



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Diseño de sobre capa asfáltica del pavimento de la avenida 10 de Julio – Florencia de
Mora – Trujillo – 2019

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniera Civil

AUTORAS:

Br. Lambert Briceño, Génesis Katherine (ORCID: 0000000200312130)

Br. Mendoza García, Pía Fernanda (ORCID: 0000000333280849)

ASESOR:

Mg. Luis Alberto, Horna Araujo (ORCID: 0000000236749617)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

TRUJILLO – PERÚ

2020

Dedicatoria

A Dios por ser mi fortaleza y por brindarme una vida llena de experiencias y aprendizajes.

A ti que con tu fuerza y amor me han guiado y me han dado alas para seguir adelante, aquella que con su sonrisa matiza mi vida, eres tú que con orgullo y admiración llevo en mi corazón. Te la dedico a ti mamá por ser mi regalo perdurable, por creer en mí, por tu compañía y por tu inmenso amor.

Génesis Lambert.

Dedicatoria

A Dios por guiar mis pasos y ayudarme a no rendirme.

A mi ente de luz, mi madre. Porque me diste la vida y entregaste todo tu amor. Porque velaste mis sueños y moldeaste mi corazón. Porque escuchaste mis dudas y tu consejo me hizo mejor. Porque hoy lucho y trabajo y tu nombre me da valor.

A mi fuente de motivación, mi padre. Por enseñarme a valorar la vida, a caminar con la cabeza en alto y a ser humildes. Por mantener unida siempre a mi familia y ser el soporte día a día.

Pía Mendoza

Agradecimiento

A mis hermanos Joel Lambert y Junior Briceño, les agradezco no solo por estar presentes en mi vida, si no por los grandes momentos de felicidad y las diversas emociones que siempre emergen en mí.

A ti hermana Anhiela Lambert, gracias por ser mi amiga, mi cómplice y una de las principales protagonistas en la construcción de mi vida profesional, gratitud en ti es lo que emana mi corazón.

Gracias a ti, Eder Chávez, por ser mi más grande complemento, por cada atención, por tu comprensión y porque en todo momento tuve tu apoyo incondicional.

Gracias Pía Mendoza, por ser la compañera durante toda esta jornada, por ser más que mi amiga, por el apoyo mutuo para culminar este proyecto.

Génesis Lambert.

El amor recibido, la dedicación y la paciencia con la que cada día se preocupan mis padres por mi avance y progreso como persona, es simplemente único. Gracias por ser los principales inspiradores de mis sueños, por ser un ejemplo a seguir, por cada día confiar y creer en mí. Gracias por siempre desear y anhelar lo mejor para mi vida, por cada consejo y por cada una de sus palabras.

Gracias a él, por ser también mi apoyo en todo este largo recorrido. Por cada una de sus atenciones y consejos, mi hermano Fabián Mendoza.

A ella, muchas gracias por ser mi amiga, por la ayuda en todos estos años de estudio y en la culminación de este proyecto, Génesis Lambert.

Pía Mendoza.

Gracias al Ingeniero Luis Horna Araujo, por la orientación y aportación que nos permitió el desarrollo de nuestra tesis y a nuestro amigo Ronald Sinche por su contribución a nuestro proyecto. Gracias a nuestros compañeros y familiares por el apoyo que nos han otorgado.

Génesis Lambert y Pía Mendoza

Página del Jurado

Declaratoria de Autenticidad

Yo, Génesis Katherine Lambert Briceño y Pía Fernanda Mendoza García, estudiantes de la escuela profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad César Vallejo, identificados con DNI N° 48448098 y 73242425; a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, declaramos bajo juramento que la tesis es de nuestra autoría y que toda la documentación, datos e información que en ella se presenta es veraz y auténtica.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto del contenido de la presente tesis como de información adicional aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Trujillo, 12 de agosto del 2020



Génesis Katherine Lambert Briceño



Pía Fernanda Mendoza García

Índice

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iv
Página del Jurado	v
Declaratoria de Autenticidad	vii
Índice	viii
Índice de Tablas	xi
Índice de Figuras	xii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MÉTODO	13
2.1. Tipo y diseño de investigación	13
2.2. Operacionalización de variables	14
2.3. Población, muestra y muestreo	15
2.3.1. Población.....	15
2.3.2. Muestra.....	15
2.3.3. Muestreo.....	15
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	16
2.5. Procedimiento	16
2.6. Métodos de análisis de datos	17
2.7. Aspectos éticos.....	17
III. RESULTADOS	18
3.1. Estudio Topográfico.....	18
3.1.1. Generalidades	18
3.1.2. Ubicación	18
3.1.3. Reconocimiento de la zona.....	18
3.1.4. Metodología de trabajo.....	19
3.1.4.1. Personal	19
3.1.4.2. Equipos.....	19
3.1.4.3. Materiales	19
3.1.5. Procedimiento	19

3.1.5.1. Levantamiento topográfico de la zona	19
3.1.5.2. Puntos de Georreferenciación	20
3.1.5.3. Puntos de estación	21
3.1.6. Trabajo de gabinete	21
3.1.6.1. Procesamiento de la información de campo.....	21
3.1.7. Resultado.....	21
3.2. Estudio de Mecánica de Suelos	22
3.2.1. Estudio de suelos.....	22
3.2.1.1. Alcance.....	22
3.2.1.2. Objetivos	22
3.2.1.3. Descripción del proyecto	22
3.2.1.4. Descripción de los trabajos.....	23
3.2.1.4.1. Determinación del número de calicatas y ubicación	23
3.2.1.4.2. Descripción de las calicatas	24
3.2.1.4.3. Tabla de Resumen de los resultados obtenidos en los ensayos de las calicatas.....	28
3.3. Estudio de Tráfico Vehicular	29
3.3.1. Generalidades.....	29
3.3.2. Conteo y clasificación vehicular.....	29
3.3.3. Metodología	29
3.3.4. Procesamiento de la información.....	29
3.3.4.1. Determinación del índice medio diario (IMD).....	30
3.3.4.2. Determinación del factor de corrección estacional.....	31
3.3.4.3. Resultados del conteo vehicular	31
3.3.4.4. IMDA por estación	34
3.3.4.5. Factores de distribución direccional y de carril de acuerdo a la avenida.....	34
3.3.4.6. Tasa de crecimiento y proyección del tráfico generado.....	35
3.3.4.7. Cálculo de ejes equivalentes	36
3.3.4.8. Cálculo de número de repeticiones de eje equivalente	37
3.4. Estudio hidrológico	37
3.5. Evaluación estructural de la avenida por el método de análisis de componentes	39
3.5.1. Generalidades	39
3.5.2. Evaluación por análisis de componentes	39
3.5.3. Determinación de factores de equivalencia y del espesor efectivo existente.....	40
3.6. Diseño por el método del Instituto de Asfalto para el diseño de la avenida	41

3.6.1. Generalidades	41
3.6.2. Datos de Periodo de Diseño.....	42
3.6.3. Cálculo del Módulo Resiliente	42
3.6.4. Datos del estudio de tráfico	42
3.6.5. Condiciones Ambientales de Temperatura	43
3.6.6. Cálculo del espesor de refuerzo total requerido de acuerdo al gráfico del Método del Instituto de Asfalto	44
3.6.7. Cálculo del espesor de refuerzo requerido.....	45
IV. DISCUSIÓN.....	46
V. CONCLUSIONES	47
VI. RECOMENDACIONES	49
REFERENCIAS	50
ANEXOS	54

Índice de Tablas

Tabla 6: Operacionalización de Variables.....	14
Tabla 7: Puntos de Georreferenciación	20
Tabla 8: Puntos de Estación.....	21
Tabla 9: Número de Calicatas	23
Tabla 10: Ubicación de Calicatas	24
Tabla 11: Resumen de resultados de calicatas.....	28
Tabla 12: Ubicación de estación y fecha de conteo vehicular.....	29
Tabla 13: Factor de corrección promedio.....	31
Tabla 14: Tráfico vehicular promedio	32
Tabla 15: Índice Medio Diario Anual del Tránsito vehicular.....	34
Tabla 16: Factor de distribución direccional y de carril	35
Tabla 17: Factores para vehículos ligeros y vehículos livianos	36
Tabla 18: Cálculo de ejes equivalentes.....	37
Tabla 19: Cálculo de número de repeticiones de eje equivalente.....	37
Tabla 20: Datos de estación meteorológica EX CORPAC.....	38
Tabla 21: Resumen de calicatas.....	40
Tabla 22: Carga por eje equivalente	42
Tabla 23: Condiciones ambientales de temperatura	43
Tabla 24: Signos Convencionales para perfil de calicatas – Clasificación AASHO.....	54
Tabla 25: Símbolos gráficos para suelos – Clasificación SUCS	54
Tabla 26: Clasificación de suelos según tamaño de partículas.....	55
Tabla 27: Clasificación de suelos según Índice de plasticidad.....	55
Tabla 28: Factores de Distribución Direccional y de Carril para determinar el Transito en el carril de Diseño.....	56
Tabla 29: Puntos Topográficos.....	57

Índice de Figuras

Figura 1: Esquema de Diseño.....	14
Figura 2: Condiciones ambientales de temperatura.....	44
Figura 3: Ensayos de Granulometría de Calicata 1.	77
Figura 4: Límites de consistencia Calicata 1.	78
Figura 5: Ensayos de contenido de humedad de Calicata 1.....	79
Figura 6: Ensayos de Granulometría de Calicata 2.	80
Figura 7: Límites de consistencia Calicata 2.	81
Figura 8: Ensayo de contenido de humedad Calicata 2.....	82
Figura 9: Ensayo de Proctor modificado Calicata 2.....	83
Figura 10: Ensayo de CBR Calicata 2.....	84
Figura 11: Ensayo de CBR Calicata 2.....	85
Figura 12: Ensayo de granulometría Calicata 3.....	86
Figura 13: Límites de consistencia Calicata 3.....	87
Figura 14: Contenido de humedad Calicata 3.	88
Figura 15: Ensayo de granulometría Calicata 4.....	89
Figura 16: Límites de consistencia Calicata 4.....	90
Figura 17: Contenido de humedad Calicata 4.	91
Figura 18: Ensayo de Proctor modificado Calicata 4.....	92
Figura 19: Ensayo de CBR Calicata 4.....	93
Figura 20: Ensayo CBR Calicata 4.....	94
Figura 21: Cuadro resumen de calicatas.....	95
Figura 22: Factores de conversión en función de la condición del pavimento.....	96
Figura 23: Quebradas de la Ciudad de Trujillo.	97
Figura 24: Reconocimiento de la avenida	97
Figura 25: Avenida 10 de Julio.....	98

Figura 26: Fallas por hundimiento	98
Figura 27: Avenida interrumpida por cambio de tuberías de desagüe	99
Figura 28: Rompimiento de avenida	99
Figura 29: Excavación de la C-1	100
Figura 30: Excavación de la C-2	100
Figura 31: Excavación de la C-3	101
Figura 32: Excavación de la C-4	101

RESUMEN

La construcción de los pavimentos es primordial para la satisfacción de 5la población siendo uno de los factores más importantes para el desarrollo de un país, pero no siempre se le da la debida importancia al realizarlo, es por ello que resulta necesario realizar proyectos que contribuyan al mejoramiento y rehabilitación de los pavimentos.

En tal sentido, el objetivo de la presente investigación es diseñar la sobre capa asfáltica del pavimento de la avenida 10 de Julio – Florencia de Mora- Trujillo, con una longitud de 1.450 km, el cual posee un suelo arenoso y terreno llano, con una pendiente de 0.033%. Para el diseño de la sobre capa asfáltica se consideró la metodología del Instituto de Asfalto, por lo cual se consideraron los siguientes factores: Un CBR de sub rasante (95%) de 15%, un Módulo resiliente de 120.17 Mpa, un EAL de 2.4×10^5 y una temperatura de 23.21°C, obteniendo un espesor total de concreto asfáltico de 12.5 cm. Se concluye que el espesor de refuerzo requerido para la sobre capa asfáltica será de 3.5 cm.

Palabras clave: pavimento, sobre capa asfáltica y espesor de capa.

ABSTRACT

The construction of pavements is essential for the satisfaction of the population being one of the most important factors for the development of a country, but it is not always given due importance when doing so, which is why it is necessary to carry out projects that contribute to the improvement and rehabilitation of pavements.

In this sense, the objective of this research is to design the asphalt layer on the pavement of 10 de Julio avenue – Florencia de Mora – Trujillo, with a length of 1.450 km, which has a sandy soil and flat terrain, with a slope of 0.003%. For the design of the overlay asphalt was considered the methodology of the Asphalt Institute, for which the following factors were considered: A CBR of subgrade (95%) of 15%, a resilient module of 120.17 Mpa, an EAL of 2.4×10^5 and temperature of 23.21°C, obtaining a total thickness of asphalt concrete of 12.5 cm. It is concluded that the reinforcement thickness required for the asphalt overlay will be 3.5 cm.

Keywords: pavement, on asphalt layer and layer thickness.

I. INTRODUCCIÓN

A medida que ha ido transcurriendo el tiempo, el transporte se fue convirtiendo en uno de los factores más importantes para el desarrollo de un país, por ello es fundamental realizar un correcto diseño del pavimento ya que será indispensable para que cumpla con los requerimientos necesarios y por ende garantice una correcta valorización de costos, a la vez la funcionalidad y serviciabilidad de la vida útil del pavimento mejorando la transitividad de los vehículos.

Para Hernández y Torres (2016), una de las principales dificultades para obtener la integración regional en Centroamérica es el mal estado de la red vial, debido al aumento de vehículos y comercio, por lo cual, es necesario realizar un mantenimiento a la estructura del pavimento para mejorar la transitabilidad, cabe considerar, que en ocasiones se optan por decisiones precipitadas las cuales por efecto no son las correctas.

Asimismo, el Ministerio de Obras públicas y comunicaciones de República Dominicana (2016), precisa que, los pavimentos tanto rígidos como flexibles, no fallan repentinamente, sino que, lo hacen en forma escalonada y gradual. Del mismo modo, podemos decir que el mantenimiento respecto al sistema de drenaje es muy importante ya que, si no se efectúa una revisión a las tuberías, éstas colapsan y debido a ello, el agua se filtra, pasa por las capas del pavimento provocando su debilitamiento.

Por otro lado, existen diversos métodos para llevar a cabo un diseño de pavimento, lo cual es prescindible conocer los factores principales y la determinación de la parte estructural, es por esta razón que se debe realizar un reconocimiento de la sub-rasante y las condiciones de drenaje, la cual incluye el análisis de componentes de las capas de base, sub-base y capa de rodadura, para poder diseñar y determinar la composición de cada una de las capas. Teniendo como fin realizar un diseño más económico en la cual se pueda usar un espesor mínimo necesario para la capa de rodadura protegiendo las capas inferiores a esta, que en efecto son dañadas por las cargas vehiculares, los agentes físicos y medio ambientales.

En el Perú, la ingeniería vial avanza a grandes escalas a nivel de proyectos de infraestructura vial, con la finalidad de obtener un transporte sostenible, sin

embargo, la gestión que existe en el gobierno no siempre realiza una adecuada evaluación ante las diferentes alternativas de diseño, lo cual debe ser primordial para garantizar la eficiencia de los pavimentos urbanos.

Es por ello, que uno de los distritos más afectados de la ciudad de Trujillo es Florencia de Mora, puesto que, se observó un fuerte deterioro del pavimento. Una de las avenidas afectadas es la avenida 10 de Julio, debido a diseños inadecuados, mala calidad de los materiales empleados y una inadecuada inspección del proceso constructivo durante la ejecución, la cual impide que el pavimento cumpla su vida útil para la cual está prevista. Cabe indicar, que otra de las dificultades que esta avenida atraviesa es por el rompimiento del pavimento debido al cambio de tuberías, causando su debilitamiento y posterior a ello, fallas como hundimiento generando su deterioro, obstaculizando la transitabilidad de los vehículos, además causa la contaminación ambiental dando lugar a una considerable incidencia de enfermedades respiratorias que afectan a la salud de toda la población.

Asimismo; para ampliar la información respecto al tema de estudio, se investigó en diversos trabajos científicos tanto nacionales como internacionales optando por las investigaciones que tenían la variable de estudio.

Según Zelada (2019), en su tesis “Diseño de 1 km de pavimento, carretera Juliaca – Puno (Km 44+000 – Km 45+000); tiene una visión de realizar el diseño del pavimento en un tramo de 1 km de longitud en la autopista entre Juliaca – Puno. Luis considera ambos tipos de pavimentos para el diseño, tanto rígidos como flexibles. Para diseñar el pavimento flexible, Zelada hace uso de las metodologías AASHTO y el Instituto de Asfalto. Para ambas metodologías, él realiza, en primer lugar, su estudio de mecánica de suelos, seguidamente realiza sus estudios hidrológicos – pluviométricos, poco después realiza su estudio de cantera y por último su estudio de tráfico vehicular. Al realizar su diseño por el método del Instituto de Asfalto, Zelada informa que este método posee varias cartas de diseño, las cuales se relacionan con la temperatura media del ambiente y el tipo de material que será empleado para la base.

Para ello, tuvo datos de entrada como el cálculo del módulo resiliente de la sub rasante, obteniendo un valor de 8877 Psi. Con respecto a la temperatura anuncia que, el Instituto de Asfalto ha elaborado cartas para el diseño en función a la

temperatura del aire con valores de 7 °C, 15.5 °C y 24 °C; obteniendo él un valor de 5.5 °C, por lo que se empleará la carta que tenga una temperatura con el valor más próximo la cual es 7 °C. No obstante, indicó que el número de ejes equivalentes obtenido fue 1.27×10^7 ejes equivalentes de 8.2 toneladas. Con esas condiciones y resultados, logra obtener un diseño para el pavimento conformado por una carpeta asfáltica y base de 30 cm. Un aporte que brinda es que como existe una gran incidencia de la carpeta asfáltica, es necesario optimizar el empleo de ésta, para poder cumplir con el nivel de servicio requerido a través del número estructural.

Por otro lado, Escobar y Huincho (2017), en su tesis, señala que tuvo como objetivo principal determinar la influencia de parámetros de diseño para diseñar el pavimento flexible debido al deterioro del mismo. Esta investigación es de tipo aplicada, es por ello que el autor realizó el análisis y la evaluación de la situación estructural del pavimento flexible mediante la aplicación de las metodologías de AASHTO 93 e Instituto de Asfalto, teniendo presente los parámetros de diseño de acuerdo a la norma peruana del Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Para ello se realizaron los siguientes procedimientos: Se realizó un estudio de tráfico para determinar el IMD, por otro lado se realizaron estudios de suelos para determinar la resistencia de la sub rasante (CBR), asimismo realizó la verificación de la estructura del pavimento existente y finalmente se procedió con el diseño de la estructura. Al obtener los resultados del flujo vehicular se dedujo que el IMD se incrementó de 275 veh/día en el año 2006 a 467 veh/día actualmente 2017, por lo que se debe de tener presente el incremento del tránsito en el proceso del diseño, ya que el espesor del pavimento se debe modificar en la carpeta asfáltica para poder cumplir con los requerimientos del diseño. Por otro lado en los resultados del estudio de suelos se obtuvo un CBR de diseño del 7.2% para ambos diseños hecho en el año 2006 y 2017 por lo tanto no influye en la carpeta asfáltica más que en la sub-base, es decir a mayor CBR se disminuirá el espesor de Sub-base y a menor CBR se tendría que incrementar la sub-base. Al realizar el método del Instituto de Asfalto, se concluye que mejorando la carpeta asfáltica con 4 pulgadas la base se incrementa de un 11.5cm a 30.5 cm, conservando el espesor de la sub-base con 17cm y con una vida útil de 3860083.0 falla por ahuellamiento. El ESAL que muestra los resultados fueron de 7, 867, 970.0 por lo que para q surja el ahuellamiento tendrán que pasar 3,300, 990.0 ejes equivalentes por ahuellamiento

de 0.5 pulgadas según el Instituto de Asfalto, asimismo la metodología nos indica que el agrietamiento se originará cuando pasen 715, 026,007. Con ello se indicó que se debe tener en cuenta los flujos vehiculares inesperados ya que los pavimentos están diseñados para un ESAL determinado.

Pólito (2015), en su tesis de “Evolución, tecnologías aplicadas en la actualidad y el futuro de los pavimentos flexibles en México” consiste en obtener información respecto a los pavimentos flexibles para dar a conocer su evolución y ventajas que tienen sobre los pavimentos rígidos; asimismo, presenta los diseños para la estructura de los pavimentos, con la finalidad de que los diseños sean considerados para la construcción de las carreteras. En la cual se da a conocer las diferentes metodologías que se pueden aplicar, para ello usaron las distintas metodologías en las cuales se tiene: el método del Instituto de Ingeniería de la UNAN, método de diseño español MOPU – Secciones de pavimento, método del instituto de asfalto y el método de la AASHTO. Al estudiar los cuatro métodos descritos para el diseño de la estructura de un pavimento flexible, se debe tener presente los requerimientos y condiciones físicas y climáticas para el proyecto, con el fin de obtener los resultados necesarios para la aplicación.

Según Salamanca y Zuluaga (2014), en su tesis “Diseño de la estructura de pavimento flexible por medio de los método de Invias, AASHTO 93 e Instituto del Asfalto para la vía la Ye – Santa Lucia Barranca Lebrija entre las abscisas km 19+250 a km 25+750 ubicada en el departamento del Cesar”, tuvo como objetivo diseñar las estructuras de pavimento flexible por medio de los métodos INVIAS para medios y altos volúmenes de tránsito, AASHTO 93 e Instituto del Asfalto para la vía La Ye – Santa Lucia Barranca Lebrija entre las abscisas K19+250 a K25+750 ubicada en el departamento del Cesar – Bogotá – Colombia”, estas metodologías tienen la finalidad de poder calcular los espesores mínimos de la estructura del pavimento, por las cuales se realizaron estudios previos tales como: obtener los datos generales de toda la vía en estudio, realizar un estudio de tráfico vehicular para determinar los ejes equivalentes para el periodo de diseño, clasificar la capacidad portante de la sub rasante y la aplicación de las metodologías.

Por consiguiente, al comparar el diseño de la estructura del pavimento por los tres métodos, se pudo observar una variación de los espesores de la carpeta asfáltica y

granulares la cual dependió de la capacidad portante del suelo y de número de ejes equivalentes, donde se realizó un periodo de diseño de 10 años para este tipo de pavimento, con ello se pudo evidenciar que para el método AASHTO 93, los espesores están conformes con el criterio general pero no para la protección por capas, por lo cual es necesario aumentar los espesores de la carpeta asfáltica, asimismo al verificar los espesores obtenidos por el método INVIAS mediante se pudo constatar que los espesores no cumplen con el criterio de falla por fisuramiento, por lo que fue necesario disminuir granulares y aumentar el espesor de la carpeta asfáltica, llegando a concluir que para realizar la construcción de los 6.5 km de vía, fue mediante el Método del Instituto de Asfalto debido a que se mejoraron los espesores de la carpeta, la cual se encuentra en la capacidad de soportar las cargas vehiculares generadas por un tráfico esperado de 0.51 millones de ejes equivalentes de 8.2 toneladas, teniendo presente las características respecto al suelo siendo de tipo limo- arcilloso y arenoso-limosos, cumpliendo con los parámetros de fatiga de la sub rasante y de la capa asfáltica.

Por otra parte, Montejo, Alfonso (2010), en su libro “Ingeniería de pavimentos”, expresa que el Instituto de Asfalto presenta una metodología que suministra técnicas para evaluar la capacidad estructural de pavimentos flexibles, los cuales podrán determinar su capacidad para brindar una superficie de rodamiento cómoda y segura. Del mismo modo, indica que se emplearán técnicas para el diseño de sobre capas que incrementen la resistencia de pavimentos débiles o deteriorados, que adecúen pavimentos en buen estado, al tránsito futuro.

Montejo en su libro, afirma que existen dos métodos de evaluación del Instituto de Asfalto, los cuales son el deflectométrico y el de espesores efectivos. Igualmente indica que los factores a intervenir son: el tránsito de diseño, la cual expresa que el ingeniero deberá realizar una proyección de tránsito para el diseño del refuerzo que se vaya a colocar al pavimento, esta proyección está basada a partir de los datos tomados en campo, en los cuales se obtendrá un tránsito futuro, expresado como número acumulado de ejes equivalentes de 8.2 toneladas en el carril de diseño durante el periodo de diseño; del mismo modo tenemos la evaluación superficial del pavimento, la cual dice que antes de diseñar un refuerzo, se debe establecer si éste es necesario, de acuerdo a las fallas superficiales presentes en el pavimento; también tenemos la determinación de la capacidad estructural, la cual dice que si la

inspección indica la necesidad de reforzar , se evalúa la capacidad estructural del pavimento a partir de las medidas con la viga Benkelman u otro equipo similar, además de la definición de la sección estructural y la determinación de los parámetros elásticos los cuales tenemos la sub rasante, su módulo puede estimarse por la expresión $E_3 = 100 * CBR$, lo cual parece dar resultados acordes con la realidad, también están las capas granulares no tratadas y la carpeta asfáltica existente. Con ello, se podrá determinar la sobre capa asfáltica para el mejoramiento del pavimento.

A su vez, Tuni (2007), en su tesis “Diseño estructural de pavimentos flexibles”; realiza la comparación de los métodos del Instituto de Asfalto, Shell y AASHTO 93, para diseñar los espesores de capas del pavimento. Como objetivo general se planteó determinar los espesores de capas en el diseño, para ello, calculó las cargas de ejes equivalentes simples, el módulo de resiliencia de la sub rasante y determinó los coeficientes de capa para poder obtener el número estructura de diseño. Al utilizar la metodología del Instituto de asfalto, Tuni determina dos condiciones las cuales son esfuerzo – deformación. Asimismo, indica que los elementos que intervienen en el diseño de espesor de las capas son: Las cargas de tránsito mediante el cual obtendremos el EAL de diseño; la temperatura y las propiedades de la sub rasante, sub base y base.

El autor precisa, que es de mucha importancia el número y el peso de las cargas por eje. Del mismo modo indica que el instituto de Asfalto exige el conocimiento de la resistencia de la sub rasante, por la cual se determinará el módulo de resiliencia (M_r) usando el CBR de las capas del suelo. Sus resultados fueron los siguientes: Obtuvo un EAL de diseño de 2104582.03, un módulo resiliente de 110.89 MPa con una temperatura media anual de 7 °C. Una vez obtenido estos datos, Tuni ubicó en las cartas del instituto de asfalto dándole como resultado 143 mm. Por lo que: el diseño de la sobre capa del concreto asfáltico es 5.6”, una base y una sub base de 6”, resultándole un espesor total de 17.6”. Por lo cual es necesario considerar como datos de entrada el módulo resiliente de diseño de la subrasante y del ESAL obtenido, ya que con estos dos parámetros mencionados se podrá determinar los espesores.

La presente investigación se sustenta en aspectos teóricos, que se comentan o incluyen en los párrafos siguientes:

Según el Manual de carreteras “Suelos, geología, geotecnia y pavimentos” (2013), definimos al pavimento, como una estructura de varias capas, la cual es construida sobre la sub rasante del camino, teniendo como objetivo el de resistir y distribuir los esfuerzos originados por los vehículos, mejorando las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito. El pavimento está conformado por las siguientes capas: Capa de rodadura o carpeta asfáltica, capa base y capa sub base.

La capa de rodadura, que se encuentra en la parte superior del pavimento puede ser de tipo flexible, rígido o de adoquines, cuya función es sostener directamente el tránsito. La capa base, es la capa inferior a la capa, cuya función principal es la de sostener, distribuir y transmitir las cargas ocasionadas por el tránsito. Por otro lado, la capa sub base, está conformada por material especificado y con un espesor de diseño, el cual le permita soportar a la capa de rodadura y capa base. También se puede utilizar como una capa de drenaje y controlador de la capilaridad del agua. Así mismo, considerando los tipos de pavimentos existentes, decimos que, el pavimento flexible es una estructura compuesta por capas granulares: Capa base y sub base; y una capa de rodadura constituida por materiales aglomerantes, agregados y hasta aditivos. Mientras que el pavimento rígido, es una estructura del pavimento compuesta por una capa sub base granular y una capa de rodadura de losa de concreto.

Cuando hacemos referencia a un estudio topográfico, nos referimos al conjunto de operaciones que determinan las ubicaciones de puntos topográficos, generalmente se calcula la superficies y volúmenes y la representación de medidas tomadas en el campo mediante planos. El estudio topográfico, se realiza con el fin de determinar la longitud total de la carretera, y a su vez determinar la superficie del suelo. Navarro (2008).

En líneas generales, el Manual de carreteras “Suelos, geología, geotecnia y pavimentos” (2013), nos indica que un estudio de suelos, nos permite conocer las características físicas y mecánicas de éste; obteniendo como resultado la

composición de las capas de terreno a profundidad, para posteriormente ser clasificados de acuerdo a la metodología para construcción de vías, efectuada por AASHTO Y SUCS. Indicado en el cuadro 1 y 2, respectivamente de anexos.

Existen análisis (ensayos) fundamentales a tener en cuenta, los cuales detallamos a continuación: El ensayo de granulometría de un suelo, tiene por finalidad el determinar la proporción de sus diferentes elementos constituyentes, clasificados en función de su tamaño, determinado mediante el tamizado. Especificado en el cuadro 3 en anexos.

El ensayo de plasticidad, es la propiedad que básicamente representa los suelos hasta cierto límite de humedad sin disgregar el material. En el ensayo de plasticidad se hacen uso los límites de Atterberg; límite líquido, límite plástico – sólido; los cuales establecen cuan perceptivo es el comportamiento del suelo con respecto a su contenido de humedad. Hace referencia que el límite líquido (LL), es cuando el suelo pasa del estado semilíquido a un estado plástico y puede moldearse; mientras que el límite plástico (LP), es cuando el suelo pasa de un estado plástico a un estado semisólido o se rompe. El resultado obtenido a través de estas medidas es el índice de plasticidad, el cual indica la magnitud de humedad en intervalos que el suelo posee, dando una característica del suelo. Mostrado en el anexo del cuadro 4.

Existe también, el contenido de humedad de un suelo, el cual básicamente, es la relación expresada en porcentajes del peso de agua en una masa dada del suelo, al peso de las partículas sólidas. (Ministerio de Transporte y comunicaciones E 108)

Un ensayo especial es el ensayo de Proctor modificado, el cual trata de los procedimientos de compactación que se realizan en el laboratorio, el cual determina la relación que existe entre el contenido de agua y peso unitario seco del suelo.

Así mismo tenemos, el ensayo de CBR (California Bearing Ratio), el cual se define como el valor de soporte o resistencia del suelo, que está referido al 95% de la máxima densidad seca y a una penetración de carga de 2.54 mm. Este ensayo se realiza a raíz de que ya se haya realizado la clasificación del suelo por método AASHTO Y SUCS. (Manual de carreteras “Suelos, geología, geotecnia y pavimentos”).

Según Chang (2010), refiere que la evaluación de pavimentos se puede diferenciar en cuatro áreas de aplicación, dentro de los cuales se tiene: los estudios de rehabilitación de pavimentos, el control de calidad, investigación del estado del pavimento y la gestión de pavimentos. En el ámbito de la rehabilitación, su finalidad es poder conocer las causas de las fallas del pavimento para proyectar parámetros de corrección. Por otro lado, si se realiza un análisis como parte de un proceso de control de calidad, el objetivo sería determinar si el asfalto cumple con los parámetros necesarios para su correcto funcionamiento. Asimismo, en lo que respecta a la investigación, el fin sería estudiar el comportamiento de las capas conformadas por el pavimento para desarrollar modelos mecánico – empírico de desempeño. Y en el ámbito de gestión de pavimentos el objetivo es conocer el pavimento identificando las fallas existentes y realizar las intervenciones que se requieran.

Para la evaluación del pavimento existen dos tipos: dentro de los cuales tenemos evaluación superficial y evaluación estructural. En lo que respecta a evaluación superficial influye en el índice de serviciabilidad del pavimento y en lo estructural se realiza mediante ensayos de laboratorio, los cuales nos ayudarán a analizar el pavimento y determinar las causas de falla por distintos tipos de métodos, en lo cual obtendremos resultados que nos permitirán definir las acciones de rehabilitación que se debe tomar con respecto al pavimento.

El estudio de tráfico vial es aquel que proporciona la información sobre el índice medio diario anual (IMDA), para cada tramo vial en materia de estudio. Para el cálculo de IMDA deberemos conocer el volumen actual y clasificación por tipo de vehículos que circulan por la vía. Necesitamos saber también, el factor carril y el factor direccional. El factor direccional es la relación correspondiente al número de vehículos pesados que circulan en una dirección o sentido del tráfico y el factor carril es la relación que corresponde al carril que recibe el mayor número de ejes equivalentes, donde el tránsito por dirección mayormente se canaliza por ese carril. Anexo cuadro 5.

El cálculo de tasas de crecimiento y proyección, se calcula utilizando una fórmula de progresión geométrica. La tasa anual de crecimiento del tránsito se define en correlación con la dinámica de crecimiento socio-económico del país. Normalmente las tasas de crecimiento del tráfico varían entre 2% y 6%.

Número de repeticiones de ejes equivalentes, hace referencia al efecto de deterioro de diseño causado sobre el pavimento por un eje simple de dos ruedas convencionales cargado con 8.2 toneladas de peso. Los ejes equivalentes (EE) son los factores de equivalencia que representan el factor destructivo de las distintas cargas, por tipo de eje que conforman cada tipo de vehículo pesado, sobre la estructura del pavimento. Informa el Manual de carreteras: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos.

Según el manual de hidrología, hidráulica y drenaje del MTC (2012), señala que es necesario realizar un estudio hidrológico, ya que es primordial tener un adecuado conocimiento del comportamiento hidrológico de un arroyo, río o lago, a través de los cuales se podrá identificar las áreas más propensas a los eventos hidrometeorológicos extremos, considerando que son necesarios para realizar un correcto diseño de infraestructura vial. Ante lo expuesto, se necesita recopilar información hidrológica y meteorológica, la cual se debe ser obtenida del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), con ello se debe tener presente al realizar los diseños de las obras de drenaje, por otro lado, es necesario recalcar que los factores que influyan en la obtención de diseño deben garantizar el óptimo funcionamiento del drenaje de acuerdo a los parámetros de la zona de estudio, teniendo como primer factor importante:

El tamaño de la cuenca, la cual estará en función de las condiciones climáticas, fisiográficas, topográficas, capacidad de almacenamiento y tipo de manejo de suelo.

Según el Manual de carreteras (2018), nos dice que es importante que el ingeniero conozca con precisión la demanda del tráfico, para poder elaborar una planificación y diseñar de forma adecuada distintos aspectos de la viabilidad, dentro de ello se tiene el diseño del pavimento y la plataforma del camino.

Este mismo manual nos menciona que, en lo referido a la sección de suelos y pavimentos, es necesario tener una información detallada del tráfico vial, para ello se debe de tener presente el diseño estructural y el de capacidad de los tramos viales del pavimento, lo cual nos servirá para conocer los límites de volúmenes de tráfico y así poder estimar el crecimiento de la demanda a la que se verá expuesta la estructura durante el periodo de estudio del análisis vial.

El estudio de tráfico debe facilitar la información del índice medio diario anual (IMDA) para cada tramo vial en estudio. El MTC tiene información de los índices de variación mensual para el cálculo del IMDA lo cual es obtenido de las estaciones de peaje y de pasaje propio MTC y de las correspondientes a los contratos de concesiones viales, lo cual es indispensable para una correcta y adecuada elaboración de base de datos.

Según el RNE (2010), en el capítulo de pavimentos urbanos, no especifica que, para el diseño estructural del pavimento, es necesario tener en cuenta los conocimientos teóricos, como también las metodologías del Instituto de Asfalto, de la AASHTO – 93 y de la PCA, estas tres metodologías son usadas en nuestro país, por ende para un adecuado diseño se debe considerar, los factores de calidad y valor portante del suelo de fundación y de la sub – rasante, características y volumen del tránsito durante el periodo de diseño, vida útil del pavimento, condiciones climáticas y de drenaje, características geométricas de la vía y tipo de pavimento a usarse. Todos los factores mencionados son primordiales para un adecuado diseño.

Según el Manual de Evaluación de Pavimentos (2009), En este proyecto se usará la metodología del Instituto de Asfalto. Según el método del Instituto de Asfalto (1991), la finalidad de este método es determinar los espesores de la estructura del pavimento, para ello, es necesario realizar el siguiente procedimiento: Conocer la estructura del pavimento, es decir conocer la cantidad de capas que conforma el pavimento, sus espesores y el tipo de material de cada capa del pavimento, asimismo es necesario evaluar las condiciones de cada capa por la que está compuesta el pavimento es decir, en el estado actual en el que se encuentra la vía, por otro lado es importante conocer la calidad de la sub-rasante, en este punto se considera la estimación saturado del suelo y el percentil de diseño, seguidamente se debe estimar el tráfico EAL el cual se obtiene por medio una serie de cálculos de datos de número de ejes equivalentes para el periodo de diseño, por otro lado el módulo resiliente (Mr) el cual se calcula por medio de los ensayos de CBR usando la correlación especificada por el Instituto de Asfalto y las condiciones ambientales de temperatura que se determinara por medios de cartas de diseño de los espesores del pavimento de acuerdo al tipo de condiciones ambientales de la zona y para concluir el diseño se debe realizar el cálculo del espesor de “Refuerzo requerido”.

Ante la realidad problemática presentada y la teoría que tiene como sustento este proyecto, nos planteamos la siguiente pregunta, ¿De qué manera, la colocación de la sobre capa asfáltica mejorará la transitabilidad del pavimento de la Avenida 10 de julio – Florencia de Mora – Trujillo – 2019?

El presente proyecto se justifica porque mejorará considerablemente la transitabilidad vehicular, ayudando a generar el desarrollo urbano en el distrito, teniendo presente los parámetros de conservación del medio ambiente.

Así mismo se justifica, porque se realiza con el fin de aportar el conocimiento sobre el uso de parámetros de diseño validadas. Lo cual se podrá usar como instrumento de evaluación para pavimentos flexibles, cuyos resultados obtenidos se podrán sistematizar en una mejora para pavimentos flexibles en zonas urbanas. Con ello se estará demostrando que el uso del método de diseño mejorará el nivel de vida útil del pavimento.

Metodológicamente; se justifica; ya se podrá elaborar y aplicar el método de diseño del Instituto de Asfalto, con el fin de obtener un diseño de mejoramiento para la sobre capa del pavimento.

Se justifica técnicamente, ya que esta investigación, se basa en la necesidad de identificar y conocer las posibles causas que originan las fallas de la estructura de la Avenida 10 de Julio, en función a una previa evaluación del pavimento.

Ante lo expuesto nos planteamos la siguiente hipótesis, la colocación de la sobre capa asfáltica mejorará la transitividad, resistencia y serviciabilidad del pavimento de la Avenida.

Para lo cual, se formula como objetivo general; realizar el diseño de sobre capa asfáltica del pavimento de la avenida 10 de Julio - Florencia de Mora – Trujillo – 2019 y, por consiguiente, se ha generado los siguientes objetivos específicos: realizar un estudio topográfico, realizar el estudio de mecánica de suelos, realizar la evaluación del pavimento de la avenida y por último realizar el diseño de sobre capa asfáltica para la avenida.

II. MÉTODO

2.1. Tipo y diseño de investigación

El tipo de estudio que se utilizó fue NO EXPERIMENTAL, porque la investigación no tuvo administración en las variables y no hubo control y/o manipulación sobre ellas, se tuvo como función detallar los acontecimientos de la realidad después de su ejecución, Carrasco (2017). Es decir, se detalló los hechos sin ninguna manipulación en la variable, según el ambiente natural que se encuentra el pavimento.

Según su enfoque (naturaleza), es CUANTITATIVA; porque se representó un conjunto de procesos, los cuales fueron en forma secuencial, siguiendo un orden para cada etapa con la finalidad de llegar a realizar el diseño de sobre capa asfáltica del pavimento mediante el método del Instituto de Asfalto. HERNANDEZ, Roberto, FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, Lucio (2014).

Según su nivel (carácter), es DESCRIPTIVO; ya que tuvo como finalidad describir el estado en que se encuentra el pavimento de la avenida 10 de Julio del distrito de Florencia de Mora.

Según su finalidad es una investigación APLICADA, puesto que tuvo como propósito emplear los conocimientos de la ingeniería civil, la cual nos ayudó para realizar un adecuado trabajo de campo y gabinete.

Según su temporalidad (orientación) fue una investigación TRANSVERSAL debido a que se recopiló información en un momento determinado, la intención de describir a la variable independiente “Diseño de sobre capa asfáltica”. Carrasco (2017)

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), El diseño de nuestra investigación es No experimental – descriptiva – simple; descriptiva porque solo se detalló las características en la que encontramos el pavimento flexible sin afectar el comportamiento normal y simple.

ESQUEMA: NO EXPERIMENTAL – DESCRIPTIVO – SIMPLE



Figura 1: Esquema de Diseño

Fuente: Elaboración propia

Dónde:

G: Diseño de sobre capa asfáltica

O: Evaluación del pavimento

2.2. Operacionalización de variables

Tabla 6: Operacionalización de Variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Escala de medición
Diseño de sobre capa asfáltica	Para el diseño de la sobre capa asfáltica de un pavimento, es necesario determinar la estructura existente, evaluar las condiciones de cada capa del pavimento, conocer la calidad de la subrasante, estimar las cargas de diseño, calcular el espesor de	Se ejecutó el proyecto de acuerdo a los cálculos de la topografía, los resultados de estudio de suelos, evaluación del pavimento y diseño de la sobre capa asfáltica para la avenida.	Estudio topográfico	Longitud	Intervalo
			Estudio de mecánica de suelos	Contenido de Humedad	Razón
				Granulometría	
				Límites de Consistencia	
				Proctor modificado	
			Evaluación del pavimento	Evaluación estructural por análisis de componentes	Razón
CBR					

refuerzo total requerido mediante el grafico del método espesor efectivo y finalmente calcular el espesor de refuerzo requerido. Manual de evaluación de pavimentos (2009).	Diseño de la sobre capa asfáltica	Estudio de tráfico vehicular	Intervalo
		Estudio Hidrológico	Razón
		Espesor de sobre capa asfáltica	Intervalo

Fuente: Elaboración propia.

2.3. Población, muestra y muestreo

2.3.1. Población

Se determinó que la población en nuestro proyecto es el Distrito de Florencia de Mora – Trujillo

2.3.2. Muestra

Para una mejor precisión de nuestro proyecto se determinó evaluar toda la avenida 10 de Julio – Florencia de Mora – Trujillo.

2.3.3. Muestreo

Para establecer el muestreo de la población de nuestro proyecto, utilizaremos el muestreo por conveniencia, la cual por exactitud de resultados haremos uso de toda la avenida, puesto que nos ayudará a evaluar mejor el estado en que encontramos la avenida.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Con el fin de recolectar la información de nuestra variable independiente “Diseño de la sobre capa asfáltica”, se empleó lo siguiente:

Para la recolección de datos, se utilizó la técnica de observación, porque para evaluar el pavimento hemos hecho uso del método de evaluación estructural por análisis de componentes, así como, los datos que se obtuvieron a través del levantamiento topográfico y del estudio de mecánica de suelos, se evaluaron por medio de protocolos y normas.

Los instrumentos que se utilizaron fueron las guías de observación, formatos para el conteo de tráfico vehicular y ensayos de laboratorio para la avenida la cual está establecida en la Norma Técnica de Edificaciones CE.010 Pavimentos Urbanos.

Los instrumentos que se utilizaron en la presente investigación se validaron por información de fuentes confiables, las cuales son estandarizadas por la Norma Técnica de Edificación CE. 010 Pavimentos Urbanos y Manual de carreteras: Diseño geométrico DG – 2018, Suelos, geología, geotecnia y pavimentos. Sección suelos y pavimentos.

Un instrumento es confiable, si al ser aplicado repentinamente a la misma muestra, en iguales condiciones, el resultado deberá ser el mismo. Hernández, Fernández y Baptista (2014).

2.5. Procedimiento

Para desarrollar nuestro proyecto “Diseño de sobre capa asfáltica del pavimento de la avenida 10 de Julio - Florencia de Mora – Trujillo – 2019, en un principio, se realizó un estudio topográfico; en el cual se estableció el km total de la avenida. Seguidamente, se efectuaron los estudios de suelos, se ubicaron y realizaron las calicatas, se sacó las muestras, determinamos espesores de las capas que encontramos y por último llevamos las muestras al laboratorio de suelos, las cuales nos van a permitir establecer la caracterización del material extraído. Al mismo tiempo se realizó el estudio

de tráfico vehicular, se ubicó la estación, después se empezó el conteo de los diferentes tipos de vehículos que circulan, usando las características y peso por eje establecido en el reglamento del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC). Poco después, se realizó el estudio hidrológico, se calcularon las precipitaciones mensuales y anuales.

Con los datos obtenidos hicimos la evaluación estructural por análisis de componentes.

Una vez realizada la evaluación se procedió a ejecutar el diseño de la sobre capa mediante la metodología del Instituto de Asfalto.

2.6. Métodos de análisis de datos

La información del trabajo de campo y los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio, fueron evaluados de acuerdo a la Norma Técnica de Edificaciones CE.010 Pavimentos Urbanos y la Norma del Instituto de Asfalto. Asimismo, los datos obtenidos se procesaron mediante el uso de gráficos, tablas para lo cual se utilizaron los programas de AutoCAD, AutoCAD Civil 3D, S10, Ms Project, Microsoft Office Word 2018 y Microsoft Excel 2018.

2.7. Aspectos éticos

Las tesis, en el desarrollo de este proyecto, se comprometieron con la investigación, asimismo con el proceso, en todas sus etapas, a trabajar con responsabilidad social y respeto al medio ambiente, con la finalidad de que se conozca el propósito de nuestro proyecto que convenga al desarrollo del país.

III. RESULTADOS

3.1. Estudio Topográfico

3.1.1. Generalidades

La ubicación y el diseño de la avenida 10 de Julio dependen del estudio topográfico, así mismo, los elementos que intervienen en la sección de la vía.

Se realiza el estudio topográfico para determinar la pendiente, alineamientos, perfil topográfico y secciones transversales; para ello, se contó con el equipo topográfico correspondiente, estableciendo la longitud y ancho de la avenida, perfil topográfico, con sus detalles y formas; planimetría y altimetría.

3.1.2. Ubicación

Departamento	:	La Libertad.
Provincia	:	Trujillo.
Distrito	:	Florencia de Mora.
Sector	:	Avenida 10 de Julio.

3.1.3. Reconocimiento de la zona

En primera instancia, se efectuó el reconocimiento de la avenida 10 de Julio. En la cual encontramos fallas de abultamientos y hundimientos, así como, fisuras de borde entre los kilómetros 00+000 y 00+580, en la parte superficial del pavimento. Continuando con el recorrido, altura del kilómetro 00+600 hacia adelante, se encontró parches y parches de cortes utilitarios. Del mismo modo, se pudo observar baches y ahuellamientos hasta culminar la avenida.

3.1.4. Metodología de trabajo

Se realizó el levantamiento topográfico obteniendo las coordenadas y la delimitación de la avenida, para ello se marcaron las estaciones topográficas y puntos de referencia. Para este trabajo de campo se tuvo presente los términos del Manual de carreteras, determinando la topografía de la avenida. Mediante ellos resultó que la topografía de la avenida 10 de Julio es plana.

3.1.4.1. Personal

Para realizar el estudio topográfico necesitamos de 01 topógrafo, 04 asistentes en topografía y 02 personas de seguridad.

3.1.4.2. Equipos

Los equipos utilizados son: 01 estación total marca TOPCON, modelo GTS – 236W, serie 28534, 01 GPS Navegador marca Garmin, modelo eTrex 20x y 03 prismas topográficos.

3.1.4.3. Materiales

Adicionalmente utilizamos 01 Wincha de 80 metros marca Stanley y un vehículo que nos transporte Auto KIA.

3.1.5. Procedimiento

3.1.5.1. Levantamiento topográfico de la zona

Para los trabajos de levantamiento topográfico del terreno, se siguió el siguiente procedimiento:

En primer lugar, se hizo el reconocimiento de la zona y ubicación de la avenida 10 de Julio del distrito de Florencia de Mora. Seguidamente; apoyados en los puntos y coordenadas tomados, se procedió a realizar el levantamiento topográfico (Medición de coordenadas de los vértices del perímetro del terreno), tomando 11

estaciones. Luego, toda la información obtenida fue procesada empleando AutoCAD Civil 3D 2017.

Finalmente, estos trazos que generan los planos, fueron procesados en dibujos vectorizados en AutoCAD Civil 3D 2017. Los archivos están en unidades métricas, además los puntos fueron incluidos como bloques en la capa PUNTOS y controlada en tres tipos de información básica (número de punto, descripción y elevación).

3.1.5.2. Puntos de Georreferenciación

Para homogeneizar los trabajos en el presente estudio, se establece que el sistema de coordenadas establecido en Trujillo es UTM – WGS 1984 Datum, Zone 17 South, Meter; Cent. Meridian 81d W.

Tabla 7: Puntos de Georreferenciación

PUNTOS	COORDENADAS		COTA
	NORTE	ESTE	
Inicial	9105669.34	718490.10	92.18
Final	9106824.96	718456.46	134.14

Fuente: Elaboración propia.

El punto inicial se localizó en la Intercepción de la Avenida 10 de Julio y la avenida 26 de Marzo del distrito de Florencia de Mora mientras que el punto final se situó en la intercepción de la Avenida Laureles, la Avenida San Valentín y la avenida 10 de Julio del distrito de Florencia de Mora.

3.1.5.3. Puntos de estación

Tabla 8: Puntos de Estación

ESTACIONES	COORDENADAS		COTA
	NORTE	ESTE	
E0	9105669.34	718490.10	92.18
E1	9105777.67	718475.65	97.16
E2	9105842.14	718492.15	98.30
E3	9105953.47	718479.08	101.59
E4	9106122.47	718500.09	108.26
E5	9106604.04	718555.97	116.26

Fuente: Elaboración propia

3.1.6. Trabajo de gabinete

Los planos están en el apartado de anexos.

3.1.6.1. Procesamiento de la información de campo

El procesamiento de toda la información tomada en campo, en primer lugar, fue transferido a la computadora de trabajo a través del programa Topcon Link, para luego ser procesada mediante el programa AutoCAD Civil 3D 2017, mediante el cual se obtuvieron los puntos en coordenadas UTM, Sistema WGS84, y así proceder a elaborar los planos con sus respectivos detalles en los planos presentados.

3.1.7. Resultado

Como resultado del estudio obtuvimos un plano topográfico indicado en el apartado de anexos Plano 1. Mostrando una avenida de topografía plana, la limitación de la avenida, una pendiente de 0.033%, con una longitud de 1420.50 km y un ancho de avenida promedio de 3 metros.

3.2. Estudio de Mecánica de Suelos

3.2.1. Estudio de suelos

3.2.1.1. Alcance

Las conclusiones y recomendaciones contenidas en el presente proyecto se apoyan en los datos obtenidos en el estudio de suelos (pruebas de campo y de laboratorio) realizados. Los resultados podrán ser utilizados única y exclusivamente para el diseño de mejoramiento de un pavimento flexible con una capacidad estructural adecuada para resistir las cargas actuantes en una avenida.

3.2.1.2. Objetivos

El objetivo fue describir los trabajos de campo, laboratorio y gabinete, llevados a cabo en el terreno ubicado en Florencia de Mora – Trujillo – La Libertad, para determinar las características físico - mecánicas del suelo a una profundidad de 1.50 metros y a partir de ellas, los parámetros necesarios para el Diseño y Construcción del proyecto denominado “Diseño de sobre capa asfáltica del pavimento de la avenida 10 de Julio - Florencia de Mora – Trujillo – 2019”

3.2.1.3. Descripción del proyecto

Para realizar la evaluación del pavimento se efectuaron estudios a la capa base y al terreno de fundación, en la cual se analiza el estudio granulométrico, Proctor modificado y CBR, determinando un adecuado espesor de capa.

Ubicación

Departamento : La Libertad.
Provincia : Trujillo.
Distrito : Florencia de Mora.
Sector : Avenida 10 de Julio.

3.2.1.4.

Descripción de los trabajos

Se realizaron exploraciones del suelo mediante la excavación de calicatas y muestreo del suelo. Se excavaron cuatro calicatas o pozos de exploración a cielo abierto, asignándole como C-1, C-2, C-3 y C-4; las cuales fueron convenientemente ubicadas en la zona de estudio.

3.2.1.4.1. Determinación del número de calicatas y ubicación

- Número de calicatas

Para ver cuantas calicatas se iban a excavar hemos tenido en cuenta la Norma CE – 010 Pavimentos Urbanos.

Tabla 9: Número de Calicatas

TIPO DE VÍA	PROFUNDIDAD	NÚMERO
Colectoras	1.50 m	1 Calicata cada 500 metros

Fuente: Elaboración propia.

- Ubicación de las calicatas

Luego de realizar el estudio topográfico en la zona y haber establecido el kilometraje exacto que tiene la avenida, se determinó la ubicación de las calicatas. En seguida, se extrajeron las muestras por capa y fueron llevadas al laboratorio para

realizar los distintos ensayos como LL, LP, IP, CBR, PROCTOR, entre otros; obteniendo así las propiedades físico – mecánicas que tiene el suelo en estudio.

Tabla 10: Ubicación de Calicatas

CALICATAS	KILOMETRAJE	PROFUNDIDAD
C - 1	Km 00 + 000	1.50 m
C - 2	Km 00 + 500	1.50 m
C - 3	Km 01 + 000	1.50 m
C - 4	Km 00 + 500	0.35 m

Fuente: Elaboración propia

3.2.1.4.2. Descripción de las calicatas

En las calicatas realizadas sólo se distinguieron: La carpeta de rodadura, la capa base y el terreno de fundación.

- CALICATA N°1:

Al km 00 + 000 y a una profundidad de 1.50 metros, en la estación E-1, se excavó la calicata C-1. Obteniendo así un espesor de 50 cm de sub rasante, especificado en el Plano PC – 1 de perfil estratigráfico. Según el estudio realizado de Contenido de humedad basado en la norma ASTM D-2216, obtenemos un 5.55% de humedad promedio en el suelo. Se realizó también, un estudio de análisis granulométrico por tamizado, establecido por la norma ASTM D-422, en el cual encontramos un suelo que, según la clasificación SUCS, es un suelo SP, suelo con arena mal graduada con grava y todo de material fino, mientras que, mediante la clasificación AASTHO, encontramos un suelo clasificado en el grupo A – 3 con un sub grupo 0, la cual describe un tipo de suelo con arenas finas que va de un suelo excelente a bueno, presentando un 3.88 % de finos. Según

los Límites de Atterberg o Límites de consistencia, establecido en la norma ASTM D-4318, el suelo no presenta límite líquido, ni límite plástico, por ende, no existe un índice de plasticidad.

- CALICATA N° 2:

A la altura del km 00 + 500 y a una profundidad de 1.50 metros, en la estación E-2, se excavó la calicata C-2. Obteniendo así un espesor de 50 cm de sub rasante, especificado en el Plano PC – 1 de perfil estratigráfico. Según el estudio realizado de Contenido de humedad basado en la norma ASTM D-2216, obtenemos un 2.71 % de humedad promedio en el suelo. Se realizó también, un estudio de análisis granulométrico por tamizado, establecido por la norma ASTM D-422, en el cual encontramos un suelo que, según la clasificación SUCS, es un suelo SP, suelo con arena mal graduada con grava y todo de material fino, mientras que, mediante la clasificación AASTHO, encontramos un suelo clasificado en el grupo A – 3 con un sub grupo, la cual describe un tipo de suelo con arenas finas que va de un suelo excelente a bueno, presentando un 4.10 % de finos. Según los Límites de Atterberg o Límites de consistencia, establecido en la norma ASTM D-4318, el suelo no presenta límite líquido, ni límite plástico, por ende no existe un índice de plasticidad. En el estudio especial de Proctor Modificado: Método A, señalado en la norma ASTM D-1557 obtenemos una máxima densidad seca al 100 % y 95 % es de 1.683 g/cm^3 y 1.599 g/cm^3 ; respectivamente, y un óptimo contenido de humedad de 7.26 %.

En los resultados del ensayo de CBR y Expansión, determinado en la norma ASTM D-1883, adquirimos un CBR al 100 % de máxima densidad seca de 20.62 % y un

CBR al 95 % de máxima densidad seca de 15 %.

- CALICATA N° 3:

A la altura del km 01 + 000 y a una profundidad de 1.50 metros, en la estación E-3, se excavó la calicata C-3. Obteniendo así un espesor de 50 cm de sub rasante, especificado en el PC – 2 de perfil estratigráfico. Según el estudio realizado de Contenido de humedad basado en la norma ASTM D-2216, obtenemos un 2.17 % de humedad promedio en el suelo. Se realizó también, un estudio de análisis granulométrico por tamizado, establecido por la norma ASTM D-422, en el cual encontramos un suelo que, según la clasificación SUCS, es un suelo SP, suelo con arena mal graduada con grava y todo de material fino, mientras que, mediante la clasificación AASTHO, encontramos un suelo clasificado en el grupo A – 3 con un sub grupo 0, la cual describe un tipo de suelo con arenas finas que va de un suelo excelente a bueno, presentando un 4.60 % de finos. Según los Límites de Atterberg o Límites de consistencia, establecido en la norma ASTM D-4318, el suelo no presenta límite líquido, ni límite plástico, por ende, no existe un índice de plasticidad.

- CALICATA N° 4:

A la altura del km 00 + 500 y a una profundidad de 0.35 metros, en la estación E-2, se excavó la calicata C-4. Obteniendo así un espesor de 0.30 metros de la capa base, especificado en el Plano PC – 2 de perfil estratigráfico. Según el estudio realizado de Contenido de humedad basado en la norma ASTM D-2216, obtenemos un 5.66 % de humedad promedio en el suelo. Se realizó también, un estudio de análisis granulométrico por tamizado,

establecido por la norma ASTM D-422, en el cual encontramos un suelo que, según la clasificación SUCS, es un suelo SM, suelo con arena limosa con grava mientras que, mediante la clasificación AASTHO, encontramos un suelo clasificado en el grupo A – 1 con un sub grupo A-1-b, la cual describe un tipo de suelo granulado con grava con un alto porcentaje de finos, presentando un 21.46 %. Según los Límites de Atterberg o Límites de consistencia, establecido en la norma ASTM D-4318, el suelo presenta un límite líquido de 22%, un límite plástico de 21%. Adjuntando así un índice de plasticidad de 1 %. En el estudio especial de Proctor Modificado: Método A, señalado en la norma ASTM D-1557 obtenemos una máxima densidad seca al 100 % y 95 % es de 1.948 g/cm^3 y 1.851 g/cm^3 ; respectivamente, y un óptimo contenido de humedad de 8.05 %. En los resultados del ensayo de CBR y Expansión, determinado en la norma ASTM D-1883, adquirimos un CBR al 100 % de máxima densidad seca de 36.11 % y un CBR al 95 % de máxima densidad seca de 30.47 %.

3.2.1.4.3. Tabla de Resumen de los resultados obtenidos en los ensayos de las calicatas

Tabla 1: Resumen de resultados de calicatas

CALICATA		UBICACIÓN	PROFUNDIDAD DE ESTRATO	PROPIEDADES FÍSICAS							CLASIFICACIÓN		PROPIEDADES MECÁNICAS					
N°	ESTRATO			% CH	% FINOS	% ARENA	% GRAVA	% LL	% LP	% IP	SUCS	AASHTO	MDS (g/cm3)	OCH %	CBR 100%	CBR 95%	PU (gr/cm3)	Qadm (kg/cm2)
C - 1	E - 1	KM 00+000	1.50 m	5.55	3.88	95.3	0.82	NP	NP	NP	SP	A - 3 (0)	-	-	-	-	-	
C - 2	E - 2	KM 00+500	1.50 m	2.71	4.10	95.73	0.17	NP	NP	NP	SP	A - 3 (0)	1.68	7.26	20.62	15	-	
C - 3	E - 3	KM 01+000	1.50 m	2.17	4.60	95.37	0.03	NP	NP	NP	SP	A - 3 (0)	-	-	-	-	-	
C - 4	E - 1	KM 00+500	0.35 m	5.66				22	21	1	SM	A-1-b(0)	1.948	8.05	36.11	30.47	-	

Fuente: Elaboración propia

3.3. Estudio de Tráfico Vehicular

3.3.1. Generalidades

El estudio de tráfico vehicular tiene como propósito determinar y clasificar el número de vehículos que transitan por toda la avenida 10 de Julio, teniendo como punto de origen la avenida 26 de Marzo y culminando en la avenida Los Laureles.

3.3.2. Conteo y clasificación vehicular

El conteo de tránsito vehicular se realizó los siete días de la semana, del miércoles 09 de octubre del 2019 hasta el martes 15 de Octubre del 2019.

Tabla 12: Ubicación de estación y fecha de conteo vehicular

ESTACIÓN	TRAMO	DÍAS	FECHA DE CONTEO
E - 01	Av. 26 de Marzo - Av. Los Laureles	7	9/10/2019 - 15/10/2019
	Av. Los Laureles - Av. 26 de Marzo	7	

Fuente: Elaboración propia

3.3.3. Metodología

Para la determinación del Índice Medio Diario Anual, es preciso contar con información de campo, que nos va a permitir realizar los trabajos en gabinete y seguidamente obtener los resultados y poder realizar el diseño de la sobre capa asfáltica.

3.3.4. Procesamiento de la información

El procesamiento de datos tomados en campo corresponde íntegramente al trabajo en gabinete, datos procesados en el programa de Microsoft

Excel, usando hojas de cálculo. En este registro de información se tienen todos los vehículos que han transitado por hora, día y por sentido de entrada y salida, analizando y graficando los resultados para una mejor interpretación de estos.

3.3.4.1. Determinación del índice medio diario (IMD)

Para el cálculo del índice medio diario, según el manual de Carreteras: Diseño geométrico 2018, se representa mediante el promedio aritmético estimado del tráfico vehicular para todos los días del año, existente en una sección específica de una vía.

Para calcular el índice medio anual, el ministerio de transportes y comunicaciones; nos brinda la siguiente fórmula:

$$IMD_a = IMD_s \times FC$$

Dónde:

IMD_a = Índice Medio Anual.

IMD_s = Índice Medio Diario Semanal.

FC = Factor de Corrección Estacional.

Para ello, se realiza el conteo vehicular de los 7 días de la semana, expresada en la siguiente fórmula:

$$IMD_s = \left(\frac{V_{Lun} + V_{Mar} + V_{Mie} + V_{Jue} + V_{Vie} + V_{Sab} + V_{Dom}}{7} \right)$$

Dónde:

$V_{(Lun,Mar,Mie,Jue,Vie,Sab,Dom)}$ = Volumen del tráfico estimado

3.3.4.2. Determinación del factor de corrección estacional

Este factor de corrección es valores los cuales son susceptibles a ser usados de forma habitual por la oficina de programación multianual de inversiones (OPMI) y el Ministerio de Transportes y comunicaciones, la cual se extrajo de la ficha técnica estándar. Para el flujo de vehículos, se utilizó el Peaje de Virú. Este peaje fue seleccionado ya que es el más próximo de la avenida en estudio. Los factores de corrección de vehículos ligeros y vehículos pesados promedios obtenidos corresponden al periodo de (2010 – 2016). EL cual se muestra en el siguiente cuadro:

Tabla 13: Factor de corrección promedio

FACTOR DE CORRECCIÓN PROMEDIO	AÑO	MES	VEHÍCULOS LIGEROS	VEHÍCULOS PESADOS
	2010 - 2016	OCTUBRE	0.9628	0.9200

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

3.3.4.3. Resultados del conteo vehicular

Para realizar el conteo vehicular en campo, se ubicó una estación de conteo y control vehicular ubicada entre la avenida 10 de Julio y la 29 de agosto, realizando el conteo durante 24 horas, en un intervalo de tiempo de siete días.

A continuación, se muestra el cuadro de resumen de la cantidad de vehículos y tipo de vehículos que transitan por la avenida en evaluación, de acuerdo al Ministerio de Transporte y comunicaciones

Tabla 14: Tráfico vehicular promedio

Tramo	Av. 10 de Julio - Florencia de Mora
Cód. Estación	E01
Estación	Cevichería El Pez de Oro

Ubicación	Av. 10 de Julio, Florencia de Mora		
Sentido	Ambos		
Día	Martes	Fecha	15/10/2019

Hora	Automóvil	Camioneta	Camioneta Rural	Micro	Camión			TOTAL	PORCENTAJE (%)
					2E	3E	4E		
00-01	2	0	0	0	0	0	0	2	0.91
01-02	3	0	0	0	0	0	0	3	1.36
02-03	2	0	0	0	0	0	0	2	0.91
03-04	2	0	0	0	0	0	0	2	0.91
04-05	4	0	0	0	0	0	0	4	1.82
05-06	5	0	0	0	0	0	0	5	2.27
06-07	8	2	1	0	0	0	0	11	5.00
07-08	18	4	4	0	0	0	0	26	11.82
08-09	6	2	0	0	0	0	0	8	3.64
09-10	9	1	0	0	1	0	0	11	5.00
10-11	13	2	0	0	1	0	0	16	7.27
11-12	12	1	1	0	0	0	0	14	6.36
12-13	9	4	3	0	1	0	0	17	7.73
13-14	18	6	0	0	0	0	0	24	10.91
14-15	6	3	0	0	0	0	0	9	4.09
15-16	4	2	0	0	1	0	0	7	3.18
16-17	5	0	0	0	0	0	0	5	2.27

17-18	10	3	1	0	0	0	0	14	6.36
18-19	8	3	0	0	0	0	0	11	5.00
19-20	6	1	0	0	0	0	0	7	3.18
20-21	6	0	0	0	0	0	0	6	2.73
21-22	6	0	0	0	0	0	0	6	2.73
22-23	5	1	0	0	0	0	0	6	2.73
23-24	4	0	0	0	0	0	0	4	1.82
TOTAL	171	35	10	0	4	0	0	220	100.00
%	77.73	15.91	4.55	0.00	1.82	0.00	0.00	100.00	

Fuente: Elaboración Propia

3.3.4.4. IMDA por estación

La única estación existente en la avenida en estudio cuenta con un tráfico vehicular particular, pues solo transitan automóviles, camionetas, combis para uso movilidad de estudiantes y unos que otros camiones de dos ejes.

Tabla 15: Índice Medio Diario Anual del Tránsito vehicular

TRAMO	ESTACIÓN	SENTIDO	IMD	TIPO DE VEHICULO			
				AUTOMOVIL	CAMIONETA	CAMIONETA RURAL	CAMIÓN E2
Av. 26 de Marzo - Av. Los Laureles	E 01	E	148	105	27	9	7
		S	135	96	26	9	4
		E + S	283	201	53	18	11
		%	100.00	71.02	18.73	6.36	3.89

Fuente: Elaboración Propia

3.3.4.5. Factores de distribución direccional y de carril de acuerdo a la avenida

Este factor direccional, corresponde al número de vehículos que circulan en una dirección o sentido de tráfico, en el cual se definirá según el conteo vehicular del tráfico.

Tabla 16: Factor de distribución direccional y de carril

Número de Calzada	Número de Sentidos	Número de Carriles	Factor Direccional	Factor Carril	Factor Pondera
1 Calzada (para IMD total de la calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
2 calzadas con separador central (para IMDa total de las dos calzadas)	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
	2 sentidos	3	0.50	0.60	0.30
	2 sentidos	4	0.50	0.50	0.25

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

Según la Avenida en estudio:

- Número de Calzadas: 1
- Número de Sentidos: 2
- Número de Carriles: 1

Por lo tanto:

- Factor Direccional (FD): 0.5
- Factor Carril (FC): 1

3.3.4.6. Tasa de crecimiento y proyección del tráfico generado

Se calcula el crecimiento del tránsito utilizando una fórmula de progresión, realizando el cálculo por separado para el componente de crecimiento de tránsito de vehículos livianos y vehículos pesados

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

Dónde:

F_{ca} = Factor de crecimiento anual.

n = Período de diseño.

r = Factor de crecimiento

Tabla 17: Factores para vehículos ligeros y vehículos livianos

Factor de Crecimiento de Veh. Ligeros TC (%)	Factor de Crecimiento para Veh. Pesados PBI (%)
1.26	2.83

Fuente: Oficina de Programación Multianual de Inversiones -OPMI.

- En la cual para vehículos Livianos:

$$r = 1.26\%$$

$$n = 20 \text{ años}$$

$$F_{ca} = 22.59$$

- En la cual para vehículos Pesados:

$$r = 2.83\%$$

$$n = 20 \text{ años}$$

$$F_{ca} = 26.41$$

3.3.4.7. Cálculo de ejes equivalentes

Para calcular los ejes equivalentes, se tuvo presente los efectos de tránsitos generados por la vía, como ejes equivalentes (EE) acumulados durante el periodo de diseño estimado.

Por lo cual se tuvo presente el cuadro de los ejes equivalentes.

Tabla 18: Relación de Cargas por eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) Para Afirrados, Pavimentos Flexibles y Semirrígidos.

TIPO DE EJE	EJE EQUIVALENTE
Eje Simple de Ruedas Simples	$EE = (\quad)$
Eje Simple de Ruedas Dobles	$EE = (\quad .2)$
Eje tandem (1 Eje Ruedas Dobles + 1 Eje Ruedas Simples)	$EE = (\quad 1 .)$
Eje Tandem (2 Ejes de Ruedas Dobles)	$EE = (\quad 1 .)$
Eje Tridem (2 Ejes Ruedas Dobles + 1 Eje Ruedas Simples)	$EE = (\quad 20.7)^3$
Eje Tridem (3 Ejes Ruedas Dobles)	$EE = (\quad 21 .)^3$

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

Al realizar los cálculos de ejes equivalentes obtuvimos los siguientes datos:

Tabla 19: Cálculo de ejes equivalentes

TIPO	CARGA DE VEHÍCULOS	EJE EQUIVALEN	EEI
Automovil	1	0.00053	0.00060
	0.6	0.00007	
Camioneta	1.3004	0.00151	0.00261
	1.4955	0.00111	
Camioneta rural	1.6529	0.00393	0.00552
	1.6353	0.00158	
Camion 2EE	7	1.26537	4.50365
	11	3.23829	

Fuente: Elaboración Propia

3.3.4.8. Cálculo de número de repeticiones de eje equivalente

Tabla 20: Cálculo de número de repeticiones de eje equivalente

IMDa	Fca	TOTAL DE VEHÍCULOS	EE1	EE	FACTOR DIRECCIONAL	FACTOR CARRIL	Nrep de EE 8.2 Tn
201	22.59	1656955	0.00060	986	0.5	1	493
53	22.59	436908	0.00261	1142	0.5	1	571
18	22.59	148384	0.00552	818	0.5	1	409
11	26.41	106038	4.50365	477558	0.5	1	238779
							240252

Fuente: Elaboración Propia

El ESAL será de 240252 EE.

3.4. Estudio hidrológico

En la ubicación del proyecto no existen estaciones meteorológicas, por lo cual se realizaron averiguaciones sobre otras estaciones cercanas que puedan proporcionar información de las precipitaciones y temperaturas.

Así mismo, si bien sabemos por el distrito de Florencia de Mora, pasa la

quebrada San Idelfonso; pero la avenida no se ve afectada. El recorrido de la quebrada San Idelfonso, desciende de los cerros del mismo nombre y El Alto, cruzando por zonas aluviales hasta llegar al distrito de El Porvenir. Su cauce natural sigue por los barrios 5, 3 y parte del barrio 2, del Sector Río Seco, alcanzando llegar por el cementerio de Mampuesto. Cementerio por el cual, en el año 1997 – 1998 se vio afectada también y colapsó, originando graves daños en los asentamientos humanos cercanos como Santa Lucia, Los Naranjos, entre otros. La quebrada sigue descendiendo y llega a la prolongación de la avenida Miraflores, terminando su recorrido en el centro de la ciudad de Trujillo. Díaz y Espinoza (2017) Véase Figura 21.

Para realizar el estudio hidrológico en la avenida 10 de Julio del distrito de Florencia de Mora, sólo se tomarán en cuenta reseñas del último fenómeno climático presentado, puesto que el clima en el distrito de Florencia de Mora es un clima templado, según fuente de la estación meteorológica Huanchaco (EX CORPAC).

Como podemos apreciar en el siguiente cuadro, según la base de datos anual de la estación meteorológica de Huanchaco (EX CORPAC), tenemos una temperatura máxima de 23.21%, una temperatura mínima de 17.50% y una precipitación promedio anual del 1%. Ante las evidencias presentadas, podemos esclarecer que no es necesario realizar un estudio hidrológico puesto que, las precipitaciones son mínimas. Los datos obtenidos fueron tomados de una línea base entre los años 1961-2015 y 1983-2015.

Tabla 21: Datos de estación meteorológica EX CORPAC.

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	PROMEDIO
T. Máx.	25.51	26.56	26.39	24.71	23.33	22.3	21.42	20.1	20.73	21.27	22.39	23.76	23.21
T. Min.	19.14	20.13	20.18	18.62	17.56	16.92	16.19	15.79	15.61	15.82	16.52	17.57	17.50
PREC. %	1.94	3.58	2.7	0.47	0.6	0.13	0.05	0.05	0.08	0.23	0.99	1.2	1.00

Fuente: Base de datos de CORPAC.

Dónde:

T. Máx = Temperatura Máxima.

T. Min = Temperatura Mínima.

PREC. = Precipitación.

3.5. Evaluación estructural de la avenida por el método de análisis de componentes

3.5.1. Generalidades

Antes de determinar el diseño de la sobre capa del pavimento, hemos efectuado una evaluación al pavimento. Para ello, hemos utilizado el procedimiento de análisis de componentes descrito por el Instituto de Asfalto. Este análisis consiste en determinar todas las capas existentes en el pavimento, sus características, su espesor, determinando su esfuerzo efectivo E_e

3.5.2. Evaluación por análisis de componentes

- CALICATA N° 1:

Cuando se excavó la primera calicata, se encontró una carpeta asfáltica de 5 cm, asimismo se observó que no existe diferencia de estrato entre la base y sub base. Este estrato tuvo un espesor de 34 cm y está compuesto de arena fina color mostaza y unas cuantas piedras. Seguidamente se encontró la sub rasante, compuesta de arena fina, pero sin ninguna presencia de piedras la cual medía 50 cm. Anexo Plano PC – 1.

- CALICATA N° 2:

Por otro lado, en la calicata 2, se obtuvo una carpeta asfáltica de 4.8 cm, una capa base y sub base sin diferencia de estrato de 30 cm, compuesta de arena fina color mostaza y unas cuantas piedras. En seguida, se encontró la sub rasante, capa que medía 50 cm, compuesta de arena fina,

pero sin ninguna presencia de piedras. Anexo Plano PC – 1.

- CALICATA N° 3:

Al realizar la tercera calicata, encontramos una carpeta asfáltica de 4.9 cm, una capa base y sub base de 32 cm, compuesta de arena fina color mostaza y unas cuantas piedras. Seguidamente se encontró la sub rasante, capa que medía 50 cm. La sub rasante está compuesta de arena fina, pero sin ninguna presencia de piedras. Anexo Plano PC – 2.

- CALICATA N° 4:

La cuarta calicata se excavó a 35 cm de profundidad. Encontrando así una carpeta asfáltica de 4.8 cm de espesor y una base y sub base de 30 cm. Esta se excavó con el fin de realizar el estudio a las capas base y sub base. En esta calicata hubo presencia de arena limosa, fragmentos de roca y grava. Anexo Plano PC – 2.

Tabla 22: Resumen de calicatas

N° Calicatas	Calicata 1	Calicata 2	Calicata 3	Calicata 4
Carpeta asfáltica	5 cm	4.8 cm	4.9 cm	4.8 cm
Capa Base	17 cm	15 cm	16 cm	15 cm
Capa Sub base	17 cm	15 cm	16 cm	15 cm
Sub rasante	50 cm	50 cm	50 cm	-

Fuente: Elaboración propia

3.5.3. Determinación de factores de equivalencia y del espesor efectivo existente

Según el método del instituto de Asfalto 93, el espesor efectivo es igual al espesor de capa por el factor de conversión en función a la condición del pavimento. Figura 20.

Nuestra carpeta asfáltica está compuesta por 5 cm de espesor por lo que según la figura 1 de “Factores de conversión en función de la condición del pavimento”, se obtuvo un factor de 0.60 cm utilizado para técnicas de losa fracturada; por otro lado, la capa base tuvo un espesor de 30 cm obteniendo un factor de 0.20 cm ya que contamos con una base granular con CBR de 36.11%

$$E_e = \text{Espesor de capa} \times \\ \text{Factor de conversión en función a la condición de pavimento.}$$

Dónde:

$$E_e = \text{Espesor efectivo}$$

Por lo que, reemplazando valores tenemos:

$$E_e = 5 \text{ cm} \times 0.60 + 30 \text{ cm} \times 0.20 \\ E_e = 9 \text{ cm}$$

3.6. Diseño por el método del Instituto de Asfalto para el diseño de la avenida

3.6.1. Generalidades

Una vez realizado la evaluación del pavimento y haber obtenido el espesor efectivo, realizamos el diseño de sobre capa asfáltica por la metodología del Instituto de Asfalto.

Este método demuestra cómo hacer el procedimiento para el diseño estructural de los espesores para pavimentos utilizando asfalto en toda la estructura del pavimento.

3.6.2. Datos de Periodo de Diseño

Adoptamos un periodo de diseño para nuestro estudio de 20 años.

3.6.3. Cálculo del Módulo Resiliente

Según el Método del Instituto de Asfalto refiere que el diseño de los espesores para un pavimento flexible es necesario obtener el módulo resiliente (M_r) y el CBR.

Los datos obtenidos en los estudios de suelos, para evaluar el pavimento de la avenida, arrojaron un CBR (95%) de la sub rasante igual a 15 %.

- Módulo resiliente de la sub rasante:

$$M_r = 3000 \times (1)^{0.65}$$

$$M_r = 17 \quad 1.37 \text{ Psi}$$

Para utilizar el grafico indicado, la unidad de medida del Módulo resiliente debe estar en Mega Pascales (MPa).

Convirtiendo a MPa:

$$M_r = 120.17 \text{ MPa}$$

3.6.4. Datos del estudio de tráfico

Otro de los factores que se requiere para poder hacer uso de la metodología del Instituto de Asfalto, es el factor EAL. Este factor se obtiene del conteo vehicular diario.

El resultado obtenido del cálculo EAL de diseño:

Tabla 23: Carga por eje equivalente

EAL	240252
EAL	$2. \times 10^5$

Fuente: Elaboración propia

3.6.5. Condiciones Ambientales de Temperatura

Ante lo expuesto anteriormente, tenemos una temperatura promedio anual (TMAA) máxima es de 23.21 °C y con una mínima de 17.50 °C. Según la tabla de condición de temperatura con respecto a las calidades de asfalto tenemos:

Tabla 24: Condiciones ambientales de temperatura

CONDICIÓN DE TEMPERATURA	GRADO DE ASFALTO	
Fría, "T" promedio anual menor a 7°C	AC-5, AR-2000, Pen 120/150	AC-10 AR-4000 Pen 85/100
Templado, "T" promedio anual entre 7°C y 24°C	AC-10, AR-4000, Pen 85/100	AC-20 AR-8000 Pen 60/70
Cálido, "T" promedio anual mayor a 24°C	AC-20, AR-8000, Pen 60/70	AC-40 AR-16000 Pen 40/50

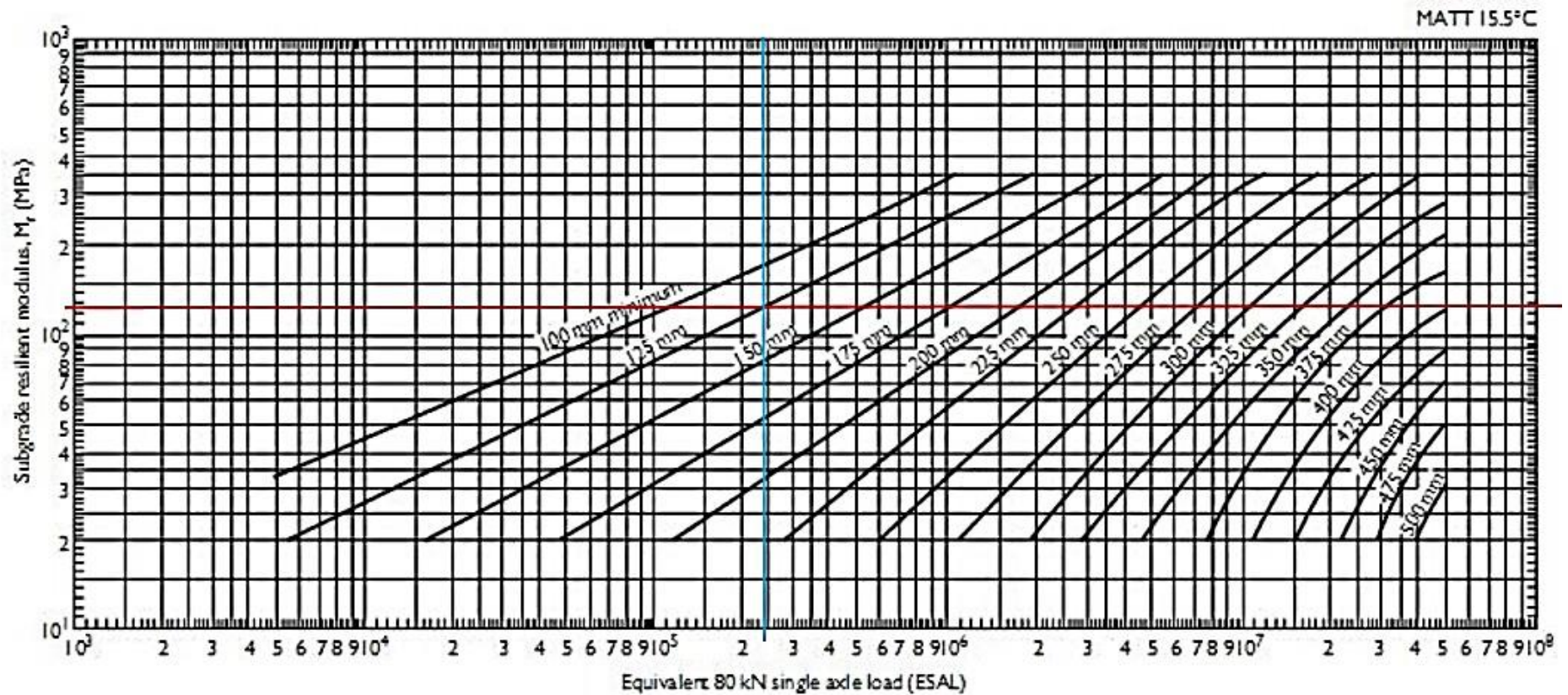
Fuente: Instituto de Asfalto.

Por lo expuesto anteriormente, tenemos una condición de temperatura Templada a 15.5 °C

3.6.6. Cálculo del espesor de refuerzo total requerido de acuerdo al gráfico del Método del Instituto de Asfalto

- Para este procedimiento es necesario tener las cargas equivalentes totales acumuladas y la capacidad de soporte de la subrasante. Gráfico que se muestra a continuación:

Figura 2: Condiciones ambientales de temperatura



Fuente: Instituto de Asfalto 1991.

$E_T =$ Espesor total de refuerzo

$$E_T = 12 \text{ mm} \cong 12. \text{ cm}$$

3.6.7. Cálculo del espesor de refuerzo requerido

Será la diferencia entre el espesor de refuerzo total y espesor de refuerzo efectivo.

$$E_R = E_T - E_e$$

$$E_R = 12. \text{ cm} - 9 \text{ cm}$$

$$E_R = 3. \text{ cm}$$

Dónde:

$E_R =$ Esfuerzo requerido

$E_T =$ Espesor total de refuerzo

$E_e =$ Espesor efectivo

IV. DISCUSIÓN

El presente proyecto tuvo como objetivo general, realizar el diseño de sobre capa asfáltica del pavimento de la avenida 10 de Julio – Florencia de Mora – Trujillo – 2019, por lo que, una de las principales conclusiones es que el pavimento no se encuentra en buenas condiciones ya que encontramos fallas de abultamientos y hundimientos, parches y parches de cortes utilitarios, baches y ahuellamientos así como fisuras de borde en la parte superficial del pavimento, lo cual significa hacer un requerimiento de 3.5 cm o 1.38” más de asfalto, aunque por otro lado, Escobar y Huincho, teniendo como falla más crítica el ahuellamiento, requieran de 7” de asfalto para que éste se encuentre en buenas condiciones. Dado ese caso, Montejo expresa que la metodología del Instituto de Asfalto, usa técnicas para evaluar la capacidad estructural de pavimentos flexibles, los cuales podrán determinar su capacidad para brindar una superficie de rodamiento cómoda y segura. Asimismo, indica que se emplean técnicas para el diseño de sobre capas que incrementen la resistencia de pavimentos débiles o deteriorados, que adecúen pavimentos en buen estado, al tránsito futuro.

Con respecto a estudios comparados con la metodología AASHTO podemos discutir que: en lo que concierne a los parámetros de diseño, AASTHO requiere de más parámetros mientras que el Instituto de Asfalto solo depende básicamente del Módulo resiliente (M_r) de la rasante y del EAL de diseño. Asimismo, los espesores de las capas del pavimento varían de acuerdo del módulo resiliente y al ESAL, mientras que, en el Instituto de Asfalto, haciendo uso de sus cartas, no permite el uso de sus cartas, salvo que el número de su EAL sea mayor a 1000. Concluimos diciendo que, la metodología AASHTO, busca mejorar costos de inversión de la estructura, mientras que, el Instituto de Asfalto establece valores límites de esfuerzo –deformación en la estructura a fin de prevenir los diferentes tipos de fallas existentes.

V. CONCLUSIONES

- Se realizó el levantamiento topográfico en la zona urbana de la Avenida 10 de Julio, obteniendo como resultados una longitud de 1.450 km y una pendiente de 0.033% siendo este un terreno llano, además se pudo observar que el tramo presenta un solo carril y es de doble sentido. Dicho levantamiento nos ayudó en la elaboración de los siguientes planos: topográfico, secciones, de ubicación y localización y ubicación de calicatas.
- Con respecto al estudio de suelos, concluimos con que el suelo de la avenida 10 de Julio del distrito de Florencia de Mora es un suelo arenoso en todo su entorno. Se excavaron 4 calicatas, las cuales están ubicadas de la siguiente manera: C-1 a km 00+000, la C-2 al km 00+500, la C-3 al km 01+000 y la C-4 al km 00+500. Pues concluimos diciendo que, en las 3 primeras calicatas excavadas a 1.50 metros de profundidad arrojaron un tipo de suelo arenoso, según metodología AASHTO y un suelo SP, arena mal graduada, según la metodología SUCS. Asimismo, en la cuarta calicata realizada para estudiar la sub base del pavimento encontramos un tipo de suelo A-1, el cual describe un tipo de suelo granulado con grava con un alto porcentaje de finos, según metodología AASHTO y un suelo SM, suelo con arena limosa con grava, según metodología SUCS. Por otro lado, podemos decir que el contenido de humedad, en las distintas calicatas variaron, pues en la primera calicata encontramos un 5.55% de contenido de humedad, en la segunda un 2.71%, en la tercera 2.17% y en la cuarta 5.66%. El índice de Plasticidad que resultó de la C-4, indica que el suelo tiene un índice de plasticidad bajo; es decir un suelo poco arcilloso, según la caracterización del Manual de carreteras “Suelos, geología, geotecnia y pavimentos”. Los estudios especiales; Proctor modificado y CBR, que se realizaron a la subrasante indicaron que, según su CBR (95%) se encuentra en una categoría S_3 , es decir tiene una subrasante buena por ende es un suelo apropiado. La cuarta calicata fue únicamente realizada para estudio de base del pavimento a una altura de 45 cm.

- Del estudio de tráfico, se obtuvo que el número de repeticiones de ejes equivalentes esperadas al periodo de diseño (ESAL), la cual fue de 2.4×10^5 datos obtenido siguiendo el procedimiento del MTC. Es necesario recalcar que el ESAL fue usado exclusivamente para el diseño de sobre capas del pavimento por la metodología Instituto de Asfalto.
- Del diseño de sobre capa, según el método del Instituto de Asfalto, concluimos que, los factores que debemos tener en cuenta para desarrollar la metodología es en primer lugar el análisis de estudio de tráfico, con el cual determinaremos nuestro ESAL, en seguida el estudio de análisis de suelos, mediante el cual obtendremos el CBR que nos será de utilidad para calcular el módulo resiliente, y el estudio hidrológico, el cual determinaremos la temperatura promedio anual de la ciudad. Con esos datos, ubicamos en las cartas del Instituto de asfalto para realizar el cálculo del espesor del pavimento, obteniendo como resultado un ESAL de 2.4×10^5 , un módulo de resiliencia de 120.17 MPa y una temperatura promedio de 15.5 °C; ubicado en las cartas nos resulta un espesor de refuerzo requerido de 3.5 cm.

VI. RECOMENDACIONES

- Los proyectos de obras viales generalmente se realizan para la ejecución de nuevas carreteras y avenidas o reconstrucción de las mismas, pero son pocos los proyectos que trabajan en base a mantenimientos, lo cual sería de gran ayuda para alargar la vida útil y restauración del pavimento. Es por ello, que se recomienda que antes de realizar los proyectos viales de reconstrucción o creación de carretera que pueden estar programando la autoridad local, se evalúe la posibilidad de hacer un trabajo de recapeo u otro procedimiento que permita alargar la vida del pavimento existente, con el fin de que se evalúe otra alternativa de solución para el pavimento.

REFERENCIAS

- ASPHALT Institute (EE.UU). Lexington: INN, 1991
Disponible en:
https://www.worldcat.org/search?q=au%3AAsphalt+Institute.&qt=hot_author
- CARRASCO, Sergio. Metodología de la Investigación Científica. [En línea] 1ª ed. Perú. 2017. 71 p.
Disponible en: http://especializada.unsaac.edu.pe/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=3990&query_desc=au%3A%22Carrasco%20Diaz%20Sergio%22
- CORROS, Maylin; URBÁEZ, Ernesto y CORREDOR, Gustavo. Manual de Evaluación de Pavimentos. Maestría en Vías Terrestres. Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Tecnología de la Construcción. 2009.
Disponible en: <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/manual-de-evaluacion1.pdf>
- ESCOBAR, Luis y HUINCHO, Jesus. Diseño de pavimento flexible, bajo influencia de parámetros de diseño debido al deterioro del pavimento en Santa Rosa – Sachapite, Huancavelica – 2017. Tesis (Ingeniero Civil). Huancavelica, Perú: Universidad Nacional de Huancavelica, Facultad de Ingeniería. 2017.
Disponible en: <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/1388>
- DIAZ, Miguel y ESPINOZA, Joseph. Alternativa para retener el transporte de sedimentos mediante presas tipo sabo y barreras flexibles con fines de mitigación de huaycos en la quebrada San Ildefonso – Trujillo 2017. Tesis (Ingeniero Civil). Trujillo. Universidad Privada Antenor Orrego, Facultad de Ingeniería. 2017. 29 pp.
Disponible en:
http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/4188/1/RE_ING.CIVIL_MIGUEL.DIAZ_JOSEPH.ESPINOZA_SEDIMENTOS.MEDIANTE.PESAS_DATOS.PDF

- FUNDACION, Avina, y ASOCIACION, Capeco. Proyecto apoyo a la agenda país de ciudades sostenibles y cambio climático en Trujillo Metropolitano. Trujillo. 2016.
- HERNANDEZ, Gino y TORRES, Juan. Evaluación estructural y propuesta de rehabilitación de la infraestructura vial de la av. Fitzcarrald, tramo carretera Pomalca – Av. Víctor Raúl Haya de la Torre. Tesis (Ingeniero Civil). Pimentel. Universidad Señor de Sipán, Facultad de Ingeniería. 2016. 17 pp.
Disponible en:
<http://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/uss/3945/TESIS%20FINAL%20HERNANDEZ%20-%20TORRES%20OK.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- HERNANDEZ Sampieri, Roberto, FERNANDEZ Collado, Carlos y BAPTISTA Lucio, Pilar. Metodología de la investigación. 6ª ed. México: 2014. 200 p.
Disponible en:
<https://metodologiaecs.wordpress.com/2016/01/31/libro-metodologia-de-la-investigacion-6ta-edicion-sampieri-pdf/>
- MANUAL de Carreteras (Perú) 2018. Lima: INN 2018.
Disponible en:
https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/ma-nuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf
- MINISTERIO de Obras públicas y comunicaciones de Republica Dominicana (MOPC). Artículo. República Dominicana: INN, 2016.
Disponible en:
<http://www.mopc.gob.do/>
- MINISTERIO de Transporte y Comunicaciones (Perú). Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG- 2018 (Perú). Suelos, geología, geotecnia y pavimentos.2013.Lima: INN 2013. 29 pp.
Disponible en: http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf

- MINISTERIO de Transporte y Comunicaciones (Perú). Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje. 2012 Lima: INN 2012.
Disponible en:
http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_2950.pdf

- MONTEJO, Alfonso. Ingeniería de pavimentos, Fundamentos, Estudios básicos y diseños", 3° edición Tomo 2. Universidad Católica de Colombia; Bogotá, 2010. 283 pp. ISBN: 958-97840-0-3
- Disponible en: <https://es.slideshare.net/carlonchосуicida/alfonso-montejo-fonseca-ingenieria-de-pavimentos>

- NAVARRO, Sergio (2008). Manual de Topografía – Planimetría. Perú.
Disponible en: <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2011/08/apuntes-topografia-i.pdf>

- PÓLITO, Gerardo. Evolución, tecnologías aplicadas en la actualidad y el futuro de los pavimentos flexibles en México. Tesis (Maestro en Ingeniería). México, D. F: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería. 2015.
Disponible en:
<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/8815/Tesis.pdf.pdf?sequence=1>

- SALAMANCA, María y ZULUAGA, Santiago. Diseño de la estructura de pavimento flexible por medio de los método de Invias, AASHTO 93 e Instituto del Asfalto para la vía la Ye – Santa Lucia Barranca Lebrija entre las abscisas km 19+250 a km 25+750 ubicada en el departamento del Cesar. Tesis (Especialista en Ingeniería de Pavimentos). Bogotá D.C: Universidad Católica de Colombia, Facultad de Ingeniería. 2014.
Disponible en:
https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/2569/2/Dise%C3%B1o-estructura-pavimento-flexible-Aashto-Invias-Insituto-Asfalto-Barranca_Lebrija.pdf

- REGLAMENTO Nacional de Edificaciones (Perú). Capítulo CE. 010 Pavimentos Urbanos. 2010. INN 2010.
Disponible en: <http://www.construccion.org/normas/rne2012/rne2006.htm>

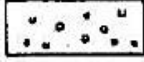

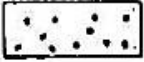

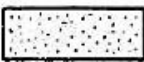

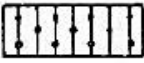






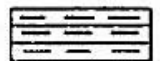

- REVISTA Vial [en línea]. Argentina: Vial 129, 2010[fecha de consulta: 28 de mayo de 2019]. ISSN: 0329-1146
Disponible en: <http://revistavial.com/evaluacion-de-pavimentos-criterios-y-aplicaciones/>

- TUNI, Raúl. Diseño estructural de pavimentos flexibles. Tesis (Ingeniero civil). Puno, Perú: Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Ingeniería civil y Arquitectura. 2007. 17 pp.
Disponible en: <https://vdocuments.mx/disenio-estructural-de-pavimento-flexible.html>

- ZELADA, Luis. Diseño de 1 Km de pavimento, carretera Juliaca – Puno. (Km 44 + 000 – Km 45 + 000). Tesis (Ingeniero Civil). Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú; Facultad de ciencias e ingeniería. 2019. 40 pp.
Disponible en:
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


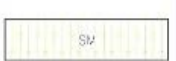


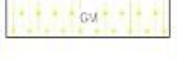







ANEXOS

Tabla 1: Signos Convencionales para perfil de calicatas – Clasificación AASHO

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

Fuente: Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”

Tabla 2: Símbolos gráficos para suelos – Clasificación SUCS

	Gravas bien graduadas mezcla, grava con poco o nada de materia fino, variación en tamaños granulares		Materiales finos sin plasticidad o con plasticidad muy bajo
	Gravas mal graduadas, mezcla de arena-grava con poco o nada de material fino		Arenas arcillosas, mezcla de arena-arcillosa
	Gravas limosas mezclas de grava arena limosa		Limos orgánicos y arenas muy finas, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosa o limos arcillosos con ligera plasticidad
	Gravas arcillosas mezcla de grava-arena-arcilla; grava con material fino cantidad apreciable de material fino		Limo orgánicos de plasticidad baja o mediano, arcillas gravas, arcillas arenosas, arenas limosas, arcillas magras
	Arenas bien graduadas, arena con grava, poco o nada de material fino. Arena limpia poco o nada de material fino, amplia variación en tamaños granulares y cantidades de partículas en tamaños intermedios		Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas, baja plasticidad
	Arenas mal graduadas con grava poco o nada de material fino. Un tamaño predominante o una serie de tamaños con ausencia de partículas intermedios		Limos inorgánicos suelos finos granosos o limosos micáceas o diatomáceas, limos elásticos

	Arcillas inorgánicas de elevada plasticidad, arcillas grasosas
	Arcillas orgánicas de mediana o elevada plasticidad, limos orgánicas
	Turba, suelos considerablemente orgánicos

Fuente: Manual de Ensayos de Laboratorios.

Tabla 3: Clasificación de suelos según tamaño de partículas

TIPO DE MATERIAL		TAMAÑO DE LAS PARTICULAS
Grava		75 mm - 4.75 mm
Arena		arena gruesa: 4.75 mm - 2.00 mm
		Arena media: 2.00 mm - 0.425 mm
		Arena fina: 0.425 mm - 0.075 mm
Material Fino	Limo	0.075 mm - 0.005 mm
	Arcilla	Menor a 0.005 mm

Fuente: Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos

Tabla 4: Clasificación de suelos según Índice de plasticidad

ÍNDICE DE PLASTICIDAD	PLASTICIDAD	CARACTERÍSTICAS
$I > 20$	Alta	Suelos muy arcillosos
$I > 20$	Media	suelos arcillosos
$I > 17$		
$I > 17$	Baja	suelos poco arcillosos plasticidad
$I = 0$	No Plástico (NP)	suelos exentos de arcilla

Fuente: Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos

Tabla 5: Factores de Distribución Direccional y de Carril para determinar el Transito en el carril de Diseño.

Número de Calzada	Número de Sentidos	Número de Carriles	Factor Direccional	Factor Carril	Factor Ponderado
1 Calzada (para IMD total de la calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
2 calzadas con separador central (para IMDa total de las dos calzadas)	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
	2 sentidos	3	0.50	0.60	0.30
	2 sentidos	4	0.50	0.50	0.25

Fuente: Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos

Tabla 24: Puntos Topográficos

ÍTEM	COORDENADAS		COTA	DESCRIPCIÓN
	NORTE	ESTE		
1				E1
2	9105712.189	718477.891	94.581	VA
3	9105669.343	718490.104	92.184	E0
4	9105669.729	718510.931	91.835	CASA
5	9105667.536	718510.785	91.791	VEREDA
6	9105667.539	718510.758	91.792	VEREDA
7	9105667.475	718510.897	91.509	VEREDA
8	9105661.181	718512.114	91.642	CARRETERA
9	9105651.372	718512.257	91.825	CASA
10	9105653.000	718512.208	91.776	VEREDA
11	9105653.009	718512.19	91.621	PAV
12	9105666.778	718491.423	92.085	VEREDA
13	9105668.302	718491.366	92.118	CASA
14	9105666.732	718491.465	91.797	PAV
15	9105661.244	718493.445	91.867	PAV
16	9105649.285	718496.39	91.982	CASA
17	9105648.85	718495.531	91.88	VEREDA
18	9105648.864	718495.473	91.752	PAV
19	9105659.058	718482.652	92.026	PAV
20	9105668.121	718479.969	92.191	CASA
21	9105666.403	718479.975	92.179	VEREDA
22	9105666.396	718479.878	91.975	PAV
23	9105652.063	718485.633	92.01	PAV
24	9105651.741	718485.577	92.178	VEREDA
25	9105650.063	718486.084	92.229	CASA
26	9105646.915	718487.048	92.017	CASA
27	9105647.171	718488.063	91.994	VEREDA
28	9105647.165	718488.1	91.8	PAV
29	9105647.216	718491.497	91.773	PAV
30	9105651.989	718496.348	91.973	VEREDA
31	9105652.179	718496.341	91.769	PAV
32	9105651.752	718490.303	91.857	PAV
33	9105649.288	718468.693	92.207	CASA
34	9105650.728	718468.667	92.199	VEREDA
35	9105650.701	718468.593	91.935	PAV
36	9105667.477	718464.931	92.282	CASA
37	9105666.07	718464.908	92.28	VEREDA
38	9105665.665	718464.979	92.074	PAV
39	9105658.472	718465.491	92.168	PAV
40	9105669.725	718481.108	92.275	CASA

41	9105696.733	718488.413	93.942	CASA
42	9105696.63	718487.162	93.899	CASA
43	9105696.664	718487.133	93.764	PAV
44	9105696.244	718478.493	93.969	CASA
45	9105696.409	718479.583	93.97	VEREDA
46	9105696.688	718480.206	93.922	PAV
47	9105696.512	718483.124	93.835	BZ
48	9105702.307	718478.921	94.54	PST
49	9105671.299	718482.397	92.309	PST
50	9105674.736	718481.721	92.572	PST
51	9105672.893	718482.052	92.445	PST
52	9105662.561	718488.377	91.897	BZ
53	9105656.381	718489.966	91.892	BZ
54	9105708.78	718478.305	94.589	PST
55	9105720.664	718477.328	94.728	PST
56	9105741.355	718475.225	95.336	PST
57	9105754.323	718474.732	97.598	PST
58	9105725.411	718485.069	95.007	CASA
59	9105726.885	718475.235	95.197	CASA
60	9105741.159	718473.95	95.551	CASA
61	9105740.845	718475.156	95.533	VEREDA
62	9105725.4	718484.018	94.981	VEREDA
63	9105726.687	718476.339	95.189	VEREDA
64	9105726.853	718476.371	95.014	PAV
65	9105740.729	718475.181	95.334	PAV
66	9105726.018	718483.858	94.85	PAV
67	9105725.803	718480.379	94.947	PAV
68	9105698.12	718478.261	94.609	CASA
69	9105698.232	718479.4	94.593	VEREDA
70	9105698.273	718479.642	94.01	PAV
71	9105697.81	718479.347	94.054	CASA
72	9105697.68	718478.285	94.055	CASA
73	9105697.886	718479.436	93.998	PAV
74	9105698.651	718482.665	93.942	PAV
75	9105699.234	718486.816	93.899	PAV
76	9105699.218	718486.913	93.944	VEREDA
77	9105699.166	718488.171	93.978	CASA
78	9105726.949	718483.652	95.002	BM1
79	9105739.612	718482.318	95.331	VEREDA
80	9105741.688	718483.093	95.399	CASA
81	9105741.316	718478.077	95.367	PAV
82	9105777.668	718475.653	97.162	E2
83	9105790.21	718473.563	97.594	PST
84	9105792.699	718473.938	97.579	PST
85	9105795.912	718473.675	97.892	PST
86	9105766.754	718474.293	96.925	PST
87	9105813.514	718475.38	98.275	PST
88	9105799.115	718487.178	97.557	ESQ
89	9105818.191	718496.077	97.506	PST
90	9105822.933	718495.289	97.739	PST

91	9105798.05	718471.835	97.795	CASA
92	9105799.74	718484.526	97.409	VEREDA
93	9105799.74	718484.589	97.552	VEREDA
94	9105798.15	718473.686	97.738	VEREDA
95	9105782.95	718474.158	97.392	VEREDA
96	9105783.1	718475.246	97.389	SAR
97	9105783.12	718475.243	97.242	PAV
98	9105797.29	718475.08	97.463	PAV
99	9105782.78	718479.14	97.203	PAV
100	9105776.5	718483.125	97.288	CASA
101	9105776.82	718481.946	97.265	VEREDA
102	9105776.73	718482.006	97.113	PAV
103	9105803.38	718474.9	97.588	PAV
104	9105741.16	718473.909	95.551	ESQ
105	9105727.98	718473.36	95.157	ESQ
106	9105728.52	718485.398	95.005	ESQ
107	9105737.35	718483.626	95.253	ESQ
108	9105799.84	718484.555	97.378	PAV
109	9105800.48	718479.124	97.505	PAV
110	9105808.52	718479.282	97.535	BZ
111	9105812.13	718489.149	97.416	BZ
112	9105817.83	718497.301	97.621	CASA
113	9105816.65	718485.663	97.622	CASA
114	9105816.3	718488.293	97.602	VEREDA
115	9105817.09	718495.007	97.45	VEREDA
116	9105817.15	718494.955	97.431	PAV
117	9105815.87	718488.362	97.546	PAV
118	9105816.85	718491.882	97.484	PAV
119	9105812.51	718487.363	97.575	VEREDA
120	9105812.47	718487.4	97.469	PAV
121	9105803.78	718487.772	97.574	VEREDA
122	9105803.84	718487.779	97.455	PAV
123	9105811.89	718475.361	97.55	PAV
124	9105811.95	718475.366	97.684	VEREDA
125	9105815.02	718475.539	97.681	CASA
126	9105811.5	718469.338	97.608	PAV
127	9105814.85	718468.774	97.787	CASA
128	9105804.16	718470.687	97.654	PAV
129	9105804.22	718470.689	97.751	VEREDA
130	9105801.07	718471.379	97.777	ESQ
131	9105842.14	718492.145	98.298	E3
132	9105835.92	718492.843	98.036	BM2
133	9105801.56	718500.149	97.368	CASA
134	9105802.63	718499.971	97.396	VEREDA
135	9105804.41	718499.696	97.399	SAR
136	9105804.52	718499.653	97.301	PAV
137	9105807.94	718498.951	97.334	PAV
138	9105811.95	718498.445	97.253	PAV
139	9105812.06	718498.352	97.428	VEREDA
140	9105834.18	718495.987	98.097	CASA

141	9105835.43	718484.063	98.057	CASA
142	9105835.6	718485.167	98.07	VEREDA
143	9105833.85	718493.737	98.081	VEREDA
144	9105833.8	718493.481	97.996	PAV
145	9105834	718490.286	97.99	PAV
146	9105838.37	718486.278	98.28	SAR
147	9105838.27	718486.4	98.122	PAV
148	9105846.68	718489.121	98.463	BZ
149	9105861.81	718492.605	98.965	PST
150	9105867.33	718492.559	98.852	PST
151	9105884	718486.009	99.622	BZ
152	9105954.48	718482.178	101.587	BZ
153	9105958.6	718482.388	101.667	BZ
154	9105862.73	718494.484	98.831	CASA
155	9105861.47	718493.112	98.816	VEREDA
156	9105860.75	718491.427	99.046	SAR
157	9105860.73	718491.114	98.819	SAR
158	9105860.74	718491.116	98.82	PAV
159	9105859.76	718487.639	98.871	PAV
160	9105848.77	718482.874	98.344	CASA
161	9105849.11	718485.209	98.346	VEREDA
162	9105849.16	718485.324	98.664	SAR
163	9105849.18	718485.457	98.543	PAV
164	9105858.92	718484.437	98.941	SAR
165	9105858.99	718484.697	98.904	PAV
166	9105858.71	718482.102	98.952	CASA
167	9105850.88	718494.832	98.726	CASA
168	9105849.59	718494.069	98.721	VEREDA
169	9105850.09	718492.212	98.745	SAR
170	9105850.19	718492.108	98.59	PAV
171	9105850.2	718488.905	98.584	PAV
172	9105878.93	718492.542	99.484	ESQ
173	9105878.52	718480.583	99.739	ESQ
174	9105878.92	718491.631	99.468	VEREDA
175	9105878.91	718491.515	99.263	TE
176	9105877.8	718482.896	99.728	VEREDA
177	9105877.07	718482.971	99.47	PAV
178	9105876.83	718486.349	99.427	PAV
179	9105878.74	718489.743	99.31	SAR
180	9105878.77	718489.517	99.368	PAV
181	9105883.97	718491.801	99.412	VEREDA
182	9105880.56	718492.504	99.513	VEREDA
183	9105881.47	718492.535	99.546	SAR
184	9105881.6	718492.536	99.382	PAV
185	9105885.3	718480.247	99.81	PAV
186	9105885.42	718480.214	99.811	EJE
187	9105880.54	718480.438	99.786	VEREDA
188	9105880.53	718480.901	99.731	PAV
189	9105891.45	718479.235	100.234	CASA
190	9105891.52	718480.352	100.228	VEREDA
191	9105891.43	718481.926	100.026	SAR

192	9105891.45	718482.034	99.878	PAV
193	9105891.68	718484.833	99.868	PAV
194	9105887.34	718491.822	99.464	PAV
195	9105891.27	718488.587	99.836	PAV
196	9105887.35	718491.793	99.602	VEREDA
197	9105891.29	718488.594	99.99	SAR
198	9105891.16	718491.897	99.356	CASA
199	9105891.16	718490.747	99.977	SAR
200	9105891.2	718490.807	99.379	VEREDA
201	9105953.47	718479.082	101.589	E4
202	9105918.94	718478.409	100.755	CASA
203	9105919.09	718479.489	100.76	VEREDA
204	9105919.19	718480.816	100.744	SAR
205	9105919.06	718480.989	100.564	PAV
206	9105918.07	718490.875	100.481	CASA
207	9105917.21	718489.719	100.484	VEREDA
208	9105917.31	718487.755	100.652	SAR
209	9105917.38	718487.673	100.495	PAV
210	9105919.32	718484.277	100.61	PAV
211	9105920.31	718478.481	101.415	CASA
212	9105920.45	718479.387	101.417	VEREDA
213	9105920.69	718480.817	101.109	SAR
214	9105918.74	718489.279	100.492	PST
215	9105928.17	718490.183	100.691	CASA
216	9105938.57	718477.587	102.115	CASA
217	9105927.77	718487.574	100.742	VEREDA
218	9105927.64	718487.326	100.731	PAV
219	9105938.58	718478.696	102.104	VEREDA
220	9105928.37	718490.108	101.196	CASA
221	9105928.67	718488.237	101.175	VEREDA
222	9105928.67	718487.267	101.014	SAR
223	9105938.91	718480.2	101.273	SAR
224	9105938.88	718480.269	101.176	PAV
225	9105928.72	718487.281	100.84	PAV
226	9105928.97	718483.819	100.845	PAV
227	9105938.1	718478.626	101.701	VEREDA
228	9105938.08	718477.554	101.706	VEREDA
229	9105951.39	718477.188	102.251	ESQ
230	9105951.37	718478.244	102.247	VEREDA
231	9105951.06	718479.776	101.533	SAR
232	9105951.59	718478.451	101.68	SAR
233	9105951.36	718480.214	101.519	PAV
234	9105949.79	718489.04	101.684	CASA
235	9105949.78	718487.89	101.66	VEREDA
236	9105949.73	718486.594	101.592	SAR
237	9105949.74	718486.513	101.423	PAV
238	9105951.91	718487.838	101.681	VEREDA
239	9105951.97	718487.88	101.465	PAV
240	9105951.08	718495.346	101.568	CASA
241	9105952.1	718495.285	101.558	VEREDA

242	9105952.12	718495.02	101.203	PAV
243	9105954.31	718494.826	101.243	PAV
244	9105956.66	718494.933	101.294	PAV
245	9105956.69	718494.922	101.475	VEREDA
246	9105957.56	718494.839	101.513	CASA
247	9105953.04	718477.205	102.26	VEREDA
248	9105954.95	718475.954	102.277	SAR
249	9105955.01	718475.922	101.695	PAV
250	9105955.25	718469.878	101.961	PAV
251	9105955.13	718469.999	102.446	SAR
252	9105953.2	718469.784	102.454	VEREDA
253	9105951.88	718469.785	102.458	CASA
254	9105957.59	718490.438	101.727	CASA
255	9105956.6	718490.128	101.719	VEREDA
256	9105956.53	718490.099	101.555	PAV
257	9105957.81	718488.462	101.758	VEREDA
258	9105957.93	718486.624	101.873	SAR
259	9105957.98	718486.664	101.688	PAV
260	9105959.52	718487.787	101.785	PST
261	9105967.37	718488.314	101.87	PST
262	9106000.07	718492.328	103.15	PST
263	9106002.51	718492.081	103.318	PST
264	9106013.51	718488.713	103.752	BZ
265	9105965.32	718471.094	102.238	COL
266	9105969.3	718475.472	102.428	COL
267	9105964.39	718470.599	102.156	VEREDA
268	9105969.23	718476.9	102.378	VEREDA
269	9105962.86	718470.628	102.135	SAR
270	9105962.63	718470.55	101.969	PAV
271	9105969.05	718480.609	102.238	SAR
272	9105969.1	718480.746	102.053	PAV
273	9105969.32	718483.651	102.107	PAV
274	9105967.23	718490.668	102.026	CASA
275	9105967.58	718489.119	102.007	VEREDA
276	9105967.77	718486.955	102.183	SAR
277	9105967.72	718486.848	101.97	PAV
278	9105997.49	718478.791	103.352	COL
279	9105997.4	718480.122	103.314	VEREDA
280	9105997.14	718483.446	103.179	SAR
281	9105997.15	718483.508	102.978	PAV
282	9105996.85	718486.967	103.038	PAV
283	9105995.43	718493.079	102.936	CASA
284	9105995.91	718491.734	103.024	VEREDA
285	9105997.26	718489.79	103.185	SAR
286	9105997.25	718489.776	102.98	PAV
287	9106030.14	718482.428	104.755	COL
288	9106029.58	718483.779	104.733	VEREDA
289	9106028.32	718486.579	104.53	SAR
290	9106028.32	718486.679	104.297	PAV
291	9106029.3	718490.007	104.456	PAV

292	9106022.98	718495.99	104.709	CASA
293	9106024.56	718492.611	104.181	SAR
294	9106024.59	718492.617	104.183	PAV
295	9106073.98	718494.182	106.431	PAV
296	9106072.72	718496.355	106.362	BM3
297	9106122.47	718500.093	108.258	E5,E4
298	9106058.57	718485.752	106.107	COL
299	9106058.57	718486.986	106.08	VEREDA
300	9106058.32	718489.544	105.941	SAR
301	9106058.3	718489.594	105.745	PAV
302	9106058.25	718493.068	105.821	PAV
303	9106057.97	718495.645	105.748	PAV
304	9106057.87	718496.05	105.829	SAR
305	9106057.67	718498.691	105.988	VEREDA
306	9106096.79	718498.145	107.196	PAV
307	9106097.13	718492.256	107.182	PAV
308	9106096.95	718495.515	107.237	PAV
309	9106097.14	718492.223	107.385	SAR
310	9106096.88	718498.438	107.244	SAR
311	9106093.71	718487.811	107.809	VEREDA
312	9106096.69	718500.566	107.459	VEREDA
313	9106096.75	718502.029	107.493	CASA
314	9106092.07	718486.494	107.742	COL
315	9106105.83	718492.7	107.714	SAR
316	9106105.88	718492.802	107.538	PAV
317	9106105.41	718498.732	107.542	PAV
318	9106105.94	718495.602	107.523	PAV
319	9106105.34	718498.995	107.718	SAR
320	9106104.96	718500.939	107.833	VEREDA
321	9106104.88	718502.298	107.85	CASA
322	9106122.12	718493.459	108.039	COL
323	9106131.58	718490.082	108.643	CASA
324	9106122.47	718502.956	108.301	CASA
325	9106123.89	718504.09	108.391	CASA
326	9106124.96	718504.007	108.389	VEREDA
327	9106125.82	718503.857	108.411	SAR
328	9106125.99	718503.908	108.216	PAV
329	9106131.98	718504.74	108.436	PAV
330	9106130.35	718490.029	108.256	PAV
331	9106130.36	718490.097	108.615	VEREDA
332	9106130.13	718487.606	108.591	VEREDA
333	9106130.08	718487.636	108.173	PAV
334	9106131.22	718487.186	108.614	CASA
335	9106132.17	718504.701	108.563	SAR
336	9106126.8	718511.269	108.269	SAR
337	9106126.82	718511.267	108.269	PAV
338	9106126.67	718511.272	108.444	SAR
339	9106125.79	718510.066	108.413	VEREDA
340	9106133.16	718504.893	108.587	VEREDA

341	9106134.52	718505.057	108.622	CASA
342	9106133.23	718491.92	108.716	CASA
343	9106133.24	718492.992	108.705	VEREDA
344	9106134.97	718502.33	108.638	VEREDA
345	9106135.57	718500.8	108.84	SAR
346	9106135.59	718500.802	108.639	PAV
347	9106135.64	718497.061	108.657	PAV
348	9106133.37	718493.905	108.545	PAV
349	9106147.06	718494.588	108.908	PAV
350	9106147.14	718501.075	108.941	PAV
351	9106146.8	718497.36	108.935	PAV
352	9106147.09	718501.307	109.154	SAR
353	9106147	718494.282	109.142	SAR
354	9106147.02	718493.438	109.073	VEREDA
355	9106147.17	718502.241	108.975	VEREDA
356	9106147.01	718492.473	109.072	CASA
357	9106147.38	718504.359	108.985	CASA
358	9106173.57	718495.667	109.674	PAV
359	9106173.58	718495.564	109.89	SAR
360	9106173.63	718494.662	109.812	VEREDA
361	9106173.79	718493.615	109.821	CASA
362	9106173.1	718503.062	109.691	VEREDA
363	9106172.72	718505.034	109.705	CASA
364	9106604.04	718555.973	116.264	E6
365	9106194.92	718495.512	110.508	PST
366	9106196.65	718494.665	110.573	CASA
367	9106196.75	718495.679	110.521	VEREDA
368	9106196.5	718496.571	110.583	SAR
369	9106196.43	718496.753	110.436	PAV
370	9106197.38	718503.951	111.554	PST
371	9106135.65	718501.81	108.664	PST
372	9106167.3	718503.198	109.469	PST
373	9106130.44	718489.009	108.67	PST
374	9106157.91	718502.536	109.251	PST
375	9106165.16	718498.098	109.474	PAV
376	9106128.04	718497.208	108.401	BZ
377	9106242.05	718502.353	111.951	PST
378	9106260.14	718492.141	113.071	PST
379	9106267.7	718500.775	113.138	PST
380	9106302.25	718498.039	116.018	PST
381	9106229.72	718493.661	111.537	CASA
382	9106230.88	718504.671	111.477	CASA
383	9106227.91	718493.068	111.504	CASA
384	9106226.06	718493.564	111.494	VEREDA
385	9106229.98	718494.565	111.587	VEREDA
386	9106230.47	718503.358	111.469	VEREDA
387	9106229.69	718504.66	111.374	VEREDA
388	9106227.09	718505.342	111.211	SAR
389	9106229.83	718495.785	111.513	SAR
390	9106230.07	718502.327	111.5	SAR

391	9106230.05	718502.233	111.348	PAV
392	9106230.55	718498.958	111.451	PAV
393	9106229.83	718496.142	111.492	PAV
394	9106226.98	718504.908	111.044	PAV
395	9106196.94	718494.259	110.575	CASA
396	9106198.78	718493.683	110.604	VEREDA
397	9106200.38	718493.312	110.68	SAR
398	9106200.54	718493.253	110.583	PAV
399	9106218.27	718505.994	111.08	CERC
400	9106216.71	718504.794	111.03	CERC
401	9106220.59	718509.709	110.998	GRADA
402	9106225.91	718526.009	110.675	GRADA
403	9106189.9	718469.719	110.557	CASA
404	9106191.82	718469.638	110.556	VEREDA
405	9106193.73	718469.058	110.569	SAR
406	9106193.82	718468.908	110.423	PAV
407	9106200.25	718467.716	110.526	PAV
408	9106200.34	718467.657	110.687	SAR
409	9106205.48	718465.9	111.092	SAR
410	9106205.82	718465.885	111.156	PAV
411	9106212.23	718464.561	111.195	PAV
412	9106215.05	718463.825	111.373	VEREDA
413	9106216.55	718464.218	111.395	CASA
414	9106232.89	718523.111	110.707	PAV
415	9106233.02	718523.035	110.894	SAR
416	9106235.57	718521.817	110.986	VEREDA
417	9106236.67	718521.391	111.018	CASA
418	9106222.9	718494.382	111.293	PAV
419	9106223	718494.326	111.436	SAR
420	9106226.67	718496.28	111.524	SAR
421	9106226.57	718496.353	111.384	PAV
422	9106221.43	718499.424	111.397	BZ
423	9106242.04	718501.251	112.017	PAV
424	9106241.84	718497.816	112.036	PAV
425	9106242.15	718494.782	112.184	PAV
426	9106242.13	718501.358	112.162	SAR
427	9106242.04	718494.629	112.264	SAR
428	9106241.68	718502.529	111.992	VEREDA
429	9106241.94	718493.498	112.175	VEREDA
430	9106241.87	718492.368	112.199	CASA
431	9106241.96	718503.648	112.005	CASA
432	9106264.98	718494.775	113.226	PAV
433	9106264.81	718492.636	113.215	PAV
434	9106265.58	718499.317	113.158	PAV
435	9106265.62	718499.36	113.294	SAR
436	9106264.73	718492.542	113.371	SAR
437	9106265.18	718500.716	113.052	VEREDA
438	9106264.01	718491.394	113.419	VEREDA
439	9106264	718490.498	113.426	CASA
440	9106265.37	718502.086	113.073	CASA
441	9106286.88	718493.952	114.178	PAV
442	9106285.48	718491.085	114.326	PAV

443	9106286.56	718494.179	114.144	PAV
444	9106291.46	718493.715	114.338	BZ
445	9106348.41	718489.377	116.062	BZ
446	9106345.31	718487.938	115.995	BZ
447	9106285.43	718497.796	114.264	SAR
448	9106285.54	718497.544	114.081	PAV
449	9106285.07	718491.04	114.502	SAR
450	9106284.69	718489.69	114.613	VEREDA
451	9106285.79	718499.677	114.261	VEREDA
452	9106285.94	718500.955	114.662	CASA
453	9106283.29	718488.623	114.583	CASA
454	9106300.37	718501.231	114.293	CASA
455	9106299.14	718501.348	114.298	VEREDA
456	9106297.23	718501.475	114.485	SAR
457	9106297.22	718501.496	114.333	PAV
458	9106288.68	718499.572	114.174	PAV
459	9106288.62	718499.522	114.32	SAR
460	9106287.16	718500.209	114.303	VEREDA
461	9106286.05	718501.025	114.643	CASA
462	9106286.92	718488.557	114.381	INTE
463	9106290.82	718487.969	114.383	EJE
464	9106293.03	718500.576	114.256	EJE
465	9106294.02	718487.819	114.43	PAV
466	9106294.24	718487.777	114.609	VEREDA
467	9106299.76	718487.147	114.636	CASA
468	9106300.17	718488.216	114.603	VEREDA
469	9106300.99	718500.793	114.392	CASA
470	9106301.13	718498.498	114.592	VEREDA
471	9106300.84	718496.547	114.754	SAR
472	9106300.93	718496.498	114.594	PAV
473	9106300.72	718493.162	114.576	PAV
474	9106302.32	718498.024	114.583	PST
475	9106353.79	718475.461	116.273	E7
476	9106323.93	718497.285	115.28	CASA
477	9106323.74	718484.838	115.49	CASA
478	9106324.31	718485.958	115.489	VEREDA
479	9106324.02	718496.501	115.299	VEREDA
480	9106326.52	718487.411	115.56	SAR
481	9106322.57	718494.939	115.443	SAR
482	9106326.58	718487.45	115.339	PAV
483	9106323.44	718494.751	115.331	PAV
484	9106328.19	718490.651	115.508	PAV
485	9106340.2	718494.958	115.88	PST
486	9106342.57	718495.933	115.996	CASA
487	9106341.02	718483.368	116.297	CASA
488	9106341.08	718484.527	116.286	VEREDA
489	9106342.49	718494.8	116	VEREDA
490	9106342.31	718493.343	116.028	SAR
491	9106341.24	718486.084	116.187	SAR
492	9106341.58	718486.057	115.966	PAV
493	9106342.22	718493.203	115.927	PAV
494	9106342.06	718490.218	115.965	PAV

495	9106342.49	718483.308	116.295	VEREDA
496	9106343.88	718495.806	116	VEREDA
497	9106345.9	718495.572	116.085	SAR
498	9106344.2	718482.722	116.325	SAR
499	9106344.22	718482.659	116.168	PAV
500	9106346.05	718495.515	115.965	PAV
501	9106348.05	718482.028	116.195	PAV
502	9106351.22	718482.197	116.212	PAV
503	9106344.52	718511.643	115.614	CASA
504	9106351.15	718510.776	115.562	PAV
505	9106351.24	718482.184	116.371	SAR
506	9106352.57	718495.344	116.01	PAV
507	9106352.78	718495.381	116.13	SAR
508	9106354.15	718494.961	116.303	VEREDA
509	9106353.06	718481.838	116.547	VEREDA
510	9106354.08	718481.668	116.555	CASA
511	9106355.04	718494.902	116.31	CASA
512	9106355.19	718493.815	116.295	VEREDA
513	9106354.38	718482.79	116.526	VEREDA
514	9106354.45	718484.658	116.361	SAR
515	9106354.5	718484.643	116.213	PAV
516	9106356.05	718491.426	116.226	PAV
517	9106355.56	718488.304	116.232	PAV
518	9106366.85	718491.743	116.596	PST
519	9106368.81	718491.621	116.641	PST
520	9106352.36	718478.407	116.441	PST
521	9106353.96	718478.414	116.565	CASA
522	9106374.08	718492.632	117.066	CASA
523	9106372.43	718480.495	117.341	CASA
524	9106372.59	718481.62	117.336	VEREDA
525	9106376.6	718491.525	117.069	VEREDA
526	9106376.66	718490.177	117.375	SAR
527	9106372.66	718483.461	117.201	SAR
528	9106372.69	718483.462	117.071	PAV
529	9106376.61	718490.081	117.259	PAV
530	9106372.58	718486.032	117.054	PAV
531	9106395.37	718491.232	117.719	CASA
532	9106385.87	718479.37	118.044	CASA
533	9106386	718480.731	118.044	VEREDA
534	9106386.2	718482.509	117.785	SAR
535	9106394.46	718488.645	117.949	SAR
536	9106394.95	718488.701	117.994	PAV
537	9106386.24	718482.516	117.81	SAR
538	9106386.27	718482.6	117.643	PAV
539	9106386.3	718485.561	117.646	PAV
540	9106408	718489.613	119.376	PST
541	9106491.88	718475.438	121.644	E8
646	9106485.81	718550.287	119.396	E8,PAV
542	9106353.78	718475.46	116.267	E8
543	9106353.75	718475.46	116.266	E8
544	9106411.65	718468.072	119.174	VEREDA
545	9106410.16	718478.263	118.785	VEREDA

546	9106408.25	718482.586	118.533	CASA
547	9106409.05	718468.033	119.06	CASA
548	9106413.78	718468.473	119.153	SAR
549	9106412.72	718482.134	118.896	SAR
550	9106412.96	718482.19	118.661	PAV
551	9106415.68	718482.251	118.734	PAV
552	9106413.99	718468.365	118.91	PAV
553	9106416.59	718468.264	119.005	PAV
554	9106420.44	718468.639	119.015	PAV
555	9106415.68	718482.12	118.746	PAV
556	9106420.43	718468.655	119.346	SAR
557	9106419.38	718481.782	118.84	PAV
558	9106419.42	718481.846	119.136	VEREDA
559	9106422.85	718468.796	119.354	VEREDA
560	9106424.57	718468.786	119.387	CASA
561	9106421.98	718481.874	119.118	CASA
562	9106422.17	718479.211	119.122	VEREDA
563	9106424.29	718471.868	119.312	SAR
564	9106424.29	718471.969	119.105	PAV
565	9106422.12	718478.869	119.083	PAV
566	9106423.72	718475.943	119.152	PAV
567	9106450.4	718476.863	119.993	PAV
568	9106451.07	718473.575	120.037	PAV
569	9106453.34	718480.939	120.079	PAV
570	9106452.2	718473.545	120.259	SAR
571	9106453.28	718480.967	120.261	SAR
572	9106453.82	718471.866	120.229	VEREDA
573	9106453.41	718482.201	119.737	VEREDA
574	9106453.37	718481.12	119.822	SAR
575	9106453.42	718482.138	119.908	SAR
576	9106454.55	718470.74	120.272	CASA
577	9106454.05	718483.201	119.761	CASA
578	9106474.79	718484.558	120.836	CASA
579	9106454.68	718483.267	120.352	CASA
580	9106476.09	718472.007	120.978	CASA
581	9106476.09	718473.192	120.968	VEREDA
582	9106454.79	718482.266	120.353	VEREDA
583	9106475.04	718483.626	120.864	VEREDA
584	9106454.93	718481.056	120.347	SAR
585	9106475.85	718475.018	120.956	SAR
586	9106474.99	718482.409	120.9	SAR
587	9106474.97	718482.273	120.725	PAV
588	9106454.89	718481.07	120.205	PAV
589	9106475.81	718475.037	120.754	PAV
590	9106455.74	718476.994	120.289	PAV
591	9106475.65	718479.041	120.755	PAV
592	9106456.3	718474.019	120.18	PAV
593	9106487.42	718479.036	121.148	PAV
594	9106487.81	718475.827	121.216	PAV
595	9106487.96	718475.683	121.457	SAR
596	9106487.29	718483.059	121.074	SAR
597	9106487.72	718473.906	121.571	VEREDA

598	9106488.62	718472.923	121.614	CASA
599	9106490.28	718472.843	121.619	VEREDA
600	9106492.31	718473.091	121.698	SAR
601	9106492.44	718473.13	121.515	PAV
602	9106501.64	718473.728	121.59	PAV
603	9106498.77	718473.542	121.592	PAV
604	9106493.88	718473.171	121.629	PAV
605	9106494.1	718459.251	122.085	PAV
606	9106494.06	718459.167	122.262	SAR
607	9106487.28	718483.273	121.253	SAR
608	9106487.21	718484.452	121.238	VEREDA
609	9106488.44	718485.668	121.223	VEREDA
610	9106500.1	718459.325	122.166	PAV
611	9106495.73	718459.465	122.118	PAV
612	9106503.16	718460.606	122.036	PAV
613	9106493.93	718459.21	122.269	SAR
614	9106503.2	718460.65	122.476	VEREDA
615	9106492.02	718458.996	122.13	VEREDA
616	9106504.62	718460.72	122.499	CLUB
617	9106503.27	718473.847	122.039	CLUB
618	9106501.66	718473.822	122.024	VEREDA
619	9106491.98	718458.995	122.133	VEREDA
620	9106490.44	718459.591	122.113	CASA
621	9106490.83	718485.944	121.33	SAR
622	9106490.95	718485.844	121.197	PAV
623	9106487.2	718485.659	121.239	CASA
624	9106495.35	718486.621	121.189	PAV
625	9106500.31	718487.084	121.16	PAV
626	9106500.44	718487.174	121.545	VEREDA
627	9106501.78	718487.506	121.543	CLUB
628	9106495.7	718480.875	121.346	BZ
629	9106488.26	718490.467	121.065	PST
630	9106488.61	718493.609	121.124	PST
631	9106497.11	718534.538	120.342	CASA
632	9106495.54	718534.384	120.283	VEREDA
633	9106495.6	718534.069	120.013	PAV
634	9106487.24	718531.502	119.97	PAV
635	9106493.35	718533.279	120.024	PAV
636	9106488.47	718531.535	119.955	PAV
637	9106487.26	718530.472	120.171	SAR
638	9106485.08	718529.567	120.105	VEREDA
639	9106483.71	718529.55	120.115	CASA
640	9106484.95	718530.273	120.127	PST
641	9106495.84	718521.757	120.474	PST
642	9106485.45	718532.148	120.059	PST
643	9106495.93	718531.031	120.384	PST
644	9106493.3	718532.413	120.066	PAV
645	9106493.29	718532.418	119.991	PAV
647	9106485.68	718550.371	119.618	SAR
648	9106492.03	718550.99	119.45	PAV
649	9106492.2	718550.386	119.668	SAR
650	9106483.37	718547.979	119.491	VEREDA

651	9106483.38	718547.973	119.491	VEREDA
652	9106494.46	718550.618	119.498	VEREDA
653	9106482.39	718548.01	119.552	CASA
654	9106496.11	718542.984	119.83	CASA
655	9106490.31	718539.32	119.824	BZ
656	9106486.7	718537.843	119.883	E9
657	9106455.47	718477.724	120.224	BZ
658	9106490.26	718539.365	119.741	BZ
659	9106453.29	718476.298	120.165	BZ
660	9106441.02	718481.929	119.131	PST
661	9106417.03	718475.368	118.915	BZ
662	9106497.3	718542.15	120.104	BM3
663	9106499.26	718542.469	120.153	PST
664	9106500.28	718542.4	120.191	PST
665	9106504.14	718538.017	120.453	PST
666	9106499.22	718537.127	120.331	CASA
667	9106499.45	718538.257	120.315	VEREDA
668	9106499.46	718538.387	120.094	PAV
669	9106532.16	718544.437	121.946	PST
670	9106534.51	718545.176	122.021	PST
671	9106549.59	718541.208	122.016	PST
672	9106566.77	718546.776	122.494	PST
673	9106569.17	718547.661	122.637	PST
674	9106589.54	718543.607	123.499	PST
675	9106603.33	718549.919	124.832	PST
676	9106605.67	718550.58	124.553	PST
677	9106630.18	718546.355	125.034	PST
678	9106633.91	718552.385	125.25	PST
679	9106635.22	718552.448	125.436	PST
680	9106498.82	718543.168	120.208	CASA
681	9106498.86	718542.215	120.191	VEREDA
682	9106498.83	718542.09	120.078	PAV
683	9106650.23	718549.778	126.013	BZ
684	9106543	718542.773	121.488	BZ
685	9106595.11	718546.182	123.488	BZ
686	9106554.07	718540.716	122.227	CASA
687	9106553.17	718547.192	121.932	CASA
688	9106553.14	718545.884	121.909	VEREDA
689	9106554	718541.781	122.228	VEREDA
690	9106554.06	718541.867	121.929	PAV
691	9106553.11	718545.685	121.823	PAV
692	9106553.44	718543.966	121.88	PAV
693	9106591.38	718549.415	123.479	CASA
694	9106595.07	718543.518	124.285	CASA
695	9106594.83	718544.348	123.857	VEREDA
696	9106591.47	718548.447	123.494	VEREDA
697	9106643.68	718547.627	125.902	VEREDA
698	9106594.7	718544.788	123.645	PAV
699	9106643.85	718547.709	125.571	PAV
700	9106592.43	718548.44	123.371	PAV
701	9106643.05	718552.834	125.559	PAV
702	9106642.79	718550.25	125.517	PAV

703	9106619.92	718550.19	124.487	PAV
704	9106619.58	718550.144	124.506	PAV
705	9106620.57	718551.021	124.526	CASA
706	9106620.81	718546.173	124.514	PAV
707	9106621.14	718545.119	124.662	CASA
708	9106621.29	718546.151	124.639	VEREDA
709	9106630.28	718546.666	125.001	BM4
710	9106647.57	718546.605	126.276	E10
711	9106643.6	718554.073	125.638	CASA
712	9106643.92	718552.865	125.602	VEREDA
713	9106644.77	718554.15	125.649	VEREDA
714	9106644.85	718554.218	125.872	SAR
715	9106647.75	718554.563	126.123	SAR
716	9106654.6	718555.834	126.084	SAR
717	9106659.01	718556.361	126.328	VEREDA
718	9106660.15	718556.615	126.35	CASA
719	9106654.46	718555.862	125.938	PAV
720	9106650.96	718555.686	125.946	PAV
721	9106647.86	718555.35	125.958	PAV
722	9106647.56	718562.169	125.964	PAV
723	9106650.13	718562.197	125.891	PAV
724	9106654.06	718562.834	125.881	PAV
725	9106654.23	718563.005	126.035	SAR
726	9106658.5	718563.3	126.372	VEREDA
727	9106659.51	718563.387	126.379	CASA
728	9106643.75	718543.353	126.648	CASA
729	9106661.39	718542.334	126.401	CASA
730	9106646.34	718513.044	126.96	CASA
731	9106659.36	718542.662	126.332	PST
732	9106660.82	718535.219	126.305	PST
733	9106659.28	718528.459	126.74	PST
734	9106663.22	718506.626	128.451	PST
735	9106662.07	718509.908	128.162	PST
736	9106655.66	718513.886	127.026	PAV
737	9106648.83	718513.641	126.946	PAV
738	9106651.75	718513.511	126.908	PAV
739	9106655.81	718513.881	127.147	SAR
740	9106662.52	718514.513	127.99	VEREDA
741	9106663.68	718514.636	128.17	CASA
742	9106664.86	718498.841	128.468	CASA
743	9106659.74	718481.398	128.269	CASA
744	9106663.68	718498.792	128.431	VEREDA
745	9106659.04	718481.572	128.243	VEREDA
746	9106655.88	718481.157	127.916	SAR
747	9106656.24	718498.096	127.605	SAR
748	9106659.99	718498.52	128.402	SAR
749	9106655.88	718497.886	127.402	PAV
750	9106655.8	718481.068	127.715	PAV

751	9106652.4	718498.18	127.331	PAV
752	9106652.97	718481.393	127.687	PAV
753	9106648.99	718497.774	127.383	PAV
754	9106649.94	718481.374	127.696	PAV
755	9106659.34	718498.413	127.858	SAR
756	9106653.06	718490.062	127.567	BZ
757	9106659.46	718486.831	127.764	PAV
758	9106660.22	718493.551	127.749	PAV
759	9106659.46	718486.73	127.959	SAR
760	9106660.24	718493.882	127.953	SAR
761	9106659.65	718482.875	128.258	VEREDA
762	9106661.37	718493.864	127.965	E11
763	9106667	718497.498	128.506	PST
764	9106656.94	718495.159	127.842	BM5
765	9106671.88	718498.26	128.439	PST
766	9106704.57	718501.284	130.586	PST
767	9106706.12	718501.912	130.647	PST
768	9106760.57	718499.173	131.27	BZ
769	9106759.29	718497.629	131.212	BZ
770	9106681.66	718495.638	128.536	PAV
771	9106745.43	718496.893	130.902	BZ
772	9106725.95	718495.403	129.948	BZ
773	9106715.35	718494.553	129.537	BZ
774	9106682.27	718492.544	128.565	PAV
775	9106682.52	718488.771	128.503	PAV
776	9106682.33	718488.747	128.655	SAR
777	9106681.95	718495.753	128.728	SAR
778	9106681.42	718485.037	128.773	VEREDA
779	9106681.42	718499.467	128.959	VEREDA
780	9106681.29	718500.548	128.968	CASA
781	9106681.94	718484.083	128.762	CASA
782	9106679.7	718500.382	130.458	CASA
783	9106678.79	718500.275	130.253	CASA
784	9106678.85	718499.226	130.254	VEREDA
785	9106679.95	718499.266	130.449	VEREDA
786	9106708.77	718491.157	130.722	PAV
787	9106708.77	718498.175	130.767	PAV
788	9106708.73	718498.303	129.231	PAV
789	9106708.76	718495.04	129.305	PAV
790	9106708.73	718491.099	129.218	PAV
791	9106708.72	718491.019	129.437	SAR
792	9106708.76	718498.354	129.426	SAR
793	9106708.36	718487.785	129.49	VEREDA
794	9106707.55	718502.443	129.49	SAR
795	9106705.03	718503.109	129.065	CASA
796	9106710.73	718487.044	129.563	CASA
797	9106711.48	718504.203	129.51	SAR
798	9106711.59	718504.368	129.31	PAV
799	9106729.32	718490.538	130.172	PAV
800	9106729.02	718490.347	130.348	SAR

801	9106719	718500.367	129.888	SAR
802	9106719.95	718499.646	129.7	PAV
803	9106731.98	718496.129	130.314	PAV
804	9106735.44	718490.615	130.442	PAV
805	9106735.51	718490.655	130.659	SAR
806	9106732.15	718500.342	130.434	SAR
807	9106737.5	718490.877	130.64	SAR
808	9106737.54	718490.925	130.553	PAV
809	9106732.37	718500.268	130.278	PAV
810	9106741.14	718497.541	130.715	PAV
811	9106743.94	718491.677	130.8	PAV
812	9106742.42	718501.278	130.722	PAV
813	9106744.31	718491.632	131.014	SAR
814	9106750.83	718490.532	130.99	SAR
815	9106751.04	718490.061	131.001	VEREDA
816	9106752.55	718489.403	131.074	CASA
817	9106754.29	718490.659	131.121	CASA
818	9106754.34	718491.691	131.173	VEREDA
819	9106753.88	718494.992	131.264	SAR
820	9106752.56	718502.352	131.162	SAR
821	9106752.5	718502.238	131.029	PAV
822	9106753.81	718495.08	131.057	PAV
823	9106753.53	718498.301	131.082	PAV
824	9106752.52	718502.283	131.007	PAV
825	9106768.67	718495.66	131.407	PAV
826	9106767.91	718503.468	131.486	PAV
827	9106768.7	718500.333	131.366	PAV
828	9106768.61	718495.642	131.625	SAR
829	9106767.93	718503.676	131.553	SAR
830	9106768.87	718492.229	131.706	VEREDA
831	9106767.98	718504.809	131.565	VEREDA
832	9106768.74	718491.051	131.748	CASA
833	9106782.57	718502.898	132.116	PAV
834	9106782.54	718499.094	132	PAV
835	9106783.17	718496.058	132.004	PAV
836	9106783.1	718496.144	132.262	SAR
837	9106783.76	718505.269	132.085	SAR
838	9106782.65	718492.618	132.106	VEREDA
839	9106782.68	718491.702	132.115	CASA
840	9106783.3	718492.695	132.167	PST
841	9106799.95	718500.044	132.869	PAV
842	9106800	718503.375	132.981	PAV
843	9106800.18	718496.975	132.908	PAV
844	9106800.26	718496.807	132.95	SAR
845	9106800.28	718493.345	133.035	VEREDA
846	9106801.38	718492.342	133.103	CASA
847	9106809.14	718493.484	133.63	PST
848	9106813.42	718498.35	133.575	PAV
849	9106813.82	718504.274	133.638	PAV
850	9106813.87	718504.436	133.745	PAV

851	9106814.54	718501.202	133.598	PAV
852	9106813.87	718504.456	133.78	SAR
853	9106813.58	718497.311	133.533	SAR
854	9106813.54	718493.911	133.76	VEREDA
855	9106817.05	718506.579	133.825	VEREDA
856	9106813.57	718492.892	133.713	CASA
857	9106816.32	718502.343	133.705	BZ
858	9106824.88	718495.672	134.139	E12
859	9106828.82	718495.715	134.295	BM6
860	9106736.46	718504.238	130.94	PST
861	9106749.6	718505.464	130.991	PST
862	9106720.79	718503.98	129.935	CASA
863	9106708.21	718505.102	129.036	CASA
864	9106735.44	718505.13	130.496	CASA
865	9106735.79	718505.196	130.924	CASA
866	9106735.53	718504.001	130.452	VEREDA
867	9106709.28	718505.248	129.063	VEREDA
868	9106720.89	718502.836	129.986	VEREDA
869	9106735.92	718504.07	130.868	VEREDA
870	9106751.96	718506.525	131.171	CASA
871	9106753.23	718506.705	131.193	VEREDA
872	9106752.16	718505.308	131.308	VEREDA
873	9106756.65	718505.605	131.42	SAR
874	9106756.74	718507.304	131.382	SAR
875	9106756.78	718507.265	131.352	PAV
876	9106763.38	718506.691	131.308	PAV
877	9106767.97	718508.131	131.519	CASA
878	9106767.9	718507.144	131.55	VEREDA
879	9106767.78	718504.796	131.501	SAR
880	9106786.46	718509.377	132.013	CASA
881	9106786.86	718509.419	132.41	CASA
882	9106786.54	718508.395	132.072	VEREDA
883	9106787.03	718508.52	132.451	VEREDA
884	9106799.9	718510.426	132.913	CASA
885	9106772.59	718507.44	131.625	PST
886	9106799.95	718509.316	132.878	VEREDA
887	9106802.7	718510.774	133	VEREDA
888	9106790.75	718508.514	132.541	PST
889	9106804.03	718508.885	133.035	PST
890	9106802.68	718515.403	133.058	PST
891	9106783.54	718492.797	132.128	PST
892	9106826.56	718514.688	133.773	PST
893	9106813.83	718486.893	133.764	PST
894	9106802.72	718510.882	132.96	AR VER
895	9106813.58	718494.145	133.594	AR VER
896	9106816.97	718511.848	133.524	AR VER
897	9106817.4	718494.5	133.818	AR VER
898	9106816.04	718529.035	133.049	AR VER
899	9106823.77	718511.007	133.819	AR VER
900	9106818.5	718482.454	134.118	AR VER

901	9106814.07	718483.363	133.746	AR VER
902	9106802.74	718523.746	132.86	AR VER
903	9106826.72	718510.987	133.885	VEREDA
904	9106802.72	718523.747	132.853	VEREDA
905	9106825.77	718530.167	133.403	VEREDA
906	9106822.78	718530.001	133.423	SAR
907	9106822.55	718529.927	133.201	PAV
908	9106819.14	718529.313	133.154	PAV
909	9106816.42	718529.062	133.108	PAV
910	9106801.51	718523.967	132.888	CASA
911	9106826.82	718530.097	133.449	CASA
912	9106812.9	718483.974	133.782	CASA
913	9106827.84	718511.127	133.674	CASA
914	9106818.41	718484.317	134.259	SAR
915	9106817.83	718492.394	134.149	SAR
916	9106818.01	718492.393	133.929	PAV
917	9106820.84	718492.411	134.004	PAV
918	9106824.37	718492.336	134.094	PAV
919	9106824.81	718486.363	134.099	PAV
920	9106820.98	718484.767	134.094	PAV
921	9106818.56	718484.494	134.094	PAV
922	9106824.26	718494.112	134.25	SAR
923	9106828.17	718505.012	134.036	PAV
924	9106828.38	718502.236	134.089	PAV
925	9106828.88	718499.271	134.068	PAV
926	9106828.2	718505.184	134.201	SAR
927	9106849.09	718506.138	134.836	SAR
928	9106849.08	718506.048	134.662	PAV
929	9106817.21	718507.035	133.584	PAV
930	9106820.13	718507.217	133.627	PAV
931	9106824	718508.053	133.674	PAV
932	9106849.13	718503.338	134.737	PAV
933	9106828.02	718509.902	133.975	VEREDA
934	9106869.87	718512.101	135.192	PST
935	9106849.47	718495.098	134.93	VEREDA
936	9106849.69	718494.002	134.927	CASA
937	9106871.93	718513.009	135.206	CASA
938	9106860.47	718495.002	134.957	CASA
939	9106861.24	718494.963	135.453	CASA
940	9106872.04	718495.376	135.716	CASA
941	9106888.28	718495.96	136.26	CASA
942	9106888.36	718497.012	136.254	VEREDA
943	9106887.7	718512.678	135.663	VEREDA
944	9106871.65	718511.912	135.224	VEREDA
945	9106888.2	718513.622	135.701	CASA
946	9106861.14	718495.912	135.464	VEREDA
947	9106860.44	718495.922	134.97	VEREDA
948	9106870.91	718507.209	135.458	SAR
949	9106871.04	718507.124	135.308	SAR
950	9106860.69	718499.083	135.521	SAR

951	9106870.93	718507.131	135.307	PAV
952	9106888.31	718507.871	135.908	PAV
953	9106860.72	718499.202	135.123	PAV
954	9106860.46	718503.583	135.114	PAV
955	9106860.92	718502.57	135.069	PAV
956	9106888.37	718505.335	135.936	PAV
957	9106888.87	718501.651	135.933	PAV
958	9106875.18	718500.607	135.51	PAV
959	9106892.82	718514.416	136.063	PAV
960	9106895.91	718505.921	136.145	PAV
961	9106895.87	718505.952	136.161	PAV
962	9106892.06	718496.067	136.178	PAV
963	9106898.75	718514.023	136.15	PAV
964	9106903.14	718508.661	136.31	PAV
965	9106903.13	718508.609	136.31	PAV
966	9106902.84	718503.184	136.324	PAV
967	9106903.29	718508.715	136.463	PAV
968	9106898.85	718514.007	136.324	PAV
969	9106903.14	718502.029	136.666	PAV
970	9106920.99	718509.667	137.254	PAV
971	9106922.48	718503.367	137.378	PAV
972	9106941.14	718510.533	138.837	PAV
973	9106941.85	718504.837	138.664	PAV
974	9106921.08	718509.413	137.267	PAV
975	9106955.27	718507.502	139.314	PAV
976	9106921.18	718506.565	137.278	PAV
977	9106921.15	718504.487	137.239	PAV
978	9106961.57	718497.647	140.172	PAV
979	9106954.72	718496.331	139.603	PAV
980	9106903.16	718514.647	136.373	CASA
981	9106904.06	718514.449	136.39	CASA
982	9106920.74	718515.153	137.101	CASA
983	9106947.23	718511.37	139.059	PAV
984	9106947.06	718511.348	138.939	SAR
985	9106943.35	718511.354	139.031	SAR
986	9106948.84	718507.592	139.126	PAV
987	9106949.99	718505.857	139.197	PAV
988	9106944.26	718513.744	140.396	PAV
989	9106953.3	718510.727	139.434	PAV
990	9106954.54	718508.816	139.63	VEREDA
991	9106953.44	718510.848	139.541	VEREDA
992	9106954.64	718511.483	139.516	VEREDA
993	9106961.34	718497.797	140.455	VEREDA
994	9106962.82	718498.33	140.456	VEREDA
995	9106956.68	718508.092	139.824	VEREDA
996	9106951.13	718498.474	139.343	BZ
997	9106944.62	718497.637	138.847	TN
998	9106922.26	718496.484	137.922	TN
999	9106905.55	718496.241	137.574	TN
1000	9106898.77	718496.983	136.922	TN

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
ASTM D - 422

PROYECTO : DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO DE LA AVENIDA 10 DE JULIO FLORENCIA DE MORA - TRUJILLO - 2019

SOLICITANTE : MENDOZA GARCÍA, PÍA FERNANDA - LAMBERT BRICERO, GÉNESIS KATHERINE

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CARDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : FLORENCIA DE MORA - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-1 / E-1 / KM 00+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

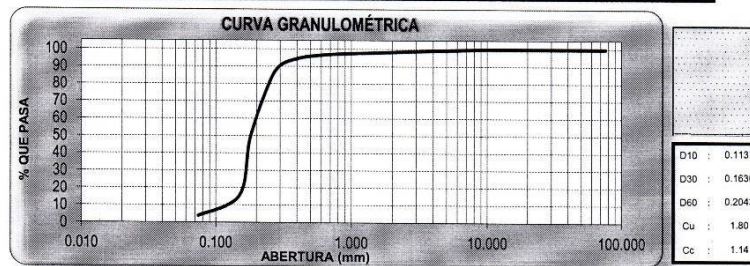
DATOS DEL ENSAYO

Peso de muestra seca : 2000.00

Peso de muestra seca luego de lavado : 1922.43

Peso perdido por lavado : 77.57

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa	Contenido de Humedad
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	6.55%
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Líquido : NP Plástico : NP Ind. Plástica : NP
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00	Clasificación de la Muestra Clas. SUCS : SP Clas. AASHTO : A-3 (0)
3/8"	9.525	1.41	0.36	0.43	99.57	
1/4"	6.350	7.19	0.36	0.82	99.18	
No4	4.75	7.74	0.38	0.82	99.18	Descripción de la Muestra SUCS: Arena mal graduada AASHTO: Arena fina / Excelente a bueno Tiene un % de finos de = 3.88%
No8	2.360	13.12	0.66	1.47	98.53	
No10	2.000	4.72	0.24	1.71	98.29	
No16	1.180	11.71	0.58	2.29	97.71	Descripción de la Calicata C-1 : E-1 Profundidad : 0.00 m - 1.50 m
No20	0.850	7.40	0.37	2.66	97.34	
No30	0.600	16.00	0.80	3.46	96.54	
No40	0.420	33.45	1.67	5.14	94.86	
No50	0.300	87.20	4.36	9.50	90.50	
No60	0.250	193.43	9.67	19.17	80.83	
No80	0.180	638.20	31.91	51.08	48.92	
No100	0.150	666.40	33.32	84.40	15.60	
No200	0.074	234.46	11.72	96.12	3.88	
< No200		77.57	3.88	100.00	0.00	
Total		2000.00	100.00			



CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

Figura 3: Ensayos de Granulometría de Calicata 1.
Fuentes: Laboratorios de suelos Universidad Cesar Vallejo.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

LÍMITES DE CONSISTENCIA
ASTM D - 4318

PROYECTO : DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO DE LA AVENIDA 10 DE JULIO FLORENCIA DE MORA - TRUJILLO - 2019

SOLICITANTE : MENDOZA GARCÍA, PIA FERNANDA - LAMBERT BRICEÑO, GÉNESIS KATHERINE

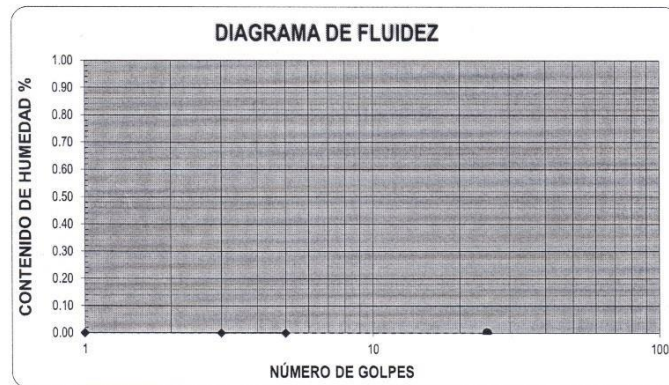
RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : FLORENCIA DE MORA - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-1 / E-1 / KM 00+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

LÍMITES DE CONSISTENCIA					
Descripción	Limite Líquido			Limite Plástico	
	NP	NP	NP	NP	NP
Nº de golpes					
Peso de tara (g)					
Peso de tara + suelo húmedo (g)					
Peso tara + suelo seco (g)					
Contenido de Humedad %	NP	NP	NP	NP	NP
Limites %	NP			NP	



ECUACIÓN DE LA RECTA

(Elaborada a partir de los datos de los ensayos)

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

Figura 4: Límites de consistencia Calicata 1.
Fuentes: Laboratorios de suelos Universidad Cesar Vallejo.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES	
CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D - 2216	
PROYECTO	: DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO DE LA AVENIDA 10 DE JULIO FLORENCIA DE MORA - TRUJILLO - 2019
SOLICITANTE	: MENDOZA GARCIA, PIA FERNANDA - LAMBERT BRICEÑO, GENESIS KATHERINE
RESPONSABLE	: ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
UBICACIÓN	: FLORENCIA DE MORA - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	: OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
MUESTRA	: C-1 / E-1 / KM 00+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D-2216

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro (g)	9.73	10.46	10.39
Peso del tarro + suelo humedo (g)	112.51	96.67	113.75
Peso del tarro + suelo seco (g)	107.13	92.18	108.24
Peso del suelo seco (g)	97.40	81.72	97.85
Peso del agua (g)	5.38	4.49	5.51
% de humedad (%)	5.52	5.49	5.63
% de humedad promedio (%)	5.55		

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.




 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
 CIP: 211074
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

Figura 5: Ensayos de contenido de humedad de Calicata 1
Fuentes: Laboratorios de suelos Universidad Cesar Vallejo.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

ASTM D - 422

PROYECTO : DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO DE LA AVENIDA 10 DE JULIO FLORENCIA DE MORA - TRUJILLO - 2019

SOLICITANTE : MENDOZA GARCÍA, PÍA FERNANDA - LAMBERT BRICEÑO, GENESIS KATHERINE

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : FLORENCIA DE MORA - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-2 / E-1 / KM 00+500 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

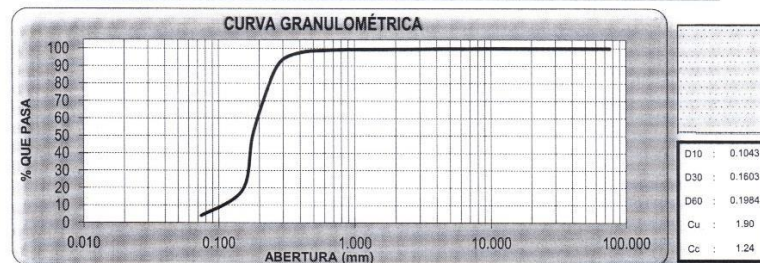
DATOS DEL ENSAYO

Peso de muestra seca : 2000.00

Peso de muestra seca luego de lavado : 1917.96

Peso perdido por lavado : 82.04

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa	Contenido de Humedad
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	2.71%
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	
Límites e Índices de Consistencia						
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	L. Líquido : NP
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	L. Plástico : NP
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00	Ind. Plasticidad : NP
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/4"	6.350	3.00	0.15	0.15	99.85	Clasificación de la Muestra
No4	4.178	0.31	0.02	0.17	99.83	Clas. SUCS : SP
No8	2.360	3.94	0.20	0.36	99.64	Clas. AASHTO : A-3 (0)
No10	2.000	0.60	0.03	0.39	99.61	Descripción de la Muestra
No16	1.180	1.83	0.09	0.48	99.52	SUCS: Arena mal graduada
No20	0.850	2.65	0.13	0.62	99.38	AASHTO: Arena fina / Excelente a bueno
No30	0.600	9.79	0.49	1.11	98.89	Tiene un % de finos de = 4.10%
No40	0.420	16.68	0.83	2.04	97.96	
No50	0.300	83.49	4.17	6.21	93.79	
No60	0.250	190.77	9.54	15.75	84.25	
No80	0.180	658.40	32.92	48.67	51.33	
No100	0.150	648.80	32.44	81.11	18.89	Descripción de la Calicata
No200	0.074	295.70	14.79	95.90	4.10	C-2 : E-1
< No200		82.04	4.10	100.00	0.00	Profundidad : 0.00 m - 1.50 m
Total		2000.00	100.00			



CAMPUS TRUJILLO
 Av. Larco 1770.
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
 Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
 CIP: 211074
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe

Figura 6: Ensayos de Granulometría de Calicata 2.
 Fuentes: Laboratorios de suelos Universidad Cesar Vallejo.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

LÍMITES DE CONSISTENCIA
ASTM D - 4318

PROYECTO : DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO DE LA AVENIDA 10 DE JULIO FLORENCIA DE MORA - TRUJILLO - 2019

SOLICITANTE : MENDOZA GARCÍA, PÍA FERNANDA - LAMBERT BRICEÑO, GENESIS KATHERINE

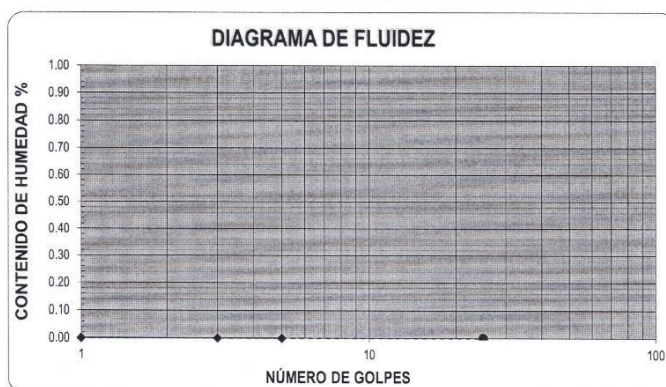
RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : FLORENCIA DE MORA - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-2 / E-1 / KM 00+500 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

Descripción	Limite Líquido			Limite Plástico	
	NP	NP	NP	NP	NP
N° de golpes					
Peso de tara (g)					
Peso de tara + suelo húmedo (g)					
Peso tara + suelo seco (g)					
Contenido de Humedad %	NP	NP	NP	NP	NP
Limites %	NP			NP	



ECUACIÓN DE LA RECTA
(Elaborada a partir de los datos de los ensayos)

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

Figura 7: Límites de consistencia Calicata 2.
Fuentes: Laboratorios de suelos Universidad Cesar Vallejo.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES	
CONTENIDO DE HUMEDAD	
ASTM D - 2216	
PROYECTO	: DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO DE LA AVENIDA 10 DE JULIO FLORENCIA DE MORA - TRUJILLO - 2019
SOLICITANTE	: MENDOZA GARCÍA, PÍA FERNANDA - LAMBERT BRICEÑO, GENESIS KATHERINE
RESPONSABLE	: ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
UBICACIÓN	: FLORENCIA DE MORA - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	: OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
MUESTRA	: C-2 / E-1 / KM 00+500 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D-2216

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro (g)	9.74	10.45	9.31
Peso del tarro + suelo humedo (g)	142.28	138.06	99.55
Peso del tarro + suelo seco (g)	138.67	134.71	97.23
Peso del suelo seco (g)	128.93	124.26	87.92
Peso del agua (g)	3.61	3.35	2.32
% de humedad (%)	2.80	2.70	2.64
% de humedad promedio (%)	2.71		

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
[Firma]
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

Figura 8: Ensayo de contenido de humedad Calicata 2.
Fuentes: Laboratorios de suelos Universidad Cesar Vallejo.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

PROCTOR MODIFICADO: MÉTODO A
ASTM D - 1557

PROYECTO : DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO DE LA AVENIDA 10 DE JULIO FLORENCIA DE MORA - TRUJILLO - 2019

SOLICITANTE RESPONSABLE : MENDOZA GARCÍA, PÍA FERNANDA - LAMBERT BRICEÑO, GÉNESIS KATHERINE

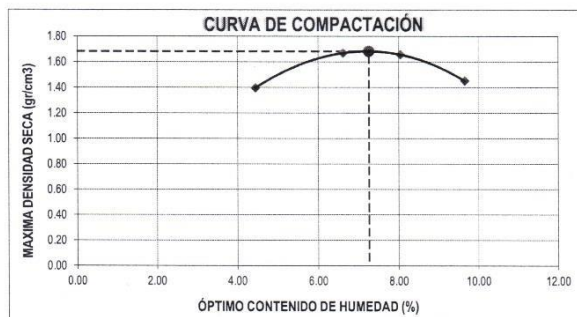
UBICACIÓN : FLORENCIA DE MORA - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-2 / E-1 / KM 00+500 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

Molde N°	S-3
Peso del molde (g)	4280
Volumen del molde (cm ³)	933
N° de capas	5
N° de golpes por capa	25

MUESTRA N°	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
Peso del suelo húmedo + molde (g)	5640	5940	5950	5755		
Peso del molde (g)	4280	4280	4280	4280		
Peso del suelo húmedo (g)	1360	1660	1670	1485		
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.46	1.78	1.79	1.59		
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso del suelo húmedo + tara (g)	95.59	106.07	91.54	117.65		
Peso del suelo seco + tara (g)	91.93	100.11	85.47	108.17		
Peso del agua (g)	3.66	5.97	6.06	9.48		
Peso de la tara (g)	9.49	9.92	10.14	10.01		
Peso del suelo seco (g)	82.43	90.19	75.34	98.16		
% de humedad (%)	4.44	6.62	8.05	9.66		
Densidad del suelo seco (g/cm ³)	1.40	1.67	1.66	1.45		



Máxima densidad seca (g/cm ³)	1.683
Óptimo contenido de humedad (%)	7.26

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

Figura 9: Ensayo de Proctor modificado Calicata 2.
Fuentes: Laboratorios de suelos Universidad Cesar Vallejo.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN
ASTM D - 1883

PROYECTO : DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO DEL AVENIDA 10 DE JULIO FLORENCIA DE MORA - TRUJILLO - 2019

SOLICITANTE : MENDOZA GARCÍA, PÍA FERNANDA - LAMBERT BRICEÑO, GÉNESIS KATHERINE

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : FLORENCIA DE MORA - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-2 / E-1 / KM 00+500 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

ENSAYO DE CBR						
ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE	MOLDE 01		MOLDE 02		MOLDE 03	
N° DE GOLPES POR CAPA	12		25		56	
SOBRECARGA (g)	4630		4530		4530	
Peso del suelo húmedo + molde (g)	10885		11185		11380	
Peso del molde (g)	7555		7555		7555	
Peso del suelo húmedo (g)	3430		3630		3825	
Volumen del molde (cm³)	2119		2119		2119	
Volumen del disco espaciador (cm³)	1085		1085		1085	
Densidad húmeda (g/cm³)	1.619		1.713		1.805	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso del suelo húmedo + cápsula (g)	85.82		97.26		91.28	
Peso del suelo seco + cápsula (g)	80.67		91.37		85.82	
Peso del agua (g)	5.15		5.89		5.47	
Peso de la cápsula (g)	9.76		9.94		10.55	
Peso del suelo seco (g)	70.90		81.43		75.27	
% de humedad (%)	7.27		7.23		7.26	
Densidad de Suelo Seco (g/cm³)	1.509		1.598		1.683	

ENSAYO DE EXPANSIÓN									
TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24 hrs	1.700	1.700	1.338	1.843	1.843	1.451	2.049	2.049	1.614
48 hrs	1.779	1.779	1.401	1.930	1.930	1.520	2.168	2.168	1.707
72 hrs	1.795	1.795	1.413	1.946	1.946	1.532	2.184	2.184	1.720
96 hrs	1.795	1.795	1.413	1.946	1.946	1.532	2.184	2.184	1.720

ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN									
PENETRACIÓN Pulg.	LECTURA DIAL	MOLDE 1		LECTURA DIAL	MOLDE 2		LECTURA DIAL	MOLDE 3	
		lbs	ESFUERZO lbs/pulg²		lbs	ESFUERZO lbs/pulg²		lbs	ESFUERZO lbs/pulg²
0.000	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
0.025	1	94.75	31.59	13	136.69	46.58	22	212.20	70.75
0.050	13	136.69	46.58	25	237.38	79.15	40	363.30	121.13
0.075	21	203.81	67.95	37	338.11	112.73	54	480.89	160.34
0.100	31	287.74	95.94	50	447.29	149.13	70	618.51	206.22
0.125	41	371.70	123.93	61	539.71	179.95	86	749.92	250.03
0.150	51	456.66	151.93	72	632.18	210.78	99	859.30	286.51
0.200	70	615.36	205.17	91	791.98	264.06	121	1044.54	348.27
0.300	97	842.47	280.89	117	1010.85	337.03	149	1280.53	426.95
0.400	113	977.17	325.80	133	1145.65	381.98	166	1423.93	474.76
0.500	117	1010.85	337.03	139	1196.22	398.84	174	1491.45	497.27



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

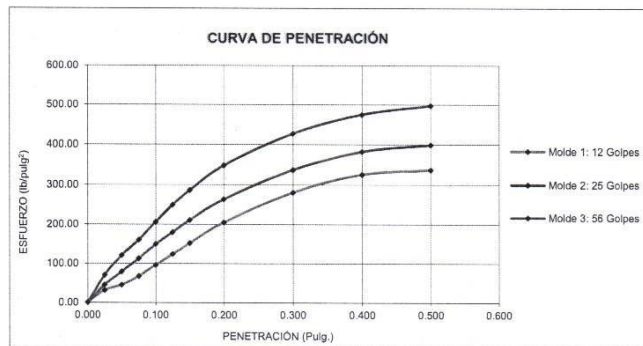
CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

Figura 10: Ensayo de CBR Calicata 2.

Fuentes: Laboratorios de suelos Universidad Cesar Vallejo.

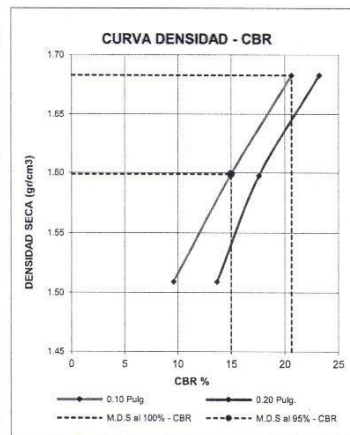
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES	
ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN ASTM D-1883	
PROYECTO	: DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO DE LA AVENIDA 10 DE JULIO FLORENCIA DE MORA - TRUJILLO - 2019
SOLICITANTE	: MENDOZA GARCÍA, PIÁ FERNANDA - LAMBERT BRICEÑO, GÉNESIS KATHERINE
RESPONSABLE	: ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
UBICACIÓN	: FLORENCIA DE MORA - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	: OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
MUESTRA	: C-2 / E-1 / KM 00+500 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)



VALORES CORREGIDOS					
MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.100	95.94	1000	9.59	1.509
2	0.100	149.13	1000	14.91	1.598
3	0.100	206.22	1000	20.62	1.683

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.200	205.17	1500	13.68	1.509
2	0.200	264.06	1500	17.60	1.598
3	0.200	348.27	1500	23.22	1.683

RESULTADOS DEL ENSAYO		
Máxima densidad seca al 100%	(g/cm³)	1.683
Máxima densidad seca al 95%	(g/cm³)	1.599
Óptimo contenido de humedad	(%)	7.26
CBR al 100% de la Máxima densidad seca	(%)	20.62
CBR al 95% de la Máxima densidad seca	(%)	15.00



CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

Figura 11: Ensayo de CBR Calicata 2.
Fuentes: Laboratorios de suelos Universidad Cesar Vallejo.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
ASTM D - 422

PROYECTO : DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO DE LA AVENIDA 10 DE JULIO FLORENCIA DE MORA - TRUJILLO - 2019

SOLICITANTE : MENDOZA GARCÍA, PÍA FERNANDA - LAMBERT BRICEÑO, GÉNESIS KATHERINE

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : FLORENCIA DE MORA - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-3 / E-1 / KM 01-000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

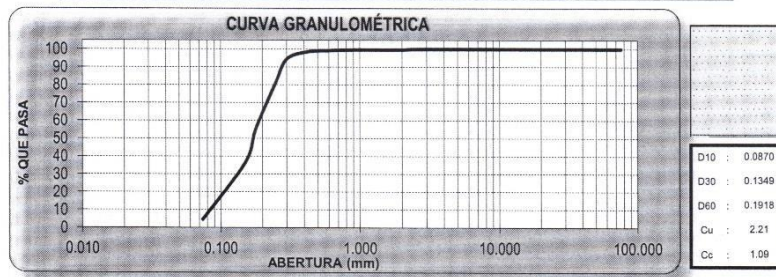
DATOS DEL ENSAYO

Peso de muestra seca : 2000.00

Peso de muestra seca luego de lavado : 1908.01

Peso perdido por lavado : 91.99

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa	Contenido de Humedad
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	2.17%
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	Límites e Índices de Consistencia
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00	L. Líquido : NP
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00	L. Plástico : NP
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	Ind. Plasticidad : NP
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00	Clasificación de la Muestra
No4	4.750	0.69	0.03	0.03	99.97	
No8	2.360	1.02	0.05	0.09	99.91	Clas. AASHTO : A-3 (0)
No10	2.000	5.38	0.27	0.35	99.65	Descripción de la Muestra
No16	1.180	0.53	0.03	0.38	99.62	
No20	0.850	0.94	0.05	0.43	99.57	SUCS: Arena mal graduada
No30	0.600	7.46	0.37	0.80	99.20	AASHTO: Arena fina / Excelente a bueno
No40	0.420	14.43	0.72	1.52	98.48	Tiene un % de finos de = 4.80%
No50	0.300	82.05	4.10	5.63	94.38	
No60	0.250	262.61	13.13	18.76	81.24	Descripción de la Calicata
No80	0.180	511.06	25.55	44.31	55.69	
No100	0.150	388.24	19.41	63.72	36.28	C-3 : E-1
No200	0.074	633.60	31.68	95.40	4.60	
< No200		91.99	4.60	100.00	0.00	Profundidad : 0.00 m - 1.50 m
Total		2000.00	100.00			



CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe del Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

Figura 12: Ensayo de granulometría Calicata 3.
Fuentes: Laboratorios de suelos Universidad Cesar Vallejo.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

**LÍMITES DE CONSISTENCIA
ASTM D - 4318**

PROYECTO : DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO DE LA AVENIDA 10 DE JULIO FLORENCIA DE MORA - TRUJILLO - 2019

SOLICITANTE : MENDOZA GARCÍA, PÍA FERNANDA - LAMBERT BRICEÑO, GÉNESIS KATHERINE

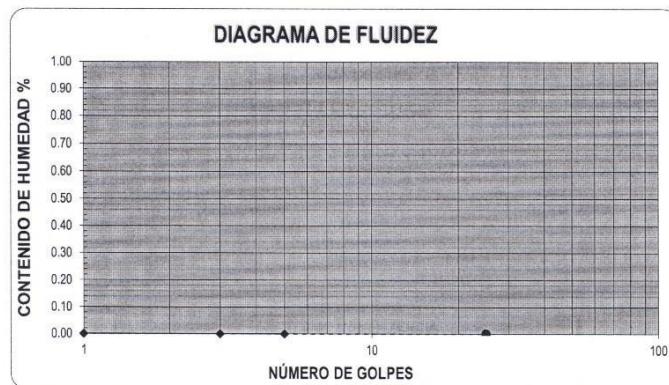
RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : FLORENCIA DE MORA - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-3 / E-1 / KM 01+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

LÍMITES DE CONSISTENCIA					
Descripción	Limite Líquido			Limite Plástico	
	NP	NP	NP	NP	NP
Nº de golpes					
Peso de tara (g)					
Peso de tara + suelo húmedo (g)					
Peso tara + suelo seco (g)					
Contenido de Humedad %	NP	NP	NP	NP	NP
Límites %	NP			NP	



ECUACIÓN DE LA RECTA
(Elaborada a partir de los datos de los ensayos)

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

Figura 13: Límites de consistencia Calicata 3.
Fuentes: Laboratorios de suelos Universidad César Vallejo.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES	
CONTENIDO DE HUMEDAD	
ASTM D - 2216	
PROYECTO	: DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO DE LA AVENIDA 10 DE JULIO FLORENCIA DE MORA - TRUJILLO - 2019
SOLICITANTE	: MENDOZA GARCÍA, PÍA FERNANDA - LAMBERT BRICEÑO, GÉNESIS KATHERINE
RESPONSABLE	: ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
UBICACIÓN	: FLORENCIA DE MORA - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	: OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
MUESTRA	: C-3 / E-1 / KM 01+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D-2216

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro (g)	10.21	10.02	10.75
Peso del tarro + suelo humedo (g)	125.31	122.86	135.93
Peso del tarro + suelo seco (g)	122.84	120.53	133.24
Peso del suelo seco (g)	112.63	110.51	122.49
Peso del agua (g)	2.47	2.33	2.69
% de humedad (%)	2.19	2.11	2.20
% de humedad promedio (%)	2.17		

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

Figura 14: Contenido de humedad Calicata 3.
Fuentes: Laboratorios de suelos Universidad Cesar Vallejo.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
ASTM D - 422

PROYECTO : DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO DE LA AVENIDA 10 DE JULIO FLORENCIA DE MORA - TRUJILLO - 2019

SOLICITANTE : MENDOZA GARCÍA, PÍA FERNANDA - LAMBERT BRICEÑO, GÉNESIS KATHERINE

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : FLORENCIA DE MORA - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-4 / E-1 / KM 0+500 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

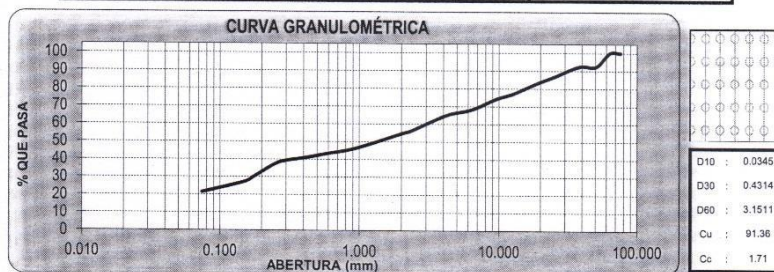
DATOS DEL ENSAYO

Peso de muestra seca : 2000.00

Peso de muestra seca luego de lavado : 1570.88

Peso perdido por lavado : 429.12

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa	Contenido de Humedad	
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	5.66%	
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
2"	50.800	151.44	7.57	7.57	92.43		
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	7.57	92.43	Límites e Índices de Consistencia	
1"	25.400	112.11	5.61	13.18	86.82		L Líquido : 22
3/4"	19.050	74.04	3.70	16.88	83.12		L Plástico : 21
1/2"	12.700	119.61	5.98	22.86	77.14		Ind. Plasticidad : 1
3/8"	9.525	60.33	3.02	25.88	74.12	Clasificación de la Muestra	
1/4"	6.350	120.09	6.00	31.88	68.12		Clas. SUCS : SM
No4	4.178	65.45	3.27	35.15	64.85	Clas. AASHTO : A-1-b (0)	
No8	2.380	171.60	8.58	43.73	56.27	Descripción de la Muestra	
No10	2.000	34.48	1.72	45.46	54.54		SUCS: Arena limosa con grava
No16	1.180	119.13	5.96	51.41	48.59	AASHTO: Fragmentos de roca, grava y arena / Excelente a bueno	
No20	0.850	62.89	3.14	54.56	45.44	Tiene un % de finos de = 21.46%	
No30	0.600	41.01	2.05	56.61	43.39	Descripción de la Calicata	
No40	0.420	46.24	2.31	58.92	41.08		C-4 : E-1
No50	0.300	34.12	1.71	60.63	39.37	Profundidad : 0.00 m - 1.50 m	
No60	0.250	39.05	1.95	62.58	37.42		
No80	0.180	133.01	6.65	69.23	30.77		
No100	0.150	69.76	3.49	72.72	27.28		
No200	0.074	116.52	5.83	78.54	21.46		
< No200		429.12	21.46	100.00	0.00		
Total		2000.00	100.00				



CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



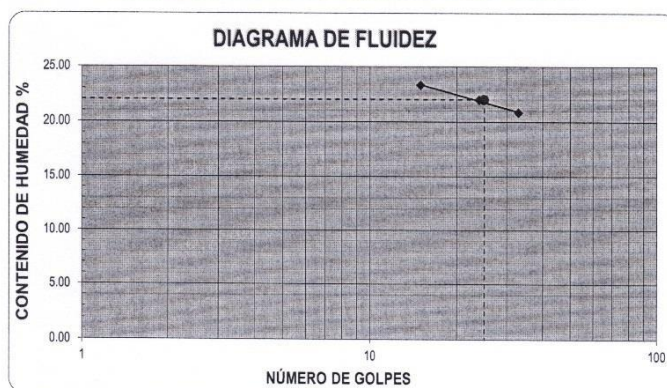
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

Figura 15: Ensayo de granulometría Calicata 4.
Fuentes: Laboratorios de suelos Universidad Cesar Vallejo.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES	
LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 4318	
PROYECTO	: DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO DE LA AVENIDA 10 DE JULIO FLORENCIA DE MORA - TRUJILLO - 2019
SOLICITANTE	: MENDOZA GARCÍA, PÍA FERNANDA - LAMBERT BRICEÑO, GÉNESIS KATHERINE
RESPONSABLE	: ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
UBICACIÓN	: FLORENCIA DE MORA - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	: OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
MUESTRA	: C-4 / E-1 / KM 0+500 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

Descripción	Límite Líquido			Límite Plástico	
	15	24	33	-	-
N° de golpes	15	24	33	-	-
Peso de tara (g)	8.56	9.34	7.77	12.30	11.76
Peso de tara + suelo húmedo (g)	12.37	16.67	13.05	12.97	12.34
Peso tara + suelo seco (g)	11.65	15.35	12.14	12.85	12.24
Contenido de Humedad %	23.30	21.96	20.82	21.82	20.63
Límites %	22			21	



ECUACIÓN DE LA RECTA

(Elaborada a partir de los datos de los ensayos)

$$y = -3.119 \ln(x) + 31.786$$

CAMPUS TRUJILLO
 Av. Larco 1770.
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
 Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
 CIP: 211074
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe

Figura 16: Límites de consistencia Calicata 4.
 Fuentes: Laboratorios de suelos Universidad Cesar Vallejo.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES	
CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D - 2216	
PROYECTO	: DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO DE LA AVENIDA 10 DE JULIO FLORENCIA DE MORA - TRUJILLO - 2019
SOLICITANTE	: MENDOZA GARCÍA, PÍA FERNANDA - LAMBERT BRICENO, GÉNESIS KATHERINE
RESPONSABLE	: ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
UBICACIÓN	: FLORENCIA DE MORA - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	: OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
MUESTRA	: C-4 / E-1 / KM 0+500 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D-2216

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro (g)	48.30	52.27	50.48
Peso del tarro + suelo humedo (g)	153.87	135.86	129.54
Peso del tarro + suelo seco (g)	148.10	131.60	125.19
Peso del suelo seco (g)	99.80	79.33	74.71
Peso del agua (g)	5.77	4.26	4.35
% de humedad (%)	5.78	5.37	5.82
% de humedad promedio (%)	5.66		

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe del Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

Figura 17: Contenido de humedad Calicata 4.
Fuentes: Laboratorios de suelos Universidad Cesar Vallejo.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

PROCTOR MODIFICADO: METODO C
ASTM D - 1557

PROYECTO : DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO DE LA AVENIDA 10 DE JULIO FLORENCIA DE MORA - TRUJILLO - 2019

SOLICITANTE : MENDOZA GARCÍA, PÍA FERNANDA - LAMBERT BRICEÑO, GENESIS KATHERINE

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

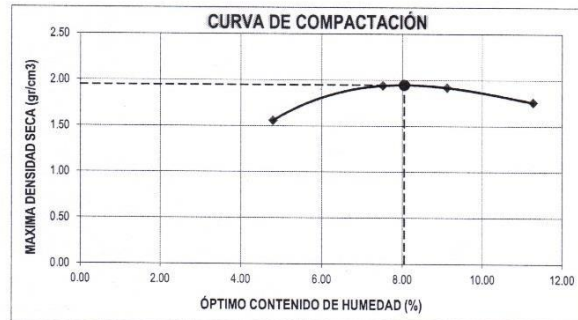
UBICACIÓN : FLORENCIA DE MORA - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-4 / E-1 / KM 0+500 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

Molde N°	S-3
Peso del molde (g)	5800
Volumen del molde (cm ³)	2098
N° de capas	5
N° de golpes por capa	56

MUESTRA N°	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
Peso del suelo húmedo + molde (g)	9230	10175	10195	9910		
Peso del molde (g)	5800	5800	5800	5800		
Peso del suelo húmedo (g)	3430	4375	4395	4110		
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.63	2.09	2.09	1.96		
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso del suelo húmedo + tara (g)	158.44	181.70	156.85	202.24		
Peso del suelo seco + tara (g)	149.99	170.18	145.19	183.49		
Peso del agua (g)	6.45	11.52	11.66	18.76		
Peso de la tara (g)	15.54	16.99	17.37	17.20		
Peso del suelo seco (g)	134.45	153.19	127.82	166.28		
% de humedad (%)	4.80	7.52	9.12	11.28		
Densidad del suelo seco (g/cm ³)	1.56	1.94	1.92	1.76		



Máxima densidad seca (g/cm ³)	1.948
Óptimo contenido de humedad (%)	8.05

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

Figura 18: Ensayo de Proctor modificado Calicata 4.
Fuentes: Laboratorios de suelos Universidad Cesar Vallejo.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN
ASTM D - 1883

PROYECTO : DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO DE LA AVENIDA 10 DE JULIO FLORENCIA DE MORA - TRUJILLO - 2019

SOLICITANTE : MENDOZA GARCÍA, PÍA FERNANDA - LAMBERT BRICEÑO, GÉNESIS KATHERINE

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : FLORENCIA DE MORA - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-4 / E-1 / KM 0+500 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

ENSAYO DE CBR						
ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE	MOLDE 01		MOLDE 02		MOLDE 03	
Nº DE GOLPES POR CAPA	12		25		56	
SOBRECARGA (g)	4530		4530		4530	
Peso del suelo húmedo + molde (g)	11285		11635		12015	
Peso del molde (g)	7655		7555		7555	
Peso del suelo húmedo (g)	3740		4080		4460	
Volumen del molde (cm ³)	2119		2119		2119	
Volumen del disco espaciador (cm ³)	1085		1085		1085	
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.765		1.925		2.105	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso del suelo húmedo + cápsula (g)	88.24		101.17		95.64	
Peso del suelo seco + cápsula (g)	82.39		94.11		89.30	
Peso del agua (g)	5.85		7.07		6.34	
Peso de la cápsula (g)	10.04		10.34		10.55	
Peso del suelo seco (g)	72.35		83.76		78.75	
% de humedad (%)	8.08		8.44		8.05	
Densidad de Suelo Seco (g/cm ³)	1.633		1.776		1.948	

ENSAYO DE EXPANSION									
TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24 hrs	0.916	0.916	0.721	1.029	1.029	0.810	1.164	1.164	0.917
48 hrs	1.051	1.051	0.828	1.119	1.119	0.881	1.232	1.232	0.970
72 hrs	1.131	1.131	0.890	1.131	1.131	0.890	1.244	1.244	0.979
96 hrs	1.131	1.131	0.890	1.131	1.131	0.890	1.244	1.244	0.979

ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN									
PENETRACIÓN Pulg.	LECTURA DIAL	MOLDE 1		LECTURA DIAL	MOLDE 2		LECTURA DIAL	MOLDE 3	
		lbs	ESFUERZO lbs/pulg ²		lbs	ESFUERZO lbs/pulg ²		lbs	ESFUERZO lbs/pulg ²
0.000	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
0.025	1	153.47	51.17	25	237.38	79.15	42	380.10	126.73
0.050	24	228.98	76.35	47	422.09	140.73	73	640.59	213.58
0.075	38	346.51	115.53	66	581.74	193.96	98	850.89	283.70
0.100	56	497.70	165.94	90	783.57	261.25	128	1083.13	361.13
0.125	73	640.59	213.58	109	943.48	314.57	154	1322.70	441.01
0.150	91	791.98	264.06	129	1111.94	370.74	177	1516.77	505.72
0.200	125	1078.24	359.50	162	1390.18	463.51	216	1846.24	615.57
0.300	172	1474.56	491.64	208	1778.62	593.02	266	2269.36	756.64
0.400	199	1702.56	567.66	235	2006.93	669.14	295	2515.14	838.59
0.500	207	1770.17	590.20	247	2108.48	703.00	309	2633.89	878.18

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.

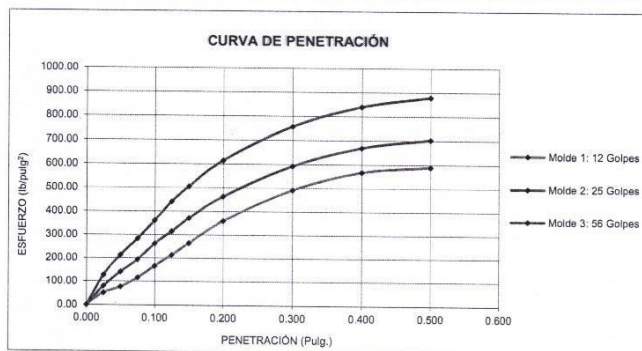


UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

Figura 19: Ensayo de CBR Calicata 4.
Fuentes: Laboratorios de suelos Universidad Cesar Vallejo.

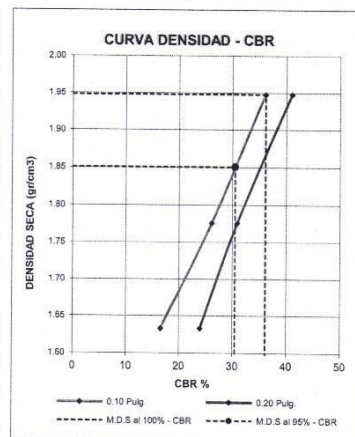
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES	
ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN ASTM D-1883	
PROYECTO	: DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO DE LA AVENIDA 10 DE JULIO FLORENCIA DE MORA - TRUJILLO - 2019
SOLICITANTE	: MENDOZA GARCÍA, PÍA FERNANDA - LAMBERT BRICEÑO, GÉNESIS KATHERINE
RESPONSABLE	: ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
UBICACIÓN	: FLORENCIA DE MORA - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	: OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
MUESTRA	: C-4 / E-1 / KM 0+500 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)



VALORES CORREGIDOS					
MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg.)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRON (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.100	165.94	1000	16.59	1.633
2	0.100	261.25	1000	26.13	1.776
3	0.100	361.13	1000	36.11	1.948

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg.)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRON (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.200	359.50	1500	23.97	1.633
2	0.200	463.51	1500	30.90	1.776
3	0.200	615.57	1500	41.04	1.948

RESULTADOS DEL ENSAYO		
Máxima densidad seca al 100%	(g/cm³)	1.948
Máxima densidad seca al 95%	(g/cm³)	1.851
Óptimo contenido de humedad	(%)	8.05
CBR al 100% de la Máxima densidad seca	(%)	36.11
CBR al 95% de la Máxima densidad seca	(%)	30.47



CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

Figura 20: Ensayo CBR Calicata 4.
Fuentes: Laboratorios de suelos Universidad Cesar Vallejo.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO : DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO DE LA AVENIDA 10 DE JULIO FLORENCIA DE MORA - TRUJILLO - 2019

SOLICITANTE : MENDOZA GARCÍA, PÍA FERNANDA - LAMBERT BRICEÑO, GÉNESIS KATHERINE

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : FLORENCIA DE MORA - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE DEL 2019

Calicata	Nº	Estrato	Ubicación	Prof. Estrato	PROPIEDADES FÍSICAS							CLASIFICACIÓN		PROPIEDADES MECÁNICAS					
					% CH	% Finos	% Arenas	% Gravas	% LL	% LP	% IP	SUCS	AASHTO	MDS (g/cm ³)	OCH %	CBR 100%	CBR 95%	PU (g/cm ³)	Qadm. (Kg/cm ²)
C-1	E-1	KM 00+000	1.50 m	5.55	3.88	95.30	0.82	NP	NP	NP	SP	A-3 (0)	-	-	-	-	-	-	
C-2	E-1	KM 00+500	1.50 m	2.71	4.10	95.73	0.17	NP	NP	NP	SP	A-3 (0)	1.88	7.26	20.62	15.00	-	-	
C-2	E-1	KM 01+000	1.50 m	2.17	4.60	95.37	0.03	NP	NP	NP	SP	A-3 (0)	-	-	-	-	-	-	



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe del Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000, Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

Figura 21: Cuadro resumen de calicatas.
Fuentes: Laboratorios de suelos Universidad Cesar Vallejo.

Espesor Efectivo (IDA) “Factores de Conversión En función de la Condición del Pavimento”

**Table 8-1 Conversion Factors for
Converting Thickness of Existing Pavement Components to Effective Thickness (T_e)**

Classification of Material	Description of Material	Conversion Factors*
I	a. Native subgrade in all cases. b. Improved Subgrade**—predominately granular materials—may contain some silt and clay but have P.I. of 10 or less. c. Lime modified subgrade constructed from high plasticity soils—P.I. greater than 10.	0.0
II	Granular Subbase or base—reasonably well-graded, hard aggregates with some plastic fines and CBR not less than 20. Use upper part of range if P.I. is 6 or less; lower part of range if P.I. is more than 6.	0.1 - 0.2
III	Cement or lime-fly ash stabilized subbases and bases** constructed from low plasticity soils—P.I. of 10 or less.	0.2 - 0.3
IV	a. Emulsified or cutback asphalt surfaces and bases that show extensive cracking, considerable raveling or aggregate degradation, appreciable deformation in the wheel paths, and lack of stability. b. Portland cement concrete pavements (including those under asphalt surfaces) that have been broken into small pieces (2 feet or less in maximum dimension [0.6 meters]) prior to overlay construction. Use upper part of range when subbase is present; lower part of range when slab is on subgrade. c. Cement or lime-fly ash stabilized bases** that have developed pattern cracking, as shown by reflected surface cracks. Use upper part of range when cracks are narrow and tight; lower part of range with wide cracks, pumping or evidence of instability.	0.3 - 0.5
V	Fractured Slab Techniques a. Rubblization b. Crack/Break and Seat (When unstabilized base is present, use lower end of range. When stabilized base is present, use upper end of range.)	0.4 - 0.7 0.5 - 0.7

Figura 22: Factores de conversión en función de la condición del pavimento.
Fuente: Instituto de Asfalto



Figura 23: Quebradas de la Ciudad de Trujillo.
Fuente: Centro de Operaciones de Emergencia Regional – La Libertad.



Figura 24: Reconocimiento de la avenida



Figura 25: Avenida 10 de Julio



Figura 26: Fallas por hundimiento



Figura 27: Avenida interrumpida por cambio de tuberías de desagüe



Figura 28: Rompimiento de avenida



Figura 29: Excavación de la C-1



Figura 30: Excavación de la C-2



Figura 31: Excavación de la C-3



Figura 32: Excavación de la C-4