



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

Diseño estructural del pavimento flexible utilizando método  
AASHTO 93 en la avenida Riva Agüero-El Porvenir-Trujillo, 2021

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

**AUTORES:**

Nureña Villegas, Vicmarc Giordano (ORCID: 0000-0002-4307-7935)

Trujillo Portocarrero, Marlon (ORCID: 0000-0002-1906-8967)

**ASESORES:**

Mg. Villar Quiroz, Josualdo Carlos (ORCID: 0000-0003-3392-9580)

Mg. Horna Araujo, Luis Alberto (ORCID: 0000-0002-3674-9617)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Construcción Sostenible

Diseño de Infraestructura Vial

**TRUJILLO – PERÚ**

**2021**

## **Dedicatoria**

Este trabajo de investigación se lo dedicamos a Dios y a nuestros padres por darnos la fuerza y apoyo para seguir el camino para culminar nuestra carrera profesional. A nuestro asesor por ser el motor y nuestro guía del día a día, en el desarrollo de este proyecto de investigación.

## **Agradecimiento**

Gracias a Dios, a nuestros padres por ayudar a cumplir nuestros sueños, por desear y anhelar siempre lo mejor en nuestra vida. Al asesor Josualdo Villar Quiroz por su orientación durante el desarrollo del proyecto.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenido .....	iv
Índice de tablas .....	vi
Índice de figuras .....	viii
Índice de ecuaciones.....	ix
Resumen.....	x
Abstract .....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEORICO.....	8
III. METODOLOGÍA.....	23
3.1 Tipo enfoque y diseño de investigación.....	23
3.2 Variables y Operacionalización .....	25
3.3 Población, muestra y muestreo.....	28
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	31
3.5 Procedimientos .....	40
3.6 Método de análisis de datos .....	41
3.7 Aspectos éticos .....	42
IV. RESULTADOS .....	55
V. DISCUSIÓN.....	63
VI. CONCLUSIONES.....	66
VII. RECOMENDACIONES .....	67
REFERENCIAS .....	68
ANEXOS .....	79

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Propiedades físicas de los materiales para bases .....	16
<b>Tabla 2.</b> Requerimientos granulométricos del agregado grueso .....	17
<b>Tabla 3.</b> Requerimientos agregado fino de la base granular.....	18
<b>Tabla 4.</b> Requerimientos granulométricos para base granular.....	19
<b>Tabla 5.</b> Categoría de Subrasante .....	19
<b>Tabla 6.</b> Esquema diseño transversal .....	25
<b>Tabla 7.</b> Clasificación de variables .....	26
<b>Tabla 8.</b> Instrumentos y validación .....	29
<b>Tabla 9.</b> Presión de contacto del neumático .....	34
<b>Tabla 10.</b> Valores para nivel de confiabilidad .....	36
<b>Tabla 11.</b> Valores para desviación estándar .....	37
<b>Tabla 12.</b> Índice de Serviciabilidad final .....	38
<b>Tabla 13.</b> Índice medio diario (IMD) .....	44
<b>Tabla 14.</b> Índice medio anual-vehículos livianos .....	45
<b>Tabla 15.</b> Índice medio anual-vehículos pesados .....	46
<b>Tabla 16.</b> Numero de ejes equivalentes proyectado .....	47
<b>Tabla 17.</b> Calculo EE día- Carril Proyectado .....	48
<b>Tabla 18.</b> Calculo ESAL .....	49
<b>Tabla 19.</b> Coeficientes de capas .....	52
<b>Tabla 20.</b> Espesores Mínimos .....	53
<b>Tabla 21.</b> Espesores del paquete estructural .....	54
<b>Tabla 22.</b> Evaluación superficial de la vía .....	55
<b>Tabla 23.</b> Resultado IMDA vehículos livianos .....	56

<b>Tabla 24.</b> Resultado IMDA vehículos pesados.....	56
<b>Tabla 25.</b> Resultado ESAL .....	57
<b>Tabla 26.</b> Número de puntos de investigación .....	58
<b>Tabla 27.</b> Ubicación de Calicatas .....	58
<b>Tabla 28.</b> Análisis Granulométrico.....	59
<b>Tabla 29.</b> Limite Liquido, Limite Plástico e IP .....	59
<b>Tabla 30.</b> Contenido de Humedad.....	60
<b>Tabla 31.</b> Proctor Modificado.....	60
<b>Tabla 32.</b> CBR al 100% .....	61
<b>Tabla 33.</b> CBR al 95% .....	61
<b>Tabla 34.</b> Matriz de Operacionalización de Variables .....	81
<b>Tabla 35.</b> Matriz de la consistencia .....	82

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Estructura del pavimento flexible.....	13
<b>Figura 2.</b> Equipo para tamizado húmedo .....	18
<b>Figura 3.</b> Condición de la vía sin mantenimiento .....	22
<b>Figura 4.</b> Diagrama diseño de investigación.....	25
<b>Figura 5.</b> Vista Av. Riva Agüero- Google Maps .....	27
<b>Figura 6.</b> Procedimiento .....	31
<b>Figura 7.</b> Gráfico de barras .....	40
<b>Figura 8.</b> Ejemplo de tablas .....	40
<b>Figura 9.</b> Espesores del paquete estructural del pavimento .....	62

## RESUMEN

El proyecto de investigación se llevó a cabo en el distrito de El Porvenir, se desarrolló con la finalidad de elaborar un diseño de pavimento el consistirá en determinar los espesores de las capas que conforman la estructura del pavimento en la avenida Riva Agüero. La investigación según el propósito es aplicada-practica; por el diseño no experimental y con un nivel descriptivo. La recolección de datos se realizó con la técnica de observación y revisión documentaria; los instrumentos utilizados fueron fichas de recolección de datos, tablas, gráficos, en el cual se examinó los datos recolectados usando software. La problemática identificada es el transito lento y daño de vehículos ocasionado por falta de pavimento. Se llevó a cabo un estudio de tráfico vehicular teniendo un resultado IMDA de 467 vehículos y un ESAL 1,287,589 EE. Asimismo se determinó los espesores del paquete estructural para un periodo de 20 años los cuales fueron una base 20 cm, una sub base de 15 cm y una carpeta asfáltica de 8cm, todo ello basado en la Guía AASHTO 93, Manual de pavimentos Urbanos, y normas ASTM para estudio de suelos.

**Palabras Clave:** Diseño estructural, pavimento, suelos, ejes equivalentes, trafico.



## **ABSTRACT**

The research project was carried out in the district of El Porvenir, it was developed in order to develop a pavement design using the AASHTO 93 method, which will consist of determining the thicknesses of the layers that make up the structure of the avenue's pavement. Riva Agüero. Research by purpose is applied-practical; by design it is non-experimental and descriptive. The data collection was carried out with the technique of observation and documentary review; The instruments used were data collection cards, tables, graphs, in which the collected data was examined using software. The problem identified is slow traffic and damage to vehicles caused by the lack of pavement. A traffic study was carried out, resulting in an IMDA of 467 vehicles and an ESAL of 1,287,589 EE. Likewise, the thicknesses of the structural package were determined for a period of 20 years, which were a base 20 cm, a subbase of 15 cm and an 8cm asphalt mat, all based on the AASHTO Guide 93, Manual of Urban Pavements, and ASTM standards for soil studies.

**Keywords:** Structural design, Pavement, floors, equivalent axes, traffic

## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Realidad problemática

Las vías de comunicación son elementos fundamentales para el progreso económico a nivel mundial. Si no se tiene un adecuado sistema de transporte ya sea urbano o rural, ningún país puede lograr el crecimiento de sus recursos naturales e industriales. El avance del transporte está ligado a los costos que puede generar la ejecución de un proyecto, si no se ejecuta adecuadamente puede generar daños al medio ambiente y a la población, y es compromiso del ingeniero responsable de transporte ejecutar un diseño de pavimento de alta calidad, que este mismo se adecue al presupuesto que se tiene y reducir los daños en su ejecución.

(Garber y Hoel, 2005). Indica que en Chile el diseño de un pavimento se realiza con el propósito de tener vías optimas que puedan comunicar a las provincias más alejadas a la capital y desarrollar a nivel máximo las industrias locales, con esto se accede para que las provincias logren optimizar su status social y reducir algún accidente peatonal o vehicular.

(Lozano, 2018). Señala que en Ecuador los diseños de pavimento flexible se realizan ya que existe una condición mala de las pistas para la circulación vehicular y esto impide el transporte de insumos y materiales que son necesarios para el trabajo de los pobladores. Asimismo, busca minorar el daño de los vehículos producidos por la mala condición en que se encuentran las pistas.

Delgado y Rivera (2018). señala que en Argentina el diseño de un pavimento flexible empieza por el estudio de la subrasante, es por ello, que debe tener características técnicas optimas y como resultado una excelente granulometría ya que con esto se puede reducir fallas significantes en el futuro y tener una adecuada funcionalidad. También se considera que mientras sea mayor el CBR se efectuara un aumento considerable en la capacidad de soporte de la subbase.

MTC, (2021). En Perú la problemática inicia porque se compone por una red vial de 78 mil km de carreteras, de este solo 30 mil km comprende a autopistas en el cual el estado físico del pavimento flexible se encuentra entre el estado regular a malo, de lo que se deduce que en el Perú tenemos un problema de transitabilidad vial.

Realizar un diseño de pavimento flexible es fundamental ya que de esto depende que los costos futuros de rehabilitación, mantenimiento sean más económicos, además suelen proyectarse a 20 años de vida útil, teniendo como factores primordiales el tráfico y suelos, de esta manera encontrará los espesores requeridos para la carpeta asfáltica, base y subbase.

Suarez (2017). logro desarrollar un pavimento flexible utilizando la metodología AASHTO 93, en la autopista Norte- Cali-Colombia, los resultados del estudio teniendo en cuenta aspectos técnicos y normativo deducen que los agregados de la subrasante tiene material de elevada flexibilidad y con un porcentaje mínimo de capacidad portante, asumiendo un CBR de 1.48%, se llegó a la conclusión que se debe realizar una superficie de asfalto de 8 cm, asimismo base de 32 cm, subbase de 43 cm y tratamiento en el terreno natural.

Chávez (2018) realizo un proyecto de pavimentación en la avenida Morales, ubicada en intersecciones de la vía Expresa-Lima". Se logró determinar los siguientes aspectos técnicos y normativos, un regadío de 5 cm, llenado asfáltico de 7.2 cm, y los dos aspectos que necesitaron de pruebas de mecánica de suelos para obtener sus datos, base de 20 cm y subbase de 25 cm. En el ámbito de serviciabilidad vial se obtuvo datos como llenado asfáltico de 5.5 cm, base de 15 cm y sub base de 18 cm. Se diseñó con AASHTO 93, el cual servirá como instructor para los cálculos correspondientes de diseño.

Quezada (2019) desarrollo un proyecto de pavimentación en Pueblo Nuevo, Jaén- Cajamarca. Se determinó aspectos puntuales como una capa asfáltica

de 10 cm, base de 25 cm y sub base de 45 cm. El resultado general tiene como finalidad los procedimientos para pavimentación y los respectivos espesores.

La pavimentación es de suma importancia en el ámbito de las obras viales, ya que favorece a diversas poblaciones con pistas que ayudan a interconectarse de manera segura y rápida entre sí, asimismo genera desarrollo social y económico a regiones urbanas y rurales, esto lleva a poder tener un viaje con seguridad y reducir en gran proporción los accidentes de tránsito.

La empresa constructora FRANCO & HNOS. S.A.C. con RUC:20439639700 ejecutaron la obra: “Creación del Servicio de transitabilidad vial en las calles El Triunfo, Retamas, Huanchaco, Los Cipreses, Los Sauces, Los Pinos, Distrito De Huanchaco, Trujillo” tuvo como finalidad la mejora de la transitabilidad vial de la zona para así tener un mejor funcionamiento, fluidez, confianza y confort para los pobladores.

INCOT S.A.C. CONTRATISTAS GENERALES con RUC: 20101029442 ejecutaron la obra: “Creación del intercambio vial de las avenidas América Norte, Nicolás De Piérola, Mansiche, De La Ciudad De Trujillo”, esta obra se realizó con el fin de interconectar las avenidas mediante un by pass para así solucionar los problemas de tráfico que se presentaban en la zona, teniendo así una mejor fluidez de los vehículos.

El MTC a través de Provias realizaron la obra: “Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Trujillo- Huamachuco” esta obra tiene un costo por más de 200 millones de soles por lo cual se avala la fluidez vehicular con rapidez, comodidad y seguridad para los interesados gracias a esto el viaje hoy demora alrededor de 5 horas ya que antes era de 10 horas a más dependiendo del clima.

En el distrito El Porvenir algunas calles están severamente dañadas y otras no cuentan con un pavimento, además no existe una cultura vial necesaria, es por ello que se puede ver un gran riesgo vehicular y peatonal. Por este motivo, priorizamos este proyecto en la creación de una alternativa para solucionar las variables que refieren a un estudio de tránsito, por ende, realizaremos un diseño estructural del pavimento flexible para la Av. Riva Agüero. Las causas que originan el deterioro de un pavimento flexible son las cargas de los vehículos, el clima, el espesor de cada capa estructural y el tiempo de vida para el cual fue elaborado.

En las carreteras interprovinciales de La Libertad el asfalto y sus distintas capas tienden a deformarse de manera más rápida, esto se debe a posibles causas climáticas o al inadecuado uso de los materiales granulares en la base y subbase. También se tiene datos de la Red Departamental que de 1.9 km este asfaltado el 5.9%; llegando a la Red Pública, de 5,600 km solo presenta el 2.8%, concluyendo que las vías principales de nuestra región no se encuentran pavimentadas, por eso es necesario la intervención del gobierno para ejecutar un sistema de transporte vial para el desarrollo de la población.

Actualmente la avenida en estudio muestra deficiencias técnicas y estructurales, por ello es riesgoso para los vehículos y peatones, entonces en el presente estudio se realizará alternativas para mejorar la transitabilidad vehicular es por eso que se hará un diseño de pavimento flexible en el tramo correspondiente a la avenida.

En esta investigación, se realizará el diseño estructural del pavimento flexible en la av. Riva Agüero-El Porvenir- Trujillo, con el propósito de encontrar los grosores de las capas que conformaran dicho pavimento en cual se lograra cumpliendo correctamente cada uno de nuestros objetivos específicos como es el estudio superficial de la vía con el fin de encontrar el estado actual, estudiar el tráfico de la avenida, realizar análisis de suelos. Con estos datos podemos obtener los valores de las distintas capas de un pavimento.

Por otro lado, al no realizarse este proyecto de investigación traerá como consecuencia que la avenida tenga un tránsito lento dañando a los vehículos o peor aún ocasione accidentes de tránsito, y a la vez la disminución de la economía, ya que muchas empresas de calzado, así como de comercio en general usan esta avenida, pero por el mal estado en la que se encuentra se limitan al crecimiento, también afectaría de manera muy directa a los pobladores de la zona.

## **1.2 Planteamiento del problema**

El problema de investigación planteado será ¿Cuál es el diseño del pavimento flexible utilizando el método AASHTO 93 en la avenida Riva Agüero, El Porvenir, Trujillo, 2021?

## **1.3 Justificación**

### **1.3.1 Justificación General:**

El estudio actual se está realizando porque la avenida se encuentra en mal estado, incluso no tiene pavimento en un tramo muy largo, es por ello que diseñar un pavimento flexible con el método AASHTO 93 en todo el tramo correspondiente, beneficiará a los pobladores del distrito y reducirá la tasa de accidentes de tránsito que hoy en día se observa.

Esta investigación diseñara un pavimento flexible en la avenida Riva Agüero, teniendo en cuenta sus características técnicas y normativas. Se conoce que la avenida no tiene un buen estado superficial en la actualidad, es por ello que se elaborará un pavimento resistente y a la misma vez habrá una mejor calidad de traslado para la población. El presente proyecto de investigación beneficiará a los pobladores del distrito del porvenir, al tránsito de los vehículos y al crecimiento industrial y económico de la población, asimismo este proyecto será modelo de información para futuras investigaciones.

### **1.3.2 Justificación teórica**

La presente investigación se justifica en el ámbito teórico ya que tiene como finalidad la búsqueda y el propósito de contribuir a los investigadores con más aspectos teóricos y técnicos correspondiente a los pavimentos flexibles, clasificación y lo más importante el diseño que debe tener dicho pavimento ya que este debe cumplir con las características necesarias para esta avenida en estudio.

### **1.3.3 Justificación practica**

En el ámbito practico la investigación abarca el diseño del pavimento flexible en la avenida Riva Agüero, el objetivo es brindar datos e información sobre los pasos que se debe seguir para realizar este estudio. Primero se realiza una evaluación superficial de la vía, luego realizar un estudio de tráfico para obtener el IMDA, seguidamente un análisis de suelos para determinar el CBR, una vez obtenido esto se procederá a realizar el diseño del pavimento flexible, para así obtener los espesores de cada una de las capas que lo conformaran.

### **1.3.4 Justificación metodológica**

Respecto a la justificación metodológica se utilizará el método ASSHTO 93 y diversos repositorios que ayudaran a realizar el estudio. La finalidad de este proyecto es que sirva como referencia para investigación futuras respecto al tema de evaluación de pavimentos flexibles aplicando el método ASSHTO 93.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo General**

Diseñar la estructura del pavimento flexible utilizando el método AASHTO 93 en la Av. Riva Agüero-El Porvenir-Trujillo,2021.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

Realizar un estudio superficial de la vía para determinar en qué estado se encuentra en la actualidad la avenida Riva Agüero-El Porvenir-Trujillo,2021.

Determinar las cargas de transitabilidad en la avenida Riva Agüero-El Porvenir-Trujillo,2021.

Determinar las propiedades del suelo en la avenida Riva Agüero-El Porvenir-Trujillo,2021.

Determinar los espesores del paquete estructural del pavimento flexible en la Riva Agüero-Trujillo,2021.

## **1.5 Hipótesis**

### **1.5.1 Hipótesis general**

El diseño del pavimento flexible en la avenida Riva Agüero estará llevado a cabo por el método AASHTO 93 así como el Manual de pavimentos urbanos CE. 010 y el Manual de carreteras el cual consistirá por una capa de asfalto con base y sub base granular en la avenida Riva Agüero-El Porvenir-Trujillo, 2021.



## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 ANTECEDENTES

#### INTERNACIONALES

***“Diseño de la estructura de un pavimento flexible mediante AASTHO 93, para el crecimiento del lado occidental de la Autopista Norte a partir de la calle 245 (El Buda) hasta La Caro”.***

Suarez, (2017), El objetivo fue mejorar las condiciones de la superficie donde transitan los vehículos, se utilizó el Método AASHTO 93 y el Manual de INVIAS (p.9). En la metodología según el tipo de investigación por el propósito es practica por ello se realizó en 4 etapas; Diagnostico, Estudio de tráfico, Estudio de suelos y estructura del paquete estructural. (p.28-33). Como resultados se encontró que el promedio de carga es 43,769,350.00 repeticiones, se promediaba en ejes de 8.2 Tn, para esto los agregados de subrasante de dicho estudio está compuesto de materiales con alta flexibilidad y con una muy baja CP (p.63). Tiene un CBR ponderado de 5.42%, por lo que se plantea una carpeta asfáltica de 13.00cm, también una base de 44.00cm y una subbase de 46.00cm (p.68). Como principal aporte de este proyecto a nuestra investigación se da en que los espesores calculados para el paquete estructural dependerán de los años de vida útil de este y de los cálculos realizados, la información sirvió para analizar nuestro procedimiento.

***“Diseño de pavimento flexible en la avenida Virgen de Fátima desde el km 11- Taura”***

Delgado y Rivera (2018). El estudio tuvo el objetivo era realizar cálculos usando el método AASHTO 93 y PCA para encontrar las medidas del paquete estructural (p.11). La metodología según el diseño de investigación fue no experimental ya que se basó en hacer un estudio de tránsito, encontrar las propiedades del suelo y finalmente el procedimiento de diseño (p.27-32).

Después de realizar el procedimiento se obtuvo que la subrasante es un factor muy importante al momento de realizar estudios de carreteras, así mismo se debe efectuar ciertos rasgos de calidad, se menciona también que la granulometría evita fallas futuras en las capas y ayuda a obtener mejores resultados (p.69). Debemos tener en cuenta que con un CBR mayor la capacidad de resistencia de la sub base eleva permitiendo así la reducción del grosor de la losa de concreto (p.73). Como aporte principal a este proyecto fueron las consideraciones técnicas que se tiene respecto al uso de los análisis de suelos y también las diversas técnicas que se usan para diseñar un pavimento respetando las normas y reglamentos de carreteras.

## **NACIONALES**

### ***“Diseño de pavimento flexible, bajo influencia de parámetros de diseño debido al deterioro del pavimento en Santa Rosa – Sachapite, Huancavelica – 2017”***

Escobar y Huincho (2017). El objetivo fue determinar los parámetros estructurales para diseñar un pavimento flexible ya que la vía existente estaba deteriorada (p.13). La metodología usada fue descriptiva y aplicada por ello se dividió en 4 etapas, Diagnostico del lugar de estudio, Trabajo de Campo, Trabajo de Gabinete y Proceso de diseño utilizando manuales y softwares correspondientes. (p.29-34). Como resultados se obtuvo que el CBR no afecta a la carpeta asfáltica solo a la sub base, por eso se afirma que cuando hay un mayor CBR el espesor de la sub base es menor y a menor CBR la sub base del pavimento es mayor (p.67), este estudio ayuda a nuestro proyecto a entender porque se debe realizar estudios de suelos y dar mucha importancia a los CBR críticos que son menores a 3% y para solucionar esto se debe realizar una estabilización de suelos.

### ***“Diseño estructural de pavimento flexible en la av. César Vallejo cruce con la Av. Separadora industrial en el distrito de Villa el Salvador, provincia de Lima”***

Rojas Mendoza, Faustino (2018). El objetivo principal de esta investigación era diseñar un pavimento flexible de carpeta asfáltica en caliente en la sección detallada del distrito Villa el Salvador, Lima (p.12). La metodología usada según el diseño de investigación fue no experimental, de esta manera se basó primero en hacer un estudio de tráfico y verificar la cantidad de vehículos que transitan al día, seguidamente encontrar las propiedades del suelo y finalmente encontrar las medidas del paquete estructural (p.28-32). Como resultados se obtuvo que la amplitud de diseño fue de 5,30 km, con diseño geométrico urbano, se calculó un periodo de ejecución de 350 días calendarios y medidas de diseño de 21 cm de base y para la sub base 15cm (p.68). Este proyecto de investigación nos ayuda a tener más conocimiento sobre el método de diseño del pavimento teniendo en cuenta los parámetros mínimos establecidos en los manuales y guías según normativa nacional.

## **LOCALES**

### ***“Diseño de pavimento flexible en la avenida Aeropuerto, Distrito de Huanchaco, La Libertad”***

Manayay y Mudara. (2018), el objetivo era diseñar la superficie de la vía usando la metodología AASHTO 93 (p.15), La metodología que se empleo fue descriptiva y no experimental asimismo se diagnosticó que el estudio se llevó a cabo de la siguiente manera, trabajo de Campo, trabajo de gabinete, y Proceso de diseño siendo como guía el manual AASHTO (p.27-33). Se obtuvo datos de que la capa de rodadura es de 5.08 cm el cual la mezcla asfáltica tiene que ser en caliente, la base debe tener una medida de 15 cm, con agregados para afirmado para un CBR del 80% y por ultima una sub base con un espesor de 10 cm (p.72). El principal aporte esta dado por las consideraciones técnicas que se tiene respecto al uso de los análisis de suelos, estudio de tráfico y encontrar las medidas del paquete estructural en el lugar de estudio correspondiente.

***“Diseño de un pavimento flexible en la Av. Uno y la Av. Sinchi Roca en el centro poblado Alto Trujillo, La Libertad”.***

Bermúdez y Ramos (2019), la finalidad era diseñar un pavimento en Alto Trujillo, El Porvenir (p.12), La metodología que se uso fue no experimental y aplicada y el estudio se basó primero en determinar la cantidad de vehículos que transitan al día, seguidamente encontrar las cargas de transitabilidad el cual será un dato indispensable para poder detallar los valores de la base, sub base y carpeta asfáltica. (p.29-33). Los datos que se pudo obtener fueron que tiene un CBR del 12% y el tipo de suelo es arena pobremente gradada con finos, a la vez se concluyó que se necesita emplear una carpeta de 4 cm, una base de 20 cm y una sub base de 15 cm (p.69). Este proyecto de investigación nos ayuda a tener más conocimiento sobre el método de diseño del pavimento teniendo como base manuales y guías que están sustentadas por el MTC.

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 Pavimento**

Se denomina pavimento a una estructura que se compone por capas apoyadas sobre un terreno preparado, el cual servirá de soporte durante todo el periodo de diseño esto según el rango de serviciabilidad. Cumpliéndose la misma definición para los distintos pavimentos ya sea pistas, ciclo vías, estacionamientos, veredas, entre otros. (Manual Pavimentos Urbanos- Pag.32).

### **2.2.2 Diseño estructural del pavimento**

Se define como diseño estructural a un proceso constructivo cuyo propósito es dar a conocer sus características estructurales del pavimento de esta manera durante su vida útil debe cumplir con los requerimientos técnicos y normativos de una forma adecuada dando un mejor rendimiento. (Terrones,2018).

### 2.2.3 Pavimento flexible

Pavimento flexible se denomina a una estructura vial que se construye sobre la sub rasante de una plataforma, para soportar y distribuir las cargas que ocasionan los vehículos, así como también para optimizar el bienestar del usuario y las escalas de seguridad. Por lo regular las capas que conforma un pavimento son: la sub base, la base y la carpeta asfáltica. (Ramos, 2018)

Como capas que conforman el pavimento flexible tenemos las siguientes:

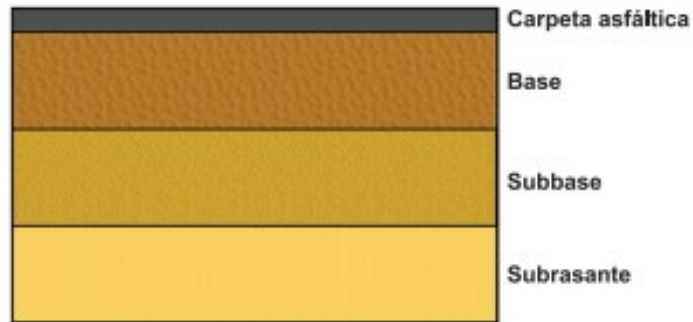
- a) **Subrasante:** Se denomina así al terreno natural previamente recortado y compactado que sirve como cimentación del pavimento, de acuerdo a los requerimientos del diseño geométrico y cumpliendo con las reglas de calidad del MTC. (Zelada, 2019)
- b) **Sub base:** Esta capa se construye sobre la subrasante usando materiales pétreos bien graduados, al igual que la subrasante debe cumplir con las reglas del MTC. Puede omitirse en caso solo exista uso peatonal de lo contrario es indispensable en caso de circulación vehicular. (Zelada, 2019).
- c) **Base:** Esta capa se ubica entre la carpeta asfáltica y la sub base, al igual que la sub base está compuesta por materiales pétreos con una muy buena granulometría.

Permite una reducción de la carpeta asfáltica ya que tiene una función estructural muy importante para reducir esfuerzos cortantes efectuadas a las capas que se encuentran debajo de esta, cumple también la función de drenar el agua que se encuentra atrapada en la estructura del pavimento. (Zelada, 2019)

- d) **Carpeta Asfáltica:** Es la zona de rodamiento compuesta por materiales correosos, su finalidad es distribuir los esfuerzos hacia las terracerías. Conocida también como superficie de rodamiento debido a que los vehículos circulan sobre esta.

Se conforma por materiales granulares endurecidos con o sin liga o el más común que sería el concreto asfáltico teniendo estas diferentes variedades. (Zelada, 2019)

Figura 01: Estructura de un pavimento flexible



## 2.2.4 Estudios fundamentales

### 2.2.4.1 Transito

El estudio de tránsito tiene por finalidad establecer la amplitud de tránsito y su estructura sistemática; abarca desde cuando se dio utilidad a la vía hasta el tiempo de extensión del proyecto. También detalla el valor del volumen y los márgenes de servicio del tramo a estudiar durante su tiempo de diseño así mismo el parámetro de los ejes equivalentes para realizar el cómputo de los grosores de pavimentos.

La amplitud del tránsito y su procedimiento explican los servicios de un proyecto vial, de esta manera se debe considerar y dar relevancia a la determinación del volumen de tránsito, las características de los móviles y su comportamiento así mismo su ámbito de trabajo. Los rasgos técnicos de la vía determinan la estimación de comodidad al transitar los vehículos y peatones por el afirmado. Los valores y particularidades del tráfico se sustentan con los estudios de topografía en los tramos de una carretera, la geometría de la vía, el flujo vehicular y el tráfico vial y peatonal sobre la superficie que se está evaluando. (Calderón y Zelaya, 2015).

#### **2.2.4.2 Estudio de trafico**

La intensidad, así como el volumen de la carga que genera el tráfico tiene que ser consistente en cada sección, En las avenidas como condición primaria se tiene que considerar el tráfico de camiones. En el cruce de calles se debe tratar por secciones separadas cuando el volumen de tráfico sea mucho, por esto se recomienda separar en secciones según las direcciones del tráfico, así como los carriles de ida y vuelta. (Escobar y Huincho, 2017)

#### **2.2.4.3 Índice Medio Diario Anual**

Es un valor numérico que se estima al tráfico de vehículos ya sean pesados o livianos en un año de red vial. Así también es un conteo que resulta de la clasificación vehicular y el volumen en el periodo de una semana multiplicado por un factor de corrección de tráfico analizado o ya sea de servicio público, particular y el transporte de mercadería (MTC,2021)

#### **2.2.4.4 Estudio de Suelos**

La exploración del suelo es de utilidad para determinar sus características, así como para el diseño estructural del pavimento, por ellos las muestras llevadas al laboratorio tienen que ser representativas del lugar de estudio de esta manera tener un sentido de validez.

El correcto estudio de suelo nos ayuda a conocer las características mecánicas y físicas del terreno, en otras palabras, la composición de las capas asimismo nos brinda datos del tipo de cimentación más adecuado para la obra a construir y por último los asentamientos de la estructura respecto al peso que deberá soportar. (Escobar y Huincho, 2017)

##### **a) Propiedades Mecánicas**

Los aspectos explicados y descritos previamente, tienen semejanza con las características mecánicas de los agregados, estas son:

- Elevada resistencia
- Dureza y estabilidad antes las cargas aplicadas y causas externas.

a. Resistencia de los granulares. La principal propiedad de un elemento granular es que presenta resistencia a la humedad y cargas de soporte, se usa en la base de un pavimento flexible. Es la capa que provee una unidad de resistencia al trabajo que genera las cargas de tránsito e idóneo para transferir los esfuerzos resultantes con energías apropiadas, (Montejo, 2008)

Hay condiciones para que el material logre brindar una excelente firmeza, estas deben ser: mostrar una línea de características físico-mecánicas como adecuada estructura de arenas, es decir que la base tenga en su composición partículas de distintos tamaños y con forma adecuada de esta manera formar un enlace y una elevada fricción en su interior. En resumen, que sea resistente ya que esta condición afirmara en gran parte el soporte estructural apropiado.

En ciertos casos algunos rasgos de los materiales derivan de técnicas de producción como la pulverización, esta fija la forma terminada de las partículas y el cernido permite conformar los requerimientos granulométricos. (Macias, 2006).

b. Dureza de los granulares. En el caso de que un elemento de base para pavimento flexible va ser expuesto a cargas es obligatorio que este mismo no tenga fracturación o se rasgue, esto incitaría que la estructura de volúmenes de los agregados se vea forzada y varíe, causando que la estructura tenga una conducta distinta y probablemente perjudicial, por la razón que no brindará igual capacidad portante originaria, por estos argumentos el material debe ser rígido. (Menéndez, 2013). No se puede indicar que un granular es rígido cuando tiene resistencia baja al deterioro, esta cualidad se ve sostenida si las partículas poseen una estructura adecuada, se puede resumir en que sean ni muy extensas ni



niveladas, también por sus propiedades técnicas como la porosidad y la resistencia al fracturamiento, (Macias,2006)

c. Estabilidad de granulares. La estabilidad de una capa granular está en función del mantenimiento de sus características técnicas y físicas como son resistencia al deterioro por carga áspera y frente al trabajo de sulfatos, también la conservación de las medidas en su división granulométrica. Al momento de trabajar los granulares se tiene que tener una aprobación para poder usarlo mediante la normativa nacional actual, ya que no se está teniendo en cuenta que los agregados en su tiempo de uso se van a portar de distinta manera a como se estima que se portaran en los estudios de laboratorio, por la razón que los granulares sufren grandes cambios ocasionados por la acumulación de esfuerzos, en el momento del trabajo del material se crean energías de disipación y las partículas que cooperan en este trabajo sufren fracturamiento. En conclusión, todo indica que los materiales modificaran sus cualidades técnicas y mecánicas y que un análisis ordinal no puede detallar de forma real el comportamiento del granular al terminar su periodo de servicio, ya que no simula lo que físicamente sucede al aplicar la carga, (Macias, 2016)

#### **b) Propiedades Físicas:**

Para comprobar la calidad de un paquete de materiales granulares, se debe someter a estudios de suelos en laboratorios verificados, teniendo que cumplir con las especificaciones técnicas y normativas siguientes.

Tabla 01. Propiedades físicas de los materiales para base

TIPO DE ENSAYO	BASE
CBR Valor mínimo (AASHTO-T-193)	80%
Abrasión Máxima "los Ángeles" (AASHTO T 96)	45%
Límites de Atterberg (AASHTO T-89 y T-90)	45%
Limite Liquido Máximo	25%
Índice de Plasticidad Máximo	4%

- El agregado grueso se nombrará a los materiales que pasan la malla N°4, estos tienen características de polvos pétreos durables y pulverizantes idóneas de resistir las causas de maniobra y compactación sin fabricación de finos contaminantes. Se debe cumplir con las siguientes especificaciones técnicas.

Tabla 02. Requerimientos Granulométricos del Agregado Grueso de la Base Granular.

Ensayo	Norma MTC	Norma ASTM	Norma AASHTO	Requerimientos	
				<Menor de 3000 msnm	Mayor o igual a 3000 msnm
<b>Partículas con una cara fracturada</b>	MTCE210	D5821		80% mín.	80% mín.
<b>a</b>					
<b>Partículas con dos caras fracturadas</b>	MTCE 210	D5821		40% mín.	50% mín.
<b>Abrasión Los Ángeles</b>					
Ángeles	MTCE207	C131	T 96	4-0%max.	40% máx.
<b>Partículas Chatas y Alargadas (1)</b>	MTCE221	D4791		15 % máx.	15 % máx.
<b>Sales Solubles Totales</b>	MTCE219	D1888		0.5% máx.	0.5% máx.
<b>Pérdida con Sulfato de Sodio</b>	MTC E209	C88	T 104		12%max.
<b>Pérdida con Sulfato de Magnesio</b>	MTCE209	C88	T 104		18%max.

- El agregado fino se nombrará a los agregados que pasan por la malla N°4, estos derivan de fuentes naturales o de métodos de pulverización o mezcla de ambos.

Tabla 03. Requerimientos Agregado Fino de la Base Granular.

REQUERIMIENTO			
ENSAYO	NORMA	< 3 000 m.s.n.m	> 3 000 m.s.n.m
INDICE PLASTICO	MTC E111	4% máx.	2% máx.
EQUIVALENTE DE ARENA	MTC E114	35% mín.	45% min.
SALES SOLUBLES TOTALES	MTC E219	0,55% máx.	0,5% máx.
INDICE DE DURABILIDAD	MTC E214	35% min.	35% min.

Fuente: sección 305 de las EG- Vigentes del MTC

Para disminuir las separaciones y certificar los parámetros de compactación, el material que se elabore deberá establecer un lugar a la curva granulométrica análoga, semejante a los límites de la franja por usar, sin saltos bruscos del segmento superior de un tamiz a la inferior de un tamiz anexo o acoplado.

Figura 02. Equipo para tamizado húmedo



Fuente: Ciencia Analítica de Suelos

Tabla 04. Requerimientos granulométricos para base granular

Material o Producto	Propiedades y Características	Método de Ensayo	Norma ASTM	ASTM Norma AASHTO	Lugar de Muestreo
Base Granular	Granulometría	MTC E 204	0 422	T 88	Cantera
	Límite Líquido	MTC E 110	0 422	T 89	Cantera
	Índice de Plasticidad	MTC E 111	D 4318	T 89	Cantera
	Desgaste Los Ángeles	MTC E 207	C 131	T 98	Cantera
	Equivalente de Arena	MTC E 114	D 2419	T 178	Cantera
	Sales Solubles	MTC E 219	D 1888		Cantera
	C8R	MTC E 132	ID 1883	T 193	Cantera
	Partículas Fracturadas	MTC E 210	D 5821		Cantera
	Partículas Chatas y Alargadas	MTC E 221	D 4791		Cantera
	Pérdida en Sulfato de Sodio / Magnesio	MTC E 209	C 88	T 104	Cantera

Fuente: sección 305 de las EG- Vigentes del MTC (2008)

### c) California Bearing Ratio (CBR)

Es un ensayo de laboratorio que se realiza para determinar la capacidad de soporte del suelo, así como también los agregados compactados en el laboratorio, teniendo en cuenta una humedad óptima.

Tabla 05. Categoría de Subrasante

Categorías de subrasante	CBR
S0: Subrasante inadecuada	CBR < 3%
S1: Subrasante insuficiente	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S2: Subrasante regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S3: Subrasante buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S4: Subrasante muy buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S5: Subrasante excelente	CBR ≥ 30%

Fuente: Manual de Carreteras

## 2.2.5 Diseño de pavimentos flexibles

Consiste en determinar el espesor de cada capa que forma parte de la estructura de un pavimento. Para ejecutar el diseño existen varios métodos, teniendo en cuenta factores como: condiciones de tráfico, propiedades del suelo, características de los materiales, factores ambientales y etapa de diseño. (Borja,2015).

### 2.2.5.1 Método AASHTO 93

El método actual más usado que se utiliza en proyectos de pavimentación es el AASHTO 93, en su contenido detalla las etapas y medios que se deber realizar para diseñar pavimentos flexibles y rígidos en carreteras o autopistas urbanas. En el caso de realizar con mezcla asfáltica, la técnica establece que el área de rodamiento se solventa solo con hormigón asfáltico y tratamientos superficiales, ya que se toma que estas estructuras resisten parámetros significativos de tránsito, que es un valor de 50000 ejes equivalentes en adelante con acumulación de 8.2 Tn durante el tiempo de diseño. (Rico y Telles, 2016).

Ecuación AASHTO para diseño de pavimentos flexibles.

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R \times S_0 + 9.36 \times \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10}\left(\frac{P_i - P_f}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \times$$

$$\log_{10}(Mr) - 8.07$$

**...Ecuación 1**

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

## 2.2.6 Características que debe cumplir un pavimento

Un pavimento para cumplir adecuadamente sus funciones debe reunir los siguientes requisitos: (Humpiri, 2015).

- ✓ Debe mostrar una textura superficial que se adapte a la velocidad prevista de cada uno de los vehículos que circulen por dicho pavimento.
- ✓ Tiene que resistir a las cargas que impone el tránsito.
- ✓ Tener resistencia a los distintos agentes que muestra la intemperie.
- ✓ También, tiene que cumplir con una resistencia adecuada para el desgaste que produce el efecto abrasivo de cada llanta de un vehículo.
- ✓ Económico y duradero,
- ✓ Presentar una superficie regular, para que permita una comodidad adecuada a los conductores en función a la longitud de onda de aquellas deformaciones y cierta velocidad de circulación.
- ✓ Mostrar una apta condición respecto al drenaje.
- ✓ El ruido que genera la rodadura en la parte interna de los vehículos que afecten al conductor, también la del exterior, tienen que ser adecuadamente moderado.

### **2.2.7 El periodo de vida de un pavimento flexible**

El periodo de vida de un pavimento flexible está dado por cuatro fases, las cuales iremos describiendo fase por fase: (Humpiri,2015).

Fase A: Se empieza con la construcción de un pavimento flexible el cual puede estar dado por una construcción solida o con algunos desperfectos constructivos. De igual manera se empieza a usar apenas finalice la obra. En ese momento dicho pavimento se encuentra en óptimas condiciones para cumplir con las necesidades los conductores.

Fase B: En esta fase podemos encontrar un desgaste lento y apenas visible. Durante el paso del tiempo el pavimento va mostrando un proceso de daño

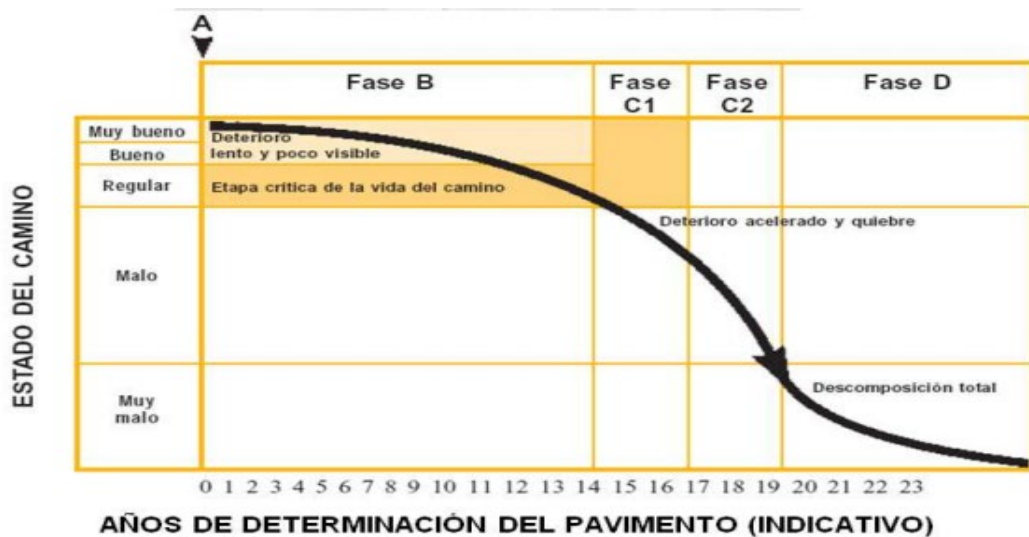
y desgaste lento, mayormente en el área de rodadura. Dicho deterioro es producido de acuerdo a los números de vehículos livianos y pesados que transita en la superficie, así mismo puede ser por la influencia del clima, agua de lluvias entre otros componentes.

En esta fase, el pavimento a simple vista parece en buen estado por lo que el conductor no percibe el desgaste, a pesar que ya tenemos una extensión progresiva de deformaciones que están abandonadas.

Fase C: En esta etapa se puede ver un deterioro acelerado del pavimento debido a los años de uso, siendo el área de rodadura y otros elementos de dicho pavimento los más acabados, entrando así a un deterioro más acelerado y menos resistente al tránsito. Las fracturas empiezan como puntuales para luego de poco a poco afectar la mayor parte del pavimento.

Fase D: Esta es la última fase denominada como descomponían total debido a que complica la circulación de los vehículos, generando un tránsito lento porque tenemos poco pavimento en buen estado.

Figura 03. Condición de la vía sin mantenimiento.



Fuente: Mantenimiento rutinario de caminos con microempresas, (Menéndez, 2016).

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1 Tipo enfoque y diseño de investigación**

##### **3.1.1 Enfoque de la investigación**

El enfoque de esta investigación es cuantitativo de manera deductiva, ya que la recolección de datos numéricos será procesada a un software y se procederá a hacer el diseño correspondiente, los datos numéricos están relacionados y respaldan la hipótesis planteada en el estudio (Borja, 2015).

##### **3.1.2 Tipo de investigación**

###### **3.1.2.1 Tipo de investigación por el propósito**

La aplicación que se realiza en las investigaciones se basa en ejecutar estudios relacionado a la problemática general (Borja, 2015).

La presente investigación es de tipo aplicada (práctica), es porque no se creará teorías nuevas, solo se guiará de los parámetros establecidos en las normas y manuales peruanos como son la norma técnica CE.010 de pavimentos urbanos, las normas ASTM, manual de carreteras y manual para el estudio de tráfico (MTC), son guías importantes para ejecutar de manera adecuada el diseño estructural del pavimento flexible.

###### **3.1.2.2 Tipo de investigación por el diseño**

El tipo de investigación es no experimental ya que no se encuentra una alteración en las variables, es decir, que es única y no existe otra que la pueda modificar. (Hernández y Fernández 2015).

Y es descriptiva, porque se encargará de detallar de manera concreta los procesos que se desarrollan en las dimensiones de la variable de estudio, por ello se tendrá en cuenta las normas y



manuales para diseñar un pavimento flexible óptimo y resistente.

### **3.1.2.2 Tipo de investigación por el nivel**

La presente investigación es de nivel descriptiva ya que se realizará un estudio detallado y sincronizado de un diseño estructural de pavimento flexible, se procederá a describir las características de las dimensiones existentes en nuestra variable de estudio, con la finalidad de obtener cálculos numéricos y estadísticos que sirvan para ejecutar un diseño estructural óptimo de un pavimento flexible.

### **3.1.3 Diseño de la investigación**

La investigación realizada es no experimental ya que no se encuentra una alteración en la variable, es decir, que es única y no existe otra que la pueda modificar, de la misma manera es un diseño transversal porque se hará la recolección de datos de todas las dimensiones de la variable de estudio en determinado tiempo y es descriptiva porque se detallara las etapas y materiales que se ejecutaran en el diseño estructural del pavimento flexible en la Avenida Riva Agüero en El Porvenir.

Figura 04. Diagrama del diseño de investigación

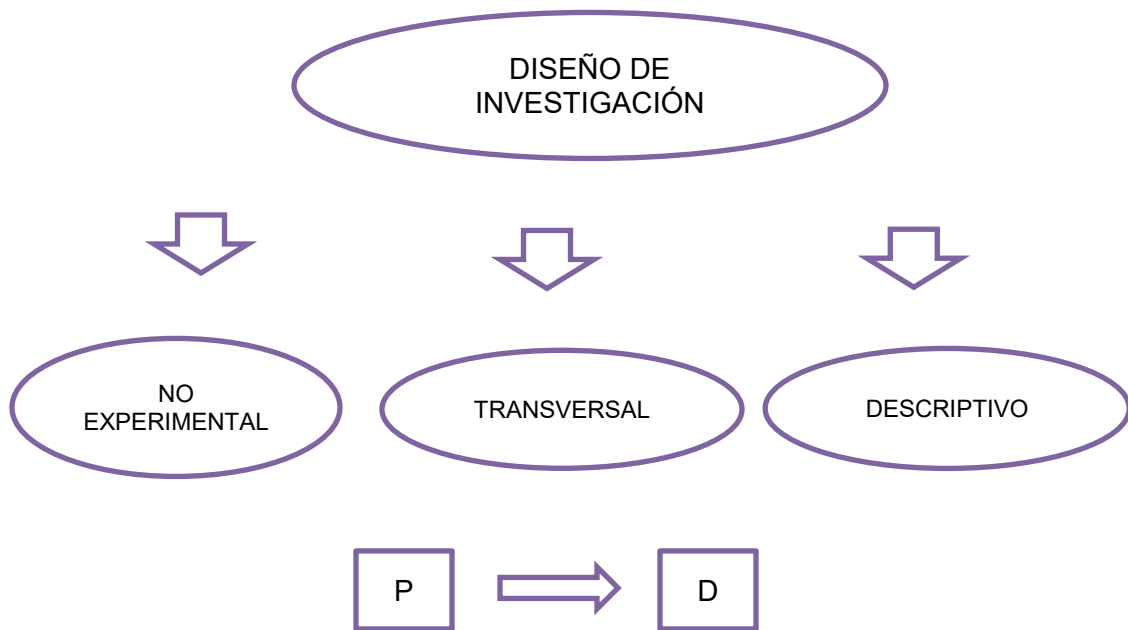


Tabla 06. Esquema diseño transversal.

Estudio	T1
<b>P</b>	<b>D</b>

Donde:

P: Longitud de la Avenida Riva Agüero.

D: Diseño estructural del pavimento flexible

### 3.2 Variables y Operacionalización

#### 3.2.1 Variable

Variable: Diseño del pavimento

Consiste en determinar el espesor de cada capa que forma parte de la estructura de un pavimento. Para ejecutar el diseño existen varios métodos, teniendo en cuenta factores como: condiciones de tráfico, propiedades del suelo, características de los materiales, factores ambientales y etapa de diseño. Borja (2015)

### 3.2.2 Clasificación de Variables

Tabla 07. Clasificación de las Variables

<b>CLASIFICACIÓN DE LAS VARIABLES</b>					
<b>Variables</b>	<b>Relación</b>	<b>Naturaleza</b>	<b>Escala de medición</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Forma de medición</b>
Diseño de pavimento flexible	Independiente	Cuantitativa	Razón	Multidimensional	Indirecta

### 3.2.3 Matriz Operacionalización de variables (Anexo 3.1)

### 3.3 Población y muestra

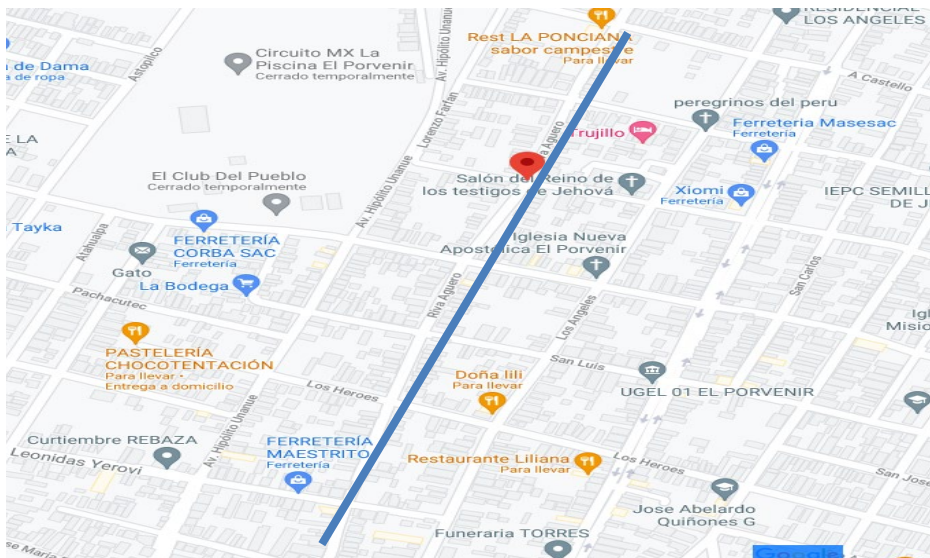
#### 3.3.1 Unidad de Estudio

Avenida Riva Agüero ubicada en el Distrito de El Porvenir- Provincia de Trujillo.

#### 3.3.2 Población

La población elegida está compuesta por toda la Avenida Riva Agüero situada en el Distrito de El Porvenir- Provincia de Trujillo,2021

Figura N°05.Vista de la Av. Riva Agüero



Fuente: Google Maps

#### 3.3.3 Muestra

La muestra es llamada subconjunto y forma parte de la población ya que ambas manifiestan rasgos similares. Se realiza cuando la población es extensa para realizar su investigación general (Días Toledo, 2016).

La muestra a realizar está compuesta por la Av. Riva Agüero ubicada entre la Av. José Crespo y la Av. Salazar Bondi con una longitud de 2.7 km y un ancho de 6m de calzada, la avenida consta de 2 carriles.

### **3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

#### **3.4.1 Técnicas de recolección de datos**

En el presente estudio se empleó la técnica de la observación no experimental, llamada también observación directa, también la revisión documental, porque se recopiló datos en el campo a través de la observación y se utilizó estudios documentarios necesarios para el desarrollo del proyecto.

Las técnicas son diversas y se usa para recolectar información sobre el estudio que se está ejecutando. Pueden ser la observación, encuesta, entrevista, etc. (Ayala, 2016).

#### **3.4.2 Instrumentos de recolección de datos**

En consideración a las técnicas de recolección de datos utilizadas, como son la observación no experimental y el análisis documental, se utilizó como instrumentos de recolección de datos lo siguiente.

En primer lugar, para la visita de campo se tuvo en cuenta todos los protocolos de bioseguridad debido a la pandemia del Covid-19 que está atravesando nuestro país.

Los instrumentos de medición utilizados fueron la wincha, regla y cuadernos de campo.

Como instrumentos estadísticos se utilizó la Guía de Observación N°01 (**Anexo 4.1**) permite determinar en qué condición se encuentra en la actualidad la avenida.

También se utilizó la Guía de Observación N°02 (**Anexo 4.2**) permite recolectar datos de la cantidad de vehículos que transitan al día en la avenida de acuerdo al tipo que corresponda, estos datos servirán para luego calcular las cargas de transitabilidad de la avenida en estudio.

Asimismo, para el estudio de suelos se usó la ficha de recolección de datos N°01 (**Anexo 5.1**), la información se obtendrá de estudios realizados en el laboratorio de suelos para establecer las propiedades del suelo.

Para el cálculo de diseño de la carpeta asfáltica se empleará la guía de observación N°03

Tabla N°08. Instrumentos y Validaciones

<b>Etapas de la investigación</b>	<b>Instrumentos</b>	<b>Validación</b>
Condiciones De la Vía	Guía de Observación N°01	Juicio de Expertos
Estudio de Suelos	Ficha de recolección de datos N°01	Juicio de Expertos
Diseño Estructural	Guía de observación N°03	Juicio de Expertos
Cargas de transitabilidad	Guía de Observación N°02	Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Fuente: Elaboración Propia

### **3.4.3 Validación del instrumento de recolección de datos**

Los instrumentos de recolección de datos que serán utilizados en esta investigación, serán aprobados y validados por profesionales relacionados a nuestra carrera profesional, estos tienen el juicio y conocimiento con experiencia en el tema que estamos desarrollando.

La guía de observación N°01, 02, 03 tiene la aprobación por el ingeniero colegiado Horna Araujo Luis Alberto con CIP 24002, experto en temas de proyecto de infraestructura vial.,

La ficha de recolección de datos N°01 relacionada con el estudio de suelos está avalada por el ingeniero colegiado Quispe Vásquez Segundo Danilo con CIP 145600 (Anexo 5.1) con amplia experiencia en ensayos de suelos y el ingeniero Villar Quiroz Josualdo Carlos con CIP 106997 (Anexo 6.1) que aprobó los instrumentos realizados en el proyecto.

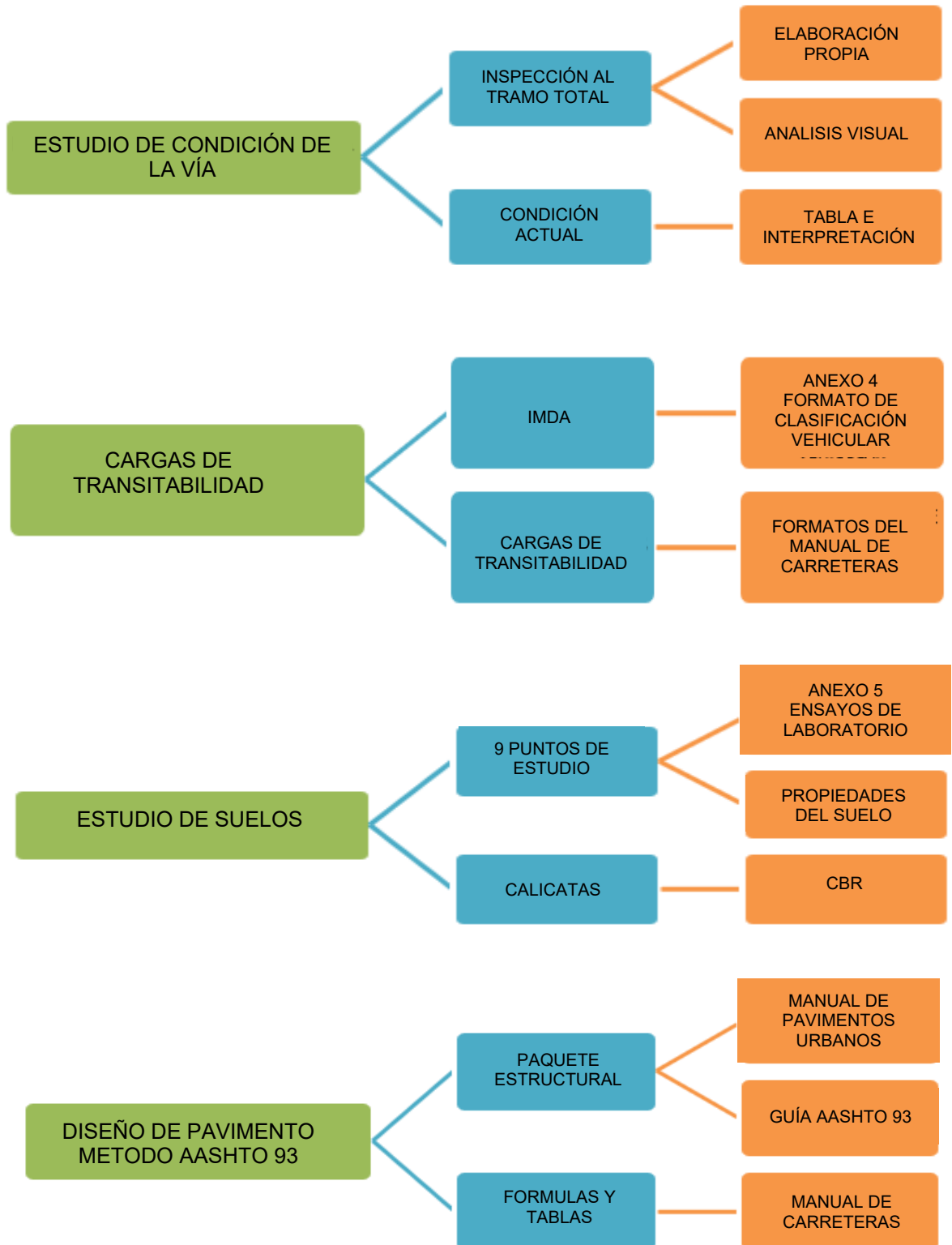
Todas las guías y estudios realizados se abalan en los distintos manuales y normas utilizadas como lo son, manual de pavimentos urbanos CE.010, Normas ASTM, guía AASHTO 93 y el manual de estudio de tráfico (MTC), teniendo en cuenta los parámetros y aspectos técnicos.

#### **3.4.4 Confiabilidad del instrumento de recolección de datos**

El estudio IMDA y cálculo de carga de transitabilidad se realizó con formatos encontrados en el Manual de Carreteras, y aprobados en la guía de observación N°02 (Anexo 4.2) asimismo los estudios de suelos correspondientes serán certificados por el laboratorio de suelos en la ficha de recolección de datos N°01 (Anexo 5.1) por el ingeniero encargado.

### 3.5 Procedimiento

Figura N°06. Procedimiento





### **3.5.1 Estudio de condición de la vía**

#### **3.5.1.1 Instrumentos**

Los instrumentos utilizados fueron:

- ✓ Cinta métrica de 15 metros para medir el espesor de la capa asfáltica en el tramo donde tenga y longitud de calzada de la avenida.
- ✓ Cuaderno de campo para anotar lo observado
- ✓ Cámara fotográfica para el registro visual del estado actual de la avenida

#### **3.5.1.2 Descripción de la Evaluación**

Se desarrolló un registro de campo haciendo una inspección a los 2.7 km de la vía. Mediante el recorrido se logró estimar la condición actual que presenta el tramo en estudio, seguidamente se llenó la tabla N°08, evaluación superficial de la vía (**Anexo 4.1**) y se determinó que la avenida no tiene capa de pavimento en 1.800 km y se encuentra en estado muy malo con diversas fallas estructurales en los 0.700 km restantes.

### **3.5.2 Estudio transito**

Se ejecutará un estudio de tránsito con la finalidad de encontrar el IMDA, se utilizará la guía de observación N°02 que es dada por el MTC, donde se calculara la cantidad de vehículos que transitan en el lugar de estudio.

#### **3.5.2.1 Instrumentos**

Se utilizará la tabla para la recolección de datos según el tipo de vehículos (**Anexo 4.2**)

### **3.5.2.2 Estación de Conteo**

Se encontrará en la progresiva 1+500 km de la avenida en estudio.

### **3.5.2.3 Conteo Vehicular**

Se realizará el conteo en la vía establecida y se hará una clasificación según guía del MTC. Despendiendo del tipo de vehículo ya sea liviano o pesado.

### **3.5.2.3 Cálculo IMDA**

Se pasará a realizar el cálculo correspondiente, es el promedio de la cantidad de vehículos que transitan en la avenida en un año, se expresa con la siguiente formula.

$$IMDA = \frac{IMDS}{7} \times FC \dots \textit{Ecuacion 2}$$

Donde:

IMDA: Índice medio diario anual

IMDS: Índice medio semanal

FC: Factor de corrección

### **3.5.3 Cargas de Transitabilidad**

#### **Factor direccional y factor carril**

El factor direccional hace referencia al número de vehículos pesados que transitan en un sentido y el factor carril es el soporte de los EE.

#### **Factor camión**

El factor camión tiene valores de 8 y 16 toneladas que acentúa en el pavimento.

## Presión de neumáticos

Tabla N°09.Presión de contacto del neumático

Espesor de Capa de Rodadura (mm)	Presión de Contacto del Neumático (PCNI en psi PCN = 0.90x[Presión de inflado del neumático) (PSI)						
	80	90	100	110	120	130	140
50	1.00	1.36	1.80	2.31	2.91	3.59	4.37
60	1.00	1.33	1.72	2.18	2.69	3.27	3.92
70	1.00	1.30	1.65	2.05	2.49	2.99	3.53
80	1.00	1.28	1.59	1.94	2.32	2.74	3.20
90	1.00	1.25	1.53	1.84	2.17	2.52	2.91
100	1.00	1.23	1.48	1.75	2.04	2.35	2.68
110	1.00	1.21	1.43	1.66	1.91	2.17	2.44
120	1.00	1.19	1.38	1.59	1.80	2.02	2.25
130	1.00	1.17	1.34	1.52	1.70	1.89	2.09
140	1.00	1.15	1.30	1.46	1.62	1.78	1.94
150	1.00	1.13	1.26	1.39	1.52	1.66	1.79
160	1.00	1.12	1.24	1.36	1.47	1.59	1.71
170	1.00	1.11	1.21	1.31	1.41	1.51	1.61
180	1.00	1.09	1.18	1.27	1.36	1.45	1.53
190	1.00	1.08	1.16	1.24	1.31	1.39	1.46
200	1.00	1.08	1.15	1.22	1.28	1.35	1.41

Fuente: Manual de Carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos

### Ejes equivalentes

$$EE = IMDA \times F_d \times F_c \times F_{FC} \times F_p \dots \text{Ecuación 3}$$

Donde:

EE= Ejes equivalentes

IMDA= Índice medio diario anual

F<sub>d</sub>= Factor direccional, F<sub>c</sub>= Factor carril, F<sub>FC</sub>= Factor camión

F<sub>p</sub>= Factor presión de neumáticos

### **Factor de crecimiento anual**

$$Fca = \frac{(1+r)^n - 1}{r} \quad \dots \text{Ecuación 4}$$

Donde:

n= Tiempo de diseño

r= Tasa anual de crecimiento

### **Ejes equivalentes proyectado (ESAL)**

$$ESAL = 365 \times (\Sigma F. IMDA) \times Fca \quad \dots \text{Ecuación 5}$$

Donde:

ESAL= Numero de cargas acumulado en un año

F. IMDA= Índice medio diario anual

Fca= Factor acumulado de vehículos pesados

## **3.5.4 Estudio de Suelos**

### **3.5.4.1 Procedimiento**

Se hizo la segunda visita de campo para hacer las calicatas de 1.50 metros de profundidad según manual de pavimentos urbanos CE.010, de esta manera obtener las muestras que después fueron trasladadas al laboratorio para hacer los ensayos que establece la normativa nacional para desarrollar un diseño estructural, así se pudo establecer las propiedades y características del suelo.

### **3.5.4.2 Calidad de la subrasante**

Se puede dar una clasificación de acuerdo a los datos obtenidos en el laboratorio de suelos con la prueba CBR al 95%.

### 3.5.4.3 CBR

Se estudiaron 9 CBR, los resultados fueron homogéneos por ende se sacó un promedio para obtener el valor final de CBR.

### 3.5.4.3 Modulo de Resiliencia

El valor se obtiene de la siguiente manera

$$Mr = 2555 * CBR^{0.64} \quad \dots \text{Ecuación 6}$$

### 3.5.5 Diseño Estructural del pavimento flexible

#### 3.5.5.1 Confiabilidad

El valor se obtiene en una tabla del manual de carreteras

**Tabla N°10. Valores para el nivel de confiabilidad**

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	Tp0	75.000	150.000	65%
	TP1	150.001	300.000	70%
	TP2	300.001	500.000	75%
	TP3	500.001	750.000	80%
	TP4	750.001	1,000,000	80%
Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	85%
	TP6	1,500,001	3,000,000	85%
	TP7	3,000,001	5,000,000	85%
	TP8	5,000,001	7,500,000	90%
	TP9	7,500,001	10'000,000	90%
	TP10	10'000,001	12'500,000	90%
	TP11	12'500,001	15'000,000	90%
	TP12	15'000,001	20'000,000	95%
	TP13	20'000,001	25'000,000	95%
	TP14	25'000,001	30'000,000	95%
	TP15	>30'000,000		95%

**Fuente: Manual de Carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos**

### 3.5.5.2 Desviación Estándar (Zr):

**Tabla N°11. Valores para Desviación estándar normal**

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DESVIACION ESTÁNDAR NORMAL (ZR)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP0	75.000	150.000	-0,385
	TP1	150.001	300.000	-0,524
	TP2	300.001	500.000	-0,674
	TP3	500.001	750.000	-0,842
	TP4	750 001	1,000,000	-0,842
Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	-1,036
	TP6	1,500,001	3,000,000	-1,036
	TP7	3,000,001	5,000,000	-1,036
	TP8	5,000,001	7,500,000	-1,282
	TP9	7,500,001	10'000,000	-1,282
	TP10	10'000,001	12'500,000	-1,282
	TP11	12'500,001	15'000,000	-1,282
	TP12	15'000,001	20'000 ,000	-1,645
	TP13	20'000,001	25'000,000	-1,645
	TP14	25'000,001	30'000,000	-1,645
	TP15	>30'000 ,000		-1,645

**Fuente: Manual de Carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos**

### 3.5.5.3 Desviación Estándar Combinada (So):

En el manual de carreteras indica: Suelos y pavimentos indica que se debe asumir una So con valores de 0.40 y 0.50 en caso de pavimentos flexibles.

### 3.5.5.4 Índice de Serviciabilidad Inicial (Po):

El valor se encuentra en el Manual de pavimentos Urbanos.

### 3.5.5.5 Índice de Serviciabilidad Final (Pt):

**Tabla N°12. Índice de Serviciabilidad Final**

Pt	Tipo de Vía
3.00	Expresas
2.50	Arteriales
2.25	Colectoras
2.00	Locales y estacionamiento

**Fuente: Manual de pavimentos urbanos**

### 3.5.5.6 Numero estructural requerido:

$$\log(W) = ZR.S_o + 9.36\log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2-1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32\log(MR) - 8.07 \dots \text{Ecuación 7}$$

### 3.5.5.7 Coeficientes de capa (ai):

Los coeficientes estructurales constituyen la estructura del pavimento se obtienen según el manual de pavimentos urbanos.

Capa de rodadura = a1

$$a1 = \frac{0.44}{\text{pulg}} = \frac{0.44}{2.54 \text{ cm}} = \frac{0.17}{\text{cm}} \dots \text{Ecuación 8}$$

Capa de base = a2

$$a2 = \frac{0.14}{\text{pulg}} = \frac{0.14}{2.54 \text{ cm}} = \frac{0.055}{\text{cm}} \dots \text{Ecuación 9}$$

Capa de subbase = a3

$$a_3 = \frac{0.11}{\text{pulg}} = \frac{0.11}{2.54 \text{ cm}} = \frac{0.043}{\text{cm}} \dots \text{Ecuación 10}$$

### 3.5.5.8 Coeficiente de drenaje (mi): $m_2=m_3=m_N=1$

El valor se obtiene según el manual de pavimentos urbanos en la página número 29-Tabla A2.

### 3.5.5.9 Espesores mínimos:

Espesores asumidos: Valores obtenidos de la sección suelos y pavimentos del manual de carreteras en la tabla 12.17 página número 145.

$$D_1 = 80\text{mm} = 8\text{cm}$$

$$D_2 = 200\text{mm} = 20\text{cm}$$

$$D_3 = 150\text{mm} = 15 \text{ cm}$$

### 3.5.5.10 Numero estructural propuesto

$$SN = a_1D_1 + a_2D_2m_2 + a_3D_3m_3 \dots \text{Ecuación 11}$$

Donde:

$a_i$ = Coeficiente estructural de la capa i

$D_i$ = Espesor de la capa i en pulgadas

$m_i$ = Coeficiente de drenaje de la capa

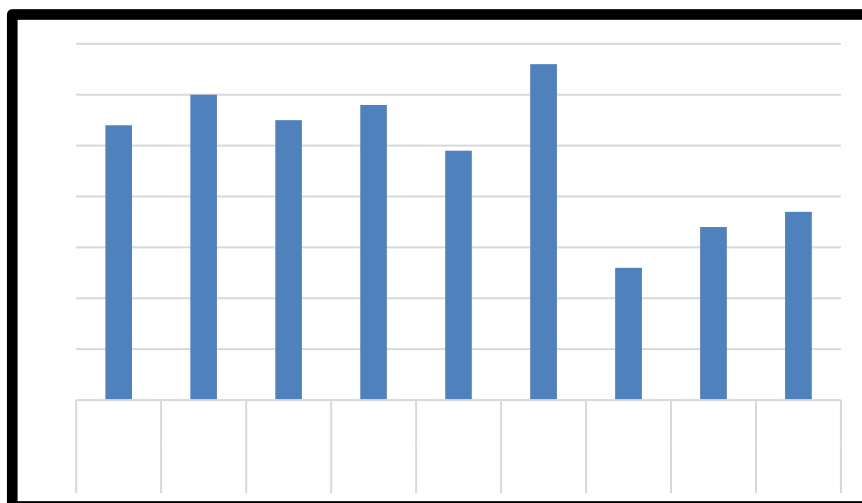


### 3.6 Método de análisis de datos

#### 3.6.1 Estadística descriptiva

La investigación realizada es de diseño no experimental-transversal, ya que el estudio se ejecutará en un periodo de tiempo, dado esto se utilizarán tablas para determinar la condición actual de la avenida, el IMDA y las cargas de transitabilidad asimismo para detallar el análisis de suelos en las 9 calicatas se utilizará gráficos de barras y tablas es por ello que el método de análisis será la estadística descriptiva.

**Figura N°07: Grafico de barras**



**Figura N°08 Ejemplo de tablas**

N° CALICATA	MUESTRA	CONTENIDO DE HUMEDAD

### **3.7 Aspectos éticos**

La presente investigación se realizará respetando los principios éticos y normas científicas, también la autenticidad de los trabajos de investigación y artículos utilizados como referencia en nuestro estudio.

Así mismo tomaremos en consideración la política normativa de la Universidad Cesar Vallejo con la finalidad de aportar conocimientos y valores en favor del desarrollo de la sociedad, a la vez es obligatorio respetar el aporte previo de los investigadores generando honestidad y confiabilidad para futuros estudios, para constatar la veracidad del proyecto se analizó en el programa Turnitin en el cual obtuvimos un resultado del 22%, esto indica respeto y ética en sentido a la ejecución del estudio realizado. (**Anexo 7**).

## **3.8 Desarrollo del proyecto**

### **3.8.1 Estudio superficial de la vía**

#### **3.8.1.1 Generalidades**

Después de realizar el recorrido y realizar la evaluación superficial correspondiente se procederá a detallar el estado actual en que se encuentra la avenida, se dividirá en tres tramos correspondientes los cuales estarán mostrados en un cuadro de resumen.

#### **3.8.1.2 Objetivo**

- ✓ Determinar el estado actual en que se encuentra la avenida en estudio

#### **3.8.1.3 Recolección de datos**

Este procedimiento se efectuó con la visita de campo donde se utilizó la ficha de recolección de datos N°01 (**Anexo 4.1**), donde se describe el estado actual de la avenida en las progresivas km 0 a km 1+800, seguido por km 1+800 a 2+300 km y finalizando en km 2+300 a km 2+700.

#### **3.8.1.4 Resultados de la Evaluación**

Las condiciones en la que se encuentra el área de estudio son las siguientes: es una vía muy transitada ya que colinda con una curtiembre, se ve vehículos que trasladan cuero para la elaboración del calzado, y en el 70% del tramo de la avenida se observa que no existe pavimento, está desgastado totalmente, cuenta con un ancho de calzada que varía entre 6.0 metros, con un carril por cada sentido.

Luego de realizar la evaluación superficial se obtuvo que en el km 0+000 al 1+800 se observa que no existe pavimento, del km 1+800 al 2+300 presenta carpeta deteriorada con un espesor aproximado de 3 cm y un desgaste total de la superficie asfáltica y en el km 2+300 al 2+700 presenta pavimento deteriorado con fallas estructurales como desintegración de agregados, desintegración por baches y rotura de bordes. También cabe resaltar que la vía no presenta ningún tipo de señalización y reductores de velocidad, por el

cual se concluye que la avenida no proporciona un nivel de Serviciabilidad óptimo y seguro, para los vehículos y los peatones.

Figura N°09: Falta de Señalización en la Av. Riva Agüero



Fuente: Elaboración Propia

### **3.8.2 Estudio de tránsito**

#### **3.8.2.1 Estudio IMDA**

##### **3.8.2.1.1 Generalidades**

Este estudio es elemental para estimar un diseño de pavimentos, por esto se puede clasificar los vehículos según su categoría, el estudio realizado para el conteo vehicular se ejecutó en una estación correspondiente la cual es km 1+500 de la avenida Riva Agüero-El Porvenir-Trujillo.


















##### **3.8.2.1.2 Objetivo**

- ✓ Obtener el IMDA de la avenida Riva Agüero

##### **3.8.2.1.3 Recolección de datos**

Este procedimiento se efectuó contabilizando el número de vehículos que transitan por la ruta es estudio, el proceso se realizó en una semana verificando ambos sentidos. El número de vehículos fue registrado según su tipo en la guía de Observación N°02 (**Anexo 4.2**), teniendo en cuenta los formatos establecidos por el MTC.

Tabla N°13: Índice Medio Diario (IMD)

AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER			
	PICK UP	RURAL Combi		2 E	3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	3T3
																

TIPO DE VEHÍCULO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	TOTAL
<b>AUTOMÓVIL</b>	130	125	128	113	138	112	111	857
<b>STATION WAGON</b>	85	90	82	89	88	83	82	599
<b>PICK UP</b>	74	76	75	73	78	72	77	531
<b>PANEL</b>	32	28	33	18	24	22	28	185
<b>COMBI URBANA</b>	88	90	85	91	82	83	84	603
<b>MICRO</b>	72	78	77	73	72	71	77	520
<b>BUS (B2)</b>	12	17	11	18	15	12	12	97
<b>BUS (B3)</b>	4	5	6	4	3	3	5	30
<b>CAMIÓN (C2)</b>	11	10	11	12	10	9	11	74
<b>CAMIÓN (C3)</b>	9	8	7	9	8	8	9	58
<b>CAMIÓN (C4)</b>	4	3	3	4	4	5	2	25
<b>SEMI TRÁYLER 2S1/2S2</b>	1	1	2	1	1	0	1	7
<b>SEMI TRÁYLER 2S3</b>	0	0	1	1	1	0	1	4
<b>SEMI TRÁYLER 3S1/3S2</b>	0	1	0	0	1	0	0	2
<b>TRAYLER</b>	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración Propia-Teniendo en cuenta el Manual de Carreteras

### 3.8.2.1.4 Calculo del IMDA

El IMDA es el promedio de vehículos que circulan a diario en los 365 días del año.

#### Factores de Corrección

La corrección de circulación vehicular mediante  $FC= 1.0221$  para vehículos pesados y  $FC= 0.8999$  para vehículos livianos proporcionado por PROVIAS NACIONAL.

**Tabla N°14. Índice Medio Diario Anual-Vehículos Livianos**

Tipo de Vehículo	TOTAL	IMD(s)	FC	IMD(a)
	SEMANA			
Automóvil	857	122.43	0.8999	110
Station Wagon	599	85.57	0.8999	77
Pick Up	531	75.86	0.8999	68
Panel	185	26.43	0.8999	24
Combi Urbana	603	86.14	0.8999	78
Micro	520	74.29	0.8999	67
Bus (B2)	97	13.86	0.8999	12
Bus (B3)	30	4.29	0.8999	4
TOTAL	3422	488.87	0.8999	440

**Tabla N°15. Índice Medio Diario Anual-Vehículos Pesados**

Tipo de Vehículo	TOTAL	IMDs	FC	IMD(a)
Camión (C2)	74	10.58	1.0221	11
Camión (C3)	58	8.29	1.0221	8
Camión (C4)	25	3.57	1.0221	4
Semi Trayler 2s1/2s2	7	1	1.0221	2
Semi Trayler 2s3	4	0.57	1.0221	1
Semi Trayler 3s1/3s2	2	0.29	1.0221	1
TOTAL	170	24.30	1.0221	27

### **3.8.2.1.5 Conclusiones**

Se llevo a cabo la cuantificación de los vehículos para ambos sentidos de la Avenida Riva Agüero y se logró obtener un IMDA de 467 veh/día.

### **3.8.2.2 Cargas de transitabilidad**

#### **3.8.2.2.1 Factor Direccional y Factor Carril**

Estos factores se obtuvieron en valor al número de calzadas, sentidos y carriles, según el Manual de Carreteras.

- ✓  $F_d = 0.50$
- ✓  $F_c = 1.00$
- ✓  $F_c \times F_d = 0.50$

### 3.8.2.2.2 Presión de Neumáticos

Presión inflada de neumático (vehículos pesados)

115 psi (Fuente: FUSO-2020)

PCN = 0.90 x 115 psi = 103.5

Fp: 1.59 (*Ver Tabla N°09*)

### 3.8.2.2.3 Tasa de crecimiento y proyección

**Tabla N°16. Numero de ejes equivalentes proyectado**

TIPOS DE VEHÍCULOS	IMD(a)	Tn (proyectado)
Camión 2E (C2)	11.00	20.39
Camión 3E (C3)	8.00	14.83
Camión 4E (C4)	4.00	7.41
Semi Trayler 2S1/2S2 (T2S1/T2S2)	2.00	3.71
Semi Trayler 2S3 (T2S3)	1.00	1.85
Semi Trayler 3S1/3S2 (T3S1/T3S1)	1.00	1.85
Semi Trayler >= 3S3 (T3S3)	-	-
Trayler 2T2 (C2R2)	-	-
Trayler 2T3 (C2R3)	-	-
Trayler 3T2 (C3R2)	-	-
Trayler >=3T3 (C3R3)	-	-

### 3.8.2.2.4 Ejes equivalentes

La estimación de los ejes equivalentes que se obtuvieron son los siguientes datos.



**Tabla N°17. Calculo EE día- Carril Proyectado**

TIPOS DE VEHICULOS	IMD - PROYECTADO	FD	FC	FVP (TOTAL UNITARIO)	FP	EE DÍA-CARRIL
Camión 2E (C2)	20.39	0.50	1.00	3.477	1.59	56.362
Camión 3E(C3)	14.83	0.50	1.00	2.526	1.59	29.781
Camión 4E (C4)	7.41	0.50	1.00	2.498	1.59	14.712
SemiTrayler 2S1/2S2 (T2S1/T2S2)	3.71	0.50	1.00	4.738	1.59	13.974
Semi Trayler 2S3 (T2S3)	1.85	0.50	1.00	4.710	1.59	6.927
SemiTrayler 3S1/3S2 (T3S1/T3S1)	1.85	0.50	1.00	3.787	1.59	5.570
SemiTrayler >= 3S3 (T3S3)	-	0.50	1.00	3.758	1.59	-
Trayler 2T2 (C2R2)	-	0.50	1.00	7.901	1.59	-
Trayler 2T3 (C2R3)	-	0.50	1.00	6.950	1.59	-
Trayler 3T2 (C3R2)	-	0.50	1.00	6.950	1.59	-
Trayler >=3T3 (C3R3)	-	0.50	1.00	4.733	1.59	-
<b>TOTAL 127.326</b>						

### 3.8.2.2.5 Factor de crecimiento anual

El factor de crecimiento anual estimado es de 5.8 para vehículos livianos y 3.3 para vehículos pesados. El periodo de diseño es de 20 años.

El resultado obtenido es:

FCA. V. LIVIANOS	=	36.0044212
FCA. V. PESADOS	=	27.7055839

### 3.8.2.2.6 Ejes equivalentes proyectado (ESAL)

Tabla N°18.Calculo ESAL

TIPOS DE VEHICULOS	EE DÍA-CARRIL	FCA		ESAL
Camión 2E (C2)	56.362	27.7055839	365	556596.2372
Camión 3E(C3)	29.781	27.7055839	365	294098.7286
Camión 4E (C4)	14.712	27.7055839	365	145286.6087
SemiTrayler 2S1/ 2S2 (T2S1/T2S2)	13.974	27.7055839	365	137998.5774
Semi Trayler 2S3 (T2S3)	6.927	27.7055839	365	68406.76581
SemiTrayler 3S1/3S2 (T3S1/T3S1)	5.570	27.7055839	365	55005.87348
<b>1,287,589 EE</b>				

### 3.8.3 Estudio de suelos

#### 3.8.3.1 Generalidades

En este proyecto se hizo este estudio con la finalidad de obtener muestras de las diversas excavaciones(calicatas). Realizando según el Manual de Carreteras: suelo geología, geotecnia y pavimentos, se hizo un total de 9 calicatas con una profundidad de 1.5m, todo esto se desarrolló en el tramo total de la vía. Las muestras obtenidas fueron enviadas a un laboratorio, luego así tener los datos mediante una guía de observación.

#### 3.8.3.2 Objetivos

- ✓ Obtener las muestras de todo el tramo a través de las calicatas
- ✓ Obtener datos de Granulometría, Contenido de Humedad, límites de Atterberg, Contenido de Humedad, Proctor Modificado, y CBR del terreno.

### **3.8.3.3 Recolección de datos**

La recolección de datos se hizo a través de calicatas, se realizó un total de 9 en un tramo de 2.7 km. Las calicatas tuvieron una profundidad de 1.5m, se ubicaron en lugares estratégicos. Todo el trabajo de gabinete se realizó en un periodo de 6 días, asimismo se usaron herramientas como picotas, barretas y palas, incluso maquinaria como una catarpila. De cada muestra se obtuvo 15 kg que fueron guardadas en bolsas y marcadas con su respectivo código, las muestras fueron enviadas al laboratorio y se obtuvo los resultados expresados en la ficha de datos (**Anexo 5**).

### **3.8.3.4 Resultados de Laboratorio**

Los resultados de laboratorio de suelos que se obtuvieron fueron: Granulometría, Contenido de Humedad, Límites de Atterberg, Contenido de Humedad, Proctor Modificado, y CBR, datos que fueron necesarios para el diseño de pavimento.

### **3.8.3.5 Conclusiones**

- ✓ Se obtuvo las muestras de todo el tramo de la avenida, realizando un total de 9 calicatas.
- ✓ Según resultados el CBR al 95% es de 15.17 siendo una subranste muy buena.

## **3.8.4 Diseño de pavimento flexible**

### **3.8.4.1 Parámetros De Diseño:**

- ✓ **Trafico:** 1,287,589 ESAL
- ✓ **Periodo de diseño:** 20 años
- ✓ **Terreno:**

**CBR:** Como el suelo presenta características homogéneas en las 9

calicatas en estudio, se determinará el CBR en función al promedio del total de los valores analizados. (Fuente: Manual de Carreteras)

Valor obtenido: 15.17 %

#### **3.8.4.2 Módulo Resiliente**

$$Mr = 2555 CBR^{0.64}$$

$$Mr = 2555 * 15.17^{0.64}$$

$$Mr = 14562.02 = 14562 \text{ psi}$$

#### **3.8.4.3 Confiabilidad R = 85%**

Dependiendo del tipo de tráfico y ejes equivalentes acumulados entre 1,000,001 a 1,500,000 se catalogó como un Tp5, lo que lleva a tener confiabilidad del 85% **(Ver tabla N°10)**

#### **3.8.4.4 Desviación Estándar (Zr): -1.036**

Para un nivel de confianza de 85% en un periodo de 20 años le conviene un valor de -1.036 **(Ver tabla N°11)**

#### **3.8.4.5 Desviación Estándar Combinada (So): 0.45**

Se obtuvo de la sección de suelos y pavimentos del manual de carreteras página 136.

#### **3.8.5.6 Índice de Serviciabilidad Inicial (Po): 4.2**

El valor se obtuvo del manual de pavimentos urbanos página 31.

#### **3.8.5.7 Índice de Serviciabilidad Final (Pt): 2.0 (Ver tabla N°12)**

#### **3.8.5.8 Perdida de Serviciabilidad ( $\Delta$ PSI):**

$$\Delta \text{ PSI} = 4.2 - 2.0$$

$$\Delta \text{ PSI} = 2.2$$

### 3.8.5.9 SNr (Numero estructural requerido):

Se utilizó un software llamado “Ecuación AASHTO 93” para calcular el número estructural requerido.

### 3.8.5.10 Espesor del pavimento:

#### a) Coeficientes de capa (ai):

Estos datos fueron obtenidos del manual de pavimentos urbanos, en la sección coeficiente de capa página número 28.

Tabla N°19. Coeficiente de capas

CAPA	VALOR/PULG	VALOR/CM
(a1) Carpeta asfáltica	0.44	0.17
(a2) Base	0.14	0.055
(a3) Sub base	0.11	0.043

#### b) Coeficiente de drenaje (mi): $m_2=m_3=m_N=1$

En este caso para los coeficientes de drenaje se considerará un valor de 1, según el manual de pavimentos urbanos en la página número 29-Tabla A2.

**c) Espesores mínimos**

Para un tráfico Tp5 es 80 mm carpeta asfáltica, 200mm base granular, valores obtenidos de la sección suelos y pavimentos del manual de carreteras en la tabla 12.17 página número 145 y en el caso de la sub base el espesor mínimo constructivo en de 150mm.

Tabla 20. Espesores mínimos

Capas	Espesores mínimos
Carpeta asfáltica	8 cm
Base	20 cm
Sub base	15 cm

**d) Numero Estructural Propuesto (SNR):**

$$SN = a_1D_1 + a_2D_2m_2 + a_3D_3m_3$$

$$SN = (0.17)(8) + (0.055)(20)(1) + (0.043)(15)(1)$$

$$SN = (0.17)(8) + (0.055)(20)(1) + (0.043)(15)(1)$$

$$N = 3.105$$

$$3.105 > 2.63 \text{ OK}$$

Los espesores del paquete estructural del pavimento flexible son los siguientes:

**Tabla 21. Espesores del paquete estructural**

Capas	Espesores Mínicos
Carpeta Asfáltica	8 cm
Base	20 cm
Subbase	15 cm

#### IV. RESULTADOS

##### 4.1 Estudio superficial de la vía

**Tabla N°22: Evaluación Superficial De La Vía**

Progresiva		Señalización	Condición Actual
Inicio	Fin		
0+000 km	1+800 km	No presenta	En las progresivas se realizó la evaluación y se determinó que no existe pavimento, asimismo no cuenta con señales de tránsito correspondientes.
1+800 km	2+300 km	No presenta	En las progresivas se realizó la evaluación y se determinó que presenta carpeta deteriorada con un espesor aproximado de 2 cm y un desgaste total de la superficie asfáltica.
2+300 km	2+700 km	No presenta	En las progresivas se realizó la evaluación y se determinó que presenta pavimento deteriorado con fallas estructurales como desintegración de agregados, desintegración por baches y rotura de bordes presentándose así este tramo muy dañado.

Fuente: Elaboración Propia



## 4.2 Estudio de tráfico

### 4.2.1 Estudio IMDA

**Tabla N°23. Resultado IMDA-Vehículos Livianos**

Tipo de Vehículo	IMD(a)	%
Automóvil	110	25
Station Wagon	77	17.5
Pick Up	68	15.6
Panel	24	5.5
Combi Urbana	78	17.3
Micro	67	15.4
Bus (B2)	12	2.7
Bus (B3)	4	1.0
TOTAL	440	100

**Tabla N°24. Resultado IMDA-Vehículos Pesados**

Tipo de Vehículo	IMD(a)	%
Camión (C2)	11	40.7
Camión (C3)	8	29.7
Camión (C4)	4	14.8
Semi Trayler 2s1/2s2	2	7.4
Semi Trayler 2s3	1	3.7
Semi Trayler 3s1/3s2	1	3.7
TOTAL	27	100

## 4.2.2 Cargas de Transitabilidad

Tabla N°25. Resultados ESAL

TIPOS DE VEHICULOS	EE DÍA-CARRIL	FCA		ESAL
Camión 2E (C2)	56.362	27.7055839	365	556596.2372
Camión 3E(C3)	29.781	27.7055839	365	294098.7286
Camión 4E (C4)	14.712	27.7055839	365	145286.6087
SemiTrayler 2S1/ 2S2 (T2S1/T2S2)	13.974	27.7055839	365	137998.5774
Semi Trayler 2S3 (T2S3)	6.927	27.7055839	365	68406.76581
SemiTrayler 3S1/3S2 (T3S1/T3S1)	5.570	27.7055839	365	55005.87348
<b>1,287,589 EE</b>				

### 4.3 Estudio de suelos

#### 4.3.1 Número de puntos investigación

**Tabla N°26. Número de puntos de investigación (Calicatas)**

TIPO DE VÍA	NÚMERO DE PUNTOS DE INVESTIGACIÓN	ÁREA (m <sup>2</sup> )
Expresas	1cada	1000
Arteriales	1cada	1200
Colectoras	1cada	1500
Locales	1 cada	1800

**Fuente: Manual de Pavimentos Urbanos**

#### 4.3.2 Ubicación de calicatas

**Tabla N°27. Ubicación de calicatas**

TRAMO	CALICATA	UBICACIÓN	PROFUNDIDAD (m)	CBR
Avenida Riva Agüero	C-1	Km 0+300	1.50	SI
	C-2	Km 0+600	1.50	SI
	C-3	Km 0+900	1.50	SI
	C-4	Km 1+200	1.50	SI
	C-5	Km 1+500	1.50	SI
	C-6	Km 1+800	1.50	SI
	C-7	Km 2+100	1.50	SI
	C-8	Km 2+400	1.50	SI
	C-9	Km 2+700	1.50	SI

### 4.3. Resumen del estudio de suelos

**Tabla N°28. Análisis Granulométrico**

N° CALICATA	MUESTRA	% GRAVA	% ARENA	% FINO
C-1	M-1	0.2	93.4	6.4
C-2	M-2	0.0	94.0	6.0
C-3	M-3	0.0	93.5	6.5
C-4	M-4	0.6	93.8	5.6
C-5	M-5	0.0	92.9	7.1
C-6	M-6	0.1	94.6	5.3
C-7	M-7	0.0	90.6	9.4
C-8	M-8	0.2	91.4	8.4
C-9	M-9	1.3	91.7	7.0

**Tabla N°29. Limite Liquido, Limite Plástico e IP**

N° CALICATA	MUESTRA	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE DE PLASTICIDAD
C-1	M-1	NP	NP	NP
C-2	M-2	NP	NP	NP
C-3	M-3	NP	NP	NP
C-4	M-4	NP	NP	NP
C-5	M-5	NP	NP	NP
C-6	M-6	NP	NP	NP
C-7	M-7	NP	NP	NP
C-8	M-8	NP	NP	NP
C-9	M-9	NP	NP	NP

**Tabla N°30. Contenido de Humedad**

<b>N° CALICATA</b>	<b>MUESTRA</b>	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>
C-1	M-1	8.21
C-2	M-2	8.44
C-3	M-3	7.31
C-4	M-4	7.80
C-5	M-5	8.01
C-6	M-6	7.20
C-7	M-7	8.14
C-8	M-8	8.26
C-9	M-9	6.98

**Tabla N°31. Proctor Modificado**

<b>N° CALICATA</b>	<b>MUESTRA</b>	<b>CLASIFICACIÓN</b>	
		<b>DENSIDAD SECA MAXIMA</b>	<b>HUMEDAD OPTIMA</b>
C-1	M-1	1.980	8.21
C-2	M-2	1.975	8.44
C-3	M-3	1.977	7.31
C-4	M-4	1.974	7.80
C-5	M-5	1.977	8.01
C-6	M-6	1.976	7.20
C-7	M-7	1.973	8.14
C-8	M-8	1.974	8.26
C-9	M-9	1.972	6.98

**Tabla N°32. CBR AL 100%**

<b>N° CALICATA</b>	<b>MUESTRA</b>	<b>CBR AL 100%</b>
C-1	M-1	21.16
C-2	M-2	22.92
C-3	M-3	21.48
C-4	M-4	21.76
C-5	M-5	20.66
C-6	M-6	20.85
C-7	M-7	20.39
C-8	M-8	20.12
C-9	M-9	20.94

**Tabla N°33. CBR AL 95%**

<b>N° CALICATA</b>	<b>MUESTRA</b>	<b>CBR AL 95%</b>
C-1	M-1	15.36
C-2	M-2	15.89
C-3	M-3	15.62
C-4	M-4	15.90
C-5	M-5	14.78
C-6	M-6	14.64
C-7	M-7	14.90
C-8	M-8	14.56
C-9	M-9	14.85

#### 4.4 Medidas del pavimento flexible

Figura N°10. Espesores del paquete estructural del pavimento



Fuente: Elaboración propia

## V. DISCUSIÓN

- Esta propuesta de diseño del pavimento flexible usando método AASHTO 93 en la avenida Riva Agüero del distrito El Porvenir está basado en encontrar cada uno de los espesores de las capas que conforman dicho pavimento teniendo en cuenta la norma de pavimentos urbanos C 010. Como objetivo principal es que con este diseño de pavimento los pobladores del distrito tengan un mejor desarrollo económico ya que facilitara al transporte de mercadería, transporte público y privado corroborando así la hipótesis de igual forma cumpliendo con los objetivos específicos antes mencionados.
- En el estudio superficial que se realizó a la avenida está dividida en 3 tramos en los cuales de la progresiva 0+000 km a la 1+800 km no presenta pavimento, 1+800 km al 2+300 km presente una carpeta asfáltica totalmente dañada con un espesor de 2 cm y con la mayoría de partículas desprendidas y por último el tercer tramo desde 2+300 km hasta 2+300 km en el cual tenemos una carpeta asfáltica con muchas fallas físicas y con un mucho tiempo de vida, según la **tabla 12**. Se ejecutó un estudio de tráfico para determinar el IMDA de vehículos ligeros y pesados que circulan por la avenida teniendo como resultado 467 vehículos por día según la **tabla 14 y 15**. Luego se realizó en cálculo de ejes equivalentes como se muestra en las **tablas 16, 17 y 18**. Así se obtuvo el cálculo ESAL que es igual a 1,287,589 EE. Según los estudios de suelos realizados teniendo en cuenta la norma de pavimentos urbanos C 010 se sacó muestras de 9 calicatas cada 1800 m<sup>2</sup> para encontrar los valores de CBR al 95 % y 100% ver **tabla 27 y 28** de igual forma se hizo un análisis granulométrico para determinar los porcentajes de arena, grava y fino indicados en la **tabla 23**.



- (Rodríguez, 2018) en su estudio de una vía de 3.00km de amplitud se logró determinar un valor de 2,840,999 EE de ejes equivalentes mientras que en nuestra investigación de la Avenida Riva Agüero con una longitud de 2.7km se encontró un valor de 1,287,589.029 EE. Esta diferencia de valores en ambos estudios se debe generalmente a la cantidad de vehículos que transitan por dichas vías, la investigación de Rodríguez con 1592 vehículos por día y la nuestra con 467 vehículos por lo que nuestro valor EE es mucho menor.
- (Bazán y Vargas, 2020) en su investigación realizó un estudio del suelo para determinar el valor del CBR al 95% de compactación el cual fue de 22.5% mientras que en nuestra investigación fue de 15.17% al 95% de compactación y de un 21.14% al 100 % de compactación. El valor del CBR tiene mucha importancia para que se pueda hacer un correcto diseño de un pavimento flexible. Por otro lado, también fue necesario determinar las propiedades físicas y mecánicas del terreno terrero en la avenida analizada por lo cual realizamos nueve calicatas cada 1800 m<sup>2</sup> para luego estas muestras ser analizadas en el laboratorio donde se encontró la máxima densidad seca, el contenido de humedad y el CBR al 95 y 100% con el cual es dable encontrar el módulo de resiliencia de la subrasante.
- (Bermúdez y Ramos, 2019) en su proyecto realizado consiguieron datos de un SN = 2.60 con espesores de d1 = 5cm, d2 = 20cm y d3 = 15cm por otro lado en nuestra investigación en la avenida Riva Agüero se alcanzaron los siguientes datos: SN= 3.105, d1= 8cm, d2= 20cm, d3= 15cm. La diferencia que se aprecia en el número estructural (SN) en mayor parte se genera por la variación del módulo de resiliencia (Mr) porque este dato muestra la resistencia del terreno de fundación por lo que podemos decir que teniendo menor número estructural el suelo tendrá mayor rigidez.

- Este proyecto de investigación ayudara con nuevos aportes en los siguientes estudios en diseño de pavimentos flexibles en el cual se harán mejores estudios de tráfico, así como un mejor análisis de suelos tanto en granulometría, contenido de humedad y CBR. Se tuvo restricciones por la pandemia impidiendo un poco en los diferentes estudios y cálculos hechos el proyecto, pero de igual forma se logró encontrarlos quizás enfrentados riesgos de la pandemia (COVID-19) por esto se cumplió con los protocolos de recomendados por el Ministerio de Salud.
- Los resultados encontrados se ubican en toda la avenida Riva Agüero en el distrito El Porvenir, provincia de Trujillo, Departamento la Libertad en el cual se realizó una propuesta de diseño de pavimento flexible para determinar es espesor de las capas que conforman el pavimento teniendo en cuenta la norma de pavimentos urbanos C 010 teniendo así un diseño adecuado teniendo en cuenta que es una vía urbana.
- En resumen, cada resultado obtenido en cual fue propuesto en los objetivos específicos se llevó a cabo según las investigaciones de otros autores, normas y métodos vigentes. Después de analizarlos detalladamente se logró obtener los distintos resultados como el estudio de tráfico, las cargas de transitabilidad, análisis de suelos y espesores de cada una de las capas del pavimento diseñado. Afirmando así lo establecido por la norma de pavimentos urbanos y la metodología AASHTO-93 usados para pavimentos

## VI. CONCLUSIONES

- ✓ Se determinó que la condición superficial en que se encontraba la avenida en estudio, del tramo 0+000km al 1+800km no existió pavimento, del tramo 1+800km al 2+700km se encontró en estado deteriorado y con un espesor de carpeta de 2cm.
- ✓ Se determinó las cargas de transitabilidad de la avenida en estudio las cuales fueron 1,287,589.029 ESAL de ejes equivalentes de EE, asimismo se determinó el Índice Medio Anual (IMDA), teniendo un valor de 467 veh/día.
- ✓ Se determinó en el estudio de mecánica de suelos que el valor de la subrasante es considerado como muy buena de acuerdo al valor promedio de 15.17% dentro del análisis CBR, también valores de contenido de grava, 94.6 % de arena y 9.4 % de finos, asimismo una densidad máxima seca de 1.980% y un contenido de humedad de 8.44%, siendo un tipo de suelo SP-SM, que significa arena pobremente gradada con limo.
- ✓ Se determinó los espesores del paquete estructural del pavimento flexible los cuales fueron, carpeta asfáltica de 8cm, una base de 20cm, y una sub base de 15 cm, acumulando un espesor total de 43 cm.

## VII. RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda a la municipalidad distrital de El Porvenir a realizar un estudio más profundo del terreno con el fin de pavimentación en la avenida Riva Agüero, así también a tener en cuenta nuestro estudio para que les sirva de base para luego elaborar un expediente técnico para ejecutar esta obra ya que es muy primordial para el distrito.
- ✓ A los pobladores del distrito de El Porvenir se recomienda tener una mejor cultura vial en el cuidado de sus calles, asimismo tener la iniciativa y organización para solicitar a su municipio la construcción de pistas en sus principales calles y avenidas logrando así una mejora en el ámbito social y económico.
- ✓ A los futuros investigadores que deseen usar este proyecto como una guía se les recomienda volver hacer el estudio de tráfico ya que pasado el tiempo se tiene un crecimiento vehicular, así como también un estudio de suelos debido a que en partes específicas de la avenida hay desechos lo que podría ocasionar una alteración en los resultados.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ✓ ALEMAN, Henry, JUAREZ, Francisco y NERIO, Josué. Propuesta de diseño de 5.0. Km de vía de acceso vecinal Montañoso, final Col. Quezaltecle – Cantón Victoria, Santa Tecla, La Libertad, utilizando un software especializado para diseño de carreteras. Tesis (Título de ingeniero civil). San Salvador: Universidad de El Salvador. 2015.

Disponible en:

<https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/7856/1/Tesis%20Dise%C3%B1o%20Geometrico%20de%20Camino%20Vecinal%20Monta%C3%B1oso.pdf>

- ✓ AREBALO, Marrufo, CHÁVEZ, Oscar. Diseño de pavimento en la urbanización Santa maría distrito de José Leonardo Ortiz - Chiclayo - Lambayeque. Tesis (Título de ingeniero civil). Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. 2015.

Disponible en:

<http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/1620/BC- TES-TMP-447.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- ✓ ARONI, Jean. Diseño de un pavimento rígido, para las vías de servicio en el terminal portuario de Matarani. Tesis (Título de ingeniero civil). Arequipa: Universidad Católica de Santa María, 2017.

Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/198122286.pdf>

- ✓ BALVÍN, Félix. Evaluación del estado actual del pavimento flexible ubicada en el distrito de Ayacucho provincia de Huamanga departamento de Ayacucho. Tesis (Título de ingeniero civil). Ayacucho: Universidad Católica los Ángeles de Chimbote, 2013.

Disponible en:

[https://www.academia.edu/8548394/TRABAJO\\_PAVIMENTO\\_FLEXIBLE](https://www.academia.edu/8548394/TRABAJO_PAVIMENTO_FLEXIBLE)

- ✓ BULL, Alberto. Un nuevo paradigma para la conservación vial: de hacer lo que se puede hacer lo que es exigible. primer congreso de fondos de conservación vial de Centroamérica. Disponible en: <http://www.zietlow.com/docs/Bull-paradigma.pdf>
- ✓ CAIZA, Ángel. Análisis de la capa de rodadura de la vía de Lligo-Tahuaicha- San Jorge del cantón Patate y su relación en la calidad de vida de los habitantes del sector. Tesis (Título de ingeniero civil). Ambato: Universidad técnica de Ambato. Ecuador ,2011. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/1591/1/Tesis%20598%20-%20Caiza%20Chica%c3%adza%20Angel%20Roberto.pdf>
- ✓ CENTURIÓN, Estefany, VARGAS, Yuri. Propuesta de diseño geométrico y señalización de la ruta 107 tramo: Bocapán – Suárez – Bocana de la red vial Departamental Empalme PE-1N. Disponible en: [http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/5645/1/T\\_CIV\\_ESTEFANY.CEN\\_TURION\\_YURI.VARGAS\\_DISE%c3%91O.GEOMETRICO\\_DATOS.pdf](http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/5645/1/T_CIV_ESTEFANY.CEN_TURION_YURI.VARGAS_DISE%c3%91O.GEOMETRICO_DATOS.pdf)
- ✓ CHAMAYA, Juan, VILLAR, Edwing. Diseño de la infraestructura vial con pavimento articulado para la transitabilidad en la Urbanización Nuevo Máncora, Máncora, Talara, Piura - 2018. Tesis (Título de ingeniero civil). Chiclayo: Universidad César Vallejo. Disponible en: [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/35225/Chamaya\\_SJM-Villar\\_BEA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/35225/Chamaya_SJM-Villar_BEA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- ✓ CORREA, Pablo. Carreteras, un problema global. El espectador: Colombia, 30 de octubre de 2017. (sección: Medio ambiente).  
 Disponible en: <https://www.elspectador.com/noticias/medio-ambiente/carreteras-un-problema-global/>
- ✓ DÍAZ, Marco. Índice de condición de pavimento flexible del km 142 al km 148 de la carretera Chota – Lajas, Región Cajamarca, 2017. Tesis (Título de ingeniero civil). Chiclayo: Universidad César Vallejo. 2019. 155 pp.  
 Disponible en:  
[http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/37104/D%c3%adaz\\_BMA.pdf?sequence=3&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/37104/D%c3%adaz_BMA.pdf?sequence=3&isAllowed=y)
- ✓ DEPARTAMENTO DE ADMINISTRACIÓN Y EVALUACIÓN DE PAVIMENTO.  
 “Identificación de fallas en pavimentos y técnicas de reparación”. 2016.  
 Disponible en:  
<https://www.yumpu.com/es/document/read/55333947/identificacion-de-fallas-en-pavimentos-y-tecnicas-de-reparacion>
- ✓ DUQUE, Gonzalo y ESCOBAR, Carlos. Geomecánica. Universidad Nacional de Colombia (2016).  
 Disponible en:  
<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/57121/geomecanica.pdf>
- ✓ GARCÍA. R Y ABREU, L. Seguridad vial en carreteras rurales de dos carriles. Revista Ingeniería de construcción.31 de enero de 2016.  
 Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ric/v31n1/art05.pdf>

- ✓ G. Kollaros, A. Athanasopoulou & A. Kokkalis Democritus University of Thrace, Department of Civil Engineering, Xanthi, Greece. Perpetual flexible pavement design life. 2017.  
Disponible en:  
[https://www.researchgate.net/publication/318857804\\_Perpetual\\_flexible\\_pavement\\_design\\_life](https://www.researchgate.net/publication/318857804_Perpetual_flexible_pavement_design_life)
- ✓ HERNÁNDEZ, Robert, FERNÁNDEZ, Carlos, BAPTISTA, María. Metodología de la investigación 2014.  
Disponible en:  
[http://jbposgrado.org/material\\_seminarios/HSAMPIERI/Metodologia%20Sampieri%205a%20edicion.pdf](http://jbposgrado.org/material_seminarios/HSAMPIERI/Metodologia%20Sampieri%205a%20edicion.pdf)
- ✓ International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET). Evaluation of subbase materials for mechanistic pavement design.  
Disponible en:  
[http://www.iaeme.com/MasterAdmin/Journal\\_uploads/IJCIET/VOLUME\\_9\\_ISSUE\\_8/IJCIET\\_09\\_08\\_048.pdf](http://www.iaeme.com/MasterAdmin/Journal_uploads/IJCIET/VOLUME_9_ISSUE_8/IJCIET_09_08_048.pdf)
- ✓ Ministerio de Transporte y comunicación. Diseño geométrico DG-2018. 2018. Lima-Perú.  
Disponible:  
[https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf)
- ✓ Ministerio del Ambiente. Guía para la identificación y caracterización de impactos ambientales. 2018. Lima – Perú.  
Disponible en: <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2018/10/Guia-Impactos.pdf>



- ✓ Modern Applied Science. Environmental impact Assessment of road asphalt pavements. Revest Published by Canadian Center of Science and Education.  
Disponible en:  
<http://www.ccsenet.org/journal/index.php/mas/article/view/30355>
- ✓ MONTEJO, Alfonso. Ingeniería de pavimentos para carreteras Universidad católica de Colombia. 2002.  
Disponible en:  
[https://www.academia.edu/22782711/Ingenieria\\_de\\_paviments\\_Alfonso\\_Montejo\\_Fonseca](https://www.academia.edu/22782711/Ingenieria_de_paviments_Alfonso_Montejo_Fonseca)
- ✓ OBREGÓN, Saúl. Impactos sociales y económicos de las infraestructuras de transporte viario: estudio comparativo de dos ejes, el EIX trasversal de Catalunya y la carretera MEX120 en México.  
Disponible en:  
<http://www.scielo.org.mx/pdf/est/v10n32/v10n32a2.pdf>
- ✓ OROBIO, Armando, Orobio, Juan y MOSQUERA, Juan. Recomendaciones de diseño y construcción de pavimentos en placa-huella de concreto reforzado.  
Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rium/v17n32/1692-3324-rium-17-32-00069.pdf>
- ✓ PANTA, German, Determinación y evaluación de las patologías del pavimento de la a. Chulucanas entre las progresivas km. 0+000 al km 0+670 del distrito de veintiséis de octubre, provincia de Piura y departamento de Piura, octubre 2017.  
Disponible en:  
<http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/1856>

- ✓ PARELLADA, Ramon. ¿cómo solucionar el problema de las carreteras? República, 28 de julio 2017.

Disponible en: <https://republica.gt/columna-de-opinion/2017-7-28-11-0-1--como-solucionar-el-problema-de-las-carreteras>

- ✓ PEREZ, Deyvi, TORRES, Pacifico. Diseño de pavimento flexible para mejorar la transitabilidad vehicular y peatonal en el AA. HH Ampliación Túpac Amaru, distrito de Chiclayo, provincia Chiclayo, región Lambayeque 2017. Tesis (Título de ingeniero civil). Chiclayo: Universidad César Vallejo, 2017.

Disponible en:

[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/16554/Torres\\_BP-Perez\\_BDS.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/16554/Torres_BP-Perez_BDS.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- ✓ PORRAS, H., CASTAÑEDA, E., Echeverry, D., y Pérez, G. Detección automática de grietas de pavimento asfáltico aplicando características geométricas y descriptores de forma.

Disponible en:

<https://revistascientificas.cuc.edu.co/ingecuc/article/view/265/254>

- ✓ QIAO, Yaning, PARRY, Tony, DAWSON, Andrew. Pavimento Flexible y cambio climático: una revisión exhaustiva e implicaciones.

Disponible en: <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/3/1057>

- ✓ Reem, Salim. Evaluation of flexible pavement failures-A case study road. Revest International Journal of Advanced Engineering, Management and Science (IJAEMS).

Disponible: <https://media.neliti.com/media/publications/239886-evaluation-of-flexible-pavement-failures-8120b5e8.pdf>

- ✓ REYES, Deyvith. Diseño de la carretera en el tramo, El Progreso- Tiopampa, Distrito de Chugay, Provincia de Sánchez Carrión, Departamento de La Libertad. Tesis (Título de ingeniero civil). Trujillo: Universidad César Vallejo.  
Disponible en:  
<http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/11744?locale-attribute=en>
  
- ✓ RODRÍGUEZ, José. Estudio y diseño del sistema vial de la comuna San Vicente de la parroquia rural del quinche del distrito metropolitano de Quito, provincia de pichincha. (Título de ingeniero civil).  
Disponible en:  
<https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/2156/1/T-UIDE-1233.pdf>
  
- ✓ SANCHEZ, Luis, MACHUCA, Johan. Estudio de fallas en los pavimentos rígidos para el mantenimiento y rehabilitación de las vías principales del municipio de Tamalameque Cesar. Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña. Tesis (Tecnólogos en obras civiles), 2015.  
<https://docplayer.es/93067090-Resumen-tesis-de-grado.html>
  
- ✓ Sargand, Shad M.; Vega-Posada, Carlos A.; Arboleda-Monsalve, Luis G. Long term performance of existing asphalt concrete pavement sections. Revista Facultad de Ingeniería universidad de Antioquia. 2013.  
Disponible en:  
[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0120-62302013000100004&lng=en&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0120-62302013000100004&lng=en&nrm=iso&tlng=es)

- ✓ SINTI, Juan. Diseño de pavimento vehicular y peatonal del Centro Poblado Culebreros, Santa Catalina de Mossa, Piura, 2017. Tesis (ingeniero civil). Chiclayo: Universidad César Vallejo. 2017.
- ✓ Disponible en:  
[http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/33502/sinti\\_pj.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/33502/sinti_pj.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
  
- ✓ Tighe, Smith, Mills y Andrey, 2017. Climate change impacts on asphalt road pavement construction and maintenance. 2020  
 Disponible en:  
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/jiec.12936>
  
- ✓ URBANO, Karin, VARGAS, Mario. El estado de condición de una carretera no pavimentada y los tipos de intervención, aplicando MTC, URCI, TMH -12 de la ruta LM-580. (título de ingeniero). Lima: Universidad Ricardo Palma. 2019.  
 Disponible en: <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/2641>
  
- ✓ VÁSQUEZ, Ricardo. PCI para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras en Colombia 2002.  
 Disponible en:  
<https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/manual-pci1.pdf>
  
- ✓ VIALIDAD Y TRANSPORTE LATINOAMERICANO. Problemáticas y soluciones carretera central. Revista peruana: Lima, Perú-2016. (Seguridad vial).  
 Disponible en :  
<http://www.institutoivia.org/vcisev/revista%20completa%20VIALIDAD%20Y%20TRANSPORTE.pdf>

- ✓ ZELADA, Luis. Diseño de 1 km. de pavimento, carretera Juliaca-Puno (Km 44+000 – Km. 45+000). Tesis (Ingeniero Civil). Pontificia Universidad Católica del Perú Facultad de Ciencias e Ingeniería,2019.  
Disponible:[http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/13836/ZELADA\\_ROJAS\\_LUIS\\_DISE%C3%91O\\_PAVIMENTO\\_JULIACA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/13836/ZELADA_ROJAS_LUIS_DISE%C3%91O_PAVIMENTO_JULIACA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- ✓ HUMPIRI KATIA. "Análisis superficial de pavimentos flexibles para el mantenimiento de vías en la región de Puno,2015". Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez"  
Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/249337494.pdf>
- ✓ MEDINA, Armando y DE LA CRUZ, Marcos. "Evaluación superficial del pavimento flexible del Jr. José Gálvez del distrito de Lince aplicando el método del PCI". Tesis (Ingeniero Civil). Lima. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas,2015  
Disponible en:  
[https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/581505/Medina\\_PA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/581505/Medina_PA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- ✓ NEIRA, Elkin y REBAZA, Angie. "Transitabilidad vial y diseño de pavimento de la vía Panamericana Norte - anexo Huacacorral - Virú, 2020"  
Disponible en:  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/63608>
- ✓ CORONEL, Italo. "Diseño de la carretera a nivel de pavimento flexible entre los centros poblados Jatanca y Chascarrape, San Pedro de Lloc-La Libertad".  
Disponible en:  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/43175>

- ✓ Lambert, Genesis “Diseño de sobre capa asfáltica del pavimento de la avenida 10 de Julio – Florencia de Mora – Trujillo – 2019”  
Disponible en:  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/63608>
- ✓ VEGA, Victor “Diseño para el mejoramiento de la vía urbana de las calles del AAHH Las Lomas de Wichanza, Distrito de la Esperanza, Trujillo - La Libertad”  
Disponible en:  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/21351>
- ✓ BAZAN, Milagritos “Diseño de una Pavimentación Flexible de los Sectores San José de Moro, El Algarrobal, Huaca Blanca del Distrito de Pacanga – Chepén – La Libertad”  
Disponible en:  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/28889>
- ✓ SOTO, Aníbal y FLORES, Roberth "Diseño De La Carretera A Nivel Afirmado, Tramo Caserío Chalabamba, Progresiva Km 0+000 Hasta 10+000, Distrito-Provincia Bolívar, La Libertad, 2018”  
Disponible en:  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/32614>
- ✓ PEÑLOZA, Camila. “Análisis comparativo del diseño del pavimento flexible mediante el método AASHTO 93 Y SHELL, Avenida. 1-Lurigancho 2020”.  
Disponible en:  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/66403>
- ✓ PACHECO, José. “Diseño del pavimento flexible del Jr. Túpac Amaru-Jr. Pasco en el P.J. Miraflores Alto según Zonificación en Chimbote-2021”.  
Disponible en:  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/70595>

- ✓ ACOSTA, Carlos y COLLAVE, Giovanna. "Diseño del pavimento flexible camino vecinal de Cambio Puente hasta Tambo Real, Chimbote, Ancash-2020"  
Disponible en:  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/66337>
- ✓ QUISPE, Luis. "Diseño vial con los métodos AASHTO-93 y SHELL para mejorar la transitabilidad en el Distrito del Tambo - Huancayo, 2020"  
Disponible en:  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/59836>
- ✓ APAZA, Renato y BRAVO, Nino. "Diseño de pavimento flexible incorporando fibra de carbón a la mezcla asfáltica para el pavimento Tantamayo-Carpa Huánuco 2020"  
Disponible en:  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/65691>
- ✓ A.P. Singh et al. Pavement condition assessment using soft computing techniques. Pavement Research and Technology 11 (2018).
- ✓ ALI, Ali (2011). Evaluation Pavement Distresses Using Pavement Condition Index. University of Diponegoro Semarang, Semarang: 2011.
- ✓ MICHELS, Dominic, Pavement Condition Index and Cost of Ownership Analysis on Preventative Maintenance Projects in Kentucky. Maintenance Projects in Kentucky" Theses and Dissertations--Civil Engineering. 2017.
- ✓ Evaluation of Pavement Condition Index for Roads of Al-Kut

ANEXO 3

Anexo 3.1: Matriz de Operacionalización de variables

Tabla N°34 - Matriz de Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE	La estructura de un pavimento tiene la función de resistir cargas estáticas y dinámicas y trasladarlo hacia el terreno natural.	Un diseño de pavimento flexible tiene módulos como pruebas de mecánica de suelos y el conteo de vehículos para generar un diseño adecuado y resistente, también el soporte de cargas durante su tiempo de uso, el diseño consiste en elaborar un grosor de capa asfáltica optima utilizando diversos métodos (Espinoza 2016)	CONDICIONES DE LA VÍA	✓ Evaluación superficial de la vía	R A Z Ó N
			ESTUDIO DE TRÁFICO	✓ Conteo vehicular – IMDA ✓ Cargas de transitabilidad-ESAL	
			PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE SUELO	✓ Granulometría ✓ Contenido de Humedad ✓ Proctor Modificado ✓ CBR	
			DISEÑO ESTRUCTURAL (MÉTODO AASTHO 93)	✓ Carpeta asfáltica ✓ Base ✓ Sub- base	



Anexo 3.2: Matriz de Consistencia del Marco Metodológico

Tabla N°35 - Matriz de Consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA					
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVOS	MARCO TEÓRICO	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<p>¿Cuál es el diseño del pavimento flexible utilizando el método AASHTO 93 en la avenida Riva Agüero, El Porvenir, Trujillo, 2021?</p> <p>En el distrito El Porvenir algunas calles están severamente dañadas y otras no cuentan con un pavimento, tampoco no cuenta con una cultura vial necesaria, así como también se puede ver un gran riesgo vehicular y peatonal</p>	<p>GENERAL:</p> <p>Realizar un diseño estructural del pavimento flexible utilizando el método AASHTO 93 en la Avenida Riva Agüero – El Porvenir – Trujillo, 2021.</p> <p>ESPECIFICOS:</p> <p>Realizar un estudio superficial de la vía para determinar en qué estado se encuentra en la actualidad la avenida Riva Agüero-El Porvenir-Trujillo,2021.</p> <p>Determinar las cargas de transitabilidad en la avenida Riva Agüero-El Porvenir-Trujillo,2021.</p> <p>Determinar las propiedades del suelo en la avenida Riva Agüero-El Porvenir - Trujillo,2021.</p> <p>Determinar los espesores del paquete estructural del pavimento flexible de la Riva Agüero-Trujillo,2021.</p>	<p>Bermúdez y Ramos (2019), “Diseño de un pavimento flexible en la Av. Uno y la Av. Sinchi Roca en el centro poblado Alto Trujillo, La Libertad”.</p> <p>Delgado y Rivera (2018). “Diseño de pavimento rígido en la avenida Virgen de Fátima desde el km 11- Taura”</p> <p>Chávez (2018). “Diseño de un pavimento flexible en la Av. Morales Suárez, ubicada en la vía Expresa Línea Amarilla en la ciudad de Lima”.</p>	<p><b>HIPÓTESIS GENERAL</b></p> <p>El diseño del pavimento flexible en la avenida Riva Agüero estará llevado a cabo por el método AASHTO 93 así como el Manual de pavimentos urbanos CE. 010 y el Manual de carreteras el cual consistirá por una capa de asfalto con base y sub base granular en la avenida Riva Agüero-El Porvenir- 2021</p>	<p>Variable: Diseño del pavimento flexible</p> <p>Pavimento flexible se denomina a una estructura vial que se construye sobre la sub rasante de una plataforma, para soportar y distribuir las cargas que ocasionan los vehículos, así como también para optimizar el bienestar del usuario y las escalas de seguridad.</p>	<p><b>Tipo de Investigación</b></p> <p>Por el propósito: Aplicada</p> <p>Por el diseño: No experimental</p> <p><b>Unidad de Estudio</b></p> <p>Avenida Riva Agüero</p> <p><b>Población</b></p> <p>Avenida Riva Agüero</p> <p><b>Muestra</b></p> <p>Avenida Riva Agüero</p> <p><b>Técnicas e instrumentos de recolección de datos</b></p> <p>Técnica: Observación</p> <p>Instrumentos: Guías de observación, matriz de datos</p>

**MATRIZ DE CONSISTENCIA DEL MARCO METODOLÓGICO**

PROBLEMA CENTRAL	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	TÍTULO	OBJETIVOS	HIPÓTESIS
<p>En el distrito El Porvenir algunas calles están severamente dañadas y otras no cuentan con un pavimento, tampoco no cuenta con una cultura vial necesaria, así como también se puede ver un gran riesgo vehicular y peatonal</p>	<p>¿Cuál es el diseño del pavimento flexible utilizando el método AASHTO 93 en la avenida Riva Agüero, El Porvenir, Trujillo, 2021?</p>	<p>Diseño estructural del pavimento flexible utilizando método AASHTO 93 en la Avenida Riva Agüero-El Porvenir-Trujillo, 2021</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Realizar un diseño estructural del pavimento flexible utilizando el método AASHTO 93 en la Avenida Riva Agüero-El Porvenir-Trujillo, 2021.</li> <li>✓ Determinar los espesores del paquete estructural del pavimento flexible de la avenida Riva Agüero-El Porvenir-Trujillo, 2021.</li> </ul>	<p>Hipótesis General</p> <p>El diseño del pavimento flexible en la avenida Riva Agüero estará llevado a cabo por el método AASHTO 93 así como el Manual de pavimentos urbanos CE. 010 y el Manual de carreteras el cual consistirá por una capa de asfalto con base y sub base granular en la avenida Riva Agüero-El Porvenir-Trujillo, 2021.</p>

Anexo 4. Instrumentos de recolección de datos

Anexo 4.1. Guía de observación N°01

Progresiva		Señalización	Condición Actual
Inicio	Fin		




















  
Luis Alberto Horna Araujo  
ING. CIVIL  
CIP. 24002









































FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR  
ESTUDIO DE TRAFICO






















PROYECTO:		"DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN LA AV. RIVA AGÜERO-EL PORVENIR-TRUJILLO "						ESTACION			1+500 km								
UBICACIÓN		EL PORVENIR-TRUJILLO						DIA Y FECHA		12	09	2021							
DIA	01																		
HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER			
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>= 3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>= 3T3
DIAGRA. VEH.																			
00-01	1																		
01-02	1																		
02-03	1	1																	
03-04	5	5	3	2						2									
04-05	6	4	4		5				1										
05-06	4	5	2	3	5	4	1			1	1								
06-07	5	2	5		4	4		1	2										
07-08	6	3	3	3	3	5	2												
08-09	7	5	1	3	5	3													
09-10	3		3	2	7	3			3	1	1								
10-11	8	3			5	4	2												
11-12	9	5	4	2	4	5		1				1							
12-13	7	6	5	4	6	3			2										
13-14	4	6	3		6	5	3			2									
14-15	6	5	4	3	5	4		1			1								
15-16	6	4	4		4	5	2												
16-17	9	3	5		6	4			1										
17-18	4	3	3	3	6	5		1		1									
18-19	5	5	4	2	5	5	2		1		1								
19-20	6	2	5	2	4	3													
20-21	7	5	3	2	3	5			1	2									
21-22	9	5	4		5	5													
22-23	3	5	4	1															
23-24	7	3	5																
PARCIAL:	130	85	74	32	88	72	12	4	11	9	4	1	0	0	0	0	0	0	0




















PROYECTO:		"DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN LA AV. RIVA AGÜERO-EL PORVENIR-TRUJILLO "						ESTACION			1+500km									
UBICACIÓN		EL PORVENIR-TRUJILLO						DIA Y FECHA		13	09	2021								
DIA	02																			
HORA	AUTO	STACION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>= 3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>= 3T3	
DIAGRA. VEH.																				
00-01																				
01-02	1																			
02-03	1	1																		
03-04		2	4	2						2										
04-05	5	5	2		3				1											
05-06	8	3	2		5	4	3			1	1									
06-07	4	2	5	3	4	3			2											
07-08	6	3	3	2	3	4	2			1										
08-09	4	5	1	1	5	5		2												
09-10	6	3	3	2	7	3			3		1									
10-11	5	3	4		4	4	2													
11-12	8	5	4	2	6	5														
12-13	8	7	3	4	6	5														
13-14	9	6	3		6	5	3	1		2		1								
14-15	9	8	4	3	6	5		1	1											
15-16	7	6			3	5	1						1							
16-17	7	3	5		6	4			1											
17-18	3	3	6	2	7	5	1			1										
18-19	9	3	5	2	5	6		1	1		1									
19-20	8	2	5	2	5	5	2													
20-21	8	7	4	2	5	5	3		1	1										
21-22	5	6	4		5	5														
22-23	4	5	4	1																
23-24		3	5																	
PARCIAL:	125	90	76	28	90	78	17	5	10	8	3	1	0	1	0	0	0	0	0	0




















PROYECTO:		"DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN LA AV. RIVA AGÜERO-EL PORVENIR-TRUJILLO "						ESTACION				1+500 km							
UBICACIÓN		EL PORVENIR-TRUJILLO						DÍA Y FECHA		14		09		2021					
DIA	03																		
HORA	AUTO	STACION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER			
			PICK UP	PANORAMA	RURAL Combi		2 E	>= 3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>= 3T3
DIAGRAMA VEH.																			
00-01																			
01-02	1																		
02-03	1	1																	
03-04	1	2	3	2															
04-05	4		1	1					1										
05-06	6		2		3	5				1									
06-07	4	2	5	3	4	5			2										
07-08	6	3	3	2	3	4	2			1	1	1							
08-09	6	5	1	1	5			1											
09-10	6	3	3	2	7	5			2										
10-11	5	3	5		5	4				2									
11-12	8	5	4	2	4	5					1								
12-13	8	7	5	4	6	5		2											
13-14	9	6	4		6	5	3	1											
14-15	9	8	4	3	6	5			1	1									
15-16	8	6	5		4	5	1					1							
16-17	7	3		2	6	4			1										
17-18	5	3	6	2	6	5	1			1									
18-19	9	3	5	2	5	6		1	1			1							
19-20	8	3		2	4	4	2												
20-21	8	5	5	2	6	5	3		1	1	1								
21-22	5	6	5	3	5	5		1	2										
22-23	4		5	4															
23-24		3	5																
<b>PARCIAL:</b>	<b>128</b>	<b>82</b>	<b>75</b>	<b>33</b>	<b>85</b>	<b>77</b>	<b>11</b>	<b>6</b>	<b>11</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

PROYECTO:		"DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN LA AV. RIVA AGÜERO-EL PORVENIR-TRUJILLO "						ESTACION				1+500 km								
UBICACIÓN		EL PORVENIR-TRUJILLO						DÍA Y FECHA		15		09		2021						
DIA	04																			
HORA	AUTO	STACION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				
			PICK UP	PANORAMA	RURAL Combi		2 E	>= 3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>= 3T3	
DIAGRAMA VEH.																				
00-01																				
01-02	1																			
02-03		1																		
03-04	1	2	3																	
04-05	4		1	1	3				1											
05-06		5			4	5	2			1										
06-07	4	2	4		4	5		1	2											
07-08	6	3	3	2	3	4	2			1	1									
08-09	6	1	1		5															
09-10	6	3	3	2	8	5			2											
10-11		3	5		3	4	2	1		2										
11-12	8	5	4	2	4	5				1										
12-13	8	7	5		6	5			2	2			1							
13-14	9	6	4		6	5	3					1								
14-15	9	8	4	3	7	5			1	1										
15-16	8	6	5		4	5	1	1												
16-17	7	3	5	2	6	4			1		1									
17-18	5	5	6	2	6	3	6		2	1										
18-19	6	5	5	2	5	6		1												
19-20	8	5	5		5	4	2													
20-21	8	5	5	2	4	5			2	1	1									
21-22	5	6	5		5	3														
22-23	4	5			3															
23-24		3																		
<b>PARCIAL:</b>	<b>113</b>	<b>89</b>	<b>73</b>	<b>18</b>	<b>91</b>	<b>73</b>	<b>18</b>	<b>4</b>	<b>12</b>	<b>9</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

PROYECTO:		"DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN LA AV. RIVA AGÜERO-EL PORVENIR-TRUJILLO "							ESTACION			1+500 km								
UBICACIÓN		EL PORVENIR-TRUJILLO							DIA Y FECHA		16	09	2021							
DIA	05																			
HORA	AUTO	STAT ION WA GO N	CAMIONETAS			MICR O	B U S		CAMI ON			SEMI TRAYLER				TRAYLE R				
			PICK UP	PA NE L	RURAL Combi		2 E	>= 3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/ 2S2	2S3	3S1/ 3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>= 3T3	
DIAGRA. VEH.																				
00-01																				
01-02																				
02-03																				
03-04	5									1										
04-05	8	5	4	3	5						1									
05-06	5	5	3	2	7					1										
06-07	4	6	4		4	5			1											
07-08	6	3	3	2	3	4	2			1			1							
08-09	6	1	1		5	6	4													
09-10	6	3	6	2	2	5			2											
10-11	6	3	5		3	5	2	1												
11-12	8	5	4	2	4	5								1						
12-13	8	7	5		6	5			1		1									
13-14	9	6	4		2	5		1												
14-15	9	8	4	3	7	5			1	1			1							
15-16	8	6	5		4	5	1													
16-17	7			4	6	4					1									
17-18	8	5	6		6	3	3		2	1										
18-19	6	5	6	2	3	6			1											
19-20	8	5	5		5	4														
20-21	8		6	2	5	5	3	1	2	1	1									
21-22	5	6	5		5					2										
22-23	8	5	2	2																
23-24		3																		
<b>PARCIAL:</b>	<b>138</b>	<b>88</b>	<b>78</b>	<b>24</b>	<b>82</b>	<b>72</b>	<b>15</b>	<b>3</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>



PROYECTO:		"DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN LA AV. RIVA AGÜERO-EL PORVENIR-TRUJILLO"							ESTACION			1+500 km							
UBICACIÓN		EL PORVENIR-TRUJILLO							DÍA Y FECHA		17	09	2021						
DIA	06																		
HORA	AUTO	STAT ION WA GO N	CAMIONETAS			MICR O	B U S		CAMI ON			SEMI TRAYLER				TRAYLE R			
			PICK UP	PA NEL	RURAL Combi		2 E	>= 3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/ 2S2	2S3	3S1/ 3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>= 3T3
DIAGRA. VEH.																			
00-01																			
01-02																			
02-03																			
03-04		5								1									
04-05	8		4		6														
05-06	6			2	7	5			1	1									
06-07	4	6	4		4				1		1								
07-08	6		3		3	4	2	2		1									
08-09	6	4			5	4	1												
09-10		3	6	2	2	5			1										
10-11	6	3	5		3	5	2		1										
11-12	4	5	4	2	4	5				1									
12-13	8	7	5	3	6	4			1		2								
13-14	9	5	4		8	5													
14-15	9	8	4	3	7	5			1	1	1								
15-16		6	5		4	5	1												
16-17	7				6	4		1											
17-18	8	5	6	3	6	6	2		2	1									
18-19		5	6	3	7	5	1		1		1								
19-20	8	5	5	4		4													
20-21	8	5	6			5	3			1									
21-22	7	6	5		5					1									
22-23	8	5																	
23-24																			
<b>PARCIAL:</b>	<b>112</b>	<b>83</b>	<b>72</b>	<b>22</b>	<b>83</b>	<b>71</b>	<b>12</b>	<b>3</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

PROYECTO:		"DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN LA AV. RIVA AGÜERO-EL PORVENIR-TRUJILLO"						ESTACION		1+500 km										
UBICACIÓN		EL PORVENIR-TRUJILLO						DÍA Y FECHA		18	09	2021								
DIA	07																			
HORA	AUTO	STAT ION WA GO N	CAMIONETAS			MICR O	B U S		CAMI ON			SEMI TRAYLER				TRAYLE R				
DIAGRA. VEH.																				
			PICK UP	PA NE L	RURAL Combi		2 E	>= 3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/ 2S2	2S3	3S1/ 3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>= 3T3	
00-01																				
01-02																				
02-03			3																	
03-04		4																		
04-05	8		6	3																
05-06	6	3		2	7	6														
06-07	4	3	4		4	5	2	1	2	2										
07-08	6		3		3	4		1	2	1										
08-09	6	4			5	4	3													
09-10			6	2	2	5			1	1	1									
10-11	6	6	5		3	5	2		1											
11-12	5	5	4	2	4	5		2		1										
12-13	8	7	5	3	6	4			1											
13-14	9	5	4		8	5						1								
14-15	9	8	4	3	7	5			1	1										
15-16		6	5	3	4	5	1			2			1							
16-17	5				6	6														
17-18	8	5	6	3	6	4	2		2	1										
18-19		5	6	3	7	5		1	1											
19-20	8	5	5	4	5	4	2				1									
20-21	8	5	6			5														
21-22	7	6	5		7															
22-23	8	5																		
23-24																				
<b>PARCIAL:</b>	<b>111</b>	<b>82</b>	<b>77</b>	<b>28</b>	<b>84</b>	<b>77</b>	<b>12</b>	<b>5</b>	<b>11</b>	<b>9</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Anexo 5. Recolección de datos

Anexo 5.1. Fichas de Recolección de datos N°01-Estudio de Suelos



**INGEOGAMA**

INGENIERIA GEOTECNICA Y GAMA DE MATERIALES  
ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES

DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO METODO AASHTO 93 EN LA AVENIDA RIVA AGÜERO-EL PORVENIR-TRUJILLO, 2021

CALICATA N°	PROGRESIVAS	L.L (%)	L.P(%)	I.P(%)	SUCS	AASHTO	100%MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3)	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	CBR AL 100 % MDS	CBR AL 95% MDS
	Km								0.1"	
C-1	0+300	0,00	0,00	0,00	SP-SM	A-3(0)	1,980	8,21%	21,16	15,36
C-2	0+600	0,00	0,00	0,00	SP-SM	A-3(0)	1,975	8,44%	22,92	15,89
C-3	0+900	0,00	0,00	0,00	SP-SM	A-3(0)	1,977	7,31%	21,48	15,62
C-4	1+200	0,00	0,00	0,00	SP-SM	A-3(0)	1,974	7,80%	21,76	15,90
C-5	1+500	0,00	0,00	0,00	SP-SM	A-3(0)	1,977	8,01%	20,66	14,78
C-6	1+800	0,00	0,00	0,00	SP-SM	A-3(0)	1,976	7,20%	20,85	14,64
C-7	2+100	0,00	0,00	0,00	SP-SM	A-3(0)	1,973	8,14%	20,39	14,90
C-8	2+400	0,00	0,00	0,00	SP-SM	A-3(0)	1,974	8,26%	20,12	14,56
C-9	2+700	0,00	0,00	0,00	SP-SM	A-3(0)	1,972	6,98%	20,94	14,85





# INGEOGAMA SAC

INGENIERIA GEOTECNICA Y GAMA DE MATERIALES  
ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS. CONCRETO. ASFALTO Y CONSTRUCCIONES

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E-204 / ASTM D-422 / AASHTO T 88

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**Proyecto:** DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN LA AV. RIVA AGÜERO-EL

**Tesis:** TRUJILLO

**Responsable:** ING. DANILO QUISEP VÁSQUEZ

**Material:** TERRENO NATURAL (SUB RASANTE)

**Cantera:** CALCATA Nº1 - KM0+300

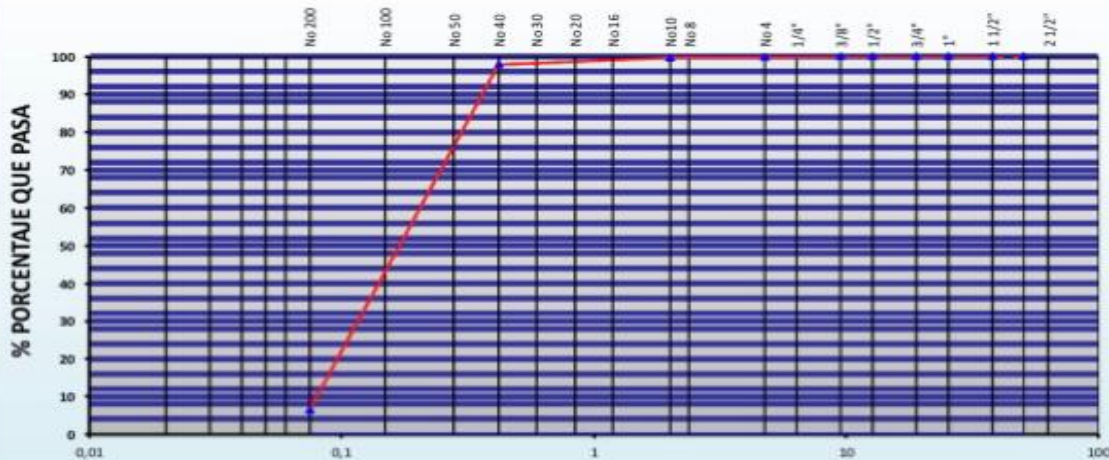
**Para Estructura:** PAVIMENTO

**Tamaño Max:** 2"

**Fecha:** 30-09-21

Tamiz ASTM	Abertura (mm.)	Peso Retenido	% Retenido		% que Pasa	Especificaciones Obra	Descripción de Muestra
			Parcial	Acumulado			
3"	76,200						Límite Líquido (LL) : NP (%)
2 1/2"	63,500						Límite Plástico (LP) : NP (%)
2"	50,800						Índice de Plasticidad (IP) : NP (%)
1 1/2"	38,100						Grava 3" - Nº 4 : ,2 (%)
1"	25,400						Arena Nº4 - Nº 200 : 93,4 (%)
3/4"	19,050						Finos < Nº 200 : 6,4 (%)
1/2"	12,700						Determinación del Suelo : <b>Suelo Granular</b>
3/8"	9,525				100,00		
1/4"	6,350						
Nº 4	4,750	1,30	0,20	0,20	99,80		<b>CLASIFICACION AASHTO</b> : <b>A-3(0)</b>
Nº 8	2,360	0,95	0,10	0,30	99,70		<b>CLASIFICACION SUCS</b> : <b>SP-SM</b>
Nº 10	2,000	0,88	0,10	0,40	99,60		
Nº 16	1,190	1,12	0,20	0,60	99,40		
Nº 20	0,834	1,44	0,20	0,80	99,20		
Nº 30	0,600	2,20	0,30	1,10	98,90		
Nº 40	0,420	6,33	1,00	2,10	97,90		
Nº 50	0,300	31,25	4,80	6,90	93,10		
Nº 60	0,250	136,54	21,00	27,90	72,10		
Nº 80	0,177	288,16	44,30	72,20	27,80		
Nº 100	0,149	66,46	10,20	82,40	17,60		
Nº 200	0,075	73,10	11,20	93,60	6,40		
<200		40,27	6,40	100,00			

### REPRESENTACION GRAFICA



OBSERVACIONES :

INGEOGAMA SAC  
Ing. Danilo Quispe Vásquez  
CIP 145600



# INGEOGAMA SAC

INGENIERIA GEOTECNICA Y GAMA DE MATERIALES  
ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES

## ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

(NORMA MTC-115, ASTM D-1557, AASHTO T-180)

### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Proyecto : DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO METODO AASHTO 93 EN LA AVENIDA RIVA AGUERO-EL PORVENIR-TRUJILLO. 2021

Tesistas: TRUJILLO PORTOCARRERO MARLON / NUREÑA VILLEGAS, VICMARC GIORDANO

Responsable: ING. DANILO QUISPE VASQUEZ

Muestra: TERRENO NATURAL (SUB RASANTE)

Fecha: 30/09/2021

Calicata: CALICATA N°1 - KM= 0+300

Para Estructura: PAVIMENTO

Tamaño Max: 2"

CLASF. (SUCS) : SP-SM

CLASF. (AASHTO) : A-3(0)

INDICE DE GRUPO :

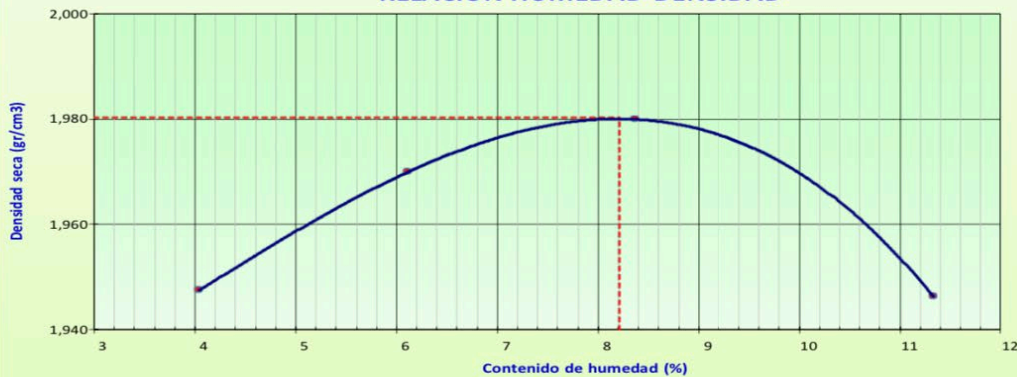
Cantera:

METODO DE COMPACTACION : A N° MOLDE : 3  
NUMERO DE GOLPES : 25 NUMERO DE CAPAS : 5

Peso suelo + molde	gr	6070.0	6128.0	6178.0	6197.0
Peso molde	gr	4240.0	4240.0	4240.0	4240.0
Peso suelo húmedo compactado	gr	1830.0	1888.0	1938.0	1957.0
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	903.2	903.2	903.2	903.2
Peso volumétrico húmedo	gr	2.026	2.090	2.146	2.167
Recipiente N°					
Peso del suelo húmedo+tara	gr	115.96	98.02	84.40	120.40
Peso del suelo seco + tara	gr	112.52	94.15	79.73	111.20
Tara	gr	27.40	30.84	23.95	30.00
Peso de agua	gr	3.4	3.9	4.7	9.2
Peso del suelo seco	gr	85.1	63.3	55.8	81.2
Contenido de agua	%	4.04	6.11	8.37	11.33
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.947	1.970	1.980	1.946

Densidad máxima (gr/cm<sup>3</sup>) : 1,980  
Humedad óptima (%) : 8,21 %

### RELACION HUMEDAD-DENSIDAD



INGEOGAMA SAC  
Ing. Danilo Quispe Vásquez  
CIP 145600



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**

**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
NTP 339,145 / ASTM D-1883

<b>PROYECTO:</b>	DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO METODO AASHTO 93 EN LA AVENIDA RIVA AGÜERO-EL PORVENIR-TRUJILLO, 2021		
<b>TESISTAS:</b>	TRUJILLO PORTOCARRERO MARLON / NUREÑA VILLEGAS, VICMARC GIORDANO		
<b>RESPONSABLE:</b>	ING. DANILO QUISPE VASQUEZ	<b>CLASF. (SUCS)</b>	SP-SM
<b>MATERIAL:</b>	TERRENO NATURAL (SUB RASANTE)	<b>CLASF. (AASHTO)</b>	A-3(0)
<b>CALICATA:</b>	C-1	<b>FECHA</b>	30/09/2021
<b>PROGRESIVA:</b>	KM= 0+300		

**COMPACTACION**

Molde N°	4		5		6	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	55		26		12	
Condición de la muestra	<b>NO SATURADO</b>	<b>SATURADO</b>	<b>NO SATURADO</b>	<b>SATURADO</b>	<b>NO SATURADO</b>	<b>SATURADO</b>
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12692,00		12508,00		12137,00	
Peso de molde (g)	8295,00		8260,00		8150,00	
Peso del suelo húmedo (g)	4397,00		4248,00		3987,00	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2049,83		2049,83		2049,83	
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2,145		2,072		1,945	
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	98,48		112,97		103,32	
Peso suelo seco + tara (g)	93,09		105,43		96,62	
Peso de tara (g)	26,39		29,58		19,50	
Peso de agua (g)	5,39		7,54		6,70	
Peso de suelo seco (g)	66,70		75,85		77,12	
Contenido de humedad (%)	8,08		9,94		8,69	
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1,985		1,885		1,790	

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%

**PENETRACION**

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0,000		0	0			0	0			0	0		
0,635		16	72			12	55			8	38		
1,270		34	144			26	110			15	67		
1,905		55	228			40	165			22	95		
2,540	70,455	73	300	292,7	21,2	52	216	211,8	15,3	28	119	113,8	8,2
3,810		98	403			69	287			36	151		
5,080	105,682	123	502	510,6	24,6	87	356	357,6	17,2	46	192	189,6	9,1
7,620		169	693			114	468			59	243		
10,160		208	851			139	567			71	294		
12,700		237	966			162	661			84	347		



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS							
RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) NTP 339,145 / ASTM D - 1883							
<b>PROYECTO:</b> DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN LA AV. RIVA AGÜERO-EL PORVENIR-TRUJILLO, 2021							
<b>TESISTAS:</b> TRUJILLO PORTOCARRERO MARLON / NUREÑA VILLEGAS, VICMARCO GK		<b>CLASF. (SUCS)</b>	SP-SM				
<b>RESPONSABLE:</b> ING. DANILO QUISPE VASQUEZ		<b>CLASF. (AASHTO)</b>	A-3(0)				
<b>MATERIAL:</b> TERRENO NATURAL (SUB RASANTE)		<b>FECHA</b>	30/09/2021				
<b>CALICATA:</b> C-1							
<b>PROGRESIVA:</b> KM= 0+300							
		<b>METODO DE COMPACTACION</b> : ASTM D1557 <b>MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)</b> : 1,985 <b>OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b> : 8,080 <b>95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)</b> : 1,886					
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)</td> <td>0.1": 21,16</td> <td>0.2": 24,60</td> </tr> <tr> <td>C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)</td> <td>0.1": 15,36</td> <td>0.2": 17,28</td> </tr> </table>		C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1": 21,16	0.2": 24,60	C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1": 21,16	0.2": 24,60					
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1": 15,36	0.2": 17,28					
<b>OBSERVACIONES:</b>							
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p><b>EC = 55 GOLPES</b></p> </div> <div style="text-align: center;"> <p><b>EC = 26 GOLPES</b></p> </div> <div style="text-align: center;"> <p><b>EC = 12 GOLPES</b></p> </div> </div>							
<b>OBSERVACIONES :</b>							



## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E-204 / ASTM D-422 / AASHTO T 88

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Proyecto:

Tesistas: TRUJILLO PORTOCARRERO MARLON / NUREÑA VILLEGAS, VICMARC GORDANO

Responsable: ING. DANILO GUISPE VASQUEZ

Material: TERRENO NATURAL (SUB RASANTE)

Cantera: CALICATA N°2 - KM 0+600

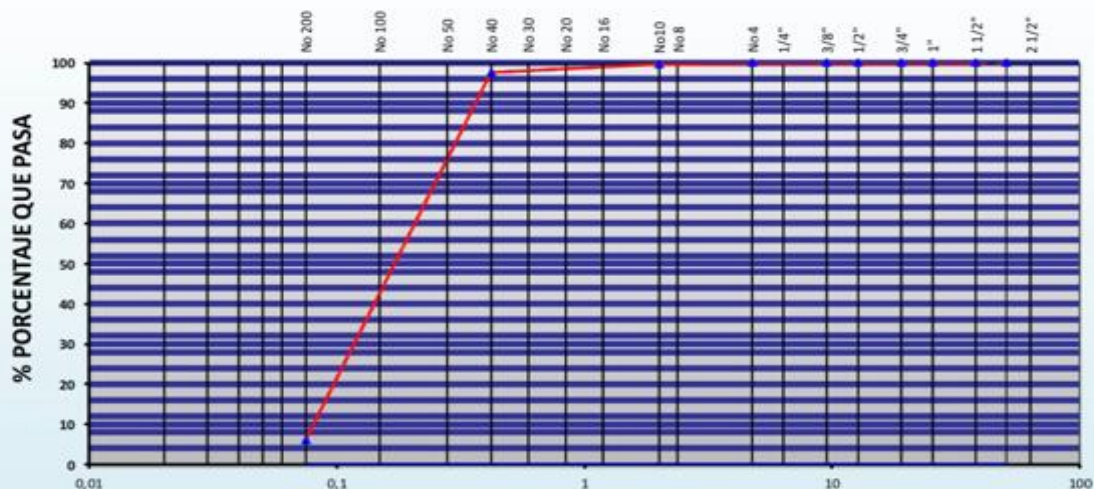
Para Estructura: PAVIMENTO

Tamaño Max: 2"

Fecha: 30-09-21

Tamiz ASTM	Abertura ( mm )	Peso Retenido	% Retenido		% que Pasa	Especificaciones Obra	Descripcion de Muestra
			Parcial	Acumulado			
3"	76,200						Limite Liquido (LL) : NP (%)
2 1/2"	63,500						Limite Plastico (LP) : NP (%)
2"	50,800						Indice de Plasticidad (IP) : NP (%)
1 1/2"	38,100						Grava 3" - N° 4 : (%)
1"	25,400						Arena N°4 - N° 200 : 94,0 (%)
3/4"	19,050						Finos < N° 200 : 6,0 (%)
1/2"	12,700						Determinacion del Suelo : <b>Suelo Granular</b>
3/8"	9,525						
1/4"	6,350						
No. 4	4,750				100,00		CLASIFICACION AASHTO : <b>A-3(0)</b>
No. 8	2,360	0,82	0,10	0,10	99,90		CLASIFICACION SUCS : <b>SP-SM</b>
No. 10	2,000	0,90	0,20	0,30	99,70		
No. 16	1,190	1,32	0,20	0,50	99,50		Descripción - <b>Arena pobremente graduada con limo</b>
No. 20	0,834	1,52	0,30	0,80	99,20		
No. 30	0,600	2,25	0,40	1,20	98,80		Peso Inicial (gr) : <b>600,0</b>
No. 40	0,420	7,11	1,20	2,40	97,60		
No. 50	0,300	35,10	5,90	8,30	91,70		
No. 60	0,250	121,47	20,20	28,50	71,50		
No. 80	0,177	278,60	46,40	74,90	25,10		
No. 100	0,149	60,14	10,00	84,90	15,10		
No. 200	0,075	54,30	9,10	94,00	6,00		
<200		36,47	6,00	100,00			

### REPRESENTACION GRAFICA



OBSERVACIONES :

INGEOGAMA.SAC  
Ing. Danilo Guispe Vásquez  
CIP 145800





# INGEOGAMA<sup>SAC</sup>

INGENIERIA GEOTECNICA Y GAMA DE MATERIALES  
ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES

## ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

(NORMA MTC-115, ASTM D-1557, AASHTO T-180)

### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Proyecto: DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO METODO AASHTO 93 EN LA AVENIDA RIVA AGUERO-EL PORVENIR-TRUJILLO. 2021

Tesistas: TRUJILLO PORTOCARRERO MARLON / NUREÑA VILLEGAS, VICMARC GIORDANO

Responsable: ING. DANILO QUISPE VASQUEZ

Muestra: TERRENO NATURAL (SUB RASANTE)

Fecha: 30/09/2021

Calicata: CALICATA N°2 - KM= 0+600

Para Estructura: PAVIMENTO

Tamaño Max: 2"

CLASF. (SUCS) : SP-SM

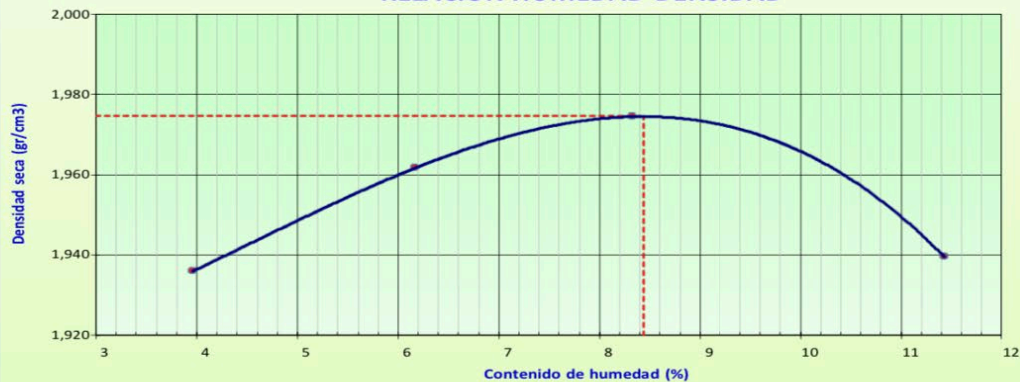
CLASF. (AASHTO) : A-3(0)

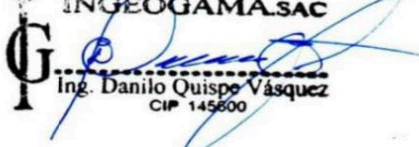
INDICE DE GRUPO :

Cantera:

METODO DE COMPACTACION :		A		N° MOLDE :		3	
NUMERO DE GOLPES :		25		NUMERO DE CAPAS :		5	
Peso suelo + molde	gr	6057.9	6121.0	6172.0	6192.0		
Peso molde	gr	4240.0	4240.0	4240.0	4240.0		
Peso suelo húmedo compactado	gr	1817.9	1881.0	1932.0	1952.0		
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	903.2	903.2	903.2	903.2		
Peso volumétrico húmedo	gr	2,013	2,083	2,139	2,161		
Recipiente N°							
Peso del suelo húmedo+tara	gr	102.37	105.21	120.16	115.34		
Peso del suelo seco + tara	gr	99.28	100.27	112.54	105.81		
Tara	gr	21.32	20.15	21.11	22.42		
Peso de agua	gr	3.1	4.9	7.6	9.5		
Peso del suelo seco	gr	78.0	80.1	91.4	83.4		
Contenido de agua	%	3.96	6.17	8.33	11.43		
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.936	1.962	1.975	1.940		
<b>Densidad máxima (gr/cm<sup>3</sup>)</b>						<b>1,975</b>	
<b>Humedad óptima (%)</b>						<b>8,44 %</b>	

### RELACION HUMEDAD-DENSIDAD



INGEOGAMA.SAC  
  
 Ing. Danilo Quispe Vásquez  
 CIP 145600



# INGEOGAMA<sup>SAC</sup>

INGENIERIA GEOTECNICA Y GAMA DE MATERIALES  
ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES

## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

### RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) NTP 339,145 / ASTM D-1883

<b>PROYECTO:</b>	DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO METODO AASHTO 93 EN LA AVENIDA RIVA AGÜERO-EL PORVENIR-TRUJILLO, 2021		
<b>TESISTAS:</b>	TRUJILLO PORTOCARRERO MARLON / NUREÑA VILLEGAS, VICMARC GIORDANO		
<b>RESPONSABLE:</b>	ING. DANILO QUISPE VASQUEZ	<b>CLASF. (SUCS)</b>	SP-SM
<b>MATERIAL:</b>	TERRENO NATURAL (SUB RASANTE)	<b>CLASF. (AASHTO)</b>	A-3(0)
<b>CALICATA:</b>	C-2	<b>FECHA</b>	30/09/2021
<b>PROGRESIVA:</b>	KM= 0+600		

### COMPACTACION

Molde N°	4		5		6	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	55		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12690,00		12436,00		12117,00	
Peso de molde (g)	8295,00		8260,00		8150,00	
Peso del suelo húmedo (g)	4395,00		4176,00		3967,00	
Volumen del molde (cm³)	2049,83		2049,83		2049,83	
Densidad húmeda (g/cm³)	<b>2,144</b>		<b>2,037</b>		<b>1,935</b>	
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	95,16		107,34		110,25	
Peso suelo seco + tara (g)	89,50		100,87		103,34	
Peso de tara (g)	21,13		23,15		20,22	
Peso de agua (g)	5,66		6,47		6,91	
Peso de suelo seco (g)	68,37		77,72		83,12	
Contenido de humedad (%)	8,28		8,32		8,31	
Densidad seca (g/cm³)	<b>1,980</b>		<b>1,881</b>		<b>1,787</b>	

### EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%

### PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm²	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0,000		0	0			0	0			0	0		
0,635		18	80			14	63			10	46		
1,270		36	152			28	118			17	75		
1,905		59	244			42	173			24	103		
2,540	70,455	81	332	317,0	22,9	54	224	219,7	15,9	30	127	119,0	8,6
3,810		104	427			71	295			38	160		
5,080	105,682	128	522	532,1	25,6	89	364	364,5	17,6	47	196	196,1	9,5
7,620		171	701			116	476			61	251		
10,160		210	859			141	576			73	302		
12,700		239	974			164	669			86	355		



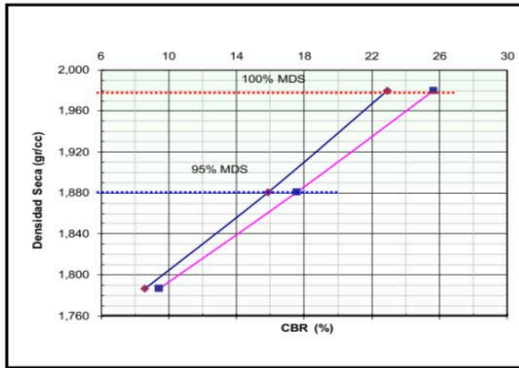
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)  
 NTP 339,145 / ASTM D - 1883

PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO METODO AASHTO 93 EN LA AVENIDA RIVA AGÜERO-EL PORVENIR-TRUJILLO, 2021

TESISTAS: TRUJILLO PORTOCARRERO MARLON / NUREÑA VILLEGAS, VICMARC GI  
 RESPONSABLE: ING. DANILO QUISPE VASQUEZ  
 MATERIAL: TERRENO NATURAL (SUB RASANTE)  
 CALICATA: C-2  
 PROGRESIVA: KM= 0+600

CLASF. (SUCS) SP-SM  
 CLASF. (AASHTO) A-3(0)  
 FECHA 30/09/2021

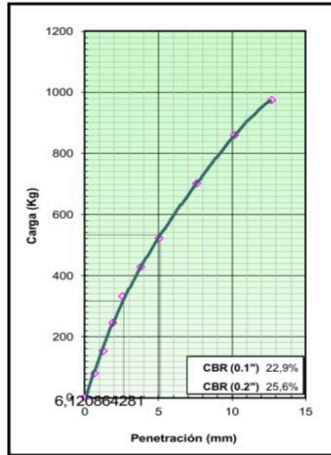


METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557  
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1,980  
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 8,280  
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1,881

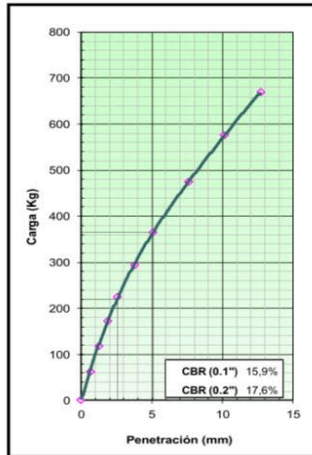
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%) 0.1": 22,92 0.2": 25,65  
 C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%) 0.1": 15,89 0.2": 17,57

OBSERVACIONES:

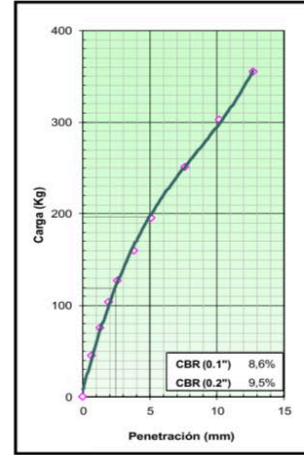
EC = 55 GOLPES



EC = 26 GOLPES



EC = 12 GOLPES



OBSERVACIONES:



# INGEOGAMA<sup>SAC</sup>

INGENIERIA GEOTECNICA Y GAMA DE MATERIALES  
 ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E-204 / ASTM D-422 / AASHTO T 88

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Proyecto: \_\_\_\_\_

Tesistas: TRUJILLO PORTOCARRERO MARLON / NUREÑA VILLEGAS, VICMARC GIORDANO

Responsable: ING. DANILO QUISPE VASQUEZ

Material: TERRENO NATURAL (SUB RASANTE)

Cantera: CALICATA N°3 - KM 0+900

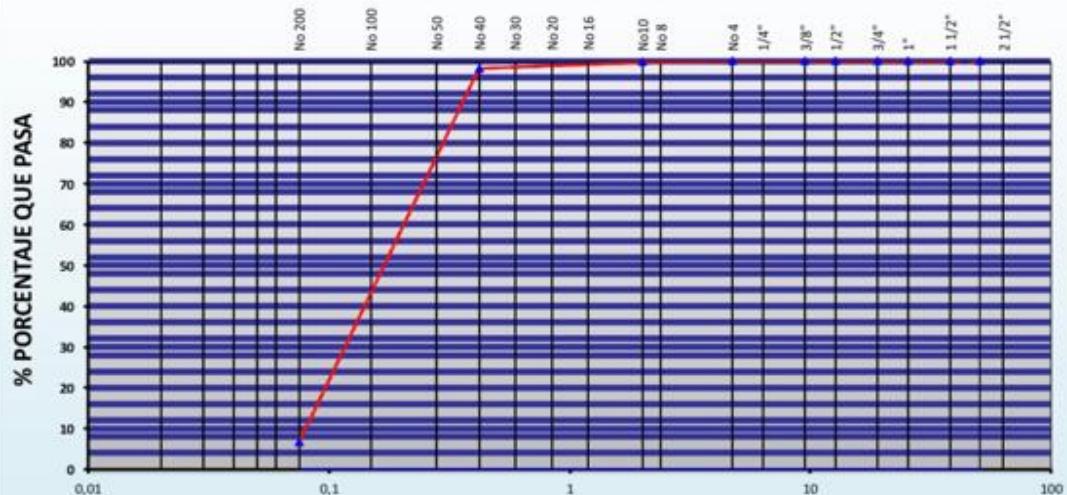
Para Estructura: PAVIMENTO

Tamaño Max: 2"

Fecha: 30-09-21

Tamiz ASTM	Abertura ( mm )	Peso Retenido	% Retenido		% que Pasa	Especificaciones Obra	Descripcion de Muestra
			Parcial	Acumulado			
3"	76,200						Limite Liquido (LL) : NP (%)
2 1/2"	63,500						Limite Plastico (LP) : NP (%)
2"	50,800						Indice de Plasticidad (IP) : NP (%)
1 1/2"	38,100						Grava 3" - N° 4 : (%)
1"	25,400						Arena N°4 - N° 200 : 93,5 (%)
3/4"	19,050						Finos < N° 200 : 6,5 (%)
1/2"	12,700						Determinacion del Suelo : <b>Suelo Granular</b>
3/8"	9,525						
1/4"	6,350						
No. 4	4,760				100,00		CLASIFICACION AASHTO : <b>A-3(0)</b>
No. 8	2,360	0,86	0,10	0,10	99,90		CLASIFICACION SUCS : <b>SP-SM</b>
No. 10	2,000	0,78	0,10	0,20	99,80		
No. 16	1,190	1,00	0,20	0,40	99,60		Descripcion (SUCS) : <b>- Arena pobremente graduada con limo</b>
No. 20	0,834	1,12	0,20	0,60	99,40		Peso Inicial (gr) : <b>630,0</b>
No. 30	0,600	2,30	0,40	1,00	99,00		
No. 40	0,420	5,25	0,80	1,80	98,20		
No. 50	0,300	28,60	4,50	6,30	93,70		
No. 60	0,250	133,20	21,10	27,40	72,60		
No. 80	0,177	278,60	44,20	71,60	28,40		
No. 100	0,149	70,20	11,10	82,70	17,30		
No. 200	0,075	68,20	10,80	93,50	6,50		
<200		39,89	6,50	100,00			

### REPRESENTACION GRAFICA



OBSERVACIONES :

INGEOGAMA SAC  
  
 Ing. Danilo Quispe Vásquez  
 CIP 145800



# INGEOGAMA<sup>SAC</sup>

INGENIERIA GEOTECNICA Y GAMA DE MATERIALES  
ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES

## ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

(NORMA MTC-115, ASTM D-1557, AASHTO T-180)

### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Proyecto: DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO METODO AASHTO 93 EN LA AVENIDA RIVA AGUERO-EL PORVENIR-TRUJILLO. 2021

Tesistas: TRUJILLO PORTOCARRERO MARLON / NUREÑA VILLEGAS, VICMARC GIORDANO

Responsable: ING. DANILO QUISPE VASQUEZ

Muestra: TERRENO NATURAL (SUB RASANTE)

Fecha: 30/09/2021

Calicata: CALICATA N°3 - KM= 0+900

Para Estructura: PAVIMENTO

Tamaño Max: 2"

CLASF. (SUCS) : SP-SM

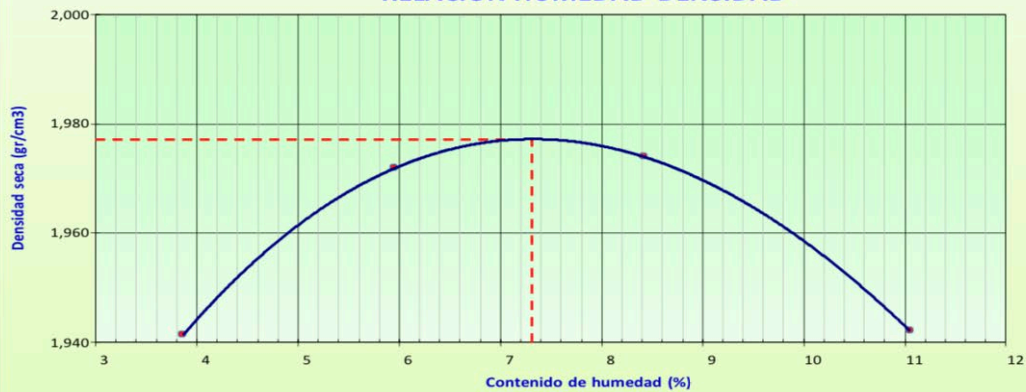
CLASF. (AASHTO) : A-3(0)

INDICE DE GRUPO :

Cantera:

METODO DE COMPACTACION :		N° MOLDE :			
NUMERO DE GOLPES :		NUMERO DE CAPAS :			
	<b>A</b>	<b>3</b>			
	<b>25</b>	<b>5</b>			
Peso suelo + molde	gr	6061.0	6127.0	6173.0	6188.0
Peso molde	gr	4240.0	4240.0	4240.0	4240.0
Peso suelo húmedo compactado	gr	1821.0	1887.0	1933.0	1948.0
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	903.2	903.2	903.2	903.2
Peso volumétrico húmedo	gr	2,016	2,089	2,140	2,157
Recipiente N°					
Peso del suelo húmedo+tara	gr	110.53	105.80	102.60	115.46
Peso del suelo seco + tara	gr	107.21	101.00	96.20	106.07
Tara	gr	21.14	20.35	20.18	21.15
Peso de agua	gr	3.3	4.8	6.4	9.4
Peso del suelo seco	gr	86.1	80.7	76.0	84.9
Contenido de agua	%	<b>3.86</b>	<b>5.95</b>	<b>8.42</b>	<b>11.06</b>
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	<b>1,941</b>	<b>1,972</b>	<b>1,974</b>	<b>1,942</b>
<i>Densidad máxima (gr/cm<sup>3</sup>)</i>					<b>1,977</b>
<i>Humedad óptima (%)</i>					<b>7,31 %</b>

### RELACION HUMEDAD-DENSIDAD



INGEOGAMA.SAC  
Ing. Danilo Quispe Vásquez  
CIP 145600



# INGEOGAMA SAC

INGENIERIA GEOTECNICA Y GAMA DE MATERIALES  
ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES

## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

### RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) NTP 339,145 / ASTM D-1883

<b>PROYECTO:</b>	DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO METODO AASHTO 93 EN LA AVENIDA RIVA AGÜERO-EL PORVENIR-TRUJILLO, 2021		
<b>TESISTAS:</b>	TRUJILLO PORTOCARRERO MARLON / NUREÑA VILLEGAS, VICMARC GIORDANO		
<b>RESPONSABLE:</b>	ING. DANILO QUISPE VASQUEZ	<b>CLASF. (SUCS)</b>	SP-SM
<b>MATERIAL:</b>	TERRENO NATURAL (SUB RASANTE)	<b>CLASF. (AASHTO)</b>	A-3(0)
<b>CALICATA:</b>	C-3	<b>FECHA</b>	30/09/2021
<b>PROGRESIVA:</b>	KM= 0+900		

### COMPACTACION

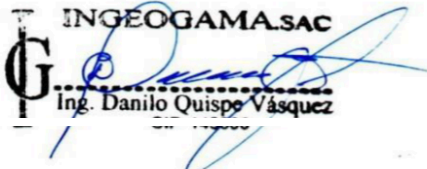
Molde N°	4		5		6	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	55		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12660,00		12407,00		12086,00	
Peso de molde (g)	8295,00		8260,00		8150,00	
Peso del suelo húmedo (g)	4365,00		4147,00		3936,00	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2049,83		2049,83		2049,83	
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2,129		2,023		1,920	
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	102,17		105,38		110,17	
Peso suelo seco + tara (g)	96,55		99,50		103,98	
Peso de tara (g)	21,15		20,33		20,10	
Peso de agua (g)	5,62		5,88		6,19	
Peso de suelo seco (g)	75,40		79,17		83,88	
Contenido de humedad (%)	7,45		7,43		7,38	
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1,982		1,883		1,788	

### EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%

### PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0,000		0	0			0	0			0	0		
0,635		17	74			13	57			9	41		
1,270		35	147			27	114			16	70		
1,905		56	232			41	171			23	98		
2,540	70,455	74	305	297,2	21,5	53	220	216,2	15,6	29	122	116,5	8,4
3,810		99	407			70	289			37	155		
5,080	105,682	124	508	515,2	24,8	88	362	361,4	17,4	47	195	193,4	9,3
7,620		170	695			115	472			60	248		
10,160		209	853			140	573			72	297		
12,700		238	971			163	666			85	350		

INGEOGAMA.SAC  
  
 Ing. Danilo Quispe Vásquez



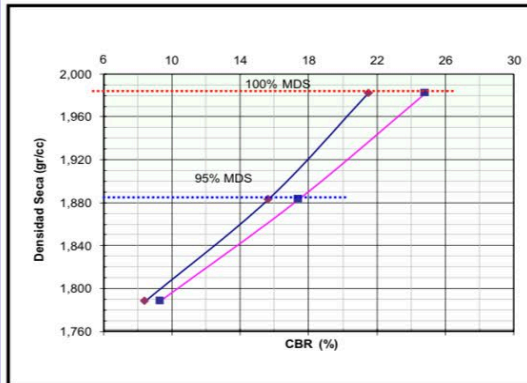
## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

### RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) NTP 339,145 / ASTM D - 1883

**PROYECTO:** DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO METODO AASHTO 93 EN LA AVENIDA RIVA AGÜERO-EL PORVENIR-TRUJILLO, 2021

**TESISTAS:** TRUJILLO PORTOCARRERO MARLON / NUREÑA VILLEGAS, VICMARC GI  
**RESPONSABLE:** ING. DANILO QUISPE VASQUEZ  
**MATERIAL:** TERRENO NATURAL (SUB RASANTE)  
**CALICATA:** C-3  
**PROGRESIVA:** KM= 0+900

**CLASF. (SUCS)** SP-SM  
**CLASF. (AASHTO)** A-3(0)  
**FECHA** 30/09/2021

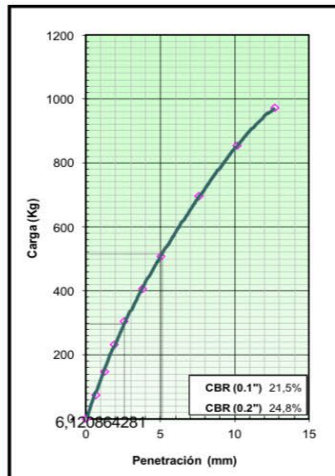


**METODO DE COMPACTACION** : ASTM D1557  
**MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)** : 1,982  
**OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** : 7,450  
**95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)** : 1,883

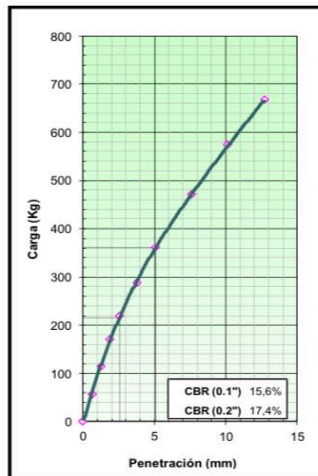
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%) 0.1": 21,48      0.2": 24,84  
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%) 0.1": 15,62      0.2": 17,42

**OBSERVACIONES:**

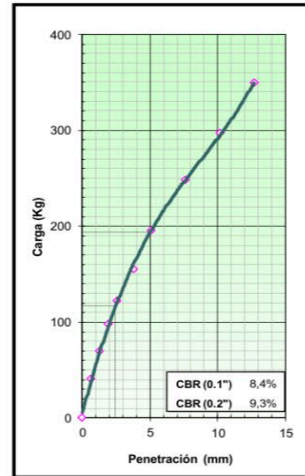
EC = 55 GOLPES



EC = 26 GOLPES



EC = 12 GOLPES



**OBSERVACIONES:**



## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E-204 / ASTM D-422 / AASHTO T 88

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Proyecto:

Tesistas: TRUJILLO PORTOCARRERO MARILYN / HUERAÑA VILLEGAS, VICMARIC GORDANO

Responsable: ING. DANILLO QUISEPÉ VÁSQUEZ

Material: TERRENO NATURAL (SUB RASANTE)

Cantera: CALICATA Nº 1 - KM 1+200

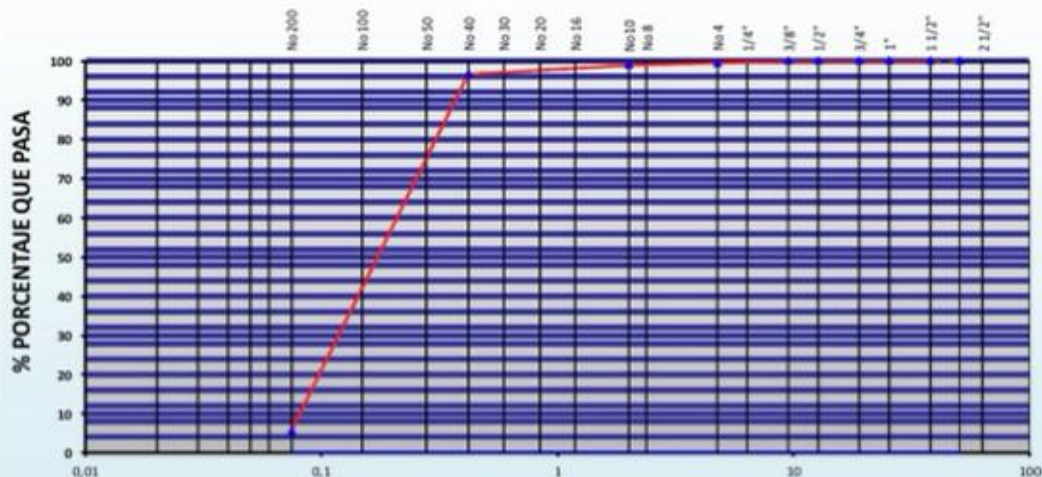
Para Estructura: PAVIMENTO

Tamaño Max: 2"

Fecha: 30-09-21

Tamiz ASTM	Abertura (mm.)	Peso Retenido	% Retenido		% que Pasa	Especificaciones Obra	Descripción de Muestra
			Parcial	Acumulado			
3"	76.200						Limite Líquido (LL) : NP (%)
2 1/2"	63.500						Limite Plástico (LP) : NP (%)
2"	50.800						Índice de Plasticidad (IP) : NP (%)
1 1/2"	38.100						Grava 3" - Nº 4 : ,6 (%)
1"	25.400						Arena Nº4 - Nº 200 : 93,8 (%)
3/4"	19.050						Finos < Nº 200 : 5,6 (%)
1/2"	12.700						Determinación del Suelo : <b>Suelo Granular</b>
3/8"	9.525				100,00		
1/4"	6.350	0,95	0,20	0,20	99,80		<b>CLASIFICACION AASHTO</b> : <b>A-3(0)</b>
Nº 4	4.750	2,12	0,40	0,60	99,40		<b>CLASIFICACION SUCS</b> : <b>SP-SM</b>
Nº 8	2.360	1,85	0,30	0,90	99,10		Descripción (SUCS) : <b>- Arena pobremente graduada con limo</b>
Nº 10	2.000	0,96	0,20	1,10	98,90		Peso Inicial (gr) : <b>600,0</b>
Nº 16	1.190	1,44	0,20	1,30	98,70		
Nº 20	0.834	2,21	0,40	1,70	98,30		
Nº 30	0.600	2,84	0,50	2,20	97,80		
Nº 40	0.420	7,11	1,20	3,40	96,60		
Nº 50	0.300	33,25	5,50	8,90	91,10		
Nº 60	0.250	122,50	20,40	29,30	70,70		
Nº 80	0.177	271,40	45,20	74,50	25,50		
Nº 100	0.149	60,52	10,10	84,60	15,40		
Nº 200	0.075	58,60	9,80	94,40	5,60		
<200		34,25	5,60	100,00			

### REPRESENTACION GRAFICA



OBSERVACIONES :





# INGEOGAMA<sup>SAC</sup>

INGENIERIA GEOTECNICA Y GAMA DE MATERIALES  
ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES

## ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

(NORMA MTC-115, ASTM D-1557, AASHTO T-180)

### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**Proyecto:** DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO METODO AASHTO 93 EN LA AVENIDA RIVA AGUERO-EL PORVENIR-TRUJILLO. 2021

**Tesistas:** TRUJILLO PORTOCARRERO MARLON / NUREÑA VILLEGAS, VICMARC GIORDANO

**Responsable:** ING. DANILO QUISPE VASQUEZ

**Muestra:** TERRENO NATURAL (SUB RASANTE)

**Fecha:** 30/09/2021

**Calicata:** CALICATA N°4 - KM= 1+200

**Para Estructura:** PAVIMENTO

**Tamaño Max:** 2"

CLASF. (SUCS) : SP-SM

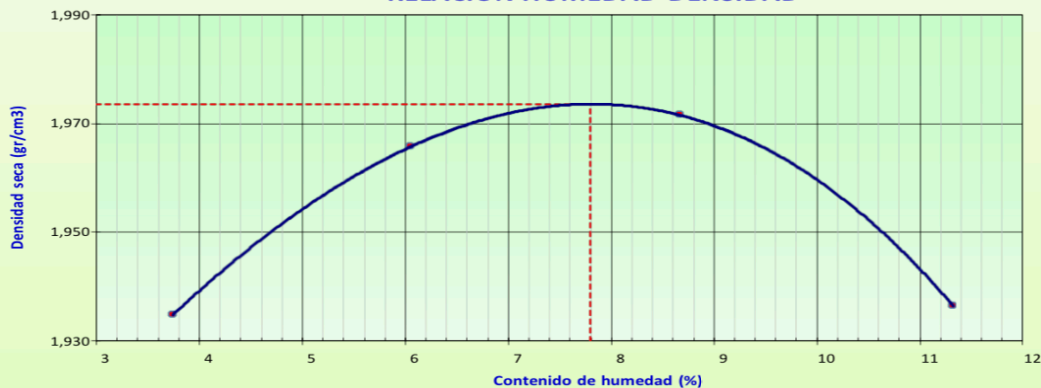
CLASF. (AASHTO) : A-3(0)

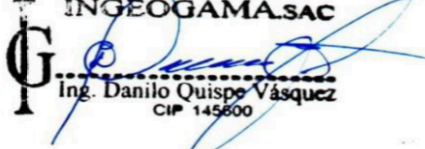
INDICE DE GRUPO :

Cantera:

		N° MOLDE :				3
		NUMERO DE CAPAS :				5
METODO DE COMPACTACION :	A					
NUMERO DE GOLPES :	25					
Peso suelo + molde	gr	6053.0	6123.0	6175.0	6187.0	
Peso molde	gr	4240.0	4240.0	4240.0	4240.0	
Peso suelo húmedo compactado	gr	1813.0	1883.0	1935.0	1947.0	
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	903.2	903.2	903.2	903.2	
Peso volumétrico húmedo	gr	2.007	2.085	2.142	2.156	
Recipiente N°						
Peso del suelo húmedo+tara	gr	95.63	88.75	91.14	96.82	
Peso del suelo seco + tara	gr	92.88	84.78	85.48	89.04	
Tara	gr	19.45	19.21	20.15	20.32	
Peso de agua	gr	2.8	4.0	5.7	7.8	
Peso del suelo seco	gr	73.4	65.6	65.3	68.7	
Contenido de agua	%	3.75	6.05	8.66	11.32	
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.935	1.966	1.972	1.936	
					<b>Densidad máxima (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.974</b>
					<b>Humedad óptima (%)</b>	<b>7.80 %</b>

### RELACION HUMEDAD-DENSIDAD



INGEOGAMA.SAC  
  
 Ing. Danilo Quispe Vásquez  
 CIP 145600



# INGEOGAMA SAC

INGENIERIA GEOTECNICA Y GAMA DE MATERIALES  
ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES

## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

### RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) NTP 339,145 / ASTM D-1883

<b>PROYECTO:</b>	DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO METODO AASHTO 93 EN LA AVENIDA RIVA AGÜERO-EL PORVENIR-TRUJILLO, 2021		
<b>TESISTAS:</b>	TRUJILLO PORTOCARRERO MARLON / NUREÑA VILLEGAS, VICMARC GIORDANO		
<b>RESPONSABLE:</b>	ING. DANILO QUISPE VASQUEZ		
<b>MATERIAL:</b>	TERRENO NATURAL (SUB RASANTE)		
<b>CALICATA:</b>	C-4		
<b>PROGRESIVA:</b>	KM= 1+200		
<b>CLASF. (SUCS)</b>	SP-SM		
<b>CLASF. (AASHTO)</b>	A-3(0)		
<b>FECHA</b>	30/09/2021		

### COMPACTACION

Molde N°	4		5		6	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	55		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12680,00		12429,00		12108,00	
Peso de molde (g)	8295,00		8260,00		8150,00	
Peso del suelo húmedo (g)	4385,00		4169,00		3958,00	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2049,83		2049,83		2049,83	
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	<b>2,139</b>		<b>2,034</b>		<b>1,931</b>	
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	95,13		96,13		98,10	
Peso suelo seco + tara (g)	89,72		90,53		92,37	
Peso de tara (g)	21,12		20,15		20,20	
Peso de agua (g)	5,41		5,60		5,73	
Peso de suelo seco (g)	68,60		70,38		72,17	
Contenido de humedad (%)	7,89		7,96		7,94	
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	<b>1,983</b>		<b>1,884</b>		<b>1,789</b>	

### EXPANSION

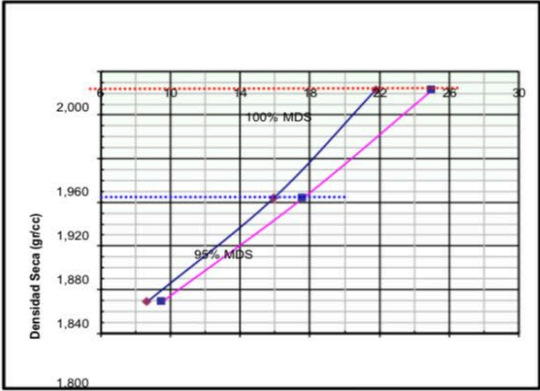
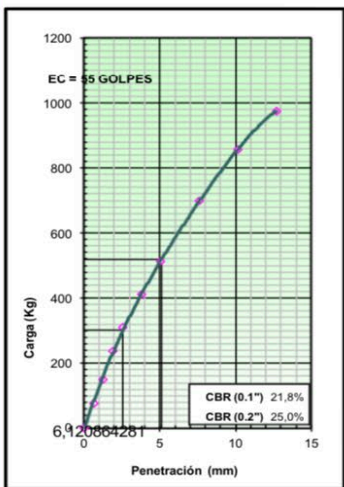
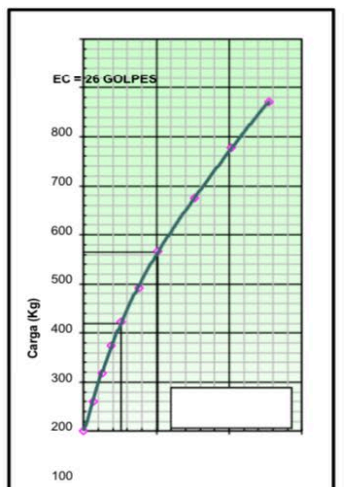
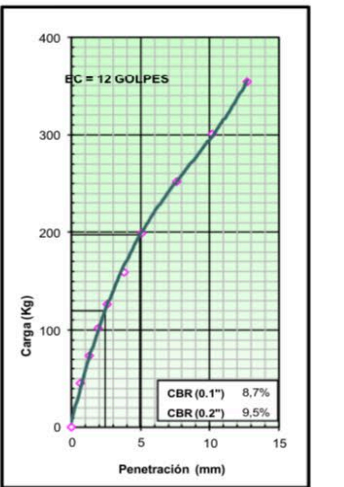
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%

### PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0,000		0	0			0	0			0	0		
0,635		18	78			14	61			10	45		
1,270		36	151			28	118			17	74		
1,905		57	236			42	175			24	102		
2,540	70,455	75	309	301,0	21,8	54	224	220,1	15,9	30	126	119,7	8,7
3,810		100	411			71	293			38	159		
5,080	105,682	125	512	518,5	25,0	89	366	364,9	17,6	48	200	197,4	9,5
7,620		171	699			116	476			61	252		
10,160		210	857			141	577			73	301		
12,700		239	975			164	670			86	354		

INGEOGAMA.SAC  
  
 Ing. Danilo Quispe Vásquez  
 CIP 145600



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS								
RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) NTP 339,145 / ASTM D - 1883								
<b>PROYECTO:</b>	DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO METODO AASHTO 93 EN LA AVENIDA RIVA AGÜERO-EL PORVENIR-TRUJILLO, 2021							
<b>TESISTAS:</b>	TRUJILLO PORTOCARRERO MARLON / NUREÑA VILLEGAS, VICMARCO GI							
<b>RESPONSABLE:</b>	ING. DANILO QUISPE VASQUEZ	<b>CLASE (SUCS)</b> : SP-SM						
<b>MATERIAL:</b>	TERRENO NATURAL (SUB RASANTE)	<b>CLASE (AASHTO)</b> : A-3(0)						
<b>CALICATA:</b>	C-4	<b>FECHA</b> : 30/09/2021						
<b>PROGRESIVA:</b>	KM= 1+200							
	<p><b>METODO DE COMPACTACION</b> : ASTM D1557  <b>MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)</b> : 1,983  <b>OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b> : 7,890  <b>95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)</b> : 1,884</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)</td> <td style="padding: 2px;">0.1": 21,76</td> <td style="padding: 2px;">0.2": 24,98</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)</td> <td style="padding: 2px;">0.1": 15,90</td> <td style="padding: 2px;">0.2": 17,57</td> </tr> </table>	C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1": 21,76	0.2": 24,98	C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1": 15,90	0.2": 17,57
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1": 21,76	0.2": 24,98						
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1": 15,90	0.2": 17,57						
<b>OBSERVACIONES:</b>								
								
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; border-bottom: 1px solid black;"></td> <td style="width: 50%; border-bottom: 1px solid black;"></td> </tr> <tr> <td style="border-bottom: 1px solid black;"></td> <td style="border-bottom: 1px solid black;"></td> </tr> </table>								

OBSERVACIONES :

  
**INGEOGAMA SAC**  
 Ing. Danilo Quispe Vásquez  
 CIP 145600



# INGEOGAMA SAC

INGENIERIA GEOTECNICA Y GAMA DE MATERIALES  
ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E-204 / ASTM D-422 / AASHTO T 88

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**Proyecto:**

**Tesistas:** TRUJILLO PORTOCARRERO MARLON / NUREÑA VILLEGAS, VICMARCO GORDANO

**Responsable:** ING. DANILO QUSPE VASQUEZ

**Material:** TERRENO NATURAL (SUB RASANTE)

**Cantera:** CALICATA N°5 - KM 1+500

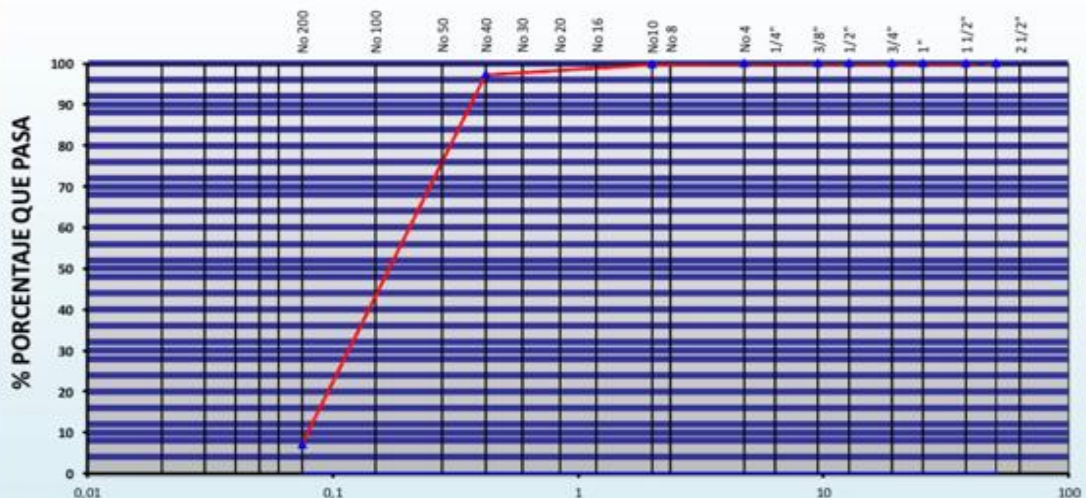
**Para Estructura:** PAVIMENTO

**Tamaño Max:** 2"

**Fecha:** 30-09-21

Tamiz ASTM	Abertura ( mm )	Peso Retenido	% Retenido		% que Pasa	Especificaciones Obra	Descripción de Muestra
			Parcial	Acumulado			
3"	76.200						Limite Líquido (LL) : NP (%)
2 1/2"	63.500						Limite Plástico (LP) : NP (%)
2"	50.800						Índice de Plasticidad (IP) : NP (%)
1 1/2"	38.100						Grava 3" - N° 4 : (%)
1"	25.400						Arena N°4 - N° 200 : 92,9 (%)
3/4"	19.050						Finos < N° 200 : 7,1 (%)
1/2"	12.700						Determinación del Suelo : <b>Suelo Granular</b>
3/8"	9.525						
1/4"	6.350						
No. 4	4.750						<b>CLASIFICACION AASHTO</b> <b>A-3(0)</b>
No. 8	2.360				100,00		<b>CLASIFICACION SUCS</b> <b>SP-SM</b>
No. 10	2.000	0,96	0,20	0,20	99,80		<b>Descripción (SUCS)</b> <b>- Arena pobremente graduada con limo</b>
No. 16	1.190	1,88	0,30	0,50	99,50		<b>Peso Inicial (gr)</b> <b>: 600,0</b>
No. 20	0.834	2,53	0,40	0,90	99,10		
No. 30	0.600	4,12	0,70	1,60	98,40		
No. 40	0.420	7,16	1,20	2,80	97,20		
No. 50	0.300	28,10	4,70	7,50	92,50		
No. 60	0.250	126,70	21,10	28,60	71,40		
No. 80	0.177	256,30	42,70	71,30	28,70		
No. 100	0.149	63,50	10,60	81,90	18,10		
No. 200	0.075	66,10	11,00	92,90	7,10		
<200		42,65	7,10	100,00			

### REPRESENTACION GRAFICA



OBSERVACIONES :

INGEOGAMA SAC  
Ing. Danilo Quspe Vasquez  
CIP 145800



# INGEOGAMA<sup>SAC</sup>

INGENIERIA GEOTECNICA Y GAMA DE MATERIALES  
 ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES

## ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

(NORMA MTC-115, ASTM D-1557, AASHTO T-180)

### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Proyecto: DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO METODO AASHTO 93 EN LA AVENIDA RIVA AGUERO-EL PORVENIR-TRUJILLO. 2021

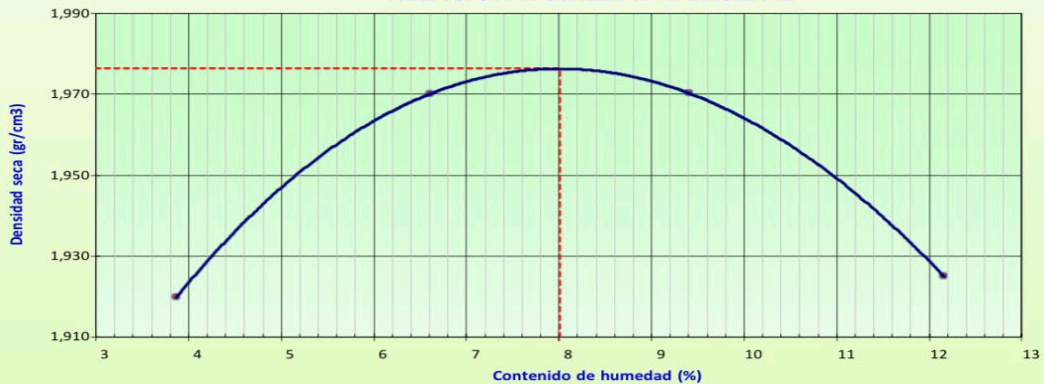
Tesistas: TRUJILLO PORTOCARRERO MARLON / NUREÑA VILLEGAS, VICMARC GIORDANO  
 Responsable: ING. DANILO QUISPE VASQUEZ  
 Muestra: TERRENO NATURAL (SUB RASANTE) Fecha: 30/09/2021  
 Calicata: CALICATA N°5 - KM= 1+500  
 Para Estructura: PAVIMENTO  
 Tamaño Max: 2"

CLASF. (SUCS) : SP-SM  
 CLASF. (AASHTO) : A-3(0)  
 INDICE DE GRUPO :

Cantera:

METODO DE COMPACTACION :		A		N° MOLDE :		3	
NUMERO DE GOLPES :		25		NUMERO DE CAPAS :		5	
Peso suelo + molde	gr	6041.0	6137.0	6187.0	6190.0		
Peso molde	gr	4240.0	4240.0	4240.0	4240.0		
Peso suelo húmedo compactado	gr	1801.0	1897.0	1947.0	1950.0		
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	903.2	903.2	903.2	903.2		
Peso volumétrico húmedo	gr	1,994	2,100	2,156	2,159		
Recipiente N°							
Peso del suelo húmedo+tara	gr	95.10	97.72	96.37	102.55		
Peso del suelo seco + tara	gr	92.28	92.91	89.90	93.54		
Tara	gr	19.36	20.10	21.15	19.45		
Peso de agua	gr	2.8	4.8	6.5	9.0		
Peso del suelo seco	gr	72.9	72.8	68.8	74.1		
Contenido de agua	%	3.87	6.61	9.41	12.16		
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1,920	1,970	1,970	1,925		
						Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1,977
						Humedad óptima (%)	8,01 %

### RELACION HUMEDAD-DENSIDAD



INGEOGAMA.SAC  
  
 Ing. Danilo Quispe Vásquez  
 CIP 145600



# INGEOGAMA SAC

INGENIERIA GEOTECNICA Y GAMA DE MATERIALES  
ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES

## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

### RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) NTP 339,145 / ASTM D-1883

<b>PROYECTO:</b>	DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO METODO AASHTO 93 EN LA AVENIDA RIVA AGÜERO-EL PORVENIR-TRUJILLO, 2021		
<b>TESISTAS:</b>	TRUJILLO PORTOCARRERO MARLON / NUREÑA VILLEGAS, VICMARC GIORDANO		
<b>RESPONSABLE:</b>	ING. DANILO QUISPE VASQUEZ		<b>CLASF. (SUCS)</b> SP-SM
<b>MATERIAL:</b>	TERRENO NATURAL (SUB RASANTE)		<b>CLASF. (AASHTO)</b> A-3(0)
<b>CALICATA:</b>	C-5		<b>FECHA</b> 30/09/2021
<b>PROGRESIVA:</b>	KM= 1+500		

### COMPACTACION


	4		5		6	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	5		5		5	
Capas N°	55		26		12	
Golpes por capa N°	55		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12688,00		12434,00		12112,00	
Peso de molde (g)	8295,00		8260,00		8150,00	
Peso del suelo húmedo (g)	4393,00		4174,00		3962,00	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2049,83		2049,83		2049,83	
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2,143		2,036		1,933	
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	103,55		106,35		98,72	
Peso suelo seco + tara (g)	97,32		99,92		92,84	
Peso de tara (g)	20,82		21,13		20,55	
Peso de agua (g)	6,23		6,43		5,88	
Peso de suelo seco (g)	76,50		78,79		72,29	
Contenido de humedad (%)	8,14		8,16		8,13	
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1,982		1,883		1,788	

### EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%

### PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0,000		0	0			0	0			0	0		
0,635		14	61			10	45			6	29		
1,270		32	135			24	102			13	57		
1,905		53	220			38	159			20	86		
2,540	70,455	71	293	285,9	20,7	50	208	204,6	14,8	26	110	107,3	7,8
3,810		96	394			67	277			34	143		
5,080	105,682	121	496	505,4	24,4	85	350	351,3	16,9	44	183	182,0	8,8
7,620		167	683			112	459			57	236		
10,160		206	841			137	561			69	285		
12,700		235	959			160	654			82	338		

INGEOGAMA.SAC  
  
 Ing. Danilo Quispe Vasquez  
 CIP 145800



# INGEOGAMA<sup>SAC</sup>

INGENIERIA GEOTECNICA Y GAMA DE MATERIALES  
ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES

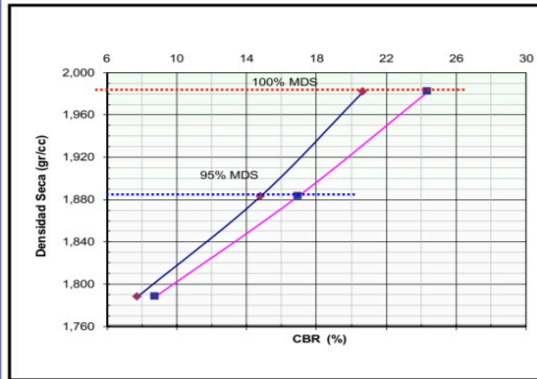
## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

### RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) NTP 339,145 / ASTM D - 1883

**PROYECTO:** DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO METODO AASHTO 93 EN LA AVENIDA RIVA AGÜERO-EL PORVENIR-TRUJILLO, 2021

**TESISTAS:** TRUJILLO PORTOCARRERO MARLON / NUREÑA VILLEGAS, VICMARC GI  
**RESPONSABLE:** ING. DANILO QUISPE VASQUEZ  
**MATERIAL:** TERRENO NATURAL (SUB RASANTE)  
**CALICATA:** C-5  
**PROGRESIVA:** KM= 1+500

**CLASF. (SUCS)** SP-SM  
**CLASF. (AASHTO)** A-3(0)  
**FECHA** 30/09/2021

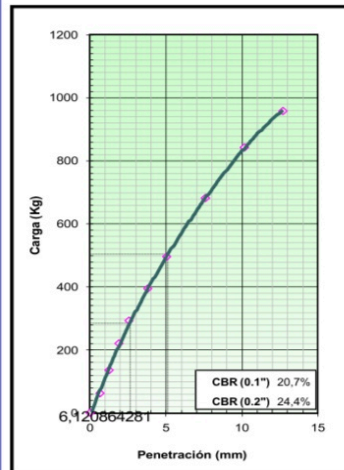


**METODO DE COMPACTACION** : ASTM D1557  
**MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)** : 1,982  
**OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** : 8,140  
**95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)** : 1,883

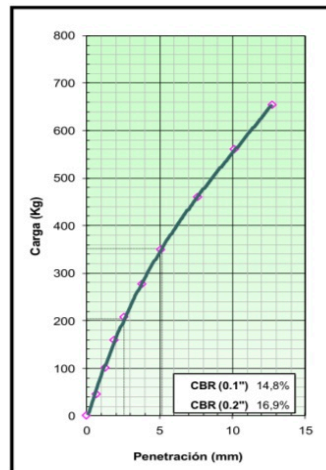
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%) 0.1": 20,66 0.2": 24,34  
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%) 0.1": 14,78 0.2": 16,91

**OBSERVACIONES:**

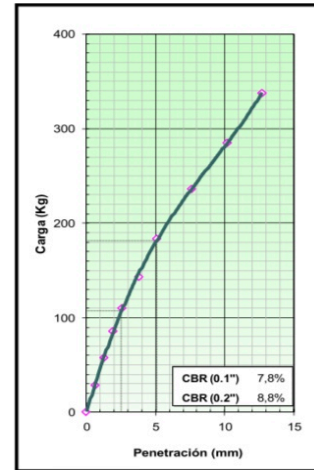
EC = 55 GOLPES



EC = 26 GOLPES



EC = 12 GOLPES



**OBSERVACIONES:**

INGEOGAMA<sup>SAC</sup>  
Ing. Danilo Quispe Vásquez  
CIP 145600



## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E-204 / ASTM D-422 / AASHTO T 88

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Proyecto: Di

Tesistas: TRUJILLO PORTOCARRERO MARLON / NUREÑA VILLEGAS, VICMARC GIORDANO

Responsable: ING. DANILO QUISPE VASQUEZ

Material: TERRENO NATURAL (SUB RASANTE)

Cantera: CALICATA N°6 - KM 1+800

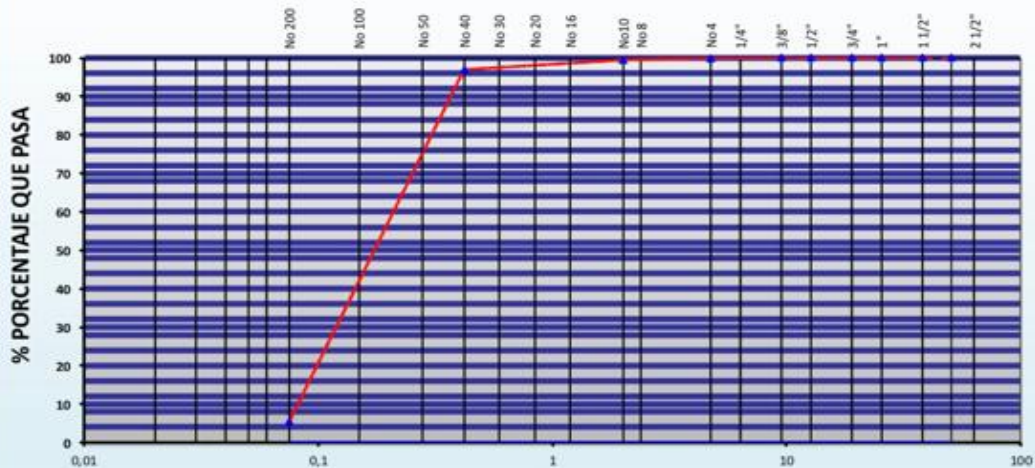
Para Estructura: PAVIMENTO

Tamaño Max: 2"

Fecha: 30-09-21

Tamiz ASTM	Abertura (mm.)	Peso Retenido	% Retenido		% que Pasa	Especificaciones Obra	Descripción de Muestra
			Parcial	Acumulado			
3"	76,200						Limite Liquido (LL) : NP (%)
2 1/2"	63,500						Limite Plastico (LP) : NP (%)
2"	50,800						Indice de Plasticidad (IP) : NP (%)
1 1/2"	38,100						Grava 3" - N° 4 : ,1 (%)
1"	25,400						Arena N°4 - N° 200 : 94,6 (%)
3/4"	19,050						Finos < N° 200 : 5,3 (%)
1/2"	12,700						Determinación del Suelo : <b>Suelo Granular</b>
3/8"	9,525						
1/4"	6,350				100,00		
N° 4	4,760	0,80	0,10	0,10	99,90		CLASIFICACION AASHTO : <b>A-3(0)</b>
N° 8	2,360	1,16	0,20	0,30	99,70		CLASIFICACION SUCS : <b>SP-SM</b>
N° 10	2,000	1,52	0,30	0,60	99,40		
N° 16	1,190	2,13	0,40	1,00	99,00		
N° 20	0,834	2,50	0,40	1,40	98,60		Descripción (SUCS) : <b>- Arena pobremente graduada con limo</b>
N° 30	0,600	3,10	0,50	1,90	98,10		Peso Inicial (gr) : <b>600,0</b>
N° 40	0,420	7,15	1,20	3,10	96,90		
N° 50	0,300	30,50	5,10	8,20	91,80		
N° 60	0,250	127,60	21,30	29,50	70,50		
N° 80	0,177	273,20	45,50	75,00	25,00		
N° 100	0,149	58,20	9,70	84,70	15,30		
N° 200	0,075	60,14	10,00	94,70	5,30		
<200		32,00	5,30	100,00			

### REPRESENTACION GRAFICA



OBSERVACIONES :

INGEOGAMA.SAC  
Ing. Danilo Quispe Vásquez  
CIP 145600





# INGEOGAMA SAC

INGENIERIA GEOTECNICA Y GAMA DE MATERIALES  
ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES

## ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

(NORMA MTC-115, ASTM D-1557, AASHTO T-180)

### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Proyecto: DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO METODO AASHTO 93 EN LA AVENIDA RIVA AGUERO-EL PORVENIR-TRUJILLO. 2021

Tesistas: TRUJILLO PORTOCARRERO MARLON / NUREÑA VILLEGAS, VICMARC GIORDANO

Responsable: ING. DANILO QUISPE VASQUEZ

Muestra: TERRENO NATURAL (SUB RASANTE)

Fecha: 30/09/2021

Calicata: CALICATA N°6 - KM 1+800

Para Estructura: PAVIMENTO

Tamaño Max: 2"

CLASF. (SUCS) : SP-SM

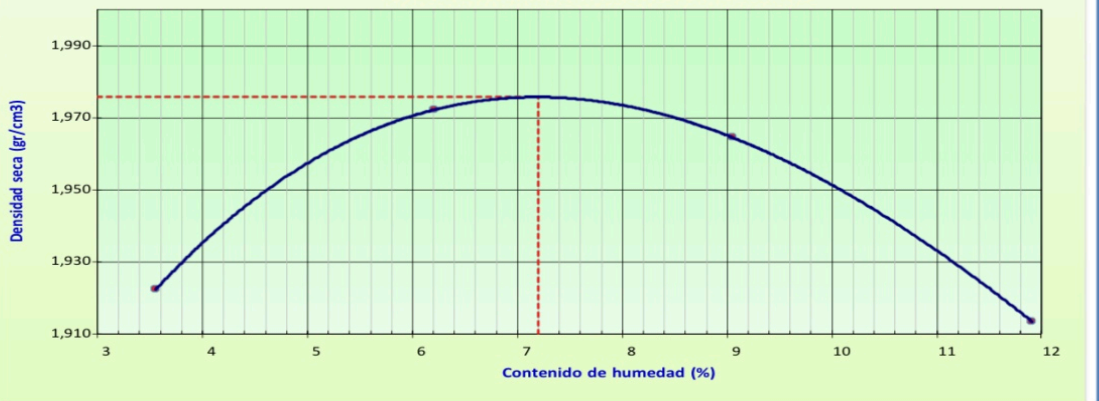
CLASF. (AASHTO) : A-3(0)

INDICE DE GRUPO :

Cantera:

		N° MOLDE :				3
		NUMERO DE CAPAS :				5
METODO DE COMPACTACION :	<b>A</b>					
NUMERO DE GOLPES :	<b>25</b>					
Peso suelo + molde	gr	6038,0	6132,0	6175,0	6174,0	
Peso molde	gr	4240,0	4240,0	4240,0	4240,0	
Peso suelo húmedo compactado	gr	1798,0	1892,0	1935,0	1934,0	
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	903,2	903,2	903,2	903,2	
Peso volumétrico húmedo	gr	1,991	2,095	2,142	2,141	
Recipiente N°						
Peso del suelo húmedo+tara	gr	85,14	93,32	96,14	98,11	
Peso del suelo seco + tara	gr	82,88	89,00	89,83	89,92	
Tara	gr	19,32	19,45	20,12	21,15	
Peso de agua	gr	2,3	4,3	6,3	8,2	
Peso del suelo seco	gr	63,6	69,6	69,7	68,8	
Contenido de agua	%	3,56	6,21	9,05	11,91	
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1,922	1,972	1,965	1,913	
					Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1,976
					Humedad óptima (%)	7,20 %

### RELACION HUMEDAD-DENSIDAD





# INGEOGAMA SAC

INGENIERIA GEOTECNICA Y GAMA DE MATERIALES  
ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES

## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

### RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) NTP 339,145 / ASTM D-1883

<b>PROYECTO:</b>	DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO METODO AASHTO 93 EN LA AVENIDA RIVA AGÜERO-EL PORVENIR-TRUJILLO, 2021		
<b>TESISTAS:</b>	TRUJILLO PORTOCARRERO MARLON / NUREÑA VILLEGAS, VICMARC GIORDANO		
<b>RESPONSABLE:</b>	ING. DANILO QUISPE VASQUEZ		<b>CLASF. (SUCS)</b> SP-SM
<b>MATERIAL:</b>	TERRENO NATURAL (SUB RASANTE)		<b>CLASF. (AASHTO)</b> A-3(0)
<b>CALICATA:</b>	C-6		<b>FECHA</b> 30/09/2021
<b>PROGRESIVA:</b>	KM= 1+800		

### COMPACTACION

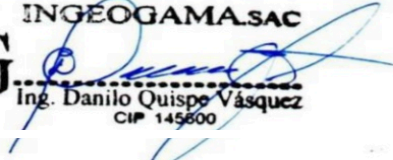
Molde N°	4		5		6	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	55		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12656,00		12402,00		12084,04	
Peso de molde (g)	8295,00		8260,00		8150,00	
Peso del suelo húmedo (g)	4361,00		4142,00		3934,04	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2049,83		2049,83		2049,83	
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2,127		2,021		1,919	
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	95,16		97,55		98,15	
Peso suelo seco + tara (g)	90,10		92,36		92,85	
Peso de tara (g)	20,33		21,15		20,50	
Peso de agua (g)	5,06		5,19		5,30	
Peso de suelo seco (g)	69,77		71,21		72,35	
Contenido de humedad (%)	7,25		7,29		7,33	
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1,984		1,883		1,788	

### EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%

### PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0,000		0	0			0	0			0	0		
0,635		14	61			9	41			5	25		
1,270		32	135			23	98			12	53		
1,905		53	220			37	155			19	82		
2,540	70,455	72	297	288,4	20,8	49	204	200,9	14,5	25	106	104,1	7,5
3,810		97	398			66	273			33	139		
5,080	105,682	120	492	504,7	24,3	84	346	348,0	16,8	43	179	178,0	8,6
7,620		166	679			111	455			56	232		
10,160		205	837			136	557			68	281		
12,700		234	955			159	650			81	333		

INGEOGAMA SAC  
  
 Ing. Danilo Quispe Vásquez  
 CIP 145600



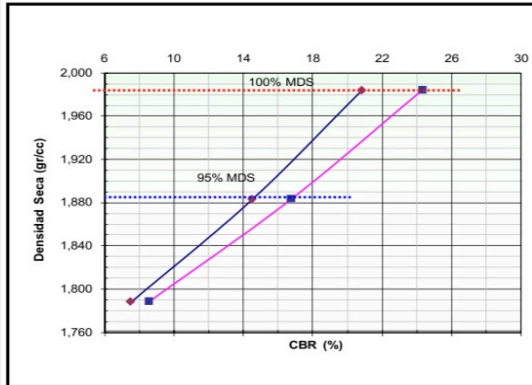
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
 NTP 339,145 / ASTM D - 1883

**PROYECTO:** DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO METODO AASHTO 93 EN LA AVENIDA RIVA AGÜERO-EL PORVENIR-TRUJILLO, 2021

**TESISTAS:** TRUJILLO PORTOCARRERO MARLON / NUREÑA VILLEGAS, VICMARC GI  
**RESPONSABLE:** ING. DANILO QUISPE VASQUEZ  
**MATERIAL:** TERRENO NATURAL (SUB RASANTE)  
**CALICATA:** C-6  
**PROGRESIVA:** KM= 1+800

**CLASF. (SUCS)** SP-SM  
**CLASF. (AASHTO)** A-3(0)  
**FECHA** 30/09/2021

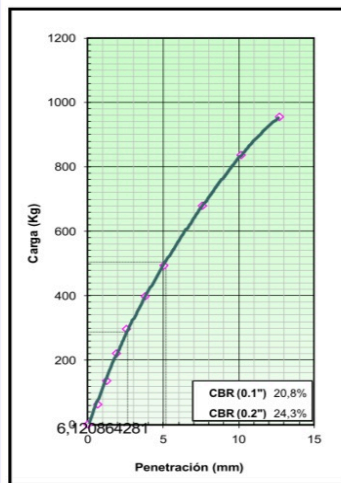


**METODO DE COMPACTACION** : ASTM D1557  
**MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)** : 1,984  
**OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** : 7,250  
**95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)** : 1,885

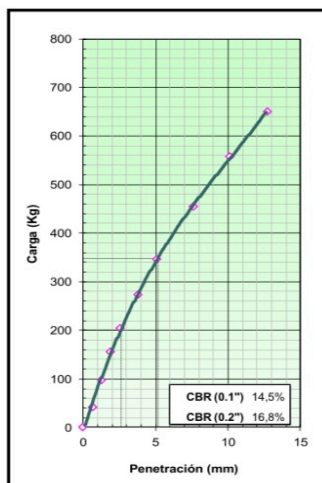
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%) 0.1": 20,85 0.2": 24,33  
 C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%) 0.1": 14,64 0.2": 16,92

**OBSERVACIONES:**

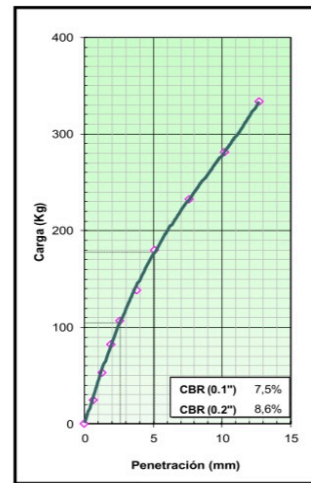
EC = 55 GOLPES



EC = 26 GOLPES



EC = 12 GOLPES



**OBSERVACIONES:**



# INGEOGAMA<sup>SAC</sup>

INGENIERIA GEOTECNICA Y GAMA DE MATERIALES  
ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E-204 / ASTM D-422 / AASHTO T 88

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Proyecto:

Tesistas: TRUJILLO PORTOCARRERO MARLON / NUREÑA VILLEGAS, VICMARC GORDANO

Responsable: ING. DANILO QUISPE VÁSQUEZ

Material: TERRENO NATURAL (SUB RASANTE)

Cantera: CALICATA N°7 - KM 2+100

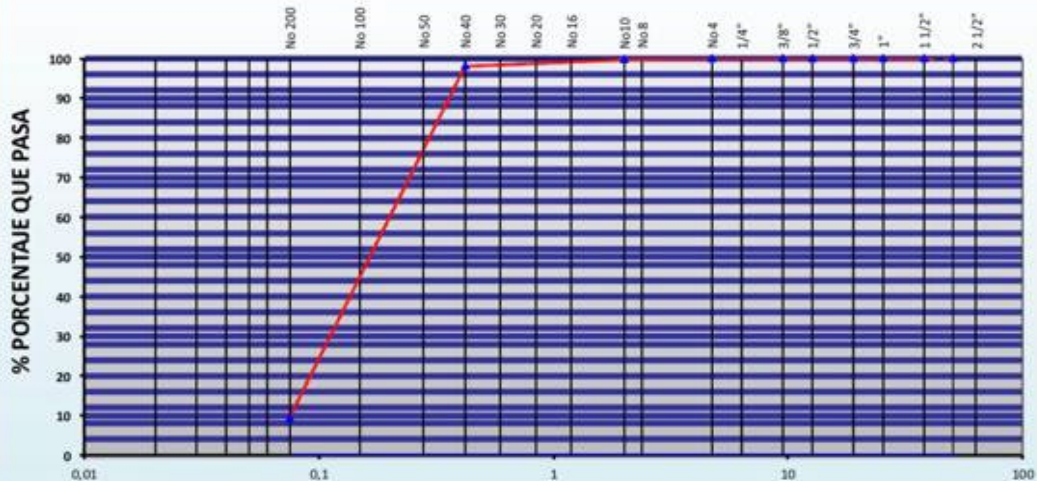
Para Estructura: PAVIMENTO

Tamaño Max: 2"

Fecha: 30-09-21

Tamiz ASTM	Abertura (mm.)	Peso Retenido	% Retenido		% que Pasa	Especificaciones Obra	Descripción de Muestra		
			Parcial	Acumulado			Limite Liquido (LL) :	NP (%)	
3"	76,200						Limite Plastico (LP) :	NP (%)	
2 1/2"	63,500						Indice de Plasticidad (IP) :	NP (%)	
2"	50,800						Grava 3" - N° 4 :	(%)	
1 1/2"	38,100						Arena N°4 - N° 200 :	90,6 (%)	
1"	25,400						Finos < N° 200 :	9,4 (%)	
3/4"	19,050						Determinación del Suelo : <b>Suelo Granular</b>		
1/2"	12,700						CLASIFICACION AASHTO		<b>A-3(0)</b>
3/8"	9,525						CLASIFICACION SUCS		<b>SP-SM</b>
1/4"	6,350						Descripción (SUCS)		- Arena pobremente graduada con limo
No. 4	4,760						Peso Inicial (gr) :		<b>600,0</b>
No. 8	2,360				100,00				
No. 10	2,000	0,93	0,20	0,20	99,80				
No. 16	1,190	1,16	0,20	0,40	99,60				
No. 20	0,834	2,14	0,40	0,80	99,20				
No. 30	0,600	2,10	0,40	1,20	98,80				
No. 40	0,420	4,28	0,70	1,90	98,10				
No. 50	0,300	26,30	4,40	6,30	93,70				
No. 60	0,250	128,70	21,50	27,80	72,20				
No. 80	0,177	248,50	41,40	69,20	30,80				
No. 100	0,149	58,60	9,80	79,00	21,00				
No. 200	0,075	69,40	11,60	90,60	9,40				
<200		57,89	9,40	100,00					

### REPRESENTACION GRAFICA



OBSERVACIONES :

INGEOGAMA.SAC  
Ing. Danilo Quispe Vásquez



# INGEOGAMA<sup>SAC</sup>

INGENIERIA GEOTECNICA Y GAMA DE MATERIALES  
ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES

## ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

(NORMA MTC-115, ASTM D-1557, AASHTO T-180)

### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Proyecto: DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO METODO AASHTO 93 EN LA AVENIDA RIVA AGUERO-EL PORVENIR-TRUJILLO, 2021

Tesistas: TRUJILLO PORTOCARRERO MARLON / NUREÑA VILLEGAS, VICMARC GIORDANO

Responsable: ING. DANILO QUISPE VASQUEZ

Muestra: TERRENO NATURAL (SUB RASANTE)

Fecha: 30/09/2021

Calicata: CALICATA N°7 - KM= 2+100

Para Estructura: PAVIMENTO

Tamaño Max: 2"

CLASF. (SUCS) : SP-SM

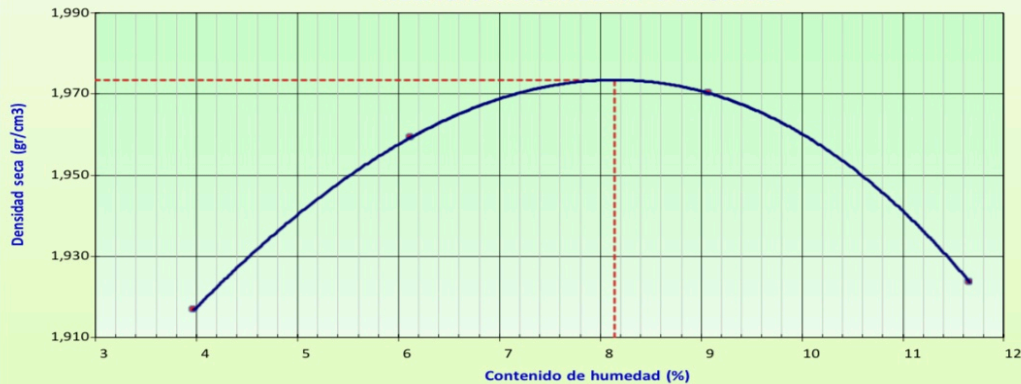
CLASF. (AASHTO) : A-3(0)

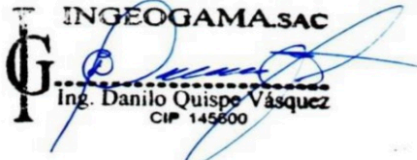
INDICE DE GRUPO :

Cantera:

		N° MOLDE :				3
		NUMERO DE CAPAS :				5
METODO DE COMPACTACION :	<b>A</b>					
NUMERO DE GOLPES :	<b>25</b>					
Peso suelo + molde	gr	6040.0	6118.0	6181.0	6180.0	
Peso molde	gr	4240.0	4240.0	4240.0	4240.0	
Peso suelo húmedo compactado	gr	1800.0	1878.0	1941.0	1940.0	
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	903.2	903.2	903.2	903.2	
Peso volumétrico húmedo	gr	1.993	2.079	2.149	2.148	
Recipiente N°						
Peso del suelo húmedo+tara	gr	86.35	91.24	95.16	91.20	
Peso del suelo seco + tara	gr	83.86	87.14	89.00	83.80	
Tara	gr	21.22	20.18	21.11	20.33	
Peso de agua	gr	2.5	4.1	6.2	7.4	
Peso del suelo seco	gr	62.6	67.0	67.9	63.5	
Contenido de agua	%	3.98	6.12	9.07	11.66	
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.917	1.959	1.970	1.924	
					Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.973
					Humedad óptima (%)	8.14

### RELACION HUMEDAD-DENSIDAD



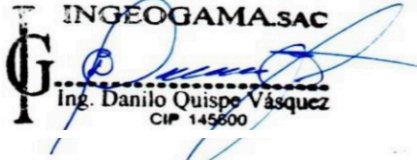
INGEOGAMA.SAC  
  
 Ing. Danilo Quispe Vásquez  
 CIP 145600



# INGEOGAMA SAC

INGENIERIA GEOTECNICA Y GAMA DE MATERIALES  
ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS													
RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) NTP 339,145 / ASTM D-1883													
PROYECTO:	DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO METODO AASHTO 93 EN LA AVENIDA RIVA AGÜERO-EL PORVENIR-TRUJILLO, 2021												
TESISTAS:	TRUJILLO PORTOCARRERO MARLON / NURENA VILLEGAS, VICMARC GIORDANO												
RESPONSABLE:	ING. DANILO QUISPE VASQUEZ										CLASF. (SUCS)	SP-SM	
MATERIAL:	TERRENO NATURAL (SUB RASANTE)										CLASF. (AASHTO)	A-3(0)	
CALICATA:	C-7										FECHA	30/09/2021	
PROGRESIVA:	KM= 2+100												
COMPACTACION													
Molde N°	4				5				6				
Capas N°	5				5				5				
Golpes por capa N°	55				26				12				
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO		NO SATURADO	SATURADO		NO SATURADO	SATURADO		NO SATURADO	SATURADO		
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12696,00			12440,00			12117,00						
Peso de molde (g)	8295,00			8260,00			8150,00						
Peso del suelo húmedo (g)	4401,00			4180,00			3967,00						
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2049,83			2049,83			2049,83						
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2,147			2,039			1,935						
Tara (N°)													
Peso suelo húmedo + tara (g)	78,63			80,15			78,62						
Peso suelo seco + tara (g)	74,26			75,56			74,15						
Peso de tara (g)	21,12			20,13			20,00						
Peso de agua (g)	4,37			4,59			4,47						
Peso de suelo seco (g)	53,14			55,43			54,15						
Contenido de humedad (%)	8,22			8,28			8,25						
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1,984			1,883			1,788						
EXPANSION													
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm	%		mm	%		mm	%		
PENETRACION													
PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0,000		0	0			0	0			0	0		
0,635		13	57			10	45			7	33		
1,270		31	131			24	102			14	61		
1,905		52	216			38	159			21	90		
2,540	70,455	70	289	282,2	20,4	50	208	204,6	14,8	27	114	110,3	8,0
3,810		95	390			67	277			35	147		
5,080	105,682	120	492	502,2	24,2	85	350	351,3	16,9	45	187	185,6	8,9
7,620		166	679			112	459			58	240		
10,160		205	837			137	561			70	289		
12,700		234	955			160	654			83	342		

INGEOGAMA SAC  
  
Ing. Danilo Quispe Vásquez  
CIP 145600



# INGEOGAMA SAC

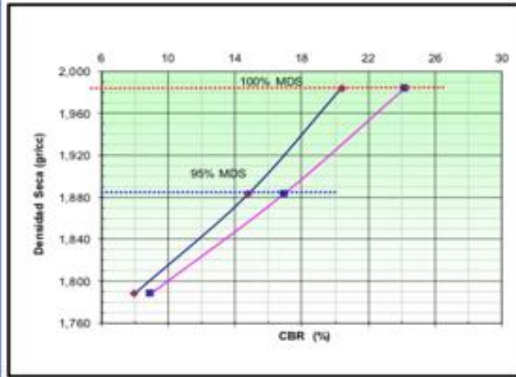
INGENIERIA GEOTECNICA Y GAMA DE MATERIALES  
 ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS. CONCRETO. ASFALTO Y CONSTRUCCIONES

## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

### RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) NTP 339,145 / ASTM D - 1883

PROYECTO:

TESISTAS:	TRUJILLO PORTOCARRERO MARLON / NUREÑA VILLEGAS, VICMARCO GE	CLASF. (SUCS)	SP-SM
RESPONSABLE:	ING. DANILO QUISPE VASQUEZ	CLASF. (AASHTO)	A-3(0)
MATERIAL:	TERRENO NATURAL (SUB RASANTE)	FECHA	30/09/2021
CALICATA:	C-7	PROGRESIVA:	KM= 2+100

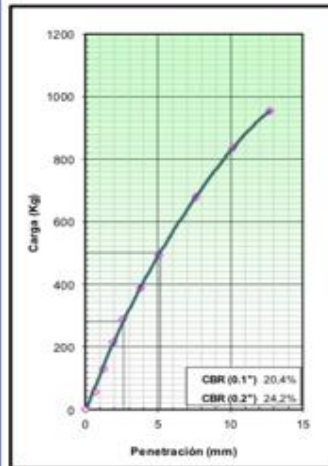


METODO DE COMPACTACION : ASTMD1557  
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>) : 1,984  
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 8,220  
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>) : 1,885

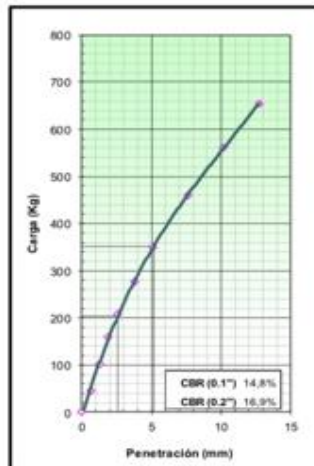
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1": 20.39	0.2": 24.19
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1": 14.90	0.2": 17.06

OBSERVACIONES:

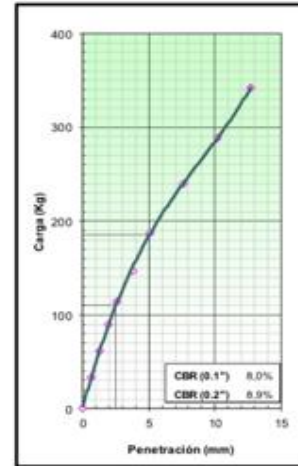
EC = 55 GOLPES



EC = 26 GOLPES



EC = 12 GOLPES



OBSERVACIONES :

INGEOGAMA.SAC  
  
 Ing. Danilo Quispe Vásquez  
 CIP 145600



# INGEOGAMA S.A.C.

INGENIERIA GEOTECNICA Y GAMA DE MATERIALES  
 ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS. CONCRETO. ASFALTO Y CONSTRUCCIONES

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E-204 / ASTM D-422 / AASHTO T 88

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Proyecto:

Tesistas: TRUJILLO PORTOCARRERO MARLON / NUREÑA VILLEGAS, VICMARIC GIORDANO

Responsable: ING. DANILO QUISPE VASQUEZ

Material: TERRENO NATURAL (SUB RASANTE)

Cantera: CALICATA N°8 - KM 2+400

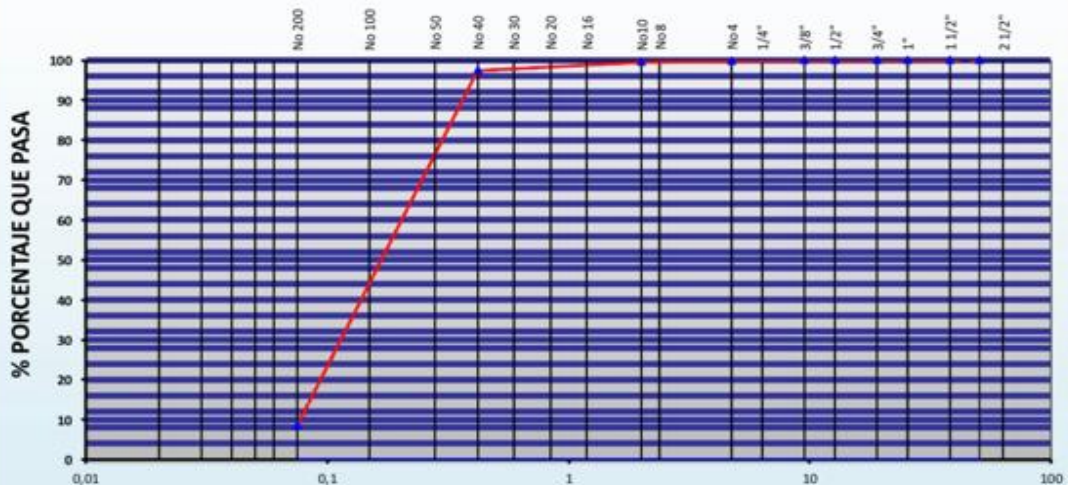
Para Estructura: PAVIMENTO

Tamaño Max: 2"

Fecha: 30-09-21

Tamiz ASTM	Abertura (mm.)	Peso Retenido	% Retenido		% que Pasa	Especificaciones Obra	Descripción de Muestra
			Parcial	Acumulado			
3"	76,200						Limite Liquido (LL) : NP (%)
2 1/2"	63,500						Limite Plastico (LP) : NP (%)
2"	50,800						Indice de Plasticidad (IP) : NP (%)
1 1/2"	38,100						Grava 3" - N° 4 : .2 (%)
1"	25,400						Arena N°4 - N° 200 : 91,4 (%)
3/4"	19,050						Finos < N° 200 : 8,4 (%)
1/2"	12,700						Determinación del Suelo : <b>Suelo Granular</b>
3/8"	9,525						
1/4"	6,350				100,00		
No. 4	4,760	1,20	0,20	0,20	99,80		CLASIFICACION AASHTO : <b>A-3(0)</b>
No. 8	2,360	1,60	0,20	0,40	99,60		
No. 10	2,000	0,90	0,10	0,50	99,50		CLASIFICACION SUCS : <b>SP-SM</b>
No. 16	1,190	1,50	0,20	0,70	99,30		
No. 20	0,834	1,60	0,20	0,90	99,10		Descripción (SUCS) : <b>- Arena pobremente graduada con limo</b>
No. 30	0,600	2,35	0,40	1,30	98,70		Peso Inicial (gr) : <b>650,0</b>
No. 40	0,420	7,50	1,20	2,50	97,50		
No. 50	0,300	28,90	4,40	6,90	93,10		
No. 60	0,250	133,80	20,60	27,50	72,50		
No. 80	0,177	284,50	43,80	71,30	28,70		
No. 100	0,149	63,80	9,80	81,10	18,90		
No. 200	0,075	68,30	10,50	91,60	8,40		
<200		54,05	8,40	100,00			

### REPRESENTACION GRAFICA



OBSERVACIONES :

INGEOGAMA S.A.C.  
  
 Ing. Danilo Quispe Vásquez  
 CIP 145600





# INGEOGAMA<sup>SAC</sup>

INGENIERIA GEOTECNICA Y GAMA DE MATERIALES  
ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES

## ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

(NORMA MTC-115, ASTM D-1557, AASHTO T-180)

### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Proyecto: DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO METODO AASHTO 93 EN LA AVENIDA RIVA AGUERO-EL PORVENIR-TRUJILLO. 2021

Tesistas: TRUJILLO PORTOCARRERO MARLON / NUREÑA VILLEGAS, VICMARC GIORDANO

Responsable: ING. DANILO QUISPE VASQUEZ

Muestra: TERRENO NATURAL (SUB RASANTE)

Fecha: 30/09/2021

Calicata: CALICATA N°8 - KM= 2+400

Para Estructura: PAVIMENTO

Tamaño Max: 2"

CLASF. (SUCS) : SP-SM

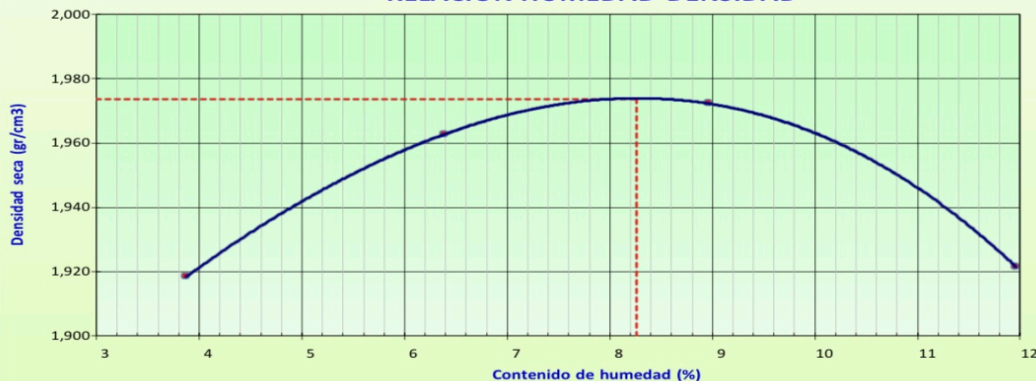
CLASF. (AASHTO) : A-3(0)

INDICE DE GRUPO :

Cantera:

METODO DE COMPACTACION :		A				N° MOLDE :	3
NUMERO DE GOLPES :		25				NUMERO DE CAPAS :	5
Peso suelo + molde	gr	6040,0	6126,0	6181,0	6183,0		
Peso molde	gr	4240,0	4240,0	4240,0	4240,0		
Peso suelo húmedo compactado	gr	1800,0	1886,0	1941,0	1943,0		
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	903,2	903,2	903,2	903,2		
Peso volumétrico húmedo	gr	1,993	2,088	2,149	2,151		
Recipiente N°							
Peso del suelo húmedo+tara	gr	90,12	93,72	88,72	78,50		
Peso del suelo seco + tara	gr	87,48	89,30	82,94	72,18		
Tara	gr	19,36	20,12	18,45	19,33		
Peso de agua	gr	2,6	4,4	5,8	6,3		
Peso del suelo seco	gr	68,1	69,2	64,5	52,9		
Contenido de agua	%	3,88	6,39	8,96	11,96		
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1,919	1,963	1,972	1,921		
						Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1,974
						Humedad óptima (%)	8,26 %

### RELACION HUMEDAD-DENSIDAD



INGEOGAMA<sup>SAC</sup>  
Ing. Danilo Quispe Vásquez  
CIP 145600



# INGEOGAMA SAC

INGENIERIA GEOTECNICA Y GAMA DE MATERIALES  
ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES

## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

### RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) NTP 339,145 / ASTM D-1883

<b>PROYECTO:</b>	DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO METODO AASHTO 93 EN LA AVENIDA RIVA AGÜERO-EL PORVENIR-TRUJILLO, 2021		
<b>TESISTAS:</b>	TRUJILLO PORTOCARRERO MARLON / NUREÑA VILLEGAS, VICMARC GIORDANO		
<b>RESPONSABLE:</b>	ING. DANILO QUISPE VASQUEZ	<b>CLASF. (SUCS)</b>	SP-SM
<b>MATERIAL:</b>	TERRENO NATURAL (SUB RASANTE)	<b>CLASF. (AASHTO)</b>	A-3(0)
<b>CALICATA:</b>	C-8	<b>FECHA</b>	30/09/2021
<b>PROGRESIVA:</b>	KM= 2+400		

### COMPACTACION

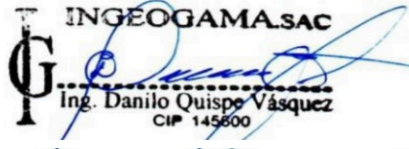
	4		5		6	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	55		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12710,00		12455,00		12132,00	
Peso de molde (g)	8295,00		8260,00		8150,00	
Peso del suelo húmedo (g)	4415,00		4195,00		3982,00	
Volumen del molde (cm³)	2049,83		2049,83		2049,83	
Densidad húmeda (g/cm³)	<b>2,154</b>		<b>2,047</b>		<b>1,943</b>	
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	94,52		96,38		99,50	
Peso suelo seco + tara (g)	88,86		90,48		93,47	
Peso de tara (g)	21,13		20,22		21,15	
Peso de agua (g)	5,66		5,90		6,03	
Peso de suelo seco (g)	67,73		70,26		72,32	
Contenido de humedad (%)	8,36		8,40		8,34	
Densidad seca (g/cm³)	<b>1,988</b>		<b>1,888</b>		<b>1,793</b>	

### EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%

### PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0,000		0	0			0	0			0	0		
0,635		12	53			9	41			5	25		
1,270		30	126			23	98			12	53		
1,905		51	212			37	155			19	82		
2,540	70,455	69	285	278,4	20,1	49	204	200,9	14,5	25	106	104,1	7,5
3,810		94	386			66	273			33	139		
5,080	105,682	117	480	493,7	23,8	84	346	348,0	16,8	43	179	178,0	8,6
7,620		163	666			111	455			56	232		
10,160		202	825			136	557			68	281		
12,700		231	942			159	650			81	333		

INGEOGAMA SAC  
  
 Ing. Danilo Quispe Vásquez  
 CIP 145800



# INGEOGAMA SAC

INGENIERIA GEOTECNICA Y GAMA DE MATERIALES  
 ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS							
RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) NTP 339,145 / ASTM D - 1883							
<b>PROYECTO:</b>	DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO METODO AASHTO 93 EN LA AVENIDA RIVA AGÜERO-EL PORVENIR-TRUJILLO, 2021						
<b>TESISTAS:</b>	TRUJILLO PORTOCARRERO MARLON / NUREÑA VILLEGAS, VICMARC GI						
<b>RESPONSABLE:</b>	ING. DANILO QUISPE VASQUEZ	<b>CLASE (SUCS)</b> : SP-SM					
<b>MATERIAL:</b>	TERRENO NATURAL (SUB BASANTE)	<b>CLASE (AASHTO)</b> : A-3(0)					
<b>CALICATA:</b>	C-8	<b>FECHA</b> : 30/09/2021					
<b>PROGRESIVA:</b>	KM= 2+400						
	<b>METODO DE COMPACTACION</b> : ASTM D1557 <b>MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)</b> : 1,988 <b>OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b> : 8,360 <b>95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)</b> : 1,889						
	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)</td> <td style="width: 25%;">0.1": 20,12</td> <td style="width: 25%;">0.2": 23,79</td> </tr> <tr> <td>C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)</td> <td>0.1": 14,56</td> <td>0.2": 16,82</td> </tr> </table>	C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1": 20,12	0.2": 23,79	C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1": 14,56	0.2": 16,82
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1": 20,12	0.2": 23,79					
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1": 14,56	0.2": 16,82					
<b>OBSERVACIONES:</b>							

OBSERVACIONES :

**INGEOGAMA.SAC**  
  
 Ing. Danilo Quispe Vásquez  
 CIP 145800



# INGEOGAMA SAC

INGENIERIA GEOTECNICA Y GAMA DE MATERIALES  
ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E-204 / ASTM D-422 / AASHTO T 88

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**Proyecto:** DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO METODO AASHTO 93 EN LA AVENIDA RIVA AGÜERO-EL PORVENIR-TRUJILLO, 2021

**Tesistas:** TRUJILLO PORTOCARRERO MARLON / NUREÑA VILLEGAS, VICMARC GIORDANO

**Responsable:** ING. DANILO QUISPE VASQUEZ

**Material:** TERRENO NATURAL (SUB RASANTE)

**Cantera:** CALICATA N°9 - KM 2+700

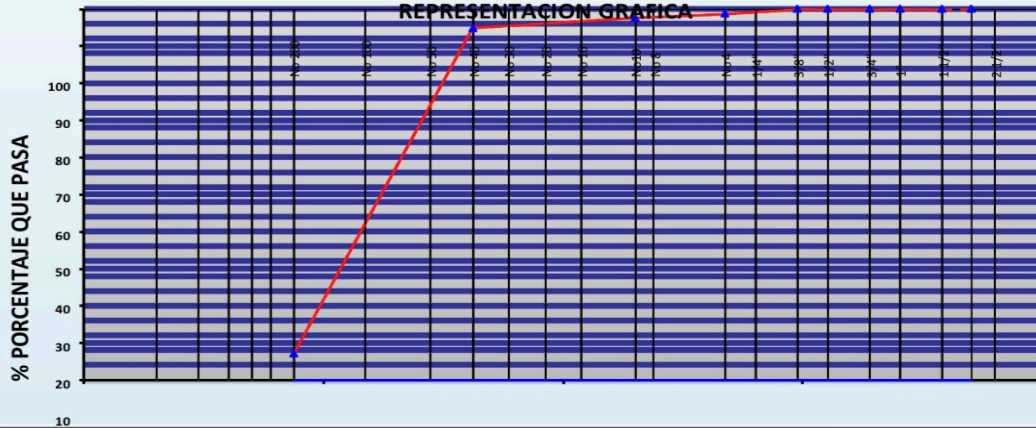
**Para Estructura:** PAVIMENTO

**Tamaño Max:** 2"

**Fecha:** 30-09-21

Tamiz	Abertura (mm.)	Peso Retenido	% Retenido		% que Pasa	Especificaciones Obra	Descripción de Muestra
			Parcial	Acumulado			
ASTM							
3"	76,200						Límite Líquido (LL) : NP (%)
2 1/2"	63,500						Límite Plástico (LP) : NP (%)
2"	50,800						Índice de Plasticidad (IP) : NP (%)
1 1/2"	38,100						Grava 3" - N° 4 : 1,3 (%)
1"	25,400						Arena N°4 - N° 200 : 91,7 (%)
3/4"	19,050						Finos < N° 200 : 7,0 (%)
1/2"	12,700				100,00		Determinación del Suelo : <b>Suelo Granular</b>
3/8"	9,525	2,60	0,40	0,40	99,60		
1/4"	6,350	3,20	0,50	0,90	99,10		CLASIFICACION AASHTO : <b>A-3(0)</b>
No. 4	4,760	2,80	0,40	1,30	98,70		CLASIFICACION SUCS : <b>SP-SM</b>
No. 8	2,360	2,85	0,40	1,70	98,30		
No. 10	2,000	4,60	0,70	2,40	97,60		
No. 16	1,190	3,50	0,50	2,90	97,10		Descripción (SUCS) : <b>Arena pobremente graduada con limo</b>
No. 20	0,834	2,84	0,40	3,30	96,70		Peso Inicial (gr) : <b>650,0</b>
No. 30	0,600	3,21	0,50	3,80	96,20		
No. 40	0,420	9,15	1,40	5,20	94,80		
No. 50	0,300	29,64	4,60	9,80	90,20		
No. 60	0,250	133,44	20,50	30,30	69,70		
No. 80	0,177	276,35	42,50	72,80	27,20		
No. 100	0,149	61,20	9,40	82,20	17,80		
No. 200	0,075	70,10	10,80	93,00	7,00		
<200		44,52	7,00	100,00			

#### REPRESENTACION GRAFICA



0 0,01 0,1 1 100

OBSERVACIONES :

INGEOGAMA SAC  
Ing. Danilo Quispe Vásquez  
CIP 145600



# INGEOGAMA<sup>SAC</sup>

INGENIERIA GEOTECNICA Y GAMA DE MATERIALES  
ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES

## ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

(NORMA MTC-115, ASTM D-1557, AASHTO T-180)

### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Proyecto: DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO METODO AASHTO 93 EN LA AVENIDA RIVA AGÜERO-EL PORVENIR-TRUJILLO. 2021

Tesistas: TRUJILLO PORTOCARRERO MARLON / NUREÑA VILLEGAS, VICMARC GIORDANO

Responsable: ING. DANILO QUISPE VASQUEZ

Muestra: TERRENO NATURAL (SUB RASANTE)

Fecha: 30/09/2021

Calicata: CALICATA N°9 - KM= 2+700

Para Estructura: PAVIMENTO

Tamaño Max: 2"

CLASF. (SUCS) : SP-SM

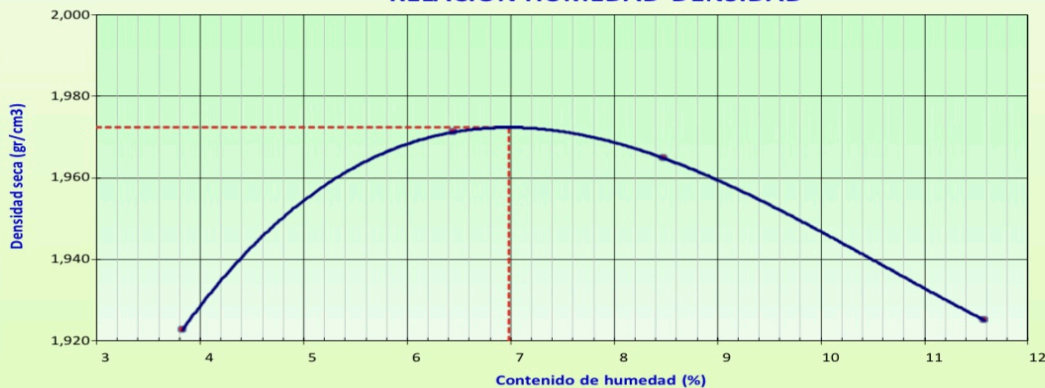
CLASF. (AASHTO) : A-3(0)

INDICE DE GRUPO :

Cantera:

METODO DE COMPACTACION :	A	N° MOLDE :				3
NUMERO DE GOLPES :	25	NUMERO DE CAPAS :				5
Peso suelo + molde	gr	6043,0	6135,0	6165,0	6180,0	
Peso molde	gr	4240,0	4240,0	4240,0	4240,0	
Peso suelo húmedo compactado	gr	1803,0	1895,0	1925,0	1940,0	
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	903,2	903,2	903,2	903,2	
Peso volumétrico húmedo	gr	1,996	2,098	2,131	2,148	
Recipiente N°						
Peso del suelo húmedo+tara	gr	72,42	75,38	68,54	71,20	
Peso del suelo seco + tara	gr	70,61	72,34	64,84	66,00	
Tara	gr	23,32	25,15	21,18	21,10	
Peso de agua	gr	1,8	3,0	3,7	5,2	
Peso del suelo seco	gr	47,3	47,2	43,7	44,9	
Contenido de agua	%	3,83	6,44	8,47	11,58	
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1,923	1,971	1,965	1,925	
					Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1,972
					Humedad óptima (%)	6,98 %

### RELACION HUMEDAD-DENSIDAD



INGEOGAMA<sup>SAC</sup>  
Ing. Danilo Quispe Vásquez  
CIP 145600



## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

### RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) NTP 339,145 / ASTM D-1883

<b>PROYECTO:</b>	DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO METODO AASHTO 93 EN LA AVENIDA RIVA AGÜERO-EL PORVENIR-TRUJILLO, 2021			
<b>TESISTAS:</b>	TRUJILLO PORTOCARRERO MARLON / NUREÑA VILLEGAS, VICMARC GIORDANO			
<b>RESPONSABLE:</b>	ING. DANILO QUISPE VASQUEZ		<b>CLASF. (SUCS)</b>	SP-SM
<b>MATERIAL:</b>	TERRENO NATURAL (SUB RASANTE)		<b>CLASF. (AASHTO)</b>	A-3(0)
<b>CALICATA:</b>	C-9		<b>FECHA</b>	30/09/2021
<b>PROGRESIVA:</b>	KM= 2+700			

#### COMPACTACION

Molde N°	4		5		6	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	55		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12650,00		12398,00		12075,00	
Peso de molde (g)	8295,00		8260,00		8150,00	
Peso del suelo húmedo (g)	4355,00		4138,00		3925,00	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2049,83		2049,83		2049,83	
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	<b>2,125</b>		<b>2,019</b>		<b>1,915</b>	
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	94,55		90,12		91,13	
Peso suelo seco + tara (g)	89,70		85,46		86,37	
Peso de tara (g)	21,15		20,10		19,33	
Peso de agua (g)	4,85		4,66		4,76	
Peso de suelo seco (g)	68,55		65,36		67,04	
Contenido de humedad (%)	7,08		7,13		7,10	
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	<b>1,984</b>		<b>1,884</b>		<b>1,788</b>	

#### EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%

#### PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0,000		0	0			0	0			0	0		
0,635		15	66			10	45			5	25		
1,270		33	139			24	102			12	53		
1,905		54	224			38	159			19	82		
2,540	70,455	72	297	289,6	20,9	50	208	204,6	14,8	25	106	104,1	7,5
3,810		97	398			67	277			33	139		
5,080	105,682	122	500	508,6	24,5	85	350	351,3	16,9	43	179	178,0	8,6
7,620		168	687			112	459			56	232		
10,160		207	845			137	561			68	281		
12,700		236	963			160	654			81	333		



# INGEOGAMA SAC

INGENIERIA GEOTECNICA Y GAMA DE MATERIALES  
 ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS. CONCRETO. ASFALTO Y CONSTRUCCIONES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS			
RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)			
NTP 339,145 / ASTM D - 1883			
PROYECTO: D.....			
TESISTAS:	TRUJILLO PORTOCARRERO MARLON / NUREÑA VILLEGAS, VICMARC GK	CLASF. (SUCS)	SP-SM
RESPONSABLE:	ING. DANILO QUISPE VASQUEZ	CLASF. (AASHTO)	A-3(0)
MATERIAL:	TERRENO NATURAL (SUB RASANTE)	FECHA	30/09/2021
CALCATA:	C-9		
PROGRESIVA:	KM= 2+700		

Densidad Seca (g/cm³)

CBR (%)

METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557

MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1,984

OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 7,080

95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1,885

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	20,94	0.2"	24,51
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	14,85	0.2"	17,00

OBSERVACIONES:

EC = 55 GOLPES

Carga (kg)

Penetración (mm)

CBR (0.1") 20.9%

CBR (0.2") 24.5%

EC = 26 GOLPES

Carga (kg)

Penetración (mm)

CBR (0.1") 14.8%

CBR (0.2") 16.9%

EC = 12 GOLPES

Carga (kg)

Penetración (mm)

CBR (0.1") 7.5%

CBR (0.2") 8.6%

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

INGEOGAMA SAC

Ing. Danilo Quispe Vásquez

CIP 145600

## Anexo 6. Validez y confiabilidad de instrumentos

### Anexo 6.1: Validez y confiabilidad de instrumentos de recolección de datos

#### MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS

Título de la investigación:	Diseño estructural del pavimento flexible para mejorar la transitabilidad vehicular en la Av. Riva Agüero-El Porvenir-Trujillo,2021	
Línea de investigación:	Diseño de Infraestructura Vial	
Apellidos y nombres del experto:	MG. ING. VILLAR QUIROZ JOSUALDO CARLOS	
El instrumento de medición pertenece a la variable:	Diseño de pavimento flexible	

Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.

Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de RECOLECCIÓN de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		



Ing. VILLAR QUIROZ, JOSUALDO CARLOS

CIP: 106997



## Anexo 6.2: Validez y confiabilidad de instrumentos de recolección de datos

### MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS

Título de la investigación:	Diseño estructural del pavimento flexible para mejorar la transitabilidad vehicular en la Av. Riva Agüero-El Porvenir-Trujillo,2021		
Línea de investigación:	Diseño de Infraestructura Vial		
Apellidos y nombres del experto:	MG. ING. HORNA ARAUJO, LUIS ALBERTO		
El instrumento de medición pertenece a la variable:	Diseño de pavimento flexible		

Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.

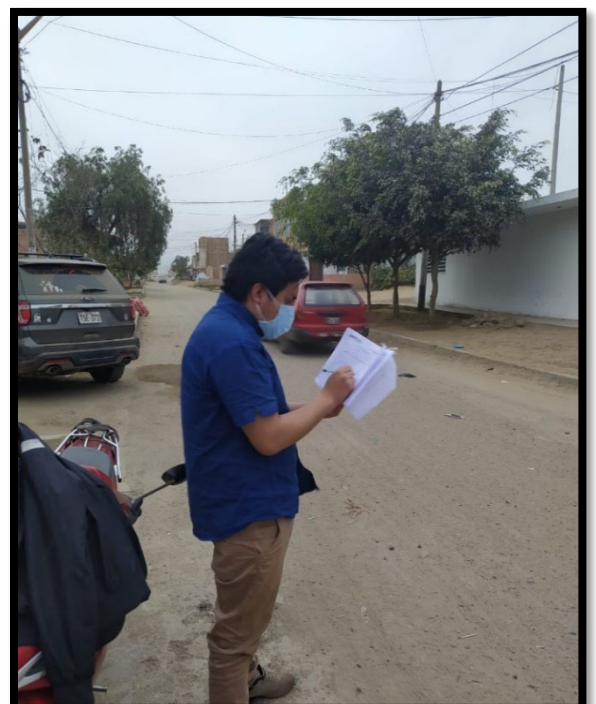
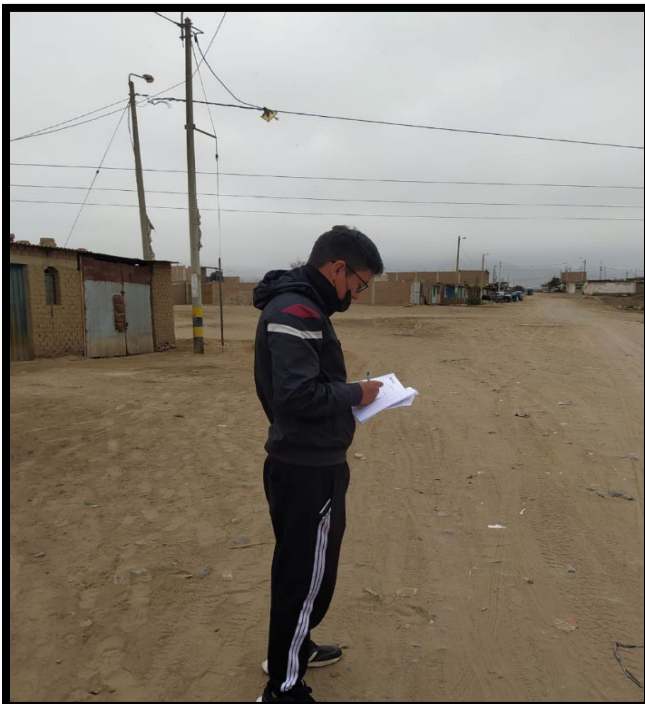
Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		

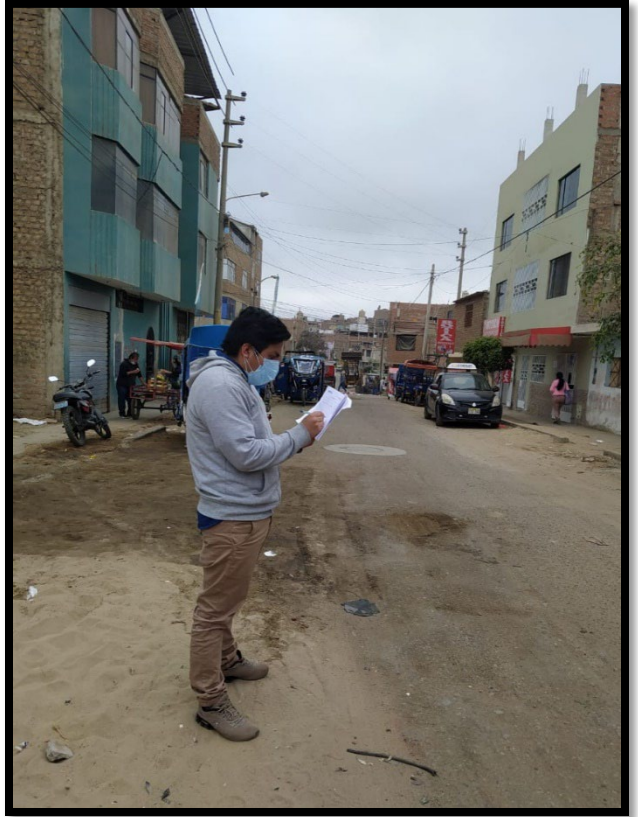
  
 Luis Alberto Horna Araujo  
 ING. CIVIL  
 CIP. 24002

**Ing. HORNA ARAUJO, LUIS ALBERTO**

## Anexo 8: Fotos y Documentos

### Anexo 8.1. Estudio Índice Medio Anual (IMDA)





Anexo 8.2. Estudio de suelos (CALICATAS)

CALICATA N 01



CALICATA N 02



CALICATA N 03



CALICATA N 04



CALICATA N 05



CALICATA N 06



CALICATA N 07



CALICATA N 08



CALICATA N 09



Anexo 8.3. Equipos y herramientas utilizadas para la extracción de la muestra de suelos





**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, HORNA ARAUJO LUIS ALBERTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO METODO AASHTO 93 EN LA AVENIDA RIVA AGÜERO-EL PORVENIR-TRUJILLO, 2021", cuyos autores son TRUJILLO PORTOCARRERO MARLON, NUREÑA VILLEGAS VICMARC GIORDANO, constato que la investigación cumple con el índice de similitud establecido, y verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

TRUJILLO, 28 de Diciembre del 2021

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
HORNA ARAUJO LUIS ALBERTO <b>DNI:</b> 18085738 <b>ORCID</b> 0000-0002-3674-9617	Firmado digitalmente por: LHORNAA el 05-01-2022 11:40:58

Código documento Trilce: TRI - 0248010