

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**“DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO UBICADO EN LA PROLONGACIÓN
CALLE 50 Y CALLE RICARDO PALMA, ALTO TRUJILLO - EL PORVENIR –
LA LIBERTAD”**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: TRANSPORTES

AUTORES: BR. CARAZAS AGUILAR, KAROLINE NATHALY

BR. GRABIEL LEÓN, IRENE ELIZABETH

ASESOR: Ms. RODRIGUEZ RAMOS, MAMERTO

CÓDIGO ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8810-9224>

JURADOS: Ing. JOSÉ ALCIDES GÁLVEZ PAREDES (Presidente)
Ing. SEGUNDO ALFREDO VARGAS LÓPEZ (Secretario)
Ing. ENRIQUE FRANCISCO LUJÁN SILVA (Vocal)

TRUJILLO – PERÚ

2021

**RESOLUCIÓN N° 0118-2021-FI-UPAO
FECHA DE SUSTENTACIÓN: 05/05/2022**

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**“DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO UBICADO EN LA PROLONGACIÓN
CALLE 50 Y CALLE RICARDO PALMA, ALTO TRUJILLO - EL PORVENIR –
LA LIBERTAD”**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: TRANSPORTES

AUTORES: BR. CARAZAS AGUILAR, KAROLINE NATHALY

BR. GRABIEL LEÓN, IRENE ELIZABETH

ASESOR: Ms. RODRIGUEZ RAMOS, MAMERTO

TRUJILLO – PERÚ

2021

RESOLUCIÓN N° 0118-2021-FI-UPAO

**“DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO UBICADO EN LA
PROLONGACIÓN CALLE 50 Y CALLE RICARDO PALMA, ALTO TRUJILLO - EL
PORVENIR – LA LIBERTAD”**

JURADO CALIFICADOR

.....

ING. JOSÉ ALCIDES GÁLVEZ PAREDES

CIP: 29911

PRESIDENTE

.....

ING. SEGUNDO VARGAS LÓPEZ

CIP: 18687

SECRETARIO

.....

ING. ENRIQUE FRANCISCO LUJÁN SILVA

CIP: 54460

VOCAL

.....

ING. MAMERTO RODRÍGUEZ RAMOS

CIP: 3689

ASESOR

DEDICATORIA

A Dios, por darme la oportunidad de culminar mi carrera profesional y por estar conmigo guiando cada paso de mi vida por el buen camino.

A mi madre Abigail, por brindarme siempre su cariño y apoyo incondicional demostrándome cada día que es lo mejor que Dios pudo darme en la vida.

A mi padre Jaime, por su apoyo durante mi carrera profesional y por sus consejos de superación.

A mis hermanos James y Brando por compartir muchos momentos buenos conmigo, por su apoyo y consejos.

BR. CARAZAS AGUILAR KAROLINE NATHALY

A Dios, por cuidarme y darme las oportunidades necesarias en todo el lapso académico, y asimismo permitirme continuar con este proceso de formación profesional.

A mi padre, por todo el apoyo incondicional que me da, por ser mi guía en todo momento y no dejarme caer nunca.

A mi madre, porque siempre está ahí para mí, cuidándome y velando por mi bienestar, demostrándome su cariño en todo momento.

BR. GRABIEL LEÓN, IRENE ELIZABETH

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por iluminar mi camino, por protegerme cada día y por hasta el día de hoy permitirme lograr mis metas trazadas.

A mis padres por apoyarme siempre, por todo el esfuerzo que hicieron para poder culminar mi carrera profesional en especial a mi madre por estar cada día de mi formación académica junto a mí, ayudándome a superar las dificultades que pude haber tenido en algún momento.

A mis hermanos, que con sus consejos me ha ayudado a seguir logrando cada una de mis metas.

Finalmente agradezco al Ing. Mamerto Rodríguez Ramos por su asesoramiento, colaboración, y orientación en el desarrollo de nuestra tesis.

BR. CARAZAS AGUILAR KAROLINE NATHALY

Agradezco a Dios estar conmigo en todo momento y ayudarme a superar cada obstáculo presentado durante este proceso de formación profesional.

A mi madre, por enseñarme a seguir mis objetivos, por el apoyo incondicional que me brinda siempre, y por cuidarme en todo momento.

A mi padre, porque desde inicio de esta etapa, fue y es el pilar más importante para seguir con este proceso de formación académica, siendo mi guía en todo momento y mi impulso para seguir adelante siempre.

A mis hermanos, porque gracias a sus consejos pude lograr culminar una parte de este proceso de formación profesional.

Finalmente agradezco al Ing. Mamerto Rodríguez Ramos por su asesoramiento, por el tiempo brindado durante la elaboración y desarrollo de nuestra de tesis.

BR. GRABIEL LEÓN, IRENE ELIZABETH

RESUMEN

Está presente tesis se desarrolló en la Calle Ricardo Palma y Prolongación Calle 50, en el Centro Poblado Alto Trujillo, donde se realizó el diseño estructural del pavimento flexible, pavimento rígido y pavimento articulado mediante la metodología AASHTO 93 teniendo como guía el Manual de Carreteras: Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos, el Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 Pavimentos urbanos y Componentes de Diseño Urbano, además de analizar las condiciones en la zona de estudio.

Los parámetros de diseño se obtuvieron mediante el estudio de mecánica de suelos, realizando para ello, 3 calicatas en la Calle Ricardo Palma y 2 calicatas en la Prolongación Calle 50, donde obtuvimos que las muestras son arena mal gradada (SP), y presentan un CBR de 13.51% y 15.36% respectivamente. Por otro lado, el otro parámetro importante, fue el estudio de análisis de tráfico (número de repeticiones de ejes equivalentes de 8.2 tn) para cada tipo pavimento, obteniendo como resultado 888,111.38 EE y 1 744,174.46 EE para pavimento flexible y articulado y 935,523.27EE y 1 921,052.03 EE para pavimento rígido.

Este trabajo de investigación presenta los siguientes capítulos:

En el capítulo I, se hace una introducción a la problemática encontrada en el desarrollo del proyecto, enfocándonos en la realidad problemática del sector en estudio, exponiendo además el objetivo general, objetivos específicos y la justificación del desarrollo del presente trabajo.

En el capítulo II, se consideran los antecedentes nacionales e internacionales como aporte para el desarrollo de la investigación, así como también los aspectos del marco teórico y definiciones de los conceptos relacionados al proyecto.

En el capítulo III, se hace una recopilación de los materiales y métodos utilizados en el desarrollo del proyecto, así como los procedimientos para el diseño del sistema planteado, mediante el estudio del proceso y análisis de datos.

En el capítulo IV, se realiza el cálculo de espesores que conforman la estructura de cada pavimento y a la vez se presentan los resultados e interpretación de estos en base al diseño final del pavimento flexible, pavimento rígido y pavimento adoquinado, en este punto, los resultados obtenidos del diseño estructural del pavimento flexible son, una carpeta asfáltica de 6cm para la calle Ricardo Palma y 8cm para la Prolongación Calle 50, una base granular de 20 cm y una subbase granular de 10 cm para ambas calles, con respecto al pavimento rígido obtuvimos una losa de concreto de 20 cm para la calle Ricardo palma y 25 cm para la Prolongación Calle 50, con una base de 15 cm para ambas calles, y por último para el pavimento articulado, obtuvimos un adoquinado de 8 cm para la Calle Ricardo Palma y 8 cm para la Prolongación Calle 50, asimismo una carpeta de arena de 4 cm para ambas Calles, una base granular de 25 cm para la Calle Ricardo Palma y 20 cm para la Prolongación Calle 50, además de una subbase de 15 cm para esta.

En el capítulo V, se formulan las discusiones obtenidas en el resultado de cada diseño de pavimento para luego proceder a la comparación técnica-económica entre ellos, obteniendo como resultado en relación con el pavimento flexible un 137.4% de ahorro económico con respecto al pavimento rígido y 85.6% con respecto al pavimento articulado en la Calle Ricardo Palma y 132.3% con respecto al pavimento rígido y 76.4% con respecto al pavimento articulado en la Prolongación Calle 50.

Finalmente se proponen las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y los anexos del proyecto.

Palabras claves: pavimento flexible, pavimento rígido, pavimento articulado.

ABSTRACT

This thesis was developed on Calle Ricardo Palma and Prolongacion Calle 50, in Centro Poblado Alto Trujillo, where the structural design of the rigid pavement, pavement and articulated pavement was carried out using the AASHTO 93 methodology, taking as a guide the Highways Manual: Soils Geology, Geotechnics and Pavements, the National Building Regulations: Standard CE.010 Urban Pavements and Urban Design Components, in addition to analyzing the conditions in the study area.

The design parameters were obtained through the study of soil mechanics, carrying out 3 pits in Calle Ricardo Palma and 2 pits in Prolongacion Calle 50, where we obtained that the samples are poorly graded sand (SP), and present a CBR of 13.51% and 15.36% respectively. On the other hand, the other important parameter was the study of traffic analysis (number of repetitions of equivalent axes of 8.2 tn) for each type of pavement, obtaining as a result 888,111.38 EE and 1 744,174.46 EE for flexible and articulated pavement and 935,523.27 EE and 1 921,052.03 EE for rigid pavement.

This research work presents the following chapters:

In chapter I, an introduction is made to the problems encountered in the development of the project, focusing on the problematic reality of the sector under study, also exposing the general objective, specific objectives and the justification for the development of this work.

In Chapter II, the national and international antecedents are considered as a contribution to the development of the research, as well as the aspects of the theoretical framework and definitions of the concepts related to the project.

In chapter III, a compilation of the materials and methods used in the development of the project is made, as well as the procedures for the design of the proposed system, through the study of the process and data analysis.

In chapter IV, the thickness calculation that make up the structure of each pavement is performed and at the same time the results and interpretation of these are presented based on the final design of the flexible pavement, rigid pavement and cobbled pavement, at this point, the results obtained from the structural design of the flexible pavement are, a 6cm asphalt layer for Calle Ricardo Palma and 8cm for Prolongacion Calle 50, a 20 cm granular base and a 10 cm granular subbase for both streets, with respect to the rigid pavement we obtained a 20 cm concrete slab for Calle Ricardo Palma and 25 cm for Prolongacion Calle 50, with a 15 cm base for both streets, and finally for the articulated pavement, we obtained an 8 cm paving for Calle Ricardo Palma and 8 cm for the Prolongacion Calle 50, also a 4 cm sand folder for both streets, we also obtained a 25 cm granular base for the Calle Ricardo Palma and 20 cm for the Prolongacion Calle 50, plus a 15 cm subbase for this one.

In chapter V, the discussions obtained in the result of each pavement design are formulated and then proceed to the technical-economic comparison between them, obtaining as a result in relation to the flexible pavement a 137.4% economic saving with respect to the rigid pavement. and 85.6% with respect to the articulated pavement in Calle Ricardo Palma and 132.3% with respect to the rigid pavement and 76.4% with respect to the articulated pavement in Prolongacion Calle 50.

Finally, the conclusions, recommendations, bibliographic references and annexes of the project are proposed.

Keywords: flexible pavement, rigid pavement, articulated pavement.

PRESENTACIÓN

Señores Miembros del Jurado:

Dando cumplimiento y conformidad a los requisitos establecidos en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego y el Reglamento Interno de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil, ponemos a vuestra disposición el presente Trabajo de Suficiencia Profesional titulado:

“DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO UBICADO EN LA PROLONGACIÓN
CALLE 50 Y CALLE RICARDO PALMA, ALTO TRUJILLO - EL PORVENIR – LA
LIBERTAD”

El contenido del presente trabajo ha sido desarrollado tomándose en cuenta los conocimientos adquiridos durante nuestra formación profesional, junto a información obtenida de otras investigaciones, además del asesoramiento del Ing. Mamerto Rodríguez Ramos, con la convicción de alcanzar el propósito del estudio.

Atentamente,

Br. Carazas Aguilar, Karoline Nathaly

Br. Grabiél León, Irene Elizabeth

Trujillo, diciembre del 2021

ÍNDICE

DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTO	VII
RESUMEN	IX
ABSTRACT	XI
PRESENTACIÓN.....	XIII
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. El Problema.....	1
1.1.1. Realidad problemática	1
1.1.2. Enunciado del Problema.....	4
1.2. Objetivos de la Investigación.....	4
1.3. Justificación del estudio	4
II. MARCO DE REFERENCIA	5
2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO	5
2.1.1. Antecedentes Internacionales.....	5
2.1.2. Antecedentes Nacionales	7
2.1.3. Antecedentes Locales.....	9
2.2. MARCO TEÓRICO	10
2.2.1. Suelo	10
2.2.2. Vías Urbanas	10
2.2.3. Pavimento.....	12
2.2.4. Método de diseño	22
2.2.5. Variables para el diseño de pavimento flexible	24
2.2.6. Variables para el diseño de pavimento rígido	27
2.2.7. Variables para diseño de pavimento articulado.	30
2.3. MARCO CONCEPTUAL	31
2.4. HIPOTESIS	32
2.5. VARIABLES E INDICADORES	32
2.5.1. Variable dependiente:.....	32
2.5.2. Variable Independiente:.....	32
2.5.3. Operacionalización de las variables e indicadores	32
III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	33
3.1. Tipo y nivel de investigación	33
3.1.1. Tipo de investigación.	33
3.1.2. Nivel de investigación	34

3.2. Población y muestra del estudio	34
3.2.1. Población	34
3.2.2. Muestra.....	34
3.3. Diseño de Investigación	34
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	34
3.5. Procesamiento y análisis de datos.....	36
IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	37
4.1. Propuesta de Investigación.....	37
4.2. Analisis e interpretación de resultados.....	37
4.2.1. Estudio de tráfico	37
4.2.2. Situación Actual.....	37
4.2.3. Metodología – Trabajo de campo	38
4.2.4. Metodología del Trabajo de Gabinete.....	38
4.2.5. Estudio de mecánica de suelos	57
4.2.6. Diseño de pavimento flexible.....	63
4.2.7. Diseño de pavimento rígido.....	77
4.2.8. Diseño de pavimento articulado con adoquines de concreto.....	92
4.3. Prueba de Hipótesis.....	102
V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	102
CONCLUSIONES	106
RECOMENDACIONES	108
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	109
ANEXOS	112

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Operacionalización de variables e indicadores</i>	33
Tabla 2. <i>Conteo de Vehículos (Calle Ricardo Palma)</i>	40
Tabla 3. <i>Conteo de Vehículos (Prolongación calle 50)</i>	41
Tabla 4. <i>IMD (Calle Ricardo Palma)</i>	42
Tabla 5. <i>IMD (Prolongación Calle 50)</i>	43
Tabla 6. <i>Factores de Crecimiento Acumulado (Fca)</i>	44
Tabla 7. <i>Factores de Distribución Direccional y de Carril</i>	45
Tabla 8. <i>Configuración de ejes</i>	47
Tabla 9. <i>Relación de Cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) para pavimentos flexibles</i>	48
Tabla 10. <i>Relación de Cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) para pavimentos rígidos</i>	48
Tabla 11. <i>Factor de vehículo camión C2, C3 y C4 para pavimento flexible</i>	49
Tabla 12. <i>Factor de vehículo camión C2, C3 y C4 para pavimento rígido</i>	50
Tabla 13. <i>Ejes equivalentes día – carril para pavimento rígido de la Prolongación Calle 50</i>	52
Tabla 14. <i>Ejes equivalentes día – carril para pavimento flexible de la Prolongación Calle 50</i>	53
Tabla 15. <i>Ejes equivalentes día – carril para pavimento rígido de la Calle Ricardo Palma</i>	54
Tabla 16. <i>Ejes equivalentes día – carril para pavimento flexible de la Calle Ricardo Palma</i>	55
Tabla 17. <i>Número de repeticiones de E.E. de 8.2 tn para pavimento flexible de la Prolongación Calle 50 y Calle Ricardo Palma</i>	56
Tabla 18. <i>Número de repeticiones de E.E. de 8.2 tn para pavimento rígido de la Prolongación Calle 50 y Calle Ricardo Palma</i>	56
Tabla 19. <i>Exploración de campo (Calle Ricardo Palma)</i>	57
Tabla 20. <i>Exploración de campo (Prolongación Calle 50)</i>	57
Tabla 21. <i>Análisis Granulométrico (Calle Ricardo Palma)</i>	58
Tabla 22. <i>Análisis Granulométrico (Prolongación Calle 50)</i>	58
Tabla 23. <i>Límite Líquido (Calle Ricardo Palma)</i>	59
Tabla 24. <i>Límite Líquido (Prolongación Calle 50)</i>	59
Tabla 25. <i>Límite Plástico (Calle Ricardo Palma)</i>	60
Tabla 26. <i>Límite Plástico (Prolongación Calle 50)</i>	60
Tabla 27. <i>Contenido de Humedad (Calle Ricardo Palma)</i>	60
Tabla 28. <i>Contenido de Humedad (Prolongación Calle 50)</i>	61

Tabla 29. <i>Gravedad Específica de los Sólidos (Calle Ricardo Palma)</i>	61
Tabla 30. <i>Gravedad Específica de los Sólidos (Prolongación Calle 50)</i>	61
Tabla 31. <i>Proctor Modificado (Calle Ricardo Palma)</i>	62
Tabla 32. <i>Proctor Modificado (Prolongación Calle 50)</i>	62
Tabla 33. <i>CBR (Calle Ricardo Palma)</i>	62
Tabla 34. <i>CBR (Prolongación Calle 50)</i>	63
Tabla 35. <i>Valores recomendados de Nivel de Confiabilidad para una sola etapa de diseño (10 o 20 años) según rango de Tráfico</i>	65
Tabla 36. <i>Coeficiente Estadístico de la Desviación Estándar Normal (Zr)</i>	66
Tabla 37. <i>Diferencial de Serviciabilidad (ΔPSI) según Rango de Tráfico</i>	67
Tabla 38. <i>Coeficientes Estructurales de las Capas del Pavimento</i>	72
Tabla 39. <i>Valores recomendados de Espesores Mínimos de Capa Superficial para Pavimento Flexible</i>	74
Tabla 40. <i>Valores recomendados de Nivel de Confiabilidad (R) y Desviación Estándar Normal (Zr) según rango de Tráfico</i>	78
Tabla 41. <i>Índice de Serviciabilidad Inicial (Pi), Índice de Serviciabilidad Final o Terminal (Pt), Diferencial de Serviciabilidad según rango de tráfico</i>	80
Tabla 42. <i>Valores Recomendados de Resistencia del Concreto según rango de Tráfico</i>	81
Tabla 43. <i>Valores Recomendados del coeficiente de Transmisión de Carga en las juntas</i>	82
Tabla 44. <i>Valores recomendados de Espesores Mínimos de Capa Superficial para Pavimento Rígido</i>	85
Tabla 45. <i>Valores recomendados de Espesores Mínimos de Capa Superficial para Pavimento Articulado</i>	93
Tabla 46. <i>Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 tn para pavimento flexible y rígido</i>	103
Tabla 47. <i>Resultados de estudio de mecánica de suelos para el diseño de pavimentos</i>	103
Tabla 48. <i>Parámetros de Diseño para los diferentes Tipos de Pavimentos</i>	104
Tabla 49. <i>Espesores de las secciones para los diferentes tipos de pavimentos</i>	105

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Estructura de un pavimento flexible</i>	15
Figura 2. <i>Estructura de un pavimento rígido</i>	18
Figura 3. <i>Estructura de un pavimento articulado</i>	20
Figura 4. <i>Cálculo del Número Estructural (SN) en nomograma para la Calle Ricardo Palma</i>	69
Figura 5. <i>Cálculo del Número Estructural (SN) en nomograma para la Prolongación Calle 50</i>	70
Figura 6. <i>Sección del pavimento flexible de la Calle Ricardo Palma</i>	76
Figura 7. <i>Sección del pavimento flexible de la Prolongación Calle 50</i>	76
Figura 8. <i>Correlación CBR y Módulo de Reacción de la Subrasante</i>	83
Figura 9. <i>Cálculo del espesor de la losa de concreto en nomograma para la Calle Ricardo Palma</i>	88
Figura 10. <i>Cálculo del espesor de la losa de concreto en nomograma para la Prolongación Calle 50</i>	89
Figura 11. <i>Sección del pavimento rígido de la Calle Ricardo Palma</i>	90
Figura 12. <i>Sección del pavimento rígido de la Prolongación Calle 50</i>	90
Figura 13. <i>Detalle del paño de la losa de concreto del pavimento rígido</i>	92
Figura 14. <i>Sección del pavimento articulado de la Calle Ricardo Palma</i>	95
Figura 15. <i>Sección del pavimento articulado de la Prolongación Calle 50</i>	95

I.INTRODUCCIÓN

1.1. El Problema

1.1.1. Realidad problemática

Debido a la necesidad de estar conectados con todo el mundo a lo largo del tiempo se han venido construyendo diferentes tipos de vías y carreteras con el fin de satisfacer esta necesidad, siendo esta una pieza clave en el desarrollo económico y social en el territorio de un país; puesto que es el único medio que posibilita el transporte de personas y mercancías.

Alrededor del mundo existen miles de kilómetros de carreteras sin pavimentar, las cuales son dirigidas por una extensa variedad de autoridades nacionales, estatales y locales, así como también de entidades privadas. Por ello la construcción de carreteras en el mundo son de gran importancia tanto para el crecimiento económico como para nuestra vida cotidiana. (Gutierrez Soto, Gestión de Carreteras no Pavimentadas, 2017)

En Latinoamérica notamos un problema serio en cuanto a infraestructuras en vías de comunicación y esto representa una desventaja competitiva, puesto que en países con un adecuado desarrollo en transporte los costos de traslado son menores, mientras que en la región los caminos con desvíos permanentes o tramos deteriorados incrementan los costos de traslado. (Guzmán Boza, 2015)

Debido a ello, a lo largo del tiempo se han buscado diversos métodos de diseño de pavimentación, con el fin de reducir la aparición de

fallas, por ende, estas sean más duraderas. Puesto que “Un pavimento debe ser diseñado de tal manera que las cargas impuestas por el tránsito no generen deformaciones permanentes excesivas.” (Universidad Militar Nueva Granada, 2007)

En países de Europa, América y otros continentes, para realizar un diseño de pavimento flexible, este ha tenido que pasar por diferentes etapas, originando así, la aparición de diversos métodos; empíricos, de falla cortante límite, de flexión límite, de regresión basados en el desempeño de tramo de prueba. sin embargo, hoy en día, el más común y utilizado es el método denominado empírico –mecanicistas.

Julián Rivera (2015) asegura que el Perú cuenta con una red vial compuesta por más de 78 mil kilómetros de carreteras, pero solo cerca de 300 kilómetros corresponden a autopistas, por lo que se puede decir que nuestro país tiene deficiencias en infraestructura vial.

En la localidad de Trujillo, la entidad encargada del diseño, construcción, rehabilitación, mejoramiento y mantenimiento de pavimentos es la Municipalidad Provincial de Trujillo la cual para realizar el diseño de pavimentos se basan en la Norma CE-010 Pavimentos Urbanos.

Sin embargo, actualmente se puede observar como las vías de los lugares más apartados del centro de la ciudad de Trujillo, no se encuentran en buen estado, y en otros casos, no cuentan con ningún tipo de pavimentación, ejemplo de ello son las calles Prolongación Calle 50 y Calle Ricardo Palma; tramos que abarcan 1.84 Km. y 3.77 Km.

respectivamente, las cuales se encuentran ubicadas entre el barrio 1 y barrio 6 del Centro Poblado Alto Trujillo, provincia de El Porvenir.

Alto Trujillo; es un centro poblado que cuenta con más de 80,000 habitantes, tiene 32 barrios y hay otros dos barrios en expansión. Esta localidad posee varias vías sin pavimentar. La Prolongación Calle 50 y la Calle Ricardo Palma, son unas de las tantas calles de Alto Trujillo que no cuentan con un estudio de transitabilidad vial a pesar de ser calles bastante transitables puesto que, son rutas establecidas para vehículos de algunas empresas de transporte público. Sin embargo, al igual que las demás vías sin pavimentar, está también genera incomodidad tanto a los peatones como conductores, debido a las partículas diminutas que flotan en el aire formando una capa de suciedad, lo que origina enfermedades respiratorias en los habitantes; por otro lado, también la falta de pavimentación y mal estado de la vía, genera el deterioro de los vehículos.

Debido a la deficiencia que enfrenta la Prolongación Calle 50 y Calle Ricardo Palma, de la localidad de Alto Trujillo, se propone realizar un diseño estructural del pavimento, con el fin de determinar el tipo de pavimento más adecuado para dichas calles, así mismo lograr disminuir el deterioro de vehículos, garantizando seguridad y confort a quienes la utilicen; además de reducir la contaminación, para mejorar la calidad de vida de la población, buscando así el desarrollo de la localidad.

1.1.2. Enunciado del Problema

¿Cuál de los tres tipos de pavimento es el más óptimo para la Prolongación Calle 50 y Calle Ricardo Palma, Alto Trujillo – El porvenir – La Libertad?

1.2. Objetivos de la Investigación

1.2.1. Objetivo general

Realizar el diseño estructural del pavimento para la Prolongación Calle 50 y la Calle Ricardo Palma - Alto Trujillo - El Porvenir – La Libertad”

1.2.2. Objetivos específicos

- Realizar una evaluación situacional de la zona de estudio.
- Realizar un análisis de tráfico para determinar las cargas a las que estará sometido el pavimento.
- Realizar un estudio de mecánica de suelos para determinar las características del suelo de la zona de estudio.
- Determinar los espesores de las capas de los diferentes tipos de pavimento aplicando el método AASHTO93.
- Realizar una comparación entre los resultados de diseño de cada tipo de pavimento y determinar cuál es el más adecuado para el sector de aplicación.

1.3. Justificación del estudio

Se justifica académicamente porque en este proyecto se aplicarán todos los conocimientos, técnicas y metodologías adquiridas durante la etapa

académica, con respecto a la rama de suelos y pavimentos, puesto que se llevarán a cabo todos los ensayos requeridos, con el fin de realizar el diseño estructural del pavimento flexible, rígido y articulado para la Prolongación Calle 50 y Calle Ricardo Palma, ubicadas en el centro poblado Alto Trujillo, y con ello poder determinar el tipo de pavimento más adecuado para esta localidad.

Este proyecto se justifica técnicamente ya que se tomará en cuenta los parámetros establecidos en la guía Aashto 93, para el diseño del pavimento, así como también la norma técnica CE 0.10 de pavimentos urbanos y el manual de carreteras.

Se justifica socialmente porque este proyecto es óptimo para todos; puesto que es una de las necesidades básicas de la población de Alto Trujillo, consideramos que esta propuesta es una alternativa adecuada con la que se logrará satisfacer no solo la obligación de viajar, sino también las necesidades esenciales de la población, además de reducir la contaminación, mejorando así la calidad de vida de los habitantes.

II. MARCO DE REFERENCIA

2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

2.1.1. Antecedentes Internacionales

(Burgos Vasquéz, 2014), en su investigación, “**ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE UN PAVIMENTO RÍGIDO Y UN PAVIMENTO FLEXIBLE PARA LA RUTA S/R: SANTA ELVIRA – EL ARENAL, EN LA COMUNA DE VALDIVIA**” realizada en la UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE , se propuso analizar comparativamente el diseño y los costos económicos asociados entre un pavimento rígido y un pavimento flexible

para la ruta s/r: Santa Elvira – El Arenal, en la comuna de Valdivia, para el desarrollo de la investigación , con respecto al pavimento flexible, se basa en dos normativas muy reconocidas dentro de ésta área, como lo son el método AASHTO y el Manual de Carreteras del Ministerio de Obras Públicas de Chile. Posterior al diseño, se realiza la ejecución del mismo, etapa dentro de la cual se muestran las distintas aplicaciones que tienen los pavimentos flexibles, con respecto a el pavimento rígido, también incluye el método AASHTO, procediendo a su ejecución, donde se mencionan todos los aspectos que intervienen en el proceso de construcción. La investigación llevo a los siguientes resultados; que, para el pavimento flexible, la carpeta de rodadura es de espesor de 130 mm y una Base granular de 150 mm con un CBR del 80% como indica el Vol. 3 del Manual de Carreteras 2012, mientras que, para el pavimento rígido, el espesor de la losa es de 200 mm, la subrasante de 200 mm y la Base de 150 mm con un CBR del 80%. También se determinó el análisis comparativo de costos, donde el pavimento rígido presenta un costo de \$21.088.990 aproximadamente, superando ampliamente al pavimento flexible, el cual alcanza una suma de \$15.360.370 En términos porcentuales, la alternativa con hormigón cuesta alrededor de un 40% más que la alternativa con pavimento asfáltico. El principal aporte a nuestro trabajo de investigación es que el factor más importante es la cantidad de flujo vehicular. Bajo estos parámetros la solución más viable es la utilización del pavimento flexible debido a que el Transito Medio Diario Anual (TMDA) al que está sujeto el camino que une Santa Elvira

con El Arenal no presenta mayor exigencia en cuanto a los Ejes Equivalentes.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

(Calla Mamani, 2015), en su investigación, “**PAVIMENTACION DE LOS JIRONES ACHAYA Y PUNO DE MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CAMINACA AZÀNGARO**”, realizada en la UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO, se propuso, elaborar el estudio definitivo de pavimentación en los jirones Achaya, Manco Capac, Conde de Lemus, Arica, y Puno de la Municipalidad Distrital de Caminaca para brindar adecuadas condiciones de transitabilidad vehicular y peatonal, por lo cual desarrollo , el diseño del pavimento rígido la cual se evalúa mediante dos métodos , ASSTHO 93 y PCA de los jirones Achaya con una longitud de 76.00m, Manco Capac con una longitud de 71.00m, Conde de Lemus con una longitud de 187.00m, Arica con una longitud de 70.00m y Puno con una longitud de 79.00m ,teniendo un total de 483.00 metros, con un ancho de vía promedio igual a 7.8 metros, de concreto hidráulico $f'c=210$ kg/cm², veredas de concreto frotachado coloreado con una calidad de $f'c=175$ kg/ cm². La investigación llego a los siguientes resultados, por el método aasto 93 se obtuvo valores de Espesor Sub-base : 20.0 cm y Espesor Losa Concreto : 16.0 cm, mientras que con el método PCA, se obtuvo , Espesor Sub-base : 20.0 cm. Espesor Losa Concreto : 20.0 cm y para el Sistema de drenaje se determinó la cuneta de sección típica con un $f'c=175$ kg/cm². El principal aporte a nuestro trabajo de investigación es que, El CBR de diseño del terreno de fundación se halló tomando en cuenta las recomendaciones

de AASHTO – 93, teniendo un ESAL de Diseño de 0.27×10^6 Número de Ejes Equivalentes corresponde un percentil del 75%, con lo que se obtiene un CBR de diseño de 11%

(Vega Pérrigo , 2018), en su investigación “**DISEÑO DE LOS PAVIMENTOS DE LA CARRETERA DE ACCESO AL NUEVO PUERTO DE YURIMAGUAS (KM 1+000 A 2+000), realizado en la PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**”, propuso realizar el diseño del pavimento del tramo comprendido entre el kilómetro 1+000 y 2+000 de la carretera de acceso al Nuevo Puerto de Yurimaguas por ello, considero dos tipos de pavimentos: flexible y rígido. El pavimento flexible se diseñará mediante la metodología de la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) y la del Instituto del Asfalto (IA) y El pavimento rígido será diseñado también mediante dos metodologías: la de la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) y la de la Portland Cement Association (PCA), además de realizar un análisis económico comparativo entre las dos opciones elegidas con el fin de encontrar la estructura más óptima del pavimento., teniendo como resultados para el pavimento rígido, según la metodología de la PCA, un espesor de base de 15 cm; al igual que por la metodología de la AASHTO, pero un espesor de losa de concreto de 24 cm; 4 cm menor que por la otra metodología; por lo que se eligió esta alternativa como la más óptima del pavimento rígido, mientras que en el pavimento flexible, el espesor mínimo de carpeta asfáltica por la metodología del IA fue de 5 pulgadas a diferencia de la AASHTO, donde se usó un espesor mínimo de carpeta

asfáltica de 4 pulgadas. Por ello se obtuvo que el pavimento flexible diseñado por la metodología de la AASHTO (subbase de 55 cm, base de 25 cm y carpeta asfáltica de 4 pulgadas) representó la alternativa de menor costo inicial (S/. 1, 203,703). Es preciso mencionar que el costo inicial de la estructura del pavimento rígido fue de S/. 1, 261,528; costo mayor en 4.8% al del pavimento flexible. El principal aporte nuestro trabajo de investigación es que, el estudio de tráfico es el dato de entrada más importante en la metodología de diseño de pavimentos y es por ello que en proyectos como el de la presente tesis se recomienda instalar estaciones de pesaje que regulen las cargas máximas legales permitidas por tipo de vehículo para así no incurrir en un subdimensionamiento del pavimento.

2.1.3. Antecedentes Locales

(Albino & Cisneros, 2017), en su investigación **“DIAGNÓSTICO DE LA TRANSITABILIDAD VIAL Y PROPUESTA DEL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO EN LAS CALLES 5 Y 9 DEL CENTRO POBLADO ALTO TRUJILLO – TRUJILLO - LA LIBERTAD”**, realizada en la Universidad privada Antenor Orrego, propuso Diagnosticar la transitabilidad vial para definir la estructura de pavimento más favorable en las calles 5 y 9 del centro poblado Alto Trujillo – El Porvenir – Trujillo – La Libertad , para ello tuvo en cuenta los volúmenes de tránsito existentes, las proyecciones de los mismos y el aspecto estético del proyecto integral, además de zonificar estratégicamente la ubicación de los pozos de extracción de muestras para posteriormente determinar sus propiedades físicas y mecánicas de este suelo extraído y

determinar su capacidad de carga que presenta esta zona, todo regido según la metodología AASHTO 93 , llegando a tener como resultados los siguientes espesores , para la carpeta asfáltica 5cm , la base de 20 cm y sub base de 15 cm , además que el tránsito vehicular de las vías en cuestión tiene como mayor influencia vehicular entre las 6 am. y 2 pm. (debido a la existencia de instituciones educativas, áreas recreacionales, centros de salud, etc.). El principal aporte a nuestro trabajo de investigación es que las horas pico en las vías de estudio son: 6:00 am. – 8:00 am., 12:00 pm. – 2:00 pm., 6:00 pm. – 8:00 pm., teniendo como hora de máxima demanda 12:00 pm. – 1:00 pm., siendo el intervalo crítico de 12:30 pm. – 12:45 pm. En este lapso de tiempo, se pudo observar una gran influencia vehicular (474 vehículos), obteniendo como resultado, congestionamiento en las intersecciones principales de la zona, generando caos y riesgo de algún accidente

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Suelo

El suelo es el soporte de la estructura de pavimento y representa uno de los problemas más complejos de entender. El efecto del suelo influye en la definición del trazo y las dimensiones de la estructura del pavimento, así como también los trabajos requeridos durante la vida útil del pavimento. (Mendez, 2009, pág. 12)

2.2.2. Vías Urbanas

Es el lugar utilizado por ciertos medios de transporte y personas para desplazarse o circular y siempre están presentes en las ciudades.

Un sistema vial urbano desempeña dos funciones principales:

- De acceso a las propiedades colindantes
- De circulación, para facilitar la realización de las actividades que se desarrollan en una ciudad, como puede ser la movilización de sus habitantes y el traslado de objetos y carga en general.

a. Vías Expresas

Las vías expresas sirven principalmente para el tránsito de paso (origen y destino distantes entre sí). Unen zonas de elevada generación de tráfico transportando grandes volúmenes de vehículos con circulación a alta velocidad. En su recorrido no es permitido el estacionamiento, la descarga de mercaderías, ni el tránsito de peatones.

Las vías expresas están directamente conectadas entre sí con vías arteriales. (Ingeniería de Transporte, 2016)

b. Vías arteriales

Estas vías deben ser integradas dentro del sistema de vías expresas y permitir una buena distribución y repartición del tráfico a las vías colectoras y locales. El estacionamiento y descarga de mercancías está prohibido.

Las vías arteriales se conectan a vías expresas, a otras vías arteriales y a vías colectoras, no siendo conveniente que se encuentren conectadas a vías locales residenciales. (Ingeniería de Transporte, 2016)

c. Vías Colectoras

Las vías colectoras sirven para llevar el tránsito de las vías locales a las arteriales y en algunos casos a las vías expresas cuando no es posible hacerlo por intermedio de las vías arteriales. Dan servicio tanto al tránsito de paso, como hacia las propiedades adyacentes.

Las vías colectoras se conectan con las arterias y con las locales, siendo su proporción siempre mayor con las vías locales que con las vías arteriales. (Ingeniería de Transporte, 2016)

d. Vías locales

Son aquellas cuya función principal es proveer acceso a los predios o lotes, debiendo llevar únicamente su tránsito propio, generado tanto de ingreso como de salida. Por ellas transitan vehículos livianos, ocasionalmente semipesados; se permite estacionamiento vehicular y existe tránsito peatonal irrestricto.

Las vías locales se conectan entre ellas y con las vías colectoras. (Ingeniería de Transporte, 2016)

2.2.3. Pavimento

Se llama pavimento al conjunto de capas de material seleccionado que reciben en forma directa las cargas del tránsito y las transmiten a los estratos inferiores en forma disipada, proporcionando una superficie de rodamiento, la cual debe funcionar eficientemente. Además deberá presentar una resistencia adecuada a los esfuerzos

destructivos del tránsito, de la intemperie y del agua. (Ortega Maldonado, s.f.)

Características de un pavimento

Un pavimento, para cumplir adecuadamente sus funciones debe reunir las siguientes condiciones:

- Ser resistente a la acción de las cargas impuestas por el tránsito.
- Ser resistente ante los agentes de intemperismo.
- Presentar una textura superficial adaptada a las velocidades previstas de circulación de los vehículos, por cuanto ella tiene una decisiva influencia en la seguridad vial. Además, debe ser resistente al desgaste producido por el efecto abrasivo de las llantas de los vehículos.
- Debe presentar una regularidad superficial, tanto transversal como longitudinal, que permitan una adecuada comodidad a los usuarios en función de las longitudes de onda de las deformaciones y de la velocidad de circulación.
- Debe ser durable.
- Presentar condiciones adecuadas respecto al drenaje.
- El ruido de rodadura, en el interior de los vehículos que afectan al usuario, así como en el exterior, que influye en el entorno, debe ser adecuadamente moderado.
- Debe ser económico.

- Debe poseer el color adecuado para evitar deslumbramientos, y ofrecer una adecuada seguridad al tránsito. (Ing. Montejo Fonseca, 2002)

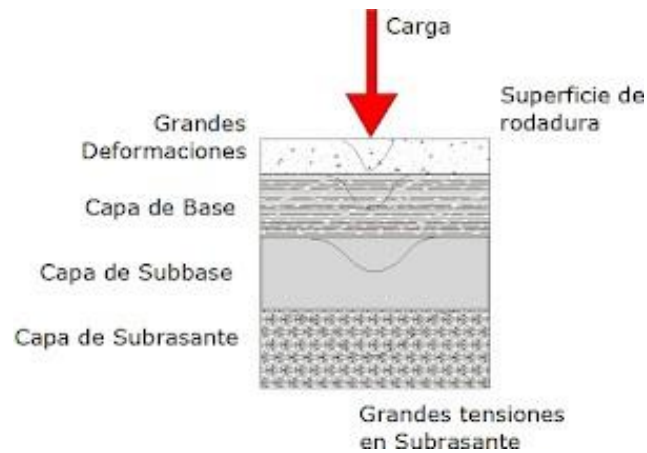
2.2.3.1. Clasificación de los pavimentos

En nuestro medio los pavimentos se clasifican en: pavimento flexible, pavimento rígido y pavimentos articulados.

a. Pavimentos flexibles

Este pavimento está formado por una carpeta bituminosa apoyada generalmente sobre dos capas no rígidas, la basa y la subbase. No obstante, puede prescindirse de cualquiera de estas capas dependiendo de las necesidades particulares de cada obra. (Ing. Montejo Fonseca, 2002)

El pavimento flexible resulta más económico en su construcción inicial, tiene un periodo de vida de entre 10 y 15 años, pero tienen la desventaja de requerir mantenimiento constante para cumplir con su vida útil. (Yarango Serrano, 2014)

Figura 1.*Estructura de un pavimento flexible*

Nota. Tomado de Unknow, 2015.

-Carpeta o capa de rodadura:

Es la capa más superficial y tiene como principal función proporcionar una superficie segura, cómoda y estable en el tránsito vehicular; además de actuar como capa impermeable para impedir la infiltración de agua en la estructura del pavimento. (Camargo, s.f.)

Funciones de la capa de rodadura:

La capa de rodadura o revestimiento asfáltico tiene las siguientes funciones:

- Impermeabilizar el pavimento, para que las capas subyacentes puedan mantener su capacidad de soporte.
- Proveer una superficie resistente al deslizamiento, incluso en una pista húmeda.
- Reducir las tensiones verticales que la carga por eje ejerce

sobre la capa base, para poder controlar la acumulación de deformaciones plásticas en dicha capa. (FIUBA et al., s.f.)

-La base:

Es la capa de material que se construye sobre la subbase. los materiales con los que se construye deben ser de mejor calidad que los de la subbase y su función es la de tener la resistencia estructural para soportar las presiones transmitidas por los vehículos. Tener el espesor suficiente para que pueda resistir las presiones transmitidas a la sub base. Aunque exista humedad la base no debe de presentar cambios volumétricos perjudiciales. (FIUBA et al., s.f.)

Funciones de la capa base:

La capa base tiene las siguientes funciones:

- Reducir las tensiones verticales que las cargas por eje ejercen sobre las capas sub-base y suelo natural.
- Reducir las deformaciones de tracción que las cargas por eje ejercen a la capa de revestimiento asfáltico.
- Permitir el drenaje del agua que se infiltra en el pavimento, a través de drenajes laterales longitudinales. (Cueva del Ingeniero Civil, s.f.)

-La subbase:

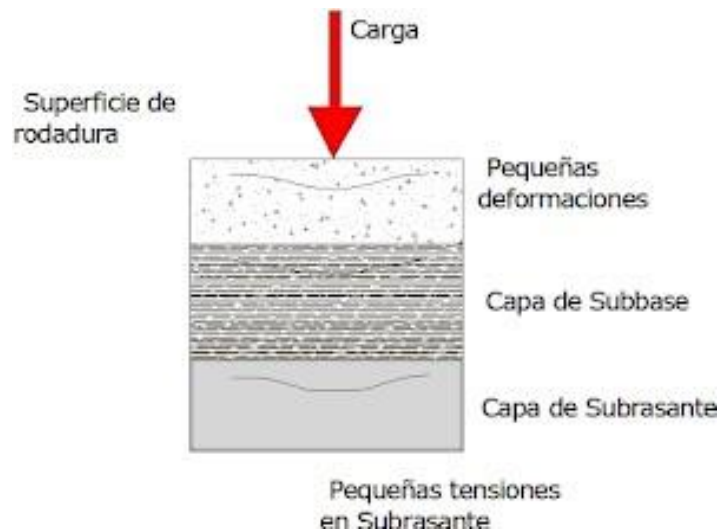
Se considera una capa netamente económica, debido a que los contenidos de sus materiales son muy accesibles y económicos. Tiene la función de actuar como capa de

transición entre la base y la subrasante, puesto que impide la penetración de materiales finos de la subrasante así, como la ascensión capilar. (Camargo, s.f.)

b. Pavimentos rígidos

Son aquellos que fundamentalmente están constituidos por una losa de concreto hidráulico, apoyada sobre la subrasante o sobre una capa, de material seleccionado, la cual se denomina subbase del pavimento rígido. Debido a la alta rigidez del concreto hidráulico, así como de su elevado coeficiente de elasticidad, la distribución de los esfuerzos se produce en una zona muy amplia. Además, como el concreto es capaz de resistir, en cierto grado, esfuerzos a la tensión, el comportamiento de un pavimento rígido es suficientemente satisfactorio aun cuando existan zonas débiles en la subrasante. (Ing. Montejo Fonseca, 2002).

Este tipo de pavimentos no puede plegarse a las deformaciones de las capas inferiores. La sección transversal de un pavimento rígido está compuesta por la losa de concreto hidráulico que va sobre la subbase y éstas sobre la subrasante. Tiene un costo inicial más elevado que los pavimentos flexibles y su período de vida varía entre 20 y 40 años. El mantenimiento que requiere es mínimo y se orienta generalmente al tratamiento de juntas de las losas. (Yarango Serrano, 2014).

Figura 2.*Estructura de un pavimento rígido*

Nota. Tomado de Unknow, 2015.

-Losas de concreto

Las funciones de la losa en el pavimento rígido son las mismas de la carpeta en el flexible, más la función estructural de soportar y transmitir en nivel adecuado los esfuerzos que le apliquen. (Ing. Montejo Fonseca, 2002).

-La subbase

La función más importante es impedir la acción del bombeo en las juntas, grietas y extremos del pavimento. Se entiende por bombeo a la influencia de material fino con agua fuera de la estructura del pavimento, debido a la infiltración de agua por las juntas de las losas. El agua que penetra a través de las juntas licúa el suelo fino de la subrasante facilitando así su evacuación a la superficie bajo la presión ejercida por las cargas circulantes a través de las losas.

(Gutierrez Soto, Gestión de Carreteras no Pavimentadas, 2017).

-Subrasante

Es la capa de terreno de una carretera que soporta la estructura de pavimento y que se extiende hasta una profundidad que no afecte la carga de diseño que corresponde al tránsito previsto. Esta capa puede estar formada en corte o relleno y una vez compactada debe tener las secciones transversales y pendientes especificadas en los planos finales de diseño. El espesor de pavimento dependerá en gran parte de la calidad de la subrasante, por lo que ésta debe cumplir con los requisitos de resistencia, incompresibilidad e inmunidad a la expansión y contracción por efectos de la humedad, por consiguiente, el diseño de un pavimento es esencialmente el ajuste de la carga de diseño por rueda a la capacidad de la subrasante. (Rígidos, Diseño y Conservación de Pavimentos, s.f.)

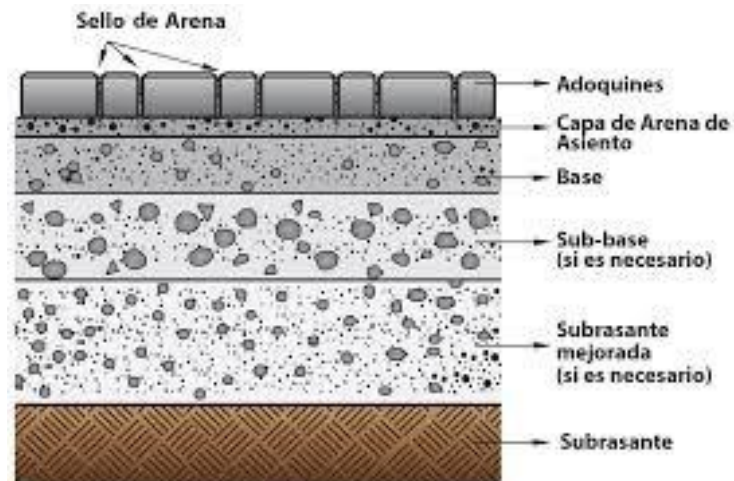
c. Pavimentos articulados

Los pavimentos articulados están compuestos por una capa de rodadura que está elaborada con bloques de concreto prefabricado, llamados adoquines, de espesor uniforme e iguales entre sí. Esta puede ir sobre una capa delgada de arena la cual, a su vez, se apoya sobre una capa de base granular o directamente sobre la subrasante

dependiendo de la calidad de ésta y de la magnitud y frecuencia de las cargas que circularan por dicho pavimento. (Ing. Montejo Fonseca, 2002).

Figura 3.

Estructura de un pavimento articulado



Nota. Tomado de Guía de Instalación de Adoquines de concreto, 2014.

-Adoquines

Es un elemento macizo, en este caso de concreto, de forma de prisma, recto, con planta poligonal con un diseño tal que ajustan bien unos con otros formando una superficie continua y dejando una pequeña junta entre ellos. Deben tener una resistencia adecuada para soportar las cargas del tránsito, y en especial, el desgaste producido por este. (Ing. Montejo Fonseca, 2002).

-Sello de arena

Está constituido por arena fina que se coloca como llenante de las juntas entre los adoquines; sirve como sello de

las mismas y contribuye al funcionamiento, como un todo, de los elementos de la capa de rodadura. (Ing. Montejo Fonseca, 2002).

-Capa de arena

Es una capa de poco espesor, de arena gruesa y limpia que se coloca directamente sobre la base; sirve de asiento a los adoquines y como filtro para el agua eventualmente pueda penetrar por las juntas entre estos. (Ing. Montejo Fonseca, 2002).

-La base

Es la capa colocada entre la subrasante y la capa de rodadura. Esta capa le da mayor espesor y capacidad estructural al pavimento. Puede estar compuesta por dos o más capas de materiales seleccionados, en la cual se podrán utilizar material granular, suelo estabilizados o concreto pobre. (Ing. Montejo Fonseca, 2002).

-Sub rasante

La sub-rasante deberá tener una composición homogénea, libre de materia orgánica y se compactará lo necesario para proporcionar un soporte uniforme al pavimento a la sub-rasante se le darán las mismas formas geométricas en lo posible especificadas para la superficie de adoquines (perfiles), de manera que tanto la base como la capa de arena se puedan colocar cada una con un espesor

uniforme en toda el área del pavimento y así obtener, en la superficie de este, los perfiles especificados. (Amaya Pérez, 2014).

2.2.4. Método de diseño

2.2.4.1. Método AASHTO 1993

La metodología AASHTO 93 tiene su origen en la prueba de caminos AASHO (AASHO Road Test) realizada entre los años 1958-1960 en Ottawa, Illinois, EE.UU. En dicha prueba se utilizaron dos tipos de pavimento (asfalto y hormigón), cuatro tipos de bases granulares y un tipo de subbase y subrasante. Durante la realización de la prueba se tomaron mediciones en el pavimento, con los datos obtenidos se calibraron ecuaciones que dieron origen a la AASHO Interim Guide (1961). Posteriormente se sometió a una Primera revisión (1972) y luego a revisiones y modificaciones realizadas en 1981, 1986 y 1993, incorporando conceptos tales como variabilidad, confiabilidad y rehabilitación a lo largo de las distintas versiones. (Código de Normas y Especificaciones Técnicas de obras de Pavimentación, 2018).

El objetivo principal del AASHO Road Test fue el de obtener relaciones confiables referentes al comportamiento y deterioro en los pavimentos después de que se les aplicaran cargas controladas de tránsito. (Manual de Carreteras: "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos", 2013).

2.2.4.2. Parámetros de entrada de diseño

a. Periodo de diseño

El periodo de diseño a ser empleado para el presente manual de diseño para pavimentos flexibles será hasta 10 años para caminos de bajo volumen de tránsito, periodo de diseños por dos etapas de 10 años y periodo de diseño en una etapa de 20 años. El ingeniero de diseño de pavimentos puede ajustar el periodo de diseño según las condiciones específicas del proyecto y lo requerido por la entidad.

b. Tránsito

Por los diferentes tipos de vías circulan una gran variedad de vehículos, de dimensiones, pesos y configuraciones de ruedas muy diferentes, las que transmiten cargas muy distintas y que se distribuyen de forma no uniforme en la superficie pavimentada. (Fontalba Gallardo, 2015).

Los métodos de diseño consideran estas variables, ya que las cargas inducidas en el pavimento por el tránsito son el factor principal para establecer las dimensiones y características que debe tener un pavimento para soportar correctamente estas solicitaciones en un periodo determinado. (Fontalba Gallardo, 2015).

c. Factor de Ejes Equivalentes

La AASHO Road Test estableció un procedimiento para transformar los diferentes tipos y pesos de ejes que circulan por un camino a un eje patrón único. (Fontalba Gallardo, 2015).

Este procedimiento transforma los distintos ejes que circulan por una vía, a un eje simple de rueda doble de 80 kN de peso, el cual es considerado como eje patrón. (Fontalba Gallardo, 2015).

El factor de ejes equivalentes es un valor numérico que expresa la relación entre la pérdida de serviciabilidad originada por la carga de un eje cualquiera, con la originada por un eje standard, para un pavimento dado. La relación es la siguiente. (Fontalba Gallardo, 2015).

Factor EEx

$$= \frac{\text{Números de ejes de 80kN que causan determinada pérdida de serviciabilidad}}{\text{Números de ejes de X peso (kN) que causan la misma pérdida de serviciabilidad}}$$

2.2.5. Variables para el diseño de pavimento flexible

La ecuación básica para el diseño de la estructura de un pavimento flexible es la siguiente:

$$\text{Log (W18)} = Z_r * S_o + 9.36 \text{Log } 10 (\text{SN} + 1) - 0.2 + \frac{\text{Log}10 \left(\frac{\Delta \text{PSI}}{4.2 - 1.5} \right)}{0.4 + \frac{1094}{(\text{SN} + 1)^{5.19}}} + 2.32 \text{Log } 10 M_r - 8.07$$

A partir de esta ecuación se desprenden las siguientes definiciones:

- **Wt18:** Es el número Acumulado de Ejes Simples Equivalentes a 18000 lb (80 kN) para el periodo de diseño, corresponde al Número de

Repeticiones de EE de 8.2t; el cual se establece con base en la información del estudio de tráfico (Manual de Carreteras: “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”, 2013)

- **MR: Modulo de resiliencia.** El Modulo de Resiliencia es una medida de la rigidez del suelo de subrasante, el cual para su cálculo se empleará la ecuación, que correlaciona con el CBR, recomendada por el MEPDG (Mechanistic Empirical Pavement Design Guide). (Manual de Carreteras: “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”, 2013)

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

- **%R: Confiabilidad.** La confiabilidad representa la probabilidad de que el pavimento sobrevivirá al periodo de diseño. (Fontalba Gallardo, 2015).

A mayor nivel de confiabilidad se incrementará el espesor de la estructura del pavimento a diseñar. (Manual de Carreteras: “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”, 2013).

> nivel de confiabilidad > espesor del pavimento

- **ZR: Coeficiente estadístico de desviación estándar normal.** El coeficiente estadístico de Desviación Estándar Normal representa el valor de la Confiabilidad seleccionada, para un conjunto de datos en una distribución normal. (Manual de Carreteras: “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”, 2013). Para calcular el coeficiente estadístico de desviación estándar se puede utilizar el porcentaje de confiabilidad adoptado para el diseño. (Manual de Carreteras: “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”, 2013).

- **So: Desviación estándar combinada.** La Desviación Estándar Combinada, es un valor que toma en cuenta la variabilidad esperada de la predicción del tránsito y de los otros factores que afectan el comportamiento del pavimento; como, por ejemplo, construcción, medio ambiente, incertidumbre del modelo. (Manual de Carreteras: “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”, 2013).
- **Δ PSI: Variación de serviciabilidad.** Capacidad del pavimento de servir al tránsito que circula por la vía, y se magnifica en una escala de 0 a 5, donde 0 significa una calificación de intransitable y 5 una calificación de excelente que es un valor ideal que en la práctica no se da. El valor de 0 es un indicador muy pesimista, pues AASHTO 93 emplea el valor de 1.5 como índice de serviciabilidad terminal del pavimento. (Manual de Carreteras: “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”, 2013).
- **Cd: Coeficiente de drenaje.** Este coeficiente tiene por finalidad tomar en cuenta la influencia del drenaje en la estructura del pavimento. Está en función del tiempo en el que estos materiales del pavimento estén expuestos a la humedad, saturación y tiempo en el que el agua drena. (Manual de Carreteras: “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”, 2013).
- **SN: Número estructural requerido.** Los datos obtenidos y procesados se aplican a la ecuación de diseño AASHTO y se obtiene el Número Estructural.

Esto representa el espesor total del pavimento a colocar y debe ser transformado al espesor efectivo de cada una de las capas que lo constituirán, o sea de la capa de rodadura, de base y de subbase, mediante el uso de los coeficientes estructurales, esta conversión se obtiene aplicando la siguiente ecuación: (Manual de Carreteras: “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”, 2013) (Manual de Carreteras: “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”, 2013).

$$SN = a_1 * d_1 + a_{aa} * d_{aa} * m_{aa} + a_{aa} * d_{aa} * m_{aa}$$

Donde:

a_1, a_2, a_3 = coeficientes estructurales de las capas: superficial, base y sub base, respectivamente. (Manual de Carreteras: “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”, 2013).

d_1, d_2, d_3 = espesores (en centímetros) de las capas: superficial, base y subbase, respectivamente. (Manual de Carreteras: “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”, 2013).

m_2, m_3 = coeficientes de drenaje para las capas de base y subbase, respectivamente. (Manual de Carreteras: “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”, 2013).

2.2.6. Variables para el diseño de pavimento rígido

La ecuación básica para el diseño de la estructura de un pavimento flexible es la siguiente:

$$\text{Log}(W_{8.2}) = Z_r S_o + 7.35 \text{Log}_{10}(D + 25.4) - 10.39 + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta \text{PSI}}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.25 * 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 \text{Pt}) \text{Log}_{10}\left(\frac{M_r C_d (0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 * J (0.09 D^{0.75} - \frac{7.38}{(\frac{E_c}{K})^{0.25}})}\right)$$

Donde:

- **W8.2:** Número previsto de ejes equivalentes de 8.2 toneladas métricas, a lo largo del periodo de diseño. (Manual de Carreteras: “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”, 2013).
- **ZR:** Desviación normal estándar. (Manual de Carreteras: “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”, 2013)
- **So:** Error estándar combinado en la predicción del tránsito y en la variación del comportamiento esperado del pavimento. El rango típico sugerido por AASHTO para la desviación estándar (so) en pavimentos rígidos está comprendido entre **0.30** < so < **0.40**. (Manual de Carreteras: “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”, 2013). (Manual de Carreteras: “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”, 2013).
- **D:** Espesor de pavimento de concreto, en milímetros. (Manual de Carreteras: “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”, 2013).
- **ΔPSI:** El valor Δp depende de la calidad de la construcción. Se define como la diferencia entre el índice de serviciabilidad inicial y final Los valores recomendados son los que se obtuvieron en el AASHO Road Test: (Manual de Carreteras: “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”, 2013).

Índice de serviciabilidad inicial (p_o) = 4.5 para el caso de pavimentos de concreto.

En cuanto al pf , se sugiere emplear valores de:

Índice serviciabilidad final (pf) = 2.5 para autopistas y vías importantes.

Índice serviciabilidad final (pf) = 2.0 para vías urbanas y secundarias.

• **S \acute{c} : Resistencia media del concreto.** Es un parámetro muy importante como variable de entrada para el diseño de pavimentos rígidos, ya que va a controlar el agrietamiento por fatiga del pavimento, originado por las cargas repetitivas de camiones. Se le conoce también como resistencia a la tracción del concreto por flexión. (Guía AASHTO para el Diseño de Estructuras de Pavimentos, 1993). (Manual de Carreteras: "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos", 2013).

• **Ec: Módulo de elasticidad del concreto.** El módulo de elasticidad del concreto es un parámetro particularmente importante para el dimensionamiento de estructuras de concreto armado. La predicción del mismo se puede efectuar a partir de la resistencia a compresión o flexotracción, a través de correlaciones establecidas. (Manual de Carreteras: "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos", 2013). (Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2013).

• **Cd: Coeficiente de drenaje.** Las condiciones de drenaje representan la probabilidad de que la estructura bajo la losa de concreto mantenga agua libre o humedad por un cierto tiempo. (Manual de Carreteras: "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos", 2013).

• **J: Coeficiente de transmisión de carga en las juntas.** Tránsito de Carga (J). Es un parámetro empleado para el diseño de pavimentos de concreto que expresa la capacidad de la estructura como transmisora de cargas entre juntas y fisuras. (Manual de Carreteras: “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”, 2013).

• **K: Módulo de reacción.** El parámetro que caracteriza al tipo de subrasante es el módulo de reacción de la subrasante (K).
Adicionalmente se contempla una mejora en el nivel de soporte de la subrasante con la colocación de capas intermedias granulares o tratadas, efecto que mejora las condiciones de apoyo y puede llegar a reducir el espesor calculado de concreto. (Manual de Carreteras: “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”, 2013).

2.2.7. Variables para diseño de pavimento articulado.

Los parámetros tomados en cuenta para el desarrollo del diseño de pavimento articulado son similares a los que se emplean para el diseño estructural de pavimento flexible, como son: Índice de Serviciabilidad, Confiabilidad (R), Desviación Estándar Normal (Zr), Desviación Estándar Combinada (So), Coeficiente de Drenaje, Determinación del CBR, Módulo Resiliente (MR) y coeficientes estructurales de capa.

Sin embargo, para este diseño, también se consideran:

-Coeficiente estructural de la carpeta a_1 = (Adoquín), en pavimento articulado.

-Coeficiente estructural a_2 = base granular en pavimento articulado. Se determina, a partir del Módulo Resiliente.

2.3. MARCO CONCEPTUAL

- **Cbr:** EL CBR es un ensayo para evaluar la calidad de un material de suelo con base en su resistencia, medida a través de un ensayo de placa a escala. (Laurento Vargas, 2017)
- **Juntas:** Son cortes que se realizan a lo largo y ancho del pavimento y su objetivo es controlar la figuración y agrietamiento que sufre la losa del pavimento debido a la contracción propia del concreto por pérdida de humedad, así como a las variaciones de temperatura que sufre la losa por su exposición al medio ambiente, y el gradiente de temperatura existente desde la superficie hasta la sub base. (Manual de Carreteras: “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”, 2013)
- **Pasadores:** Son barras de acero lisas, insertadas en la mitad de las juntas con el propósito de transferir cargas sin restringir el movimiento de las losas y permitiendo el alineamiento horizontal y vertical. El empleo de pasadores disminuye las deflexiones y los esfuerzos del concreto, reduciendo el escalonamiento, bombeo y las fallas de esquina. (Manual de Carreteras: “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”, 2013)
- **Pavimento:** Estructura compuesta por capas que apoya en toda su superficie sobre el terreno preparado para soportarla durante un lapso denominado Período de Diseño y dentro de un rango de Serviciabilidad. Esta definición incluye pistas, estacionamientos, aceras o veredas, pasajes peatonales y ciclo vías. (Reglamento Nacional de Edificaciones Norma CE.010, 2010)

- **Periodo de Diseño:** Es el tiempo, normalmente expresado en años, transcurrido entre la construcción (denominada año cero) y el momento de la rehabilitación del pavimento. (Reglamento Nacional de Edificaciones Norma CE.010, 2010)

2.4. HIPOTESIS

El pavimento rígido será el pavimento más adecuado para la Prolongación Calle 50 y Calle Ricardo Palma.

2.5. VARIABLES E INDICADORES

2.5.1. Variable dependiente:

Diseño estructural del pavimento

2.5.2. Variable Independiente:

Parámetros de diseño

2.5.3. Operacionalización de las variables e indicadores

Tabla 1.

Operacionalización de variables e indicadores

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	INSTRUMENTOS
DEPENDIENTE Diseño Estructural del Pavimento	Diseño por el método AASHTO 93	Trafico en ejes equivalentes (W18)	(# EE)	Guía ASSHTO93 para el Diseño de Estructuras de Pavimentos
		Módulo de resiliencia (Mr)	(psi)	
		Confiabilidad (R)	(%)	
		Desviación estándar normal (Zr)	(-)	
		Desviación estándar combinada (So)	(-)	
		Serviciabilidad (Δ PSI)	(-)	
		Coefficiente de drenaje (Cd)	(-)	
		Coefficientes estructurales de capa (SN)	(-)	
		Resistencia Media del Concreto (S'c)	kg/cm ²	
		Módulo de elasticidad de concreto (Ec)	(psi)	
		Coefficiente de transmisión de carga en las juntas (J)	(-)	
		Módulo de reacción (K)	Mpa/m	
Espesor de pavimento de concreto (D)	cm			
INDEPENDIENTE Parámetros de diseño	Estudio de tráfico	IMDA (Índice Medio Diario Anual)	Veh/día	Conteo de vehículos, manualmente
	Estudio de suelos	Granulometría	(%)	Laboratorio de suelos de acuerdo a normas ASMT
		Contenido de humedad	(%)	
		Gravedad específica de los sólidos	(%)	
		Límites de consistencia	(%)	
		Proctor modificado	(%)	
		CBR	(%)	

Nota. Fuente: Elaboración Propia.

III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo y nivel de investigación

3.1.1. Tipo de investigación.

La investigación corresponde al tipo de investigación aplicada.

3.1.2. Nivel de investigación

Este estudio pertenece al nivel descriptivo.

3.2. Población y muestra del estudio

3.2.1. Población

La población para esta investigación es la Prolongación Calle 50 y la Calle Ricardo Palma, las cuales se encuentran ubicadas en el centro poblado de Alto Trujillo, provincia de Trujillo, departamento de La Libertad.

3.2.2. Muestra

La muestra es el número de calicatas realizadas, en este caso 2 calicatas para la prolongación calle 50 y 3 calicatas para la Calle Ricardo Palma de la localidad del Alto Trujillo, para fines de pavimentación, por ende, es un muestreo de tipo no probabilístico.

3.3. Diseño de Investigación

De campo; porque la recolección de datos se realizó directamente del tramo en estudio, los cuales son datos procedentes de la realidad. Se aplicará la metodología aashto93 para determinar los espesores de la estructura de cada tipo de pavimento.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

▪ Estudio de mecánica de suelos

Ubicaremos las calicatas a realizar y extraeremos el material necesario para empezar a trabajar.

Instrumentos:

- Palana
- Bolsas plásticas
- Wincha
- Saco
- Juego de Tamices
- Balanza
- Cucharas
- Cuarteador
- Horno
- Charola de aluminio
- Espátula
- Cronometro
- Vernier
- Mesa vibratoria
- Sobrecarga
- Mortero de porcelana
- Probetas de vidrio
- Pesa filtros de vidrio o aluminio
- Acanalador de bronce o acero inoxidable
- Estufa

- Aparato para la determinación semimecánica (o mecánica) del límite líquido de las dimensiones molde de 6''
- pisonos manuales o modificados
- recipientes

Usos:

- Granulometría
 - Contenido de humedad
 - Gravedad específica de los sólidos
 - Límites de consistencia
 - CBR
 - Proctor modificado
- Análisis de tráfico

Instrumentos:

- Microsoft Excel 2016: Software de apoyo para la realización de tablas de datos obtenidos, como es, el conteo vehicular.

3.5. Procesamiento y análisis de datos

- Para el estudio de tráfico vehicular, se realizó un conteo de vehículos según las categorías como lo indica en el Manual de Carreteras, se generarán tablas que permitirán realizar anotación del conteo de vehículos de la zona en estudio, para ello se hará uso del programa Microsoft Excel 2016.
- Para realizar el diseño del terreno en estudio se hará uso del programa Civil 3D.

- Para plasmar el plano de ubicación y distinguir puntos para la realización de las calicatas se hará uso del programa AutoCAD 2018.
- Para la elaboración del proyecto de tesis se hará uso del programa Microsoft Word 2016.

IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Propuesta de Investigación

Debido a la propuesta de realizar un diseño estructural del pavimento, con el fin de determinar el tipo de pavimento más adecuado para las calles Ricardo Palma y Prolongación Calle 50, se realizará el conteo de vehículos como un parámetro para el diseño del pavimento, así como también calicatas para estudios de suelos.

4.2. Analisis e interpretación de resultados

4.2.1. Estudio de tráfico

El estudio de tráfico se realizó mediante trabajos de campo ubicados en la Calle Ricardo Palma y Prolongación Calle 50. Cabe recalcar que este parámetro es de suma importancia puesto que es el pavimento el que soportará las cargas vehiculares durante todo su periodo de diseño.

4.2.2. Situación Actual

La Calle Ricardo Palma y Prolongación Calle 50 son avenidas que se encuentran a nivel de afirmado.

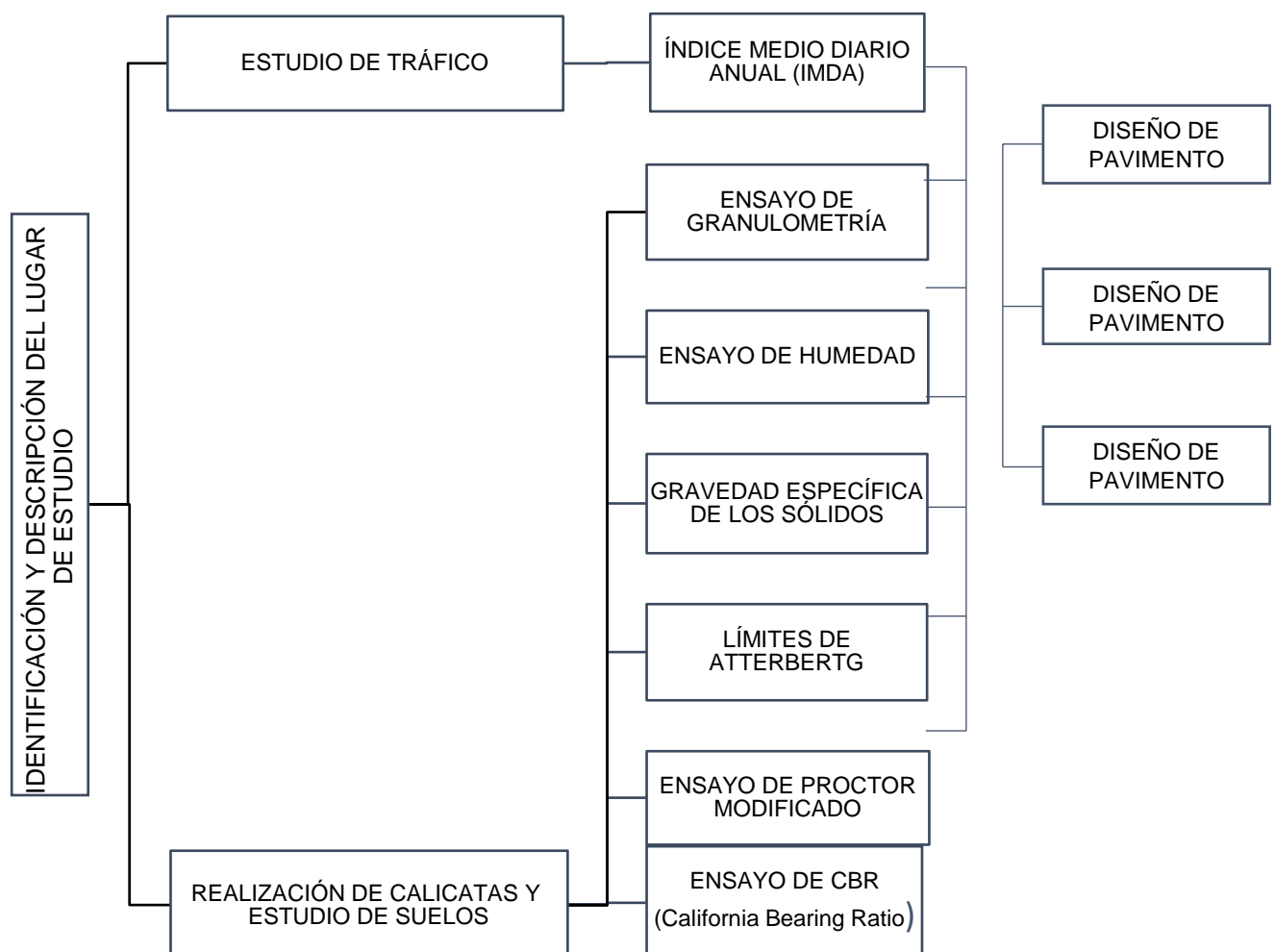
Por estas calles transitan diversidad de vehículos ligeros como: mototaxis, motocicletas, autos, camionetas, micros, buses C2 y buses

C3 y también vehículos pesados como: camiones C2 y camiones C3. El flujo vehicular aumenta durante las horas de la mañana de 8 a 10 a.m., en la tarde de 12 a 2 p.m. y en la noche de 5 a 7 p.m.

4.2.3. Metodología – Trabajo de campo

Todos los procedimientos realizados para el conteo de vehículos, el procesamiento de datos y la obtención del número de repeticiones de ejes equivalentes de 8.2 tn. se realizaron en base a las recomendaciones del “Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2013”. Los aforos fueron realizados en periodos de 12 horas durante 7 días consecutivos.

4.2.4. Metodología del Trabajo de Gabinete



4.2.4.1. Conteo de Vehículos

Calle Ricardo Palma

Se consideraron 2 puntos de control para el conteo de vehículos:

- Punto de Control N°1: Intersección entre “” Avenida A y calle Ricardo Palma
- Punto de Control N°2: Intersección entre la “Prolongación Calle 50” y la “Calle Ricardo Palma”.

Las labores de conteo y clasificación en el campo, se desarrollaron de la siguiente manera:

- Punto de Control N°1: Día lunes 10 al jueves 15 de mayo del 2021.
- Punto de Control N°2: Día viernes 14 al domingo 16 de mayo del 2021.

En la Tabla 2 se muestra el conteo vehicular de la Calle Ricardo Palma, que se realizó durante 7 días por 12 horas al día, desde el 10/05/2021 al 16/05/2021.

Tabla 2.*Conteo de Vehículos (Calle Ricardo Palma)*

ESTACION	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
MOTO	144	148	133	130	123	174	177
MOTOTAXI	186	200	230	193	247	229	247
MOTOCAR	46	34	27	37	53	59	66
AUTO	819	726	748	713	853	874	890
CAMIONETA	84	62	61	65	58	76	78
COMBI	8	15	23	20	17	18	23
MICRO	218	221	214	203	202	204	219
BUS 2 EJES	2	3	5	4	2	5	3
CAMION 2 E	31	36	18	24	31	18	5
CAMION 3 E	11	8	3	2	5	1	0
CAMION 4 E	2	1	1	0	0	0	0

Nota: Fuente: Elaboración propia.

Prolongación Calle 50

Se consideraron 2 puntos de control para el conteo de vehículos:

- Punto de Control N°1: Intersección entre “Prolongación Calle 50” y “Prolongación avenida 1”
- Punto de Control N°2: Intersección entre la “Prolongación Calle 50” y la “Calle Ricardo Palma”.

Las labores de conteo y clasificación en el campo, se desarrollaron de la siguiente manera:

- Punto de Control N°1: Día lunes 10 al jueves 15 de mayo del 2021.
- Punto de Control N°2: Día viernes 14 al domingo 16 de mayo del 2021.

En la Tabla 3 se muestra el conteo vehicular de la Prolongación Calle 50 que se realizó durante 7 días por 12 horas al día, desde el 10/05/2021 al 16/05/2021.

Tabla 3.

Conteo de Vehículos (Prolongación calle 50)

ESTACION	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
MOTO	149	109	123	113	111	131	108
MOTOTAXI	133	92	94	113	134	126	104
MOTOCAR	40	44	31	42	46	37	34
AUTO	892	783	710	796	835	836	746
CAMIONETA	71	60	41	59	62	56	57
COMBI	150	157	152	159	156	138	128
MICRO	38	31	22	31	29	27	24
BUS 2 EJES	3	3	4	3	2	3	3
CAMION 2 E	67	59	54	63	62	33	25
CAMION 3 E	24	23	22	20	19	6	3
CAMION 4 E	2	4	0	0	2	0	0


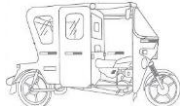

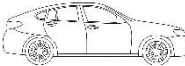







Nota: Fuente: Elaboración propia.

4.2.4.2. Calculo del IMD's

En el diseño estructural del pavimento, se tiene en consideración el IMD's (Índice Medio Diario Semanal), este valor nos brinda el volumen vehicular por días de la semana.




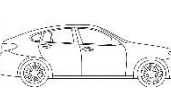







En la Tabla 4 se muestra el IMD de la Calle Ricardo Palma por vehículo, siendo el promedio de vehículos por el tiempo contabilizado durante la semana.

Tabla 4.*IMD (Calle Ricardo Palma)*

ESTACION	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	IMD	IMD's
MOTO 	144	148	133	130	123	174	177	1029	147
MOTOTAXI 	186	200	230	193	247	229	247	1532	219
MOTOCAR 	46	34	27	37	53	59	66	322	46
AUTO 	819	726	748	713	853	874	890	5623	803
CAMIONETA 	84	62	61	65	58	76	78	484	69
COMBI 	8	15	23	20	17	18	23	124	18
MICRO 	218	221	214	203	202	204	219	1481	212
BUS 2 EJES 	2	3	5	4	2	5	3	24	3
CAMION 2 E 	31	36	18	24	31	18	5	163	23
CAMION 3 E 	11	8	3	2	5	1	0	30	4
CAMION 4 E 	2	1	1	0	0	0	0	4	1

Nota. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 5.*IMD (Prolongación Calle 50)*

ESTACION	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	IMD	IMD's
MOTO 	149	109	123	113	111	131	108	844	121
MOTOTAXI 	133	92	94	113	134	126	104	796	114
MOTOCAR 	40	44	31	42	46	37	34	274	39
AUTO 	892	783	710	796	835	836	746	5598	800
CAMIONETA 	71	60	41	59	62	56	57	406	58
COMBI 	150	157	152	159	156	138	128	1040	149
MICRO 	38	31	22	31	29	27	24	202	29
BUS 2 EJES 	3	3	4	3	2	3	3	21	3
CAMION 2 E 	67	59	54	63	62	33	25	363	52
CAMION 3 E 	24	23	22	20	19	6	3	117	17
CAMION 4 E 	2	4	0	0	2	0	0	8	1

Nota. Fuente: Elaboración Propia.

En la Tabla 5 se muestra el IMD de la Prolongación Calle 50 por vehículo, siendo el promedio de vehículos por el tiempo contabilizado durante la semana.

4.2.4.3. Cálculo del Factor de Crecimiento Acumulado (Fca)

Para realizar el diseño de pavimento de la Prolongación Calle 50 y Calle Ricardo Palma se estableció un periodo de diseño de 20 años. La Tasa de Crecimiento Promedio Anual de la Población para el centro poblado Alto Trujillo, tiene un valor de 4.25% anual, lo cual se usará como el Factor de Crecimiento Acumulado.

Tabla 6.

Factores de Crecimiento Acumulado (Fca)

Periodo de Analisis (años)	Factor sin crecimiento	Tasa anual de crecimiento (r)							
		2	3	4	5	6	7	8	10
1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	2.00	2.02	2.03	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.10
3	3.00	3.06	3.09	3.12	3.15	3.18	3.21	3.25	3.31
4	4.00	4.12	4.18	4.25	4.31	4.37	4.44	4.51	4.64
5	5.00	5.20	5.19	5.42	5.53	5.64	5.75	5.87	6.11
6	6.00	6.31	6.47	6.63	6.80	6.98	7.15	7.34	7.72
7	7.00	7.43	7.66	7.90	8.14	8.39	8.65	8.92	9.49
8	8.00	8.58	8.89	9.21	9.55	9.90	10.26	10.64	11.44
9	9.00	9.75	10.16	10.58	11.03	11.49	11.98	12.49	13.58
10	10.00	10.95	11.46	12.01	12.58	13.18	13.82	14.49	15.94
11	11.00	12.17	12.81	13.49	14.21	14.97	15.78	16.65	18.53
12	12.00	13.41	14.19	15.03	15.92	16.87	17.89	18.98	21.38
13	13.00	14.68	15.62	16.63	17.71	18.88	20.14	21.50	24.52
14	14.00	15.97	17.09	18.29	19.16	21.01	22.55	24.21	27.97
15	15.00	17.29	18.6	20.02	21.58	23.28	25.13	27.15	31.77
16	16.00	18.64	20.16	21.82	23.66	25.67	27.89	30.32	35.95
17	17.00	20.01	21.76	23.7	25.84	28.21	30.84	33.75	40.55
18	18.00	21.41	23.41	25.65	28.13	30.91	34.00	37.45	45.60
19	19.00	22.84	25.12	27.67	30.54	33.76	37.38	41.45	51.16
20	20.00	24.30	26.87	29.78	33.06	36.79	41.00	45.76	57.28

Nota. Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología,

Geotecnia y Pavimentos, 2013. Elaboración propia.

El Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos establece los valores para el factor de crecimiento acumulado (Fca). De donde se obtuvo que para los valores de 4% = 29.78 y 5% =

33.06, los cuales al interpolar podemos decir que, para una tasa anual de crecimiento del 4.25% obtenemos un valor de **Fca=**

30.6

4.2.4.4. Cálculo del Factor de Distribución Direccional (Fd) y de Carril (Fc)

Estos factores se determinaron en función del número de calzadas que se desea diseñar para el pavimento, así como también el número de sentidos y el número de carriles por sentido. En este diseño se va a realizar una calzada de dos sentidos, con un carril por sentido.

El Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos, establece los valores para los factores de Distribución Direccional (Fd) y de Carril (Fc).

Tabla 7.

Factores de Distribución Direccional y de Carril

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor Ponderado FdxFc para carril de diseño
1 calzada (para IMDa 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 calzadas con separador central (para IMDa total de las dos calzadas)	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
	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



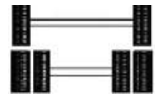
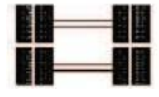


Nota. Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2013. Elaboración propia.

De acuerdo con el diseño del pavimento se obtuvo un valor de **Fd=0.50 y Fc=1.00**.

4.2.4.5. Conteo del Factor Eje Equivalente (E.E) y Factor de Vehículo Pesado (Fvp)

AASHTO definió como un EE, al efecto de deterioro causado sobre el pavimento por un eje simple de dos ruedas convencionales cargado con 8.2 tn de peso, con neumáticos a la presión de 80 lbs/pulg². (Manual de Carreteras: "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos", 2013)

Tabla 8.*Configuración de ejes*

Conjunto de Eje (s)	Nomenclatura	N° de neumáticos	Capacidad máx.	Gráfico
EJE SIMPLE (Con rueda simple)	1RS	02	7	
EJE SIMPLE (Con rueda doble)	1RD	04	11	
EJE TANDEM (1 eje rueda simple + 1 eje rueda doble)	1RS + 1RD	06	16	
EJE TANDEM (2 ejes rueda doble)	2RD	08	18	
EJE TRIDEM (1 eje rueda simple + 2 ejes rueda doble)	1RS + 2RD	10	23	
EJE TRIDEM (3 ejes rueda doble)	3RD	12	25	

Nota. Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2013. Elaboración propia.

Para el cálculo de los EE, se utilizarán las siguientes relaciones simplificadas:

Tabla 9.

Relación de Cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) para pavimentos flexibles

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE _{8.2tn})
Eje Simple de ruedas simples (EE _{s1})	EE _{s1} = [P/6.6] ^{4.0}
Eje Simple de ruedas dobles (EE _{s2})	EE _{s2} = [P/8.2] ^{4.0}
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TA1})	EE _{TA1} = [P/14.8] ^{4.0}
Eje Tandem (2 ejes de ruedas dobles) (EE _{TA2})	EE _{TA2} = [P/15.1] ^{4.0}
Eje Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TR1})	EE _{TR1} = [P/20.7] ^{3.9}
Eje Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE _{TR2})	EE _{TR2} = [P/21.8] ^{3.9}

P = peso real por eje en toneladas

Nota. Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2013, en base a correlaciones con los valores de las Tablas del apéndice D de la Guía AASHTO'93.
Elaboración Propia.

Tabla 10.

Relación de Cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) para pavimentos rígidos

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE _{8.2tn})
Eje Simple de ruedas simples (EE _{s1})	EE _{s1} = [P/6.6] ^{4.1}
Eje Simple de ruedas dobles (EE _{s2})	EE _{s2} = [P/8.2] ^{4.1}
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TA1})	EE _{TA1} = [P/13.0] ^{4.1}
Eje Tandem (2 ejes de ruedas dobles) (EE _{TA2})	EE _{TA2} = [P/13.3] ^{4.1}
Eje Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TR1})	EE _{TR1} = [P/16.6] ^{4.0}
Eje Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE _{TR2})	EE _{TR2} = [P/17.5] ^{4.0}

P = peso real por eje en toneladas

Nota. Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2013, en base a correlaciones con los valores de las Tablas del apéndice D de la Guía AASHTO'93.

Según el Reglamento Nacional de Vehículos establece como pesos máximos de sus ejes, para el Camión C2 el peso

total es de 18tn, pesando 7 tn para el eje delantero y 11 tn para su eje posterior; para el Camión C3 el peso total es de 23tn, pesando 7 tn para el eje delantero y 18 tn para el conjunto de ejes traseros y para el Camión C4 el peso total es de 30tn, pesando 7 tn para el eje delantero y 23 tn para el conjunto de ejes traseros.

Tabla 11.

Factor de vehículo camión C2, C3 y C4 para pavimento flexible

TIPO DE VEH.	CAMION C2	
	E1	E2
Ejes	$EE_{S1}=[P/6.6]^{4.0}$	$EE_{S2}=[P/8.2]^{4.0}$
Cargas (tn)	7	11
Tipo de Eje	Eje Simple	Eje Simple
Tipo de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble
Factor E.E.	1.265	3.238
Total Factor E.E.	4.504	

TIPO DE VEH.	CAMION C3		CAMION C4	
	E1	E2	E1	E2
Ejes	$EE_{S1}=[P/6.6]^{4.0}$	$EE_{TA2}=[P/15.1]^{4.0}$	$EE_{S1}=[P/6.6]^{4.0}$	$EE_{TR1}=[P/20.7]^{3.9}$
Cargas (tn)	7	18	7	23
Tipo de Eje	Eje Simple	Eje Tándem	Eje Simple	Eje Tridem
Tipo de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble	Rueda Simple	Rueda Doble + Rueda Simple
Factor E.E.	1.265	2.019	1.265	1.508
Total Factor E.E.	3.285		2.774	

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12.

Factor de vehículo camión C2, C3 y C4 para pavimento rígido

TIPO DE VEH.	CAMION C2	
	E1	E2
Ejes	$EE_{S1}=[P/6.6]^{4.1}$	$EE_{S2}=[P/8.2]^{4.1}$
Cargas (tn)	7	11
Tipo de Eje	Eje Simple	Eje Simple
Tipo de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble
Factor E.E.	1.273	3.335
Total Factor E.E.	4.608	

TIPO DE VEH.	CAMION C3		CAMION C4	
	E1	E2	E1	E2
Ejes	$EE_{S1}=[P/6.6]^{4.1}$	$EE_{TA2}=[P/13.3]^{4.1}$	$EE_{S1}=[P/6.6]^{4.1}$	$EE_{TR1}=[P/16.6]^{4.0}$
Cargas (tn)	7	18	7	23
Tipo de Eje	Eje Simple	Eje Tándem	Eje Simple	Eje Tridem
Tipo de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble	Rueda Simple	Rueda Doble + Rueda Simple
Factor E.E.	1.273	3.458	1.273	3.685
Total Factor E.E.	4.731		4.958	

Nota. Fuente: Elaboración propia

El Factor Vehículo Pesado (Fvp), se define como el número de ejes equivalentes promedio por tipo de vehículo pesado (bus o camión), y el promedio se obtiene dividiendo la sumatoria de ejes equivalentes (EE) de un determinado tipo de vehículo pesado entre el número total del tipo de vehículo pesado seleccionado. Por lo tanto, el Factor de Vehículo Pesado (Fvp) para pavimento flexible o semirrígido será igual a **3.521** y el Factor de Vehículo Pesado (Fvp) para pavimento rígido será igual a **4.766**.

4.2.4.6. Cálculo del Factor de Ajuste de Presión de Neumático (Fp)

Para el cálculo de EE, se tomó en cuenta un factor de ajuste por presión de neumáticos, de tal manera de computar el

efecto adicional de deterioro que producen las presiones de los neumáticos sobre el pavimento.

Tomando en cuenta las recomendaciones del Manual de carreteras “Suelos, geología, geotecnia y pavimentos” se consideró un factor de ajuste de presión de neumático **Fp= 1.00** para los 3 casos de pavimento.

4.2.4.7. Cálculo de Número de Repeticiones de Eje Equivalente de 8.2 Tn




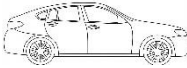







Para el cálculo de repeticiones de ejes equivalentes en el periodo de diseño, se usará la siguiente expresión por tipo de vehículo.

$$N_{rep \text{ de EE } 8.2 \text{ tn}} = \sum [EE_{\text{día-carril}} \times F_{ca} \times 365]$$

En la Tabla 13, Tabla 14, Tabla 15 y Tabla 16 se muestran los valores de E.E., que se obtuvo de multiplicar el IMD por cada tipo de vehículo pesado, por el Factor Direccional, por el Factor Carril de diseño, por el Factor Vehículo Pesado y por el Factor de Presión de neumáticos.

Tabla 13.




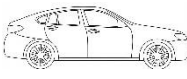




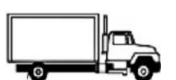


*Ejes equivalentes día – carril para pavimento rígido de la
Prolongación Calle 50*

ESTACION		IMD	FACTOR DIRECCIONAL (Fd)	FACTOR CARRIL (Fc)	FACTOR VEHICULO PESADO (Fvp)	FACTOR DE AJUSTE POR PRESION DE NEUMATICO (Fp)	EE día-carril
MOTO		121	0.50	1.00	0.0000	1.00	0.0001
MOTOTAXI		114	0.50	1.00	0.0001	1.00	0.004
MOTOCAR		39	0.50	1.00	0.0001	1.00	0.001
AUTO		800	0.50	1.00	0.0006	1.00	0.227
CAMIONETA		58	0.50	1.00	0.0087	1.00	0.251
COMBI		149	0.50	1.00	0.0188	1.00	1.397
MICROBUS		29	0.50	1.00	0.0941	1.00	1.358
BUS 2 EJES		3	0.50	1.00	4.608	1.00	6.912
CAMION 2 E		52	0.50	1.00	4.608	1.00	119.479
CAMION 3 E		17	0.50	1.00	4.731	1.00	39.538
CAMION 4 E		1	0.50	1.00	4.958	1.00	2.833
						Σ EE día-carril	171.999

Nota. Fuente: Elaboración propia.




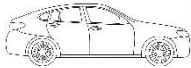







Tabla 14.

*Ejes equivalentes día – carril para pavimento flexible de la
Prolongación Calle 50*

ESTACION		IMD	FACTOR DIRECCIONAL (Fd)	FACTOR CARRIL (Fc)	FACTOR VEHICULO PESADO (Fvp)	FACTOR DE AJUSTE POR PRESION DE NEUMATICO (Fp)	EE día-carril
MOTO		121	0.50	1.00	0.0000	1.00	0.0001
MOTOTAXI		114	0.50	1.00	0.0001	1.00	0.005
MOTOCAR		39	0.50	1.00	0.0001	1.00	0.002
AUTO		800	0.50	1.00	0.0007	1.00	0.277
CAMIONETA		58	0.50	1.00	0.0099	1.00	0.287
COMBI		149	0.50	1.00	0.0209	1.00	1.555
MICROBUS		29	0.50	1.00	0.1012	1.00	1.460
BUS 2 EJES		3	0.50	1.00	4.504	1.00	6.756
CAMION 2 E		52	0.50	1.00	4.504	1.00	116.782
CAMION 3 E		17	0.50	1.00	3.285	1.00	27.453
CAMION 4 E		1	0.50	1.00	2.774	1.00	1.585
						Σ EE día-carril	156.162




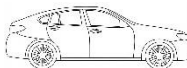







Nota. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 15.*Ejes equivalentes día – carril para pavimento rígido de la Calle**Ricardo Palma*

ESTACION		IMD	FACTOR DIRECCIONAL (Fd)	FACTOR CARRIL (Fc)	FACTOR VEHICULO PESADO (Fvp)	FACTOR DE AJUSTE POR PRESION DE NEUMATICO (Fp)	EE día-carril
MOTO		147	0.50	1.00	0.0000	1.00	0.00009
MOTOTAXI		219	0.50	1.00	0.0001	1.00	0.007
MOTOCAR		46	0.50	1.00	0.0001	1.00	0.001
AUTO		803	0.50	1.00	0.0006	1.00	0.228
CAMIONETA		69	0.50	1.00	0.0087	1.00	0.299
COMBI		18	0.50	1.00	0.0188	1.00	0.167
MICROBUS		212	0.50	1.00	0.0941	1.00	9.955
BUS 2 EJES		3	0.50	1.00	4.608	1.00	7.899
CAMION 2 E		23	0.50	1.00	4.608	1.00	53.650
CAMION 3 E		4	0.50	1.00	4.731	1.00	10.138
CAMION 4 E		1	0.50	1.00	4.958	1.00	1.417
						Σ EE día-carril	83.760

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16.*Ejes equivalentes día – carril para pavimento flexible de la Calle**Ricardo Palma*

ESTACION		IMD	FACTOR DIRECCIONAL (Fd)	FACTOR CARRIL (Fc)	FACTOR VEHICULO PESADO (Fvp)	FACTOR DE AJUSTE POR PRESION DE NEUMATICO (Fp)	EE día-carril
MOTO		147	0.50	1.00	0.0000	1.00	0.00009
MOTOTAXI		219	0.50	1.00	0.0001	1.00	0.007
MOTOCAR		46	0.50	1.00	0.0001	1.00	0.001
AUTO		803	0.50	1.00	0.0006	1.00	0.228
CAMIONETA		69	0.50	1.00	0.0087	1.00	0.299
COMBI		18	0.50	1.00	0.0188	1.00	0.167
MICROBUS		212	0.50	1.00	0.0941	1.00	9.955
BUS 2 EJES		3	0.50	1.00	4.608	1.00	7.899
CAMION 2 E		23	0.50	1.00	4.608	1.00	53.650
CAMION 3 E		4	0.50	1.00	4.731	1.00	10.138
CAMION 4 E		1	0.50	1.00	4.958	1.00	1.417
						Σ EE día-carril	79.516

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Basándonos en los resultados obtenidos hallaremos el número de repeticiones de Ejes Equivalentes multiplicando la Sumatoria de Ejes Equivalentes por los 365 días del año por el crecimiento acumulado proyectado en 20 años.

$$\mathbf{Nrep \ de \ EE_{8.2tn} = \Sigma [EE_{día-carril} \times Fca \times 365]}$$

Al resolver la ecuación obtenemos los siguientes resultados de Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes de la Calle Ricardo Palma y Prolongación Calle 50 para los diferentes pavimentos.

Tabla 17.

Número de repeticiones de E.E. de 8.2 tn para pavimento flexible de la Prolongación Calle 50 y Calle Ricardo Palma

TRAMOS	CALLE RICARDO PALMA	PROLONGACION CALLE 50
NUMERO DE REPETICIONES DE E.E.	888,111.38	1'744,174.46

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18.

Número de repeticiones de E.E. de 8.2 tn para pavimento rígido de la Prolongación Calle 50 y Calle Ricardo Palma

TRAMOS	CALLE RICARDO PALMA	PROLONGACION CALLE 50
NUMERO DE REPETICIONES DE E.E.	935,523.27	1'921,052.03

Nota. Fuente: Elaboración propia.

4.2.5. Estudio de mecánica de suelos

4.2.5.1. Exploración de Campo

Se llevó a cabo la ejecución de 5 calicatas con una profundidad de 1.5 m con respecto al nivel actual del terreno. Las 5 muestras se han considerado para fines del presente estudio.

Tabla 19.

Exploración de campo (Calle Ricardo Palma)

N° CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD
C – 1	M – 1	1.5 m
C – 2	M – 2	1.5 m
C – 3	M – 3	1.5 m

Nota. Fuente: Elaboración Propia

Tabla 20.

Exploración de campo (Prolongación Calle 50)

N° CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD
C – 4	M – 4	1.5 m
C – 5	M – 5	1.5 m

Nota. Fuente: Elaboración Propia

4.2.5.2. Ensayos de Laboratorio

Una vez recogidas las muestras se procedió a realizar los siguientes ensayos:

a. Análisis Granulométrico (MTC E107-ASTM D-422)

Esta prueba se realizó para determinar las proporciones relativas de sus diferentes partículas de acuerdo a su tamaño.

Tabla 21.

Análisis Granulométrico (Calle Ricardo Palma)

N° DE CALICATA	MUESTRA	% GRAVA	% ARENA	% FINO
C - 1	M - 1	0	96.9	3.1
C - 2	M - 2	0	94	6
C - 3	M - 3	0	95.6	4.4

Nota. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 22.

Análisis Granulométrico (Prolongación Calle 50)

N° DE CALICATA	MUESTRA	% GRAVA	% ARENA	% FINO
C - 4	M - 4	3.3	93.6	3.1
C - 5	M - 5	13.8	82.1	4.1

Nota. Fuente: Elaboración Propia

b. Limite Liquido (MTC E 110/ASTM D-4318)

Esta prueba se realizó para determinar el máximo contenido de humedad que puede contener el suelo manteniendo aún su plasticidad.

Tabla 23.*Límite Líquido (Calle Ricardo Palma)*

Nº DE CALICATA	MUESTRA	LIMITE LIQUIDO
C – 1	M – 1	NP
C – 2	M – 2	NP
C – 3	M – 3	NP

Nota. Fuente: Elaboración Propia**Tabla 24.***Límite Líquido (Prolongación Calle 50)*

Nº DE CALICATA	MUESTRA	LIMITE LIQUIDO
C – 4	M – 1	NP
C – 5	M – 2	NP

Nota. Fuente: Elaboración Propia**c. Límite Plástico (MTC E 111/ASTM D-4318)**

Esta prueba se realizó para determinar la mínima cantidad de humedad con la que el suelo cambia al disminuir su humedad de la consistencia plástica a la semisólida, o, al aumentar su humedad, de la consistencia semisólida a la plástica. En este estado, el suelo puede ser deformado rápidamente o moldeado sin recuperación elástica, cambio de volumen, agrietamiento o desmoronamiento.

Tabla 25.*Límite Plástico (Calle Ricardo Palma)*

N° DE CALICATA	MUESTRA	LIMITE PLASTICO
C – 1	M – 1	NP
C – 2	M – 2	NP
C – 3	M – 3	NP

Nota. Fuente: Elaboración Propia.**Tabla 26.***Límite Plástico (Prolongación Calle 50)*

N° DE CALICATA	MUESTRA	LIMITE PLASTICO
C – 4	M – 1	NP
C – 5	M – 2	NP

Nota. Fuente: Elaboración Propia.**d. Contenido de Humedad (MTC E108/ASTM D-2216)**

Esta prueba se realizó para determinar el contenido de humedad presente en el suelo de estudio.

Tabla 27.*Contenido de Humedad (Calle Ricardo Palma)*

N° DE CALICATA	MUESTRA	CONTENIDO DE HUMEDAD
C – 1	M – 1	4.1
C – 2	M – 2	7.0
C – 3	M – 3	4.3

Nota. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 28.*Contenido de Humedad (Prolongación Calle 50)*

N° DE CALICATA	MUESTRA	CONTENIDO DE HUMEDAD
C – 4	M – 4	6.5
C – 5	M – 5	5.1

Nota. Fuente: Elaboración Propia.**e. Gravedad Específica de los Sólidos (ASTM D- 854)**

Esta prueba se realizó para determinar la densidad de los sólidos del suelo.

Tabla 29.*Gravedad Específica de los Sólidos (Calle Ricardo Palma)*

N° DE CALICATA	MUESTRA	GRAVEDAD ESPECÍFICA
C – 1	M – 1	2.64
C – 2	M – 2	2.64
C – 3	M – 3	2.62

Nota. Fuente: Elaboración Propia**Tabla 30.***Gravedad Específica de los Sólidos (Prolongación Calle 50)*

N° DE CALICATA	MUESTRA	GRAVEDAD ESPECÍFICA
C – 4	M – 4	2.62
C – 5	M – 5	2.63

Nota. Fuente: Elaboración Propia**f. Proctor Modificado ASTM D- 1557**

Esta prueba se realizó para determinar la densidad seca máxima de un terreno en relación con su grado de humedad, a una energía de compactación determinada.

Tabla 31.*Proctor Modificado (Calle Ricardo Palma)*

N° DE CALICATA	MUESTRA	COMPACTACION	
		DENSIDAD SECA MÁXIMA (g/cm ³)	HUMEDAD ÓPTIMA (%)
C – 1	M – 1	1.740	5.03
C – 2	M – 2	1.750	4.98
C – 3	M – 3	1.760	4.13

Nota. Fuente: Elaboración Propia.**Tabla 32.***Proctor Modificado (Prolongación Calle 50)*

N° DE CALICATA	MUESTRA	COMPACTACIÓN	
		DENSIDAD SECA MÁXIMA (g/cm ³)	HUMEDAD ÓPTIMA (%)
C – 4	M – 4	1.760	5.39
C – 5	M – 5	1.820	5.72

Nota. Fuente: Elaboración Propia.**g. CBR (MTC E132/ASTM D-1883)**

Esta prueba se realizó para determinar la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo bajo condiciones de humedad y densidad controladas y además poder evaluar la fuerza (calidad) del terreno para la subrasante.

Tabla 33.*CBR (Calle Ricardo Palma)*

N° DE CALICATA	MUESTRA	CBR (%)
C – 1	M – 1	13.51
C – 2	M – 2	13.38
C – 3	M – 3	14.82

Nota. Fuente: Elaboración Propia

Tabla 34.*CBR (Prolongación Calle 50)*

N° DE CALICATA	MUESTRA	CBR (%)
C – 4	M – 4	15.36
C – 5	M – 5	21.05

Nota. Fuente: Elaboración Propia

Para determinar el CBR de diseño de la subrasante, consideramos el menor valor para condiciones más desfavorables.

Tramo	Calle Ricardo Palma	Prolongación Calle 50
CBR (%)	13.51	15.36

4.2.6. Diseño de pavimento flexible.

Se realizará el diseño estructural del pavimento flexible aplicando la metodología AASHTO 93, la cual nos proporciona una fórmula para determinar el espesor del pavimento.

$$\text{Log}(W18) = Z_r * S_o + 9.36 \text{Log} 10 (SN + 1) - 0.2 + \frac{\text{Log} 10 \left(\frac{\Delta \text{PSI}}{4.2 - 1.5} \right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \text{Log} 10 M_r - 8.07$$

Los parámetros a considerar según la ecuación de Diseño de Pavimento Flexible son los siguientes:

4.2.6.1. Número de repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 tn (W18)

De acuerdo a la zona de estudio, en la Calle Ricardo Palma se obtuvo **888,111.38 EE** acumulados y en la Prolongación Calle 50 se obtuvo **1'744,174.46 EE** acumulados;

ambos valores representados por vehículos livianos y pesados tales como camiones de 2, 3 y 4 ejes.

4.2.6.2. Módulo de Resiliencia (Mr)

El módulo de Resiliencia para la Calle Ricardo Palma está en función a un CBR de 13.51% el cual pertenece a la categoría S3 (Sub rasante buena) y para la Prolongación Calle 50 en función a un CBR de 15.36% el cual también pertenece a una subrasante de buena calidad.

La fórmula recomendada por el MEPDG (Mechanistic Empirical Pavement Design Guide) es la siguiente:

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

Reemplazando en la fórmula se obtuvieron los siguientes datos:

Tramo	Calle Ricardo Palma	Prolongación Calle 50
Mr (psi)	13,521.05	14,678.49

4.2.6.3. Confiabilidad (R)

El Manual de Carreteras: "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos" recomienda los valores de niveles de confiabilidad para los diferentes rangos de tráfico:

Tabla 35.

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

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP0	100,000	150,000	65%
	TP1	150,001	300,000	70%
	TP2	300,001	500,000	75%
	TP3	500,001	750,000	80%
	TP4	750,001	1,000,000	80%
Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	85%
	TP6	1,500,001	3,000,000	85%
	TP7	3,000,001	5,000,000	85%
	TP8	5,000,001	7,500,000	90%
	TP9	7,500,001	10'000,000	90%
	TP10	10'000,001	12'500,000	90%
	TP11	12'500,001	15'000,000	90%
	TP12	15'000,001	20'000,000	95%
	TP13	20'000,001	25'000,000	95%
	TP14	25'000,001	30'000,000	95%
	TP15		>30'000,000	95%

Nota. Fuente: (Manual de Carreteras: “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”, 2013). Elaboración propia.

De acuerdo a los valores establecidos consideramos la confiabilidad **R=80%** para la Calle Ricardo Palma y **R=85%** para la Prolongación Calle 50.

4.2.6.4. Coeficiente Estadístico de Desviación Estándar Normal (Zr)

Conforme a los valores que nos proporciona el Manual de Carreteras: “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”, el Coeficiente estadístico de Desviación Estándar Normal de

acuerdo a nuestra zona de estudio es $Z_r = -0.842$ para la Calle Ricardo Palma y $Z_r = -1.036$ para la Prolongación Calle 50.

Tabla 36.

Coefficiente Estadístico de la Desviación Estándar Normal (Z_r)

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DESVIACION ESTANDAR NORMAL (Z_r)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P0}	100,000	150,000	-0.385
	T _{P1}	150,001	300,000	-0.524
	T _{P2}	300,001	500,000	-0.674
	T _{P3}	500,001	750,000	-0.842
	T_{P4}	750,001	1,000,000	-0.842
	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	-1.036
Resto de Caminos	T_{P6}	1,500,001	3,000,000	-1.036
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	-1.036
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	-1.282
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	-1.282
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	-1.282
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	-1.282
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	-1.645
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	-1.645
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	-1.645
	T _{P15}	>30'000,000		-1.645

Nota. Fuente: (Manual de Carreteras: “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”, 2013). Elaboración propia.

4.2.6.5. Desviación Estándar Combinada (S_o)

La Guía AASHTO recomienda adoptar para los pavimentos flexibles, valores de S_o comprendidos entre 0.40 y 0.50, en la etapa de diseño para pavimento flexible se recomienda el valor de $S_o = 0.45$.

4.2.6.6. Serviciabilidad (ΔPSI)

El Manual de Carreteras: “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos nos aporta valores de la Diferencial de

Serviciabilidad en relación a los Ejes Equivalente Acumulados, los cuales se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 37.

Diferencial de Serviabilidad (Δ PSI) según Rango de Tráfico

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD (Δ PSI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P1}	150,001	300,000	1.80
	T _{P2}	300,001	500,000	1.80
	T _{P3}	500,001	750,000	1.80
	T_{P4}	750,001	1,000,000	1.80
	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	1.50
	T_{P6}	1,500,001	3,000,000	1.50
Resto de Caminos	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	1.50
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	1.50
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	1.50
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	1.50
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	1.50
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	1.20
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	1.20
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	1.20
	T _{P15}		>30'000,000	1.20

Por tanto, empleamos el valor de **Δ PSI=1.8** para la Calle Ricardo Palma y **Δ PSI=1.5** para la Prolongación Calle 50, puesto que estas zonas son vías de poca importancia.

4.2.6.7. Número Estructural Requerido (SNR)

DATOS OBTENIDOS		
	Calle Ricardo Palma	Prolongación Calle 50
W18	888,111.38	1'744,174.46
Mr (psi)	13,521.05	14,678.49
R	80%	85%
Zr	-0.842	-1.036
So	0.45	0.45
Δ PSI	1.8	1.5
Log W18	5.95	6.24

Los datos obtenidos y procesados se aplican a la ecuación de diseño AASHTO y se obtiene el Número Estructural.

Resolviendo las ecuaciones obtenemos para ambos tramos el número estructural (SN).

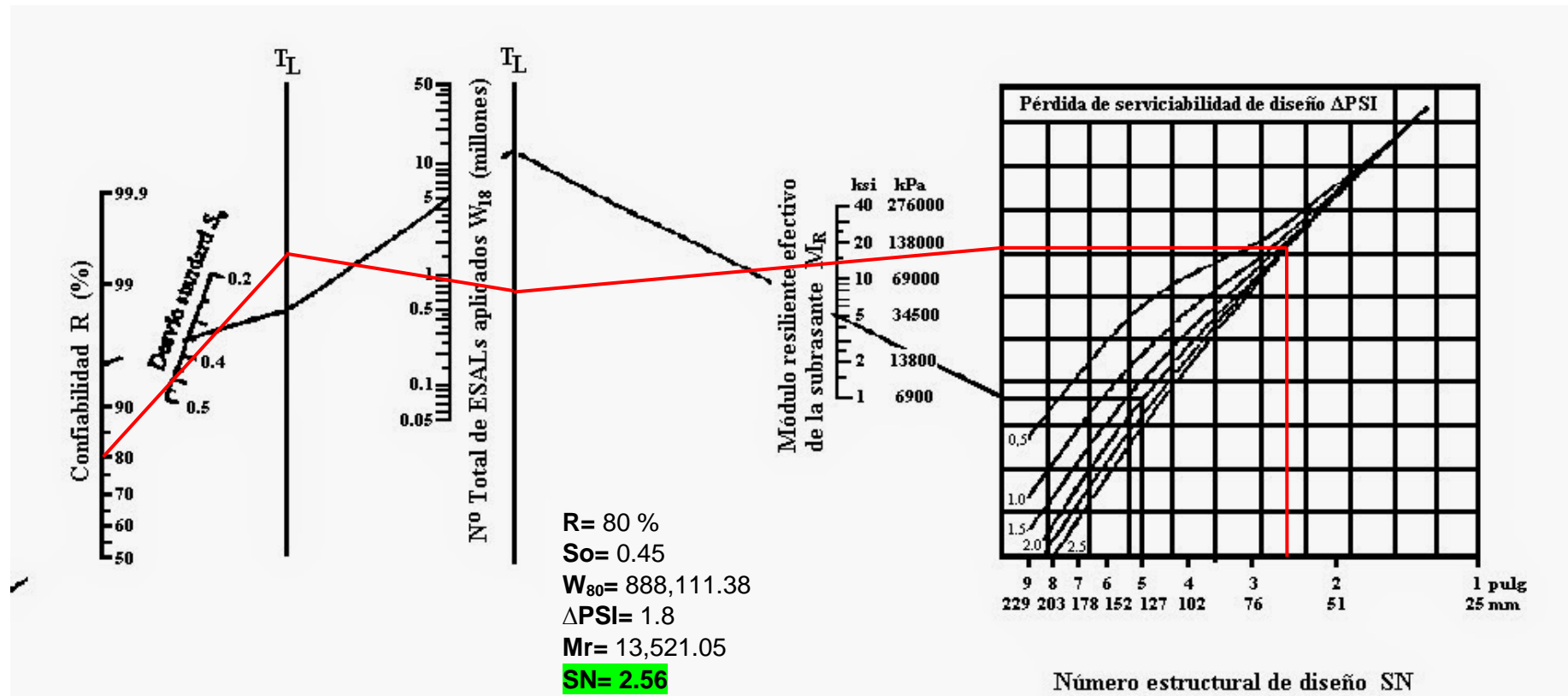
TRAMO	FORMULA
Calle Ricardo Palma	$\text{Log } 888,111.38 = -0.842 * 0.45 + 9.36 \text{Log } 10 (\text{SN} + 1) - 0.2 + \frac{\text{Log}10 \left(\frac{1.8}{4.2 - 1.5} \right)}{0.4 + \frac{1094}{(\text{SN} + 1)^{5.19}}} + 2.32 \text{Log } 10 (13,521.05) - 8.07$
Prolongación Calle 50	$\text{Log } 1'744,174.46 = -1.036 * 0.45 + 9.36 \text{Log } 10 (\text{SN} + 1) - 0.2 + \frac{\text{Log}10 \left(\frac{1.5}{4.2 - 1.5} \right)}{0.4 + \frac{1094}{(\text{SN} + 1)^{5.19}}} + 2.32 \text{Log } 10 (14,678.49) - 8.07$

Para la zona de estudio ubicada en la Calle Ricardo Palma se obtuvo un valor de **SN= 2.50** mientras que para la Prolongación Calle 50 se obtuvo un valor de **SN=2.86** ya que los valores son similares, se consideró el mismo diseño para ambas calles.

El método AASHTO 93 además proporciona un nomograma, Figura 4 y Figura 5, para encontrar el valor del número estructural SN, al usarlo nos resulta que, para la Calle Ricardo Palma, se obtiene un **SN= 2.56** y para la Prolongación Calle 50 un **SN=2.90**

Figura 4.

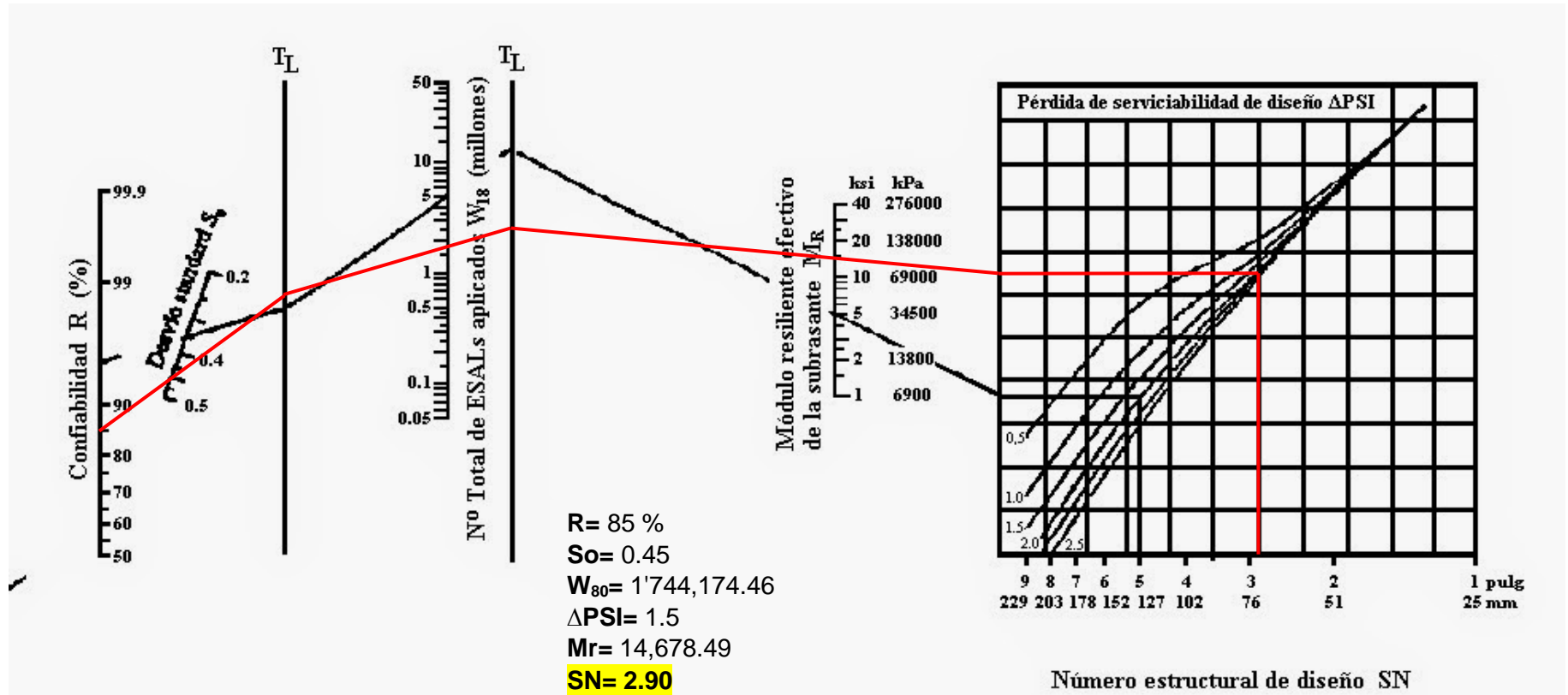
Cálculo del Número Estructural (SN) en nomograma para la Calle Ricardo Palma



Nota. Fuente: Guía AASHTO 1993. Elaboración propia.

Figura 5.

Cálculo del Número Estructural (SN) en nomograma para la Prolongación Calle 50



Nota. Fuente: Guía AASHTO 1993. Elaboración propia.

Debido a que el SN calculado de forma analítica es un valor más exacto se considerará dicho valor. Este valor debe ser transformado al espesor efectivo de cada una de las capas que lo constituirán, o sea de la capa de rodadura, de base y de subbase, mediante el uso de los coeficientes estructurales, esta conversión se obtiene aplicando la siguiente ecuación:

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

Donde:

a_1 , a_2 , a_3 = coeficientes estructurales de las capas: superficial, base y sub base, respectivamente.

d_1 , d_2 , d_3 = espesores (en centímetros) de las capas: superficial, base y subbase, respectivamente.

m_2 , m_3 = coeficientes de drenaje para las capas de base y subbase, respectivamente. (Manual de Carreteras: "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos", 2013).

Los valores de los coeficientes estructurales que nos aporta el Manual de Carreteras: "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos son:

Tabla 38.*Coefficientes Estructurales de las Capas del Pavimento*

COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE	VALOR COEFICIENTE ESTRUCTURAL a_i (cm)	OBSERVACIÓN
CAPA SUPERFICIAL			
Carpeta asfáltica en caliente , módulo 2965 MPa(430 000 PSI) a 20°C (68 °F)	a_1	0.170/cm	Capa superficial recomendada para todos los tipos de trafico
Carpeta asfáltica en frío, mezcla asfáltica con emulsión	a_1	0.125/cm	Capa superficial recomendada para tráfico \leq 1 000 000 EE
Micropavimento 25mm	a_1	0.130/cm	Capa superficial recomendada para trafico \leq 1 000 000 EE
Tratamiento superficial Bicapa	a_1	0.250(*)	Capa superficial recomendada para tráfico \leq 500 000 EE. No aplica en tramos con pendiente mayor al 8%, en vías con curvas pronunciadas , curvas de volteo , curvas contracurvas y en tramos que obliguen al frenado de vehículos
Lechada asfáltica (slurry seal) de 12 mm	a_1	0.150(*)	Capa superficial recomendada para tráfico \leq 500 000 EE. No aplica en tramos con pendiente mayor al 8% en tramos que obliguen al frenado de vehículos
(*) Valor global (no se considera el espesor)			

BASE

Base granular CBR 80 %,compactada al 100%de la MDS	a₂	0.052/cm	Capa de Base recomendada para tráfico ≤ 5 000 000 EE
Base granular CBR 100 %,compactada al 100%de la MDS	a ₂	0.054/cm	Capa de Base recomendada para tráfico > 5 000 000 EE
Base granular tratada con asfalto (estabilidad Marshall = 1500lb)	a _{2a}	0.115/cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de tráfico
Base granular tratada con cemento (resistencia a la compresión 7 días = 35 kg/cm ²)	a _{2b}	0.070/cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de tráfico
Base granular tratada con cal (resistencia a la compresión 7 días = 12 kg/cm ²)	a _{2c}	0.080/cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de tráfico

SUB BASE

Sub Base granular CBR 40%,compactada al 100% de la MDS	a₃	0.047/cm	Capa de Sub Base recomendada para tráfico ≤ 15 000 000 EE
Sub Base granular CBR 60%,compactada al 100% de la MDS	a ₃	0.050/cm	Capa de Sub Base recomendada para tráfico > 15 000 000 EE

Nota. Fuente: (Manual de Carreteras: “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”, 2013). Elaboración propia.

4.2.6.8. Coeficiente de drenaje

La ecuación SN de AASHTO, también requiere del coeficiente de drenaje de las capas granulares de base y subbase. Debido a que el centro poblado Alto Trujillo es una zona que carece de precipitaciones pluviales se procede a considerar el coeficiente de drenaje recomendado por el Manual

de Carreteras: "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos para las capas de base y sub-base. $m_2 = m_3 = 1.00$

4.2.6.9. Cálculo de los espesores del pavimento

Para determinar las secciones de estructuras de pavimento flexible la Norma Técnica de Edificación CE. 0.10 Pavimentos Urbanos, nos recomienda usar los siguientes espesores mínimos:

Tabla 39.

Valores recomendados de Espesores Mínimos de Capa Superficial para Pavimento Flexible

Tipo de pavimento		Flexible	Rígido	Adoquines
Elemento				
95% de compactación: Suelos Granulares - Proctor Modificado Suelos Cohesivos - Proctor Estándar				
Subrasante				
Espesor compactado: ≥ 250 mm - Vías locales y colectoras ≥ 300 mm - Vías arteriales y expresas				
Subbase		CBR ≥ 40%		CBR ≥ 30%
Base		CBR ≥ 80%	N.A.*	CBR ≥ 80%
Imprimación de apoyo		Penetración de la Imprimación ≥ 5 mm	N.A.*	Cama de arena fina, de espesor comprendido entre 25 y 40 mm
Espesor de la capa de rodadura	Vías locales	≥ 50 mm		≥ 60 mm
	Vías colectoras	≥ 60 mm	≥ 150 mm	≥ 80 mm
	Vías arteriales	≥ 70 mm		NR**
	Vías expresas	≥ 80 mm	≥ 200 mm	NR**
Material		Concreto asfáltico***	MR ≥ 34 Kg/cm ²	f'c ≥ 380 Kg/cm ²

Nota. Fuente: (Norma Técnica de Edificación CE. 0.10

Pavimentos Urbanos, 2010). Elaboración propia.

El espeso mínimo en vías colectoras para la capa de rodadura con asfalto en caliente es de 7 cm. Aplicando la

ecuación que relaciona al número estructural con los espesores del pavimento para los parámetros indicados y un periodo de 20 años, se obtuvieron los siguientes valores:

Donde:

a1 = 0.17 cm. (para carpeta asfáltica en caliente)

a2 = 0.052 cm. (para agregados de CBR = 80%)

a3 = 0.047 cm. (para agregados de CBR = 40%)

m1 = m2 = 1.00

- Para los valores de d1, d2, y d3 de la Calle Ricardo Palma se planteó la siguiente alternativa:

d1= 6 cm.

d2= 20 cm.

d3= 10 cm.

Que reemplazando se obtuvo:

$$2.50 = 0.17 \times 6 + 0.052 \times 20 \times 1 + 0.047 \times 10 \times 1$$

$$\mathbf{2.50 = 2.53}$$

- Para los valores de d1, d2, y d3 de la Prolongación Calle 50 se planteó la siguiente alternativa:

d1= 8 cm.

d2= 20 cm.

d3= 10 cm.

Que reemplazando se obtuvo:

$$2.86 = 0.17 \times 8 + 0.052 \times 20 \times 1 + 0.047 \times 10 \times 1$$

$$2.86 = 2.87$$

Figura 6.

Sección del pavimento flexible de la Calle Ricardo Palma



Nota. Esta figura muestra los espesores que conformarán la estructura del pavimento flexible de la Calle Ricardo Palma.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 7.

Sección del pavimento flexible de la Prolongación Calle 50



Nota. Esta figura muestra los espesores que conformarán la estructura del pavimento flexible de la Prolongación Calle 50

Fuente: Elaboración propia.

4.2.7. Diseño de pavimento rígido.

Se realizará el diseño estructural del pavimento flexible aplicando la metodología AASHTO 93, la cual nos proporciona una fórmula para determinar el espesor del pavimento.

$$\text{Log}(W_{8.2}) = Z_r S_o + 7.35 \text{Log} 10(D + 25.4) - 10.39 + \frac{\text{Log} 10 \left(\frac{\Delta \text{PSI}}{4.5 - 1.5} \right)}{1 + \frac{1.25 * 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 \text{Pt}) \text{Log} 10 \left(\frac{M_r C_d (0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 * J (0.09 D^{0.75} - \frac{7.38}{(\frac{E_c}{K})^{0.25}})} \right)$$

Los parámetros a considerar según la ecuación de Diseño de Pavimento Rígido son los siguientes:

4.2.7.1. Número de repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 tn (W18)

De acuerdo a la zona de estudio, en la Calle Ricardo Palma se obtuvo **935,523.27 EE** acumulados y en la Prolongación Calle 50 se obtuvo **1'921,052.03 EE** acumulados; ambos valores representados por vehículos livianos y pesados tales como camiones de 2, 3 y 4 ejes.

4.2.7.2. Módulo de Resiliencia (Mr)

El módulo de Resiliencia para la Calle Ricardo Palma está en función a un CBR de 13.51% el cual pertenece a la categoría S3 (Sub rasante buena) y para la Prolongación Calle 50 en función a un CBR de 15.36% el cual también pertenece a una subrasante de buena calidad.

La fórmula recomendada por el MEPDG (Mechanistic Empirical Pavement Design Guide) es la siguiente:

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

Reemplazando en la fórmula se obtuvieron los siguientes datos:

Tramo	Calle Ricardo Palma	Prolongación Calle 50
Mr (psi)	13,521.05	14,678.49

4.2.7.3. Confiabilidad (R) y Coeficiente Estadístico de Desviación

Estándar Normal (Zr)

En el Manual de Carreteras: “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” se especifican los valores recomendados de niveles de Confiabilidad para los diferentes rangos de tráfico:

Tabla 40.

Valores recomendados de Nivel de Confiabilidad (R) y Desviación Estándar Normal (Zr) según rango de Tráfico

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)	DESVIACION ESTANDAR NORMAL (Zr)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P0}	100,000	150,000	65%	-0.385
	T _{P1}	150,001	300,000	70%	-0.524
	T _{P2}	300,001	500,000	75%	-0.674
	T _{P3}	500,001	750,000	80%	-0.842
	T_{P4}	750,001	1,000,000	80%	-0.842
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	85%	-1.036
	T_{P6}	1,500,001	3,000,000	85%	-1.036
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	85%	-1.036
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	90%	-1.282
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	90%	-1.282
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	90%	-1.282
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	90%	-1.282
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	90%	-1.282
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	90%	-1.282
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	90%	-1.282
	T _{P15}	>30'000,000		95%	-1.645

Nota. Fuente: (Manual de Carreteras: “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”, 2013). Elaboración Propia.

De modo que, el Nivel de Confiabilidad de acuerdo a los Ejes Equivalentes acumulados para la Calle Ricardo Palma es **R=80%** y para la Prolongación Calle 50 es **R=85%**.

El Coeficiente estadístico de Desviación Estándar Normal en relación al nivel de Confiabilidad para la Calle Ricardo Palma es **Zr=-0.842** y para la Prolongación Calle 50 es **Zr=-1.036**.

4.2.7.4. Desviación Estándar Combinada (So)

La Guía AASHTO recomienda adoptar para los pavimentos rígidos, valores de So comprendidos entre 0.30 y 0.40, en la etapa de diseño para pavimento rígido se recomienda el valor promedio que es **0.35**.

4.2.7.5. Serviciabilidad (Δ PSI)

El Manual de Carreteras: "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos" en base de la guía AASHTO 93 nos aporta valores del Índice de Serviciabilidad Inicial, Índice de Serviciabilidad Final y la Diferencial de Serviciabilidad en relación a los Ejes Equivalente Acumulados, los cuales se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 41.

Índice de Serviciabilidad Inicial (Pi), Índice de Serviciabilidad Final o Terminal (Pt), Diferencial de Serviciabilidad según rango de tráfico

TIPO DE CAMINOS	TRAFIC O	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS	INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (Pi)	INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL O TERMINAL (Pt)	DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD (Δ PSI)	
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP1	150,001	300,000	4.10	2.00	2.10
	TP2	300,001	500,000	4.10	2.00	2.10
	TP3	500,001	750,000	4.10	2.00	2.10
	TP4	750,001	1,000,000	4.10	2.00	2.10
Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	4.30	2.50	1.80
	TP6	1,500,001	3,000,000	4.30	2.50	1.80
	TP7	3,000,001	5,000,000	4.30	2.50	1.80
	TP8	5,000,001	7,500,000	4.30	2.50	1.80
	TP9	7,500,001	10'000,000	4.30	2.50	1.80
	TP10	10'000,001	12'500,000	4.30	2.50	1.80
	TP11	12'500,001	15'000,000	4.30	2.50	1.80
	TP12	15'000,001	20'000,000	4.50	3.00	1.50
	TP13	20'000,001	25'000,000	4.50	3.00	1.50
	TP14	25'000,001	30'000,000	4.50	3.00	1.50
	TP15	>30'000,000		4.50	3.00	1.50

Nota. Fuente: (Manual de Carreteras: “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”, 2013). Elaboración propia.

Por lo tanto, empleamos el valor de **Δ PSI = 2.10** para la Calle Ricardo Palma y **Δ PSI = 1.80** para la Prolongación Calle 50.

4.2.7.5. Resistencia Media del Concreto (S'c)

Debido a que los pavimentos de concreto trabajan principalmente a flexión es que se introduce este parámetro en la ecuación AASHTO 93.

El módulo de rotura del concreto se correlaciona con el módulo de compresión ($f'c$) del concreto; el ACI 363 proporciona

una fórmula para poder hallar este parámetro de diseño donde los valores “a” varían entre 1.99 y 3.18.

$$M_r = a\sqrt{f'c} \text{ (valores en kg/cm}^2\text{)}$$

El Manual de Carreteras: “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos nos facilita con valores exactos según rango de tráfico:

Tabla 42.

Valores Recomendados de Resistencia del Concreto según rango de Tráfico

RANGOS DE TRAFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RESISTENCIA MINIMA A LA FLEXOTRACCION DEL CONCRETO (MR)	RESISTENCIA MINIMA EQUIVALENTE A LA COMPRESION DEL CONCRETO (F'c)
≤ 5'000,000 EE	40 kg/cm ²	280 kg/cm ²
> 5'000,000 EE ≥ 15'000,000 EE	42 kg/cm ²	300 kg/cm ²
> 15'000,000 EE	45 kg/cm ²	350 kg/cm ²

Nota. Fuente: (Manual de Carreteras: “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”, 2013). Elaboración Propia.

Entonces el valor del módulo de rotura de concreto para ambos tramos es **S'c=40 kg/cm²**

4.2.7.6. Módulo de elasticidad del concreto (Ec)

AASHTO'93 indica que el módulo elástico puede ser estimado usando una correlación, precisando la correlación recomendada por el ACI:

$$E = 57,000x(f'c)^{0.5}; \text{ (f'c en PSI)}$$

La resistencia recomendada para el pavimento rígido según el rango de tráfico es de $280 \text{ kg/cm}^2 = 3982.54$.

Reemplazando el valor en la ecuación obtenemos que $E(\text{psi})=3'597,120.023$.

4.2.7.7. Coeficiente de drenaje (Cd)

Debido a que el centro poblado Alto Trujillo es una zona que carece de precipitaciones pluviales el coeficiente de drenaje para las capas granulares asumido, fue de **1.00**, recomendado por el Manual de Carreteras: "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos" para las capas de base y sub-base.

4.2.7.8. Coeficiente de transmisión de carga en las juntas (J)

El valor de J es directamente proporcional al valor final del espesor de losa de concreto. Es decir, a menor valor de J, menor espesor de concreto.

Tabla 43.

Valores Recomendados del coeficiente de Transmisión de Carga en las juntas

TIPO DE BERMA	J			
	GRANULAR O ASFALTICA		CONCRETO HIDRAULICO	
VALORES DE J	SI (con pasadores)	NO (con pasadores)	SI (con pasadores)	NO (con pasadores)
	3.2	3.8 - 4.4	2.8	3.8

Nota. Fuente: (Manual de Carreteras: "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos", 2013)

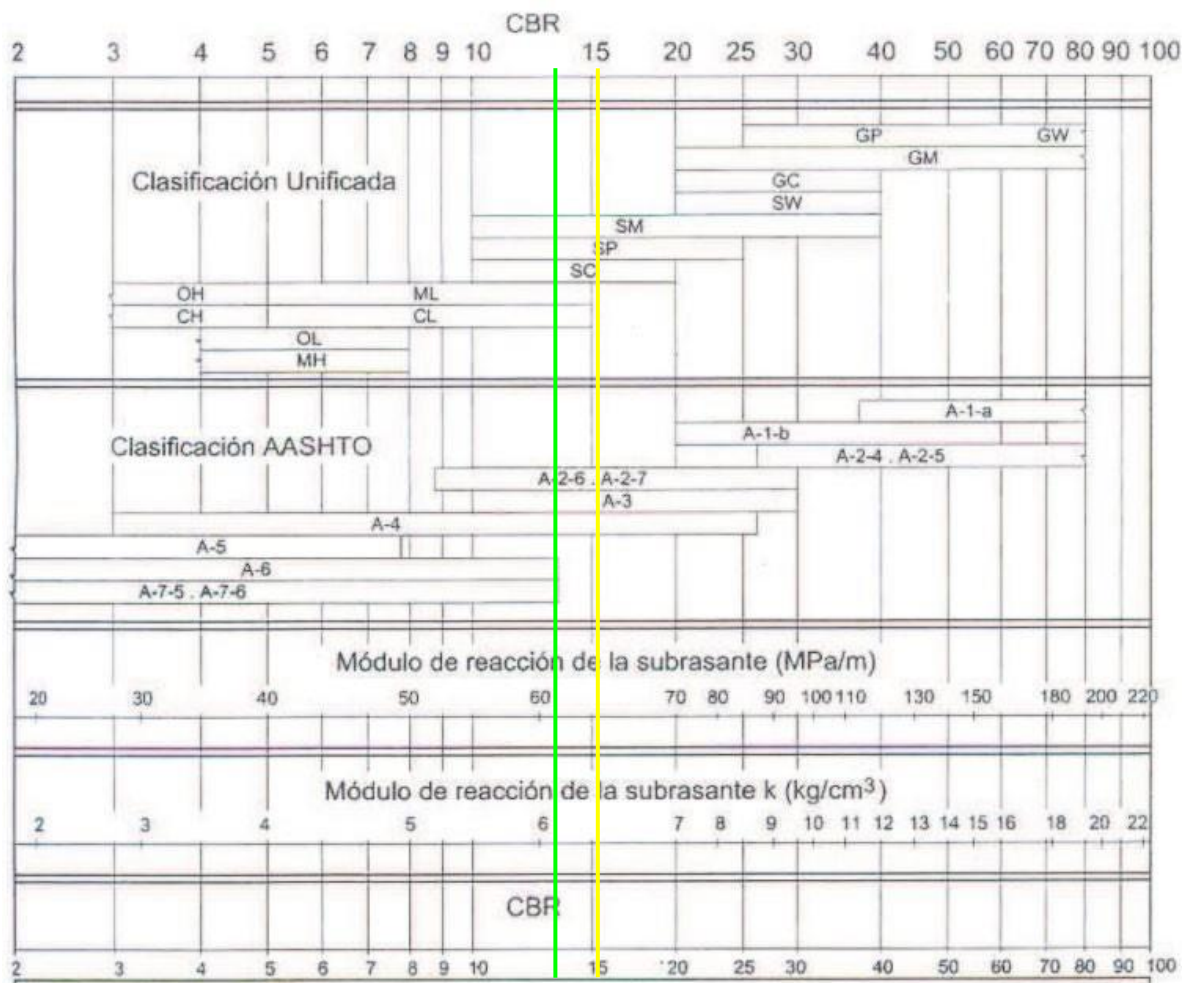
El coeficiente de transmisión de carga asumido, fue de **J=3.8** porque no se consideran elementos de transferencias de cargas y es un pavimento de concreto.

4.2.7.9. Módulo de reacción (K)

AASHTO brinda una alternativa de utilizar un ábaco de correlaciones directas que permite obtener un coeficiente de reacción K, en función de la Clasificación de Suelos y del CBR de la subrasante.

Figura 8.

Correlación CBR y Módulo de Reacción de la Subrasante



Nota. Fuente: Correlación aproximada entre la clasificación de los suelos y los diferentes ensayos Manual Portland Cement Association: Subgrades and subbases for concrete pavements-Skokie. PCA 1971

Conforme a la figura podemos decir que para la Calle Ricardo Palma con un valor de CBR=13.51%, el valor del módulo de reacción de la subrasante es aproximadamente **K=61.21** mientras que para la Prolongación Calle 50 con un valor de CBR=15.36% se obtiene un valor aproximado de **K=64.24**.

4.2.7.10. Calculo del espesor de la losa de concreto (D)

Para determinar el espesor de la capa de rodadura para pavimento rígido, la Norma Técnica de Edificación CE. 0.10 Pavimentos Urbanos, nos recomienda usar los siguientes espesores mínimos:

Tabla 44.

Valores recomendados de Espesores Mínicos de Capa Superficial para Pavimento Rígido

Tipo de pavimento		Flexible	Rígido	Adoquines
Elemento				
95% de compactación: Suelos Granulares - Proctor Modificado Suelos Cohesivos - Proctor Estándar				
Subrasante				
Espesor compactado: ≥ 250 mm - Vías locales y colectoras ≥ 300 mm - Vías arteriales y expresas				
Subbase		CBR ≥ 40%		CBR ≥ 30%
Base		CBR ≥ 80%	N.A.*	CBR ≥ 80%
Imprimación de apoyo		Penetración de la Imprimación ≥ 5 mm	N.A.*	Cama de arena fina, de espesor comprendido entre 25 y 40 mm
Espesor de la capa de rodadura	Vías locales	≥ 50 mm		≥ 60 mm
	Vías colectoras	≥ 60 mm	≥ 150 mm	≥ 80 mm
	Vías arteriales	≥ 70 mm		NR**
	Vías expresas	≥ 80 mm	≥ 200 mm	NR**
Material		Concreto asfáltico***	MR ≥ 34 Kg/cm ² (3,4 Mpa)	f'c ≥ 380 Kg/cm ² (38Mpa)

Nota. Fuente: (Norma Técnica de Edificación CE. 0.10

Pavimentos Urbanos, 2010). Elaboración propia.

El espesor mínimo para la losa de concreto en vías colectoras es de 150mm.

DATOS OBTENIDOS		
	Calle Ricardo Palma	Prolongación Calle 50
W18	935,523.27	1'921,052.03
S'c (Mpa)	3.92266	3.92266
So	0.35	0.35
R	80%	85%
Zr	-0.842	-1.036
Pt	2.0	2.5

Δ PSI	2.1	1.8
Ec (Mpa)	24,801.27	24,801.27
Cd	1.00	1.00
J	3.8	3.8
K (Mpa/m)	61.21	64.24

El resumen del cálculo de los parámetros de diseño, para determinar el espesor de losa (D) son los siguientes:

Resolviendo la ecuación obtenemos que, para la Calle Ricardo, el espesor de la losa es:

$$5.97105459 = 5.970927335$$

$$\mathbf{D= 188.03 \text{ mm}}$$

Y para la Prolongación Calle 50 el espesor de la losa es:

$$6.28353913 = 6.28318402$$

$$\mathbf{D= 222.57 \text{ mm}}$$

TRAMO	FORMULA	D (mm)
Calle Ricardo Palma	$\text{Log } 935,523.27 = -0.842 * 0.35 + 7.35 \text{Log } 10 (D + 25.4) - 10.39 + \frac{\text{Log}10 \left(\frac{2.1}{4.5 - 1.5} \right)}{1 + \frac{1.25 * 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}}$ $+ (4.22 - 0.32 * 2.5) \text{Log } 10 \left(\frac{3.92266 * 1(0.09D^{0.75} - 1.132)}{1.51 * 3.8(0.09D^{0.75} - \frac{7.38}{\left(\frac{24,801.27}{61.21}\right)^{0.25}})} \right)$	188.03
Prolongación Calle 50	$\text{Log } 1'921,052.03 = -1.036 * 0.35 + 7.35 \text{Log } 10 (D + 25.4) - 10.39 + \frac{\text{Log}10 \left(\frac{1.8}{4.5 - 1.5} \right)}{1 + \frac{1.25 * 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}}$ $+ (4.22 - 0.32 * 2.5) \text{Log } 10 \left(\frac{3.92266 * 1(0.09D^{0.75} - 1.132)}{1.51 * 3.8(0.09D^{0.75} - \frac{7.38}{\left(\frac{24,801.27}{61.21}\right)^{0.25}})} \right)$	222.57

Además, el método AASHTO 93 proporciona un nomograma, Figura 8 y Figura 9, donde se puede calcular el espesor de la losa con los parámetros obtenidos, al usarlo nos

resulta que, para la Calle Ricardo Palma, se obtiene un **D= 200 mm.** y para la Prolongación Calle 50 un **D= 225 mm.**

Para la base (afirmado), se consideró para ambos tramos un espesor de 15 cm., cumpliendo con las consideraciones mínimas de AASHTO 93 de considerar 10 cm.

Figura 9.

Cálculo del espesor de la losa de concreto en nomograma para la Calle Ricardo Palma

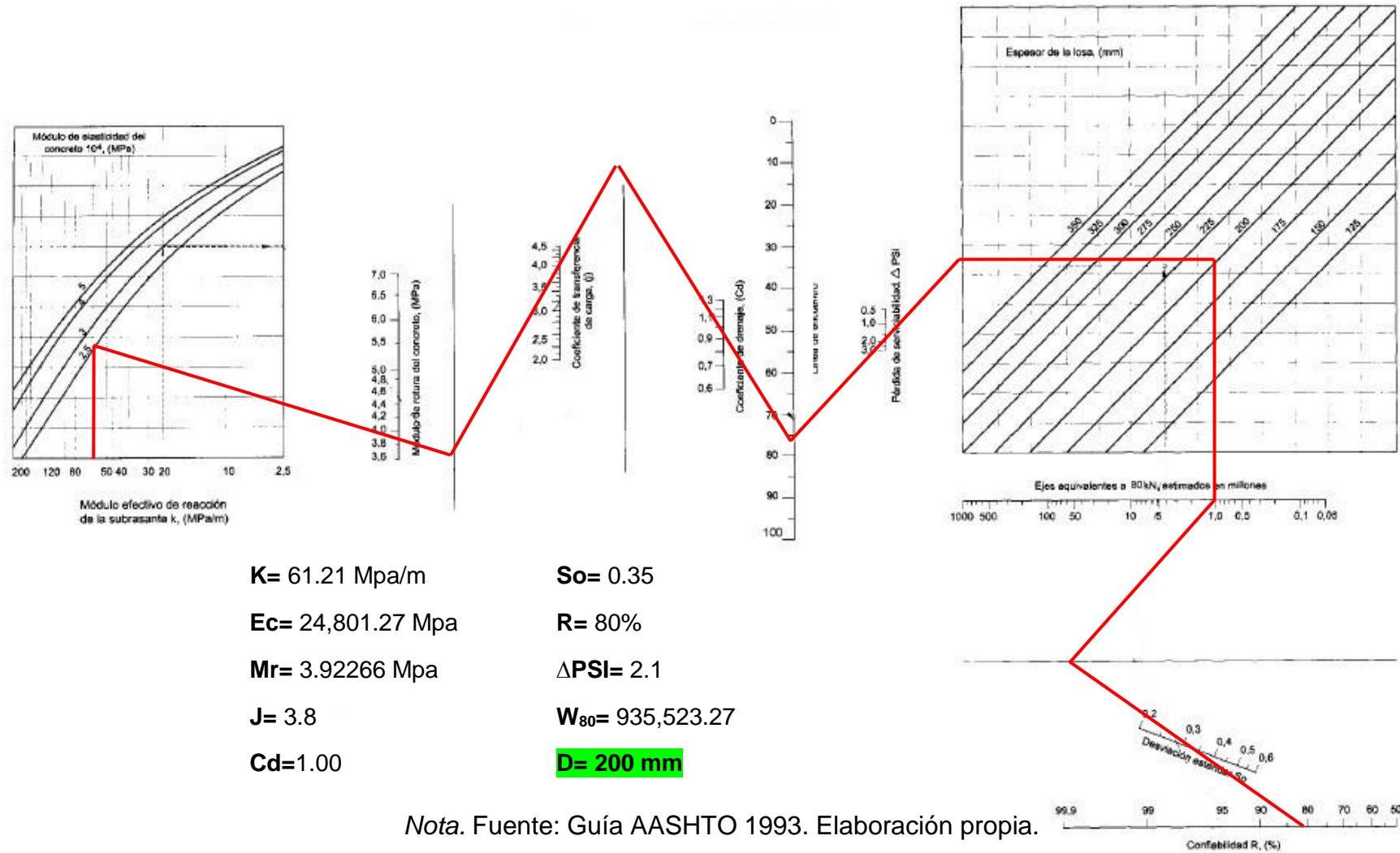
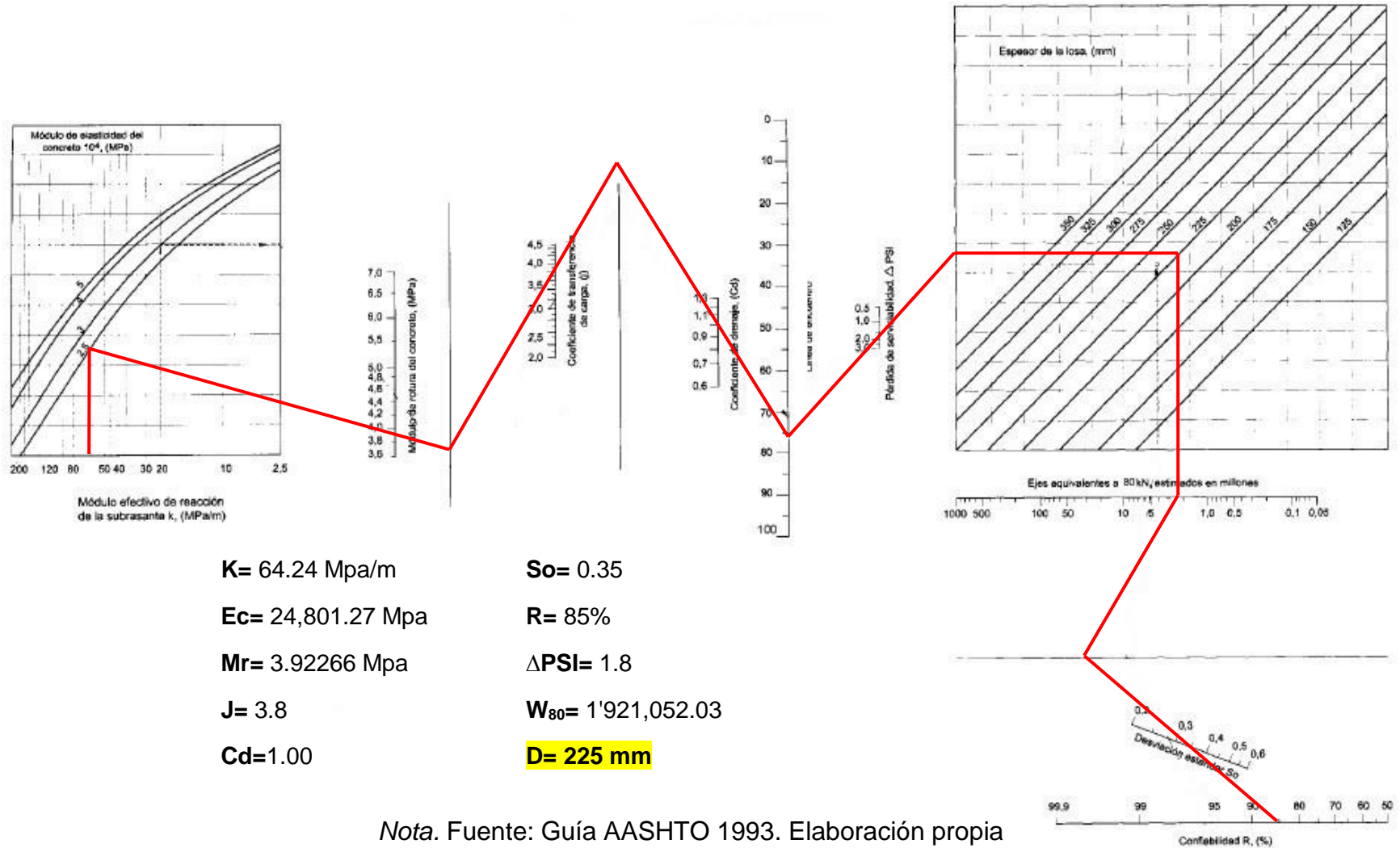


Figura 10.

Cálculo del espesor de la losa de concreto en nomograma para la Prolongación Calle 50



K= 64.24 Mpa/m

So= 0.35

Ec= 24,801.27 Mpa

R= 85%

Mr= 3.92266 Mpa

ΔPSI= 1.8

J= 3.8

W₈₀= 1'921,052.03

Cd=1.00

D= 225 mm

Nota. Fuente: Guía AASHTO 1993. Elaboración propia

Figura 11.

Sección del pavimento rígido de la Calle Ricardo Palma

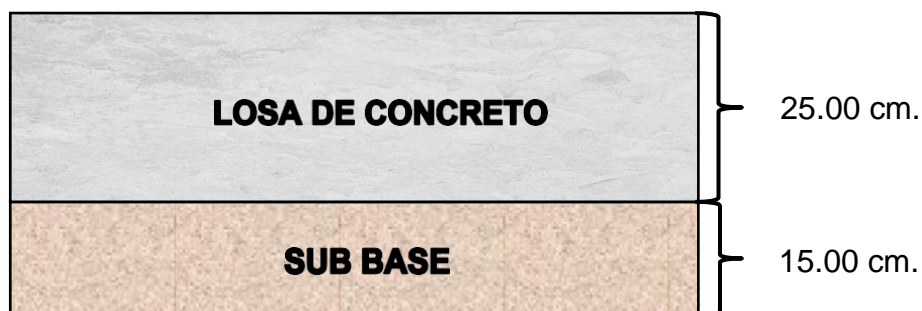


Nota. Esta figura muestra los espesores que conformarán la estructura del pavimento rígido de la Calle Ricardo Palma.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 12.

Sección del pavimento rígido de la Prolongación Calle 50



Nota. Esta figura muestra los espesores que conformarán la estructura del pavimento flexible de la Prolongación Calle 50

Fuente: Elaboración propia.

4.2.7.11. Pasadores o Dowells- Mecanismo de transferencia de carga.

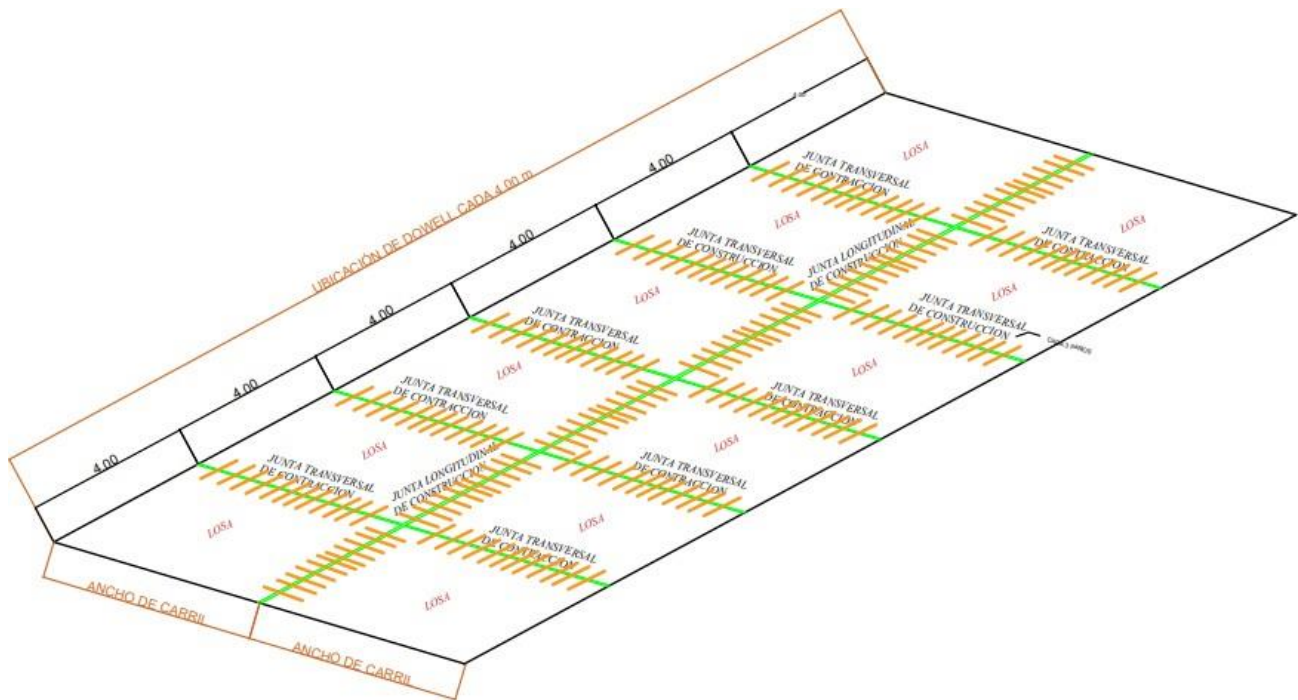
Los pasadores suelen ser barras cilíndricas de acero liso con un diámetro de 1/8 del espesor del pavimento, están insertadas en la mitad de las juntas y del pavimento rígido con la finalidad de transferir las cargas sin restringir el movimiento de las losas. De acuerdo al Manual de Carreteras Manual de Carreteras: “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” en base a la guía AASHTO tenemos:

	CALLE RICARDO PALMA	PROLONGACION CALLE 50
Espesor de losa	20 cm.	25 cm.
Diámetro de dowells	2.5 cm. (1")	3.125 cm. (1" ¼)
Longitud de dowells	41 cm.	46 cm.
Separación entre dowells	30 cm.	30 cm.
Separación entre juntas	4 m	4 m
Ancho de carril	3.5 m	3.3 m

El detalle del pavimento rígido según el dimensionamiento de losas para ambas calles quedaría de la siguiente manera:

Figura 13.

Detalle del paño de la losa de concreto del pavimento rígido



Nota. Fuente: Elaboración propia.

4.2.8. Diseño de pavimento articulado con adoquines de concreto.

Para determinar el espesor de adoquines para pavimento articulado, la Norma Técnica de Edificación CE. 0.10 Pavimentos Urbanos, nos recomienda usar los siguientes espesores mínimos:

Tabla 45.

Valores recomendados de Espesores Mínicos de Capa Superficial para Pavimento Articulado

Tipo de pavimento	Flexible	Rígido	Adoquines
95% de compactación: Suelos Granulares - Proctor Modificado Suelos Cohesivos - Proctor Estándar			
Subrasante			
Espesor compactado: ≥ 250 mm - Vías locales y colectoras ≥ 300 mm - Vías arteriales y expresas			
Subbase	CBR ≥ 40%		CBR ≥ 30%
Base	CBR ≥ 80%	N.A.*	CBR ≥ 80%
Imprimación de apoyo	Penetración de la Imprimación ≥ 5 mm	N.A.*	Cama de arena fina, de espesor comprendido entre 25 y 40 mm
Espesor de la capa de rodadura	Vías locales		≥ 60 mm
	Vías colectoras	≥ 150 mm	≥ 80 mm
	Vías arteriales		NR**
	Vías expresas	≥ 200 mm	NR**
Material	Concreto asfáltico***	MR ≥ 34 Kg/cm ² (3,4 Mpa)	f'c ≥ 380 Kg/cm ² (38Mpa)

Nota. Fuente: (Norma Técnica de Edificación CE. 0.10 Pavimentos

Urbanos, 2010). Elaboración propia.

El espesor mínimo en vías colectoras para adoquines es de 8 cm y para la cama de arena esta entre 2.5 y 4.0 cm.

Aplicando la ecuación que relaciona al número estructural con los espesores del pavimento para los parámetros indicados y un periodo de 20 años, se obtienen los siguientes resultados:

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

Donde:

a1 = 0.17 cm. (para carpeta asfáltica en caliente)

a2 = 0.052 cm. (para agregados de CBR = 80%)

a3 = 0.047 cm. (para agregados de CBR = 40%)

m1 = m2 = 1.00

- Para la Calle Ricardo Palma el valor del Numero Estructural (SN) fue el mismo valor obtenido para el pavimento flexible, y para los valores de d1, d2, y d3 se planteó la siguiente alternativa:

d1= 8 cm.

d2= 15 cm.

d3= 10 cm.

Que reemplazando se obtuvo:

$$2.50 = 0.17 \times 8 + 0.052 \times 15 \times 1 + 0.047 \times 10 \times 1$$

$$\mathbf{2.50 = 2.61}$$

- Para la Prolongación Calle 50 el valor del Numero Estructural (SN) fue el mismo valor obtenido para el pavimento flexible, y para los valores de d1, d2, y d3 se planteó la siguiente alternativa:

d1= 8 cm.

d2= 20 cm.

d3= 15 cm.

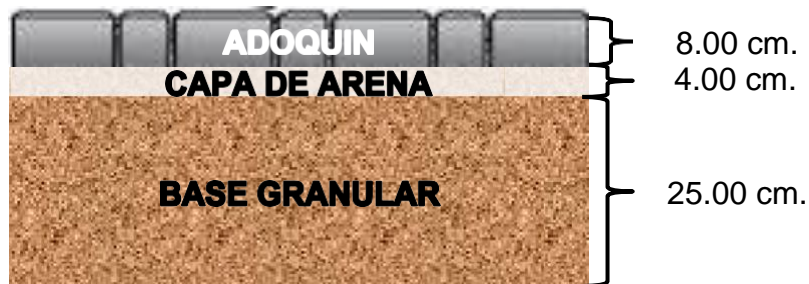
Que reemplazando se obtuvo:

$$2.86 = 0.17 \times 8 + 0.052 \times 20 \times 1 + 0.047 \times 15 \times 1$$

$$\mathbf{2.86 = 3.10}$$

Figura 14.

Sección del pavimento articulado de la Calle Ricardo Palma

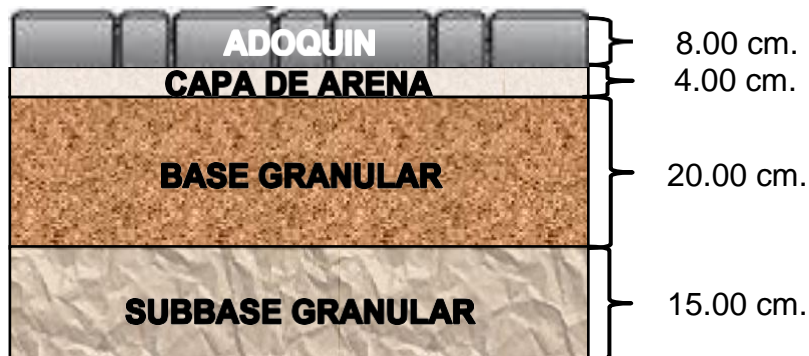


Nota. Esta figura muestra los espesores que conformarán la estructura del pavimento articulado de la Calle Ricardo Palma.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 15.

Sección del pavimento articulado de la Prolongación Calle 50



Nota. Esta figura muestra los espesores que conformarán la estructura del pavimento articulado de la Prolongación Calle 50.

Fuente: Elaboración propia.

PRESUPUESTO CALLE RICARDO PALMA

Realizado el diseño de los pavimentos y las secciones viales procedemos a realizar el análisis económico de cada pavimento en ambas calles.

Pavimento Flexible

Presupuesto					
Presupuesto	0103001	DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO UBICADO EN LA CALLE RICARDO PALMA - ALTO TRUJILLO			
Subpresupuesto	001	PAVIMENTO FLEXIBLE			
Cliente	GRABIEL CARAZAS, IRENE NATHALY			Costo al	04/08/2021
Lugar	LA LIBERTAD - TRUJILLO - EL PORVENIR				
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	OBRAS PROVISIONALES				4,268.05
01.01	CASETA DE GUARDIANÍA Y ALMACÉN	und	1.00	268.05	268.05
01.02	CARTEL DE OBRA	und	1.00	1,000.00	1,000.00
01.03	SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD DE OBRA	gb	1.00	3,000.00	3,000.00
02	OBRAS PRELIMINARES				219,828.70
02.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	26,390.00	1.22	32,195.80
02.02	TRAZO Y REPLANTEO	m2	26,390.00	7.11	187,632.90
03	MOVIMIENTO DE TIERRAS				143,171.03
03.01	CORTE EN TERRENO NATURAL A NIVEL DE SUB RASANTE C/ EQUIPO	m3	9,500.40	7.29	69,257.92
03.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	9,500.40	7.78	73,913.11
04	PAVIMENTO FLEXIBLE				1,864,717.40
04.01	PERFILADO, NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN DE SUB-RASANTE	m2	26,390.00	4.03	106,351.70
04.02	SUB BASE GRANULAR e=0.10 m	m2	26,390.00	8.78	231,704.20
04.03	BASE GRANULAR e=0.20 m	m2	26,390.00	12.75	336,472.50
04.04	IMPRIMACION ASFALTICA	m2	26,390.00	5.06	133,533.40
04.05	CARPETA ASFALTICA 0.06m	m2	26,390.00	40.04	1,056,655.60
05	SEÑALIZACION				40,681.60
05.01	PINTADO DE PAVIMENTO (LINEA CONTINUA -AMARILLA)	m	3,770.00	6.08	22,921.60
05.02	PINTADO DE PAVIMENTO(LINEA DISCONTINUA - BLANCA)	m	3,000.00	5.92	17,760.00
	COSTO DIRECTO				2,272,666.78
	GASTOS GENERALES (10%)				227,266.68
	UTILIDAD (9%)				113,633.34
	SUBTOTAL				2,613,566.80
	IGV (18%)				470,442.02
	TOTAL PRESUPUESTO				3,084,008.82

SON : TRES MILLONES OCHENTICUATRO MIL OCHO Y 82/100 NUEVOS SOLES

Pavimento Rígido

Presupuesto

Presupuesto 0103001 DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO UBICADO EN LA CALLE RICARDO PALMA - ALTO TRUJILLO
 Subpresupuesto 002 PAVIMENTO RIGIDO
 Cliente GRABIEL CARAZAS, IRENE NATHALY Costo al 04/08/2021
 Lugar LA LIBERTAD - TRUJILLO - EL PORVENIR

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	OBRAS PROVISIONALES				1,268.05
01.01	CASETA DE GUARDIANÍA Y ALMACÉN	und	1.00	268.05	268.05
01.02	CARTEL DE OBRA	und	1.00	1,000.00	1,000.00
02	OBRAS PRELIMINARES				219,828.70
02.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	26,390.00	1.22	32,195.80
02.02	TRAZO Y REPLANTEO	m2	26,390.00	7.11	187,632.90
03	MOVIMIENTO DE TIERRAS				71,852.19
03.01	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	9,235.50	7.78	71,852.19
04	PAVIMENTO RÍGIDO				5,061,946.24
04.01	PERFILADO, NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN DE SUB-RASANTE	m2	26,390.00	4.03	106,351.70
04.02	BASE GRANULAR e=0.15 m	m2	26,390.00	13.39	353,362.10
04.03	LOSA DE CONCRETO e = 0.20 m	m2	26,390.00	92.02	2,428,407.80
04.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	28,589.16	57.57	1,645,877.94
04.05	DOWELL Ø 1" L = 0.41 m , @ 0.30m	kg	6,672.30	9.16	61,118.27
04.06	CORTE DE JUNTAS	m	6,557.50	54.42	356,859.15
04.07	SELLADO DE JUNTAS	m	6,557.50	16.77	109,969.28
05	SEÑALIZACION				40,881.60
05.01	PINTADO DE PAVIMENTO (LINEA CONTINUA -AMARILLA)	m	3,770.00	6.08	22,921.60
05.02	PINTADO DE PAVIMENTO(LINEA DISCONTINUA - BLANCA)	m	3,000.00	5.92	17,760.00
	COSTO DIRECTO				5,395,576.78
	GASTOS GENERALES (10%)				539,557.68
	UTILIDAD (5%)				269,778.84

	SUBTOTAL				6,204,913.30
	IGV (18%)				1,116,884.39

	TOTAL PRESUPUESTO				7,321,797.69

SON : SIETE MILLONES TRESCIENTOS VEINTIUN MIL SETECIENTOS NOVENTISIETE Y 69/100 NUEVOS SOLES

Pavimento Articulado

Presupuesto

Presupuesto 0103001 DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO UBICADO EN LA CALLE RICARDO PALMA - ALTO TRUJILLO
 Subpresupuesto 003 PAVIMENTO ARTICULADO
 Cliente GRABIEL CARAZAS, IRENE NATHALY Costo al 04/08/2021
 Lugar LA LIBERTAD - TRUJILLO - EL PORVENIR

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio \$/.	Parcial \$/.
01	OBRAS PROVISIONALES				4,268.05
01.01	CASETA DE GUARDIANÍA Y ALMACÉN	und	1.00	268.05	268.05
01.02	CARTEL DE OBRA	und	1.00	1,000.00	1,000.00
01.03	SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD DE OBRA	glb	1.00	3,000.00	3,000.00
02	OBRAS PRELIMINARES				219,828.70
02.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	26,390.00	1.22	32,195.80
02.02	TRAZO Y REPLANTEO	m2	26,390.00	7.11	187,632.90
03	MOVIMIENTO DE TIERRAS				147,148.00
03.01	CORTE EN TERRENO NATURAL A NIVEL DE SUB RASANTE C/ EQUIPO	m3	9,764.30	7.29	71,181.75
03.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	9,764.30	7.78	75,966.25
04	PAVIMENTO ARTICULADO				3,807,285.30
04.01	PERFILADO, NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN DE SUB-RASANTE	m2	26,390.00	4.03	106,351.70
04.02	BASE GRANULAR e = 0.25m	m2	26,390.00	14.94	394,266.60
04.03	CAPA DE ARENA e = 0.04 m	m2	26,390.00	4.58	120,866.20
04.04	ADOQUÍN e= 0.08 m	m2	26,390.00	120.72	3,185,800.80
05	SEÑALIZACION				40,681.60
05.01	PINTADO DE PAVIMENTO (LINEA CONTINUA -AMARILLA)	m	3,770.00	6.08	22,921.60
05.02	PINTADO DE PAVIMENTO(LINEA DISCONTINUA - BLANCA)	m	3,000.00	5.92	17,760.00
	COSTO DIRECTO				4,219,211.65
	GASTOS GENERALES (10%)				421,921.17
	UTILIDAD (5%)				210,960.58
	SUBTOTAL				4,852,093.40
	IGV (18%)				873,376.81
	TOTAL PRESUPUESTO				5,725,470.21

SON : CINCO MILLONES SETECIENTOS VEINTICINCO MIL CUATROCIENTOS SETENTA Y 21/100 NUEVOS SOLES

PRESUPUESTO PROLONGACION CALLE 50

Pavimento Flexible

Presupuesto

Presupuesto 0103002 DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO UBICADO EN LA PROLONGACIÓN CALLE 50 - ALTO TRUJILLO
 Subpresupuesto 001 PAVIMENTO FLEXIBLE
 Cliente GRABIEL CARAZAS, IRENE NATHALY Costo al 04/08/2021
 Lugar LA LIBERTAD - TRUJILLO - EL PORVENIR

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	OBRAS PROVISIONALES				4,268.05
01.01	CASETA DE GUARDIANIA Y ALMACÉN	und	1.00	268.05	268.05
01.02	CARTEL DE OBRA	und	1.00	1,000.00	1,000.00
01.03	SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD DE OBRA	gb	1.00	3,000.00	3,000.00
02	OBRAS PRELIMINARES				101,159.52
02.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	12,144.00	1.22	14,815.68
02.02	TRAZO Y REPLANTEO	m2	12,144.00	7.11	86,343.84
03	MOVIMIENTO DE TIERRAS				69,543.63
03.01	CORTE EN TERRENO NATURAL A NIVEL DE SUB RASANTE O EQUIPO	m3	4,614.72	7.29	33,641.31
03.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	4,614.72	7.78	36,902.52
04	PAVIMENTO FLEXIBLE				991,679.04
04.01	PERFILADO, NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN DE SUB-RASANTE	m2	12,144.00	4.03	48,940.32
04.02	SUB-BASE GRANULAR e=0.10 m	m2	12,144.00	8.78	106,624.32
04.03	BASE GRANULAR e=0.20 m	m2	12,144.00	12.75	154,836.00
04.04	IMPRIMACION ASFALTICA	m2	12,144.00	5.06	61,448.64
04.05	CARPETA ASFALTICA 0.08m	m2	12,144.00	51.04	619,829.76
05	SEÑALIZACION				21,547.20
05.01	PINTADO DE PAVIMENTO (LINEA CONTINUA - AMARILLA)	m	1,840.00	6.08	11,187.20
05.02	PINTADO DE PAVIMENTO(LINEA DISCONTINUA - BLANCA)	m	1,750.00	5.92	10,360.00
	COSTO DIRECTO				1,188,197.64
	GASTOS GENERALES (10%)				118,819.76
	UTILIDAD (5%)				59,409.88
	SUBTOTAL				1,366,427.28
	IGV (18%)				245,956.91
	TOTAL PRESUPUESTO				1,612,384.19

SON : UN MILLON SEISCIENTOS DOCE MIL TRESCIENTOS OCHENTICUATRO Y 19/100 NUEVOS SOLES

Pavimento Rígido

Presupuesto

Presupuesto 0103002 DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO UBICADO EN LA PROLONGACIÓN CALLE 50 - ALTO TRUJILLO
 Subpresupuesto 002 PAVIMENTO RIGIDO
 Cliente GRABIEL CARAZAS, IRENE NATHALY Costo al 04/08/2021
 Lugar LA LIBERTAD - TRUJILLO - EL PORVENIR

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	OBRAS PROVISIONALES				4,268.05
01.01	CASETA DE GUARDIANÍA Y ALMACÉN	und	1.00	268.05	268.05
01.02	CARTEL DE OBRA	und	1.00	1,000.00	1,000.00
01.03	SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD DE OBRA	gb	1.00	3,000.00	3,000.00
02	OBRAS PRELIMINARES				101,139.52
02.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	12,144.00	1.22	14,815.68
02.02	TRAZO Y REPLANTEO	m2	12,144.00	7.11	86,343.84
03	MOVIMIENTO DE TIERRAS				54,903.03
03.01	CORTE EN TERRENO NATURAL A NIVEL DE SUB RASANTE C/ EQUIPO	m3	3,643.20	7.29	26,558.93
03.02	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	3,643.20	7.78	28,344.10
04	PAVIMENTO RÍGIDO				2,578,501.52
04.01	PERFILADO, NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN DE SUB-RASANTE	m2	12,144.00	4.03	48,940.32
04.02	BASE GRANULAR e=0.15 m	m2	12,144.00	11.29	137,105.76
04.03	LOSA DE CONCRETO e = 0.25 m	m2	12,144.00	113.80	1,381,987.20
04.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	13,156.00	57.57	757,390.92
04.05	DOWELS Ø= 1 1/4", L= 0.46m @ 0.30 m	kg	3,168.48	11.66	36,944.48
04.06	CORTE DE JUNTAS	m	3,036.00	54.42	165,219.12
04.07	SELLADO DE JUNTAS	m	3,036.00	16.77	50,913.72
05	SEÑALIZACIÓN				21,547.20
05.01	PINTADO DE PAVIMENTO (LINEA CONTINUA -AMARILLA)	m	1,840.00	6.08	11,187.20
05.02	PINTADO DE PAVIMENTO(LINEA DISCONTINUA - BLANCA)	m	1,750.00	5.92	10,360.00
	COSTO DIRECTO				2,760,379.32
	GASTOS GENERALES (10%)				276,037.93
	UTILIDAD (5%)				138,018.97

	SUBTOTAL				3,174,436.22
	IGV (18%)				571,398.52

	TOTAL PRESUPUESTO				3,745,834.74

Pavimento Articulado

Presupuesto

Presupuesto 0103002 DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO UBICADO EN LA PROLONGACIÓN CALLE 50 - ALTO TRUJILLO
 Subpresupuesto 003 PAVIMENTO ARTICULADO
 Cliente GRABIEL CARAZAS, IRENE NATHALY Costo al 04/08/2021
 Lugar LA LIBERTAD - TRUJILLO - EL PORVENIR

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	OBRAS PROVISIONALES				4,268.05
01.01	CASETA DE GUARDIANÍA Y ALMACÉN	und	1.00	268.05	268.05
01.02	CARTEL DE OBRA	und	1.00	1,000.00	1,000.00
01.03	SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD DE OBRA	gb	1.00	3,000.00	3,000.00
02	OBRAS PRELIMINARES				101,159.52
02.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	12,144.00	1.22	14,815.68
02.02	TRAZO Y REPLANTEO	m2	12,144.00	7.11	86,343.84
03	MOVIMIENTO DE TIERRAS				86,014.74
03.01	CORTE EN TERRENO NATURAL A NIVEL DE SUBRASANTE C/EQUIPO	m3	5,707.68	7.29	41,608.99
03.02	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	5,707.68	7.78	44,405.75
04	PAVIMENTO ARTICULADO				1,882,441.44
04.01	PERFILADO, NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN DE SUB-RASANTE	m2	12,144.00	4.03	48,940.32
04.02	SUB-BASE GRANULAR e=0.15 m	m2	12,144.00	11.39	138,320.16
04.03	BASE GRANULAR e = 0.20m	m2	12,144.00	12.98	157,629.12
04.04	CAPA DE ARENA e = 0.04 m	m2	12,144.00	4.85	58,898.40
04.05	ADOQUÍN e= 0.08 m	m2	12,144.00	121.76	1,478,653.44
05	SEÑALIZACION				21,547.20
05.01	PINTADO DE PAVIMENTO (LINEA CONTINUA -AMARILLA)	m	1,840.00	6.08	11,187.20
05.02	PINTADO DE PAVIMENTO(LINEA DISCONTINUA - BLANCA)	m	1,750.00	5.92	10,360.00
	COSTO DIRECTO				2,095,430.95
	GASTOS GENERALES (10%)				209,543.10
	UTILIDAD (5%)				104,771.55
	SUBTOTAL				2,409,745.60
	IGV (18%)				433,754.21
	TOTAL PRESUPUESTO				2,843,499.81

SON : DOS MILLONES OCHOCIENTOS CUARENTITRES MIL CUATROCIENTOS NOVENTINUEVE Y 81/100 NUEVOS SOLES

4.3. Prueba de Hipótesis

De acuerdo a la hipótesis planteada en el proyecto el cual fue que el pavimento más adecuado para la Prolongación Calle 50 y Calle Ricardo Palma sería el pavimento flexible se diseñó las secciones de la estructura de cada pavimento, obteniendo con ello el presupuesto de cada uno de acuerdo con los espesores hallados.

Los presupuestos obtenidos son, para la Calle Ricardo Palma un monto de S/3,084,008.82 para pavimento flexible, S/ 7,321,797.69 para pavimento rígido y S/ 5,725,470.21 para pavimento articulado y, para la Prolongación Calle 50 un monto de S/ 1,612,384.19 para pavimento flexible, S/ 3,745,834.74 para pavimento rígido y S/ 2,843,499.81 para pavimento articulado, por ello podemos afirmar que respecto al aspecto económico el pavimento flexible es el más accesible, con un ahorro económico del 137.4% con respecto al pavimento rígido y del 85.6% con respecto al pavimento articulado en la calle Ricardo Palma y 132.3% con respecto al pavimento rígido y 76.4% con respecto al pavimento articulado en la Prolongación Calle 50.

V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

El conteo de vehículos se tomó en 7 días calendarios, desde el día lunes 10 hasta el día domingo 16 de mayo del año 2021. Este conteo presenta las horas picos entre horas de 8:00 am – 10:00 am y 12:00 pm – 2:00 pm y 5:00 pm – 7:00 pm, para estos resultados se tomó un periodo de diseño de 20 años, obteniendo como resultado un EAL de:

Tabla 46.

Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 tn para pavimento flexible y rígido

TRAMOS	PAVIMENTO FLEXIBLE	PAVIMENTO RIGIDO
CALLE RICARDO PALMA	888,111.38	935,523.27
PROLONGACIÓN CALLE 50	1'744,174.56	1'921,052.03

Nota. Fuente: Elaboración Propia

Con respecto al estudio de mecánica de suelos, se realizaron 3 calicatas en la calle Ricardo Palma y 2 calicatas en la prolongación calle 50 a una profundidad de 1.50 y se encontró como material predominante arena mal graduada sin plasticidad obteniendo como resultados los siguientes.

Tabla 47.

Resultados de estudio de mecánica de suelos para el diseño de pavimentos

Nº DE CALICATA	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	GRAVEDAD ESPECIFICA	DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm ³)	HUMEDAD OPTIMA (%)	CBR (%)
C - 1	4.1	2.64	1.740	5.03	13.51
C - 2	7.0	2.64	1.750	4.98	13.38
C - 3	4.3	2.62	1.760	4.13	14.82
C - 4	6.5	2.62	1.760	5.39	15.36
C - 5	5.1	2.63	1.820	5.72	21.05

Nota. Fuente: Elaboración propia.

El método que se utilizó para el diseño estructural de los pavimentos fue el de AASHTO 93, con este se determinaron los parámetros necesarios para el diseño siendo los resultados correspondientes los siguientes:

Tabla 48.*Parámetros de Diseño para los diferentes Tipos de Pavimentos*







PARAMETROS	PAVIMENTO FLEXIBLE Y PAVIMENTO ARTICULADO		PAVIMENTO RIGIDO	
	<i>Calle Ricardo Palma</i>	<i>Prolongación Calle 50</i>	<i>Calle Ricardo Palma</i>	<i>Prolongación Calle 50</i>
W18	888,111.38	1'744.174.46	935,523.27	1'921,052.03
CBR	13.51	15.36	13.51	15.36
Módulo de Resiliencia	13,521.05	14,678.49	-	-
Serviciabilidad final	-	-	2.0	2.5
Diferencial de Serviciosibilidad	1.8	1.5	2.1	1.8
Desviación Estándar Combinada	0.45	0.45	0.35	0.35
Nivel de Confiabilidad	80%	85%	80%	85%
Desviación Estándar Normal	-0.842	-1.036	-0.842	-1.036
Numero Estructural	2.5	2.86	-	-
Módulo de Rotura del Concreto	-	-	3.92266 Mpa	3.92266 Mpa
Módulo de Elasticidad del Concreto	-	-	24,801.27 Mpa	24,801.27 Mpa
Coefficiente drenaje	-	-	1.00	1.00
Transferencia de Carga	-	-	3.8	3.8
Módulo de rotura del concreto	-	-	61.21 Mpa	64.24 Mpa

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Con estos parámetros y teniendo como guía al “Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos” se obtuvieron los siguientes espesores para cada tipo de pavimento:

Tabla 49.

Espesores de las secciones para los diferentes tipos de pavimentos

TRAMOS	CALLE RICARDO PALMA	PROLONGACION CALLE 50
PAVIMENTO FLEXIBLE		
PAVIMENTO RIGIDO		
PAVIMENTO ARTICULADO		

Nota. Fuente: Elaboración propia.

En el presupuesto obtenido no se consideró el costo de mantenimiento:

TRAMOS	CALLE RICARDO PALMA	PROLONGACION CALLE 50
PAVIMENTO FLEXIBLE	S/. 3,084,008.82	S/. 1,612,384.19
PAVIMENTO RIGIDO	S/. 7,321,797.69	S/. 3,745,834.74
PAVIMENTO ARTICULADO	S/. 5,725,470.21	S/. 2,843,499.81

CONCLUSIONES

- Mediante el estudio de tráfico se puede concluir que el tránsito vehicular de las vías en cuestión tiene como mayor influencia vehicular entre 12 p.m. y 2 p.m. y el número de repeticiones para la Calle Ricardo Palma fue de 888,111.38 EE para pavimento flexible y articulado, y 1'744.174.46 EE para pavimento rígido, y para Prolongación Calle; 50 935,523.27 para pavimento flexible y articulado y 1'921,052.03 para pavimento rígido.
- En el estudio de mecánica de suelos se obtuvo que es suelo de tipo A-3 (arena fina), con un CBR de 13.51% para la Calle Ricardo Palma y 15.36% para la Prolongación Calle 50, habiéndose considerado los menores valores de cada grupo de muestras de los diferentes tramos, por lo que se concluye que el suelo posee una buena capacidad portante.
- El resultado que se obtuvo en el diseño estructural del pavimento flexible, rígido y articulado utilizando la metodología AASHTO-93, fue el siguiente:

TRAMOS PAVIMENTO	CALLE RICARDO PALMA	PROLONGACION CALLE 50
PAVIMENTO FLEXIBLE	CARPETA ASFALTICA = 6 cm.	CARPETA ASFALTICA = 8 cm.
	BASE GRANULAR = 20 cm.	BASE GRANULAR = 20 cm.
	SUB BASE GRANULAR = 10 cm.	SUB BASE GRANULAR = 10 cm.
PAVIMENTO RIGIDO	LOSA DE CONCRETO = 20 cm.	LOSA DE CONCRETO = 25 cm.
	BASE = 15 cm.	BASE = 15 cm.
PAVIMENTO ARTICULADO	ADOQUIN = 8 cm.	ADOQUIN = 8 cm.
	CAPA DE ARENA = 4 cm.	CAPA DE ARENA = 4 cm.
	BASE GRANULAR = 25 cm.	BASE GRANULAR = 20 cm.
		SUB BASE GRANULAR = 15 cm.

- En cuanto al presupuesto el pavimento flexible presenta un costo menor en comparación al pavimento rígido y adoquinado; con un ahorro económico del 137.4% para la Calle Ricardo Palma y 132.3% para la Prolongación Calle 50 con respecto al pavimento rígido y en cuanto al pavimento articulado en la Calle Ricardo Palma 85.6% y 76.4% en la Prolongación Calle 50, sin embargo, el costo de mantenimiento es mayor.

Precios totales por metro cuadrado de cada tipo de pavimento:

CALLE RICARDO PALMA		
PRECIO TOTAL POR M²	PAVIMENTO FLEXIBLE	S/.116.863
	PAVIMENTO RIGIDO	S/.277.446
	PAVIMENTO ARTICULADO	S/.216.956

PROLONGACION CALLE 50		
PRECIO TOTAL POR M²	PAVIMENTO FLEXIBLE	S/.132.772
	PAVIMENTO RIGIDO	S/.308.451
	PAVIMENTO ARTICULADO	S/.234.149

RECOMENDACIONES

- Para lograr un análisis completo del estudio comparativo de costos para el presente trabajo, se deberá tomar en cuenta los costos de mantenimiento, para los pavimentos en estudio.
- Los tres tipos de pavimento presentan optimas cualidades que pueden ser bien aprovechadas si se ejecutan adecuadamente, cada proyecto debe ser analizado a conciencia para determinar cuál es la mejor opción, haciendo un análisis cuidadoso de todos los factores que intervienen en dicho proyecto
- El costo de ejecución del pavimento flexible es menor en comparación a los otros dos tipos de pavimento, sin embargo, se recomienda el pavimento rígido por tener mayor durabilidad y resistencia, por consiguiente, la decisión final deberá ser evaluada tomando en cuenta las condiciones climáticas de la zona, demanda vehicular y el costo total el cual incluye la inversión inicial y costos de mantenimiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Vega Périgo , D. A. (2018). Diseño de los pavimentos de la carretera de acceso al Puerto de Yurimaguas (km 1+000 a 2+000). Lima, Perú.

Albino, Y., & Cisneros, G. (2017). Diagnóstico de la transitabilidad vial y propuesta del diseño estructural del pavimento en las calles 5 y 9 del Centro Poblado Alto Trujillo-Trujillo-La Libertad. *Diagnóstico de la transitabilidad vial y propuesta del diseño estructural del pavimento en las calles 5 y 9 del Centro Poblado Alto Trujillo-Trujillo-La Libertad*. Trujillo, Perú.

Amaya Pérez, A. (2014). *prezi*. Obtenido de *prezi*: www.prezi.com

Burgos Vasquez, B. M. (2014). Análisis comparativo entre un pavimento rígido y un pavimento flexible para la ruta s/r: Santa Elvira-El Arenal, en la comuna de Valdivia. *Análisis comparativo entre un pavimento rígido y un pavimento flexible para la ruta s/r: Santa Elvira-El Arenal, en la comuna de Valdivia*. Valdivia, Chile.

Calla Mamani, E. A. (2015). Pavimentación de los jirones Achaya, Manco Capac, Conde de Lemus, Arica y Puno de la municipalidad distrital de Caminaca Azángaro. *Pavimentación de los jirones Achaya, Manco Capac, Conde de Lemus, Arica y Puno de la municipalidad distrital de Caminaca Azángaro*. Puno, Perú.

Camargo, J. (s.f.). *Civilgeeks*. Obtenido de *Civilgeeks*: www.civilgeeks.com

Código de Normas y Especificaciones Técnicas de obras de Pavimentación. (2018). Santiago de Chile, Chile: Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

Cueva del Ingeniero Civil. (s.f.). Obtenido de Cueva del Ingeniero Civil:

<https://www.cuevadelcivil.com>

FIUBA et al. (s.f.). *VISE*. Obtenido de <https://blog.vise.com.mx>

Fontalba Gallardo, E. W. (2015). Diseño de un pavimento alternativo para la avenida circunvalación sector Guacamayo 1° etapa. *Diseño de un pavimento alternativo para la avenida circunvalación sector Guacamayo 1° etapa*. Valdivia, Chile: Universidad Austral de Chile.

Gutierrez Soto, M. A. (2017). Gestión de Carreteras no Pavimentadas. *Trabajo fin de máster Gestión de Carreteras no pavimentadas*. Madrid, Madrid, España.

Gutierrez Soto, M. A. (2017). Gestión de Carreteras no Pavimentadas. *Trabajo fin de máster Gestión de Carreteras no pavimentadas*. Madrid, España.

Guzmán Boza, A. (5 de Diciembre de 2015). *Universidad de Piura*. Obtenido de Universidad de Piura: www.udep.edu.pe

Ing. Montejo Fonseca, A. (2002). *Ingeniería de Pavimentos para Carreteras*. Bogotá, Colombia: Universidad Católica de Colombia Ediciones y Publicaciones.

Ingeniería de Transporte. (2016). *Clasificación de Vías - Locales, Arteriales, Colectoras, Regionales, Expresas*.

Laurenté Vargas, Y. (2017). *SCRIBD*. Obtenido de

<https://es.scribd.com/document/351105051/Que-Es-El-CBR-de-Un-Suelo>

Manual de Carreteras: "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos". (2013). Lima, Perú: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Mendez, J. (2009). Ingeniería de Pavimentos. Materiales, Diseño y Conservación.

En J. R. Menéndez Acurio, *Ingeniería de Pavimentos. Materiales, Diseño y Conservación*. (pág. 12). Instituto de la Construcción y Gerencia.

Norma Técnica de Edificación CE. 0.10 Pavimentos Urbanos. (2010). Obtenido de

Norma Técnica de Edificación CE. 0.10 Pavimentos Urbanos: https://cdn-web.construccion.org/normas/files/tecnicas/Pavimentos_Urbanos.pdf

Ortega Maldonado, A. (s.f.). *ContruAprende.com#ingenieria civil*. Obtenido de

<http://www.construaprende.com>

Reglamento Nacional de Edificaciones Norma CE.010. (2010). Lima, Perú: Grupo

Universitario.

Rígidos, Diseño y Conservación de Pavimentos. (s.f.). *Diseño de Pavimentos*

Rígidos.

Universidad Militar Nueva Granada, F. d. (2007). Metodologías de diseño de

pavimentos flexibles: Tendencias, Alcances y Limitaciones . *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 41-65.

Yarango Serrano, E. M. (2014). Rehabilitación de la carretera de acceso a la

sociedad minera Cerro Verde(S.M.C.V.) desde la prog. KM 0+000 hasta el KM 1+900, en el distrito de Uchumayo, Arequipa, Arequipa. *Rehabilitación de la carretera de acceso a la sociedad minera Cerro Verde(S.M.C.V.) desde la prog. KM 0+000 hasta el KM 1+900, en el distrito de Uchumayo, Arequipa, Arequipa*. Lima, Perú: Universidad Ricardo Palma.

ANEXOS

CALICATAS REALIZADAS EN LA CALLE RICARDO PALMA

CALICATA 01- 900M



CALICATA 02 – 1 KM + 800 M



CALICATA 03 – 2 KM + 700 M



CALICATAS REALIZADAS EN LA PROLONGACIÓN CALLE 50

CALICATA 04 – 600 M



CALICATA 05 – 1 KM +200 M



ENSAYOS DE MECÁNICA DE SUELOS

Ensayo de Granulometría



Colocación de la muestras y proceso de tamizado.



Obtención de datos, a base de los pesos del material restante en cada tamiz.

Ensayo de Contenido de Humedad



Peso de muestras y colocación al horno.



Obtención de muestras dentro del horno.

Límites de Atterberg



Ensayo Proctor



Compactación de la muestra.

Ensayo de CBR



Se hicieron teniendo en cuenta los 12, 25 y 56 golpes por cada muestra.



Manejo de la muestra en Prensa Manual CBR.

Ensayo de Gravedad Específica de los Sólidos



Introducción de la muestra dentro del picnómetro.

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO
LABORATORIO DE CERÁMICOS Y SUELOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D 422

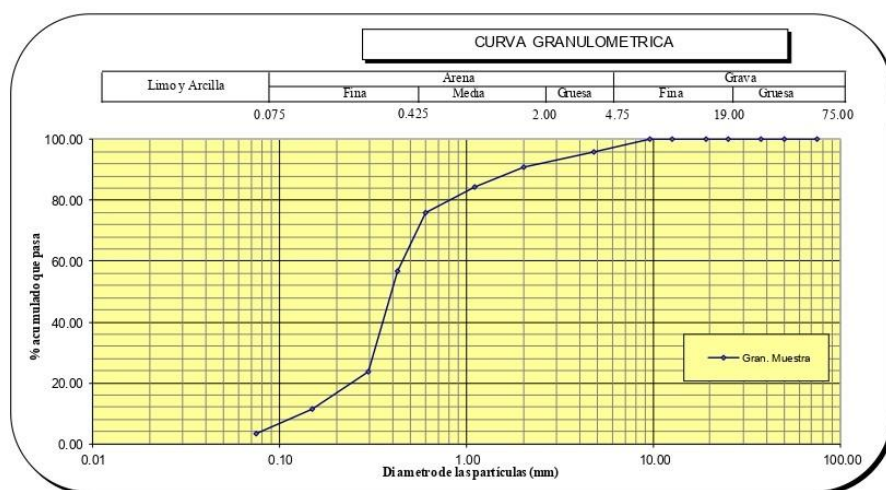
PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO UBICADO EN LA PROLONGACIÓN CALLE 50 Y CALLE RICARDO PALMA
ALTO TRUJILLO - EL PORVENIR - LA LIBERTAD

MUESTRA : C1 - CALLE RICARDO PALMA (900 m)

SOLICITANTES : CARAZAS AGUILAR, NATHALY KAROLINE
GRABIEL LEON, IRENE ELIZABETH

UBICACIÓN : DISTRITO EL PORVENIR, PROVINCIA DE TRUJILLO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD

MALLA SERIE AMERICANA	GRANULOMETRIA NTP. 339.128 (99)					OBSERVACIONES
	ABERTURA (mm)	PESO RET. (g)	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	
3"	75.000				100.00	Humedad natural 4.5 CLASIFICACIONES GRANULOMETRICAS Grava (%) Arena (%) 96.9 Finos (%) 3.1 D30 0.23 D60 0.34 D10 0.15 Cu 2.30 Cc 1.04 LIMITES DE CONSISTENCIA LL NP LP NP IP NP CLASIFICACION DE SUELOS SUCS SP AASTHO A-3
2"	50.000				100.0	
1 1/2"	37.500				100.0	
1"	25.000				100.0	
3/4"	19.000				100.0	
1/2"	12.500				100.0	
3/8"	9.500				100.0	
Nº4	4.750	20.1	4.0	4.0	96.0	
Nº10	2.000	24.9	5.0	9.0	91.0	
Nº16	1.100	32.2	6.4	15.4	84.6	
Nº30	0.600	43.9	8.8	24.2	75.8	
Nº40	0.425	95.1	19.0	43.2	56.8	
Nº50	0.297	166.0	33.2	76.4	23.6	
Nº100	0.149	61.9	12.4	88.8	11.2	
Nº200	0.075	40.3	8.1	96.9	3.1	
< Nº200	Fondo	15.7	3.1	100.0		
	Total	500.0	100.0			





CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL NPT 339.127

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO UBICADO EN LA PROLONGACIÓN CALLE 50 Y CALLE RICARDO PALMA
 ALTO TRUJILLO - EL PORVENIR - LA LIBERTAD
MUESTRA : C1 - CALLE RICARDO PALMA (900 m)
SOLICITANTES : CARAZAS AGUILAR, NATHALY KAROLINE
 GRABIEL LEON, IRENE ELIZABETH
UBICACIÓN : DISTRITO EL PORVENIR, PROVINCIA DE TRUJILLO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD

No.	Wh + CRISTAL (grs)	Ws + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	Ws (grs)	HUMEDAD (%)	HUMEDAD (%)
1	83.29	82.37	0.92	60.87	21.5	4.3	4.5
2	86.32	85.09	1.23	61.84	23.25	5.3	
3	85.08	84.16	0.92	61.04	23.12	4.0	



DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA NTP 339.129

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO UBICADO EN LA PROLONGACIÓN CALLE 50 Y CALLE RICARDO PALMA
ALTO TRUJILLO - EL PORVENIR - LA LIBERTAD

MUESTRA : C1 - CALLE RICARDO PALMA (900 m)

SOLICITANTES : CARAZAS AGUILAR, NATHALY KAROLINE
GRABIEL LEÓN, IRENE ELIZABETH

UBICACIÓN : DISTRITO EL PORVENIR, PROVINCIA DE TRUJILLO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD

CRISTAL No.	W _h + CRISTAL (grs)	W _s + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	W _s (grs)	HUMEDAD (%)	No. GOLPES
-------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------	-----------------	----------------------	-------------	------------

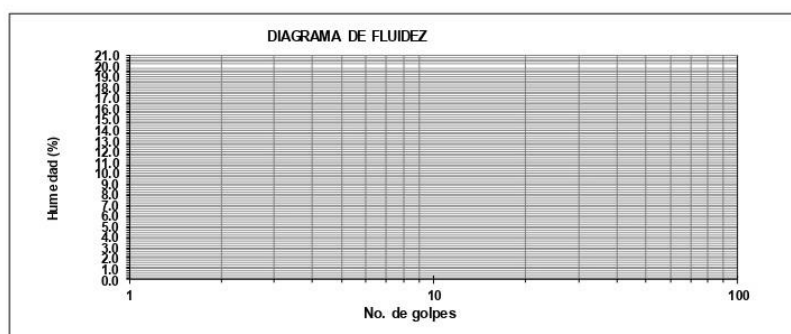
LÍMITE LÍQUIDO

1							
2							
3							

L.L.	NP
L.P.	NP
I.P.	NP

LÍMITE PLÁSTICO

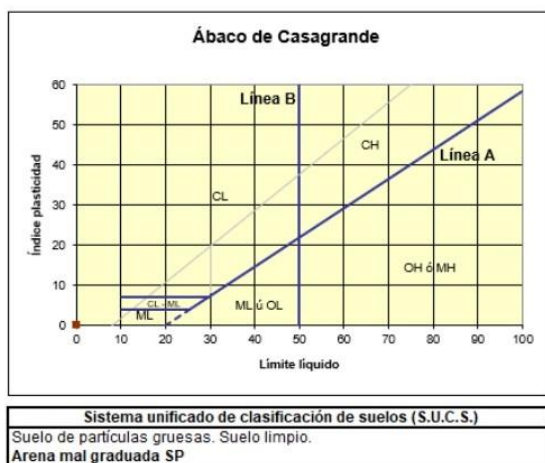
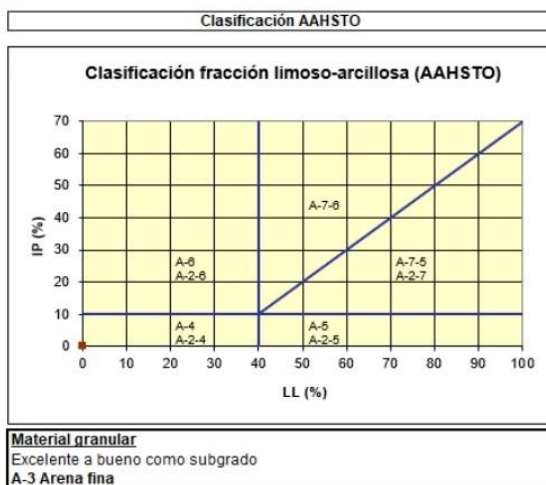
1							
2							
3							





CLASIFICACION DE SUELOS

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO UBICADO EN LA PROLONGACIÓN CALLE 50 Y CALLE RICARDO PALMA
ALTO TRUJILLO - EL PORVENIR - LA LIBERTAD
MUESTRA : C1 - CALLE RICARDO PALMA (900 m)
SOLICITANTES : CARAZAS AGUILAR, NATHALY KAROLINE
 GRABIEL LEON, IRENE ELIZABETH
UBICACIÓN : DISTRITO EL PORVENIR, PROVINCIA DE TRUJILLO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD





ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO
(NORMAS: NTP 339.141/ASTM D1557/ASSHTO T-180/MTC E-115)

Proyecto: DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO UBICADO EN LA PROLONGACIÓN CALLE 50 Y CALLE RICARDO PALMA, ALTO TRUJILLO - EL PORVENIR- LA LIBERTAD

INTEGRANTES: CARAZAS AGUILAR, NATHALY KAROLINE
GRABIEL LEON, IRENE ELIZABETH

MUESTRA: C1

Peso del martillo: 4.5 Kg

Altura de caída: 18 plg

de capas: 5

Volumen molde: 98.91 cm³

Peso molde: 3560 g

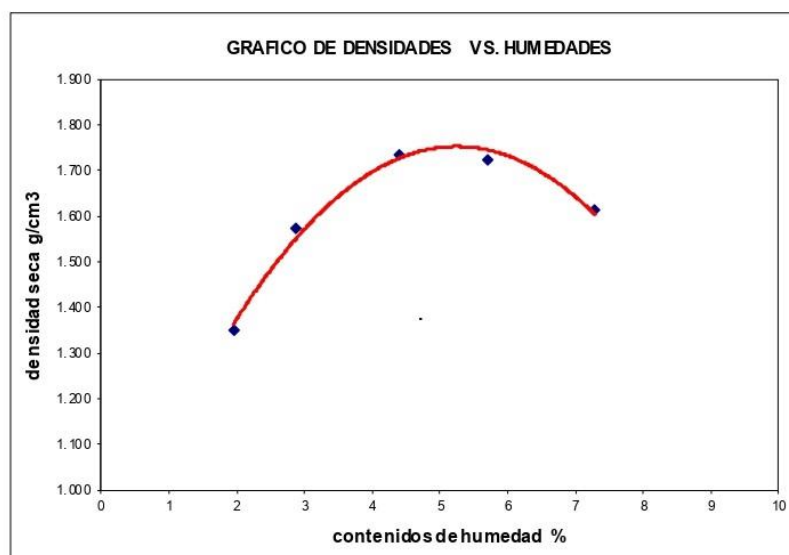
Golpes por capa: 25

DATOS PARA LA CURVA

Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	3696.00	3720.00	3739.00	3740.00	3731.00
Peso del suelo húmedo	g	136.00	160.00	179.00	180.00	171.00
Humedad calculada	%	1.95	2.88	4.40	5.70	7.29
Densidad Húmeda	g/cm ³	1.375	1.618	1.810	1.820	1.729
Densidad seca	g/cm ³	1.349	1.572	1.733	1.722	1.611

Contenidos de humedad

Muestra #		1	2	3	4	5					
Recipiente #											
Rec + suelo húmedo	g	133.5	125.6	119.4	121.5	112.8	113.6	149.1	152.8	179.4	178.6
Rec + suelo seco	g	132.3	124.5	118.3	120.7	111.3	111.6	145.9	147.4	174.4	172.1
Peso del recipiente	g	66.04	70.96	85.48	83	70.05	70.86	70	71.54	99.56	90
Peso del suelo seco	g	66.21	53.56	32.77	37.65	41.21	40.72	75.90	75.82	74.82	82.09
Peso del agua	g	1.25	1.08	1.15	0.85	1.54	2.06	3.16	5.48	4.97	6.52
Contenido de Humedad	%	1.89	2.02	3.51	2.26	3.74	5.06	4.16	7.23	6.64	7.94
Humedad promedio	%	1.95	2.88	4.40	5.70	7.29					



Densidad Máxima:
1.740 g/cm³

Humedad óptima:
5.03 %



GRAVEDAD ESPECIFICA DE LOS SOLIDOS DEL SUELO
NTP 339.131

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO UBICADO EN LA PROLONGACIÓN CALLE 50 Y CALLE RICARDO PALMA ALTO TRUJILLO - EL PORVENIR - LA LIBERTAD

MUESTRA : C1

SOLICITADO : CARAZAS AGUILAR NATHALY KAROLINE
GRABIEL LEON IRENE ELIZABETH

UBICACIÓN : DISTRITO EL PORVENIR - PROVINCIA TRUJILLO - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD

PICNÓMETRO N°	1
PESO PICNÓMETRO , gr.	177.04
PESO PICNÓMETRO + SUELO SECO , g	232.45
PESO SUELO SECO , gr. (Ws)	59.01
PESO PICN. + AGUA + SUELO , gr. (W1)	706.48
PESO PICN. + AGUA a C.T. , gr. (W2)	656.93
PESO PICN. + AGUA A TEMP. ENSAY	669.76
TEMPERATURA DE ENSAYO, ° C	26.3
GS A TEMPERATURA ENSAYO	2.65
K	0.99729
GS A 20 ° C	2.64



INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO UBICADO EN LA PROLONGACIÓN CALLE 50 Y CALLE RICARDO PALMA ALTO TRUJILLO - EL PORVENIR - LA LIBERTAD
 MUESTRA : C1 / R5 - CALLE RICARDO PALMA (900 m)
 SOLICITADO : CARAZAS AGUILAR NATHALY KAROLINE
 GRABIEL LEON IRENE ELIZABETH
 UBICACIÓN : DISTRITO EL PORVENIR - PROVINCIA TRUJILLO - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD

DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7924	7935	7925
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11596	11729	11875
Peso suelo húmedo (g)	3672	3794	3950
Volumen (cm ³)	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm ³)	1.73	1.79	1.86
Densidad seca(g/cm³)	1.64	1.70	1.78
Contenido de humedad(%)	5.51	5.17	4.71

Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12 golpes		25 golpes		56 golpes	
Rec + suelo húmedo g	99.96	81.72	93.38	110.28	88.67	89.28
Rec + suelo seco g	99.01	79.95	92.36	108.39	87.27	88.39
Peso del recipiente g	74.01	55.41	66.65	78.72	58.89	68.58
Peso del suelo seco g	25.00	24.54	25.71	29.67	28.38	19.81
Peso del agua g	0.95	1.77	1.02	1.89	1.40	0.89
Contenido de Humedad %	3.80	7.21	3.97	6.37	4.93	4.49
Humedad promedio %	5.51		5.17		4.71	

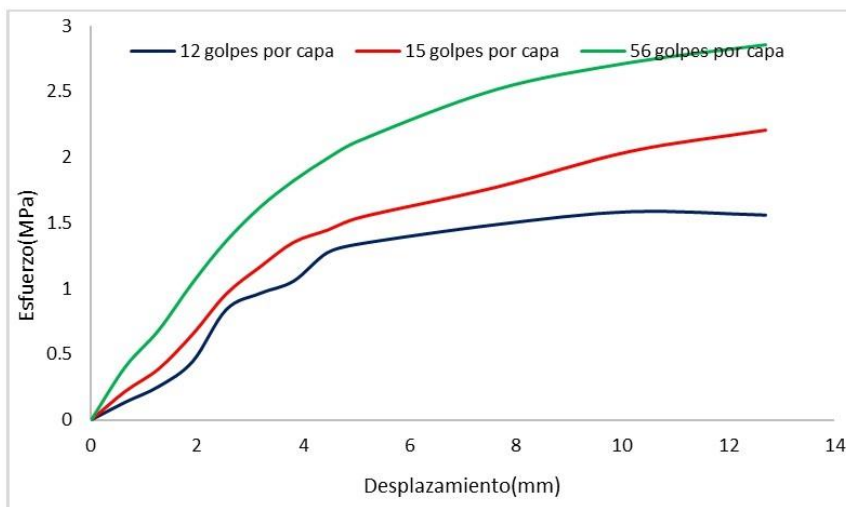


Ensayo de CBR 12 golpes por capa

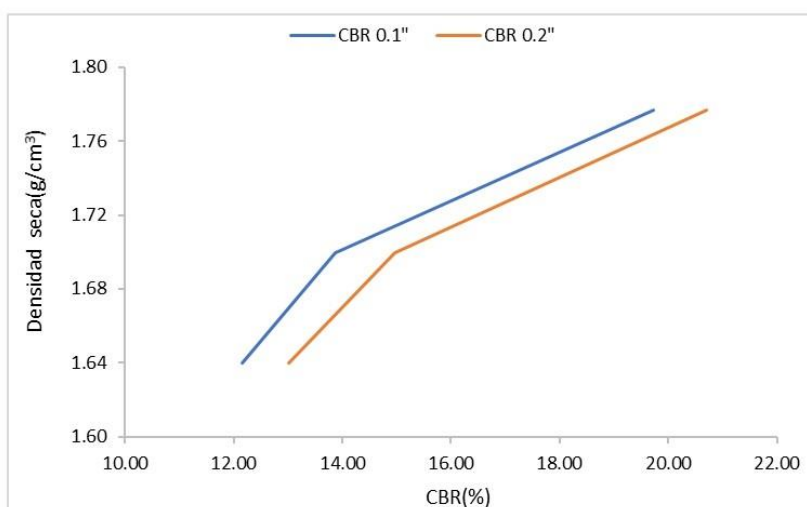
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	0.26	0.001932	0.13
0.050	1.27	0.49	0.001932	0.25
0.075	1.91	0.86	0.001932	0.45
0.100	2.54	1.62	0.001932	0.84
0.125	3.18	1.86	0.001932	0.96
0.150	3.81	2.04	0.001932	1.06
0.175	4.45	2.46	0.001932	1.27
0.200	5.08	2.59	0.001932	1.34
0.300	7.62	2.87	0.001932	1.49
0.400	10.16	3.06	0.001932	1.58
0.500	12.7	3.01	0.001932	1.56

Ensayo de CBR 25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.42	0.001932	0.22
0.050	1.27	0.75	0.001932	0.39
0.075	1.91	1.26	0.001932	0.65
0.100	2.54	1.85	0.001932	0.96
0.125	3.18	2.25	0.001932	1.16
0.150	3.81	2.61	0.001932	1.35
0.175	4.45	2.79	0.001932	1.44
0.200	5.08	2.98	0.001932	1.54
0.300	7.62	3.42	0.001932	1.77
0.400	10.16	3.95	0.001932	2.04
0.500	12.70	4.26	0.001932	2.20



GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.64	12.15	13.02
25	1.70	13.88	14.98
56	1.78	19.73	20.70



M.D.S	1.740	g/cm ³
95%(M.D.S)	1.653	g/cm ³
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	12.86	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	13.51	%



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D 422

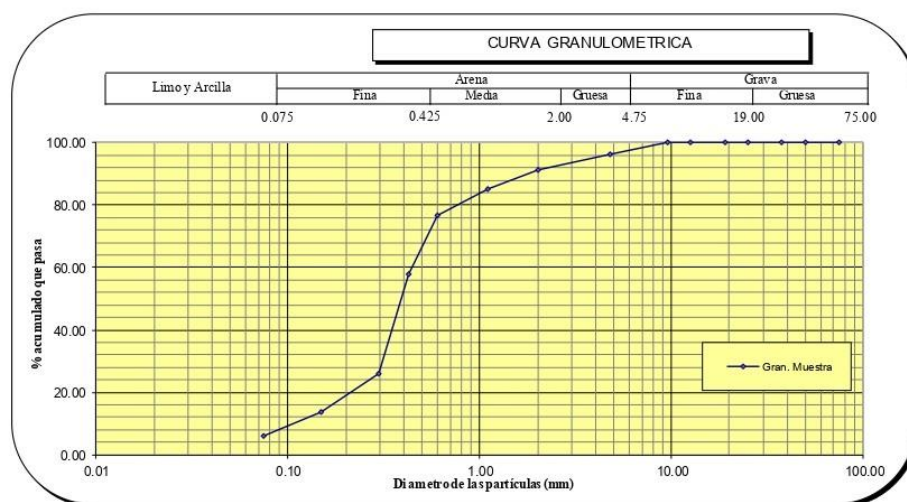
PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO UBICADO EN LA PROLONGACIÓN CALLE 50 Y CALLE RICARDO PALMA
ALTO TRUJILLO - EL PORVENIR - LA LIBERTAD

MUESTRA : C2 - CALLE RICARDO PALMA (1Km - 800 m)

SOLICITANTES : CARAZAS AGUILAR, NATHALY KAROLINE
GRABIEL LEON, IRENE ELIZABETH

UBICACIÓN : DISTRITO EL PORVENIR, PROVINCIA DE TRUJILLO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD

MALLA SERIE AMERICANA	GRANULOMETRIA NTP. 339.128 (99)					OBSERVACIONES
	ABERTURA (mm)	PESO RET. (g)	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	
3"	75.000				100.00	Humedad natural 7.0 CLASIFICACIONES GRANULOMETRICAS Grava (%) Arena (%) 94.0 Finos (%) 6.0 D30 0.22 D60 0.34 D10 0.12 Cu 2.76 Cc 1.20 LIMITES DE CONSISTENCIA LL NP LP NP IP NP CLASIFICACION DE SUELOS SUCS SP AASTHO A-3
2"	50.000				100.0	
1 1/2"	37.500				100.0	
1"	25.000				100.0	
3/4"	19.000				100.0	
1/2"	12.500				100.0	
3/8"	9.500				100.0	
N°4	4.750	19.1	3.8	3.8	96.2	
N°10	2.000	23.9	4.8	8.6	91.4	
N°16	1.100	31.2	6.2	14.8	85.2	
N°30	0.600	42.9	8.6	23.4	76.6	
N°40	0.425	94.1	18.8	42.2	57.8	
N°50	0.297	159.5	31.9	74.1	25.9	
N°100	0.149	61.3	12.3	86.4	13.6	
N°200	0.075	38.3	7.7	94.0	6.0	
< N°200	Fondo	29.9	6.0	100.0		
Total		500.0	100.0			





DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA NTP 339.129

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO UBICADO EN LA PROLONGACIÓN CALLE 50 Y CALLE RICARDO PALMA
ALTO TRUJILLO - EL PORVENIR - LA LIBERTAD

MUESTRA : C2 - CALLE RICARDO PALMA (1Km - 800 m)

SOLICITANTES : CARAZAS AGUILAR, NATHALY KAROLINE
GRABIEL LEON, IRENE ELIZABETH

UBICACIÓN : DISTRITO EL PORVENIR, PROVINCIA DE TRUJILLO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD

CRISTAL No.	Wh + CRISTAL (grs)	Ws + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	Ws (grs)	HUMEDAD (%)	No. GOLPES
-------------	--------------------	--------------------	--------------	-----------------	----------	-------------	------------

LÍMITE LÍQUIDO

1							
2							
3							

L.L.	NP
L.P.	NP
I.P.	NP

LÍMITE PLÁSTICO

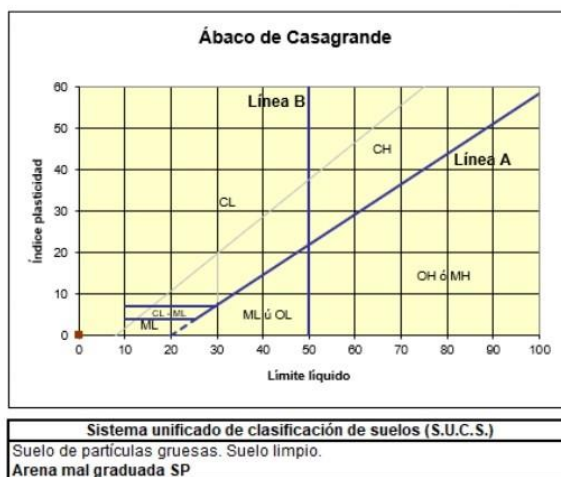
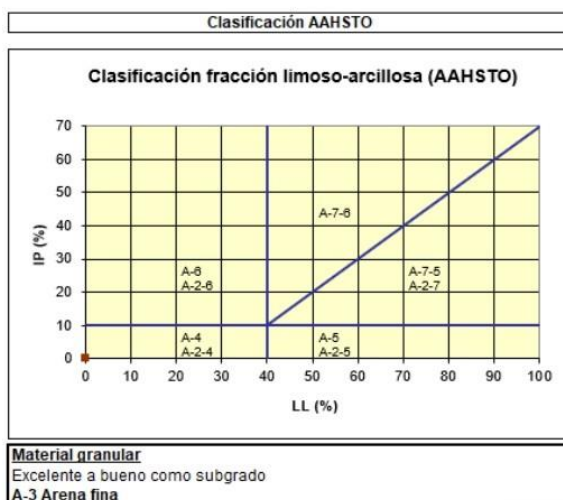
1							
2							
3							





CLASIFICACION DE SUELOS

- PROYECTO :** DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO UBICADO EN LA PROLONGACIÓN CALLE 50 Y CALLE RICARDO PALMA
- MUESTRA :** ALTO TRUJILLO - EL PORVENIR - LA LIBERTAD
- SOLICITANTES :** CARAZAS AGUILAR, NATHALY KAROLINE
- UBICACIÓN :** GRABIEL LEON, IRENE ELIZABETH
- UBICACIÓN :** DISTRITO EL PORVENIR, PROVINCIA DE TRUJILLO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD





ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO
(NORMAS: NTP 339.141/ASTM D1557/ASSHTO T-180/MTC E-115)

Proyecto: DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO UBICADO EN LA PROLONGACIÓN CALLE 50 Y CALLE RICARDO PALMA, ALTO TRUJILLO - EL PORVENIR - LA LIBERTAD

INTEGRANTES: CARAZAS AGUILAR, NATHALY KAROLINE
GRABIEL LEON, IRENE ELIZABETH

MUESTRA: C2

Peso del martillo: 4.5 Kg

Altura de caída: 18 plg

de capas: 5

Golpes por capa: 25

Volumen molde: 98.91 cm³

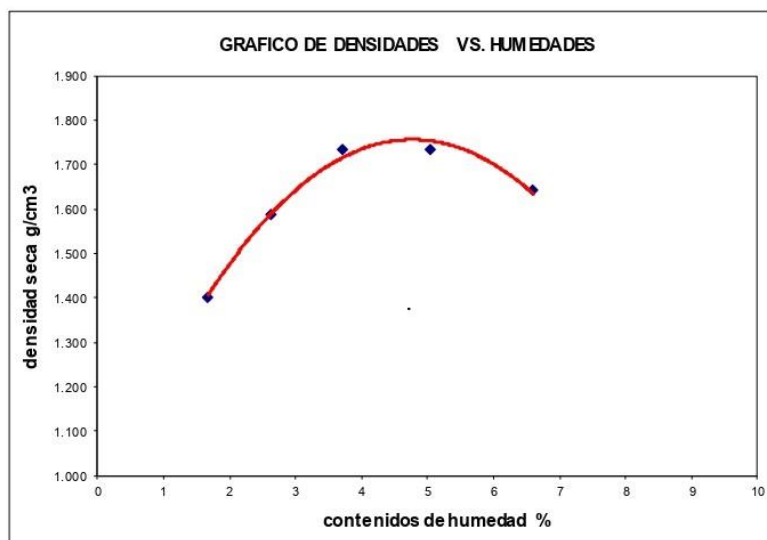
Peso molde: 3560 g

DATOS PARA LA CURVA

Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	3701.00	3721.00	3738.00	3740.00	3733.00
Peso del suelo húmedo	g	141.00	161.00	178.00	180.00	173.00
Humedad calculada	%	1.67	2.62	3.72	5.04	6.59
Densidad Húmeda	g/cm ³	1.426	1.628	1.800	1.820	1.749
Densidad seca	g/cm ³	1.402	1.586	1.735	1.733	1.641

Contenidos de humedad

Muestra #		1		2		3		4		5	
Recipiente #											
Rec + suelo húmedo	g	132.6	125.7	118.5	121.5	112.9	113.7	148.2	153.8	178.4	177.6
Rec + suelo seco	g	132.1	124.4	117.5	120.7	111.7	111.9	146.4	148	174.4	171.3
Peso del recipiente	g	66.04	70.96	85.48	83	70.05	70.86	70	71.54	99.56	90
Peso del suelo seco	g	66.01	53.40	32.04	37.68	41.63	40.99	76.35	76.41	74.82	81.25
Peso del agua	g	0.55	1.34	0.98	0.82	1.22	1.85	1.85	5.85	4.02	6.35
Contenido de Humedad	%	0.83	2.51	3.06	2.18	2.93	4.51	2.42	7.66	5.37	7.82
Humedad promedio	%	1.67		2.62		3.72		5.04		6.59	



Densidad Máxima:

1.750 g/cm³

Humedad óptima:

4.98 %



GRAVEDAD ESPECIFICA DE LOS SOLIDOS DEL SUELO
NTP 339.131

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO UBICADO EN LA PROLONGACIÓN CALLE 50 Y CALLE RICARDO PALMA ALTO TRUJILLO - EL PORVENIR - LA LIBERTAD

MUESTRA : C2

SOLICITADO : CARAZAS AGUILAR NATHALY KAROLINE
GRABIE LEON IRENE ELIZABETH

UBICACIÓN : DISTRITO EL PORVENIR - PROVINCIA TRUJILLO - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD

PICNÓMETRO N°	2
CAPACIDAD PICNÓMETRO CM3	500
PESO PICNÓMETRO , gr.	177.04
PESO PICNÓMETRO + SUELO SECO ,	232.45
PESO SUELO SECO , gr. (Ws)	60.23
PESO PICN. + AGUA + SUELO , gr. (W)	706.48
PESO PICN. + AGUA a C.T. , gr. (W2)	656.9
PESO PICN. + AGUA A TEMP. ENSAYO	669.02
TEMPERATURA DE ENSAYO, ° C	26.3
GS A TEMPERATURA ENSAYO	2.65
K	0.99729
GS A 20 ° C	2.64



INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO UBICADO EN LA PROLONGACIÓN CALLE 50 Y CALLE RICARDO PALMA ALTO TRUJILLO - EL PORVENIR - LA LIBERTAD
 MUESTRA : C2-R4
 SOLICITADO : CARAZAS AGUILAR NATHALY KAROLINE
 GRABIEL LEON IRENE ELIZABETH
 UBICACIÓN : DISTRITO EL PORVENIR - PROVINCIA TRUJILLO - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD

DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7924	7935	7925
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11538	11829	11924
Peso suelo húmedo (g)	3614	3894	3999
Volumen (cm ³)	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm ³)	1.70	1.83	1.88
Densidad seca(g/cm³)	1.62	1.74	1.80
Contenido de humedad(%)	4.87	5.15	4.61

Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12 golpes		25 golpes		56 golpes	
Rec + suelo húmedo g	99.54	78.23	87.84	97.49	78.67	87.58
Rec + suelo seco g	98.56	76.99	86.69	96.67	77.79	86.75
Peso del recipiente g	74.01	55.41	66.65	78.72	58.89	68.58
Peso del suelo seco g	24.55	21.58	20.04	17.95	18.90	18.17
Peso del agua g	0.98	1.24	1.15	0.82	0.88	0.83
Contenido de Humedad %	3.99	5.75	5.74	4.57	4.66	4.57
Humedad promedio %	4.87		5.15		4.61	



Ensayo de CBR 12 golpes por capa

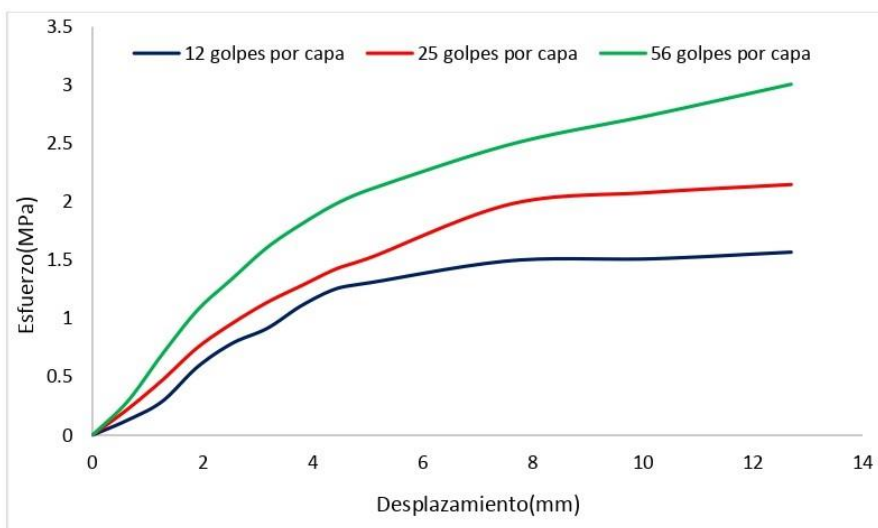
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	0.25	0.001932	0.13
0.050	1.27	0.56	0.001932	0.29
0.075	1.91	1.13	0.001932	0.58
0.100	2.54	1.52	0.001932	0.79
0.125	3.18	1.77	0.001932	0.92
0.150	3.81	2.15	0.001932	1.11
0.175	4.45	2.43	0.001932	1.26
0.200	5.08	2.53	0.001932	1.31
0.300	7.62	2.89	0.001932	1.50
0.400	10.16	2.92	0.001932	1.51
0.500	12.7	3.03	0.001932	1.57

Ensayo de CBR 25 golpes por capa

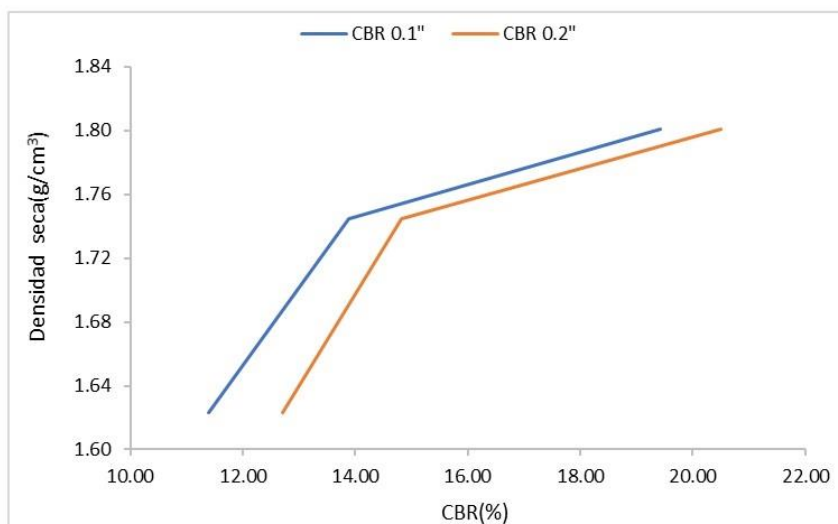
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.43	0.001932	0.22
0.050	1.27	0.91	0.001932	0.47
0.075	1.91	1.45	0.001932	0.75
0.100	2.54	1.85	0.001932	0.96
0.125	3.18	2.20	0.001932	1.14
0.150	3.81	2.48	0.001932	1.28
0.175	4.45	2.76	0.001932	1.43
0.200	5.08	2.95	0.001932	1.53
0.300	7.62	3.83	0.001932	1.98
0.400	10.16	4.02	0.001932	2.08
0.500	12.70	4.15	0.001932	2.15

Ensayo de CBR 56 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.56	0.001932	0.290
0.050	1.27	1.34	0.001932	0.694
0.075	1.91	2.07	0.001932	1.071
0.100	2.54	2.59	0.001932	1.341
0.125	3.18	3.11	0.001932	1.610
0.150	3.81	3.5	0.001932	1.812
0.175	4.45	3.84	0.001932	1.988
0.200	5.08	4.08	0.001932	2.112
0.300	7.62	4.82	0.001932	2.495
0.400	10.16	5.3	0.001932	2.743
0.500	12.7	5.81	0.001932	3.007



GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.62	11.40	12.71
25	1.74	13.88	14.82
56	1.80	19.43	20.50



M.D.S	1.750	g/cm ³
95%(M.D.S)	1.663	g/cm ³
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	12.16	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	13.38	%



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL NPT 339.127

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO UBICADO EN LA PROLONGACIÓN CALLE 50 Y CALLE RICARDO PALMA
 ALTO TRUJILLO - EL PORVENIR - LA LIBERTAD
MUESTRA : C3 - CALLE RICARDO PALMA (2 Km - 700 m)
SOLICITANTES : CARAZAS AGUILAR, NATHALY KAROLINE
 GRABIEL LEON, IRENE ELIZABETH
UBICACIÓN : DISTRITO EL PORVENIR, PROVINCIA DE TRUJILLO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD

No.	Wh + CRISTAL (grs)	Ws + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	Ws (grs)	HUMEDAD (%)	HUMEDAD (%)
1	84.29	83.37	0.92	60.87	22.5	4.1	4.3
2	87.32	86.09	1.23	61.84	24.25	5.1	
3	86.08	85.16	0.92	61.04	24.12	3.8	



DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA NTP 339.129

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO UBICADO EN LA PROLONGACIÓN CALLE 50 Y CALLE RICARDO PALMA
ALTO TRUJILLO - EL PORVENIR - LA LIBERTAD

MUESTRA : C3 - CALLE RICARDO PALMA (2 Km - 700 m)

SOLICITANTES : CARAZAS AGUILAR, NATHALY KAROLINE
GRABIEL LEON, IRENE ELIZABETH

UBICACIÓN : DISTRITO EL PORVENIR, PROVINCIA DE TRUJILLO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD

CRISTAL No.	W _h + CRISTAL (grs)	W _s + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	W _s (grs)	HUMEDAD (%)	No. GOLPES
-------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------	-----------------	----------------------	-------------	------------

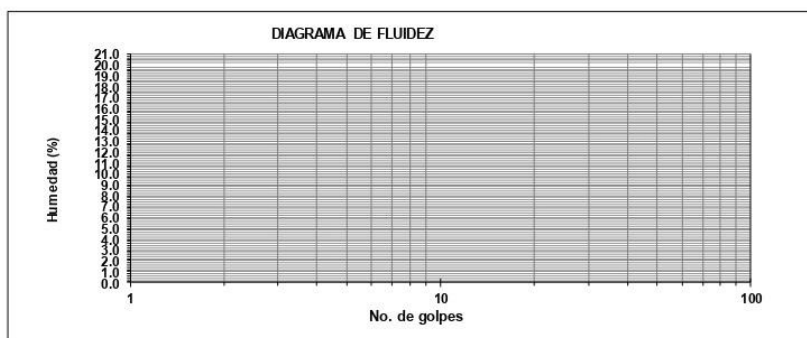
LÍMITE LÍQUIDO

1							
2							
3							

L.L.	NP
L.P.	NP
I.P.	NP

LÍMITE PLÁSTICO

1						
2						
3						





CLASIFICACION DE SUELOS

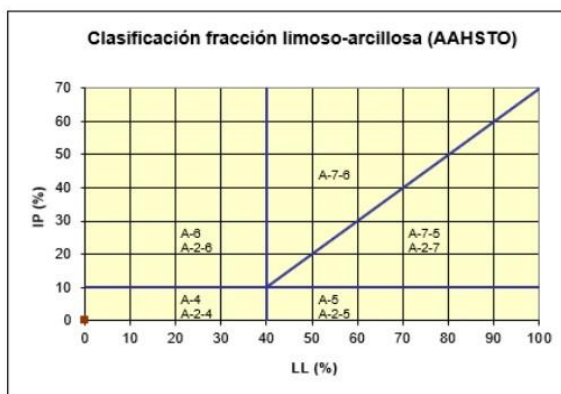
PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO UBICADO EN LA PROLONGACIÓN CALLE 50 Y CALLE RICARDO PALMA
ALTO TRUJILLO - EL PORVENIR - LA LIBERTAD

MUESTRA : C3 - CALLE RICARDO PALMA (2 Km - 700 m)

SOLICITANTES : CARAZAS AGUILAR, NATHALY KAROLINE
GRABIEL LEON, IRENE ELIZABETH

UBICACIÓN : DISTRITO EL PORVENIR, PROVINCIA DE TRUJILLO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD

Clasificación AAHSTO

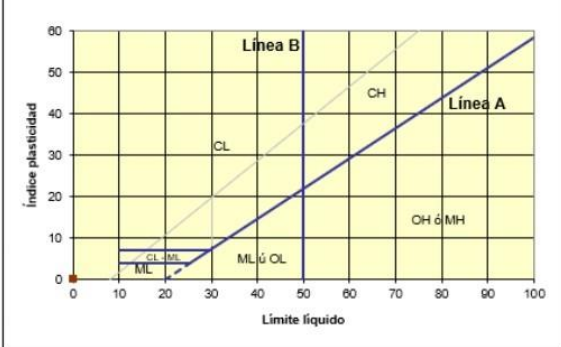


Material granular

Excelente a bueno como subgrado

A-3 Arena fina

Ábaco de Casagrande



Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)

Suelo de partículas gruesas. Suelo limpio.

Arena mal graduada SP



ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO
(NORMAS: NTP 339.141/ASTM D1557/ASSHTO T-180/MTC E-115)

Proyecto: DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO UBICADO EN LA PROLONGACIÓN CALLE 50 Y CALLE RICARDO PALMA, ALTO TRUJILLO - EL PORVENIR- LA LIBERTAD

INTEGRANTES: CARAZAS AGUILAR, NATHALY KAROLINE
GRABIEL LEON, IRENE ELIZABETH

MUESTRA: C3

Peso del martillo: 4.5 Kg

Altura de caída: 18 plg

de capas: 5

Golpes por capa: 25

Volumen molde: 98.91 cm³

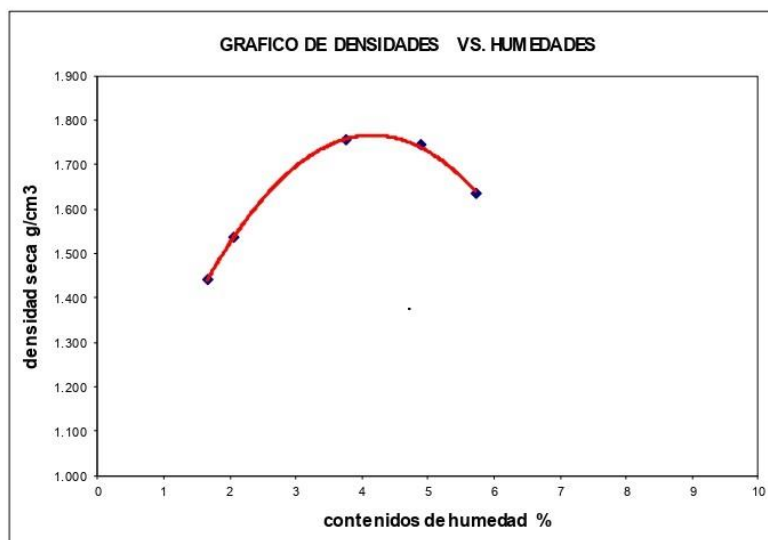
Peso molde: 3560 g

DATOS PARA LA CURVA

Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	3705.00	3715.00	3740.00	3741.00	3731.00
Peso del suelo húmedo	g	145.00	155.00	180.00	181.00	171.00
Humedad calculada	%	1.66	2.06	3.76	4.89	5.73
Densidad Húmeda	g/cm ³	1.466	1.567	1.820	1.830	1.729
Densidad seca	g/cm ³	1.442	1.535	1.754	1.745	1.635

Contenidos de humedad

Muestra #		1	2	3	4	5					
Recipiente #											
Rec + suelo húmedo	g	139.5	125.6	119.5	120.5	115.8	113.8	149.5	153.2	178.2	177.3
Rec + suelo seco	g	138.6	124.5	118.9	119.7	114.9	111.6	147.3	147.9	174.4	172.1
Peso del recipiente	g	66.04	70.96	85.48	83	70.05	70.86	70	71.54	99.56	90
Peso del suelo seco	g	72.52	53.56	33.37	36.70	44.82	40.72	77.32	76.36	74.82	82.09
Peso del agua	g	0.94	1.08	0.65	0.80	0.93	2.22	2.19	5.31	3.82	5.21
Contenido de Humedad	%	1.30	2.02	1.95	2.18	2.07	5.45	2.83	6.95	5.11	6.35
Humedad promedio	%	1.66	2.06	3.76	4.89	5.73					



Densidad Máxima:
1.760 g/cm³

Humedad óptima:
4.13 %



GRAVEDAD ESPECIFICA DE LOS SOLIDOS DEL SUELO
NTP 339.131

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO UBICADO EN LA PROLONGACIÓN CALLE 50 Y CALLE RICARDO PALMA ALTO TRUJILLO - EL PORVENIR - LA LIBERTAD

MUESTRA : C3

SOLICITADO : CARAZAS AGUILAR NATHALY KAROLINE
GRABIEL LEON RENE ELIZABETH

UBICACIÓN : DISTRITO EL PORVENIR - PROVINCIA TRUJILLO - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD

PICNÓMETRO N°	3
CAPACIDAD PICNÓMETRO CM3	500
PESO PICNÓMETRO , gr.	177.04
PESO PICNÓMETRO + SUELO SECO ,	232.45
PESO SUELO SECO , gr. (Ws)	58.91
PESO PICN. + AGUA + SUELO , gr. (W)	706.48
PESO PICN. + AGUA a C.T. , gr. (W2)	656.9
PESO PICN. + AGUA A TEMP. ENSAYO	669.98
TEMPERATURA DE ENSAYO, ° C	27.2
GS A TEMPERATURA ENSAYO	2.63
K	0.99729
GS A 20 ° C	2.62



INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO UBICADO EN LA PROLONGACIÓN CALLE 50 Y CALLE RICARDO PALMA ALTO TRUJILLO - EL PORVENIR - LA LIBERTAD
MUESTRA : C3-R2
SOLICITADO : CARAZAS AGUILAR NATHALY KAROLINE
 GRABIEL LEON IRENE ELIZABETH
UBICACIÓN : DISTRITO EL PORVENIR - PROVINCIA TRUJILLO - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD

DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7924	7935	7925
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11372	11653	11805
Peso suelo húmedo (g)	3448	3718	3880
Volumen (cm ³)	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm ³)	1.62	1.75	1.83
Densidad seca(g/cm³)	1.56	1.67	1.75
Contenido de humedad(%)	4.41	4.80	4.38

Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12 golpes		25 golpes		56 golpes	
Rec + suelo húmedo g	99.23	78.01	87.53	97.59	78.36	87.27
Rec + suelo seco g	98.25	76.98	86.58	96.71	77.58	86.44
Peso del recipiente g	73.99	55.40	66.54	78.61	58.78	68.47
Peso del suelo seco g	24.26	21.58	20.04	18.10	18.80	17.97
Peso del agua g	0.98	1.03	0.95	0.88	0.78	0.83
Contenido de Humedad %	4.04	4.77	4.74	4.86	4.15	4.62
Humedad promedio %	4.41		4.80		4.38	



Ensayo de CBR 12 golpes por capa

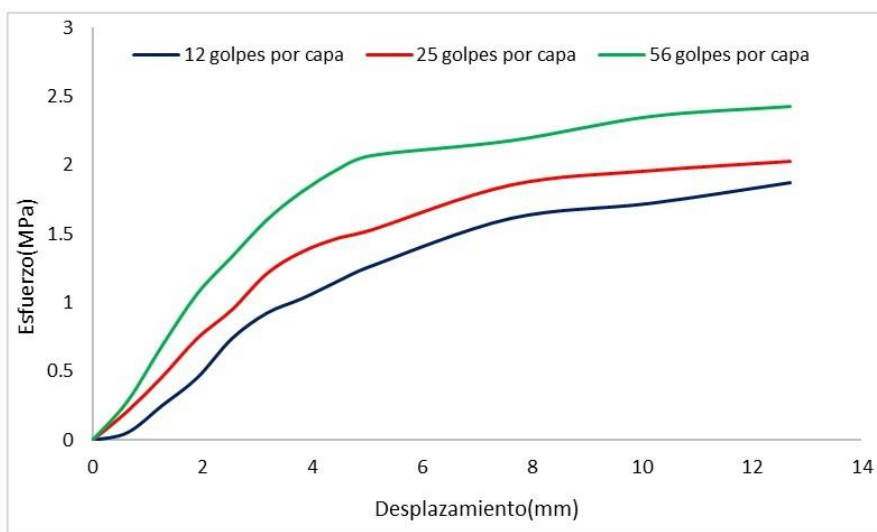
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	0.11	0.001932	0.06
0.050	1.27	0.49	0.001932	0.25
0.075	1.91	0.88	0.001932	0.46
0.100	2.54	1.43	0.001932	0.74
0.125	3.18	1.79	0.001932	0.93
0.150	3.81	1.99	0.001932	1.03
0.175	4.45	2.23	0.001932	1.15
0.200	5.08	2.45	0.001932	1.27
0.300	7.62	3.12	0.001932	1.61
0.400	10.16	3.33	0.001932	1.72
0.500	12.7	3.62	0.001932	1.87

Ensayo de CBR 25 golpes por capa

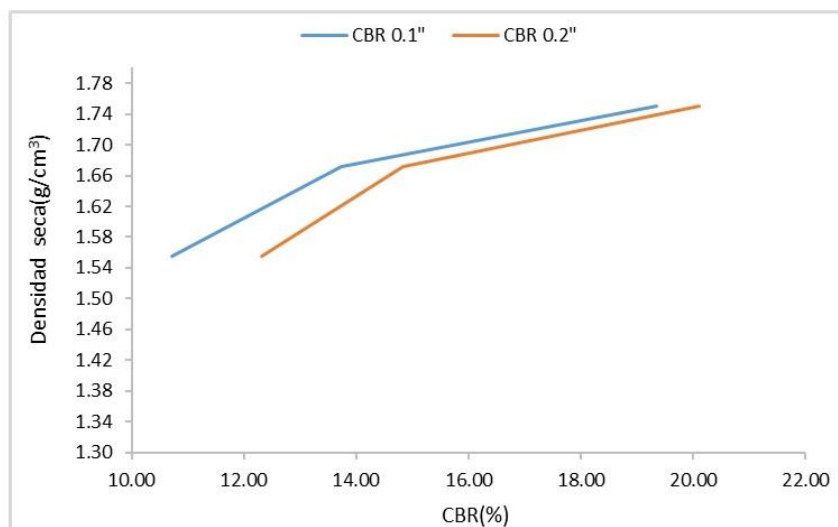
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.41	0.001932	0.21
0.050	1.27	0.89	0.001932	0.46
0.075	1.91	1.43	0.001932	0.74
0.100	2.54	1.83	0.001932	0.95
0.125	3.18	2.34	0.001932	1.21
0.150	3.81	2.64	0.001932	1.37
0.175	4.45	2.83	0.001932	1.46
0.200	5.08	2.95	0.001932	1.53
0.300	7.62	3.58	0.001932	1.85
0.400	10.16	3.78	0.001932	1.96
0.500	12.70	3.91	0.001932	2.02

Ensayo de CBR 56 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.55	0.001932	0.285
0.050	1.27	1.33	0.001932	0.688
0.075	1.91	2.06	0.001932	1.066
0.100	2.54	2.58	0.001932	1.335
0.125	3.18	3.1	0.001932	1.605
0.150	3.81	3.49	0.001932	1.806
0.175	4.45	3.8	0.001932	1.967
0.200	5.08	4	0.001932	2.070
0.300	7.62	4.21	0.001932	2.179
0.400	10.16	4.55	0.001932	2.355
0.500	12.7	4.69	0.001932	2.428



GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.56	10.73	12.31
25	1.67	13.73	14.82
56	1.75	19.35	20.10



M.D.S	1.760	g/cm ³
95%(M.D.S)	1.672	g/cm ³
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	13.73	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	14.82	%



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D 422

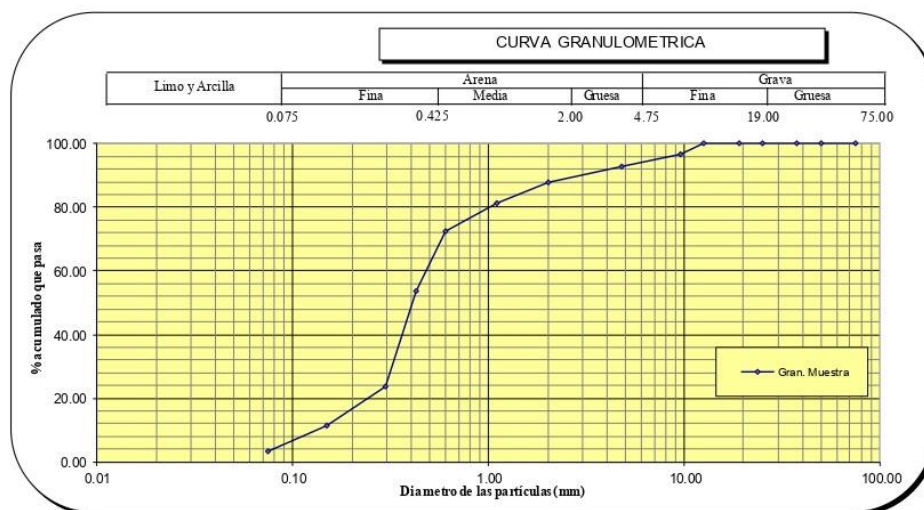
PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO UBICADO EN LA PROLONGACIÓN CALLE 50 Y CALLE RICARDO PALMA
ALTO TRUJILLO - EL PORVENIR - LA LIBERTAD

MUESTRA : C4 - PROLONGACIÓN CALLE 50 (1Km + 200 m)

SOLICITANTES : CARAZAS AGUILAR, NATHALY KAROLINE
GRABIEL LEON, IRENE ELIZABETH

UBICACIÓN : DISTRITO EL PORVENIR, PROVINCIA DE TRUJILLO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD

MALLA SERIE AMERICANA	GRANULOMETRIA NTP. 339.128 (99)					OBSERVACIONES
	ABERTURA (mm)	PESO RET. (g)	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% QUEPASA	
3"	75.000				100.00	Humedad natural 6.5 CLASIFICACIONES GRANULOMETRICAS Grava (%) 3.3 Arena (%) 93.6 Finos(%) 3.1 D30 0.23 D60 0.35 D10 0.15 Cu 2.37 Cc 1.05 LIMITES DE CONSISTENCIA LL NP LP NP IP NP CLASIFICACION DE SUELOS SUCS SP AASTHO A-3
2"	50.000				100.0	
1 1/2"	37.500				100.0	
1"	25.000				100.0	
3/4"	19.000				100.0	
1/2"	12.500				100.0	
3/8"	9.500	16.5	3.3	3.3	96.7	
N°4	4.750	20.1	4.0	7.3	92.7	
N°10	2.000	24.9	5.0	12.3	87.7	
N°16	1.100	32.2	6.4	18.7	81.3	
N°30	0.600	43.9	8.8	27.5	72.5	
N°40	0.425	93.4	18.7	46.2	53.8	
N°50	0.297	151.1	30.2	76.4	23.6	
N°100	0.149	61.9	12.4	88.8	11.2	
N°200	0.075	40.3	8.1	96.9	3.1	
< N°200	Fondo	15.7	3.1	100.0		
Total		500.0	100.0			





CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL NPT 339.127

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO UBICADO EN LA PROLONGACIÓN CALLE 50 Y CALLE RICARDO PALMA
 ALTO TRUJILLO - EL PORVENIR - LA LIBERTAD
MUESTRA : C4 - PROLONGACIÓN CALLE 50 (1Km + 200 m)
SOLICITANTES : CARAZAS AGUILAR, NATHALY KAROLINE
 GRABIEL LEON, IRENE ELIZABETH
UBICACIÓN : DISTRITO EL PORVENIR, PROVINCIA DE TRUJILLO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD

No.	Wh + CRISTAL (grs)	Ws + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	Ws (grs)	HUMEDAD (%)	HUMEDAD (%)
1	86.35	84.9	1.45	60.87	24.03	6.0	6.5
2	88.67	86.94	1.73	61.84	25.1	6.9	
3	89.06	87.36	1.7	61.04	26.32	6.5	



DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA NTP 339.129

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO UBICADO EN LA PROLONGACIÓN CALLE 50 Y CALLE RICARDO PALMA
ALTO TRUJILLO - EL PORVENIR - LA LIBERTAD

MUESTRA : C4 - PROLONGACIÓN CALLE 50 (1Km + 200 m)

SOLICITANTES : CARAZAS AGUILAR, NATHALY KAROLINE
GRABIEL LEON, IRENE ELIZABETH

UBICACIÓN : DISTRITO EL PORVENIR, PROVINCIA DE TRUJILLO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD

CRISTAL No.	Wh + CRISTAL (grs)	Ws + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	Ws (grs)	HUMEDAD (%)	No. GOLPES
-------------	--------------------	--------------------	--------------	-----------------	----------	-------------	------------

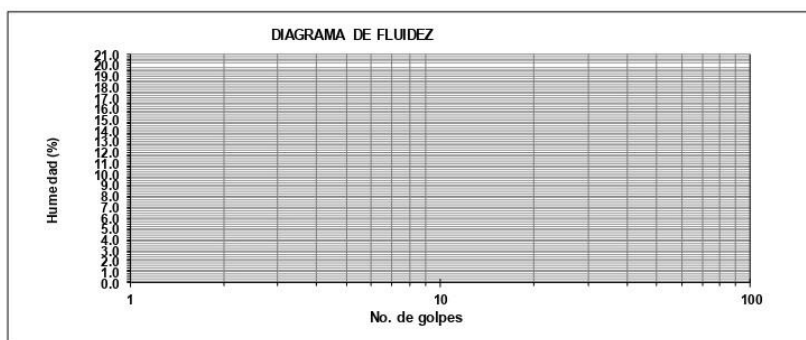
LÍMITE LÍQUIDO

1							
2							
3							

L.L.	NP
L.P.	NP
I.P.	NP

LÍMITE PLÁSTICO

1						
2						
3						

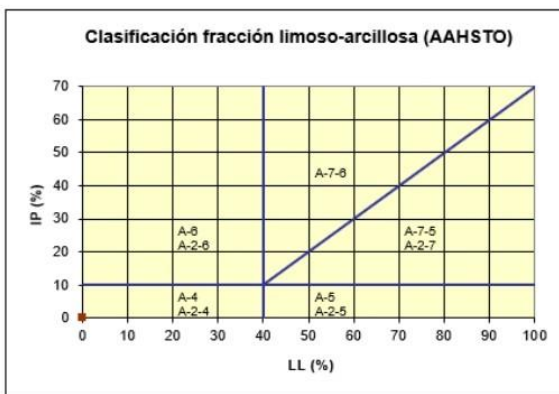




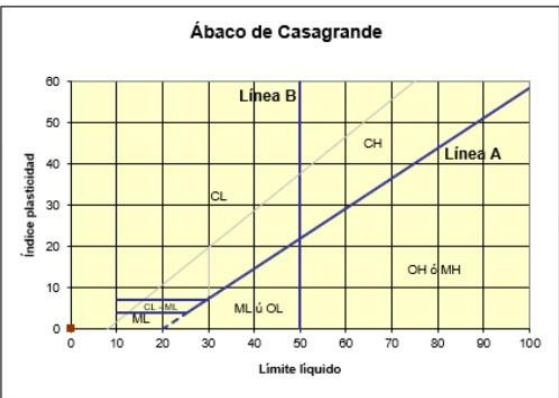
CLASIFICACION DE SUELOS

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO UBICADO EN LA PROLONGACIÓN CALLE 50 Y CALLE RICARDO PALMA
ALTO TRUJILLO - EL PORVENIR - LA LIBERTAD
MUESTRA : C4 - PROLONGACIÓN CALLE 50 (1Km + 200 m)
SOLICITANTES : CARAZAS AGUILAR, NATHALY KAROLINE
GRABIEL LEON, IRENE ELIZABETH
UBICACIÓN : DISTRITO EL PORVENIR, PROVINCIA DE TRUJILLO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD

Clasificación AAHSTO



Material granular
Excelente a bueno como subgrado
A-3 Arena fina



Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)
Suelo de partículas gruesas. Suelo limpio.
Arena mal graduada SP



ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO
(NORMAS: NTP 339.141/ASTM D1557/ASSHTO T-180/MTC E-115)

Proyecto: DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO UBICADO EN LA PROLONGACIÓN CALLE 50 Y CALLE RICARDO PALMA, ALTO TRUJILLO - EL PORVENIR - LA LIBERTAD

INTEGRANTES: CARAZAS AGUILAR, NATHALY KAROLINE
GRABIEL LEON, IRENE ELIZABETH

MUESTRA: C4

Peso del martillo: 4.5 Kg

Altura de caída: 18 plg

de capas: 5

Golpes por capa: 25

Volumen molde: 98.91 cm³

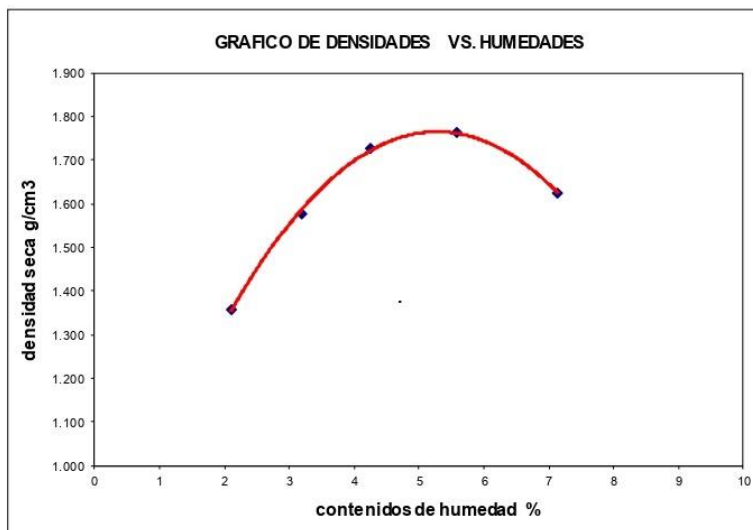
Peso molde: 3560 g

DATOS PARA LA CURVA

Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	3697.00	3721.00	3738.00	3744.00	3732.00
Peso del suelo húmedo	g	137.00	161.00	178.00	184.00	172.00
Humedad calculada	%	2.10	3.18	4.26	5.59	7.14
Densidad Húmeda	g/cm ³	1.385	1.628	1.800	1.860	1.739
Densidad seca	g/cm ³	1.357	1.578	1.726	1.762	1.623

Contenidos de humedad

Muestra #		1	2	3	4	5					
Recipiente #											
Rec + suelo húmedo	g	131.5	123.6	119.8	121.7	111.8	114.6	150.1	151.8	180.4	179.6
Rec + suelo seco	g	130.3	122.4	118.4	120.9	110.3	112.6	146.3	147.1	175.4	173.2
Peso del recipiente	g	66.04	70.96	85.48	83	70.05	70.86	70	71.54	99.56	90
Peso del suelo seco	g	64.26	51.44	32.92	37.90	40.25	41.74	76.30	75.58	75.84	83.20
Peso del agua	g	1.20	1.20	1.40	0.80	1.50	2.00	3.80	4.68	5.00	6.40
Contenido de Humedad	%	1.87	2.33	4.25	2.11	3.73	4.79	4.98	6.19	6.59	7.69
Humedad promedio	%	2.10		3.18		4.26		5.59		7.14	



Densidad Máxima:
1.760 g/cm³

Humedad óptima:
5.39 %



GRAVEDAD ESPECIFICA DE LOS SOLIDOS DEL SUELO
NTP 339.131

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO UBICADO EN LA PROLONGACIÓN CALLE 50 Y CALLE RICARDO PALMA ALTO TRUJILLO - EL PORVENIR - LA LIBERTAD

MUESTRA : C4

SOLICITADO : CARAZAS AGUILAR NATHALY KAROLINE
GRABIEL LEON IRENE ELIZABETH

UBICACIÓN : DISTRITO EL PORVENIR - PROVINCIA TRUJILLO - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD

PICNÓMETRO N°	4
CAPACIDAD PICNÓMETRO CM3	500
PESO PICNÓMETRO , gr.	177.04
PESO PICNÓMETRO + SUELO SECO ,	232.45
PESO SUELO SECO , gr. (Ws)	59.04
PESO PICN. + AGUA + SUELO , gr. (W)	706.48
PESO PICN. + AGUA a C.T. , gr. (W2)	656.9
PESO PICN. + AGUA A TEMP. ENSAYO	669.91
TEMPERATURA DE ENSAYO, ° C	27.2
GS A TEMPERATURA ENSAYO	2.63
K	0.99729
GS A 20 ° C	2.62



INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO UBICADO EN LA PROLONGACIÓN CALLE 50 Y CALLE RICARDO PALMA ALTO TRUJILLO - EL PORVENIR - LA LIBERTAD

MUESTRA : C4-R5 / PROLONGACIÓN CALLE 50 (600 m)

SOLICITADO : CARAZAS AGUILAR NATHALY KAROLINE
GRABIEL LEON IRENE ELIZABETH

UBICACIÓN : DISTRITO EL PORVENIR - PROVINCIA TRUJILLO - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD

DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7924	7935	7925
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11536	11652	11853
Peso suelo húmedo (g)	3612	3717	3928
Volumen (cm ³)	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm ³)	1.70	1.75	1.85
Densidad seca(g/cm³)	1.63	1.66	1.76
Contenido de humedad(%)	4.31	5.48	5.06

Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12 golpes		25 golpes		56 golpes	
Rec + suelo húmedo g	93.75	75.28	86.66	96.68	80.32	87.69
Rec + suelo seco g	92.56	74.85	85.54	95.82	79.54	86.55
Peso del recipiente g	74.01	55.41	66.65	78.72	58.89	68.58
Peso del suelo seco g	18.55	19.44	18.89	17.10	20.65	17.97
Peso del agua g	1.19	0.43	1.12	0.86	0.78	1.14
Contenido de Humedad %	6.42	2.21	5.93	5.03	3.78	6.34
Humedad promedio %	4.31		5.48		5.06	



Ensayo de CBR 12 golpes por capa

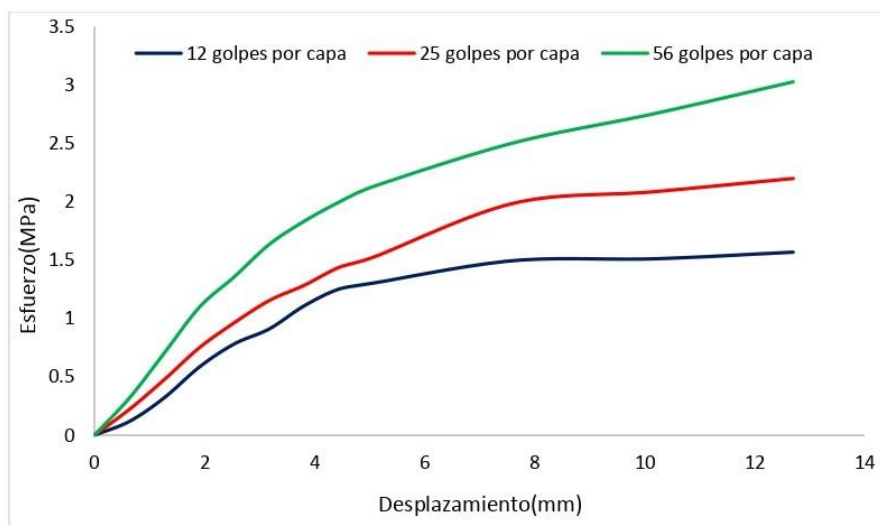
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	0.23	0.001932	0.12
0.050	1.27	0.62	0.001932	0.32
0.075	1.91	1.13	0.001932	0.58
0.100	2.54	1.51	0.001932	0.78
0.125	3.18	1.76	0.001932	0.91
0.150	3.81	2.14	0.001932	1.11
0.175	4.45	2.42	0.001932	1.25
0.200	5.08	2.52	0.001932	1.30
0.300	7.62	2.89	0.001932	1.50
0.400	10.16	2.92	0.001932	1.51
0.500	12.7	3.03	0.001932	1.57

Ensayo de CBR 25 golpes por capa

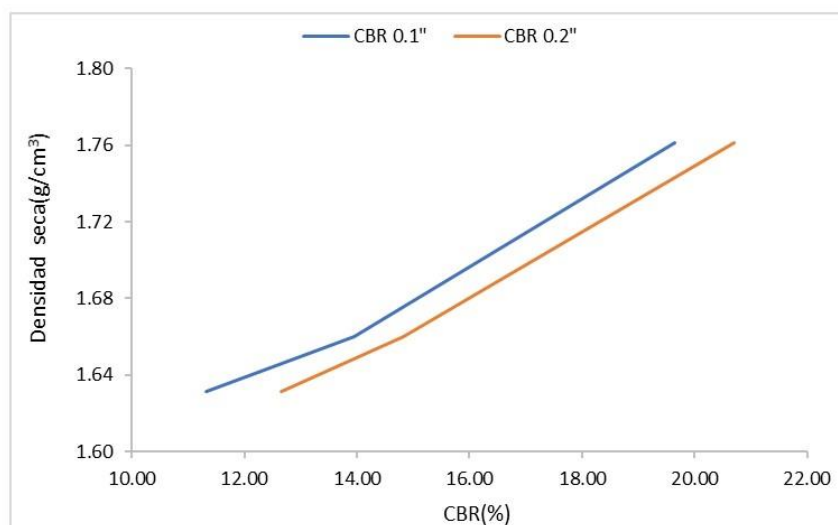
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.43	0.001932	0.22
0.050	1.27	0.92	0.001932	0.48
0.075	1.91	1.45	0.001932	0.75
0.100	2.54	1.86	0.001932	0.96
0.125	3.18	2.23	0.001932	1.15
0.150	3.81	2.48	0.001932	1.28
0.175	4.45	2.78	0.001932	1.44
0.200	5.08	2.95	0.001932	1.53
0.300	7.62	3.84	0.001932	1.99
0.400	10.16	4.03	0.001932	2.09
0.500	12.70	4.25	0.001932	2.20

Ensayo de CBR 56 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.62	0.001932	0.321
0.050	1.27	1.36	0.001932	0.704
0.075	1.91	2.12	0.001932	1.097
0.100	2.54	2.62	0.001932	1.356
0.125	3.18	3.16	0.001932	1.636
0.150	3.81	3.54	0.001932	1.832
0.175	4.45	3.86	0.001932	1.998
0.200	5.08	4.12	0.001932	2.133
0.300	7.62	4.84	0.001932	2.505
0.400	10.16	5.32	0.001932	2.754
0.500	12.7	5.85	0.001932	3.028



GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.63	11.33	12.66
25	1.66	13.95	14.82
56	1.76	19.65	20.70



M.D.S	1.760	g/cm ³
95%(M.D.S)	1.672	g/cm ³
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	14.72	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	15.36	%



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D 422

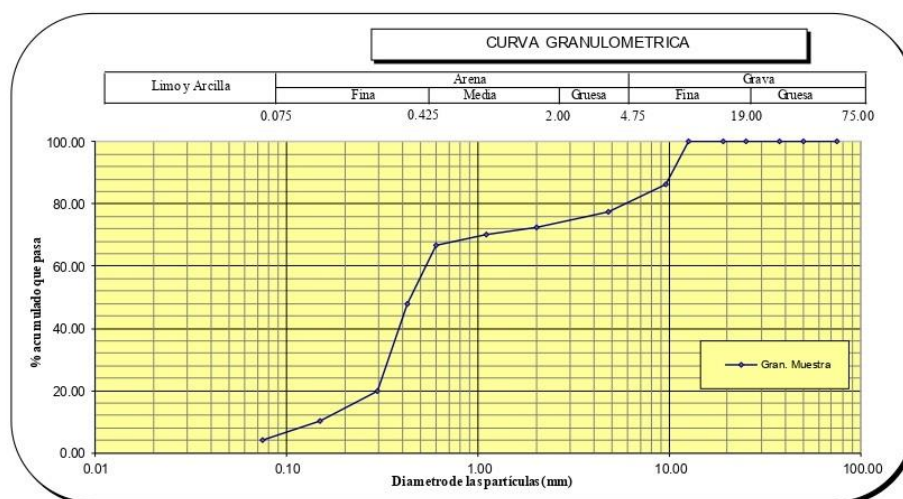
PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO UBICADO EN LA PROLONGACIÓN CALLE 50 Y CALLE RICARDO PALMA
ALTO TRUJILLO - EL PORVENIR - LA LIBERTAD

MUESTRA : C5 - PROLONGACIÓN CALLE 50 (1 Km + 200m)

SOLICITANTES : CARAZAS AGUILAR, NATHALY KAROLINE
GRABIEL LEON, IRENE ELIZABETH

UBICACIÓN : DISTRITO EL PORVENIR, PROVINCIA DE TRUJILLO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD

MALLA SERIE AMERICANA	GRANULOMETRIA NTP. 339.12.8 (99)					OBSERVACIONES Humedad natural 5.1
	ABERTURA (mm)	PESO RET. (g)	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	
3"	75.000				100.00	CLASIFICACIONES GRANULOMETRICAS Grava (%) 13.8 Arena (%) 82.1 Finos(%) 4.1 D30 0.24 D60 0.37 D10 0.15 Cu 2.40 Cc 1.03 LIMITES DE CONSISTENCIA LL NP LP NP IP NP CLASIFICACION DE SUELOS SUCS SP AASTHO A-3
2"	50.000				100.0	
1 1/2"	37.500				100.0	
1"	25.000				100.0	
3/4"	19.000				100.0	
1/2"	12.500				100.0	
3/8"	9.500	138.1	13.8	13.8	86.2	
N°4	4.750	86.2	8.6	22.4	77.6	
N°10	2.000	49.7	5.0	27.4	72.6	
N°16	1.100	24.4	2.4	29.8	70.2	
N°30	0.600	33.9	3.4	33.2	66.8	
N°40	0.425	190.1	19.0	52.2	47.8	
N°50	0.297	279.9	28.0	80.2	19.8	
N°100	0.149	93.9	9.4	89.6	10.4	
N°200	0.075	62.6	6.3	95.9	4.1	
< N°200	Fondo	41.3	4.1	100.0		
Total	1000.0		100.0			





CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL NPT 339.127

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO UBICADO EN LA PROLONGACIÓN CALLE 50 Y CALLE RICARDO PALMA
 ALTO TRUJILLO - EL PORVENIR - LA LIBERTAD
MUESTRA : C5 - PROLONGACIÓN CALLE 50 (1 Km + 200m)
SOLICITANTES : CARAZAS AGUILAR, NATHALY KAROLINE
 GRABIEL LEON, IRENE ELIZABETH
UBICACIÓN : DISTRITO EL PORVENIR, PROVINCIA DE TRUJILLO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD

No.	Wh + CRISTAL (grs)	Ws + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	Ws (grs)	HUMEDAD (%)	HUMEDAD (%)
1	84.29	83.15	1.14	60.87	22.28	5.1	5.1
2	85.67	84.32	1.35	61.84	22.48	6.0	
3	83.08	82.17	0.91	61.04	21.13	4.3	



DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA NTP 339.129

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO UBICADO EN LA PROLONGACIÓN CALLE 50 Y CALLE RICARDO PALMA
ALTO TRUJILLO - EL PORVENIR - LA LIBERTAD

MUESTRA : C5 - PROLONGACIÓN CALLE 50 (1 Km + 200m)

SOLICITANTES : CARAZAS AGUILAR, NATHALY KAROLINE
GRABIEL LEON, IRENE ELIZABETH

UBICACIÓN : DISTRITO EL PORVENIR, PROVINCIA DE TRUJILLO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD

CRISTAL No.	W _h + CRISTAL (grs)	W _s + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	W _s (grs)	HUMEDAD (%)	No. GOLPES
-------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------	-----------------	----------------------	-------------	------------

LÍMITE LÍQUIDO

1							
2							
3							

L.L.	NP
L.P.	NP
I.P.	NP

LÍMITE PLÁSTICO

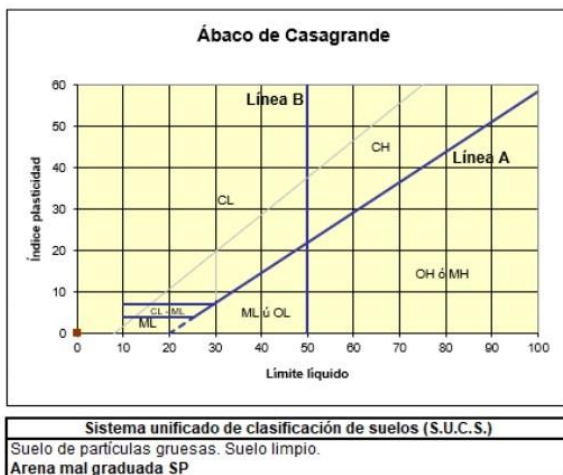
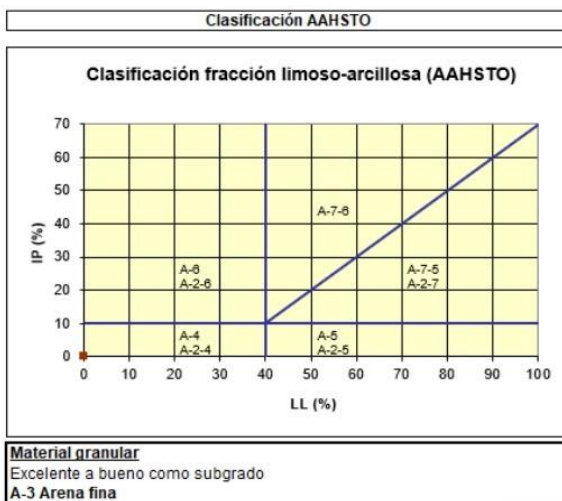
1							
2							
3							





CLASIFICACION DE SUELOS

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO UBICADO EN LA PROLONGACIÓN CALLE 50 Y CALLE RICARDO PALMA
ALTO TRUJILLO - EL PORVENIR - LA LIBERTAD
MUESTRA : C5 - PROLONGACIÓN CALLE 50 (1 Km + 200m)
SOLICITANTES : CARAZAS AGUILAR, NATHALY KAROLINE
GRABIEL LEON, IRENE ELIZABETH
UBICACIÓN : DISTRITO EL PORVENIR, PROVINCIA DE TRUJILLO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD





ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO
(NORMAS: NTP 339.141/ASTM D1557/ASSHTO T-180/MTC E-115)

Proyecto: DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO UBICADO EN LA PROLONGACIÓN CALLE 50 Y CALLE RICARDO PALMA, ALTO TRUJILLO - EL PORVENIR- LA LIBERTAD

INTEGRANTES: CARAZAS AGUILAR, NATHALY KAROLINE
GRABIEL LEON, IRENE ELIZABETH

MUESTRA: C5

Peso del martillo: 4.5 Kg

Altura de caída: 18 plg

de capas: 5

Golpes por capa: 25

Volumen molde: 98.91 cm³

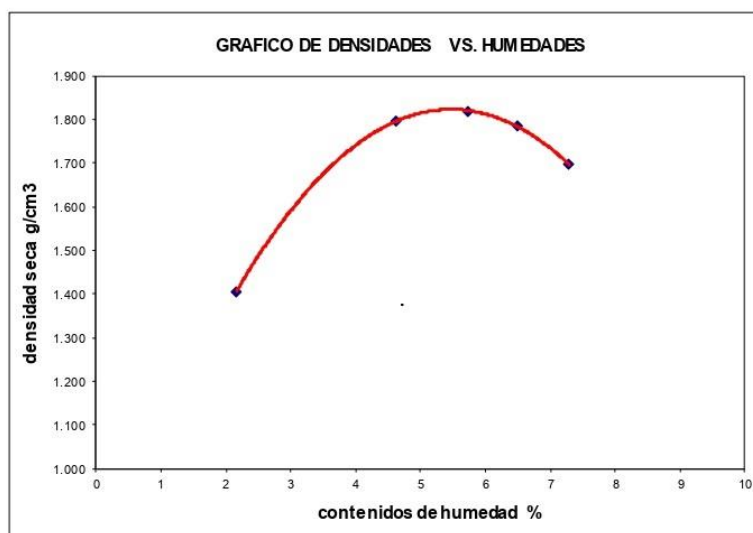
Peso molde: 3560 g

DATOS PARA LA CURVA

Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	3702.00	3746.00	3750.00	3748.00	3740.00
Peso del suelo húmedo	g	142.00	186.00	190.00	188.00	180.00
Humedad calculada	%	2.16	4.63	5.74	6.50	7.29
Densidad Húmeda	g/cm ³	1.436	1.880	1.921	1.901	1.820
Densidad seca	g/cm ³	1.405	1.797	1.817	1.785	1.696

Contenidos de humedad

Muestra #		1	2	3	4	5					
Recipiente #											
Rec + suelo húmedo	g	137.5	129.5	123.2	125.8	110.6	111.9	150.4	154	179.4	178.6
Rec + suelo seco	g	135.8	128.4	121.7	123.7	108.2	109.8	145	149.4	174.4	172.1
Peso del recipiente	g	66.04	70.96	85.48	83	70.05	70.86	70	71.54	99.56	90
Peso del suelo seco	g	69.76	57.46	36.26	40.67	38.16	38.98	75.03	77.82	74.82	82.09
Peso del agua	g	1.70	1.08	1.46	2.13	2.39	2.03	5.33	4.59	4.97	6.52
Contenido de Humedad	%	2.44	1.88	4.03	5.24	6.26	5.21	7.10	5.90	6.64	7.94
Humedad promedio	%	2.16	4.63	5.74	6.50	7.29					



Densidad Máxima:
1.820 g/cm³

Humedad óptima:
5.72 %



GRAVEDAD ESPECIFICA DE LOS SOLIDOS DEL SUELO
NTP 339.131

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO UBICADO EN LA PROLONGACIÓN CALLE 50 Y CALLE RICARDO PALMA ALTO TRUJILLO - EL PORVENIR - LA LIBERTAD

MUESTRA : C5

SOLICITADO : CARAZAS AGUILAR NATHALY KAROLINE
GRABIEL LEON IRENE ELIZABETH

UBICACIÓN : DISTRITO EL PORVENIR - PROVINCIA TRUJILLO - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD

PICNÓMETRO N°	5
CAPACIDAD PICNÓMETRO CM3	500
PESO PICNÓMETRO , gr.	178.04
PESO PICNÓMETRO + SUELO SECO ,	232.45
PESO SUELO SECO , gr. (W_s)	59.01
PESO PICN. + AGUA + SUELO , gr. (W)	706.48
PESO PICN. + AGUA a C.T. , gr. (W_2)	656.9
PESO PICN. + AGUA A TEMP. ENSAYO	669.85
TEMPERATURA DE ENSAYO, ° C	27.2
GS A TEMPERATURA ENSAYO	2.64
K	0.99729
GS A 20 ° C	2.63



INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO UBICADO EN LA PROLONGACIÓN CALLE 50 Y CALLE RICARDO PALMA ALTO TRUJILLO - EL PORVENIR - LA LIBERTAD
MUESTRA : C5-R5 / PROLONGACIÓN CALLE 50 (1 Km + 200 m)
SOLICITADO : CARAZAS AGUILAR NATHALY KAROLINE
 GRABIEL LEON IRENE ELIZABETH
UBICACIÓN : DISTRITO EL PORVENIR - PROVINCIA TRUJILLO - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD

DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7924	7935	7925
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11730	11920	12129
Peso suelo húmedo (g)	3806	3985	4204
Volumen (cm ³)	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm ³)	1.79	1.88	1.98
Densidad seca(g/cm³)	1.69	1.79	1.87
Contenido de humedad(%)	5.94	4.91	5.94

Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12 golpes		25 golpes		56 golpes	
Rec + suelo húmedo g	100.98	80.94	91.35	94.54	76.28	86.30
Rec + suelo seco g	98.99	79.98	89.98	93.94	75.36	85.25
Peso del recipiente g	74.01	55.41	66.65	78.72	58.89	68.58
Peso del suelo seco g	24.98	24.57	23.33	15.22	16.47	16.67
Peso del agua g	1.99	0.96	1.37	0.60	0.92	1.05
Contenido de Humedad %	7.97	3.91	5.87	3.94	5.59	6.30
Humedad promedio %	5.94		4.91		5.94	



Ensayo de CBR 12 golpes por capa

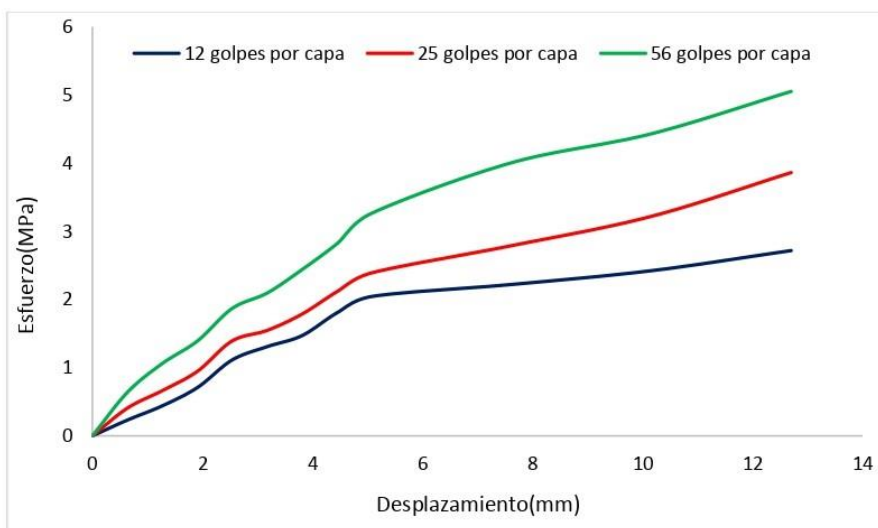
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	0.45	0.001932	0.23
0.050	1.27	0.85	0.001932	0.44
0.075	1.91	1.37	0.001932	0.71
0.100	2.54	2.15	0.001932	1.11
0.125	3.18	2.53	0.001932	1.31
0.150	3.81	2.84	0.001932	1.47
0.175	4.45	3.49	0.001932	1.81
0.200	5.08	3.95	0.001932	2.04
0.300	7.62	4.29	0.001932	2.22
0.400	10.16	4.68	0.001932	2.42
0.500	12.7	5.25	0.001932	2.72

Ensayo de CBR 25 golpes por capa

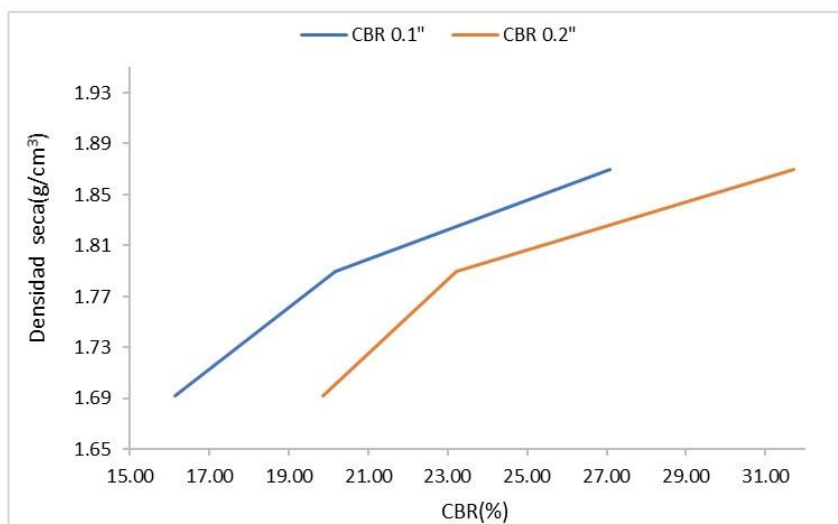
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.79	0.001932	0.41
0.050	1.27	1.28	0.001932	0.66
0.075	1.91	1.83	0.001932	0.95
0.100	2.54	2.69	0.001932	1.39
0.125	3.18	2.99	0.001932	1.55
0.150	3.81	3.45	0.001932	1.79
0.175	4.45	4.09	0.001932	2.12
0.200	5.08	4.62	0.001932	2.39
0.300	7.62	5.39	0.001932	2.79
0.400	10.16	6.22	0.001932	3.22
0.500	12.70	7.46	0.001932	3.86

Ensayo de CBR 56 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	1.24	0.001932	0.642
0.050	1.27	2.05	0.001932	1.061
0.075	1.91	2.69	0.001932	1.392
0.100	2.54	3.61	0.001932	1.869
0.125	3.18	4.05	0.001932	2.096
0.150	3.81	4.71	0.001932	2.438
0.175	4.45	5.45	0.001932	2.821
0.200	5.08	6.31	0.001932	3.266
0.300	7.62	7.74	0.001932	4.006
0.400	10.16	8.56	0.001932	4.431
0.500	12.7	9.76	0.001932	5.052



GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.69	16.13	19.85
25	1.79	20.18	23.22
56	1.87	27.08	31.71



M.D.S	1.820	g/cm ³
95%(M.D.S)	1.729	g/cm ³
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	17.84	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	21.05	%

PRECIOS UNITARIOS CALLE RICARDO PALMA

PAVIMENTO FLEXIBLE

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0103001	DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO UBICADO EN LA CALLE RICARDO PALMA - ALTO TRUJILLO		Fecha presupuesto	04/08/2021		
Subpresupuesto	001	PAVIMENTO FLEXIBLE					
Partida	01.01	CASETA DE GUARDIANÍA Y ALMACÉN					
Rendimiento	und/DIA	MO. 25.0000	EQ. 25.0000	Costo unitario directo por : und			268.05
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.3200	16.05	5.14	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.3200	14.44	4.62	
							9.76
Materiales							
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.2500	5.00	1.25	
0204120002	CLAVOS PARA CALAMINA	kg		0.1250	6.00	0.75	
0213020001	CALAMINA GALVANIZADA 3mm	pln		3.0000	27.00	81.00	
02310100010001	MADERA TRIPLAY	pln		5.0000	35.00	175.00	
							258.00
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	9.76	0.29	
							0.29
Partida	01.02	CARTEL DE OBRA					
Rendimiento	und/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : und			1,000.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Equipos							
0301000001	CARTEL DE OBRA	glb		1.0000	1,000.00	1,000.00	
							1,000.00
Partida	01.03	SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD DE OBRA					
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : glb			3,000.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Materiales							
02671100160005	SEÑALES PREVENTIVAS	glb		1.0000	3,000.00	3,000.00	
							3,000.00
Partida	02.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 400.0000	EQ. 400.0000	Costo unitario directo por : m2			1.22
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0800	14.44	1.16	
							1.16
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.16	0.06	
							0.06
Partida	02.02	TRAZO Y REPLANTEO					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 700.0000	EQ. 700.0000	Costo unitario directo por : m2			7.11
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0114	14.44	0.16	
0101030000	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0114	19.53	0.22	
							0.38
Materiales							
02130300010001	YESO BOLSA 28 kg	bol		0.1250	28.00	3.50	
02902400030003	ESTACAS	und		0.1250	25.00	3.13	
							6.63
Equipos							
0301000002	NIVEL TOPOGRAFICO	hh	1.0000	0.0114	8.00	0.09	
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.38	0.01	
							0.10

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0103001 DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO UBICADO EN LA CALLE RICARDO PALMA - ALTO TRUJILLO
 Subpresupuesto 001 PAVIMENTO FLEXIBLE Fecha presupuesto 04/08/2021
 Partida 05.01 PINTADO DE PAVIMENTO (LINEA CONTINUA -AMARILLA)

Rendimiento	m/DIA	MO. 230.0000	EQ. 230.0000	Costo unitario directo por : m			6.08
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0348	19.53	0.68	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0348	16.05	0.56	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0348	14.44	0.50	
1.74							
Materiales							
0240020013	PINTURA DE TRAFICO	gal		0.0090	85.00	0.77	
0240060009	MICROESFERAS DE VIDRIO	kg		0.1000	30.00	3.00	
0240080017	DISOLVENTE XIOL	gal		0.0090	40.00	0.36	
02901300050008	ESCOBILLA DE ACERO	und		0.0200	6.00	0.12	
4.25							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.74	0.09	
0.09							

Partida 05.02 PINTADO DE PAVIMENTO(LINEA DISCONTINUA - BLANCA)

Rendimiento	m/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000	Costo unitario directo por : m			5.92
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	19.53	0.62	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	16.05	0.51	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0320	14.44	0.46	
1.59							
Materiales							
0240020013	PINTURA DE TRAFICO	gal		0.0090	85.00	0.77	
0240060009	MICROESFERAS DE VIDRIO	kg		0.1000	30.00	3.00	
0240080017	DISOLVENTE XIOL	gal		0.0090	40.00	0.36	
02901300050008	ESCOBILLA DE ACERO	und		0.0200	6.00	0.12	
4.25							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.59	0.08	
0.08							

PAVIMENTO RIGIDO**Análisis de precios unitarios**

Presupuesto	0103001 DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO UBICADO EN LA CALLE RICARDO PALMA - ALTO TRUJILLO					Fecha presupuesto	04/08/2021
Subpresupuesto	002 PAVIMENTO RIGIDO						
Partida	01.01	CASETA DE GUARDIANÍA Y ALMACÉN					
Rendimiento	und/DIA	MO. 25.0000	EQ. 25.0000	Costo unitario directo por : und			268.05
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.3200	16.05	5.14	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.3200	14.44	4.62	
							9.76
Materiales							
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.2500	5.00	1.25	
0204120002	CLAVOS PARA CALAMINA	kg		0.1250	6.00	0.75	
0213020001	CALAMINA GALVANIZADA 3mm	pln		3.0000	27.00	81.00	
02310100010001	MADERA TRIPLAY	pln		5.0000	35.00	175.00	
							258.00
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	9.76	0.29	
							0.29
Partida	01.02	CARTEL DE OBRA					
Rendimiento	und/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : und			1,000.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Equipos							
0301000001	CARTEL DE OBRA	glb		1.0000	1,000.00	1,000.00	
							1,000.00
Partida	02.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 400.0000	EQ. 400.0000	Costo unitario directo por : m2			1.22
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0800	14.44	1.16	
							1.16
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.16	0.06	
							0.06
Partida	02.02	TRAZO Y REPLANTEO					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 700.0000	EQ. 700.0000	Costo unitario directo por : m2			7.11
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0114	14.44	0.16	
0101030000	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0114	19.53	0.22	
							0.38
Materiales							
02130300010001	YESO BOLSA 28 kg	bol		0.1250	28.00	3.50	
02902400030003	ESTACAS	und		0.1250	25.00	3.13	
							6.63
Equipos							
0301000002	NIVEL TOPOGRAFICO	hh	1.0000	0.0114	8.00	0.09	
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.38	0.01	
							0.10

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0103001	DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO UBICADO EN LA CALLE RICARDO PALMA - ALTO TRUJILLO					Fecha presupuesto	04/08/2021
Subpresupuesto	002	PAVIMENTO RIGIDO						
Partida	03.01	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 350.0000	EQ. 350.0000	Costo unitario directo por : m3			7.78	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.5000	0.0114	25.39	0.29		
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0229	16.05	0.37		
						0.66		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.66	0.02		
03011600010003	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 HP 3 yd3	hm	1.0000	0.0229	190.00	4.35		
0301220004	CAMION VOLQUETE	hm	1.0000	0.0229	120.00	2.75		
						7.12		
Partida	04.01	PERFILADO, NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN DE SUB-RASANTE						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,000.0000	EQ. 1,000.0000	Costo unitario directo por : m2			4.03	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.5000	0.0040	25.39	0.10		
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0080	14.44	0.12		
						0.22		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.22	0.01		
03011000060002	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7-9 ton	hm	1.0000	0.0080	160.00	1.28		
03012000010001	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0080	195.00	1.56		
0301220005	CAMION CISTERNA	hm	1.0000	0.0080	120.00	0.96		
						3.81		
Partida	04.02	BASE GRANULAR e=0.15 m						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,000.0000	EQ. 1,000.0000	Costo unitario directo por : m2			13.39	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.5000	0.0040	25.39	0.10		
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0080	16.05	0.13		
0101010005	PEON	hh	3.0000	0.0240	14.44	0.35		
						0.58		
	Materiales							
02070400010002	MATERIAL GRANULAR PARA BASE	m3		0.2250	40.00	9.00		
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.1575	6.00	0.95		
						9.95		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.58	0.02		
03011900020002	RODILLO VIBRATORIO DYNAPAC LISO CA-25	hm	1.0000	0.0080	160.00	1.28		
03012000010001	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0080	195.00	1.56		
						2.86		
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	32.59	0.98		
						0.98		
Partida	04.05	DOWELL Ø 1" L = 0.41 m , @ 0.30m						
Rendimiento	kg/DIA	MO. 180.0000	EQ. 180.0000	Costo unitario directo por : kg			9.16	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0444	19.53	0.87		
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0444	14.44	0.64		
						1.51		
	Materiales							
02040100030002	ALAMBRE GALVANIZADO N°16	kg		0.5000	5.00	2.50		
0276030007	DADOS DE CONCRETO	und		1.0000	0.90	0.90		
0279010003	DOWELS Ø =1" , L=0.41m @ 0.30 m	var		1.0500	4.00	4.20		
						7.60		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.51	0.05		
						0.05		

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0103001	DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO UBICADO EN LA CALLE RICARDO PALMA - ALTO TRUJILLO		Fecha presupuesto	04/08/2021		
Subpresupuesto	003	PAVIMENTO ARTICULADO					
Partida	04.03	CAPA DE ARENA e = 0.04 m					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 200.0000	EQ. 200.0000	Costo unitario directo por : m2			4.58
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.5000	0.0200	25.39	0.51	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0400	16.05	0.64	
0101010005	PEON	hh	3.0000	0.1200	14.44	1.73	
2.88							
Materiales							
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.0460	35.00	1.61	
1.61							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	2.88	0.09	
0.09							
Partida	04.04	ADOQUÍN e= 0.08 m					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 100.0000	EQ. 100.0000	Costo unitario directo por : m2			120.72
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.5000	0.0400	25.39	1.02	
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0800	19.53	1.56	
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.1600	16.05	2.57	
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.3200	14.44	4.62	
9.77							
Materiales							
02070200010001	ARENA FINA	m3		0.0920	35.00	3.22	
0216060001	ADOQUIN DE CONCRETO	und		53.0000	2.00	106.00	
109.22							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	9.77	0.29	
0301100001	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP	hm	1.0000	0.0800	18.00	1.44	
1.73							
Partida	05.01	PINTADO DE PAVIMENTO (LINEA CONTINUA -AMARILLA)					
Rendimiento	m/DIA	MO. 230.0000	EQ. 230.0000	Costo unitario directo por : m			6.08
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0348	19.53	0.68	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0348	16.05	0.56	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0348	14.44	0.50	
1.74							
Materiales							
0240020013	PINTURA DE TRAFICO	gal		0.0090	85.00	0.77	
0240060009	MICROESFERAS DE VIDRIO	kg		0.1000	30.00	3.00	
0240080017	DISOLVENTE XIOL	gal		0.0090	40.00	0.36	
02901300050008	ESCOBILLA DE ACERO	und		0.0200	6.00	0.12	
4.25							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.74	0.09	
0.09							
Partida	05.02	PINTADO DE PAVIMENTO(LINEA DISCONTINUA - BLANCA)					
Rendimiento	m/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000	Costo unitario directo por : m			5.92
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	19.53	0.62	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	16.05	0.51	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0320	14.44	0.46	
1.59							
Materiales							
0240020013	PINTURA DE TRAFICO	gal		0.0090	85.00	0.77	
0240060009	MICROESFERAS DE VIDRIO	kg		0.1000	30.00	3.00	
0240080017	DISOLVENTE XIOL	gal		0.0090	40.00	0.36	
02901300050008	ESCOBILLA DE ACERO	und		0.0200	6.00	0.12	
4.25							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.59	0.08	
0.08							

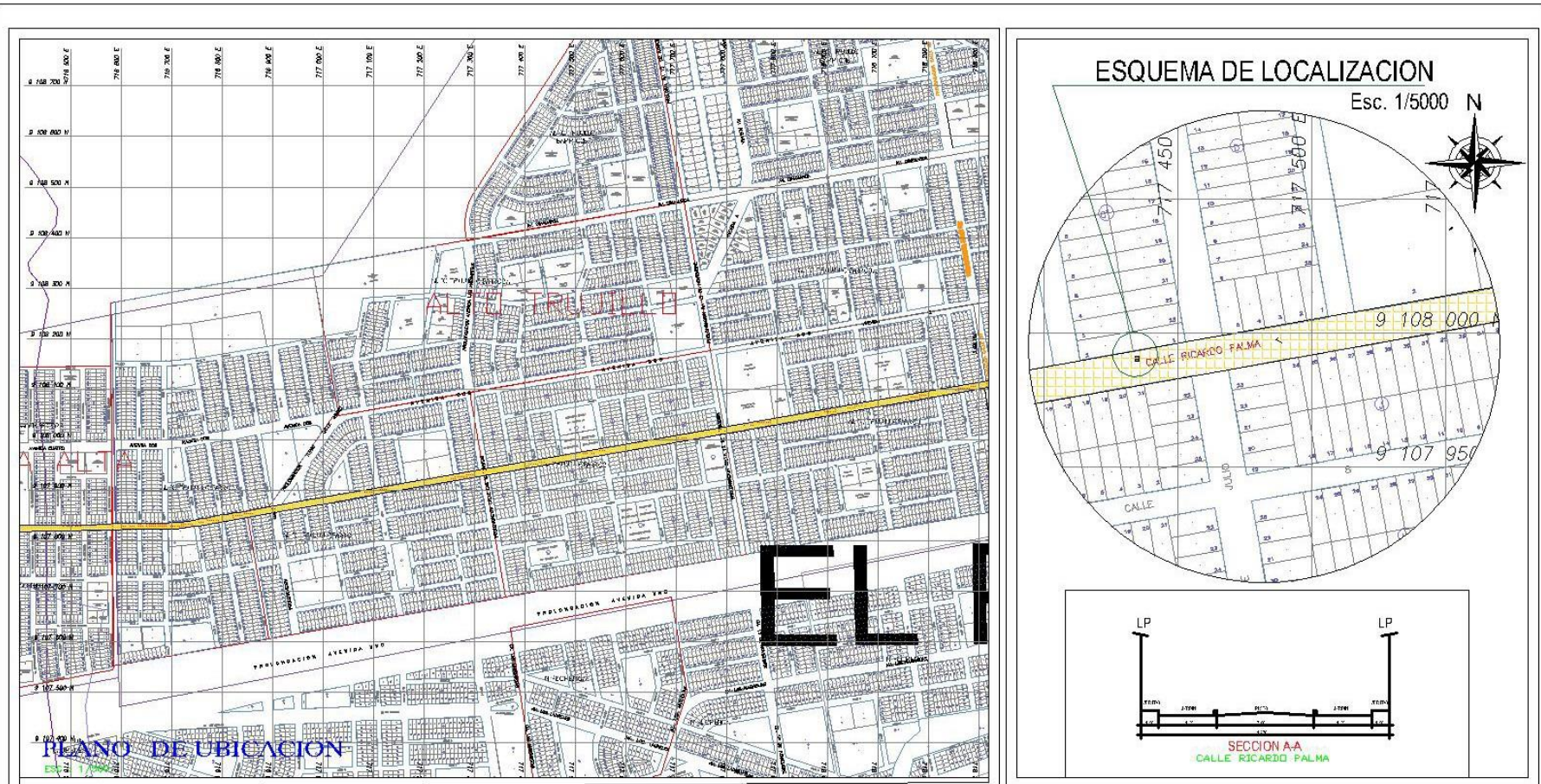
Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0103002 DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO UBICADO EN LA PROLONGACIÓN CALLE 50 - ALTO TRUJILLO			Fecha presupuesto	04/08/2021		
Subpresupuesto	001 PAVIMENTO FLEXIBLE						
Partida	03.01	CORTE EN TERRENO NATURAL A NIVEL DE SUB RASANTE C/ EQUIPO					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000	Costo unitario directo por : m3			7.29
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.5000	0.0160	25.39	0.41	
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	19.53	0.62	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0320	14.44	0.46	
						1.49	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.49	0.04	
0301180002	TRACTOR DE ORUGAS	hm	1.0000	0.0320	180.00	5.76	
						5.80	
Partida	03.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 350.0000	EQ. 350.0000	Costo unitario directo por : m3			7.78
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.5000	0.0114	25.39	0.29	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0229	16.05	0.37	
						0.66	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.66	0.02	
03011600010003	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 HP 3 yd3	hm	1.0000	0.0229	190.00	4.35	
0301220004	CAMION VOLQUETE	hm	1.0000	0.0229	120.00	2.75	
						7.12	
Partida	04.01	PERFILADO, NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN DE SUB-RASANTE					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,000.0000	EQ. 1,000.0000	Costo unitario directo por : m2			4.03
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.5000	0.0040	25.39	0.10	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0080	14.44	0.12	
						0.22	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.22	0.01	
03011000060002	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7- 9 ton	hm	1.0000	0.0080	160.00	1.28	
03012000010001	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0080	195.00	1.56	
0301220005	CAMION CISTERNA	hm	1.0000	0.0080	120.00	0.96	
						3.81	
Partida	04.02	SUB BASE GRANULAR e=0.10 m					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,000.0000	EQ. 1,000.0000	Costo unitario directo por : m2			8.78
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.5000	0.0040	25.39	0.10	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0080	16.05	0.13	
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0320	14.44	0.46	
						0.69	
	Materiales						
02070400010001	MATERIAL GRANULAR PARA SUB-BASE	m3		0.1150	40.00	4.60	
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.1050	6.00	0.63	
						5.23	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.69	0.02	
03011900020002	RODILLO VIBRATORIO DYNAPAC LISO CA-25	hm	1.0000	0.0080	160.00	1.28	
03012000010001	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0080	195.00	1.56	
						2.86	

PAVIMENTO RIGIDO**Análisis de precios unitarios**

Presupuesto	0103002	DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO UBICADO EN LA PROLONGACIÓN CALLE 50 - ALTO TRUJILLO				Fecha presupuesto	04/08/2021	
Subpresupuesto	002	PAVIMENTO RIGIDO						
Partida	01.01	CASETA DE GUARDIANIA Y ALMACÉN						
Rendimiento	und/DIA	MO. 25.0000	EQ. 25.0000	Costo unitario directo por : und			268.05	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra							
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.3200	16.05	5.14		
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.3200	14.44	4.62		
						9.76		
	Materiales							
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.2500	5.00	1.25		
0204120002	CLAVOS PARA CALAMINA	kg		0.1250	6.00	0.75		
0213020001	CALAMINA GALVANIZADA 3mm	pln		3.0000	27.00	81.00		
02310100010001	MADERA TRIPLAY	pln		5.0000	35.00	175.00		
						258.00		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	9.76	0.29		
						0.29		
Partida	01.02	CARTEL DE OBRA						
Rendimiento	und/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : und			1,000.00	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Equipos							
0301000001	CARTEL DE OBRA	glb		1.0000	1,000.00	1,000.00		
						1,000.00		
Partida	01.03	SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD DE OBRA						
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : glb			3,000.00	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Materiales							
02671100160005	SEÑALES PREVENTIVAS	glb		1.0000	3,000.00	3,000.00		
						3,000.00		
Partida	02.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 400.0000	EQ. 400.0000	Costo unitario directo por : m2			1.22	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra							
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0800	14.44	1.16		
						1.16		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.16	0.06		
						0.06		
Partida	02.02	TRAZO Y REPLANTEO						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 700.0000	EQ. 700.0000	Costo unitario directo por : m2			7.11	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra							
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0114	14.44	0.16		
0101030000	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0114	19.53	0.22		
						0.38		
	Materiales							
02130300010001	YESO BOLSA 28 kg	bol		0.1250	28.00	3.50		
02902400030003	ESTACAS	und		0.1250	25.00	3.13		
						6.63		
	Equipos							
0301000002	NIVEL TOPOGRAFICO	hh	1.0000	0.0114	8.00	0.09		
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.38	0.01		
						0.10		

PLANO DE LOCALIZACION Y UBICACION DE CALICATAS DE LA CALLE RICARDO PALMA



COORDENADAS UTM CALICATA - 1					
VERTICE	LADO	DIST.	ANGULO	ESTE NORTE	
P1	P1 - P2	0,6	89°30'50"	1°13'28,4224	0°10'55,91°14
P2	P2 - P3	0,6	89°30'50"	1°13'28,4336	0°10'55,91°14
P3	P3 - P4	0,6	89°30'50"	1°13'28,4336	0°10'55,91°14
M	M1 - P1	0,6	89°30'50"	1°13'28,4224	0°10'55,91°14

A=0,36 m²
P= metro: 2,40 m

COORDENADAS UTM CALICATA - 2					
VERTICE	LADO	DIST.	ANGULO	ESTE NORTE	
P1	P1 - P2	0,6	89°30'50"	1°13'28,4224	0°10'55,91°14
P2	P2 - P3	0,6	89°30'50"	1°13'28,4336	0°10'55,91°14
P3	P3 - P4	0,6	89°30'50"	1°13'28,4336	0°10'55,91°14
M	M1 - P1	0,6	89°30'50"	1°13'28,4224	0°10'55,91°14

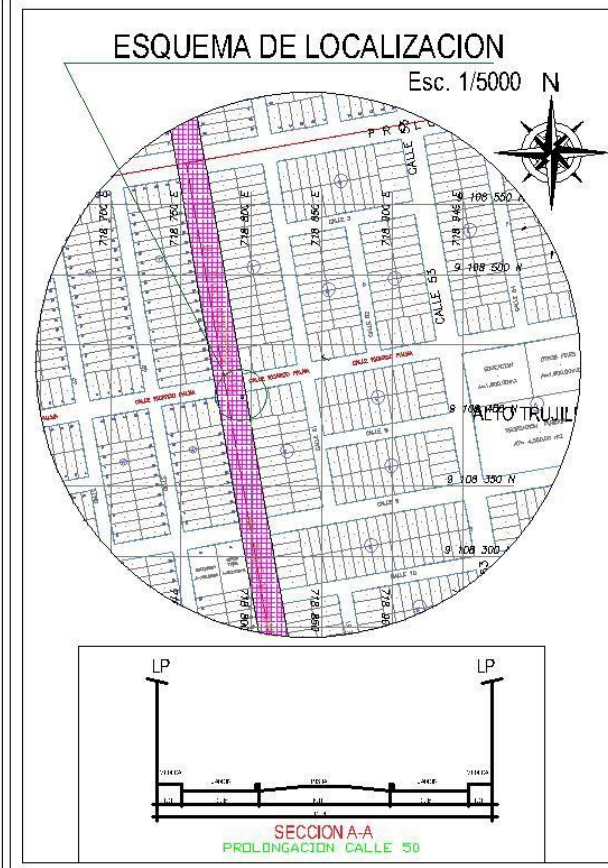
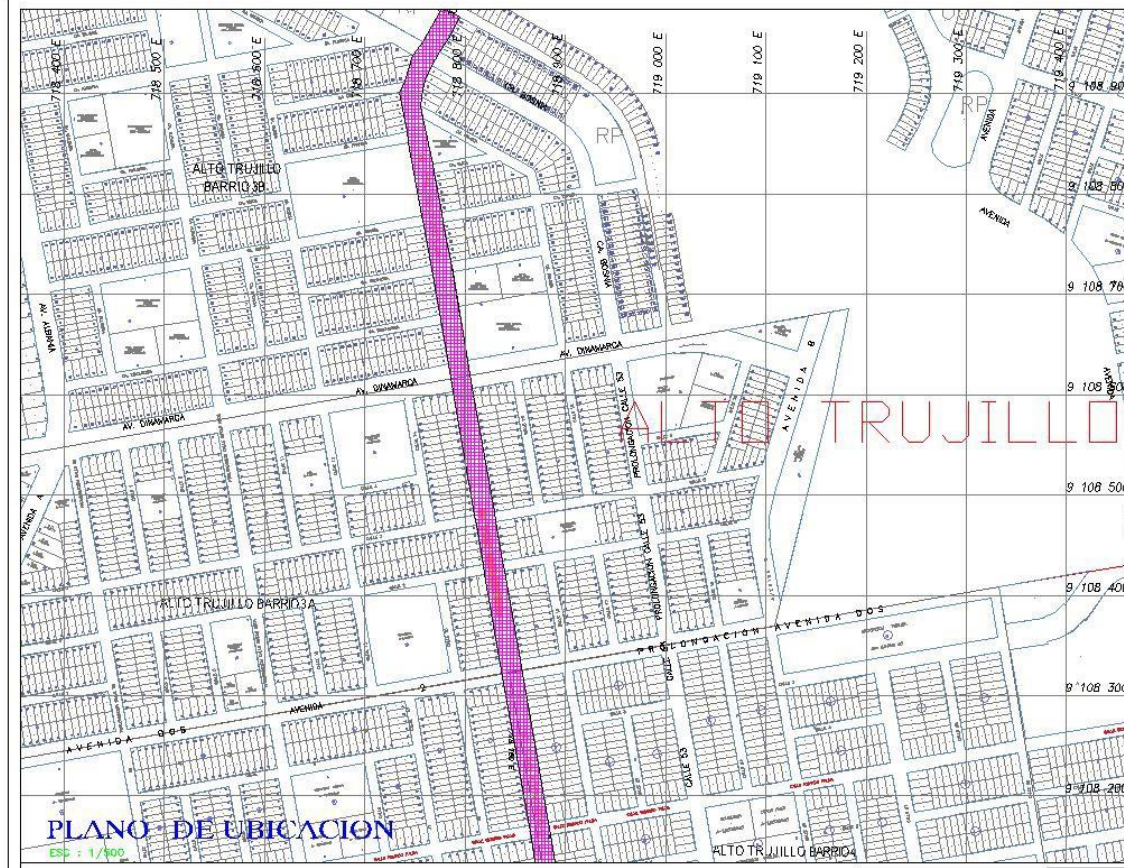
A=0,36 m²
P= metro: 2,40 m

COORDENADAS UTM CALICATA - 3					
VERTICE	LADO	DIST.	ANGULO	ESTE NORTE	
P1	P1 - P2	0,6	90°00'00"	1°13'36,80°03	0°10'55,93°00
P2	P2 - P3	0,6	90°00'00"	1°13'36,81°03	0°10'55,93°00
P3	P3 - P4	0,6	90°00'00"	1°13'36,81°03	0°10'55,93°00
M	M1 - P1	0,6	90°00'00"	1°13'36,80°03	0°10'55,93°00

A=0,36 m²
P= metro: 2,40 m

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO		
TESIS: DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO EN LA PROLONGACIÓN CALLE 50 Y CALLE RICARDO PALMA –ALTO TRUJILLO–LA LIBERTAD		
PLANO: LOCALIZACION y UBICACION DE CALICATAS EN LA CALLE RICARDO PALMA	LAMINA Nº:	
UBICACION : DISTRITO: EL PORVENIR PROVINCIA : TRUJILLO REGION: LA LIBERTAD		
ESCALA : 1:500/1:5000	FECHA : AGOSTO 2021	ALUMNAS: - CARAZAS AGUILAR NATHALY - GRABIEL LEON IRENE
		U-2

PLANO DE LOCALIZACION Y UBICACIÓN DE CALICATAS DE LA PROLONGACION CALLE 50



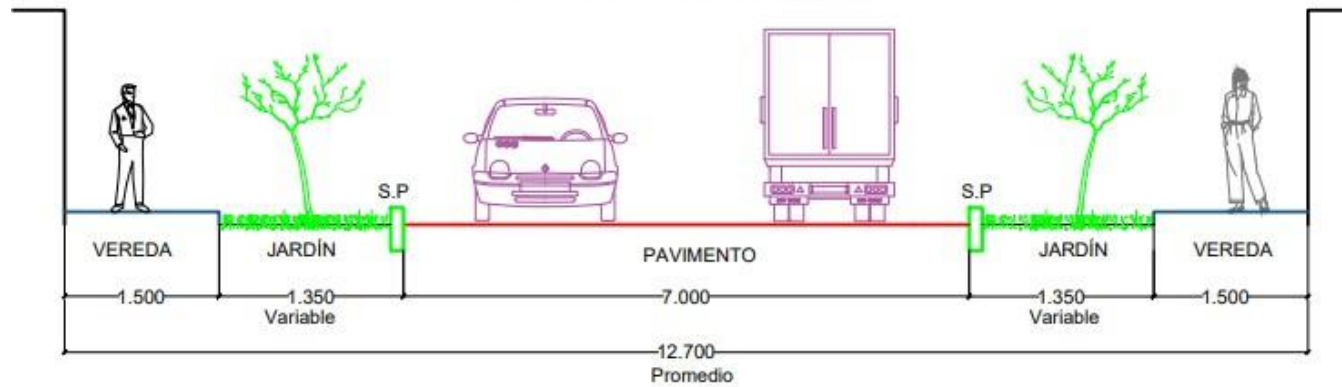
COORDENADAS UTM CALICATA -4						COORDENADAS UTM CALICATA -5					
VERTICE	LADO	DIST.	ANGULO	ESTE	NORTE	VERTICE	LADO	DIST.	ANGULO	ESTE	NORTE
P1	P1 - P2	0.6	90°0'0"	718782.0824	9108170.6366	P1	P1 - P2	0.6	90°0'0"	718811.5800	9107936.9327
P2	P2 - P3	0.6	90°0'0"	718777.8069	9108170.6366	P2	P2 - P3	0.6	90°0'0"	718807.3045	9107936.9327
P3	P3 - P4	0.6	90°0'0"	718777.8069	9108166.1421	P3	P3 - P4	0.6	90°0'0"	718807.3045	9107932.4382
P4	P4 - P1	0.6	90°0'0"	718782.0824	9108166.1421	P4	P4 - P1	0.6	90°0'0"	718811.5800	9107932.4382

Area: 0.36m²
Perimetro: 2.4 ml

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO		
TESIS: DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO EN LA PROLONGACIÓN CALLE 50 Y CALLE RICARDO PALMA –ALTO TRUJILLO–LA LIBERTAD		
PLANO :	LOCALIZACION y UBICACION DE CALICATAS EN PROLONGACIÓN CALLE 50	LAMINA Nº :
UBICACION :	DISTRITO: EL PORVENIR PROVINCIA: TRUJILLO REGION: LA LIBERTAD	
ESCALA :	FECHA :	ALUMNAS:
1:500/1:5000	AGOSTO 2021	- CARAZAS AGUILAR NATHALY - GRABIEL LEON IRENE
		U-1

CORTES TRANSVERSALES

CALLE RICARDO PALMA

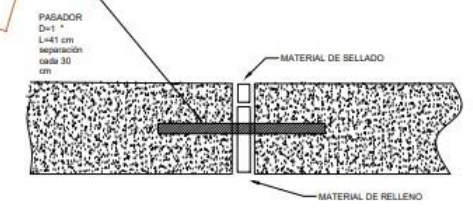
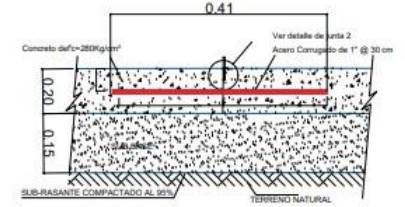
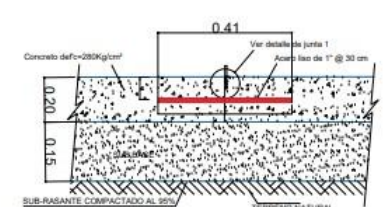
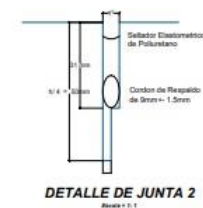
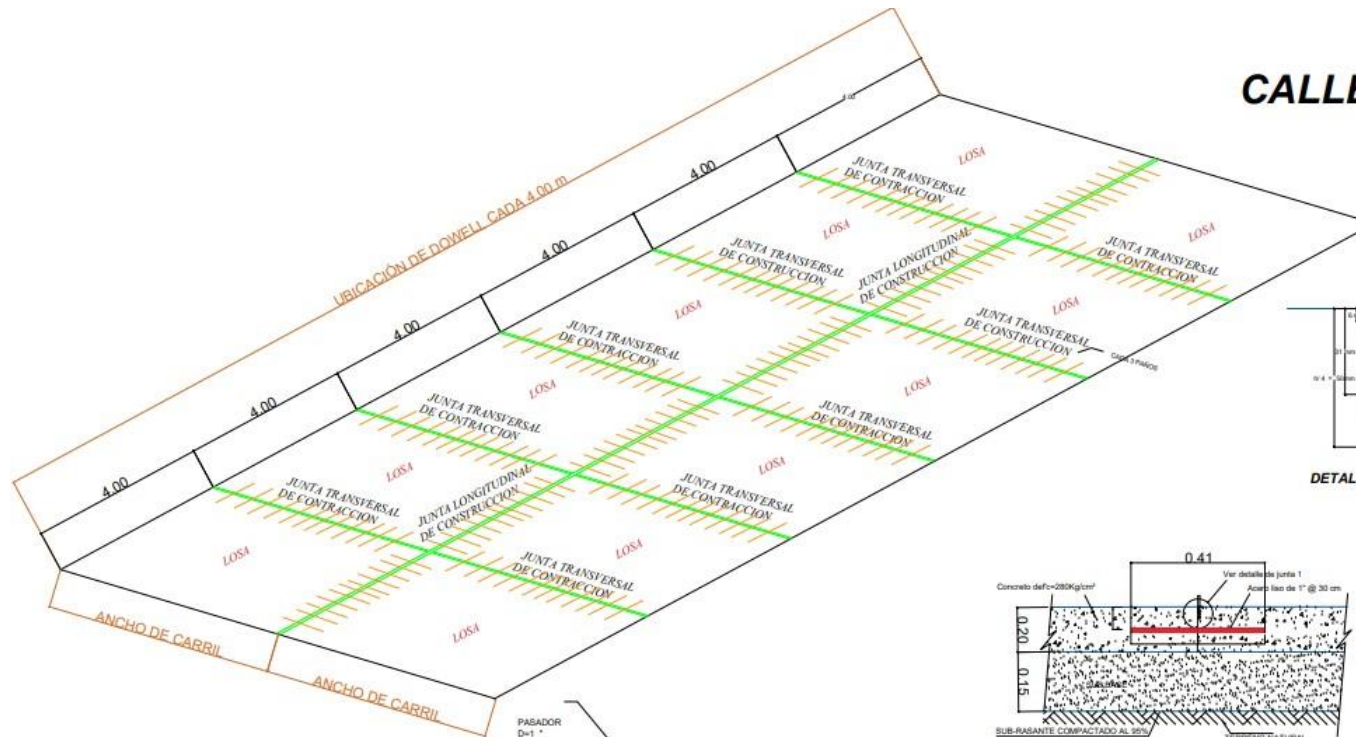


PROLONGACIÓN CALLE 50



UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO ORREGO			
TÍTULO: DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO EN LA PROLONGACIÓN CALLE 50 Y CALLE RICARDO PALMA - ALTO TRUJILLO LA LIBERTAD			
PROYECTO: CORTES TRANSVERSALES - DETALLES			LÁMINA Nº
UBICACIÓN: DISTRITO EL PORVENIR PROVINCIA TRUJILLO REGION LA LIBERTAD			
ESCALA: 1:50	FECHA: ABRIL 2021	ALUMNO: GONZALES RIVERA BENJAMIN	U-1
FECHA: 2021-04-20			

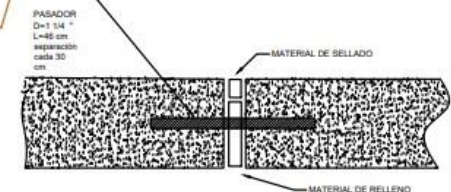
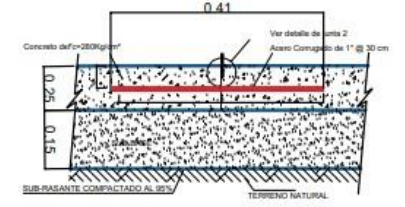
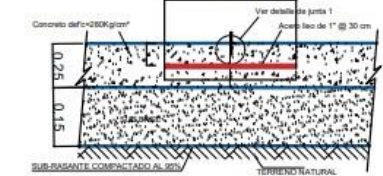
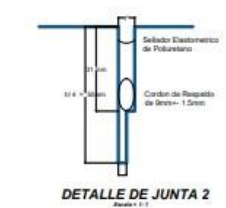
CALLE RICARDO PALMA



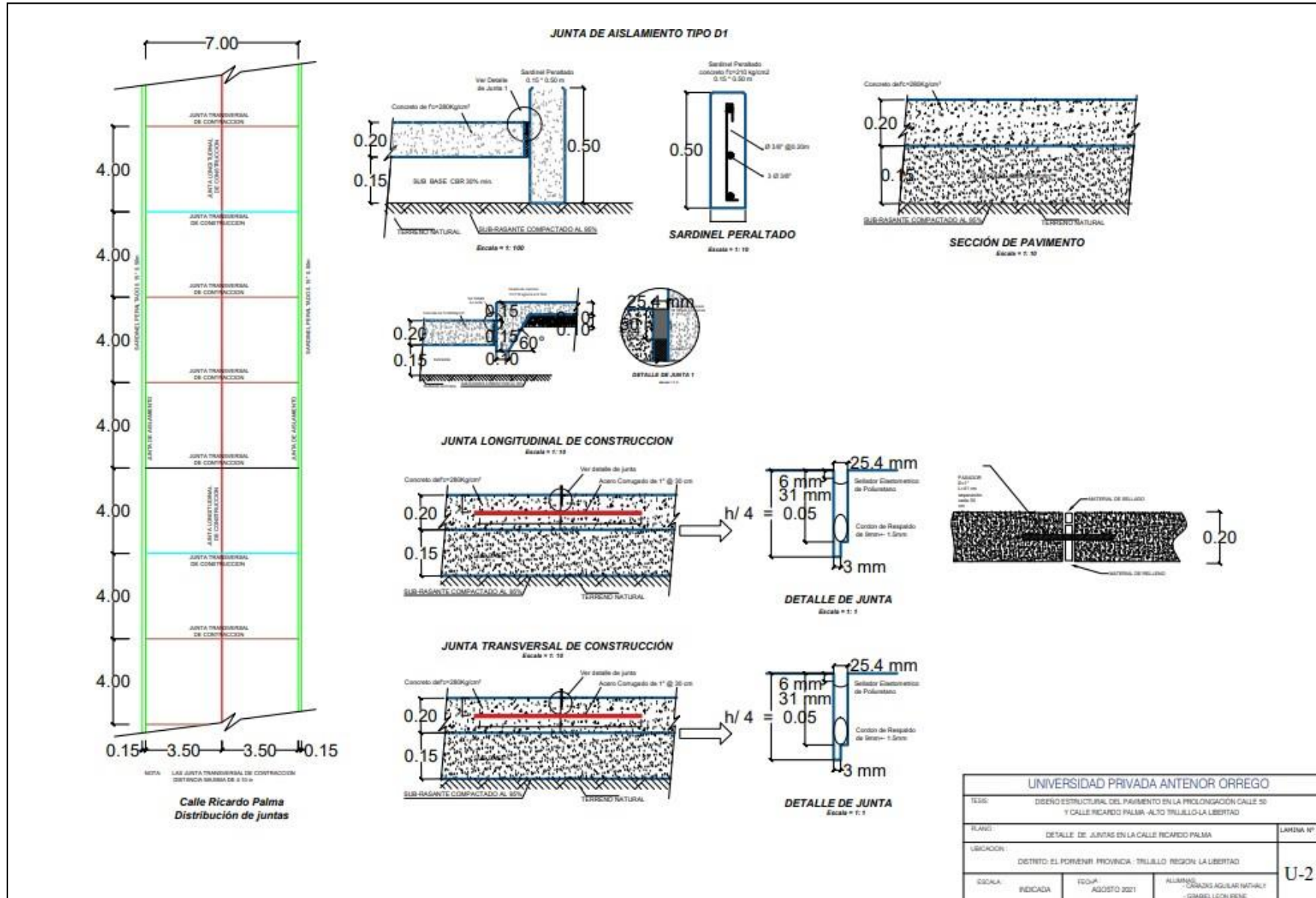
UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO		
TITULO: DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO EN LA PROLONGACION CALLE 50 Y CALLE RICARDO PALMA- ALTO TRUJILLO LA LIBERTAD		
PLANO:	DETALLES DE DOWELS EN LA CALLE RICARDO PALMA	LAMINA N°:
UBICACION:	DISTRITO EL PORVENIR PROVINCIA: TRUJILLO REGION: LA LIBERTAD	
ESCALA:	INDICADA	FECHA: AGOSTO 2021
		ALIBAYOS: CARACAS AGUIAR VARELA -GRABEL LEON PEREZ

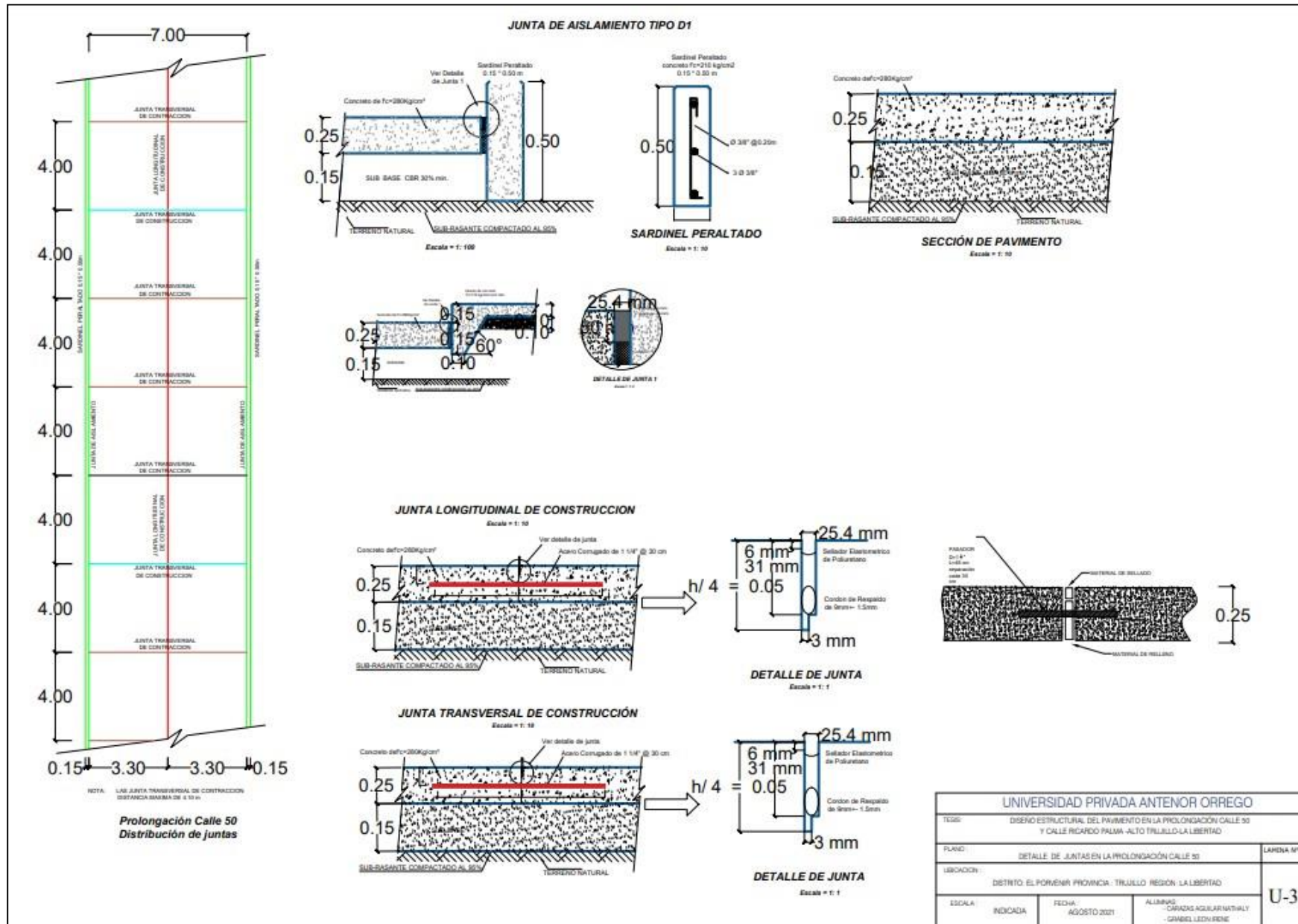
U-4

PROLONGACIÓN CALLE 50



UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO			
TÍTULO: DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO EN LA PROLONGACIÓN CALLE 50 Y CALLE RICARDO PALMA - ALTO TRUJILLO LA LIBERTAD			
TRAMO: DETALLE DE DOWELS EN LA PROLONGACIÓN CALLE 50			LÁMINA N°
UBICACIÓN: DISTRITO EL PORVENIR PROVINCIA - TRUJILLO REGION LA LIBERTAD			U-5
ESCALA: INDICADA	FECHA: AGOSTO 2021	ALUMNOS: CARLOS AGUIAR NINAY - GABRIEL LEON RIVERA	





UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO				
TÍTULO: DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO EN LA PROLONGACIÓN CALLE 50 Y CALLE RICARDO PALMA -ALTO TRUJILLO-LA LIBERTAD				
PLANO: DETALLE DE JUNTAS EN LA PROLONGACIÓN CALLE 50			LÁMINA Nº	
UBICACIÓN: DISTRITO EL PORVENIR PROVINCIA TRUJILLO REGIÓN LA LIBERTAD			U-3	
ESCALA: INDICADA	FECHA: AGOSTO 2021	ALUMNOS: CAROLAG AGUIAR NATHALY - GABRIEL EDU RENE		