

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



**“ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO DE
LOSA CORTA Y EL PAVIMENTO RÍGIDO TRADICIONAL EN LA ZONA EL
TRÓPICO, DISTRITO DE HUANCHACO, TRUJILLO- LA LIBERTAD”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: TRANSPORTES

AUTORES:

BR. GÓMEZ BENITES, WILMER MARIANO

BR. RIVERO AVILA, BRYAN EDUARDO

ASESOR:

MS. ING. BURGOS SARMIENTO, TITO ALFREDO

TRUJILLO - PERÚ

2019

RESOLUCIÓN N°01524-2019-FI-UPAO

**“ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO DE
LOSA CORTA Y EL PAVIMENTO RÍGIDO TRADICIONAL EN LA ZONA EL
TRÓPICO, DISTRITO DE HUANCHACO, TRUJILLO- LA LIBERTAD”**

JURADO CALIFICADOR

.....
Dr. ENRIQUE LUJAN SILVA
CIP N° 54460
PRESIDENTE

.....
ING. GILBERTO ANAXIMANDRO VELASQUEZ DIAZ
CIP:29040
SECRETARIO

.....
ING. JORGE ANTONIO VEGA BENITES
CIP:78666
VOCAL

.....
ING. TITO ALFREDO BURGOS SARMIENTO
CIP: 82596
ASESOR

DEDICATORIA

A Dios, por hacer de mí una persona de bien y por darme fuerzas para seguir adelante cada día, a mis padres Leonor y Antonio, por su apoyo incondicional, por ser mi guía y fortaleza en mi formación profesional, a mi familia en general que de una u otra forma me apoyaron para lograr cumplir mis metas planteadas en mi ciclo de vida profesional.

Br. GOMEZ BENITES WILMER MARIANO

A Dios, por ser mi guía en las decisiones que se me presentan día a día, a mis padres Gladys y Victor, por todo su apoyo en este camino, guiándome a ser una mejor persona y dándome la fortaleza y la confianza para poder culminar esta etapa de la mejor manera, a mi familia y amigos en general que formaron parte de este proceso, sin todo ello no hubiera sido posible cumplir este período tan importante en mi vida.

Br. RIVERO AVILA BRYAN EDUARDO

AGRADECIMIENTO

A Dios por brindar salud, sabiduría y guiar siempre por el camino de bien y permitir cumplir este fin.

Nuestro especial agradecimiento a la Universidad Privada Antenor Orrego, a la plana docente de la carrera profesional de ingeniería civil, quienes con su apoyo permanente, científico y tecnológico que han inculcado cada día en nuestra etapa universitaria para así lograr la culminación de nuestra carrera profesional.

Nuestro más profundo agradecimiento al Ms. Ing. Tito Burgos Sarmiento, asesor de la presente tesis, quien con su apoyo permanente y estímulo constante en la recopilación, búsqueda de información y conocimientos, han hecho posible la culminación de la presente tesis.

RESUMEN

La investigación presentada a continuación se desarrolló en la Zona el Trópico, la cual conecta la Av. Vista Hermosa del Distrito La Esperanza y la Av. Mansiche del Distrito de Huanchaco, siendo una investigación descriptiva – correlacional. El objetivo principal fue el de determinar el análisis comparativo del Diseño de Pavimento Rígido de Losa Corta y el Pavimento Rígido Tradicional en la Zona El Trópico, Distrito De Huanchaco, Trujillo- La Libertad, para cual se tuvo que obtener las variables y parámetros de ambos métodos de diseño para encontrar cual es el diseño más recomendable en base a durabilidad, economía y tiempo de ejecución.

En el caso del diseño de pavimento rígido tradicional se diseñó en base a la metodología AASHTO 93 y para el diseño de pavimento rígido de losas cortas nos basamos en la metodología chilena TCPavements con la ayuda del software OPTIPAVE2.

Se realizaron estudios preliminares como parte de los parámetros que se necesitan para determinar los espesores en ambos tipos de metodología, como el estudio de suelo, el cual determino que es un suelo que contiene grava, arena y limos, obteniendo un CBR de diseño de 58.43%, también se realizó un estudio de tráfico, el cual determino que el número de repeticiones de ejes equivalentes, fue de 5'416,298.510.

Los resultados obtenidos en el pavimento rígido tradicional (AASHTO 93) es de una carpeta de rodadura de 20 cm de espesor, con una subbase de 15 cm, el cual tuvo un presupuesto de S/. 2,990,609.97 y un tiempo de ejecución de 162 días calendarios y en el caso del pavimento rígido de losa corta (TCP) se obtuvo un espesor en la carpeta de rodadura de 12 cm, con una subbase de 15 cm, teniendo un presupuesto de S/. 2,415,361.92 y un tiempo de ejecución de 100 días calendarios.

La conclusión a la que se llegó es que el Pavimento Rígido de Losa Corta sería el más recomendable debido a que se reduce el costo en un 19.24% en relación a el Pavimento Rígido Tradicional (AASHTO 93), teniendo además una diferencia de 62 días en el tiempo de ejecución.

Palabra clave: Pavimento Rígido, AASHTO 93, Losa Corta, TCP.

ABSTRACT

The investigation presented below was developed in the Tropic Zone, which connects Av. Vista Hermosa of La Esperanza District and Av. Mansiche of Huanchaco District, being a descriptive - correlational investigation. The main objective was to determine the comparative analysis of the Design of Rigid Pavement of Losa Corta and Traditional Rigid Pavement in the Tropic Zone, District of Huanchaco, Trujillo-La Libertad, for which the variables and parameters of both had to be obtained Design methods to find the most recommended design based on durability, economy and execution time.

In the case of the traditional rigid pavement design, it was designed based on the AASHTO 93 methodology and for the design of rigid pavement of short slabs we rely on the Chilean methodology TCPavements with the help of OPTIPAVE2 software.

Preliminary studies were carried out as part of the parameters needed to determine the thicknesses in both types of methodology, such as the soil study, which determined that it is a soil that contains gravel, sand and silts, obtaining a design CBR of 58.43 %, a traffic study was also carried out, which determined that the number of equivalent axis repetitions was 5'416,298,510.

The results obtained in the traditional rigid pavement (AASHTO 93) is of a rolling folder 20 cm thick, with a subbase of 15 cm, which had a budget of S /. 2,990,609.97 and an execution time of 162 calendar days and in the case of the rigid pavement of short slab (TCP) a thickness in the rolling folder of 12 cm was obtained, with a subbase of 15 cm, having a budget of S /. 2,415,361.92 and an execution time of 100 calendar days.

The conclusion reached is that the Rigid Pavement of Losa Corta would be the most recommended because the cost is reduced by 19.24% in relation to the Traditional Rigid Pavement (AASHTO 93), also having a difference of 62 days in Run time.

Keyword: Rigid Pavement, AASHTO 93, Losa Corta, TCP.

PRESENTACION

Señores miembros del Jurado:

Siguiendo los requerimientos que se establece en el Reglamento de Grados y Títulos, y a las exigencias que se dispone en la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, para poder obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil, por ello situamos a su disposición la presente Tesis titulado: “ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO DE LOSA CORTA Y EL PAVIMENTO RIGIDO TRADICIONAL EN LA ZONA EL TROPICO, DISTRITO DE HUANCHACO, TRUJILLO- LA LIBERTAD”, con la finalidad y convicción de alcanzar una justa evaluación y dictamen.

Atentamente

BR. GÓMEZ BENITES, WILMER MARIANO

BR. RIVERO AVILA, BRYAN EDUARDO

Trujillo, febrero 2020

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	2
1.1.	PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	2
1.2.	OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.2.1.	Objetivo General:	3
1.2.2.	Objetivo Específicos:	3
1.3.	JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO	4
II.	MARCO DE REFERENCIA	6
2.1.	ANTECEDENTES DEL ESTUDIO	6
2.2.	MARCO TEORICO.....	11
2.2.1.	Pavimento	11
2.2.2.	Pavimento Rígido	12
2.2.3.	Exploración de Suelos.....	12
2.2.4.	Caracterización de la Subrasante	14
2.2.5.	Tasas de Crecimiento y Proyección	15
2.2.6.	AASHTO 93	16
2.2.7.	Losas Cortas:.....	17
2.3.	MARCO CONCEPTUAL	18
2.4.	HIPÓTESIS	20
2.5.	VARIABLES E INDICACIONES.....	21
a.	Variable Independiente.....	21
b.	Variable Dependiente	21
c.	Operacionalización de Variables	21
III.	METODOLOGÍA EMPLEADA.....	23
3.1.	TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACION	23
a.	Tipo de Investigación.....	23
b.	Nivel de Investigación	23
3.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA DE ESTUDIO	23
a.	Población	23
b.	Muestra	23
3.3.	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	23
3.4.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN.....	23
3.5.	PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	23
3.5.1.	Estudio de Tráfico Vial.....	23
3.5.1.1.	Ubicación de la Zona en Estudio	24

3.5.1.2.	Recopilación de Datos	25
3.5.1.2.1.	Conteo de Tránsito Vehicular.....	25
3.5.1.2.2.	Cálculo del IMDA.....	26
3.5.1.2.3.	Cálculo del Factor Direccional (FD) y Factor Carril (FC):.....	27
3.5.1.2.4.	Cálculo de Tasas de Crecimiento y Proyección	28
3.5.1.2.5.	Cálculo de Factores según el Tipo de Vehículo	30
3.5.1.2.6.	Factor de Ajuste por Presión de Neumático	33
3.5.1.2.7.	Cálculo de Eje Equivalente (EE día-carril).....	33
3.5.1.2.8.	Cálculo de Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 tn.....	34
3.5.1.2.9.	Clasificación de Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes.....	35
3.5.2.	Estudio de Mecánica de Suelos.....	36
3.5.2.1.	Recolección de Muestras	36
3.5.2.2.	Resultados del Laboratorio de Suelos	37
3.5.3.	Estudio Topográfico.....	39
3.5.3.1.	Levantamiento Topográfico	39
3.5.3.2.	Trabajo de Gabinete.....	39
IV.	PRESENTACION DE RESULTADOS	42
4.1.	Propuesta de Investigación	42
4.2.	Análisis e Interpretación de Resultados.....	43
4.2.1.	Diseño del Pavimento Rígido Tradicional (AASHTO 93).....	43
4.2.1.1.	Metodología de diseño AASHTO 93	43
4.2.1.2.	Módulo de Reacción de la Sub Rasante (Kc)	45
4.2.1.3.	Módulo Elástico del Concreto:	46
4.2.1.4.	Módulo de Rotura del Concreto (Mr):	47
4.2.1.4.1.	Coeficiente de Transferencia de Carga (J).....	48
4.2.1.4.2.	Coeficiente de Drenaje (Cd)	49
4.2.1.5.	Pérdida de Serviciabilidad (Δ PSI).....	49
4.2.1.6.	Confiabilidad (R) y Desviación Estándar Normal (Zr)	50
4.2.1.7.	Desviación Estándar Total (So).....	51
4.2.1.8.	Número de Repeticiones de EE. de 8.2 ton (W18).....	52
4.2.1.9.	Cálculo del Espesor de la Losa de Diseño	52
4.2.1.9.1.	Método Analítico.....	52
4.2.1.9.2.	Método Gráfico:.....	53
4.2.1.10.	Cálculo de las Juntas Longitudinales y Juntas Transversales:	55
4.2.1.11.	Cálculo de pasadores o Dowells:.....	56
4.2.1.12.	Cálculo de la dimensión de Barras de Amarre	56

4.2.2.	Diseño del Pavimento Rígido de Losas Cortas (TCP)	57
4.2.2.1.	Parámetros del Diseño del Tipo de Pavimento	57
4.2.2.1.1.	Vida de Diseño	57
4.2.2.1.2.	Largo de Losa	57
4.2.2.1.3.	Espesor de Losa de Hormigón	57
4.2.2.1.4.	Tipo de Borde	57
4.2.2.1.5.	Sobreancho en las Losas	58
4.2.2.1.6.	Barras de Transferencia de Carga	58
4.2.2.1.7.	IRI Inicial y IRI Final de Diseño	58
4.2.2.1.8.	Porcentaje de Losas Agrietadas	59
4.2.2.1.9.	Escalonamiento Promedio Final	60
4.2.2.1.10.	Confiabilidad	60
4.2.2.2.	Tráfico	60
4.2.2.2.1.	Tasa de Crecimiento	60
4.2.2.2.2.	Tipo de Tráfico	60
4.2.2.2.3.	Distribución Lateral del Tráfico	61
4.2.2.3.	Propiedades del Hormigón	62
4.2.2.3.1.	Resistencia del Hormigón	62
4.2.2.3.2.	Confiabilidad de la Mezcla	62
4.2.2.3.3.	Desviación Estándar de Diseño	63
4.2.2.3.4.	Aumento de Resistencia 28-90 Días	63
4.2.2.3.5.	Módulo de Elasticidad	64
4.2.2.3.6.	Peso Específico	64
4.2.2.3.7.	Módulo de Poisson	64
4.2.2.3.8.	Coeficiente de Expansión Térmico	64
4.2.2.3.9.	Retracción del Hormigón a 365 Días	65
4.2.2.3.10.	Contenido de Aire	65
4.2.2.3.11.	Relación Agua/Cemento	66
4.2.2.4.	Suelo	66
4.2.2.4.1.	Método de Ensayo de Suelos	66
4.2.2.4.2.	Módulo Resiliente de la Capa	67
4.2.2.4.3.	Módulo de Poisson	67
4.2.2.4.4.	Espesor de la Base	67
4.2.2.4.5.	Resistencia a la Erosión	67
4.2.2.4.6.	Coeficiente de Fricción Pavimento-Base	69
4.2.2.4.7.	Porcentaje de Material Fino en la Subrasante	69

4.2.2.5.	Clima.....	69
4.2.2.5.1.	Gradiente de Construcción	69
4.2.2.5.2.	Temperatura Media de Verano e Invierno	70
4.2.2.5.3.	Temperatura de Fraguado del Hormigón	70
4.2.2.5.4.	Número de Días al año con Precipitaciones.....	71
4.2.2.5.5.	Índice de Congelamiento de la Base	71
4.2.3.	Presupuesto del Pavimento Rígido Tradicional (AASHTO 93).....	72
4.2.4.	Presupuesto del Pavimento Rígido de Losa Corta (TCP)	73
4.2.5.	Cronograma de Ejecución del Pavimento Rígido Tradicional (AASHTO 93).....	74
4.2.6.	Cronograma de Ejecución del Pavimento Rígido de Losas Cortas (TCP).....	75
4.2.7.	Diseño de Vía del Pavimento Rígido Tradicional (AASHTO 93)	76
4.2.8.	Diseño de Vía del Pavimento Rígido de Losas Cortas (TCP)	77
4.3.	PRUEBA DE HIPOTESIS.....	77
V.	DISCUSION DE LOS RESULTADOS	79
	CONCLUSIONES	83
	RECOMENDACIONES	84
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	85
	ANEXOS	87

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tipos de Tráfico	20
Tabla 2. Operacionalización de Variables	21
Tabla 3. Técnicas e Instrumentos de Investigación	23
Tabla 4. Conteo de Vehículos.....	26
Tabla 5. Cálculo del Índice Medio Semanal (IMDs).....	26
Tabla 6. Cálculo del Índice Medio Diario Anual (IMDA)	27
Tabla 7. Factores de Distribución Direccional y de Carril para determinar el Tránsito en el Carril de Diseño	28
Tabla 8. Tasa de crecimiento promedio anual de la población censada, según provincia, 1981 - 1993, 1993 - 2007 y 2017 - 2017	28
Tabla 9. Producto Bruto Interno por Años, según Departamentos, Valores a Precios Constantes de 2007	29
Tabla 10. Factores de Crecimiento Acumulado (Fca) Para el Cálculo de Número de Repeticiones de EE.....	30
Tabla 11. Configuración de Ejes	31
Tabla 12. Relación de Cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) para Pavimentos Rígidos	31
Tabla 13. Factor de Equivalencia Por Eje y Factor Vehículo	32
Tabla 14. Cálculo de los Ejes Equivalentes (EE día-carril)	34
Tabla 15. Cálculo de Número de Repeticiones de Eje Equivalente de 8.2 tn.	34
Tabla 16. Número de Repeticiones de E.E. de 8.2 tn.	35
Tabla 17. Tipo de Tráfico Expresado en EE	35
Tabla 18. Recolección de Muestras	36
Tabla 19. Análisis Granulométrico por Tamizado	37
Tabla 20. Contenido de Humedad	37
Tabla 21. Proctor Modificado.....	38
Tabla 22. California Bearing Ratio (CBR).....	38
Tabla 23. Espesores del Pavimento Rígido según AASHTO 93 y de Losa Corta (TCP)	42
Tabla 24. Módulo de Reacción de la Subrasante (K_c)	46
Tabla 25. Módulo Elástico del Concreto según AASHTO 93	47
Tabla 26. Valores Recomendados de Resistencia del Concreto según Rango de Tráfico	47
Tabla 27. Módulo de Rotura del Concreto ($S'c$)	48
Tabla 28. Coeficiente de Transferencia de Carga (J)	48
Tabla 29. Coeficientes de Drenaje de las Capas Granulares	49
Tabla 30. Diferencial de Serviciabilidad ΔPSI , según el Rango de Tráfico.....	50
Tabla 31. Valores recomendados de Nivel de Confiabilidad (R) y Desviación Estándar Normal (Z_r) Para una sola etapa de 20 años según Rango de Tráfico	51
Tabla 32. Dimensiones de Losa.....	55
Tabla 33. Diámetros y longitudes recomendadas en pasadores	56
Tabla 34. Diámetros y Longitudes recomendados en Barras de Amarre	56
Tabla 35. Periodos de Diseño	57

Tabla 36. Tipos de Borde y su Efecto en Términos de Soporte y Circulación del Tráfico	58
Tabla 37. Valores de Rugosidad Admisible IRI (m/km) según tipo de Carretera.....	59
Tabla 38. Valores Recomendados de Porcentaje Máximo Admisible de Losas Agrietadas según la Clasificación de La Vía.....	59
Tabla 39. Confiabilidad según la clasificación de la Vía	60
Tabla 40. Clasificación de Tráfico (ACPA)	60
Tabla 41. Distribución Lateral del Tráfico para un Pavimento con Sobreebanco	61
Tabla 42. Desviación Estándar según Tipo de Borde.....	61
Tabla 43. Valores Recomendados de Resistencia del Concreto según el Tipo de Vía ..	62
Tabla 44. Valores Recomendados de Nivel de Confiabilidad (R) y Desviación Estándar Normal (Zr) Para una sola etapa de 20 años según Rango de Tráfico	63
Tabla 45. Módulo de Elasticidad según TCP	64
Tabla 46. Contenido de Aire	65
Tabla 47. Dependencia entre la Relación Agua-Material Cementante y la Resistencia a Compresión del Concreto	66
Tabla 48. CBR mínimos recomendados para la SubBase Granular de Pavimentos Rígidos según Intensidad de Tráfico expresado en EE	66
Tabla 49. Módulo Resiliente de las Capas	67
Tabla 50. Clasificación de la Resistencia a la Erosión	68
Tabla 51. Porcentaje de Material Fino en la Subrasante	69
Tabla 52. Gradiente Térmico según las Condiciones Climáticas de Pavimentación	69
Tabla 53. Temperatura Promedio de Enero-Junio.....	70
Tabla 54. Temperatura Promedio de Julio-Diciembre	70
Tabla 55. Número de Días con Precipitaciones en el año 2018	71
Tabla 56. Datos del Estudio de Mecánica de Suelos.....	79
Tabla 57. Parámetros y Variables de Diseño del Pavimento Rígido según AASTHO 93	79
Tabla 58. Parámetros y Variables de Diseño del Pavimento Rígido de Losa Corta	80
Tabla 59. Espesores del Pavimento Rígido según AASHTO 93 y de Losa Corta (TCP)	81

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sección Transversal de una Vía	11
Figura 2. Estructura de un Pavimento Rígido.....	12
Figura 3. Signos Convencionales para Perfil de Calicatas – Clasificación AASHTO... 13	
Figura 4. Signos Convencionales para Perfil de Calicatas - Clasificación SUCS.....	14
Figura 5. Número de Calicatas para Exploración de Suelos	15
Figura 6. Ecuación de Diseño de Pavimento Rígido	16
Figura 7. Diferencia del dimensionamiento entre la Losa Tradicional (AASHTO 93) y la de Losa Corta (TCP) (TCPavements).....	18
Figura 8. Ubicación de la Zona de Estudio	24
Figura 9. Ubicación de la Zona de Estudio Similar.....	25
Figura 10. Ubicación de las Calicatas	36
Figura 11. Curvas de Nivel.....	40
Figura 12. Situación Actual de la Vía.....	42
Figura 13. Ecuación de Diseño de Pavimento Rígido	43
Figura 14. Nomograma Para Pavimento Rígido.....	44
Figura 15. Ecuación del Módulo de Reacción de la Sub rasante	46
Figura 16. Cálculo del Espesor de la Losa de Concreto en Nomograma	53
Figura 17. Espesor de Pavimento Rígido	55
Figura 18. Retracción Típica del Hormigón en el Tiempo.....	65

CAPITULO I

I. INTRODUCCIÓN

1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

a. Descripción de la Realidad Problemática

Las vías de comunicación es uno de los medios más importantes para el crecimiento económico a nivel mundial, ya que a través de este medio se logra la distribución de mercancías y además permite el transporte de personas de un lugar a otro, conectando distintos lugares en todo el mundo. Debido a esto, las carreteras se deben diseñar y construir cumpliendo con las especificaciones técnicas recomendadas para lograr un periodo de vida útil prolongado.

Actualmente la provincia de Trujillo vive un período de constante crecimiento y desarrollo tanto económico, tecnológico y social, por lo que su población cada año va creciendo considerablemente, ya que por ser la capital de la región la Libertad, muchas personas migran de diversas provincias, para buscar un bienestar económico, teniendo acceso a mejores oportunidades de educación y mejorar su calidad de vida. Este crecimiento poblacional, genera una demanda de vías de comunicación, permitiendo así estar conectados con los diferentes distritos que conforman la provincia de Trujillo. Estas vías de comunicación tradicionalmente, se vienen realizando con el método de diseño para pavimentos AASHTO, propuesta en la década de los 60, modificada y actualizada en 1993. El diseño del pavimento requiere de factores importantes dentro de los cuales la durabilidad y la inversión económica son fundamentales en la realización de la misma. Siendo la correcta distribución de las distintas solicitaciones de cargas en la losa la que conlleva a tener una vida útil más prolongada. La inversión económica en los pavimentos rígidos es muy elevada debido al espesor de su capa de rodadura, haciendo que las entidades públicas competentes no inviertan en la colocación de pavimento rígido en vías de comunicación de grandes longitudes, optando por construir con pavimento flexible, ya que es más económico, pero poco duradero, generando un mayor mantenimiento y gasto económico a largo plazo.

Debido a esto se requiere de nuevas propuestas que cubran con estos factores de diseño, por lo cual se propone un nuevo método de diseño de Losas Cortas

(TCP), la cual consiste principalmente en la distribución de las cargas y en la reducción del espesor de la capa de rodadura mediante el aumento de juntas de dilatación longitudinales y transversales, logrando un mejor comportamiento estructural y una vida útil más prolongada.

b. Descripción del Problema

La interconexión de la Av. Mansiche (Huanchaco) y la Av. Vista Hermosa (La Esperanza) es una vía importante que conecta dos distritos que están en constante crecimiento poblacional, la cual no es recurrentemente usada debido a que no se encuentra pavimentada. Un factor importante es el costo económico que esto requiere. Es por ello que se busca implementar nuevas técnicas de diseño para poder reducir estos costos y tiempos de ejecución.

c. Formulación del Problema

¿Cuál es el diseño más recomendable entre el Pavimento Rígido de Losa Corta (TCP) y el Pavimento Rígido Tradicional (ASSHTO 93) para la zona el Trópico, Distrito de Huanchaco, Trujillo-La Libertad?

1.2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1. Objetivo General:

Determinar el análisis comparativo del Diseño de Pavimento Rígido de Losa Corta y el Pavimento Rígido Tradicional en la Zona El Trópico, Distrito De Huanchaco, Trujillo- La Libertad.

1.2.2. Objetivo Específicos:

- Realizar el Estudio de Tráfico.
- Realizar el Estudio de Mecánica de Suelos.
- Realizar el Estudio Topográfico.
- Determinar las Variables y Parámetros de Diseño.
- Realizar el diseño del Pavimento Rígido Tradicional (AASHTO 93) en la Zona El Trópico, Distrito De Huanchaco, Trujillo- La Libertad.

- Realizar el diseño del Pavimento Rígido de Losa Corta (TCP) con el software OPTIPAVE2, en la Zona El Trópico, Distrito De Huanchaco, Trujillo- La Libertad.
- Determinar el Presupuesto y Cronograma de Ejecución del Pavimento Rígido Tradicional (AASHTO 93).
- Determinar el Presupuesto y Cronograma de Ejecución del Pavimento Rígido de Losa Corta (TCP).
- Determinar cuál es el Diseño de Pavimento más Recomendado para la Zona el Trópico, Distrito De Huanchaco, Trujillo - La Libertad.

1.3. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

Este proyecto comparativo de dos tipos de diseño de pavimentos se justifica de manera académica y técnica debido a que se aplican las metodologías y normativas establecidas en los códigos de diseño para pavimentos e introduce a la aplicación de nuevas técnicas de diseño, dando solución a las diversas necesidades que se presentan a través del tiempo.

Comparar estos dos tipos de pavimentos nos conlleva a determinar cuál de ellos es más económico y factible para que la entidad encargada, haga viable la ejecución de su proyecto con un diseño adecuado, el cual tenga una vida útil más prolongada con menor costo de ejecución y mantenimiento; satisfaciendo la demanda de transitabilidad vehicular y conectando a la población; cumpliendo con las principales consideraciones de funcionalidad, comodidad, seguridad y compatibilidad con el medio ambiente.

Los principales beneficiados con este proyecto son los pobladores del distrito de Huanchaco y La Esperanza, los cuales tendrán una vía alterna de interconexión, la cual permitirá reducir tiempos y costos, evitando el congestionamiento vehicular en otras vías principales.

CAPITULO II

II. MARCO DE REFERENCIA

2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

Internacionales:

Cogollo y Silva (2018), realizaron una investigación titulada “Modelación Numérica de Pavimentos Rígidos mediante Modulación Convencional y de Losas Cortas” , para obtener el título profesional de Especialista en Ingeniería de Pavimentos; realizada en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica de Colombia; con la finalidad de tener resultados precisos especificando las características tales como las dimensiones y espesores de los pavimentos, el objetivo de esta investigación es diseñar las dimensiones a través del software EverFe 2.24, tomando en cuenta las distintas dimensiones en los espesores para así poder comparar con el tercer caso de la tesis del ingeniero Iván Pérez, el cual lo compara con las losas convencionales. Se realizó una continuidad a la tesis denominada “Influencia en la transferencia de carga ocasionada por la incorrecta instalación de dovelas en losas de pavimento rígido mediante un análisis numérico”, sosteniendo el tercer caso en el que las dovelas no presenta variaciones de ángulo sobre la base granular. En este modelamiento se comparó las losas cortas. Siendo modelado en el software de elementos finitos denominado EverFe 2.24 con la finalidad de hacer una comparación entre estos dos métodos, simulando en las losas cortas un vehículo de 12 Ton el cual se desplaza y determina los esfuerzos máximos de “Cortante” y “Momento”, variando los desplazamientos de los ejes en cada losa. Por lo que las losas cortas se fundamentaron a través de parámetros similares de la tesis mencionada, dando continuidad a la modelación y cálculo de losas cortas diferenciándose con las losas convencionales, no llevando pasadores de transferencia de carga, se realizó el modelamiento con espesores de 8,12,16,20,22 cm desplazando las cargas del vehículo de un eje Tándem de 12 ton a la esquina y el centro interno de las losas, y de esta manera determinar los esfuerzos máximos y mínimos en losas cortas sobre la base granular y así realizar la comparación con las losas convencionales del Pavimento Rígido en el tercer planteamiento basadas en la tesis antes mencionada.

Las conclusiones para esta investigación es que, mediante este método de diseño se puede optimizar las dimensiones de las losas cortas, minimizando hasta el espesor requerido, reduciéndose en un porcentaje considerable el alabeo, puesto que cada

set de ruedas se localizara en cada losa. Este nuevo método de diseño de losas cortas puede reducir su diseño en hasta 8 cm de espesor, minimizando costos de ejecución en hasta un 20% de su costo inicial y una vida útil similar a los pavimentos de losas convencionales.

El aporte principal para nuestro proyecto de investigación es que compara los costos, tiempo de ejecución y espesores según el tipo de diseño Losas Cortas TCP y el pavimento Rígido tradicional AASHTO 93.

López y Uriarte (2013), realizaron una investigación titulada “Método Constructivo de Losas Cortas en Pavimentos de Concreto Hidráulico”, para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, realizada en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Ingeniería – Nicaragua; cuyo objetivo es Realizar una guía constructiva del Método de Losas cortas en pavimentos de concreto hidráulico. Esta investigación, se centra en el estudio de una nueva tecnología denominada Losas Cortas. El cual consiste en reducir las dimensiones de las losas tradicionales. Con esta nueva tecnología, se pueden usar espesores menores en las capas de concreto para las carpetas de rodadura gracias a la disminución de los esfuerzos presentados en las losas, con esto se consigue eliminar la necesidad del uso de acero y se reducen los costos de construcción.

En este documento se redacta una guía constructiva explicando los pasos y métodos utilizados para construir pavimentos de Losas Cortas, así como las especificaciones técnicas generales que permitan a los profesionales asegurar la calidad de la construcción. También se realiza un análisis técnico-económico con el software HDM-4 que muestra los beneficios sobre otras tecnologías utilizadas comúnmente en pavimentos para carreteras, como los son los pavimentos de asfalto y los pavimentos de concreto hidráulico con losas convencionales.

Como conclusiones técnico-económicas, los resultados muestran que el Pavimento de losas Cortas es el más económico, comparándolo con las otras tecnologías.

Los resultados muestran que su costo de construcción es menor comparado con el de las losas convencionales, y que requieren mínimas intervenciones a lo largo de su vida útil para mantener su nivel de servicio.

Esto comprueba que la tecnología de losas cortas es económica y estructuralmente factible para ser utilizada en las vías más importantes del país, además de tener un tiempo de construcción menor comparado con las otras alternativas.

El aporte principal para nuestro proyecto de investigación es que compara técnica y económicamente el pavimento Rígido de Losa Corta TCP con otras tecnologías de diseño de pavimento, siendo el pavimento de Losa corta el más factible, técnica y económicamente.

Sánchez (2014), realizó una investigación titulada “Método de diseño de losas Cortas de dimensiones Optimizadas, en pavimentos de Concreto Hidráulico”, para optar el título profesional de Ingeniero Civil, realizada en la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de el Salvador – Republica de el Salvador.

Basándose en el avance tecnológico en diseño de pavimentos rígidos en distintos países de Latinoamérica como Chile, Perú y Guatemala especialmente pavimento de Losas cortas, y tomando en consideración que las condiciones particulares de cada País son distintas, por lo que aplicarlas a El salvador se obtendría resultados incoherentes; por lo que en esta investigación, se plantea como objetivo Elaborar un Método de diseño de losas de dimensiones superficiales optimizadas, en pavimentos de concreto hidráulico obteniendo como conclusiones que basándose en la configuración de los Ejes de carga y en dimensionamiento de las losas, realizadas en el programa EvereFe, se determina como losas de dimensiones superficiales optimizadas aquellas que un solo test de ruedas se apoya por cada losas en los pavimentos de concreto hidráulico y esto fue posible en losas menores a 2.2x2.2. También realizando una simulación se determinó que las losas de 1.5x1.5m y de 1.8x1.8m, fueron las que proporcionaron los menores esfuerzos generados por las combinaciones de cargas de ejes y de alabeo.

Se concluye también que en la simulación realizada en el software HIPERPAV II, los pavimentos de losas de dimensiones superficiales optimizadas, cumplieron los criterios de comportamiento a largo plazo durante el periodo de diseño de 20 años.

El aporte para nuestra investigación, es una guía en el procedimiento, parámetros, criterios y variables que se utilizan para diseñar un pavimento de Losas Cortas TCP.

Nacionales:

Capani y Dueñas (2013), realizaron una investigación titulada “Estudio y evaluación de pavimentos de concreto por el método TCP en Quintanillapampa, Distrito de Ascensión - Huancavelica”, para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, realizada en la Facultad de Ciencias de Ingeniería de la Universidad Nacional de Huancavelica, en la ciudad de Huancavelica – Perú.

Basándose en que sus calles no se encontraban pavimentadas en un 95%, lo cual dificultaba la circulación de la economía en los pobladores, y los pavimentos rígidos de concreto hidráulico, existentes, se encuentren deterioradas o con fallas estructurales, por diversos factores que intervienen en el periodo de vida de los pavimentos. Es por ello que esta investigación tiene como objetivo demostrar, analizar y diseñar el comportamiento estructural de pavimentos semirrígido con la metodología TCP y compararlas con los pavimentos tradicionales de concreto con juntas en Quintanillapampa.

Esta investigación concluyo que, en el caso de los espesores, los pavimentos TCP eran de 18 cm a 20 cm, y en los pavimentos tradicionales de 20 a 26 cm. También el costo de pavimento según TCP es menor hasta en un 9% frente al costo de pavimentos según AASHTO 93.

El aporte principal para nuestro proyecto de investigación es que compara los costos y espesores según el tipo de ESAL, para el pavimento TCP y el pavimento tradicional AASHTO 93.

Estación y Valverde (2012), realizaron una investigación titulada “Aplicación de la tecnología de pavimento TCP en las calles 56 y 78 de la habilitación urbana Paseo del Mar – Nuevo Chimbote – Anchas – Perú”, para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, realizada en la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Santa, en la ciudad de Chimbote – Perú.

Se observo que en la mayoría de calles de Chimbote y Nuevo Chimbote se utilizaban un tipo de pavimento flexible, por ser más comercial, sin embargo, se observó un deterioro prematuro de las vías asfaltadas ante el tránsito, estos deterioros hacían que los pavimentos estén en constante realización de altos costos de mantenimiento y reparaciones. Es por ello que esta investigación tiene como objetivo demostrar que la aplicación de la nueva tecnología de Pavimento tipo TCP

en las calles 56 y 78 de la Habilitación Urbana Paseo del Mar cumplen con los requerimientos técnicos y económicos para tener una duración mayor.

Esta investigación concluyo que, la tecnología de pavimentación TCP cumple con el periodo de vida planteado (20 años) y su resistencia ante los EE (160,000), en la parte económica se minimizan los costos del pavimento TCP frente al pavimento rígido tradicional, en un 21,43%.

El aporte principal para nuestro proyecto de investigación es que compara económicamente el pavimento TCP y el pavimento rígido tradicional, aplicando en el caso del pavimento TCP el software OptiPave.

Guzmán y Soncco (2014), realizaron una investigación titulada “Aplicación de la tecnología de pavimento TCP en el Barrio de Santa Rosa, Distrito de Lircay - Angaraes”, para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, realizada en la Facultad de Ingeniería de Minas – Civil de la Universidad Nacional de Huancavelica, en la ciudad de Huancavelica – Perú.

Debido a los altos costos en la ejecución de proyectos de pavimentos de concreto, se vio la forma de emplear nuevas tecnologías, los cuales sean menos costosos, pero a su vez tengan la misma durabilidad y calidad en su vida útil. Es por ello que los investigadores pudieron determinar que el nuevo método TCP cumple con los requerimientos técnicos y económicos en las calles del Barrio de Santa Rosa.

Esta investigación concluyo que, el diseño de losas cortas TCP satisface los estándares necesarios para una buena calidad y durabilidad en la vida útil planteada (20 años) del pavimento, y una resistencia ante los EE (160,000), reduciendo el costo en su ejecución en un 19.64% en comparación con el pavimento rígido tradicional.

La investigación presentada aporta una comparación técnica y económica entre el Pavimento Rígido de Losas Cortas (TCP) y el Tradicional, proponiendo un nuevo diseño de dimensiones reducidas en la losa, que hará que se genere una disminución en la inversión que estos requieren.

2.2. MARCO TEORICO

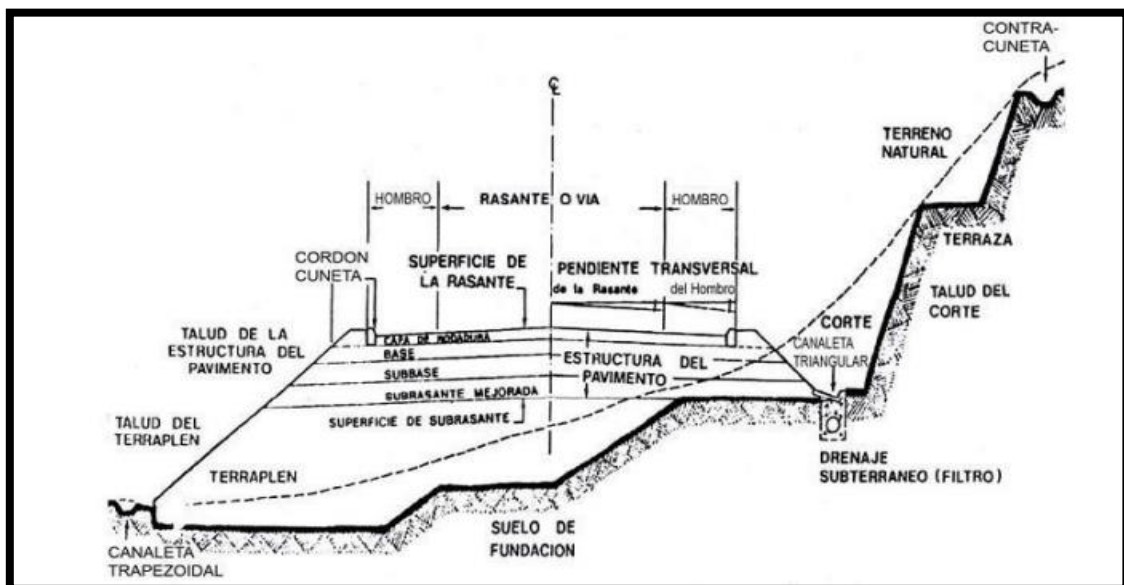
2.2.1. Pavimento:

Los pavimentos son soluciones para la configuración de caminos, siendo concebidos, diseñados y contruidos pensando en mejorar y mantener condiciones óptimas para el tránsito de personas, de bienes y servicios, a lo largo de su vida útil.

Los pavimentos, son estructuras formadas por una carpeta de rodadura y un conjunto de capas granulares, simples o tratadas, que descansan sobre el suelo de cimentación, también conocido como: subrasante. El pavimento está diseñado para transferir y distribuir cargas vehiculares, durante un periodo de tiempo previamente establecido. Dado que, los esfuerzos producidos por el paso de las cargas vehiculares decrecen con la profundidad, se deben colocar los materiales de mayor capacidad portante en las capas superiores. Toda la estructura trabaja para proteger al suelo natural.

Las condiciones requeridas para un adecuado funcionamiento del pavimento son principalmente: anchura, trazo horizontal y vertical, resistencia adecuada a las cargas para evitar las fallas prematuras, y tener una adecuada adherencia vehículo – pavimento, inclusive en condiciones húmedas. **(Becerra salas, (2012) Tópicos de Pavimentos de Concreto; diseño, construcción y supervisión.)**

Figura 1. Sección Transversal de una Vía



Fuente: Elaboración Propia

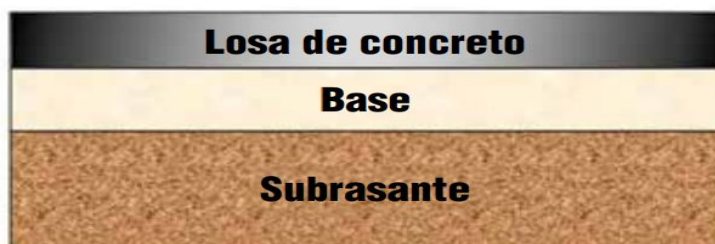
2.2.2. Pavimento Rígido:

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

Es una estructura de pavimento que está conformada por una capa de subbase granular, ésta puede ser de base granular, o puede ser estabilizada o mejorada con cemento, asfalto o cal, y una capa de rodadura de losa de concreto de cemento hidráulico, agregados y de ser el caso con aditivos. **(Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de carreteras (2015) - Ministerio de Economía y Finanzas)**

Figura 2. Estructura de un Pavimento Rígido



Fuente: Elaboración Propia

2.2.3. Exploración de Suelos:

AASHTO para la investigación y muestreo de suelos y rocas recomienda la aplicación de la norma T 86-90 que equivale a la ASTM D420-69, se aplicará para todos los efectos el procedimiento establecido en las normas MTC E101, MTC E102, MTC E103 y MTC E104, que recoge los mencionados alcances de AASHTO y ASTM. En este contexto se dan pautas adicionales para realizar el muestreo e investigación de suelos y rocas.

Para identificar los diferentes tipos de suelos se debe realizar una exploración del área de estudio, efectuándose un reconocimiento del terreno y poder clasificar los diferentes tipos de suelo que se puedan encontrar.

Esta exploración de terreno nos permitirá visualizar los componentes naturales y artificiales que presenta el suelo, identificando los principales estratos en su estructura.









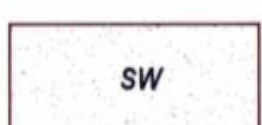

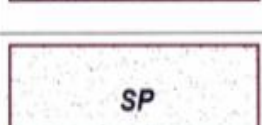

Esta exploración se basará en la realización de calicatas, de las cuales se obtendrán las muestras de estudio, que posteriormente serán analizadas en el laboratorio, siendo estos resultados parte fundamental para la realización del diseño del pavimento. Estas calicatas son distribuidas de acuerdo con la magnitud del proyecto.



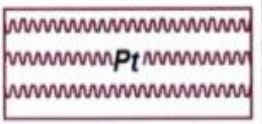
**Figura 3. Signos Convencionales para Perfil de Calicatas –
Clasificación AASHTO**

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: “Manual de Carreteras; Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, (2013)- Ministerio de Transportes y Comunicaciones – Perú”

Figura 4. Signos Convencionales para Perfil de Calicatas - Clasificación SUCS

	Grava bien graduada mezcla, grava con poco o nada de materia fina, variación en tamaños granulares		Materiales finos sin plasticidad o con plasticidad muy bajo
	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 mediana, 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 intermedias		Limo inorgánico, suelo fino gravoso o limoso, micacea o diatometacea, limo elástico

	Arcilla inorgánica de elevada plasticidad, arcilla gravosa
	Arcilla orgánicas de mediana o elevada plasticidad, limo orgánico
	Turba, suelo considerablemente orgánico

Fuente: “Manual de Carreteras; Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, (2013)- Ministerio de Transportes y Comunicaciones – Perú”

2.2.4. Caracterización de la Subrasante:

La exploración de las calicatas nos permitirá identificar las características físico-mecánicas de los diferentes tipos de materiales que conforman la Subrasante. El número de calicatas estará determinado por la magnitud del proyecto o kilometraje, de acuerdo al cuadro 4.1. Del Manual de Carreteras.

Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada, dentro de la faja que cubre el ancho de la calzada, a distancias aproximadamente iguales; para luego, sí se considera necesario, densificar la exploración en puntos singulares del trazo de la vía. (Manual de carreteras “Suelos, geología, geotecnia y pavimentos”, 2014, pág. 26)

Figura 5. Número de Calicatas para Exploración de Suelos

Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de Calicatas	Observación
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido • Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido • Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido 	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido • Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido • Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido 	
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000-2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	• 4 calicatas x km	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000-401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	• 3 calicatas x km	
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	• 2 calicatas x km	
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA ≤ 200 veh/día, de una calzada.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	• 1 calicata x km	

Fuente: “Manual de Carreteras, Suelos - Geología - Geotecnia y Pavimentos del MTC/2014”

2.2.5. Tasas de Crecimiento y Proyección:

Se puede calcular el crecimiento de tránsito utilizando una fórmula de progresión geométrica por separado para el componente del tránsito de vehículos de pasajeros y para el componente del tránsito de vehículos de carga.

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

En la que:

T_n = Tránsito proyectado al año “n” en veh/día.

T_o = Tránsito actual (año base o) en veh/día.

n = Número de años del periodo de diseño

r = Tasa anual de crecimiento del tránsito

La tasa anual de crecimiento del tránsito se define en correlación con la dinámica de crecimiento socioeconómico. Normalmente se asocia la tasa de crecimiento del tránsito de vehículos de pasajeros con la tasa anual de crecimiento poblacional; y la tasa de crecimiento del tránsito de vehículos de carga con la tasa anual de crecimiento de la economía expresada como el Producto Bruto Interno (PBI). Normalmente las tasas de crecimiento del tráfico varían entre 2% y 6%. **(MANUAL DE CARRETERAS; Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, (2013)- Ministerio de Transportes y Comunicaciones - Perú.)**

2.2.6. AASHTO 93:

Este método precisa que, para realizar la ejecución nueva de un pavimento, éste iniciará brindando su servicio a un nivel alto, y al transcurrir el tiempo y con este las diferentes cargas efectuadas de tránsito, el nivel de servicio disminuirá.

Con este método, el nivel de servicio final se debe mantener hasta terminar su periodo de vida útil.

Con la interacción de este método, se asumirá espesores de losa del pavimento, hasta que la ecuación AASHTO 93 alcance un equilibrio. La dimensión o espesor de la losa de concreto calculado, soportara las cargas de diseño determinadas, sin afectar la estructura ni el nivel de servicio. **(Becerra salas, (2012) Tópicos de Pavimentos de Concreto; diseño, construcción y supervisión.)**

Figura 6. Ecuación del Diseño de Pavimento Rígido

NOMOGRAPH SOLVES:

$$\log_{10} W_{18} = Z_R * S_0 + 7.35 * \log_{10} (D+1) - 0.06 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta \text{PSI}}{4.5 - 1.5} \right]}{1 + \frac{1.624 * 10^7}{(D+1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 p_c) * \log_{10} \left[\frac{S_c' * C_d \left[D^{0.75} - 1.132 \right]}{215.63 * \left[D^{0.75} - \frac{18.42}{(E_c / k)^{0.25}} \right]} \right]$$

Fuente: Guía AASHTO 1993 Para el diseño de Estructuras de Pavimento

Dónde:

W18 = Número de Cargas de 18 Kips (80kN) previstas

ZR = Es el valor de Z (área bajo la curva de distribución) correspondiente a la curva estandarizada, para una confiabilidad R.

S0 = Desvío estándar d todas las variables

D = Espesor de la Losa del pavimento en pulg.

ΔPSI = Pérdida de servicialidad Prevista en el diseño.

Pt = Servicialidad final

S'c = Módulo de rotura del concreto en psi.

J = Coeficiente de transferencia de carga.

Cd = coeficiente de drenaje.

Ec = Módulo de elasticidad del concreto, en psi.

K = Módulo de reacción de la subrasante (coeficiente de balastro), en pci (psi/pulg)

2.2.7. Losas Cortas:

El diseño de losas cortas (TCP) es un método de diseño mecanístico empírico en comparación a los métodos de pavimentos rígidos convencionales que se utilizan hasta la actualidad (ASSHTO 93), ya que el procedimiento de diseño y análisis calcula las respuestas del Pavimento (esfuerzos, deformaciones y deflexiones), utilizando los resultados para calcular el incremento de deterioro en base al tiempo, siendo recomendable utilizar el método de diseño de losas cortas (TCP) ya que nos permite optimizar con una precisión mayor, los recursos a través del software Optipave, utilizando interinamente el proceso mediante elementos finitos que calculan las tensiones en la losa en la totalidad de sus condiciones.

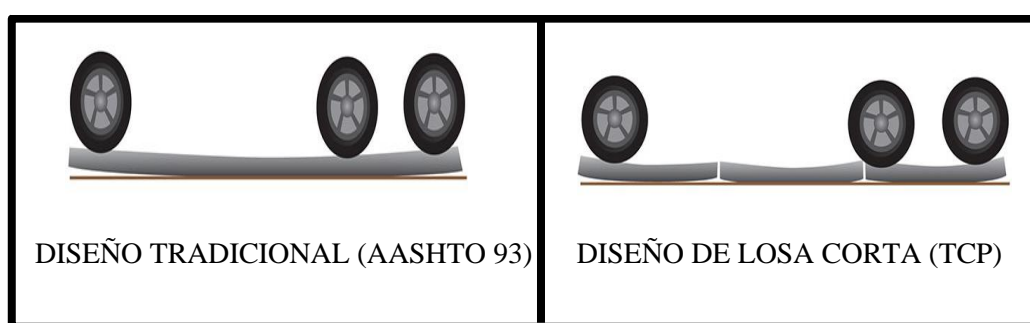
El método TCP en sus diseños presenta, a diferencia de los construidos con métodos de tradicionales, una mayor exigencia a la base o subbase granular. La capa existente debajo de la losa de concreto tiene dos funciones principales distintas. La primera, debido al menor espesor, aumentar la capacidad estructural del sistema; y la segunda, es proveer una base que no se erosione bajo la junta del pavimento. El concreto hidráulico que se utiliza en el diseño de pavimentos por el método TCP tiene una resistencia a la compresión mayor a 280 Kg/cm², sin embargo, los pavimentos tradicionales de concreto se diseñan por lo común con concretos iguales o mayores a 210 Kg/cm² dentro del rango de los ESALs que estamos considerando. Así mismo la metodología TCP nos brinda una alternativa de optimizar nuestros pavimentos mediante Fibras Estructurales.

En el caso de pavimentos de hormigón con losa de espesor optimizado, las juntas (transversales y longitudinales) deben inducirse por aserrado utilizando un sistema autopulsado, con una sierra de espesor menor o igual a 2.5 mm, debido a ello en las juntas de contracción no es necesario colocar las barras o dowells de transferencia de carga ya que demuestran que la transferencia de carga es debido

al trabazón de los agregados ello fue demostrado en los estudios realizados por TCPAVEMENTS. (Guzmán, J. & Soncco, A. (2014). “Aplicación de la Tecnología de Pavimento TCP en el Barrio de Santa Rosa. Distrito de Lircay – Angaraes.” Huancavelica.)

Los parámetros de diseño se pueden dividir en cinco categorías: parámetros de diseño del tipo de pavimento, parámetros de diseño del tráfico, propiedades del hormigón, parámetros del suelo y clima. (TCPAVEMENTS; “Documentación y Guía de Diseño, Optipave2”)

Figura 7. Diferencia del dimensionamiento entre la Losa Tradicional (AASHTO 93) y la de Losa Corta (TCP) (TCPavements)



Fuente: TCPAVEMENTS; “Documentación y Guía de Diseño, Optipave2”

2.3. MARCO CONCEPTUAL

CBR: “El CBR (California Bearing Ratio), (ensayo MTC E 132) se define como el valor soporte o resistencia de los suelos, que estará referido al 95% de la MDS (Máxima Densidad Seca) y a una penetración de carga de 2.54 mm. (MANUAL DE CARRETERAS; Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, (2013)- Ministerio de Transportes y Comunicaciones - Perú.)

ESALs de Diseño: “Es el número de aplicaciones de cargas por Eje Estándar, previsto durante el Periodo de Diseño. El procedimiento usado para convertir un flujo de tráfico con diferentes cargas y configuraciones por eje en un numero de tráfico para el diseño, consiste en convertir cada carga por eje esperada sobre la vía durante el periodo de diseño, en un numero de cargas por eje estándar, sumándolas luego. (Reglamento Nacional de Edificaciones – Norma Técnica CE-010 Pavimentos Urbanos.)

Espesor Efectivo: “El espesor efectivo de cada capa de un pavimento existente se calcula multiplicando su espesor real por los correspondientes factores de conversión, según el método de diseño.” (**Reglamento Nacional de Edificaciones – Norma Técnica CE-010 Pavimentos Urbanos.**)

Módulo de Resiliencia o Módulo Resiliente (Mr): “Este parámetro es una medida de las propiedades elásticas de los suelos, con ciertas particularidades no lineales. El módulo Resiliente se usa directamente en el diseño de los pavimentos flexibles, por lo que se debe convertir a módulo de reacción de la sub-rasante (valor k), para poder realizar así el diseño de pavimentos rígidos o compuestos.” (**Reglamento Nacional de Edificaciones – Norma Técnica CE-010 Pavimentos Urbanos.**)

Muestra: “Es un segmento de una población seleccionado según la norma correspondiente o un procedimiento estadístico aceptado, para representar a toda la población.” (**Reglamento Nacional de Edificaciones – Norma Técnica CE-010 Pavimentos Urbanos.**)

Pavimento: “Estructura compuesta por capas que apoya en toda su superficie sobre el terreno preparado para soportarla durante un lapso denominado Período de Diseño y dentro de un rango de Serviciabilidad. Esta definición incluye pistas, estacionamientos, aceras o veredas, pasajes peatonales y ciclovías.” (**Reglamento Nacional de Edificaciones – Norma Técnica CE-010 Pavimentos Urbanos.**)

Pavimento Rígido: “Clasificación por comportamiento de los pavimentos de concreto de cemento hidráulico en cualquiera de sus formas o modalidades (losas de concreto simple con juntas, losas de concreto reforzado con juntas, suelo-cemento, concreto compactado con rodillo, etc.).” (**Reglamento Nacional de Edificaciones – Norma Técnica CE-010 Pavimentos Urbanos.**)

Periodo de Diseño: “Se define como el tiempo expresado en número de años, transcurridos entre la construcción (denominada año cero) y el momento de la rehabilitación del pavimento.” (**Reglamento Nacional de Edificaciones – Norma Técnica CE-010 Pavimentos Urbanos.**)

Rehabilitación: “Ejecución de las obras necesarias para devolver a la infraestructura vial sus características originales y adecuarla a su nuevo periodo de servicio; las cuales están referidas principalmente a reparación y/o ejecución de pavimentos, puentes, túneles, obras de drenaje, de ser el caso movimiento de tierras en zonas puntuales y otros.” (**Glosario de Términos - De Uso Frecuente en Proyectos de Infraestructura Vial**)

Serviciabilidad: “Habilidad de un pavimento para servir a los tipos de solicitaciones (estáticas o dinámicas) para los que han sido diseñados.” (**Reglamento Nacional de Edificaciones – Norma Técnica CE-010 Pavimentos Urbanos.**)

Superficie de Rodadura: “: Plano superficial del pavimento, que soporta directamente las cargas del tráfico.” (**Glosario de Términos - De Uso Frecuente en Proyectos de Infraestructura Vial**)

Tráfico: “Determinación del número de aplicaciones de carga por eje simple equivalente, evaluado durante el período de diseño de proyecto.” (**Reglamento Nacional de Edificaciones – Norma Técnica CE-010 Pavimentos Urbanos.**)

Tabla 1. Tipos de Tráfico

Numero de Aplicaciones (ESAL)	Tráfico	Tipo de Vía
$< 10^4$	Ligero	Local
$\geq 10^4$ y $< 10^6$	Mediano	Colectora
$\geq 10^6$	Elevado	Arterial

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones – Norma Técnica CE-010 Pavimentos Urbanos.

2.4. HIPÓTESIS

Es el diseño de Pavimento Rígido de Losa Corta (TCP), el más Adecuado y Recomendado para la zona el Trópico, Distrito de Huanchaco, Trujillo - La Libertad.

2.5. VARIABLES E INDICACIONES

a. Variable Independiente:

Análisis Comparativo del Diseño de Pavimento Rígido de Losas Cortas (TCP) y el Diseño Tradicional (ASSHTO 93).

b. Variable Dependiente:

Los resultados obtenidos del análisis comparativo del Diseño de Pavimento Rígido de Losas Cortas (TCP) y el Diseño Tradicional (ASSHTO 93).

c. Operacionalización de Variables:

Tabla 2. Operacionalización de Variables

VARIABLE	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA	INTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN
VARIABLE INDEPENDIENTE: Análisis Comparativo del Diseño de Pavimento Rígido de Losas Cortas (TCP) y el Diseño Tradicional (ASSHTO 93).	Costo	Soles	
	Plazo de Ejecución	Días	Calendario
	Mantenimiento	Años	Calendario
	Durabilidad	Vida Útil	Levantamiento en campo
VARIABLE DEPENDIENTE: Los resultados obtenidos del análisis comparativo del Diseño de Pavimento Rígido de Losas Cortas (TCP) y el Diseño Tradicional (ASSHTO 93).	CBR	%	Laboratorio de Suelos
	Tráfico	Nº de Vehículos	Estudio de Tráfico
	Temperatura	°C	Termómetro
	Topografía	Cotas (msnm)	Levantamiento topográfico

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO III

III. METODOLOGÍA EMPLEADA

3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

- a. **Tipo de Investigación:** Descriptiva
- b. **Nivel de Investigación:** Correlacional

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA DE ESTUDIO

- a. **Población:** Red Vial Urbana de Huanchaco
- b. **Muestra:** Red Vial de la Zona El Trópico

3.3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Diseño de Investigación de campo.

3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Tabla 3. Técnicas e Instrumentos de Investigación

Técnicas	Instrumentos
- Observación	- Panorama
- Apuntes de Resultados	- Cuaderno de Anotaciones
- Revisión de Documentos	- Laboratorio de Suelos
	- Equipo Topográfico
	- Softwares de Ingeniería
	- Referencias Bibliográficas
	- Referencias vía Web

Fuente: Elaboración propia

3.5. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

3.5.1. Estudio de Tráfico Vial:

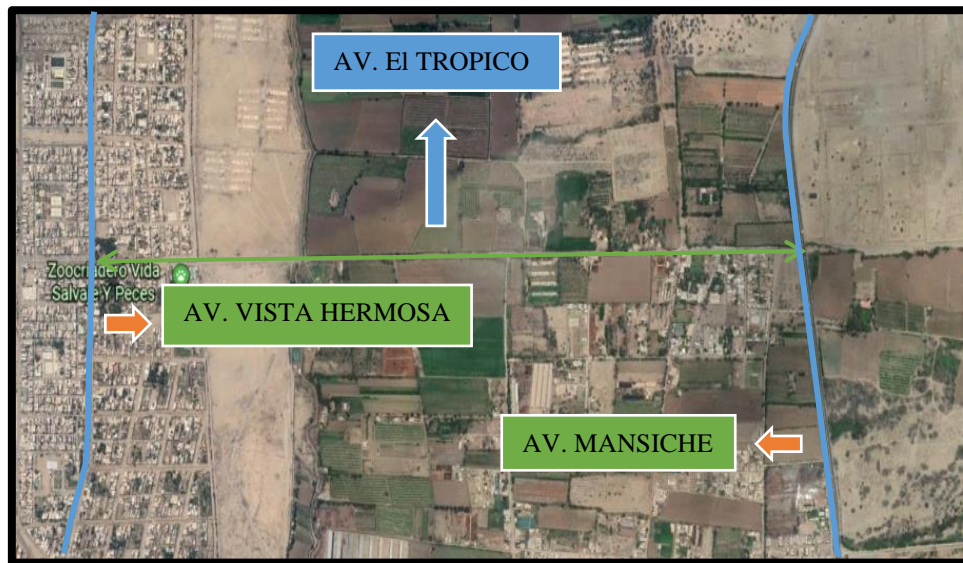
La vida útil de un pavimento depende fundamentalmente de su diseño estructural, y la cantidad de tránsito vehicular asociada al carril de diseño de una vía; y para obtener un buen diseño, se requiere de múltiples estudios de ingeniería, siendo uno de los más importantes el Estudio de Tráfico, el cual permitirá conocer las diferentes solicitaciones de cargas a las que será sometido el pavimento a diseñar. Estas cargas producirán esfuerzos de tensión y deformación en la estructura del pavimento, produciendo diferentes tipos de fallas estructurales; por lo que es de

vital importancia realizar un correcto Estudio de Tráfico vehicular y hacer una proyección de crecimiento futuro para una vida útil mínima de 20 años manteniendo a la vía en constante periodo de transitabilidad y servicialidad.

3.5.1.1. Ubicación de la Zona en Estudio:

La Zona de Estudio donde se realizó el diseño, se encuentra en la Zona el Trópico, la cual conecta la Av. Vista Hermosa del Distrito La Esperanza y la Av. Mansiche del Distrito de Huanchaco.

Figura 8. Ubicación de la Zona de Estudio



Fuente: Elaboracion Propia

Debido a que el lugar donde se realizó el estudio, no se encuentra pavimentada y los resultados del estudio de tráfico no serán los adecuados para el diseño a futuro, se decidió realizar el Estudio de Tráfico Vehicular en una interconexión similar paralela, siendo la Avenida El Cortijo la más similar a ella, la cual conecta la Av. Mansiche y la Av. Metropolitana I.

Figura 9. Ubicación de la Zona de Estudio Similar



Fuente: Elaboracion Propia

3.5.1.2. Recopilación de Datos:

Para la recopilación de la información requerida para el cálculo del IMDA, se realizó el conteo de vehículos mediante su clasificación correspondiente, dando seguimiento a las recomendaciones del Manual de Carreteras, Suelos - Geología - Geotecnia y Pavimentos del MTC/2014. Este conteo vehicular, se realizó por 7 días consecutivos, las 24 horas del día.

Estos datos obtenidos, servirán para determinar el volumen de tránsito vehicular, el cual estará sometida diariamente la vía y nos permitirá posteriormente calcular el IMDA (Índice Medio Diaria Anual) y el EE (Numero de Repeticiones de Ejes Equivalentes), siendo datos importantes para realizar el Diseño del Pavimento.

El día inicio de la toma de datos fue el 22 de abril de 2019, y el Fin de toma de datos fue el 28 de abril del 2019; haciendo un total de toma de datos de 7 días consecutivos.

3.5.1.2.1. Conteo de Tránsito Vehicular:

En la siguiente tabla, se muestra los datos obtenidos del conteo de vehículos, mediante su respectiva clasificación, la cual se realizó en la Avenida El Cortijo, tomada como referencia de estudio a la Avenida el Trópico.

VEHÍCULO	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Moto "L3"	313	302	297	256	321	253	240
Mototaxi "L5"	75	72	81	67	89	86	44
Auto "M1"	979	906	943	881	991	850	856
Pick Up "N2"	272	221	242	230	301	236	169
Combi "M2"	39	41	36	35	38	41	21
Bus B2	256	259	254	255	253	249	157
Camión C2	43	41	38	33	39	15	7
Camión C3	5	4	6	4	7	2	1
SEMITRAILER T2S1	6	3	5	3	2	1	0
SEMITRAILER T3S3	1	0	1	1	0	1	0

Tabla 4. Conteo de Vehículos

Fuente: Elaboración Propia

3.5.1.2.2. Cálculo del IMDA:

Para el diseño del pavimento, se tomó en cuenta el IMDS (Índice Medio Diario Semanal), obteniendo así el promedio de los valores de volumen de tráfico Vehicular, correspondientes a una semana, los cuales se muestran en la Tabla N°5.

Tabla 5. Cálculo del Índice Medio Semanal (IMDs)

CÁLCULO DEL INDICE MEDIO DIARIO SEMANAL (IMDS)									
VEHÍCULO	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total	IMDS
Moto "L3"	313	302	297	256	321	253	240	1982	283
Mototaxi "L5"	75	72	81	67	89	86	44	514	73
Auto "M1"	979	906	943	881	991	850	856	6406	915
Pick Up "N2"	272	211	242	230	301	236	169	1661	237
Combi "M2"	39	41	36	35	38	41	21	251	36
Bus B2	256	259	254	255	253	249	157	1683	240
Camión C2	43	41	38	31	39	15	7	216	31
Camión C3	5	4	6	4	7	2	1	29	4
SEMITRAILER T2S1	6	3	5	3	2	1	0	20	3
SEMITRAILER T3S3	1	0	1	1	0	1	0	4	1

Fuente: Elaboración de Propia

Se asumió un Factor de Corrección Estacional (FC) equivalente a 1.0 que al ser multiplicado por el Índice Medio Diario Semanal (IMDs), se obtuvo los valores de Índice Medio Diario Anual (IMDa) para cada tipo de vehículo.

$$IMDA = IMDS \times FC$$

Tabla 6. Cálculo del Índice Medio Diario Anual (IMDA)

CALCULO DE INDICE MEDIO ANUAL			
VEHÍCULO	IMDS	FC	IMDA
Moto "L3"	283	1.00	283
Mototaxi "L5"	73	1.00	73
Auto "M1"	915	1.00	915
Pick Up "N2"	237	1.00	237
Combi "M2"	36	1.00	36
Bus B2	240	1.00	240
Camión C2	31	1.00	31
Camión C3	4	1.00	4
SEMITRAILER T2S1	3	1.00	3
SEMITRAILER T3S3	1	1.00	1
IMDA= 1824			

Fuente: Elaboración Propia

3.5.1.2.3. Cálculo del Factor Direccional (FD) y Factor Carril (FC):

Según el "Manual de Carreteras, Suelos - Geología - Geotecnia y Pavimentos del MTC/2014", el factor Direccional se expresa como una correlación, que representa al número de vehículos pesados que transitan en una dirección o sentido del tráfico. Y el Factor de Distribución se expresa como una relación, la cual corresponde al carril que recibe el mayor número de ejes equivalentes EE, donde el tránsito por dirección mayormente se canaliza por ese carril.

Para el cálculo del Factor Direccional (Fd) y Factor Carril (Fc), se tuvo en cuenta el número de calzadas, el número de sentidos y el número de carriles por sentido, siendo para esta investigación una vía con una calzada de dos sentidos, con un carril por cada sentido.

Tabla 7. 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: AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993

3.5.1.2.4. Cálculo de Tasas de Crecimiento y Proyección:

Para el cálculo de la tasa de crecimiento vehicular, se necesitó conocer dos factores importantes: el factor de crecimiento anual poblacional, el cual representa la tasa de crecimiento del tránsito de vehículos de pasajeros. y el factor de crecimiento anual económico, el cual representa la tasa de crecimiento del tránsito de vehículos de carga.

Tabla 8. 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
Viru	3.5	5.7	1.9

Fuente: Oficina Departamental de Estadística e Informática La Libertad

Tabla 9. Producto Bruto Interno por Años, según Departamentos, Valores a Precios Constantes de 2007

Departamentos	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016P/	2017E/	2018E/
Amazonas	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Ancash	4.9	4.8	4.7	4.2	4.0	4.1	4.0	3.4	3.6	3.7	3.7	3.9
Apurímac	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1.3	1.5	1.3
Arequipa	5.3	5.4	5.4	5.3	5.2	5.1	5.0	4.9	4.9	5.9	6.0	5.9
Ayacucho	0.9	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0	1.1	1.0	1.1	1.0	1.1	1.1
Cajamarca	2.6	2.7	2.8	2.7	2.6	2.6	2.4	2.3	2.2	2.1	2.1	2.1
Cusco	3.4	3.3	3.9	4.0	4.3	4.1	4.5	4.4	4.4	4.4	4.2	4.1
Huancavelica	0.8	0.7	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.7	0.7
Huánuco	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1
Ica	2.8	3.0	3.1	3.0	3.2	3.0	3.2	3.2	3.2	3.1	3.2	3.2
Junín	2.9	2.9	2.6	2.5	2.5	2.5	2.4	2.7	3.0	2.8	2.9	2.9
La Libertad	4.6	4.5	4.5	4.4	4.3	4.3	4.3	4.2	4.2	4.1	4.0	4.1
Lambayeque	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.3	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
Lima	42.6	42.5	42.2	43.1	44.0	44.0	43.9	44.5	44.4	43.9	43.7	43.9
Callao	4.2	4.2	4.1	4.1	4.3	4.2	4.2	4.2	4.2	4.1	4.2	4.2
Lima Provincias	3.6	3.6	3.3	3.2	3.3	3.2	3.3	3.3	3.3	3.2	3.2	3.2
Lima Metropolitana	34.9	34.8	34.9	35.8	36.3	36.6	36.4	37.0	36.9	36.6	36.4	36.5
Loreto	2.2	2.1	2.1	2.1	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.5	1.6	1.7
Madre de Dios	0.6	0.5	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.4	0.5	0.5	0.5	0.4
Moquegua	2.4	2.5	2.4	2.2	1.9	1.8	1.9	1.8	1.8	1.7	1.7	1.6
Pasco	1.7	1.6	1.4	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0
Piura	4.0	3.9	4.0	4.0	4.0	4.0	3.9	4.0	3.9	3.8	3.6	3.7
Puno	1.8	1.8	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
San Martín	1.0	1.0	1.1	1.1	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	1.1
Tacna	1.6	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	1.4	1.3	1.3	1.3
Tumbes	0.5	0.5	0.6	0.6	0.5	0.6	0.5	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5
Ucayali	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	0.9	0.8	0.8	0.8

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Información (INEI)

Correlacionando la tabla 8 y la tabla 9, se recomendó utilizar una tasa anual de crecimiento de 4%.

Según el “Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos”, el factor de crecimiento acumulado (Fca) que se obtuvo para un periodo de 20 años, con una tasa anual de crecimiento del 4% es de 29.78.

Tabla 10. Factores de Crecimiento Acumulado (Fca) Para el Cálculo de Número de Repeticiones de EE




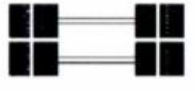
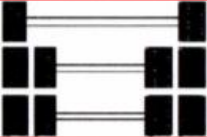
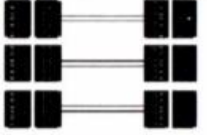
Periodo de Análisis (años)	Factor sin Crecimiento	Tasa anual de crecimiento (r)							
		2	3	4	5	6	7	8	10
1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	2.00	2.02	2.03	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.10
3	3.00	3.06	3.09	3.12	3.15	3.18	3.21	3.25	3.31
4	4.00	4.12	4.18	4.25	4.31	4.37	4.44	4.51	4.64
5	5.00	5.20	5.19	5.42	5.53	5.64	5.75	5.87	6.11
6	6.00	6.31	6.47	6.63	6.80	6.98	7.15	7.34	7.72
7	7.00	7.43	7.66	7.90	8.14	8.39	8.65	8.92	9.49
8	8.00	8.58	8.89	9.21	9.55	9.90	10.26	10.64	11.44
9	9.00	9.75	10.16	10.58	11.03	11.49	11.98	12.49	13.58
10	10.00	10.95	11.46	12.01	12.58	13.18	13.82	14.49	15.94
11	11.00	12.17	12.81	13.49	14.21	14.97	15.78	16.65	18.53
12	12.00	13.41	14.19	15.03	15.92	16.87	17.89	18.98	21.38
13	13.00	14.68	15.62	16.63	17.71	18.88	20.14	21.50	24.52
14	14.00	15.97	17.09	18.29	19.16	21.01	22.55	24.21	27.97
15	15.00	17.29	18.60	20.02	21.58	23.28	25.13	27.15	31.77
16	16.00	18.64	20.16	21.82	23.66	25.67	27.89	30.32	35.95
17	17.00	20.01	21.76	23.70	25.84	28.21	30.84	33.75	40.55
18	18.00	21.41	23.41	25.65	28.13	30.91	34.00	37.45	45.60
19	19.00	22.84	25.12	27.67	30.54	33.76	37.38	41.45	51.16
20	20.00	24.30	26.87	29.78	33.06	36.79	41.00	45.76	57.28

Fuente: Tabla D-20 AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993

3.5.1.2.5. Cálculo de Factores según el Tipo de Vehículo:

Se identificaron los vehículos de carga pesada según el conjunto de ejes y número de neumáticos, como se muestra en el siguiente cuadro.

Tabla 11. Configuración de Ejes

Conjunto de Eje (s)	Nomenclatura	Nº de Neumáticos	Grafico
EJE SIMPLE (Con Rueda Simple)	1RS	02	
EJE SIMPLE (Con Rueda Doble)	1RD	04	
EJE TANDEM (1 Eje Rueda Simple + 1 Eje Rueda Doble)	1RS + 1RD	06	
EJE TANDEM (2 Ejes Rueda Doble)	2RD	08	
EJE TRIDEM (1 Rueda Simple + 2 Ejes Rueda Doble)	1RS + 2RD	10	
EJE TRIDEM (3 Ejes Rueda Doble)	3RD	12	

Fuente “Manual de Carreteras, Suelos - Geología - Geotecnia y Pavimentos del MTC/2014” (Pág. 66)

Se calculó los Ejes Equivalentes (EE) de cada tipo de vehículo pesado identificado, según el tipo de eje que presentaron, para ello se utilizaron las siguientes fórmulas.

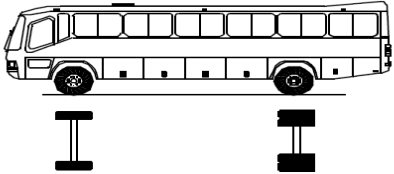
Tabla 12. Relación de Cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) para Pavimentos Rígidos

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 dobles (EE _{S2})	EE _{S2} = [P / 8.2] ^{4.1}
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TA1})	EE _{TA1} = [P / 13.0] ^{4.1}
Eje Tandem (2 ejes de ruedas dobles) (EE _{TA2})	EE _{TA2} = [P / 13.3] ^{4.1}
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TR1})	EE _{TR1} = [P / 16.6] ^{4.0}
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE _{TR2})	EE _{TR2} = [P / 17.5] ^{4.0}

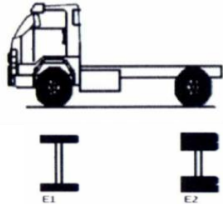
P = peso real por eje en toneladas

Fuente: AASHTO 93

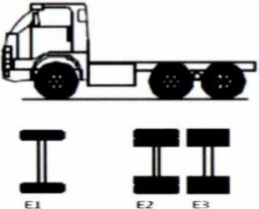
**Tabla 13. Factor de Equivalencia
Por Eje y Factor Vehículo**



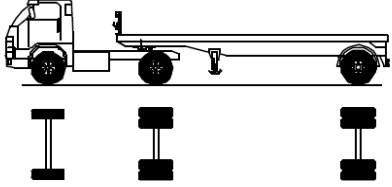
BUS B2		
Ejes	E1	E2
Carga (tn)	7	10
Tipo de Eje	Eje Simple	Eje Simple
Tipo de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble
Factor E.E	1.273	2.256
Total Factor Camión	3.529	



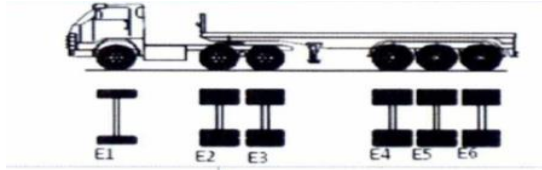
CAMION C2		
Ejes	E1	E2
Carga (tn)	7	10
Tipo de Eje	Eje Simple	Eje Simple
Tipo de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble
Factor E.E	1.273	2.256
Total Factor Camión	3.529	



CAMION C3			
Ejes	E1	E2	E3
Carga por Eje (Tn)	7	8	8
Carga (Tn)	7	16	
Tipo de Eje	Eje Simple	Eje Tándem	
Tipo de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble	
Factor E.E.	1.273	2.134	
Total Factor C3	3.406		



T2S1 - SEMITRAILER 3 EJES			
Ejes	E1	E2	E3
Carga por Eje (Tn)	7	10	10
Tipo de Eje	Eje Simple	Eje Simple	Eje Simple
Tipo de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble	Rueda Doble
Factor E.E.	1.273	2.256	2.256
Total Factor Semitrailer	5.785		



T3S3 - SEMITRAILER 6 EJES						
Ejes	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Carga por Eje (Tn)	7	8	8	7	8	8
Carga (tn)	7	16		23		
Tipo de Eje	Eje Simple	Eje Tándem		Eje Trídem		
Tipo de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble		Rueda Doble		
Factor E.E	1.273	2.134		2.984		
Total Factor Camión	6.390					

Fuente: Elaboración Propia

3.5.1.2.6. Factor de Ajuste por Presión de Neumático:

Según el “Manual de Carreteras, Suelos - Geología - Geotecnia y Pavimentos del MTC/2014”, para el cálculo del EE, se toma en cuenta un factor de ajuste por presión. Para Afirmados y Pavimentos Rígidos el factor asume un valor de 1.0.

3.5.1.2.7. Cálculo de Eje Equivalente (EE día-carril):

Según el método AASHTO 93, los Ejes Equivalentes (EE) se definieron por un eje simple de dos ruedas convencionales cargado con 8.2 Tn de peso, con neumáticos a presión de 80 lbs/pulg². Los Ejes Equivalentes representan al factor destructivo de las distintas cargas o sollicitaciones que afectan al pavimento.

Tabla 14. Cálculo de los Ejes Equivalentes (EE día-carril)

	IMD	FACTOR DIRECCIONAL	FACTOR CARRIL	FACTOR VEHÍCULO PESADO	FACTOR DE PRESIÓN DE NEUMÁTICO	EE día-carril
MOTO "L3"	283	0.5	1.0	0.0000	1.0	0.0000
MOTOTAXI "L5"	74	0.5	1.0	0.0000	1.0	0.0000
AUTO "M1"	915	0.5	1.0	0.0009	1.0	0.3994
PICK UP "N2"	239	0.5	1.0	0.0150	1.0	1.7796
COMBI "M2"	36	0.5	1.0	0.0159	1.0	0.2854
BUS B2	240	0.5	1.0	3.529	1.0	424.2362
CAMIÓN C2	31	0.5	1.0	3.529	1.0	54.4474
CAMIÓN C3	4	0.5	1.0	3.406	1.0	7.0553
SEMITRAILER T2S1	3	0.5	1.0	5.785	1.0	8.2643
SEMITRAILER T3S3	1	0.5	1.0	6.390	1.0	1.8257
						498.2933

Fuente: Elaboración Propia

3.5.1.2.8. Cálculo de Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 tn:

Para el cálculo del Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 tn se aplicará la siguiente fórmula.

Tabla 15. Cálculo de Número de Repeticiones de Eje Equivalente de 8.2 tn.

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

Dónde:

Parámetros	Descripción
N_{rep de EE 8.2t}	<p>EE_{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> $EE_{\text{día-carril}} = IMD_{p_i} \times F_d \times F_c \times F_{vp_i} \times F_{p_i}$ <p>Dónde:</p> <p>IMD_{p_i}: corresponde al Índice Medio Diario según tipo de vehículo pesado (i)</p> <p>F_d: Factor Direccional, según Cuadro N° 6.1.</p> <p>F_c: Factor Carril de diseño, según Cuadro N° 6.1</p> <p>F_{vp_i}: Factor vehículo del tipo seleccionado (i) 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</p>

	de vehículo pesado entre el número total del tipo de vehículo pesado seleccionado. Fp: Factor de Presión de neumáticos, según Cuadro N° 6.13.
Fca	Factor de crecimiento acumulado por tipo de vehículo pesado (según cuadro 6.2)
365	Número de días del año
Σ	Sumatoria de Ejes Equivalentes de todos los tipos de vehículo pesado, por día para el carril de diseño por Factor de crecimiento acumulado por 365 días del año.

Fuente: MTC - Suelos - Geología - Geotecnia y Pavimentos (Pág. 74)

Tabla 16. Número de Repeticiones de E.E. de 8.2 tn.

	EE día-carril	Factor de Crecimiento Acumulado	N° Días	Nrep de EE 8.2t
Ambos Sentidos	498.2933	29.78	365	5'416,298.510

Fuente: Elaboración Propia

3.5.1.2.9. Clasificación de Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes:

El número de repeticiones de ejes equivalentes de 8.2 tn es de 5'416,298.510, según el “Manual de Carreteras, Suelos - Geología - Geotecnia y Pavimentos del MTC/2014”, se clasificó como un Tipo de Trafico Tps, el cual se encuentra en el rango de 5'000,000 EE y 7'500,000 EE.

Tabla 17. Tipo de Tráfico Expresado en EE

Tipos Tráfico Pesado expresado en EE	Rangos de Tráfico Pesado expresado en EE
Tp ₀	> 75,000 EE ≤ 150,000 EE
Tp ₁	> 150,000 EE ≤ 300,000 EE
Tp ₂	> 300,000 EE ≤ 500,000 EE
Tp ₃	> 500,000 EE ≤ 750,000 EE
Tp ₄	> 750,000 EE ≤ 1'000,000 EE
Tp ₅	> 1'000,000 EE ≤ 1'500,000 EE
Tp ₆	> 1'500,000 EE ≤ 3'000,000 EE
Tp ₇	> 3'000,000 EE ≤ 5'000,000 EE
Tp ₈	> 5'000,000 EE ≤ 7'500,000 EE
Tp ₉	> 7'500,000 EE ≤ 10'000,000 EE
Tp ₁₀	> 10'000,000 EE ≤ 12'500,000 EE
Tp ₁₁	> 12'500,000 EE ≤ 15'000,000 EE
Tp ₁₂	> 15'000,000 EE ≤ 20'000,000 EE
Tp ₁₃	> 20'000,000 EE ≤ 25'000,000 EE
Tp ₁₄	> 25'000,000 EE ≤ 30'000,000 EE
Tp ₁₅	> 30'000,000 EE

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos- sección suelos y Pavimentos R.D. N° 10 -2014 - MTC/14

3.5.2. Estudio de Mecánica de Suelos:

3.5.2.1. Recolección de Muestras:

El estudio se realizó en un tramo que contiene una distancia aproximadamente de 2.4 km, con un IMDA de 1824 veh/día, según el “Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos” corresponde a una Carretera de Segunda Clase, por consiguiente, se realizaron 6 calicatas a una profundidad de 1.50 m respecto al nivel de sub rasante.

Figura 10. Ubicación de las Calicatas



Fuente: Elaboración Propia

Las 6 calicatas se realizaron de forma alternada y longitudinalmente en todo el tramo. Una vez obtenido las muestras, se procedió a trasladarlas al laboratorio para realizar los estudios correspondientes.

Tabla 18. Recolección de Muestras

Nº CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	UBICACIÓN (km)
C-1	M-1	1.50	0+002
C-2	M-2	1.50	0+478
C-3	M-3	1.50	0+954
C-4	M-4	1.50	1+430
C-5	M-5	1.50	1+906
C-6	M-6	1.50	2+382

Fuente: Elaboración Propia

3.5.2.2. Resultados del Laboratorio de Suelos:

En el laboratorio de Suelos se realizaron los siguientes ensayos:

Análisis Granulométrico por Tamizado ASTM D- 422

El objetivo del ensayo es determinar la distribución de las diferentes dimensiones de partículas que presenta el suelo, con el fin de clasificarlos según su tamaño.

Se introdujeron las muestras en una serie de tamices ordenados según el tamaño de abertura.

Los resultados de las 6 muestras fueron clasificados en grava, arena y fino, cuyos porcentajes fueron los siguientes:

Tabla 19. Análisis Granulométrico por Tamizado

Nº DE CALICATA	MUESTRA	%GRAVA	%ARENA	%FINO
C-1	M-1	40,9	51,5	7,7
C-2	M-2	22,9	68,5	8,6
C-3	M-3	53,8	30,8	15,5
C-4	M-4	50,1	38,0	12,0
C-5	M-5	29,4	63,8	6,8
C-6	M-6	62,5	31,6	6,0

Fuente: Elaboración Propia

Contenido de Humedad MTC E 108

El ensayo para determinar el contenido de humedad consiste en calcular la cantidad de agua que presenta la muestra de estudio. Los resultados del ensayo fueron los siguientes:

Tabla 20. Contenido de Humedad

Nº DE CALICATA	MUESTRA	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
C-1	M-1	5,2%
C-2	M-2	5,5%
C-3	M-3	5,0%
C-4	M-4	3,2%
C-5	M-5	1,3%
C-6	M-6	2,0%

Fuente: Elaboración Propia

Proctor Modificado ASTM D-1557

El objetivo del ensayo de Proctor Modificado es de determinar la relación entre el contenido de agua y peso unitario seco de los suelos. Los resultados fueron los siguientes:

Tabla 21. Proctor Modificado

N° DE CALICATA	MUESTRA	COMPACTACIÓN	
		DENSIDAD SECA MAXIMA (g/cm ³)	HUMEDAD ÓPTIMA (%)
C-1	M-1	2.155	5.35
C-2	M-2	2.078	6.65
C-3	M-3	2.174	4.12
C-4	M-4	2.173	4.84
C-5	M-5	2.019	7.69
C-6	M-6	2.137	5.40

Fuente: Elaboración Propia

CBR (California Bearing Ratio) ASTM D- 188

En ensayo de CBR nos permitirá medir la resistencia que presenta el suelo, determinando la calidad del suelo en la cual se realizará el pavimento. Los resultados al 95% y 100% de las distintas muestras fueron los siguientes:

Tabla 22. California Bearing Ratio (CBR)

N° DE CALICATA	MUESTRA	CBR	
		100%	95%
C-1	M-1	61.7	52.4
C-2	M-2	72.6	67.0
C-3	M-3	51.5	43.6
C-4	M-4	57.6	51.0
C-5	M-5	66.0	45.8
C-6	M-6	41.2	37.5

Fuente: Elaboración Propia

Según el “Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos”, para determinar el CBR de diseño, en los sectores con menos de 6 valores, se acogerán a los siguientes criterios:

- Si los valores obtenidos son parecidos o similares, se deberá tomar el valor promedio.
- Si los valores no son parecidos o no son similares, se recomienda tomar el valor más crítico (el más bajo) o subdividir la sección a fin de agrupar

subsectores con valores de CBR parecidos o similares y definir el valor promedio. Esta longitud de subsectores no deberá ser menor a 100 metros. Debido a que las 6 muestras presentan un CBR similar, las cuales se encuentran en la categoría de sub rasante excelente; se procedió a realizar el promedio de las muestras, obteniendo un CBR igual a 58.43.

CBR de diseño	58.43
----------------------	--------------

3.5.3. Estudio Topográfico:

El estudio topográfico se realizó, con el objetivo de obtener los datos topográficos, para la elaboración de los planos de diseño de la vía.

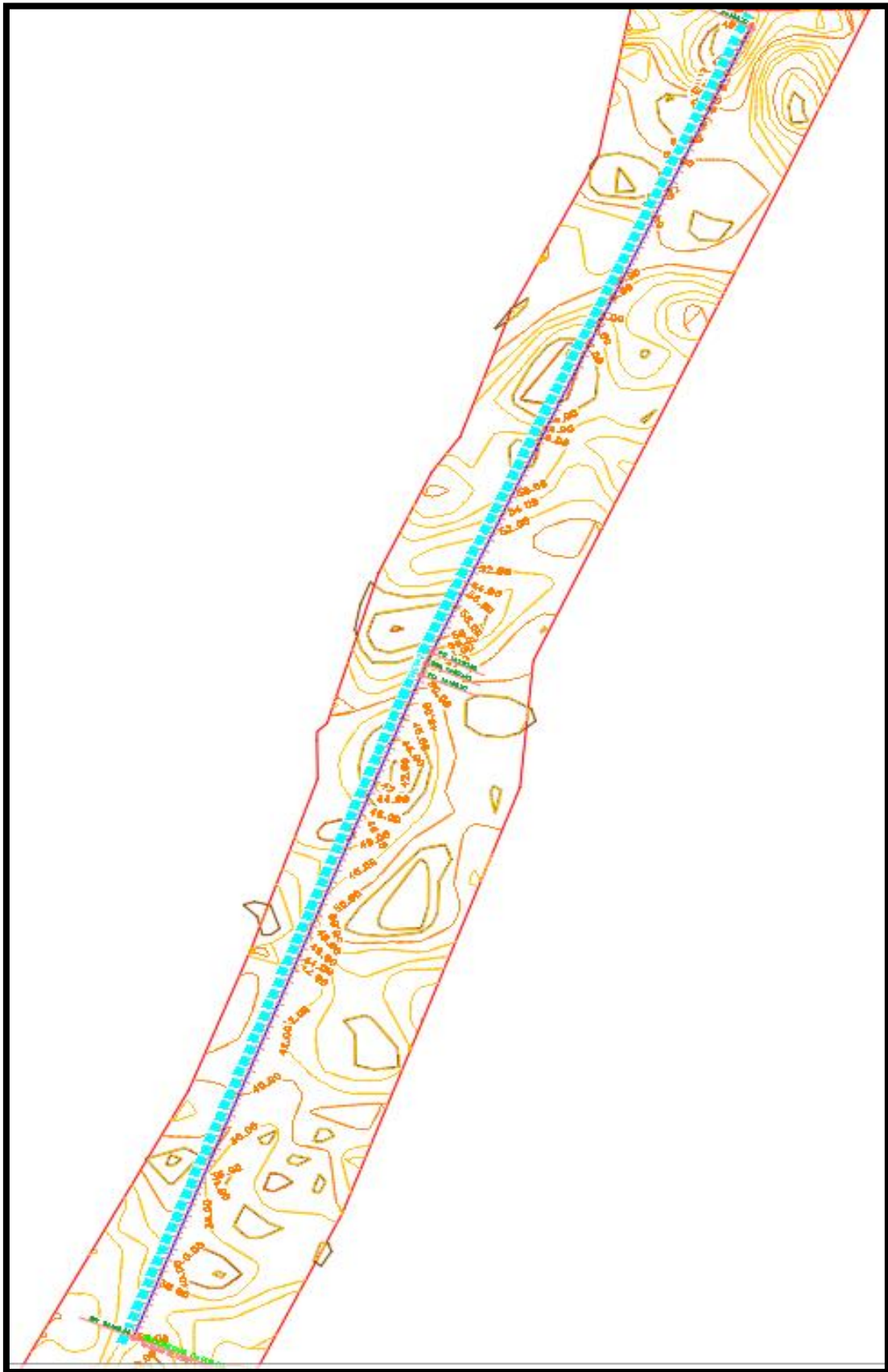
3.5.3.1. Levantamiento Topográfico:

Con el uso del instrumento topográfico Estación Total, se procedió a la colocación de las estaciones y posteriormente a la obtención de los puntos de la poligonal en toda la Vía.

3.5.3.2. Trabajo de Gabinete:

Obtenidos los datos topográficos en campo como son el Norte, Este y Elevación, se procedió a la exportación a la computadora, para posteriormente con el Software Civil 3D elaborar los planos de Curvas de nivel, Alineamiento Horizontal y Vertical de la vía, los cuales se muestran en las figuras (1, 2,3).

Figura 11. Curvas de Nivel



Fuente: Elaboración Propia

CAPITULO IV

IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Propuesta de Investigación

Se diagnóstico un problema en la interconexión de la Av. Vista Hermosa del Distrito La Esperanza y la Av. Mansiche del Distrito de Huanchaco, la cual se encuentra actualmente sin pavimentar, como se muestra a continuación:

Figura 12. Situación Actual de la Vía



Fuente: Elaboración Propia

Esto debido a muchos factores siendo uno de los principales el costo económico que este requiere, es por ello que se ha previsto realizar una propuesta de investigación el cual es de realizar un análisis comparativo entre el pavimento rígido tradicional y el pavimento rígido de losas cortas, siendo este último, un método el cual debido a sus dimensiones propone una reducción bastante considerable en su costo de ejecución, es por ello que se pretendió evaluar, cuál de estos dos métodos es el más adecuado en cuanto a durabilidad y economía. Las dimensiones de ambos métodos son los siguientes:

Tabla 23. Espesores del Pavimento Rígido según AASHTO 93 y de Losa Corta (TCP)

	ASSHTO 93		LOSA CORTA (TCP)	
ESPESORES	CAPA DE RODADURA	20 cm = 8"	CAPA DE RODADURA	12 cm = 4.7"
	SUBBASE	15 cm = 6"	SUBBASE	15 cm = 6"

Fuente: Elaboración Propia

4.2. Análisis e Interpretación de Resultados

4.2.1. Diseño del Pavimento Rígido Tradicional (AASHTO 93):

4.2.1.1. Metodología de diseño AASHTO 93:

Este método precisa que, para realizar la ejecución nueva de un pavimento, éste iniciará brindando su servicio a un nivel alto, y al transcurrir el tiempo y con este las diferentes cargas efectuadas de tránsito, el nivel de servicio disminuirá. Con este método, el nivel de servicio final se debe mantener hasta terminar su periodo de vida útil.

Con la iteración de este método, se asumirá espesores de losa del pavimento, hasta que la ecuación AASHTO 93 alcance un equilibrio. La dimensión o espesor de la losa de concreto calculado, soportara las cargas de diseño determinadas, sin afectar la estructura ni el nivel de servicio. **(Becerra salas, (2012) Tópicos de Pavimentos de Concreto; diseño, construcción y supervisión.)**

Figura 13. Ecuación del Diseño de Pavimento Rígido

NOMOGRAPH SOLVES:

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

Fuente: Guía AASHTO 1993 Para el Diseño de Estructuras de Pavimento

Dónde:

W_{18} = Número de Cargas de 18 Kips (80kN) previstas

Z_R = Es el valor de Z (área bajo la curva de distribución) correspondiente a la curva estandarizada, para una confiabilidad R.

S_o = desvío estándar de todas las variables

D = Espesor de la Losa del pavimento en pulgadas.

ΔPSI = Pérdida de servicialidad Prevista en el diseño.

P_t = Servicialidad final

S'_c = Módulo de rotura del concreto en psi.

J = Coeficiente de transferencia de carga.

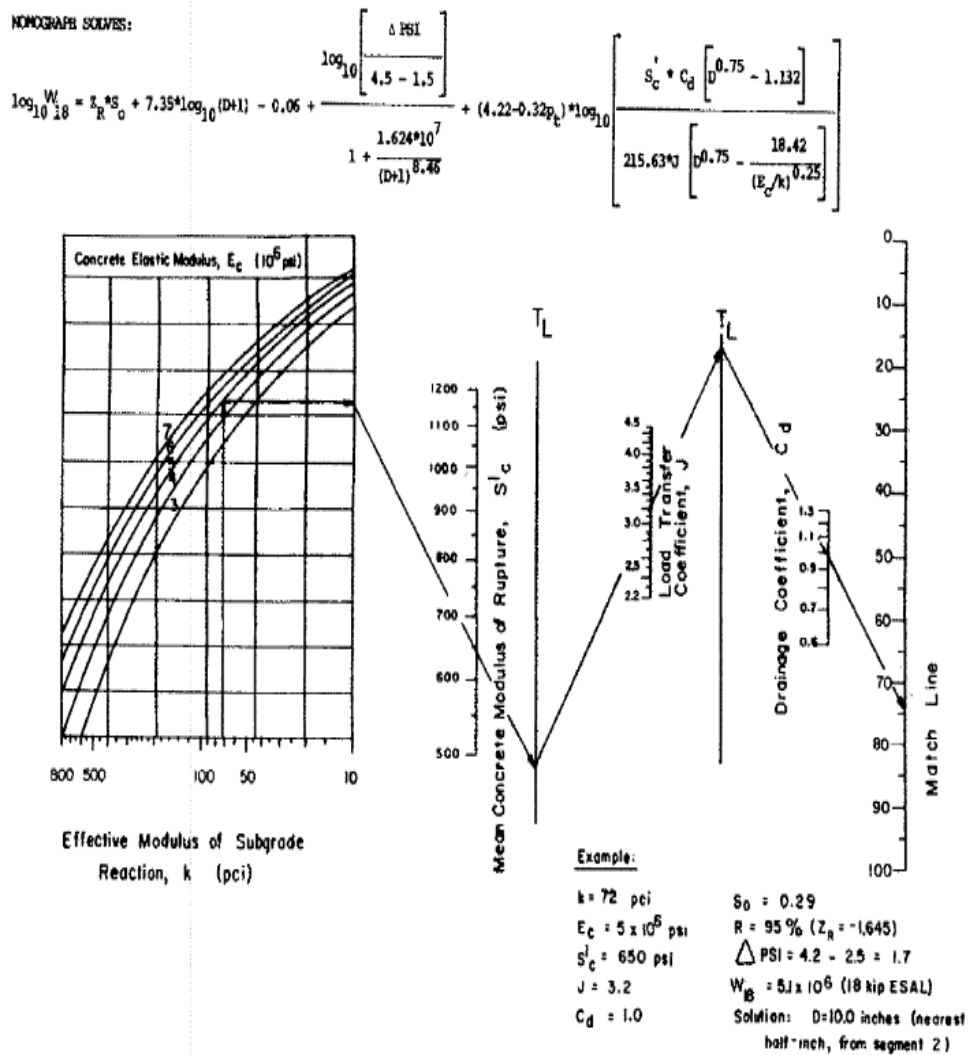
C_d = Coeficiente de drenaje.

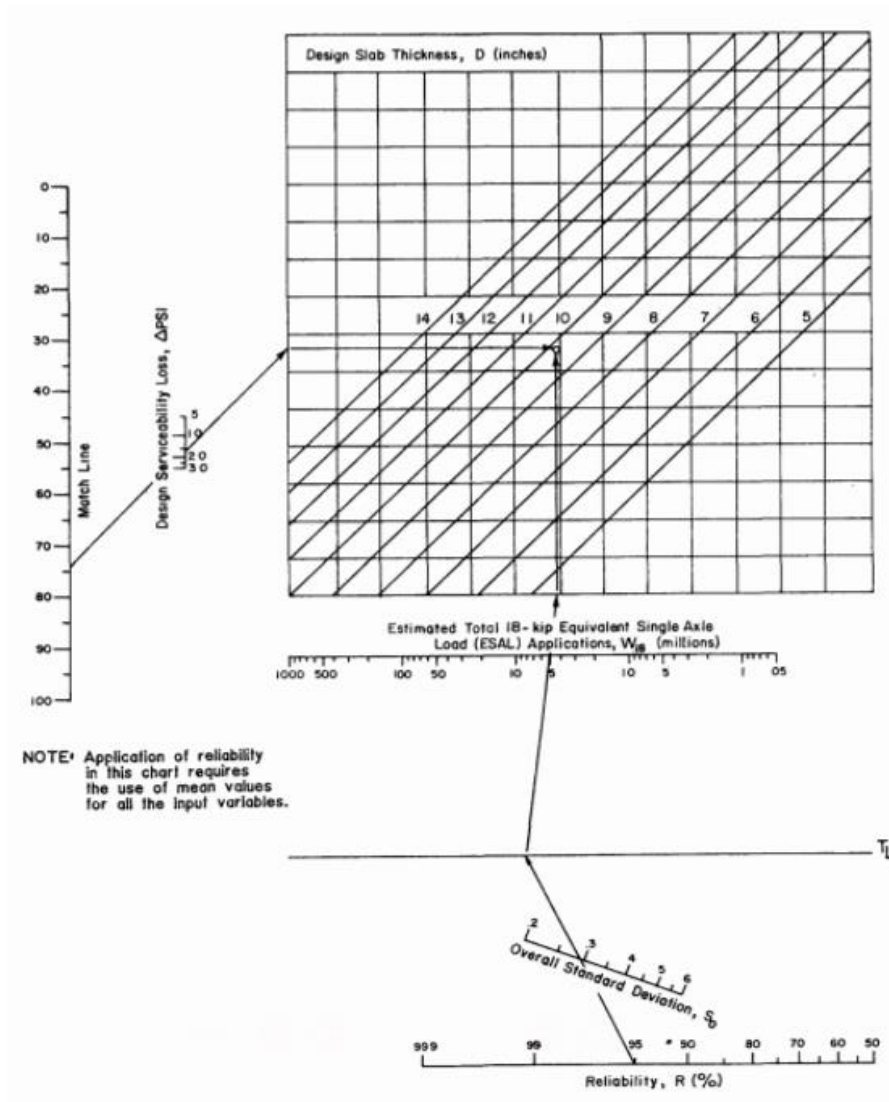
E_c = Módulo de elasticidad del concreto, en psi.

K = Módulo de reacción de la subrasante (coeficiente de balastro), en PCI (PSI/pulg).

Para determinar el espesor del pavimento Rígido, se puede efectuar la formula AASHTO 93, así como también mediante el uso de Nomogramas el cual se presenta en la Figura 14:

Figura 14. Nomograma Para Pavimento Rígido





Fuente: AASHTO, *Guide of Design of Pavement Structures 1993*

4.2.1.2. Módulo de Reacción de la Sub Rasante (K_c):

Es el parámetro que caracteriza al tipo de subrasante, este valor se obtiene mediante el Ensayo de Placa, ASTM D-1196 Y AASHTO T-222. El método AASHTO presenta la alternativa de utilizar correlaciones directas que permiten obtener el coeficiente de reacción K en función al CBR y clasificación de suelo de la subrasante.

Para determinar el Modulo de reaccion de la Sub Rasante, en esta investigacion usaremos la siguiente ecuacion:

Figura 15. Ecuación del Módulo de Reacción de la Sub rasante

$$K_c \text{ (kg/cm}^3\text{)} = \left[1 + \left(\frac{h}{38} \right)^2 * \left(\frac{K_1}{K_0} \right)^{\frac{2}{3}} \right]^{0.5} * K_0$$

Fuente: *Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos- sección suelos y Pavimentos R.D. N° 10 -2014 - MTC/14*

$$\text{CBR} < 10 ; \quad K=2.55 + 52.5(\text{Log}(\text{CBR})) \text{ Mpa/m}$$

$$\text{CBR} > 10 ; \quad K=46 + 9.08(\text{Log}(\text{CBR}))^{4.34} \text{ Mpa/m}$$

Donde:

K_c (kg/cm³): Coeficiente de reacción combinado.

K_1 (kg/cm³): Coeficiente de reacción de la subbase.

K_0 (kg/cm³): Coeficiente de reacción de la subrasante.

H : Espesor de la subbase granular.

Tabla 24. Módulo de Reacción de la Subrasante (K_c)

$$K_0= 153.33, K_1= 136.59, H= 15 \text{ CM}$$

$K_c \text{ (kg/cm}^3\text{)} = \left[1 + \left(\frac{h}{38} \right)^2 * \left(\frac{K_1}{K_0} \right)^{\frac{2}{3}} \right]^{0.5} * K_0$		
K	Mpa/m	Lb/plg³ (PCI)
K1	136.59	498.55
K0	153.33	559.65
Kc	164.01	598.67

Fuente: *Elaboración Propia*

El valor obtenido para Modulo de Reacción de la Subrasante es:

$$K_c= 598.67 \text{ PCI}$$

4.2.1.3. Módulo Elástico del Concreto:

Este factor se puede obtener a partir de la resistencia a la compresión o flexotracción del concreto, estableciendo correlaciones ya definidas.

AASHTO 93 recomienda realizar una correlación para estimar el módulo elástico, precisando las correlaciones recomendadas por el ACI:

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

Tabla 25. Módulo Elástico del Concreto según AASHTO 93

E= 57,000 x (f'c) ^{0.5} ; (f'c en PSI)		
Resistencia del concreto (f'c)	Módulo de Elasticidad	
	Lbs/pulg2	PSI
f'c= 280 kg/cm2	3983	3597327
f'c= 300 kg/cm2	4267	3723369
f'c= 350 kg/cm2	4978	4021631

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo al EE calculado para este proyecto se tomará un f'c= 300 Kg/cm2, obteniendo su Módulo de Elasticidad equivalente a:

$$E_c = 3'723,369 \text{ PSI}$$

4.2.1.4. Módulo de Rotura del Concreto (Mr):

El pavimento de concreto Rígido, principalmente trabaja a Flexión, por lo que es un parámetro importante en la ecuación AASHTO para el diseño de pavimento.

El criterio que se usará para calcular la resistencia mínima a las fuerzas de compresión del concreto (f'c) para realizar el diseño de pavimento, será en concordancia al rango del tráfico pesado obtenido, el cual se expresará en Ejes Equivalentes (EE).

Tabla 26. Valores Recomendados de Resistencia del Concreto según Rango de Tráfico

RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RESISTENCIA MÍNIMA A LA FLEXOTRACCIÓN DEL CONCRETO (MR)	RESISTENCIA MÍNIMA EQUIVALENTE A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO (F'c)
≤ 5'000,000 EE	40 kg/cm ²	280 kg/cm ²
> 5'000,000 EE ≤ 15'000,000 EE	42 kg/cm ²	300 kg/cm ²
> 15'000,000 EE	45 kg/cm ²	350 kg/cm ²

Fuente: *Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos- sección suelos y Pavimentos R.D. N° 10 -2014 - MTC/14*

El módulo de rotura (Mr) del concreto se correlaciona con el módulo compresión (f'c) del concreto mediante la siguiente regresión:

$$M_r = a \sqrt{f'c} \quad (\text{Valores en kg/cm}^2), \text{ según el ACI 363}$$

Donde los valores “a” varían entre 1.99 y 3.18 de acuerdo a las recomendaciones de AASHTO.

Tabla 27. Módulo de Rotura del Concreto (S’c)

E= 2.4x√f’c		
Resistencia del Concreto (f’c)	Kg/cm2	PSI
f’c= 280 kg/cm2	40.2	571.8
f’c= 300 kg/cm2	41.6	591.7
f’c= 350 kg/cm2	44.9	638.6

Fuente: Elaboración Propia

El valor obtenido de Módulo de Rotura del concreto (S’c) para un f’c=300 kg/cm2 es:

$$S'c = 591.7 \text{ PSI}$$

4.2.1.4.1. Coeficiente de Transferencia de Carga (J)

Este parámetro expresa la capacidad que tiene la estructura para transferir las cargas entre juntas y fisuras, dependiendo al tipo de pavimento de concreto a ejecutar o construir, la existencia o no de bermas laterales y la utilización de elementos para transferencia de carga.

Tabla 28. Coeficiente de Transferencia de Carga (J)

TIPO DE BERMA	J			
	GRANULAR O ASFÁLTICA		CONCRETO HIDRÁULICO	
VALORES J	SI (con pasadores)	NO (sin pasadores)	SI (con pasadores)	NO (sin pasadores)
		3.2	3.8 – 4.4	2.8

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos- sección suelos y Pavimentos R.D. N° 10 -2014 - MTC/14

El valor de coeficiente de Transferencia de Carga utilizado es de:

$$J = 2.8$$

4.2.1.4.2. Coeficiente de Drenaje (Cd)

De acuerdo a AASHTO, el coeficiente de drenaje varía entre 1.10 y 1.00, dependiendo a distintos factores que afectaran al comportamiento estructural del pavimento, también depende a la calidad del drenaje diseñado en las capas del pavimento; a mayor valor de Cd, se tendrá un mejor drenaje, favoreciendo en la reducción del espesor de la capa de rodadura de concreto a calcular.

Tabla 29. Coeficientes de Drenaje de las Capas Granulares

Calidad de drenaje	% del tiempo en que el pavimento esta expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación			
	< 1%	1 a 5%	5 a 25%	> 25%
Excelente	1.25 - 1.20	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10
Bueno	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00
Regular	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90
Pobre	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80
Muy Pobre	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0.70

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos-sección suelos y Pavimentos R.D. N° 10 -2014 - MTC/14

Para este proyecto se está utilizando un coeficiente de drenaje de:

$$\text{Cd} = 1.00$$

4.2.1.5. Pérdida de Serviciabilidad (Δ PSI)

Según AASHTO, es la capacidad del pavimento de servir al tránsito que circula por la vía, y sus valores se magnifican en una escala de 0 a 5, siendo 0 una calificación de vía intransitable y 5 una calificación excelente.

En el Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos-sección suelos y Pavimentos R.D. N° 10 -2014 - MTC/14, nos muestra una tabla de valores para el cálculo del índice de serviciabilidad Inicial y Final, dependiendo al tipo de Carretera y al volumen de tráfico o ejes Equivalentes calculados.

Para este proyecto, se obtuvieron los siguientes valores:

$$P_0 = \text{Índice de Serviciabilidad Inicial} = 4.30$$

$$P_f = \text{Índice de Serviciabilidad Final} = 2.50$$

$$\Delta \text{PSI} = 1.80$$

Tabla 30. Diferencial de Serviabilidad Δ PSI, según el Rango de Tráfico

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

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos- sección suelos y Pavimentos R.D. N° 10 -2014 - MTC/14

4.2.1.6. Confiabilidad (R) y Desviación Estándar Normal (Zr)

El propósito de este parámetro, es cuantificar la variabilidad propia de los materiales utilizados, el proceso constructivo y la calidad de la construcción; es un factor de seguridad el cual consiste en incrementar estadísticamente una proporción del tránsito previsto a lo largo del periodo de diseño.

En la siguiente tabla, se obtiene el valor de la confiabilidad, dependiendo al volumen de tráfico o Ejes Equivalentes y al tipo de vía.

Tabla 31. Valores recomendados de Nivel de Confiabilidad (R) y Desviación Estándar Normal (Zr) Para una sola etapa de 20 años según Rango de Tráfico

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

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos- sección suelos y Pavimentos R.D. N° 10 -2014 - MTC/14

Los valores obtenidos para confiabilidad y desviación estándar normal, de acuerdo a la cantidad de tráfico es:

R= 90%

Zr= -1.282

4.2.1.7. Desviación Estándar Total (So)

El rango típico recomendado por AASHTO está comprendido entre los valores de $0.30 < So < 0.40$, por lo que para este proyecto se tomara como valor intermedio para Desviación Estándar total, equivalente a:

So= 0.35

4.2.1.8. Número de Repeticiones de EE. de 8.2 ton (W18)

El Número de repeticiones calculado para la zona el trópico es:

$$W18 = 5'416,298.510$$

4.2.1.9. Cálculo del Espesor de la Losa de Diseño

4.2.1.9.1. Método Analítico

NOMOGRAPH SOLVES:

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

Datos:

K	= 598.67 PCI
Ec	= 3'723,369 PSI
S'c	= 591.7 PSI
J	= 2.80
Cd	= 1.00
So	= 0.35
R	= 90%
Zr	= -1.282
Pt	= 2.50
ΔPSI	= 1.80
W₈₀	= 5'416,298.510

Reemplazando los valores en la ecuación en el primer y Segundo miembro, y realizando las iteraciones hasta obtener la igualdad, se obtiene el valor del espesor de la losa del pavimento:

$$6.733707 = -0.4487 + 7.022537 - 0.06 - 0.1956 + 0.4155$$

$$6.734 = 6.734$$

$$D = 8.0 \text{ Pulg.} = 0.20\text{m}$$

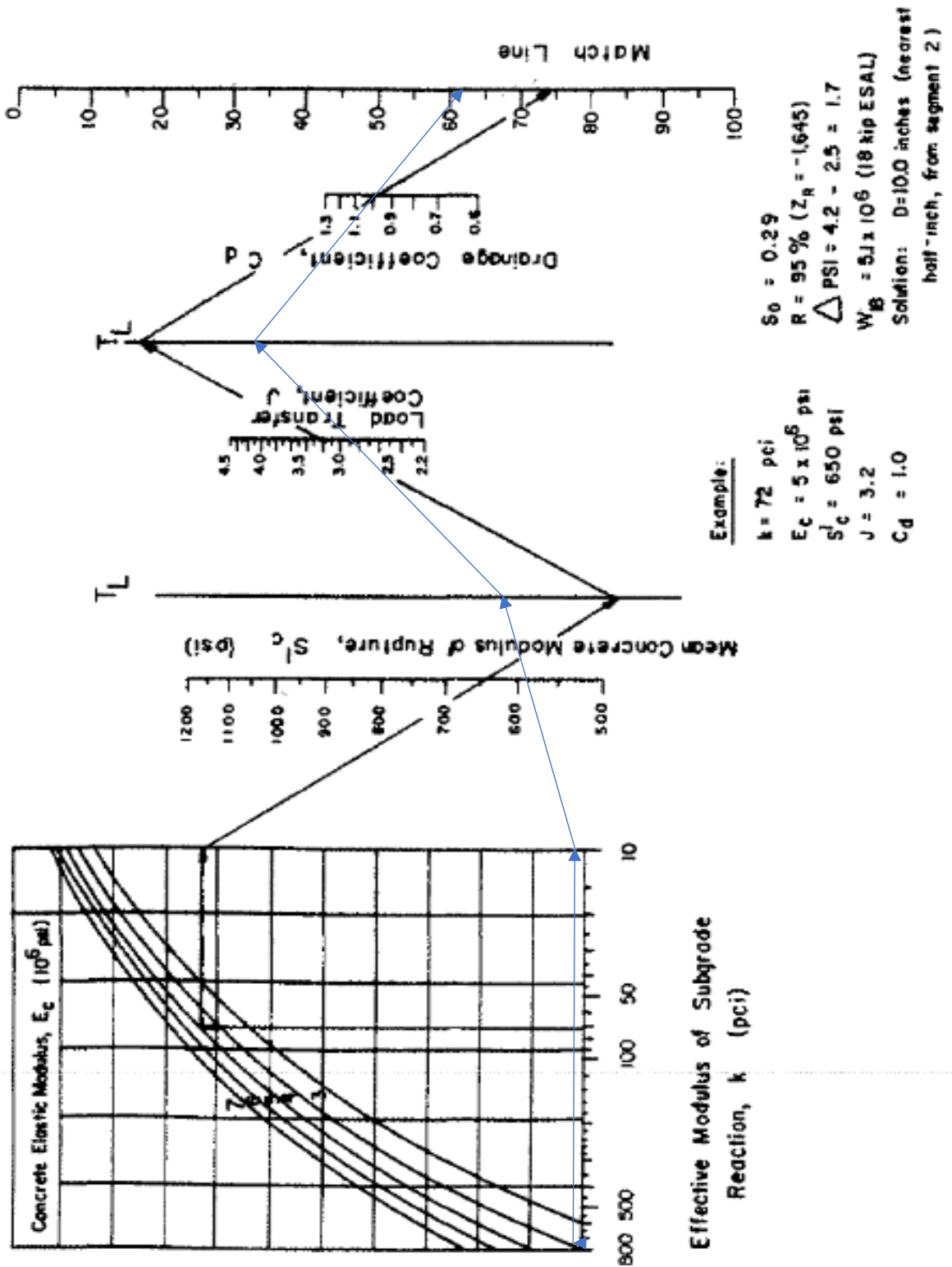
Se usará el espesor:

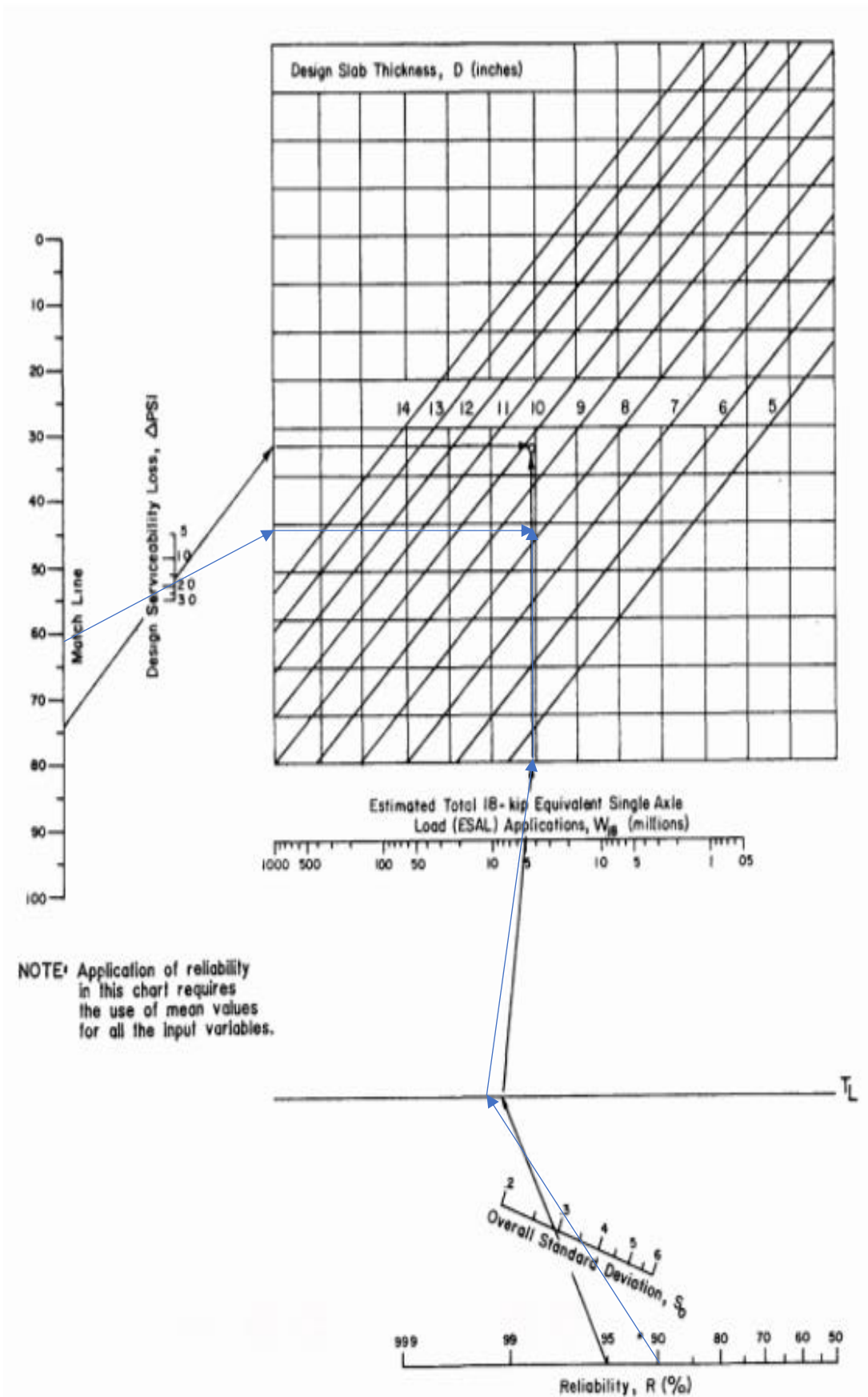
$$D = 0.20\text{m}$$

4.2.1.9.2. Método Gráfico:

Para este método se usarán los parámetros calculados anteriormente.

Figura 16. Cálculo del Espesor de la Losa de Concreto en Nomograma





Fuente: Elaboración Propia

D = 8.2 Pulgadas ➡ D = 0.205m = 0.20 m

Como diseño final de pavimento Rígido AASHTO 93 para la vía de la Zona el Trópico, se tomará el diseño analítico, siendo éste, más exacto y preciso.

Por lo que el espesor de la losa será:

- **D = 0.20 m**

De acuerdo a las especificaciones AASHTO, recomienda utilizar un espesor mínimo de 4" de afirmado para la capa Base del pavimento, pero para este proyecto se usará un espesor equivalente a 6"

Figura 17. Espesor de Pavimento Rígido

	Losa de Concreto e=0.20 m
	Subbase e=0.15 m

Fuente: Elaboración propia

4.2.1.10. Cálculo de las Juntas Longitudinales y Juntas Transversales:

El objetivo del diseño de juntas en la losa del pavimento, es controlar la fisuración y agrietamiento producidos por el efecto de contracción que sufre el concreto por la pérdida de humedad y a la exposición al medio ambiente.

La longitud de la losa no debe ser mayor a 1.25 veces el ancho y que no sea mayor a 4.5m

El ancho de carril para este proyecto es de 3.60 y la longitud máxima debe ser de 4.50, por lo que se diseñaran paños de 3.60m x 4.50m, con juntas transversales de construcción cada 3 paños de 4.50m.

Tabla 32. Dimensiones de Losa

ANCHO DE CARRIL (M) = ANCHO DE LOSA (M)	LONGITUD DE LOSA (M)
2.70	3.30
3.00	3.70
3.30	4.10
3.60	4.50

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos- sección suelos y Pavimentos R.D. N° 10 -2014 - MTC/14

4.2.1.11. Cálculo de pasadores o Dowells:

Este mecanismo, permite incrementar mecánicamente la transferencia de cargas producidas por la trabazón de los agregados, indispensable para pavimentos rígidos con un Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes (EE) superiores a 4 millones.

Tabla 33. Diámetros y longitudes recomendadas en pasadores

RANGO DE ESPESOR DE LOSA (MM)	DIÁMETRO		LONGITUD DEL PASADOR O DOWELLS (MM)	SEPARACIÓN ENTRE PASADORES (MM)
	MM	PULGADA		
150 - 200	25	1"	410	300
200 - 300	32	1 ½"	460	300
300 - 430	38	1 ½"	510	380

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos- sección suelos y Pavimentos R.D. N° 10 -2014 - MTC/14

4.2.1.12. Cálculo de la dimensión de Barras de Amarre

Las barras de amarre serán situadas en la parte central de la junta longitudinal, estos sirven como mecanismos de transferencia de carga.

Tabla 34. Diámetros y Longitudes recomendados en Barras de Amarre

ESPESOR DE LOSA (MM)	TAMAÑO DE VARILLA (CM) DIAM. x LONG.	DISTANCIA DE LA JUNTA AL EXTREMO LIBRE	
		3.00 m	3.60 m
150	1.27 x 66	@ 76 cm	@ 76 cm
160	1.27 x 69	@ 76 cm	@ 76 cm
170	1.27 x 70	@ 76 cm	@ 76 cm
180	1.27 x 71	@ 76 cm	@ 76 cm
190	1.27 x 74	@ 76 cm	@ 76 cm
200	1.27 x 76	@ 76 cm	@ 76 cm
210	1.27 x 78	@ 76 cm	@ 76 cm
220	1.27 x 79	@ 76 cm	@ 76 cm
230	1.59 x 76	@ 91 cm	@ 91 cm
240	1.59 x 79	@ 91 cm	@ 91 cm
250	1.59 x 81	@ 91 cm	@ 91 cm
260	1.59 x 82	@ 91 cm	@ 91 cm
270	1.59 x 84	@ 91 cm	@ 91 cm
280	1.59 x 86	@ 91 cm	@ 91 cm
290	1.59 x 89	@ 91 cm	@ 91 cm
300	1.59 x 91	@ 91 cm	@ 91 cm

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos- sección suelos y Pavimentos R.D. N° 10 -2014 - MTC/14

4.2.2. Diseño del Pavimento Rígido de Losas Cortas (TCP)

4.2.2.1. Parámetros del Diseño del Tipo de Pavimento

4.2.2.1.1. Vida de Diseño

En Perú, el periodo de diseño del pavimento rígido es de 20 años como mínimo, siendo el Profesional residente de obra quien puede ajustar el periodo de diseño, según especificaciones del proyecto y las condiciones requeridas por la Entidad. En este caso, la vida de diseño para el pavimento que se seleccionó fue de 20 años.

Tabla 35. Periodos de Diseño

Clasificación de la Vía	Vida de Diseño (Años)
Rutas Locales y Calles	15-20
Calles Principales y Vías de Mediano Tráfico < 15*10 ⁶ EE	20
Carreteras Interurbanas y Vías de Alto Tráfico > 15*10 ⁶ EE	20-40

Fuente: TCPAVEMENTS: Documentación y Guía de Diseño, Optipave2

4.2.2.1.2. Largo de Losa

La dimensión de la losa debe estar en un rango de 1,4 y 2,3 m, y en el caso de tráfico en más de una dirección, se reduce en 1,75 m como mínimo, con el fin de evitar que más de un set de ruedas cargue cada losa. (TCPAVEMENTS: Documentación y Guía de Diseño, Optipave2).

Considerándose un mínimo de 1,75, para vías de doble sentido, se utilizó en este caso un largo de losa de 1,80 m.

4.2.2.1.3. Espesor de Losa de Hormigón

Es un factor importante en el desarrollo del pavimento, debido al costo y a la función que cumple, ya que es la capa que está en constante contacto vehicular. El rango en el que puede variar el espesor es de 60 mm a 250 mm. El programa es el encargado de determinar el espesor específico para cada tipo de tráfico. (TCPAVEMENTS: Documentación y Guía de Diseño, Optipave2).

4.2.2.1.4. Tipo de Borde

Según “TCPAVEMENTS: Documentación y Guía de Diseño, Optipave2”, el tipo de borde tiene dos efectos en el pavimento, primero aleja el tráfico del borde y por otro lado define el soporte lateral de la berma al pavimento en términos de transferencia de carga. Existen 4 tipos de borde como se muestra a continuación:

Tabla 36. Tipos de Borde y su Efecto en Términos de Soporte y Circulación del Tráfico

Tipo de Borde	Soporte a la Estructura	¿Aleja el tráfico del Borde?
Borde Libre	Nulo	No
Berma Granular / Asfáltica	Muy Leve	No
Berma de Hormigón	Leve	No
Vereda	Mediano	Si

Fuente: TCPAVEMENTS: Documentación y Guía de Diseño, Optipave2

4.2.2.1.5. Sobreancho en las Losas

La finalidad del sobreancho en las losas es de aumentar la distancia que existe entre la línea de demarcación externa con el borde del pavimento, alejando notablemente el tráfico del borde.

(TCPAVEMENTS: Documentación y Guía de Diseño, Optipave2)

En este caso la carretera no presenta sobreancho en su losa.

4.2.2.1.6. Barras de Transferencia de Carga

Según el “Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos”, es la capacidad que tiene una junta de transferir algo de la carga de un lado de la junta a otro, es decir de un paño al paño adyacente.

La Guía de Diseño del Optipave2 nos recomienda utilizar las barras de transferencia de carga en juntas transversales en caso de tráficos altos (> 15.000.000 EE). En este caso para el diseño no se utilizó.

4.2.2.1.7. IRI Inicial y IRI Final de Diseño

La rugosidad del pavimento se define como el parámetro que relaciona la magnitud y la frecuencia de las irregularidades superficiales.

La tabla 37 nos recomienda utilizar un IRI inicial de 2.50 debido a que es un pavimento nuevo y un IRI final de 4.00 con una confiabilidad del 90%.

Tabla 37. Valores de Rugosidad Admisible IRI (m/km) según tipo de Carretera

Tipo de Carretera	Rugosidad Característica Inicial Pavimento Nuevo IRI (m/km)	Rugosidad Característica Inicial Pavimento Reforzado IRI (m/km)	Rugosidad Característica Durante Periodo de Servicio IRI (m/km)	Observación
Autopistas: IMDA > 6000 veh./día, de calzadas separadas, c/u con 2 o + carriles.	2.00	2.50	3.50	Rugosidad característica, para una confiabilidad de 98%
Carreteras Duales o Multicarril: IMDA entre 6000 y 4001 veh./día, de calzadas separadas, c/u con 2 o + carriles.	2.00	2.50	3.50	Rugosidad característica, para una confiabilidad de 95%
Carreteras de Primera Clase: IMDA entre 4000 y 2001 veh./día, de una calzada de 2 carriles.	2.50	3.00	4.00	Rugosidad característica, para una confiabilidad de 95%
Carreteras de Segunda Clase: IMDA entre 2000 y 401 veh./día, de una calzada de 2 carriles.	2.50	3.00	4.00	Rugosidad característica, para una confiabilidad de 90%
Carreteras de Tercera Clase: IMDA entre 400 y 201 veh./día, de una calzada de 2 carriles.	3.00	3.50	4.50	Rugosidad característica, para una confiabilidad de 90%
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: IMDA ≤ 200 veh./día, de una calzada.	3.00	3.50	4.50	Rugosidad característica, para una confiabilidad de 85%

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

4.2.2.1.8. Porcentaje de Losas Agrietadas

Las losas agrietadas son un factor destructivo en la vida del pavimento, siendo necesario determinar un porcentaje máximo admisible, es por ello que en este caso se tomó el porcentaje más desfavorable, utilizando el 10%.

Tabla 38. Valores Recomendados de Porcentaje Máximo Admisible de Losas Agrietadas según la Clasificación de La Vía

Clasificación de la Vía	Porcentaje Máximo Admisible De Losas Agrietadas
Rutas Locales y Calles	30%-50%
Calles Principales y Vías de Mediano Trafico < 15*10 ⁶ ESALS	10%-30%
Carreteras Interurbanas y Vías de Alto Trafico > 15*10 ⁶ EE	10%

Fuente: TCPAVEMENTS: Documentación y Guía de Diseño, Optipave2

4.2.2.1.9. Escalonamiento Promedio Final

Es la diferencia en elevación a través de una junta o grieta, siendo en parte el ascenso del material suelto proveniente de la capa inferior de la losa. El valor máximo permitido en Perú es de 6 mm.

4.2.2.1.10. Confiabilidad

El manual nos recomienda utilizar para Vías de Mediano Tráfico un rango entre el 80% y 95%. En este caso se utilizó una confiabilidad del 90 % en todos los umbrales máximos admisibles de diseño.

Tabla 39. Confiabilidad según la clasificación de la Vía

Clasificación de la Vía	Urbanas	Rurales
Carreteras Interurbanas y Vías de Alto Trafico	85%-97%	80%-95%
Calles Principales y Vías de Mediano Trafico	80%-95%	75%-90%
Calles de Bajo Trafico	75%-85%	70%-80%
Pasaje	50%-75%	50%-75%

Fuente: TCPAVEMENTS: Documentación y Guía de Diseño, Optipave2

4.2.2.2. Tráfico

4.2.2.2.1. Tasa de Crecimiento

Según el “Manual de Carreteras – Especificaciones Técnicas Generales en Construcción EG-2013” el crecimiento del tránsito se define en correlación con la dinámica de crecimiento socioeconómico. Normalmente se asocia a la cantidad de vehículos de pasajeros con el crecimiento poblacional. Las tasas de crecimiento en Perú varían entre 2% y 6%. En este caso se utilizó un porcentaje del 4%.

4.2.2.2.2. Tipo de Tráfico

Se clasificó el tráfico según el American Concrete Pavement Association (ACPA), como Streetpave Minor Arterial, siendo un tipo de Vía Colectora con un IMDA de 1824 veh/día.

Tabla 40. Clasificación de Tráfico (ACPA)

Clasificación de Trafico	Tipo de Vía	Trafico de Diseño (TDMA)	Peso Máximo/Eje	
			Simple	Tándem
Streetpave Residential	Pasaje	Hasta 25	98	160
Streetpave	Vía Local	40-1000	116	196

Collector				
Streetpave Minor Arterial	Colectora	5-5000	133	231
Streetpave Mayor Arterial	Troncal	1500-8000	151	267

Fuente: American Concrete Pavement Association (ACPA)

4.2.2.2.3. Distribución Lateral del Tráfico

Según la Tabla N°41, la distancia entre el borde y la línea de demarcación sería de 150 mm, la distancia entre la línea de demarcación y la rueda externa de los vehículos de 450 mm, y la distancia entre el borde y la rueda externa de demarcación de 600 mm. Esto debido a que el pavimento presenta un tipo de borde libre.

Tabla 41. Distribución Lateral del Tráfico para un Pavimento con Sobreebancho

Tipo de Borde	Distancia entre el borde y la línea de demarcación	Distancia entre la línea de demarcación y la rueda externa de los vehículos	Distancia entre el borde y la rueda externa de demarcación
Borde Libre, Berma de Hormigón, berma granular/asfáltica	150 mm	450 mm	600 mm
Solera de Borde	150 mm	550 mm	700 mm
Losa con Sobreebancho	300 mm	450 mm	750 mm

Fuente: TCPAVEMENTS: Documentación y Guía de Diseño, Optipave2

La desviación estándar por defecto de distribución lateral del tráfico, según la Tabla N°42 obtendría el valor de 250 mm.

Tabla 42. Desviación Estándar según Tipo de Borde

Tipo de Borde	Desviación Estándar por defecto de distribución Lateral de Trafico
Borde Libre, Berma de Hormigón, berma granular/asfáltica	250 mm
Solera de Borde	200 mm
Losa con Sobreebancho	250 mm

Fuente: TCPAVEMENTS: Documentación y Guía de Diseño, Optipave2

4.2.2.3. Propiedades del Hormigón

4.2.2.3.1. Resistencia del Hormigón

Se determinó que la vía de estudio se clasificó como calle secundaria, según la tabla 43, la resistencia mínima a la flexotracción del concreto (M_r) según el tipo de vía es de 4,5 MPa y la resistencia mínima equivalente a la compresión del concreto (F'_c) es de 350 kg/cm².

Tabla 43. Valores Recomendados de Resistencia del Concreto según el Tipo de Vía

Tipo de Vía	Resistencia Característica a la Flexotracción a 28 días [MPa]
Calles Secundarias y Pasajes	4,5 – 5,0
Calles Principales < 15 ⁶ EE	4,8 – 5,2
Caminos Nacionales y Alto Tránsito > 15 ⁶ EE	5,0 – 5,5

Fuente: Software Optipave2

4.2.2.3.2. Confiabilidad de la Mezcla

La confiabilidad se incorporó con el objetivo de cuantificar la variabilidad de los materiales, representando el factor de seguridad del concreto. Debido a su clasificación de Tipo de Tráfico (T_p8) se asumió según la tabla 44, una confiabilidad del 90%.

Tabla 44. Valores Recomendados de Nivel de Confiabilidad (R) y Desviación Estándar Normal (Zr) Para una sola etapa de 20 años según Rango de Tráfico

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

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

4.2.2.3.3. Desviación Estándar de Diseño

“Es la desviación que forma parte del proceso de fabricación del Concreto. Se recomienda usar 0,4 MPa.” (TCPAVEMENTS: Documentación y Guía de Diseño, Optipave2)

4.2.2.3.4. Aumento de Resistencia 28-90 Días

“Comprende al incremento porcentual en la resistencia a la Flexo tracción que ocurre desde el día 28 al día 90 en las losas de concreto. El valor de este depende de cada mezcla realizada, pero se recomienda utilizar por defecto un valor de 1.1 (10%)” (TCPAVEMENTS: Documentación y Guía de Diseño, Optipave2)

4.2.2.3.5. Módulo de Elasticidad

Es un parámetro importante en el diseño del concreto, el módulo de elasticidad representa la capacidad de rigidez que tiene un material sometido a diversos factores de deformación.

Según el “TCPAVEMENTS: Documentación y Guía de Diseño, Optipave2” recomienda utilizar la siguiente fórmula que correlaciona la resistencia a la compresión con el módulo de elasticidad:

Tabla 45. Módulo de Elasticidad según TCP

E= 57,600 x (f'c) ^{0.5} ; (f'c en Lbs/pulg ²)		
Resistencia del concreto (f'c)	Módulo de Elasticidad	
	Lbs/pulg ²	PSI
f'c= 350 kg/cm ²	4978	4'021,631

Fuente: Elaboración Propia

Para poder ingresar el módulo de elasticidad a el programa Optipave2, se hizo una conversión de PSI a MPa, el cual resultó 27,729 MPa.

4.2.2.3.6. Peso Específico

Es el peso del concreto por unidad de volumen de los sólidos. Usando un valor de 2.300 kg/m³

4.2.2.3.7. Módulo de Poisson

El módulo de Poisson del concreto representa la relación entre la deformación unitaria transversal y la deformación unitaria axial, causada por una carga en el sentido axial. Según el “TCPAVEMENTS: Documentación y Guía de Diseño, Optipave2” el valor por defecto es de 0,15 y varía entre 0,1 y 0,25. Utilizando en el Optipave2 como valor recomendado el 0,15.

4.2.2.3.8. Coeficiente de Expansión Térmico

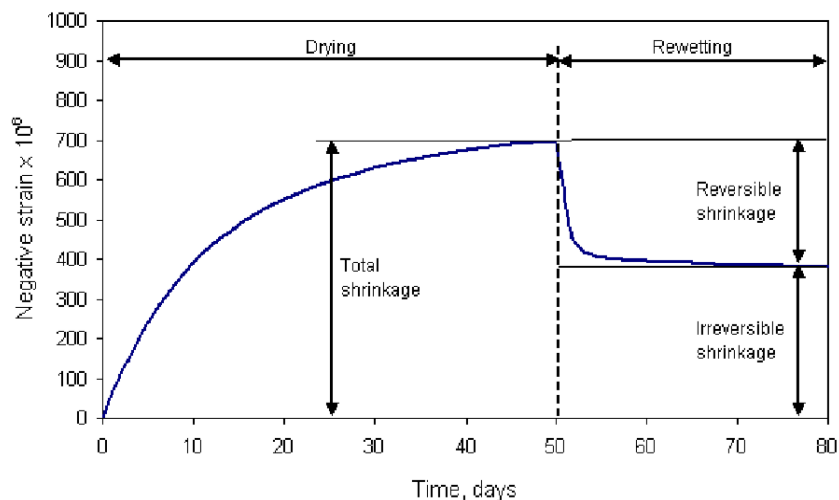
“Este coeficiente se define como una medida de la expansión o contracción de un material al ser sometido a cambios de temperatura. Se utiliza un valor de $1 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ salvo que se determine el valor por ensayo de laboratorio.”

(TCPAVEMENTS: Documentación y Guía de Diseño, Optipave2). En este caso se utilizó el valor por defecto de $1 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$.

4.2.2.3.9. Retracción del Hormigón a 365 Días

“Es un parámetro muy importante en el Concreto que afecta en la transferencia de cargas entre dos juntas. Como se aprecia en la imagen, esta retracción ira aumentando a medida que el Concreto va endureciendo, hasta un punto en el que baja bruscamente y luego se estabiliza. La retracción en este punto es invariable ya que no disminuye si se sigue saturando la mezcla. Por defecto la Retracción a 365 días se determina aumentando en un 30% este valor final. Se utiliza por defecto 0,0007 (700 $\mu\epsilon$).” (TCPAVEMENTS: Documentación y Guía de Diseño, Optipave2)

Figura 18. Retracción Típica del Hormigón en el Tiempo



Fuente: TCPAVEMENTS: Documentación y Guía de Diseño, Optipave2

4.2.2.3.10. Contenido de Aire

Se considero un TMN del agregado grueso de 1/2” por lo que se utilizó un contenido de aire del 2.5%.

Tabla 46. Contenido de Aire

TMN del Agregado Grueso	Aire Atrapado %
3/8”	3.0
1/2”	2.5
3/4”	2.0
1”	1.5
1 1/2”	1.0
2”	0.5

3"	0.3
4"	0.2

Fuente: American Concrete Institute – ACI

4.2.2.3.11. Relación Agua/Cemento

La resistencia a compresión obtenida fue de 350 kg/cm², al ser un concreto con aire incluido, el valor según la tabla 47, es de 0.40.

Tabla 47. Dependencia entre la Relación Agua-Material Cementante y la Resistencia a Compresión del Concreto

Resistencia a Compresión a los 28 Días, kg/cm ² (MPa)	Relación agua-material Cementante en masa	
	Concreto sin aire incluido	Concreto con aire incluido
450 (45)	0.38	0.31
400 (40)	0.43	0.34
350 (35)	0.48	0.40
300 (30)	0.55	0.46
250 (25)	0.62	0.53
200 (20)	0.70	0.61
150 (15)	0.80	0.72

Fuente: American Concrete Institute – ACI

4.2.2.4. Suelo

4.2.2.4.1. Método de Ensayo de Suelos

El método empleado en el estudio de suelos fue el de California Bearing Ratio: Ensayo de Relación de Soporte de California (CBR).

En ensayo de CBR nos permitirá medir la resistencia que presenta el suelo, determinando la calidad del suelo en la cual se realizará el pavimento.

El CBR de diseño de la subrasante fue obtenido del estudio de 6 calicatas, el cual obtuvo un valor promedio de 58.43%. En el caso del CBR de la subbase, el valor fue obtenido de la tabla 48, el cual indica un mínimo de 40% debido a los ejes equivalentes analizado en el estudio de tráfico, considerándose en este caso un valor de CBR de diseño de 50%, utilizado para el pavimento rígido de losas cortas y el pavimento rígido tradicional.

Tabla 48. CBR mínimos recomendados para la SubBase Granular de Pavimentos Rígidos según Intensidad de Tráfico expresado en EE

TRÁFICO	ENSAYO NORMA	REQUERIMIENTO
Para tráfico $\leq 15 \times 10^6$ EE	MTC E 132	CBR mínimo 40% (1)
Para tráfico $> 15 \times 10^6$ EE	MTC E 132	CBR mínimo 60% (1)

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

4.2.2.4.2. Módulo Resiliente de la Capa

El “TCPAVEMENTS: Documentación y Guía de Diseño, Optipave2” recomienda utilizar la siguiente fórmula:

Tabla 49. Módulo Resiliente de las Capas

$Mr = 179,61(\text{CBR})^{0,64} \text{ kg/cm}^2$		
Subrasante (CBR= 58,43%)	2426,48 kg/cm ²	237,96 MPa
Base (CBR= 50,00%)	2196,20 kg/cm ²	215,37 MPa

Fuente: Elaboración Propia

4.2.2.4.3. Módulo de Poisson

El módulo de Poisson recomendado para la subrasante y la base, según “TCPAVEMENTS: Documentación y Guía de Diseño, Optipave2” es de 0,35.

4.2.2.4.4. Espesor de la Base

El espesor que se utilizó fue de 15 cm, obtenido en el cálculo de diseño del pavimento rígido tradicional (AASHTO 93)

4.2.2.4.5. Resistencia a la Erosión

Para determinar el valor de la resistencia a la erosión, el Software Optipave2 nos clasificó en 5 categorías el nivel de erosión como se muestra a continuación:

Tabla 50. Clasificación de la Resistencia a la Erosión

Potencial de Erosión de la Base			
1	Hormigón pobre con Aprox. 8% de cemento; o con resistencia a la compresión a largo plazo >17 Mpa (>13,5 Mpa a 28 días) y una subbase granular o una base estabilizada o con una malla geotextil entre la base tratada y la subrasante. De lo contrario ver clase 2	Asfalto mezclado en caliente con 6% de cemento asfáltico que cumpla apropiadamente con los ensayos de adherencia de la mezcla y los agregados y una subbase granular o una capa de suelo estabilizado (de lo contrario ver clase 2)	Capa drenante (base tratada con asfalto o base tratado con cemento) y con una capa de separación apropiada (granular o malla geotextil) ubicada entre la base tratada y la subrasante.
	Base tratada con cemento, con 5% de cemento fabricado en planta o con resistencia a la compresión a largo plazo entre 13,5 y 17 Mpa (10-13,5 Mpa a 28 días) y una subbase granular o una capa estabilizada o un geotextil colocado entre la base tratada y la subrasante. De lo contrario ver clase 3	Base tratada con asfalto, fabricada con 4 por ciento de cemento asfáltico que pasa apropiadamente el ensayo adherencia de la mezcla y los agregados y una subbase granular o una capa de suelo tratado o bien una malla geotextil es ubicada entre la base tratada y la subrasante. De lo contrario ver clase 3	
3	Base tratada con cemento con 3,5% de cemento fabricado en planta o con resistencia a la compresión a largo plazo entre 7 y 14 Mpa (5-10 Mpa a 28 días)	Base tratada con asfalto con 3% de cemento asfáltico que cumple apropiadamente con el ensayo de adherencia de la mezcla	Base granular de muy buena calidad (Para bases granulares típicas chilenas, utilizar este valor)
4	Material Granular chancado no consolidado de gradación densa y agregados de Buena calidad		
5	Suelos no tratados (Losa de hormigón colocada directamente sobre el terreno natural)		

Fuente: Software Optipave2

Se utilizó la categoría 3, debido a que la base poseerá un material extraído de cantera, el cual deberá cumplir con las condiciones mínimas normativas y resistentes para ya no ser tratado con cemento, cal u otros aglomerantes.

4.2.2.4.6. Coeficiente de Fricción Pavimento-Base

“Coeficiente de Fricción presente entre la losa de hormigón y la capa soportante, lo que afecta la transferencia de carga del pavimento. Para el caso de suelos granulares, se recomienda usar 0,65 mientras que, para una base tratada con cemento, 0,8.” (TCPAVEMENTS: Documentación y Guía de Diseño, Optipave2)

4.2.2.4.7. Porcentaje de Material Fino en la Subrasante

Se utilizó los datos obtenidos del estudio de suelo, los cuales fueron los porcentajes de las muestras de la subrasante, que pasaron la malla #200

Tabla 51. Porcentaje de Material Fino en la Subrasante

Muestra	% que pasa la malla #200
M1	7,7
M2	8,6
M3	15,5
M4	12,0
M5	6,8
M6	6,0

Fuente: Elaboración Propia

Se realizó un promedio de las 6 muestras, siendo el 9.43% el valor obtenido e ingresado al programa Optipave2.

4.2.2.5. Clima

4.2.2.5.1. Gradiente de Construcción

“El gradiente térmico de construcción es una estimación del alabeo inicial que se produce en la losa debido a retracciones diferenciales entre la parte superior y la inferior de esta.” (TCPAVEMENTS: Documentación y Guía de Diseño, Optipave2). El Optipave2 nos dice que, debido a que no existe mucha información con respecto a este valor, se recomienda utilizar la tabla 52, el cual, por ser una zona húmeda sin viento, el valor que se obtuvo fue de -5°C.

Tabla 52. Gradiente Térmico según las Condiciones Climáticas de Pavimentación

Condiciones Climáticas de Pavimentación	Gradiente Térmico Equivalente de Construcción
Zona Húmeda sin Viento	-5°C
Zona Húmeda con Viento o Zona Seca sin Viento	-10°C
Zona Seca con Viento o Zona en Altitud	-15°C
Condiciones Extremas de Evaporación	-20°C

Fuente: Software Optipave2

4.2.2.5.2. Temperatura Media de Verano e Invierno

El valor de Temperatura Media de Verano se obtiene de los 6 meses con mayor temperatura del año, para lo cual se utilizó los 6 primeros meses del año. Utilizando las temperaturas máximas alcanzadas de cada mes, obteniendo en promedio, un valor de 24.2°C

Tabla 53. Temperatura Promedio de Enero-Junio

MES	TEMPERATURA MAXIMA (°C)
ENERO	24.9
FEBRERO	25.8
MARZO	25.5
ABRIL	24.2
MAYO	23.1
JUNIO	21.9
PROMEDIO TOTAL	24.2

Fuente: Senamhi

En el caso de la Temperatura Media de Invierno, se requiere los 6 meses con menor temperatura del año, para lo cual se utilizó los 6 últimos meses del año, utilizando la temperatura mínima de cada mes, obteniendo un valor promedio de 14.7°C.

Tabla 54. Temperatura Promedio de Julio-Diciembre

MES	TEMPERATURA MÍNIMA (°C)
JULIO	14.5
AGOSTO	14.5
SEPTIEMBRE	14.1
OCTUBRE	14.2
NOVIEMBRE	14.9
DICIEMBRE	15.9
PROMEDIO TOTAL	14.7

Fuente: Senamhi

4.2.2.5.3. Temperatura de Fraguado del Hormigón

La temperatura mínima de colocación del hormigón es de 13°C. El valor recomendado para el fraguado durante las primeras 24 horas es de 20°C.

4.2.2.5.4. Número de Días al año con Precipitaciones

Se obtuvo como referencia el año 2018, el cual presentó los siguientes números de días con precipitaciones de cada mes.

Tabla 55. Número de Días con Precipitaciones en el año 2018

Mes	N° Días con Precipitaciones
Enero	2
Febrero	1
Marzo	0
Abril	3
Mayo	1
Junio	0
Julio	0
Agosto	0
Septiembre	0
Octubre	2
Noviembre	0
Diciembre	3
Total (Año=2018)	12

Fuente: Senamhi

Obteniendo un valor de 12 días de precipitaciones en el año 2018.

4.2.2.5.5. Índice de Congelamiento de la Base

Se define como el porcentaje del tiempo en el año, en el cual la base se encuentra en una temperatura inferior a 0°C.

La base en la zona de estudio, en ningún momento del tiempo se encontrará a una temperatura inferior a 0°C, siendo el valor a utilizar de 0%.

4.2.3. Presupuesto del Pavimento Rígido Tradicional (AASHTO 93)

S10

Página

1

Presupuesto

Presupuesto	1901004	ANALISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO DE LOSA CORTA Y EL PAVIMENTO RIGIDO TRADICIONAL EN LA ZONA EL TROPICO, DISTRITO DE HUANCHACO, TRUJILLO - LA LIBERTAD		
Subpresupuesto	001	DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO SEGUN AASHTO 93		
Cliente	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUANCHACO		Costo al	04/10/2019
Lugar	LA LIBERTAD - TRUJILLO - HUANCHACO			

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio \$/.	Parcial \$/.
01	OBRAS PROVISIONALES				3,093.39
01.01	ALMACEN DE OBRA Y CASETA DE GUARDIANIA	glb	1.00	1,886.77	1,886.77
01.02	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 4.80x2.40M	und	1.00	1,206.62	1,206.62
02	OBRAS PRELIMINARES				32,966.75
02.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	glb	1.00	3,100.00	3,100.00
02.02	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO PRELIMINAR Y FINAL	m2	17,164.80	1.74	29,866.75
03	MOVIMIENTO DE TIERRAS				548,504.64
03.01	CORTE HASTA NIVEL DE SUBRASANTE, PISTAS	m3	3,432.96	6.99	23,996.39
03.02	CONFORMACION DE SUBRASANTE, PISTAS	m2	17,164.80	3.56	61,106.69
03.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/EQUIPO D=10KM	m3	4,462.85	9.72	43,378.90
03.04	SUB BASE e=15m C/EQUIPO	m2	17,164.80	24.47	420,022.66
04	PAVIMENTO RIGIDO				1,201,782.24
04.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN PAVIMENTO	m2	1,686.72	32.10	54,143.71
04.02	LOSA DE CONCRETO PREMEZCLADO H=0.20 M, FC=300 KG/CM2	m2	17,164.80	66.86	1,147,638.53
05	JUNTAS				336,817.75
05.01	ACERO DE JUNTA TRANSVERSAL ø 1" LONG. 45cm @30cm	m	5,300.00	18.82	99,746.00
05.02	ACERO DE JUNTA LONGITUDINAL ø 1/2" LONG. 76cm @76cm C/EXTREMO	m	2,384.00	4.49	10,704.16
05.03	PLANCHADO (TIPO FROTACHADO) CON ALISADORA SIMPLE C/DISCO	m2	17,164.80	0.72	12,358.66
05.04	PLANCHADO (TIPO SEMIPULIDO CON ALISADORA SIMPLE)	m2	17,164.80	1.57	26,948.74
05.05	NIVELACION Y TEXTURIZADO DE SUPERFICIE	m2	17,164.80	3.61	61,964.93
05.06	CORTE DE JUNTAS E=1"	m	2,548.50	2.33	5,938.01
05.07	SELLO EN JUNTAS CON MATERIAL ELASTOMERICO	m	6,214.40	4.48	27,840.51
05.09	APLICACION DE CURADOR QUIMICO	m2	17,164.80	5.32	91,316.74
06	SEÑALIZACION				80,674.56
06.01	PINTURA LINEAL DISCONTINUA	m	7,152.00	11.28	80,674.56
	COSTO DIRECTO				2,203,839.33
	GASTOS GENERALES (10%)				220,383.93
	UTILIDAD (5%)				110,191.97
	SUBTOTAL				2,534,415.23
	IGV (18%)				456,194.74
	PRESUPUESTO TOTAL				2,990,609.97

SON : DOS MILLONES NOVECIENTOS NOVENTA MIL SEISCIENTOS NUEVE Y 97/100 NUEVOS SOLES

4.2.4. Presupuesto del Pavimento Rígido de Losa Corta (TCP)

S10

Página

1

Presupuesto

Presupuesto **1901004 ANALISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO DE LOSA CORTA Y EL PAVIMENTO RIGIDO TRADICIONAL EN LA ZONA EL TROPICO, DISTRITO DE HUANCHACO, TRUJILLO - LA LIBERTAD**

Subpresupuesto **002 DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO DE LOSA CORTA (TCP)**

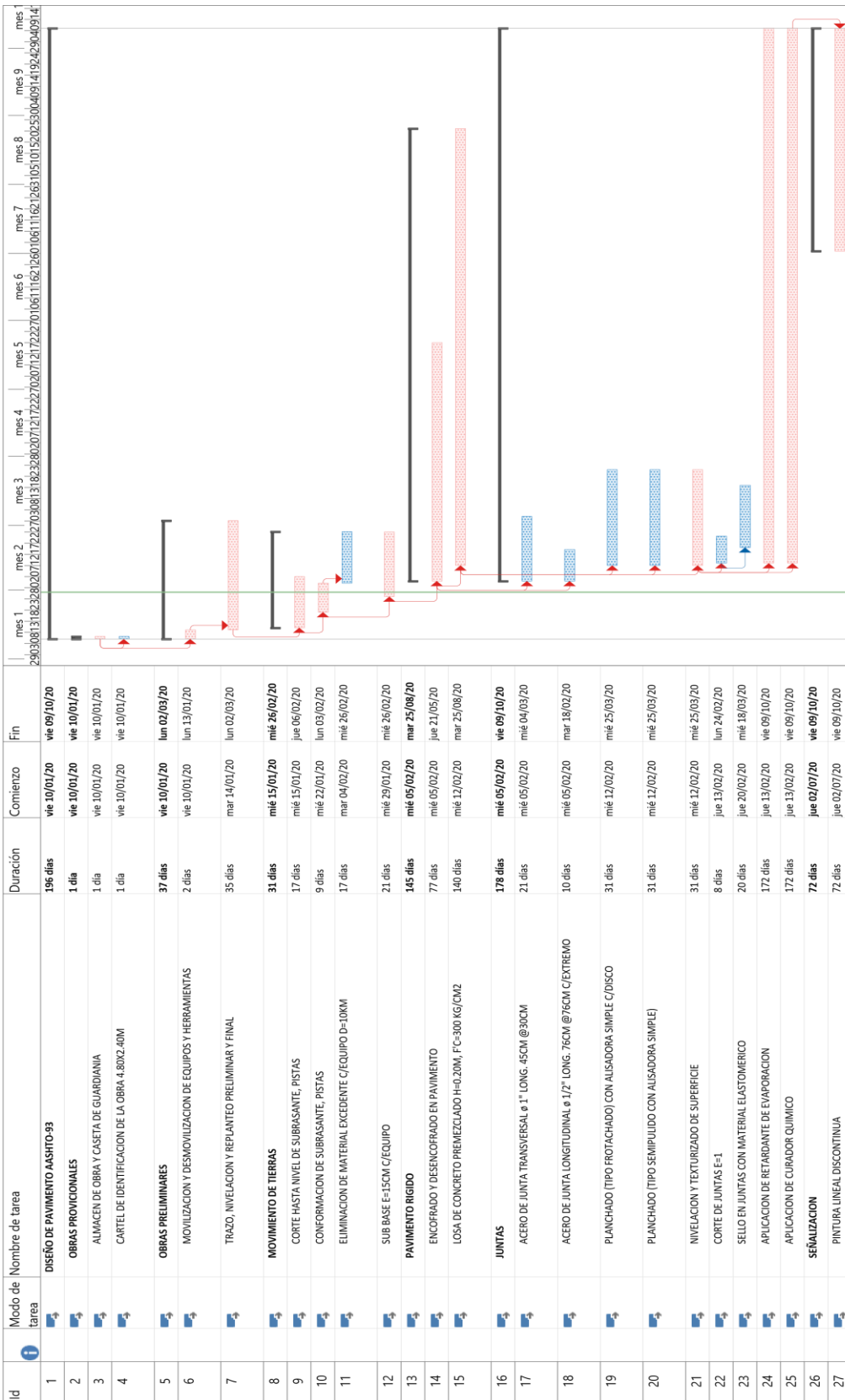
Cliente **MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUANCHACO** Costo al **04/10/2019**

Lugar **LA LIBERTAD - TRUJILLO - HUANCHACO**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	OBRAS PROVISIONALES				3,093.39
01.01	ALMACEN DE OBRA Y CASETA DE GUARDIANIA	glb	1.00	1,886.77	1,886.77
01.02	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 4.80x2.40M	und	1.00	1,206.62	1,206.62
02	OBRAS PRELIMINARES				32,966.75
02.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	glb	1.00	3,100.00	3,100.00
02.02	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO PRELIMINAR Y FINAL	m2	17,164.80	1.74	29,866.75
03	MOVIMIENTO DE TIERRAS				548,504.64
03.01	CORTE HASTA NIVEL DE SUBRASANTE, PISTAS	m3	3,432.96	6.99	23,996.39
03.02	CONFORMACION DE SUBRASANTE, PISTAS	m2	17,164.80	3.56	61,106.69
03.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/EQUIPO D=10KM	m3	4,462.85	9.72	43,378.90
03.04	SUB BASE e=15m C/EQUIPO	m2	17,164.80	24.47	420,022.66
04	PAVIMENTO RIGIDO				797,819.91
04.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN PAVIMENTO	m2	572.16	32.10	18,366.34
04.02	LOSA DE CONCRETO PREMEZCLADO H=0.12 M, FC=350 KG/CM2	m2	17,164.80	45.41	779,453.57
05	JUNTAS				316,868.47
05.01	PLANCHADO (TIPO FROTACHADO) CON ALISADORA SIMPLE C/DISCO	m2	17,164.80	0.72	12,358.66
05.02	PLANCHADO (TIPO SEMIPULIDO CON ALISADORA SIMPLE)	m2	17,164.80	1.57	26,948.74
05.03	NIVELACION Y TEXTURIZADO DE SUPERFICIE	m2	17,164.80	3.61	61,964.93
05.04	CORTE DE JUNTA 2mm	m	16,684.40	3.56	59,396.46
05.06	APLICACION DE CURADOR QUIMICO	m2	17,164.80	6.53	112,086.14
06	SEÑALIZACION				80,674.56
06.01	PINTURA LINEAL DISCONTINUA	m	7,152.00	11.28	80,674.56
	COSTO DIRECTO				1,779,927.72
	GASTOS GENERALES (10%)				177,992.77
	UTILIDAD (5%)				88,996.39
	SUBTOTAL				2,046,916.88
	IGV (18%)				368,445.04
	PRESUPUESTO TOTAL				2,415,361.92

SON : DOS MILLONES CUATROCIENTOS QUINCE MIL TRESCIENTOS SESENTIUNO Y 92/100 NUEVOS SOLES

4.2.5. Cronograma de Ejecución del Pavimento Rígido Tradicional (AASHTO 93)



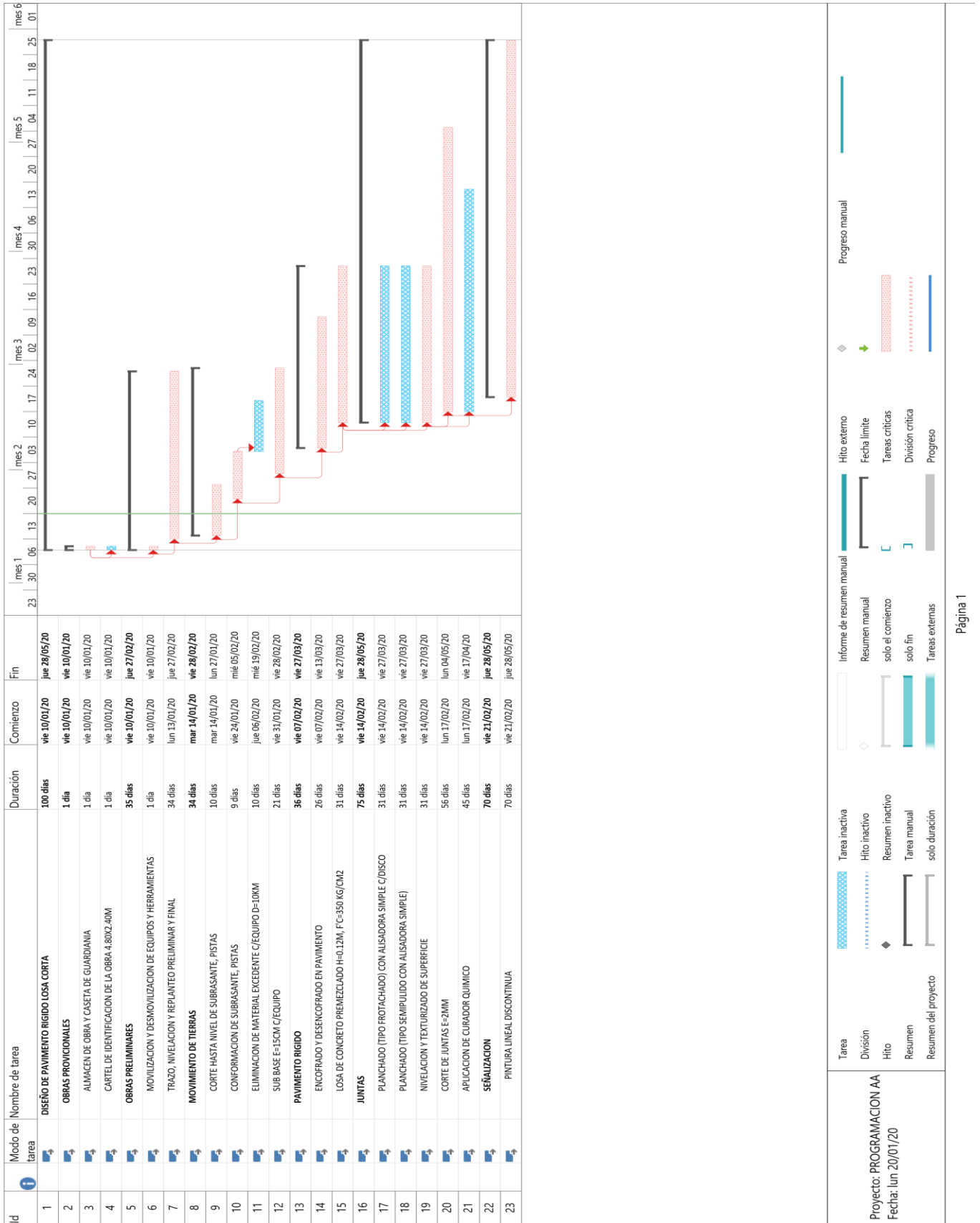
Informe de resumen manual
 Proyecto: PROGRAMACION AA
 Fecha: vie 31/01/20

Legenda:
 Tarea inactiva: [Barra azul con puntos]
 División: [Barra azul]
 Hitos: [Barra azul con triángulo]
 Resumen inactivo: [Barra azul con triángulo]
 Tarea manual: [Barra azul]
 Resumen del proyecto: [Barra azul]
 solo el comienzo: [Barra azul con triángulo]
 solo fin: [Barra azul con triángulo]
 Tareas externas: [Barra azul]
 solo duración: [Barra azul]

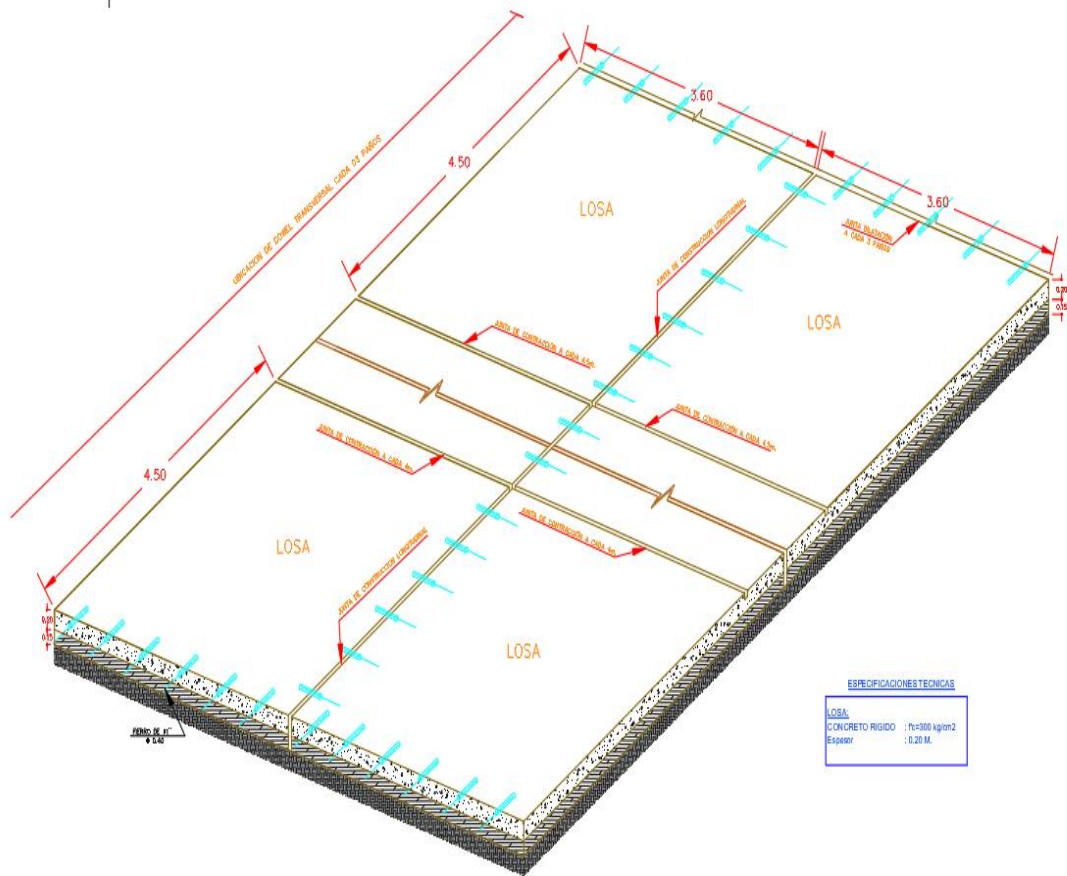
Progreso manual:
 Hitos externos: [Barra azul con triángulo]
 Fecha límite: [Barra azul con triángulo]
 Tareas críticas: [Barra roja con puntos]
 División crítica: [Barra roja con puntos]
 Progreso: [Barra azul]

Página 1

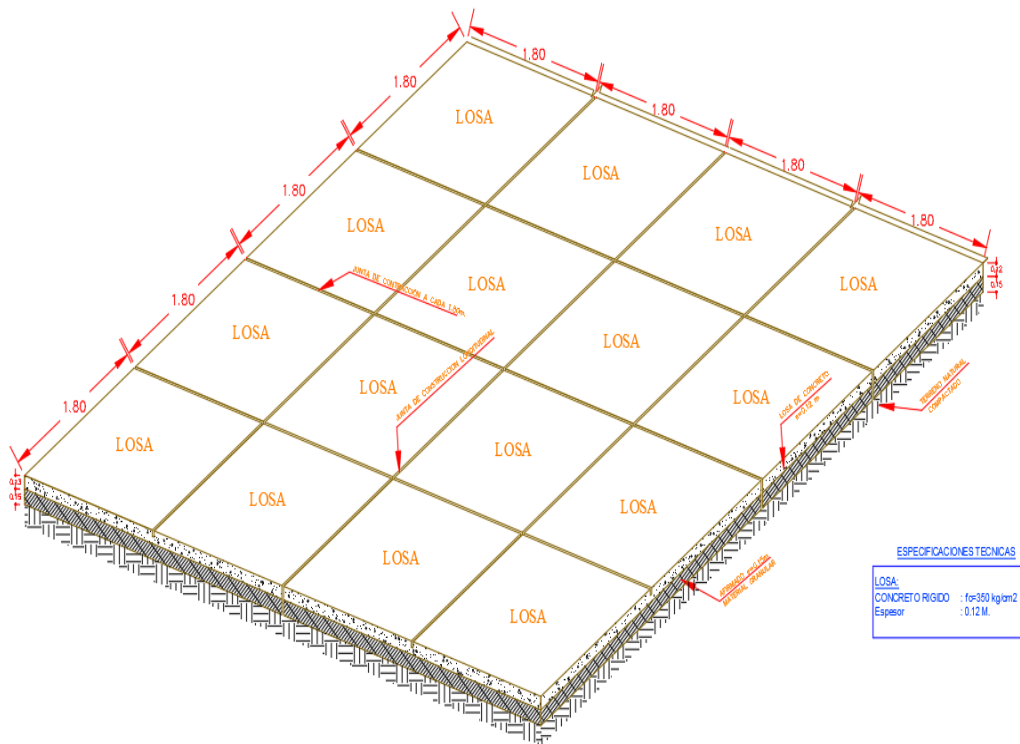
4.2.6. Cronograma de Ejecución del Pavimento Rígido de Losas Cortas (TCP)



4.2.7. Diseño de Vía del Pavimento Rígido Tradicional (AASHTO 93)



4.2.8. Diseño de Vía del Pavimento Rígido de Losas Cortas (TCP)



4.3. PRUEBA DE HIPOTESIS

De acuerdo a los resultados, se demuestra que el Diseño de Pavimento Rígido de Losa Corta (TCP), es el más adecuado y recomendado para la Zona el Trópico, ya que se reduce el presupuesto en un 10% equivalente a S/.500,000, y un tiempo de ejecución menor de 30 días calendarios al Presupuesto de ejecución del Pavimento Rígido mediante AASHTO 93.

CAPITULO V

V. DISCUSION DE LOS RESULTADOS

- El EAL de diseño que se obtuvo mediante el conteo vehicular en la zona de estudio para esta investigación; es de $EE = 5'416,299.510$, con un Índice Medio Diario Anual (IMDA)= 1824.
- Los CBR obtenidos del ensayo de mecánica de suelos de las 6 calicatas es de:

Tabla 56. Datos del Estudio de Mecánica de Suelos

MUESTRA	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	DENSIDAD SECA MAXIMA (g/cm ³)	HUMEDAD OPTIMA (%)	CBR (%)	CBR DE DISEÑO (%)
C-1	5.2	2.155	5.35	61.7	58.43
C-2	5.5	2.078	6.65	72.6	
C-3	5.0	2.174	4.12	51.5	
C-4	3.2	2.173	4.84	57.6	
C-5	1.3	2.019	7.69	66.0	
C-6	2.0	2.137	5.40	41.2	

Fuente: Elaboración Propia

- Parámetros y Variables del Diseño de Pavimento Rígido según AASHTO 93

Tabla 57. Parámetros y Variables de Diseño del Pavimento Rígido según AASTHO 93

EAL	5'416,298.510
CBR de Diseño	58.43%
Periodo de Diseño	20 años
Tasa de Crecimiento	4%
Módulo de Reacción de la Sub Rasante (Kc)	598.67 PCI
Módulo Elástico del Concreto (Ec)	3'723,369 PSI
Módulo de Rotura del Concreto (S'c)	591.7 PSI
Coefficiente de Transferencia de Carga (J)	2.80
Coefficiente de Drenaje (Cd)	1.00
Índice de Serviciabilidad Inicial	4.30
Índice de Serviciabilidad Final	2.50
Confiability (R)	90%
Desviación Estándar Normal (Zr)	-1.282
Desviación Estándar Total (So)	0.35

Fuente: Elaboración Propia

- Parámetros y Variables del Diseño de Pavimento Rígido de Losa Corta (TCP).

Tabla 58. Parámetros y Variables de Diseño del Pavimento Rígido de Losa Corta (TCP)

EAL		5'416,298.510
CBR de Diseño		58.43%
Periodo de Diseño		20 años
Tasa de Crecimiento		4%
Largo de Losa		1.80 m
Ancho de Losa		1.80 m
Tipo de Borde		Libre
Sobreancho en las Losas		No Presenta
Barras de Transferencia de Carga		No Presenta
Índice de Rugosidad Inicial		4.00
Umbrales Máximos Admisibles	Índice de Rugosidad Final	2.50
	Porcentaje de Losas Agrietadas	10%
	Escalonamiento Promedio	6 mm
Confiabilidad		90%
Tipo de Tráfico		Streetpave Minor Arterial – Vía Colectora
Distribución Lateral del Tráfico	Distancia entre el borde y la línea de demarcación	150 mm
	Distancia entre la línea de demarcación y la rueda externa de los vehículos	450 mm
	Distancia entre el borde y la rueda externa de demarcación	600 mm
Desviación Estándar según el tipo de borde		250 mm
Resistencia del Hormigón	Por Flexotracción	4.5 MPa
	Por Compresión	350 kg/cm ²
Confiabilidad de la Mezcla		90 %
Desviación Estándar de Diseño		0.4 MPa
Aumento de Resistencia 28-90 Días		10%
Módulo de Elasticidad		27,729 MPa.
Peso Específico		2.300 kg/m ³
Módulo de Poisson		0.15

Coeficiente de Expansión Térmico		$1 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
Retracción del Hormigón a 365 Días		700 $\mu\epsilon$
Contenido de Aire		2.5%
Relación Agua/Cemento		0.40
CBR en Base Granular		40%
Modulo Resiliente	Subrasante (CBR=58.43%)	237,96 MPa
	Base (CBR=40%)	215,37 MPa
Módulo de Poisson		0.35
Espesor de la Base		15 cm
Resistencia a la Erosión		Base granular de muy buena calidad
Coeficiente de Fricción Pavimento-Base		0.65
Porcentaje de Material Fino en la Subrasante		9.43%
Gradiente de Construcción		-5 $^\circ\text{C}$
Temperatura Media de Verano		24.2 $^\circ\text{C}$
Temperatura Media de Invierno		14.7 $^\circ\text{C}$
Temperatura de Fraguado del Hormigón		20 $^\circ\text{C}$
Número de Días al año con Precipitaciones		12
Índice de Congelamiento de la Base		0%

Fuente: Elaboración Propia

- Se determinaron los espesores del pavimento rígido, en el caso del pavimento rígido tradicional nos basamos según el método AASHTO 93 y en el caso del pavimento rígido de losa corta según el manual del Thin Concrete Pavements (TCP) a través del programa Optipave2.

Tabla 59. Espesores del Pavimento Rígido según AASHTO 93 y de Losa Corta (TCP)

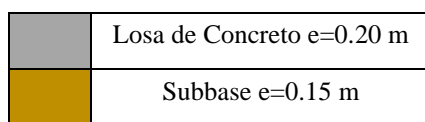
	ASSHTO 93	LOSA CORTA (TCP)								
ESPESORES	<table border="1"> <tr> <td>CAPA DE RODADURA</td> <td>20 cm = 8"</td> </tr> <tr> <td>BASE</td> <td>15 cm = 6"</td> </tr> </table>	CAPA DE RODADURA	20 cm = 8"	BASE	15 cm = 6"	<table border="1"> <tr> <td>CAPA DE RODADURA</td> <td>12 cm = 4.7"</td> </tr> <tr> <td>BASE</td> <td>15 cm = 6"</td> </tr> </table>	CAPA DE RODADURA	12 cm = 4.7"	BASE	15 cm = 6"
	CAPA DE RODADURA	20 cm = 8"								
BASE	15 cm = 6"									
CAPA DE RODADURA	12 cm = 4.7"									
BASE	15 cm = 6"									

Fuente: Elaboración Propia

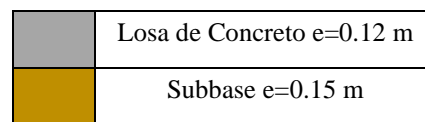
- El presupuesto obtenido para la ejecución del Pavimento Rígido según AASHTO 93 es de S/. 2,990,609.97 y el presupuesto obtenido para el Pavimento Rígido de Losa Corta (TCP) es de S/. 2,415,361.92, generando el Pavimento Rígido de Losa Corta una reducción del 19,24% a diferencia del Pavimento Rígido Tradicional (AASHTO 93).
- El tiempo de ejecución programado para el Pavimento Rígido según AASHTO 93 es de 162 días calendarios y el tiempo programado para el Pavimento Rígido de Losa Corta (TCP) es de 100 días calendarios, el cual muestra una diferencia de 62 días en su ejecución.

CONCLUSIONES

- La vía el Trópico actualmente se encuentra no pavimentada, debido a diversos factores, lo cual dificulta la circulación de vehículos, generando que estos tomen una ruta alternativa más prolongada, aumentando tiempos, gastos y ocasionando congestión vehicular.
- Se realizó el estudio de mecánica de suelos, obteniendo como resultado un suelo que contiene grava, arena y limos, con un CBR de diseño de 58.43%, tomándose como valor promedio de las 6 muestras, por lo que se concluye que el suelo presenta una buena resistencia al esfuerzo cortante.
- Realizado el levantamiento topográfico en la zona de estudio y procesada la información, se determinó que la topografía del terreno es plana, lo cual demanda de un mínimo trabajo de movimientos de tierra.
- El estudio de tráfico realizado determinó que el número de repeticiones de los ejes equivalentes de 8.2 tn es de 5'416,298.510, siendo las horas de 7 am, 1 pm y 6:30 pm, donde ocurre más flujo vehicular.
- El diseño estructural del pavimento Rígido AASHTO 93 y de Losa Corta (TCP), se basan en parámetros de estudio de tráfico, resistencia de la capacidad del suelo, condiciones climáticas y propiedades de los materiales y agregados.
- Siguiendo los lineamientos de diseño de la norma AASHTO 93 y TCP Pavement, se obtuvo la siguiente estructura de espesor de pavimento:



AASHTO 93



LOSA CORTA (TCP)

- Realizada la comparación de los dos diseños de pavimento, y evaluando el tema económico y tiempo de ejecución, se concluye que el pavimento Rígido de losa corta es el más conveniente.

RECOMENDACIONES

- El diseño de los pavimentos, se deben diseñar y construir respetando las especificaciones técnicas, normatividades vigentes, uso de las nuevas tecnologías y control de calidad de profesionales que certifiquen la durabilidad y servicialidad durante su periodo de diseño.
- Para obtener un buen resultado de CBR y propiedades físico mecánicas de los suelos, se recomienda realizar el número de calicatas necesarias, de acuerdo al rango establecido en el Manual de Carreteras; Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos del MTC, respetando las dimensiones de profundidad, y así obtener buenos resultados en los ensayos del estudio de Mecánica de Suelos.
- Para obtener un estudio de Trafico adecuado para un buen diseño estructural del pavimento, se recomienda realizar el conteo vehicular las 24 horas del día, 7 días a la semana, lo cual nos permitirá obtener un buen resultado de numero de repeticiones de ejes equivalentes.
- En la ejecución del pavimento, se recomienda respetar adecuadamente los procesos constructivos, el control de calidad de los materiales, las especificaciones técnicas y las normas técnicas necesarias, y así lograr un pavimento de buena calidad y durabilidad, reduciendo costos de mantenimiento y gastos adicionales en el periodo de diseño.
- En cuanto a la calidad de los materiales y agregados, se recomienda realizar los ensayos necesarios de acuerdo a las normas técnicas, logrando obtener así un pavimento de buena calidad durabilidad y servicialidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AASHTO GUIDE FOR Design of Paviment Structures 1993

Becerra salas, (2012) Tópicos de Pavimentos de Concreto; diseño, construcción y supervisión.

Capani, A. & Dueñas, C. (2013). “Estudio y Evaluación de Pavimentos de Concreto por el Método TCP en Quintanillapampa. Distrito de Ascensión – Huancavelica.” Huancavelica.

Cogollo, M. & Silva, A. (2018). “Modelación Numérica de Pavimentos Rígidos Mediante Modulación Convencional y de Losas Cortas.” Colombia.

Estación, O. & Valverde, D. (2012). “Aplicación de la Tecnología de Pavimento TCP en las calles 56 y 78 de la Habilitación Urbana Paseo del Mar – Nuevo Chimbote – Ancash – Perú.” Nuevo Chimbote.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones – Perú (2018). Glosario de Términos - De Uso Frecuente en Proyectos de Infraestructura Vial.

Guzmán, J. & Soncco, A. (2014). “Aplicación de la Tecnología de Pavimento TCP en el Barrio de Santa Rosa. Distrito de Lircay – Angaraes.” Huancavelica.

López, R. & Uriarte, M. (2013). “Método Constructivo De Losas Cortas En Pavimentos De Concreto Hidráulico.” Nicaragua.

MANUAL DE CARRETERAS; Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, (2013)- Ministerio de Transportes y Comunicaciones - Perú.

Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de carreteras (2015) – Ministerio de Economía y Finanzas

Ramírez, W. & 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”. Trujillo.

Reglamento Nacional de Edificaciones – Norma Técnica CE-010 Pavimentos Urbanos.

Sánchez, P. (2014). “Método de diseño de Losas de Dimensiones Superficiales Optimizadas, en Pavimentos de Concreto Hidráulico.” El Salvador.

TCPAVEMENTS; “Documentación y Guía de Diseño, Optipave2”.

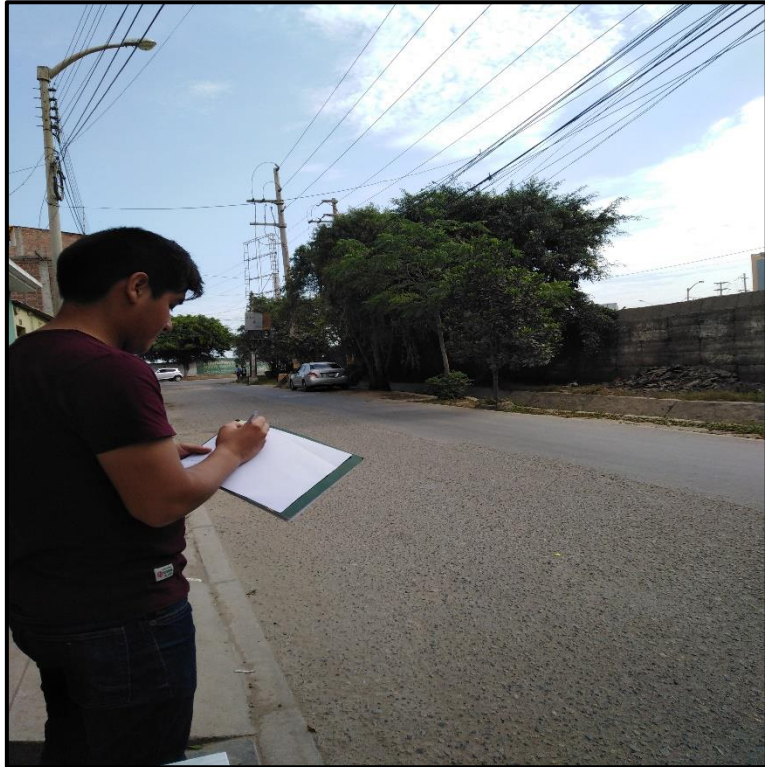
ANEXOS

FOTOS DE LA ZONA DE ESTUDIO



*Visita a la Interconexión de la Avenida Mansiche - Avenida Vista Hermosa
(Fuente: Elaboración Propia)*

FOTOS DEL CONTEO VEHICULAR



FOTOS DE LAS CALICATAS REALIZADAS



ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

- ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS DEL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO AASHTO 93:

510

Página : 1

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1901004 ANALISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO DE LOSA CORTA Y EL PAVIMENTO RIGIDO TRADICIONAL EN LA ZONA EL TROPICO, DISTRITO DE HUANCHACO, TRUJILLO - LA LIBERTAD

Subpresupuesto 001 DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO SEGUN AASHTO 93 Fecha presupuesto 04/10/2019

Partida 01.01 ALMACEN DE OBRA Y CASETA DE GUARDIANA

Rendimiento glb/DIA MO. 1.0000 EQ. 1.0000 Costo unitario directo por : glb 1,886.77

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.8000	24.07	19.26
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	8.0000	20.10	160.80
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	8.0000	16.51	132.08
0147010004	PEON	hh	1.0000	8.0000	14.85	118.80
430.94						
Materiales						
0202040009	ALAMBRE NEGRO N°16	kg		4.0000	3.30	13.20
0202100103	CLAVOS CON CABEZA DE 2 1/2", 3" Y 4"	kg		4.0000	4.76	19.04
0202510029	PERNOS 3/8" X 3 1/2" + PAR DE ANILLOS	pza		21.0000	5.00	105.00
0226060055	BISAGRA CAPUCHINA PLOMA 3" x 3"	und		6.0000	5.00	30.00
0226110024	ALDABA Y CANDADO	und		1.0000	36.77	36.77
0244010040	MADERA TORNILLO	p2		89.0000	4.75	422.75
0244030022	TRIPLAY DE 4"x8"x 6 mm	pln		13.0000	24.50	318.50
0256030040	PLANCHA AC ALUMINI. CALAMINON 0.40mmx0.93x6.50m	pln		3.0000	149.88	449.64
0299010001	PARANTES DE EUCALIPTO	und		8.0000	6.00	48.00
1,442.90						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	430.94	12.93
12.93						

Partida 01.02 CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 4.80x2.40M

Rendimiento und/DIA MO. 1.0000 EQ. 1.0000 Costo unitario directo por : und 1,206.62

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.8000	24.07	19.26
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	8.0000	20.10	160.80
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	8.0000	16.51	132.08
0147010004	PEON	hh	2.0000	16.0000	14.85	237.60
549.74						
Materiales						
0202100103	CLAVOS CON CABEZA DE 2 1/2", 3" Y 4"	kg		2.0000	4.76	9.52
0202100106	PERNOS HEXAGONALES DE 3/4" X 3 1/2"	und		12.0000	1.50	18.00
0223010001	CEMENTO PORTLAND TIPO V	BOL		1.0000	22.46	22.46
0238000000	HORMIGON	m3		0.2500	38.14	9.54
0239050000	AGUA	m3		0.1200	9.90	1.19
0244010040	MADERA TORNILLO	p2		51.3000	4.75	243.68
304.39						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	549.74	16.49
16.49						
Subcontratos						
0401020001	BANNER	m2		12.0000	28.00	336.00
336.00						

Partida 02.01 MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

Rendimiento glb/DIA MO. 1.0000 EQ. 1.0000 Costo unitario directo por : glb 3,100.00

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Equipos						
0348040045	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	glb		1.0000	3,100.00	3,100.00
3,100.00						

Fecha : 31/01/2020 17:44:31

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1901004 ANALISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO DE LOSA CORTA Y EL PAVIMENTO RIGIDO TRADICIONAL EN LA ZONA EL TROPICO, DISTRITO DE HUANCHACO, TRUJILLO - LA LIBERTAD
 Subpresupuesto 001 DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO SEGUN AASHTO 93 Fecha presupuesto 04/10/2019

Partida 02.02 TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO PRELIMINAR Y FINAL

Rendimiento m2/DIA MO. 500.0000 EQ. 500.0000 Costo unitario directo por : m2 1.74

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147000032	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0160	21.50	0.34
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0160	16.51	0.26
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.0320	14.85	0.48
1.08						
Materiales						
0202100103	CLAVOS CON CABEZA DE 2 1/2", 3" Y 4"	kg		0.0050	4.76	0.02
0230020097	YESO (Bolsa 20 kg)	BOL		0.0250	10.00	0.25
0244010040	MADERA TORNILLO	p2		0.0264	4.75	0.13
0.40						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.08	0.03
0337020046	MIRA TOPOGRAFICA	HE	1.0000	0.0160	2.51	0.04
0337540018	TEODOLITO	hm	1.0000	0.0160	12.02	0.19
0.26						

Partida 03.01 CORTE HASTA NIVEL DE SUBRASANTE, PISTAS

Rendimiento m3/DIA MO. 350.0000 EQ. 350.0000 Costo unitario directo por : m3 6.99

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010004	PEON	hh	3.0000	0.0686	14.85	1.02
1.02						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.02	0.03
0349040033	TRACTOR DE CRUGAS DE 140-160 HP	hm	1.0000	0.0229	259.38	5.94
5.97						

Partida 03.02 CONFORMACION DE SUBRASANTE, PISTAS

Rendimiento m2/DIA MO. 2,000.0000 EQ. 2,000.0000 Costo unitario directo por : m2 3.56

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0040	20.10	0.08
0147010004	PEON	hh	3.0000	0.0120	14.85	0.18
0.26						
Materiales						
0230990131	AGUA	m3		0.1200	6.00	0.72
0.72						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.26	0.01
0348040001	CAMION CISTERNA 4x2 (AGUA) 122 HP 1,500	hm	1.0000	0.0040	120.00	0.48
0349030007	RODILLO LISO VIBR AUTOP 101-135HP 10-12T	hm	1.5000	0.0060	180.00	1.08
0349090000	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.4000	0.0056	180.00	1.01
2.56						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1901004 ANALISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO DE LOSA CORTA Y EL PAVIMENTO RIGIDO TRADICIONAL EN LA ZONA EL TROPICO, DISTRITO DE HUANCHACO, TRUJILLO - LA LIBERTAD

Subpresupuesto 001 DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO SEGUN AASHTO 93 Fecha presupuesto 04/10/2019

Partida 03.03 ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/EQUIPO D=10KM

Rendimiento m3/DIA MO. 450.0000 EQ. 450.0000 Costo unitario directo por : m3 9.72

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio SI.	Parcial SI.
Mano de Obra						
0147010004	PEON	hh	3.0000	0.0533	14.85	0.79
0.79						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.79	0.04
0348040040	CAMION VOLQUETE 15 m3	hm	2.5000	0.0444	120.00	5.33
0349040095	CARGADOR SILLANTAS 180-210 HP 4.5 YD3	hm	1.0000	0.0175	200.00	3.56
8.93						

Partida 03.04 SUB BASE e=15m C/EQUIPO

Rendimiento m2/DIA MO. 800.0000 EQ. 800.0000 Costo unitario directo por : m2 24.47

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio SI.	Parcial SI.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0100	20.10	0.20
0147010004	PEON	hh	4.0000	0.0400	14.85	0.59
0.79						
Materiales						
0205010000	AFIRMADO	m3		0.1800	104.00	18.72
0230990131	AGUA	m3		0.0200	6.00	0.12
18.84						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.79	0.04
0348040001	CAMION CISTERNA 4x2 (AGUA) 122 HP 1,500	hm	1.0000	0.0100	120.00	1.20
0349030007	RODILLO LISO VIBR AUTOP 101-135HP 10-12T	hm	1.0000	0.0100	180.00	1.80
0349090000	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.0000	0.0100	180.00	1.80
4.84						

Partida 04.01 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN PAVIMENTO

Rendimiento m2/DIA MO. 22.0000 EQ. 22.0000 Costo unitario directo por : m2 32.10

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio SI.	Parcial SI.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.3636	20.10	7.31
0147010004	PEON	hh	3.0000	1.0909	14.85	16.20
23.51						
Materiales						
0202000005	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.0800	3.30	0.26
0202010005	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	kg		0.0060	3.30	0.02
0244010040	MADERA TORNILLO	p2		1.5000	4.75	7.13
7.41						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	23.51	1.18
1.18						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1901004 ANALISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO DE LOSA CORTA Y EL PAVIMENTO RIGIDO TRADICIONAL EN LA ZONA EL TROPICO, DISTRITO DE HUANCHACO, TRUJILLO - LA LIBERTAD

Subpresupuesto 001 DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO SEGUN AASHTO 93 Fecha presupuesto 04/10/2019

Partida 04.02 LOSA DE CONCRETO PREMEZCLADO H=0.20 M, FC=300 KG/CM2

Rendimiento m2/DIA MO. 120.0000 EQ. 120.0000 Costo unitario directo por : m2 66.86

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio SI.	Parcial SI.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0667	20.10	1.34
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0667	16.51	1.10
0147010004	PEON	hh	5.0000	0.3333	14.05	4.95
Materiales						
0221990043	CONCRETO PRE-MEZCLADO 300 KG/CM2 TIPO I	m3		0.2100	266.64	55.99
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	7.39	0.37
0337020047	REGLA VIBRADORA FLOTANTE - Motor de 1.5 HP	hm	1.0000	0.0667	18.95	1.27
0348010082	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 P3	hm	1.0000	0.0667	18.00	1.20
0349520010	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP-1.50"	hm	1.0000	0.0667	9.64	0.64
3.48						

Partida 05.01 ACERO DE JUNTA TRANSVERSAL ø 1" LONG. 45cm @30cm

Rendimiento m/DIA MO. 250.0000 EQ. 250.0000 Costo unitario directo por : m 18.82

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio SI.	Parcial SI.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	20.10	0.64
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.0320	14.85	0.48
Materiales						
0202040009	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		0.0551	3.30	0.20
0202500003	ACERO LISO	kg		4.0660	2.27	9.23
0203020008	ACERO CORRUGADO PARA CONSTRUCCION fy=4200 KG/CM2	kg		2.9044	2.80	8.13
17.64						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1.12	0.06
0.06						

Partida 05.02 ACERO DE JUNTA LONGITUDINAL ø 1/2" LONG. 76cm @76cm C/EXTREMO

Rendimiento m/DIA MO. 250.0000 EQ. 250.0000 Costo unitario directo por : m 4.49

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio SI.	Parcial SI.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	20.10	0.64
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.0320	14.85	0.48
Materiales						
0203020008	ACERO CORRUGADO PARA CONSTRUCCION fy=4200 KG/CM2	kg		0.9065	2.80	2.54
0273010033	TUBERIA DE 5/8" PVC - SAP	m		0.7900	0.97	0.77
3.31						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1.12	0.06
0.06						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1901004 ANALISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO DE LOSA CORTA Y EL PAVIMENTO RIGIDO TRADICIONAL EN LA ZONA EL TROPICO, DISTRITO DE HUANCHACO, TRUJILLO - LA LIBERTAD

Subpresupuesto 001 DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO SEGUN AASHTO 93 Fecha presupuesto 04/10/2019

Partida 05.03 PLANCHADO (TIPO FROTACHADO) CON ALISADORA SIMPLE C/DISCO

Rendimiento m2/DIA MO. 550.0000 EQ. 550.0000 Costo unitario directo por : m2 0.72

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0145	20.10	0.29
Equipos						
0337010115	ALISADORA SIMPLE C/DISCO MBW - Motor de 5.5 hp	hm	1.0000	0.0145	29.40	0.43
0.43						

Partida 05.04 PLANCHADO (TIPO SEMIPULIDO CON ALISADORA SIMPLE)

Rendimiento m2/DIA MO. 550.0000 EQ. 550.0000 Costo unitario directo por : m2 1.57

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0145	20.10	0.29
Equipos						
0337010115	ALISADORA SIMPLE C/DISCO MBW - Motor de 5.5 hp	hm	3.0000	0.0436	29.40	1.28
1.28						

Partida 05.05 NIVELACION Y TEXTURIZADO DE SUPERFICIE

Rendimiento m2/DIA MO. 550.0000 EQ. 550.0000 Costo unitario directo por : m2 3.61

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	0.0291	20.10	0.58
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0145	16.51	0.24
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.0291	14.85	0.43
1.25						
Materiales						
0239060025	TEXTURIZADOR - ESCOBRIJA DE FIBRA	und		0.0002	1,500.00	0.30
0299020001	FORMALETA METALICA	und		0.0020	1,000.00	2.00
2.30						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1.25	0.06
0.06						

Partida 05.06 CORTE DE JUNTAS E=1"

Rendimiento m/DIA MO. 300.0000 EQ. 300.0000 Costo unitario directo por : m 2.33

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0013	0.0267	20.10	0.54
0147010004	PEON	hh	1.0013	0.0267	14.85	0.40
0.94						
Materiales						
0230990131	AGUA	m3		0.0100	6.00	0.06
0239020103	DISCO DE CORTE	und		0.0025	350.00	0.88
0.94						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.94	0.05
0337580106	CORTADORA CONVENCIONAL	hm	1.0013	0.0267	15.00	0.40
0.45						

Fecha : 31/01/2020 17:44:31

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1901004 ANALISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO DE LOSA CORTA Y EL PAVIMENTO RIGIDO TRADICIONAL EN LA ZONA EL TROPICO, DISTRITO DE HUANCHACO, TRUJILLO - LA LIBERTAD
 Subpresupuesto 001 DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO SEGUN AASHTO 93 Fecha presupuesto 04/10/2019

Partida 05.07 SELLO EN JUNTAS CON MATERIAL ELASTOMERICO

Rendimiento m/DIA MO. 300.0000 EQ. 300.0000 Costo unitario directo por : m 4.48

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	4.0000	0.1067	20.10	2.14
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.0533	14.85	0.79
2.93						
Materiales						
0230150043	SELLADOR DE POLIURETANO	gln		0.0003	160.15	0.05
0230900002	IMPRIMANTE	gln		0.0002	225.63	0.05
0299020004	CORDON DE RESPALDO PARA SELLADO - POLIURETANO	m		1.0000	0.90	0.90
1.00						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	2.93	0.15
0349010031	COMPRESORA	hm	1.0000	0.0267	15.00	0.40
0.55						

Partida 05.09 APLICACION DE CURADOR QUIMICO

Rendimiento m2/DIA MO. 350.0000 EQ. 350.0000 Costo unitario directo por : m2 5.32

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0229	20.10	0.46
0.46						
Materiales						
0230190000	ADITIVO CURADOR	gln		0.4400	11.00	4.84
4.84						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.46	0.02
0.02						

Partida 06.01 PINTURA LINEAL DISCONTINUA

Rendimiento m/DIA MO. 100.0000 EQ. 100.0000 Costo unitario directo por : m 11.28

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0800	20.10	1.61
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0800	16.51	1.32
0147010004	PEON	hh	6.0000	0.4800	14.85	7.13
10.06						
Materiales						
0254440001	DISOLVENTE XILOL	gln		0.0040	25.20	0.10
0254450070	PINTURA DE TRAFICO	gln		0.0125	65.30	0.82
0.92						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	10.06	0.30
0.30						

- **ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DEL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO DE LOSA CORTA (TCP):**

510

Página : 1

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **1901004 ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO DE LOSA CORTA Y EL PAVIMENTO RIGIDO TRADICIONAL EN LA ZONA EL TROPICO, DISTRITO DE HUANCHACO, TRUJILLO - LA LIBERTAD**

Subpresupuesto **002 DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO DE LOSA CORTA (TCP)**

Fecha presupuesto **04/10/2019**

Partida **01.01 ALMACEN DE OBRA Y CASETA DE GUARDIANIA**

Rendimiento **glb/DIA MO. 1.0000 EQ. 1.0000 Costo unitario directo por : glb 1,886.77**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.8000	24.07	19.26
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	8.0000	20.10	160.80
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	8.0000	16.51	132.08
0147010004	PEON	hh	1.0000	8.0000	14.85	118.80
						430.94
Materiales						
0202040009	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		4.0000	3.30	13.20
0202100103	CLAVOS CON CABEZA DE 2 1/2", 3" Y 4"	kg		4.0000	4.76	19.04
0202510029	PERNOS 3/8" X 3 1/2" + PAR DE ANILLOS	pza		21.0000	5.00	105.00
0226060055	BISAGRA CAPUCHINA PLOMA 3" x 3"	und		6.0000	5.00	30.00
0226110024	ALDABA Y CANDADO	und		1.0000	36.77	36.77
0244010040	MADERA TORNILLO	p2		89.0000	4.75	422.75
0244030022	TRIPLAY DE 4"x8"x 6 mm	pln		13.0000	24.50	318.50
0256030040	PLANCHA AC ALUMINI CALAMINON 0.40mmx0.93x6.50m	pln		3.0000	149.88	449.64
0299010001	PARANTES DE EUCALIPTO	und		8.0000	6.00	48.00
						1,442.90
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	430.94	12.93
						12.93

Partida **01.02 CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 4.80x2.40M**

Rendimiento **und/DIA MO. 1.0000 EQ. 1.0000 Costo unitario directo por : und 1,206.62**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.8000	24.07	19.26
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	8.0000	20.10	160.80
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	8.0000	16.51	132.08
0147010004	PEON	hh	2.0000	16.0000	14.85	237.80
						549.74
Materiales						
0202100103	CLAVOS CON CABEZA DE 2 1/2", 3" Y 4"	kg		2.0000	4.76	9.52
0202100106	PERNOS HEXAGONALES DE 3/4" X 3 1/2"	und		12.0000	1.50	18.00
0223010001	CEMENTO PORTLAND TIPO V	BOL		1.0000	22.46	22.46
0238000000	HORMIGON	m3		0.2500	38.14	9.54
0239050000	AGUA	m3		0.1200	9.90	1.19
0244010040	MADERA TORNILLO	p2		51.3000	4.75	243.68
						304.39
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	549.74	16.49
						16.49
Subcontratos						
0401020001	BANNER	m2		12.0000	29.00	348.00
						348.00

Partida **02.01 MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS**

Rendimiento **glb/DIA MO. 1.0000 EQ. 1.0000 Costo unitario directo por : glb 3,100.00**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Equipos						
0348040045	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	glb		1.0000	3,100.00	3,100.00
						3,100.00

Fecha : 31/01/2020 18:17:38

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1901004	ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO DE LOSA CORTA Y EL PAVIMENTO RÍGIDO TRADICIONAL EN LA ZONA EL TROPICO, DISTRITO DE HUANCHACO, TRUJILLO - LA LIBERTAD		Fecha presupuesto	04/10/2019	
Subpresupuesto	002	DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO DE LOSA CORTA (TCP)				
Partida	02.02	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO PRELIMINAR Y FINAL				
Rendimiento	m2/DIA	MO. 500.0000	EQ. 500.0000	Costo unitario directo por : m2		1.74
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio SI.	Parcial SI.
Mano de Obra						
0147000032	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0160	21.50	0.34
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0160	16.51	0.26
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.0320	14.85	0.48
						1.08
Materiales						
0202100103	CLAVOS CON CABEZA DE 2 1/2", 3" Y 4"	kg		0.0050	4.76	0.02
0230020097	YESO (Bolsa 20 kg)	BOL		0.0250	10.00	0.25
0244010040	MADERA TORNILLO	p2		0.0264	4.75	0.13
						0.40
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.08	0.03
0337020046	MIRA TOPOGRAFICA	HE	1.0000	0.0160	2.51	0.04
0337340016	TEODOLITO	hm	1.0000	0.0160	12.02	0.19
						0.26
Partida	03.01	CORTE HASTA NIVEL DE SUBRASANTE, PISTAS				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 350.0000	EQ. 350.0000	Costo unitario directo por : m3		6.99
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio SI.	Parcial SI.
Mano de Obra						
0147010004	PEON	hh	3.0000	0.0666	14.85	1.02
						1.02
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.02	0.03
0349040033	TRACTOR DE ORUGAS DE 140-160 HP	hm	1.0000	0.0229	259.36	5.94
						5.97
Partida	03.02	CONFORMACION DE SUBRASANTE, PISTAS				
Rendimiento	m2/DIA	MO. 2,000.0000	EQ. 2,000.0000	Costo unitario directo por : m2		3.56
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio SI.	Parcial SI.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0040	20.10	0.08
0147010004	PEON	hh	3.0000	0.0120	14.85	0.18
						0.26
Materiales						
0230990131	AGUA	m3		0.1200	6.00	0.72
						0.72
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.26	0.01
0348040001	CAMION CISTERNA 4x2 (AGUA) 122 HP 1,500	hm	1.0000	0.0040	120.00	0.48
0349030007	RODILLO LISO VIBR AUTOP 101-135HP 10-12T	hm	1.5000	0.0060	160.00	1.08
0349090000	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.4000	0.0056	160.00	1.01
						2.58

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1901004 ANALISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO DE LOSA CORTA Y EL PAVIMENTO RIGIDO TRADICIONAL EN LA ZONA EL TROPICO, DISTRITO DE HUANCHACO, TRUJILLO - LA LIBERTAD						
Subpresupuesto	002 DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO DE LOSA CORTA (TCP)					Fecha presupuesto	04/10/2019
Partida	03.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/EQUIPO D=10KM					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 450.0000	EQ. 450.0000	Costo unitario directo por : m3		9.72	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio SI.	Parcial SI.	
Mano de Obra							
0147010004	PEON	hh	3.0000	0.0533	14.85	0.79	
0.79							
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.79	0.04	
0348040040	CAMION VOLQUETE 15 m3	hm	2.5000	0.0444	120.00	5.33	
0349040095	CARGADOR S/LANTAS 180-210 HP 4.5 YD3	hm	1.0000	0.0175	200.00	3.56	
8.93							
Partida	03.04	SUB BASE e=15m C/EQUIPO					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 800.0000	EQ. 800.0000	Costo unitario directo por : m2		24.47	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio SI.	Parcial SI.	
Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0100	20.10	0.20	
0147010004	PEON	hh	4.0000	0.0400	14.85	0.59	
0.79							
Materiales							
0205010000	AFIRMADO	m3		0.1800	104.00	18.72	
0230990131	AGUA	m3		0.0200	6.00	0.12	
18.84							
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.79	0.04	
0348040001	CAMION CISTERNA 4x2 (AGUA) 122 HP 1,500	hm	1.0000	0.0100	120.00	1.20	
0349030007	RODILLO LISO VIBR AUTOP 101-135HP 10-12T	hm	1.0000	0.0100	180.00	1.80	
0349090000	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.0000	0.0100	180.00	1.80	
4.84							
Partida	04.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN PAVIMENTO					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 22.0000	EQ. 22.0000	Costo unitario directo por : m2		32.10	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio SI.	Parcial SI.	
Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.3636	20.10	7.31	
0147010004	PEON	hh	3.0000	1.0909	14.85	16.20	
23.51							
Materiales							
0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.0000	3.30	0.26	
0202010005	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	kg		0.0060	3.30	0.02	
0244010040	MADERA TORNILLO	p2		1.5000	4.75	7.13	
7.41							
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	23.51	1.16	
1.18							

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1901004 ANALISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO DE LOSA CORTA Y EL PAVIMENTO RIGIDO TRADICIONAL EN LA ZONA EL TROPICO, DISTRITO DE HUANCHACO, TRUJILLO - LA LIBERTAD

Subpresupuesto 002 DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO DE LOSA CORTA (TCP) Fecha presupuesto 04/10/2019

Partida 04.02 LOSA DE CONCRETO PREMEZCLADO H=0.12 M, FC=350 KG/CM2

Rendimiento m2/DIA MO. 550.0000 EQ. 550.0000 Costo unitario directo por : m2 45.41

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0145	20.10	0.29
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0145	16.51	0.24
0147010004	PEON	hh	5.0000	0.0727	14.85	1.08
Materiales						
0221990044	CONCRETO PRE-MEZCLADO 350 KG/CM2 TIPO I	m3		0.1300	291.00	37.83
0299020005	PATENTE TCP	glb		1.0000	3.72	3.72
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1.61	0.08
0337010116	TORRE DE ILUMINACION I/R 4X100 W (INC. GENERADOR)	hm	2.0000	0.0291	60.00	1.75
0337020047	REGLA VIBRADORA FLOTANTE - Motor de 1.5 HP	hm	1.0000	0.0145	16.98	0.26
0349070003	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	hm	1.0000	0.0145	9.64	0.14
2.25						

Partida 05.01 PLANCHADO (TIPO FROTACHADO) CON ALISADORA SIMPLE C/DISCO

Rendimiento m2/DIA MO. 550.0000 EQ. 550.0000 Costo unitario directo por : m2 0.72

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0145	20.10	0.29
Equipos						
0337010115	ALISADORA SIMPLE C/DISCO MBW - Motor de 5.5 hp	hm	1.0000	0.0145	29.40	0.43
0.43						

Partida 05.02 PLANCHADO (TIPO SEMIPULIDO CON ALISADORA SIMPLE)

Rendimiento m2/DIA MO. 550.0000 EQ. 550.0000 Costo unitario directo por : m2 1.57

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0145	20.10	0.29
Equipos						
0337010115	ALISADORA SIMPLE C/DISCO MBW - Motor de 5.5 hp	hm	3.0000	0.0436	29.40	1.26
1.28						

Partida 05.03 NIVELACION Y TEXTURIZADO DE SUPERFICIE

Rendimiento m2/DIA MO. 550.0000 EQ. 550.0000 Costo unitario directo por : m2 3.61

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	0.0291	20.10	0.58
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0145	16.51	0.24
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.0291	14.85	0.43
Materiales						
0239060025	TEXTURIZADOR - ESCOBRIIIA DE FIBRA	und		0.0002	1,500.00	0.30
0299020001	FORMALETA METALICA	und		0.0020	1,000.00	2.00
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1.25	0.06
0.06						

Fecha : 31/01/2020 18:17:38

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1901004 ANALISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO DE LOSA CORTA Y EL PAVIMENTO RIGIDO TRADICIONAL EN LA ZONA EL TROPICO, DISTRITO DE HUANCHACO, TRUJILLO - LA LIBERTAD

Subpresupuesto 002 DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO DE LOSA CORTA (TCP) Fecha presupuesto 04/10/2019

Partida 05.04 CORTE DE JUNTA 2mm

Rendimiento m/DIA MO. 300.0000 EQ. 300.0000 Costo unitario directo por : m 3.56

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0267	20.10	0.54
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.0267	14.85	0.40
						0.94
Materiales						
0299020006	DISCO DE 8" DE 2mm PARA SOFF - CUT	und		0.0025	650.00	1.63
						1.63
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.94	0.03
0337500105	CORTADORA DE CONCRETO DE 27 HP (SOFF-CUT)	hm	1.0000	0.0267	35.80	0.96
						0.99

Partida 05.06 APLICACION DE CURADOR QUIMICO

Rendimiento m2/DIA MO. 350.0000 EQ. 350.0000 Costo unitario directo por : m2 5.32

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0229	20.10	0.46
						0.46
Materiales						
0230190000	ADITIVO CURADOR	gln		0.4400	11.00	4.84
						4.84
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.46	0.02
						0.02

Partida 06.01 PINTURA LINEAL DISCONTINUA

Rendimiento m/DIA MO. 100.0000 EQ. 100.0000 Costo unitario directo por : m 11.28

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0600	20.10	1.61
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0600	16.51	1.32
0147010004	PEON	hh	6.0000	0.4600	14.85	7.13
						10.06
Materiales						
0254440001	DISOLVENTE XILOL	gln		0.0040	25.20	0.10
0254450070	PINTURA DE TRAFICO	gln		0.0125	65.30	0.82
						0.92
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	10.06	0.30
						0.30

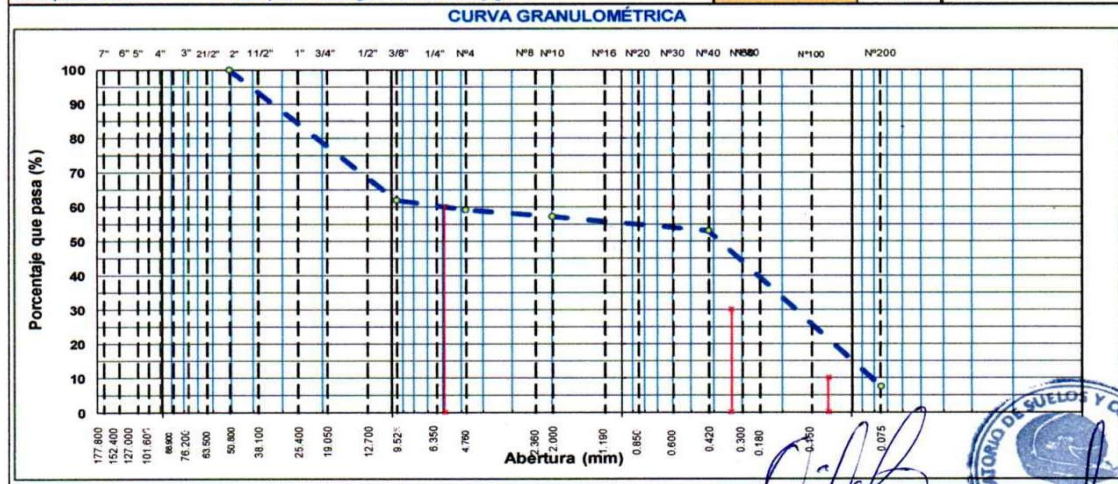
Fecha : 31/01/2020 18:17:38

ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS EN LABORATORIO




Demetrio Carranza Peña
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 191809

GRANULOMETRIA POR TAMIZADO											
MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88											
SOLICITANTES : RIVERO AVILA BRYAN GOMEZ BENITES WILMER ANALISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RIGIDO DE LOSA CORTA Y PAVIMENTO RIGIDO TRADICIONAL EN LA ZONA EL TROPICO, DISTRITO DE HUANCHACO, PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD						FECHA : 18/05/2019 HECHO POR : Geocons Srl.					
TESIS : TRADICIONAL EN LA ZONA EL TROPICO, DISTRITO DE HUANCHACO, PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD											
MUESTRA : SUBRASANTE											
RESPONSABLE :											
UBICACION : KM. 0+002											
TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	HUSO A	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA				
7"	177.800						PESO TOTAL	=	2.000,0	gr	
6"	152.400						PESO GRAVA	=	817,0	gr	
5"	127.000						PESO ARENA	=	1183,0	gr	
4 1/2"	114.300						PESO FINO	=	1.183,0	gr	
4"	101.600						LÍMITE LÍQUIDO	=	N.P.	%	
3 1/2"	88.900						LÍMITE PLÁSTICO	=	N.P.	%	
3"	76.200						ÍNDICE PLÁSTICO	=	N.P.	%	
2 1/2"	63.500						CLASF. AASHTO	=	A-3	(0)	
2"	50.800						CLASF. SUOCS	=	SP - SM		
1 1/2"	38.100	131,0	6,6	6,6	93,5		MAX. DENS. SECA	=	2.155	(gr/cm3)	
1"	25.400	460,0	23,0	29,6	70,5		OPT. CONT. HUM.	=	5.35	%	
3/4"	19.050	49,0	2,5	32,0	68,0		CBR 0.1" (100%)	=	45.6	%	
1/2"	12.700		0,0	32,0	68,0		CBR 0.2" (100%)	=	61.7	%	
3/8"	9.525	122,0	6,1	38,1	61,9		% Grava	=	40,9	%	
1/4"	6.350						% Arena	=	51,5	%	
# 4	4.760	55,0	2,8	40,9	59,2		% Fino	=	7,7	%	
# 8	2.360						% HUMEDAD		PSH	P.S.S	% Humedad
# 10	2.000	40,0	2,0	42,9	57,2				128,2	125	4,7%
# 20	0.850	34,0	1,7	44,6	55,5		Observaciones :				
# 40	0.420	48,0	2,4	47,0	53,1						
# 50	0.300	682,0	34,1	81,1	19,0						
# 60	0.250		0,0	81,1	19,0						
# 100	0.150	164,0	8,2	89,3	10,8						
# 200	0.075	61,0	3,1	92,3	7,7						
< # 200	FONDO	154,0	7,7	100,0	0,0						
FRACCIÓN		1.183,0					Coef. Uniformidad	=	47	Índice de Consistencia	
TOTAL		2.000,0					Coef. Curvatura	=	0,2		
Descripción suelo: Arena pobremente gradada con limo y grava							Pot. de Expansión	=	Bajo		



DEMETRIO CARRANZA PEÑA
 ING CIVIL CIP N° 191809
 Especialista en Geotecnia

LIMITES DE CONSISTENCIA				
MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90				
SOLICITANTES: RIVERO AVILA BRYAN GOMEZ BENITES WILMER ANALISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RIGIDO DE LOSA CORTA Y PAVIMENTO RIGIDO TESIS : TRADICIONAL EN LA ZONA EL TROPICO, DISTRITO DE HUANCHACO, PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD MUESTRA : SUBRASANTE RESPONSABLE: DOSIFICACION: UBICACIÓN : KM: 0+002			FECHA : 18/05/2019 HECHO POR : Geocons Srl.	
LÍMITE LÍQUIDO (MALLA N° 40)				
N° TARRO				
TARRO + SUELO HÚMEDO				
TARRO + SUELO SECO				
AGUA	N.P.			
PESO DEL TARRO				
PESO DEL SUELO SECO				
% DE HUMEDAD				
N° DE GOLPES				
LÍMITE PLÁSTICO (MALLA N° 40)				
N° TARRO				
TARRO + SUELO HÚMEDO				
TARRO + SUELO SECO				
AGUA	N.P.			
PESO DEL TARRO				
PESO DEL SUELO SECO				
% DE HUMEDAD				
DIAGRAMA DE FLUIDEZ				
				

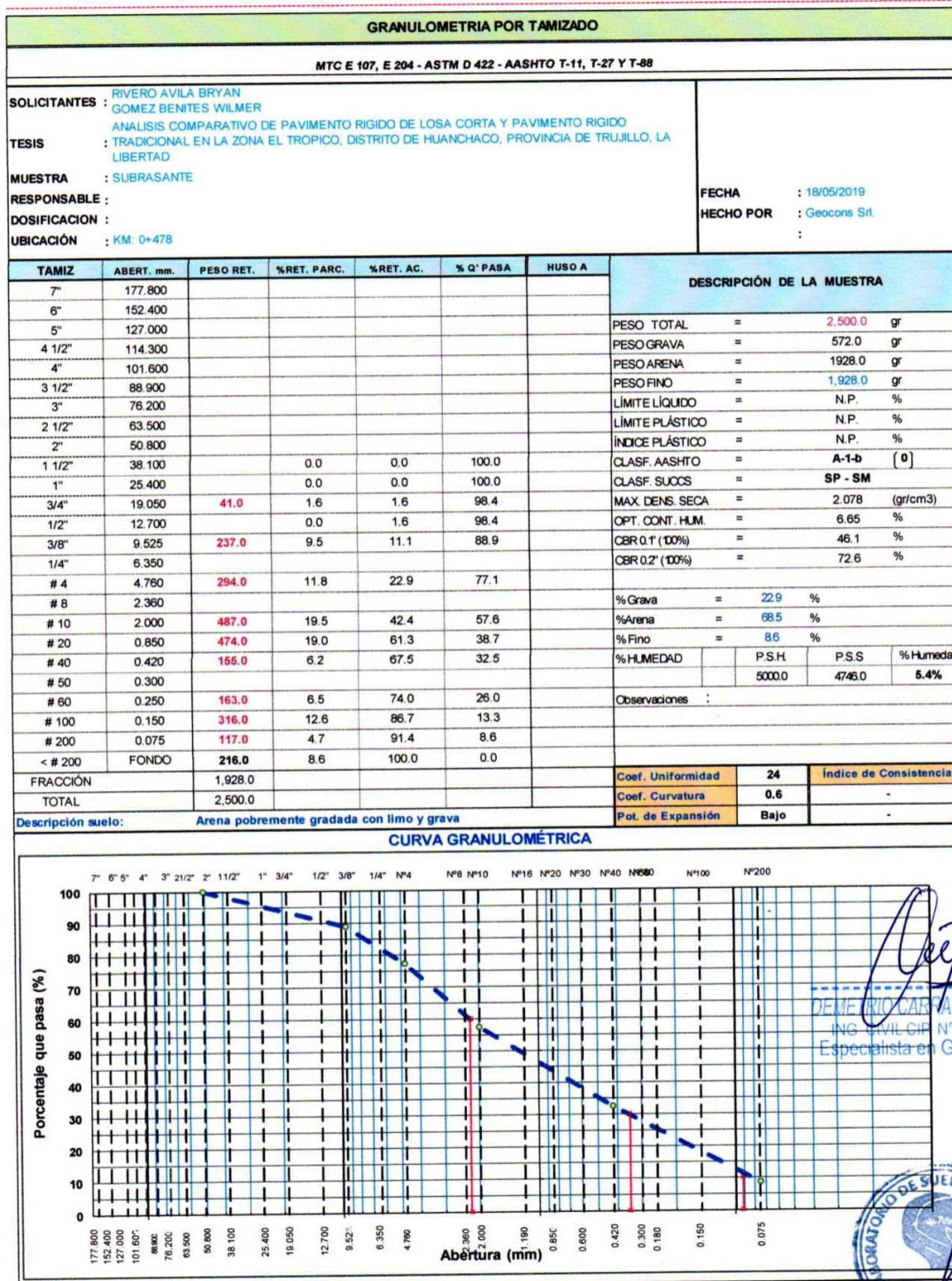
Demetrio Carranza Peña
 DEMETRIO CARRANZA PEÑA
 ING CIVIL CIP N° 191809
 Especialista en Geotecnia

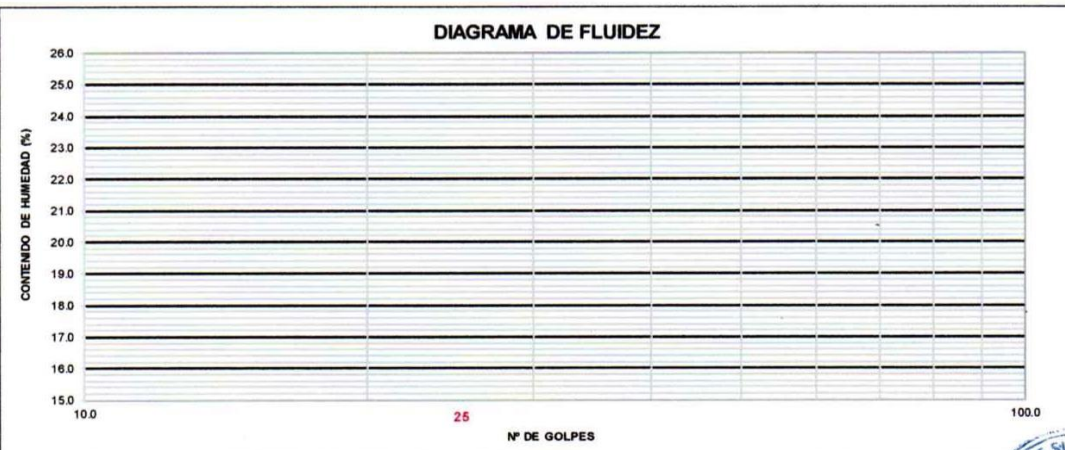


HUMEDAD NATURAL (MTC E 108)			
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS			
SOLICITANTES : RIVERO AVILA BRYAN GOMEZ BENITES WILMER		FECHA : 18/05/2019 HECHO POR : Geocons Srl.	
TESIS : ANALISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RIGIDO DE LOSA CORTA Y PAVIMENTO RIGIDO TRADICIONAL EN LA ZONA EL TROPICO, DISTRITO DE HUANCHACO, PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD			
MUESTRA : SUBRASANTE			
RESPONSABLE :			
DOSIFICACION :			
UBICACIÓN : KM: 0+002			
DATOS			
N° de Ensayo	1		
Peso de Mat. Humedo + Tara (gr.)	128.21		
Peso de Mat. Seco + Tara (gr.)	122.46		
Peso de Tara (gr.)	12.45		
Peso de Agua (gr.)	5.75		
Peso Mat. Seco (gr.)	110.01		
Humedad Natural (%)	5.23		
Promedio de Humedad (%)	5.2		
OBSERVACIONES:			
.....			
.....			
.....			
.....			



Demetrio Carranza Peña
DEMETRIO CARRANZA PEÑA
ING. CIVIL CIP N° 191809
Especialista en Geotecnia



LIMITES DE CONSISTENCIA				
MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90				
SOLICITANTES: RIVERO AVILA BRYAN GOMEZ BENITES WILMER ANALISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RIGIDO DE LOSA CORTA Y PAVIMENTO RIGIDO TRADICIONAL EN LA ZONA EL TROPICO, DISTRITO DE HUANCHACO, PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD MUESTRA: SUBRASANTE RESPONSABLE: DOSIFICACION: UBICACIÓN: KM: 0+478	FECHA: 18/05/2019 HECHO POR: Geocons Srl.			
LÍMITE LÍQUIDO (MALLA N° 40)				
N° TARRO				
TARRO + SUELO HÚMEDO				
TARRO + SUELO SECO				
AGUA	N.P.			
PESO DEL TARRO				
PESO DEL SUELO SECO				
% DE HUMEDAD				
N° DE GOLPES				
LÍMITE PLÁSTICO (MALLA N° 40)				
N° TARRO				
TARRO + SUELO HÚMEDO				
TARRO + SUELO SECO				
AGUA	N.P.			
PESO DEL TARRO				
PESO DEL SUELO SECO				
% DE HUMEDAD				
DIAGRAMA DE FLUIDEZ 				
CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA			OBSERVACIONES	
LÍMITE LÍQUIDO	N.P.			
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.			
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.			



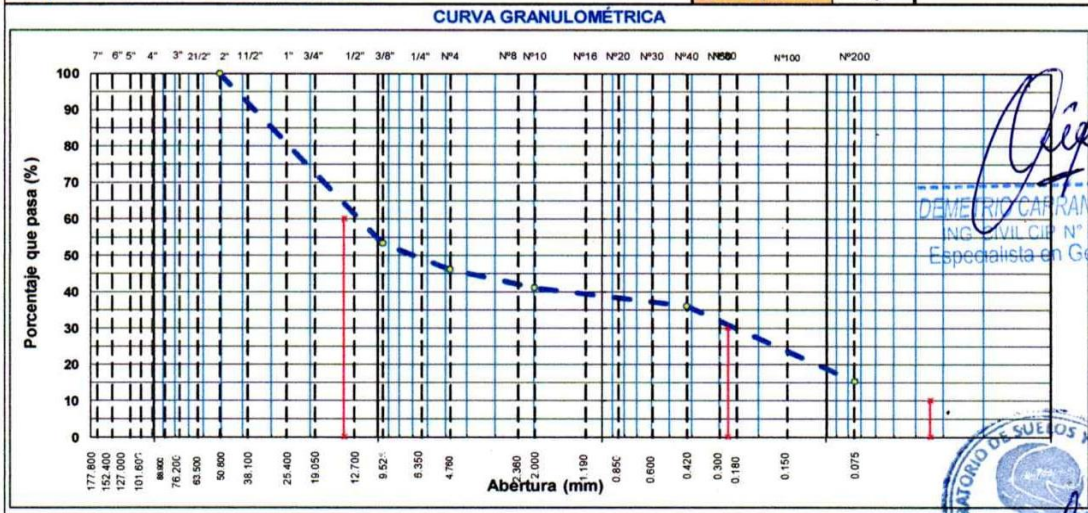

 DEMETRIO CARRANZA PEÑA
 ING CIVIL CIP N° 191809
 Especialista en Geotecnia

HUMEDAD NATURAL (MTC E 108)			
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS			
SOLICITANTES : RIVERO AVILA BRYAN GOMEZ BENITES WILMER			
TESIS : ANALISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RIGIDO DE LOSA CORTA Y PAVIMENTO RIGIDO TRADICIONAL EN LA ZONA EL TROPICO, DISTRITO DE HUANCHACO, PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD			
MUESTRA : SUBRASANTE			
RESPONSABLE :			
DOSIFICACION :			
UBICACIÓN : KM: 0+478			
FECHA : 18/05/2019		HECHO POR : Geocons Srl.	
DATOS			
N° de Ensayo	1		
Peso de Mat. Humedo + Tara (gr.)	5000.00		
Peso de Mat. Seco + Tara (gr.)	4746.00		
Peso de Tara (gr.)	169.00		
Peso de Agua (gr.)	254.00		
Peso Mat. Seco (gr.)	4577.00		
Humedad Natural (%)	5.55		
Promedio de Humedad (%)	5.5		
OBSERVACIONES:			
.....			
.....			
.....			
.....			




 DEMETRIO CARRANZA PEÑA
 ING. CIVIL CIP N° 191809
 Especialista en Geotecnia

GRANULOMETRIA POR TAMIZADO						
MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88						
SOLICITANTES : RIVERO AVILA BRYAN GOMEZ BENITES WILMER TESIS : ANALISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RIGIDO DE LOSA CORTA Y PAVIMENTO RIGIDO TRADICIONAL EN LA ZONA EL TROPICO, DISTRITO DE HUANCHACO, PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD MUESTRA : SUBRASANTE RESPONSABLE : DOSIFICACION : UBICACION : KM: 0+954					FECHA : 18/05/2019 HECHO POR : Geocons Srl.	
TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	HUSO A
7"	177.800					
6"	152.400					
5"	127.000					
4 1/2"	114.300					
4"	101.600					
3 1/2"	88.900					
3"	76.200					
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100		0.0	0.0	100.0	
1"	25.400	471.0	23.6	23.6	76.5	
3/4"	19.050	229.0	11.5	35.0	65.0	
1/2"	12.700		0.0	35.0	65.0	
3/8"	9.525	233.0	11.7	46.7	53.4	
1/4"	6.350					
# 4	4.760	142.0	7.1	53.8	46.3	
# 8	2.360					
# 10	2.000	100.0	5.0	58.8	41.3	
# 20	0.850	51.0	2.6	61.3	38.7	
# 40	0.420	51.0	2.6	63.9	36.2	
# 50	0.300	95.0				
# 60	0.250		0.0	68.6	31.4	
# 100	0.150	222.0	11.1	79.7	20.3	
# 200	0.075	97.0	4.9	84.6	15.5	
< # 200	FONDO	309.0	15.5	100.0	0.0	
FRACCIÓN		925.0				
TOTAL		2,000.0				
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA PESO TOTAL = 2.000.0 gr PESO GRAVA = 1075.0 gr PESO ARENA = 925.0 gr PESO FINO = 925.0 gr LÍMITE LÍQUIDO = 14 % LÍMITE PLÁSTICO = N.P. % ÍNDICE PLÁSTICO = N.P. % CLASF. AASHTO = A-1-b [0] CLASF. SUCCS = GM MAX. DENS. SECA = 2.174 (gr/cm3) OPT. CONT. HUM. = 4.12 % CBR 0.1" (100%) = 33.5 % CBR 0.2" (100%) = 51.5 % % Grava = 53.8 % % Arena = 30.8 % % Fino = 15.5 % % HUMEDAD: P.S.H. 119, P.S.S. 07.2, % Humedad 4.5% Observaciones :						
Coef. Uniformidad		-	Índice de Consistencia			
Coef. Curvatura		-				
Pot. de Expansión		Bajo				
Descripción suelo: Grava limosa con arena						

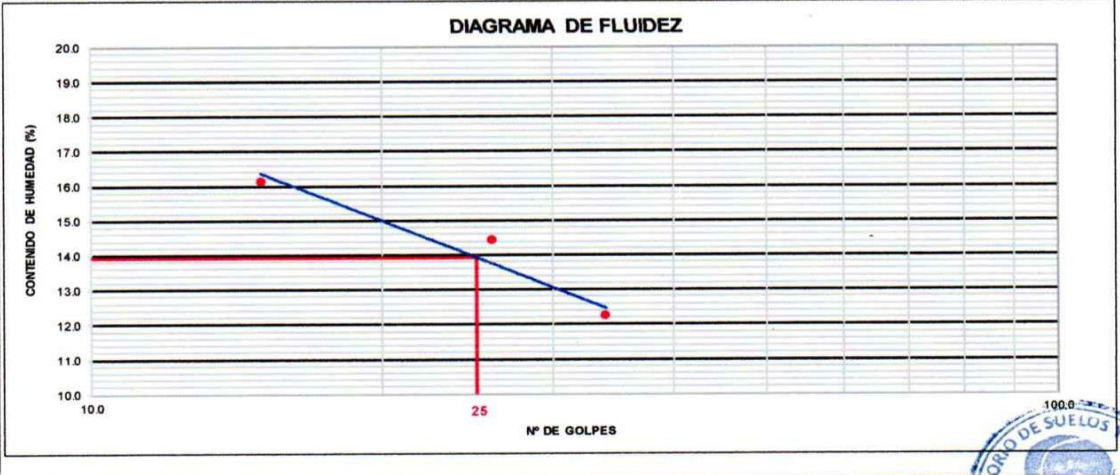



 DEMETRIO CARRANZA PEÑA
 ING. CIVIL CIP N° 191809
 Especialista en Geotecnia



LÍMITES DE CONSISTENCIA				
MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90				
SOLICITANTES: RIVERO AVILA BRYAN ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RIGIDO DE LOSA CORTA Y PAVIMENTO RIGIDO TESIS: TRADICIONAL EN LA ZONA EL TROPICO, DISTRITO DE HUANCHACO, PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD MUESTRA: SUBRASANTE RESPONSABLE: DOSIFICACION: UBICACIÓN: KM: 0+954			FECHA: 18/05/2019 HECHO POR: Geocons Srl.	
LÍMITE LÍQUIDO (MALLA N° 40)				
N° TARRO	1	2	3	
TARRO + SUELO HÚMEDO	57.37	54.35	52.55	
TARRO + SUELO SECO	51.26	48.96	48.22	
AGUA	6.11	5.39	4.33	
PESO DEL TARRO	13.39	11.64	12.84	
PESO DEL SUELO SECO	37.87	37.32	35.38	
% DE HUMEDAD	16.13	14.44	12.24	
N° DE GOLPES	15	26	34	
LÍMITE PLÁSTICO (MALLA N° 40)				
N° TARRO				
TARRO + SUELO HÚMEDO				
TARRO + SUELO SECO				
AGUA	N.P.			
PESO DEL TARRO				
PESO DEL SUELO SECO				
% DE HUMEDAD				

DIAGRAMA DE FLUIDEZ





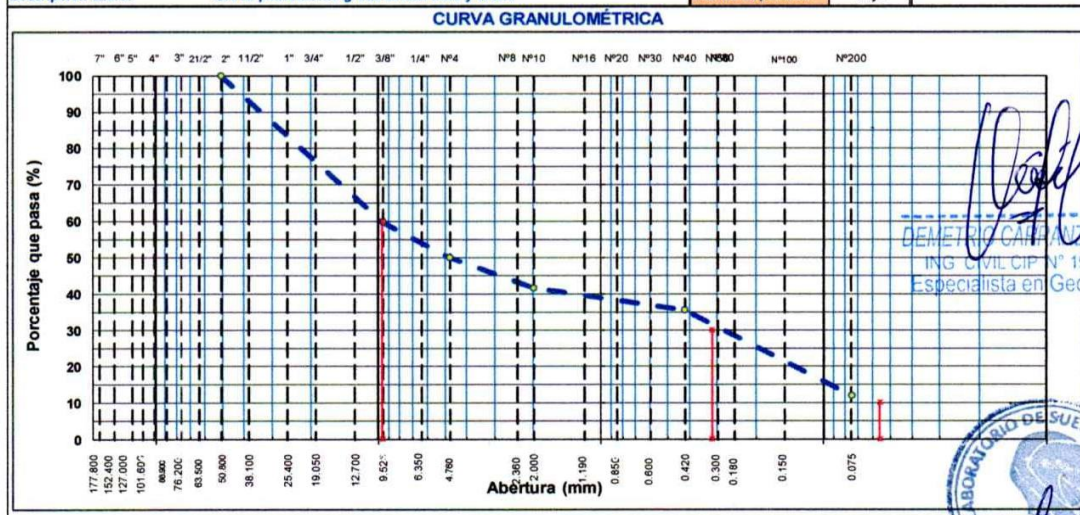
DEMETRIO CARRANZA PEÑA
ING. CIVIL CIP N° 191809
Especialista en Geotecnia

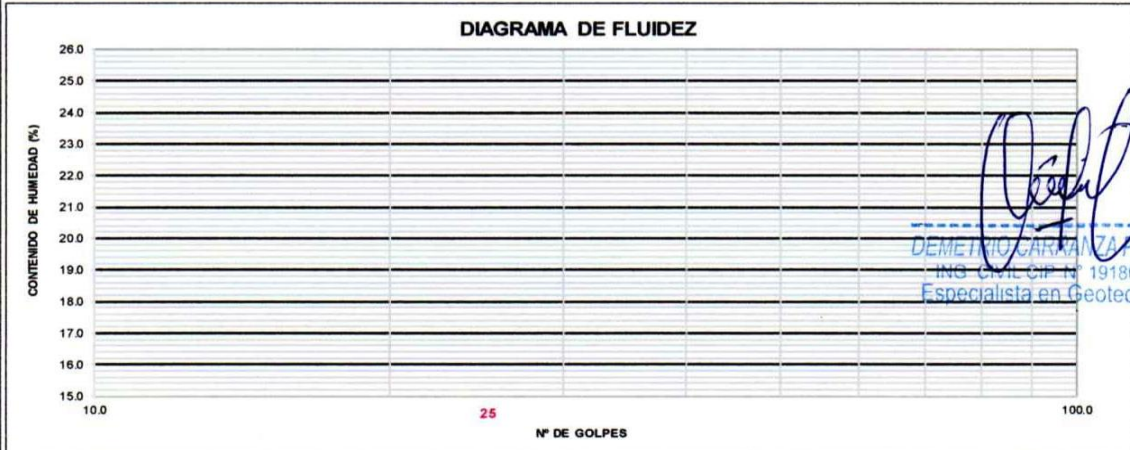
HUMEDAD NATURAL (MTC E 108)			
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS			
SOLICITANTES : RIVERO AVILA BRYAN GOMEZ BENITES WILMER		FECHA : 18/05/2019 HECHO POR : Geocons Srl.	
TESIS : ANALISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RIGIDO DE LOSA CORTA Y PAVIMENTO RIGIDO TRADICIONAL EN LA ZONA EL TROPICO, DISTRITO DE HUANCHACO, PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD			
MUESTRA : SUBRASANTE			
RESPONSABLE :			
DOSIFICACION :			
UBICACIÓN : KM: 0+954			
DATOS			
N° de Ensayo	1		
Peso de Mat. Humedo + Tara (gr.)	111.94		
Peso de Mat. Seco + Tara (gr.)	107.16		
Peso de Tara (gr.)	12.50		
Peso de Agua (gr.)	4.78		
Peso Mat. Seco (gr.)	94.66		
Humedad Natural (%)	5.05		
Promedio de Humedad (%)	5.0		
OBSERVACIONES:			
.....			
.....			
.....			
.....			



Demetrio Carranza Peña
DEMETRIO CARRANZA PEÑA
ING. CIVIL CIP N° 191809
Especialista en Geotecnia

GRANULOMETRIA POR TAMIZADO										
MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88										
SOLICITANTE : RIVERO AVILA BRYAN GOMEZ BENITES WILMER				FECHA : 18/05/2019 HECHO POR : Geocons Srl.						
TESIS : ANALISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RIGIDO DE LOSA CORTA Y PAVIMENTO RIGIDO TRADICIONAL EN LA ZONA EL TROPICO, DISTRITO DE HUANCHACO, PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD										
MUESTRA : SUBRASANTE										
RESPONSABLE :										
DOSIFICACION :										
UBICACION : KM: 1+430										
TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	HUSO A	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
7"	177.800						PESO TOTAL = 2.000.0 gr			
6"	152.400						PESO GRAVA = 1001.0 gr			
5"	127.000						PESO ARENA = 999.0 gr			
4 1/2"	114.300						PESO FINO = 999.0 gr			
4"	101.600						LÍMITE LÍQUIDO = N.P. %			
3 1/2"	88.900						LÍMITE PLÁSTICO = N.P. %			
3"	76.200						ÍNDICE PLÁSTICO = N.P. %			
2 1/2"	63.500						CLASIF. AASHTO = A-1-b (0)			
2"	50.800						CLASIF. SUCCS = GP - GM			
1 1/2"	38.100		0.0	0.0	100.0		MAX. DENS. SECA = 2.173 (gr/cm3)			
1"	25.400	312.0	15.6	15.6	84.4		OPT. CONT. HUM. = 4.84 %			
3/4"	19.050	165.0	8.3	23.9	76.2		CBR 0.1' (100%) = 37.7 %			
1/2"	12.700		0.0	23.9	76.2		CBR 0.2' (100%) = 57.6 %			
3/8"	9.525	327.0	16.4	40.2	59.8					
1/4"	6.350									
# 4	4.760	197.0	9.9	50.1	50.0					
# 8	2.360						% Grava = 50.1 %			
# 10	2.000	162.0	8.1	58.2	41.9		% Arena = 38.0 %			
# 20	0.850	81.0	4.1	62.2	37.8		% Fino = 12.0 %			
# 40	0.420	45.0	2.3	64.5	35.6		% HUMEDAD			
# 50	0.300	132.0					P.S.H. P.S.S. % Humedad			
# 60	0.250		0.0	71.1	29.0		16.5 16.7 2.5%			
# 100	0.150	248.0	12.4	83.5	16.6		Observaciones :			
# 200	0.075	92.0	4.6	88.1	12.0					
< # 200	FONDO	239.0	12.0	100.0	0.0					
FRACCIÓN		999.0					Coef. Uniformidad 172 Índice de Consistencia			
TOTAL		2.000.0					Coef. Curvatura 0.2 -			
Descripción suelo: Grava pobremente gradada con limo y arena							Pot. de Expansión Bajo -			



LÍMITES DE CONSISTENCIA			
MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90			
SOLICITANTE : RIVERO AVILA BRYAN GOMEZ BENITES WILMER ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RÍGIDO DE LOSA CORTA Y PAVIMENTO RÍGIDO TRADICIONAL EN LA ZONA EL TROPICO, DISTRITO DE HUANCHACO, PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD		FECHA : 18/05/2019 HECHO POR : Geocons Srl.	
TESIS : TRADICIONAL EN LA ZONA EL TROPICO, DISTRITO DE HUANCHACO, PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD			
MUESTRA : SUBRASANTE			
RESPONSABLE :			
DOSIFICACION :			
UBICACIÓN : KM: 1+430			
LÍMITE LÍQUIDO (MALLA N° 40)			
N° TARRO			
TARRO + SUELO HÚMEDO			
TARRO + SUELO SECO			
AGUA	N.P.		
PESO DEL TARRO			
PESO DEL SUELO SECO			
% DE HUMEDAD			
N° DE GOLPES			
LÍMITE PLÁSTICO (MALLA N° 40)			
N° TARRO			
TARRO + SUELO HÚMEDO			
TARRO + SUELO SECO			
AGUA	N.P.		
PESO DEL TARRO			
PESO DEL SUELO SECO			
% DE HUMEDAD			
DIAGRAMA DE FLUIDEZ			
			
CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA		OBSERVACIONES	
LÍMITE LÍQUIDO	N.P.		
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.		
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.		

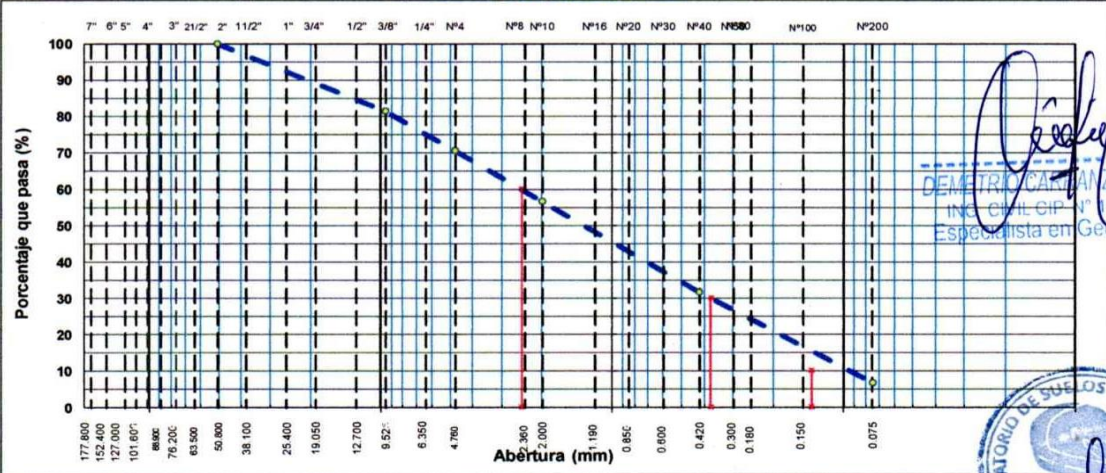
DEMETRIO CARRANZA PEÑA
ING. CIVIL CIP N° 191809
Especialista en Geotecnia



HUMEDAD NATURAL (MTC E 108)			
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS			
SOLICITANTE	RIVERO AVILA BRYAN GOMEZ BENITES WILMER		FECHA : 18/05/2019 HECHO POR : Geocons Srl.
TESIS	ANALISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RIGIDO DE LOSA CORTA Y PAVIMENTO RIGIDO TRADICIONAL EN LA ZONA EL TROPICO, DISTRITO DE HUANCHACO, PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD		
MUESTRA	SUBRASANTE		
RESPONSABLE			
DOSIFICACION			
UBICACIÓN	KM: 1+430		
DATOS			
N° de Ensayo	1		
Peso de Mat. Humedo + Tara (gr.)	116.50		
Peso de Mat. Seco + Tara (gr.)	113.66		
Peso de Tara (gr.)	25.29		
Peso de Agua (gr.)	2.84		
Peso Mat. Seco (gr.)	88.37		
Humedad Natural (%)	3.21		
Promedio de Humedad (%)	3.2		
OBSERVACIONES:			
.....			
.....			
.....			
.....			

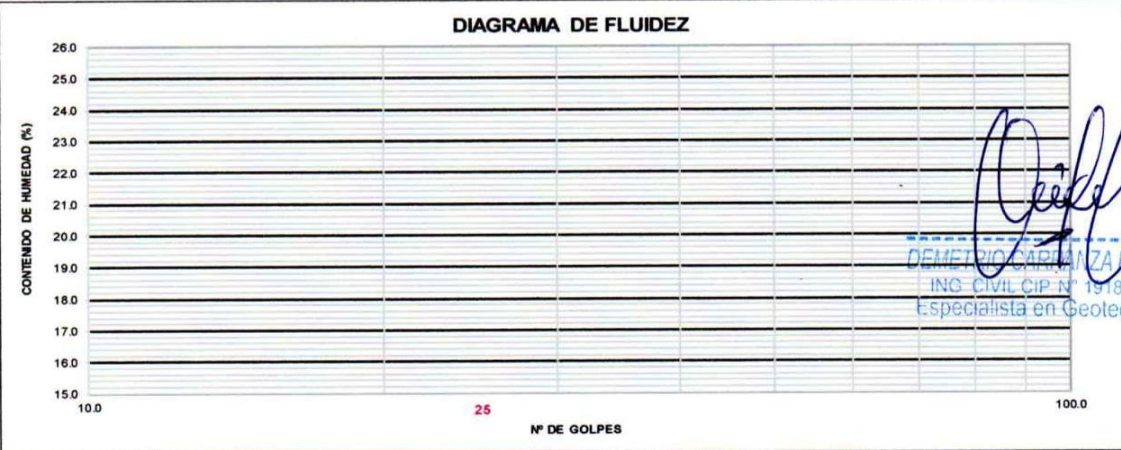


Demetrio Carranza Peña
 DEMETRIO CARRANZA PEÑA
 ING CIVIL CIP N° 191809
 Especialista en Geotecnia

GRANULOMETRIA POR TAMIZADO									
MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88									
SOLICITANTE : RIVERO AVILA BRYAN GOMEZ BENITES WILMER TESIS : ANALISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RIGIDO DE LOSA CORTA Y PAVIMENTO RIGIDO TRADICIONAL EN LA ZONA EL TROPICO, DISTRITO DE HUANCHACO, PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD MUESTRA : SUBRASANTE RESPONSABLE : DOSIFICACION : UBICACION : KM: 1+906						FECHA : 18/05/2019 HECHO POR : Geocons Srl. :			
TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	HUSO A	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		
7"	177.800						PESO TOTAL = 2.500,0 gr		
6"	152.400						PESO GRAVA = 736,0 gr		
5"	127.000						PESO ARENA = 1764,0 gr		
4 1/2"	114.300						PESO FINO = 1.764,0 gr		
4"	101.600						LÍMITE LÍQUIDO = N.P. %		
3 1/2"	88.900						LÍMITE PLÁSTICO = N.P. %		
3"	76.200						ÍNDICE PLÁSTICO = N.P. %		
2 1/2"	63.500						CLASF. AASHTO = A-1-b (0)		
2"	50.800						CLASF. SUCCS = SP - SM		
1 1/2"	38.100		0.0	0.0	100.0		MAX. DENS. SECA = 2.019 (gr/cm3)		
1"	25.400	24.0	1.0	1.0	99.0		OPT. CONT. HUM. = 7.69 %		
3/4"	19.050	101.0	4.0	5.0	95.0		CBR 0.1' (10%) = 41.8 %		
1/2"	12.700		0.0	5.0	95.0		CBR 0.2' (10%) = 66.0 %		
3/8"	9.525	339.0	13.6	18.6	81.4				
1/4"	6.350								
# 4	4.760	272.0	10.9	29.4	70.6				
# 8	2.360						% Grava = 29.4 %		
# 10	2.000	345.0	13.8	43.2	56.8		% Arena = 63.8 %		
# 20	0.850	406.0	16.2	59.5	40.5		% Fino = 6.8 %		
# 40	0.420	217.0	8.7	68.2	31.8		% HUMEDAD		
# 50	0.300						P.S.H	P.S.S	% Humedad
# 60	0.250	210.0	8.4	76.6	23.4		5000.0	4940.0	1.2%
# 100	0.150	324.0	13.0	89.5	10.5		Observaciones :		
# 200	0.075	92.0	3.7	93.2	6.8				
< # 200	FONDO	170.0	6.8	100.0	0.0				
FRACCIÓN		1.764.0					Coef. Uniformidad	18	Índice de Consistencia
TOTAL		2.500.0					Coef. Curvatura	0.4	-
Descripción suelo: Arena pobremente gradada con limo y grava							Pot. de Expansión	Bajo	-
CURVA GRANULOMÉTRICA									
									

DEMETRIO CARRANZA PEÑA
ING. CIVIL CIP N° 191809
Especialista en Geotecnia



LIMITES DE CONSISTENCIA			
MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90			
SOLICITANTE : RIVERO AVILA BRYAN GOMEZ BENITES WILMER ANALISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RIGIDO DE LOSA CORTA Y PAVIMENTO RIGIDO TESIS : TRADICIONAL EN LA ZONA EL TROPICO, DISTRITO DE HUANCHACO, PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD MUESTRA : SUBRASANTE RESPONSABLE: DOSIFICACION: UBICACIÓN : KM: 1+906	FECHA : 18/05/2019 HECHO POR : Geocons Srl.		
LÍMITE LÍQUIDO (MALLA N° 40)			
N° TARRO			
TARRO + SUELO HÚMEDO			
TARRO + SUELO SECO			
AGUA	N.P.		
PESO DEL TARRO			
PESO DEL SUELO SECO			
% DE HUMEDAD			
N° DE GOLPES			
LÍMITE PLÁSTICO (MALLA N° 40)			
N° TARRO			
TARRO + SUELO HÚMEDO			
TARRO + SUELO SECO			
AGUA	N.P.		
PESO DEL TARRO			
PESO DEL SUELO SECO			
% DE HUMEDAD			
DIAGRAMA DE FLUIDEZ			
			
CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA		OBSERVACIONES	
LÍMITE LÍQUIDO	N.P.		
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.		
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.		


DEMETRIO CARRANZA PEÑA
ING. CIVIL CIP N° 191809
Especialista en Geotecnia

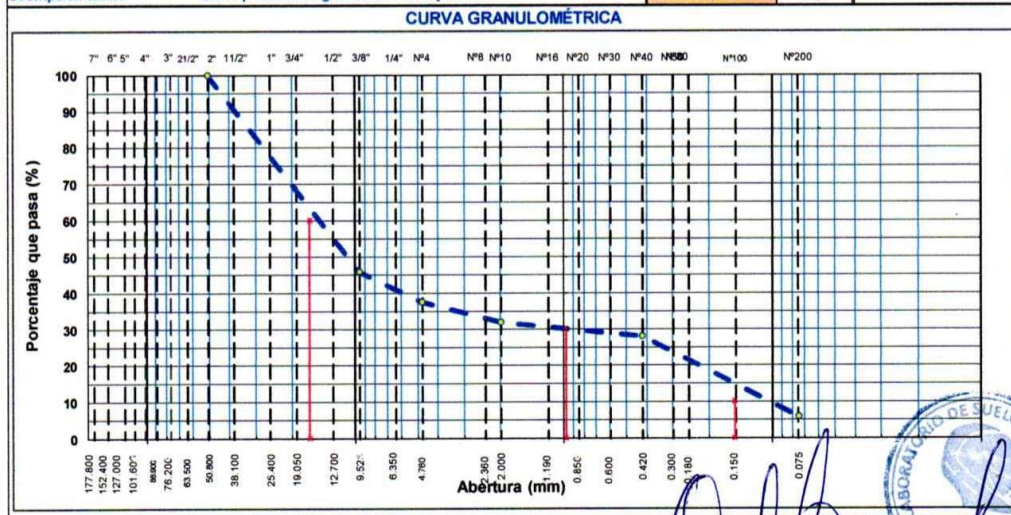


HUMEDAD NATURAL (MTC E 108)			
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS			
SOLICITANTE : RIVERO AVILA BRYAN GOMEZ BENITES WILMER		FECHA : 18/05/2019 HECHO POR : Geocons Srl.	
TESIS : ANALISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RIGIDO DE LOSA CORTA Y PAVIMENTO RIGIDO TRADICIONAL EN LA ZONA EL TROPICO, DISTRITO DE HUANCHACO, PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD			
MUESTRA : SUBRASANTE			
RESPONSABLE :			
DOSIFICACION :			
UBICACIÓN : KM: 1+906			
DATOS			
N° de Ensayo	1		
Peso de Mat. Humedo + Tara (gr.)	5000.00		
Peso de Mat. Seco + Tara (gr.)	4940.00		
Peso de Tara (gr.)	169.00		
Peso de Agua (gr.)	60.00		
Peso Mat. Seco (gr.)	4771.00		
Humedad Natural (%)	1.26		
Promedio de Humedad (%)	1.3		
OBSERVACIONES:			
.....			
.....			
.....			
.....			
.....			



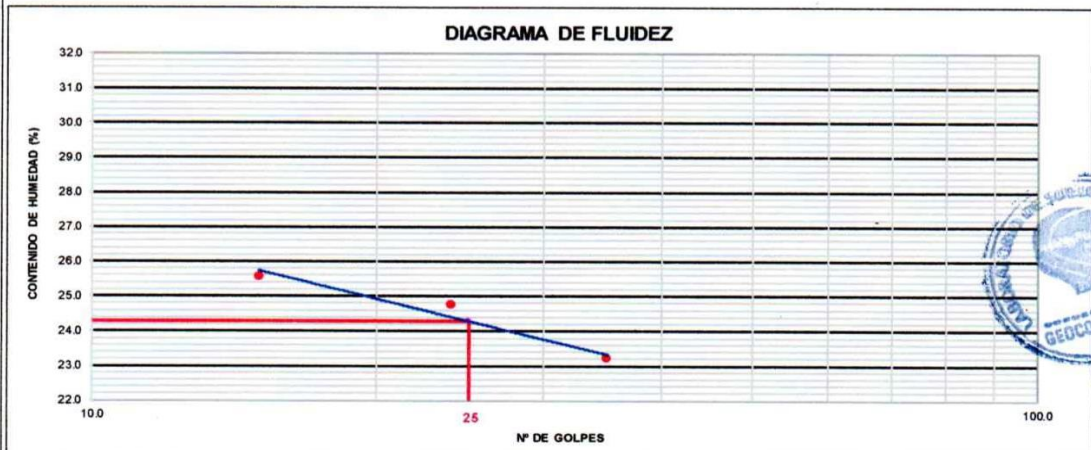

DEMETRIO CARRANZA PEÑA
ING CIVIL CIP N° 191809
Especialista en Geotecnia

GRANULOMETRIA POR TAMIZADO								
MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88								
SOLICITANTE : RIVERO AVILA BRYAN GOMEZ BENITES WILMER				FECHA : 18/05/2019 HECHO POR : Geocons Srl				
TESIS : ANALISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RIGIDO DE LOSA CORTA Y PAVIMENTO RIGIDO TRADICIONAL EN LA ZONA EL TROPICO, DISTRITO DE HUANCHACO, PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD								
MUESTRA : SUBRASANTE								
RESPONSABLE :								
DOSIFICACION :								
UBICACION : KM: 2+382								
TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	HUSO A	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
7"	177.800							PESO TOTAL = 2.000,0 gr
6"	152.400							PESO GRAVA = 1249,0 gr
5"	127.000							PESO ARENA = 751,0 gr
4 1/2"	114.300							PESO FINO = 751,0 gr
4"	101.600							LÍMITE LÍQUIDO = 24 %
3 1/2"	88.900							LÍMITE PLÁSTICO = N.P. %
3"	76.200							ÍNDICE PLÁSTICO = N.P. %
2 1/2"	63.500							CLASF. AASHTO = A-1-a (0)
2"	50.800							CLASF. SUCCS = GP - GM
1 1/2"	38.100	213,0	10,7	10,7	89,4			MAX. DENS. SECA = 2.137 (gr/cm3)
1"	25.400	332,0	16,6	27,3	72,8			OPT. CONT. HUM. = 5,40 %
3/4"	19.050	180,0	9,0	36,3	63,8			CBR 0.1' (100%) = 31,6 %
1/2"	12.700		0,0	36,3	63,8			CBR 0.2' (100%) = 41,2 %
3/8"	9.525	357,0	17,9	54,1	45,9			% Grava = 62,5 %
1/4"	6.350							% Arena = 31,6 %
# 4	4.780	167,0	8,4	62,5	37,6			% Fino = 6,0 %
# 8	2.360							% HUMEDAD
# 10	2.000	110,0	5,5	68,0	32,1			P.S.H. P.S.S. % Humedad
# 20	0.850	49,0	2,5	70,4	29,6			100 137,6 1,8%
# 40	0.420	31,0	1,6	72,0	28,1		Observaciones :	
# 50	0.300	94,0						
# 60	0.250		0,0	76,7	23,4			
# 100	0.150	270,0	13,5	90,2	9,8			
# 200	0.075	78,0	3,9	94,1	6,0			
< 200	FONDO	119,0	6,0	100,0	0,0			
FRACCIÓN		751,0					Coef. Uniformidad = 109 Índice de Consistencia	
TOTAL		2.000,0					Coef. Curvatura = 0,4	
Descripción suelo: Grava pobremente gradada con limo y arena							Pot. de Expansión = Bajo	



DEMETRIO CARRANZA PEÑA
INGENIERO CIVIL N° 191809
Especialista en Geotecnia



LÍMITES DE CONSISTENCIA				
MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90				
SOLICITANTE : RIVERO AVILA BRYAN : GOMEZ BENITES WILMER ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RÍGIDO DE LOSA CORTA Y PAVIMENTO RÍGIDO TRADICIONAL EN LA ZONA EL TROPICO, DISTRITO DE HUANCHACO, PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD				
TESIS : TRADICIONAL EN LA ZONA EL TROPICO, DISTRITO DE HUANCHACO, PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD				
MUESTRA : SUBRASANTE				
RESPONSABLE: DOSIFICACION: UBICACIÓN : KM: 2+382			FECHA : 18/05/2019 HECHO POR : Geocons Srl.	
LÍMITE LÍQUIDO (MALLA N° 40)				
N° TARRO	1	2	3	
TARRO + SUELO HÚMEDO	39.45	40.27	38.67	
TARRO + SUELO SECO	34.11	35.12	34.71	
AGUA	5.34	5.15	3.96	
PESO DEL TARRO	13.23	14.33	17.66	
PESO DEL SUELO SECO	20.88	20.79	17.05	
% DE HUMEDAD	25.57	24.77	23.23	
N° DE GOLPES	15	24	35	
LÍMITE PLÁSTICO (MALLA N° 40)				
N° TARRO				
TARRO + SUELO HÚMEDO				
TARRO + SUELO SECO				
AGUA	N.P.			
PESO DEL TARRO				
PESO DEL SUELO SECO				
% DE HUMEDAD				
DIAGRAMA DE FLUIDEZ				
				
CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA			OBSERVACIONES	
LÍMITE LÍQUIDO	24			
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.			
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.			

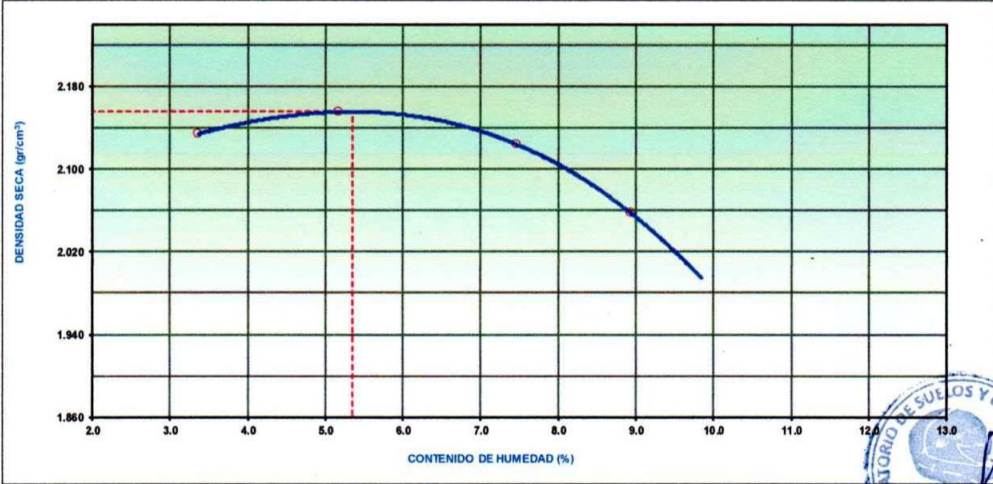


DEMETRIO CARRANZA PEÑA
ING CIVIL CIP N° 191809
Especialista en Geotecnia

HUMEDAD NATURAL (MTC E 108)			
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS			
SOLICITANTE : RIVERO AVILA BRYAN GOMEZ BENITES WILMER		FECHA : 18/05/2019 HECHO POR : Geocons Srl.	
TESIS : ANALISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RIGIDO DE LOSA CORTA Y PAVIMENTO RIGIDO TRADICIONAL EN LA ZONA EL TROPICO, DISTRITO DE HUANCHACO, PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD			
MUESTRA : SUBRASANTE			
RESPONSABLE :			
DOSIFICACION :			
UBICACIÓN : KM: 2+382			
DATOS			
N° de Ensayo	1		
Peso de Mat. Humedo + Tara (gr.)	140.00		
Peso de Mat. Seco + Tara (gr.)	137.57		
Peso de Tara (gr.)	17.68		
Peso de Agua (gr.)	2.43		
Peso Mat. Seco (gr.)	119.89		
Humedad Natural (%)	2.03		
Promedio de Humedad (%)	2.0		
OBSERVACIONES:			




DEMETRIO CARRANZA PEÑA
ING. CIVIL CIP N° 191809
Especialista en Geotecnia

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO						
MTC E 115 - ASTM D 1557 - AASHTO T-180 D						
SOLICITANTE	: RIVERO AVILA BRYAN : GOMEZ BENITES WILMER					
PROYECTO	: ANALISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RIGIDO DE LOSA CORTA Y PAVIMENTO RIGIDO TRADICIONAL EN LA ZONA EL TROPICO, DISTRITO DE HUANCHACO, PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD				FECHA	: 18/05/2019
MUESTRA	: SUBRASANTE				HECHO POR	: Geocons Srl.
RESPONSABLE	:					
DOSIFICACION	:					
UBICACION	: KM: 0+002					
COMPACTACION						
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	: "C"					
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	: 56					
NUMERO DE CAPAS	: 5					
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4		
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	10709	10836	10870	10782		
PESO DE MOLDE (gr)	6066	6066	6066	6066		
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	4643	4770	4804	4716		
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	2105	2105	2105	2105		
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	2.206	2.266	2.282	2.240		
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2.134	2.155	2.124	2.057		
CONTENIDO DE HUMEDAD						
RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n		
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	148.55	150.71	145.37	148.26		
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	144.12	144.06	136.14	137.44		
PESO DE LA TARA (gr)	12.36	15.23	12.38	16.42		
PESO DE AGUA (gr)	4.43	6.65	9.23	10.82		
PESO DE SUELO SECO (gr)	131.76	128.83	123.76	121.02		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	3.36	5.16	7.46	8.94		
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2.155		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		5.35	
CURVA DE COMPACTACIÓN						
					Generar Gráfico	
						




 DEMETRIO CARRANZA PEÑA
 ING. CIVIL CIP N° 191809
 Especialista en Geotecnia

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)	
(NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883)	
SOLICITANTE	RIVERO AVILA BRYAN GOMEZ BENITES WILMER
PROYECTO	ANALISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RIGIDO DE LOSA CORTA Y PAVIMENTO RIGIDO TRADICIONAL EN LA ZONA EL TROPICO, DISTRITO DE HUANCHACO, PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD
MUESTRA	SUBRASANTE
RESPONSABLE	
DOSIFICACION	
UBICACION	KM: 0+002
FECHA : 18/05/2019	
HECHO POR : Geocons Srl.	

DATOS DEL PROCTOR		CAPACIDAD : 10000 Lbs.	
MAXIMA DENSIDAD SECA	: 2.155 g/cm ³	ANILLO	: 1"
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	: 5.35 %		

ENSAYO DE CBR						
MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193						
Molde N°		5	5	5		
N° Capa		56	25	12		
Golpes por capa N°						
Cond. de la muestra		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	13113			12866		12783
Peso de molde (gr)	8318			8332		8470
Peso del suelo húmedo (gr)	4795			4534		4313
Volumen del molde (cm ³)	2105			2103		2104
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.278			2.156		2.050
Humedad (%)	5.41			5.42		5.87
Densidad seca (gr/cm ³)	2.161			2.045		1.936
Tarro N°	S/N			S/N		S/N
Tarro + Suelo húmedo (gr)	148.33			129.56		120.67
Tarro + Suelo seco (gr)	141.40			123.71		114.88
Peso del Agua (gr)	6.93			5.85		5.79
Peso del tarro (gr)	13.22			15.72		16.32
Peso del suelo seco (gr)	128.18			107.99		98.56
Humedad (%)	5.41			5.42		5.87
Promedio de Humedad (%)	5.41			5.42		5.87

EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
% NO PRESENTA EXPANSION											

PENETRACION													
PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 4				MOLDE N° 8				MOLDE N° 11			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Kg	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Kg	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Kg	kg/cm ²	kg/cm ²	%
			0				0				0		
0.025		76	4			65	3			46	2		
0.050		225	11			175	9			95	5		
0.075		450	23			332	17			177	9		
0.100	70.3	667	34	32.0	45.6	516	26	25.04	35.6	288	15	19.20	
0.150		925	47			788	40			462	23		
0.200	105.5	1330	68	65.1	61.7	1052	53	54.99	52.1	722	37	42.56	
0.250		1641	83			1433	73			966	49		
0.300		1885	96			1703	86			1224	62		
0.400		2216	113			1967	100			1611	82		
0.500		2544	129			2241	114			1944	99		

DEMETRIO CARRANZA PEÑA
ING CIVIL CIP N° 191809
Especialista en Geotecnia

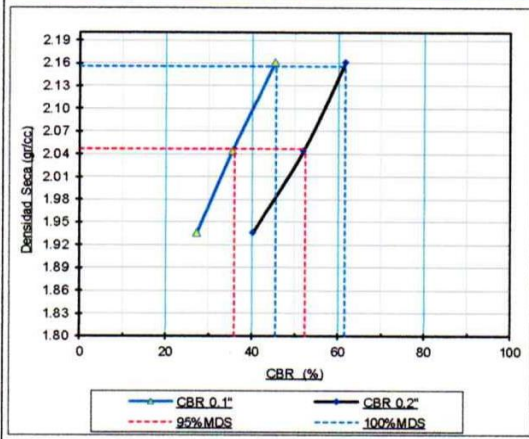


RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

(NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883)

SOLICITANTE	: RIVERO AVILA BRYAN GOMEZ BENITES WILMER	FECHA : 18/05/2019 HECHO POR : Geocons Srl.
PROYECTO	: ANALISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RIGIDO DE LOSA CORTA Y PAVIMENTO RIGIDO TRADICIONAL EN LA ZONA EL TROPICO, DISTRITO DE HUANCHACO, PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD	
MUESTRA RESPONSABLE	: SUBRASANTE	
DOSIFICACION	:	
UBICACION	: KM: 0+002	

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



RESULTADOS:

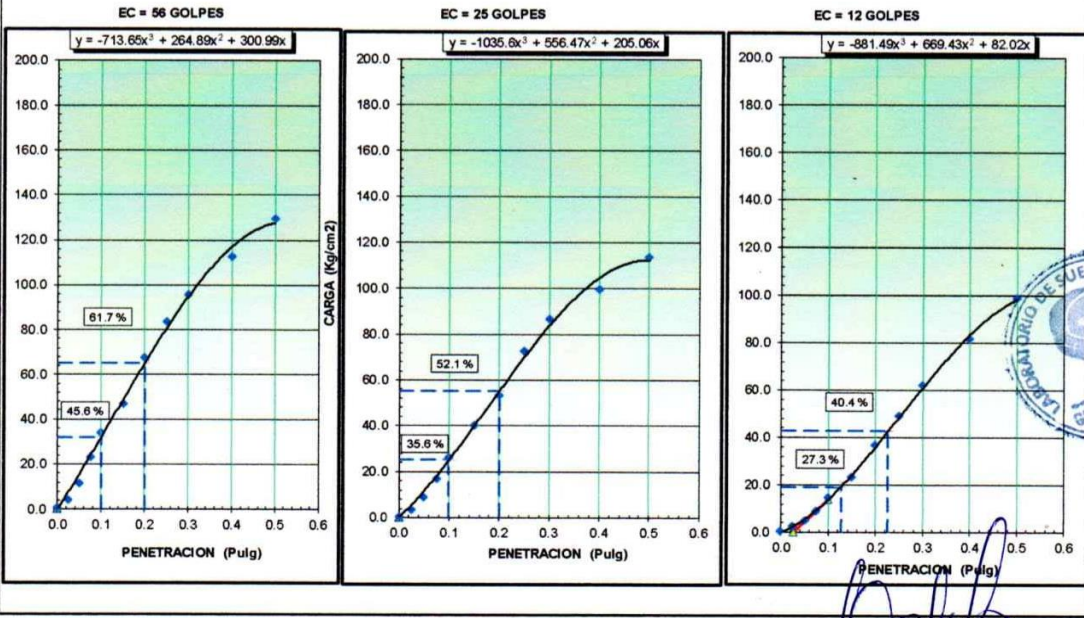
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1": 45.6	0.2": 61.7
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1": 35.8	0.2": 62.4

Datos del Proctor

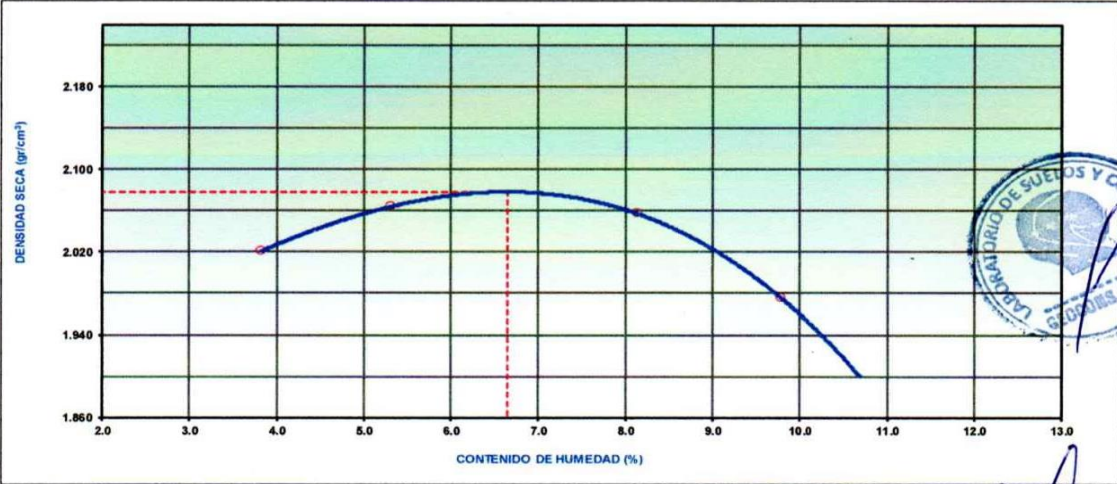
Densidad Seca	2.155	gr/cc
Optimo Humedad	5.35	%

OBSERVACIONES:

Limite superior



Demetrio Carranza Peña
ING. CIVIL CIP N° 191809
Especialista en Geotecnia

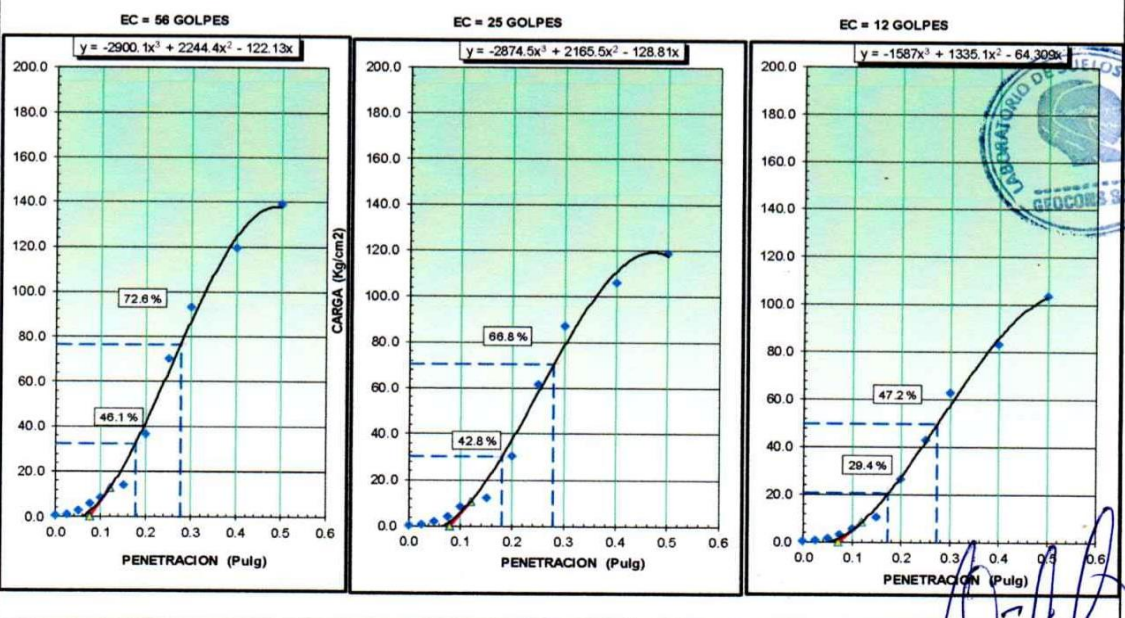
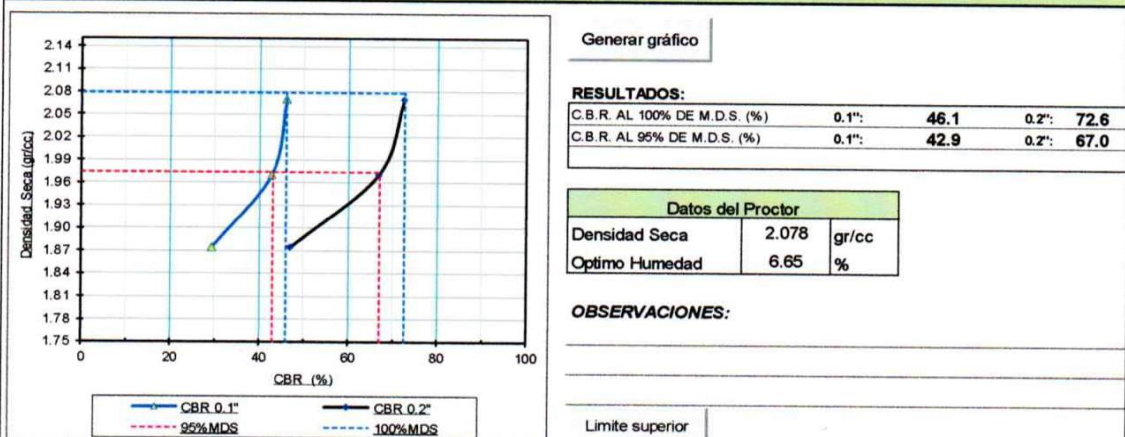
ENSAYO PROCTOR MODIFICADO					
MTC E 115 - ASTM D 1557 - AASHTO T-180 D					
SOLICITANTE		RIVERO AVILA BRYAN GOMEZ BENITES WILMER			
TESIS		ANALISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RIGIDO DE LOSA CORTA Y PAVIMENTO RIGIDO TRADICIONAL EN LA ZONA EL TROPICO, DISTRITO DE HUANCHACO, PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD		FECHA : 18/05/2019	
MUESTRA		SUBRASANTE		HECHO POR : Geocons Srl.	
RESPONSABLE					
DOSIFICACION					
UBICACION		KM: 0+478			
COMPACTACION					
MÉTODO DE COMPACTACIÓN		"B"			
NUMERO DE GOLPES POR CAPA		25			
NUMERO DE CAPAS		5			
NÚMERO DE ENSAYO		1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)		6166	6237	6286	6233
PESO DE MOLDE (gr)		4177	4177	4177	4177
PESO SUELO HÚMEDO (gr)		1989	2060	2109	2056
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)		948	948	948	948
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)		2.098	2.173	2.225	2.169
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)		2.021	2.064	2.057	1.975
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°		s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)		96.12	94.90	107.57	94.61
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)		93.00	90.69	100.46	87.45
PESO DE LA TARA (gr)		11.42	11.35	13.11	14.34
PESO DE AGUA (gr)		3.12	4.21	7.11	7.16
PESO DE SUELO SECO (gr)		81.58	79.34	87.35	73.11
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		3.82	5.31	8.14	9.79
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)		2.078		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	
				6.65	
CURVA DE COMPACTACIÓN					
					Generar Gráfico
					



Demetrio Carranza Peña
DEMETRIO CARRANZA PEÑA
ING. CIVIL CIP N° 191809
Especialista en Geotecnia

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)	
(NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883)	
SOLICITANTE :	RIVERO AVILA BRYAN GOMEZ BENITES WILMER
TESIS :	ANALISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RIGIDO DE LOSA CORTA Y PAVIMENTO RIGIDO TRADICIONAL EN LA ZONA EL TROPICO, DISTRITO DE HUANCHACO, PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD
MUESTRA RESPONSABLE :	SUBRASANTE
DOSIFICACION :	
UBICACION :	KM: 0+478
	FECHA : 18/05/2019 HECHO POR : Geocons Srl.

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR




 DEMETRIO CARRANZA PEÑA
 ING. CIVIL N° 191809
 Especialista en Geotecnia

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO
MTC E 115 - ASTM D 1557 - AASHTO T-180 D

SOLICITANTE	: RIVERO AVILA BRYAN : GOMEZ BENITES WILMER	FECHA : 18/03/2019 HECHO POR : Geocons Srl.
PROYECTO	: ANALISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RIGIDO DE LOSA CORTA Y PAVIMENTO RIGIDO TRADICIONAL EN LA ZONA EL TROPICO, DISTRITO DE HUANCHACO, PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD	
MUESTRA	: SUBRASANTE	
RESPONSABLE	:	
DOSIFICACION	:	
UBICACION	: KM: 0+954	

COMPACTACION

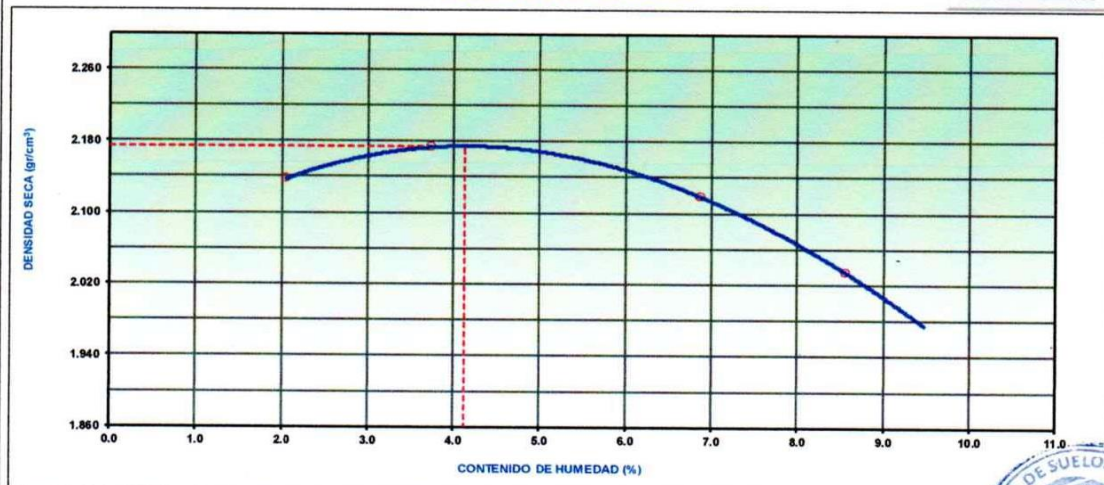
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	"C"
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	:	56
NUMERO DE CAPAS	:	5
NÚMERO DE ENSAYO		1 2 3 4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)		10656 10812 10832 10712
PESO DE MOLDE (gr)		6066 6066 6066 6066
PESO SUELO HÚMEDO (gr)		4590 4746 4766 4646
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)		2105 2105 2105 2105
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)		2.181 2.255 2.264 2.207
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)		2.137 2.173 2.118 2.033

CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°		s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)		118.36	125.41	102.35	130.81
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)		116.22	121.32	96.58	121.40
PESO DE LA TARA (gr)		12.30	12.12	12.75	11.64
PESO DE AGUA (gr)		2.14	4.09	5.77	9.41
PESO DE SUELO SECO (gr)		103.92	109.20	83.83	109.76
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		2.06	3.75	6.88	8.57
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)		2.174	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		4.12

CURVA DE COMPACTACIÓN

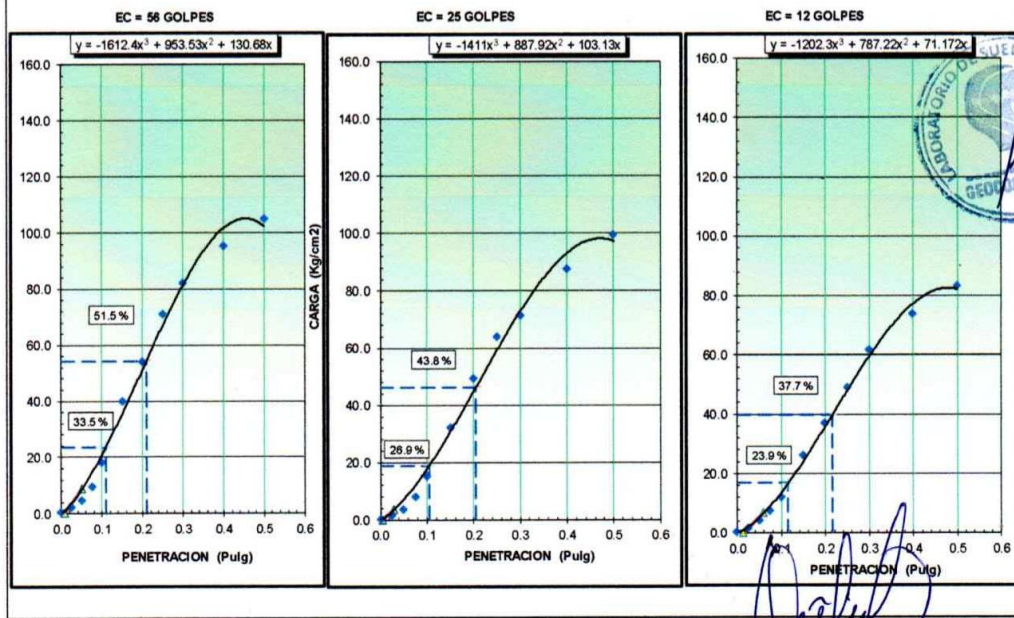
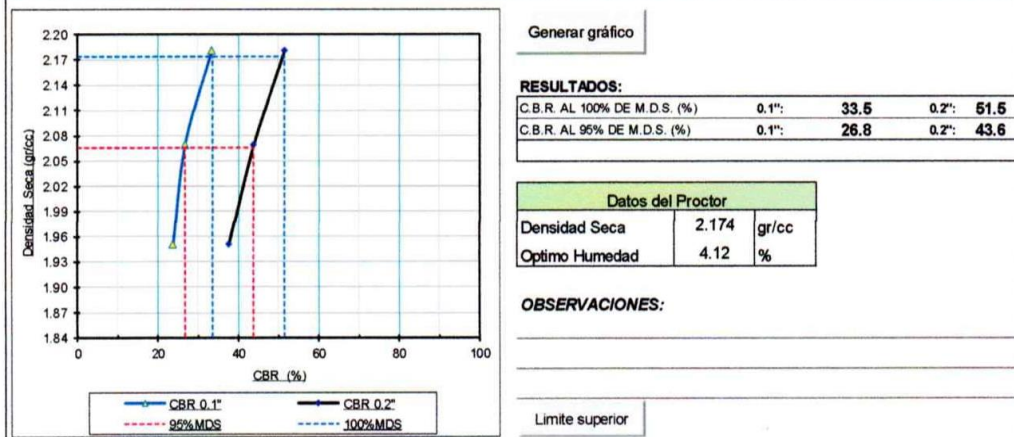
Generar Gráfico



Demetrio Carranza Peña
ING. CIVIL CIP N° 191809
Especialista en Geotecnia

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)	
(NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883)	
SOLICITANTE : RIVERO AVILA BRYAN GOMEZ BENITES WILMER	FECHA : 18/03/2019 HECHO POR : Geocons Srl.
PROYECTO : ANALISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RIGIDO DE LOSA CORTA Y PAVIMENTO RIGIDO TRADICIONAL EN LA ZONA EL TROPICO, DISTRITO DE HUANCHACO, PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD	
MUESTRA : SUBRASANTE	
RESPONSABLE :	
DOSIFICACION :	
UBICACION : KM: 0+954	

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR




 DEMETRIO CARRANZA PEÑA
 ING. CIVIL CIP. N° 191809
 Especialista en Geotecnia

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO
MTC E 115 - ASTM D 1557 - AASHTO T-180 D

SOLICITANTE	: RIVERO AVILA BRYAN : GOMEZ BENITES WILMER	:
TESIS	: ANALISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RIGIDO DE LOSA CORTA Y PAVIMENTO RIGIDO TRADICIONAL EN LA ZONA EL TROPICO, DISTRITO DE HUANCHACO, PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD	:
MUESTRA	: SUBRASANTE	FECHA
RESPONSABLE	:	HECHO POR
DOSIFICACION	:	:
UBICACION	: KM: 1+430	:

COMPACTACION

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	"C"
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	:	56
NÚMERO DE CAPAS	:	5
NÚMERO DE ENSAYO		1 2 3 4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)		10700 10849 10882 10772
PESO DE MOLDE (gr)		6066 6066 6066 6066
PESO SUELO HÚMEDO (gr)		4634 4783 4816 4706
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)		2105 2105 2105 2105
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)		2.201 2.272 2.288 2.236
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)		2.138 2.172 2.157 2.074

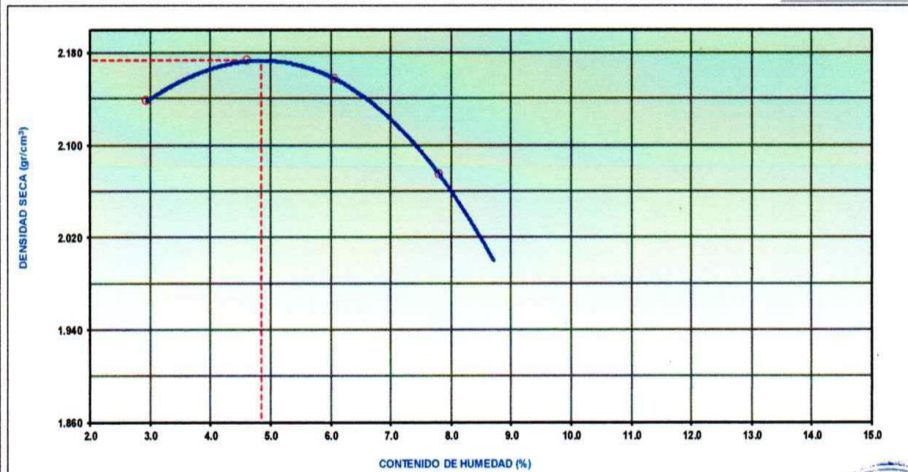
CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°		s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)		122.58	130.62	116.59	153.54
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)		119.42	125.54	110.58	143.26
PESO DE LA TARA (gr)		12.40	15.46	11.54	11.64
PESO DE AGUA (gr)		3.16	5.08	6.01	10.28
PESO DE SUELO SECO (gr)		107.02	110.08	99.04	131.62
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		2.95	4.61	6.07	7.81

MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)	2.173	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	4.84
---	-------	--	------

CURVA DE COMPACTACIÓN

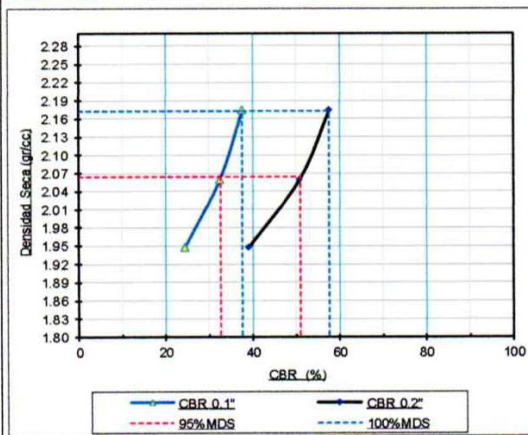
Generar Gráfico



DEMETRIO CARRANZA PEÑA
ING. CIVIL CIP N° 191809
Especialista en Geotecnia

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)	
(NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883)	
SOLICITANTE : RIVERO AVILA BRYAN GOMEZ BENITES WILMER	
TESIS : ANALISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RIGIDO DE LOSA CORTA Y PAVIMENTO RIGIDO TRADICIONAL EN LA ZONA EL TROPICO, DISTRITO DE HUANCHACO, PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD	
MUESTRA : SUBRASANTE	FECHA : 18/05/2019
RESPONSABLE :	HECHO POR : Geocons Srl.
DOSIFICACION :	
UBICACION : KM. 1+430	

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



Generar gráfico

RESULTADOS:

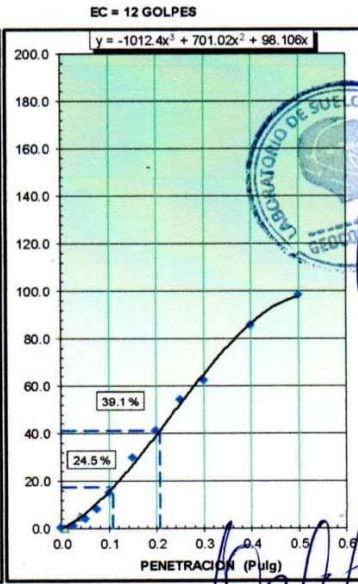
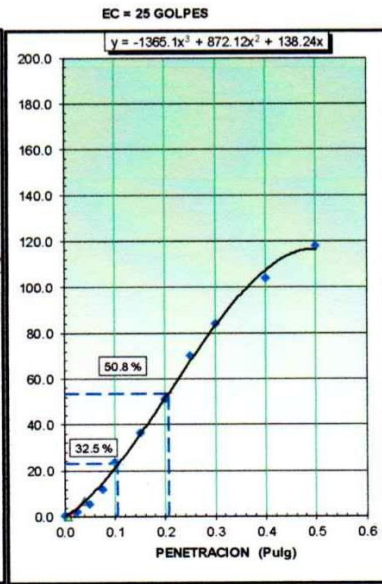
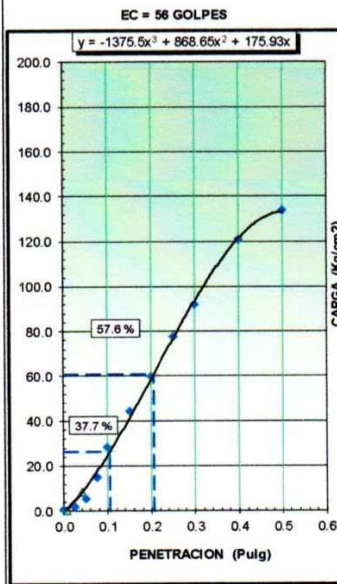
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	37.7	0.2":	57.6
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	32.7	0.2":	51.0

Datos del Proctor

Densidad Seca	2.173	gr/cc
Optimo Humedad	4.84	%

OBSERVACIONES:

Limite superior




 DEMETRIO CARRANZA PEÑA
 ING CIVIL CIP N° 191809
 Especialista en Geotecnia

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO
MTC E 115 - ASTM D 1557 - AASHTO T-180 D

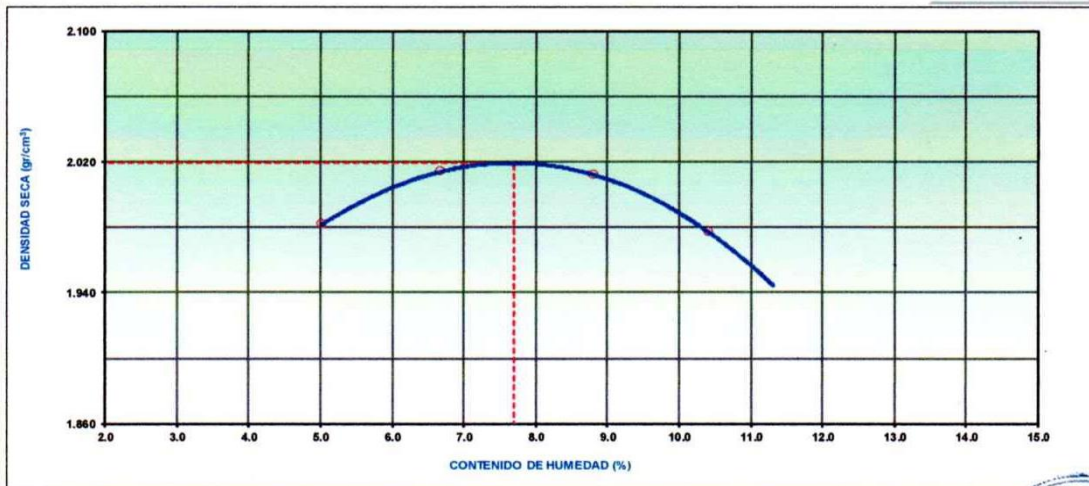
SOLICITANTE	: RIVERO AVILA BRYAN GOMEZ BENITES WILMER		
TESIS	: ANALISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RIGIDO DE LOSA CORTA Y PAVIMENTO RIGIDO TRADICIONAL EN LA ZONA EL TROPICO, DISTRITO DE HUANCHACO, PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD		
MUESTRA	: SUBRASANTE	FECHA	: 18/05/2019
RESPONSABLE	:	HECHO POR	: Geocons Srl.
DOSIFICACION	:		
UBICACION	: KM: 1+906		

COMPACTACION

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	"B"			
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	:	25			
NUMERO DE CAPAS	:	5			
NUMERO DE ENSAYO		1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)		6150	6214	6253	6246
PESO DE MOLDE (gr)		4177	4177	4177	4177
PESO SUELO HÚMEDO (gr)		1973	2037	2076	2069
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)		948	948	948	948
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)		2.081	2.149	2.190	2.182
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)		1.982	2.014	2.012	1.977
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°		s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)		111.34	110.55	109.26	93.87
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)		106.85	104.42	101.35	86.20
PESO DE LA TARA (gr)		17.60	12.68	11.64	12.54
PESO DE AGUA (gr)		4.49	6.13	7.91	7.67
PESO DE SUELO SECO (gr)		89.25	91.74	89.71	73.66
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		5.03	6.68	8.82	10.41
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)		2.019	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		7.69

CURVA DE COMPACTACIÓN

Generar Gráfico




 DEMETRIO CARRANZA PEÑA
 ING. C.I.P. N° 191809
 Especialista en Geotecnia

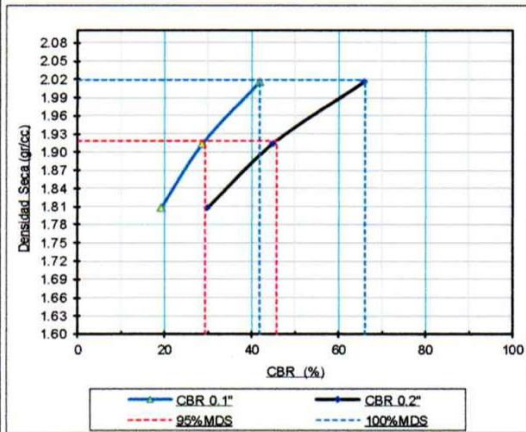


RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

(NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883)

SOLICITANTE	: RIVERO AVILA BRYAN GOMEZ BENITES WILMER	FECHA : 18/05/2019 HECHO POR : Geocons Srl.
TESIS	: ANALISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RIGIDO DE LOSA CORTA Y PAVIMENTO RIGIDO TRADICIONAL EN LA ZONA EL TROPICO, DISTRITO DE HUANCHACO, PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD	
MUESTRA	: SUBRASANTE	
RESPONSABLE	:	
DOSIFICACION	:	
UBICACION	: KM. 1+906	

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



RESULTADOS:

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1": 41.8	0.2": 66.0
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1": 29.3	0.2": 45.8

Datos del Proctor

Densidad Seca	2.019	gr/cc
Optimo Humedad	7.69	%

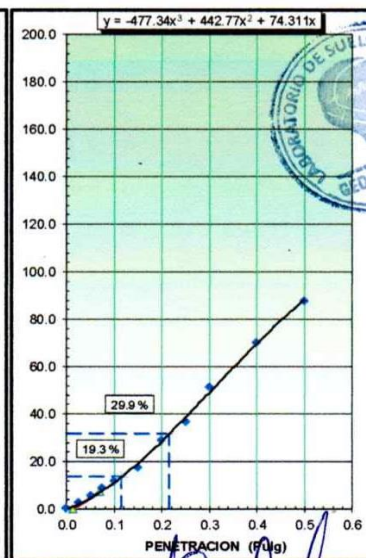
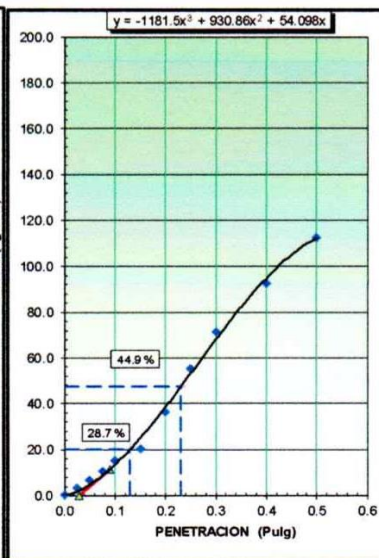
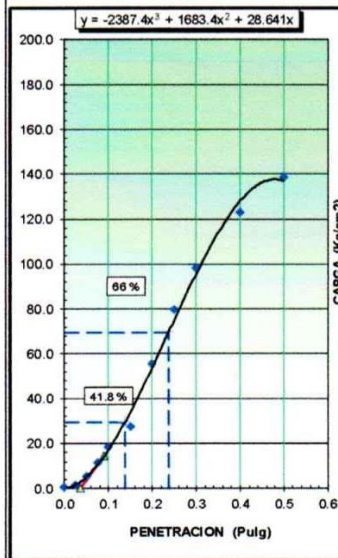
OBSERVACIONES:

Limite superior

EC = 56 GOLPES

EC = 25 GOLPES

EC = 12 GOLPES



DEMETRIO CARRANZA PEÑA
ING CIVIL CIP N° 191809
Especialista en Geotecnia

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO
MTC E 115 - ASTM D 1557 - AASHTO T-180 D

SOLICITANTE	: RIVERO AVILA BRYAN : GOMEZ BENITES WILMER	FECHA : 18/05/2019 HECHO POR : Geocons Srl. : : :
TESIS	: ANALISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RIGIDO DE LOSA CORTA Y PAVIMENTO RIGIDO TRADICIONAL EN LA ZONA EL TROPICO, DISTRITO DE HUANCHACO, PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD	
MUESTRA	: SUBRASANTE	
RESPONSABLE	:	
DOSIFICACION	:	
UBICACION	: KM: 2+382	

COMPACTACION

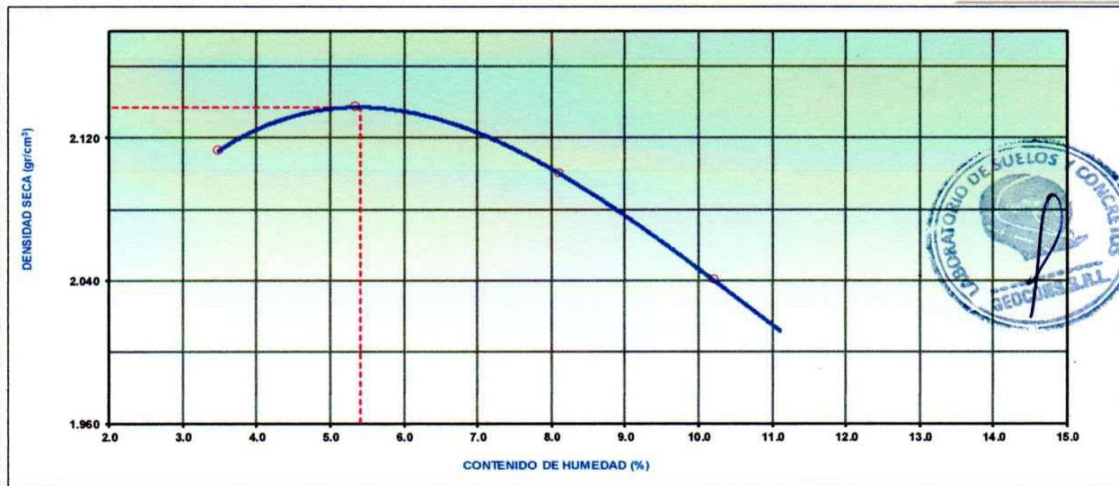
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	"C"
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	:	56
NUMERO DE CAPAS	:	5
NÚMERO DE ENSAYO		1 2 3 4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)		10670 10805 10844 10799
PESO DE MOLDE (gr)		6066 6066 6066 6066
PESO SUELO HÚMEDO (gr)		4604 4739 4778 4733
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)		2105 2105 2105 2105
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)		2.187 2.251 2.270 2.248
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)		2.113 2.137 2.100 2.040

CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°		s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)		150.22	151.63	153.51	143.25
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)		145.66	144.56	143.14	131.58
PESO DE LA TARA (gr)		15.24	12.50	15.29	17.25
PESO DE AGUA (gr)		4.56	7.07	10.37	11.67
PESO DE SUELO SECO (gr)		130.42	132.06	127.85	114.33
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		3.50	5.35	8.11	10.21
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)		2.137	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		5.40

CURVA DE COMPACTACIÓN

Generar Gráfico



Demetrio Carranza Peña
DEMETRIO CARRANZA PEÑA
INGENIERO CIVIL CIP N° 191809
Especialista en Geotecnia

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)													
(NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883)													
SOLICITANTE	RIVERO AVILA BRYAN GOMEZ BENITES WILMER					:							
TESIS	ANALISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RIGIDO DE LOSA CORTA Y PAVIMENTO RIGIDO TRADICIONAL EN LA ZONA EL TROPICO, DISTRITO DE HUANCHACO, PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD					:							
MUESTRA	SUBRASANTE					FECHA	: 18/05/2019						
RESPONSABLE						HECHO POR	: Geocons Srl.						
DOSIFICACION						:							
UBICACION	KM. 2+382					:							
DATOS DEL PROCTOR													
MAXIMA DENSIDAD SECA	:	2.137	g/cm ³	CAPACIDAD :			10000						
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	:	5.40	%	ANILLO :			1						
ENSAYO DE CBR													
MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193													
Molde N°													
N° Capa	5		5		5								
Golpes por capa N°	56		25		12								
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO							
Peso molde + suelo húmedo (gr)	13218		12855		12672								
Peso de molde (gr)	8470		8340		8412								
Peso del suelo húmedo (gr)	4748		4515		4260								
Volumen del molde (cm ³)	2105		2103		2104								
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.256		2.147		2.025								
Humedad (%)	5.70		5.92		5.66								
Densidad seca (gr/cm³)	2.134		2.027		1.917								
Tarro N°	S/N		S/N		S/N								
Tarro + Suelo húmedo (gr)	143.11		135.46		127.81								
Tarro + Suelo seco (gr)	136.21		128.81		121.83								
Peso del Agua (gr)	6.90		6.65		5.98								
Peso del tarro (gr)	15.22		16.40		16.18								
Peso del suelo seco (gr)	120.99		112.41		105.65								
Humedad (%)	5.70		5.92		5.66								
Promedio de Humedad (%)	5.70		5.92		5.66								
EXPANSION													
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm	%		mm	%		mm	%		
% NO PRESENTA EXPANSION													
PENETRACION													
PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 4				MOLDE N° 8				MOLDE N° 11			
		CARGA Kg	kg/cm ²	CORRECCION kg/cm ²	%	CARGA Kg	kg/cm ²	CORRECCION kg/cm ²	%	CARGA Kg	kg/cm ²	CORRECCION kg/cm ²	%
		0				0				0			
0.025		82	4			42	2			38	2		
0.050		243	12			124	6			80	4		
0.075		362	18			267	14			173	9		
0.100	70.3	494	25	22.2	31.6	371	19	17.96	25.5	266	13	15.40	21.9
0.150		616	31			584	30			524	27		
0.200	105.5	806	41	43.4	41.2	723	37	39.46	37.4	688	35	35.11	33.3
0.250		1015	52			992	50			868	44		
0.300		1301	66			1259	64			1094	56		
0.400		1621	82			1424	72			1326	67		
0.500		1926	98			1616	82			1532	76		



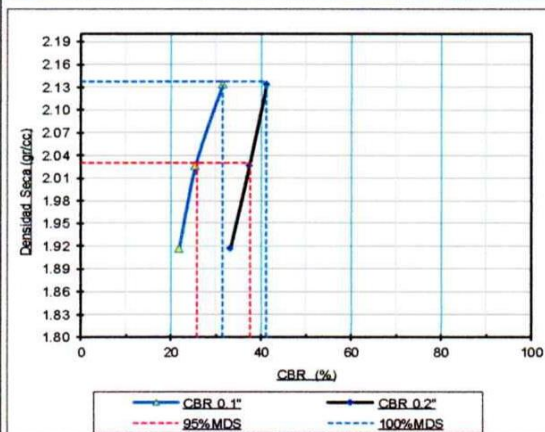
DEMETRIO CARRANZA PEÑA
ING CIVIL CIP N° 191809
Especialista en Geotecnia

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

(NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883)

SOLICITANTE	: RIVERO AVILA BRYAN GOMEZ BENITES WILMER	FECHA : 18/05/2019 HECHO POR : Geocons Srl.
TESIS	: ANALISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RIGIDO DE LOSA CORTA Y PAVIMENTO RIGIDO TRADICIONAL EN LA ZONA EL TROPICO, DISTRITO DE HUANCHACO, PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD	
MUESTRA RESPONSABLE	: SUBRASANTE	
DOSIFICACION	:	
UBICACION	: KM: 2+382	

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



Generar gráfico

RESULTADOS:

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	31.6	0.2":	41.2
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	25.7	0.2":	37.5

Datos del Proctor

Densidad Seca	2.137	gr/cc
Optimo Humedad	5.40	%

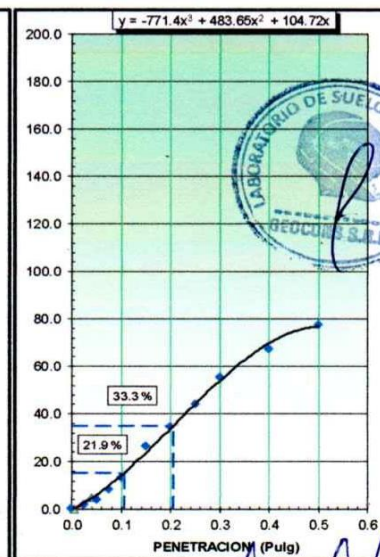
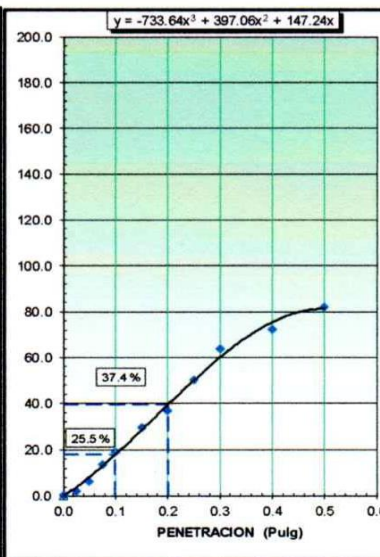
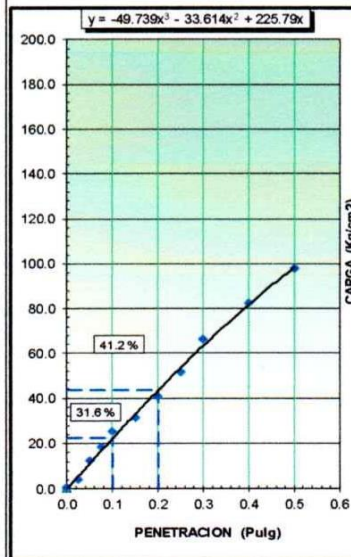
OBSERVACIONES:

Limite superior

EC = 56 GOLPES

EC = 25 GOLPES

EC = 12 GOLPES



DEMETRIO CARRANZA PEÑA
ING. CIVIL CIP N° 191809
Especialista en Geotecnia

DATOS INGRESADOS AL OPTIPAVE2

The screenshot shows the 'Proyecto' (Project) tab of the OptiPave2 software. The interface includes a menu bar with 'Archivo', 'Configuración', and 'Ayuda'. Below the menu is a toolbar with icons for file operations and help. The main area contains the following fields:

- Nombre de Proyecto: DISEÑO DEL PAVIMENTO RIGIDO DE LOS/
- Localidad: TRUJILLO
- Sector: EL TROPICO
- Dirección: Norte (dropdown menu)
- Fecha: 24/05/2019 (dropdown menu)
- Descripción: (empty text area)

The screenshot shows the 'Diseño' (Design) tab of the OptiPave2 software. The interface includes a menu bar with 'Archivo', 'Configuración', and 'Ayuda'. Below the menu is a toolbar with icons for file operations and help. The main area contains the following fields:

- Vida de Diseño: 20 (años)
- Largo de Losa: 1,8 (m)
- Espesor Losa: 113,44 (mm)
 Calcular Espesor
- Tipo de Borde: Berma de Hormigón (dropdown menu)
- Losa Exterior con Sobreechancho: No (dropdown menu)
- Barras de Transferencia de Carga: No (dropdown menu)
- Interfaz Pavimento-Base: No Adherido (dropdown menu)
- IRI: 2,5 (m/Km)

Umbral Máximo Admisibles de Diseño

		Confiability
Porcentaje de Losas Agrietadas	10 (%)	90 (%)
IRI	4 (m/Km)	90 (%)
Escalonamiento Promedio	6 (mm)	90 (%)

Archivo Configuración Ayuda

Proyecto Diseño Tráfico Hormigón Suelo Clima Resultados

Método de Análisis de Tráfico: Ejes Equivalentes

Clasificación del Tipo de Tráfico: STREETPAVE MINOR ARTEI ?

Tasa de Crecimiento Anual de Tráfico: 4 (%)

EE Totales en Pista de Diseño: 5,416.299

Distribución Lateral del Tránsito

Distancia de la Huella a Línea de Demarcación: 450 (mm)

Desv. Estándar de la Distribución Lateral del Tráfico: 250 (mm)

Espectro de Carga

TMDA Inicial (Ambos Sentidos) Solo Vehículos Relevantes: 1,000

Porcentaje de Tráfico en Dirección de Diseño: 50 (%)

Porcentaje de Tráfico en Pista de Diseño: 90 (%)

Porcentaje de Tráfico en Verano: 50 (%)

OptiPave2
TCPavements

Archivo Configuración Ayuda

Proyecto Diseño Tráfico Hormigón Suelo Clima Resultados

Tipo de Ensayo de Resistencia: Flexotracción

Edad de Ensayo: 28 Días MOR a 90 días: 5,51 (MPa)

Flexotracción: 4,5 (MPa)

Confiabilidad Diseño de Hormigón: 90 (%)

Desviación Estándar Diseño de Hormigón: 0,4 (MPa)

Aumento de Resistencia 29 a 90 Días: 1,1

Modulo de Elasticidad del Hormigón: 27,729 (MPa)

Peso Especifico del Hormigón: 2,300 (Kg/m³)

Módulo de Poisson: 0,15

Coefficiente de Dilatación Térmico (10⁻⁶): 10 (1/°C) ?

Retracción del Hormigón a los 365 Días: 700 (microstrain)

Contenido de Aire: 2,5 (%)

Relación Agua-Cemento: 0,4

Fibra Estructural: No

Método de Ensayo de la Fibra: ASTM 1609

Resistencia Residual: 1 (MPa)

OptiPave2
TCPavements

Archivo Configuración Ayuda

Proyecto Diseño Tráfico Hormigón Suelo Clima Resultados

Nº de Capas: 1
 Tipo de Ensayo: CBR


	Tipo de Suelo	Módulo Resiliente Invierno (MPa)	Módulo Resiliente Verano (MPa)	Módulo de Poisson	Espesor (mm)
Base	A-1-a	215,37	215,37	0,35	150
2ª Capa	A-1-a				
3ª Capa	A-1-a				
4ª Capa	A-1-a				
5ª Capa	A-1-a				
6ª Capa	A-1-a				
Subrasante	A-1-b	237,96	285,55	0,35	

Resistencia a la erosión (Capa Bajo el Pavimento): 3 ?

Coefficiente de Fricción Pavimento-Base: 0,65

Material Fino Bajo Malla Nº 200 (Capa Bajo el Pavimento): 9,43 (%)

Ayuda



Archivo Configuración Ayuda

Proyecto Diseño Tráfico Hormigón Suelo Clima Resultados

Pais: Genérico

Zona: Humedo No-heladizo

Gradiente Equivalente de Construcción: -5 (°C) ?


Temperatura Media de Invierno: 14,7 (°C)

Temperatura Media de Verano: 24,2 (°C)

Temperatura de Fraguado del Hormigón: 20 (°C)

Número de Días al Año con Precipitaciones: 12

Índice de Congelamiento de la Base: 0 (%)



RESULTADOS OBTENIDOS DEL OPTIPAVE 2

