

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL**



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

---

**Diseño Estructural Del Pavimento Flexible en las Calles del Asentamiento  
Humano El Milagro Sector V Huanchaco - Trujillo - La Libertad - 2022**

---

**Línea de Investigación:** Ingeniería de Transportes

**Sub Línea De Investigación:** Transportes

**Autores:**

Dionicio Riveros, Milber Rolin

León Ynfantes, Christian Gonzalo

**Jurado Evaluador:**

**Presidente:** Hurtado Zamora, Oswaldo

**Secretario:** Burgos Sarmiento, Tito Alfredo

**Vocal:** Geldres Sánchez, Carmen Lucia

**Asesor:**

Merino Martínez, Marcelo Edmundo

**Código ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-4733-4959>

**TRUJILLO – PERÚ**  
**2023**

**Fecha de sustentación:** 2023/05/26



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL**



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

---

**Diseño Estructural Del Pavimento Flexible en las Calles del Asentamiento  
Humano El Milagro Sector V Huanchaco - Trujillo - La Libertad - 2022**

---

**Línea de Investigación:** Ingeniería de Transportes

**Sub Línea De Investigación:** Transportes

**Autores:**

Dionicio Riveros, Milber Rolin

León Ynfantes, Christian Gonzalo

**Jurado Evaluador:**

**Presidente:** Hurtado Zamora, Oswaldo

**Secretario:** Burgos Sarmiento, Tito Alfredo

**Vocal:** Geldres Sánchez, Carmen Lucia

**Asesor:**

Merino Martínez, Marcelo Edmundo

**Código ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-4733-4959>

**TRUJILLO – PERÚ**  
**2023**

**Fecha de sustentación:** 2023/05/26

# Diseño Estructural Del Pavimento Flexible en las Calles del Asentamiento Humano El Milagro Sector V Huanchaco - Trujillo - La Libertad - 2022

## INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>10%</b>	<b>10%</b>	<b>2%</b>	<b>7%</b>
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>Submitted to Universidad Privada Antenor Orrego</b> Trabajo del estudiante	<b>5%</b>
<b>2</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>3</b>	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>repositorio.uptc.edu.co</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>idoc.pub</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>

Excluir citas      Activo  
Excluir bibliografía      Activo

Excluir coincidencias < 1%

ing. Merino Martinez Marcelo

## Declaración de originalidad

Yo, Merino Martínez Marcelo Edmundo, docente del Programa de Estudio de Ingeniería Civil de la Universidad Privada Antenor Orrego, asesor de la tesis de investigación titulada “Diseño Estructural Del Pavimento Flexible en las Calles del Asentamiento Humano El Milagro Sector V Huanchaco - Trujillo - La Libertad - 2022”, autores Dionicio Riveros, Milber Rolin y Leon Ynfantes Christian Gonzalo, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 10%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software Turnitin el 19 de mayo del 2023.
- He revisado con detalle dicho reporte y la tesis, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las normas establecidas por la Universidad.

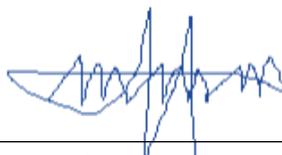
Trujillo, 22 de Julio del 2023



**Dionicio Riveros, Milber Rolin**  
DNI: 76596783



**Leon Ynfantes, Christian Gonzalo**  
DNI: 70475661



**Merino Martínez, Marcelo Edmundo**  
DNI: 17983739  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4733-4959>

## **DEDICATORIA**

A Dios, Por haberme permitido llegar hasta estas instancias de la carrera, Por haberme dado vida y salud para ir logrando cada objetivo propuesto, además de su infinito amor y bondad.

A mi madre Isaura, Por brindarme su apoyo en todo momento, por sus consejos, buenos valores, por la motivación constante que gracias a ti soy una persona de bien, pero más que nada por tu infinito amor de madre.

A mi hermana Aracely por el apoyo moral y económico que me brindaste en cada momento en la ausencia de nuestros padres.

**BR. DIONICIO RIVEROS, MILBER ROLIN**

Dedico esta tesis a mis padres: Gonzalo León y Fredesminda Ynfantes, por darme la oportunidad de realizarme profesionalmente, lo cual me permitirá contribuir en el bienestar familiar y protegerlos siempre por su apoyo incondicional.

**BR. LEON YNFANTES, CHRISTIAN GONZALO**

## **AGRADECIMIENTO**

Un especial agradecimiento a la UPAO, que asumió el reto de nuestra formación profesional de cada uno de sus ingresantes y a cada uno de nuestros maestros, en especial a aquellos que por sus cualidades integrales nos sirvieron para culminar nuestra carrera, de la misma manera agradecer a nuestro asesor el Ing. Marcelo Edmundo Merino Martínez por compartirnos su tiempo y sus enseñanzas en el proceso de nuestra tesis.

## RESUMEN

La tesis en mención lleva como título “Diseño Estructural Del Pavimento Flexible En Las Calles del Asentamiento Humano El Milagro Sector V Huanchaco - Trujillo - La Libertad - 2022” tiene como objetivo realizar el diseño del pavimento flexible, para lo cual se realizara bajo La metodología AASHTO 93 y las recomendaciones de la Guía de Carreteras emitidas por el Ministerio de Transportes, permitiéndonos plantear el diseño del pavimento flexible como alternativa en el progreso de la presente investigación.

La realidad del Asentamiento Humano del Sector V de El Milagro genera un grave problema en el tránsito de las diversas calles que lo conforman, debido a que carecen de una infraestructura vial, además a ello se plantea una solución para que el tránsito sea adecuado. Por ende, de busca una alternativa que asegure la circulación adecuada de vehículos y peatones en el área de estudio.

Debido a la situación incierta del campo de investigación elegido en este estudio, se decidió optar por un diseño de pavimento flexible. Por ello se realizó estudios de tráfico en la zona respectiva en el cual se dio con los resultados que para la calle Alfonso Ugarte se obtuvo un ESAL´s de 478,921.11, para la calle Tupac Amaru se obtuvo un ESAL´s de 705,531.80, para la calle Manco Cápac se obtuvo un ESAL´s de 611,960.99 y para la Calle 4 se obtuvo un ESAL´s de 813,970.79, como segundo estudio el análisis de mecánica de suelos para determinar las capas que lo conforma el pavimento flexible teniendo como resultado para la calle Alfonso Ugarte un CBR promedio de 14%, para la calle Tupac Amaru y Manco Cápac un CBR de 18% y para la Calle 4 un CBR de 21% , clasificándolo como una subrasante buena ya que tiene un CBR entre 8% y 17%, según la Norma Técnica CE.010 Pavimentos Urbanos. Asimismo, la metodología AASHTO 93 nos permitió hacer un diseño óptimo y una propuesta económica utilizando programas especializados que brinden resultados confiables y precisos.

Por último, se concluye que para las calles Alfonso Ugarte, Tupac Amaru, Manco Cápac, tendrán como espesores de 5 cm de carpeta asfáltica, 25 cm de base y 25 cm de sub base, por último, la Calle 4 contará con espesores de 5 cm de carpeta asfáltica, 25 cm de base y 30 cm de sub base.

**Palabras claves:** Pavimento flexible, base, sub base, AASHTO 93.

## ABSTRACT

The thesis entitled "Structural Design of Flexible Pavement in the Streets of El Milagro Sector V Human Settlement, Huanchaco - Trujillo - La Libertad - 2022" aims to carry out the design of flexible pavement using the AASHTO 93 methodology and the recommendations from the Road Guide issued by the Ministry of Transport. This approach allows us to propose the design of flexible pavement as an alternative in the progress of this research.

The reality of El Milagro Sector V Human Settlement poses a serious problem for the traffic flow in its various streets due to the lack of proper road infrastructure. Therefore, a solution is proposed to ensure suitable traffic flow for both vehicles and pedestrians in the study area.

Considering the uncertain nature of the chosen research field, the decision was made to opt for a flexible pavement design. Traffic studies were conducted in the respective area, resulting in an ESAL's (Equivalent Single Axle Load) of 478,921.11 for Alfonso Ugarte Street, 705,531.80 for Tupac Amaru Street, 611,960.99 for Manco Cápac Street, and 813,970.79 for Street 4. Additionally, a soil mechanics analysis was performed to determine the layers that make up the flexible pavement. The results showed an average CBR (California Bearing Ratio) of 14% for Alfonso Ugarte Street, 18% for Tupac Amaru and Manco Cápac Streets, and 21% for Street 4, classifying it as a good subgrade according to Technical Standard CE.010 Urban Pavements. The AASHTO 93 methodology allowed for an optimal design and an economical proposal using specialized programs that provide reliable and accurate results.

In conclusion, Alfonso Ugarte, Tupac Amaru, and Manco Cápac Streets will have asphalt layer thickness of 5 cm, base thickness of 25 cm, and sub-base thickness of 25 cm. Street 4 will have asphalt layer thickness of 5 cm, base thickness of 25 cm, and sub-base thickness of 30 cm.

**Keywords:** Flexible pavement, base, sub-base, AASHTO 93.

## **PRESENTACION**

Señores miembros del jurado, luego de haber cumplido adecuadamente y conforme a la rúbrica establecida por el Reglamento de Grados y Títulos y el Reglamento de la Facultad de ingeniera de la Universidad Privada Antenor Orrego para la obtención del título y grado profesional de ingeniero civil, es de nuestro agrado colocar a su disposición y presentar nuestra investigación con el nombre de: "DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO EL MILAGRO SECTOR V HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD - 2022"

Atentamente

**BR. DIONICIO RIVEROS, MILBER ROLIN**

**BR. LEÓN YNFANTES, CHRISTIAN GONZALO**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA .....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
RESUMEN .....	vi
ABSTRACT .....	vii
PRESENTACIÓN .....	viii
I. INTRODUCCION .....	1
1.1. Problema de investigación .....	1
1.1.1. Enunciado del problema .....	3
1.2. Objetivos .....	3
1.2.1. Objetivo general .....	3
1.2.2. Objetivos específicos .....	3
1.3. Justificación del estudio .....	4
II. MARCO DE REFERENCIA .....	5
2.1. Antecedentes del estudio .....	5
2.1.1. Antecedentes internacionales .....	5
2.1.2. Antecedentes nacionales .....	7
2.1.3. Antecedentes regionales.....	8
2.2. Marco teórico .....	10
2.2.1. Estudio de tráfico .....	10
2.2.2. Estudio de mecánica de suelos.....	11
2.2.3. Pavimento .....	15

2.2.4.	Ingeniería de tránsito .....	18
2.2.5.	Método de diseño.....	23
2.2.6.	Parámetros de diseño .....	26
2.3.	Marco conceptual.....	32
2.4.	Sistema de hipótesis .....	34
2.5.	Variables e indicadores .....	34
III.	METODOLOGIA EMPLEADA.....	36
3.1.	Tipo y nivel de investigación .....	36
3.1.1.	Tipo de investigación .....	36
3.1.2.	Nivel de investigación .....	36
3.2.	Población y muestra de estudio .....	36
3.2.1.	Población .....	36
3.2.2.	Muestra .....	36
3.3.	Diseño de Investigación .....	36
3.4.	Técnicas e instrumentos de investigación.....	36
3.5.	Procesamiento y análisis de datos.....	37
3.5.1.	Estudios previos.....	37
IV.	PRESENTACION DE RESULTADOS .....	39
4.1.	Propuesta de investigación .....	39
4.2.	Análisis e interpretación de resultados.....	39
4.2.1.	Estudios topográficos.....	39
4.2.2.	Estudio de mecánica de suelos.....	39

4.2.3. Estudio de tráfico .....	43
4.2.4. Ejes equivalentes .....	48
4.2.5. Diseño estructural del pavimento flexible .....	54
4.3. Docimasia de hipótesis .....	58
V. DISCUSION DE LOS RESULTADOS .....	60
CONCLUSIONES .....	63
RECOMENDACIONES .....	64
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	65
ANEXOS.....	68

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Variable Independiente .....	35
<b>Tabla 2:</b> Análisis Granulométrico .....	40
<b>Tabla 3:</b> Contenido de humedad.....	41
<b>Tabla 4:</b> Proctor Modificado .....	42
<b>Tabla 5:</b> Valores del CBR al 95% y 100%.....	42
<b>Tabla 6:</b> Clasificación de suelos por SUCS y AASHTO .....	43
<b>Tabla 7:</b> Conteo vehicular de la calle Alfonso Ugarte.....	44
<b>Tabla 8:</b> Conteo vehicular de la calle Tupac Amaru.....	45
<b>Tabla 9:</b> Conteo vehicular de la calle Manco Cápac .....	45
<b>Tabla 10:</b> Conteo vehicular de la calle 4 .....	46
<b>Tabla 11:</b> Cálculo del IMDA de la Calle Alfonso Ugarte .....	47
<b>Tabla 12:</b> Cálculo del IMDA de la Calle Tupac Amaru .....	47
<b>Tabla 13:</b> Cálculo del IMDA de la Calle Manco Cápac.....	47
<b>Tabla 14:</b> Cálculo del IMDA de la Calle 4.....	48
<b>Tabla 15:</b> Relación de cargas por eje, para Pavimentos Flexibles.....	49
<b>Tabla 16:</b> Ejes equivalentes de la Calle Alfonso Ugarte .....	50
<b>Tabla 17:</b> Número de repeticiones de ejes equivalentes para el diseño del pavimento flexible de la Calle Alfonso Ugarte.....	50
<b>Tabla 18:</b> Ejes equivalentes de la Calle Tupac Amaru.....	51
<b>Tabla 19:</b> Número de repeticiones de ejes equivalentes para el diseño del pavimento flexible de la Calle Tupac Amaru.....	51
<b>Tabla 20:</b> Ejes equivalentes de la Calle Manco Cápac .....	52
<b>Tabla 21:</b> Número de repeticiones de ejes equivalentes para el diseño del pavimento flexible de la Calle Manco Cápac .....	52

<b>Tabla 22:</b> Ejes equivalentes de la Calle 4 .....	53
<b>Tabla 23:</b> Número de repeticiones de ejes equivalentes para el diseño del pavimento flexible de la Calle 4 .....	53
<b>Tabla 24:</b> Confiabilidad (%R) y Desviación Estándar Normal ( $Z_r$ ) .....	54
<b>Tabla 25:</b> Cálculo del número estructural requerido .....	56
<b>Tabla 26:</b> Espesores asumidos para las capas del Pavimento Flexible....	57
<b>Tabla 27:</b> Estructura y espesor del Pavimento Flexible .....	57

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Clasificación AASHTO.....	12
<b>Figura 2:</b> Clasificación SUCS.....	13
<b>Figura 3:</b> Estructura del pavimento flexible.....	16
<b>Figura 4:</b> Estructura del pavimento rígido.....	17
<b>Figura 5:</b> Deterioro del pavimento durante su vida útil.....	21
<b>Figura 6:</b> Metodología de Diseño AAHSTO 93.....	24
<b>Figura 7:</b> Número estructural.....	24
<b>Figura 8:</b> Tránsito acumulado, en ejes equivalentes.....	25
<b>Figura 9:</b> Ejes equivalentes acumulados en ambas direcciones.....	25
<b>Figura 10:</b> Periodos de diseño en función del tipo de carretera.....	25
<b>Figura 11:</b> Cargas de acuerdo a eje para calculo ejes equivalentes P.F....	26
<b>Figura 12:</b> Cargas de acuerdo a eje para calculo ejes equivalentes P.F....	27
<b>Figura 13:</b> Composición de Ejes.....	29
<b>Figura 14:</b> Ecuación de diseño.....	55
<b>Figura 15:</b> Espesores de las capas de Pavimento Flexible para la calle Alfonso Ugarte y Tupac Amaru.....	58
<b>Figura 16:</b> Espesores de las capas de Pavimento Flexible para la calle Manco Cápac y Calle 4.....	58
<b>Figura 17:</b> Estado actual de la calle Alfonso Ugarte .....	96
<b>Figura 18:</b> Estado actual de la calle Manco Cápac .....	96
<b>Figura 19:</b> Estado actual de la calle 4 .....	97
<b>Figura 20:</b> Estado actual de la calle Tupac Amaru .....	97
<b>Figura 21:</b> Conteo Vehicular de la calle Alfonso Ugarte. ....	98
<b>Figura 22:</b> Conteo Vehicular de la calle Tupac Amaru.....	98
<b>Figura 23:</b> Conteo Vehicular de la calle Manco Cápac .....	98

<b>Figura 24:</b> Conteo Vehicular de la calle 4.....	98
<b>Figura 25:</b> Excavación de calicatas .....	98
<b>Figura 26:</b> Extracción de muestras .....	98
<b>Figura 27:</b> Ensayos de laboratorio .....	98
<b>Figura 28:</b> Levantamiento topografico.....	98

## **I. INTRODUCCION**

### **1.1. Problema de investigación**

El transporte vial es un componente fundamental para el progreso y desarrollo económico de los países latinoamericanos, a su vez se tiene en cuenta el protagonismo del sistema logístico y la importancia de la infraestructura vial como medio de transporte de productos, materias primas y personas. Con la finalidad de poder integrarse en áreas más eficientes y en los distintos campos del comercio internacional (Montenegro & Valbuena, 2018).

Dado que América Latina es una de las regiones más urbanizadas del mundo (alrededor del 80 %), es importante determinar qué estrategias son efectivas para reducir los costos de congestión y mejorar la accesibilidad y como también se pretende la mejora significativamente en la calidad de vida y de la productividad de la población.

Las iniciativas exitosas en esta área incluyen la creación de carriles exclusivos para vehículos que transportan más de un pasajero, el subsidio de costos de transporte, la implementación de sistemas de tránsito rápido y los incentivos para usar bicicletas, ampliar y mejorar la red vehicular. calles, avenidas, carreteras, caminos, vías férreas y servicios subterráneos.

En el caso de programas destinados a mejorar el transporte público, América Latina puede asumir una variedad de iniciativas. Los sistemas de autobuses de tránsito rápido como Transmilenio de Bogotá, Metrobús de México, Metrobus-Q de Quito y Transmilenio de Santiago han reducido en general el volumen de tráfico, el tiempo de viaje y la contaminación.

Para la infraestructura de transporte, los datos disponibles muestran que su creación, mejora o expansión, debido a las principales consecuencias, el costo de envío tanto a las personas como a los bienes ha disminuido, porque aumentan. Productividad, alientan el comercio, crean empresas y diversifican la economía para facilitar Intercambio

regional e interregional y aumente el costo de la liquidación de su crecimiento.

También hay una experiencia en el área relacionada con los costos de envío, como el envío de Brasil, de los cuales los empleadores proporcionan oficialmente a sus empleados para ser asignados para los subsidios. El costo de moverse entre la residencia de su personal y su lugar de trabajo; Aunque no se ha encontrado una evaluación de su efectividad.

A su vez, existe evidencia del impacto de construir una red de ferrocarriles, puertos y otras infraestructuras. En la India colonial, por ejemplo, el acceso a la red ferroviaria facilitó el comercio, redujo los costos de transporte y aumentó el ingreso per cápita en los lugares conectados en un 16 %. También en la Ghana colonial, el desarrollo de esta infraestructura tuvo un gran impacto incluso en el nivel de actividad económica. Y en los Estados Unidos, el crecimiento de la red ferroviaria a fines del siglo XIX aumentó el valor de la tierra en áreas conectadas a la red.

Por su parte, los programas para limitar el tráfico de vehículos en la zona son generalmente dañinos e insostenibles en el tiempo, y no se han implementado medidas más comunes como el "impuestos de congestión".

Si bien algunas de estas políticas se han implementado en América Latina, como la implementación de sistemas de transporte en áreas sensibles (por ejemplo, Metrocable) o la introducción de bicicletas compartidas, sus resultados aún no se han logrado. El problema del conocimiento se refiere al impacto de las nuevas plataformas tecnológicas relacionadas con el transporte, como Google Maps o Uber, en el desarrollo y formación de las ciudades (Banco de Desarrollo de América Latina, 2019).

La ciudad de Trujillo posee uno de los aparcamientos más notables del país, con cerca de 360 mil vehículos, presentando así, una tasa de crecimiento del 6% anual. De igual forma determinamos que el mercado de Trujillo se encuentra segmentado en vehículos de lujo (15%) para uso personal (45%) y para servicios públicos y privados (35%), pero que la infraestructura vial no ha crecido al mismo ritmo que el crecimiento vehicular (Salvatierra, 2019).

El asentamiento del Milagro no posee investigaciones específicas de infraestructura y transitabilidad vial, además a ello se puede agregar que no cuenta con un plan de contingencia por lo que presenta un gran riesgo tanto vehicular como también peatonal por estas razones previamente esclarecidas, nos centramos en elaborar unas posibles alternativas para mejorar la transitabilidad vial por ende haremos un estudio de tránsito vial, para así, tener la capacidad de elaborar el diseño estructural del pavimento flexible en Las calles del AA.HH El Milagro Sector V distrito de Huanchaco, Provincia de Trujillo, Departamento La Libertad en el año 2022.

### **1.1.1. Enunciado del problema**

¿Cómo el diseño estructural del pavimento mejoraría la transitabilidad en las calles del AA.HH El Milagro Sector V Huanchaco -Trujillo - La Libertad - 2022?

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo general**

Realizar el diseño estructural del pavimento flexible en las calles del AA.HH Sector V El Milagro Huanchaco-Trujillo-La Libertad 2022.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- Efectuar el diseño geométrico de la sección transversal de las calles del Sector V, el Milagro.
- Efectuar el estudio de tráfico de la zona de estudio.
- Definir el Índice Medio Diario Anual (IMDA) en la unidad de análisis.
- Determinar la resistencia del suelo haciendo uso de calicatas, mediante el análisis de mecánica de suelos.
- Determinar los parámetros de diseño de pavimento (Número estructural, número de cargas vehiculares, desviación estándar,

índice de serviciabilidad, módulo de resiliencia, confiabilidad, coeficiente de drenaje)

- Realizar el diseño de pavimento empleando la “Metodología AASHTO 93”.

### **1.3. Justificación del estudio**

#### **a) Académico**

El proyecto es justificado, debido a que, permite la aplicación de procedimientos experimentales, metodologías y manuales que funcionarán como guía para los alumnos de ingeniería civil y proyectos futuros relacionados con el diseño estructural de pavimento flexible.

#### **b) Económico**

Este proyecto económicamente se justifica por la razón de que permitirá a la población del Milagro estar más intercomunicado con la ciudad de Trujillo permitiendo así minimizar costos y tener una mejor calidad de vida.

#### **c) Social**

Se justifica socialmente porque este proyecto brindará alternativas para hacer frente a la problemática que vive hoy en día la población teniendo así una mejor transitabilidad y mejor servicio.

## II. MARCO DE REFERENCIA

### 2.1. Antecedentes del estudio

#### 2.1.1. Antecedentes internacionales

Martínez (2019) en el trabajo de su tesis titulado **“Comparación de estructuras de pavimento para el municipio de Busbanzá, Boyacá”**, esta investigación tiene el objetivo de analizar el diseño estructural del pavimento en dos sectores específicos de la vía comprendida entre pueblo viejo y el salón comunal de Cusagota del Municipio de Busbanzá – Boyacá. La idea de este estudio, fue realizar un diseño de pavimento flexible y un diseño de pavimento permeable, cumpliendo con los requerimientos estructurales y drenajes propios de la estructura, los cuales fueron realizados por las metodologías de diseño de AASHTO 1993 y el método The SuDS Manual, los cuales concluyeron que los espesores de capa obtenidos son similares, por lo cual, la Gobernación de Boyacá, tendrá que evaluar si se quiere implementar esta nueva tecnología del geotextil impermeable y del sistema de drenado. El aporte que brinda a la nuestra investigación es el uso del método de AASHTO 93, que es una metodología confiable y es el más usado dando resultados confiables, ya que no solo se limita a los aspectos relacionados con la resistencia del concreto, sino también considera las condiciones del ambiente.

Gómez & Lopez (2020) en el siguiente estudio de su tesis llamado **“Proyecto de Aplicación a la Ingeniería Civil Estudios y Diseños de la Estructura de Pavimento Rígido del Barrio Villas del Alcaraván – Villavicencio”**, tiene como propósito elaborar un diseño de pavimento rígido, para una mejora de la situación problemática de la comunidad e impactar positivamente en el desarrollo socioeconómico de los pobladores del sector. Este proyecto toma en cuenta muchos aspectos para poder realizar este diseño como por ejemplo la visita de campo donde pudieron ver el estado actual de la vía y consultar sobre el “Plan de Ordenamiento

Territorial” del sector. El antecedente contribuye a reforzar que debemos tener en cuenta el deterioro de las vías, poder analizar bien el tránsito diario de la zona y a partir de los datos obtenidos poder recomendar el pavimento adecuado a la zona de estudio, generando seguridad y confort a la población.

Prada (2021) en su tesis llamada **“Diseño de un pavimento flexible por el método AASHTO y RACIONAL, aplicado en la variante del municipio de Armero Guayabal”**, busca realizar una comparación del diseño estructural del pavimento flexible, utilizando dos métodos, de esta manera aportar en el desarrollo de las vías urbanas y rurales del municipio Armero Guayabal. Llegando a la conclusión que ambos métodos requieren estudios de mecánica de suelos y un estudio de tránsito; pero el método racional solo se basa en analizar los esfuerzos admisibles, pero no considera factores como el clima, el cual podría afectar en la capa y eso causaría hacer un nuevo diseño, todo lo contrario, para con el método AASHTO 93, ya que el espesor de sus capas puede variar sin problemas después de obtener los cálculos correspondientes a los números estructurales. El aporte que brinda a la investigación es dar a conocer lo factible que es aplicar el método de AASHTO 93, siendo una alternativa de diseño completa y eficaz a las demás metodologías.

Ospina (2018) en su trabajo de tesis titulado **“Diseño Estructural de Pavimento Rígido de las vías urbanas en el Municipio del Espinal – Departamento del Tolima”**, esta investigación tiene el objetivo de formular una opción para diseñar la estructura de pavimento, con el fin de poder optimizar la infraestructura vial, ya que este influye en el progreso del departamento de Tolima, Colombia. La idea de este diseño es desarrollar un diseño de pavimento que satisfaga efectivamente las necesidades en la zona, mediante el diseño de 3 formas de pavimento u opciones de diseño de pavimento adecuadas de acuerdo al contexto. El antecedente aporta los conocimientos que se debe tener en cuenta al momento de diseñar y ver los diferentes factores al elegir el tipo de pavimento.

## 2.1.2. Antecedentes nacionales

Gonzales (2021) en su tesis reconocida como **“Análisis y Diseño para la pavimentación de las calles comprendidas dentro del perímetro de la Calle Eloy Ureta, La Av. Imperio, La Av. Los Incas y los Terrenos Agrícolas del sur, La Victoria, Chiclayo, 2020”**, presenta el propósito de elaborar un análisis comparando los tipos de diseño de pavimento adecuado para las calles, avenidas y terrenos agrícolas a pavimentar. Llegamos a la conclusión que el diseño de pavimento flexible es la mejor opción, porque representa el costo más bajo a nivel de todo el proyecto debido a la poca circulación vehicular. El antecedente que aporta este proyecto fue una cuestión de considerar la economía y para este estudio, los pavimentos flexibles tenían mayores tasas de mantenimiento, pero menores costos de construcción, la capacidad de distinguir entre estos aspectos será muy importante en nuestro trabajo profesional.

Delgado & Paredes (2019) en su investigación de **“Análisis comparativo de pavimento flexible y rígido para la reparación de Las calles del Centro del distrito de Tarapoto”**, tiene como objetivo hacer una comparación entre pavimento flexible y rígido, en donde, se busca saber el tiempo necesario para cada ejecución y también saber el costo por metro cuadrado, para comparar presupuesto entre ambas alternativas. Se concluyó que, los espesores de las capas calculados para los pavimentos rígidos como flexibles, estaban dentro del rango de los parámetros que se manejaban en el área de diseño. Este antecedente aporta criterios en el que nos indica que el pavimento rígido y flexible ha sido un problema frecuente durante muchos años debido al tráfico denso y las vías en mal estado debido a que no lo mantienen adecuadamente, por eso es importante saber elegir un adecuado pavimento para la zona.

Vásquez (2019), en su investigación **“Evaluación estructural del pavimento flexible de la carretera Centro Poblado Ampanu – Centro Poblado Molinos, distrito de Culebras, Huarmey”**, con el

objetivo de evaluar la estructura de un pavimento específico, se analizaron las calicatas, extrayendo una muestra para realizar el estudio, a la muestra se le hizo un ensayo de granulometría, CBR y PROTOR 11. El nivel de la investigación fue descriptiva-correlacional con un diseño no experimental. La población fueron la carretera de una longitud de 5.0 km, una calzada con un ancho de 5.40 m y construida aplicando el diseño de un pavimento flexible. El instrumento que se utilizó fue el protocolo de laboratorio, estos mismos sometidos a un procesamiento de datos. Se concluyó que mediante el método PCI la evaluación de patologías en la carretera de la investigación, se encuentra en una calificación “REGULAR” y al determinar las propiedades físicas en la base y sub base del pavimento flexible hay predominancia de grava clasificándolo acorde a “SUCS” en (GPGW). Según las propiedades mecánicas del pavimento flexible, su compactación superior es del 95%, la resistencia para la base es de 66.67%, de la sub base es de 36.93% y subrasante es de 12.7%.

### **2.1.3. Antecedentes regionales**

Bermudez & Ramos (2019) en su trabajo “**Diseño estructural del pavimento flexible para el mejoramiento de la transitabilidad en la Prolongación Sinchi Roca, en el Centro Poblado Alto Trujillo, Trujillo – La Libertad**”, la finalidad fue elaborar un diseño de pavimento flexible para la avenida de la investigación y así poder realizar una optimización de la transpirabilidad y calidad necesaria para los peatones. El tipo de investigación fue aplicada. Para lograr la finalidad de la investigación se estudió los volúmenes del tránsito. Se tuvo que aplicar una metodología para recolectar información, que concuerde con la realidad del pavimento, y que se complemente con investigaciones similares que incluyan ensayos de laboratorio. Con el resultado se estableció el diseño de pavimento flexible para la avenida del estudio y la mejora de su transitabilidad, mejorando las condiciones de tránsito de personas. Se concluyó que, las calles del

sector de la investigación se encuentran sin pavimentar, siendo negativo para la población del lugar, incrementando la contaminación ambiental y obstaculizando la movilidad de carros y peatones.

Flores & Valverde (2019) en su estudio titulado **“Análisis comparativo entre el diseño del pavimento rígido y pavimento flexible para mejoramiento del camino vecinal, desvío de Markahuamachuco – Sanagorán – Provincia de Sánchez Carrión – La Libertad”**, tiene como objetivo hacer una comparación entre el pavimento rígido y flexible para mejorar el camino vecinal de la zona, la cual es una vía muy importante, ya que une dos distritos causando retrasos entre los transportistas. Se concluyó que, según los resultados de mecánica de suelos, predomina la mezcla de arena con finos componentes de lima y arcilla, por lo que todo el tramo se trabajará con un solo CBR (8.28%). Este antecedente contribuye a tomar en cuenta el estudio de tráfico, ya que el pavimento fue creado para un ESAL determinado, por lo que con el tiempo puede perjudicar la carpeta de rodadura ante un crecimiento del flujo de vehículos.

Aguirre & Romero (2021) en su investigación **“Estudio comparativo del diseño estructural de pavimento en la tercera etapa del sector de Manuel Arévalo – La Esperanza – Trujillo – La Libertad”** realizaron un estudio comparando el diseño estructural de pavimento en la “Tercera etapa del sector de Manuel Arévalo” mediante la ayuda del estudio de mecánica de suelos y la identificación del IMDA de la unidad de análisis correspondiente para luego poder realizar un diseño estructural mediante el uso de la ya conocida metodología AASHTO 93 y posteriormente analizar el aspecto técnico – económico, metrados, costos unitarios y presupuesto con el fin de escoger la alternativa más factible. Las conclusiones obtenidas luego del desarrollo de esta investigación fueron: la zona tomada para el estudio no posee en su totalidad una estructura de pavimento, encontrándose con áreas con un pavimento en condiciones deplorables que no satisfacen adecuadamente las necesidades de esta zona. La propuesta para diseño más adecuada para la zona de estudio y sus necesidades sería la del pavimento

flexible ya que la propuesta económica de este pavimento resulta ser la más viable económicamente a la hora de ejecutar, para la cual las autoridades responsables de la zona son quienes deberán evaluar esta opción a futuro. Al realizar las propuestas económicas se obtuvo que el diseño de pavimento rígido excede en un 28.79% el costo de la propuesta económica de pavimento flexible y en un 17.91% el costo de la propuesta económica de pavimento semirrígido debido a que posee un tiempo vida útil más prolongado y el mantenimiento periódico que necesitará. Este antecedente contribuye a proponer un plan de mantenimiento cada cierto tiempo para evitar fallas estructurales ya así poder alargar la vida útil del pavimento flexible.

## **2.2. Marco teórico**

### **2.2.1. Estudio de tráfico**

Este estudio es una herramienta importante de la ingeniería que se aplica para conocer el tráfico de una zona, tiene como finalidad proporcionar la estadística del tráfico existente en un sector de infraestructura vial (carretera, autopista, etc.); dicha estadística representa el volumen de los automóviles diarios que circulan por esa infraestructura vial establecida.

Al momento de realizar este estudio es fundamental conocer bien cómo es que funciona el tráfico que presenta la infraestructura vial, ya sea esta una existente o una que se proyecta a futuro. Para lo cual es necesario tomar mediciones correctas de los distintos factores que condicionan el comportamiento del tráfico, factores como:

- Composición del tráfico: El tráfico que se presenta en una zona determinada se compone por diversos tipos de vehículos, los cuales están clasificados en distintas categorías según las necesidades que presenten. En el Perú se clasifican por categorías de Vehículos Pesados y Vehículos Ligeros.
- Intensidad de tráfico: Es la cantidad de carros que se movilizan en una parte de infraestructura vial por una unidad de un tiempo

determinado, esta se puede medir en vehículos/hora y vehículos/día.

Volumen de tráfico (IMDA): Es el parámetro que representa el total de medios de transporte que transitan por una vía durante un periodo temporal establecido que puede ser horas, días, semana, mes o año.

### **2.2.2. Estudio de mecánica de suelos**

Dicho análisis se realiza con el objetivo de definir los diferentes materiales y componentes que forman parte del terreno de estudio donde se ejecutará el proyecto. Este estudio determina las cualidades físicas, químicas y mecánicas que posee un suelo, definiendo así con qué tipo de suelo se va a trabajar durante la obra, lo cual es de vital importancia porque esto nos facilita el establecimiento de los parámetros de diseño adecuados para la estructura que se quiere edificar.

Para hacer este estudio es necesario hacer prospecciones que corresponden a las calicatas y el sondaje para exploración de terreno, estos consisten en ejecutar excavaciones de 1m tanto en lo ancho, largo y profundidad en la zona de exploración. Para el sondaje se hace una perforación en el suelo usando rotación mecánica con una corona de diamante que posee 5 cm de diámetro. Estos dependen del tipo de requerimientos necesarios para la obra que se quiera ejecutar, de los cuales se extraerán muestras del suelo que serán llevadas a un laboratorio para ser analizadas mediante la aplicación de ensayos y pruebas técnicas como las siguientes:

- “Ensayo CBR”: Este es un ensayo que se ejecuta en estados de humedad y densidad que son controladas, el cual mide la capacidad de resistencia que presenta un suelo frente a un esfuerzo cortante, esto nos sirve para definir la naturaleza del terreno en la subrasante, base y subbase.

- Ensayo CBR (California Bearing Ratio): Esta herramienta no presenta una dificultad alta para que se pueda aplicar, es utilizado para la verificación de resistencia del suelo de la subrasante.

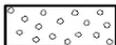
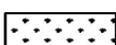
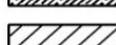
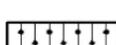
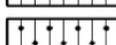
“Una vez que se haya clasificado los suelos por el sistema AASHTO y SUCS, Se elaborará un perfil estratigráfico para cada sector homogéneo o tramo en estudio, a partir del cual se determinará el programa de ensayos para establecer el CBR que es el valor soporte o resistencia del suelo, que estará referido al 95% de la MDS (Máxima Densidad Seca) y una penetración de carga de 2.54 mm”. (Manual de Carreteras, 2014, p. 35)

### a) Descripción de suelos

Se tomará de la zona de estudio los suelos para describirlos y clasificarlos a través de la metodología AASHTO (Figura N°1) y SUCS (Figura N° 2). Se presenta la Simbología para perfil de calicatas:

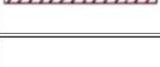
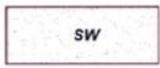
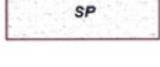
**Figura 1:**

#### Clasificación AASHTO

Simbología	Clasificación	Simbología	Clasificación
	A - 1 - a		A - 2 - 7
	A - 1 - b		ROCA SANA
	A - 3		A - 5
	A - 4		A - 6
	MATERIA ORGANICA		A - 7 - 5
	A - 2 - 4		A - 7 - 6
	A - 2 - 5		ROCA DESINTEGRADA
	A - 2 - 6		

Nota: Tomado de Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014, pág. 30

**Figura 2:**  
**Clasificación SUCS**

	Grava bien graduada mezcla, grava con poco o nada de materia fino, variación en tamaños granulares		Materiales finos sin plasticidad o con plasticidad muy baja
	Grava mal granulada, mezcla de arena – grava con poco o nada de material fino		Arena arcillosa, mezcla de arena – arcillosa
	Grava limosa, mezcla de grava, arena limosa		Limo orgánico y arena muy fina, polvo de roca, arena fina limosa o arcillosa o limo arcilloso con ligera plasticidad
	Grava arcillosa, mezcla de grava – arena – arcilla; grava con material fino cantidad apreciable de material fino		Limo orgánico de plasticidad baja o mediano, arcilla grava, arcilla arenosa, arena limosa, arcilla magra
	Arena bien graduada, arena con grava, poco o nada de material fino. Arena limpia poco o nada de material fino, amplia variación en tamaños granulares y cantidades de partículas en tamaños intermedios		Limo orgánico y arcilla limosa orgánica, baja plasticidad
	Arena mal graduada con grava poco o nada de material fino. Un tamaño predominante o una serie de tamaños con ausencia de partículas intermedios		Limo inorgánico, suelo fino gravoso o limoso, micácea o diatometacea, limo elástico
	Arcilla inorgánica de elevada plasticidad, arcilla gravosa		Arcilla orgánicas de mediana o elevada plasticidad, limo orgánico
			Turba, suelo considerablemente orgánica

Nota: Tomado de Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2018, pág. 30

- “Análisis Granulométrico”: Este estudio se realiza con el uso de muestras secas mediante el empleo del tamizado de las muestras del suelo, esto nos permite definir la granulometría del suelo conociendo así la medida de los granos de sedimentos del suelo en la escala granulométrica.
- “Ensayo de Compactación Proctor”: Ensayo más requerido para obras en tierra, este busca encontrar la humedad óptima además de la mayor densidad seca de los suelos con el fin de mejorar las propiedades de un suelo.

- “Gravedad específica de sólidos”: Es la relación del peso del material con uno que tenga el mismo volumen que el del agua (20°C). De hecho, nos dice la pesadez o livianez de un material teniendo como referencia al agua. por un análisis en profundidad revela la especificación de que se necesita agua destilada o desalada, con todas las medidas de agua Los sólidos se fabrican a una temperatura determinada (Menéndez, 2010).
- “Contenido de humedad”: Es el porcentaje de H2O en la superficie de los suelos. Es la relación de cuánto pesa el agua en una muestra con cuánto pesa un sólido que ha sido secado en un horno, el valor previsto se expresa porcentualmente (Braja, 2015).

$$W = \frac{W_w}{W_s} \times 100 \dots \dots \dots (1)$$

Donde:

W: “contenido de humedad del suelo” (%)

Ww: “peso del agua en la muestra del suelo”

Ws: “peso del suelo secado en el horno”

- Límite plástico (PL)

“El límite plástico se define como el contenido de humedad, en porcentaje, en el que el suelo al enrollarse en hilos de 3.2 mm de diámetro se desmorona”. (Braja, 2015)

$$PI = LL - PL$$

“El índice de plasticidad (PI)”: Es la diferenciación de límites líquidos y los límites plásticos de los suelos.

- Límite Líquido

“Es el máximo contenido de agua que un material puede contener y mantener aún su plasticidad. Una mayor cantidad de agua ocasionará que se convierta en un líquido espeso”. (Menéndez, 2010, p.15)

### **2.2.3. Pavimento**

Los pavimentos se constituyen por una serie de capas superpuestas, con una orientación relativamente horizontal, diseñadas y construidas con técnicas, utilizando materiales adecuados y siendo compactadas apropiadamente. Estas estructuras son apoyadas encima de la subrasante de las vías, generada debido al movimiento de la tierra, al momento de la exploración, estas deben tener una adecuada resistencia frente al esfuerzo causado por las fuerzas repetidas de los autos que se movilizan por esta durante el tiempo para la que se diseñó (Fonseca, 2002,p1).

#### **2.2.3.1. Tipos de pavimento**

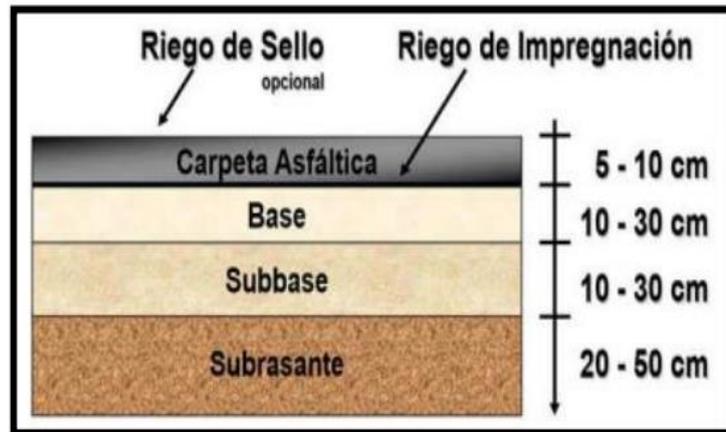
##### **a) Pavimento flexible**

“Este tipo de pavimentos están formados por una carpeta bituminosa apoyada generalmente sobre dos capas no rígidas, la base y la subbase. No obstante, puede prescindirse de cualquiera de estas capas dependiendo de las necesidades particulares de cada obra”. (Fonseca, 2002, p.2).

Estructurada por cada capa de partículas, la carpeta es una capa funcional que se compone de materiales asfálticos (como aglutinantes, agregados y aditivos). Es considerado con un grado de importancia como una capa rodante de asfalto encima de una capa con gránulos, como el mortero asfáltico, el tratamiento de superficie de 2 capas, micro pavimento, grava asfáltica, mezcla asfáltica tanto fría como caliente, así define el “Ministerio de Economía y Finanzas” (2015).

**Figura 3:**

*Estructura del pavimento flexible*



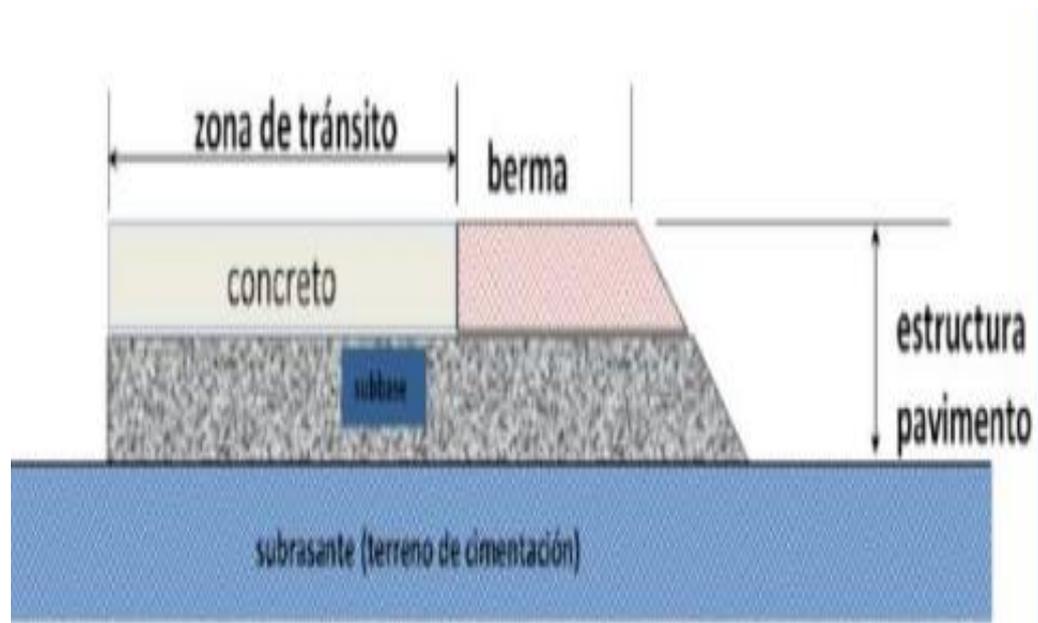
Nota: Instructivo del proceso constructivo de pavimento flexible.

### **b) Pavimento rígido**

Son aquellos que generalmente están constituidos por una losa de concreto, apoyada sobre la subrasante o sobre una capa, de material seleccionado (afirmado), la cual se denomina subbase del pavimento rígido. Debido a la alta resistencia a la compresión del concreto y a su coeficiente de elasticidad muy alto, la distribución de los esfuerzos se produce en una zona muy amplia. Además, como el concreto es capaz de resistir, en cierto grado, esfuerzos a la tensión, el comportamiento de un pavimento rígido es suficientemente satisfactorio aun cuando existan zonas débiles en la subrasante. La capacidad estructural de un pavimento rígido depende de la resistencia de las losas, por lo tanto, el apoyo de las capas subyacentes ejerce poca influencia en el diseño del espesor del pavimento (Fonseca, 2002, p.3).

Es una forma de pavimento conformada por una capa base, la cual se compone de gránulos, no obstante, esta capa puede ser de gránulos, o puede ser estabilizada con cemento, asfalto o cal y capa de laminación de losas de hormigón de cemento hidráulico. (Ministerio de Economía y Finanzas, 2015).

**Figura 4:**  
*Estructura del pavimento rígido*



Nota: Recuperado de Tópicos de Pavimentos de Concreto.

### **c) Pavimento semirrígido**

Este tipo de pavimentos guarda básicamente la misma estructura de un pavimento flexible, una de sus capas se encuentra rigidizada artificialmente con un aditivo que puede ser: asfalto, emulsión, cemento, cal y químicos. El empleo de estos aditivos tiene como finalidad básica de corregir o modificar las propiedades mecánicas de los materiales locales que no son aptos para la construcción de las capas del pavimento, teniendo en cuenta que los adecuados se encuentran a distancias tales que encarecerían notablemente los costos de construcción (Fonseca, 2002, p.5).

Es un ordenamiento por capas de gránulos, una capa de rodadura constituida de implementos bituminosos como aglomerantes y se puede añadir, aditivos. De manera principal es considerado como una capa rodante de asfalto

por encima de una capa compuesta por gránulos (Ministerio de Economía y Finanzas, 2015).

**d) Pavimentos articulados**

Estos pavimentos articulados generalmente están compuestos por una capa de rodadura que está elaborada con bloques de concretos prefabricados, llamados adoquines. Estos adoquines tienen un espesor uniforme e iguales entre sí. Estos bloques prefabricados pueden ir sobre una capa delgada de arena la cual, a su vez, se apoya sobre una capa de base granular o directamente sobre la subrasante, dependiendo de la calidad de ésta y de la magnitud y frecuencia de las cargas que circularan por dicho pavimento (Fonseca, 2002, p.7).

**e) Pavimentos mixtos o compuestos**

Están conformados por una capa de concreto hidráulico, cubierta por una carpeta asfáltica, se emplean en calles y su justificación se basa, en la presencia de redes y servicios bajo la vialidad, que deben protegerse de la acción del tránsito. Su posición impide efectuar excavaciones a mayor profundidad para alojar una estructura del pavimento flexible convencional. Así mismo, pueden tener una mayor capacidad estructural y por consiguiente un mejor desempeño (Tapia García, 2015, p3)

**2.2.4. Ingeniería de tránsito**

Es la etapa de la “Ingeniería de Transporte” relacionada con la planificación, diseño geométrico y la operación del tránsito en las calles, avenidas y carreteras. De esta manera se puede establecer relaciones entre usuarios, vehículos, dispositivos de control y todo lo que es el entorno.

Esto se conforma por medios de transporte de diferentes tipos con sus respectivas cargas, teniendo en cuenta en conjunto o aisladamente mientras transitan en cualquier vía, a su vez se le denomina como el factor con mayor importancia para diseñar pavimentos (Spíndola & Cárdenas Grisales, 2007, p. 40).

#### **2.2.4.1. Peatón**

Un peatón potencial puede ser cualquier ciudadano, desde personas de 1 año de edad hasta personas de edad avanzada. Es decir, cada uno de nosotros somos considerados peatones, por lo que, debemos tener interés en este aspecto. Además, se puede decir que la cantidad de peatones en un país es equivalente al censo poblacional (Cárdenas & Mayor, 2017)

#### **2.2.4.2. Conductor**

Conductor se le denomina a la persona que conduce un vehículo, la mayoría de los conductores no es consciente que con un ligero movimiento del pedal podría terminar con la vida de mucha gente en un instante. Sin embargo, con el paso del tiempo, el ser humano ha mostrado una buena capacidad de adaptación al cambio en la vida actual. (Cárdenas & Mayor, 2017, p. 44).

Con el transcurso de los años se ha observado cómo las personas son capaces de manejar un automóvil por diferentes tipos de carreteras rápidamente y a su vez cambiar la conducción de diligencias, de gran velocidad para después adaptarse a las condiciones de motor. Con el pasar del tiempo los vehículos han ido cambiando y evolucionando, el hombre se ha ido adaptando con facilidad, de la misma manera que conducía antes los vehículos con una velocidad máxima de 30 km/h, desde hace varios años más conduce vehículos que supera los 1.000 km/h (Cárdenas & Mayor, 2017, p. 45).

#### **2.2.4.3. Visión**

El órgano de la visión es muy similar a una cámara de fotografía, de acuerdo se observa se compone de una cavidad que, igual a las cámaras, en la parte frontal tiene una lente que se forma por el iris, pupila, córnea, cristalino y el párpado, los cuales actúan como un diafragma y obturador, pudiendo ampliar o reducir su visión según sea la luz permitida (Cárdenas & Mayor, 2017, p. 45).

En la parte posterior se encuentra la retina, conformada por un grupo de células que pueden percibir los estímulos del exterior, para así enviar el mensaje hacia el cerebro. La distancia focal puede variar según los distintos movimientos de los músculos del ojo, permitiendo el enfoque a distintas distancias (Cárdenas & Mayor, 2017, p. 45).

#### **2.2.4.4. Comportamiento de los pavimentos**

“Los pavimentos deben ser diseñados, construidos y mantenidos con la finalidad de lograr un comportamiento funcional y estructural óptimo durante su ciclo de vida” (Becerra, 2012, p.7).

##### **– Comportamiento Funcional:**

“Son aquellos aspectos que afectan la calidad de la carpeta o superficie de rodadura, que a su vez está relacionada con el confort y la seguridad de los usuarios de la vía” (Becerra, 2012, p.7)

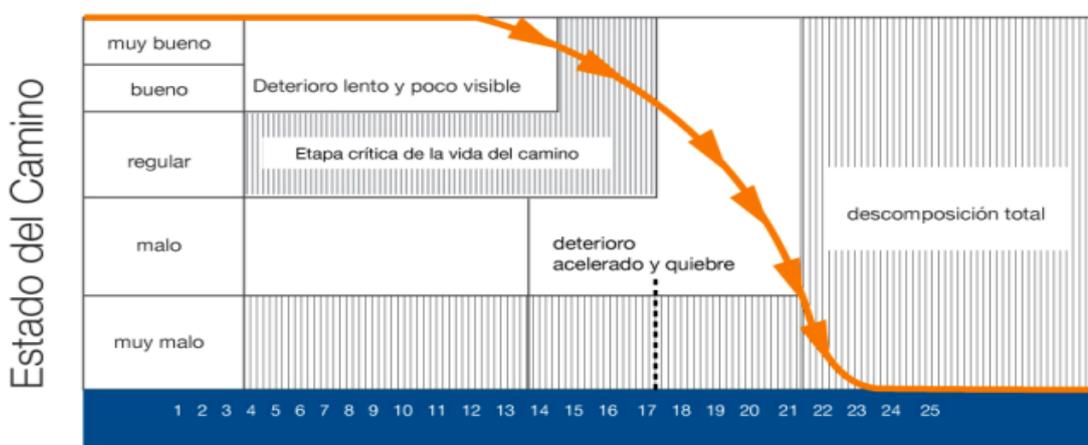
##### **– Comportamiento Estructural:**

“Aspectos relacionados a la integridad como estructura del pavimento. Es la capacidad del pavimento para soportar la acción combinada del tránsito y el medioambiente”. (Becerra, 2012, p. 7).

La correcta ejecución del pavimento es un parámetro que influye significativamente en su vida útil del mismo. Es decir, el pavimento empieza bien y a medida que las cargas de tránsito circulan a través de la carpeta de rodadura se va deteriorando. El clima es un factor que también entra en conflicto con la degradación del pavimento y recientemente se ha incorporado las metodologías de diseño (Becerra, 2012, p. 7).

**Figura 5:**

*Deterioro del pavimento durante su vida útil.*



Nota: Recuperado de Tópicos de Pavimentos de Concreto.

#### 2.2.4.5. Funciones del pavimento

Para que los pavimentos cumplan sus funciones correctamente debe poseer los siguientes atributos (Fonseca, 2002, p. 2).

- Presentar resistencia a la carga impuesta por los vehículos que transitan.
- Presentar resistencia frente a los agentes de intemperismo.
- Poseer una textura en la superficie, que haya sido adaptada a la velocidad prevista de circulación del tránsito, esto es algo decisivo respecto a la seguridad vial. Asimismo, debe presentar resistencia al desgaste causado por la abrasión de las llantas de los automóviles.

- Debe tener una superficie regular, tanto de manera transversal como longitudinal, permitiendo que los usuarios se sientan cómodos.
- Debe tener una duración considerable.
- Poseer condiciones en referencia al drenaje.
- El ruido de rodadura debe tener un volumen moderado.
- No debe ser muy costoso.
- Debe ser de un color adecuado, para que no haya reflejos ni deslumbramientos, para una buena seguridad vial

#### **2.2.4.6. Fallas en el pavimento**

El pavimento puede tener daños, defectos causados por distintos orígenes y naturaleza, que pueden ser:

- “Incremento de forma exagerada de las circulares cargas: puede ser por frecuencia o por peso, dependiendo de cómo fue diseñado originalmente y su traducción en un infra diseño” (Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014, p.194).
- Fallos en el proceso de construcción: información incorrecta respecto a los espesores, realización no prudente de las estabilizaciones y mezclas, inconvenientes en el procedimiento de distribución, terminación o compactación, y todos los demás agentes que causan disminución en la calidad de los materiales y debilidad en la estructura de los pavimentos. (Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014, pág. 194).
- Proyecto no eficiente: Los espesores no son los que se necesitan en la carretera.
- Factores climáticos regionales: no se ha podido prevenir en la construcción y afecta de forma negativa, por ejemplo, el aumento de la capa freática, lluvias prolongadas, inundaciones, no hay suficiente drenaje considerado, ya sea superficial o subterráneo, variación térmica externa,

fenómeno de congelamiento, presencia de sales nocivas, etc. (Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014, pág. 194).

- No eficiente conservación vial: por poco equipamiento, de fondos o de personal preparado; se puede observar los materiales y/o técnicas no adecuadas; o por no saber sobre la conservación. (Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014, p. 194).

## **2.2.5. Método de diseño**

“Los métodos de diseño de pavimentos flexibles utilizados frecuentemente son: el método AASHTO, el del Instituto del Asfalto y el del Instituto de Ingeniería de la UNAM” (Tapia García, 2015,p.25).

### **2.2.5.1. Método AASHTO 93**

Este método es de amplia aceptación para el diseño de pavimentos flexibles y fue emitido por la American Association of State Highway and Transportation Officials. El método se publicó por primera vez en 1972, existen revisiones hasta 1993 y en la actualidad comienza a distribuirse la versión 2002. La información de pruebas incluida en el desarrollo del método fue recolectada en el ensayo vial AASHO de 1958 a 1960 (Tapia, 2015, p. 25).

Este método se clasifica dentro de los procedimientos de diseño basados en ecuaciones de regresión desarrolladas a partir de resultados de tramos de prueba. Sin embargo, este método toma un carácter mecanicístico, al introducir en su procedimiento conceptos como los Módulos de Resiliencia y Elásticos de los materiales (Tapia, 2015, p. 25).

El procedimiento preserva los algoritmos originales con un propósito del cálculo del “número estructural requerido (SNr)”, basándose en cual es identificado y determinado un grupo de espesores de las capas que componen el pavimento,

las que son construidas sobre la subrasante para resistir la carga de los vehículos en la fase de diseño predeterminado en los proyectos. (Manual de Carreteras: Suelos: Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014, p. 130).

**Figura 6:**

*Metodología de Diseño AAHSTO 93*

$$\text{Log}_{10} W_{18} = Z_r S_o + 9.36 \log_{10} (\text{SN} + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} (\Delta \text{PSI})}{0.40 + \frac{1094}{(\text{SN} + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10} M_r - 8.07$$

Donde:

- $W_{18}$ : La cantidad esperada de ejes equivalentes de 80 KN o 8.2 TN en el tiempo que se desarrolló el diseño.
- $Z_r$ : "Desviación normal estándar".
- $S_o$ : "Error estándar combinado con la predicción del tránsito y la predicción del comportamiento previsto del pavimento".
- $\Delta \text{PSI}$ : Diferencia entre el "índice de diseño inicial" de servicio, "( $p_0$ )" y el "final ( $p_i$ )".
- $P_t$ : "índice de servicio o serviciabilidad final"
- $M_R$ : Módulo Resiliente (psi).
- $\text{SN}$ : número abstracto que representa la resistencia de estructura necesaria de los pavimentos para que se combine con el soporte de los suelos.

Nota: Elaboración propia

**Figura 7:**

*Número estructural*

$$\text{SN} = a_1 D_1 + a_2 D_2 + a_3 D_3 m_3$$

Donde:

- $a_i$ : "coeficiente de la capa del pavimento"
- $D_i$ : "espesor de la capa en metros"
- $m_i$ : "Coeficiente de drenaje"

Nota: Espesor requerido del pavimento. Tomado de Tapia (2015)

**Figura 8:**

*Tránsito acumulado, en ejes equivalentes*

$$W_{18} = D_D * D_L * ESAL$$

Donde:

- $D_D$  = "Factor de distribución direccional"; es recomendable 50% para la mayor parte de carreteras, pudiendo variar de 0.3 a 0.7, de acuerdo con la dirección del tránsito con mayor porcentaje de vehículos pesados.
- $D_L$  = "Factor de distribución por carril", siempre y cuando haya 2 o más carriles por sentido.
- ESAL = "Ejes equivalentes acumulados en ambas direcciones".

*Nota:* Recuperado de Tapia (2015)

**Figura 9:**

*Ejes equivalentes acumulados en ambas direcciones*

$$ESAL = TDPA * 365 * f_{Ei} * N_i * G_{jt}$$

Donde:

- ESAL = "Ejes equivalentes acumulados en ambas direcciones".
- TDPA = "Transito Diario Promedio Anual".
- $f_{Ei}$  = "Factor de equivalencia de carga para la categoría de eje i".
- $N_i$  = "Número de ejes en cada vehículo de categoría i".
- $G_{jt}$  = "Factor de crecimiento para determinada tasa de crecimiento j y periodo de diseño t".

*Nota:* Recuperado de Tapia (2015)

**Figura 10:**

*Periodos de diseño en función del tipo de carretera*

TIPO DE CARRETERA:	PERÍODO DE DISEÑO
Urbana con altos volúmenes de tránsito	30 - 50 años
Interurbana con altos volúmenes de tránsito.	20 - 50 años
Pavimentada con altos volúmenes de tránsito.	15 - 25 años
Revestidas con bajos volúmenes de tránsito.	10 -20 años

*Nota:* Recuperado de Tapia (2015)

## 2.2.6. Parámetros de diseño

### 2.2.6.1. Periodo de diseño:

También llamado periodo de vida útil se entiende como el lapso temporal transcurrido, iniciando con el servicio del pavimento hasta el final de este, ya sea por motivos fallas o condiciones que superan los límites de serviciabilidad establecidos en el diseño del pavimento.

### 2.2.6.2. Número acumulado de ejes equivalentes:

Constante numérica que representa las cargas vehiculares de los ejes simples correspondientes a 8.2 tn de peso de los distintos tipos de carros que se movilizan un tramo de sección vial. Para el cálculo de este parámetro se tienen diferentes configuraciones de ejes y factores.

#### Figura 11:

*Correspondencia de Cargas de acuerdo a Eje Para Calculo Ejes Equivalentes (EE) de Afirmados, Pavimentos Flexibles y Sumergidos*

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

P = peso real por eje toneladas

Nota: Tomada de Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos (Pág.67).

**Figura 12:**

*Correspondencia de Cargas de acuerdo con Eje Para Calculo Ejes Equivalentes (EE) de Pavimentos Rígidos*

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE <sub>8.2 tm</sub> )
Eje Simple de Ruedas Simples (EE <sub>S1</sub> )	EE <sub>S1</sub> = [P/6.6] <sup>4.1</sup>
Eje Simple de Ruedas Dobles (EES2)	EE <sub>S2</sub> = [P/8.2] <sup>4.1</sup>
Eje Tandem (1 eje de ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE <sub>TA1</sub> )	EE <sub>TA1</sub> = [P/13.0] <sup>4.1</sup>
Eje Tandem (2 ejes de ruedas dobles) (EE <sub>TA2</sub> )	EE <sub>TA2</sub> = [P/13.3] <sup>4.1</sup>
Eje Tridem (2 ejes de ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE <sub>TR1</sub> )	EE <sub>TR1</sub> = [P/16.6] <sup>4.0</sup>
Eje Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE <sub>TR2</sub> )	EE <sub>TR2</sub> = [P/17.5] <sup>4.0</sup>

P = peso real por eje toneladas

Nota: Tomada de Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos (Pág.67).

**2.2.6.3. Confiabilidad (R):**

La confiabilidad de un procedimiento de diseño es la posibilidad de que una parte del pavimento se ejerza de una manera satisfactoria para el estado de tránsito y medio ambiente dominante en el tiempo de planificación. El período para diseñar hace referencia al periodo temporal que ha pasado, donde el pavimento se malogra y cambia del índice de servicio inicial al servicio final. Conociendo el dato de Confiabilidad “R”, se quiere alcanzar un buen nivel de certeza en el método de diseño, y así poder confirmar que las diferentes opciones de la parte de estructura que se tienen resistan como mínimo el tiempo en que se diseña. Los cambios son considerados en las predicciones del tránsito por los ejes acumulados y cómo se comporta el sector diseñado. (Tapia, 2015)

**2.2.6.4. Desviación estándar (So):**

Este indicador tiene relación directa con la Confiabilidad “R”. Para escoger un número de SO “Desviación Estándar Global”, es necesario efectuar un estudio de lo particular que

tiene cada proyecto para implantar un valor que represente cada condición local particular, en donde se podría considerar los posibles cambios en la conducta de los pavimentos y en el pronóstico del tránsito. La “desviación estándar total estimada  $S_0$ ”, si existe el caso en que la variación del tránsito a futuro proyectado está en deliberación (unido con la variación de otras variables relacionadas con los modelos de desempeño) es de 0.45 para pavimentos flexibles. La categoría de los valores de  $S_0$  para pavimentos flexibles se encuentran desde 0.40 a 0.50. El documento “AASHTO” sugiere que cada proyecto forme valores para usarlos jurisdiccionalmente y de manera individual. Para escoger los niveles de confiabilidad, es necesario conocer que está sujeto a los riesgos que se quieran tomar con el diseño. Para una carretera con un alto volumen vehicular, es necesario ser poco riesgoso, por lo tanto, adoptar un nivel de confiabilidad alto para que de manera temprana se evite inconvenientes de desempeño inadecuado del pavimento con sus correspondientes resultados en economía.

#### **2.2.6.5. Perdida de servicialidad:**

La capacidad de mantenimiento simboliza el bienestar o tranquilidad que la vía ofrece a los consumidores, este tiene un valor de entre 0 y 5, donde 5 simboliza el estado más alto. La ausencia de mantenibilidad es la diferencia de la “mantenibilidad inicial (po)” y la “mantenibilidad final (pt)”. De acuerdo con la Guía 42 de “AASHTO 93”, es recomendable que se utilice 4.2 mantenibilidad inicial para pavimentos flexibles. La mantenibilidad final es 3, por ese motivo, el valor de la falta de mantenimiento es 1,2.

#### **2.2.6.6. Factor camión:**

Este parámetro define el grado de daño de los ejes correspondientes a 8.2 TN de las distintas clases de vehículos

que circulan en una vía, Este se obtiene de la suma de todos los ejes que tiene un vehículo, para los cuales se pueden hallar de acuerdo con las siguientes configuraciones de ejes.

**Figura 13:**

*Composición de Ejes*

Conjunto de Eje (s)	Nomenclatura	Nº de Neumáticos	Grafico
Eje Simple (Con Rueda Simple)	1 RS	2	
Eje Simple (Con Rueda Doble)	1 RD	4	
Eje Tandem (1 Eje Rueda Simple + 1 Eje Rueda Doble)	1 RS + 1RD	6	
Eje Tandem (2 Ejes Rueda Doble)	2 RD	8	
Eje Tridem (1 Eje Rueda Simple + 2 Ejes Rueda Doble)	1 RS + 2 RD	10	
Eje Tridem (3 Ejes Rueda Doble)	3 RD	12	

Nota: Tomada de Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos (Pág.66).

**2.2.6.7. Coeficiente de desviación estándar (Zr):**

Cantidad que se asigna a una confiabilidad seleccionada este se origina de un grupo de datos en una repartición normal y está condicionado por el tipo de tráfico y los ejes equivalentes del tipo de camino.

**2.2.6.8. Índice de servicialidad inicial (Po):**

Parámetro establecido luego de la construcción o rehabilitación del pavimento siendo este su estado original, este parámetro está condicionado por el tipo de tráfico y los ejes equivalentes.

#### 2.2.6.9. Índice de servicialidad final (Pt):

Parámetro establecido cuando el pavimento ya no puede cumplir con las condiciones de seguridad y eficacia para las que fue diseñado, este factor depende de los ejes equivalentes y el tipo de camino.

#### 2.2.6.10. Diferencial de servicialidad:

Viene a ser el resto del índice de serviciabilidad inicial con el final. También puede ser determinado de acuerdo con la clase de camino y los ejes que corresponden a 8.2 TN que se presentan.

$$\Delta PSI = P_o - P_t$$

#### 2.2.6.11. Módulo de resiliencia (Mr):

Este parámetro se usa para medir de la rigidez que posee la subrasante y está determinado por las siguientes formulas:

$$M_{R(psi)} = 1500 \times CBR \quad \text{para } CBR \leq 7.2\%$$

$$M_{R(psi)} = 3000 \times CBR^{0.65} \quad \text{para } 7.2\% \leq CBR \leq 20\%$$

$$M_{R(psi)} = 4326 \times \ln CBR + 241 \quad \text{para } CBR > 20\%$$

#### 2.2.6.12. Número estructural (Sn):

La cantidad de estructura (SN) es el número ideal que simboliza la resistencia estructural del pavimento exigida para agregar al cimiento del suelo (MR), la totalidad del flujo representado por el eje equivalente de 18 kips (18,000 libras), y el índice de uso final y el área media. El SN solicitado debe transformarse en el espesor de la banda de rodadura, el espesor de la base y el espesor de la subbase a través del uso de coeficientes adecuados que simboliza la resistencia del material de construcción (Castro et al., 2020). Para poder

realizar el método se debe tener en cuenta las variables: limitaciones de tiempo (tales como comportamiento y duración del análisis), tráfico, confiabilidad y efectos medioambientales.

Limitaciones en el tiempo: Abarca el tiempo de comportamiento y de análisis. EL primer periodo radica al tiempo de vida desde la elaboración de una estructura de pavimento nueva hasta que se menoscabe. Significa, desde el primer nivel de exceso de capacidad hasta el último. La segunda variable es el Tráfico: Basado en la determinación de las “Cargas Equivalentes Acumuladas en el Período de Diseño (Wt18)”, medidas conforme a la manera establecida para el Método AASHTO '72. La tercera variable es la Confiabilidad: Es el nivel de seguridad que da una opción con respecto a la durabilidad, realidad, y el periodo establecido. Y la última variable, Efectos Ambientales: la intervención de las variaciones de las distintas temperaturas y humedad en la resistencia, durabilidad y el nivel de soporte de los materiales y/o mezclas del pavimento (Corredor, 2015).

#### **2.2.6.13. Coeficiente de drenaje (Mx):**

Este valor representa la porción de agua capaz de drenar de una superficie por la unidad horizontal del suelo y su grado de desnivel, el valor de la calidad del drenaje varía según el tipo de pavimento que quiera ser diseñado.

#### **2.2.6.14. Módulo de elasticidad del concreto (E):**

Es una constante elástica que mide el comportamiento elástico y puede predecir los límites de estiramiento que posee un material. Está definido por la fórmula:

$$E_c = 57000 (f_c)^{0.5}$$

Dónde:  $E_c$  y  $f_c$  se expresan en psi.

#### **2.2.6.15. Módulo de rotura del concreto (Sc)**

Factor que señala la máxima resistencia del concreto, siendo la flexión el punto máximo donde se produce el fallo a causa de las cargas vehiculares. Se define por la fórmula:

$$S_c = k(f_c)^{0.57} < k < 12$$

Dónde:

Fc: Resistencia a la compresión del concreto en psi

#### **2.2.6.16. Módulo de la reacción de la subrasante (K)**

Valor que representa la categoría de subrasante, el cual define el asentamiento ocurrido cuando la subrasante es sometida a esfuerzos de compresión.

#### **2.2.6.17. Factor de transmisión de carga (J)**

Esta constante expresa la capacidad de la losa del pavimento de concreto para transmitir los esfuerzos a los que es condicionado mientras dure su tiempo de vida útil.

### **2.3. Marco conceptual**

- Afirmado: Superficie compacta compuesta de material de gránulos de origen natural o procesado.
- Análisis Granulométrico: Proceso que determina la granulometría que posee un material específico.
- Aforo Vehicular: Conteo del número de carros que se movilizan por la vía determinada.
- AASHTO: "American Associations of State Highway and Transportation Officials"
- Base Granular: Componente estructural del formada por una capa de material determinado.
- Calicata: Agujero hecho en un terreno para la exploración del suelo.
- Carpeta Asfáltica: Capa superficial que compone un pavimento, formado por la mezcla de polímeros y agregados.

- CBR: "California Bearing Ratio"
- Durabilidad de Concreto Asfáltico: Característica de la mezcla asfáltica que permite resistir los efectos de deformación y desgaste a los que se somete un pavimento.
- Emulsión: Mezcla heterogénea de 2 líquidos.
- Flexibilidad: Calidad de un pavimento para adaptarse al asentamiento de las cargas vehiculares.
- Flujo de Transito: Circulación de coches que transitan en una determinada sección de una vía.
- Granulometría: Distribución por tañamos que poseen los agregados por medio de tamizado.
- Índice Medio Darío Anual: Magnitud promedio del tránsito vehicular en los ambos sentidos de una vía.
- Junta: Separación de 2 partes continuas en una estructura que permite expansión o retracción entre sí.
- Mantenimiento Vial: Actividades cuyo fin es conservar las condiciones de serviciabilidad de una infraestructura vial.
- Presupuesto: Presunción del costo para la elaboración de un servicio o una obra.
- Polímero: Aditivo que modifica las características del asfalto.
- Rehabilitación de pavimento: Restablecimiento de un pavimento a su estado original.
- Rasante: Nivel terminado correspondiente a la capa superficial del pavimento.
- Rehabilitación: Conjunto de actividades destinadas a devolver las condiciones óptimas de una infraestructura vial.
- Subrasante: Superficie sobre la cual se edifica el pavimento.
- Señalización Vial: Conjunto de instrumentos colocados en la vía con el fin de advertir y controlar el tránsito.
- Tramo: Componente continuo de carretera.
- Tráfico vehicular: Desfile de vehículos en una infraestructura vial.

## **2.4. Sistema de hipótesis**

El diseño estructural de pavimento flexible al aplicar el método AASTHO 93 mejoraría la transitabilidad en las Calles del AA.HH El Milagro Sector V, Huanchaco –Trujillo –La Libertad en el año 2022.

## **2.5. Variables e indicadores**

### **- Variable Independiente**

Diseño estructural de pavimento

**Tabla 1:**

*Variable Independiente*

<b>VARIABLES</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>ESCALA DE MEDICIÓN</b>	<b>INSTRUMENTOS</b>
DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO	“Un pavimento está constituido por un conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales, que se diseñan y construyen técnicamente con materiales apropiados y adecuadamente compactados” (Montejo, 2002,p.1).	Estudio de tránsito	IMDA (Índice Medio Diario Anual) Clasificación de vehículos	Intervalo Veh/día Nominal	Método de conteo vehicular y número de ejes equivalentes (ESAL).
		Estudio de suelos	Granulometría Límites de Consistencia Contenido de humedad CBR	Intervalo (%)	Ensayos de laboratorio
		Método AASHTO 93	Pavimento Carga de vehicular actuante  Clasificación del suelo	Nominal Intervalo – Ejes equivalentes (EE) Intervalo (%)	Normas

Nota: Elaboración propia

### **III. METODOLOGIA EMPLEADA**

#### **3.1. Tipo y nivel de investigación**

##### **3.1.1. Tipo de investigación**

Aplicada

##### **3.1.2. Nivel de investigación**

Descriptiva

#### **3.2. Población y muestra de estudio**

##### **3.2.1. Población**

En esta tesis la población de estudio es el asentamiento humano el Milagro Sector V, del Distrito de Huanchaco, Provincia Trujillo de la Región La Libertad.

##### **3.2.2. Muestra**

En la presente investigación se ha tomado como muestra a las diferentes calles del Asentamiento Humano El Milagro Sector V.

#### **3.3. Diseño de Investigación**

El diseño es del tipo descriptiva, ya que se basa en la observación y recolección de información de datos, los cuales son provenientes de la realidad y se utilizaran con el fin de asegurar un diseño óptimo de pavimento flexible.

#### **3.4. Técnicas e instrumentos de investigación**

- Se realizó el estudio de tráfico para obtener el volumen real de tránsito vehicular y así poder conocer el Índice Medio Diario Anual (IMDA) de las calles Alfonso Ugarte, Manco Cápac, Tupac Amaru y Calle 4, las cuales pertenecen al sector V del AA.HH el Milagro.

- El estudio de suelos consistió ir al área de estudio para conocer las características de la superficie del suelo, para determinar la ubicación y perforación de las calicatas que faciliten la extracción de muestras representativas.
- Análisis de tesis o libros: se leerá cada documento acerca de temas a tratar en esta investigación, teniendo en cuenta que abarcan temas con similitudes a los que estamos analizando.

### **3.5. Procesamiento y análisis de datos**

- Microsoft Excel 2019: Se utilizó para realizar diferentes tipos de tablas, hojas de cálculos y hacer comparaciones gráficas, en los cuales se pudo determinar el IMDA y el ESALs, en base a los datos que se obtuvieron en el conteo vehicular, también se empleó para calcular los espesores de las capas del pavimento flexible, utilizando la metodología AASHTO 93.
- Microsoft Word 2019: se utilizó para poder armar el informe conclusivo de la investigación.
- AutoCAD 2021: Se empleó para poder importar la información lograda en campo y así realizar los planos de detalles del diseño de pavimento flexible.

#### **3.5.1. Estudios previos**

- Para conocer la topografía del terreno se realizó un levantamiento topográfico, en las cuales podremos ver las características geográficas y las variaciones o alteraciones existentes del mismo, para así procesar y transmitir los datos del terreno, que permiten representar con mayor detalle y exactitud en los planos de planta y perfil donde se indique el perfil del terreno y el perfil longitudinal a nivel de rasante.
- Para el estudio de Mecánica de suelos, los datos se han obtenido mediante extracción de muestra en campo para luego realizar el análisis de suelo mediante los ensayos de laboratorio de acuerdo al Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimento, 2014.

- Para el estudio de tráfico, se realizó el conteo vehicular, clasificación vehicular con el cual se puso calcular el IMDA y proyectar la demanda de tráfico en el periodo de diseño para el pavimento flexible.
- Teniendo los resultados del estudio de Mecánica de Suelos y el estudio de Tráfico se determinó los factores equivalentes, para luego obtener el número de repeticiones de ejes equivalentes con un periodo de diseño de 20 años.
- Para el diseño del pavimento flexible, se determinó los espesores del pavimento de acuerdo al método AASHTO 93, con relación a los datos obtenidos anteriormente.

## **IV. PRESENTACION DE RESULTADOS**

### **4.1. Propuesta de investigación**

En las calles del sector V del AA. HH del Milagro, se observó que no presentaban un pavimento óptimo para la transitabilidad. En la presente investigación se buscó diseñar un pavimento flexible, con espesores óptimos de las capas estructurales, los cuales deben soportar adecuadamente las cargas vehiculares. Teniendo en cuenta que el diseño de pavimento flexible sea económico, pero que tenga un óptimo desempeño frente al tráfico vehicular y esperar que la investigación sirva para que en un futuro sea realizada, para mejorar la transitabilidad en las calles del sector V del AA. HH del Milagro.

### **4.2. Análisis e interpretación de resultados**

#### **4.2.1. Estudios topográficos**

La finalidad del estudio topográfico, es tener la geometría del terreno en planos, que nos servirá para identificar mejor nuestro terreno natural en el cual se elaborará nuestra carpeta de rodadura, también podemos tener en nuestros planos, perfiles longitudinales y secciones transversales, los cuales aportarán al proyecto.

#### **4.2.2. Estudio de mecánica de suelos**

##### **4.2.2.1. Técnicas de investigación en campo**

Se determinó realizar solo 5 calicatas por temas económicos, las cuales tuvieron una profundidad mínima de 1.50 metros. Las calicatas han sido ubicadas convenientemente dentro de las calles de estudio, para así poder obtener con información de confianza, para realizar ensayos de análisis granulométrico por tamizado, humedad natural, clasificación de suelos SUCS, ensayo de compactación (Proctor modificado) y ensayo de CBR.

#### 4.2.2.2. Ensayos de laboratorio

- **Ensayo de análisis granulométrico por tamizado (ASTM-D-422 / NTP 400.012).**

Este ensayo consistió en pasar una muestra de suelo seco a través de una serie de malla de dimensiones estandarizadas, con el fin de determinar las proporciones relativas de los diversos tamaños de las partículas.

**Tabla 2:**

*Análisis Granulométrico*

CALICATA	GRAVAS (%)	ARENA (%)	FINOS (%)
C-01	0.00%	98.30%	1.70%
C-02	0.00%	98.90%	1.10%
C-03	0.00%	98.60%	1.40%
C-04	0.00%	98.80%	1.20%
C-05	0.00%	98.80%	1.20%

Fuente: Elaboración propia.

- **Contenido de humedad natural (ASTM-D-2216 / NTP 339.127).**

En este ensayo se determinó la cantidad de agua presente en una porción de suelo en términos de su peso en seco.

**Tabla 3:**

*Contenido de humedad*

CALICATA	CONTENIDO DE HUMEDAD (W%)
C-01	1.15%
C-02	1.01%
C-03	1.27%
C-04	1.13%
C-05	1.52%

Fuente: Elaboración propia.

- **Ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos (NTP 339.129:1999).**

Al desarrollarse los ensayos Límites de Consistencia de Atterberg en la calicata C1 hasta la calicata C5, se concluyó que no presenta límites.

- **Ensayo de compactación proctor modificado (NTP 339.141:1999).**

Se abarcó los procedimientos de compactación usados en laboratorio, para determinar la relación entre el contenido de agua y peso unitario seco de los suelos (curva de compactación) compactados en un molde de 101,6 ó 152,4 mm (4 ó 6 pulg) de diámetro con un pisón de 44,5 N (10 lbf) que cae de una altura de 457 mm (18 pulg), produciendo una Energía de Compactación de (2700 kNm/m<sup>3</sup> (56000 pie-lbf/pie<sup>3</sup>)).

**Tabla 4:***Proctor Modificado*

CALICATA	HUMEDAD OPTIMA (%)	MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )
C-01	8.03%	1.68
C-02	8.15%	1.67
C-03	8.08%	1.68
C-04	8.16%	1.67
C-05	8.18%	1.68

Fuente: Elaboración propia.

**- Ensayo del CBR.**

Este método de ensayo se usa para evaluar la resistencia potencial de subrasante, subbase y material de base, incluyendo materiales reciclados para usar en pavimentos de vías y de campos de aterrizaje. El valor de CBR obtenido en esta prueba forma una parte integral de varios métodos de diseño de pavimento flexible.

**Tabla 5:***Valores del CBR al 95% y 100%*

CALICATA	CBR (95%)	CBR (100%)
C-01	8%	13%
C-02	8%	15%
C-03	8%	18%
C-04	9%	18%
C-05	8%	21%

Fuente: Elaboración propia.

- **Clasificación de suelos con propósitos de ingeniería SUCS (NTP 339.134:1999) y clasificación de suelos para uso en vías de transporte (NTP 339.135:1999).**

Tanto la clasificación SUCS como AASHTO utilizan datos obtenidos de los ensayos previos de granulometría, Límite Líquido e Índice Plástico, para clasificar los suelos. La clasificación SUCS divide el suelo en 3 amplias categorías: Grava, arena y finos. Y estos a cambio se subdividen en 15 subgrupos. La clasificación AASHTO divide los suelos en 8 grupos, clasificándolos según su distribución granulométrica, su LL e IP y les da un índice de grupo.

**Tabla 6:**

*Clasificación de suelos por SUCS y AASHTO*

CALICATA	CLASIFICACION	
	SUCS	AASHTO
C-01	SP	A-3(0)
C-02	SP	A-3(0)
C-03	SP	A-3(0)
C-04	SP	A-3(0)
C-05	SP	A-3(0)

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.2.3. Estudio de tráfico

Un estudio que es muy fundamental, para poder hacer una planificación y diseño de pavimento. Se abarcó las calles Alfonso Ugarte, Tupac Amaru, Manco Cápac y Calle 4, del AA.HH El Milagro Sector V, Huanchaco - Trujillo - La Libertad.

#### 4.2.3.1. Metodología

El trabajo consistió en ir a campo y realizar un conteo de los vehículos que transitan por las calles de estudio. Los vehículos se clasificaron de acuerdo al Manual de Carreteras: Diseño Geométrico 2018.

Luego de recabar la información en campo, se pasó la información a los formatos de Excel, en los cuales se determinaron el IMDA y el Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes.

#### 4.2.3.2. Conteo vehicular

El conteo de los vehículos que transitan por las calles de estudio se realizó durante los 7 días de la semana, desde 21/11/2022 al 27/11/2022 para la calle Alfonso Ugarte y Tupac Amaru, del 28/11/2022 al 04/12/2022 para la calle Manco Cápac y Calle 4.

**Tabla 7:**

*Conteo vehicular de la calle Alfonso Ugarte*

DIA	AUTO	STATION WAGON	MOTO TAXI	PICK UP	COMBI RURAL	MICRO	CAMION	
							2E	3E
LUNES	317	12	515	30	4	1	15	2
MARTES	300	10	513	22	0	0	18	0
MIERCOLES	257	13	494	21	5	0	15	0
JUEVES	264	4	539	22	4	0	20	2
VIERNES	274	27	577	10	0	0	20	0
SABADO	412	9	679	33	6	0	23	0
DOMINGO	526	9	667	7	4	0	8	0
<b>TOTAL</b>	2350	84	3984	145	23	1	119	4
<b>IMDS</b>	336	12	569	21	3	0	17	1

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 8:***Conteo vehicular de la calle Tupac Amaru*

DIA	AUTO	STATION WAGON	MOTO TAXI	PICK UP	COMBI RURAL	MICRO	CAMION	
							2E	3E
LUNES	251	12	499	26	4	1	40	4
MARTES	247	12	423	22	8	0	23	0
MIERCOLES	195	11	418	30	11	0	25	0
JUEVES	241	8	493	21	7	0	27	6
VIERNES	242	25	502	11	0	0	26	0
SABADO	394	14	679	33	7	0	25	0
DOMINGO	366	10	638	7	0	0	8	0
<b>TOTAL</b>	1936	92	3652	150	37	1	174	10
<b>IMDS</b>	277	13	522	21	5	0	25	1

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 9:***Conteo vehicular de la calle Manco Cápac*

DIA	AUTO	STATION WAGON	MOTO TAXI	PICK UP	COMBI RURAL	MICRO	CAMION	
							2E	3E
LUNES	306	15	568	25	5	0	20	1
MARTES	285	14	481	27	9	0	19	0
MIERCOLES	273	11	428	31	4	0	20	0
JUEVES	254	34	550	33	3	0	42	2
VIERNES	287	33	514	11	0	0	25	0
SABADO	436	47	696	43	7	0	24	0
DOMINGO	456	12	606	16	0	0	7	0
<b>TOTAL</b>	2297	166	3843	186	28	0	157	3
<b>IMDS</b>	328	24	549	27	4	0	22	0

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 10:***Conteo vehicular de la Calle 4*

DIA	AUTO	STATION WAGON	MOTO TAXI	PICK UP	COMBI RURAL	MICRO	CAMION	
							2E	3E
LUNES	304	28	564	38	9	0	30	2
MARTES	266	20	470	40	6	0	45	0
MIERCOLES	314	36	482	35	0	0	30	0
JUEVES	240	18	486	26	0	0	37	0
VIERNES	253	25	474	12	4	0	30	0
SABADO	473	52	715	58	13	0	28	0
DOMINGO	429	20	636	14	0	0	9	0
<b>TOTAL</b>	<b>2279</b>	<b>199</b>	<b>3827</b>	<b>223</b>	<b>32</b>	<b>0</b>	<b>209</b>	<b>2</b>
<b>IMDS</b>	<b>326</b>	<b>28</b>	<b>547</b>	<b>32</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>30</b>	<b>0</b>

Fuente: Elaboración propia.

**4.2.3.3. Cálculo del IMDA**

El IMDA se obtiene teniendo los valores del conteo y clasificación de vehículos en campo de lunes a domingo, y también con el factor de corrección el cual es 1.0421 para los vehículos ligeros y 0.9859 para vehículos pesados. La fórmula con la que se determinó el IMDA es la propuesta por el MTC.

$$\text{IMDA} = \text{IMDS} \times \text{FC}$$

Donde:

IMDA: Índice medio anual.

FC: Factor de corrección estacional

IMDS: Índice medio semanal

Con los valores obtenidos del conteo vehicular se pudo determinar el IMDA para el año 2022 y 2026, este último se cree que podría estar puesta en funcionamiento para las calles del sector V del Milagro.

**Tabla 11:***Cálculo del IMDA de la Calle Alfonso Ugarte*

DIA	AUTO	STATION WAGON	MOTO TAXI	PICK UP	COMBI RURAL	MICRO	CAMION	
							2E	3E
IMDA (2022)	350	13	593	22	3	0	16	1
IMDA (2026)	363	13	616	23	3	0	17	1

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 12:***Cálculo del IMDA de la Calle Tupac Amaru*

DIA	AUTO	STATION WAGON	MOTO TAXI	PICK UP	COMBI RURAL	MICRO	CAMION	
							2E	3E
IMDA (2022)	288	14	544	22	6	0	24	1
IMDA (2026)	299	15	565	23	6	0	27	1

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 13:***Cálculo del IMDA de la Calle Manco Cápac*

DIA	AUTO	STATION WAGON	MOTO TAXI	PICK UP	COMBI RURAL	MICRO	CAMION	
							2E	3E
IMDA (2022)	342	25	572	28	4	0	21	0
IMDA (2026)	355	26	594	29	4	0	23	0

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 14:**

*Cálculo del IMDA de la Calle 4*

DIA	AUTO	STATION WAGON	MOTO TAXI	PICK UP	COMBI RURAL	MICRO	CAMION	
							2E	3E
IMDA (2022)	339	30	570	33	5	0	29	0
IMDA (2026)	352	31	592	34	5	0	32	0

Fuente: Elaboración propia.

#### **4.2.3.4. Periodo de diseño**

Considerando la Guía AASHTO 93, el cual especifica el periodo de diseño según el tipo de carretera, decidimos tener un periodo de diseño de 20 años.

#### **4.2.4. Ejes equivalentes**

Los Ejes Equivalentes (EE) son factores de equivalencia que representan el factor destructivo de las distintas cargas, por tipo de eje que conforman cada tipo de vehículo pesado, sobre la estructura del pavimento. (Manual de Carreteras "Suelos y Pavimentos", 2014, pág. 78).

##### **4.2.4.1. Factor de crecimiento acumulado (Fca)**

Para determinar este valor, se tomó en cuenta el periodo de diseño de 20 años, como también la tasa de crecimiento vehicular del mes de septiembre del 2022 en la región La Libertad, realizado por el INEI en su Informe Técnico N°11 "Flujo Vehicular por Unidades de Peaje 2022", el cual nos da como valor de 4.3%. Para calcular el crecimiento de tránsito se utiliza la siguiente formula:

$$T_n = T_0(1+r)^{n-1}$$

Aplicando la formula nos da una tasa anual de crecimiento de 30.72.

#### 4.2.4.2. Factor direccional (Fd) y factor carril (Fc)

Estos valores se encuentran en el Manual de Carreteras, Suelo, Geología y Geotecnia 2014, en el cual tenemos que observar y escoger de acuerdo al número de sentidos y carriles de las calles de diseño.

En las calles de diseño, se observó vías de una calzada con dos carriles, entonces el valor de  $F_d=0.50$  y  $F_c=1.00$ .

#### 4.2.4.3. Factor vehículo pesado (Fvp)

**Tabla 15:**

*Relación de cargas por eje, para Pavimentos Flexibles*

<b>Tipo de Eje</b>	<b>Eje Equivalente (EE<sub>8.2tn</sub>)</b>
Eje Simple de ruedas simples (EE <sub>s1</sub> )	$EE_{s1}=[P/6.6]^{4.0}$
Eje Simple de ruedas dobles (EE <sub>s2</sub> )	$EE_{s2}=[P/8.2]^{4.0}$
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles +1 eje rueda simple) (EE <sub>TA1</sub> )	$EE_{TA1}=[P/14.8]^{4.0}$
Eje Tandem (2 ejes ruedas dobles) (EE <sub>TA2</sub> )	$EE_{TA2}=[P/15.1]^{4.0}$
Eje Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE <sub>TR1</sub> )	$EE_{TR1}=[P/20.7]^{4.0}$
Eje Tridem (3 ejes ruedas dobles) (EE <sub>TR2</sub> )	$EE_{TR2}=[P/21.8]^{4.0}$

Fuente: Adaptado del Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.

#### 4.2.4.4. Factor presión neumáticos (Fp)

De acuerdo a lo que nos recomienda el Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, se utilizó el valor de  $F_p=1.00$ .

Ahora sabiendo los valores que se toman en cuenta en el cálculo para los Ejes equivalentes. Se determinó los ESAL'S para el diseño de pavimento flexible.

**Tabla 16:**

*Ejes equivalentes de la Calle Alfonso Ugarte*

VEHICULO	IMDA	Fd	Fc	Fvp	Fp	Producto IMDA * Fvp
<b>AUTO</b>	363	0.5	1	0.00053	1	0.096
	363	0.5	1	0.00053	1	0.096
<b>STATION</b>	13	0.5	1	0.00053	1	0.003
<b>WAGON</b>	13	0.5	1	0.00053	1	0.003
<b>MOTO</b>	616	0.5	1	0.00053	1	0.162
<b>TAXI</b>	616	0.5	1	0.00053	1	0.162
<b>PICK UP</b>	23	0.5	1	0.00053	1	0.006
	23	0.5	1	0.00053	1	0.006
<b>COMBI</b>	3	0.5	1	0.00053	1	0.001
<b>RURAL</b>	3	0.5	1	0.00053	1	0.001
<b>MICRO</b>	0	0.5	1	1.26537	1	0
	0	0.5	1	3.23829	1	0
<b>CAMION 2</b>	18	0.5	1	1.26537	1	11.388
<b>E</b>	18	0.5	1	3.23829	1	29.145
<b>CAMION 3</b>	1	0.5	1	1.26537	1	0.633
<b>E</b>	1	0.5	1	2.01921	1	1.01
<b><math>\Sigma</math>EE día - carril=</b>						<b>42.712</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 17:**

*Número de repeticiones de ejes equivalentes para el diseño del pavimento flexible de la Calle Alfonso Ugarte*

$\Sigma$ EE día - carril	TIEMPO	Fca	ESAL's
42.712	365	30.72	478,921.11

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 18:***Ejes equivalentes de la Calle Tupac Amaru*

VEHICULO	IMDA	Fd	Fc	Fvp	Fp	Producto
						IMDA * Fvp
AUTO	299	0.5	1	0.000527	1	0.079
	299	0.5	1	0.000527	1	0.079
STATION	15	0.5	1	0.000527	1	0.004
WAGON	15	0.5	1	0.000527	1	0.004
MOTO TAXI	565	0.5	1	0.000527	1	0.149
	565	0.5	1	0.000527	1	0.149
PICK UP	23	0.5	1	0.000527	1	0.006
	23	0.5	1	0.000527	1	0.006
COMBI	6	0.5	1	0.000527	1	0.002
RURAL	6	0.5	1	0.000527	1	0.002
MICRO	0	0.5	1	1.265367	1	0
	0	0.5	1	3.238287	1	0
CAMION 2 E	27	0.5	1	1.265367	1	17.082
	27	0.5	1	3.238287	1	43.717
CAMION 3 E	1	0.5	1	1.265367	1	0.633
	1	0.5	1	2.019214	1	1.01
<b>∑EE día - carril=</b>						<b>62.922</b>

*Fuente: Elaboración propia.***Tabla 19:***Número de repeticiones de ejes equivalentes para el diseño del pavimento flexible de la Calle Tupac Amaru*

∑EE día - carril	TIEMPO	Fca	ESAL's
62.922	365	30.72	705,531.80

*Fuente: Elaboración propia.*

**Tabla 20:***Ejes equivalentes de la Calle Manco Cápac*

VEHICULO	IMDA	Fd	Fc	Fvp	Fp	Producto IMDA * Fvp
AUTO	355	0.5	1	0.00053	1	0.094
	355	0.5	1	0.00053	1	0.094
STATION	26	0.5	1	0.00053	1	0.007
WAGON	26	0.5	1	0.00053	1	0.007
MOTO TAXI	594	0.5	1	0.00053	1	0.157
	594	0.5	1	0.00053	1	0.157
PICK UP	29	0.5	1	0.00053	1	0.008
	29	0.5	1	0.00053	1	0.008
COMBI	4	0.5	1	0.00053	1	0.001
RURAL	4	0.5	1	0.00053	1	0.001
MICRO	0	0.5	1	1.26537	1	0
	0	0.5	1	3.23829	1	0
CAMION 2 E	24	0.5	1	1.26537	1	15.184
	24	0.5	1	3.23829	1	38.859
CAMION 3 E	0	0.5	1	1.26537	1	0
	0	0.5	1	2.01921	1	0
<b>∑EE día - carril=</b>						<b>54.577</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 21:***Número de repeticiones de ejes equivalentes para el diseño del pavimento flexible de la Calle Manco Cápac*

∑EE día - carril	TIEMPO	Fca	ESAL's
54.577	365	30.72	611,960.99

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 22:***Ejes equivalentes de la Calle 4*

VEHICULO	IMDA	Fd	Fc	Fvp	Fp	Producto IMDA * Fvp
AUTO	352	0.5	1	0.000527	1	0.093
	352	0.5	1	0.000527	1	0.093
STATION	31	0.5	1	0.000527	1	0.008
WAGON	31	0.5	1	0.000527	1	0.008
MOTO TAXI	592	0.5	1	0.000527	1	0.156
	592	0.5	1	0.000527	1	0.156
PICK UP	34	0.5	1	0.000527	1	0.009
	34	0.5	1	0.000527	1	0.009
COMBI	5	0.5	1	0.000527	1	0.001
RURAL	5	0.5	1	0.000527	1	0.001
MICRO	0	0.5	1	1.265367	1	0
	0	0.5	1	3.238287	1	0
CAMION 2 E	32	0.5	1	1.265367	1	20.246
	32	0.5	1	3.238287	1	51.813
CAMION 3 E	0	0.5	1	1.265367	1	0
	0	0.5	1	2.019214	1	0
<b><math>\Sigma</math>EEdía - carril=</b>						<b>72.593</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 23:***Número de repeticiones de ejes equivalentes para el diseño del pavimento flexible de la Calle 4*

$\Sigma$ EEdía - carril	TIEMPO	Fca	ESAL's
72.593	365	30.72	813,970.79

Fuente: Elaboración propia.

## 4.2.5. Diseño estructural del pavimento flexible

### 4.2.5.1. Método AASHTO 93

En este método se considera las características del comportamiento del pavimento, las cargas de vehículos que transitan por las calles de diseño y la resistencia de la subrasante.

Cabe resaltar que este método utiliza una expresión analítica, pero para efectos de cálculo computarizado la solución matemática es más práctico.

### 4.2.5.2. Parámetros de diseño

#### - Módulo de resiliencia ( $M_r$ )

Teniendo en cuenta la zona de estudio, para la Calle Alfonso Ugarte se obtuvo un  $M_r$  de 13832.89 psi, ya que tuvo un CBR de 14%; para la Calle Tupac Amaru se obtuvo un  $M_r$  de 16246.71 psi, ya que tuvo un CBR de 18%; para la Calle Manco Cápac se obtuvo un  $M_r$  de 16246.71 psi, ya que tuvo un CBR de 18% y para la Calle 4 se obtuvo un  $M_r$  de 17931.27 psi, ya que tuvo un CBR de 21%.

#### - Confiabilidad (%) y desviación estándar normal ( $Z_r$ )

**Tabla 24:**

*Confiabilidad (%R) y Desviación Estándar Normal ( $Z_r$ )*

<b>CALLE</b>	<b>(%R)</b>	<b><math>Z_r</math></b>
Alfonso Ugarte	75%	-0.674
Tupac Amaru	80%	-0.842
Manco Cápac	80%	-0.842
Calle 4	80%	-0.842

Fuente: Elaboración propia.

- **Desviación estándar combinada (So)**

Según la guía AASHTO la desviación estándar varía entre 0.40 a 0.50, por tanto, para este proyecto elegimos 0.45 como desviación estándar para las cuatro calles.

- **Variación de serviciabilidad**

Para este índice de serviciabilidad se tomará en cuenta según la tabla del MTC, de acuerdo al rango de tráfico, los cuales nos da un valor para el índice de serviciabilidad de 1.80.

**4.2.5.3. Número estructural requerido (Sn)**

Los datos que fueron obtenidos anteriormente serán procesados para determinar el número estructural requerido, haciendo uso de la ecuación básica de diseño AASHTO, que se presenta a continuación:

**Figura 14:**

*Ecuación de diseño*

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

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.

Dando como resultado los números estructurales requeridos en el diseño de pavimento flexible, los cuales se presentan en la siguiente tabla:

**Tabla 25:***Cálculo del número estructural requerido*

	<b>Alfonso Ugarte</b>	<b>Tupac Amaru</b>	<b>Manco Cápac</b>	<b>Calle 4</b>
<b>ESAL's</b>	478,921.11	705,531.80	611,960.99	813,970.79
<b>Mr</b>	13832.89	16246.71	16246.71	17931.28
<b>Zr</b>	-0.674	-0.842	-0.842	-0.842
<b>So</b>	0.45	0.45	0.45	0.45
<b>PSI</b>	1.8	1.8	1.8	1.8
<b>Log</b>	5.68	5.85	5.79	5.91
<b>SN</b>	2.18	2.25	2.2	2.22

Fuente: Elaboración propia.

Se decidió calcular el número estructural de cada una de las calles, mediante un método analítico, por lo que tiene más exactitud y nos da un dato más confiable.

#### **4.2.5.4. Cálculo de espesores de capa para el pavimento flexible**

Después de haber obtenido el número estructural para el pavimento flexible, se debe determinar el cálculo de espesores, la cual obtendremos con la siguiente ecuación:

$$SN=a_1xD_1+a_2xD_2xm_2+a_3xD_3xm_3$$

Donde:

a<sub>1</sub>, a<sub>2</sub>, a<sub>3</sub>= Coeficientes de capa representativos de carpeta, base y subbase respectivamente.

d<sub>1</sub>, d<sub>2</sub>, d<sub>3</sub>= Son los espesores de cada capa del pavimento.

m<sub>2</sub>, m<sub>3</sub>= Son los coeficientes de drenaje de la base y subbase.

**Tabla 26:***Espesores asumidos para las capas del Pavimento Flexible*

<b>Variables</b>	<b>Valores</b>
a <sub>1</sub>	0.17 cm
a <sub>2</sub>	0.052 cm
a <sub>3</sub>	0.047 cm
m <sub>2</sub>	1.00
m <sub>3</sub>	1.00

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 27:***Estructura y espesor del Pavimento Flexible*

	<b>Alfonso Ugarte</b>	<b>Tupac Amaru</b>	<b>Manco Cápac</b>	<b>Calle 4</b>
<b>d<sub>1</sub></b>	5cm	5cm	5cm	5cm
<b>d<sub>2</sub></b>	25cm	25cm	25cm	25cm
<b>d<sub>3</sub></b>	25cm	25cm	25cm	30cm
<b>SN</b>	<b>2.14</b>	<b>2.24</b>	<b>2.18</b>	<b>2.20</b>
<b>SN Resultante</b>	<b>3.33</b>	<b>3.33</b>	<b>3.33</b>	<b>3.56</b>

Fuente: Elaboración propia.

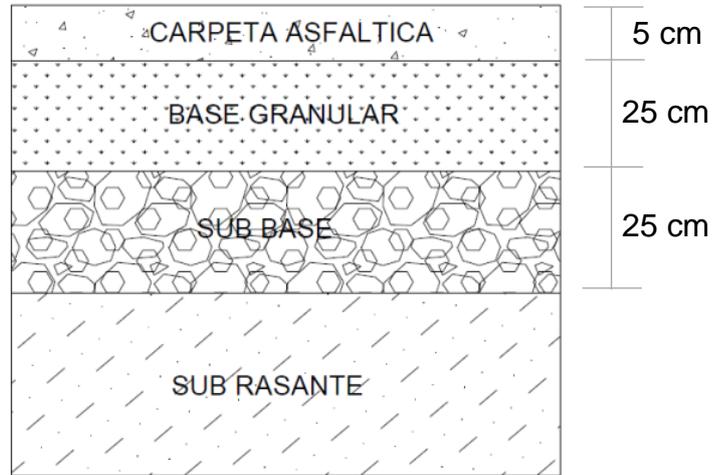
**4.2.5.5. Resultados de diseño de pavimento flexible**

El diseño de Pavimento Flexible se realizó de acuerdo a la guía AASHTO93, así como también con el Manual de Carreteras, sección de suelo y pavimentos, junto con la norma de Pavimento Urbanos CE-0.10.

**Figura 15:**

*Espesores de las capas de Pavimento Flexible para las calles*

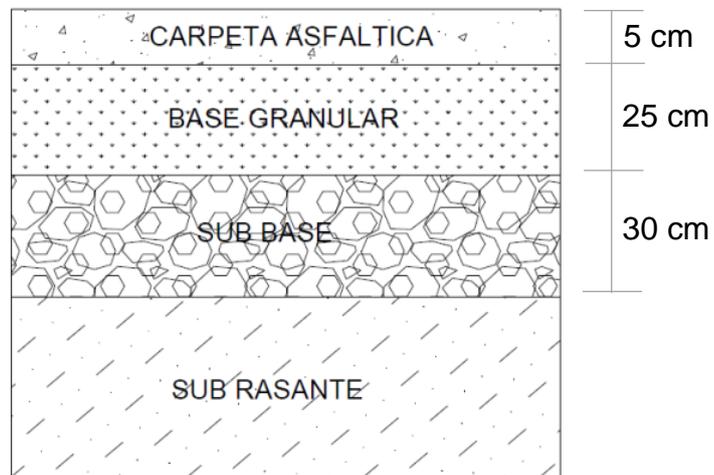
*Alfonso Ugarte, Manco Cápac, Tupac Amaru*



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 16:**

*Espesores de las capas de Pavimento Flexible para la Calle 4*



Fuente: Elaboración propia.

### 4.3. Docimasia de hipótesis

Según la hipótesis planteada en el estudio, mediante la aplicación de la metodología AASHTO 93. Se puede determinar los espesores óptimos en el diseño estructural del pavimento flexible, con la finalidad de mejorar las condiciones del tránsito en un futuro proceso de ejecución en

las calles del AA.HH el Milagro Sector V, ya que este se efectuó acorde a las normas y siendo contemplada en el Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (2014) y Norma Técnica CE.010 Pavimentos Urbanos.

Para dicha investigación se llevó a cabo un levantamiento topográfico para realizar las secciones transversales de las calles del sector V del Milagro, también un análisis de tránsito por lo cual nos permitió determinar las cargas vehiculares proyectadas, así como también se realizó el EMS con fines de pavimentación obteniendo la capacidad portante del terreno de fundación. Parámetro fundamental para la aplicación de la metodología AASHTO 93.

## V. DISCUSION DE LOS RESULTADOS

El presente proyecto tuvo como objetivo principal realizar el diseño estructural del pavimento flexible, habiendo cumplido con dicho objetivo se puede afirmar que se logra brindar una mejor transitabilidad vehicular y peatonal en un futuro pensando en el bienestar de la población del AA.HH sector V el Milagro.

Dentro de ese contexto, Martínez (2019) en su investigación indica que la comparación del pavimento flexible y el pavimento permeable, este último es el más recomendado, por lo que el pavimento permeable es una nueva tecnología amigable con el medio ambiente que pertenece a los nuevos sistemas de drenajes sostenibles, pero también que al ser una nueva tecnología, se debe investigar mucho más, con respecto a su forma de aplicación, en su forma de construcción, además de los problemas que pueda llegar a tener la estructura a través de la vida útil.

En cuanto a su primer objetivo específico, basándose de un estudio topográfico realizado con un receptor GNSS, en el cual se ubicaron 9 puntos BMs, se realizó la determinación del diseño geométrico de las secciones transversales de las calles que conforman el sector V del Milagro, determinando que el ancho de calzada es de 6.00 m, dividiéndose en dos carriles de 3.00 m c/u, también se pudo conocer que contaremos con un ancho de vereda de 1.20 m para las calles Alfonso Ugarte, Calle 4 y para las calles Tupac amaru y Manco Cápac un ancho de calzada es de 7.20 m, dividiéndose en dos carriles de 3.60 m c/u, con un ancho de vereda de 1.80 m asimismo, también para algunas secciones se contará con bermas laterales de ancho variable.

Estos resultados son casi similares con los de Flores & Valverde (2019) quienes obtuvieron un ancho de calzada de 6.00 m, un ancho de carril de 3.00 m, un ancho de bermas de 0.50 c/lado.

En relación al estudio de tráfico, se recopiló la cantidad de vehículos por tipo, obteniéndose un IMDS de 959 veh/día, un IMDA de 1037 veh/año y un ESAL de 478,921.11 para la Calle Alfonso Ugarte, un IMDS de 864 veh/día, un IMDA de 936 veh/año y un ESAL de 705,531.80 para la Calle Tupac Amarú, un IMDS de 954 veh/día, un IMDA de 1032 veh/año y un ESAL de 611,960.99 para la Calle Manco Capac, un IMDS de 968 veh/día, un IMDA de 1046 veh/año y un

ESAL de 813,970.79 para la Calle 4, se tomó un periodo de diseño de 20 años, con una tasa anual de crecimiento de 4.30% y un factor de crecimiento acumulado de 30.72

Estos resultados se asemejan a los valores obtenidos por Vásquez (2019) quien en su investigación encontraron un IMDS de 867 veh/día, por ello en relación al diseño es necesario tomar coeficientes y valores de la carpeta asfáltica, y los estudios específicos para el Manual de Carreteras de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos como también usar de manera correcta la metodología AASTHO 93. Del mismo modo, obtuvo un ESAL de 6289418 de ejes equivalentes con lo que afirma que a mayor ESAL aumenta la carpeta asfáltica requerida y a menor ESAL disminuye la capa asfáltica, con lo que se logra que la estructura trabaje en óptimas condiciones.

Con respecto al estudio de mecánica de suelos, se tomaron muestras de cinco calicatas, las cuales fueron denominadas como C1, C2, C3, C4 y C5, con una profundidad de 1.50 m, de las cuales se extrajeron muestras para los ensayos correspondientes en el laboratorio; el material predominante que se encontró a esta profundidad fue de Arena mal graduada, arenas gravosas, poco o ningún fino siendo su simbología SP y A-3(0) según SUCS y AASHTO como también obteniendo límites de Atterberg de 0.0 siendo un suelo arenas gravosas. En el ensayo para determinar el CBR se obtuvieron valores, los cuales fueron para la calle Alfonso Ugarte de 13%, 15% y se sacó un promedio entre ambas, Tupac amaru y Manco Cápac de 18%, y para la Calle 4 de 21%, las cuales se clasifican como buenas según indica la Norma Técnica CE.010 Pavimentos Urbanos.

Dentro de ese contexto, Bermudez & Ramos (2019) en su investigación se observó que tuvieron un material de arena limpia, sin presencia de plasticidad, obteniendo un resultado de CBR de diseño de 27.62 % el cual se clasifica como excelente.

En relación a los parámetros de diseño aplicado a la metodología AASHTO 93, se tomó un periodo de diseño de 20 años, un valor de número de repeticiones de ejes equivalentes de 8.2 Tn, para la Calle Alfonso Ugarte se obtuvo un SN de 2.18, ESAL de 478,921.11, Mr de 13832.89 psi, una confiabilidad de 75%, una desviación estándar de -0.674, para la Calle Tupac se obtuvo un SN de 2.25, ESAL de 705,531.80, Mr de 16246.71 psi, una

confiabilidad de 80%, una desviación estándar de -0.842, para la Calle Manco Cápac se obtuvo un SN de 2.20, ESAL de 611,960.99, Mr de 16246.71 psi, una confiabilidad de 80%, una desviación estándar de -0.842 y para la Calle 4 se obtuvo un SN de 2.22, ESAL de 813,970.79, Mr de 17931.27 psi, una confiabilidad de 80%, una desviación estándar de -0.842, el índice de serviciabilidad para todas las calles fue de 1.80 y finalmente obteniéndose un coeficiente de drenaje de 1.

Estos resultados se contrastan con la investigación de Flores & Valverde (2019) quienes usaron los parámetros de diseño, con valores de ESAL de 1182811, un módulo de resiliencia de 9891.58 psi, una desviación estándar de -1.036, una confiabilidad de 85%, un índice de serviciabilidad de 1.50, por último, tienen un coeficiente de drenaje de 1.

El diseño estructural del pavimento flexible se desarrolló siguiendo los lineamientos del Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (2014) y aplicando la metodología AASHTO 93. Pudiendo así determinar parámetros de diseño en función del tráfico y del EMS, obteniendo de esta manera los espesores de carpeta asfáltica de 5 cm, 25 cm de base granular, sub base granular de 25 cm, para las calles Alfonso Ugarte, Manco Cápac, Tupac Amaru y para la Calle 4 los espesores de carpeta asfáltica de 5 cm, 25 cm de base granular, sub base granular de 30 cm.

Asimismo, Bermudez & Ramos (2019) en su investigación definen los siguientes espesores: para la carpeta asfáltica 5 cm, para la base 20 cm y para la sub base 15 cm.

## CONCLUSIONES

- Se concluye que hemos realizado el diseño geométrico de la sección transversal de las calles que lo conforman el AA. HH del Milagro sector V determinando que el ancho de calzada es de 6.00 m, dividiéndose en dos carriles de 3.00 m c/u, también se pudo conocer que contaremos con un ancho de vereda de 1.20 m para las calles Alfonso Ugarte, Calle 4 y para las calles Tupac amaru y Manco Cápac un ancho de calzada es de 7.20 m, dividiéndose en dos carriles de 3.60 m c/u, con un ancho de vereda de 1.80 m asimismo, también para algunas secciones se contará con bermas laterales de ancho variable.
- Se realizó el estudio de tránsito así podemos concluir que la vía más transitada es la Calle 4.
- Se determinó índice medio diario anual (IMDA) de 1037 Veh/día para la calle Alfonso Ugarte, 936 Veh/día para la calle Tupac Amaru, 1032 Veh/día para la calle Manco Cápac y 1046 para la Calle 4.
- Del EMS se concluye que en el área de estudio siendo las calles del AA. HH SECTOR V el milagro el material predominante se clasifica como Arena mal gradada, arenas gravosas, poco o ningún fino teniendo como nomenclaturas (SP) y A-3(0) según SUCS y AASHTO respectivamente. Asimismo, se obtuvo un CBR > 10 teniendo como valores para la calle Alfonso Ugarte de 13%, 15% y se sacó un promedio el cual fue 14%, Tupac amaru y Manco Cápac de 18%, y Calle 4 de 21%, siendo el menor valor obtenido de 13% concluyendo que la clasificación de la subrasante es buena ya que tiene un CBR entre 8% y 17%, el cual indica la Norma Técnica CE.010 Pavimentos Urbanos.
- Se concluye que los espesores de carpeta asfáltica de 5 cm, 25 cm de base granular, sub base granular de 25 cm, para las calles Alfonso Ugarte, Manco Cápac, Tupac Amaru y para la Calle 4 los espesores de carpeta asfáltica de 5 cm, 25 cm de base granular, sub base granular de 30 cm, así cumpliendo con el diseño estructural del pavimento flexible realizado mediante la metodología AASHTO 93, quedando en conformidad a la Norma Técnica CE.010 Pavimentos Urbanos.

## RECOMENDACIONES

- En base al levantamiento topográfico se recomienda a las autoridades locales del Milagro, efectuar los procesos administrativos para que se integre el proyecto en el área de formulación, con el fin de que se realice la ejecución del proyecto, ya que es de gran relevancia para el crecimiento y mejora en la población.
- Se recomienda complementar el estudio con el diseño de un drenaje pluvial, es decir construir cunetas o canalés. Con la finalidad de evacuar las aguas superficiales provocadas ya sea por un mal estado en red colectora de agua potable o por las mismas precipitaciones que se dan por cambios de clima.
- Con respecto a los materiales a utilizar, asegurarse que sean de buena calidad durante la construcción del pavimento. Verificar que los agregados, el asfalto u otros materiales cumplan con las especificaciones requeridas. El uso de materiales de baja calidad puede afectar la durabilidad y resistencia del pavimento.
- Se recomienda seguir las especificaciones de construcción de un pavimento flexible y asegurarse de que las capas se coloquen correctamente, con los espesores y compactación adecuados. La calidad de la construcción es fundamental para el rendimiento a largo plazo del pavimento.
- Se recomienda realizar calicatas de 1.50 m de profundidad considerando que son vías locales de mayor tránsito liviano según el conteo vehicular realizado en esta investigación, se debe realizar 1 calicata cada 1800 m<sup>2</sup> indica la Norma Técnica CE.010 Pavimentos Urbanos. además, realizar otros estudios correspondientes a mecánica de suelos que sean complementarios con fines de pavimentación, ya que por temas económicos de los investigadores solo se realizó 5 calicatas.
- Es importante realizar un control de calidad durante la construcción del pavimento. Realizar pruebas de densidad, espesor y resistencia para garantizar que el pavimento cumpla con los estándares establecidos. Si se detectan problemas durante la construcción, es importante corregirlos antes de finalizar el proyecto.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aguirre, D., & Romero, J. (2021). *Estudio comparativo del diseño estructural de pavimento en la tercera etapa del sector de Manuel Arévalo – La Esperanza – Trujillo – La Libertad*. [Tesis de pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego]. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12759/7743>
- Banco de Desarrollo de América Latina. (28 de Febrero de 2019). Obtenido de <https://www.caf.com/es/actualidad/noticias/2019/01/que-se-sabe-sobre-el-impacto-de-intervenciones-de-infraestructura-de-transporte/>
- Becerra, M. (2012). *Tópicos de Pavimentos de Concreto*. Lima, Perú.
- Bermudez, C., & Ramos, Y. G. (2019). *Diseño estructural del pavimento flexible para el mejoramiento de la transitabilidad en la Prolongación Sinchi Roca, en el Centro Poblado Alto Trujillo, Trujillo – La Libertad*. [Tesis de pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego]. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12759/5380>
- Braja, M. D. (2015). *FUNDAMENTOS DE LA INGENIERIA GEOTÉCNIA*. México: Cengage Learning Editores, S.A.
- Cárdenas, J., & Mayor, R. (2017). *Ingeniería de Tránsito: Fundamentos y aplicaciones* (Novena ed.).
- Delgado, J., & Paredes, F. (2019). *Análisis comparativo de pavimento flexible y rígido para la reparación de Las calles del Centro del distrito de Tarapoto*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Martín]. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11458/3351>
- Flores, O., & Valverde, G. (2019). *Análisis comparativo entre el diseño del pavimento rígido y pavimento flexible para mejoramiento del camino vecinal, desvío de Markahuamachuco – Sanagorán – Provincia de Sánchez Carrión – La Libertad*.

- [Tesis de pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego]. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12759/5891>
- Fonseca, A. M. (2002). *INGENIERIA DE PAVIMENTOS*. BOGOTA, COLOMBIA: Stella Valbuena de Fierro.
- Gómez, D., & Lopez, E. (2020). *Estudios y diseños de la estructura de pavimento rígido del barrio Villas del Alcaraván - Villavicencio*. [Tesis pregrado, Universidad Santo Tomás]. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11634/21717>
- Gonzales, K. (2021). *Análisis y Diseño para la pavimentación de las calles comprendidas dentro del perímetro de la Calle Eloy Ureta, La Av. Imperio, La Av. Los Incas y los Terrenos Agrícolas del sur, La Victoria, Chiclayo, 2020*. [Tesis de pregrado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo]. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12423/4170>
- Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos*. (2014). Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Obtenido de <https://www.udocz.com/apuntes/18840/manual-de-carreteras-mtc---peru--actual--suelos--geologi-a--geotecnia-y-pavimentos>
- Martínez García, S. (2019). *Comparación de estructuras de pavimento para el municipio de Busbanzá, Boyacá* [Tesis de pregrado, Universidad pedagógica y tecnológica de Colombia]. Boyacá. Obtenido de [https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/3738/1/Comparacion\\_de\\_estructuras\\_de\\_pavimento.pdf](https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/3738/1/Comparacion_de_estructuras_de_pavimento.pdf)
- Menéndez, J. R. (2010). *Ingeniería de Pavimentos, Materiales, Diseño y Conservación* (2 ed.). Instituto de la Construcción y Gerencia: ICG.

- Montejo, A. (2002). *Ingeniería de Pavimento para Carreteras*. Obtenido de <https://samustuto.files.wordpress.com/2014/09/ingenieric3ada-de-pavimentos-para-carreteras-tomo-i-ed-3ra-alfonso-montejo-fonseca.pdf>
- Montenegro, Y., & Valbuena, P. (2018). Análisis comparativo de la infraestructura vial entre Colombia y Ecuador en el siglo XXI. 17. Obtenido de <https://www.revistaespacios.com/a19v40n42/19404217.html>
- Ospina, J. P. (2018). *Diseño Estructural de Pavimento Rígido de las vías urbanas en el Municipio del Espinal – Departamento del Tolima*. [Tesis de pregrado, Universidad Cooperativa de Colombia]. Obtenido de [https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/7482/1/2019\\_dise%C3%B1o\\_estructural\\_pavimento\\_r%C3%ADgido.pdf](https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/7482/1/2019_dise%C3%B1o_estructural_pavimento_r%C3%ADgido.pdf)
- Prada, R. (2021). *Diseño de un pavimento flexible por el método AASHTO y RACIONAL, aplicado en la variante del municipio de Armero Guayabal*. [Universidad Cooperativa de Colombia]. Obtenido de <https://repository.ucc.edu.co/handle/20.500.12494/36260>
- Salvatierra, R. (27 de Mayo de 2019). "*Parque automotor de Trujillo es uno de los más dinámicos en el país*". Obtenido de <https://larepublica.pe/economia/850776-parque-automotor-de-trujillo-es-uno-de-los-mas-dinamicos-en-el-pais/>
- Spíndola, R. C., & Cárdenas Grisales, J. (2007). *INGENIERIA DE TRANSITO "Fundamentos y Aplicaciones"*. AGUASCALIENTES, MÉXICO: (8A ED). ALFAOMEGA GRUPO EDITOR, S.A.
- Tapia García, M. (2015). *PAVIMENTOS*. Obtenido de <https://www.udocz.com/apuntes/18327/curso-pavimentos-unam-m--en-i--miguel-angel-tapia-garc-a>

## ANEXOS

### Anexo 1:

#### *Hojas de conteo vehicular*

### CONTEO VEHICULAR

**LUGAR:** Asentamiento Humano el Milagro  
**VÍA:** Calle Alfonso Ugarte  
**FECHA:** 21/11/2022  
**ESTACIÓN:** 1  
**AUTORES:** Leon Ynfantes Christian Gonzalo - Dionicio Riveros, Milber Rolin

HORA	AUTO	STATION WAGON	MOTO TAXI	CAMIONETA	COMBI RURAL	MICRO	CAMION	
							2E	3E
00-01	11	0	10	0	0	0	0	0
01-02	12	0	12	0	0	0	0	0
02-03	13	0	8	0	0	0	0	0
03-04	7	0	10	0	0	0	0	0
04-05	9	0	12	0	0	0	0	0
05-06	12	0	25	3	0	0	0	0
06-07	10	0	32	0	0	0	0	0
07-08	15	2	41	3	1	0	2	0
08-09	21	0	32	0	0	0	1	0
09-10	15	0	27	6	0	0	1	0
10-11	17	0	28	0	0	0	1	0
11-12	19	0	31	0	3	0	1	1
12-13	20	3	25	3	0	1	2	0
13-14	24	0	21	0	0	0	1	0
14-15	18	0	24	0	0	0	1	0
15-16	21	0	24	0	0	0	3	0
16-17	14	4	22	9	0	0	2	0
17-18	12	0	13	0	0	0	0	1
18-19	10	0	25	0	0	0	0	0
19-20	8	0	14	6	0	0	0	0
20-21	11	3	26	0	0	0	0	0
21-22	7	0	21	0	0	0	0	0
22-23	8	0	17	0	0	0	0	0
23-24	3	0	15	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>317</b>	<b>12</b>	<b>515</b>	<b>30</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>15</b>	<b>2</b>
%	35.38	1.34	57.48	3.35	0.45	0.11	1.67	0.22

## CONTEO VEHICULAR

**LUGAR:** Asentamiento Humano el Milagro  
**VÍA:** Calle Alfonso Ugarte  
**FECHA:** 22/11/2022  
**ESTACIÓN:** 1  
**AUTORES:** Leon Ynfantes Christian Gonzalo - Dionicio Riveros, Milber Rolin

HORA	AUTO	STATION WAGON	MOTO TAXI	CAMIONETA	COMBI RURAL	MICRO	CAMION	
							2E	3E
00-01	6	0	12	0	0	0	0	0
01-02	5	0	11	0	0	0	0	0
02-03	7	0	8	0	0	0	0	0
03-04	8	0	13	0	0	0	0	0
04-05	13	0	11	0	0	0	0	0
05-06	12	0	16	6	0	0	3	0
06-07	21	0	24	0	0	0	1	0
07-08	7	0	23	3	0	0	0	0
08-09	15	3	25	0	0	0	4	0
09-10	7	0	24	0	0	0	0	0
10-11	22	1	23	2	0	0	2	0
11-12	14	0	26	0	0	0	1	0
12-13	16	2	28	1	0	0	0	0
13-14	12	0	24	0	0	0	2	0
14-15	13	0	22	5	0	0	2	0
15-16	24	0	24	0	0	0	3	0
16-17	22	3	26	0	0	0	0	0
17-18	12	0	25	3	0	0	0	0
18-19	8	1	24	0	0	0	0	0
19-20	11	0	22	2	0	0	0	0
20-21	13	0	29	0	0	0	0	0
21-22	15	0	25	0	0	0	0	0
22-23	11	0	26	0	0	0	0	0
23-24	6	0	22	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	300	10	513	22	0	0	18	0
%	34.76	1.16	59.44	2.55	0.00	0.00	2.09	0.00

## CONTEO VEHICULAR

**LUGAR:** Asentamiento Humano el Milagro  
**VÍA:** Calle Alfonso Ugarte  
**FECHA:** 23/11/2022  
**ESTACIÓN:** 1  
**AUTORES:** Leon Ynfantes Christian Gonzalo - Dionicio Riveros, Milber Rolin

HORA	AUTO	STATION WAGON	MOTO TAXI	CAMIONETA	COMBI RURAL	MICRO	CAMION	
							2E	3E
00-01	8	0	12	0	0	0	0	0
01-02	7	0	7	0	0	0	0	0
02-03	5	0	10	0	0	0	0	0
03-04	4	0	8	0	0	0	0	0
04-05	3	0	19	0	0	0	0	0
05-06	21	0	21	0	0	0	0	0
06-07	13	1	22	2	0	0	3	0
07-08	11	0	24	3	0	0	2	0
08-09	21	4	25	1	3	0	1	0
09-10	22	0	26	0	0	0	1	0
10-11	11	0	21	1	0	0	2	0
11-12	10	2	22	2	0	0	1	0
12-13	14	0	21	3	0	0	1	0
13-14	11	1	22	1	0	0	2	0
14-15	12	0	25	2	0	0	1	0
15-16	13	0	24	0	0	0	1	0
16-17	11	0	23	2	0	0	0	0
17-18	15	2	26	1	0	0	0	0
18-19	14	0	25	3	2	0	0	0
19-20	8	3	21	0	0	0	0	0
20-21	5	0	23	0	0	0	0	0
21-22	6	0	21	0	0	0	0	0
22-23	9	0	24	0	0	0	0	0
23-24	3	0	22	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	257	13	494	21	5	0	15	0
%	31.93	1.61	61.37	2.61	0.62	0.00	1.86	0.00

## CONTEO VEHICULAR

**LUGAR:** Asentamiento Humano el Milagro  
**VÍA:** Calle Alfonso Ugarte  
**FECHA:** 24/11/2022  
**ESTACIÓN:** 1  
**AUTORES:** Leon Ynfantes Christian Gonzalo - Dionicio Riveros, Milber Rolin

HORA	AUTO	STATION WAGON	MOTO TAXI	CAMIONETA	COMBI RURAL	MICRO	CAMION	
							2E	3E
00-01	6	0	11	0	0	0	0	0
01-02	7	0	10	0	0	0	0	0
02-03	6	0	9	0	0	0	0	0
03-04	2	0	22	0	0	0	0	0
04-05	21	0	24	0	0	0	0	0
05-06	11	0	21	0	0	0	0	0
06-07	12	0	23	0	3	0	3	0
07-08	13	0	22	0	0	0	1	0
08-09	15	0	25	4	0	0	2	1
09-10	11	1	26	0	0	0	1	0
10-11	14	0	27	6		0	1	0
11-12	11	0	25	0	0	0	1	1
12-13	13	1	22	0	0	0	1	0
13-14	11	0	24	0	0	0	2	0
14-15	12	0	21	4	1	0	3	0
15-16	11	0	28	0	0	0	2	0
16-17	14	0	25	2	0		1	0
17-18	12	0	31	1	0	0	1	0
18-19	12	2	26	0	0	0	1	0
19-20	11	0	25	0	0	0	0	0
20-21	14	0	21	5	0	0	0	0
21-22	11	0	27	0	0	0	0	0
22-23	9	0	23	0	0	0	0	0
23-24	5	0	21	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	264	4	539	22	4	0	20	2
%	30.88	0.47	63.04	2.57	0.47	0.00	2.34	0.23

## CONTEO VEHICULAR

**LUGAR:** Asentamiento Humano el Milagro  
**VÍA:** Calle Alfonso Ugarte  
**FECHA:** 25/11/2022  
**ESTACIÓN:** 1  
**AUTORES:** Leon Ynfantes Christian Gonzalo - Dionicio Riveros, Milber Rolin

HORA	AUTO	STATION WAGON	MOTO TAXI	CAMIONETA	COMBI RURAL	MICRO	CAMION	
							2E	3E
00-01	6	0	15	0	0	0	0	0
01-02	8	0	12	0	0	0	0	0
02-03	10	0	11	0	0	0	0	0
03-04	12	0	11	0	0	0	0	0
04-05	11	0	14	0	0	0	0	0
05-06	15	5	22	0	0	0	1	0
06-07	17	4	36	0	0	0	3	0
07-08	8	3	35	4	0	0	2	0
08-09	6	2	33	0	0	0	1	0
09-10	14	0	34	0	0	0	2	0
10-11	11	5	23	0	0	0	1	0
11-12	9	0	21	0	0	0	1	0
12-13	15	1	22	0	0	0	1	0
13-14	6	0	26	0	0	0	1	0
14-15	7	0	28	1	0	0	1	0
15-16	13	4	32	2	0	0	2	0
16-17	13	3	33	0	0	0	3	0
17-18	14	0	26	0	0	0	0	0
18-19	15	0	32	0	0	0	0	0
19-20	14	0	24	3	0	0	0	0
20-21	11	0	27	0	0	0	0	0
21-22	14	0	25	0	0	0	0	0
22-23	13	0	22	0	0	0	0	0
23-24	12	0	13	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	274	27	577	10	0	0	19	0
%	30.21	2.98	63.62	1.10	0.00	0.00	2.09	0.00

## CONTEO VEHICULAR

**LUGAR:** Asentamiento Humano el Milagro  
**VÍA:** Calle Alfonso Ugarte  
**FECHA:** 26/11/2022  
**ESTACIÓN:** 1  
**AUTORES:** Leon Ynfantes Christian Gonzalo - Dionicio Riveros, Milber Rolin

HORA	AUTO	STATION WAGON	MOTO TAXI	CAMIONETA	COMBI RURAL	MICRO	CAMION	
							2E	3E
00-01	6	0	13	0	0	0	0	0
01-02	7	0	11	0	0	0	0	0
02-03	9	0	10	0	0	0	0	0
03-04	10	0	12	0	0	0	0	0
04-05	11	0	32	0	0	0	0	0
05-06	21	0	24	0	0	0	4	0
06-07	23	3	26	2	0	0	2	0
07-08	24	0	25	2	1	0	4	0
08-09	22	0	38	3	0		3	0
09-10	22	2	37	5	0	0	5	0
10-11	23	0	34	0	1	0	3	0
11-12	12	1	31	3	0	0	2	0
12-13	15	0	32	1	0	0	0	0
13-14	13	0	33	0	2	0	0	0
14-15	14	1	36	5	0	0	0	0
15-16	17	0	35	0	0	0	0	0
16-17	21	0	38	2	2	0	0	0
17-18	25	1	39	0	0	0	0	0
18-19	21	0	32	4	0	0	0	0
19-20	22	0	35	6	0	0	0	0
20-21	26	0	24	0	0	0	0	0
21-22	19	1	32	0	0	0	0	0
22-23	14	0	24	0	0	0	0	0
23-24	15	0	26	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	412	9	679	33	6	0	23	0
%	35.46	0.77	58.43	2.84	0.52	0.00	1.98	0.00

## CONTEO VEHICULAR

**LUGAR:** Asentamiento Humano el Milagro  
**VÍA:** Calle Alfonso Ugarte  
**FECHA:** 27/11/2022  
**ESTACIÓN:** 1  
**AUTORES:** Leon Ynfantes Christian Gonzalo - Dionicio Riveros, Milber Rolin

HORA	AUTO	STATION WAGON	MOTO TAXI	CAMIONETA	COMBI RURAL	MICRO	CAMION	
							2E	3E
00-01	8	0	12	0	0	0	0	0
01-02	9	0	11	0	0	0	0	0
02-03	10	0	13	0	0	0	0	0
03-04	22	0	11	0	0	0	0	0
04-05	21	0	23	0	0	0	1	0
05-06	22	0	32	0	1	0	0	0
06-07	25	0	21	0	0	0	1	0
07-08	24	4	24	2	0	0	1	0
08-09	26	1	25	2	0	0	0	0
09-10	22	0	36	0	1	0	1	0
10-11	21	0	32	2	0	0	1	0
11-12	24	0	35	1	0	0	2	0
12-13	35	3	34	0	1	0	1	0
13-14	27	1	32	0	1	0	0	0
14-15	22	0	33	0	0	0	0	0
15-16	33	0	36	0	0	0	0	0
16-17	14	0	35	0	0	0	0	0
17-18	24	0	34	0	0	0	0	0
18-19	22	0	32	0	0	0	0	0
19-20	18	0	31	0	0	0	0	0
20-21	24	0	25	0	0	0	0	0
21-22	23	0	33	0	0	0	0	0
22-23	26	0	34	0	0	0	0	0
23-24	24	0	33	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	526	9	667	7	4	0	8	0
%	43.08	0.74	54.63	0.57	0.33	0.00	0.66	0.00

## CONTEO VEHICULAR

**LUGAR:** Asentamiento Humano el Milagro  
**VÍA:** Calle Tupac Amará  
**FECHA:** 21/11/2022  
**ESTACIÓN:** 1  
**AUTORES:** Leon Ynfantes Christian Gonzalo - Dionicio Riveros, Milber Rolin

HORA	AUTO	STATION WAGON	MOTO TAXI	CAMIONETA	COMBI RURAL	MICRO	CAMION	
							2E	3E
00-01	9	0	23	0	0	0	0	0
01-02	10	0	22	0	0	0	0	0
02-03	12	0	12	0	0	0	0	0
03-04	7	0	7	0	0	0	0	0
04-05	8	0	8	0	0	0	0	0
05-06	10	5	22	0	4	0	0	0
06-07	15	3	23	4	0	0	0	0
07-08	12	1	24	3	5	0	1	0
08-09	14	3	28	2	0	0	3	0
09-10	20	2	26	1	0	0	2	0
10-11	10	1	24	3	0	0	4	0
11-12	12	2	25	2	0	0	3	0
12-13	13	3	26	2	0	0	0	0
13-14	14	1	28	1	0	0	3	0
14-15	15	1	27	3	0	0	4	0
15-16	16	1	23	5	0	0	3	1
16-17	14	3	21	1	0	0	2	0
17-18	12	2	35	1	0	0	5	1
18-19	13	0	32	3	0	0	0	0
19-20	14	0	25	2	0	0	0	0
20-21	16	0	31	0	0	0	0	0
21-22	15	0	26	3	0	0	0	0
22-23	13	0	25	0	0	0	0	0
23-24	10	0	21	2	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	304	28	564	38	9	0	30	2
%	31.18	2.87	57.85	3.90	0.92	0.00	3.08	0.21

## CONTEO VEHICULAR

**LUGAR:** Asentamiento Humano el Milagro  
**VÍA:** Calle Tupac Amarú  
**FECHA:** 22/11/2022  
**ESTACIÓN:** 1  
**AUTORES:** Leon Ynfantes Christian Gonzalo - Dionicio Riveros, Milber Rolin

HORA	AUTO	STATION WAGON	MOTO TAXI	CAMIONETA	COMBI RURAL	MICRO	CAMION	
							2E	3E
00-01	7	0	16	0	0	0	0	0
01-02	6	0	15	0	0	0	0	0
02-03	4	0	8	0	0	0	0	0
03-04	3	0	7	0	0	0	0	0
04-05	9	0	3	0	0	0	0	0
05-06	10	2	14	4	1	0	3	0
06-07	11	1	21	5	2	0	6	0
07-08	8	3	20	6	1	0	4	0
08-09	15	0	25	2	0	0	5	0
09-10	10	1	28	1	1	0	6	0
10-11	12	1	26	3	1	0	2	0
11-12	11	0	24	6	0	0	1	0
12-13	12	2	15	5	0	0	4	0
13-14	14	3	18	2	0	0	5	0
14-15	15	3	19	3	0	0	6	0
15-16	16	2	31	2	0	0	3	0
16-17	14	1	21	1	0	0	0	0
17-18	12	1	23	0	0	0	0	0
18-19	11	0	28	0	0	0	0	0
19-20	14	0	29	0	0	0	0	0
20-21	13	0	21	0	0	0	0	0
21-22	15	0	18	0	0	0	0	0
22-23	14	0	16	0	0	0	0	0
23-24	10	0	24	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	266	20	470	40	6	0	45	0
%	31.40	2.36	55.49	4.72	0.71	0.00	5.31	0.00

## CONTEO VEHICULAR

**LUGAR:** Asentamiento Humano el Milagro  
**VÍA:** Calle Tupac Amarú  
**FECHA:** 23/11/2022  
**ESTACIÓN:** 1  
**AUTORES:** Leon Ynfantes Christian Gonzalo - Dionicio Riveros, Milber Rolin

HORA	AUTO	STATION WAGON	MOTO TAXI	CAMIONETA	COMBI RURAL	MICRO	CAMION	
							2E	3E
00-01	6	0	10	0	0	0	0	0
01-02	4	0	4	0	0	0	0	0
02-03	5	0	7	0	0	0	0	0
03-04	2	0	8	0	0	0	0	0
04-05	10	0	13	0	0	0	0	0
05-06	15	0	23	0	0	0	0	0
06-07	13	2	21	3	0	0	4	0
07-08	12	1	29	2	0	0	1	0
08-09	14	3	28	1	0	0	2	0
09-10	15	2	27	5	0	0	3	0
10-11	17	1	25	4	0	0	5	0
11-12	16	2	26	2	0	0	1	0
12-13	18	1	24	3	0	0	1	0
13-14	14	5	21	2	0	0	3	0
14-15	10	4	25	4	0	0	4	0
15-16	11	2	21	2	0	0	5	0
16-17	15	3	25	3	0	0	1	0
17-18	16	1	23	3	0	0	0	0
18-19	14	2	21	1	0	0	0	0
19-20	18	3	14	0	0	0	0	0
20-21	19	4	15	0	0	0	0	0
21-22	14	0	21	0	0	0	0	0
22-23	21	0	21	0	0	0	0	0
23-24	15	0	30	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	314	36	482	35	0	0	30	0
%	35.01	4.01	53.73	3.90	0.00	0.00	3.34	0.00

## CONTEO VEHICULAR

**LUGAR:** Asentamiento Humano el Milagro  
**VÍA:** Calle Tupac Amarú  
**FECHA:** 24/11/2022  
**ESTACIÓN:** 1  
**AUTORES:** Leon Ynfantes Christian Gonzalo - Dionicio Riveros, Milber Rolin

HORA	AUTO	STATION WAGON	MOTO TAXI	CAMIONETA	COMBI RURAL	MICRO	CAMION	
							2E	3E
00-01	4	0	12	0	0	0	0	0
01-02	3	0	9	0	0	0	0	0
02-03	5	0	8	0	0	0	0	0
03-04	2	0	6	0	0	0	0	0
04-05	8	0	5	0	0	0	0	0
05-06	10	0	16	0	0	0	0	0
06-07	11	1	22	0	0	0	2	0
07-08	13	3	26	0	0	0	3	0
08-09	14	1	24	0	0	0	4	0
09-10	12	1	22	2	0	0	4	0
10-11	14	0	20	2	0	0	3	0
11-12	12	1	21	2	0	0	4	0
12-13	11	0	23	4	0	0	3	0
13-14	10	2	26	3	0	0	1	0
14-15	13	1	27	1	0	0	4	0
15-16	14	4	21	1	0	0	4	0
16-17	8	0	20	2	0	0	3	0
17-18	14	1	23	2	0	0	2	0
18-19	13	3	21	2	0	0	0	0
19-20	8	0	28	3	0	0	0	0
20-21	14	0	31	2	0	0	0	0
21-22	9	0	32	0	0	0	0	0
22-23	12	0	25	0	0	0	0	0
23-24	6	0	18	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	240	18	486	26	0	0	37	0
%	29.74	2.23	60.22	3.22	0.00	0.00	4.58	0.00

## CONTEO VEHICULAR

**LUGAR:** Asentamiento Humano el Milagro  
**VÍA:** Calle Tupac Amarú  
**FECHA:** 25/11/2022  
**ESTACIÓN:** 1  
**AUTORES:** Leon Ynfantes Christian Gonzalo - Dionicio Riveros, Milber Rolin

HORA	AUTO	STATION WAGON	MOTO TAXI	CAMIONETA	COMBI RURAL	MICRO	CAMION	
							2E	3E
00-01	2	0	12	0	0	0	0	0
01-02	5	0	9	0	0	0	0	0
02-03	2	0	8	0	0	0	0	0
03-04	1	0	10	0	0	0	0	0
04-05	3	0	7	0	0	0	0	0
05-06	11	0	19	0	0	0	0	0
06-07	14	0	21	0	2	0	0	0
07-08	16	2	23	2	2	0	3	0
08-09	15	1	18	2	0	0	3	0
09-10	13	3	20	0	0	0	5	0
10-11	15	2	25	2	0	0	3	0
11-12	14	4	23	0	0	0	1	0
12-13	12	2	24	2	0	0	3	0
13-14	10	5	28	0	0	0	3	0
14-15	8	2	19	4	0	0	4	0
15-16	9	1	20	0	0	0	3	0
16-17	14	3	21	0	0	0	1	0
17-18	12	0	23	0	0	0	0	0
18-19	11	0	22	0	0	0	0	0
19-20	18	0	24	0	0	0	0	0
20-21	12	0	27	0	0	0	0	0
21-22	13	0	26	0	0	0	0	0
22-23	14	0	24	0	0	0	0	0
23-24	9	0	21	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	253	25	474	12	4	0	29	0
%	31.74	3.14	59.47	1.51	0.50	0.00	3.64	0.00

## CONTEO VEHICULAR

**LUGAR:** Asentamiento Humano el Milagro  
**VÍA:** Calle Tupac Amarú  
**FECHA:** 26/11/2022  
**ESTACIÓN:** 1  
**AUTORES:** Leon Ynfantes Christian Gonzalo - Dionicio Riveros, Milber Rolin

HORA	AUTO	STATION WAGON	MOTO TAXI	CAMIONETA	COMBI RURAL	MICRO	CAMION	
							2E	3E
00-01	12	0	22	0	0	0	0	0
01-02	10	0	16	0	0	0	0	0
02-03	11	0	15	0	0	0	0	0
03-04	14	0	13	0	0	0	0	0
04-05	15	0	16	0	0	0	0	0
05-06	16	5	30	0	0	0	5	0
06-07	21	4	26	4	0	0	5	0
07-08	16	5	28	3	0	0	4	0
08-09	21	3	31	5	0	0	6	0
09-10	22	3	32	5	0	0	2	0
10-11	23	2	35	4	0	0	4	0
11-12	22	5	36	3	4	0	2	0
12-13	21	6	35	3	2	0	0	0
13-14	23	3	38	6	0	0	0	0
14-15	21	2	39	5	2	0	0	0
15-16	22	3	35	4	0	0	0	0
16-17	18	2	35	1	3	0	0	0
17-18	21	3	36	2	2	0	0	0
18-19	23	2	32	4	0	0	0	0
19-20	24	4	31	4	0	0	0	0
20-21	26	0	35	3	0	0	0	0
21-22	20	0	29	2	0	0	0	0
22-23	25	0	36	0	0	0	0	0
23-24	26	0	34	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	473	52	715	58	13	0	28	0
%	35.32	3.88	53.40	4.33	0.97	0.00	2.09	0.00

## CONTEO VEHICULAR

**LUGAR:** Asentamiento Humano el Milagro  
**VÍA:** Calle Tupac Amará  
**FECHA:** 27/11/2022  
**ESTACIÓN:** 1  
**AUTORES:** Leon Ynfantes Christian Gonzalo - Dionicio Riveros, Milber Rolin

HORA	AUTO	STATION WAGON	MOTO TAXI	CAMIONETA	COMBI RURAL	MICRO	CAMION	
							2E	3E
00-01	14	4	16	2	0	0	0	0
01-02	12	2	14	3	0	0	0	0
02-03	13	1	15	0	0	0	0	0
03-04	11	0	16	0	0	0	0	0
04-05	10	0	22	0	0	0	0	0
05-06	12	0	23	0	0	0	0	0
06-07	15	4	31	1	0	0	1	0
07-08	13	2	31	0	0	0	2	0
08-09	15	3	30	0	0	0	2	0
09-10	15	0	31	2	0	0	0	0
10-11	20	0	30	1	0	0	1	0
11-12	19	1	26	0	0	0	1	0
12-13	13	0	34	1	0	0	2	0
13-14	21	1	32	2	0	0	0	0
14-15	25	0	24	2	0	0	0	0
15-16	24	0	26	0	0	0	0	0
16-17	26	0	35	0	0	0	0	0
17-18	24	0	34	0	0	0	0	0
18-19	25	0	32	0	0	0	0	0
19-20	22	2	28	0	0	0	0	0
20-21	20	0	24	0	0	0	0	0
21-22	23	0	30	0	0	0	0	0
22-23	21	0	31	0	0	0	0	0
23-24	16	0	21	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	429	20	636	14	0	0	9	0
%	38.72	1.81	57.40	1.26	0.00	0.00	0.81	0.00

## CONTEO VEHICULAR

**LUGAR:** Asentamiento Humano el Milagro  
**VÍA:** Calle Manco Cápac  
**FECHA:** 28/11/2022  
**ESTACIÓN:** 1  
**AUTORES:** Leon Ynfantes Christian Gonzalo - Dionicio Riveros, Milber Rolin

HORA	AUTO	STATION WAGON	MOTO TAXI	CAMIONETA	COMBI RURAL	MICRO	CAMION	
							2E	3E
00-01	12	0	18	0	0	0	0	0
01-02	9	0	12	0	0	0	0	0
02-03	11	0	8	0	0	0	0	0
03-04	6	0	7	0	0	0	0	0
04-05	7	0	5	0	0	0	0	0
05-06	8	2	21	0	3	0	0	0
06-07	6	1	23	1	2	0	0	0
07-08	16	0	25	2	0	0	3	0
08-09	19	3	24	1	0	0	2	0
09-10	15	0	28	4	0	0	0	0
10-11	14	0	26	3	0	0	1	0
11-12	16	2	21	1	0	0	3	0
12-13	15	0	20	1	0	0	2	0
13-14	18	1	29	2	0	0	3	0
14-15	19	1	28	1	0	0	1	0
15-16	17	0	31	2	0	0	3	0
16-17	15	3	28	3	0	0	2	0
17-18	16	2	30	0	0	0	0	1
18-19	14	0	31	1	0	0	0	0
19-20	16	0	36	2	0	0	0	0
20-21	12	0	35	0	0	0	0	0
21-22	11	0	25	1	0	0	0	0
22-23	9	0	29	0	0	0	0	0
23-24	5	0	28	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	306	15	568	25	5	0	20	1
%	32.55	1.60	60.43	2.66	0.53	0.00	2.13	0.11

## CONTEO VEHICULAR

**LUGAR:** Asentamiento Humano el Milagro  
**VÍA:** Calle Manco Cápac  
**FECHA:** 29/11/2022  
**ESTACIÓN:** 1  
**AUTORES:** Leon Ynfantes Christian Gonzalo - Dionicio Riveros, Milber Rolin

HORA	AUTO	STATION WAGON	MOTO TAXI	CAMIONETA	COMBI RURAL	MICRO	CAMION	
							2E	3E
00-01	6	0	13	0	0	0	0	0
01-02	5	0	5	0	0	0	0	0
02-03	7	0	6	0	0	0	0	0
03-04	9	0	7	0	0	0	0	0
04-05	10	0	8	0	0	0	0	0
05-06	12	2	15	3	2	0	2	0
06-07	12	1	25	2	0	0	2	0
07-08	6	3	24	3	0	0	1	0
08-09	11	0	23	2	1	0	3	0
09-10	5	0	24	0	1	0	1	0
10-11	18	1	25	1	3	0	2	0
11-12	19	0	26	0	0	0	2	0
12-13	17	2	27	2	2	0	1	0
13-14	15	0	29	0	0	0	2	0
14-15	11	3	26	3	0	0	2	0
15-16	15	0	24	2	0	0	1	0
16-17	16	0	25	1	0	0	0	0
17-18	17	2	23	2	0	0	0	0
18-19	18	0	24	1	0	0	0	0
19-20	21	0	21	2	0	0	0	0
20-21	12	0	19	3	0	0	0	0
21-22	9	0	17	0	0	0	0	0
22-23	10	0	21	0	0	0	0	0
23-24	4	0	24	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	285	14	481	27	9	0	19	0
%	34.13	1.68	57.60	3.23	1.08	0.00	2.28	0.00

## CONTEO VEHICULAR

**LUGAR:** Asentamiento Humano el Milagro  
**VÍA:** Calle Manco Cápac  
**FECHA:** 30/11/2022  
**ESTACIÓN:** 1  
**AUTORES:** Leon Ynfantes Christian Gonzalo - Dionicio Riveros, Milber Rolin

HORA	AUTO	STATION WAGON	MOTO TAXI	CAMIONETA	COMBI RURAL	MICRO	CAMION	
							2E	3E
00-01	5	0	16	0	0	0	0	0
01-02	3	0	11	0	0	0	0	0
02-03	2	0	8	0	0	0	0	0
03-04	3	0	6	0	0	0	0	0
04-05	8	0	13	0	0	0	0	0
05-06	16	2	18	0	0	0	0	0
06-07	12	0	20	5	0	0	2	0
07-08	11	0	25	3	0	0	2	0
08-09	14	1	16	2	2	0	3	0
09-10	15	0	24	1	1	0	1	0
10-11	10	3	21	1	1	0	3	0
11-12	17	0	22	3	0	0	3	0
12-13	12	2	20	3	0	0	1	0
13-14	12	0	16	2	0	0	2	0
14-15	13	0	25	2	0	0	2	0
15-16	12	1	18	1	0	0	1	0
16-17	8	0	16	2	0	0	0	0
17-18	18	0	22	3	0	0	0	0
18-19	17	2	20	3	0	0	0	0
19-20	18	0	15	0	0	0	0	0
20-21	16	0	18	0	0	0	0	0
21-22	10	0	17	0	0	0	0	0
22-23	12	0	21	0	0	0	0	0
23-24	9	0	20	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	273	11	428	31	4	0	20	0
%	35.59	1.43	55.80	4.04	0.52	0.00	2.61	0.00

## CONTEO VEHICULAR

**LUGAR:** Asentamiento Humano el Milagro  
**VÍA:** Calle Manco Cápac  
**FECHA:** 01/12/2022  
**ESTACIÓN:** 1  
**AUTORES:** Leon Ynfantes Christian Gonzalo - Dionicio Riveros, Milber Rolin

HORA	AUTO	STATION WAGON	MOTO TAXI	CAMIONETA	COMBI RURAL	MICRO	CAMION	
							2E	3E
00-01	6	0	15	0	0	0	0	0
01-02	5	0	10	0	0	0	0	0
02-03	3	0	9	0	0	0	0	0
03-04	1	0	13	0	0	0	0	0
04-05	7	0	12	0	0	0	0	0
05-06	9	0	26	0	0	0	0	0
06-07	12	3	24	3	0	0	2	0
07-08	11	2	22	0	0	0	3	0
08-09	15	0	25	0	0	0	5	0
09-10	13	5	24	5	1	0	4	0
10-11	11	3	26	2	0	0	3	0
11-12	15	1	24	2	0	0	4	0
12-13	10	2	25	4	0	0	6	0
13-14	9	1	26	3	2	0	1	0
14-15	12	4	25	0	0	0	5	2
15-16	15	2	28	1	0	0	4	0
16-17	14	5	26	2	0	0	3	0
17-18	19	0	29	2	0	0	2	0
18-19	17	6	27	3	0	0	0	0
19-20	12	0	28	4	0	0	0	0
20-21	15	0	31	2	0	0	0	0
21-22	12	0	32	0	0	0	0	0
22-23	7	0	25	0	0	0	0	0
23-24	4	0	18	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	254	34	550	33	3	0	42	2
%	27.67	3.70	59.91	3.59	0.33	0.00	4.58	0.22

## CONTEO VEHICULAR

**LUGAR:** Asentamiento Humano el Milagro  
**VÍA:** Calle Manco Cápac  
**FECHA:** 02/12/2022  
**ESTACIÓN:** 1  
**AUTORES:** Leon Ynfantes Christian Gonzalo - Dionicio Riveros, Milber Rolin

HORA	AUTO	STATION WAGON	MOTO TAXI	CAMIONETA	COMBI RURAL	MICRO	CAMION	
							2E	3E
00-01	6	0	16	0	0	0	0	0
01-02	2	0	10	0	0	0	0	0
02-03	5	0	13	0	0	0	0	0
03-04	6	0	11	0	0	0	0	0
04-05	4	1	9	0	0	0	0	0
05-06	12	3	22	0	0	0	0	0
06-07	16	4	14	0	0	0	0	0
07-08	15	2	25	1	0	0	1	0
08-09	16	1	25	3	0	0	3	0
09-10	17	3	26	0	0	0	4	0
10-11	18	2	27	2	0	0	3	0
11-12	16	4	28	0	0	0	0	0
12-13	13	2	25	1	0	0	3	0
13-14	12	5	24	0	0	0	2	0
14-15	10	2	26	4	0	0	4	0
15-16	15	1	27	0	0	0	3	0
16-17	14	3	23	0	0	0	1	0
17-18	16	0	21	0	0	0	0	0
18-19	12	0	27	0	0	0	0	0
19-20	11	0	28	0	0	0	0	0
20-21	15	0	26	0	0	0	0	0
21-22	14	0	25	0	0	0	0	0
22-23	12	0	20	0	0	0	0	0
23-24	10	0	16	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	287	33	514	11	0	0	24	0
%	33.03	3.80	59.15	1.27	0.00	0.00	2.76	0.00

## CONTEO VEHICULAR

**LUGAR:** Asentamiento Humano el Milagro  
**VÍA:** Calle Manco Cápac  
**FECHA:** 03/12/2022  
**ESTACIÓN:** 1  
**AUTORES:** Leon Ynfantes Christian Gonzalo - Dionicio Riveros, Milber Rolin

HORA	AUTO	STATION WAGON	MOTO TAXI	CAMIONETA	COMBI RURAL	MICRO	CAMION	
							2E	3E
00-01	10	0	18	0	0	0	0	0
01-02	6	0	12	0	0	0	0	0
02-03	6	0	10	0	0	0	0	0
03-04	13	0	9	0	0	0	0	0
04-05	12	0	16	0	0	0	0	0
05-06	20	4	28	0	0	0	4	0
06-07	19	3	26	2	0	0	5	0
07-08	14	5	28	2	0	0	4	0
08-09	19	1	31	3	0	0	6	0
09-10	18	3	32	5	0	0	2	0
10-11	21	2	35	1	0	0	1	0
11-12	16	5	36	3	0	0	2	0
12-13	17	6	35	2	0	0	0	0
13-14	19	1	38	2	0	0	0	0
14-15	21	2	39	5	2	0	0	0
15-16	22	3	35	1	0	0	0	0
16-17	18	1	35	2	3	0	0	0
17-18	21	3	36	2	2	0	0	0
18-19	23	2	32	4	0	0	0	0
19-20	24	6	31	4	0	0	0	0
20-21	26	0	35	3	0	0	0	0
21-22	20	0	29	2	0	0	0	0
22-23	25	0	36	0	0	0	0	0
23-24	26	0	34	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	436	47	696	43	7	0	24	0
%	34.80	3.75	55.55	3.43	0.56	0.00	1.92	0.00

## CONTEO VEHICULAR

**LUGAR:** Asentamiento Humano el Milagro  
**VÍA:** Calle Manco Cápac  
**FECHA:** 04/12/2022  
**ESTACIÓN:** 1  
**AUTORES:** Leon Ynfantes Christian Gonzalo - Dionicio Riveros, Milber Rolin

HORA	AUTO	STATION WAGON	MOTO TAXI	CAMIONETA	COMBI RURAL	MICRO	CAMION	
							2E	3E
00-01	16	2	13	2	0	0	0	0
01-02	15	0	12	3	0	0	0	0
02-03	14	0	11	2	0	0	0	0
03-04	13	0	14	0	0	0	0	0
04-05	10	0	21	0	0	0	0	0
05-06	12	0	17	0	0	0	0	0
06-07	18	4	31	1	0	0	1	0
07-08	16	2	24	0	0	0	2	0
08-09	17	0	25	0	0	0	0	0
09-10	15	0	31	2	0	0	0	0
10-11	21	0	30	1	0	0	1	0
11-12	22	1	26	0	0	0	1	0
12-13	13	0	34	1	0	0	2	0
13-14	25	1	32	2	0	0	0	0
14-15	28	0	24	2	0	0	0	0
15-16	24	0	26	0	0	0	0	0
16-17	26	0	35	0	0	0	0	0
17-18	24	0	34	0	0	0	0	0
18-19	25	0	32	0	0	0	0	0
19-20	22	2	28	0	0	0	0	0
20-21	20	0	24	0	0	0	0	0
21-22	23	0	30	0	0	0	0	0
22-23	21	0	31	0	0	0	0	0
23-24	16	0	21	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	456	12	606	16	0	0	7	0
%	41.57	1.09	55.24	1.46	0.00	0.00	0.64	0.00

## CONTEO VEHICULAR

**LUGAR:** Asentamiento Humano el Milagro  
**VÍA:** Calle 4  
**FECHA:** 28/11/2022  
**ESTACIÓN:** 1  
**AUTORES:** Leon Ynfantes Christian Gonzalo - Dionicio Riveros, Milber Rolin

HORA	AUTO	STATION WAGON	MOTO TAXI	CAMIONETA	COMBI RURAL	MICRO	CAMION	
							2E	3E
00-01	9	0	11	0	0	0	0	0
01-02	8	0	9	0	0	0	0	0
02-03	10	0	8	0	0	0	0	0
03-04	5	0	4	0	0	0	0	0
04-05	6	0	6	0	0	0	0	0
05-06	9	0	17	2	0	0	0	0
06-07	7	0	19	1	0	0	0	0
07-08	12	2	24	2	1	0	5	0
08-09	18	0	26	0	0	0	6	0
09-10	12	0	21	4	0	0	1	0
10-11	13	0	25	0	0	0	4	0
11-12	16	0	27	1	3	0	3	1
12-13	17	3	28	5	0	1	4	1
13-14	21	0	31	2	0	0	3	0
14-15	18	0	25	0	0	0	5	1
15-16	15	0	35	0	0	0	7	0
16-17	11	4	24	5	0	0	2	0
17-18	9	0	29	0	0	0	0	1
18-19	4	0	24	1	0	0	0	0
19-20	8	0	26	2	0	0	0	0
20-21	9	3	25	0	0	0	0	0
21-22	5	0	24	1	0	0	0	0
22-23	6	0	16	0	0	0	0	0
23-24	3	0	15	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	251	12	499	26	4	1	40	4
%	29.99	1.43	59.62	3.11	0.48	0.12	4.78	0.48

## CONTEO VEHICULAR

**LUGAR:** Asentamiento Humano el Milagro  
**VÍA:** Calle 4  
**FECHA:** 29/11/2022  
**ESTACIÓN:** 1  
**AUTORES:** Leon Ynfantes Christian Gonzalo - Dionicio Riveros, Milber Rolin

HORA	AUTO	STATION WAGON	MOTO TAXI	CAMIONETA	COMBI RURAL	MICRO	CAMION	
							2E	3E
00-01	4	0	9	0	0	0	0	0
01-02	3	0	4	0	0	0	0	0
02-03	5	0	5	0	0	0	0	0
03-04	8	0	10	0	0	0	0	0
04-05	11	0	5	0	0	0	0	0
05-06	9	0	12	4	0	0	3	0
06-07	15	1	22	1	4	0	4	0
07-08	4	0	15	2	0	0	0	0
08-09	13	2	24	1	0	0	4	0
09-10	4	0	20	0	0	0	0	0
10-11	18	1	21	3	2	0	2	0
11-12	12	0	24	0	0	0	2	0
12-13	14	2	27	3	2	0	1	0
13-14	11	1	22	0	0	0	2	0
14-15	10	1	20	2	0	0	2	0
15-16	25	0	21	1	0	0	3	0
16-17	21	3	20	0	0	0	0	0
17-18	10	0	20	2	0	0	0	0
18-19	5	1	21	0	0	0	0	0
19-20	9	0	12	2	0	0	0	0
20-21	11	0	25	1	0	0	0	0
21-22	12	0	23	0	0	0	0	0
22-23	9	0	21	0	0	0	0	0
23-24	4	0	20	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	247	12	423	22	8	0	23	0
%	33.61	1.63	57.55	2.99	1.09	0.00	3.13	0.00

## CONTEO VEHICULAR

**LUGAR:** Asentamiento Humano el Milagro  
**VÍA:** Calle 4  
**FECHA:** 30/11/2022  
**ESTACIÓN:** 1  
**AUTORES:** Leon Ynfantes Christian Gonzalo - Dionicio Riveros, Milber Rolin

HORA	AUTO	STATION WAGON	MOTO TAXI	CAMIONETA	COMBI RURAL	MICRO	CAMION	
							2E	3E
00-01	6	0	10	0	0	0	0	0
01-02	5	0	5	0	0	0	0	0
02-03	4	0	9	0	0	0	0	0
03-04	2	0	4	0	0	0	0	0
04-05	4	0	15	0	0	0	0	0
05-06	19	0	17	0	0	0	0	0
06-07	10	1	16	5	0	0	4	0
07-08	9	0	21	3	0	0	2	0
08-09	15	2	23	2	3	0	3	0
09-10	17	0	24	1	0	0	1	0
10-11	9	0	20	1	1	0	2	0
11-12	5	2	15	3	0	0	3	0
12-13	11	0	20	3	2	0	2	0
13-14	10	1	18	2	0	0	2	0
14-15	9	0	21	2	0	0	5	0
15-16	10	0	20	0	3	0	1	0
16-17	5	0	23	2	0	0	0	0
17-18	12	2	21	3	0	0	0	0
18-19	10	0	25	3	2	0	0	0
19-20	7	3	15	0	0	0	0	0
20-21	4	0	18	0	0	0	0	0
21-22	5	0	17	0	0	0	0	0
22-23	5	0	21	0	0	0	0	0
23-24	2	0	20	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	195	11	418	30	11	0	25	0
%	28.26	1.59	60.58	4.35	1.59	0.00	3.62	0.00

## CONTEO VEHICULAR

**LUGAR:** Asentamiento Humano el Milagro  
**VÍA:** Calle 4  
**FECHA:** 01/12/2022  
**ESTACIÓN:** 1  
**AUTORES:** Leon Ynfantes Christian Gonzalo - Dionicio Riveros, Milber Rolin

HORA	AUTO	STATION WAGON	MOTO TAXI	CAMIONETA	COMBI RURAL	MICRO	CAMION	
							2E	3E
00-01	5	0	13	0	0	0	0	0
01-02	6	0	12	0	0	0	0	0
02-03	4	0	10	0	0	0	0	0
03-04	3	0	21	0	0	0	0	0
04-05	15	0	12	0	0	0	0	0
05-06	12	0	20	0	0	0	0	0
06-07	10	2	21	1	0	0	3	0
07-08	15	0	20	0	0	0	1	0
08-09	10	0	23	4	0	0	2	0
09-10	14	1	21	0	1	0	1	0
10-11	10	0	25	3	0	0	2	0
11-12	10	0	22	0	2	0	1	4
12-13	12	1	20	1	3	0	2	0
13-14	10	1	21	0	0	0	2	0
14-15	11	0	23	4	1	0	5	2
15-16	10	0	25	0	0	0	2	0
16-17	12	1	21	2	0	0	4	0
17-18	10	0	25	1	0	0	1	0
18-19	11	2	24	0	0	0	1	0
19-20	13	0	26	0	0	0	0	0
20-21	11	0	27	5	0	0	0	0
21-22	9	0	20	0	0	0	0	0
22-23	12	0	21	0	0	0	0	0
23-24	6	0	20	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	241	8	493	21	7	0	27	6
%	30.01	1.00	61.39	2.62	0.87	0.00	3.36	0.75

## CONTEO VEHICULAR

**LUGAR:** Asentamiento Humano el Milagro  
**VÍA:** Calle 4  
**FECHA:** 02/12/2022  
**ESTACIÓN:** 1  
**AUTORES:** Leon Ynfantes Christian Gonzalo - Dionicio Riveros, Milber Rolin

HORA	AUTO	STATION WAGON	MOTO TAXI	CAMIONETA	COMBI RURAL	MICRO	CAMION	
							2E	3E
00-01	5	0	12	0	0	0	0	0
01-02	7	0	10	0	0	0	0	0
02-03	9	0	12	0	0	0	0	0
03-04	11	0	10	0	0	0	0	0
04-05	10	0	12	0	0	0	0	0
05-06	14	0	20	0	0	0	2	0
06-07	16	4	28	0	0	0	4	0
07-08	7	3	25	4	0	0	2	0
08-09	5	2	21	0	0	0	2	0
09-10	13	1	24	2	0	0	2	0
10-11	10	4	25	0	0	0	3	0
11-12	8	1	20	0	0	0	1	0
12-13	12	1	20	1	0	0	3	0
13-14	4	1	22	0	0	0	2	0
14-15	7	1	26	0	0	0	1	0
15-16	10	4	27	0	0	0	2	0
16-17	11	3	28	0	0	0	1	0
17-18	12	0	22	4	0	0	0	0
18-19	19	0	29	0	0	0	0	0
19-20	12	0	24	0	0	0	0	0
20-21	10	0	26	0	0	0	0	0
21-22	10	0	24	0	0	0	0	0
22-23	9	0	20	0	0	0	0	0
23-24	11	0	15	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	242	25	502	11	0	0	25	0
%	30.06	3.11	62.36	1.37	0.00	0.00	3.11	0.00

## CONTEO VEHICULAR

**LUGAR:** Asentamiento Humano el Milagro  
**VÍA:** Calle 4  
**FECHA:** 03/12/2022  
**ESTACIÓN:** 1  
**AUTORES:** Leon Ynfantes Christian Gonzalo - Dionicio Riveros, Milber Rolin

HORA	AUTO	STATION WAGON	MOTO TAXI	CAMIONETA	COMBI RURAL	MICRO	CAMION	
							2E	3E
00-01	7	0	13	0	0	0	0	0
01-02	5	0	11	0	0	0	0	0
02-03	6	0	10	0	0	0	0	0
03-04	12	0	12	0	0	0	0	0
04-05	14	0	32	0	0	0	0	0
05-06	23	0	24	0	0	0	3	0
06-07	21	4	26	2	0	0	1	0
07-08	20	2	25	2	1	0	2	0
08-09	25	1	38	3	1	0	3	0
09-10	22	2	37	5	2	0	6	0
10-11	20	1	34	0	1	0	5	0
11-12	15	1	31	3	0	0	2	0
12-13	16	1	32	1	0	0	0	0
13-14	20	0	33	0	0	0	0	0
14-15	12	1	36	5	0	0	1	0
15-16	15	0	35	0	0	0	2	0
16-17	17	1	38	2	2	0	0	0
17-18	21	0	39	0	0	0	0	0
18-19	20	0	32	4	0	0	0	0
19-20	18	0	35	6	0	0	0	0
20-21	21	0	24	0	0	0	0	0
21-22	18	0	32	0	0	0	0	0
22-23	16	0	24	0	0	0	0	0
23-24	10	0	26	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	394	14	679	33	7	0	25	0
%	34.20	1.22	58.94	2.86	0.61	0.00	2.17	0.00

## CONTEO VEHICULAR

**LUGAR:** Asentamiento Humano el Milagro  
**VÍA:** Calle 4  
**FECHA:** 04/12/2022  
**ESTACIÓN:** 1  
**AUTORES:** Leon Ynfantes Christian Gonzalo - Dionicio Riveros, Milber Rolin

HORA	AUTO	STATION WAGON	MOTO TAXI	CAMIONETA	COMBI RURAL	MICRO	CAMION	
							2E	3E
00-01	10	2	13	1	0	0	0	0
01-02	9	0	12	0	0	0	0	0
02-03	6	0	11	0	0	0	0	0
03-04	4	0	14	0	0	0	0	0
04-05	10	0	21	0	0	0	0	0
05-06	15	0	17	0	0	0	2	0
06-07	21	4	31	1	0	0	1	0
07-08	15	2	24	0	0	0	0	0
08-09	16	0	25	0	0	0	0	0
09-10	14	0	39	2	0	0	3	0
10-11	20	0	36	0	0	0	1	0
11-12	15	1	25	0	0	0	1	0
12-13	26	0	34	0	0	0	0	0
13-14	20	1	32	2	0	0	0	0
14-15	21	0	28	0	0	0	0	0
15-16	25	0	26	1	0	0	0	0
16-17	15	0	35	0	0	0	0	0
17-18	14	0	34	0	0	0	0	0
18-19	16	0	32	0	0	0	0	0
19-20	15	0	25	0	0	0	0	0
20-21	12	0	29	0	0	0	0	0
21-22	10	0	35	0	0	0	0	0
22-23	21	0	34	0	0	0	0	0
23-24	16	0	26	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	366	10	638	7	0	0	8	0
%	35.57	0.97	62.00	0.68	0.00	0.00	0.78	0.00

**Anexo 2:**

*Panel fotográfico*

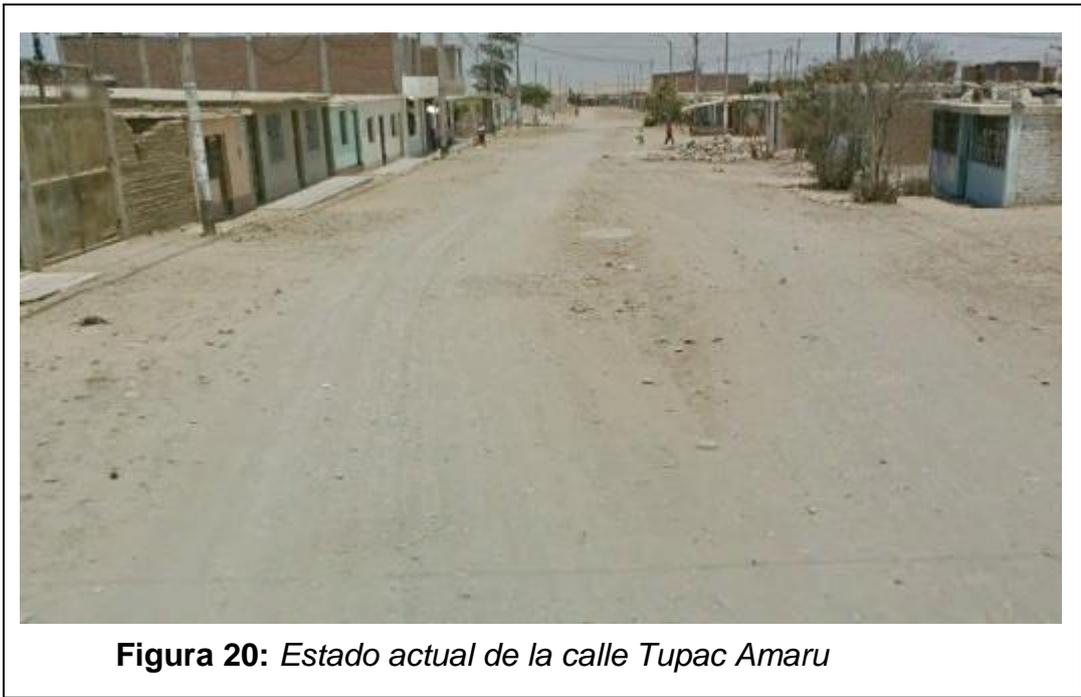
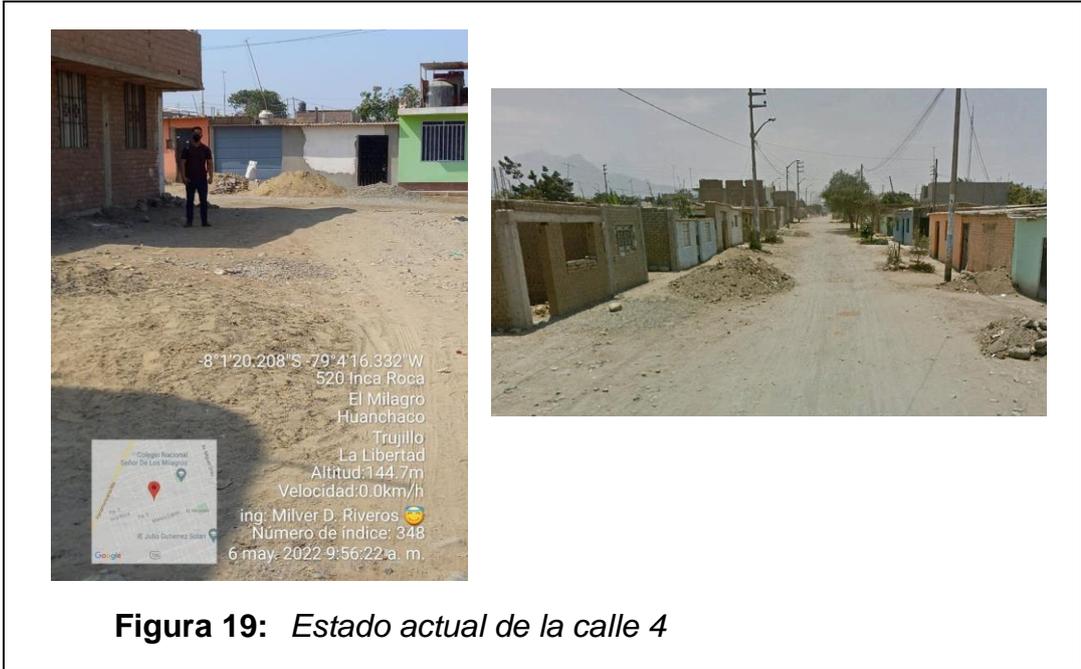
- *Estado actual de las vías*



**Figura 17:** *Estado actual de la calle Alfonso Ugarte*



**Figura 18:** *Estado actual de la calle Manco Cápac*



- *Conteo Vehicular*



**Figura 21:** *Conteo Vehicular de la calle Alfonso Ugarte.*



**Figura 22:** *Conteo Vehicular de la calle Tupac Amaru.*



**Figura 23:** *Conteo Vehicular de la calle Manco Cápac*



**Figura 24:** *Conteo Vehicular de la calle 4*

- *Excavación de calicatas*



**Figura 25:** *Excavación de calicatas*



**Figura 26:** *Extracción de muestras*

- *Ensayos de Laboratorio*



**Figura 27:** *Ensayos de laboratorio*

- Levantamiento topográfico



**Figura 28:** Levantamiento topográfico

### Anexo 3:

#### Perfil Estratigráfico de las calicatas.

	<b>ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS</b>
	<b>PROYECTO:</b> DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL AA.HH. EL MILAGRO SECTOR V HUANCHACO -- TRUJILLO- LA LIBERTAD.
	<b>FEHA:</b> NOVIEMBRE 2022

### PERFIL ESTRATIGRÁFICO

**Proyecto:** DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL AA.HH. EL MILAGRO SECTOR V HUANCHACO - TRUJILLO- LA LIBERTAD

Muestra: CALICATA - 01

Profundidad: -1.50 m.

Nivel Freático: NO PRESENTA

P. prof. (mtrs.)	Tipo de Excavación	Muestra	Descripción del material	Clasificación SUCS/AASHTO	Símbolo	
0.10	EX P O L Z O R A D E I Ó N	E-01	Material de relleno	-		
0.20		EX P O L Z O R A D E I Ó N	E-02	Arena mal graduada, clasificada según SUCS como "SP", de color gris, con presencia de humedad 1.15%, de compactación media, textura aspera y sin plasticidad. Grava = 0% , Arena = 98.3 % , Finos = 1.7% LL = 0.00 , IP = N.P.	SP  A-3(0)	
0.30						
0.40						
0.50						
0.60						
0.70						
0.80						
0.90						
1.00						
1.10						
1.20						
1.30						
1.40						
1.50						
NIVEL FREÁTICO NO PRESENTA						



LABORATORIO GEOTÉCNICO CECAPED SUELOS S.A.C RUC: 20607813788  
 Calle Cobre Mz. A Lote 7 Urb. San Isidro  
 CORREO: [suelos@cecapedingeneria.edu.pe](mailto:suelos@cecapedingeneria.edu.pe)  
 996-968-817/ 946-227-318/ (044)6986044

*Edwin W. Delgado Florin*  
 Edwin W. Delgado Florin  
 Ing. Civil  
 Reg. CIP 882  
 Jefe de Laboratorio



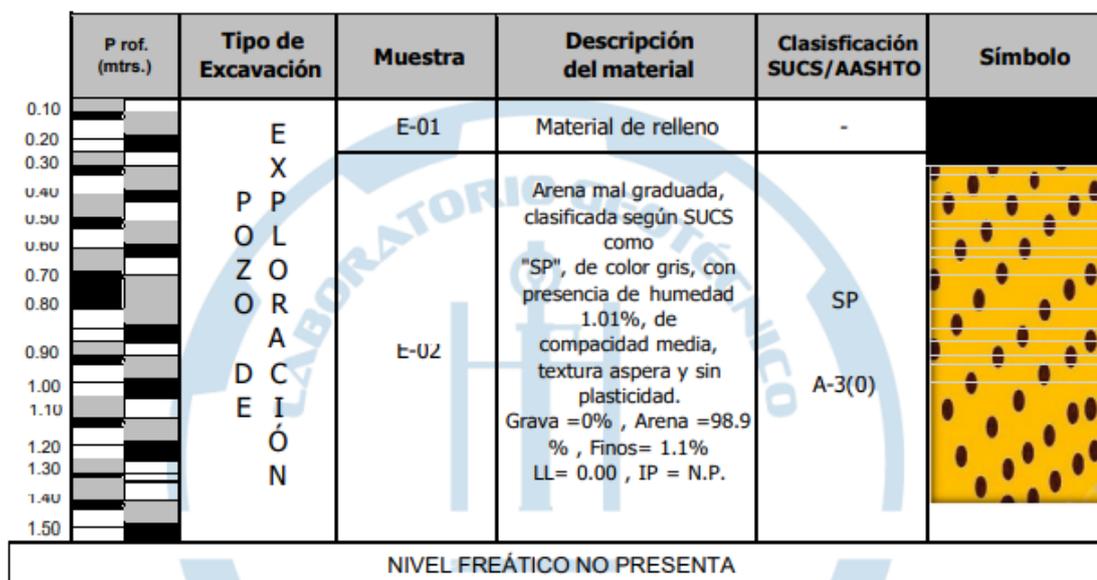


## PERFIL ESTRATIGRÁFICO

**Proyecto:** DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL AA.HH. EL MILAGRO SECTOR V HUANCHACO - TRUJILLO- LA LIBERTAD

**Muestra:** CALICATA - 02      **Profundidad:** -1.50 m.

**Nivel Freático:** NO PRESENTA



LABORATORIO GEOTÉCNICO CECAPED SUELOS S.A.C RUC: 20607813788

📍 Calle Cobre Mz. A Lote 7 Urb. San Isidro

✉️ CORREO: [suelos@cecapedingeneria.edu.pe](mailto:suelos@cecapedingeneria.edu.pe)

📞 996-968-817 / 📞 946-227-318 / 📠 (044)6986044





## PERFIL ESTRATIGRÁFICO

Proyecto: DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL AA.HH. EL MILAGRO SECTOR V HUANCHACO - TRUJILLO- LA LIBERTAD

Muestra: CALICATA - 03

Profundidad: -1.50 m.

Nivel Freático: NO PRESENTA



LABORATORIO GEOTÉCNICO CECAPED SUELOS S.A.C RUC: 20607813788

Calle Cobre Mz. A Lote 7 Urb. San Isidro

CORREO: [suelos@cecapedingeneria.edu.pe](mailto:suelos@cecapedingeneria.edu.pe)

996-968-817 / 946-227-318 / (044)6986044



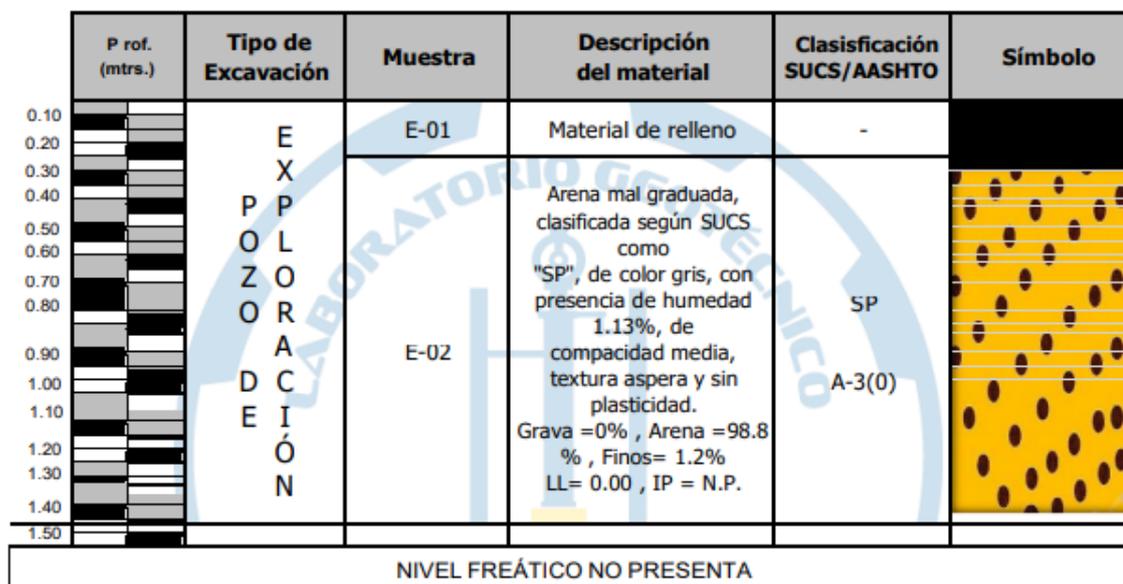


## PERFIL ESTRATIGRÁFICO

**Proyecto:** DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL AA.HH. EL MILAGRO SECTOR V HUANCHACO - TRUJILLO- LA LIBERTAD

**Muestra:** CALICATA - 04 **Profundidad:** -1.50 m.

**Nivel Freático:** NO PRESENTA



LABORATORIO GEOTÉCNICO CECAPED SUELOS S.A.C RUC: 20607813788

📍 Calle Cobre Mz. A Lote 7 Urb. San Isidro

✉️ CORREO: [suelos@cecapedingenieria.edu.pe](mailto:suelos@cecapedingenieria.edu.pe)

📞 996-968-817 / 📞 946-227-318 / 📞 (044)6986044



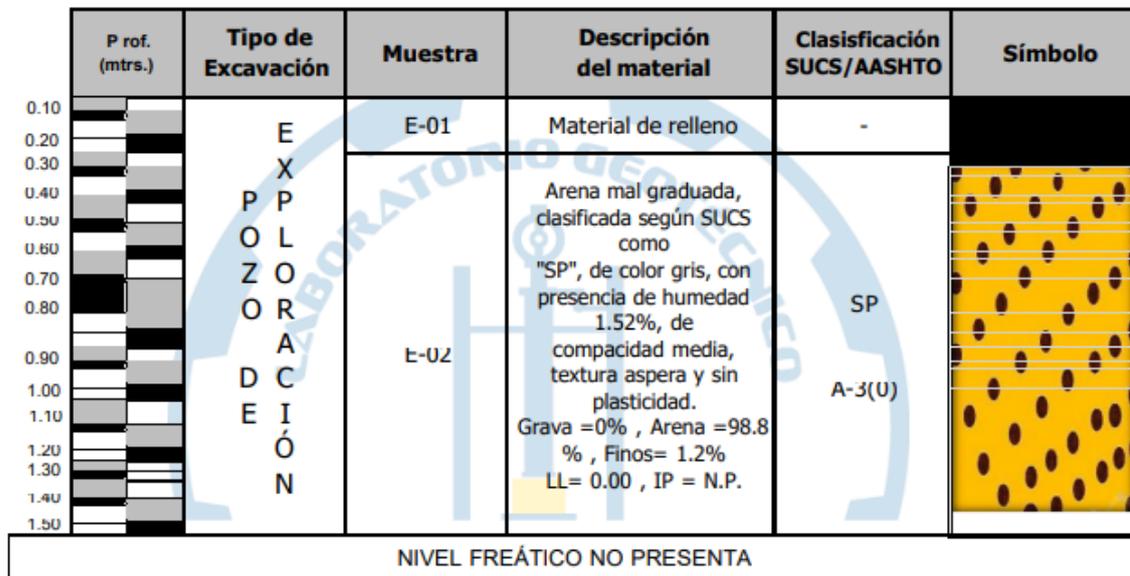


## PERFIL ESTRATIGRÁFICO

**Proyecto:** DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL AA.HH. EL MILAGRO SECTOR V HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

**Muestra:** CALICATA - 05.      **Profundidad:** -1.50 m.

**Nivel Freático:** NO PRESENTA



LABORATORIO GEOTÉCNICO CECAPED SUELOS S.A.C RUC: 20607813788

📍 Calle Cobre Mz. A Lote 7 Urb. San Isidro

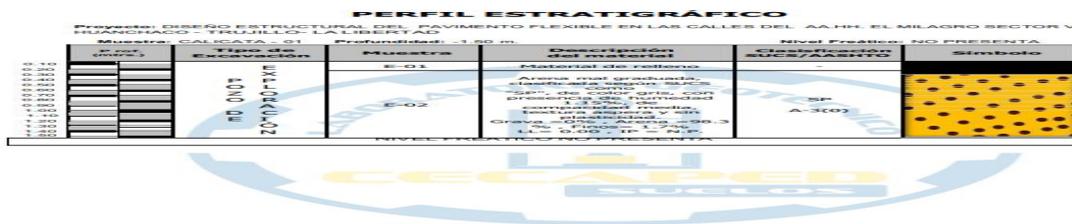
✉️ CORREO: [suelos@cecapedingeneria.edu.pe](mailto:suelos@cecapedingeneria.edu.pe)

📞 996-968-817 / 📠 946-227-318 / 📠 (044)6986044



## Anexo 4:

### Resultados del Estudio de Mecánica de Suelos.



### ENSAYO GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (MTC E-107 / ASTM D-422 / AASHTO T-88)

#### I. Datos Generales:

DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL AA.HH. EL MILAGRO SECTOR V HUANCHACO - TRUJILLO - DEPARTAMENTO - LA LIBERTAD

PROYECTO :

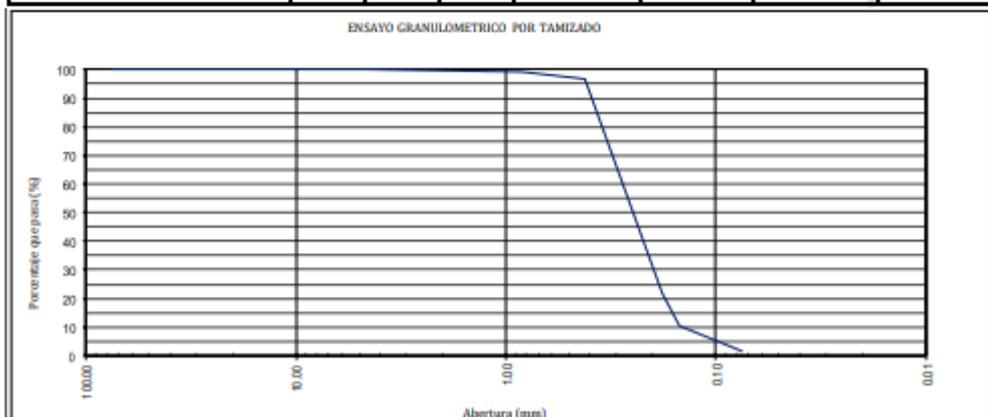
MUESTRA :

FECHA :

CALICATA 01

NOVIEMBRE DEL 2022.

CLASIFICACION DE SUELOS										
		Tamiz			Peso Retenido (g)	Porcentaje Retenido Parcial (%)	Porcentaje Retenido Acumulado (%)	Porcentaje que Pasa (%)		
		Malla	Abert.(mm)	Serie						
<b>PESO INICIAL:</b>	913.4 g.									
		3"	76.200	32854	0.0	0.0	0.0	100.0		
		2"	50.800	33708	0.0	0.0	0.0	100.0		
		1 1/2"	38.100	42260	0.0	0.0	0.0	100.0		
<b>SUCS:</b>	SP	1"	25.400	42774	0.0	0.0	0.0	100.0		
<b>AASHTO:</b>	A-3(0)	3/4"	19.050	46118	0.0	0.0	0.0	100.0		
		3/8"	9.500	42967	0.0	0.0	0.0	100.0		
<b>%W</b>	1.15	<b>%Grava:</b>	0.0	Nº 4	4.750	34993	0.0	0.0	100.0	
<b>LL</b>	N.P.	<b>%Arena:</b>	98.3	Nº 10	2.000	45806	4.2	0.5	99.5	
<b>I.P.</b>	N.P.	<b>%Finos:</b>	1.7	Nº 20	0.840	45149	4.1	0.4	99.1	
				Nº 40	0.420	43661	20.2	2.2	3.1	96.9
<b>D<sub>10</sub></b>	0.15	<b>Cu</b>	1.91	Nº 80	0.180	34874	684.6	75.0	78.1	21.9
<b>D<sub>30</sub></b>	0.20	<b>Cc</b>	0.97	Nº 100	0.150	34875	103.8	11.4	89.4	10.6
<b>D<sub>60</sub></b>	0.28			Nº 200	0.075	44659	81.2	8.9	96.3	1.7
				< Nº 200			15.3	1.7	100.0	0.0



LABORATORIO GEOTÉCNICO CECAPED SUELOS S.A.C RUC: 20607813788  
 Calle Cobre Mz. A Lote 7 Urb. San Isidro  
 CORREO: [suelos@cecapedingeneria.edu.pe](mailto:suelos@cecapedingeneria.edu.pe)  
 996-968-817 / 946-227-318 / (044)6986044





## CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (NTP 339.127)

**PROYECTO:** DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL AA.HH. EL MILAGRO SECTOR V  
HUANCHACO- TRUJILLO - DEPARTAMENTO- LA LIBERTAD

**CALICATA:** CALICATA 01

**FECHA:** NOVIEMBRE DEL 2022.

Muestra:	M-01	
Recipiente:	1	2
Peso Recipiente :	181.30	192.50
Peso Recipiente + Muestra Humeda :	946.60	804.80
Peso Recipiente + Muestra Seca :	937.60	798.10
Peso Agua :	9.00	6.70
Peso Seco :	756.30	605.60
W%:	1.19	1.11
<b>W<sub>promedio</sub> %:</b>	<b>1.15</b>	

LABORATORIO GEOTÉCNICO CECAPED SUELOS S.A.C RUC: 20607813788  
 Calle Cobre Mz. A Lote 7 Urb. San Isidro  
 CORREO: [suelos@cecapedingeneria.edu.pe](mailto:suelos@cecapedingeneria.edu.pe)  
 996-968-817/ 946-227-318/ (044)6986044





**ENSAYO GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
( MTC E-107 / ASTM D-422 / AASHTO T-88 )**

**I. Datos Generales:**

**PROYECTO :** DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL AA.HH EL MILAGRO SECTOR V HUANCHACO - TRUJILLO - DEPARTAMENTO - LA LIBERTAD

**MUESTRA :** CALICATA 02

**FECHA :** NOVIEMBRE DEL 2022.

CLASIFICACION DE SUELOS									
	PESO INICIAL:	1059.8 g.	Tamiz		Peso Retenido (g)	Porcentaje Retenido Parcial (%)	Porcentaje Retenido Acumulado (%)	Porcentaje que Pasa (%)	
			Malla	Abert.(mm)					Serie
			3"	76.200	32954	0.0	0.0	100.0	
			2"	50.800	33708	0.0	0.0	100.0	
			1 1/2"	38.100	42260	0.0	0.0	100.0	
			1"	25.400	42774	0.0	0.0	100.0	
<b>SUCS:</b>		SP	3/4"	19.050	46118	0.0	0.0	100.0	
<b>AASHTO:</b>		A-3(0)	3/8"	9.500	42967	0.0	0.0	100.0	
			Nº 4	4.750	34993	0.0	0.0	100.0	
<b>%W</b>	1.01	<b>%Grava:</b>	0.0	Nº 10	2.000	45806	5.3	0.5	99.5
<b>LL</b>	N.P.	<b>%Arena:</b>	98.9	Nº 20	0.840	45149	4.7	0.4	99.1
<b>LP</b>	N.P.	<b>%Finos:</b>	1.1	Nº 40	0.420	43661	23.5	2.2	96.8
<b>D<sub>10</sub></b>	0.15	<b>Cu</b>	1.85	Nº 80	0.180	34874	800.6	75.5	78.7
<b>D<sub>30</sub></b>	0.20	<b>Cc</b>	0.94	Nº 100	0.150	34875	120.3	11.4	90.1
<b>D<sub>60</sub></b>	0.28			Nº 200	0.075	44659	93.3	8.8	98.9
				< Nº 200		12.1	1.1	100.0	0.0



LABORATORIO GEOTÉCNICO CECAPED SUELOS S.A.C RUC: 20607813788  
 Calle Cobre Mz. A Lote 7 Urb. San Isidro  
 CORREO: [suelos@cecapedingenieria.edu.pe](mailto:suelos@cecapedingenieria.edu.pe)  
 996-968-817 / 946-227-318 / (044)6986044





## CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (NTP 339.127)

**PROYECTO:** DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL AA.HH. EL MILAGRO SECTOR V HUANCHACO - TRUJILLO - DEPARTAMENTO - LA LIBERTAD

**CALICATA:** CALICATA 02  
**FECHA:** NOVIEMBRE DEL 2022.

Muestra:	<b>M-01</b>	
Recipiente:	1	2
Peso Recipiente :	154.30	165.30
Peso Recipiente + Muestra Humeda:	648.30	584.30
Peso Recipiente + Muestra Seca:	643.10	580.30
Peso Agua:	5.20	4.00
Peso Seco:	488.80	415.00
<b>W%:</b>	<b>1.06</b>	<b>0.96</b>
<b>W<sub>promedio</sub> %:</b>	<b>1.01</b>	

LABORATORIO GEOTÉCNICO CECAPED SUELOS S.A.C RUC: 20607813788  
 Calle Cobre Mz. A Lote 7 Urb. San Isidro  
 CORREO: [suelos@cecapedingenieria.edu.pe](mailto:suelos@cecapedingenieria.edu.pe)  
 996-968-817 / 946-227-318 / (044)6986044





### ENSAYO GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ( MTC E-107 / ASTM D-422 / AASHTO T-88 )

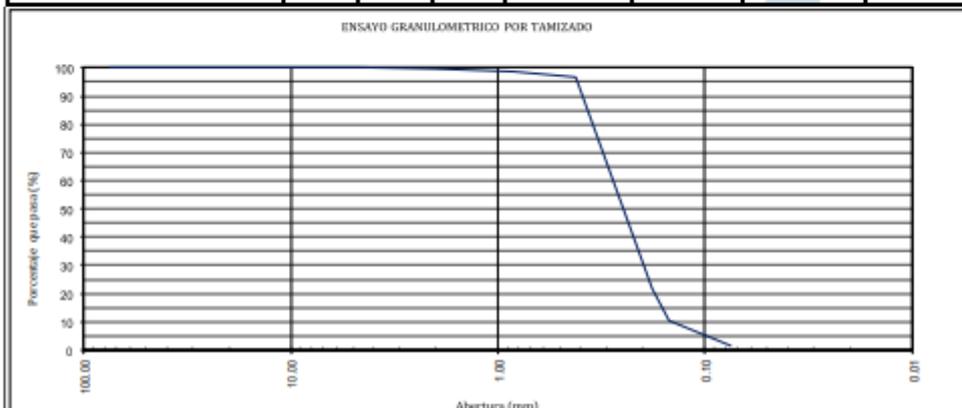
**I. Datos Generales:**

**PROYECTO :** DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL AA.HH. EL MILAGRO SECTOR V HUANCHACO- TRUJILLO - DEPARTAMENTO- LA LIBERTAD

**MUESTRA :** CALICATA 03

**FECHA :** NOVIEMBRE DEL 2022.

CLASIFICACION DE SUELOS										
		Tamiz		Peso Retenido (g)	Porcentaje Retenido Parcial (%)	Porcentaje Retenido Acumulado (%)	Porcentaje que Pasa (%)			
		Malla	Abert. (mm)					Serie		
<b>PESO INICIAL:</b>	816.8 g.									
		3"	76.200	32854	0.0	0.0	100.0			
		2"	50.800	33708	0.0	0.0	100.0			
		1 1/2"	38.100	42260	0.0	0.0	100.0			
<b>SUCS:</b>	SP	1"	25.400	42774	0.0	0.0	100.0			
<b>AASHTO:</b>	A-3(0)	3/4"	19.050	46116	0.0	0.0	100.0			
		3/8"	9.500	42967	0.0	0.0	100.0			
<b>%W</b>	1.27	<b>%Grava:</b>	0.0	Nº 4	4.750	34993	0.0	0.0	100.0	
<b>LL</b>	N.P.	<b>%Arena:</b>	98.6	Nº 10	2.000	45806	4.1	0.5	99.5	
<b>LP</b>	N.P.	<b>%Finos:</b>	1.4	Nº 20	0.840	45149	4.6	0.6	98.9	
				Nº 40	0.420	43661	17.3	2.1	96.8	
<b>D<sub>10</sub></b>	0.15	<b>Cu</b>	1.91	Nº 80	0.180	34874	613.1	75.1	78.2	21.8
<b>D<sub>30</sub></b>	0.20	<b>Cc</b>	0.97	Nº 100	0.150	34875	91.3	11.2	89.4	10.6
<b>D<sub>60</sub></b>	0.28			Nº 200	0.075	44659	75.1	9.2	98.6	1.4
				< Nº 200			11.3	1.4	100.0	0.0



LABORATORIO GEOTÉCNICO CECAPED SUELOS S.A.C RUC: 20607813788  
 Calle Cobre Mz. A Lote 7 Urb. San Isidro  
 CORREO: [suelos@cecapedingeneria.edu.pe](mailto:suelos@cecapedingeneria.edu.pe)  
 996-968-817 / 946-227-318 / (044)6986044





## CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (NTP 339.127)

**PROYECTO:** DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL AA.HH. EL MILAGRO SECTOR V HUANCHACO - TRUJILLO - DEPARTAMENTO - LA LIBERTAD

**CALICATA:** CALICATA 03  
**FECHA:** NOVIEMBRE DEL 2022.

Muestra:	M-01	
Recipiente:	1	2
Peso Recipiente :	145.00	165.30
Peso Recipiente + Muestra Humeda:	348.60	398.30
Peso Recipiente + Muestra Seca:	346.10	395.30
Peso Agua:	2.50	3.00
Peso Seco:	201.10	230.00
<b>W%:</b>	<b>1.24</b>	<b>1.30</b>
<b>W<sub>promedio</sub> %:</b>	<b>1.27</b>	

LABORATORIO GEOTÉCNICO CECAPED SUELOS S.A.C RUC: 20607813788  
 Calle Cobre Mz. A Lote 7 Urb. San Isidro  
 CORREO: [suelos@cecapedingeneria.edu.pe](mailto:suelos@cecapedingeneria.edu.pe)  
 996-968-817 / 946-227-318 / (044)6986044





### CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (NTP 339.127)

**PROYECTO:** DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL AA.HH EL MILAGRO SECTOR V HUANCHACO- TRUJILLO - DEPARTAMENTO- LA LIBERTAD

**CALICATA:** CALICATA 04

**FECHA:** NOVIEMBRE DEL 2022.

Muestra:	M-01	
Recipiente:	1	2
Peso Recipiente:	136.20	142.30
Peso Recipiente + Muestra Humeda:	348.30	368.30
Peso Recipiente + Muestra Seca:	346.20	365.50
Peso Agua:	2.10	2.80
Peso Seco:	210.00	223.20
<b>W%:</b>	<b>1.00</b>	<b>1.25</b>
<b>W<sub>promedio</sub> %:</b>	<b>1.13</b>	

LABORATORIO GEOTÉCNICO CECAPED SUELOS S.A.C RUC: 20607813788  
 Calle Cobre Mz. A Lote 7 Urb. San Isidro  
 CORREO: [suelos@cecapedingenieria.edu.pe](mailto:suelos@cecapedingenieria.edu.pe)  
 996-968-817 / 946-227-318 / (044)6986044

  
 Edwin W. Delgado Florin  
 Ing. Civil  
 Reg. CIP 8827  
 Jefe de Laboratorio





PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL AA.HH. EL MILAGRO SECTOR V HUANCHACO -- TRUJILLO- LA LIBERTAD.

FEHA: NOVIEMBRE 2022

ENSAYO GRANULOMETRICO POR TAMIZADO  
( MTC E-107 / ASTM D-422 / AASHTO T-88 )

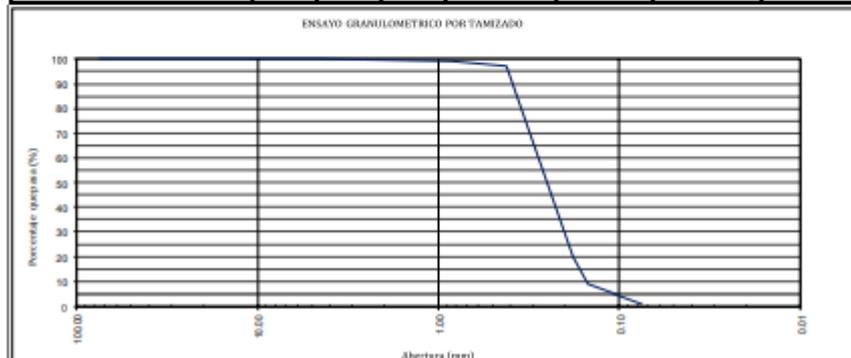
I. Datos Generales:

PROYECTO : EÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL AA.HH. MILAGRO SECTOR V HUANCHACO- TRUJILLO - DEPARTAMENTO- LA

MUESTRA : CALICATA.05

FECHA : NOVIEMBRE DEL 2022.

CLASIFICACION DE SUELOS								
			Tamiz		Peso Retenido (g)	Porcentaje Retenido Parcial (%)	Porcentaje Retenido Acumulado (%)	Porcentaje que Pasa (%)
			Malla	Abert.(mm)				
PESO INICIAL:	768.3 g.		3"	76.200	32854	0.0	0.0	100.0
			2"	50.800	33706	0.0	0.0	100.0
			1 1/2"	38.100	42260	0.0	0.0	100.0
SUCS:	SP		1"	25.400	42774	0.0	0.0	100.0
AASHTO:	A-3(0)		3/4"	19.050	46116	0.0	0.0	100.0
			3/8"	9.500	42967	0.0	0.0	100.0
%W	1.52	%Grava:	Nº4	4.750	34993	0.0	0.0	100.0
LL	N.P.	%Arenaz:	Nº 10	2.000	45806	3.7	0.5	95.5
I.P.	N.P.	%Finos:	Nº 20	0.840	45149	3.1	0.4	99.1
			Nº 40	0.420	43661	15.1	2.0	97.1
D <sub>15</sub> :	0.15	Cu:	Nº 60	0.150	34874	593.1	77.2	28.0
D <sub>30</sub> :	0.20	Cc:	Nº 100	0.150	34875	83.1	10.8	9.1
D <sub>60</sub> :	0.28		Nº 200	0.075	44659	61.1	8.0	1.2
			< Nº 200			9.1	1.2	0.0



LABORATORIO GEOTÉCNICO CECAPED SUELOS S.A.C RUC: 20607813788  
 Calle Cobre Mz. A Lote 7 Urb. San Isidro  
 CORREO: [suelos@cecapedingeneria.edu.pe](mailto:suelos@cecapedingeneria.edu.pe)  
 996-968-817/ 946-227-318/ (044)6986044



## CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (NTP 339.127)

**PROYECTO:** DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL AA.HH EL MILAGRO SECTOR V HUANCHACO- TRUJILLO - DEPARTAMENTO- LA LIBERTAD

**CALICATA:** CALICATA 05

**FECHA:** NOVIEMBRE DEL 2022.

Muestra:	M-01	
	1	2
Recipiente:		
Peso Recipiente :	145.30	165.10
Peso Recipiente + Muestra Humeda:	752.30	761.10
Peso Recipiente + Muestra Seca:	742.30	753.10
Peso Agua:	10.00	8.00
Peso Seco:	597.00	588.00
<b>W%:</b>	<b>1.68</b>	<b>1.36</b>
<b>W<sub>promedio</sub> %:</b>	<b>1.52</b>	

LABORATORIO GEOTÉCNICO CECAPED SUELOS S.A.C. RUC: 20607813788  
 Calle Cobre Mz. A Lote 7 Urb. San Isidro  
 CORREO: [suelos@cecapedingeneria.edu.pe](mailto:suelos@cecapedingeneria.edu.pe)

996-968-817 / 946-227-318 / (044)6986044

  
 Edwin W. Delgado Florin  
 Ing. Civil  
 Reg. CIP 882  
 Jefe de Laboratorio





PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL AA.HH. EL MILAGRO SECTOR V HUANCHACO -- TRUJILLO- LA LIBERTAD.

FEHA: NOVIEMBRE 2022

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

N.T.P. 339.141

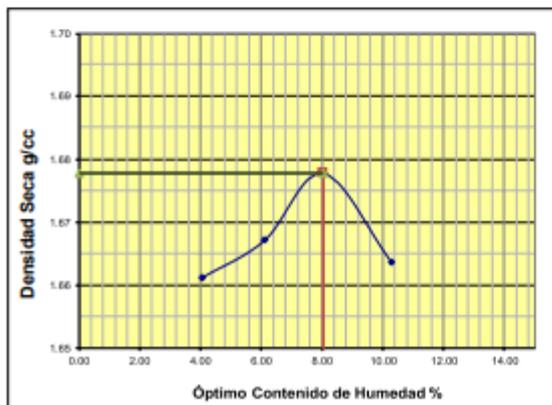
A. DATOS GENERALES

Proyecto: DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL AA.HH. EL MILAGRO SECTOR V HUANCHACO - TRUJILLO- LA LIBERTAD

Muestra: CALICATA N° 01

Fecha de Entrega: NOVIEMBRE 2022

N° DE ENSAYO	1		2		3		4	
Peso molde+Suelo Húmedo (g)	3548.00		3586.00		3627.00		3648.00	
Peso del Molde (g)	1925.00		1925.00		1925.00		1925.00	
Peso Suelo Húmedo (g)	1623.00		1661.00		1702.00		1723.00	
Volúmen del molde (cc)	939.00		939.00		939.00		939.00	
Densidad Suelo húmedo (g/cc)	1.728		1.769		1.813		1.835	
Número de Tarro	1	2	3	4	5	6	7	8
Cantidad de H <sub>2</sub> O agregada	4%		6%		8%		10%	
Peso Tarro	226.60	235.10	87.60	95.30	87.30	85.30	85.30	195.70
Peso Tarro + Suelo húmedo (g)	538.40	563.10	506.50	456.50	439.60	462.60	343.20	326.50
Peso Tarro + Suelo Seco (g)	526.50	550.10	483.10	435.10	413.30	425.40	319.10	314.30
Peso del agua	11.90	13.00	23.40	21.40	26.30	27.20	24.10	12.20
Peso de suelo seco	299.90	315.00	395.50	339.80	326.00	340.10	233.80	118.60
Humedad (%)	4.0	4.1	5.9	6.3	8.1	8.0	10.3	10.3
Humedad promedio (%)	4.047		6.107		8.033		10.297	
Densidad Seca (g/cc)	1.661		1.667		1.678		1.664	



METODO	A
NUMERO DE CAPAS	5
NUMERO DE GOLPES	25
DSM (g/cm <sup>3</sup> )	1.68
OCH (%)	8.03

DATOS DEL MOLDE	
N°:	1
PESO(g):	1925.0
VOLUMEN(cc):	939.0

LABORATORIO GEOTÉCNICO CECAPED SUELOS S.A.C RUC: 20607813788  
 Calle Cobre Mz. A Lote 7 Urb. San Isidro  
 CORREO: [suelos@cecapedingeneria.edu.pe](mailto:suelos@cecapedingeneria.edu.pe)  
 996-968-817 / 946-227-318 / (044)6986044





PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL AA.HH. EL MILAGRO SECTOR V HUANCHACO - - TRUJILLO- LA LIBERTAD.

FEHA: NOVIEMBRE 2022

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

N.T.P. 339.141

A. DATOS GENERALES

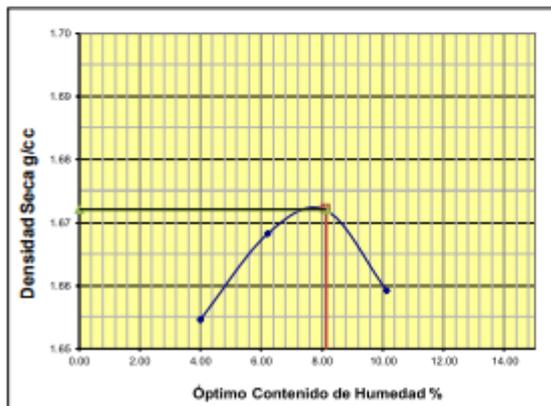
Proyecto: DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL AA.HH. EL MILAGRO SECTOR V HUANCHACO- TRUJILLO- LA LIBERTAD

Muestra: CALICATA N° 02

Fecha de Entrega: NOVIEMBRE 2022

N° DE ENSAYO	1	2	3	4
Peso molde+Suelo Húmedo (g)	3541.00	3589.00	3623.00	3641.00
Peso del Molde (g)	1925.00	1925.00	1925.00	1925.00
Peso Suelo Húmedo (g)	1616.00	1664.00	1698.00	1716.00
Volúmen del molde (cc)	939.00	939.00	939.00	939.00
Densidad Suelo húmedo (g/cc)	1.721	1.772	1.808	1.827

Número de Tarro	1	2	3	4	5	6	7	8
Cantidad de H <sub>2</sub> O agregada	4%		6%		8%		10%	
Peso Tarro	125.30	145.30	95.60	68.90	97.80	94.80	96.80	94.80
Peso Tarro + Suelo húmedo (g)	435.20	468.20	356.50	346.80	396.30	348.20	368.40	315.60
Peso Tarro + Suelo Seco (g)	423.10	455.90	341.60	330.10	373.80	329.10	343.10	295.50
Peso del agua	12.10	12.30	14.90	16.70	22.50	19.10	25.30	20.10
Peso de suelo seco	297.80	310.60	246.00	261.20	276.00	234.30	246.30	200.70
Humedad (%)	4.1	4.0	6.1	6.4	8.2	8.2	10.3	10.0
Humedad promedio (%)	4.012		6.225		8.152		10.143	
Densidad Seca (g/cc)	1.655		1.668		1.672		1.659	



METODO	A
NUMERO DE CAPAS	5
NUMERO DE GOLPES	25
DSM (g/cm <sup>3</sup> )	1.67
OCH (%)	8.15

DATOS DEL MOLDE	
N°:	1
PESO(g):	1925.0
VOLUMEN(cc):	939.0

LABORATORIO GEOTÉCNICO CECAPED SUELOS S.A.C RUC: 20607813788

Calle Cobre Mz. A Lote 7 Urb. San Isidro

CORREO: [suelos@cecapedingenieria.edu.pe](mailto:suelos@cecapedingenieria.edu.pe)

996-968-817/ 946-227-318/ (044)6986044





PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL AA.HH. EL MILAGRO SECTOR V HUANCHACO - - TRUJILLO- LA LIBERTAD.

FEHA: NOVIEMBRE 2022

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

N.T.P. 339.141

A. DATOS GENERALES

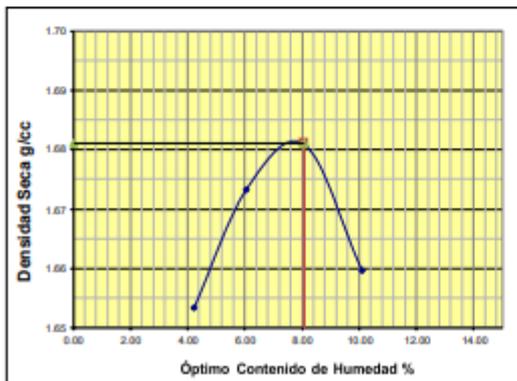
Proyecto: DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL AA.HH. EL MILAGRO SECTOR V HUANCHACO - TRUJILLO- LA LIBERTAD

Muestra: CALICATA N° 03

Fecha de Entrega: NOVIEMBRE 2022

N° DE ENSAYO	1	2	3	4
Peso molde+Suelo Húmedo (g)	3543.00	3591.00	3631.00	3641.00
Peso del Molde (g)	1925.00	1925.00	1925.00	1925.00
Peso Suelo Húmedo (g)	1618.00	1666.00	1706.00	1716.00
Volumen del molde (cc)	939.00	939.00	939.00	939.00
Densidad Suelo húmedo (g/cc)	1.723	1.774	1.817	1.827

Numero de Tarro	1	2	3	4	5	6	7	8
Cantidad de H <sub>2</sub> O agregada	4%		6%		8%		10%	
Peso Tarro	131.60	152.60	100.40	72.30	102.70	99.50	101.60	99.50
Peso Tarro + Suelo húmedo (g)	523.30	635.10	356.10	315.10	415.20	365.20	369.30	354.20
Peso Tarro + Suelo Seco (g)	507.80	615.10	341.80	301.20	392.10	345.10	344.50	331.00
Peso del agua	15.50	20.00	14.50	13.90	23.10	20.10	24.80	23.20
Peso de suelo seco	376.20	462.50	241.20	228.90	289.40	245.60	242.90	231.50
Humedad (%)	4.1	4.3	6.0	6.1	8.0	8.2	10.2	10.0
Humedad promedio (%)	4.222		6.042		8.083		10.116	
Densidad Seca (g/cc)	1.653		1.673		1.681		1.660	



METODO	A
NUMERO DE CAPAS	5
NUMERO DE GOLPES	25
DSM (g/cm <sup>3</sup> )	1.68
OCH (%)	8.08

DATOS DEL MOLDE	
N°:	1
PESO(g):	1925.0
VOLUMEN(cc):	939.0

LABORATORIO GEOTÉCNICO CECAPED SUELOS S.A.C RUC: 20607813788

Calle Cobre Mz. A Lote 7 Urb. San Isidro

CORREO: [suelos@cecapedingeneria.edu.pe](mailto:suelos@cecapedingeneria.edu.pe)

996-968-817/ 946-227-318/ (044)6986044





PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL AA.HH. EL MILAGRO SECTOR V HUANCHACO -- TRUJILLO- LA LIBERTAD.

FEHA: NOVIEMBRE 2022

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

N.T.P. 339.141

A. DATOS GENERALES

Proyecto: DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL AA.HH. EL MILAGRO SECTOR V HUANCHACO- TRUJILLO- LA LIBERTAD

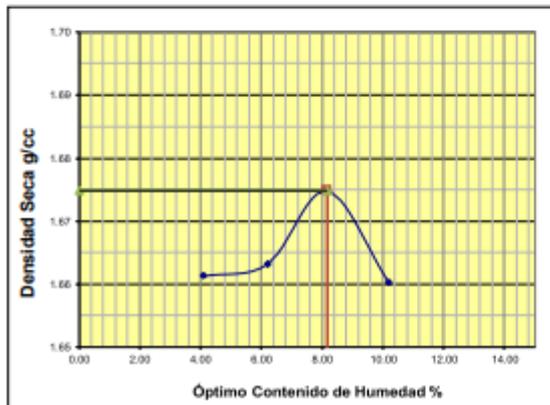
Muestra: CALICATA N° 04

Fecha de Entrega: NOVIEMBRE 2022

N° DE ENSAYO	1	2	3	4
Peso molde+Suelo Húmedo (g)	3549.00	3584.00	3626.00	3643.00
Peso del Molde (g)	1925.00	1925.00	1925.00	1925.00
Peso Suelo Húmedo (g)	1624.00	1659.00	1701.00	1718.00
Volumen del molde (cc)	939.00	939.00	939.00	939.00
Densidad Suelo húmedo (g/cc)	1.729	1.767	1.812	1.830

Número de Tarro	1	2	3	4	5	6	7	8
Cantidad de H <sub>2</sub> O agregada	4%		6%		8%		10%	
Peso Tarro	144.10	167.10	109.90	79.20	112.50	109.00	111.30	109.00
Peso Tarro + Suelo húmedo (g)	485.30	495.30	578.60	579.30	523.10	536.30	395.30	348.20
Peso Tarro + Suelo Seco (g)	472.10	482.10	551.30	549.80	491.90	504.30	368.50	326.50
Peso del agua	13.20	13.20	27.30	29.50	31.20	32.00	26.80	21.70
Peso de suelo seco	328.00	315.00	441.40	470.60	379.40	395.30	257.20	217.50
Humedad (%)	4.0	4.2	6.2	6.3	8.2	8.1	10.4	10.0
Humedad promedio (%)	4.107		6.227		8.159		10.198	
Densidad Seca (g/cc)	1.661		1.663		1.675		1.660	



METODO	A
NUMERO DE CAPAS	5
NUMERO DE GOLPES	25
DSM (g/cm <sup>3</sup> )	1.67
OCH (%)	8.16

DATOS DEL MOLDE	
N°:	1
PESO(g):	1925.0
VOLUMEN(cc):	939.0

LABORATORIO GEOTÉCNICO CECAPED SUELOS S.A.C RUC: 20607813788  
 Calle Cobre Mz. A Lote 7 Urb. San Isidro  
 CORREO: [suelos@cecapedingenieria.edu.pe](mailto:suelos@cecapedingenieria.edu.pe)  
 996-968-817 / 946-227-318 / (044)6986044





PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL AA.HH. EL MILAGRO SECTOR V HUANCHACO - - TRUJILLO- LA LIBERTAD.

FEHA: NOVIEMBRE 2022

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

N.T.P. 339.141

A. DATOS GENERALES

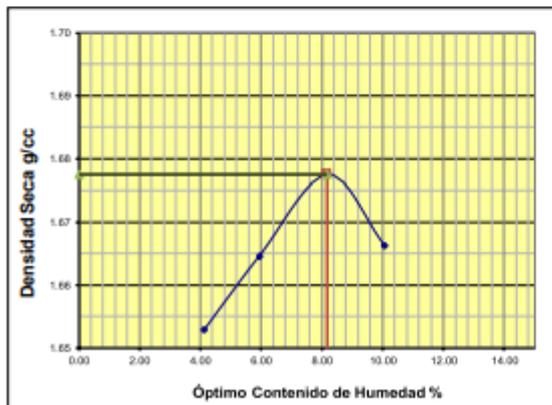
Proyecto: DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL AA.HH. EL MILAGRO SECTOR V HUANCHACO- TRUJILLO- LA LIBERTAD

Muestra: CALICATA N° 05

Fecha de Entrega: NOVIEMBRE 2022

N° DE ENSAYO	1	2	3	4
Peso molde+Suelo Húmedo (g)	3541.00	3581.00	3629.00	3647.00
Peso del Molde (g)	1925.00	1925.00	1925.00	1925.00
Peso Suelo Húmedo (g)	1616.00	1656.00	1704.00	1722.00
Volumen del molde (cc)	939.00	939.00	939.00	939.00
Densidad Suelo húmedo (g/cc)	1.721	1.764	1.815	1.834

Número de Tarro	1	2	3	4	5	6	7	8
Cantidad de H <sub>2</sub> O agregada	4%		6%		8%		10%	
Peso Tarro	122.80	142.40	93.70	67.50	95.80	92.90	94.90	92.90
Peso Tarro + Suelo húmedo (g)	356.30	348.30	298.20	278.10	368.40	395.30	341.20	356.20
Peso Tarro + Suelo Seco (g)	347.10	340.10	286.90	266.10	348.10	372.10	318.90	331.90
Peso del agua	9.20	8.20	11.30	12.00	20.30	23.20	22.30	24.30
Peso de suelo seco	224.30	197.70	193.20	198.60	252.30	279.20	224.00	239.00
Humedad (%)	4.1	4.1	5.8	6.0	8.0	8.3	10.0	10.2
Humedad promedio (%)	4.125		5.946		8.178		10.061	
Densidad Seca (g/cc)	1.653		1.665		1.678		1.666	



METODO	A
NUMERO DE CAPAS	5
NUMERO DE GOLPES	25
DSM (g/cm <sup>3</sup> )	1.68
OCH (%)	8.18

DATOS DEL MOLDE	
N°:	1
PESO(g):	1925.0
VOLUMEN(cc):	939.0

LABORATORIO GEOTÉCNICO CECAPED SUELOS S.A.C. RUC: 20607813788  
 Calle Cobre Mz. A Lote 7 Urb. San Isidro  
 CORREO: [suelos@cecapedingeneria.edu.pe](mailto:suelos@cecapedingeneria.edu.pe)  
 996-968-817 / 946-227-318 / (044)6986044





PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL AA.HH. EL MILAGRO SECTOR V HUANCHACO -- TRUJILLO- LA LIBERTAD.

FEHA: NOVIEMBRE 2022

## RAZÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

Proyecto: DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL AA.HH. EL MILAGRO SECTOR V HUANCHACO - TRUJILLO- LA LIBERTAD

Ubicación :AA.HH. EL MILAGRO SECTOR V HUANCHACO - TRUJILLO-LA LIBERTAD

fecha nov-22

CALICATA

C-01

METODO DE COMPACTACIÓN	MOLDES					
Molde N°	1	2	3	4	5	6
Número de Capas	5	5	5			
Número de golpes por capas	56	25	12			
Sobrecarga (g)	4530	4530	4530			
Muestra húmeda + Molde (g)	8830.00	8710.00	8510.00			
Peso del Molde (g)	4886.60	4885.20	4860.50			
Peso de la Muestra húmeda (g)	3943.40	3824.80	3649.50			
Volumen de la Muestra (cm <sup>3</sup> )	2122.60	2120.00	2121.00			
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.86	1.80	1.72			
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Tara N°	1	2	3	4	5	6
Muestra húmeda + Tara (g)	153.41	168.47	159.90	162.50	165.70	169.10
Muestra seca + Tara (g)	144.90	158.70	150.90	153.20	156.20	159.30
Peso del Agua (g)	8.51	9.77	9.00	9.30	9.50	9.80
Peso de la Tara (g)	39.30	38.60	38.80	38.70	37.30	38.00
Muestra Seca (g)	105.60	120.10	112.10	114.50	118.90	121.30
Contenido de Humedad ( % )	8.06%	8.13%	8.03%	8.12%	7.99%	8.08%
Contenido de Humedad Promedio( % )	8.10		8.08		8.03	
DENSIDAD SECA ( g/cm <sup>3</sup> )	1.72	1.67	1.59			

LABORATORIO GEOTÉCNICO CECAPED SUELOS S.A.C RUC: 20607813788

Calle Cobre Mz. A Lote 7 Urb. San Isidro

CORREO: [suelos@cecapedingeneria.edu.pe](mailto:suelos@cecapedingeneria.edu.pe)

996-968-817/ 946-227-318/ (044)6986044





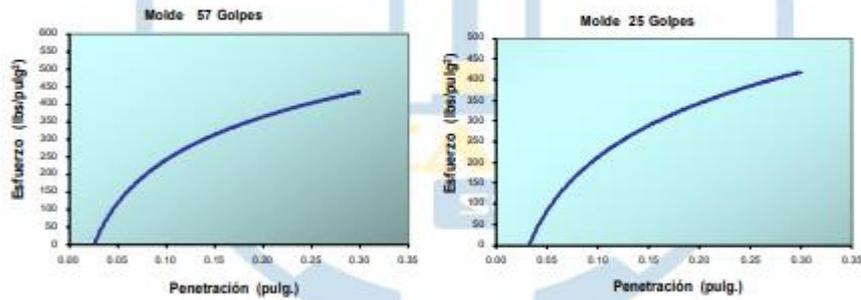
PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL AA.HH. EL MILAGRO SECTOR V HUANCHACO -- TRUJILLO- LA LIBERTAD.

FEHA: NOVIEMBRE 2022

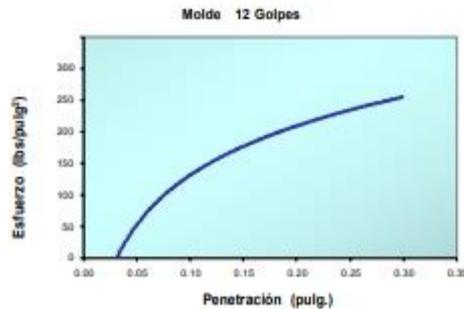
ENSAYO CARGA - PENETRACIÓN

Penetrac (pulg)	Molde N° 01			Molde N° 02			Molde N° 03		
	Lectura dial	Ensayo lbs.	Carga lb./ pulg <sup>2</sup>	Lectura dial	Ensayo lbs.	Carga lb./ pulg <sup>2</sup>	Lectura dial	Ensayo lbs.	Carga lb./ pulg <sup>2</sup>
0.025	20	279.1	93.0	15	227.5	75.85	9	165.66	55.22
0.050	33	413.2	137.7	20	279.1	93.03	10	175.97	58.66
0.075	42	506.0	168.7	25	330.7	110.22	12	196.60	65.53
0.102	45	536.9	179.0	31	392.6	130.85	14	217.22	72.41
0.125	51	598.8	199.6	45	536.9	178.98	23	310.04	103.35
0.150	63	722.6	240.9	56	650.4	216.79	32	402.86	134.29
0.175	74	836.0	278.7	61	701.9	233.98	41	495.67	165.22
0.200	83	928.8	309.6	68	774.1	258.04	46	547.24	182.41
0.225	92	1021.6	340.5	112	1227.9	409.30	52	609.12	203.04
0.250	125	1363.2	454.4	126	1372.3	457.42	62	712.25	237.42
0.275	136	1476.8	492.3	138	1496.0	488.68	84	939.13	313.04
0.300	165	1774.5	591.5	145	1568.2	522.74	97	1073.20	367.73

	GOLPES	56	25	12
C.B.R.	0.1	17.90%	13.08%	7.24%
	0.2	20.64%	17.20%	12.16%



350



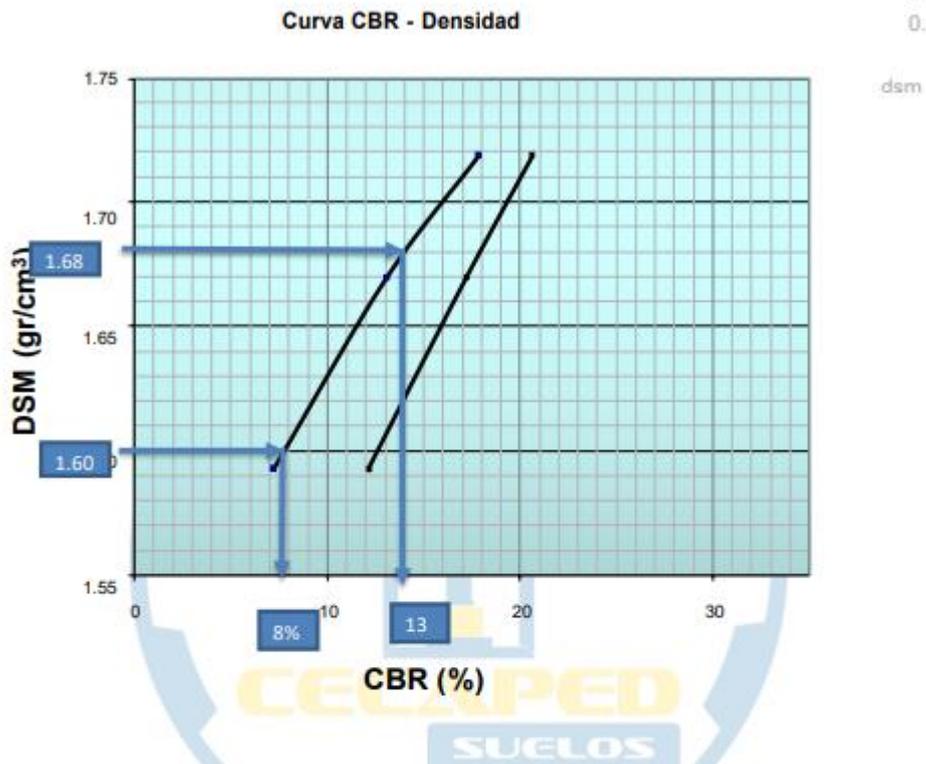
LABORATORIO GEOTÉCNICO CECAPED SUELOS S.A.C RUC: 20607813788  
 Calle Cobre Mz. A Lote 7 Urb. San Isidro  
 CORREO: [suelos@cecapedingeneria.edu.pe](mailto:suelos@cecapedingeneria.edu.pe)  
 996-968-817 / 946-227-318 / (044)6986044





PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL AA.HH. EL MILAGRO SECTOR V HUANCHACO -- TRUJILLO- LA LIBERTAD.

FEHA: NOVIEMBRE 2022



VALORES PROCTOR MODIFICADO:

DENSIDAD SECA MAXIMA (g/cm<sup>3</sup>): 1.68  
HUMEDAD OPTIMA (%): 8.03

95% DENSIDAD SECA MAXIMA (g/cm<sup>3</sup>): 1.60  
C.B.R. (%): 8.00 %

100% DENSIDAD SECA MAXIMA (g/cm<sup>3</sup>): 1.68  
C.B.R. (%): 13.00 %

LABORATORIO GEOTÉCNICO CECAPED SUELOS S.A.C RUC: 20607813788  
Calle Cobre Mz. A Lote 7 Urb. San Isidro  
CORREO: [suelos@cecapedingeneria.edu.pe](mailto:suelos@cecapedingeneria.edu.pe)  
996-968-817 / 946-227-318 / (044)6986044

*Edwin W. Delgado Florán*  
Edwin W. Delgado Florán  
Ing. Civil  
Reg. CIP 8827  
Jefe de Laboratorio



PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL AA.HH. EL MILAGRO SECTOR V HUANCHACO -- TRUJILLO- LA LIBERTAD.

FEHA: NOVIEMBRE 2022

### RAZÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) (NTP 339.145)

Proyecto: DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL AA.HH. EL MILAGRO SECTOR V HUANCHACO - TRUJILLO- LA LIBERTAD

CALICATA: C-02

FECHA: NOVIEMBRE-2022

METODO DE COMPACTACIÓN	MOLDES					
	1	2	3			
Molde N°	1	2	3			
Número de Capas	5	5	5			
Número de golpes por capas	56	25	12			
Sobrecarga (g)	4530	4530	4530			
Muestra húmeda + Molde (g)	8790.00	8710.00	8470.78			
Peso del Molde (g)	4886.60	4885.20	4840.50			
Peso de la Muestra húmeda (g)	3903.40	3824.80	3630.28			
Volúmen de la Muestra (cm <sup>3</sup> )	2122.60	2120.00	2121.00			
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.84	1.80	1.71			
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Tara N°	1	2	3	4	5	6
Muestra húmeda + Tara (g)	153.40	168.90	164.80	161.50	168.10	166.40
Muestra seca + Tara (g)	144.70	159.10	155.20	152.40	158.40	156.80
Peso del Agua (g)	8.70	9.80	9.60	9.10	9.70	9.60
Peso de la Tara (g)	39.30	38.60	38.80	38.70	37.30	38.00
Muestra Seca (g)	105.40	120.50	116.40	113.70	121.10	118.80
Contenido de Humedad ( % )	8.25%	8.13%	8.25%	8.00%	8.01%	8.08%
Contenido de Humedad Promedio( % )	8.19	8.13	8.05			
DENSIDAD SECA ( g/cm <sup>3</sup> )	1.70	1.67	1.58			

LABORATORIO GEOTÉCNICO CECAPED SUELOS S.A.C RUC: 20607813788

Calle Cobre Mz. A Lote 7 Urb. San Isidro

CORREO: [suelos@cecapedingeneria.edu.pe](mailto:suelos@cecapedingeneria.edu.pe)

996-968-817/ 946-227-318/ (044)6986044





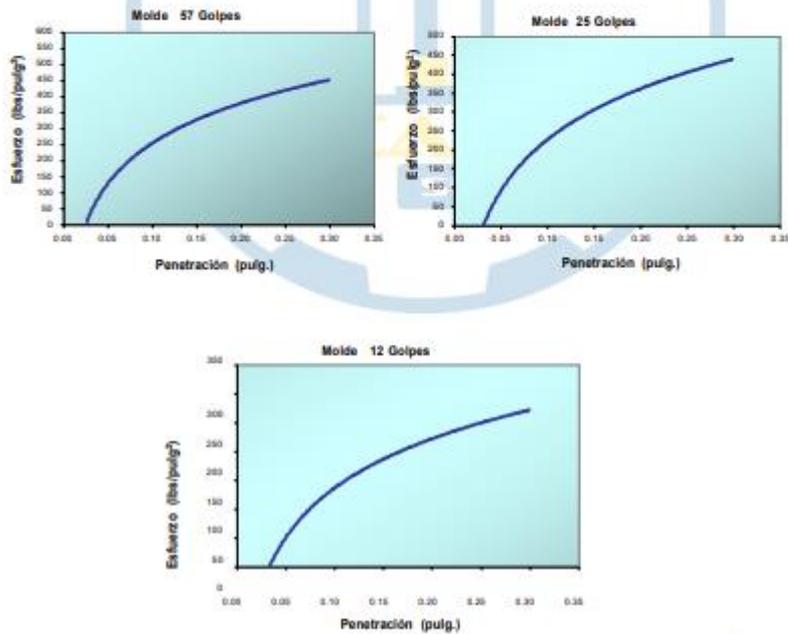
PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL AA.HH. EL MILAGRO SECTOR V HUANCHACO -- TRUJILLO- LA LIBERTAD.

FEHA: NOVIEMBRE 2022

ENSAYO CARGA - PENETRACIÓN

Penetrac (pulg)	Molde N° 01			Molde N° 02			Molde N° 03		
	Lectura dial	Ensayo Carga		Lectura dial	Ensayo Carga		Lectura dial	Ensayo Carga	
		lbs.	lb./ pulg <sup>2</sup>		lbs.	lb./ pulg <sup>2</sup>		lbs.	lb./ pulg <sup>2</sup>
0.025	23	310.0	103.3	16	237.8	79.28	7	145.03	48.34
0.050	35	433.8	144.6	22	299.7	99.91	9	165.66	55.22
0.075	45	536.9	179.0	31	392.5	130.85	11	186.28	62.09
0.102	49	578.2	192.7	37	454.4	151.47	16	237.85	79.28
0.125	58	671.0	223.7	46	547.2	182.41	27	351.29	117.10
0.150	67	763.8	254.6	63	722.6	240.85	36	444.11	148.04
0.175	79	887.6	295.9	68	774.1	258.04	44	526.61	175.54
0.200	87	970.1	323.4	75	846.3	282.10	49	578.18	192.73
0.225	98	1083.5	361.2	118	1289.8	429.92	59	681.31	227.10
0.250	129	1403.2	467.7	131	1423.8	474.61	68	774.12	258.04
0.275	141	1527.0	509.0	142	1537.3	512.43	88	980.38	326.79
0.300	169	1815.7	605.2	151	1630.1	543.37	99	1093.82	364.61

GOLPES	56	26	12	
C.B.R.	0.1	19.27%	15.15%	7.93%
	0.2	21.56%	18.81%	12.85%



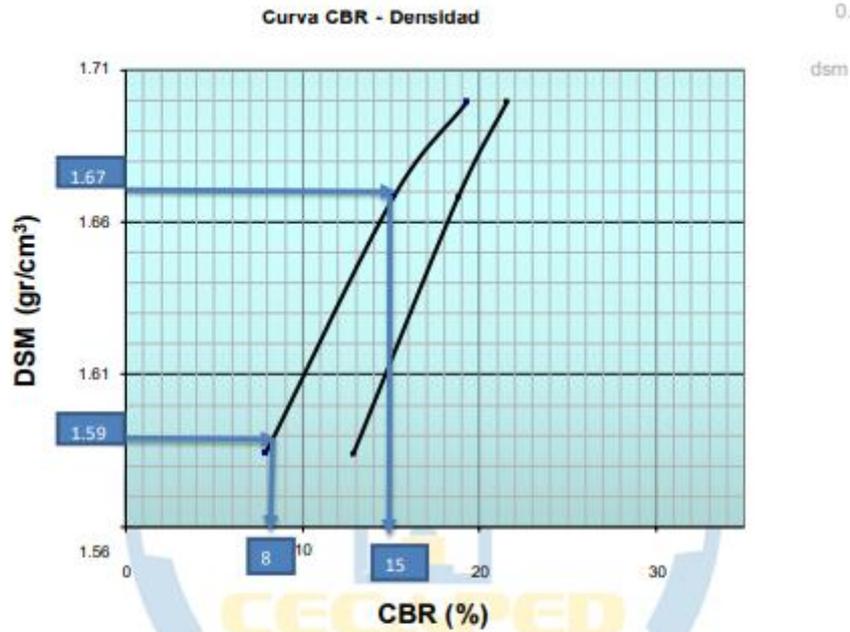
LABORATORIO GEOTÉCNICO CECAPED SUELOS S.A.C RUC: 20607813788  
 Calle Cobre Mz. A Lote 7 Urb. San Isidro  
 CORREO: [suelos@cecapedingenieria.edu.pe](mailto:suelos@cecapedingenieria.edu.pe)  
 996-968-817 / 946-227-318 / (044)6986044





PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL AA.HH. EL MILAGRO SECTOR V HUANCHACO -- TRUJILLO- LA LIBERTAD.

FEHA: NOVIEMBRE 2022



**VALORES PROCTOR MODIFICADO: DENSIDAD SECA**

MAXIMA (g/cm<sup>3</sup>): 1.67  
 HUMEDAD OPTIMA (%): 8.15

95% DENSIDAD SECA MAXIMA (g/cm<sup>3</sup>): 1.59  
 C.B.R. (%): 8.00 %

100% DENSIDAD SECA MAXIMA (g/cm<sup>3</sup>): 1.67  
 C.B.R. (%): 15.00 %

LABORATORIO GEOTÉCNICO CECAPED SUELOS S.A.C RUC: 20607813788  
 Calle Cobre Mz. A Lote 7 Urb. San Isidro  
 CORREO: [suelos@cecapedingenieria.edu.pe](mailto:suelos@cecapedingenieria.edu.pe)  
 996-968-817 / 946-227-318 / (044)6986044

*Edwin W. Delgado Florin*  
 Ing. Civil  
 Reg. CIP 8827  
 Jefe de Laboratorio



**ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

**PROYECTO:** DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL AA.HH. EL MILAGRO SECTOR V HUANCHACO -- TRUJILLO- LA LIBERTAD.

**FEHA:** NOVIEMBRE 2022

**RAZÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)  
(NTP 339.145)**

**Proyecto:** : DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL AA.HH. EL MILAGRO SECTOR V HUANCHACO - TRUJILLO- LA LIBERTAD

**CALICATA:** C-03

**FECHA:** NOVIEMBRE-2022

METODO DE COMPACTACIÓN	MOLDES					
	1	2	3	4	5	6
Molde N°						
Número de Capas	5	5	5	5	5	5
Número de golpes por capas	56	25	12			
Sobrecarga (g)	4530	4530	4530			
Muestra húmeda + Molde (g)	8770.00	8720.90	8480.78			
Peso del Molde (g)	4886.60	4885.20	4840.50			
Peso de la Muestra húmeda (g)	3883.40	3835.70	3640.28			
Volúmen de la Muestra (cm <sup>3</sup> )	2122.60	2120.00	2121.00			
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.83	1.81	1.72			
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
Tara N°	1	2	3	4	5	6
Muestra húmeda + Tara (g)	147.10	167.90	158.70	168.50	171.50	167.20
Muestra seca + Tara (g)	137.10	159.90	148.10	159.90	159.10	157.50
Peso del Agua (g)	10.00	8.00	10.60	8.60	12.40	9.70
Peso de la Tara (g)	39.30	38.60	38.80	38.70	37.30	38.00
Muestra Seca (g)	97.80	121.30	109.30	121.20	121.80	119.50
Contenido de Humedad ( % )	10.22%	6.60%	9.70%	7.10%	10.18%	8.12%
Contenido de Humedad Promedio( % )	8.41		8.40		9.15	
<b>DENSIDAD SECA ( g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.69</b>		<b>1.67</b>		<b>1.57</b>	

LABORATORIO GEOTÉCNICO CECAPED SUELOS S.A.C RUC: 20607813788  
 Calle Cobre Mz. A Lote 7 Urb. San Isidro  
 CORREO: [suelos@cecapedingeneria.edu.pe](mailto:suelos@cecapedingeneria.edu.pe)  
 996-968-817 / 946-227-318 / (044)6986044





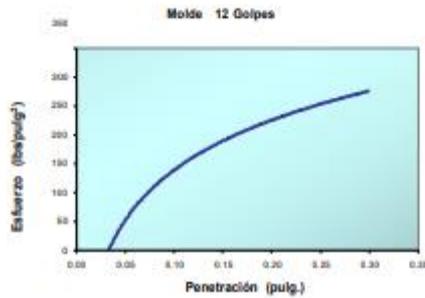
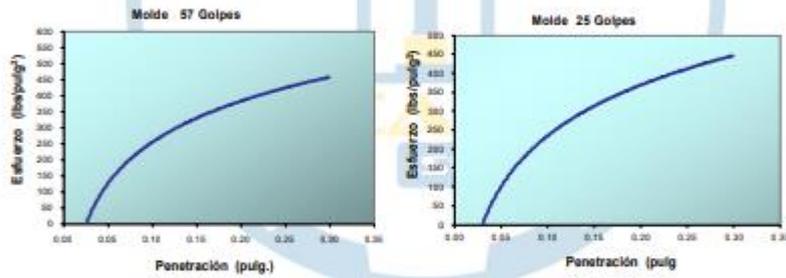
PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL AA.HH. EL MILAGRO SECTOR V HUANCHACO -- TRUJILLO- LA LIBERTAD.

FEHA: NOVIEMBRE 2022

ENSAYO CARGA - PENETRACIÓN

Penetrac (pulg)	Molde N° 01			Molde N° 02			Molde N° 03		
	Lectura dial	Ensayo Carga		Lectura dial	Ensayo Carga		Lectura dial	Ensayo Carga	
		lbs.	lb./ pulg <sup>2</sup>		lbs.	lb./ pulg <sup>2</sup>		lbs.	lb./ pulg <sup>2</sup>
0.025	26	341.0	113.7	18	258.5	86.16	8	155.35	51.78
0.050	32	402.9	134.3	23	310.0	103.35	11	186.28	62.09
0.075	39	475.0	158.3	33	413.2	137.72	13	206.91	68.97
0.102	48	567.9	189.3	40	485.4	161.79	12	196.60	65.53
0.125	59	681.3	227.1	49	578.2	192.73	29	371.92	123.97
0.150	68	774.1	258.0	67	763.8	254.60	35	433.60	144.60
0.175	76	856.6	285.5	71	805.1	268.35	40	485.36	161.79
0.200	93	1031.9	344.0	85	940.4	316.48	46	547.24	182.41
0.225	101	1114.5	371.5	115	1258.8	419.61	61	701.93	233.98
0.250	126	1372.3	457.4	128	1392.9	464.30	69	784.44	261.48
0.275	145	1568.2	522.7	144	1557.9	519.30	89	990.69	330.23
0.300	172	1846.7	615.6	153	1660.7	550.24	108	1186.64	395.55

GOLPES	56	26	12	
C.B.R.	0.1	18.93%	18.18%	6.55%
	0.2	22.93%	21.10%	12.16%



LABORATORIO GEOTÉCNICO CECAPED SUELOS S.A.C RUC: 20607813788  
 Calle Cobre Mz. A Lote 7 Urb. San Isidro  
 CORREO: [suelos@cecapedingeneria.edu.pe](mailto:suelos@cecapedingeneria.edu.pe)  
 996-968-817/ 946-227-318/ (044)6986044

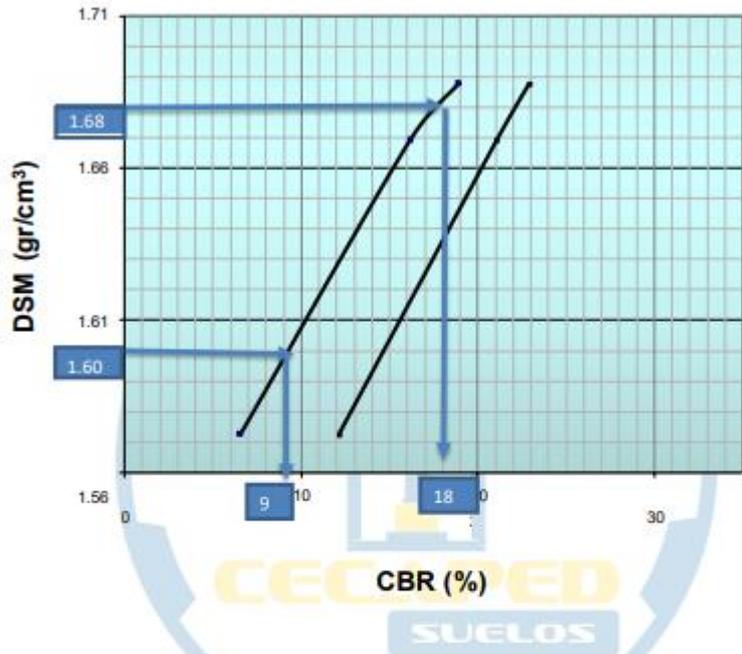
*Edwin W. Delgado Florin*  
 Edwin W. Delgado Florin  
 Ing. Civil  
 Reg. CIP 882  
 Jefe de Laboratorio



PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL AA.HH. EL MILAGRO SECTOR V HUANCHACO -- TRUJILLO- LA LIBERTAD.

FEHA: NOVIEMBRE 2022

Curva CBR - Densidad



<b>VALORES PROCTOR MODIFICADO: DENSIDAD SECA</b>	
MAXIMA (g/cm³):	1.68
HUMEDAD OPTIMA (%):	8.08
<b>95% DENSIDAD SECA MAXIMA (g/cm³):</b>	<b>1.60</b>
<b>C.B.R. (%):</b>	<b>9.00 %</b>
<b>100% DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm³):</b>	<b>1.68</b>
<b>C.B.R. (%):</b>	<b>18.00 %</b>

LABORATORIO GEOTÉCNICO CECAPED SUELOS S.A.C RUC: 20607813788  
 Calle Cobre Mz. A Lote 7 Urb. San Isidro  
 CORREO: [suelos@cecapedingeneria.edu.pe](mailto:suelos@cecapedingeneria.edu.pe)  
 996-968-817/ 946-227-318/ (044)6986044

*Edwin W. Delgado Florán*  
 Edwin W. Delgado Florán  
 Ing. Civil  
 Reg. CIP 8827  
 Jefe de Laboratorio



**PROYECTO:** DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL AA.HH. EL MILAGRO SECTOR V HUANCHACO -- TRUJILLO- LA LIBERTAD.

**FEHA:** NOVIEMBRE 2022

**RAZÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)  
(NTP 339.145)**

**Proyecto:** DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL AA.HH. EL MILAGRO SECTOR V HUANCHACO - TRUJILLO- LA LIBERTAD

**Ubicación:** AA.HH. EL MILAGRO SECTOR V HUANCHACO - TRUJILLO- LA LIBERTAD

fecha nov-22 CALICATA C-04

METODO DE COMPACTACIÓN	MOLDES					
Molde N°	1	2	3			
Número de Capas	5	5	5			
Número de golpes por capas	56	25	12			
Sobrecarga (g)	4530	4530	4530			
Muestra húmeda + Molde (g)	8780.00	8680.90	8500.78			
Peso del Molde (g)	4886.60	4885.20	4860.50			
Peso de la Muestra húmeda (g)	3893.40	3795.70	3640.28			
Volumen de la Muestra (cm <sup>3</sup> )	2122.60	2120.00	2121.00			
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.83	1.79	1.72			
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Tara N°	1	2	3	4	5	6
Muestra húmeda + Tara (g)	153.41	168.47	159.90	162.50	165.70	169.10
Muestra seca + Tara (g)	143.87	160.10	150.10	153.10	156.50	156.90
Peso del Agua (g)	9.54	8.37	9.80	9.40	9.20	12.20
Peso de la Tara (g)	39.30	38.60	38.80	38.70	37.30	38.00
Muestra Seca (g)	104.57	121.50	111.30	114.40	119.20	118.90
Contenido de Humedad ( % )	9.12%	6.89%	8.81%	8.22%	7.72%	10.26%
Contenido de Humedad Promedio( % )	8.01		8.51		8.99	
DENSIDAD SECA ( g/cm <sup>3</sup> )	1.70		1.65		1.57	

LABORATORIO GEOTÉCNICO CECAPED SUELOS S.A.C RUC: 20607813788  
 Calle Cobre Mz. A Lote 7 Urb. San Isidro  
 CORREO: [suelos@cecapedingeneria.edu.pe](mailto:suelos@cecapedingeneria.edu.pe)  
 996-968-817/ 946-227-318/ (044)6986044





**ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS**

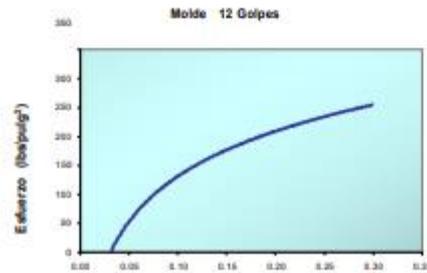
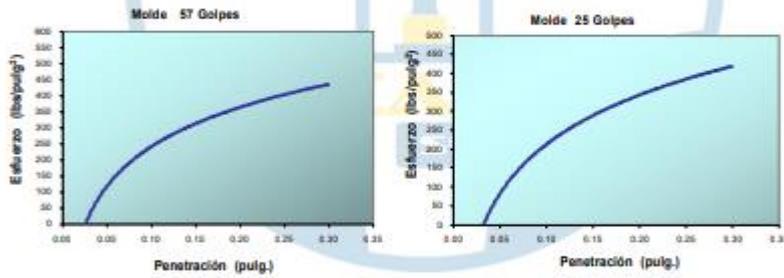
**PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL AA.HH. EL MILAGRO SECTOR V HUANCHACO -- TRUJILLO- LA LIBERTAD.**

**FEHA: NOVIEMBRE 2022**

**ENSAYO CARGA - PENETRACIÓN**

Penetrac (pulg)	Molde N° 01			Molde N° 02			Molde N° 03		
	Lectura dial	Ensayo Carga		Lectura dial	Ensayo Carga		Lectura dial	Ensayo Carga	
		lbs.	lb./ pulg <sup>2</sup>		lbs.	lb./ pulg <sup>2</sup>		lbs.	lb./ pulg <sup>2</sup>
0.025	20	279.1	93.0	15	227.5	75.85	9	165.66	55.22
0.050	33	413.2	137.7	20	279.1	93.03	10	175.97	58.66
0.075	42	505.0	168.7	25	330.7	110.22	12	196.60	65.53
0.102	45	536.9	179.0	30	382.2	127.41	14	217.22	72.41
0.125	51	598.8	199.6	45	536.9	178.98	23	310.04	103.35
0.150	63	722.6	240.9	56	650.4	216.79	32	402.86	134.29
0.175	74	836.0	278.7	61	701.9	233.98	41	495.67	165.22
0.200	83	928.8	309.6	68	774.1	258.04	46	547.24	182.41
0.225	92	1021.6	340.5	112	1227.9	409.30	52	609.12	203.04
0.250	125	1363.2	454.4	126	1372.3	457.42	62	712.25	237.42
0.275	136	1476.8	492.3	138	1496.0	498.68	84	939.13	313.04
0.300	165	1774.5	591.5	145	1568.2	522.74	97	1073.20	357.73

GOLPES	56	25	12	
C.B.R.	0.1	17.90%	12.74%	7.24%
	0.2	20.64%	17.20%	12.16%



LABORATORIO GEOTÉCNICO CECAPED SUELOS S.A.C RUC: 20607813788

Calle Cobre Mz. A Lote 7 Urb. San Isidro

CORREO: [suelos@cecapedingenieria.edu.pe](mailto:suelos@cecapedingenieria.edu.pe)

996-968-817/ 946-227-318/ (044)6986044

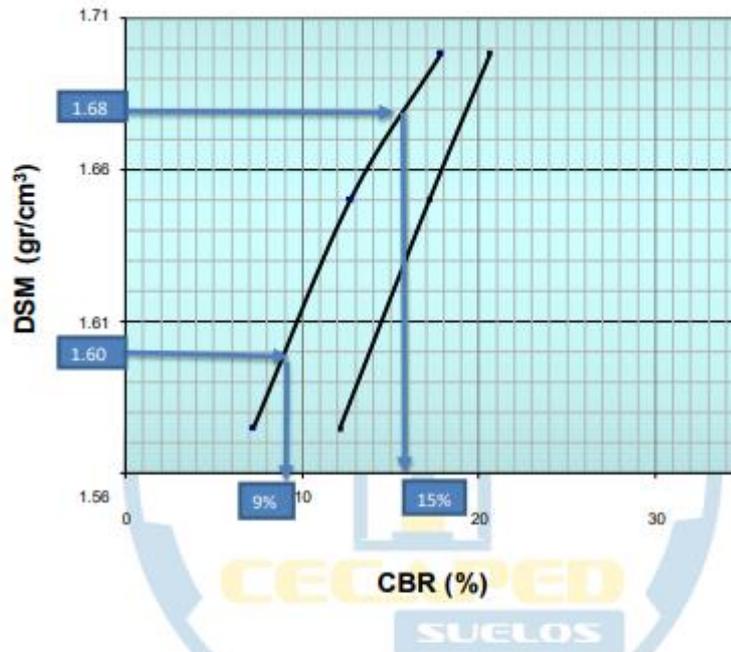




PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL AA.HH. EL MILAGRO SECTOR V HUANCHACO -- TRUJILLO- LA LIBERTAD.

FEHA: NOVIEMBRE 2022

Curva CBR - Densidad



0.  
0.  
dsm

<b>VALORES PROCTOR MODIFICADO: DENSIDAD SECA</b>	
MAXIMA (g/cm <sup>3</sup> ):	<b>1.68</b>
HUMEDAD OPTIMA (%):	<b>8.18</b>
<b>95% DENSIDAD SECA MAXIMA (g/cm<sup>3</sup>):</b>	<b>1.60</b>
<b>C.B.R. (%):</b>	<b>9.00 %</b>
<b>100% DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm<sup>3</sup>):</b>	<b>1.68</b>
<b>C.B.R. (%):</b>	<b>15.00 %</b>

LABORATORIO GEOTÉCNICO CECAPED SUELOS S.A.C RUC: 20607813788  
 Calle Cobre Mz. A Lote 7 Urb. San Isidro  
 CORREO: [suelos@cecapedingeneria.edu.pe](mailto:suelos@cecapedingeneria.edu.pe)  
 996-968-817/ 946-227-318/ (044)6986044

*Edwin W. Delgado Fiorin*  
 Edwin W. Delgado Fiorin  
 Ing. Civil  
 Reg. CIP 8827  
 Jefe de Laboratorio





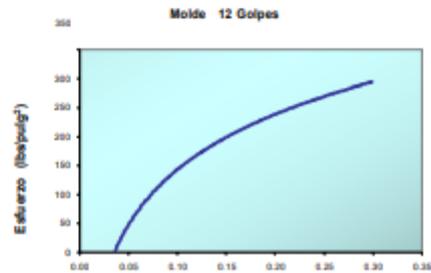
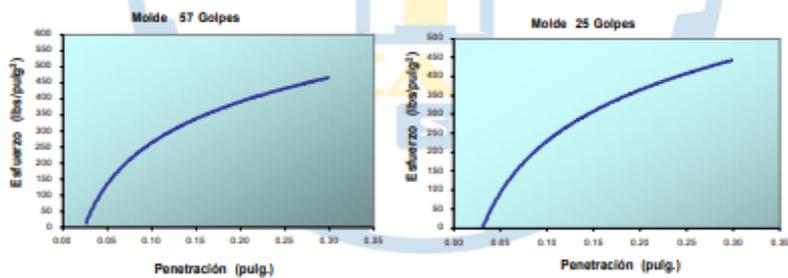
PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL A.A.HH. EL MILAGRO SECTOR V HUANCHACO -- TRUJILLO- LA LIBERTAD.

FEHA: NOVIEMBRE 2022

ENSAYO CARGA - PENETRACIÓN

Penetrac (pulg)	Molde N° 01			Molde N° 02			Molde N° 03		
	Lectura dial	Ensayo Carga lbs.	Carga lb./ pulg <sup>2</sup>	Lectura dial	Ensayo Carga lbs.	Carga lb./ pulg <sup>2</sup>	Lectura dial	Ensayo Carga lbs.	Carga lb./ pulg <sup>2</sup>
0.025	24	320.4	106.8	13	206.9	68.97	6	134.72	44.91
0.050	29	371.9	124.0	21	289.4	96.47	7	145.03	48.34
0.075	49	578.2	192.7	32	402.9	134.29	9	165.66	55.22
0.102	58	671.0	223.7	39	475.0	158.35	10	175.97	58.66
0.125	61	701.9	234.0	54	629.7	209.91	33	413.17	137.72
0.150	68	774.1	258.0	59	681.3	227.10	41	495.67	165.22
0.175	79	887.6	296.9	72	815.4	271.79	49	578.18	192.73
0.200	98	1083.5	361.2	85	949.4	316.48	55	640.06	213.35
0.225	106	1166.0	388.7	112	1227.9	409.30	66	753.50	251.17
0.250	130	1413.5	471.2	126	1372.3	457.42	71	805.06	268.35
0.275	148	1599.2	533.1	143	1547.6	515.86	90	1001.01	333.67
0.300	163	1753.9	584.6	150	1619.8	539.93	111	1217.58	405.86

GOLPES	56	25	12	
C.B.R.	0.1	22.37%	15.83%	5.87%
	0.2	24.08%	21.10%	14.22%



LABORATORIO GEOTÉCNICO CECAPED SUELOS S.A.C RUC: 20607813788  
 Calle Cobre Mz. A Lote 7 Urb. San Isidro  
 CORREO: [suelos@cecapedingeneria.edu.pe](mailto:suelos@cecapedingeneria.edu.pe)  
 996-968-817/ 946-227-318/ (044)6986044

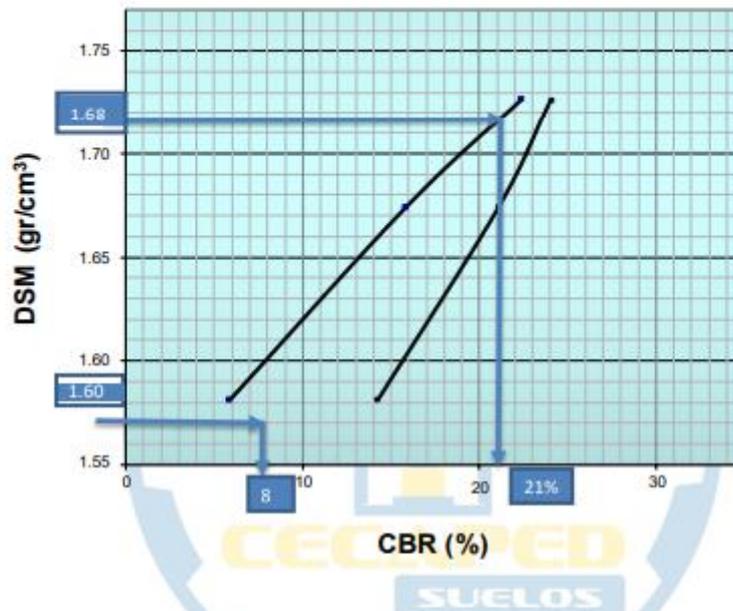




PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL AA.HH. EL MILAGRO SECTOR V HUANCHACO -- TRUJILLO- LA LIBERTAD.

FEHA: NOVIEMBRE 2022

Curva CBR - Densidad



VALORES PROCTOR MODIFICADO:

DENSIDAD SECA MAXIMA (g/cm³): 1.68

HUMEDAD OPTIMA (%): 8.04

95% DENSIDAD SECA MAXIMA (g/cm³): 1.60

C.B.R. (%): 8.00 %

100% DENSIDAD SECA MAXIMA (g/cm³): 1.68

C.B.R. (%): 21.00 %

LABORATORIO GEOTÉCNICO CECAPED SUELOS S.A.C RUC: 20607813788

Calle Cobre Mz. A Lote 7 Urb. San Isidro

CORREO: [suelos@cecapedingeneria.edu.pe](mailto:suelos@cecapedingeneria.edu.pe)

996-968-817 / 946-227-318 / (044)6986044



# PLANOS