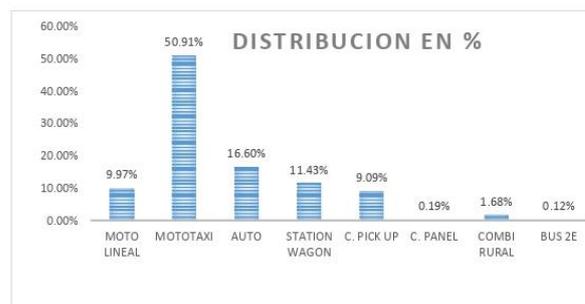
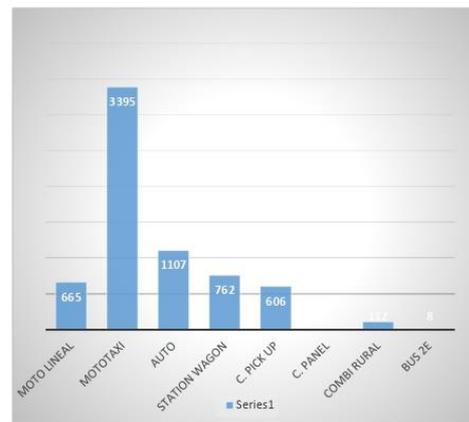
TIPO DE VEHICULO		LUNES 21/12/20	MARTES 22/12/20	MIERCOLES 23/12/20	JUEVES 24/12/20	VIERNES 25/12/20	SABADO 26/12/20	DOMINGO 27/12/20	TOTAL
MOTO LINEAL		653	971	862	1047	908	977	905	6323
MOTOTAXI		4064	5088	5276	5934	4044	4100	3805	32311
AUTO		1226	1608	1737	1802	1415	1470	1274	10532
STATION WAGON		605	1277	1442	1355	945	819	808	7251
C. PICK UP		557	944	961	864	871	722	842	5761
C. PANEL		13	24	8	19	14	21	15	114
COMBI RURAL		24	143	352	449	34	29	31	1062
BUS 2E		8	9	9	8	9	8	6	57
TOTAL		7150	10064	10647	11478	8240	8146	7686	63411



DETERMINACION DEL INDICE MEDIO DIARIO ANUAL		
DISTRITO:	SULLANA	
LUGAR:	AV. TANGARARÁ ENTRE LA AV. UNIVERSITARIA Y LA AV. CARLOS AUGUSTO SALAVERRY	
$IMDa = IMDs \times Fc$	$IMDs = \sum \frac{Vi}{7}$	FC = 0.7354 (Ligero)
		FC = 0.7840 (Pesados)

RESULTADO DEL CONTEO VEHICULAR				
TIPO DE VEHICULO	TOTAL SEMANAL	IMDS	FC	IMDA
MOTO LINEAL	6323	904	0.7354	665
MOTOTAXI	32311	4616	0.7354	3395
AUTO	10532	1505	0.7354	1107
STATION WAGON	7251	1036	0.7354	762
C. PICK UP	5761	823	0.7354	606
C. PANEL	114	17	0.7354	13
COMBI RURAL	1062	152	0.7354	112
BUS 2E	57	9	0.7840	8
TOTAL	63411	9062		6668

ANALISIS DE LA DEMANDA ANUAL		
TRAFICO ANUAL POR TIPO DE VEHICULO		
TIPO DE VEHICULO	IMDA	DISTRIBUCION %
MOTO LINEAL	665	9.97%
MOTOTAXI	3395	50.91%
AUTO	1107	16.60%
STATION WAGON	762	11.43%
C. PICK UP	606	9.09%
C. PANEL	13	0.19%
COMBI RURAL	112	1.68%
BUS 2E	8	0.12%
IMDA	6668	100.00%



## ANEXO 07: Hoja de cálculo del ESAL.

MEDIO DE TRANSPORTE	IMDA	PESO TOTAL (Tn)	PESO POR EJES (Tn)			PESO TOTAL (Kips)	Lx POR EJES (Kips)	L2	Bz	EALF <sub>i</sub> (POR EJE)	FACTOR CAMIÓN FC=ΣEALF <sub>i</sub>	FC*IMDA
			EJE	%	Lx							
<b>VEHICULOS MENORES</b>												
<b>CATEGORIA " L "</b>												
<b>4060</b>												
MOTOKAR / MOTO LINEAL	4060	0.30	Del.	30.0%	0.09	0.661	0.198	1	1.000	0.0000042	0.000015	0.0599582
			Post. 01	70.0%	0.21							
<b>VEHIC. MAYOR</b>												
<b>CATEGORIA " M "</b>												
<b>2608</b>												
AUTOMOVILES 	1107	3.00	Del.	50.0%	1.50	6.608	3.304	1	1.002	0.0015451	0.003090	3.4208569
			Post. 01	50.0%	1.50							
STATION WAGON 	762	3.50	Del.	50.0%	1.75	7.709	3.855	1	1.004	0.0026923	0.005385	4.1030223
			Post. 01	50.0%	1.75							
CAMIONETA PICK UP 	606	5.00	Del.	50.0%	2.50	11.013	5.507	1	1.020	0.0103446	0.020689	12.5376810
			Post. 01	50.0%	2.50							
PANEL 	13	5.00	Del.	50.0%	2.50	11.013	5.507	1	1.020	0.0103446	0.020689	0.2689602
			Post. 01	50.0%	2.50							
COMBI Y MICRC 	112	7.00	Del.	50.0%	3.50	15.419	7.709	1	1.091	0.0386285	0.077257	8.6527855
			Post. 01	50.0%	3.50							
BUS (B2) 	8	18.00	Del.	38.9%	7.00	39.648	15.419	1	3.459	0.5407063	4.049893	32.3991467
			Post. 01	61.1%	11.00							
BUS (B3-1) 	0		Del.		7.00							
			Post. 01		16.00							
BUS (B4-1) 	0		Del.		14.00							
			Post. 01		16.00							
BUS (BA-1) 	0		Del.		7.00							
			Post. 01		11.00							
			Post. 02		7.00							

$$ESAL = \sum_{i=1}^{i=m} FACTORCAMI \acute{O}N_i \times IMD_i(G)(D)(L) \times 365 = 308,453.24$$

r = 3.23% Tasa de crecimiento  
 Y = 20 Período de diseño  
 G = Factor de de crecimiento  
 D = 0.5 Factor de Distribución en Dirección  
 L = 1 Factor de Distribución por Carril

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

$$(G) = 27.5079$$

# ANEXO 08: Hoja de cálculo del espesor estructural del pavimento rígido.

## HOJA DE CALCULO DEL ESPESOR ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RIGIDO

Tesis "Diseño de pavimento rígido para la Av. Tangarará entre la Av. Universitaria y la Av. Carlos Augusto Salaverry, Urbanización Popular Nuevo Horizonte - Sullana.

Fecha : ene-21

### VARIABLES DEL DISEÑO PARA EL METODO AASTHO 93

#### ESPESOR (D).

El espesor de losa de concreto, es la variable "D" que pretendemos determinar al realizar un diseño de pavimento rígido. El resultado del espesor se ve afectado por todas las demás variables que interviene en los cálculos. Es importante especificar lo que se diseña, ya que a partir de espesores regulares una pequeña variación puede significar una variación importante en la vida útil.

#### TRAFFICO (W18).

El método AASTHO diseña los pavimentos de concreto por fatiga. La fatiga se entiende como el número de repeticiones ó ciclos de carga que actúan sobre un elemento determinado. Al establecer una vida útil de diseño, en realidad lo que se está haciendo es tratar de estimar, en un periodo de tiempo, el número de repeticiones de carga a las que estará sometido el pavimento. La vida útil mínima con la que se debe diseñar un pavimento rígido es de 20 años, en la que además se contempla el crecimiento del tráfico durante su vida útil, que depende del desarrollo socio-económico de la zona.

#### TRAFFICO ESAL'S DEL ESTUDIO DE TRAFICO

ESAL's = 308,453.24

#### PERÍODO DE DISEÑO (Pd).

El presente trabajo considera un periodo de diseño de 20 años. (Recomendable)

Pd = 20.00

#### 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.

R (%) = 70.000

Cuadro 14.5 del El manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos

#### DESVIACIÓN ESTANDAR( Zr).

Es función de los niveles seleccionados de confiabilidad.

Zr = -0.524

Cuadro 14.5 del El manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos

#### ERROR ESTÁNDAR COMBINADO (So):

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

Para pavimentos rígidos	0.30 – 0.40
En construcción nueva	0.35
En sobre capas	0.4

So = 0.35

Recomendado por El manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos

#### SERVICIABILIDAD (Δ PSI):

La serviciabilidad se define como la habilidad del pavimento de servir al tipo de tráfico (autos y camiones) que circulan en la vía. La medida primaria de la serviciabilidad es el Índice de Serviciabilidad Presente. El procedimiento de diseño AASHTO predice el porcentaje de pérdida de serviciabilidad (Δ PSI) para varios niveles de tráfico y cargas de ejes.

Entonces: cuadro 14.4

Po = 4.1  
Pt = 2.0

Cuadro 14.4 del El manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos

Δ PSI = Po - Pt

Δ PSI = 2.10

#### MÓDULO DE RUPTURA (MR)

Es una propiedad del concreto que influye notablemente en el diseño de pavimentos rígidos de concreto.

Concreto a Utilizar	$F'c$ (kg/cm <sup>2</sup> ) =	280	Cuadro 14.7 del El manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos
	$S'c = a(F'c)^{1/2}$		
	donde: $a=2.4068932$		
	$S'c$ (kg/cm <sup>2</sup> ) =	40.27502657	
	$S'c$ (psi) =	572.8437854	

#### DRENAJE (Cd)

Para el presente caso se trabajara con lo recomendado en el manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos

$Cd =$	1.00
--------	------

#### COEFICIENTE DE TRANSFERENCIA DE CARGA (J).

Es la capacidad que tiene la losa de transmitir fuerzas cortantes a las losas adyacentes, lo que repercute en minimizar las deformaciones y los esfuerzos en las estructuras del pavimento, mientras mejor sea la transferencia de carga mejor será el comportamiento de las losas.

$J =$	2.8	Cuadro 14.10 del El manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos
-------	-----	------------------------------------------------------------------------------------

#### MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO (Ec).

Se denomina Módulo de elasticidad del concreto a la tracción, a la capacidad que obedece la ley de Hooke, es decir, la relación de la tensión unitaria a la deformación unitaria. Las relaciones de mayor uso para su determinación son:

$F'c$  = Resistencia a la compresión del concreto (Kg/cm<sup>2</sup>) = 210 Kg/cm<sup>2</sup>

$E_c = 57000 \times (F'c)^{1/2}$  (En MPa)

$E_c = 57000 \times (F'c)^{1/2}$  (En Kg/cm<sup>2</sup>)

$E_c = 57000 \times (280)^{1/2}$

$E_c =$	953792.4	Kg/cm <sup>2</sup>
$E_c =$	13,566,114.02	Psi

#### MÓDULO DE REACCION DE LA SUB RASANTE (K)

Se han propuesto algunas correlaciones de "K" a partir de datos de CBR de diseño de la Sub Rasante, siendo una de las más aceptadas por AASHTO las expresiones siguientes:

$K = 2.55 + 52.5(\text{Log CBR})$

$K = 46.0 + 9.08(\text{Log CBR})^{4.34}$

Mpa/m

→

CBR ≤ 10

Mpa/m

→

CBR > 10

CBR de diseño de la sub rasante = 19.55

Según estudio realizado Laboratorio de Mecánica de suelo de la MPP

$K =$	73.52
-------	-------

#### ESPESOR DEL PAVIMENTO

Según la formula General AASHTO:

$$\text{Log}_{10}(W18) = Z_r \times S_o + 7.35 \times \text{Log}_{10}(D + 1) - 0.06 + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D + 1)^{8.46}}}$$
$$+ (4.22 - 0.32 \times Pt) \times \text{Log}_{10}\left[215.63 \frac{S'c \times Cd \times (D)^{0.75} - 1.132}{215.63 \times J \times (D)^{0.75} - \frac{18.42}{\left(\frac{E_c}{k}\right)^{0.25}}}\right]$$

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

$$\text{Log}_{10}(W18) - Zr \times So + 0.06 = 5.733 \dots\dots \text{Ec. I}$$

$$7.35 \times \text{Log}_{10}(D + 1) + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.624 \times 10^{-7}}{(D + 1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 \times Pt) \times \text{Log}_{10}\left[215.63 \frac{S'c \times Cd \times (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times J \times (D^{0.75} - \frac{18.42}{(\frac{Ec}{k})^{0.25}})}\right] = 5.740 \dots\dots \text{Ec. II}$$

D = 5.590 in

Espesor de la Losa de Concreto  
Asumir Espesor de la Losa de Concreto

D = 14.20	Cm
D = 15.00	Cm

LOSA DE CONCRETO Fc = 280 kg/cm2	15 CM
BASE - MATERIAL GRANULAR	20 CM
SUB BASE - MATERIAL GRANULAR	15 CM
SUBRASANTE	

**ANEXO 09: Panel fotográfico.**

**Realizando el levantamiento topográfico**



## Realizando la excavación de calicatas

