

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**“ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL
PAVIMENTO FLEXIBLE Y PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA AVENIDA
LARCO TRAMO AVENIDA HUAMÁN Y AVENIDA FÁTIMA DE LA
CIUDAD DE TRUJILLO”**

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

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: TRANSPORTES

AUTOR(ES):

BR. GALLARDO FIGUEROA, MARIA DEL PILAR

BR. PESCORAN CAMPOS, MANUEL DAVID

ASESOR:

Dr. LUJAN SILVA, ENRIQUE FRANCISCO

TRUJILLO - PERÚ

AGOSTO - 2019

RESOLUCIÓN N° 0976-2019-FI-UPAO

**“ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO
FLEXIBLE Y PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA AVENIDA LARCO TRAMO
AVENIDA HUAMÁN Y AVENIDA FÁTIMA DE LA CIUDAD DE TRUJILLO”**

JURADO CALIFICADOR

.....
ING. JOSE SEBASTIAN HUERTAS POLO

CIP: 34570

PRESIDENTE

.....
ING. MAMERTO RODRIGUEZ RAMOS

CIP: 3689

SECRETARIO

.....
ING. ROCIO DEL PILAR DURAND ORELLANA

CIP: 60518

VOCAL

.....
ING. ENRIQUE FRANCISCO LUJAN SILVA

CIP: 54460

ASESOR

DEDICATORIA

A Dios, por guiarme por el buen camino, por no abandonarme, por hacerme fuerte y no dejarme caer.

A mi madre Jessica por siempre estar a mi lado, en las buenas y en las malas. Siempre te agradeceré por lo que soy en esta vida, por haberme criado de esa manera tan distinta y perfecta para mí.

A mi padre Luis por siempre sentir su apoyo y amor incondicional, por cada esfuerzo que hacía por vernos sonreír, y por haberme propuesto que cada sacrificio tuyo sea recompensado.

A mi hermano Jhancarlos por siempre haber estado conmigo, por ser ese hombrecito incondicional en mi vida. Por cada momento, por cada broma, pelea que lo único que demostraban era nuestro cariño.

Br. GALLARDO FIGUEROA MARIA DEL PILAR

A Dios, por su infinita bondad.

A mi madre Alicia, por ser la persona que me ha acompañado durante todo mi trayecto estudiantil y enseñarme que todo se obtiene con esfuerzo.

A mi padre David, quien con sus consejos ha sabido guiarme para ser alguien en la vida y formarme como una persona perseverante para conseguir mis objetivos y metas trazadas.

A mi familia en general, que de una u otra forma me ayudaron incondicionalmente.

A mis compañeros y amigos, quienes sin esperar nada a cambio compartieron sus conocimientos, alegrías y tristezas.

Br. PESCORAN CAMPOS MANUEL DAVID

AGRADECIMIENTO

A:

DIOS:

Por estar con nosotros, por brindarnos salud, protección y sabiduría para guiarnos por el buen camino y permitirnos lograr esta meta.

PADRES:

Por su apoyo incondicional en cada momento de nuestras vidas y sobre todo en nuestra formación profesional, por la confianza, apoyo moral y económico que nos permitió alcanzar esta meta

MS. ING. LUJAN SILVA, ENRIQUE FRANCISCO:

Por su valiosa asesoría, colaboración, tiempo y aporte brindado en el presente trabajo.

RESUMEN

La presente investigación se desarrolló en la avenida Larco tramo avenida Huamán y avenida Fátima de la ciudad de Trujillo, mediante una investigación de tipo descriptiva - aplicada. El objetivo principal de esta investigación fue realizar un análisis comparativo del diseño estructural del pavimento flexible y pavimento rígido en dicho tramo, para lo cual se observó y analizó las condiciones en las que encontraba el pavimento existente del tramo en estudio.

En el diseño estructural de los pavimentos se utilizó la metodología AASHTO 93, debido a que los parámetros de diseño se adecuan a las condiciones en las que se encuentra el tramo en estudio. Además, se tomó en cuenta las recomendaciones establecidas en el Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 Pavimentos urbanos, 2010, las cuales sirvió para establecer los espesores del pavimento.

Se realizaron estudios básicos de ingeniería como estudios de mecánica de suelo; con lo cual se determinó que el suelo es arcilloso con mediana plasticidad y presenta un CBR de 8.48%, estudio de análisis de tráfico; con lo cual se obtuvo que el número de repeticiones de ejes equivalentes para el pavimento flexible es 3'889,505.98 y para el pavimento rígido es 3'997,058.60, datos necesarios que nos permitió determinar los diseños estructurales para ambos pavimentos.

Los resultados obtenidos en el diseño estructural del pavimento flexible es una carpeta asfáltica de 10 cm, base de 20 cm y sub base de 15 cm, con un costo de un millón cuatrocientos sesenta y ocho mil seiscientos veinte con 67/100 soles (S/ 1'468,620.67) y para el diseño estructural del pavimento rígido, una losa de concreto de 20 cm con un $f'c = 280\text{kg/cm}^2$ y base de 15 cm, con un costo de dos millones ciento cincuenta y dos mil seiscientos setenta y cuatro con 75/100 soles (S/ 2'152,674.75).

Se concluye que, a través de un análisis económico el costo de ejecución inicial del pavimento rígido es 31% mayor del costo del pavimento flexible.

Palabra clave: Diseño estructural, pavimento flexible, pavimento rígido

ABSTRACT

The present investigation was developed in Larco Avenue, section Huaman and Fatima´s Avenues in the city of Trujillo, through a descriptive - applied investigation. The main objective of this research was to carry out a comparative analysis of the structural design of the flexible and rigid flooring, for that reason it was observed and analyzed the conditions in which it was found the existing flooring of the stretch being studied.

In the structural design of the flooring, was used the AASHTO 93 methodology, because the design parameters are adapted to the conditions in which the stretch under study is located. In addition, the recommendations established in the National Building Regulations were taken into account: CE.010 Urban Flooring, 2010, which was used to establish the thickness of the flooring.

Basic engineering studies were conducted as soil mechanics studies; with which it was determined that the soil is clayey with medium plasticity and presents a CBR of 8.48%, study of traffic analysis; with which it was obtained that the number of repetitions of equivalent axes for the flexible pavement is 3'889,505.98 and for the rigid flooring is 3'997,058.60, necessary data that allowed us to determine the structural designs for both flooring.

The results obtained in the structural design of the flexible flooring is a 10 cm asphalt binder, 20 cm base and 15 cm sub base, with a cost of one million four hundred sixty-eight thousand six hundred twenty with 67/100 soles (S/ 1,468,620.67) and for the structural design of the rigid flooring, a 20 cm concrete slab with a $f'c = 280$ kg/cm² and 15 cm base, with a cost of two million one hundred fifty-two thousand six hundred seventy-four with 75/100 soles (S/ 2'152,674.75).

It is concluded that, through an economic analysis, the cost of initial execution of the rigid flooring is 31% greater than the cost of the flexible flooring.

Keyword: Structural design, flexible flooring, rigid flooring.

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:

“ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA AVENIDA LARCO TRAMO AVENIDA HUAMÁN Y AVENIDA FÁTIMA DE LA CIUDAD DE TRUJILLO”

El contenido del presente trabajo ha sido desarrollado tomándose en cuenta los lineamientos establecidos en el Curso de Titulación Extraordinaria y los conocimientos adquiridos durante nuestra formación profesional, junto a información obtenida de otras investigaciones e información obtenida del expediente técnico del proyecto, con la convicción de alcanzar una justa evaluación y dictamen.

Atentamente,

Br. Gallardo Figueroa, Maria del Pilar

Br. Pescoran Campos, Manuel David

Trujillo, Agosto del 2019

ÍNDICE

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
RESUMEN.....	iii
ABSTRACT.....	iv
PRESENTACIÓN.....	v
ÍNDICE.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Planteamiento de la investigación	1
a. Descripción de la realidad problemática.....	1
b. Descripción del problema	2
c. Formulación del problema.....	3
1.2. Objetivos de la investigación.....	3
1.2.1. Objetivo general	3
1.2.2. Objetivos específicos	3
1.3. Justificación de la investigación.....	3
II. MARCO DE REFERENCIA.....	4
2.1. Antecedentes del estudio	4
2.2. Marco teórico.....	7
2.2.1. Suelos	7
2.2.1.1. Descripción de los suelos.....	7
2.2.2. Tráfico vial.....	9
2.2.3. Pavimentos.....	9
2.2.3.1. Pavimento flexible	9
2.2.3.2. Pavimento rígido.....	10
2.2.3.3. Pavimento semirrígido.....	10

2.2.4.	Vías urbanas	11
2.2.4.1.	Vías expresas.....	11
2.2.4.2.	Vías arteriales	11
2.2.4.3.	Vías colectoras.....	12
2.2.4.4.	Vías locales	12
2.3.	Marco Conceptual	12
2.4.	Hipótesis.....	16
2.5.	Variables e Indicadores (Cuadro de Operacionalización de las variables) ...	16
2.5.1.	Variable dependiente	16
2.5.2.	Variable independiente.....	16
2.5.3.	Operacionalización de las variables.....	16
III.	MATERIAL Y MÉTODOS.....	17
3.1.	Tipo y nivel de la investigación.....	17
3.2.	Población y muestra de estudio.....	17
3.2.1.	Población.....	17
3.2.2.	Muestra	17
3.3.	Diseño de investigación.....	17
3.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	18
3.5.	Procesamiento y análisis de datos	18
3.5.1.	Diagnóstico situacional de la avenida Larco tramo avenida Huamán y avenida Fátima de la ciudad de Trujillo.....	19
3.5.2.	Estudio de tránsito vehicular	20
3.5.2.1.	Situación actual	21
3.5.2.2.	Metodología – Trabajo de campo.....	21
3.5.2.3.	Metodología – Trabajo de gabinete.....	23
a.	Conteo vehicular	23
b.	Cálculo del IMD's	24
c.	Factor de crecimiento acumulado (Fca).....	25

d.	Factor de distribución direccional (Fd) y de carril (Fc)	26
e.	Factor de Ejes Equivalentes (EE)	27
f.	Factor vehículo pesado (Fvp).....	29
g.	Factor de ajuste por presión de neumáticos (Fp).....	30
h.	Cálculo de Ejes Equivalentes día - carril.....	30
i.	Número de repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 tn.....	32
j.	Según tipo de tráfico	33
3.5.3.	Estudio de mecánica de suelos.....	34
3.5.3.1.	Exploración de campo.....	34
3.5.3.2.	Ensayos de laboratorio.....	35
a.	Contenido de humedad.....	35
b.	Análisis granulométrico por tamizado	35
c.	Limite líquido	36
d.	Limite plástico.....	36
e.	Índice de plasticidad.....	37
f.	Gravedad específica de sólidos	37
g.	Proctor modificado	38
h.	CBR (California Bearing Ratio)	38
3.5.4.	Levantamiento topográfico.....	39
3.5.4.1.	Trabajo de campo.....	39
3.5.4.2.	Trabajo de gabinete.....	39
3.5.5.	Perfil estratigráfico.....	40
IV.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	41
4.1.	Propuesta de investigación.....	41
4.2.	Análisis e interpretación de los resultados	42
4.2.1.	Diseño de pavimento flexible, según metodología AASHTO 93.....	42
4.2.1.1.	Número de repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 tn (W18).....	43
4.2.1.2.	Nivel de confiabilidad (%R)	43

4.2.1.3. Coeficiente estadístico de desviación estándar normal (Z_r).....	44
4.2.1.4. Desviación estándar (S_o)	45
4.2.1.5. Índice de serviciabilidad (ΔPSI).....	45
a. Índice de serviciabilidad inicial (ρ_o)	46
b. Índice serviciabilidad final (ρ_t).....	46
4.2.1.6. Módulo de resiliencia (MR).....	47
4.2.1.7. Cálculo del numero estructural (SN)	47
a. De forma Analítica.....	47
b. Con el uso de programa ecuación AASHTO 93.....	48
c. Con uso del nomograma	48
4.2.1.8. Coeficientes estructurales de las capas del pavimento.....	49
4.2.1.9. Coeficiente de drenaje.....	50
4.2.1.10. Cálculo de los espesores del pavimento	51
4.2.2. Diseño de pavimento rígido, según método AASHTO 93	53
4.2.2.1. Número de repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 tn (W_{18})	55
4.2.2.2. Nivel de confiabilidad ($\%R$) y desviación estándar normal (Z_r).....	55
4.2.2.3. Desviación estándar (S_o)	55
4.2.2.4. Índice de serviciabilidad (ΔPSI).....	55
a. Índice de serviciabilidad inicial (ρ_o).....	56
b. Índice serviciabilidad final (ρ_t).....	56
4.2.2.5. Módulo de rotura del concreto (S'_c)	56
4.2.2.6. Coeficiente de drenaje (C_d).....	57
4.2.2.7. Coeficiente de transferencia de cargas (J).....	58
4.2.2.8. Módulo elástico del concreto (E_c)	59
4.2.2.9. Módulo de reacción de la sub rasante (K).....	59
4.2.2.10. Cálculo del espesor de la losa de concreto, D (plgs)	60
a. De forma analítica	60
b. Con el uso de programa ecuación AASHTO 93.....	61

c. Con uso del nomograma	61
4.2.2.11. Calculo de juntas	64
a. Dowel	64
b. Juntas longitudinales de contracción	65
c. Juntas transversales de contracción	65
d. Juntas transversales de construcción	65
4.2.3. Presupuesto	66
4.2.3.1. Presupuesto pavimento flexible	66
4.2.3.2. Presupuesto pavimento rígido	66
4.3. Prueba de hipótesis	67
V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	67
CONCLUSIONES	70
RECOMENDACIONES	71
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72
ANEXOS	73
Permiso para la realización de calicatas	74
Plano de ubicación geográfica	75
Plano de ubicación de calicatas	76
Ensayos de laboratorio	77
Fotos de las calicatas realizadas	95
Cálculo del número de repeticiones de Ejes Equivalentes	98
Hoja de cálculo del diseño del pavimento flexible en caliente	99
Hoja de cálculo del diseño del pavimento rígido	100
Análisis de precios unitarios del pavimento flexible	101
Análisis de precios unitarios del pavimento rígido	105
Planos	110

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1. Operacionalización de las variables dependientes.....	16
Tabla N° 2. Operacionalización de la variable independiente	17
Tabla N° 3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	18
Tabla N° 4. Conteo de vehículos	23
Tabla N° 5. Cálculo del índice medio diario semanal	24
Tabla N° 6. Tasa de crecimiento promedio anual de la población censada, según provincia, 1981 – 1993, 1993 – 2007 y 2007 – 2017	25
Tabla N° 7. Factores de crecimiento del tráfico (Fca).....	26
Tabla N° 8. Factores de distribución direccional y de carril para determinar el tránsito en el carril de diseño.....	27
Tabla N° 9. Configuración de los ejes.....	27
Tabla N° 10. Relación de cargas por eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) para pavimentos flexibles.....	28
Tabla N° 11. Relación de cargas por eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) para pavimentos rígidos.....	28
Tabla N° 12. Factor vehículo pesado para pavimento flexible.....	29
Tabla N° 13. Factor vehículo pesado para pavimento rígido	29
Tabla N° 14. Ejes Equivalentes día – carril para pavimento flexible.....	31
Tabla N° 15. Ejes Equivalentes día – carril para pavimento rígido	32
Tabla N° 16. Número de repeticiones de E.E. de 8.2 tn para pavimento flexible	33
Tabla N° 17. Número de repeticiones de E.E. de 8.2 tn para pavimento rígido	33
Tabla N° 18. Clase de vía expresado en EAL de diseño	33
Tabla N° 19. Exploración de campo	34
Tabla N° 20. Contenido de humedad.....	35
Tabla N° 21. Análisis granulométrico.....	35
Tabla N° 22. Limite líquido.....	36
Tabla N° 23. Limite plástico	36
Tabla N° 24. Índice de plasticidad	37
Tabla N° 25. Gravedad específica de sólidos.....	37
Tabla N° 26. Proctor modificado	38
Tabla N° 27. CBR	38
Tabla N° 28. Perfil estratigráfico	40

Tabla N° 29. Niveles sugeridos de confiabilidad para varias clasificaciones funcionales	44
Tabla N° 30. Nivel de confiabilidad en función a la clase de vía	44
Tabla N° 31. Valores estándar de desviación normal (Z_R) correspondientes a niveles seleccionados de confiabilidad	45
Tabla N° 32. Índice de serviciabilidad final (pt).....	46
Tabla N° 33. Valor relativo de soporte, CBR	49
Tabla N° 34. Valores de m_i para pavimentos flexibles, según AASHTO	50
Tabla N° 35. Especificaciones técnicas constructivas para el espesor de la capa de rodadura.....	51
Tabla N° 36. Índice de serviciabilidad final (pt).....	56
Tabla N° 37. Especificaciones técnicas constructivas para el módulo de rotura del concreto	57
Tabla N° 38. Valores de C_d para pavimentos rígidos, según AASHTO	58
Tabla N° 39. Coeficiente de transferencia de carga recomendado para diversos tipos de pavimento y condiciones de diseño	58
Tabla N° 40. Módulo de elasticidad del concreto (EC)	59
Tabla N° 41. Especificaciones técnicas constructivas para el espesor de la capa de rodadura.....	63
Tabla N° 42. Diámetro y longitud de los dowels	65
Tabla N° 43. Espesores del pavimento flexible y rígido.....	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1. Signos convencionales para perfil de calicatas – Clasificación AASHTO	7
Figura N° 2. Signos convencionales para perfil de calicatas – Clasificación SUCS.....	8
Figura N° 3. Cálculo de Número de repeticiones de Ejes Equivalente de 8.2 tn.....	20
Figura N° 4. Ubicación gráfica del tramo en estudio y los puntos de control.....	22
Figura N° 5. Ubicación de calicatas	34
Figura N° 6. Curvas de nivel	40
Figura N° 7. Situación actual de pavimento existente	41
Figura N° 8. Espesores del pavimento flexible y rígido	41
Figura N° 9. Nomograma para pavimento flexible	42
Figura N° 10. Ecuación de diseño de pavimento flexible.....	43
Figura N° 11. Cálculo del SN, en programa.....	48
Figura N° 12. Cálculo del SN en nomograma para pavimentos flexibles	48
Figura N° 13. Coeficientes estructurales de las capas del pavimento.....	49
Figura N° 14. Ecuación que relaciona al número estructural con los espesores y coeficientes estructurales	51
Figura N° 15. Sección del pavimento flexible	52
Figura N° 16. Nomograma para pavimento rígido	53
Figura N° 17. Ecuación de diseño de pavimento rígido.....	54
Figura N° 18. Correlación aproximada entre la clasificación de los suelos y los diferentes ensayos.....	60
Figura N° 19. Cálculo del SN, en programa.....	61
Figura N° 20. Cálculo del espesor de la losa de concreto en nomograma.....	61
Figura N° 21. Sección del pavimento rígido.....	63
Figura N° 22. Detalle de paño de la losa	64
Figura N° 23. Detalle de juntas con dowels	65
Figura N° 24. Numero de repeticiones de Ejes Equivalentes para pavimento flexible y rígido	67
Figura N° 25. Resumen en ensayos de mecánica de suelos	68
Figura N° 26. Parámetros de diseño para pavimento flexible y rígido.....	68

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento de la investigación

a. Descripción de la realidad problemática

La carretera es una vía de transporte a través de la cual la economía y la sociedad dependen fuertemente de la eficiencia que presenta, siendo muy importante para la distribución de mercancías y transporte de pasajeros, los cuales desean movilizarse hacia diferentes lugares generando un desarrollo social entre ambos departamentos. (Rivera, 2015)

En el 2017, el Gobierno Regional de La Libertad, a través de su Gerencia de Infraestructura mejoró el nivel de transitabilidad, mediante la rehabilitación del tramo avenida Huamán – jirón Callao de la avenida Larco, la cual se encontraba afectada por el fenómeno del niño costero. Este proyecto consistió en demoler la capa de rodadura existente y retirar 10 cm. de base granular ya que estaba contaminada, está se reemplazó con material de préstamo (afirmado), luego de perfilar y compactar, se realizó el riego de imprimación para aplicar la carpeta asfáltica en caliente de espesor dos pulgadas ($e = 2''$), cumpliendo con la finalidad de mejorar la capa de rodadura. Según el SSI (Sistema de Seguimiento de Inversiones) el proyecto tiene como código único de inversiones: 2376985

Actualmente, la avenida Larco se encuentra pavimentada y presenta deficiencias estructurales que en su mayoría de veces es generado por el proceso constructivo y no por el diseño que presente. Es por esta razón que las vías urbanas deben construirse bajo especificaciones técnicas y una supervisión constante que garanticen la durabilidad y servicialidad durante su periodo de diseño.

La zona en estudio está comprendida por el tramo avenida Huamán y avenida Fátima ubicada en la avenida Larco, debido a que

presenta un alto nivel de transitabilidad, a causa de que diariamente recibe transporte vehicular público, privado y también gran cantidad de transeúntes. Es una vía arterial menor, ya que soporta alrededor de 4000 a 15,000 vehículos por día, debido a la gran cantidad de centros educativos (colegios y universidad), restaurantes, cafeterías, librerías, boutiques, etc.

El tramo avenida Huamán y Víctor Raúl Haya de la Torre (Parque de las aguas), presenta tres calzadas y dos bermas centrales, teniendo una sección vial de 27.35 m.; luego la vía es reducida a dos calzadas con una berma central, teniendo una sección vial de 15.75 m.

El estudio realizado esta comprendido desde marzo del 2019 hasta junio del mismo año, tomando como recolección de datos todas las características encontradas en este periodo.

Se analizó el tramo avenida Huamán y avenida Fátima de la avenida Larco, debido a la presencia elevada de vehículos que presenta este tramo, los diseños estructurales obtenidos se basaron en el número de repeticiones de ejes equivalentes y el CBR del terreno, de ser similar este último valor se proyecta el mismo diseño estructural del pavimento en toda la avenida Larco.

b. Descripción del problema

En base a las deficiencias que presenta esta avenida, se propone realizar un análisis comparativo del diseño estructural de pavimento flexible con asfalto en caliente y pavimento rígido en la avenida Larco tramo avenida Huamán y avenida Fátima de la ciudad de Trujillo, que cumplan las condiciones que presenta el tramo en estudio, como son la ubicación, condiciones climáticas, suelo, tráfico y muchos otros parámetros que ayudan al diseño estructural del pavimento.

c. Formulación del problema

¿Cuál será el diseño estructural del pavimento más recomendable para la avenida Larco tramo avenida Huamán y avenida Fátima de la ciudad de Trujillo?

1.2. Objetivos de la investigación

1.2.1. Objetivo general

Realizar el análisis comparativo técnico – económico del diseño estructural del pavimento flexible y pavimento rígido para la avenida Larco tramo avenida Huamán y avenida Fátima de la ciudad de Trujillo, 2019.

1.2.2. Objetivos específicos

- Determinar un diagnóstico situacional de la avenida Larco, tramo avenida Huamán y avenida Fátima de la ciudad de Trujillo.
- Determinar las características del suelo mediante un estudio de mecánica de suelos.
- Determinar el relieve del terreno mediante un levantamiento topográfico.
- Determinar el número de repeticiones de ejes equivalentes mediante un análisis de tráfico.
- Determinar los espesores de la estructura del pavimento flexible y pavimento rígido aplicando la metodología AASHTO 93.
- Determinar el presupuesto del diseño estructural del pavimento flexible y pavimento rígido.

1.3. Justificación de la investigación

La elaboración de este trabajo de investigación aporta dos diseños estructurales que beneficien la infraestructura vial de Trujillo.

Es importante realizar un buen diseño estructural de pavimentación en el tramo avenida Huamán y avenida Fátima de la avenida Larco, por esta razón se debe construir bajo especificaciones técnicas y una supervisión constante que garantice la durabilidad y servicialidad durante su periodo de diseño, debido a que esta avenida presenta mucha aceptación por el comercio e instituciones educativas que existen en sus alrededores.

Académica

Esta investigación se justifica académicamente porque nos permite aplicar conocimientos y metodologías aprendidas en toda la rama de suelos y pavimentos, para así poder diseñar la estructura del pavimento flexible y pavimento rígido.

Técnica

Se justifica técnicamente porque se usó la metodología AASHTO 93 para calcular los espesores del pavimento flexible y pavimento rígido; además, el proceso constructivo es viable debido que se puede realizar según los parámetros que presente la zona en estudio.

Social

Se beneficiarán todos los ciudadanos aledaños a esta avenida, ya que se proporcionarán alternativas más adecuadas para el diseño estructural del pavimento, el cual ayudará a la transitabilidad de la zona y comodidad en los transeúntes.

II. MARCO DE REFERENCIA

2.1. Antecedentes del estudio

Internacional

Salamanca, María y Zuluaga, Santiago (2014) en su tesis, que se propuso el diseño de la estructura de pavimento flexible por medio de los métodos invias, AASHTO 93 e instituto del asfalto para la vía la Ye -

Santa Lucia Barranca Lebrija entre las abscisas K19+250 a K25+750 ubicada en el departamento del Cesar – Bogotá – Colombia.

La investigación llegó al siguiente resultado, que la estructura recomendada para la construcción en los 6.5 km de vía evaluados es la obtenida mediante el Método del Instituto del Asfalto debido que se optimizaron los espesores definidos por el Método AASHTO 93 y se validó el cumplimiento de los parámetros de fatiga de la sub rasante y de la capa asfáltica.

El aporte de esta tesis fueron las metodologías que utilizaron para el diseño estructural del pavimento flexible, lo cual nos permitió observar el procedimiento que tuvieron en dicho diseño.

Regional

Rengifo, Kimiko (2014) en su tesis, propuso el diseño del pavimento de la nueva carretera panamericana norte en el tramo de Huacho a Pativilca (Km 188 a 189).

Se llegó a la conclusión que en cuanto al diseño las tres metodologías presentadas en esta tesis son aplicables, los resultados obtenidos varían debido al enfoque que presenta cada una de ellas. En cuestión de costos, se obtuvo que la alternativa más económica era la del pavimento flexible con carpeta asfáltica de 10 cm, base de 40 cm y 45 de sub base. Esta alternativa representaba un ahorro de S/. 260,000 o un 19% aproximadamente en la construcción inicial respecto al pavimento rígido.

El aporte de este trabajo de investigación es que al utilizar diferentes metodologías de diseño como AASHTO 93, Instituto Del Asfalto, Portland Cement Association, nos brindó diferentes parámetros a utilizar para cada metodología de diseño; y nos percatamos que la más idónea y que mejor se adecua a las condiciones de diseño es la metodología AASHTO 93.

Provincial

Ramírez, Walter y Zavaleta, Roger (2017) en su tesis, que se propuso el estudio comparativo del diseño del pavimento rígido, semirrígido con adoquines de concreto y flexible para las calles del sector VI – C El Milagro – Trujillo – La libertad, mediante la metodología AASHTO 93.

La investigación llegó a la conclusión, que por temas económicos el pavimento flexible es el que más se ajusta a la zona de estudio, por lo tanto, dependerá de las autoridades respectivas tomar la decisión acerca de qué tipo de pavimento emplear.

El aporte principal al trabajo de investigación es la metodología que utilizaron en todos los pavimentos que diseño que se realizaron, con la cual podremos considerar algunos parámetros que se utilizaron para la estructura del pavimento.

Local

Albino, Yoshiro Misaki y Cisneros, Gerson (2017), en su tesis, que se 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.

Se concluyó que el diseño de la estructura del pavimento flexible, obedece a parámetros del comportamiento del lugar de emplazamiento, tomando como variables de entrada, la caracterización del tránsito, las propiedades mecánicas de los materiales y del terreno de fundación, las condiciones climáticas, las condiciones de drenaje y los niveles de serviciabilidad y confiabilidad.

El aporte principal para nuestro proyecto de investigación es el desarrollo del diseño estructural del pavimento flexible mediante el método AASTHO 93, por lo cual sabremos cuales fueron las consideraciones que tuvieron para el diseño de este pavimento.

2.2. Marco teórico

2.2.1. Suelos

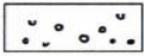
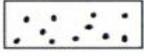
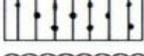
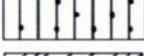
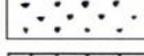
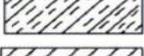
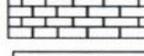
La exploración e investigación del suelo es muy importante tanto para la determinación de las características del suelo, como para el correcto diseño de la estructura del pavimento. Si la información registrada y las muestras enviadas al laboratorio no son representativas, los resultados de las pruebas aun con exigencias de precisión, no tendrán mayor sentido para los fines propuestos.

(Manual de carreteras “Suelos, geología, geotecnia y pavimentos”, 2014, p.25)

2.2.1.1. Descripción de los suelos

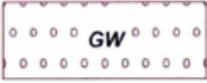
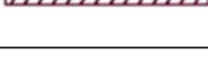
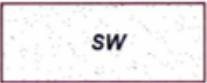
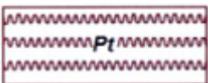
La clasificación de los suelos para la construcción de vías, serán de acuerdo a la metodología AASHTO y SUCS, se usarán los siguientes signos convencionales:

Figura N° 1. Signos convencionales para perfil de calicatas – Clasificación AASHTO

Simbología	Clasificación	Simbología	Clasificación
	A - 1 - a		A - 5
	A - 1 - b		A - 6
	A - 3		A - 7 - 5
	A - 2 - 4		A - 7 - 6
	A - 2 - 5		Materia Orgánica
	A - 2 - 6		Roca Sana
	A - 2 - 7		Roca Desintegrada
	A - 4		

Fuente: Simbología AASHTO

Figura N° 2. Signos convencionales para perfil de calicatas – Clasificación SUCS

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

Fuente: Manual de Ensayos y Materiales – Norma MTC E101, Símbolos gráficos para suelos

2.2.2. Tráfico vial

La demanda del tráfico es un aspecto esencial para planificar y diseñar la estructura del pavimento, ya que este tendrá que soportar cargas vehiculares durante toda su vida útil.

El estudio de tráfico se realizó con el fin de determinar el número acumulado de ejes equivalentes, durante su periodo de diseño.

- Si el número acumulado de EE < 104 EAL, se estima un tráfico ligero.
- Si el número acumulado de EE ≥ 104 EAL y < 106 EAL, se estima un tráfico medio.
- Si el número acumulado de EE > 106 EAL, se estima un tráfico alto.

(Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 Pavimentos urbanos, 2010, p.45)

2.2.3. Pavimentos

Es una estructura conformada por diferentes capas construida sobre la sub rasante para soportar y distribuir los esfuerzos que producen los vehículos.

Los tipos de pavimentos incluidos en el Manual son los siguientes:

2.2.3.1. Pavimento flexible

El pavimento flexible es una estructura conformada por: carpeta de rodadura asfáltica, base y sub base. Los componentes de la carpeta de rodadura pueden ser materiales bituminosos como aglomerantes, agregados o aditivos.

(Manual de carreteras “Suelos, geología, geotecnia y pavimentos”, 2014, p.22)

2.2.3.2. Pavimento rígido

Los pavimentos de concreto reciben el apelativo de “rígidos” debido a la naturaleza de la losa de concreto que lo constituye.

Debido a su naturaleza rígida, la losa absorbe casi la totalidad de los esfuerzos producidos por las repeticiones de las cargas de tránsito, proyectando en menor intensidad los esfuerzos a las capas inferiores y finalmente a la sub rasante.

Existen tres tipos de pavimentos de concreto:

- Pavimentos de concreto simple con juntas
- Pavimentos de concreto reforzado con juntas.
- Pavimentos de concreto continuamente reforzados.

Los pavimentos de concreto con juntas son los que mejor se aplican a la realidad nacional debido a su buen desempeño y a los periodos de diseño que usualmente se emplean.

(Manual de carreteras “Suelos, geología, geotecnia y pavimentos”, 2014, p.224)

2.2.3.3. Pavimento semirrígido

Comprende los pavimentos cuya estructura está compuesta por una capa asfáltica y bases tratadas con asfalto, con cemento y con cal, esta solución se recomienda aplicar sobre sub rasantes de categoría buena o con un CBR $\geq 20\%$ y para tráficos mayores a 1'000,000 de EE.

(Manual de carreteras “Suelos, geología, geotecnia y pavimentos”, 2014, p.183)

2.2.4. Vías urbanas

Espacio destinado al tránsito de vehículos y/o personas que se encuentra dentro del límite urbano.

(Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 Pavimentos urbanos, 2010, p.45)

Según la función que prestan se clasifican en:

2.2.4.1. Vías expresas

Son vías que se encuentran en las ciudades grandes y se utilizan para la entrada y salida de vehículos en la misma o fuera de esta. Se consideran vías de alta velocidad, con una limitación en los accesos, cruces de destino a nivel. Es una vía no utilizable por los peatones y vehículos de muy baja velocidad y con prohibición de estacionamiento de vehículos.

(Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 Pavimentos urbanos, 2010)

2.2.4.2. Vías arteriales

Las vías arteriales llevan el tráfico desde y hacia las vías expresas. Sirven para los principales movimientos dentro y fuera de áreas metropolitanas no atendidas por las vías expresas. Las rutas de buses y camiones son usualmente por vías arteriales. Para propósitos de diseño, se clasifican en arteriales mayores y menores, dependen del tipo y capacidad de tráfico.

(Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 Pavimentos urbanos, 2010)

2.2.4.3. Vías colectoras

Las vías colectoras llevan el tránsito de las vías locales a las arteriales, dando servicio tanto al tránsito vehicular, como a rutas de buses, movimiento de camiones. El tránsito es interrumpido en las intersecciones por semáforos, cuando se conectan con vías arteriales y con controles simples cuando se conectan con vías locales. Está destinado especialmente al estacionamiento de vehículos en áreas adyacentes. Su uso es para todo tipo de vehículo.

(Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 Pavimentos urbanos, 2010)

2.2.4.4. Vías locales

Las vías locales no son largas y se encuentran en zonas residenciales. Estas pueden ser calles sin o con retorno.

(Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 Pavimentos urbanos, 2010)

2.3. Marco Conceptual

Se consideraron todos los parámetros necesarios para obtener el diseño estructural de pavimento, tanto para el análisis de tráfico y el tipo de suelo.

- Calzada o pista: Parte de la carretera destinada a la circulación de vehículos compuesta por uno o más, no incluye la berma. La calzada se divide en carriles, los que están destinados a la circulación de una fila de vehículos en un mismo sentido de tránsito. **(Manual de Carreteras: Diseño geométrico. Revisada y Corregida a enero de 2018, p.190)**

- Carpeta de rodadura: Es la parte superior de un pavimento, que puede ser de tipo bituminoso (flexible) o de concreto de cemento Portland (rígido) o de adoquines, cuya función es sostener directamente el tránsito. **(Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Sección: Suelos y Pavimentos, 2014, p.21)**
- Base: Es la capa de pavimento que tiene como función primordial, distribuir y transmitir las cargas ocasionadas por el tránsito, a la sub base y a través de ésta a la sub rasante, y es la capa sobre la cual se coloca la capa de rodadura. **(Coronado, 2002, p.96)**
- Sub base: Es la capa de la estructura de pavimento destinada fundamentalmente a soportar, transmitir y distribuir con uniformidad las cargas aplicadas a la superficie de rodadura de pavimento, de tal manera que la capa de sub rasante la pueda soportar absorbiendo las variaciones inherentes a dicho suelo que puedan afectar a la sub base. La sub base debe controlar los cambios de volumen y elasticidad que serían dañinos para el pavimento. **(Coronado, 2002, p.95)**
- Sub rasante: Capa de terreno de una carretera, que soporta la estructura del pavimento y que se extiende hasta una profundidad en que no le afecte la carga de diseño que corresponde al tránsito previsto. **(Coronado, 2002, p.19)**
- CBR: El Ensayo CBR (California Bearing Ratio: Ensayo de Relación de Soporte de California) mide la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo. Evalúa la calidad del terreno para sub rasante, sub base y base de pavimentos.
- EAL de diseño: Es el número de cargas aplicadas durante su periodo de diseño. Cada vehículo posee diferente peso y número de ejes, el cual para efectos de cálculo se transforman en ejes equivalentes de ocho unidades dos décimas de toneladas (8.2 tn)

- Periodo de diseño: es el tiempo total para el cual se diseña un pavimento en función de la proyección del tránsito y el tiempo que se considere apropiado para que las condiciones del entorno se comiencen a alterar desproporcionadamente. **(Coronado, 2010, p.141)**
- Índice de serviciabilidad: El índice de serviciabilidad de un pavimento, es el valor que indica el grado de confort que tiene la superficie para el desplazamiento natural y normal de un vehículo; en otra palabras, un pavimento en perfecto estado se le asigna un valor de serviciabilidad inicial que depende del diseño del pavimento y de la calidad de la construcción, de 5 (Perfecto); y un pavimento en franco deterioro o con un índice de serviciabilidad final que depende de la categoría del camino y se adopta en base a esto y al criterio del proyectista, con un valor de 0 (Pésimas condiciones). **(Coronado, 2002, p.43)**
- Módulo de resiliencia (Mr): Este ensayo es más sensible a las propiedades de los suelos que otros ensayos de resistencia; una cualidad de este ensayo, es que, al no romperse la muestra, esta se puede someter a varios tipos de tensiones, lo que permite ahorrar tiempo en la preparación de otras, reduciendo errores. Las muestras se pueden preparar con diferentes contenidos de humedad, así como diferentes valores de compactación. **(Coronado, 2002, p.79)**
- Nivel de confiabilidad (R): Este valor se refiere al grado de seguridad o veracidad de que el diseño de la estructura de un pavimento, puede llegar al fin de su período de diseño en buenas condiciones. **(Coronado, 2002, p.142)**
- Número estructural (SN): El SN requerido puede ser convertido a espesores reales de carpeta de rodadura base y sub-base, por medio de coeficientes de capa apropiados que representan la resistencia relativa de los materiales de construcción. **(Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 Pavimentos urbanos, 2010, p.43)**

- Pasadores o dowels: 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. Sección: Suelos y Pavimentos, 2014, p.247)**
- 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. Sección: Suelos y Pavimentos, 2014, p.244)**
- Juntas longitudinales de contracción: Dividen los carriles de tránsito y controlan el agrietamiento y fisuración cuando se construyen en simultáneo dos o más carriles. La transferencia de carga en las juntas longitudinales se logra mediante la trabazón de los agregados, y se mantiene con el empleo de barras de amarre, que son de acero y corrugadas. **(Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Sección: Suelos y Pavimentos, 2014, p.245)**
- Juntas transversales de construcción: Son las juntas generadas al final de la jornada de trabajo. En estas juntas se requiere el empleo de pasadores para la transmisión de carga. **(Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Sección: Suelos y Pavimentos, 2014, p.246)**
- Juntas transversales de contracción: Se construyen transversalmente a la línea central del pavimento y están espaciadas para controlar la fisuración y el agrietamiento provocados por la

retracción del concreto, y por los cambios de humedad y temperatura. De ser posible se harán coincidir las juntas transversales de contracción con las de construcción. La transferencia de carga se puede dar mediante la trabazón de los agregados o mediante el empleo de pasadores. **(Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Sección: Suelos y Pavimentos, 2014, p.246)**

2.4. Hipótesis

El pavimento flexible para la avenida Larco tramo avenida Huamán y avenida Fátima de la ciudad de Trujillo es el más recomendable debido a que presentará un ahorro económico del 10% respecto al pavimento rígido.

2.5. Variables e Indicadores (Cuadro de Operacionalización de las variables)

2.5.1. Variable dependiente

- Diseño estructural y presupuesto del pavimento flexible
- Diseño estructural y presupuesto del pavimento rígido

2.5.2. Variable independiente

- Análisis comparativo del diseño estructural del pavimento flexible y pavimento rígido

2.5.3. Operacionalización de las variables

Tabla N° 1. Operacionalización de las variables dependientes

VARIABLES DEPENDIENTES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN
Diseño estructural del pavimento flexible	Trafico	# de Vehículos	Estudio de trafico
	CBR	%	Laboratorio de suelos
Diseño estructural del pavimento rígido	Topografía	Cotas	Levantamiento Topográfico

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 2. Operacionalización de la variable independiente

VARIABLE INDEPENDIENTE	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN
Análisis comparativo del diseño estructural del pavimento flexible y pavimento rígido	Costo	Soles	
	Plazo de Ejecución	Días	Calendario

Fuente: Elaboración Propia

III. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. Tipo y nivel de la investigación

Descriptiva – Aplicada

3.2. Población y muestra de estudio

3.2.1. Población

La población a considerar es la avenida Larco.

3.2.2. Muestra

Nuestra muestra está delimitada por el tramo avenida Huamán y avenida Fátima de la ciudad de Trujillo, debido a la presencia elevada de vehículos que presenta este tramo, los diseños estructurales obtenidos se basan en el número de repeticiones de ejes equivalentes y el CBR del terreno, de ser similar este último valor se proyecta el mismo diseño estructural del pavimento en toda la avenida Larco.

3.3. Diseño de investigación

De campo, porque la recolección de datos se hizo en el tramo en estudio, tales como las muestras de suelo, el conteo vehicular, el levantamiento topográfico. Además, se empleará la metodología AASHTO 93 para determinar los espesores del pavimento flexible y pavimento rígido.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se realizarán estudios de mecánica de suelos, tránsito vehicular, levantamiento topográfico, para así determinar los espesores del pavimento flexible y pavimento rígido.

Tabla N° 3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

TÉCNICAS	INSTRUMENTOS	USOS
Estudio de Mecánica de Suelos	Laboratorio de mecánica de suelos	Mediante las muestras obtenidas de las calicatas, a las cuales se les realizaron estudios para obtener el factor CBR que ayuda en el dimensionamiento de la estructura del pavimento.
Estudio de Tráfico	Investigadores	Mediante el conteo vehicular se determinó el número y tipo de vehículos que transitan por esta avenida, para determinar el esfuerzo que soportara esta vía.
Levantamiento Topográfico	Drone Topográfico	Los datos obtenidos en campo se plasmaran en un plano, a través de curvas de nivel sobrepuestas en la planimetría del terreno en estudio.

Fuente: Elaboración Propia

3.5. Procesamiento y análisis de datos

Para determinar los espesores del pavimento flexible y pavimento rígido, se utilizarán los siguientes programas:

- Microsoft Excel 2019: Se empleó para realizar tablas que permitirán el conteo vehicular y el cálculo de los ejes equivalentes de 8.2 tn. Se realizarán hojas de cálculos para determinar los espesores de cada tipo de pavimento.
- Civil 3D: Ayudara a medir y observar los niveles encontrados del terreno en estudio.
- AUTOCAD: Nos ayudara a plasmar el perfil del terreno en estudio, la ubicación de las calicatas y la ubicación de las juntas.
- Microsoft Word 2019: Se empleó para la redacción del informe del proyecto de tesis.
- Programa Ecuación AASHTO 93: Se empleó para verificar el número estructural y el espesor de la losa de concreto.

3.5.1. Diagnóstico situacional de la avenida Larco tramo avenida Huamán y avenida Fátima de la ciudad de Trujillo

La avenida Larco se ubica geográficamente en la región costa, específicamente en el departamento de La Libertad, provincia de Trujillo, distrito de Víctor Larco Herrera; con una altitud de 3.00 m.s.n.m. La zona presenta una topografía plana.

Según los resultados del censo de población y vivienda del año 2017, el distrito de Víctor Larco Herrera tuvo una población estimada de 68,506 habitantes, y una superficie territorial de 18.02 Km² con una densidad promedio de 3,095.5 Hab/Km².

El tramo en estudio avenida Huamán y avenida Fátima ubicado en la avenida Larco, cuenta con dos calzadas con separador central, teniendo una sección en la avenida Fátima de 15.75 m. y una calzada auxiliar en el tramo avenida Huamán y Víctor Raúl Haya de la Torre, teniendo una sección en la avenida Huamán de 27.35 m. Las tres calzadas presentan una longitud total de vía de 2397.44m. y un área total de 17,119.36m².

En el 2017, el Gobierno Regional de La Libertad, a través de su Gerencia de Infraestructura mejoró el nivel de transitabilidad, mediante la rehabilitación del tramo avenida Huamán – jirón Callao de la avenida Larco, la cual se encontraba afectada por el fenómeno del niño costero. Este proyecto consistió en demoler la capa de rodadura existente y retirar 10 cm. de base granular ya que estaba contaminada, está se reemplazó con material de préstamo (afirmado), luego de perfilar y compactar, se realizó el riego de imprimación para aplicar la carpeta asfáltica en caliente de espesor dos pulgadas (e = 2”), cumpliendo con la finalidad de mejorar la capa de rodadura. Se comprobó que el espesor de la carpeta asfáltica sigue teniendo 2” de espesor.

Actualmente, el pavimento flexible en este tramo se encuentra en pésimas condiciones presentando fallas en la vía como, piel de

cocodrilo, huecos, parches y grietas longitudinales, transversales y de bloque; lo cual genera que las unidades se deterioren con el uso, causando así mayores costos en el mantenimiento de estos vehículos y hasta podría ocasionar accidentes.

3.5.2. Estudio de tránsito vehicular

El estudio de tráfico, determinó el número de repeticiones de ejes equivalentes de 8.2 tn, el cual es un valor muy importante en el diseño del pavimento flexible y rígido del tramo avenida Huamán y avenida Fátima ubicado en la avenida Larco, durante su periodo de diseño; para el cual se usó la siguiente expresión:

Figura N° 3. Cálculo de Número de repeticiones de Ejes Equivalente de 8.2 tn

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

Parámetros	Descripción
$N_{rep \text{ de } EE_{8.2 \text{ tn}}}$	Numero de repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 tn.
$EE_{\text{día-carril}}$	<p>$EE_{\text{día-carril}}$ = Ejes equivalentes por cada tipo de vehículo pesado, por día para el carril de diseño. Resulta del IMD por cada tipo de vehículo pesado, por el Factor Direccional, por el Factor Carril de diseño, por el Factor Vehículo Pesado del tipo seleccionado y por el Factor de Presión de neumáticos. Para cada tipo de vehículo pesado, se aplica la siguiente relación:</p> <p>$EE_{\text{día-carril}} = IMD_{pi} \times F_d \times F_c \times F_{vpi} \times F_{pi}$</p> <p>Donde:</p> <p>$IMD_{pi}$ = Corresponde al Índice Medio Diario según tipo de vehículo pesado seleccionado</p> <p>F_d = Factor Dirección, según cuadro</p> <p>F_c = Factor Carril de diseño, según cuadro</p> <p>F_{vpi} = Factor vehículo pesado del tipo seleccionado calculado según su composición de ejes. Representa el número de ejes equivalentes promedio por tipo de vehículo pesado (bus o camión), y el promedio se obtiene dividiendo el total de ejes equivalentes (EE) de un determinado tipo de vehículo pesado entre el número total del tipo de vehículo pesado seleccionado</p> <p>F_{pi} = Factor de Presión de neumáticos, según cuadro</p>
F_{ca}	Factor de crecimiento acumulado por tipo de vehículo pesado
365	Número de días del año
Σ	Sumatoria de Ejes Equivalentes de todos los tipos de vehículos pesado, por día para el carril de diseño por Factor de crecimiento acumulado por 365 días del año

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Sección: Suelos y Pavimentos, 2014, p.74

3.5.2.1. Situación actual

El tramo avenida Huamán y avenida Fátima de la avenida Larco, se encuentra a nivel de asfalto, este tramo presenta un mayor flujo vehicular debido a la presencia de colegios, universidad y comercios.

Por estas vías transitan vehículos ligeros como: motos, moto taxis, autos, camionetas, combis, microbuses y también vehículos pesados como: camiones C2, C3, C4 y semi tráiler T3S3.

El flujo vehicular aumenta durante las horas pico, en la mañana de 7 a 9 a.m., en la tarde de 12 a 2 p.m., en la noche de 6 a 8 p.m. y consta principalmente de autos, camionetas y motos. En cambio, el tránsito de vehículos pesados se da en menor cantidad.

3.5.2.2. Metodología – Trabajo de campo

Los procedimientos realizados, como 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 **“Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 Pavimentos urbanos, 2010”**.

El trabajo de campo consistió en realizar un conteo vehicular en el transcurso de 7 días consecutivos durante las 24 horas del día, para determinar IMD.

Se consideraron 4 puntos de control para el conteo de vehículos:

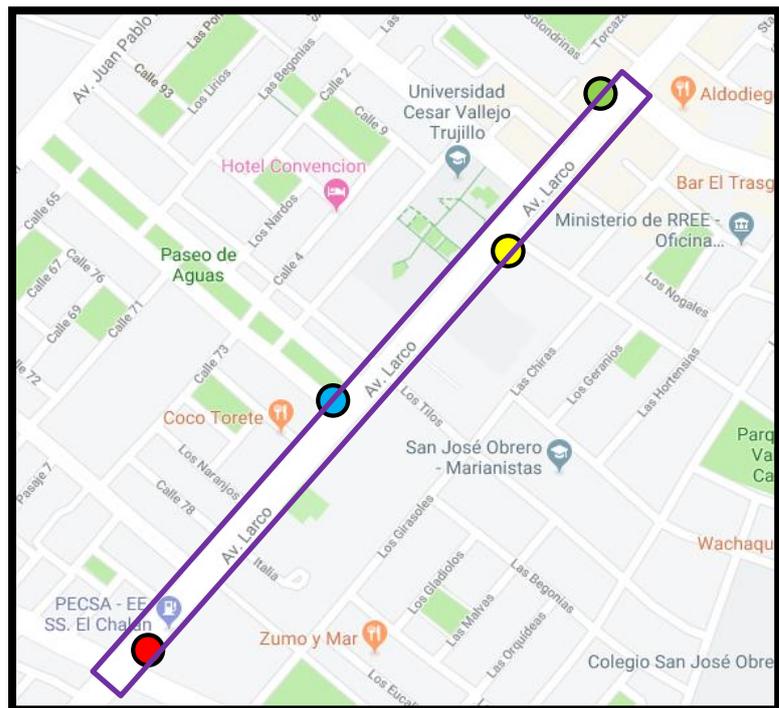
- Punto de Control N°1: Intersección entre la “Avenida Huamán” y la “Avenida Larco”.
- Punto de Control N°2: Intersección entre “Calle Juan J Ganoza” y la “Avenida Larco”.

- Punto de Control N°3: Intersección entre la “Avenida Fátima” y “Avenida Larco”.
- Punto de Control N°4: Intersección entre “Calle Víctor Raúl Haya de la Torre” y la “Avenida Larco”.

Los días de conteo se realizaron de la siguiente manera:

- Punto de Control N°1: lunes 1 al martes 2 de abril del 2019.
- Punto de Control N°2: miércoles 3 al jueves 4 de abril del 2019.
- Punto de Control N°3: viernes 5 al sábado 6 de abril del 2019.
- Punto de Control N°4: domingo 7 de abril del 2019.

Figura N° 4. Ubicación gráfica del tramo en estudio y los puntos de control



LEYENDA	
	Delimitación del tramo en estudio
	Punto de control 1
	Punto de control 2
	Punto de control 3
	Punto de control 4

Fuente: Elaboración Propia

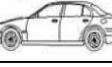
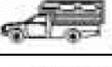
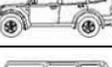
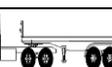
3.5.2.3. Metodología – Trabajo de gabinete

Se calcularon algunos datos y factores que ayudan al diseño estructural del pavimento flexible y rígido.

a. Conteo vehicular

En la siguiente tabla se muestran los conteos vehiculares realizados en el transcurso de 7 días consecutivos durante las 24 horas del día, desde el 01/04/2019 al 07/04/2019 para los 4 puntos de control.

Tabla N° 4. Conteo de vehículos

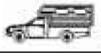
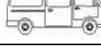
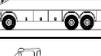
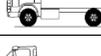
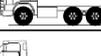
ESTACIÓN			Lunes 01/04/2019	Martes 02/04/2019	Miércoles 03/04/2019	Jueves 04/04/2019	Viernes 05/04/2019	Sabado 06/04/2019	Domingo 07/04/2019
V E H I C U L O S	MOTO "L3"		1340	1285	1305	1297	1283	842	581
	MOTOTAXI "L5"		125	119	87	85	72	38	24
	AUTO "M1"		10272	9758	10440	9814	12819	10896	6811
C A M I O N E T A S	PANEL "N1"		153	145	132	124	111	81	67
	PICK UP "N2"		1594	1504	1510	1407	1384	1072	873
	RURAL COMBI "M2"		298	261	273	257	243	204	149
B U S	B2		1204	1138	1154	1094	1105	842	525
	B3-1		11	10	12	9	8	5	4
C A M I O N	C2		39	35	34	31	29	19	15
	C3		8	6	7	5	6	4	2
	C4		2	1	2	3	3	1	2
	SEMI TRAILER T3S3		3	2	3	2	2	2	1

Fuente: Elaboración Propia

b. Cálculo del IMD's

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

Tabla N° 5. Cálculo del índice medio diario semanal

ESTACIÓN		Lunes 01/04/2019	Martes 02/04/2019	Miércoles 03/04/2019	Jueves 04/04/2019	Viernes 05/04/2019	Sábado 06/04/2019	Domingo 07/04/2019	TOTAL	IMD's
VEHICULOS	MOTO "L3" 	1340	1285	1305	1297	1283	842	581	7933	1133
	MOTOTAXI "L5" 	125	119	87	85	72	38	24	550	79
	AUTO "M1" 	10272	9758	10440	9814	12819	10896	6811	70810	10116
CAMIONES	PANEL "N1" 	153	145	132	124	111	81	67	813	116
	PICK UP "N2" 	1594	1504	1510	1407	1384	1072	873	9344	1335
	RURAL COMBI "M2" 	298	261	273	257	243	204	149	1685	241
BUS	B2 	1204	1138	1154	1094	1105	842	525	7062	1009
	B3-1 	11	10	12	9	8	5	4	59	8
CAMION	C2 	39	35	34	31	29	19	15	202	29
	C3 	8	6	7	5	6	4	2	38	5
	C4 	2	1	2	3	3	1	2	14	2
SEMI TRAILER T3S3 	3	2	3	2	2	2	1	15	2	

Fuente: Elaboración Propia

c. Factor de crecimiento acumulado (Fca)

Para realizar el análisis comparativo del diseño estructural del pavimento flexible y pavimento rígido en el tramo avenida Huamán y avenida Fátima de la avenida Larco, se estableció un periodo de diseño de 20 años.

La tasa de crecimiento promedio anual que se consideró para la población de Trujillo es del 2%.

Tabla N° 6. Tasa de crecimiento promedio anual de la población censada, según provincia, 1981 – 1993, 1993 – 2007 y 2007 – 2017

Provincia	Tasa de crecimiento promedio anual (%)		
	1981 – 1993	1993 – 2007	2007 – 2017
Total	2.2	1.7	1
Trujillo	3.2	2.2	1.8
Ascope	0.2	0.5	0
Bolívar	1.7	-0.1	-1.4
Chepén	1.5	1.8	0.3
Julcán	-	-0.8	-1.6
Otuzco	0.3	0.4	-1.3
Pacasmayo	2.5	1.3	0.9
Pataz	0.7	1.5	0.3
Sánchez de Carrión	2.1	1.6	0.6
Santiago de Chuco	-1.6	0.7	-1.4
Gran Chimú	0.5	0.3	-1.2
Virú	3.5	5.7	1.9

Fuente: Oficina Departamental de Estadística e Informática La Libertad

La **Guía AASHTO para el Diseño Estructural del Pavimento, 1993**, establece valores para el Factor de Crecimiento Acumulado (Fca) en la Tabla N° 07, donde se obtuvo un valor de:

$$Fca = 24.30$$

Tabla N° 7. Factores de crecimiento del tráfico (Fca)

Periodo de Análisis (años)	Factor Sin Crecimiento	Tasa de crecimiento anual						
		2	4	5	6	7	8	10
1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	2.00	2.02	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.10
3	3.00	3.06	3.12	3.15	3.18	3.21	3.25	3.31
4	4.00	4.12	4.25	4.31	4.37	4.44	4.51	4.64
5	5.00	5.20	5.42	5.53	5.64	5.75	5.87	6.11
6	6.00	6.31	6.63	6.80	6.98	7.15	7.34	7.32
7	7.00	7.43	7.90	8.14	8.39	8.65	8.92	9.49
8	8.00	8.58	9.21	9.55	9.90	10.26	10.64	11.44
9	9.00	9.75	10.58	11.03	11.49	11.98	12.49	13.58
10	10.00	10.95	12.01	12.58	13.18	13.82	14.49	15.94
11	11.00	12.17	13.49	14.21	14.97	15.78	16.65	18.53
12	12.00	13.41	15.03	15.92	16.87	17.89	18.98	21.38
13	13.00	14.68	16.63	17.71	18.88	20.14	21.50	24.52
14	14.00	15.97	18.29	19.16	21.01	22.55	24.21	29.97
15	15.00	17.29	20.02	21.58	23.28	25.13	27.15	31.77
16	16.00	18.64	21.82	23.66	25.67	27.89	30.32	35.95
17	17.00	20.01	23.70	25.84	28.21	30.84	33.75	40.55
18	18.00	21.41	25.65	28.13	30.91	34.00	37.45	45.60
19	19.00	22.84	27.67	30.54	33.76	37.38	41.45	51.16
20	20.00	24.30	29.78	33.06	36.79	41.00	45.76	57.28
25	25.00	32.03	41.65	47.73	54.86	63.25	73.11	98.35
30	30.00	40.57	56.08	66.44	79.06	94.46	113.28	164.49
35	35.00	49.99	73.65	90.32	111.43	138.24	172.32	271.02

Fuente: Guía AASHTO para el Diseño Estructural del Pavimento, 1993, p. 384

d. Factor de distribución direccional (Fd) y de carril (Fc)

Estos factores se determinaron en base al número de calzadas que se pretende diseñar, como también el número de sentidos o direcciones y el número de carriles por sentido.

En nuestro diseño se van a realizar dos calzadas de dos sentidos, con dos carriles por sentido.

La **Guía AASHTO para el Diseño Estructural del Pavimento, 1993**, establece valores para el Factor de Distribución Direccional (Fd) y de Carril (Fc) en la Tabla N° 8, en base a lo que se pretende diseñar se obtuvo un valor de:

Fd = 0.50

Fc = 0.80

Tabla N° 8. Factores de distribución direccional y de carril para determinar el tránsito en el carril de diseño

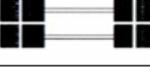
Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor Ponderado Fd x Fc para carril de diseño
1 calzada (para IMDa total de la calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
2 calzadas con separador central (para IMDa total de las dos calzadas)	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
	2 sentidos	3	0.50	0.60	0.30
	2 sentidos	4	0.50	0.50	0.25

Fuente: En base a datos de la Guía AASHTO 93

e. Factor de Ejes Equivalentes (EE)

Los Ejes Equivalentes son factores de equivalencia que representan efectos de deterioro, causado por un tipo de eje que posee cada tipo de vehículo pesado, sobre la estructura del pavimento.

Tabla N° 9. Configuración de los ejes

Conjunto de Eje (s)	Nomenclatura	N° de Neumáticos	Gráfico
EJE SIMPLE (Con Rueda Simple)	1RS	2	
EJE SIMPLE (Con Rueda Doble)	1RD	4	
EJE TANDEM (1 Eje Rueda Simple + 1 Eje Rueda Doble)	1RS + 1RD	6	
EJE TANDEM (2 Ejes Rueda Doble)	2RD	8	
EJE TANDEM (1 Rueda Simple + 2 Ejes Rueda Doble)	1RS + 2RD	10	
EJE TANDEM (3 Ejes Rueda Doble)	3RD	12	

Nota:

RS: Rueda Simple
RD: Rueda Doble

Fuente: Guía AASHTO para el Diseño Estructural del Pavimento, 1993

Para calcular los EE, se utilizarán las siguientes relaciones simplificadas, para las diferentes configuraciones de ejes de vehículos pesados (buses y camiones) y tipo de pavimento.

Tabla N° 10. Relación de cargas por eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) para pavimentos flexibles

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE 8.2 tn)
Eje Simple de ruedas simples (EE_{S1})	$EE_{S1} = [P / 6.6]^{4.0}$
Eje Simple de ruedas simples (EE_{S2})	$EE_{S2} = [P / 8.2]^{4.0}$
Eje Tándem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simples) (EE_{TA1})	$EE_{TA1} = [P / 14.8]^{4.0}$
Eje Tándem (2 ejes ruedas dobles) (EE_{TA2})	$EE_{TA2} = [P / 15.1]^{4.0}$
Eje Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simples) (EE_{TR1})	$EE_{TR1} = [P / 20.7]^{3.9}$
Eje Tridem (3 ejes ruedas dobles) (EE_{TR2})	$EE_{TR2} = [P / 21.8]^{3.9}$
P = peso real por eje en toneladas	

Fuente: En base a correlaciones con los valores de las Tablas del apéndice D de la Guía AASHTO, 1993

Tabla N° 11. Relación de cargas por eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) para pavimentos rígidos

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE 8.2 tn)
Eje Simple de ruedas simples (EE_{S1})	$EE_{S1} = [P / 6.6]^{4.1}$
Eje Simple de ruedas simples (EE_{S2})	$EE_{S2} = [P / 8.2]^{4.1}$
Eje Tándem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simples) (EE_{TA1})	$EE_{TA1} = [P / 13.0]^{4.1}$
Eje Tándem (2 ejes ruedas dobles) (EE_{TA2})	$EE_{TA2} = [P / 13.3]^{4.1}$
Eje Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simples) (EE_{TR1})	$EE_{TR1} = [P / 16.6]^{4.0}$
Eje Tridem (3 ejes ruedas dobles) (EE_{TR2})	$EE_{TR2} = [P / 17.5]^{4.0}$
P = peso real por eje en toneladas	

Fuente: En base a correlaciones con los valores de las Tablas del apéndice D de la Guía AASHTO, 1993

f. Factor vehículo pesado (Fvp)

Es el número de ejes equivalentes promedio por tipo de vehículo pesado.

Tabla N° 12. Factor vehículo pesado para pavimento flexible

CAMIÓN C2			CAMIÓN C3		
Ejes	E1	E2	Ejes	E1	E2
Carga (Ton.)	7	11	Carga (Ton.)	7	18
Tipo de Eje	Eje Simple	Eje Simple	Tipo de Eje	Eje Simple	Eje Tándem
Tipo de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble	Tipo de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble
Factor E.E.	0.582	1.489	Factor E.E.	0.582	0.929
Total Factor Camión C2	2.072		Total Factor Camión C3	1.511	

CAMIÓN C4			SEMI TRAILER T3S3			
Ejes	E1	E2	Ejes	E1	E2	E3
Carga (Ton.)	7	23	Carga (Ton.)	7	18	25
Tipo de Eje	Eje Simple	Eje Tridem	Tipo de Eje	Eje Simple	Eje Tándem	Eje Tridem
Tipo de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble + Rueda Simple	Tipo de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble	Rueda Doble
Factor E.E.	0.582	0.694	Factor E.E.	0.582	0.929	0.785
Total Factor Camión C4	1.276		Total Factor Semi Trailer T3S3	2.296		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 13. Factor vehículo pesado para pavimento rígido

CAMIÓN C2			CAMIÓN C3		
Ejes	E1	E2	Ejes	E1	E2
Carga (Ton.)	7	11	Carga (Ton.)	7	18
Tipo de Eje	Eje Simple	Eje Simple	Tipo de Eje	Eje Simple	Eje Tándem
Tipo de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble	Tipo de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble
Factor E.E.	0.586	1.534	Factor E.E.	0.586	1.591
Total Factor Camión C2	2.12		Total Factor Camión C3	2.176	

CAMIÓN C4			SEMI TRAILER T3S3			
Ejes	E1	E2	Ejes	E1	E2	E3
Carga (Ton.)	7	23	Carga (Ton.)	7	18	25
Tipo de Eje	Eje Simple	Eje Simple	Tipo de Eje	Eje Simple	Eje Tándem	Eje Tridem
Tipo de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble + Rueda Simple	Tipo de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble	Rueda Doble
Factor E.E.	0.586	1.695	Factor E.E.	0.586	1.591	1.916
Total Factor Camión C4	2.281		Total Factor Semi Trailer T3S3	4.092		

Fuente: Elaboración Propia

g. Factor de ajuste por presión de neumáticos (Fp)

Para el cálculo del Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes, se tomó en cuenta el factor de ajuste por presión de neumáticos, con el fin de calcular el efecto adicional de deterioro que produce la presión del neumático sobre el pavimento.

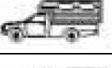
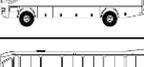
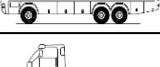
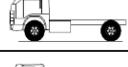
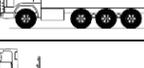
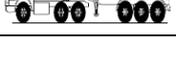
Para ambos casos como pavimento flexible y pavimento rígido, se consideró el factor de ajuste por presión de neumáticos de:

$$F_p = 1.00$$

h. Cálculo de Ejes Equivalentes día - carril

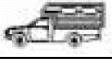
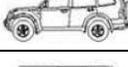
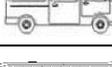
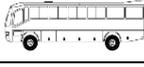
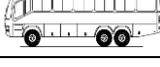
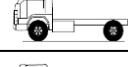
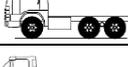
Para obtener el diseño estructural del pavimento se necesita los Ejes Equivalentes por cada tipo de vehículo pesado, por día para el carril de diseño. Al realizar un análisis comparativo del pavimento flexible y rígido, se obtendrán 2 diferentes EE día – carril debido a que el Factor Vehículo Pesado varía en el diseño del pavimento flexible y rígido. En la Tabla N° 14 y N° 15 se muestra el valor de EE día – carril, obtenido de multiplicar el IMD de cada tipo de vehículo pesado, por el Factor Direccional, Factor Carril, Factor Vehículo Pesado y Factor de Ajuste por Presión de Neumáticos obtenidos anteriormente.

**Tabla N° 14. Ejes Equivalentes día – carril para
pavimento flexible**

ESTACIÓN			IMD	FACTOR DIRECCIONAL (Fd)	FACTOR CARRIL (Fc)	FACTOR VEHÍCULO PESADO (Fvp)	FACTOR DE AJUSTE POR PRESIÓN DE NEUMÁTICO (Fvp)	EE día-carril
VEHICULOS	MOTO "L3"		1133	0.50	0.80	0.0000	1.00	0.011
	MOTOTAXI "L5"		79	0.50	0.80	0.0002	1.00	0.003
	AUTO "M1"		10116	0.50	0.80	0.0005	1.00	0.981
CAMIONETAS	PANEL "N1"		116	0.50	0.80	0.0005	1.00	0.011
	PICK UP "N2"		1335	0.50	0.80	0.0078	1.00	2.071
	RURAL COMBI "M2"		241	0.50	0.80	0.0078	1.00	0.373
BUS	B2		1009	0.50	0.80	2.072	1.00	418.006
	B3-1		8	0.50	0.80	1.210	1.00	2.040
CAMION	C2		29	0.50	0.80	2.072	1.00	11.957
	C3		5	0.50	0.80	1.511	1.00	1.640
	C4		2	0.50	0.80	1.276	1.00	0.504
SEMI TRAILER T3S3			2	0.50	0.80	2.296	1.00	0.976
Σ EE día - carril								438.573

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla N° 15. Ejes Equivalentes día – carril para
pavimento rígido**

ESTACIÓN			IMD	FACTOR DIRECCIONAL (Fd)	FACTOR CARRIL (Fc)	FACTOR VEHÍCULO PESADO (Fvp)	FACTOR DE AJUSTE POR PRESIÓN DE NEUMÁTICO (Fvp)	EE día-carril
VEHICULOS	MOTO "L3"		1133	0.50	0.80	0.0000	1.00	0.009
	MOTOTAXI "L5"		79	0.50	0.80	0.0001	1.00	0.002
	AUTO "M1"		10116	0.50	0.80	0.0004	1.00	0.812
CAMIONETAS	PANEL "N1"		116	0.50	0.80	0.0004	1.00	0.009
	PICK UP "N2"		1335	0.50	0.80	0.0069	1.00	1.838
	RURAL COMBI "M2"		241	0.50	0.80	0.0069	1.00	0.331
BUS	B2		1009	0.50	0.80	2.1195	1.00	427.659
	B3-1		8	0.50	0.80	1.6632	1.00	2.804
CAMION	C2		29	0.50	0.80	2.1195	1.00	12.233
	C3		5	0.50	0.80	2.1762	1.00	2.363
	C4		2	0.50	0.80	2.2808	1.00	0.901
SEMI TRAILER T3S3			2	0.50	0.80	4.0921	1.00	1.740
Σ EE día - carril								450.701

Fuente: Elaboración Propia

- i. Número de repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 tn

Se obtuvo el número de repeticiones de eje equivalente de 8.2 tn, al multiplicar el Factor de crecimiento acumulado obtenido anteriormente multiplicado por 365 días del año y por el Ejes Equivalentes día – carril. Lo cual representa un

parámetro necesario en el diseño estructural del pavimento flexible y rígido.

Tabla N° 16. Número de repeticiones de E.E. de 8.2 tn para pavimento flexible

Tramo Avenida Huamán y Avenida Fátima	Nrep de EE de 8.2 tn	EAL o W18
Ambos Sentidos	3'889,505.58	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 17. Número de repeticiones de E.E. de 8.2 tn para pavimento rígido

Tramo Avenida Huamán y Avenida Fátima	Nrep de EE de 8.2 tn	EAL o W18
Ambos Sentidos	3'997,058.60	

Fuente: Elaboración Propia

j. Según tipo de tráfico

El Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 Pavimentos urbanos, 2010, clasifica la vía según las características y el EAL de la zona.

Se clasificó en una vía arterial menor (hasta 4'000,000 EE), debido a que soporta entre 4,000 a 15,000 vehículos por día, y usualmente están sometidas a cargas de camiones pesados.

Tabla N° 18. Clase de vía expresado en EAL de diseño

Clase de Vía	EALs (millones)	Nivel de Confiabilidad (%)	Factor de Confiabilidad (Fr)	EALs de diseño (millones)
Expresas	7.5	90	3,775	28.4
Arteriales	2.8	85	2,929	8.3
Colectoras	1.3	80	2,390	3.0
Locales	0.43	75	2,010	0.84

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 Pavimentos urbanos, 2010, p.72

3.5.3. Estudio de mecánica de suelos

3.5.3.1. Exploración de campo

Se llevó a cabo la ejecución de 03 pozos exploratorios (calicatas) con una profundidad de 1.5 m con respecto a la superficie actual del terreno. Las calicatas fueron excavadas con ayuda de una pala y un pico.

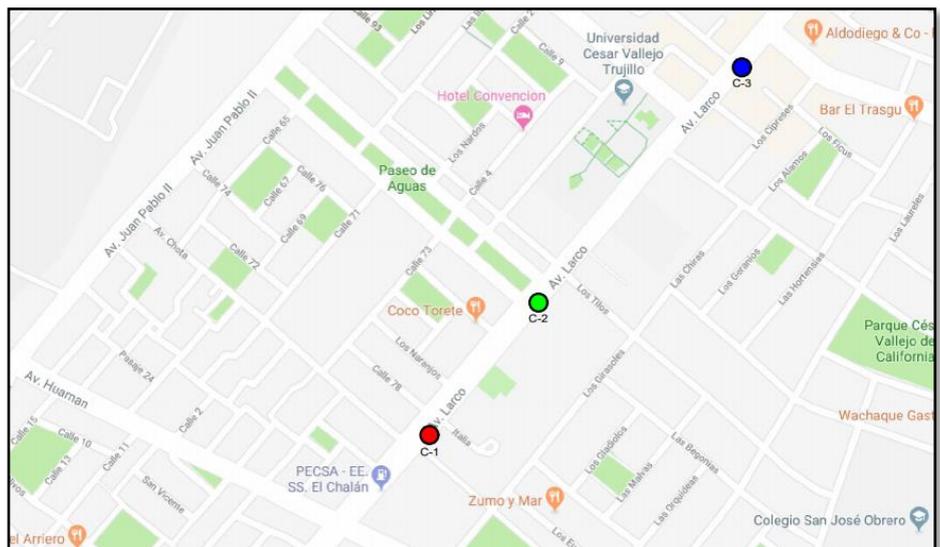
Se han considerado las 03 muestras para fines de estudio.

Tabla N° 19. Exploración de campo

N° CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIAD	UBICACIÓN
C - 1	M - 1	1.50 m	Cerca de la intersección Av. Larco y calle Edelmira
C - 2	M - 2	1.50 m	Frente a la intersección Av. Larco y calle Victor Raul Haya de la Torre
C - 3	M - 3	1.50 m	Cerca de la intersección Av. Larco y Av. Fátima

Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 5. Ubicación de calicatas



Fuente: Elaboración Propia

3.5.3.2. Ensayos de laboratorio

Una vez obtenidas las muestras se realizaron los siguientes ensayos para la clasificación y descripción del suelo del tramo avenida Huamán y avenida Fátima de la avenida Larco.

a. Contenido de humedad

Este ensayo se realizó para determinar el contenido de humedad de una muestra del suelo ya que es una propiedad física de gran utilidad en la construcción civil, pues el comportamiento y la resistencia de los suelos en la construcción están regidos por la cantidad de agua que contienen.

Tabla N° 20. Contenido de humedad

N° CALICATA	MUESTRA	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
C - 1	M - 1	14.24
C - 2	M - 2	12.64
C - 3	M - 3	11.67

Fuente: Elaboración Propia

b. Análisis granulométrico por tamizado

Este ensayo se realizó para determinar la proporción de las partículas constituyentes, clasificadas según su tamaño.

Tabla N° 21. Análisis granulométrico

N° CALICATA	MUESTRA	% GRAVA	% ARENA	% FINO
C - 1	M - 1	0.80	10.61	88.59
C - 2	M - 2	1.01	11.61	87.41
C - 3	M - 3	0.47	11.77	87.75

Fuente: Elaboración Propia

c. Limite líquido

Este ensayo se realizó para determinar el mayor contenido de humedad que puede tener un suelo sin pasar del estado plástico al líquido. El estado líquido es la condición en la que la resistencia al corte del suelo es tan baja que un ligero esfuerzo lo hace fluir.

Tabla N° 22. Limite líquido

N° CALICATA	MUESTRA	LIMITE LÍQUIDO
C - 1	M - 1	31.00
C - 2	M - 2	30.80
C - 3	M - 3	30.50

Fuente: Elaboración Propia

d. Limite plástico

Este ensayo se realizó para determinar la mínima cantidad de humedad con la cual el suelo se vuelve a la condición de plasticidad. En este estado, el suelo puede ser deformado rápidamente o moldeado sin recuperación elástica, cambio de volumen, agrietamiento o desmoronamiento.

Tabla N° 23. Limite plástico

N° CALICATA	MUESTRA	LIMITE PLÁSTICO
C - 1	M - 1	22.70
C - 2	M - 2	23.00
C - 3	M - 3	22.40

Fuente: Elaboración Propia

e. Índice de plasticidad

El índice de plasticidad es la diferencia numérica entre el límite líquido y el límite plástico, e indica el grado de contenido de humedad en el cual un suelo permanece en estado plástico antes de cambiar al estado líquido.

Tabla N° 24. Índice de plasticidad

N° CALICATA	MUESTRA	ÍNDICE DE PLASTICIDAD
C - 1	M - 1	8.30
C - 2	M - 2	7.80
C - 3	M - 3	8.10

Fuente: Elaboración Propia

f. Gravedad específica de sólidos

Este ensayo se realizó para determinar la gravedad específica de los sólidos de una muestra del suelo, la cual está dada por la relación que existe entre el peso unitario de los sólidos del suelo y el peso unitario del agua.

Tabla N° 25. Gravedad específica de sólidos

N° CALICATA	MUESTRA	GRAVEDAD ESPECÍFICA
C - 1	M - 1	2.69
C - 2	M - 2	2.68
C - 3	M - 3	2.68

Fuente: Elaboración Propia

g. Proctor modificado

Este ensayo se realizó para determinar el peso volumétrico seco máximo que puede alcanzar un material, así como la humedad optima a que debe hacerse la compactación.

Tabla N° 26. Proctor modificado

N° CALICATA	MUESTRA	CLASIFICACIÓN	
		DENSIDAD SECA MÁXIMA (g/cm ³)	HUMEDAD ÓPTIMA (%)
C - 1	M - 1	1.75	11.2
C - 2	M - 2	1.77	11.0
C - 3	M - 3	1.89	10.9

Fuente: Elaboración Propia

h. CBR (California Bearing Ratio)

Este ensayo se realizó para determinar la resistencia del suelo que está sometida a esfuerzos cortantes y además poder evaluar la calidad relativa del suelo para la sub rasante.

Tabla N° 27. CBR

N° CALICATA	MUESTRA	CBR (%)
C - 1	M - 1	7.89
C - 2	M - 2	8.45
C - 3	M - 3	9.10

Fuente: Elaboración Propia

Para determinar el CBR de diseño de la subrasante, se consideró el promedio de los valores analizados por ser similares y se obtuvo un valor de:

CBR = 8.48 %

El Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 Pavimentos urbanos, 2010, establece que en base al CBR de 8.48% se clasifica en un suelo de sub-rasante buena, ya que retiene una cantidad sustancial de su capacidad de soportar cargas cuando están húmedos. Propiedades típicas: 80 MPa (12,000 psi) < Módulo Resiliente <170 MPa (25,000 psi); 8% < CBR < 17%.

3.5.4. Levantamiento topográfico

El estudio de topografía se realizó con el objetivo de tener el levantamiento topográfico del tramo avenida Huamán y avenida Fátima de la avenida Larco de la ciudad de Trujillo.

3.5.4.1. Trabajo de campo

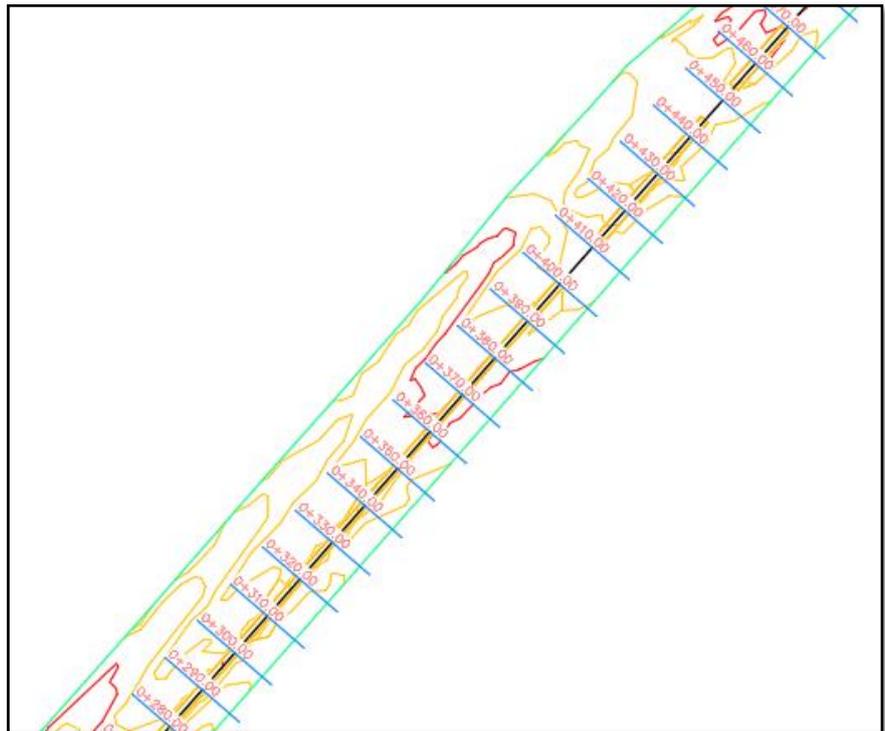
Se realizó el recorrido total en todo el tramo de estudio para proceder con la mejor ubicación del drone, con el fin de obtener fotografías aéreas, que después de procesadas nos permitirá producir una ortofoto general de toda el área materia de estudio.

3.5.4.2. Trabajo de gabinete

Recaudada toda la información del levantamiento topográfico en campo, mediante el drone y el nivel de ingeniero se traspasó a la estación de trabajo (Laptop), a través del programa CIVIL 3D.

A través de este software se puede observar el relieve de la zona en estudio, siendo un terreno plano, además permite la georreferenciación y elaboración de curvas de nivel a escalas indicadas.

Figura N° 6. Curvas de nivel



Fuente: Elaboración Propia

3.5.5. Perfil estratigráfico

Se realizó el perfil estratigráfico de cada calicata como se observa a continuación:

Tabla N° 28. Perfil estratigráfico

N° CALICATA	N° MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	CLASIFICACIÓN	
			DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	SUCS
C - 1	M - 1	1.5	Arcilla de mediana plasticidad	
C - 2	M - 2	1.5	Arcilla de mediana plasticidad	
C - 3	M - 3	1.5	Arcilla de mediana plasticidad	

Fuente: Elaboración Propia

IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Propuesta de investigación

Debido a que uno de nuestros objetivos específicos es determinar un diagnóstico situacional de la avenida Larco, tramo avenida Huamán y avenida Fátima de la ciudad de Trujillo, entonces lo primero que se hizo fue observar las fallas que presenta la vía como piel de cocodrilo, huecos, parches y grietas longitudinales, transversales y de bloque; tal como se muestra a continuación:

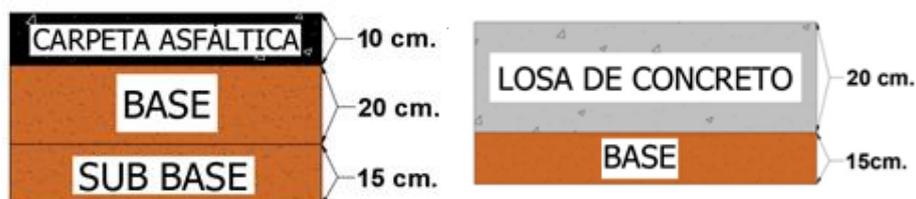
Figura N° 7. Situación actual de pavimento existente



Fuente: Elaboración Propia

En base al problema específico descrito anteriormente, se decidió proponer dos alternativas de solución con la finalidad de realizar un análisis comparativo técnico – económico del diseño estructural del pavimento flexible y pavimento rígido para el tramo en estudio. La estructura diseñada es la siguiente:

Figura N° 8. Espesores del pavimento flexible y rígido



Fuente: Elaboración Propia

4.2. Análisis e interpretación de los resultados

4.2.1. Diseño de pavimento flexible, según metodología AASHTO 93

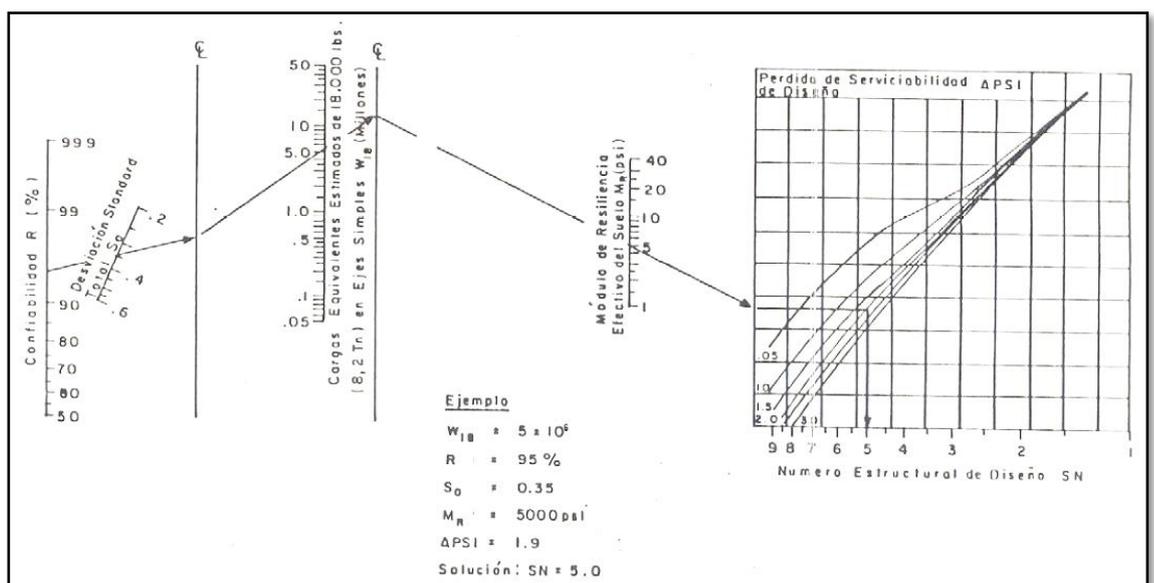
Una vez determinado el Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 tn y el CBR de la zona de estudio, siendo estos los parámetros más importantes, se procederá a realizar el diseño estructural del pavimento flexible mediante la metodología AASHTO 93.

$$W_{18} = 3'889,505.58$$

$$\text{CBR} = 8.48 \%$$

La metodología AASHTO 93 proporciona una expresión analítica, que dada su complejidad proporciona el uso de nomogramas para efectos más prácticos.

Figura N° 9. Nomograma para pavimento flexible



Fuente: Guía AASHTO para el Diseño Estructural del Pavimento, 1993, p. 122

Para efectos de cálculos computarizados y programados, la expresión analítica es demasiado útil. Dicha expresión es la siguiente:

Figura N° 10. Ecuación de diseño de pavimento flexible

$$\log_{10} Wt_{18} = Z_R * S_o + 9.36 * \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 * \log_{10} M_R - 8.07$$

Fuente: Guía AASHTO para el Diseño Estructural del Pavimento, 1993, p. 25

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

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

De acuerdo a la zona de estudio, se determinó que para el pavimento flexible el:

$$W18 = 3'889,505.58$$

4.2.1.2. Nivel de confiabilidad (%R)

El nivel de confiabilidad representa la probabilidad del comportamiento de la estructura del pavimento flexible, durante su periodo de diseño. A mayor nivel de confiabilidad, el espesor de la estructura aumenta.

En base a la **guía AASHTO 1993**, este caso corresponde a una vía arterial principal, cuya confiabilidad varía entre 80 – 99%.

Tabla N° 29. Niveles sugeridos de confiabilidad para varias clasificaciones funcionales

Clasificación Funcional	Nivel de Confiabilidad Recomendado	
	Urbano	Rural
Interestatales y otras Autopistas	85 - 99.90	88 - 99.9
Arteriales Principales	80 - 99	75 - 95
Colectoras	80 - 95	75 - 95
Locales	50 - 80	50 - 80

Fuente: Guía AASHTO 1993 Para el Diseño Estructural del Pavimento, p. 99

El **Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 Pavimentos urbanos**, nos proporciona un valor más exacto con relación a la clase de vía, al cual le consideramos un valor de confiabilidad de:

$$R = 85\%$$

Tabla N° 30. Nivel de confiabilidad en función a la clase de vía

Clase de Vía	Nivel de Confiabilidad (%)	EALs de diseño (millones)
Expresas	90	28.4
Arteriales	85	8.3
Colectoras	80	3.0
Locales	75	0.84

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 Pavimentos urbanos, 2010, p.72

4.2.1.3. Coeficiente estadístico de desviación estándar normal (Zr)

El Zr representa el valor de confiabilidad, para un conjunto de datos en una distribución normal.

La **guía AASHTO 1993**, brinda un valor exacto en relación al nivel de confiabilidad, el cual es:

$$Zr = - 1.037$$

Tabla N° 31. Valores estándar de desviación normal (Z_R) correspondientes a niveles seleccionados de confiabilidad

Confiabilidad R (%)	Desviación Normal Estándar Z_R
50	-0.000
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.340
92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327
99.9	-3.090
99.99	-3.750

Fuente: Guía AASHTO 1993 Para el Diseño Estructural del Pavimento, p. 84

4.2.1.4. Desviación estándar (S_o)

El S_o es un valor que considera la variabilidad esperada de la predicción del tránsito y otros factores que afectan el comportamiento del pavimento.

La Guía AASHTO recomienda adoptar para los pavimentos flexibles, valore de S_o comprendidos entre 0.40 y 0.50.

En la etapa del diseño estructural del pavimento flexible se recomienda el valor de:

$S_o = 0.45$

4.2.1.5. Índice de serviciabilidad (ΔPSI)

Indica la serviciabilidad de una vía durante su período de diseño y es la diferencia entre el índice de

serviciabilidad inicial con el final, como lo indica la siguiente expresión.

$$\Delta PSI = \rho_o - \rho_t$$

ρ_o = Índice de serviciabilidad inicial = 4.20

ρ_t = Índice de serviciabilidad final = 2.50

$$\Delta PSI = 1.70$$

a. Índice de serviciabilidad inicial (ρ_o)

Es la condición original del pavimento después de su construcción o rehabilitación.

El Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 Pavimentos urbanos, establece que para pavimentos flexibles el valor del índice de serviciabilidad inicial deseable es:

$$\rho_o = 4.2$$

b. Índice serviciabilidad final (ρ_t)

Es cuando la superficie del pavimento no cumple con las expectativas de comodidad y seguridad exigidas por el usuario.

$$\rho_t = 2.50$$

Tabla N° 32. Índice de serviciabilidad final (pt)

ρ_t	Tipo de Vía
3.00	Expresas
2.50	Arteriales
2.25	Colectoras
2.00	Locales y estacionamientos

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 Pavimentos urbanos, 2010, p.42

4.2.1.6. Módulo de resiliencia (M_R)

El módulo de Resiliencia es una medida de la rigidez del suelo, está en función al CBR de 8.48% el cual se clasifica en un suelo de sub rasante buena, además se consideró el valor promedio del CBR por ser valores similares.

El **Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 Pavimentos urbanos**, establece la siguiente expresión para el cálculo del Módulo de Resiliencia:

$$M_R (\text{psi}) = 1500 \times \text{CBR}$$

Reemplazando se obtuvo:

$$M_R (\text{psi}) = 1500 \times 8.48$$

$$M_R (\text{psi}) = 12,720$$

4.2.1.7. Cálculo del numero estructural (SN)

a. De forma Analítica

$$\log_{10} W_{t18} = Z_R * S_o + 9.36 * \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 * \log_{10} M_R - 8.07$$

Datos:

W18	=	3'889,505.07
Z _R	=	- 1.037
S _o	=	0.45
ΔPSI	=	1.7
M _R	=	12,720.00
R	=	85%

Resolviendo la ecuación:

$$6.58989 = - 0.46665 + 5.82272 + - 0.22309 + 1.45241$$

$$6.58989 = 6.58539$$

El Numero Estructural es:

$$SN = 3.40$$

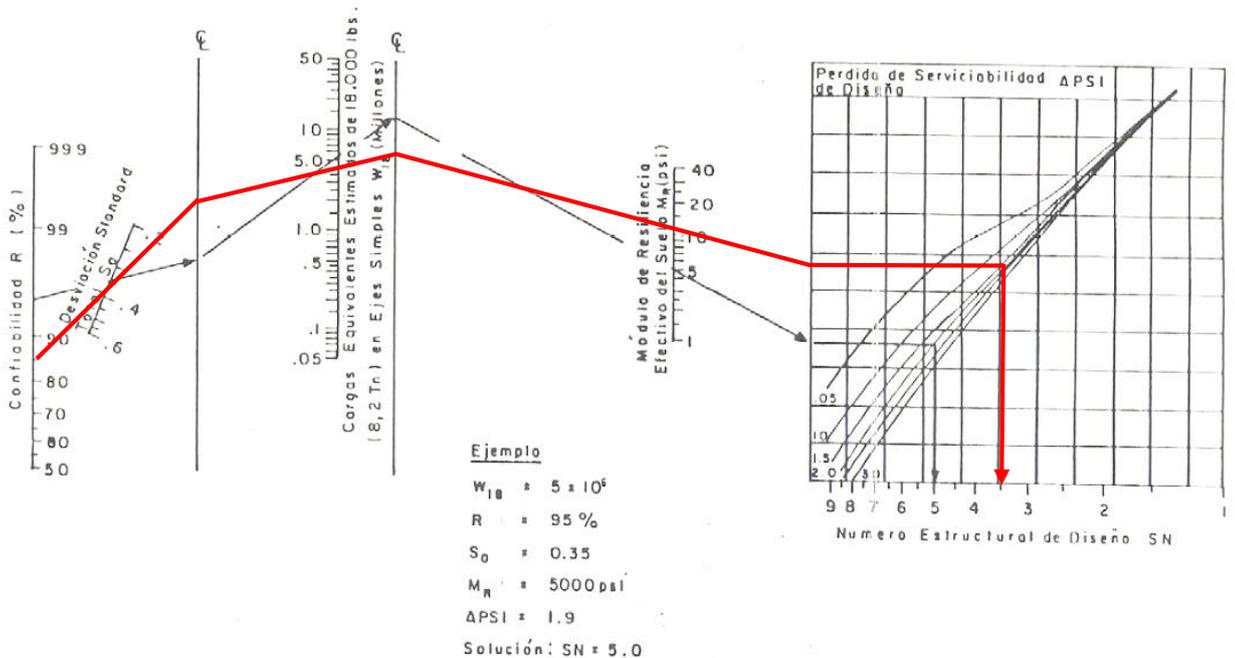
b. Con el uso de programa ecuación AASHTO 93

Figura N° 11. Cálculo del SN, en programa

Fuente: Programa Ecuación AASHTO 93

c. Con uso del nomograma

Figura N° 12. Cálculo del SN en nomograma para pavimentos flexibles



Fuente: Elaboración Propia

SN = 3.50

Para el diseño estructural del pavimento se considerará el SN analítico debido a que es un valor más exacto, por lo tanto, el valor a utilizar es:

$$\text{SN} = 3.40$$

4.2.1.8. Coeficientes estructurales de las capas del pavimento

Es un número que representa la resistencia relativa de los materiales constructivos que forman parte del pavimento. Los valores promedios usados en la Pista de Prueba AASHTO son:

Figura N° 13. Coeficientes estructurales de las capas del pavimento

Concreto asfáltico mezcla en caliente para capa de superficie	: 0,44/pulg
Base granular de piedra chancada	: 0,14/pulg
Sub-base de grava arenosa	: 0,11/pulg

*Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones:
Norma CE.010 Pavimentos urbanos, 2010, p.39*

Basándose en el **Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 Pavimentos urbanos**, los coeficientes estructurales de pavimento se calcularon en base al CBR que está en función al tipo de vía.

El CBR de la base granular para pavimento flexible es:

$$\text{CBR Base} = 100\%$$

Tabla N° 33. Valor relativo de soporte, CBR

Vías Locales y Colectoras	Mínimo 80%
Vías Arteriales y Expresas	Mínimo 100%

*Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones:
Norma CE.010 Pavimentos urbanos, 2010, p.18*

El CBR de la sub base granular para pavimento flexible es:

$$\text{CBR Sub Base} = 40\%$$

Basado en lo señalado en el ítem 2.3.5 Layer coefficients, de la Guía de Diseño AASHTO 1993, los coeficientes estructurales de capa considerados para el cálculo del número estructural de diseño son:

$$a_1 = 0.41/\text{pulg} = 0.161/\text{cm} \text{ (Para carpeta asfáltica en caliente)}$$

$$a_2 = 0.14/\text{pulg} = 0.055/\text{cm} \text{ (Para agregados de CBR } \geq 100\%)$$

$$a_3 = 0.12/\text{pulg} = 0.047/\text{cm} \text{ (Para agregados de CBR } \geq 40\%)$$

4.2.1.9. Coeficiente de drenaje

Está en función del tiempo en el que estos materiales estén expuestos a la humedad, saturación y tiempo en el que el agua drena.

Debido a las condiciones de la zona, se ha estimado que el tiempo de exposición está entre 5% y 25% y considerando un drenaje regular, se asume un coeficiente de drenaje de:

$$m_2 = m_3 = 1.00$$

Tabla N° 34. Valores de m_i para pavimentos flexibles, según AASHTO

Cd	Tiempo transcurrido para que el suelo libre el 50% de su agua libre	Porcentaje de tiempo en que la estructura del pavimento estará expuesta a niveles de humedad cercanas a la saturación			
		Menos a 1%	1 - 5%	5 - 25%	Más de 25%
Excelente	2 horas	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.20
Bueno	1 día	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00
Regular	1 semana	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0.80
Pobre	1 mes	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.60
Muy pobre	Nunca	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 Pavimentos urbanos, 2010, p.40

4.2.1.10. Cálculo de los espesores del pavimento

Aplicando la ecuación que relaciona al número estructural con los espesores del pavimento y un periodo de 20 años.

Figura N° 14. Ecuación que relaciona al número estructural con los espesores y coeficientes estructurales

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

Donde:

- a_1, a_2, a_3 = coeficientes estructurales de las capas: superficial, base y subbase, 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

Fuente: Guía AASHTO 1993 Para el Diseño Estructural del Pavimento, p. 26

Según el **Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 Pavimentos urbanos**, el espesor mínimo constructivo para la capa de rodadura con asfalto en caliente es de 70 mm.

Tabla N° 35. Especificaciones técnicas constructivas para el espesor de la capa de rodadura

Tipo de Pavimento		Flexible	Rígido	Adoquinado
Elemento				
Sub - rasante		95% de compactación: Suelos Granulares - Proctor Modificado Suelos Cohesivos - Proctor Estándar		
		Espesor compactado: ≥ 250 mm - Vías locales y colectoras ≥ 300 mm - Vías arteriales y expresas		
Sub - base		CBR ≥ 40% 100% Compactación Proctor Modificado	CBR ≥ 30% 100% Compactación Proctor Modificado	
Base		CBR ≥ 80% 100% Compactación Proctor Modificado	No Aplicable	CBR ≥ 80% 100% Compactación Proctor Modificado
Imprimación/capa de apoyo		Penetración de la Imprimación ≥ 5mm	No Aplicable	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		No Recomendable
	Vías Expresas	≥ 80 mm	≥ 200 mm	No Recomendable
Material	Vías locales	Concreto asfáltico	Mr ≥ 3.4 Mpa (34 kg/cm ²)	F'c ≥ 38 Mpa (380 kg/cm ²)
	Vías colectoras			
	Vías arteriales			
	Vías Expresas			

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 Pavimentos urbanos, 2010, p.30

Los datos obtenidos se ingresan en siguiente formula expresada anteriormente:

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

Para los espesores del pavimento se plantearon 2 alternativas:

Alternativa 1:

d1 = 10 cm, d2 = 20 cm y d3 = 15 cm, **es la más adecuada tomando referencia económicamente.**

Reemplazando se obtuvo:

$$3.40 = 0.161*10 + 0.055*20 + 0.047*15$$

$$3.40 = 3.43$$

Alternativa 2:

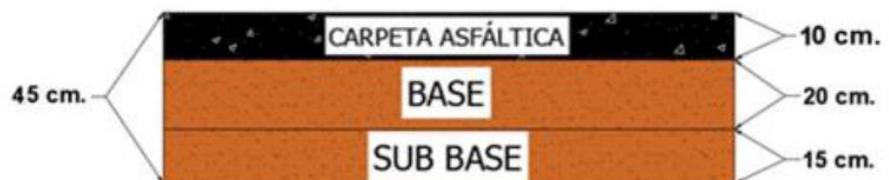
d1 = 7 cm, d2 = 25 cm y d3 = 20 cm

Reemplazando se obtuvo:

$$3.40 = 0.161*7 + 0.055*25 + 0.047*20$$

$$3.40 = 3.45$$

Figura N° 15. Sección del pavimento flexible

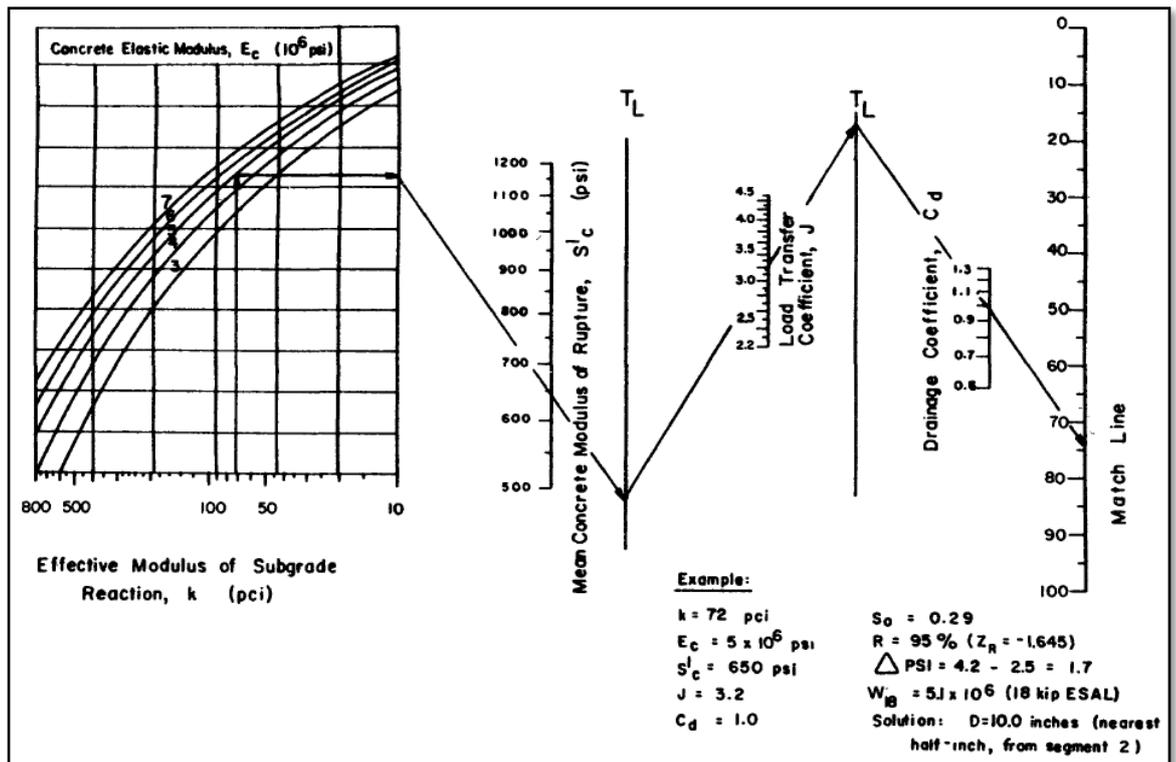


Fuente: Elaboración Propia

4.2.2. Diseño de pavimento rígido, según método AASHTO 93

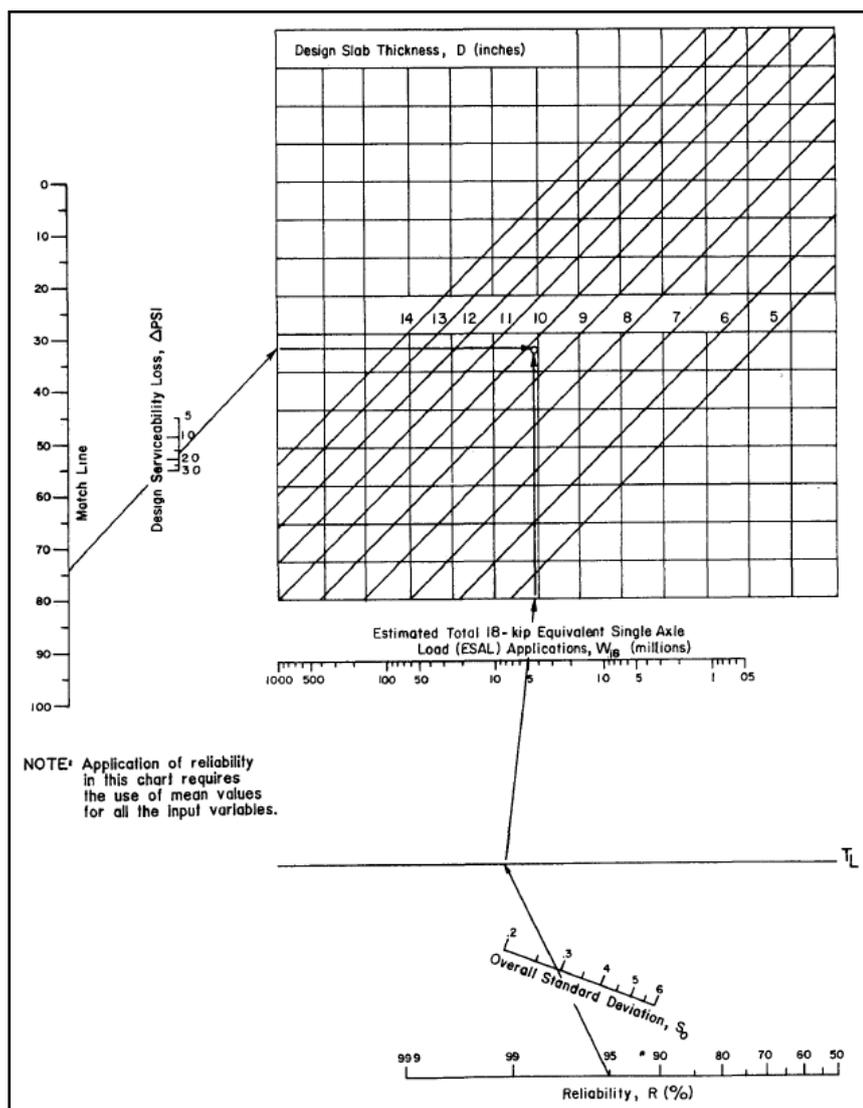
La metodología AASHTO 93 proporciona el uso de nomogramas para efectos más prácticos que facilita el diseño estructural del pavimento.

Figura N° 16. Nomograma para pavimento rígido



Fuente: Guía AASHTO para el Diseño Estructural del Pavimento, 1993,

p. 135



Fuente: Guía AASHTO para el Diseño Estructural del Pavimento, 1993, p. 136

La siguiente expresión analítica, se desarrolla por medio de un proceso reiterativo asumiendo espesores en la losa de concreto para lograr que la ecuación de diseño se equipare.

Figura N° 17. Ecuación de diseño de pavimento rígido

$$\log_{10}W_{18} = Z_R * S_o + 7.35 * \log_{10}(D + 1) - 0.06 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right]}{1 + \frac{1.624 * 10^7}{(D + 1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 * p_t) * \log_{10} \left[\frac{S'_c * C_d * (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 * J \left[D^{0.75} - \frac{18.42}{(E_c/k)^{0.25}} \right]} \right]$$

Fuente: Guía AASHTO para el Diseño Estructural del Pavimento, 1993, p. 26

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

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

De acuerdo a la zona de estudio, se determinó que para el pavimento rígido el:

$$W18 = 3'997,058.60$$

4.2.2.2. Nivel de confiabilidad (%R) y desviación estándar normal (Zr)

Al igual que en el diseño estructural del pavimento flexible se está considerando un nivel de Confiabilidad y desviación estándar normal de:

$$R = 85\%$$

$$R = - 1.037$$

4.2.2.3. Desviación estándar (So)

La Guía AASHTO recomienda adoptar para los pavimentos rígidos, valore de So comprendidos entre 0.30 y 0.40.

En la etapa del diseño estructural del pavimento rígido se recomienda el valor de:

$$So = 0.35$$

4.2.2.4. Índice de serviciabilidad (ΔPSI)

Indica la serviciabilidad de una vía durante su período de diseño y se define como la diferencia entre el índice de serviciabilidad inicial y final, como lo indica la siguiente expresión.

$$\Delta PSI = \rho_o - \rho_t$$

ρ_o = Índice de serviciabilidad inicial = 4.50

ρ_t = Índice de serviciabilidad final = 2.50

$$\Delta\text{PSI} = 2.00$$

a. Índice de serviciabilidad inicial (ρ_o)

Es la condición original del pavimento después de su construcción o rehabilitación.

El **Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 Pavimentos urbanos**, establece que para pavimentos rígidos el valor del índice de serviciabilidad inicial deseable es:

$$\rho_o = 4.50$$

b. Índice de serviciabilidad final (ρ_t)

Es cuando la superficie del pavimento no cumple con las expectativas de comodidad y seguridad exigidas por el usuario.

$$\rho_t = 2.50$$

Tabla N° 36. Índice de serviciabilidad final (ρ_t)

ρ_t	Tipo de Vía
3.00	Expresas
2.50	Arteriales
2.25	Colectoras
2.00	Locales y estacionamientos

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 Pavimentos urbanos, 2010, p.43

4.2.2.5. Módulo de rotura del concreto ($S'c$)

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

El Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 Pavimentos urbanos, establece que el módulo de rotura del concreto mínimo es 3.4 MPa (34 kg/cm).

$$S'c \text{ (psi)} = 493$$

Tabla N° 37. Especificaciones técnicas constructivas para el módulo de rotura del concreto

Tipo de Pavimento		Flexible	Rígido	Adoquinado
Elemento				
Sub - rasante		95% de compactación: Suelos Granulares - Proctor Modificado Suelos Cohesivos - Proctor Estándar		
		Espesor compactado: ≥ 250 mm - Vías locales y colectoras ≥ 300 mm - Vías arteriales y expresas		
Sub - base		CBR ≥ 40% 100% Compactación Proctor Modificado	CBR ≥ 30% 100% Compactación Proctor Modificado	
Base		CBR ≥ 80% 100% Compactación Proctor Modificado	No Aplicable	CBR ≥ 80% 100% Compactación Proctor Modificado
Imprimación/capa de apoyo		Penetración de la Imprimación ≥ 5mm	No Aplicable	Cama de arena fina, de espesor comprendido entre 25 y 40 mm
Espesor de la capa de Rodadura	Vías locales	≥ 50 mm	≥ 150 mm	≥ 60 mm
	Vías colectoras	≥ 60 mm		≥ 80 mm
	Vías arteriales	≥ 70 mm		No Recomendable
	Vías Expresas	≥ 80 mm		≥ 200 mm
Material	Vías locales	Concreto asfáltico	Mr ≥ 3.4 Mpa (34 kg/cm ²)	F'c ≥ 38 Mpa (380 kg/cm ²)
	Vías colectoras			
	Vías arteriales			
	Vías Expresas			

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 Pavimentos urbanos, 2010, p.31

4.2.2.6. Coeficiente de drenaje (Cd)

El coeficiente de drenaje Cd puede variar entre 0.70 y 1.25 según sea la calidad drenaje, un Cd alto involucra un buen drenaje y esto beneficia a la estructura, disminuyendo el grosor de la losa de cemento a definir.

Para el presente proyecto se consideró un coeficiente de drenaje de:

$$Cd = 1.00$$

Tabla N° 38. Valores de Cd para pavimentos rígidos, según AASHTO

Cd	Tiempo transcurrido para que el suelo libre el 50% de su agua libre	Porcentaje de tiempo en que la estructura del pavimento estará expuesta a niveles de humedad cercanas a la saturación			
		Menos a 1%	1 - 5%	5 - 25%	Más de 25%
Excelente	2 horas	1.25 - 1.20	1.00 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10
Bueno	1 día	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00
Regular	1 semana	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90
Pobre	1 mes	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80
Muy pobre	Nunca	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0.70

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 Pavimentos urbanos, 2010, p.40

4.2.2.7. Coeficiente de transferencia de cargas (J)

Es un factor que se emplea en el diseño de pavimentos de concreto. Expresa la capacidad que tiene la estructura para transmitir las cargas entre juntas y fisuras.

El Coeficiente de Transferencia de Carga (J) según el tipo de dispositivo y el tipo de pavimento es:

$$J = 2.50$$

Tabla N° 39. Coeficiente de transferencia de carga recomendado para diversos tipos de pavimento y condiciones de diseño

Dispositivo de transferencia de carga	Tipo de Pavimento			
	Concreto Asfáltico		Concreto Hidráulico	
	Si (con pasadores)	No (sin pasadores)	Si (con pasadores)	No (sin pasadores)
Juntas planas y juntas reforzadas	3.2	3.8 - 4.4	2.5 - 3.1	3.6 - 4.2
Reforzado Continuo	2.9 - 3.2	-	2.3 - 2.9	-

Fuente: Guía AASHTO para el Diseño Estructural del Pavimento, 1993, p. 116

4.2.2.8. Módulo elástico del concreto (E_c)

La **guía AASHTO 1993**, indica que el modulo elástico del concreto puede ser estimada por la siguiente correlación recomendada por el American Concrete Institute (ACI):

$$E_c = 57,000 * (f'c)^{0.5}, (f'c \text{ en PSI})$$

Tabla N° 40. Módulo de elasticidad del concreto (EC)

Resistencia a la compresión del concreto ($f'c$)	Módulo de Elasticidad	
	Lbs/pulg ²	$E_c = 57,000 * (f'c)^{0.5}$
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	2987	3'115,247
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$	3983	3'597,328
$f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$	4978	4'021,632

Fuente: Elaboración Propia

Para el desarrollo del diseño estructural se utilizó un $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, siendo su:

$$E_c (\text{psi}) = 3'597,328$$

4.2.2.9. Módulo de reacción de la sub rasante (K)

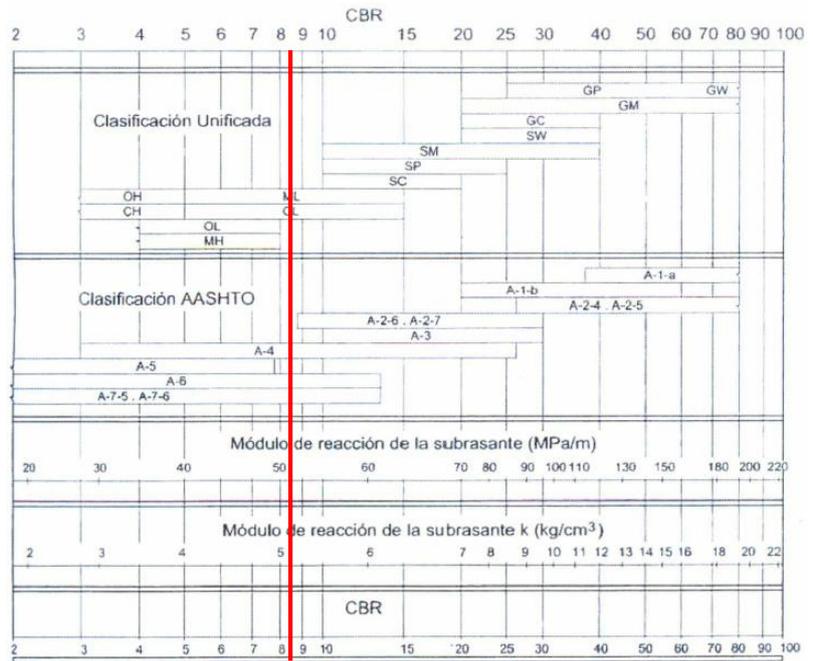
La determinación del valor "K" mediante los ensayos de placa es difícil y costosa. No obstante, AASHTO brinda una alternativa de correlación que permite obtener un coeficiente de reacción K, en función del suelo CL y de un CBR de 8.48%

Por lo tanto, el K según la correlación es de:

$$K (\text{MPa/m}) = 51.30$$

$$K (\text{pci}) = 210.05$$

Figura N° 18. Correlación aproximada entre la clasificación de los suelos y los diferentes



Fuente: Manual Portland Cement Association: Subgrades and subbases for concrete pavements - Skokie, PCA 1971

4.2.2.10. Cálculo del espesor de la losa de concreto, D (plgs)

a. De forma analítica

$$\log_{10}W18 = Z_R * S_o + 7.35 * \log_{10}(D + 1) - 0.06 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right]}{1 + \frac{1.624 * 10^7}{(D + 1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 * p_t) * \log_{10} \left[\frac{S'_c * C_d * (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 * J \left[D^{0.75} - \frac{18.42}{(E_c/k)^{0.25}} \right]} \right]$$

Datos:

W18	=	3'997,058.60
Z _R	=	-1.037
S _o	=	0.35
ΔPSI	=	2.00
R	=	85%
p _t	=	2.50
S'c (Psi)	=	493
C _d	=	1.00
J	=	2.50
E _c (Psi)	=	3'597,328
k (Pci)	=	210.05

Resolviendo la ecuación:

$$6.60174 = - 0.36295 + 7.05492 + - 0.15936 + 0.06970$$

$$6.60174 = 6.60231$$

Por la iteración, el Espesor de la Losa es:

$$D = 8.29 \text{ plgs}$$

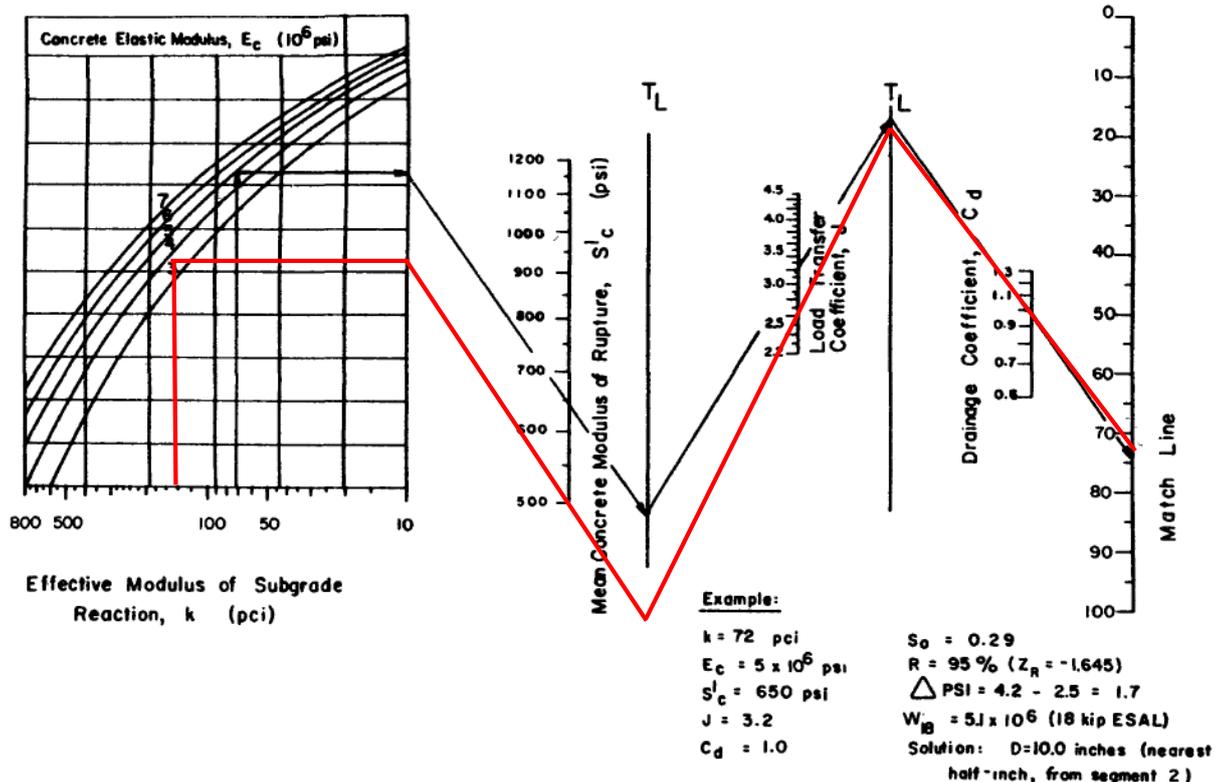
b. Con el uso de programa ecuación AASHTO 93

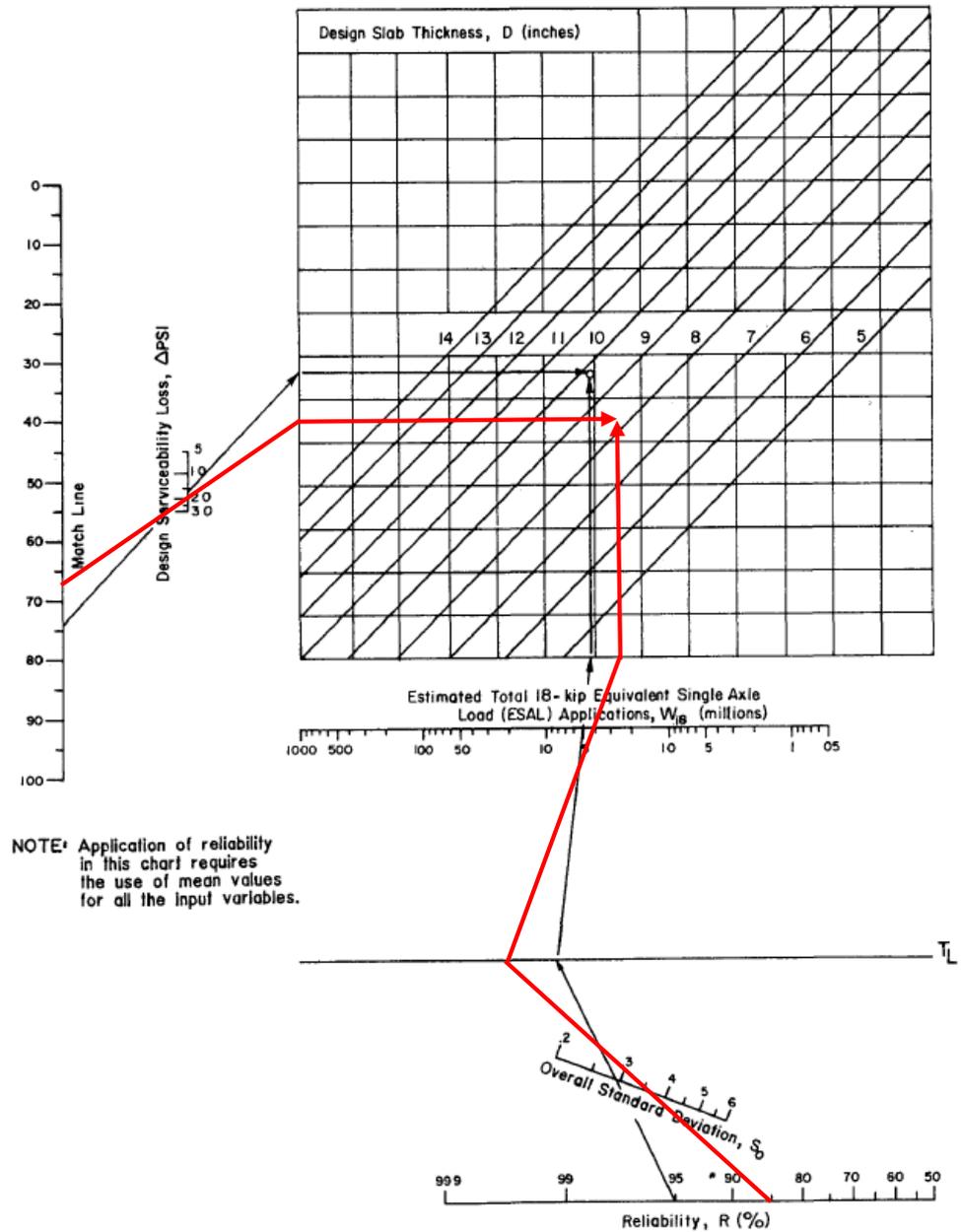
Figura N° 19. Cálculo del SN, en programa

Fuente: Programa Ecuación AASHTO 93

c. Con uso del nomograma

Figura N° 20. Cálculo del espesor de la losa de concreto en nomograma





Fuente: Elaboración Propia

D = 8.30 plgs

Según el **Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 Pavimentos urbanos**, el espesor mínimo constructivo para la losa de concreto es de 150 mm.

**Tabla N° 41. Especificaciones técnicas constructivas
para el espesor de la capa de rodadura**

Tipo de Pavimento		Flexible	Rígido	Adoquinado
Elemento				
Sub - rasante		95% de compactación: Suelos Granulares - Proctor Modificado Suelos Cohesivos - Proctor Estándar		
		Espesor compactado: ≥ 250 mm - Vías locales y colectoras ≥ 300 mm - Vías arteriales y expresas		
Sub - base		CBR ≥ 40% 100% Compactación Proctor Modificado	CBR ≥ 30% 100% Compactación Proctor Modificado	
Base		CBR ≥ 80% 100% Compactación Proctor Modificado	No Aplicable	CBR ≥ 80% 100% Compactación Proctor Modificado
Imprimación/capa de apoyo		Penetración de la Imprimación ≥ 5mm	No Aplicable	Cama de arena fina, de espesor comprendido entre 25 y 40 mm
Espesor de la capa de Rodadura	Vías locales	≥ 50 mm	≥ 150 mm	≥ 60 mm
	Vías colectoras	≥ 60 mm		≥ 80 mm
	Vías arteriales	≥ 70 mm		No Recomendable
	Vías Expresas	≥ 80 mm	≥ 200 mm	No Recomendable
Material	Vías locales	Concreto asfáltico	Mr ≥ 3.4 Mpa (34 kg/cm ²)	F'c ≥ 38 Mpa (380 kg/cm ²)
	Vías colectoras			
	Vías arteriales			
	Vías Expresas			

*Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones:
Norma CE.010 Pavimentos urbanos, 2010, p.30*

Para el diseño estructural del pavimento se considerará el D analítico debido a que es el valor más exacto, por lo tanto el valor a utilizar es:

$$D = 8.29 \text{ plgs} = 21.06 \text{ cm} \approx 20 \text{ cm}$$

El espesor de la losa de concreto es de 8.29" = 20 cm.

Y para la base (afirmado), se consideró 15 cm., cumpliendo con las consideraciones mínimas de AASHTO 93 de considerar 10 cm.

Figura N° 21. Sección del pavimento rígido



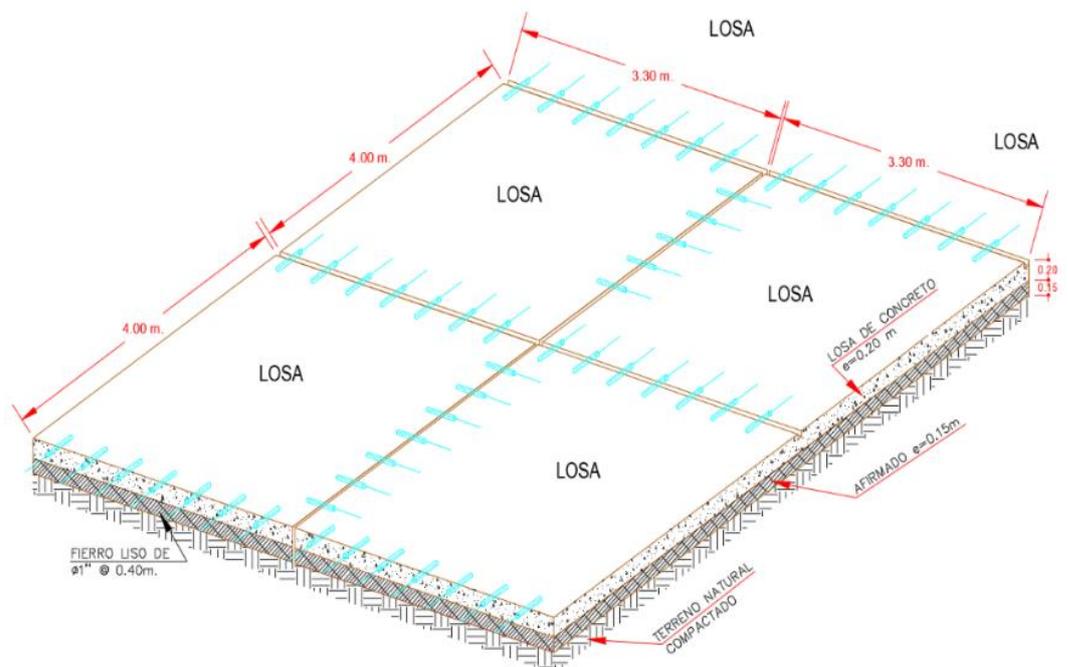
Fuente: Elaboración Propia

4.2.2.11. Calculo de juntas

El tamaño de la losa se determina en disposición de las juntas transversales y longitudinales. Siguiendo las recomendaciones de AASTHO 93 la longitud de la losa no debe ser mayor a 1.25 veces el ancho y que no sea mayor a 4.50 m.

En ancho de carril promedio de nuestro tramo es de 3.30 m. y la longitud de la losa debe ser máximo 4.10 m. Se consideró un paño de 3.30 m x 4.00 m. para hacerlo más conservador.

Figura N° 22. Detalle de paño de la losa



Fuente: Elaboración Propia

a. Dowel

Los dowels se consideraron en las juntas transversales y longitudinales. Según AASHTO 93 el diámetro, longitud y separación de los dowels se

considera en función al espesor de la losa y son los siguientes:

Tabla N° 42. Diámetro y longitud de los dowels

Espesor de la losa (cm)	Diámetro		Longitud del Dowel (cm)	Separación entre Dowels (cm)
	Centímetros	Pulgadas		
20	2.5 cm	1"	40	40

Fuente: En base a la Guía AASHTO 93

b. Juntas longitudinales de contracción

Dividen el ancho del carril en 3.30 m.

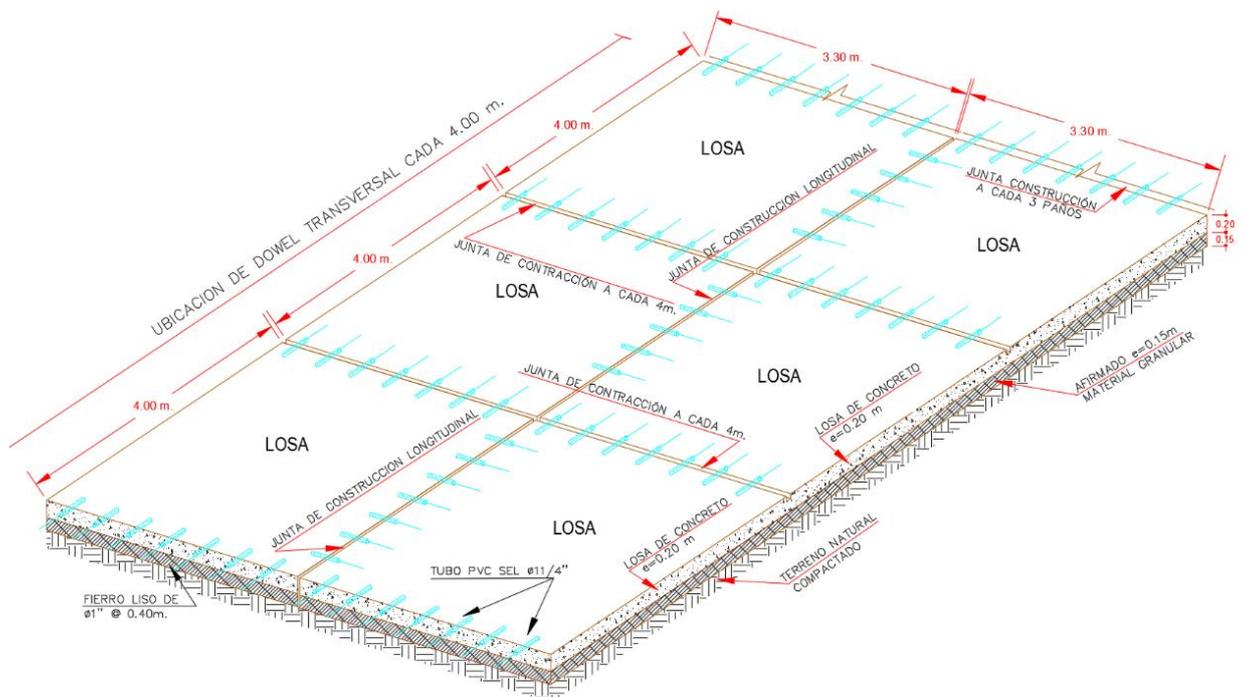
c. Juntas transversales de contracción

Se encuentran en cada paño de 4.00 m.

d. Juntas transversales de construcción

Se colocan cada 3 paños de 4.00 m.

Figura N° 23. Detalle de juntas con dowels



Fuente: Elaboración Propia

4.2.3. Presupuesto

4.2.3.1. Presupuesto pavimento flexible

<u>PRESUPUESTO</u>						
Presupuesto	ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA AVENIDA LARCO TRAMO AVENIDA HUAMÁN Y AVENIDA FÁTIMA DE LA CIUDAD DE TRUJILLO				Costo al	19/06/2019
Subpresupuesto	PAVIMENTO FLEXIBLE					
Cliente	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE VICTOR LARCO HERRERA - TRUJILLO					
Lugar	LA LIBERTAD - TRUJILLO - VICTOR LARCO HERRERA					
Ítem	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/	Parcial S/	
01	PAVIMENTACION				1,522,717.85	
01.01	OBRAS PRELIMINARES				42,456.01	
01.01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	17,119.36	1.06	18,146.52	
01.01.02	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA OBRA	m2	17,119.36	1.42	24,309.49	
01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				267,012.79	
01.02.01	CORTE HASTA NIVEL DE SUB RASANTE C/EQUIPO	m3	7,703.71	7.12	54,850.42	
01.02.02	ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE	m3	9,629.64	12.77	122,970.50	
01.02.03	NIVELACION DE LA SUB RASANTE C/MOTONIVELADORA	m2	17,119.36	5.21	89,191.87	
01.03	CAPAS: SUB BASE Y BASE				455,546.17	
01.03.01	SUB BASE GRANULAR e = 0.15cm	m2	17,119.36	12.84	219,812.58	
01.03.02	BASE GRANULAR e = 0.20m	m2	17,119.36	13.77	235,733.59	
01.04	PAVIMENTO FLEXIBLE				757,702.88	
01.04.01	BARRIDO DE BASE PARA IMPRIMACION	m2	17,119.36	2.02	34,581.11	
01.04.02	IMPRIMACION ASFALTICA	m2	17,119.36	4.89	83,713.67	
01.04.03	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE e = 0.10m	m2	17,119.36	34.19	585,310.92	
	COSTO DIRECTO				1,468,620.67	

4.2.3.2. Presupuesto pavimento rígido

<u>PRESUPUESTO</u>						
Presupuesto	ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA AVENIDA LARCO TRAMO AVENIDA HUAMÁN Y AVENIDA FÁTIMA DE LA CIUDAD DE TRUJILLO				Costo al	19/06/2019
Subpresupuesto	PAVIMENTO RÍGIDO					
Cliente	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE VICTOR LARCO HERRERA - TRUJILLO					
Lugar	LA LIBERTAD - TRUJILLO - VICTOR LARCO HERRERA					
Ítem	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/	Parcial S/	
01	PAVIMENTACION				2,152,674.75	
01.01	OBRAS PRELIMINARES				42,456.01	
01.01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	17,119.36	1.06	18,146.52	
01.01.02	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA OBRA	m2	17,119.36	1.42	24,309.49	
01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				267,012.79	
01.02.01	CORTE HASTA NIVEL DE SUB RASANTE C/EQUIPO	m3	7,703.71	7.12	54,850.42	
01.02.02	ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE	m3	9,629.64	12.77	122,970.50	
01.02.03	NIVELACION DE LA SUB RASANTE C/MOTONIVELADORA	m2	17,119.36	5.21	89,191.87	
01.03	CAPA: BASE DE AFIRMADO				235,733.59	
01.03.01	BASE GRANULAR e=0.15m	m2	17,119.36	13.77	235,733.59	
01.04	PAVIMENTO RIGIDO				1,129,966.73	
01.04.01	LOSA DE CONCRETO PREMEZCLADO h = 0.20m, f'c = 280kg/cm2	m2	17,119.36	57.77	988,985.43	
01.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN PAVIMENTO	m2	1,635.80	54.37	88,938.45	
01.04.03	CURADO DEL CONCRETO	m2	17,119.36	3.04	52,042.85	
01.05	JUNTAS				477,505.63	
01.05.01	JUNTAS DE CONSTRUCCION	m	1,380.54	12.96	17,891.80	
01.05.02	JUNTAS DE CONTRACCION	m	6,530.20	3.28	21,419.06	
01.05.03	JUNTAS CON DOWELS	kg	25,990.20	16.86	438,194.77	
	COSTO DIRECTO				2,152,674.75	

4.3. Prueba de hipótesis

Se planteó en la hipótesis que el pavimento flexible para la avenida Larco tramo avenida Huamán y avenida Fátima de la ciudad de Trujillo es el más recomendable debido a que presentará un ahorro económico del 10% respecto al pavimento rígido.

Debido al presupuesto obtenido para ambos pavimentos, tanto para el pavimento flexible con un monto de S/ 1'468,620.67 y para el pavimento rígido con un monto de S/ 2'152,674.75 podemos verificar que la hipótesis se cumplió, pero no con un ahorro económico del 10% como se planteó, sino con un ahorro mucho mayor del 31% respecto al pavimento rígido.

V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

- Las horas picos del tramo en estudio son: 6:30 am. – 8:30 am., 12:00 pm. – 2:00 pm., 6:00 pm. – 8:00 pm., teniendo como hora de máxima demanda de 6:30 am. – 7:30 am., siendo el intervalo crítico de 7:15 am. – 7:30 am. En este intervalo de tiempo, se pudo observar gran afluencia vehicular (610 vehículos), lo cual genera congestionamiento en la vía principal, generando caos y riesgo de algún accidente.
- El conteo vehicular se tomó en 7 días calendarios, desde el día lunes 01 hasta el día domingo 07 de abril del presente año, también se consideró como periodo de diseño 20 años, para así poder realizar un análisis comparativo de los pavimentos, el cual nos dio como resultado un EAL de:

Figura N° 24. Numero de repeticiones de Ejes Equivalentes para pavimento flexible y rígido

TRAMO AVENIDA HUAMÁN Y AVENIDA FÁTIMA	PAVIMENTO FLEXIBLE	PAVIMENTO RÍGIDO
Nrep de EE de 8.2 tn.	3'889,505.07	3'997,058.60

Fuente: Elaboración Propia

- En el estudio de mecánica de suelos con fines de pavimentación, se realizó 3 calicatas a una profundidad de 1.50 m. y se encontró como material predominante arcilla de mediana plasticidad. Además, cuenta con:

Figura N° 25. Resumen en ensayos de mecánica de suelos

N° CALICATA	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	GRAVEDAD ESPECÍFICA	DENSIDAD SECA MÁXIMA (gr/cm ³)	HUMEDAD ÓPTIMA (%)	CBR (%)
C - 1	14.24	2.69	1.75	11.20	7.89
C - 2	12.64	2.68	1.77	11.00	8.45
C - 3	11.67	2.68	1.89	10.90	9.10

Fuente: Elaboración Propia

El CBR de diseño es de 8.48%

- En el levantamiento topográfico se determinó que su topografía es plana.
- El diseño estructural del pavimento se realizó mediante la metodología AASHTO 93, con la cual se determinaron los parámetros de diseño para el pavimento flexible y rígido, siendo estos los siguientes:

Figura N° 26. Parámetros de diseño para pavimento flexible y rígido

PARÁMETROS	PAVIMENTO FLEXIBLE	PAVIMENTO RÍGIDO
EAL	3'889,505.07	3'997,058.60
Periodo de diseño	20 años	20 años
CBR	8.48%	8.48%
Serviciabilidad inicial	4.2	4.5
Serviciabilidad final	2.5	2.5
Nivel de confiabilidad	85%	85%
Desviación estándar	0.45	0.35
Numero Estructural	2.87	-
Módulo de reacción de la sub rasante	-	246.75 pci
Módulo de rotura del concreto	-	493 psi
Módulo elástico del concreto	-	3'597,328 psi
Coefficiente de drenaje	1	1
Transferencia de carga	-	2.5

Fuente: Elaboración Propia

- Para determinar los espesores del pavimento, nos apoyamos del “Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 Pavimentos urbanos”, con lo cual se obtuvo los siguientes espesores:

Tabla N° 43. Espesores del pavimento flexible y rígido

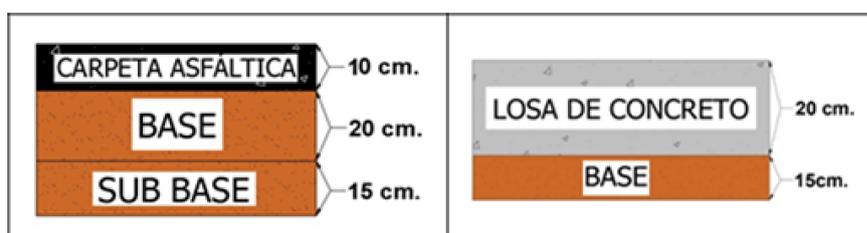
	FLEXIBLE	RÍGIDO
ESPEORES	<p>Diagrama de un pavimento flexible con tres capas: CARPETA ASFÁLTICA (10 cm.), BASE (20 cm.) y SUB BASE (15 cm.).</p>	<p>Diagrama de un pavimento rígido con dos capas: LOSA DE CONCRETO (20 cm.) y BASE (15 cm.).</p>

Fuente: Elaboración Propia

- El presupuesto del pavimento flexible es S/ 1'468,620.67 y del pavimento rígido es S/ 2'152,674.75, es decir el costo del pavimento rígido es 31% mayor del costo del pavimento flexible.

CONCLUSIONES

- El tramo avenida Huamán y avenida Fátima de la avenida Larco de la ciudad de Trujillo presenta fallas en la vía como, piel de cocodrilo, huecos, parches y grietas longitudinales, transversales y de bloque; que en su mayoría de veces es generado por el proceso constructivo y no por el diseño que presente.
- Realizado el estudio de mecánica de suelos se obtuvo un suelo arcilloso de mediana plasticidad con un CBR de 8.48%, habiéndose considerado el valor promedio de las tres muestras, por lo que se concluye que el suelo posee una buena resistencia al esfuerzo cortante.
- Respecto al levantamiento topográfico se determinó que la topografía es plana, lo cual demanda un mínimo movimiento de tierra.
- Mediante el estudio de tráfico realizado, se concluye que el número de repeticiones de ejes equivalentes es aproximadamente de 4 millones ya que la mayor parte del flujo vehicular ocurre entre las 7 am. y 2 pm. debido a la presencia de instituciones educativas, clínicas, comercio, etc.
- El diseño estructural del pavimento flexible y rígido, del presente proyecto, obedece a parámetros del comportamiento del tramo en estudio, tomando como variables de entrada el tránsito, las propiedades mecánicas de los materiales y del terreno de fundación, las condiciones climáticas, las condiciones de drenaje y los niveles de serviciabilidad y confiabilidad.
- Siguiendo las recomendaciones de la metodología AASHTO 93 se obtuvo la siguiente estructura:



- Por temas económicos el pavimento flexible es el más conveniente, por lo tanto, solo dependerá de las autoridades respectivas para tomar la decisión acerca de qué tipo de pavimento se empleará.

RECOMENDACIONES

- Las vías urbanas deben construirse bajo especificaciones técnicas y una supervisión constante que garanticen la durabilidad y servicialidad durante su periodo de diseño.
- En los estudios de mecánica de suelos, se recomienda extraer la muestra al término de la estructura del pavimento existente (capeta asfáltica, base y sub base), para obtener un valor optimo debido que a mayor profundidad, mayor compactación.
- El estudio topográfico, se recomienda utilizar nivel de ingeniero para las pendientes transversales y longitudinales ya que la lectura es más óptima que una estación total, además realizarse en un día atípico (sábado o domingo) donde no haya mucha presencia de tráfico vehicular el cual afecte en la lectura.
- En el estudio de tráfico, se recomienda que el conteo vehicular se realice las 24 horas del día los 7 días de la semana para obtener un número de repeticiones de ejes equivalentes real, el cual es muy importante en el diseño estructural del pavimento.
- Respetar los parámetros considerados y obtenidos en la ejecución del pavimento, ya que en la actualidad se puede observar que no están realizando buenas obras de pavimentación, afectando a todo tipo de vehículos y peatones.
- Los dos tipos de pavimentos presentan optimas características, sin son ejecutados adecuadamente, haciendo un análisis cuidadoso y a consciencia de todos los factores que intervienen en el proyecto. Desde las condiciones del entorno, estudios de tránsito, suelo, drenaje y la disponibilidad de los materiales y equipos para la construcción del pavimento.
- Por temas de durabilidad, el pavimento rígido sería el mejor pavimento a escoger, sin embargo el costo de ejecución inicial es un 31% mayor respecto al pavimento flexible.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AASHTO GUIDE FOR Design of Paviment Structures 1993

Coronado, J. (2002). Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos. Guatemala

Figueroa, H. y Reyes, C. (2011). Proyecto a nivel de ingeniería del diseño mediante pavimento rígido de la Avenida Prolongación César Vallejo: Tramo Avenida Huamán – Vía de Evitamiento. Distrito de Víctor Larco Herrera. (Tesis de para obtener el título de Ingeniero Civil) Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo.

Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Sección: Suelos y Pavimentos (2014), Lima – Perú.

Quiroz, P. y Hurta, Germán (Octubre 2015). Informe Técnico: Evaluación de área saturada de la red vial metropolitana de Trujillo. *Transportes Metropolitanos de Trujillo. Gerencia de proyectos*, pp. 5.

Ramírez, W. y Zavaleta, R. (2017). Estudio comparativo del diseño del pavimento rígido, semirrígido con adoquines de concreto y flexible para las calles del sector VI C – El Milagro – Trujillo - La Libertad (Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil) Universidad Privada Antenor Orrego.

Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 Pavimentos Urbanos (2010), Lima – Perú.

Salamanca, M. y Zuluaga, S. (2014). Diseño de la estructura de pavimento flexible por medio de los métodos invias, Aashto 93 e instituto del asfalto para la vía la Ye - Santa Lucia Barranca Lebrija entre las abscisas K19+250 a K25+750 ubicada en el departamento del Cesar. (Tesis para optar el grado al título de Especialista en Ingeniería de Pavimentos) Universidad Católica de Colombia.

ANEXOS

Permiso para la realización de calicatas



Municipalidad Distrital de Víctor Larco Herrera

“Año de la Lucha Contra la Corrupción e Impunidad”

Victor Larco, 08 de mayo de 2019.

CARTA N° 145- 2019 – GODU/MDVLH.

Señor (A):
GALLARDO FIGUEROA MARÍA DEL PILAR
PESCORAN CAMPOS MANUEL DAVID
Presente.-

**ASUNTO : AUTORIZACIÓN PARA EJECUCIÓN DE PROYECTO DE TESIS-
APERTURA DE CALICATAS.**

REF. : EXPEDIENTE N° 10158-2019.

De mi consideración:

Por la presente le envío mi cordial saludo y vista la solicitud del Expediente N° **10158-2019**; en el cual **MARÍA DEL PILAR GALLARDO FIGUEROA** y **PESCORAN CAMPOS MANUEL DAVID** solicitan autorización para la apertura de 03 calicatas en la avenida Larco, con el fin de conocer el tipo de suelo del tramo de estudio, adjuntando para tal fin el plano de localización de apertura de dichas calicatas, el plan de trabajo y el plan de seguridad.

Ante lo expresado, es factible proceder con la apertura de las calicatas en el tramo Av. Huamán – Av. Fátima, teniendo en cuenta que no deberán intervenir el área pavimentada y se tomarán las medidas de control y/o seguridad necesarias, respetando el Plan de Trabajo y Actividades necesarias para la mitigación de riesgos, bajo su entera responsabilidad.

Sin otro particular, quedo de Usted.

Atentamente,


MUNICIPALIDAD DISTRITAL
VÍCTOR LARCO HERRERA
Ing. Jorge Luis Loria Burgos
GERENCIA DE OBRAS Y DESARROLLO URBANO

Plano de ubicación geográfica

**PROVINCIA
TRUJILLO**



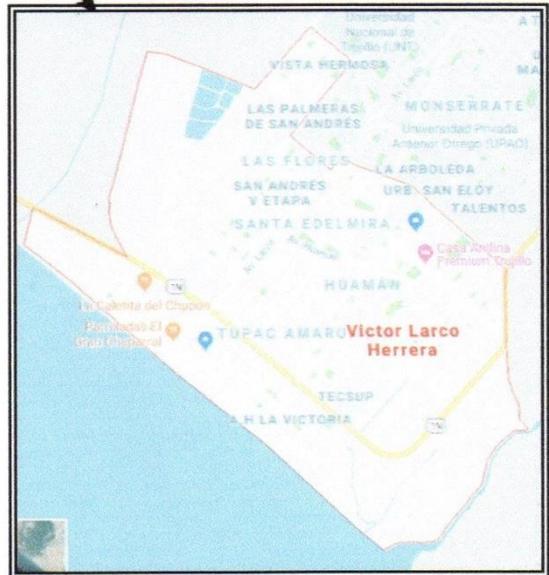
**UBICACION
DEL PROYECTO**

*"ANÁLISIS COMPARATIVO DEL
DISEÑO ESTRUCTURAL DEL
PAVIMENTO FLEXIBLE Y PAVIMENTO
RÍGIDO PARA LA AVENIDA LARCO
TRAMO AVENIDA HUAMÁN Y
AVENIDA FÁTIMA DE LA CIUDAD DE
TRUJILLO"*

**DEPARTAMENTO
LA LIBERTAD**



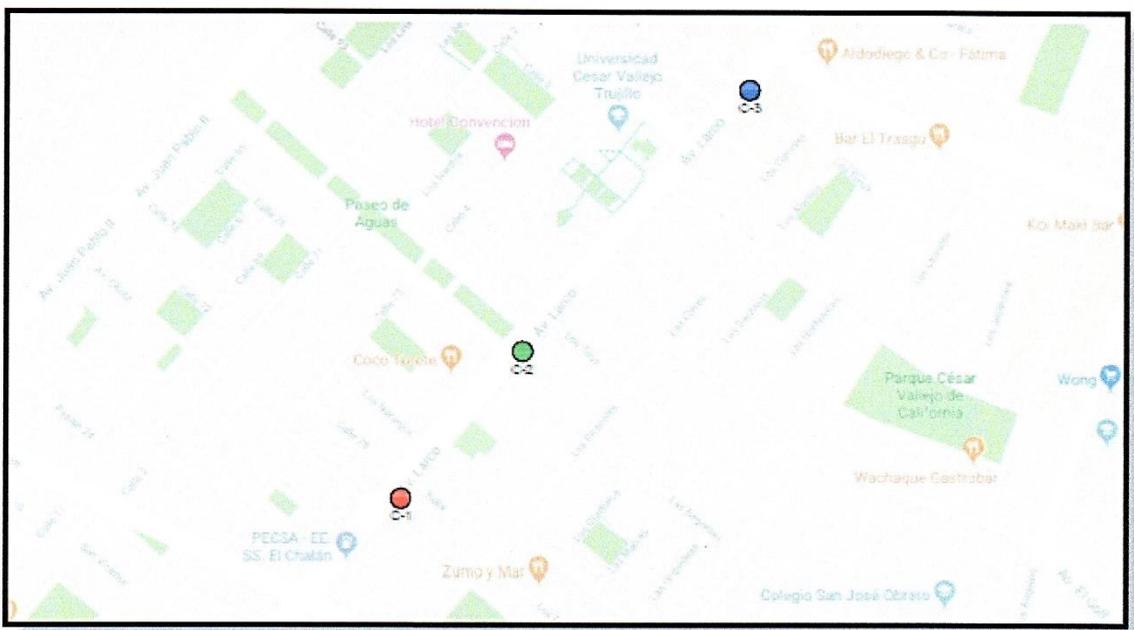
**DISTRITO
VÍCTOR LARCO**



Plano de ubicación de calicatas

PLANO DE UBICACIÓN DE CALICATAS

PROYECTO : “ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA AVENIDA LARCO TRAMO AVENIDA HUAMÁN Y AVENIDA FÁTIMA DE LA CIUDAD DE TRUJILLO”



LEYENDA:

- C-1 : CERCA A LA INTERSECCION DE LA AV. LARCO CON CALLE EDELMIRA
- C-2 : FRENTE A INTERSECCION DE AV. LARCO CON CALLE VICTOR RAÚL HAYA DE LA TORRE
- C-3 : CERCA A LA INTERSECCION DE LA AV. LARCO CON AV. FÁTIMA

Ensayos de laboratorio

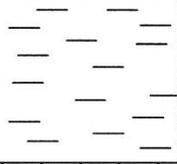
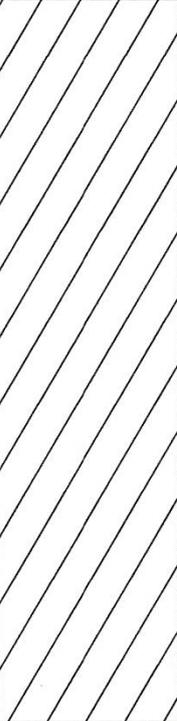
REGISTRO ESTRATIGRAFICO

SOLICITANTES: BR. GALLARDO FIGUEROA, MARIA DEL PILAR
BR. PESCORAN CAMPOS, MANUEL DAVID

PROYECTO : "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA AVENIDA LARCO TRAMO AVENIDA HUAMÁN Y AVENIDA FÁTIMA DE LA CIUDAD DE TRUJILLO"

UBICACIÓN : VICTOR LARCO HERRERA - TRUJILLO - LA LIBERTAD PROFUNDIDAD : 1.50 m.

FECHA : MAYO DEL 2019 CALICATA : C - 1

PROF. (m)	TIPO DE EXCAVACION	MUESTRA	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIFICACION (SUCS)	SIMBOLO
	A CIELO ABIERTO		Material de Relleno		
1.50		M - 1	Material de arcillas de baja plasticidad, de compacidad suelta a media, de regular humedad, y de consistencia media, con piedras aisladas conformenos vamos profundizando. Nose encontr´el NAF.	CL	

REGISTRO ESTRATIGRAFICO

SOLICITANTES: BR. GALLARDO FIGUEROA, MARIA DEL PILAR

BR. PESCORAN CAMPOS, MANUEL DAVID

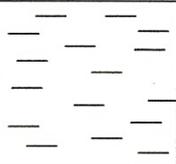
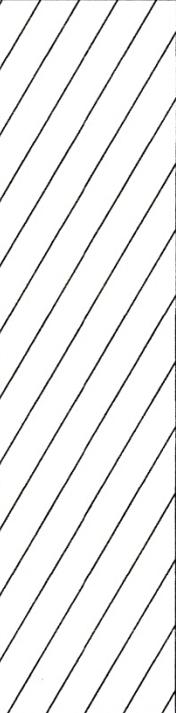
PROYECTO : "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA AVENIDA LARCO TRAMO AVENIDA HUAMÁN Y AVENIDA FÁTIMA DE LA CIUDAD DE TRUJILLO"

UBICACIÓN : VICTOR LARCO HERRERA - TRUJILLO - LA LIBERTAD

PROFUNDIDAD : 1.50 m.

FECHA : MAYO DEL 2019

CALICATA : C - 2

PROF. (m)	TIPO DE EXCAVACION	MUESTRA	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIFICACION (SUCS)	SIMBOLO
	A CIELO ABIERTO		Material de Relleno		
1.50		M - 1	Material de arcillas de baja plasticidad, de compacidad suelta a media, de regular humedad, y de consistencia media, con piedras aisladas conforme nos vamos profundizando. Nose encontr´el NAF.	CL	

REGISTRO ESTRATIGRAFICO

SOLICITANTES: BR. GALLARDO FIGUEROA, MARIA DEL PILAR

BR. PESCORAN CAMPOS, MANUEL DAVID

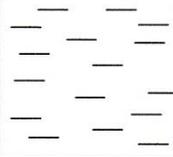
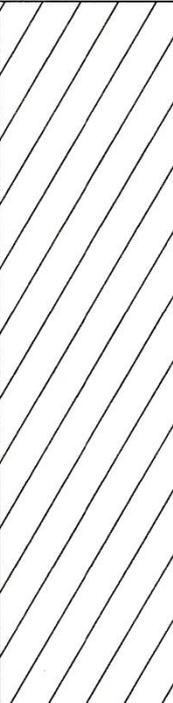
PROYECTO : "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA AVENIDA LARCO TRAMO AVENIDA HUAMÁN Y AVENIDA FÁTIMA DE LA CIUDAD DE TRUJILLO"

UBICACIÓN : VICTOR LARCO HERRERA - TRUJILLO - LA LIBERTAD

PROFUNDIDAD : 1.50 m.

FECHA : MAYO DEL 2019

CALICATA : C - 3

PROF. (m)	TIPO DE EXCAVACION	MUESTRA	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIFICACION (SUCS)	SIMBOLO
	A CIELO ABIERTO		Material de Relleno		
1.50		M - 1	Material de arcillas de baja plasticidad, de compacidad suelta a media, de baja humedad, y de consistencia media, con piedras aisladas conforme nos vamos profundizando. Nose encontr'el NAF.	CL	

CONTENIDO DE HUMEDAD

Calicata N° :	1	
Profundidad :	1.50 m.	
Lata N° :	1	2
Peso de la muestra húmeda + lata (gr)	45.74	52.46
Peso de la muestra seca + lata (gr)	41.78	48.23
Peso del agua (gr)	3.96	4.23
Peso de la lata (gr)	16.00	16.00
Peso de la muestra seca (gr)	25.78	32.23
Contenido de humedad (%)	15.36	13.12
Contenido de humedad Promedio (%)	14.24	

Calicata N° :	2	
Profundidad :	1.50 m.	
Lata N° :	3	4
Peso de la muestra húmeda + lata (gr)	56.00	39.28
Peso de la muestra seca + lata (gr)	52.47	36.14
Peso del agua (gr)	3.53	3.14
Peso de la lata (gr)	16.00	16.00
Peso de la muestra seca (gr)	36.47	20.14
Contenido de humedad (%)	9.68	15.59
Contenido de humedad Promedio (%)	12.64	

Calicata N° :	3	
Profundidad :	1.50 m.	
Lata N° :	5	6
Peso de la muestra húmeda + lata (gr)	45.71	52.00
Peso de la muestra seca + lata (gr)	42.57	48.28
Peso del agua (gr)	3.14	3.72
Peso de la lata (gr)	16.00	16.00
Peso de la muestra seca (gr)	26.57	32.28
Contenido de humedad (%)	11.82	11.52
Contenido de humedad Promedio (%)	11.67	

ANALISIS GRANULOMETRICO

SOLICITANTES: **BR. GALLARDO FIGUEROA, MARIA DEL PILAR**

BR. PESCORAN CAMPOS, MANUEL DAVID

PROYECTO: **“ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA AVENIDA LARCO TRAMO AVENIDA HUAMÁN Y AVENIDA FÁTIMA DE LA CIUDAD DE TRUJILLO”**

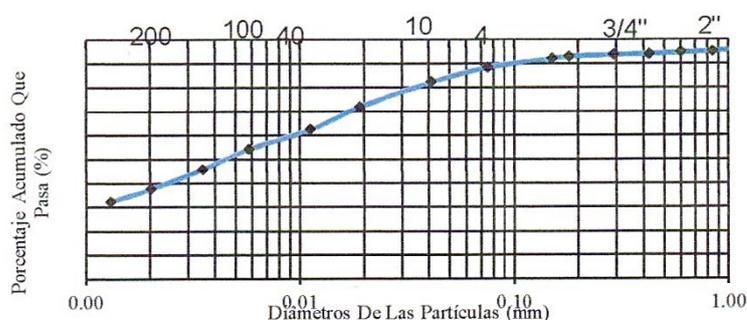
UBICACIÓN: **VICTOR LARCO HERRERA - TRUJILLO - LA LIBERTAD**

FECHA: **MAYO DEL 2019**

CALICATA : **C-1**

Prof.: **1.50 m.**

TAMIZ Nº	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%PESO RETENIDO	%PESO RETENIDO ACUMULADO	%QUE PASA	
1/4"	6.12	0.00	0.00	0.00	100.00	
Nº 4	4.75	2.75	0.80	0.80	99.20	
Nº 8	2.38	3.24	0.94	1.73	98.27	
Nº 10	2.00	4.16	1.20	2.93	97.07	
Nº 16	1.19	2.89	0.84	3.77	96.23	
Nº 20	0.84	3.15	0.91	4.68	95.32	
Nº 30	0.60	2.02	0.58	5.26	94.74	
Nº 40	0.425	1.95	0.56	5.83	94.17	
Nº 50	0.29	1.65	0.48	6.31	93.69	
Nº 80	0.18	2.16	0.62	6.93	93.07	
Nº 100	0.15	3.15	0.91	7.84	92.16	
Nº 200	0.075	12.35	3.57	11.41	88.59	
Hidrómetro	0.0409	21.45	6.20	17.61	82.39	
Hidrómetro	0.0189	35.68	10.32	27.93	72.07	
Hidrómetro	0.0112	32.16	9.30	37.23	62.77	
Hidrómetro	0.0058	28.45	8.23	45.46	54.54	
Hidrómetro	0.0035	29.64	8.57	54.03	45.97	
Hidrómetro	0.0020	28.54	8.25	62.28	37.72	
Hidrómetro	0.0013	18.45	5.33	67.61	32.39	
Recipiente	-	112.00	32.39	100.00	0.00	
Sumatoria		345.84	99.20			
D10 =		D30=	D60=	Cu > 6	1 < Cc < 3	LL: 31.00
Clasificación SUSC : CL (Arcilla de mediana plasticidad)						LP: 22.70
						IP: 8.30



ANALISIS GRANULOMETRICO

SOLICITANTES: **BR. GALLARDO FIGUEROA, MARIA DEL PILAR**

BR. PESCORAN CAMPOS, MANUEL DAVID

PROYECTO: **“ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA AVENIDA LARCO TRAMO AVENIDA HUAMÁN Y AVENIDA FÁTIMA DE LA CIUDAD DE TRUJILLO”**

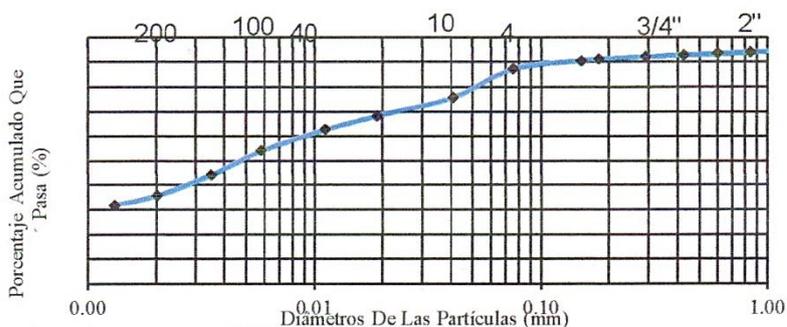
UBICACIÓN: **VICTOR LARCO HERRERA - TRUJILLO - LA LIBERTAD**

FECHA: **MAYO DEL 2019**

CALICATA : **C-2**

Prof.: **1.50 m.**

TAMIZ Nº	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%PESO RETENIDO	%PESO RETENIDO ACUMULADO	%QUE PASA
1/4"	6.12	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº 4	4.75	2.01	1.01	1.01	99.00
Nº 8	2.38	4.37	2.19	3.19	96.81
Nº 10	2.00	1.87	0.94	4.13	95.88
Nº 16	1.19	2.27	1.14	5.26	94.74
Nº 20	0.84	1.10	0.55	5.81	94.19
Nº 30	0.60	1.12	0.56	6.37	93.63
Nº 40	0.425	1.18	0.59	6.96	93.04
Nº 50	0.29	1.24	0.62	7.58	92.42
Nº 80	0.18	2.18	1.09	8.67	91.33
Nº 100	0.15	1.11	0.56	9.23	90.78
Nº 200	0.075	6.73	3.37	12.59	87.41
Hidrómetro	0.0409	22.86	11.43	24.02	75.98
Hidrómetro	0.0189	15.10	7.55	31.57	68.43
Hidrómetro	0.0112	11.34	5.67	37.24	62.76
Hidrómetro	0.0058	17.20	8.60	45.84	54.16
Hidrómetro	0.0035	19.64	9.82	55.66	44.34
Hidrómetro	0.0020	17.02	8.51	64.17	35.83
Hidrómetro	0.0013	7.56	3.78	67.95	32.05
Recipiente	-	64.10	32.05	100.00	0.00
Sumatoria		200.00	99.00		
D10 = D30= D60= Cu > 6 1 < Cc < 3					LL: 30.80
Clasificación SUSC : CL (Arcilla de mediana plasticidad)					LP: 23.00
					IP: 7.80



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

SOLICITANTES: **BR. GALLARDO FIGUEROA, MARIA DEL PILAR**

BR. PESCORAN CAMPOS, MANUEL DAVID

PROYECTO: **“ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA AVENIDA LARCO TRAMO AVENIDA HUAMÁN Y AVENIDA FÁTIMA DE LA CIUDAD DE TRUJILLO”**

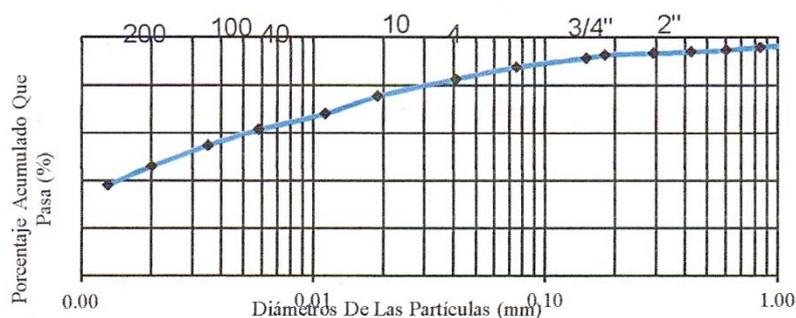
UBICACIÓN: **VICTOR LARCO HERRERA - TRUJILLO - LA LIBERTAD**

FECHA: **MAYO DEL 2019**

CALICATA : **C-3**

Prof.: **1.50 m.**

TAMIZ Nº	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%PESO RETENIDO	PESO RETENIDO ACUMULADO	%QUE PASA
1/4"	6.12	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº 4	4.75	1.55	0.47	0.47	99.53
Nº 8	2.38	2.00	0.61	1.08	98.92
Nº 10	2.00	3.22	0.98	2.07	97.93
Nº 16	1.19	3.90	1.19	3.26	96.74
Nº 20	0.84	2.66	0.81	4.07	95.93
Nº 30	0.60	4.00	1.22	5.29	94.71
Nº 40	0.425	2.33	0.71	6.00	94.00
Nº 50	0.29	1.90	0.58	6.58	93.42
Nº 80	0.18	2.44	0.75	7.33	92.67
Nº 100	0.15	4.11	1.26	8.58	91.42
Nº 200	0.075	12.00	3.66	12.25	87.75
Hidrómetro	0.0409	16.55	5.05	17.30	82.70
Hidrómetro	0.0189	23.55	7.19	24.49	75.51
Hidrómetro	0.0112	24.00	7.33	31.82	68.18
Hidrómetro	0.0058	22.00	6.72	38.54	61.46
Hidrómetro	0.0035	21.44	6.55	45.09	54.91
Hidrómetro	0.0020	29.00	8.86	53.95	46.05
Hidrómetro	0.0013	26.13	7.98	61.93	38.07
Recipiente	-	124.68	38.07	100.00	0.00
Sumatoria		327.46	99.53		
D10 = D30= D60= Cu > 6 1 < Cc < 3					LL: 30.50
Clasificación SUSC : CL (Arcilla de mediana plasticidad)					LP: 22.40
					IP: 8.10



GRAVEDAD ESPECIFICA (Gs)

Calicata : 1 Profundidad : 1.50 m.

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
1.-Peso de la fiola	grs.	153.70
2.-Peso de la fiola + 500 cm3 de agua.	grs.	648.00
3.-Peso de la fiola + 50cm3 de agua.	grs.	290.43
4.-Peso de la fiola + 50cm3 de agua + Muestra Seca.	grs.	494.21
5.-Peso de la Muestra Seca .	grs.	203.78
6.-Peso de la fiola + Muestra + 500 cm3 de agua.	grs.	776.14
7.-Peso Sumergido	grs.	128.14
8.-Volumen.	cm3	75.64
9.-Peso especif. Partícul. Finas	gr/cm3.	2.69
10.-Peso especif. del agua	gr/cm3.	1.00
11.-Gravedad específica sólidos		2.69

Calicata : 2 Profundidad : 1.50 m.

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
1.-Peso de la fiola	grs.	153.70
2.-Peso de la fiola + 500 cm3 de agua.	grs.	648.55
3.-Peso de la fiola + 50cm3 de agua.	grs.	290.85
4.-Peso de la fiola + 50cm3 de agua + Muestra Seca.	grs.	494.36
5.-Peso de la Muestra Seca .	grs.	203.51
6.-Peso de la fiola + Muestra + 500 cm3 de agua.	grs.	776.10
7.-Peso Sumergido	grs.	127.55
8.-Volumen.	cm3	75.96
9.-Gravedad Específica.	gr/cm3.	2.68
10.-Peso especif. del agua	gr/cm3.	1.00
11.-Gravedad específica sólidos		2.68

Calicata : 3 Profundidad : 1.50 m.

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
1.-Peso de la fiola	grs.	153.70
2.-Peso de la fiola + 500 cm3 de agua.	grs.	648.72
3.-Peso de la fiola + 50cm3 de agua.	grs.	290.75
4.-Peso de la fiola + 50cm3 de agua + Muestra Seca.	grs.	494.11
5.-Peso de la Muestra Seca .	grs.	203.36
6.-Peso de la fiola + Muestra + 500 cm3 de agua.	grs.	776.14
7.-Peso Sumergido	grs.	127.42
8.-Volumen.	cm3	75.94
9.-Peso especif. Partícul. Finas	gr/cm3.	2.68
10.-Peso especif. del agua	gr/cm3.	1.00
11.-Gravedad específica sólidos		2.68

CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES

Calicata N° :	1	
Profundidad :	1.50 m.	
Lata N° :	1	2
Peso del recipiente vacío (gr)	116.90	116.90
Peso recip.+ Peso agua destilada + sales (gr)	178.00	177.25
Peso del recipiente + sales (gr)	117.59	117.57
Peso de la sal (gr)	0.69	0.67
Contenido de Sales (%)	1.13	1.11
Contenido Promedio de Sales (%)	1.12	

Calicata N° :	2	
Profundidad :	1.50 m.	
Lata N° :	3	4
Peso del recipiente vacío (gr)	116.90	116.90
Peso recip.+ Peso agua destilada + sales (gr)	179.00	180.00
Peso del recipiente + sales (gr)	117.57	117.59
Peso de la sal (gr)	0.67	0.69
Contenido de Sales (%)	1.08	1.09
Contenido Promedio de Sales (%)	1.09	

Calicata N° :	3	
Profundidad :	1.50 m.	
Lata N° :	5	6
Peso del recipiente vacío (gr)	116.90	116.90
Peso recip.+ Peso agua destilada + sales (gr)	180.00	179.27
Peso del recipiente + sales (gr)	117.55	117.56
Peso de la sal (gr)	0.65	0.66
Contenido de Sales (%)	1.03	1.06
Contenido Promedio de Sales (%)	1.04	

PROCTOR MODIFICADO

SOLICITANTES: **BR. GALLARDO FIGUEROA, MARIA DEL PILAR**
BR. PESCORAN CAMPOS, MANUEL DAVID

PROYECTO: **"ANALISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA AVENIDA LARCO TRAMO AVENIDA HUAMÁN Y AVENIDA FÁTIMA DE LA CIUDAD DE TRUJILLO"**

UBICACIÓN: **VICTOR LARCO HERRERA - TRUJILLO - LA LIBERTAD**

FECHA: **MAYO DEL 2019** CALICATA : **C-1**

PROCTOR MODIFICADO

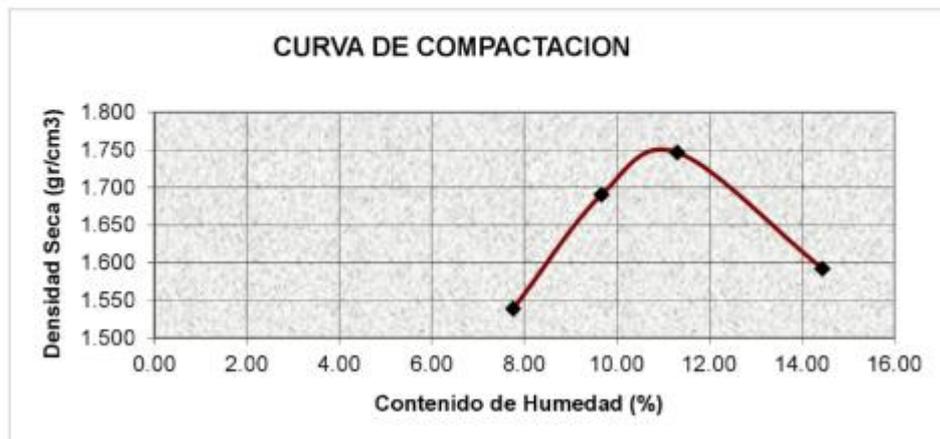
DETERMINACION	N°	1	2	3	4
PESO MOLDE +MUESTRA	gr.	3555	3740	3825	3710
PESO DEL MOLDE	gr.	1990	1990	1990	1990
PESO DE LA MUESTRA	gr.	1565	1750	1835	1720
DENSIDAD HUMEDA	gr./cc.	1.658	1.854	1.944	1.822
DENSIDAD SECA	gr./cc.	1.539	1.690	1.746	1.592

CONTENIDO DE HUMEDAD

TARA	N°	I	II	III	IV
PESO DE LA TARA	gr.	19.00	17.60	20.20	19.72
PESO TARA+SUELO HUMEDO	gr.	85.00	90.00	92.00	93.50
PESO TARA +SUELO SECO	gr.	80.25	83.62	84.71	84.19
PESO DEL AGUA	gr.	4.75	6.38	7.29	9.31
PESO DEL SUELO SECO	gr.	61.25	66.02	64.51	64.47
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	7.76	9.66	11.30	14.44

CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMO : 11.2 %

DENSIDAD MAXIMA : 1.75 (gr/cm3)



PROCTOR MODIFICADO

SOLICITANTES: **BR. GALLARDO FIGUEROA, MARIA DEL PILAR**
BR. PESCORAN CAMPOS, MANUEL DAVID

PROYECTO: **"ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA AVENIDA LARCO TRAMO AVENIDA HUAMÁN Y AVENIDA FÁTIMA DE LA CIUDAD DE TRUJILLO"**

UBICACIÓN: **VICTOR LARCO HERRERA - TRUJILLO - LA LIBERTAD**

FECHA: **MAYO DEL 2019** CALICATA : **C-2**

PROCTOR MODIFICADO

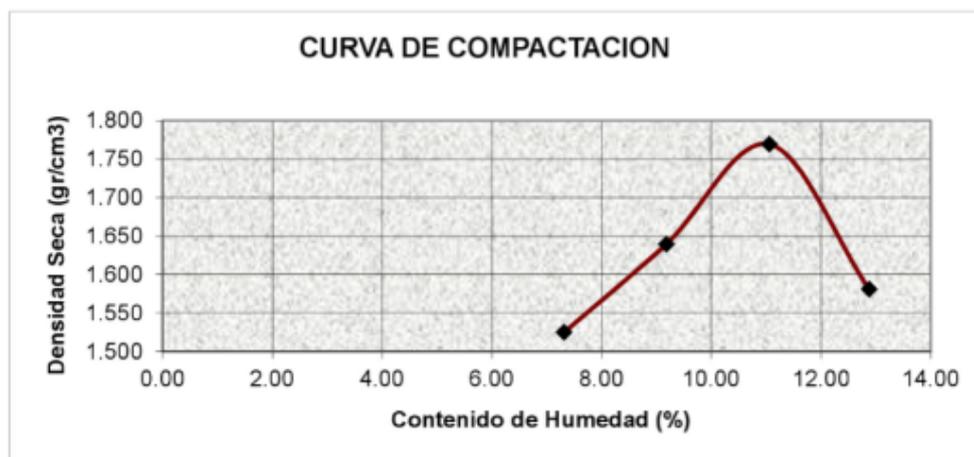
DETERMINACION	Nº	1	2	3	4
PESO MOLDE +MUESTRA	gr.	3535	3680	3845	3675
PESO DEL MOLDE	gr.	1990	1990	1990	1990
PESO DE LA MUESTRA	gr.	1545	1690	1855	1685
DENSIDAD HUMEDA	gr./cc.	1.637	1.790	1.965	1.785
DENSIDAD SECA	gr./cc.	1.525	1.640	1.769	1.581

CONTENIDO DE HUMEDAD

TARA	Nº	I	II	III	IV
PESO DE LA TARA	gr.	18.77	19.84	20.90	19.84
PESO TARA+SUELO HUMEDO	gr.	83.00	85.00	87.50	85.50
PESO TARA +SUELO SECO	gr.	78.62	79.52	80.87	78.01
PESO DEL AGUA	gr.	4.38	5.48	6.63	7.49
PESO DEL SUELO SECO	gr.	59.85	59.68	59.97	58.17
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	7.32	9.18	11.06	12.88

CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMO :11.0 %

DENSIDAD MAXIMA : 1.77 (gr/cm³)



PROCTOR MODIFICADO

SOLICITANTES: **BR. GALLARDO FIGUEROA, MARIA DEL PILAR**
BR. PESCORAN CAMPOS, MANUEL DAVID

PROYECTO: **"ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA AVENIDA LARCO TRAMO AVENIDA HUAMÁN Y AVENIDA FÁTIMA DE LA CIUDAD DE TRUJILLO"**

UBICACIÓN: **VICTOR LARCO HERRERA - TRUJILLO - LA LIBERTAD**

FECHA: **MAYO DEL 2019** CALICATA : **C-3**

PROCTOR MODIFICADO

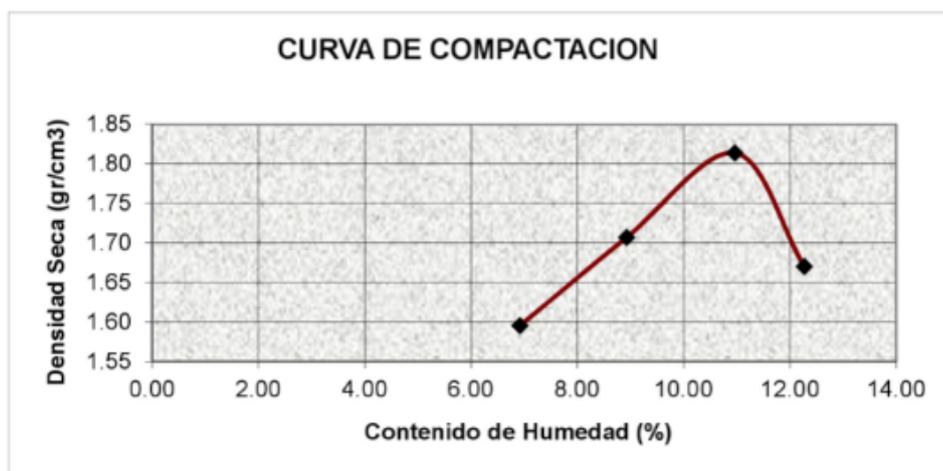
DETERMINACION	N°	1	2	3	4
PESO MOLDE +MUESTRA	gr.	3600	3745	3890	3760
PESO DEL MOLDE	gr.	1990	1990	1990	1990
PESO DE LA MUESTRA	gr.	1610	1755	1900	1770
DENSIDAD HUMEDA	gr./cc.	1.706	1.859	2.013	1.875
DENSIDAD SECA	gr./cc.	1.595	1.707	1.814	1.670

CONTENIDO DE HUMEDAD

TARA	N°	I	II	III	IV
PESO DE LA TARA	gr.	19.84	20.00	19.50	19.84
PESO TARA+SUELO HUMEDO	gr.	90.00	87.50	95.00	100.00
PESO TARA +SUELO SECO	gr.	85.46	81.97	87.54	91.24
PESO DEL AGUA	gr.	4.54	5.53	7.46	8.76
PESO DEL SUELO SECO	gr.	65.62	61.97	68.04	71.40
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	6.92	8.92	10.96	12.27

CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMO : 10.9 %

DENSIDAD MAXIMA: 1.81 (gr/cm³)



ENSAYO DE CBR

SOLICITANTES: **BR. GALLARDO FIGUEROA, MARIA DEL PILAR**

BR. PESCORAN CAMPOS, MANUEL DAVID

PROYECTO: **"ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA AVENIDA LARCO TRAMO AVENIDA HUAMÁN Y AVENIDA FÁTIMA DE LA CIUDAD DE TRUJILLO"**

UBICACIÓN: **VICTOR LARCO HERRERA - TRUJILLO - LA LIBERTAD**

FECHA: **MAYO DEL 2019**

CALICATA: **C-1**

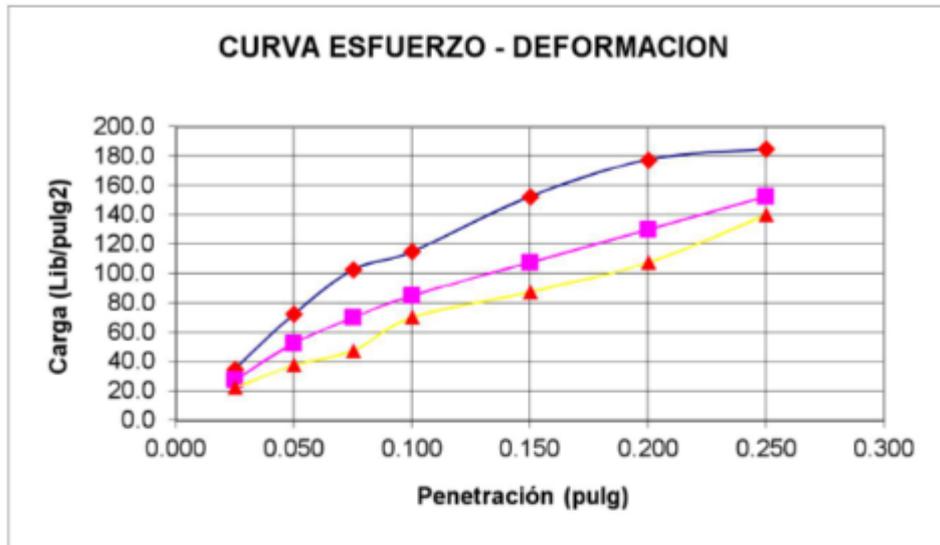
DETERMINACION	COMP. 56 GOLPES		COMP. 25 GOLPES		COMP. 13 GOLPES		
	MOLDEO	SATURADO	MOLDEO	SATURADO	MOLDEO	SATURADO	
1 PESO MOLDE +MUESTRA gr.	11246	11530	11156	11308	10964	11163	
2 PESO DEL MOLDE gr.	7165	7165	7165	7165	7165	7165	
3 PESO DE LA MUESTRA gr.	4081	4365	3991	4143	3799	3998	
4 DENSIDAD HUMEDA gr./cc.	1.928	2.062	1.885	1.957	1.795	1.889	
5 DENSIDAD SECA gr./cc.	1.752	1.738	1.695	1.644	1.635	1.592	
CONTENIDO DE HUMEDAD							
6 PESO DE LA TARA gr.	40	40	40	40	40	40	
7 TARA+SUELO HUMEDO gr.	92.3	135.45	86.3	128.6	92.1	130.65	
8 TARA +SUELO SECO gr.	87.54	120.46	81.63	114.42	87.47	116.42	
9 PESO DEL AGUA gr.	4.76	14.99	4.67	14.18	4.63	14.23	
10 PESO DEL SUELO SECO gr.	47.54	80.46	41.63	74.42	47.47	76.42	
11 CONT. DE HUMEDAD %	10.01	18.63	11.22	19.05	9.75	18.62	

PENETRACION

PENET. PUL- GADAS	COMP. 56 GOLPES				COMP. 25 GOLPES			COMP. 13 GOLPES		
	LECTURA DIAL			LECTURA DIAL			LECTURA DIAL			
		LIBRAS	Libs./Pulg.2		LIBRAS	Libs./Pulg.2		LIBRAS	Libs./Pulg.2	
0.025	14	105.0	35.0	11	82.5	27.5	9	67.5	22.5	
0.050	29	217.5	72.5	21	157.5	52.5	15	112.5	37.5	
0.075	41	307.5	102.5	28	210.0	70.0	19	142.5	47.5	
0.100	46	345.0	115.0	34	255.0	85.0	28	210.0	70.0	
0.150	61	457.5	152.5	43	322.5	107.5	35	262.5	87.5	
0.200	71	532.5	177.5	52	390.0	130.0	43	322.5	107.5	
0.250	74	555.0	185.0	61	457.5	152.5	56	420.0	140.0	

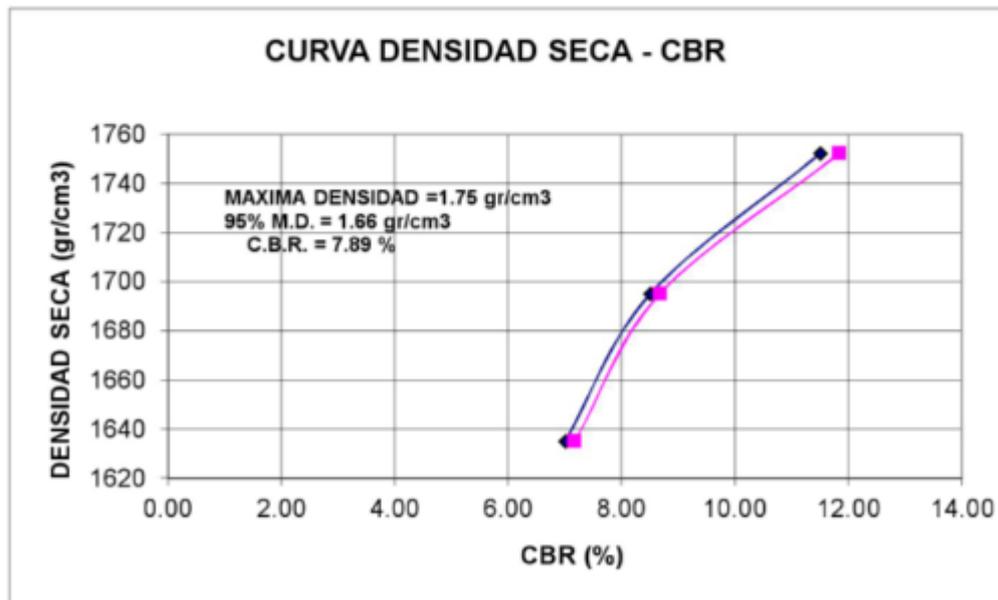
EXPANSIÓN

HORAS	L. DIAL	mm.	%	L. DIAL	mm.	%	L. DIAL	mm.	%
0.00	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
96.00	0	0	0.00	0	0	0.0	0	0	0.0



Carga Unitaria	Lbs/plg ²	C.B.R (%)
0.1"	115.0	11.50
0.2"	177.5	11.83
0.1"	85.0	8.50
0.2"	130.0	8.67
0.1"	70.0	7.00
0.2"	107.5	7.17

Densidad Seca (gr/cm ³)	1635	1695	1752
Numero de Golpes	13	25	56
C.B.R	0.1"	7.00	8.50
	0.2"	7.17	8.67



ENSAYO DE CBR

SOLICITANTES: **BR. GALLARDO FIGUEROA, MARIA DEL PILAR**

BR. PESCORAN CAMPOS, MANUEL DAVID

PROYECTO: **"ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA AVENIDA LARCO TRAMO AVENIDA HUAMÁN Y AVENIDA FÁTIMA DE LA CIUDAD DE TRUJILLO"**

UBICACIÓN: **VICTOR LARCO HERRERA - TRUJILLO - LA LIBERTAD**

FECHA: **MAYO DEL 2019**

CALICATA: **C-2**

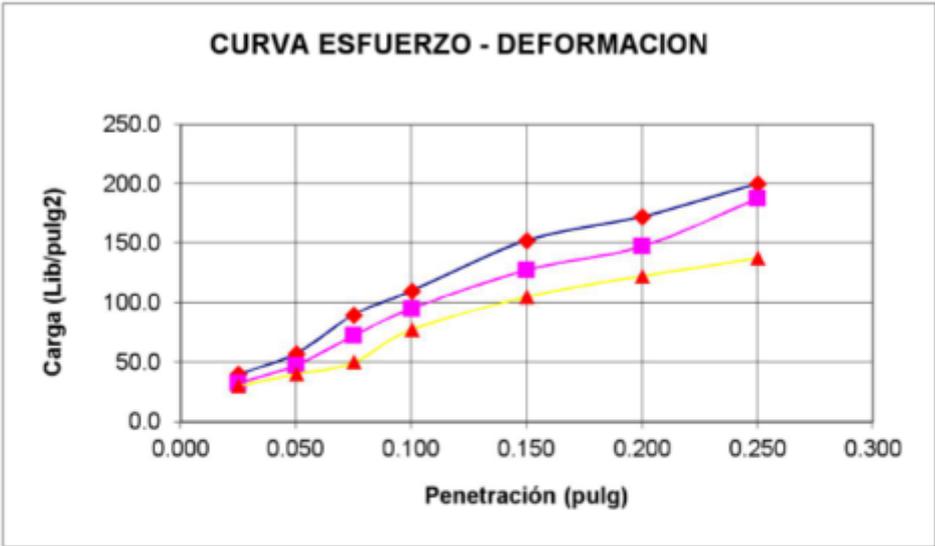
	DETERMINACION	COMP. 56 GOLPES		COMP. 25 GOLPES		COMP. 13 GOLPES	
		MOLDEO	SATURADO	MOLDEO	SATURADO	MOLDEO	SATURADO
1	PESO MOLDE +MUESTRA gr.	11319	11524	11206	11422	11130	11325
2	PESO DEL MOLDE gr.	7165	7165	7165	7165	7165	7165
3	PESO DE LA MUESTRA gr.	4154	4359	4041	4257	3965	4160
4	DENSIDAD HUMEDA gr./cc.	1.962	2.059	1.909	2.011	1.873	1.965
5	DENSIDAD SECA gr./cc.	1.776	1.719	1.746	1.692	1.675	1.638
CONTENIDO DE HUMEDAD							
6	PESO DE LA TARA gr.	40	40	40	40	40	40
7	TARA+SUELO HUMEDO gr.	85.6	110.24	90.21	105.69	80.35	103.2
8	TARA +SUELO SECO gr.	81.28	98.65	85.93	95.28	76.09	92.69
9	PESO DEL AGUA gr.	4.32	11.59	4.28	10.41	4.26	10.51
10	PESO DEL SUELO SECO gr.	41.28	58.65	45.93	55.28	36.09	52.69
11	CONT. DE HUMEDAD %	10.47	19.76	9.32	18.83	11.80	19.95

PENETRACION

PENET. PUL- GADAS	COMP. 56 GOLPES				COMP. 25 GOLPES			COMP. 13 GOLPES		
	LECTURA DIAL	LIBRAS		LIBS./Pulg.2	LECTURA DIAL	LIBRAS		LECTURA DIAL	LIBRAS	
		LIBRAS	LIBS./Pulg.2			LIBRAS	LIBS./Pulg.2		LIBRAS	LIBS./Pulg.2
0.025	16	120.0	40.0	13	97.5	32.5	12	90.0	30.0	
0.050	23	172.5	57.5	19	142.5	47.5	16	120.0	40.0	
0.075	36	270.0	90.0	29	217.5	72.5	20	150.0	50.0	
0.100	44	330.0	110.0	38	285.0	95.0	31	232.5	77.5	
0.150	61	457.5	152.5	51	382.5	127.5	42	315.0	105.0	
0.200	69	517.5	172.5	59	442.5	147.5	49	367.5	122.5	
0.250	80	600.0	200.0	75	562.5	187.5	55	412.5	137.5	

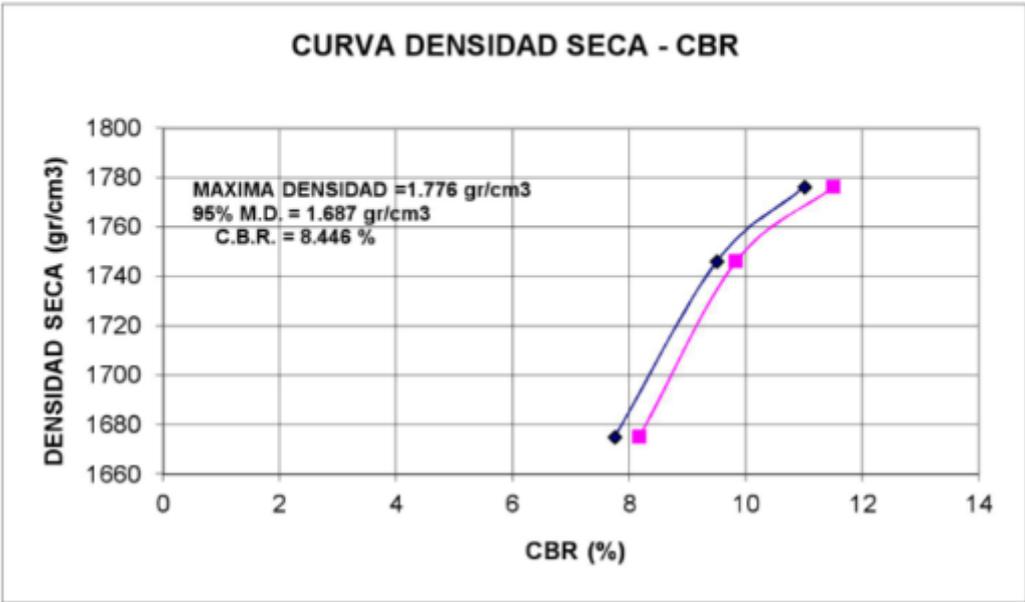
EXPANSIÓN

HORAS	L. DIAL	mm.	%	L. DIAL	mm.	%	L. DIAL	mm.	%
0.00	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
96.00	0	0	0.00	0	0	0.0	0	0	0.0



Carga Unitaria	Lbs/plg ²	C.B.R (%)
0.1"	110.0	11
0.2"	172.5	11.5
0.1"	95.0	9.5
0.2"	147.5	9.83
0.1"	77.5	7.75
0.2"	122.5	8.17

Densidad Seca (gr/cm ³)	1675	1746	1776	
Numero de Golpes	13	25	56	
C.B.R	0.1"	7.75	9.5	11
	0.2"	8.17	9.83	11.5



ENSAYO DE CBR

SOLICITANTES: **BR. GALLARDO FIGUEROA, MARIA DEL PILAR**

BR. PESCORAN CAMPOS, MANUEL DAVID

PROYECTO: **“ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA AVENIDA LARCO TRAMO AVENIDA HUAMÁN Y AVENIDA FÁTIMA DE LA CIUDAD DE TRUJILLO”**

UBICACIÓN: **VICTOR LARCO HERRERA - TRUJILLO - LA LIBERTAD**

FECHA: **MAYO DEL 2019**

CALICATA : **C-3**

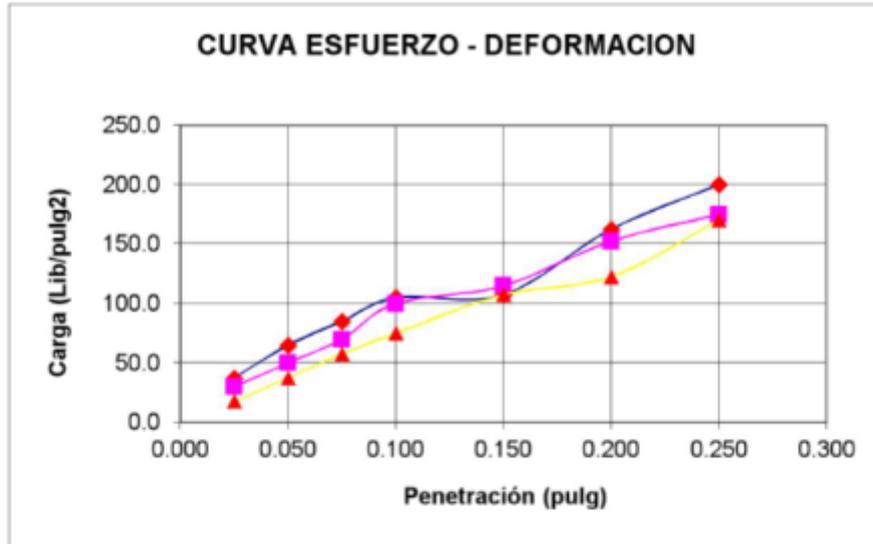
	DETERMINACION	COMP. 56 GOLPES		COMP. 25 GOLPES		COMP. 13 GOLPES	
		MOLDEO	SATURADO	MOLDEO	SATURADO	MOLDEO	SATURADO
1	PESO MOLDE +MUESTRA gr.	11382	11520	11250	11400	11083	11165
2	PESO DEL MOLDE gr.	7165	7165	7165	7165	7165	7165
3	PESO DE LA MUESTRA gr.	4217	4355	4085	4235	3918	4000
4	DENSIDAD HUMEDA gr./cc.	1.992	2.057	1.930	2.000	1.851	1.889
5	DENSIDAD SECA gr./cc.	1.815	1.748	1.762	1.721	1.690	1.620
CONTENIDO DE HUMEDAD							
6	PESO DE LA TARA gr.	40	40	40	40	40	40
7	TARA+SUELO HUMEDO gr.	76.5	100.5	81.45	107.6	91.07	115.24
8	TARA +SUELO SECO gr.	73.25	91.42	77.86	98.17	86.64	104.49
9	PESO DEL AGUA gr.	3.25	9.08	3.59	9.43	4.43	10.75
10	PESO DEL SUELO SECO gr.	33.25	51.42	37.86	58.17	46.64	64.49
11	CONT. DE HUMEDAD %	9.77	17.66	9.48	16.21	9.50	16.67

PENETRACION

PENET. PUL- GADAS	COMP. 56 GOLPES				COMP. 25 GOLPES			COMP. 13 GOLPES		
	LECTURA DIAL	LIBRAS		LECTURA DIAL	LIBRAS		LECTURA DIAL	LIBRAS		
		LIBRAS	Libs./Pulg		LIBRAS	Libs./Pulg.2		LIBRAS	Libs./Pulg.2	
0.025	15	112.5	37.5	12	90.0	30.0	7	52.5	17.5	
0.050	26	195.0	65.0	20	150.0	50.0	15	112.5	37.5	
0.075	34	255.0	85.0	28	210.0	70.0	23	172.5	57.5	
0.100	42	315.0	105.0	40	300.0	100.0	30	225.0	75.0	
0.150	43	322.5	107.5	46	345.0	115.0	43	322.5	107.5	
0.200	65	487.5	162.5	61	457.5	152.5	49	367.5	122.5	
0.250	80	600.0	200.0	70	525.0	175.0	68	510.0	170.0	

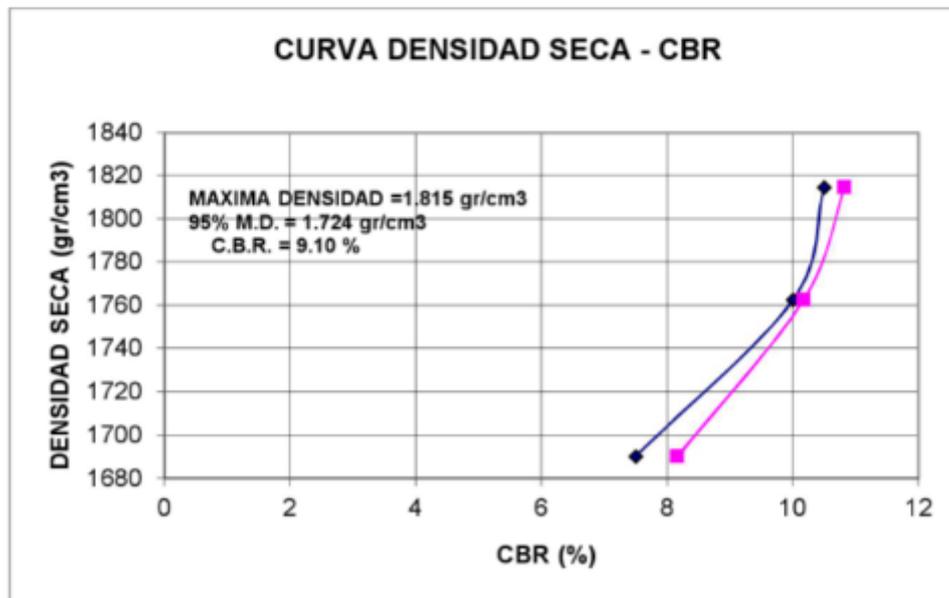
EXPANSIÓN

HORAS	L. DIAL	mm.	%	L. DIAL	mm.	%	L. DIAL	mm.	%
0.00	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
96.00	0	0	0.00	0	0	0.0	0	0	0.0



Carga Unitaria	Lbs/plg ²	C.B.R (%)
0.1"	105.0	10.5
0.2"	162.5	10.83
0.1"	100.0	10
0.2"	152.5	10.17
0.1"	75.0	7.5
0.2"	122.5	8.17

Densidad Seca (gr/cm ³)	1690	1762	1815	
Numero de Golpes	13	25	56	
C.B.R	0.1"	7.5	10	10.5
	0.2"	8.17	10.17	10.83



Fotos de las calicatas realizadas

CALICATA N° 01 – 20/05/2019

CERCA A LA INTERSECCION DE LA AV. LARCO
CON CALLE EDELMIRA



CALICATA N° 02 – 22/05/2019

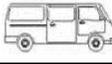
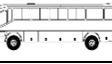
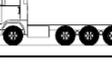
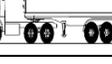
**FRENTE A INTERSECCION DE AV. LARCO
CON CALLE VICTOR RAÚL HAYA DE LA
TORRE**





Fd	0.5
Fc	0.8
Periodo de Diseño	20
Días del Año	365
Fp (Asfalto)	1
Fp (Concreto)	1

Cálculo del número de repeticiones de Ejes Equivalentes

ESTACIÓN			IMDA	PAVIMENTO FLEXIBLE					PAVIMENTO RIGIDO						
				Tasa de Crecimiento	Fca	Fvp	EE día-carril	Nrep de EE	Tasa de Crecimiento	Fca	Fvp	EE día-carril	Nrep de EE		
VEHICULOS	MOTO "L3"		1133	2.00%	24.30	0.0000	0.011	97.46	2.00%	24.30	0.0000	0.009	80.70		
	MOTOTAXI "L5"		79	2.00%	24.30	0.0002	0.003	22.52	2.00%	24.30	0.0001	0.002	18.65		
	AUTO "M1"		10116	2.00%	24.30	0.0005	0.981	8,699.43	2.00%	24.30	0.0004	0.812	7,203.38		
CAMIONETAS	PANEL "N1"		116	2.00%	24.30	0.0005	0.011	99.88	2.00%	24.30	0.0004	0.009	82.71		
	PICK UP "N2"		1335	2.00%	24.30	0.0078	2.071	18,367.45	2.00%	24.30	0.0069	1.838	16,300.37		
	RURAL COMBI "M2"		241	2.00%	24.30	0.0078	0.373	3,312.20	2.00%	24.30	0.0069	0.331	2,939.44		
BUS	B2		1009	2.00%	24.30	2.072	418.006	3,707,102.71	2.00%	24.30	2.120	427.659	3,792,714.01		
	B3-1		8	2.00%	24.30	1.210	2.040	18,095.32	2.00%	24.30	1.663	2.804	24,864.02		
CAMION	C2		29	2.00%	24.30	2.072	11.957	106,037.21	2.00%	24.30	2.120	12.233	108,486.01		
	C3		5	2.00%	24.30	1.511	1.640	14,548.07	2.00%	24.30	2.176	2.363	20,953.84		
	C4		2	2.00%	24.30	1.276	0.504	4,467.72	2.00%	24.30	2.281	0.901	7,986.80		
	SEMI TRAILER T3S3		2	2.00%	24.30	2.296	0.976	8,655.62	2.00%	24.30	4.092	1.740	15,428.67		
								∑ N rep EE	3,889,505.58					∑ N rep EE	3,997,058.60

Hoja de cálculo del diseño del pavimento flexible en caliente

DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN CALIENTE

METODO AASHTO 1993

PROYECTO : "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA AVENIDA LARCO TRAMO AVENIDA HUAMÁN Y AVENIDA FÁTIMA DE LA CIUDAD DE TRUJILLO"

ELABORADO POR : GALLARDO FIGUEROA MARIA DEL PILAR
PESCORAN CAMPOS MANUEL DAVID

FECHA : 19/06/2019

1. REQUISITOS DEL DISEÑO

a) Periodo de diseño en años (t):	20
b) Numero de Ejes Equivalentes: Trafico (W18 = 106 x [{(1+g) t - 1} / g])	3,889,505.58
c) Indice de servicialidad inicial (pi):	4.2
d) Indice de servicialidad final (pt):	2.5
e) Indice de confianza (R%):	85%
f) Desviación estándar normal (ZR):	-1.037
g) Error de combinación estándar (So):	0.45

2. PROPIEDADES DE MATERIALES

a) C.B.R. de la Sub Rasante (%):	8.48 %
b) Modulo de Resiliencia:	12.72 ksi
	Mr=1500 CBR 12,720.00 psi

Pavimentos Urbanos

3. CALCULO DEL NUMERO ESTRUCTURAL (Variar SN Requerido hasta que N18 Nominal = N18 Calculo)

$$\log_{10} (W_{18}) = Z_R \times S_o + 9.36 \times \log_{10} (SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} (\Delta PSI)}{0.40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \times \log_{10} (M_R) - 8.07$$

SN Requerido	G _t	N18 NOMINAL	N18 CALCULO
3.40	-0.20091	6.59	6.59

3. ESTRUCTURACION DEL PAVIMENTO

a. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA

Concreto Asfáltico Convencional (a1):	0.41
Base Granular (a2):	0.14
Sub-Base (a3):	0.12

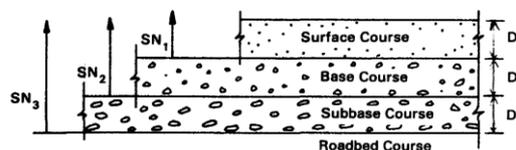
b COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA

Base granular (m2)	1.00
Subbase (m3)	1.00

4. CALCULO DE ESPESORES DE CAPAS DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO: (AASHTO: II-35)

El Número Estructural se calculará con la ecuación de diseño presentada por la AASHTO-93 se interrelacionan con los espesores de capa y drenaje según la expresión:

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



ALTERNATIVA	SNreq	SNresul	D1(cm)	D2(cm)	D3(cm)
1	3.40	3.43	10	20	15
2	3.40	3.45	7	25	20

<--- SE UTILIZÓ

Hoja de cálculo del diseño del pavimento rígido

DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO

Metodo AASHTO 1993

PROYECTO : "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA AVENIDA LARCO TRAMO AVENIDA HUAMÁN Y AVENIDA FÁTIMA DE LA CIUDAD DE TRUJILLO"

ELABORADO POR: GALLARDO FIGUEROA MARIA DEL PILAR
PESCORAN CAMPOS MANUEL DAVID

FECHA : 19/06/2019

1. REQUISITOS DEL DISEÑO

a. PERIODO DE DISEÑO (Años)	20
b. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)	3,997,058.60
c. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)	4.50
d. SERVICIABILIDAD FINAL (pt)	2.50
e. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)	85%
STANDARD NORMAL DEVIATE (Zr)	-1.037
OVERALL STANDARD DEVIATION (So)	0.35

2. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

a. RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO f'c (kg/cm2)	280.00
RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO f'c (psi)	3,974.19
b. MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO Ec (psi)	3,597,328.00
c. MODULO DE ROTURA S'c (psi)	493.00
d. MODULO DE REACCION DE LA SUBRASANTE- K (pci)	210.05
e. TRANSFERENCIA DE CARGA (J)	2.5
f. COEFICIENTE DE DRENAJE (Cd)	1.0

3. CALCULO DEL ESPESOR DE LOSA (Variar D Requerido hasta que N18 Nominal = N18 Calculo)

$$\log_{10} W18 = Z_R * S_o + 7.35 * \log_{10}(D + 1) - 0.06 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right]}{1 + \frac{1.624 * 10^7}{(D + 1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 * p_t) * \log_{10} \left[\frac{S'_c * C_d * (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 * J \left[D^{0.75} - \frac{18.42}{(E_c/k)^{0.25}} \right]} \right]$$

D (pulg)	G _t	N18 NOMINAL	N18 CALCULO
8.290	-0.17609	6.60	6.60

4. ESTRUCTURACION DEL PAVIMENTO

A. ESPESOR DE LOSA REQUERIDO (D), pulgadas	8.29	pulg.
B. ESPESOR DE LOSA REQUERIDO (D), centimetros	21.06	cm
C. ESPESOR DE SUB BASE (SB), pulgadas	6	pulg.
D. ESPESOR DE SUB BASE (SB), centimetros	15	cm

**ANÁLISIS DE PRECIOS
UNITARIOS DEL PAVIMENTO
FLEXIBLE**

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0201001 ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA AVENIDA LARCO TRAMO AVENIDA HUAMÁN Y AVENIDA FÁTIMA DE LA CIUDAD DE TRUJILLO**
 Subpresupuesto **001 PAVIMENTO FLEXIBLE** Fecha presupuesto **19/06/2019**

Partida **03.01.01 LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL**

Rendimiento **m2/DIA MO. 250.0000 EQ. 250.0000** Costo unitario directo por : m2 **1.06**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0640	15.82	1.01
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.01	0.05
						0.05

Partida **03.01.02 TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA OBRA**

Rendimiento **m2/DIA MO. 300.0000 EQ. 300.0000** Costo unitario directo por : m2 **1.42**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0267	15.82	0.42
Materiales						
02130300010001	YESO BOLSA 28 kg	bol		0.0035	24.00	0.08
0231040001	ESTACAS DE MADERA	und		0.0035	30.00	0.11
						0.19
Equipos						
0301000002	NIVEL TOPOGRAFICO	hm	1.0000	0.0267	30.00	0.80
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.42	0.01
						0.81

Partida **03.02.01 CORTE HASTA NIVEL DE SUB RASANTE C/EQUIPO**

Rendimiento **m3/DIA MO. 200.0000 EQ. 200.0000** Costo unitario directo por : m3 **7.12**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0040	24.11	0.10
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0400	21.91	0.88
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0800	15.82	1.27
						2.25
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	2.25	0.07
03011800020004	TRACTOR DE ORUGAS DE 140 - 160 HP	hm	1.0000	0.0400	120.00	4.80
						4.87

Partida **03.02.02 ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE**

Rendimiento **m3/DIA MO. 300.0000 EQ. 300.0000** Costo unitario directo por : m3 **12.77**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0027	24.11	0.07
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.0533	21.91	1.17
						1.24
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.24	0.06
03011600010003	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 HP 3 yd3	hm	1.0000	0.0267	130.00	3.47
03012200040002	CAMION VOLQUETE DE 10 m3	hm	2.0000	0.0533	150.00	8.00
						11.53

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0201001 ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA AVENIDA LARCO TRAMO AVENIDA HUAMÁN Y AVENIDA FÁTIMA DE LA CIUDAD DE TRUJILLO
 Subpresupuesto 001 PAVIMENTO FLEXIBLE Fecha presupuesto 19/06/2019

Partida 03.02.03 NIVELACION DE LA SUB RASANTE C/MOTONIVELADORA

Rendimiento m2/DIA MO. 850.0000 EQ. 850.0000 Costo unitario directo por : m2 5.21

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0009	24.11	0.02
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0094	21.91	0.21
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0376	15.82	0.59
0.82						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.82	0.02
03011000060002	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7-9 ton	hm	1.0000	0.0094	155.00	1.46
03012000010001	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0094	180.00	1.69
03012200050002	CAMION CISTERNA (3,500 GLNS.)	hm	1.0000	0.0094	130.00	1.22
4.39						

Partida 03.03.01 SUB BASE GRANULAR e = 0.15cm

Rendimiento m2/DIA MO. 800.0000 EQ. 800.0000 Costo unitario directo por : m2 12.84

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0100	21.91	0.22
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0400	15.82	0.63
0.85						
Materiales						
02070400010001	MATERIAL GRANULAR PARA SUB-BASE	m3		0.1850	40.00	7.40
7.40						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.85	0.04
03011000060002	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7-9 ton	hm	1.0000	0.0100	155.00	1.55
03012000010001	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0100	180.00	1.80
03012200050001	CAMION CISTERNA (2,500 GLNS.)	hm	1.0000	0.0100	120.00	1.20
4.59						

Partida 03.03.02 BASE GRANULAR e = 0.20m

Rendimiento m2/DIA MO. 800.0000 EQ. 800.0000 Costo unitario directo por : m2 13.77

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0100	21.91	0.22
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0400	15.82	0.63
0.85						
Materiales						
02070400010002	MATERIAL GRANULAR PARA BASE	m3		0.1850	45.00	8.33
8.33						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.85	0.04
03011000060002	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7-9 ton	hm	1.0000	0.0100	155.00	1.55
03012000010001	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0100	180.00	1.80
03012200050001	CAMION CISTERNA (2,500 GLNS.)	hm	1.0000	0.0100	120.00	1.20
4.59						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0201001 ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA AVENIDA LARCO TRAMO AVENIDA HUAMÁN Y AVENIDA FÁTIMA DE LA CIUDAD DE TRUJILLO
 Subpresupuesto 001 PAVIMENTO FLEXIBLE Fecha presupuesto 19/06/2019

Partida 03.04.01 BARRIDO DE BASE PARA IMPRIMACION

Rendimiento m2/DIA MO. 4,000.0000 EQ. 4,000.0000 Costo unitario directo por : m2 **2.02**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0101010004	OFICIAL	hh	2.7500	0.0055	17.55	0.10
0101010005	PEON	hh	8.2500	0.0165	15.82	0.26
0.36						
Materiales						
0290130005	ESCOBAS	und		0.0010	5.00	0.01
0.01						
Equipos						
03012200040002	CAMION VOLQUETE DE 10 m3	hm	5.5000	0.0110	150.00	1.65
1.65						

Partida 03.04.02 IMPRIMACION ASFALTICA

Rendimiento m2/DIA MO. 1,500.0000 EQ. 1,500.0000 Costo unitario directo por : m2 **4.89**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0053	17.55	0.09
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0213	15.82	0.34
0.43						
Materiales						
0201050002	EMULSION ASFALTICA PARA IMPRIMACION	gal		0.3000	10.00	3.00
3.00						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.43	0.02
03012200070001	CAMION BARANDA (4TN)	hm	1.0000	0.0053	120.00	0.64
03013900080002	COCINA DE ASFALTO 320 gl	hm	1.0000	0.0053	150.00	0.80
1.46						

Partida 03.04.03. CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE e = 0.10m

Rendimiento m2/DIA MO. 2,000.0000 EQ. 2,000.0000 Costo unitario directo por : m2 **34.19**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.5000	0.0020	24.11	0.05
0101010003	OPERARIO	hh	3.0000	0.0120	21.91	0.26
0101010004	OFICIAL	hh	3.0000	0.0120	17.55	0.21
0101010005	PEON	hh	8.0000	0.0320	15.82	0.51
1.03						
Materiales						
0201050005	MEZCLA ASFALTICA	m3		0.1200	220.00	26.40
26.40						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		4.0000	1.03	0.04
03011000040001	RODILLO NEUMATICO AUTOPREPULSADO 5.5 - 20 ton	hm	1.0000	0.0040	380.00	1.52
03011000050001	RODILLO TANDEM ESTATICO AUTOPROPULSADO 8-10 ton	hm	1.0000	0.0040	650.00	2.60
03013900020002	PAVIMENTADORA SOBRE ORUGAS 69 HP 10-16'	hm	1.0000	0.0040	650.00	2.60
6.76						

**ANÁLISIS DE PRECIOS
UNITARIOS DEL PAVIMENTO
RÍGIDO**

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0201001** ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA AVENIDA LARCO TRAMO AVENIDA HUAMÁN Y AVENIDA FÁTIMA DE LA CIUDAD DE TRUJILLO
 Subpresupuesto **002** PAVIMENTO RÍGIDO Fecha presupuesto **19/06/2019**

Partida **03.01.01** LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL

Rendimiento **m2/DIA** MO. 250.0000 EQ. 250.0000 Costo unitario directo por : m2 **1.06**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0640	15.82	1.01
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.01	0.05
						0.05

Partida **03.01.02** TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA OBRA

Rendimiento **m2/DIA** MO. 300.0000 EQ. 300.0000 Costo unitario directo por : m2 **1.42**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0267	15.82	0.42
Materiales						
02130300010001	YESO BOLSA 28 kg	bol		0.0035	24.00	0.08
0231040001	ESTACAS DE MADERA	und		0.0035	30.00	0.11
						0.19
Equipos						
0301000002	NIVEL TOPOGRAFICO	hm	1.0000	0.0267	30.00	0.80
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.42	0.01
						0.81

Partida **03.02.01** CORTE HASTA NIVEL DE SUB RASANTE C/EQUIPO

Rendimiento **m3/DIA** MO. 200.0000 EQ. 200.0000 Costo unitario directo por : m3 **7.12**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0040	24.11	0.10
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0400	21.91	0.88
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0800	15.82	1.27
						2.25
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	2.25	0.07
03011800020004	TRACTOR DE ORUGAS DE 140 - 160 HP	hm	1.0000	0.0400	120.00	4.80
						4.87

Partida **03.02.02** ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE

Rendimiento **m3/DIA** MO. 300.0000 EQ. 300.0000 Costo unitario directo por : m3 **12.77**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0027	24.11	0.07
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.0533	21.91	1.17
						1.24
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.24	0.06
03011600010003	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 HP 3 yd3	hm	1.0000	0.0267	130.00	3.47
03012200040002	CAMION VOLQUETE DE 10 m3	hm	2.0000	0.0533	150.00	8.00
						11.53

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0201001 ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA AVENIDA LARCO TRAMO AVENIDA HUAMÁN Y AVENIDA FÁTIMA DE LA CIUDAD DE TRUJILLO**
 Subpresupuesto **002 PAVIMENTO RÍGIDO** Fecha presupuesto **19/06/2019**

Partida **03.02.03 NIVELACION DE LA SUB RASANTE C/MOTONIVELADORA**

Rendimiento **m2/DIA MO. 850.0000 EQ. 850.0000** Costo unitario directo por : m2 **5.21**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0009	24.11	0.02
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0094	21.91	0.21
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0376	15.82	0.59
0.82						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.82	0.02
03011000060002	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7-9 ton	hm	1.0000	0.0094	155.00	1.46
03012000010001	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0094	180.00	1.69
03012200050002	CAMION CISTERNA (3,500 GLNS.)	hm	1.0000	0.0094	130.00	1.22
4.39						

Partida **03.03.01 BASE GRANULAR e=0.15m**

Rendimiento **m2/DIA MO. 800.0000 EQ. 800.0000** Costo unitario directo por : m2 **13.77**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0100	21.91	0.22
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0400	15.82	0.63
0.85						
Materiales						
02070400010002	MATERIAL GRANULAR PARA BASE	m3		0.1850	45.00	8.33
8.33						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.85	0.04
03011000060002	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7-9 ton	hm	1.0000	0.0100	155.00	1.55
03012000010001	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0100	180.00	1.80
03012200050001	CAMION CISTERNA (2,500 GLNS.)	hm	1.0000	0.0100	120.00	1.20
4.59						

Partida **03.04.01 LOSA DE CONCRETO PREMEZCLADO h = 0.20m, f'c = 280kg/cm2**

Rendimiento **m2/DIA MO. 120.0000 EQ. 120.0000** Costo unitario directo por : m2 **57.77**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0067	24.11	0.16
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.1333	21.91	2.92
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0667	17.55	1.17
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.1333	15.82	2.11
6.36						
Materiales						
02190100010018	CONCRETO PREMEZCLADO F'c=280 kg/cm2 CON CEMENTO T-I	m3		0.2100	235.00	49.35
49.35						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	6.36	0.19
0301040004	BOMBA DE CONCRETO 10m3/h	m3		0.1000	15.00	1.50
0301290001	VIBRADOR PARA CONCRETO	hm	1.0000	0.0667	5.54	0.37
2.06						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0201001 ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA AVENIDA LARCO TRAMO AVENIDA HUAMÁN Y AVENIDA FÁTIMA DE LA CIUDAD DE TRUJILLO**
 Subpresupuesto **002 PAVIMENTO RÍGIDO** Fecha presupuesto **19/06/2019**

Partida **03.04.02 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN PAVIMENTO**

Rendimiento **m2/DIA MO. 15.0000 EQ. 15.0000** Costo unitario directo por : m2 **54.37**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0533	24.11	1.29
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.5333	21.91	11.68
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.5333	17.55	9.36
22.33						
Materiales						
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		1.0000	2.53	2.53
02041200010003	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2"	kg		0.3227	3.17	1.02
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		3.8000	5.05	19.19
02310500010005	TRIPLAY DE 1.20X2.40 m X 18 mm	und		0.0850	96.20	8.18
30.92						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	22.33	1.12
1.12						

Partida **03.04.03 CURADO DEL CONCRETO**

Rendimiento **m2/DIA MO. 240.0000 EQ. 240.0000** Costo unitario directo por : m2 **3.04**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	3.0000	0.1000	15.82	1.58
1.58						
Materiales						
0219030002	CURADO DEL CONCRETO	m2		0.0600	21.40	1.28
1.28						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.58	0.08
03014800020003	BROCHA DE NYLON DE 4"	und		0.0100	10.00	0.10
0.18						

Partida **03.05.01 JUNTAS DE CONSTRUCCION**

Rendimiento **m/DIA MO. EQ.** Costo unitario directo por : m **12.96**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0101010004	OFICIAL	hh		0.0800	17.55	1.40
0101010005	PEON	hh		0.2400	15.82	3.80
5.20						
Materiales						
02010500010001	ASFALTO RC-250	gal		0.1330	56.00	7.45
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.0023	67.00	0.15
7.60						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	5.20	0.16
0.16						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0201001 ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA AVENIDA LARCO TRAMO AVENIDA HUAMÁN Y AVENIDA FÁTIMA DE LA CIUDAD DE TRUJILLO
 Subpresupuesto 002 PAVIMENTO RÍGIDO Fecha presupuesto 19/06/2019

Partida 03.05.02 JUNTAS DE CONTRACCION

Rendimiento m/DIA MO. EQ. Costo unitario directo por : m **3.28**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh		0.0040	24.11	0.10
0101010005	PEON	hh		0.0800	15.82	1.27
1.37						
Materiales						
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.1200	12.00	1.44
1.44						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.37	0.07
0301330008	CORTADORA DE PAVIMENTO INC. DISCO	hm		0.0400	10.00	0.40
0.47						

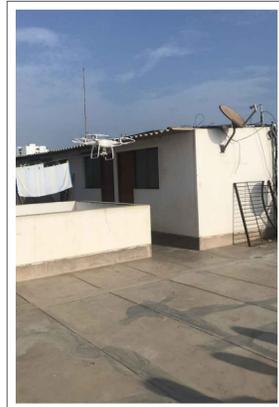
Partida 03.05.03 JUNTAS CON DOWELS

Rendimiento kg/DIA MO. 250.0000 EQ. 250.0000 Costo unitario directo por : kg **16.86**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0032	24.11	0.08
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	21.91	0.70
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	17.55	0.56
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0320	15.82	0.51
1.85						
Materiales						
02040600010006	ACERO LISO EN VARILLAS DE 1" X 6 m	var		1.0500	2.10	2.21
0240070001	PINTURA ANTICORROSIVA	gal		0.2000	63.53	12.71
14.92						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.85	0.09
0.09						

PLANOS

TOPOGRAFÍA DE LA ZONA EN ESTUDIO



ELEVACIÓN DE DRONE PARA ESCANEO DE LA ZONA



TOMANDO PUNTO DE REFERENCIA CON NIVEL DE INGENIEROS



LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON DRONE

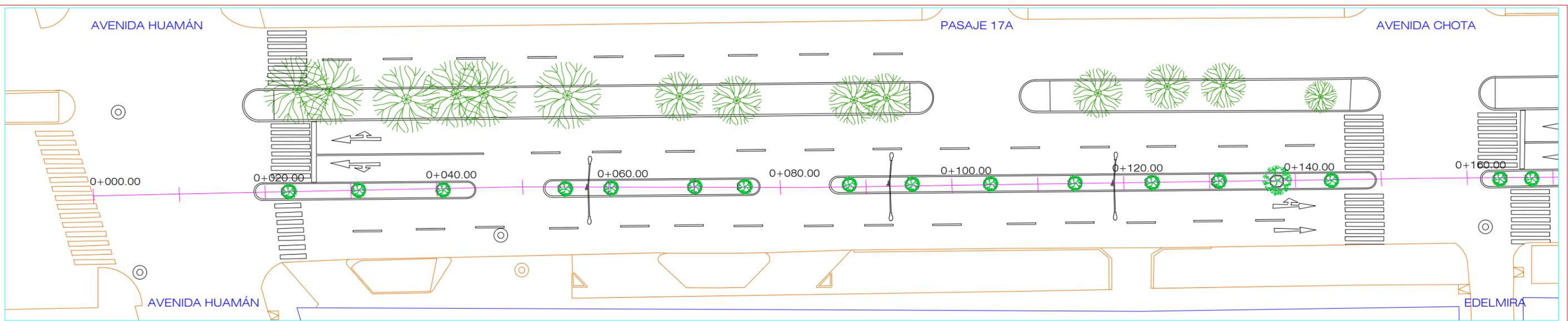


TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA AVENIDA LARCO TRAMO HUAMÁN Y AVENIDA FÁTIMA DE LA CIUDAD DE TRUJILLO".

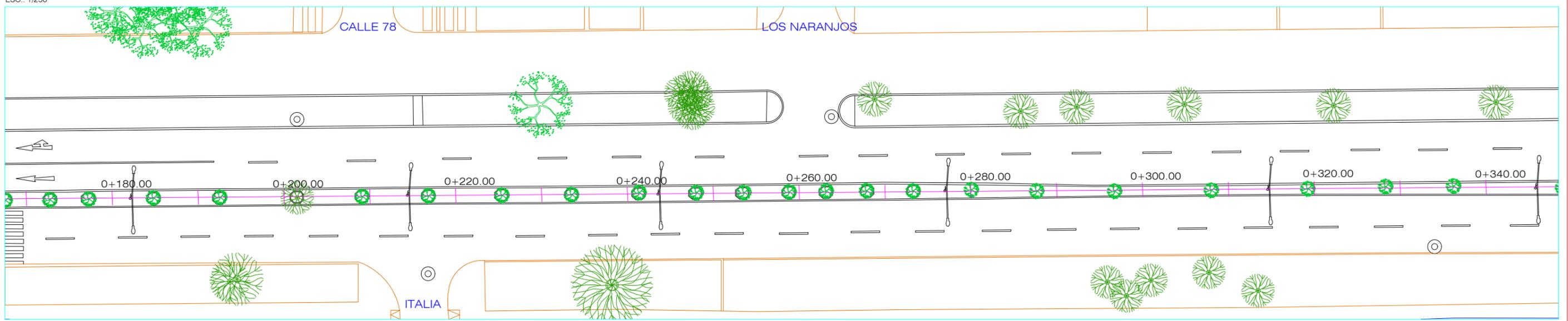
ASESOR: MsSc. LUJAN SILVA ENRIQUE FRANCISCO
 AUTORES: BR. GALLARDO FIGUEROA MARIA DEL PILAR
 BR. PESCORAN CAMPOS MANUEL DAVID

PLANO: TOPOGRAFÍA DEL TRAMO EN ESTUDIO
 FECHA: JUNIO 2019

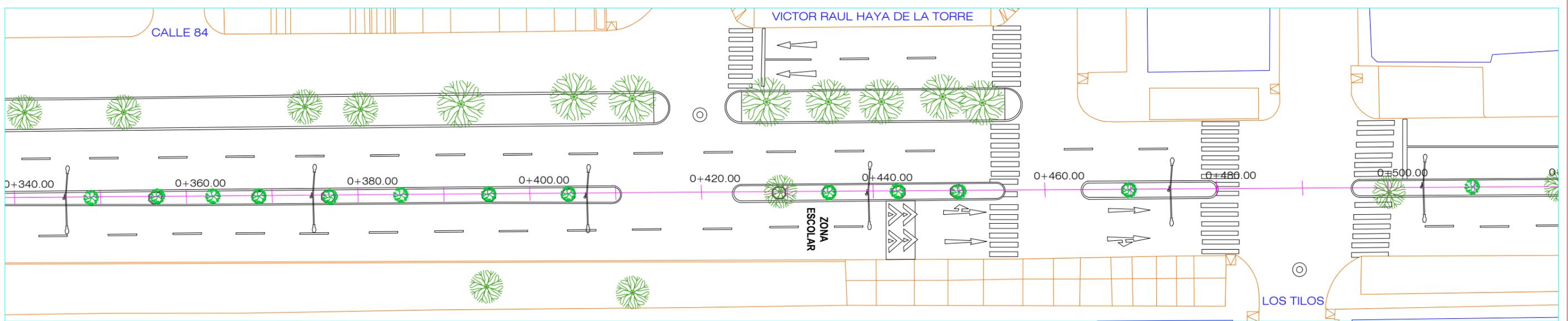
T-01



PROGRESIVA 0.+000.00 - 0+170.00
ESC.: 1/250

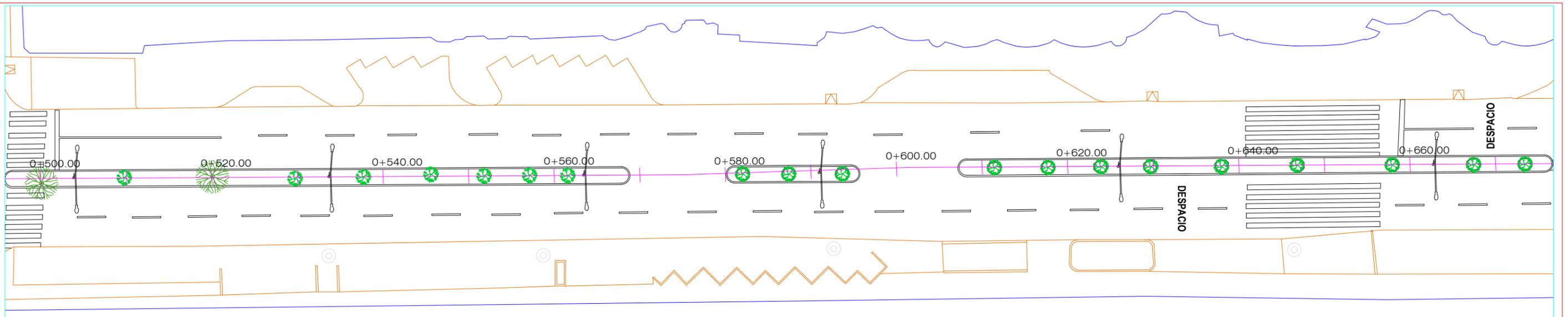


PROGRESIVA 0.+170.00 - 0+340.00
ESC.: 1/250

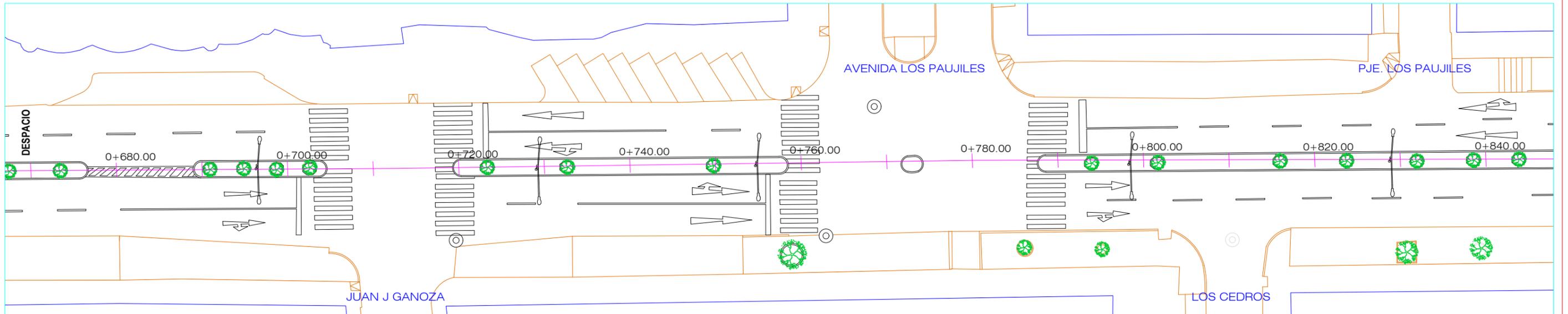


PROGRESIVA 0.+340.00 - 0+510.00
ESC.: 1/250

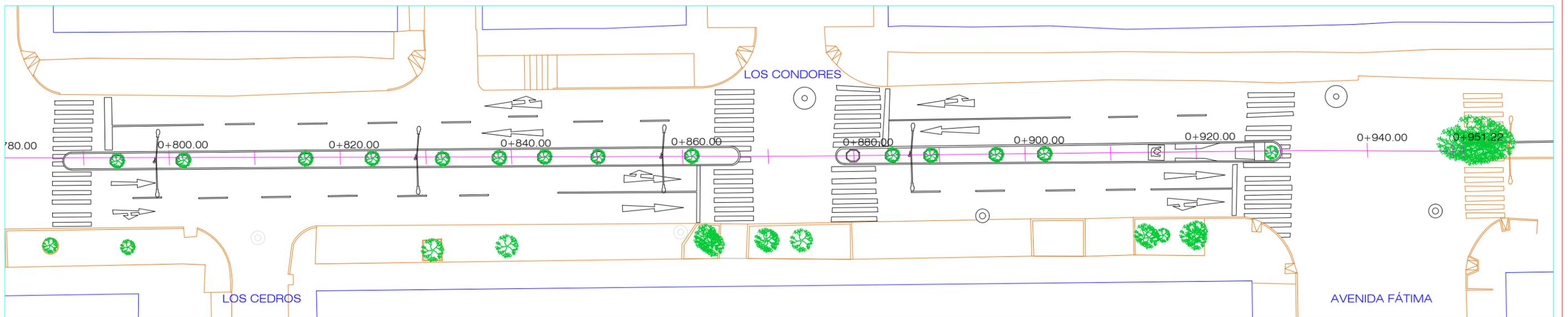
 <p>TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA AVENIDA LARCO TRAMO AVENIDA HUAMÁN Y AVENIDA FÁTIMA DE LA CIUDAD DE TRUJILLO".</p>	<p>ASESOR: MsSc. LUJAN SILVA ENRIQUE FRANCISCO</p>	<p>PLANO: PAVIMENTO FLEXIBLE - URBANISMO</p>	<p>PROGRESIVA: 0+000.00 - 0+510.00</p>	<p>PLANO: PF-01</p>
	<p>AUTORES: BR. GALLARDO FIGUEROA MARIA DEL PILAR BR. PESCORAN CAMPOS MANUEL DAVID</p>	<p>FECHA: JUNIO 2019</p>	<p>ESCALA: INDICADA</p>	



PROGRESIVA 0.+510.00 - 0+670.00
ESC.: 1/250



PROGRESIVA 0.+670.00 - 0+840.00
ESC.: 1/250



PROGRESIVA 0.+790.00 - 0+951.22
ESC.: 1/250



TESIS:
"ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA AVENIDA LARCO TRAMO AVENIDA HUAMÁN Y AVENIDA FÁTIMA DE LA CIUDAD DE TRUJILLO".

ASESOR:
MsSc. LUJAN SILVA ENRIQUE FRANCISCO

AUTORES:
BR. GALLARDO FIGUEROA MARIA DEL PILAR
BR. PESCORAN CAMPOS MANUEL DAVID

PLANO:
PAVIMENTO FLEXIBLE - URBANISMO

FECHA:
JUNIO 2019

PROGRESIVA:
0+510.00 - 0+951.22

ESCALA:
INDICADA

PLANO:
PF-02

CORTE TRANSVERSAL DE PAVIMENTO

