

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



**“DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO MÁS ÓPTIMO PARA LA VIA DE
EVITAMIENTO NORTE TRAMO INTERSECCIÓN JR. JOSÉ BALTA CON AV. 15
DE AGOSTO – SAZÓN BAJO DE LA CIUDAD DE HUAMACHUCO - PROVINCIA
DE SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: TRANSPORTES

AUTOR(ES): BR. ARTEAGA DOMINGUEZ, INDIRA JACQUELINE
BR. FLORES VEGA, FATIMA TATIANA

ASESOR: ING. REBAZA SÁNCHEZ EIREN JAVIER

TRUJILLO - PERÚ

2020

ACREDITACIONES

TÍTULO: “DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO MÁS ÓPTIMO PARA LA VIA DE EVITAMIENTO NORTE TRAMO INTERSECCIÓN JR. JOSÉ BALTA CON AV. 15 DE AGOSTO – SAZÓN BAJO DE LA CIUDAD DE HUAMACHUCO - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD”

AUTOR(ES): Br. ARTEAGA DOMINGUEZ, INDIRA JACQUELINE
Br. FLORES VEGA, FATIMA TATIANA

APROBADO POR:

ING. ENRIQUE FRANCISCO LUJAN SILVA
CIP: 54460
PRESIDENTE

APROBADO POR:

ING. ENRIQUE FRANCISCO LUJAN SILVA
CIP: 54460
PRESIDENTE

ING. OMAR DAVALOS CAPRISTAN
CIP: 72773
VOCAL

ING. EIREN JAVIER REBAZA SANCHEZ
CIP: 75984
ASESOR

DEDICATORIA

A Dios, por guiarme, darme salud y sabiduría para poder lograr mis metas.

A mi papá Eder Arteaga que desde el cielo guía cada uno de mis pasos y es mi fortaleza para seguir adelante.

A mi mamá Jacqueline Dominguez, por su amor y todos los esfuerzos que hace por mí, por ser mi soporte y estar presente en cada uno de mis logros.

A mi hermano Franchescoly Arteaga, por su apoyo incondicional, por su amor, por siempre estar dispuesto a ayudarme.

Br. Arteaga Dominguez, Indira Jacqueline

A Dios por darme fortaleza y permitirme llegar a este momento de mi vida profesional.

A mi madre Clorinda Vega porque en su amor infinito ha logrado forjarme con integridad y valentía para enfrentar todos los desafíos que conlleva mi profesión.

A mi mamita Carmela Negreiros, que a pesar de su ausencia siempre llevo presente sus buenas enseñanzas.

A mi hermana María Quispe, por ser mi ejemplo y apoyo para lograr realizarme profesionalmente.

Br. Flores Vega, Fatima Tatiana

AGRADECIMIENTO

A:

DIOS:

Por estar presente en cada uno de nuestros pasos, por guiarnos por el buen camino.

MADRES:

Por todo su apoyo incondicional en nuestras vidas, por ser nuestro soporte y apoyaron para lograr nuestra formación profesional.

DOCENTES:

A nuestros docentes por todas sus enseñanzas y haber compartido sus conocimientos a lo largo de nuestra formación.

ING. EIREN JAVIER REBAZA SANCHEZ

A nuestro asesor el Ing. Eiren Javier Rebaza Sánchez, por su asesoría y colaboración para poder lograr con éxito el presente trabajo.

RESUMEN

La Vía de Evitamiento de la ciudad de Huamachuco presenta un alto nivel de carga vehicular pesada, debido a que su principal función de esta vía es servir como un desvío de tránsito pesado dentro de la ciudad, así mismo sirve de conector con la región de Cajamarca y otros distritos de la Provincia de Sánchez Carrión; esta vía actualmente se encuentra en mal estado y en deterioro.

En la presente tesis se realizará el diseño estructural de pavimento más óptimo de 3,255.00 kilómetros del tramo Intersección Jr. José Balta con Av. 15 de Agosto – Sazón Bajo de la ciudad de Huamachuco- Sánchez Carrión- La Libertad, tramo que actualmente no ha sido considerado en ningún expediente técnico para realizar su mejoramiento y que no cuenta con las condiciones necesarias para brindar a los usuarios una buena transitabilidad. Para ello, se propone realizar el diseño estructural de pavimento rígido y pavimento flexible empleando la metodología AASHTO 93, donde se desarrollará el estudio de las diferentes variables que intervienen en esta metodología.

Como punto de partida se realizará un estudio de tráfico vial a fin de conocer la demanda de vehículos, posterior a ello, el estudio topográfico para identificar la zona de estudio, el estudio de suelo que determinará la clasificación de suelo y el CBR (dato importante que definirá los espesores de pavimento), el diseño estructural de pavimento rígido y flexible basado en la metodología AASHTO 93, y finalmente se realizará un análisis comparativo de presupuestos de ambos pavimentos.

De acuerdo a las diferentes variables consideradas anteriormente, se obtendrá el pavimento más óptimo a emplearse en el tramo de estudio, por ende, al término de la presente tesis se brinda conclusiones y recomendaciones con fines de ser empleadas en futuros estudios similares.

ABSTRACT

The Vía de Evitamiento of the city of Huamachuco has a high level of heavy vehicular load, because its main function is to serve as a diversion of heavy traffic within the city, it also serves as a connector with the Cajamarca region and other districts of the Province of Sánchez Carrión; this road is currently in poor condition and deteriorating.

In this thesis, the most optimal pavement structural design of 3,255.00 kilometers of the section Intersección Jr. José Balta with Av. 15 de Agosto - Sazón Bajo of the city of Huamachuco- Sánchez Carrión- La Libertad, a section that has not been currently considered in any technical file for its improvement and that it does not have the necessary conditions to provide users with good walkability. For this, it is proposed to carry out the structural design of rigid pavement and flexible pavement using the AASHTO 93 methodology, where the study of the different variables that intervene in this methodology will be developed.

As a starting point, a road traffic study will be carried out in order to know the demand for vehicles, after which, the topographic study to identify the study area, the soil study that will determine the soil classification and the CBR (important data which will define the pavement thicknesses), the rigid and flexible pavement structural design based on the AASHTO 93 methodology, and finally a comparative analysis of the budgets of both pavements will be carried out.

According to the different variables considered above, the most optimal pavement to be used in the study section will be obtained, therefore, at the end of this thesis, conclusions and recommendations are provided with the purpose of being used in future similar studies.

PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado:

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

“DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO MÁS ÓPTIMO PARA LA VIA DE EVITAMIENTO NORTE TRAMO INTERSECCIÓN JR. JOSÉ BALTA CON AV. 15 DE AGOSTO – SAZÓN BAJO DE LA CIUDAD DE HUAMACHUCO - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD”

Atentamente,

Br. Arteaga Dominguez, Indira Jacqueline

Br. Flores Vega, Fatima Tatiana

Trujillo, Noviembre del 2020

ÍNDICE

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
RESUMEN	iii
ABSTRACT.....	iv
PRESENTACIÓN.....	v
ÍNDICE.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS	xv
I. INTRODUCCION	1
1.1. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACION	1
a. Descripción de la realidad problemática.....	1
b. Descripción de problema.....	2
c. Formulación del problema.....	2
1.2. Objetivos de la investigación	2
1.2.1. Objetivo General.....	2
1.2.2. Objetivo Específicos	3
1.3. Justificación del Estudio	3
II. MARCO REFERENCIAL	3
2.1. Antecedentes de Estudio	3
2.1.1. Antecedente Internacional	3
2.1.2. Antecedente Nacional.....	4
2.1.3. Antecedente Regional	5
2.1.4. Antecedente Local	5
2.2. Marco Teórico	6
2.2.1. Suelos	6
2.2.1.1. Propiedades de los Suelos para su Clasificación	6

2.2.1.1.1. Granulometría.....	6
2.2.1.1.2. Plasticidad	7
2.2.1.1.3. Otras propiedades	7
2.2.1.2. Clasificación de Suelos más usuales en Carreteras	8
2.2.1.2.1. Clasificación ASTM(SUCS)	9
2.2.1.2.2. Clasificación AASHTO.....	10
2.2.1.3. Capacidad de Soporte de los Suelos	10
2.2.1.3.1. Ensayo CBR.....	10
2.2.2. Transito	10
2.2.2.1. Estudio de Volumen de tráfico.....	10
2.2.2.2. Clasificación de Vehículos (CV)	10
2.2.3. Pavimentos.....	11
2.2.3.1. Tipos de Pavimentos.....	11
2.2.3.1.1. Pavimento Flexible	11
2.2.3.1.2. Pavimento Semirigido.....	11
2.2.3.1.3. Pavimento Rígido	12
2.2.4. Metodología de Diseño ASSHTO 93	12
2.2.4.1. Metodología AASHTO 93 para Pavimento Flexible	12
2.2.4.1.1. Variables	12
2.2.4.1.2. Parámetros de Diseño	13
2.2.4.2. Método ASSHTO 93 para Pavimento Rígido.....	14
2.2.4.2.1. Variables	14
2.2.4.2.2. Parámetros de Diseño	14
2.2.4.2.3. Juntas.....	16
2.3. Marco conceptual.....	16
2.4. Hipótesis	18

2.5. Variables e Indicadores (Cuadro de Operacionalización de las variables).....	18
2.5.1. Variable dependiente:.....	18
2.5.2. Variable independiente:.....	18
2.5.3. Operacionalización de variables.....	18
III. METODOLOGÍA EMPLEADA.....	19
3.1. Tipo y nivel de investigación.....	19
3.2. Población y muestra de estudio.....	19
3.3. Diseño de investigación.....	19
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	20
3.5. Procesamiento y análisis de datos.....	20
3.5.1. Estudio de Tráfico.....	21
3.5.1.1. Situación actual.....	21
3.5.1.2. Metodología de campo.....	22
3.5.1.3. Metodología de gabinete.....	23
a. Conteo de vehículos.....	23
b. Calculo del IMDA.....	24
c. Factor de crecimiento acumulado (Fca).....	24
d. Cálculo del Factor de Distribución Direccional (Fd) y de Carril (Fc) ..	26
e. Cálculo de Factores de Ejes Equivalentes (E.E) y Factor Vehículo Pesado (Fvp).....	27
f. El Factor Vehículo Pesado (Fvp).....	28
g. Factor de ajuste pro presión de neumáticos (Fp).....	29
h. Calculo de EE día- carril.....	30
i. Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 tn.....	32
j. Según el tipo de tráfico pesado.....	32
3.5.2. Estudio de Mecánica de Suelos.....	33
3.5.2.1. Exploración de campo.....	33

3.5.2.2.	Exploración de laboratorio.....	35
a.	Contenido de Humedad.....	35
b.	Análisis granulométrico por tamizado	35
c.	Limite Liquido	36
d.	Limite plástico.....	36
e.	Índice de Plasticidad.....	37
f.	Proctor Modificado.....	38
g.	CBR (California Bearing Ratio)	38
3.5.3.	Levantamiento Topográfico	39
3.5.3.1.	Trabajo de campo	39
3.5.3.2.	Trabajo de gabinete	39
3.5.4.	Perfil estratigráfico.....	40
3.5.5.	Diseño del pavimento flexible - Método AASHTO 93.....	40
3.5.5.1.	Numero de repeticiones de EE de 8.2 ton (W18)	42
3.5.5.2.	Módulo de Resiliencias (MR).....	42
3.5.5.3.	Nivel de Confiabilidad (%R)	42
3.5.5.4.	Coeficiente Estadístico de Desviación Estándar Normal (Zr)	43
3.5.5.5.	Desviación Estándar Combinada (So).....	44
3.5.5.6.	Índice de Serviciabilidad (PSI).....	44
3.5.5.6.1.	Servicialidad inicial (Pi).....	44
3.5.5.6.2.	Servicialidad Terminal (PT)	45
3.5.5.6.3.	Variación de Serviciabilidad (Δ PSI)	46
3.5.5.7.	Cálculo del Número Estructural (SN).....	47
a.	Cálculo de forma analítica	47
b.	Cálculo con el uso de programa de ecuación AASHTO 93.....	47
c.	Cálculo con uso de nomograma	48
3.5.5.8.	Coeficientes Estructurales de las Capas de Pavimentación	48

3.5.5.9.	Coeficientes de Drenaje	50
3.5.5.10.	Cálculo de los Espesores	51
3.5.6.	Diseño del pavimento rígido - Método AASHTO 93	52
3.5.6.1.	Numero de repeticiones de ejes equivalentes de 8.2tn (W18)....	53
3.5.6.2.	Confiabilidad (%R) y Coeficiente Estadístico de Desviación Estándar Normal (Zr).....	54
3.5.6.3.	Desviación Estándar Total (So).....	54
3.5.6.4.	Índice de Serviciabilidad (PSI).....	54
3.5.6.4.1.	Índice de servicialidad inicial (po)	54
3.5.6.4.2.	Índice se servicialidad final (pt).....	54
3.5.6.4.3.	Diferencial de servicialidad (Δ PSI).....	54
3.5.6.5.	Módulo de Rotura del Concreto (S'c)	55
3.5.6.6.	Coeficiente de Drenaje (Cd)	56
3.5.6.7.	Coeficiente de Transferencia de Carga (J)	57
3.5.6.8.	Modulo elástico del concreto (Ec)	57
3.5.6.9.	Módulo de Reacción del Terreno (Kc)	57
3.5.6.10.	Cálculo del Espesor de la Losa de Diseño, D(plgs)	58
a.	De forma analítica	58
b.	Calculo con el uso de programa de ecuación AASHTO 93.....	59
c.	Calculo con el uso de nomograma.....	60
3.5.6.11.	Cálculo de Juntas.....	62
a.	Juntas Longitudinales de contracción	62
b.	Juntas transversales de contracción.....	63
c.	Juntas transversales de construcción	63
d.	Barras de amarre	63
3.5.7.	Presupuesto del pavimento flexible	65
3.5.8.	Presupuesto del pavimento rígido.....	66

IV.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	67
V.	DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	70
VI.	CONCLUSIONES.....	71
VII.	RECOMENDACIONES	72
VIII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73
IX.	ANEXO	75
	FOTOS DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	75
	ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS	78
	FOTOS DE LAS CALICATAS REALIZADAS	114
	ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE	117
	ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DEL PAVIMENTO RÍGIDO	120
	PLANOS	123

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación de suelos según tamaño de partículas	6
Tabla 2: Clasificación de suelos según Índice de Plasticidad	7
Tabla 3: Clasificación de suelos según Equivalencia de Arena	8
Tabla 4: Clasificación de suelos según Índice de Grupo	8
Tabla 5: Clasificación de Tipos de suelos AASHTO – SUCS	9
Tabla 6: Variable dependiente	18
Tabla 7: Variable Independiente	19
Tabla 8: Técnica e instrumento de recolección de datos	20
Tabla 9: Cálculo de número de repeticiones de ejes equivalentes de 8.2tn	21
Tabla 10: Conteo de vehículos.....	23
Tabla 11: Cálculo del índice media diario semanal	24
Tabla 12: Cálculo de crecimiento poblacional	25
Tabla 13: Factor de crecimiento Acumulado (Fca)	25
Tabla 14: Factores de Distribución Direccional y de Carril para determinar el Transito en el Carril de Diseño	26
Tabla 15: Configuración de Ejes	27
Tabla 16: Relación de Cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) Para Pavimentos Flexibles.....	28
Tabla 17: Relación de Cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) Para Pavimentos Rígido	28
Tabla 18: Factor Camión C2 Y C3 y semi trailer T3S3 para Pavimentos flexibles y rígido.....	29
Tabla 19: Factor de ajuste pro presión de neumáticos (Fp)	30
Tabla 20: EE día carril para pavimento flexible	31
Tabla 21: EE día carril para pavimento rígido.....	31
Tabla 22: Número de repeticiones EE DE 8.2tn para pavimento flexible.....	32

Tabla 23: Número de repeticiones EE DE 8.2tn para pavimento rígido	32
Tabla 24: Tipo de Tráfico Expresado en EE.....	33
Tabla 25: Exploración de Campo	34
Tabla 26: Numero de ensayos CBR Y Mr	34
Tabla 27: Contenido de Humedad.....	35
Tabla 28: Análisis granulométrico	36
Tabla 29: Limite Líquido	36
Tabla 30: Limite Plástico	37
Tabla 31: Índice de Plasticidad	37
Tabla 32: Proctor Modificado	38
Tabla 33: CBR	38
Tabla 34: Categoría de sub rasante	39
Tabla 35: Perfil Estratigráfico	40
Tabla 36: Valores recomendados de nivel de confiabilidad para una sola etapa de diseño (10 o 20 años) según rango de trafico	43
Tabla 37: Valores estándar de desviación normal (ZR) correspondiente a niveles seleccionados de confiabilidad.....	44
Tabla 38: Índice de servicialidad inicial (Pi) Según rango de tráfico.	45
Tabla 39: Índice de servicialidad Terminal (PT) Según rango de tráfico.	46
Tabla 40: Coeficiente estructurales de las capas de pavimentación.....	49
Tabla 41: Calidad de Drenaje.....	50
Tabla 42: Coeficiente de Drenaje para Base y Subbase.	50
Tabla 43: Índice de servicialidad inicial, final y diferencia de servicialidad según el rango de tráfico.	55
Tabla 44: Valores recomendados de resistencia del concreto según rango de tráfico.....	56
Tabla 45: Coeficiente de drenaje de las capas granulares Cd.....	56
Tabla 46: Coeficiente de transmisión de carga J.....	57

Tabla 47: Correlación CBR Y Módulo de reacción de la sub rasante	58
Tabla 48: Diámetros y longitudes recomendados en barras de amarres	63
Tabla 49: Parámetros de diseño para los tipos de pavimentos	68
Tabla 50: Cuadro comparativo para ambos tipos de pavimentos	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Pavimento Flexible.....	11
Figura 2. Pavimento Rígido.....	12
Figura 3. Ecuación para el diseño estructural de pavimento flexible	13
Figura 4. Ecuación para el diseño estructural de pavimento rígido	14
Figura 5: Ubicación grafica de puntos de conteo.....	23
Figura 6: Curvas de N.....	40
Figura 7: Nomograma para pavimento flexible.....	41
Figura 8: Calculo del SN, en programa	47
Figura 9: Calculo del SN, en nomograma para pavimento flexible	48
Figura 10: Ecuación que relaciona al número estructural con los espesores y coeficientes estructurales.....	51
Figura 11: Sección del pavimento flexible.	51
Figura 12: Nomograma para pavimento Rígido.	52
Figura 13: Calculo del D, en programa.....	59
Figura 14: Calculo del espesor de la losa de concreto nomograma.	60
Figura 15: Sección del Pavimento Rígido.....	62
Figura 16: Detalles de paño de la losa	64

I. INTRODUCCION

1.1. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACION

a. Descripción de la realidad problemática

Según Garber y Hoel (2005) “El transporte es un elemento esencial en el desarrollo económico de la sociedad. Sin un buen sistema de transporte, ninguna nación o región puede alcanzar el uso óptimo de sus recursos naturales o la máxima productividad de su población” (p.9)

El crecimiento de tránsito en la ciudad de Huamachuco se ha incrementado debido a las actividades económicas que se realizan, entre la más importante se encuentra la minería y agricultura, además de ser una importante red vial distrital e interprovincial. Según el último censo la provincia de Sánchez Carrión es la segunda más poblada de la región La Libertad con un total de 144 405 habitantes, siendo Huamachuco la ciudad más poblada.

La ciudad de Huamachuco cuenta con una vía de Evitamiento, que se encuentra en mal estado y sin pavimentar, comprendida en dos tramos Norte y Sur; a su vez el tramo Norte se encuentra dividida dos tramos: el tramo Puente Grande – Jr. Bolívar y el tramo intersección Jr. José Balta con Av. 15 de agosto – Sazón Bajo, este último tramo no ha sido considerado en el expediente técnico realizado por parte de la Municipalidad Provincial de Sánchez Carrión, dado que también es utilizado con el fin de evitar la circulación de vehículos pesados en la zona urbana.

En los últimos años se dispuso el riego de la Vía de Evitamiento por parte de La Municipalidad Provincial de Sánchez Carrión en los meses de verano por presencia de vientos, con el fin de evitar la presencia de polvo que contamina e incomoda a los transportistas y peatones. Sin embargo, en los meses de invierno el promedio máximo de precipitación por año es de 1,119mm y el mínimo 410mm, lo que genera lodo y empozamiento de agua, afectando la transitabilidad.

En marzo del 2019, La Municipalidad Provincial de Sánchez Carrión, mejoro el nivel de transitabilidad, mediante la compactación de la carpeta de rodadura, haciendo uso de maquinaria pesada, pero estos trabajos solo son temporales ya que no conllevan a dar una solución definitiva.

Actualmente la Vía de Evitamiento de la ciudad de Huamachuco, presenta un alto nivel de carga vehicular, que en su mayoría son pesados, no cuenta con una infraestructura vial adecuada y carece en algunos tramos de alumbrado público, lo que genera un gran riesgo para los que hacen uso de esta vía. Por estas razones, nuestra investigación se enfoca en elegir el diseño estructural del pavimento más óptimo para la Vía de Evitamiento Norte tramo intersección Jr. José Balta con Av. 15 de agosto – Sazón Bajo de la ciudad de Huamachuco.

b. Descripción de problema

La carencia de infraestructura vial y el paso de vehículos pesados por la zona de estudio, conllevan a proponer el diseño estructural del pavimento más óptimo para la Vía de Evitamiento Norte tramo intersección Jr. José Balta con Av. 15 de agosto – Sazón Bajo de la ciudad de Huamachuco - Provincia de Sánchez Carrión - La Libertad.

c. Formulación del problema

¿Cuál será el diseño estructural del pavimento más óptimo para la Vía de Evitamiento Norte tramo intersección Jr. José Balta con Av. 15 de agosto – Sazón Bajo de la ciudad de Huamachuco - Provincia de Sánchez Carrión - La Libertad?

1.2. Objetivos de la investigación

1.2.1. Objetivo General

Realizar el diseño estructural del pavimento más óptimo para la Vía de Evitamiento Norte tramo intersección Jr. José Balta con Av. 15 de agosto – Sazón Bajo de la ciudad de Huamachuco – Provincia de Sánchez Carrión - La Libertad

1.2.2. Objetivo Específicos

- Realizar el estudio Topográfico, para la obtención de las características física, geográficas y geológicas de la carretera.
- Determinar la carga vehicular mediante el método de los conteos, para la obtención del número de repeticiones de ejes equivalentes (EAL).
- Realizar el estudio de mecánica de suelos con fines de pavimentar.
- Determinar los espesores de los pavimentos mediante la metodología AASHTO 93, para el pavimento flexible y rígido.
- Realizar el análisis técnico y económico, para definir el pavimento más óptimo.

1.3. Justificación del Estudio

Académica

Este proyecto se justifica académicamente porque permite aplicar los conocimientos y metodologías, adquiridas en la etapa universitaria, dando lugar a la realización del diseño estructural del pavimento más óptimo para la Vía de Evitamiento Norte tramo intersección Jr. José Balta con Av. 15 de agosto – Sazón Bajo de la ciudad de Huamachuco – Provincia de Sánchez Carrión - La Libertad.

Técnica

Este proyecto se justifica técnicamente porque sigue los parámetros de diseño de la metodología AASHTO 93. Para el cálculo de los espesores del pavimento más óptimo.

Social

Este proyecto socialmente beneficiará a la población ya que proporcionará una alternativa más adecuada para afrontar el problema del inadecuado servicio de transitabilidad, viéndose favorecidos las personas que hacen uso de esta vía.

II. MARCO REFERENCIAL

2.1. Antecedentes de Estudio

2.1.1. Antecedente Internacional

Ruiz y Rodríguez (2016), en su tesis “Comparación Técnico - Económica del Pavimento Rígido y Pavimento Flexible en Nicaragua. Estudio de Caso:

Tramo Unikwas - Mulukuku.” Para el diseño de los pavimentos se utilizó la metodología AASHTO 1993.

Se llegó a las siguientes conclusiones, el pavimento flexible requiere un mayor espesor de capas subyacentes a la superficie de rodadura, sin embargo, los costos iniciales de construcción son menores que los requeridos por el pavimento rígido, aunque el espesor de la estructura sea menor, el costo de mantenimiento del pavimento rígido es menor.

Esta investigación nos aporta el método de diseño del pavimento utilizando AASHTO 93 y un análisis comparativo entre ambos pavimentos.

2.1.2. Antecedente Nacional

Vega (2018), en su tesis “Diseño de los Pavimentos de la Carretera de acceso al Nuevo Puerto de Yurimaguas (km 1+000 a 2+000)”, las metodologías utilizadas para pavimento flexible fueron, American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) y la del Instituto del Asfalto (IA), mientras que para el pavimento rígido se utiliza también dos metodologías; la de la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) y la de la Portland Cement Association (PCA).

De la tesis se llegó a las siguientes conclusiones, El espesor mínimo de la carpeta asfáltica para el Pavimento flexible por la metodología IA fue de 5 pulgadas a diferencia de la AASHTO, donde se usó un espesor mínimo de carpeta asfáltica de 4 pulgadas. En el pavimento rígido, al diseñar por la metodología de la PCA, se obtuvo un espesor de base de 15 cm; al igual que por la metodología de la AASHTO, pero un espesor de losa de concreto de 24 cm; 4 cm menor que por la otra metodología. En el análisis económico se obtuvo que el costo inicial de la estructura del pavimento rígido es mayor en 4.8% al del pavimento flexible y los costos directos de mantenimiento del pavimento rígido representaban a penas 21.7% de los costos directos de mantenimiento del pavimento flexible.

Esta investigación nos aporta las metodologías utilizadas en el diseño estructural y un análisis comparativo entre los pavimentos flexibles y rígidos. Martell (2019), en su tesis “Evaluación del Tiempo y Costo en el Proceso Constructivo, entre los Pavimentos: Rígidos y Flexibles en la Ejecución de

Vías Urbanas, en la Ciudad de Tarapoto”, este proyecto tiene como finalidad hacer un comparativo entre el tiempo empleado en la ejecución de un proyecto de pavimentación, y el costo por metro cuadrado.

Se obtuvieron las siguientes conclusiones, el pavimento flexible es el más económico, por lo tanto, es el que tiene mayor probabilidad de propuesta para los proyectos de pavimentación de vías urbanas. De acuerdo al periodo de diseño, los pavimentos rígidos son los de mayor vida útil y requiere menor costo de mantenimiento.

Esta tesis nos aporta un análisis comparativo con respecto al periodo de diseño y costos de ejecución, con la cual podremos considerar algunos parámetros.

2.1.3. Antecedente Regional

Ramírez y Zavaleta (2017), en su tesis “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”, se propuso Realizar el estudio comparativo del diseño del pavimento Rígido, Semirrígido con adoquines de concreto y Flexible para las calles del sector VI C-El Milagro Trujillo- La Libertad.

Se llegó a las siguientes conclusiones, por temas económicos el pavimento flexible es el que mejor se ajusta a la zona de estudio, el presente proyecto obedece a parámetros del comportamiento del lugar de emplazamiento, tomando como variables de entrada, la caracterización del tránsito, las propiedades mecánicas de los materiales y del terreno de fundación, las condiciones climáticas, las condiciones de drenaje y los niveles de serviciabilidad y confiabilidad. El costo del pavimento rígido es 41% más del costo del pavimento flexible y el costo de pavimento semirrígido es 9% menos que el costo del pavimento rígido.

Este proyecto nos aporta los parámetros a considerar para realizar el análisis comparativo entre los pavimentos.

2.1.4. Antecedente Local

Chancan y Lescano (2019), en su tesis “Estudio Comparativo del Pavimento Rígido y Flexible e Implementación de Drenaje Pluvial para Optimizar la

Transitabilidad en la Av. Miraflores-Trujillo-2018”, se obtuvieron los siguientes resultados, para el pavimento flexible una rodadura de 10 cm, base= 15cm y una Subbase=15cm, y para el pavimento rígido la capa superficial una losa de concreto de 20 cm y una Subbase=15cm, en el análisis comparativo técnico - económico entre los diseños de los pavimentos con sus drenajes pluviales, determinando que el rígido tiene menor eficiencia y mayor costo a comparación del flexible; por tanto siendo motivo de seguridad , transitabilidad fluida y comodidad al circular por la avenida; se puede concretar afirmando que el pavimento flexible con cunetas rectangulares con tapas de rejillas metálicas permitirán una óptima transitabilidad en la avenida Miraflores – Trujillo. Este proyecto nos aporta la consideración de obras de arte en el diseño estructural de pavimentos y el análisis comparativo técnico– económico.

2.2. Marco Teórico

2.2.1. Suelos

2.2.1.1. Propiedades de los Suelos para su Clasificación

2.2.1.1.1. Granulometría

La granulometría es la propiedad más característica de un suelo, ya que distingue a los suelos según los tamaños de sus partículas. Así mismo, para realizar un análisis granulométrico existen dos formas: por tamizado y por seditometría. (Kraemer et al., 2004, p.30)

Tabla 1: Clasificación de suelos según tamaño de partículas

Tipo de Material		Tamaño de las partículas
Grava		75 mm – 4.75 mm
Arena		Arena gruesa: 4.75 mm – 2.00 mm
		Arena media: 2.00 mm – 0.425mm
		Arena fina: 0.425 mm – 0.075 mm
Material Fino	Limo	0.075 mm – 0.005 mm
	Arcilla	Menor a 0.005 mm

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos (Pág.31)

2.2.1.1.2. Plasticidad

Esta propiedad hace que el suelo se deforme y mantenga su nueva forma al ser expuesto a fuerzas de compresión, considerando mantener un grado determinado de humedad, sin descuidar su volumen ni romperse.

Para fines de ingeniería vial, se emplea:

- Límite líquido (LL)
- Límite plástico (LP). (Becerra, 2012, p.61)

Tabla 2: Clasificación de suelos según Índice de Plasticidad

Índice de Plasticidad	Plasticidad	Característica
$IP > 20$	Alta	suelos muy arcillosos
$IP \leq 20$ $IP > 7$	Media	suelos arcillosos
$IP < 7$	Baja	suelos poco arcillosos plasticidad
$IP = 0$	No Plástico (NP)	suelos exentos de arcilla

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos (Pág.32)

2.2.1.1.3. Otras propiedades

Equivalente de Arena:

Es la relación que pertenece al contenido de material arcilloso que presentan los suelos o agregados finos (ensayo MTC EM 114). Se obtiene resultados similares a generados en los límites de Atterberg, pero menos exacto. Siendo más fácil y rápido de realizar.

Al obtener el Equivalente de Arena (EA) se obtendrá un indicativo de la plasticidad del suelo:

Tabla 3: Clasificación de suelos según Equivalencia de Arena

Equivalente de Arena	Característica
si $EA > 40$	el suelo no es plástico, es arena
Si $40 > EA > 20$	el suelo es poco plástico y no heladizo
si $EA < 20$	el suelo es plástico y arcilloso

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos (Pág.32)

Índice de Grupo: Sirve para clasificar a los suelos y esta normado por AASHTO, su valor varía entre 0 a 20. (MTC, 2014, p.34)

Tabla 4: Clasificación de suelos según Índice de Grupo

Índice de Grupo	Suelo de Sub rasante
$IG > 9$	Inadecuado
IG está entre 4 a 9	Insuficiente
IG está entre 2 a 4	Regular
IG está entre 1 – 2	Bueno
IG está entre 0 – 1	Muy Bueno

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos (Pág.33)

Humedad Natural: Es de gran importancia, ya que las condiciones de humedad y densidad que presentan los suelos se encuentran relacionadas con la resistencia de la subrasante, en su mayoría finos. Al determinar la humedad natural (ensayo MTC EM 108) se realiza una comparación con la humedad óptima obtenida de los ensayos Proctor para la obtención del CBR del suelo ensayo MTC EM 132 (MTC, 2014, p.35)

2.2.1.2. Clasificación de Suelos más usuales en Carreteras

Establecidas las características de los suelos anteriormente, se logra saber con mayor aproximación el comportamiento del suelo, para ello es necesario establecer las propiedades del suelo; y luego clasificar, delimitando sectores similares desde la perspectiva de la geotecnia.

Los sistemas de clasificación más utilizados son: AASHTO y ASTM (SUCS), a continuación, se muestra una relación entre ambos.

Tabla 5: Clasificación de Tipos de suelos AASHTO – SUCS

Clasificación de Suelos AASHTO AASHTO M-145	Clasificación de Suelos SUCS ASTM -D-2487
A-1-a	GW, GP, GM, SW, SP, SM
A-1-b	GM, GP, SM, SP
A-2	GM, GC, SM, SC
A-3	SP
A-4	CL, ML
A-5	ML, MH, CH
A-6	CL, CH
A-7	OH, MH, CH

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos (Pág.33)

2.2.1.2.1. Clasificación ASTM(SUCS)

El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), se aplica en menor porcentaje para la ingeniería de tránsito, dejando para consulta solo en caso de diseño de cimentaciones.

Esta clasificación a su vez divide en dos grandes grupos a los suelos:

- a. Suelos Finos: son aquellos que al ser tamizados el porcentaje que pasa la malla N° 200 es mayor a 50%. Entre los más conocidos están los limos (L) y arcillas(C).
- b. Suelos gruesos, con el porcentaje que pasa en la malla N° 200 es mayor de 50% (arenas y gravas)

Se subdivide en:

Es grava (G) cuando el porcentaje de malla N° 4 sea menor a 50%

Es arena (S) cuando el porcentaje de malla N° 4 sea mayor a 50%. (Becerra, 2012, p.66)

2.2.1.2.2. Clasificación AASHTO

La clasificación AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) fue adoptada en 1931 por el Bureau of Public Roads de Estados Unidos. Esta clasificación no se realiza según la naturaleza del suelo, sino señala que tipos de suelos son más útiles para la construcción de infraestructura. Por ello es que se diferencian siete grupos de suelos, denominados A-1 a A-7, más otro grupo de suelos orgánicos. (Kraemer et al., 2004, p.41)

2.2.1.3. Capacidad de Soporte de los Suelos

2.2.1.3.1. Ensayo CBR

(Ensayo MTC EM 132), teniendo la clasificación AASHTO y SUCS, se realiza un perfil estratigráfico para cada tramo de estudio, por consiguiente, se determinará un esquema de ensayos para establecer el CBR, que es el valor soporte o resistencia del suelo en estudio, que estará descrito al 95% de la MDS (Máxima Densidad Seca) y a una penetración de carga de 2.54 mm. (MTC, 2014, p.37)

2.2.2. Transito

2.2.2.1. Estudio de Volumen de tráfico

Este estudio consiste en el conteo de vehículos que pasan por un punto establecido ya sea en una carretera o calle, el tiempo de conteo puede variar, luego estos datos deben ser procesados con la finalidad de obtener el EAL. (Garber y Hoel, 2005, p.93)

2.2.2.2. Clasificación de Vehículos (CV)

Se registra el número de vehículos que transitan dependiendo a su categoría, por ejemplo, los automóviles de pasajeros, camiones de dos ejes o camiones de tres ejes. Esta clasificación nos sirve para definir la estructura de los pavimentos o puentes y la obtención de las características geométricas que estas tendrán. (Garber y Hoel, 2005, p.93)

2.2.3. Pavimentos

Se denomina pavimentos al conjunto de materiales que reciben las cargas de tránsito, los pavimentos más utilizados en la actualidad son los pavimentos rígidos que están contruidos de cemento Portland que funcionan como una viga y los flexibles que están contruidos de material bituminoso y están en contacto con el material subyacente.

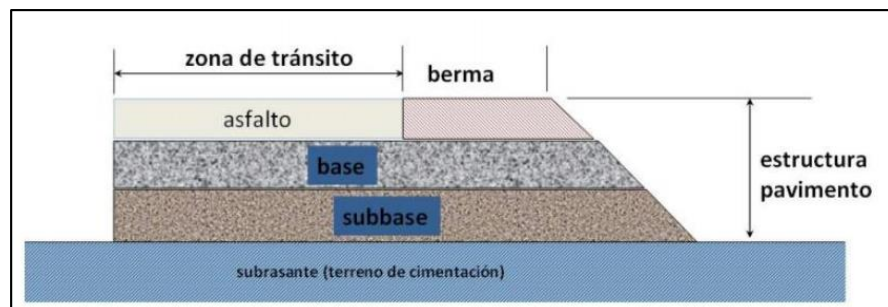
Los pavimentos deben permitir transitar de manera cómoda y segura tanto a vehículos y peatones.

2.2.3.1. Tipos de Pavimentos

2.2.3.1.1. Pavimento Flexible

El pavimento flexible (Figura 1) está conformado por una carpeta de rodadura delgada de mezcla asfáltica en su mayoría apoyada en la base y la súbbase. Sin embargo, en algunos casos no es necesario estas capas. Su estructura total se flexiona al momento que recibe las cargas vehiculares. (Montejo, 2002, p.2)

Figura 1. Pavimento Flexible



Fuente: Tópico de Pavimentos de Concreto

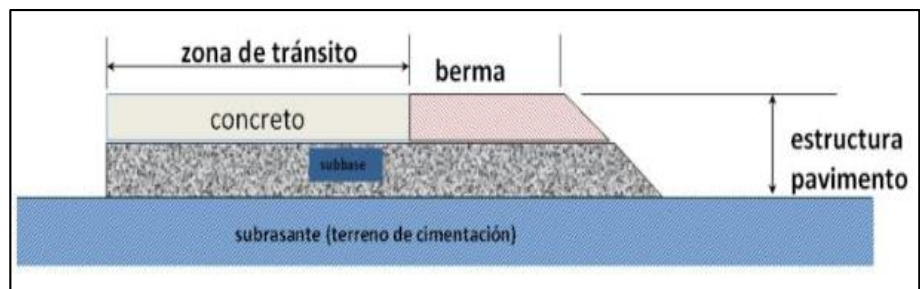
2.2.3.1.2. Pavimento Semirígido

Los pavimentos semirrígidos tienen la misma estructura de los pavimentos flexibles, a diferencia que este tipo de pavimento tiene una capa rigidizada que se logra artificialmente. (Montejo, 2002, p.5)

2.2.3.1.3. Pavimento Rígido

El pavimento rígido (figura 2) está construido por una losa de concreto simple, colocada sobre la subrasante o subbase. La distribución de esfuerzos se da en una amplia zona debido al alto coeficiente de elasticidad del concreto y su capacidad de resistencias a la fuerza de tensión. (Montejo, 2002, p.5)

Figura 2. Pavimento Rígido



Fuente: Tópico de pavimentos de concreto

2.2.4. Metodología de Diseño ASSHTO 93

La metodología se basa en los estudios realizados en Ottawa por la AASHTO, las pruebas se realizaron en secciones flexibles y rígidas de puentes cortos construidos sobre terraplenes. (Garber y Holer, 2005, p.1025)

2.2.4.1. Metodología AASHTO 93 para Pavimento Flexible

El procedimiento se basa en los cálculos de la carga vehicular y la resistencia del suelo.

El número estructural (SNr), es la base para determinar los espesores del pavimento, el cual debe soportar la carga vehicular, durante el periodo de diseño establecido. (MTC, 2014, P. 121)

2.2.4.1.1. Variables

El objetivo del método AASHTO 93 es calcular el número estructural (SN) de pavimento flexible, utilizando la ecuación (Figura 3), este valor debe ser el adecuado para soportar la ESAL proyectada en el diseño. (Garber y Holer, 2005, p.23)

Figura 3. Ecuación para el diseño estructural de pavimento flexible

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_o + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos (Pág.131)

2.2.4.1.2. Parámetros de Diseño

Periodo de Diseño

Sera como mínimo de 20 años, este periodo se puede ajustar según lo querido por la entidad y las condiciones del proyecto; el ingeniero de pavimentos se encargará de esto. (MTC, 2014, p. 121)

El Transito (ESALs)

La aplicación de la carga vehicular se da en función de la cantidad de cargas 18 000 lb en eje sencillo ESAL de diseño, los factores de equivalencia se basan en la durabilidad terminal que se va a usar en el diseño y el número estructural SN. (Garber y Holer, 2005, p. 1027)

El Suelo

El método AASHTO 93 permite convertir el valor CBR en el valor equivalente M_R (Módulo de Resiliencia). (Garber y Holer, 2005, p. 1027)

Servicialidad

La servicialidad es la capacidad del pavimento para servir al tránsito que circula por la vía. (Becerra, 2012, p. 116)

Confiabilidad

La confiabilidad es un factor de seguridad que incremente el tránsito previsto a lo largo del diseño. (Becerra, 2012, p. 117)

2.2.4.2. Método ASSHTO 93 para Pavimento Rígido

Para la construcción nueva del pavimento debe dar un servicio a un nivel muy alto, con el paso del tiempo y su uso la servicial dad baja. (MTC, 2014, p. 211)

2.2.4.2.1. Variables

Como primer paso se debe asumir un espesor para la losa hasta que al aplicar la ecuación (Figura 4) se llegue al valor exacto. El espesor que se calcula debe soportar la carga vehicular para la cual fue diseñado sin que se produzca daños o deterioros menores al nivel de servicialidad estimado. (MTC, 2014, p. 211)

Figura 4. Ecuación para el diseño estructural de pavimento rígido

$$\text{Log}_{10}W_{s2} = Z_R S_0 + 7.35 \text{Log}_{10}(D + 25.4) - 10.39 + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 P_f) \times \text{Log}_{10}\left(\frac{M_r C_{dr}(0.09D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times J \left(0.09D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c/k)^{0.25}}\right)}\right)$$

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos (Pág.224)

2.2.4.2.2. Parámetros de Diseño

Periodo de Diseño

El periodo mínimo será de 20 años, este puede ser modificado por el encargado. (MTC, 2014, p. 212)

El Tránsito (ESALS)

Depende del estudio de tráfico, el método ASSTHO 93 transforma las cargas en ejes equivalentes a 8.2 toneladas de peso. (MTC, 2014, p. 212)

Serviciabilidad

El servicio se caracteriza en dos parámetros: Índice de servicio inicial (Pi) e índice de servicial dad final (Pt). En la ecuación se

introduce la diferencia de los dos índices, este parámetro se mide en una escala del 0 al 5. (MTC, 2014, p. 213)

La Confiabilidad “R” y la Desviación Estándar (SO)

Los pavimentos presentan diferente comportamiento de deterioro, aunque en teoría son construidos de la misma forma. La confiabilidad es un factor de seguridad que aumenta la cantidad de tránsito prevista a lo largo del periodo de diseño. (MTC 2014, p. 215)

El Suelo y el Efecto de las Capas de Apoyo (Kc)

El parámetro mide el módulo de reacción de la sub rasante. Se puede mejorar el módulo de reacción al colocar capas intermedias, esto puede influir en la reducción del espesor de concreto. (MTC 2014, p. 215, 216)

Resistencia a Flexotracción del Concreto (Mr)

Los pavimentos rígidos trabajan a flexión es por eso que se incorpora en la ecuación el módulo de rotura, esta se relaciona con el módulo de compresión (f'_c) del concreto. (MTC, 2014, p. 217)

Módulo Elástico del Concreto

Este parámetro se utiliza para dimensionar estructuras de concreto armado. La predicción de este se puede efectuar a partir de la resistencia a compresión o flexotracción. (MTC, 2014, p. 218)

Drenaje (Cd)

La metodología ASSTHO 93 incorpora esta variable con la finalidad que la estructura mantenga la húmeda por un periodo de tiempo. (MTC, 2014, p. 218)

Transferencia de Cargas (J)

Con este parámetro representamos la transición de cargas entre las juntas y fisuras, sus valores varían dependiendo del espesor de la losa (MTC, 2014, p. 219)

2.2.4.2.3. Juntas

Se coloca juntas en los pavimentos rígidos con la finalidad de controlar la presencia de fisuras o grietas, que la superficie sufrirá a causa de los cambios climáticos, pérdida de humedad y uso. Podemos dividir las juntas en dos clases:

- Juntas transversales
- Juntas longitudinales (MTC, 2014, p. 231, 231, 233)

2.3. Marco conceptual

- **Afirmado:** Capa compactada de material granular naturales o procesado, con gradación específica que soporta cargas y esfuerzo de tránsito (Becerra, 2012, p.57)
- **Asfalto:** Material cementante, de color marrón oscuro a negro constituido principalmente por betunes de origen natural y obtenido del petróleo. El asfalto se encuentra en proporciones variables en la mayoría del crudo de petróleo (MTC, 2018, p.4)
- **CBR:** El CBR (California Bearing Ratio), ensayo normado bajo AASHTO T – 193, es una medida de la resistencia al esfuerzo cortante del suelo bajo condiciones de densidad y humedad controladas (Becerra, 2012, p.73)
- **Fisura:** Fractura fina en la superficie de rodadura, de varios orígenes, con un ancho igual o menor a 3 milímetros (Becerra, 2012, p.65)
- **Grieta:** Fractura en la superficie de rodadura de varios orígenes, con un ancho mayor a 3mm, pudiendo ser en forma transversal o longitudinal al eje de la vía (MTC, 2018, p.13)

- **Índice de Plasticidad (IP):** El índice de plasticidad indica la magnitud del intervalo de humedades en el cual el suelo posee consistencia plástica y permite clasificar bastante bien un suelo. Un IP grande corresponde a un suelo muy arcilloso; por el contrario, un IP pequeño es característico de un suelo poco arcilloso (MTC, 2014, p. 33)
- **Límite Líquido:** Cuando el suelo pasa del estado semilíquido a un estado plástico y puede moldearse (MTC, 2014, p. 33)
- **Límite plástico:** Cuando el suelo pasa de un estado plástico a un estado semisólido y se rompe (MTC, 2014, p. 33)
- **Límites de Atterberg:** Son contenidos de humedad típicos del suelo propuestos por el científico sueco A. Atterberg producto de investigaciones realizadas con fines agrícolas. Los límites proponen cinco límites de los que se emplean sólo dos para el desarrollo de ingeniería vial (Becerra, 2012, p.61)
- **Pavimento:** Se define como pavimento al conjunto de capas de materiales seleccionados que reciben en forma directa las cargas de tránsito y las transmiten a las capas inferiores, distribuyéndolas con uniformidad (Olivera, 1996, p.6)
- **Seditomentria:** Se usa para definir la granulometría del porcentaje que atraviesa la malla N^o 200, basándose en la Ley de Stokes, que estudia la velocidad de sedimentación de las partículas de un líquido (Kraemer et al, 2004, p.30)
- **Subbase:** Inmediatamente arriba del terraplén, el componente sub base consiste en material de una calidad superior a la que en general se usa en construcción de la subrasante. Los requisitos para materiales de subbase se suelen especificar en términos de la granulometría, características plásticas y resistencia (Garber y Holer, 2005, p. 990)

- **Subrasante:** Suele ser del material natural ubicado a lo largo del alineamiento horizontal del pavimento, y sirve como cimiento de la estructura del pavimento. También puede estar hecha de una capa de materiales adecuados de préstamo, bien compactados hasta las especificaciones establecidas (Garber y Holer, 2005, p. 990)
- **Tamizado:** Es usado en suelos que tienen tamaños mayores a 74µm, siendo estos los suelos que pasan por la malla N° 200. Siendo su objetivo contabilizar el peso retenido en cada malla, que es colocada de manera descendente para el tamizado del suelo (Kraemer et al, 2004, p.30)

2.4. Hipótesis

El diseño estructural de pavimento flexible será el más óptimo para la Vía de Evitamiento Norte tramo intersección Jr. José Balta con Av. 15 de agosto – Sazón Bajo de la ciudad de Huamachuco - Provincia de Sánchez Carrión – La Libertad.

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

2.5.1. Variable dependiente:

- Pavimento más óptimo.

2.5.2. Variable independiente:

- Diseño estructural del pavimento rígido.
- Diseño estructural del pavimento flexible.

2.5.3. Operacionalización de variables

Tabla 6: Variable dependiente

Variable	Indicadores	Unidad de medida	Instrumento de Investigación
Pavimento más óptimo	<ul style="list-style-type: none"> • Económico • Periodo de diseño • Plazo de ejecución 	<ul style="list-style-type: none"> • Soles • Años • Días 	<ul style="list-style-type: none"> • Presupuesto • Manual de Carreteras “Suelos, Geología y Pavimentos” • Calendario

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7: Variable Independiente

Variable	Indicadores	Unidad de medida	Instrumento de Investigación
Pavimento Flexible	<ul style="list-style-type: none"> • Tráfico • Suelo • Servicialidad • Confiabilidad • Número estructural 	<ul style="list-style-type: none"> • EAL • CBR • Nivel de servicio • Porcentaje (%) • Espesor (cm) 	Manual de diseño AASHTO 93
Pavimento Rígido	<ul style="list-style-type: none"> • Tráfico • Servicialidad • Confiabilidad • Suelo • Resistencia a la compresión 	<ul style="list-style-type: none"> • EAL • Nivel de servicio. • Ponrcentaje (%) • CBR • F'c 	Manual de diseño AASHTO 93

Fuente: Elaboración propia.

III. METODOLOGÍA EMPLEADA

3.1. Tipo y nivel de investigación

3.1.1. De acuerdo a la orientación o Finalidad: Aplicada

3.1.2. De acuerdo a la técnica de contrastación: Descriptiva

3.2. Población y muestra de estudio

3.2.1. Población: Red Vial Vecinal Sánchez Carrión

3.2.2. Muestra: Vía de Evitamiento Norte tramo intersección Jr. José Balta con Av. 15 de agosto – Sazón Bajo de la ciudad de Huamachuco.

3.3. Diseño de investigación

Diseño de investigación de campo: los datos obtenidos, como el estudio de tráfico, estudio de suelos y estudio topográfico se tomaron in situ en la Vía de Evitamiento Norte, para luego ser procesados en gabinete, utilizando la metodología AASHTO 93.



M: Vía de Evitamiento Norte tramo intersección Jr. José Balta con Av. 15 de agosto – Sazón Bajo de la ciudad de Huamachuco

O: Registro de datos de estudio de tráfico y suelos in situ.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Tabla 8: Técnica e instrumento de recolección de datos

Técnicas	Instrumentos	Forma de obtención
Estudio de Mecánica de Suelos	Laboratorio de mecánica de suelos	Al analizar las calicatas en laboratorio se obtendrá el facto CBR, que sirve para el dimensionamiento de la estructura del pavimento
Estudio de Tráfico	Equipo investigador, libreta de campo	Mediante el conteo de vehículos se determina los esfuerzos que soportara la vía
Estudio de Topográfico	Drone Topográfico	Los datos obtenidos en campo se plasmaran en un plano, a través de curvas de nivel

Fuente: Elaboración propia.

3.5. Procesamiento y análisis de datos

- Word: Se utilizará para la elaboración del informe.
- Excel: Se empleará para procesar los datos obtenido en campo del conteo vehicular, y así obtener los ejes equivalentes.
- AutoCAD: Se empleará para plasmar los planos necesarios como ubicación de calicatas, juntas y obtener los metrados.
- AutoCAD Civil 3D: Se empleará para medir y observar los niveles del terreno.

3.5.1. Estudio de Tráfico

La demanda de tráfico es esencial para realizar el diseño estructural de un pavimento con éxito, debido a que define los espesores del pavimento y la capacidad de los tramos para soportar las cargas vehiculares en un periodo de diseño.

Con el estudio de tráfico determinaremos el número de vehículos que transitan por la Vía de Evitamiento Norte, tramo intersección Jr. José Balta con Av. 15 de Agosto – Sazón Bajo, obteniendo el valor del índice medio diario anual (IMDA) y el número de repeticiones de ejes equivalentes a 8.2 toneladas para poder realizar el diseño de los pavimentos del tramo en estudio.

Tabla 9: Cálculo de número de repeticiones de ejes equivalentes de 8.2tn

Donde:

Parámetros	Descripción
Nrep de EE 8.2t	Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 ton
EE_{día-cami}	<p>EE_{día-cami} = 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> $EE_{día-cami} = IMD_{p_i} \times Fd \times Fc \times Fvp_i \times Fp_i$ <p>donde:</p> <p>IMD_{p_i}: corresponde al Índice Medio Diario según tipo de vehículo pesado seleccionado (i)</p> <p>Fd: Factor Direccional, según Cuadro N° 6.1.</p> <p>Fc: Factor Carril de diseño, según Cuadro N° 6.1.</p> <p>Fvp_i: Factor vehículo pesado 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 de vehículo pesado entre el número total del tipo de vehículo pesado seleccionado.</p> <p>Fp: Factor de Presión de neumáticos, según Cuadro N° 6.13.</p>
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: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Sección: Suelos y Pavimentos, 2014, (Pág.73, 74)

3.5.1.1. Situación actual

La Vía de Evitamiento Norte, tramo intersección Jr. José Balta con Av. 15 de Agosto – Sazón Bajo se encuentra en un nivel de afirmado, causando muchas molestias a los usuarios de esta vía.

Actualmente transitan vehículos ligeros como: motos lineales, moto taxis, moto furgón, autos, camionetas y combis; y también vehículos

pesados como: camiones de dos ejes, camiones de tres ejes y semi-tráiler. Los cuales originan polvo, y en épocas de lluvia se genera empozamiento y lodo.

El flujo de vehículos es elevado, dado que la Vía de Evitamiento Norte conecta el centro de la ciudad de Huamachuco con la salida o entrada hacia el departamento de Cajamarca.

El flujo vehículos aumenta en la mañana de 8:00 a.m. a 10:00 a.m., en la tarde de 12:00 p.m. a 2:00 p.m. y en las noches de 6:00 p.m. a 8:00 p.m.

3.5.1.2. Metodología de campo

Para el estudio de tráfico se desarrollarán los procedimientos descritos en el “Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos – R.D. N° 10-2014-MTC/14”.

El trabajo de campo consistió en hacer un conteo de vehículos en el transcurso de 7 días consecutivos durante las 4:00 a.m. a 11:00 p.m., por el estado actual en el que nos encontramos se proyectara las 5 horas faltantes, ya que en esas horas no se permite el tránsito vehicular y peatonal.

Se tomaron 3 puntos de conteo:

- Punto 1 de conteo: Intersección Vía de Evitamiento Norte con Psj. Sazón
- Punto 2 de conteo: Intersección Vía de Evitamiento Norte SN
- Punto 3 de conteo: Intersección Vía de Evitamiento Norte con SN

Los controles de conteo se desarrollaron de la siguiente manera (figura 8):

- Punto 1 de conteo: Día sábado 26 de setiembre y domingo 27 de setiembre del 2020.
- Punto 2 de conteo: día lunes 28 de setiembre, martes 29 de setiembre y miércoles 30 de setiembre del 2020.
- Punto 3 de conteo: día jueves 1 de octubre y viernes 2 de octubre del 2020.

Figura 5: Ubicación gráfica de puntos de conteo



Fuente: Elaboración propia

3.5.1.3. Metodología de gabinete

a. Conteo de vehículos

En la Tabla 10 nos muestras la cantidad de vehículos por clasificación que pasaron durante el 26/09/20 al 02/10/20 en los tres puntos de conteo.

Tabla 10: Conteo de vehículos






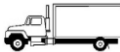


CLASIFICACION DE VEHICULOS		SABADO 26/09/20	DOMINGO 27/09/20	LUNES 28/09/20	MARTES 29/09/20	MIERCOLES 30/09/20	JUEVES 01/10/20	VIERNES 02/10/20
"L3"		150	75	124	102	93	87	145
"L5"		505	235	459	406	456	486	501
"M1"		90	83	101	96	104	98	108
"M2"		139	105	123	150	136	169	121
"N1" - PICK UP		219	136	295	243	223	230	311
C2		95	87	91	103	99	87	105
C3		91	85	93	86	84	76	93
SEMI TRAILER R T3S3		2	0	1	0	2	1	0

Fuente: Elaboración propia

b. Cálculo del IMDA

Para calcular el IMDA, es necesario tener en cuenta el IMDs (Índice Medio Diario Semanal), valor que proporciona el volumen vehicular de la semana.

Tabla 11: Cálculo del índice media diario semanal

CLASIFICACION DE VEHICULOS		SABADO 26/09/20	DOMINGO 27/09/20	LUNES 28/09/20	MARTES 29/09/20	MIERCOLES 30/09/20	JUEVES 01/10/20	VIERNES 02/10/20	TOTAL	IMDs
"L3"		150	75	124	102	93	87	145	776	111
"L5"		505	235	459	406	456	486	501	3048	435
"M1"		90	83	101	96	104	98	108	680	97
"M2"		139	105	123	150	136	169	121	943	135
"N1" - PICK UP		219	136	295	243	223	230	311	1657	237
C2		95	87	91	103	99	87	105	667	95
C3		91	85	93	86	84	76	93	608	87
SEMI TRAILER T3S3		2	0	1	0	2	1	0	6	1

Fuente: Elaboración propia

c. Factor de crecimiento acumulado (Fca)

Con el fin de realizar el diseño estructural de pavimento más óptimo, se implantará un periodo de diseño de 20 años para la Vía de Evitamiento Norte, tramo intersección Jr. Balta con Av. 15 de Agosto – Sazon Bajo de la ciudad de Huamachuco.

La tasa de crecimiento promedio anual de la población de Huamachuco (Tabla 12) que se considerará, será un valor del 2.46% anual.

De acuerdo al “Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos” el factor de crecimiento acumulado (Fca), es 25.48.

Tabla 12: Cálculo de crecimiento poblacional

POBLACION DISTRITAL DE HUAMACHUCO	
CENSO 2007	52,459 Habitantes
CENSO 2017	66,902 Habitantes
Tasa de crecimiento poblacional (%)	2.46%

Fuente: INEI – Censo 2007 – 20017

Tabla 13: Factor de crecimiento Acumulado (Fca)

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 ASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993, (Pág.65)

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

En el desarrollo del diseño estructural de pavimento, es necesario tener en cuenta el número de calzadas y sentidos, así mismo el número de carriles por sentido, datos que determinaran el valor de estos factores.

En nuestro diseño se va a realizar una calzada de dos sentidos, con un carril por sentido. Para ello el Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos – R.D. N° 10-2014-MTC/14 proporciona los valores para los factores de Distribución Direccional (Fd) y de Carril (Fc), cuyos valores serán de 0.50 y 1.00 respectivamente.

Tabla 14: Factores de Distribución Direccional y de Carril para determinar el Transito en el Carril de Diseño





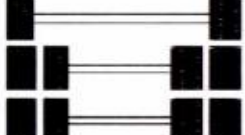
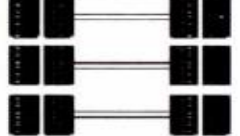
Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor Ponderado Fd x Fc para carril de diseño
1 calzada (para IMDa total de la calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	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: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos (Pág.64)

e. Cálculo de Factores de Ejes Equivalentes (E.E) y Factor Vehículo Pesado (Fvp)

Los vehículos pesados presentan una carga distinta por cada eje que contienen, dicha carga representa un factor destructivo que actúa en la estructura del pavimento, a esto se le denomina Ejes Equivalentes.

Tabla 15: 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 – Sección Suelos y Pavimentos (Pág.66)

Con la finalidad de obtener los EE, se utilizarán las siguientes relaciones simplificadas.

Tabla 16: Relación de Cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) Para Pavimentos Flexibles

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

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos (Pág.67)

Tabla 17: Relación de Cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) Para Pavimentos Rígido

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: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos (Pág.67)

f. El Factor Vehículo Pesado (Fvp)

Se define como el número de ejes equivalentes promedio por tipo de vehículo pesado (bus o camión), y el promedio se obtiene dividiendo la sumatoria de ejes equivalentes (E.E.) entre el número total del tipo de vehículo pesado seleccionado.

Tabla 18: Factor Camión C2 Y C3 y semi trailer T3S3 para Pavimentos flexibles y rígido.

PAVIMENTO FLEXIBLE

CAMIÓN C2		
Ejes	E1	E2
Carga (Ton)	7	10
Tipo de Eje	Eje Simple	Eje Simple
Tipo de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble
Factor E.E	1.265	2.212
Total Factor Camión	3.477	

CAMIÓN C3			
Ejes	E1	E2	E3
Carga (Ton)	7	16	
Tipo de Eje	Eje Simple	Eje Tandem	
Tipo de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble	
Factor E.E	1.265	1.261	
Total Factor Camión	2.526		

SEMI TRAMILER T3S3						
Ejes	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Carga (Ton)	7	16		23		
Tipo de Eje	Eje Simple	Eje Tandem		Eje Tridem		
Tipo de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble		Rueda Doble		
Factor E.E	1.265	1.261		1.232		
Total Factor Camión	3.758					

PAVIMENTO RIGIDO

CAMIÓN C2		
Ejes	E1	E2
Carga (Ton)	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	

CAMIÓN C3			
Ejes	E1	E2	E3
Carga (Ton)	7	16	
Tipo de Eje	Eje Simple	Eje Tandem	
Tipo de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble	
Factor E.E	1.273	2.134	
Total Factor Camión	3.406		

SEMI TRAMILER T3S3						
Ejes	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Carga (Ton)	7	16		23		
Tipo de Eje	Eje Simple	Eje Tandem		Eje Tridem		
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

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

Otro de los factores a ser considerados en la determinación del Número de Repeticiones de EE es el efecto de la presión de contacto de los neumáticos.

Para el presente caso, se consideró un factor igual a 1.0, siguiendo las recomendaciones del Manual de carreteras “Suelos, geología, geotecnia y pavimentos”, se utilizó como presión inicial 80 psi para un pavimento flexible y pavimento rígido.

Tabla 19: Factor de ajuste por presión de neumáticos (Fp)

Espeso de Capa de Rodadura (mm)	Presión de Contaco del Neumático (PCN) en psc PCN = 0.90x[Presión de inflado del neumático] (pai)						
	80	90	100	110	120	130	140
50	1.00	1.30	1.80	2.13	2.91	3.59	4.37
60	1.00	1.33	1.72	2.18	2.69	3.27	3.92
70	1.00	1.30	1.65	2.05	2.49	2.99	3.53
80	1.00	1.28	1.59	1.94	2.32	2.74	3.20
90	1.00	1.25	1.53	1.84	2.17	2.52	2.91
100	1.00	1.23	1.48	1.75	2.04	2.35	2.68
110	1.00	1.21	1.43	1.66	1.91	2.17	2.44
120	1.00	1.19	1.38	1.59	1.80	2.02	2.25
130	1.00	1.17	1.34	1.52	1.70	1.89	2.09
140	1.00	1.15	1.30	1.46	1.62	1.78	1.94
150	1.00	1.13	1.26	1.39	1.52	1.66	1.79
160	1.00	1.12	1.24	1.36	1.47	1.59	1.71
170	1.00	1.11	1.21	1.31	1.41	1.51	1.61
180	1.00	1.09	1.18	1.27	1.36	1.45	1.53
190	1.00	1.08	1.16	1.24	1.31	1.39	1.46
200	1.00	1.08	1.15	1.22	1.28	1.35	1.41

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos (Pág.73)

h. Calculo de EE día- carril

Para el cálculo se necesita los Ejes Equivalentes por cada tipo de vehículo pesado por día para el carril de diseño.

Al hacer un estudio comparativo de pavimento flexible y rígido. Se calculará 2 diferentes EE día-carril porque el Factor Vehículo Pesado cambia en el caso de diseñar un pavimento Rígido.

En las siguientes tablas se muestra este valor obtenido de multiplicar el IMDa por cada tipo de vehículo pesado, por el Factor Direccional, Factor Carril, Factor Vehículo Pesado y Factor de Ajuste Por Presión de Neumático obtenidos anteriormente.

Tabla 20: EE día carril para pavimento flexible

VEHICULO	IMDs	Factor Direccional (Fd)	Fdactor Carril (Fc)	Factor Vehiculo Pesado (Fvp)	Factor De Ajuste Por Presion De Neumaticos (Fp)	EE día-carril
"L3" Moto Lineal	111	0.50	1.00	0.001	1.00	0.055
"L5" - Mototaxi	435	0.50	1.00	0.001	1.00	0.218
"M1" - Automovil	97	0.50	1.00	0.001	1.00	0.049
"M2" - Combi	135	0.50	1.00	0.001	1.00	0.067
"N1" - PICK UP	237	0.50	1.00	0.001	1.00	0.118
Camión C2	95	0.50	1.00	3.477	1.00	165.654
Camión C3	87	0.50	1.00	2.526	1.00	109.701
SEMI TRAILER T3S3	1	0.50	1.00	3.758	1.00	1.611
EE día carril						277.473

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21: EE día carril para pavimento rígido

VEHICULO	IMDs	Factor Direccional (Fd)	Fdactor Carril (Fc)	Factor Vehiculo Pesado (Fvp)	Factor De Ajuste Por Presion De Neumaticos (Fp)	EE día-carril
"L3" Moto Lineal	111	0.50	1.00	0.001	1.00	0.055
"L5" - Mototaxi	435	0.50	1.00	0.001	1.00	0.218
"M1" - Automovil	97	0.50	1.00	0.001	1.00	0.049
"M2" - Combi	135	0.50	1.00	0.001	1.00	0.067
"N1" - PICK UP	237	0.50	1.00	0.001	1.00	0.118
Camión C2	95	0.50	1.00	3.53	1.00	168.132
Camión C3	87	0.50	1.00	3.41	1.00	147.918
SEMI TRAILER T3S3	1	0.50	1.00	6.39	1.00	2.739
EE día carril						319.295

Fuente: Elaboración propia

i. Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 tn

Después de realizar todos los cálculos se obtiene el número de repeticiones de eje equivalente de 8.2 tn, que representa el parámetro que deseamos saber para el diseño del pavimento flexible y rígido, se necesita el Factor de crecimiento acumulado obtenido anteriormente multiplicado por 365 días del año y por el EE día-carril.

Tabla 22: Número de repeticiones EE DE 8.2tn para pavimento flexible

Vía de Evitamiento Norte tramo intersección José Balta con 15 de agosto – Sazón Bajo	Nrep de EE 8.2tn	
Ambos sentidos	2,580,552.402	EAL o W18

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23: Número de repeticiones EE DE 8.2tn para pavimento rígido

Vía de Evitamiento Norte tramo intersección José Balta con 15 de agosto – Sazón Bajo	Nrep de EE 8.2tn	
Ambos sentidos	2,969,510.681	EAL o W18

Fuente: Elaboración propia

j. Según el tipo de tráfico pesado

Según el análisis del número de repeticiones acumuladas de ejes equivalentes de 8.2 tn, el tipo de tráfico Pesado es TP6 con un rango entre >1500000 EE< 3000000 EE.

Este datos nos ayudara para el diseño de pavimento.

Tabla 24: Tipo de Tráfico Expresado en EE

Tipos Tráfico Pesado expresado en EE	Rangos de Tráfico Pesado expresado en EE
T _{P0}	> 75,000 EE ≤ 150,000 EE
T _{P1}	> 150,000 EE ≤ 300,000 EE
T _{P2}	> 300,000 EE ≤ 500,000 EE
T _{P3}	> 500,000 EE ≤ 750,000 EE
T _{P4}	> 750,000 EE ≤ 1'000,000 EE
T _{P5}	> 1'000,000 EE ≤ 1'500,000 EE
T _{P6}	> 1'500,000 EE ≤ 3'000,000 EE
T _{P7}	> 3'000,000 EE ≤ 5'000,000 EE
T _{P8}	> 5'000,000 EE ≤ 7'500,000 EE
T _{P9}	> 7'500,000 EE ≤ 10'000,000 EE
T _{P10}	> 10'000,000 EE ≤ 12'500,000 EE
T _{P11}	> 12'500,000 EE ≤ 15'000,000 EE
T _{P12}	> 15'000,000 EE ≤ 20'000,000 EE
T _{P13}	> 20'000,000 EE ≤ 25'000,000 EE
T _{P14}	> 25'000,000 EE ≤ 30'000,000 EE
T _{P15}	> 30'000,000 EE

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos (Pág.75)

3.5.2. Estudio de Mecánica de Suelos

3.5.2.1. Exploración de campo

Se realizó la excavación de 6 calicatas con una profundidad de 1.50m a lo largo del ancho de la calzada con distancias iguales. Para la excavación se hizo uso de picos y palanas.

Durante la investigación de campo, se tiene un registro donde se especifica los espesores de cada capa del subsuelo, se extrae considerables muestras de la subrasante para poder determinar ensayos de CBR o Modulo de resiliencia, la norma nos especifica la cantidad de ensayos que se deben realizar. Se ha considerado 06 calicatas con fines de estudio.

Tabla 25: Exploración de Campo

N° CALICATA	MUESTRA	PROGRESIVA	PROFUNDIDAD
C - 1	M - 1	0+500 km	1.50 m
C - 2	M - 2	1+000 km	1.50 m
C - 3	M - 3	1+500 km	1.50 m
C - 4	M - 4	2+000 km	1.50 m
C - 5	M - 5	2+500 km	1.50 m
C - 6	M - 6	3+000 km	1.50 m

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26: Numero de ensayos CBR Y Mr

Tipo de Carretera	N° Mr y CBR
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 1 Mr cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 1 Mr cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 1 Mr cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 1 Mr cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 1 Mr cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 1 Mr cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000 - 2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> 1 Mr cada 3 km y 1 CBR cada 1 km
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000 - 401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> Cada 1.5 km se realizará un CBR (*)
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400 - 201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> Cada 2 km se realizará un CBR (*)
Carreteras con un IMDA ≤ 200 veh/día, de una calzada.	<ul style="list-style-type: none"> Cada 3 km se realizará un CBR

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos (Pág.28)

3.5.2.2. Exploración de laboratorio

Una vez extraídas la muestra se realizaron los siguientes ensayos para la clasificación y descripción del suelo de la vía de Evitamiento norte tramo intersección José Balta con 15 de agosto – Sazón bajo de la ciudad de Huamachuco.

a. Contenido de Humedad

La humedad natural de los suelos es importante, ya que la resistencia de la sub rasante, en especial de los finos se encuentra asociada a las condiciones de humedad y densidad que estos suelos presenten.

La humedad natural será comparada con la humedad optima que se obtendrá en el ensayo Proctor para la obtención del CBR.

Tabla 27: Contenido de Humedad

N° CALICATA	MUESTRA	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
C - 1	M - 1	8.31
C - 2	M - 2	7.63
C - 3	M - 3	9.37
C - 4	M - 4	12.06
C - 5	M - 5	11.00
C - 6	M - 6	5.06

Fuente: Elaboración propia

b. Análisis granulométrico por tamizado

Este ensayo representa la distribución de tamaños que presenta la muestra mediante el tamizado.

Tabla 28: Análisis granulométrico

N° CALICATA	MUESTRA	% GRAVA	% ARENA	% FINO
C – 1	M - 1	21.39	56.16	22.44
C – 2	M - 2	21.62	41.08	37.30
C – 3	M - 3	8.85	72.55	18.60
C – 4	M - 4	6.37	72.14	21.50
C – 5	M - 5	28.01	40.22	31.77
C – 6	M - 6	27.60	39.41	32.99

Fuente: Elaboración propia

c. Limite Líquido

Este ensayo determinamos el mayor contenido de humedad que puede tener un suelo sin pasar del estado plástico al líquido. La resistencia al corte del suelo es baja que al mínimo esfuerzo lo hace fluir.

Tabla 29: Limite Líquido

N° CALICATA	MUESTRA	LIMITE LÍQUIDO
C – 1	M - 1	33
C – 2	M - 2	24
C – 3	M - 3	20
C – 4	M - 4	NP
C – 5	M - 5	NP
C – 6	M - 6	NP

Fuente: Elaboración propia

d. Limite plástico

Este ensayo determinamos el mínimo contenido de humedad con la cual el suelo se vuelve a la condición de plasticidad. El suelo se puede deformar rápidamente o ser moldeado rápidamente o

moldeado sin recuperar la elasticidad, cambio de volumen, agrietamiento o desmoronamiento.

Tabla 30: Limite Plástico

N° CALICATA	MUESTRA	LIMITE PLÁSTICO
C - 1	M - 1	14
C - 2	M - 2	14
C - 3	M - 3	13
C - 4	M - 4	NP
C - 5	M - 5	NP
C - 6	M - 6	NP

Fuente: Elaboración propia

e. Índice de Plasticidad

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

Tabla 31: Índice de Plasticidad

N° CALICATA	MUESTRA	ÍNDICE DE PLASTICIDAD
C - 1	M - 1	19
C - 2	M - 2	10
C - 3	M - 3	7
C - 4	M - 4	NP
C - 5	M - 5	NP
C - 6	M - 6	NP

Fuente: Elaboración propia

f. Proctor Modificado

Esta prueba se realizó para determinar el peso volumétrico seco máximo de un terreno en relación con su grado de humedad adecuada para su compactación determinada.

Tabla 32: Proctor Modificado

N° CALICATA	MUESTRA	CLASIFICACIÓN	
		DENSIDAD SECA MÁXIMA (g/cm ³)	HUMEDAD OPTIMA (%)
C - 1	M - 1	2.007	8.30
C - 2	M - 2	2.013	9.10
C - 3	M - 3	1.995	9.00
C - 4	M - 4	2.009	8.70
C - 5	M - 5	2.003	8.30
C - 6	M - 6	2.029	8.60

Fuente: Elaboración propia

g. CBR (California Bearing Ratio)

Esta prueba se realizó para determinar la resistencia al esfuerzo de los suelos sometidas a esfuerzos cortantes y poder evaluar la calidad del terreno para la sub rasante.

Tabla 33: CBR

N° CALICATA	MUESTRA	%CBR LABORATORIO(0.1")	
		100%	95%
C - 2	M - 2	11.7	8.9
C - 4	M - 4	29.2	14.7
C - 6	M - 6	45.5	30.5

Fuente: Elaboración propia

En los sectores con menos de 6 valores de CBR se debe considerar los siguientes criterios:

- Si los valores son parecidos o similares, tomar el valor promedio.

- Si los valores no son parecidos o no son similares, tomar el valor más crítico (el más bajo).

CBR = 8.90%

Una vez definido el CBR, se clasifica a que categoría de sub rasante pertenece el tramo en estudio, según la siguiente tabla

Tabla 34: Categoría de sub rasante

Categorías de Sub rasante	CBR
S ₀ : Sub rasante Inadecuada	CBR < 3%
S ₁ : Sub rasante insuficiente	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S ₂ : Sub rasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S ₃ : Sub rasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S ₄ : Sub rasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S ₅ : Sub rasante Excelente	CBR ≥ 30%

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos (Pág.35)

3.5.3. Levantamiento Topográfico

Se realizó este estudio con el objetivo de tener el levantamiento topográfico de la vía de Evitamiento Norte tramo intersección José Balta con 15 de Agosto – Sazón Bajo.

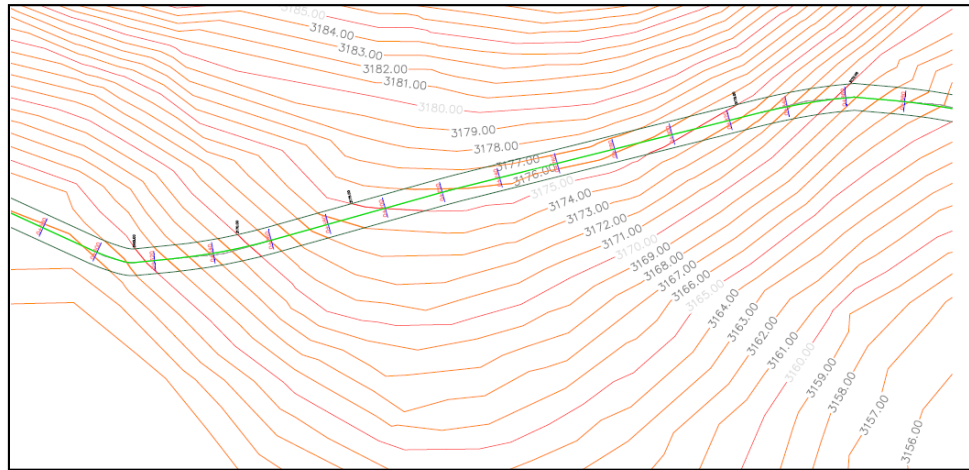
3.5.3.1. Trabajo de campo

En el trabajo de campo se realizó el recorrido en su totalidad de la zona de estudio.

3.5.3.2. Trabajo de gabinete

El estudio Topográfico fue proporcionado por el área de infraestructura de la municipalidad provincial de Sánchez Carrión.

Figura 6: Curvas de N



Fuente: Elaboración propia

3.5.4. Perfil estratigráfico

Se realizó el perfil estratigráfico de cada calicata realizada como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 35: Perfil Estratigráfico

N° CALICATA	N° MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	CLASIFICACIÓN		
			SUCS	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	AASHTO
C - 1	M - 1	1.50	SC	Arenoso arcilloso	A-2-6(1)
C - 2	M - 2	1.50	SC	Arenoso arcilloso	A-4-(0)
C - 3	M - 3	1.50	SG-SM	Arena limosa-arcillosa con grava	A-2-4
C - 4	M - 4	1.50	SM	Arena limosa	A-2-4
C - 5	M - 5	1.50	SM	Arena limosa	A-2-4
C - 6	M - 6	1.50	SM	Arena limosa	A-4

Fuente: Elaboración propia

3.5.5. Diseño del pavimento flexible - Método AASHTO 93

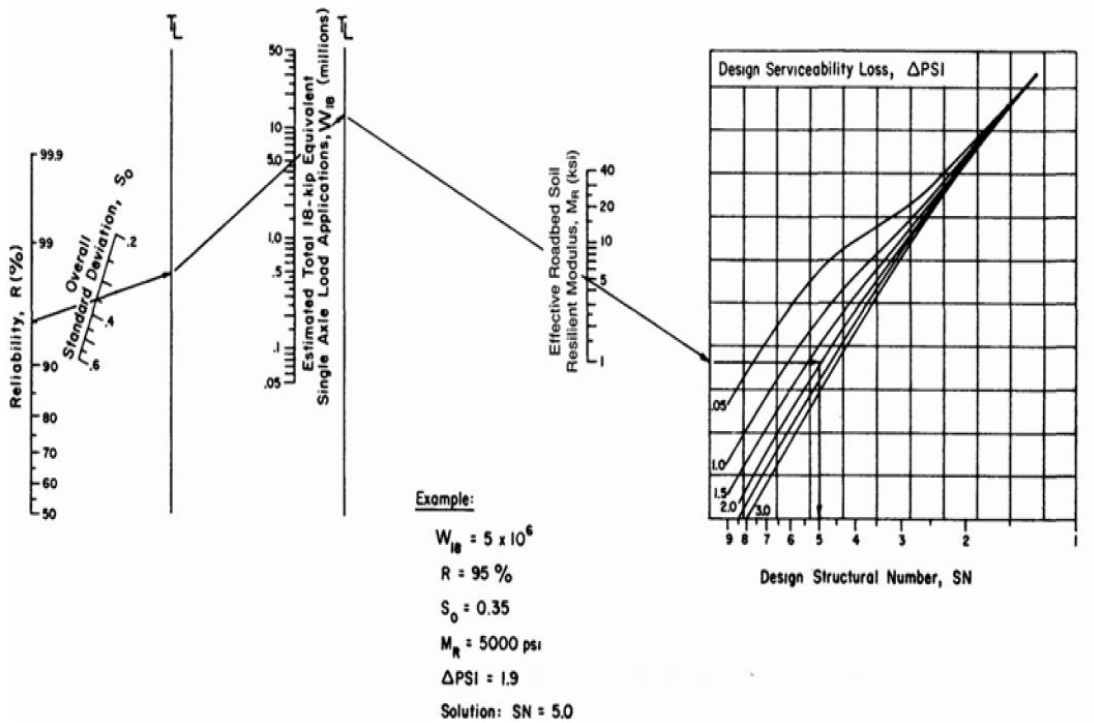
Una vez realizado los cálculos para obtener el CBR y el número de repeticiones de E.E. de 8.2tn en el tramo de estudio, siendo estos los parámetros más importantes, se procederá a realizar el diseño estructural del pavimento flexible utilizando la metodología AASHTO 93.

$$W18 = 2,580,552.402$$

$$CBR = 8.90\%$$

La metodología AASHTO 93 proporciona una expresión analítica, pero por su complejidad, se hace uso de nomogramas para efectos más prácticos.

Figura 7: Nomograma para pavimento flexible



Fuente: Guía AASHTO 1993 Para el Diseño de Estructuras de Pavimento, (Pág.122)

Para efectos de cálculo computarizados o programados, la expresión matemática es sumamente útil.

$$\log_{10} W_{18} = Z_R * S_o + 9.36 * \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{3.19}}} + 2.32 * \log_{10} M_R - 8.07$$

Fuente: Guía AASHTO para el Diseño Estructural del Pavimento, 1993, (Pág.25)

Los parámetros a considerar según la ecuación de diseño estructural del pavimento flexible son los siguientes:

3.5.5.1. Numero de repeticiones de EE de 8.2 ton (W18)

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

$$W18 = 2,580,552.402$$

3.5.5.2. Módulo de Resiliencias (MR)

El módulo de Resiliencia está en función a un CBR de 8.90% el cual se puede observar que pertenece a la categoría S2 (Sub rasante regular) se escogió el valor más desfavorable debido a que los valores no son similares.

$$Mr_{(psi)} = 2555 * CBR^{0.64}$$

Reemplazando se obtuvo:

$$Mr_{(psi)} = 2555 * 8.90^{0.64}$$

$$Mr_{(psi)} = 10,351.43$$

3.5.5.3. Nivel de Confiabilidad (%R)

El nivel de confiabilidad representa la probabilidad del comportamiento de la estructura del pavimento flexible, durante el periodo de diseño, a mayor confiabilidad los espesores de la estructura aumentaran.

El Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos nos da un valor más exacto del nivel de confiabilidad según el rango de tráfico.

$$R = 85\%$$

Tabla 36: Valores recomendados de nivel de confiabilidad para una sola etapa de diseño (10 o 20 años) según rango de tráfico

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

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos (Pág.133)

3.5.5.4. Coeficiente Estadístico de Desviación Estándar Normal (Z_R)

El coeficiente estadístico de desviación estándar normal presenta el valor de la confiabilidad seleccionada. Se tomó el valor exacto dado por la guía AASHTO 93.

$$Z_R = -1.037$$

Tabla 37: Valores estándar de desviación normal (Z_R) correspondiente a niveles seleccionados de confiabilidad.

Confiabilidad (R)	Valor de Z_R
50	- 0,000
60	- 0,253
70	- 0,524
75	- 0,674
80	- 0,841
85	- 1,037
90	- 1,282
91	- 1,340
92	- 1,405
93	- 1,476
94	- 1,555
95	- 1,645
96	- 1,751
97	- 1,881
98	- 2,054
99	- 2,327
99,9	- 3,090
99,99	- 3,750

Fuente: Guía AASHTO para el Diseño Estructural del Pavimento, 1993, (Pág.84)

3.5.5.5. Desviación Estándar Combinada (S_o)

La desviación estándar combinada, es el valor que se toma teniendo cuenta la variabilidad que sufrirá el pavimento, debido a distintos factores como el medio ambiente. La guía AASHTO 93 recomienda para el diseño de pavimento flexible los valores comprendidos entre 0.40 y 0.50; el manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos recomienda usar el valor de 0.45.

$S_o = 0.45$

3.5.5.6. Índice de Serviciabilidad (PSI)

El índice de serviciabilidad representa la comodidad que brinda el pavimento a los usuarios; sus valores varían entre 0 a 5. La variación de serviciabilidad se calcula restando la serviciabilidad inicial y terminal.

3.5.5.6.1. Serviciabilidad inicial (P_i)

Es la condición que ofrece una vía recién construida, su valor se tomara en función al rango de tráfico.

$P_i = 4.00$

Tabla 38: Índice de servicialidad inicial (Pi) Según rango de tráfico.

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (Pi)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P1}	150,001	300,000	3.80
	T _{P2}	300,001	500,000	3.80
	T _{P3}	500,001	750,000	3.80
	T _{P4}	750,001	1,000,000	3.80
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	4.00
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	4.00
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	4.00
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	4.00
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	4.00
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	4.00
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	4.00
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	4.20
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	4.20
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	4.20
	T _{P15}	>30'000,000		4.20

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos (Pág. 137)

3.5.5.6.2. Servicialidad Terminal (PT)

Es la condición de una vía que ha alcanzado la necesidad de algún tipo de rehabilitación o reconstrucción, su valor se toma en función al rango de tráfico.

$$P_T = 2.50$$

Tabla 39: Índice de servicialidad Terminal (P_T) Según rango de tráfico.

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (P _T)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P1}	150,001	300,000	2.00
	T _{P2}	300,001	500,000	2.00
	T _{P3}	500,001	750,000	2.00
	T _{P4}	750 001	1,000,000	2.00
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	2.50
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	2.50
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	2.50
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	2.50
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	2.50
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	2.50
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	2.50
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	3.00
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	3.00
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	3.00
	T _{P15}	>30'000,000		3.00

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos (Pág. 138)

3.5.5.6.3. Variación de Servicialidad (ΔPSI)

La variación de servicialidad de calcula restando la servicialidad inicial y terminal.

$$\Delta PSI = 1.50$$

3.5.5.7. Cálculo del Número Estructural (SN)

Los datos obtenidos se aplicaron en la ecuación de diseño de la metodología AASHTO 93, y se obtendrá el número estructural; que representa el espesor total del pavimento a colocar.

a. Cálculo de forma analítica

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

Datos:

W18	2,580,552.40
Z _R	-1.037
S _o	0.45
ΔPSI	1.50
M _R	10,351.43
R	85%

Resolviendo la Ecuación:

$$6.4117 = -0.4667 + 6.1410792 - 0.2 + -0.30741 + 9.314801 - 8.07$$

$$6.4117 = 6.4118$$

El numero estructural es:

SN = 3.53

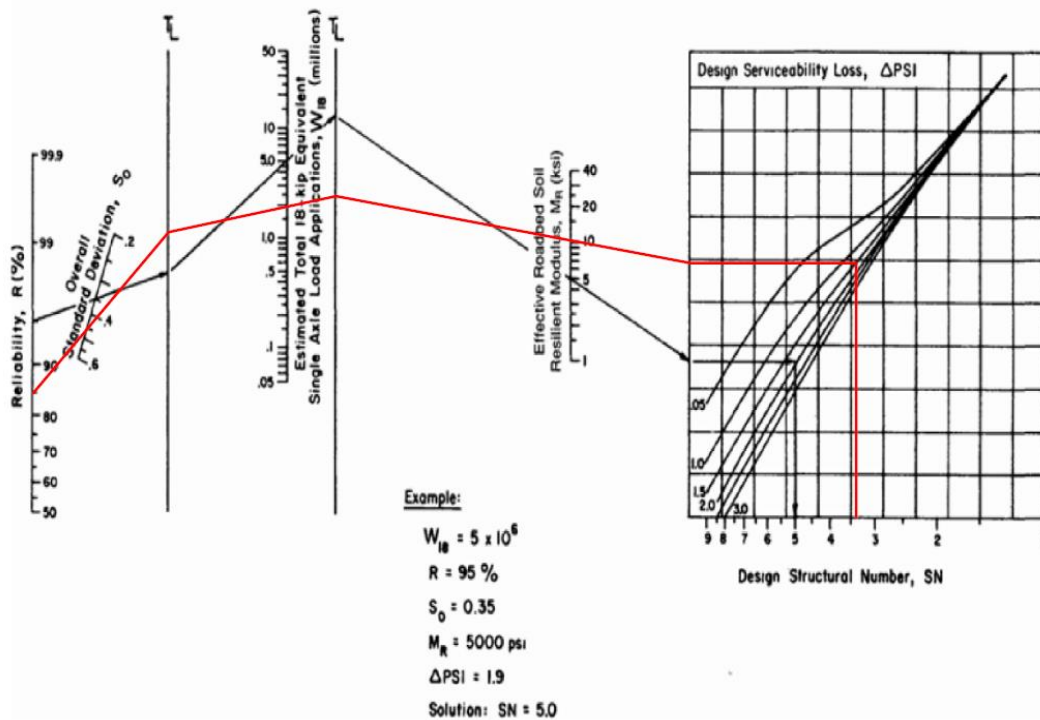
b. Cálculo con el uso de programa de ecuación AASHTO 93

Figura 8: Calculo del SN, en programa

Fuente: Programa Ecuación AASHTO 93

c. Cálculo con uso de nomograma

Figura 9: Calculo del SN, en nomograma para pavimento flexible



Fuente: Elaboración propia.

SN = 3.49

Se tomará el valor del SN analítico para el diseño del pavimento flexible, debido a que es más exacto.

3.5.5.8. Coeficientes Estructurales de las Capas de Pavimentación

El numero estructural representa el espesor total del pavimento este de debe transformar al espesor efectivo de capa (capa de rodadura, base y subbase) del pavimento.

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

El CBR de la base granular para pavimento flexible es:

CBR Base = 100%

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

CBR Base = 40%

$a_1 = 0.170$ (para carpeta asfáltica en caliente)

$a_2 = 0.052$ (recomendada para tráfico < 10000000 EE)

$a_3 = 0.047$ (para agregados con CBR = 40%)

Tabla 40: Coeficiente estructurales de las capas de pavimentación.

COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE	VALOR COEFICIENTE ESTRUCTURAL a_i (cm)	OBSERVACIÓN
CAPA SUPERFICIAL			
Carpeta Asfáltica en Caliente, módulo 2,965 MPa (430,000 PSI) a 20 °C (68 °F)	a_1	0.170 / cm	Capa Superficial recomendada para todos los tipos de Tráfico
Carpeta Asfáltica en Frío, mezcla asfáltica con emulsión.	a_1	0.125 / cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico \leq 1'000,000 EE
Micropavimento 25 mm	a_1	0.130 / cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico \leq 1'000,000 EE
Tratamiento Superficial Bicapa.	a_1	(*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico \leq 500,000 EE. No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8%, y, en vías con curvas pronunciadas, curvas de volteo, curvas y contracurvas, y en tramos que obliguen al frenado de vehículos
Lechada asfáltica (slurry seal) de 12 mm.	a_1	(*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico \leq 500,000 EE. No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8% y en tramos que obliguen al frenado de vehículos
(*) no se considerapor no tener aporte estructural			
BASE			
Base Granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS	a_2	0.052 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico \leq 10'000,000 EE
Base Granular CBR 100%, compactada al 100% de la MDS	a_2	0.054 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico > 10'000,000 EE
Base Granular Tratada con Asfalto (Estabilidad Marshall = 1500 lb)	a_{2a}	0.115 / cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cemento (resistencia a la compresión 7 días = 35 kg/cm ²)	a_{2b}	0.070 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cal (resistencia a la compresión 7 días = 12 kg/cm ²)	a_{2c}	0.080 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
SUBBASE			
Subbase Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS	a_3	0.047 / cm	Capa de Subbase recomendada con CBR mínimo 40%, para todos los tipos de Tráfico

Fuente: *Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos (Pág.141)*

3.5.5.9. Coeficientes de Drenaje

Este coeficiente está en función del tiempo en que los materiales estén expuestos a la humedad, saturación y tiempo en que el agua drene, nuestra zona de investigación presenta precipitaciones pluviales, asumiremos los valores dados por la metodología AASHTO 93. Se consideró un drenaje bueno ya que, por las fuertes precipitaciones en los meses de invierno, ocasional acumulación de agua que tarda en ser drenado.

Tabla 41: Calidad de Drenaje.

CALIDAD DEL DRENAJE	TIEMPO EN QUE TARDA EL AGUA EN SER EVACUADA
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Mediano	1 semana
Malo	1 mes
Muy malo	El agua no evacua

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos (Pág.142)

Tabla 42: Coeficiente de Drenaje para Base y Subbase.

CALIDAD DEL DRENAJE	P=% DEL TIEMPO EN QUE EL PAVIMENTO ESTÁ EXPUESTO A NIVELES DE HUMEDAD CERCANO A LA SATURACIÓN.			
	MENOR QUE 1%	1% - 5%	5% - 25%	MAYOR QUE 25%
Excelente	1.40 – 1.35	1.35 - 1.30	1.30 – 1.20	1.20
Bueno	1.35 – 1.25	1.25 – 1.15	1.15 – 1.00	1.00
Regular	1.25 – 1.15	1.15 – 1.05	1.00 – 0.80	0.80
Pobre	1.15 – 1.05	1.05 – 0.80	0.80 – 0.60	0.60
Muy pobre	1.05 – 0.95	0.95 – 0.75	0.75 – 0.40	0.40

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos (Pág.142)

$$m_2 = m_3 = 1.00$$

3.5.5.10. Cálculo de los Espesores

Aplicado la ecuación que está relacionada al número estructural, coeficiente de drenaje y un periodo de diseño de 20 años, se calculara los espesores de las capas del pavimento flexible.

Figura 10: Ecuación que relaciona al número estructural con los espesores y coeficientes estructurales

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

Donde:

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

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

m_2, m_3 = coeficientes de drenaje para las capas de base y subbase, respectivamente

Fuente: Guía AASHTO 1993 Para el Diseño Estructural del Pavimento, (Pág.26)

Reemplazando los valores en la formula y teniendo en cuenta los espesores mínimos se planteó: $d_1 = 10$, $d_2 = 26$ y $d_3 = 20$.

$$SN = 0.170 \times 10 + 0.052 \times 22 \times 1 + 0.047 \times 15 \times 1 = 3.53$$

Figura 11: Sección del pavimento flexible.



Fuente: Elaboración propia

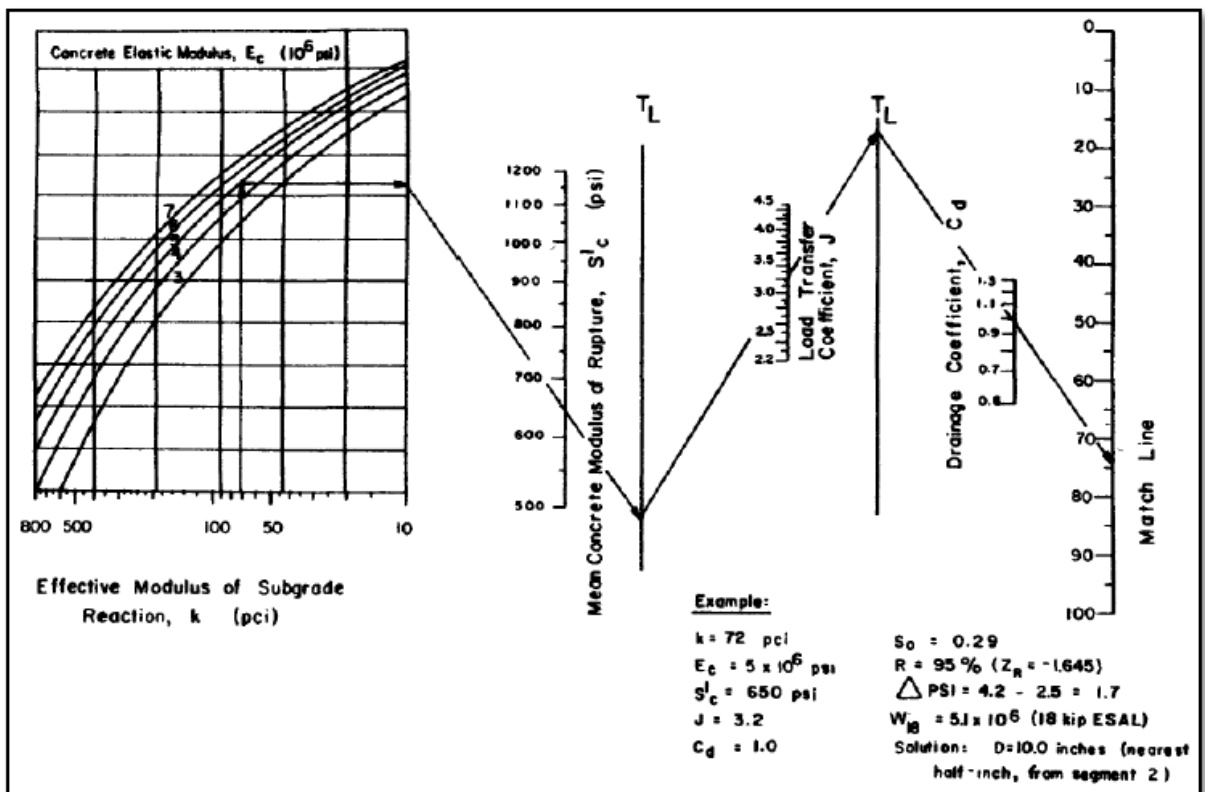
3.5.6. Diseño del pavimento rígido - Método AASHTO 93

Mediante un proceso iterativo, se asume espesores de la losa de concreto hasta que la ecuación AASHTO 93 llegue al equilibrio.

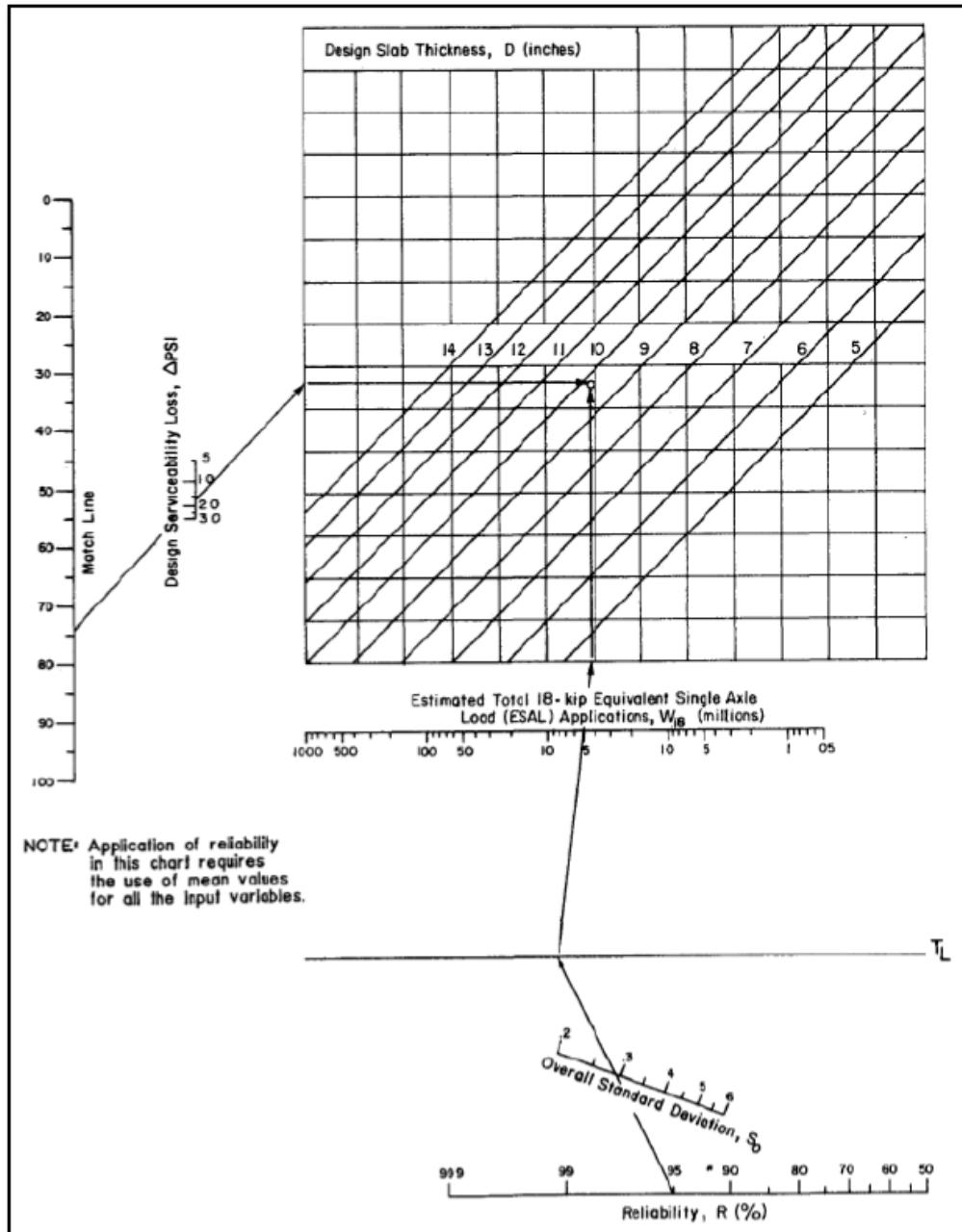
$$\log_{10} W_{18} = Z_R * S_0 + 7.35 * \log_{10}(D + 1) - 0.06 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right]}{1 + \frac{1.624 * 10^7}{(D + 1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 * p_t) * \log_{10} \left[\frac{S'_c * C_d * (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 * J \left[D^{0.75} - \frac{18.42}{(E_c/k)^{0.25}}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

La metodología AASHTO 93 proporciona una expresión analítica, pero por su complejidad, también se proporciona el uso de nomogramas para efectos más prácticos.

Figura 12: Nomograma para pavimento Rígido.



Fuente: Guía AASHTO 1993 Para el Diseño de Estructuras de Pavimento 1993, (Pág.135)



Fuente: Guía AASHTO 1993 Para el Diseño de Estructuras de Pavimento 1993, (Pág.136)

Los parámetros a considerar para la ecuación de diseño del pavimento rígido son los siguientes:

3.5.6.1. Numero de repeticiones de ejes equivalentes de 8.2tn (W18)

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

$$W_{18} = 2,969,510.681$$

3.5.6.2. Confiabilidad (%R) y Coeficiente Estadístico de Desviación Estándar Normal (Z_R)

Las variables de confiabilidad y desviación estándar se están considerando iguales al diseño estructural del pavimento flexible:

$$R = 85\%$$

$$Z_R = -1.037$$

3.5.6.3. Desviación Estándar Total (S_o)

El rango sugerido por la AASHTO 93 está comprendido en 0.30 y 0.40; el manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos recomienda trabajar con 0.35.

$$S_o = 0.35$$

3.5.6.4. Índice de Serviciabilidad (PSI)

El índice de servicialidad define la capacidad de servir al tránsito que circula por la vía, y se mide en una escala del 0 al 5, este valor se considera teniendo en cuenta el tráfico.

3.5.6.4.1. Índice de servicialidad inicial (p_o)

Es la servicialidad que brinda el pavimento después de su construcción o rehabilitación.

$$p_o = 4.30$$

3.5.6.4.2. Índice de servicialidad final (p_t)

Es cuando la superficie del pavimento no cumple con la servicialidad al tránsito que circula por esta vía.

$$p_t = 2.50$$

3.5.6.4.3. Diferencial de servicialidad (ΔPSI)

Es la diferencia entre el índice de servicialidad inicial con la final.

$$\Delta PSI = 1.80$$

Tabla 43: Índice de servicialidad inicial, final y diferencia de servicialidad 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	T _{P1}	150,001	300,000	4.10	2.00	2.10
	T _{P2}	300,001	500,000	4.10	2.00	2.10
	T _{P3}	500,001	750,000	4.10	2.00	2.10
	T _{P4}	750 001	1,000,000	4.10	2.00	2.10
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	4.50	3.00	1.50
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	4.50	3.00	1.50
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	4.50	3.00	1.50
	T _{P15}		>30'000,000	4.50	3.00	1.50

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos (Pág.227)

3.5.6.5. Módulo de Rotura del Concreto (S'c)

Los pavimentos rígidos trabajan principalmente a flexión es por eso que se introduce esta variable en la ecuación.

Para determinar la resistencia mínima a la compresión del concreto (f'c), que se obtendrá del manual de carreteras de acuerdo al rango de tráfico pesado expresado en EE.

Tabla 44: 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 (Pág.231)

Tendremos un módulo de rotura del concreto (S'c) con un f'c de 280 kg/cm²:

$$S'c = 3.92266 \text{ Mpa}$$

$$S'c = 568.93 \text{ Psi}$$

3.5.6.6. Coeficiente de Drenaje (Cd)

La metodología AASHTO 93 incorpora el coeficiente de drenaje, esta variable representa la probabilidad de que la estructura bajo la losa de concreto mantenga agua libre o humedad por un cierto tiempo.

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

$$Cd = 1.00$$

Tabla 45: Coeficiente de drenaje de las capas granulares Cd

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 (Pág.233)

3.5.6.7. Coeficiente de Transferencia de Carga (J)

Este parámetro expresa la capacidad de la estructura como transmisora de carga entre juntas y fisuras.

Su valor depende del tipo de pavimento rígido a construir, en nuestro caso tendremos berma, pero no se colocara pasadores; por lo que se elige un valor de j de 3.80.

Tabla 46: Coeficiente de transmisión 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	3.8

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos (Pág.233)

$$J = 3.80$$

3.5.6.8. Modulo elástico del concreto (Ec)

Este parámetro es importante para calcular el predimensionamiento de estructura de concreto.

El manual AASHTO 93 indica que el modulo elástico puede ser estimado utilizando la siguiente correlación:

$$E_c = 57,000 \times (f'c)^{0.5}; \quad (f'c \text{ en psi})$$

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

$$E_c = 57,000 \times (f'c)^{0.5}$$

$$E_c = 57,000 \times (3982.44)^{0.5}$$

$$E_c = 3,597,074,086$$

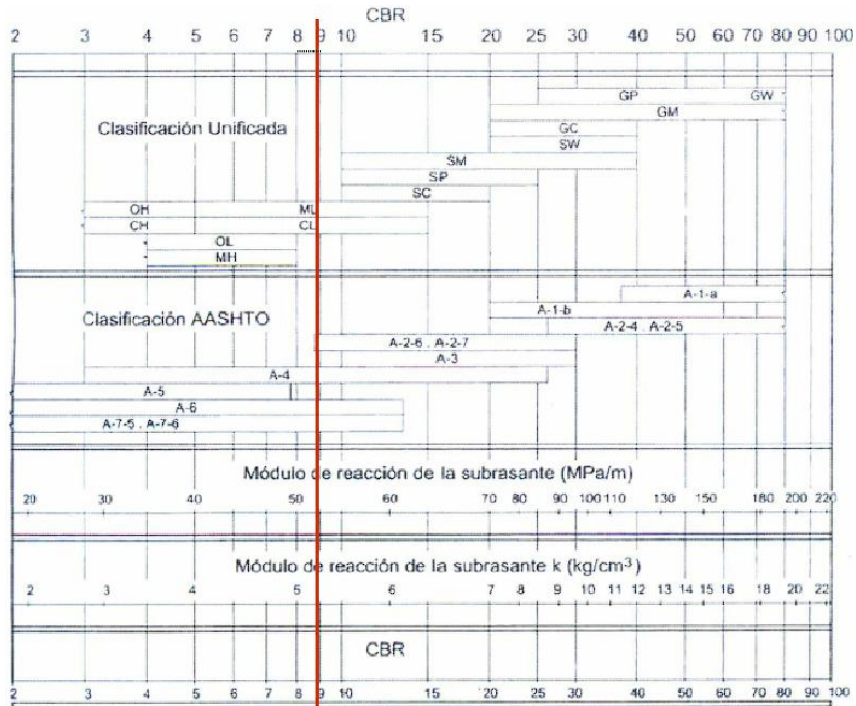
3.5.6.9. Módulo de Reacción del Terreno (Kc)

Esta variable se determina mediante el ensayo de placa, que tiene por objetivo determinar la presión que se debe ejercer para lograr la deformación, no obstante, la metodología AASHTO 93 utiliza una correlación que permite obtener este valor.

K = 52.23 MPa/m

K = 192.21 pci

Tabla 47: Correlación CBR Y Módulo de reacción de la sub rasante



Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos (Pág.230)

3.5.6.10. Cálculo del Espesor de la Losa de Diseño, D(plgs)

a. De forma analítica

$$\log_{10} W18 = Z_R * S_0 + 7.35 * \log_{10}(D + 1) - 0.06 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right]}{1 + \frac{1.624 * 10^7}{(D + 1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 * p_t) * \log_{10} \left[\frac{S'_c * C_d * (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 * J \left[D^{0.75} - \frac{18.42}{(E_c/k)^{0.25}} \right]} \right]$$

Datos:

W18	2,969,510.681
ZR	-1.037
So	0.35
Δ PSI	1.8
R	85%
pt	2.50
S'c (Psi)	568.93
Cd	1
J	3.8
Ec (Psi)	3,597,074.086
K (Pci)	192.21

Resolviendo la ecuación:

$$6.47268 = -0.36295 + 7.4874 - 0.06 + -0.2135 + 3.42 \times -0.11068$$

$$6.47 = 6.47$$

El numero estructural es:

D = 9.44

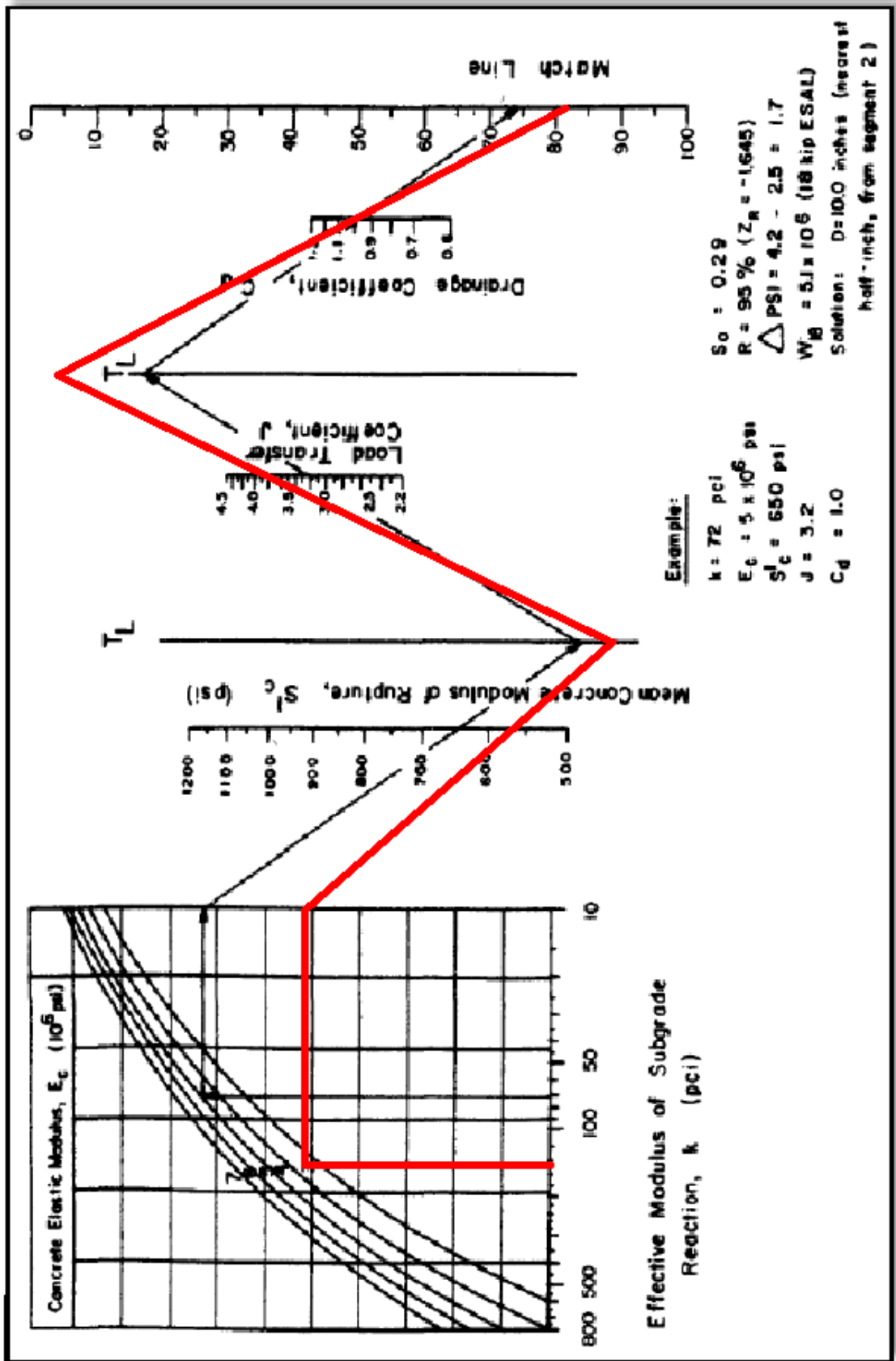
b. Calculo con el uso de programa de ecuación AASHTO 93

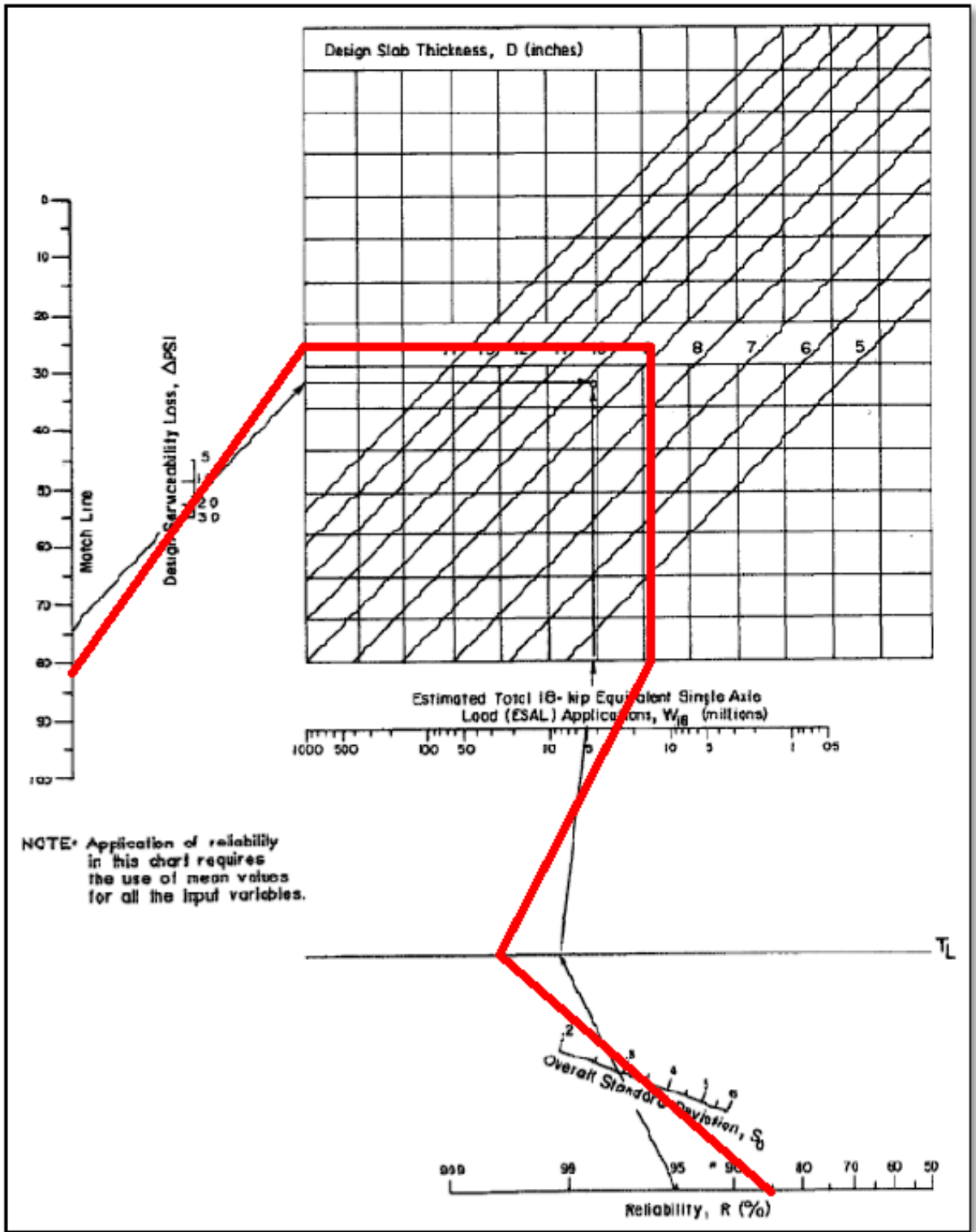
Figura 13: Calculo del D, en programa

Fuente: Programa Ecuación AASHTO 93

c. Calculo con el uso de nomograma

Figura 14: Calculo del espesor de la losa de concreto nomograma.





Fuente: Elaboración Propia.

D = 9.40

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

$$D = 9.44 \text{ plgs} = 24 \text{ cm}$$

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

Figura 15: Sección del Pavimento Rígido



Fuente: Elaboración Propia.

3.5.6.11. Cálculo de Juntas

El tamaño de la losa determina la disposición de las juntas transversales y longitudinales. La longitud de la losa no debe ser mayor a 1.25 veces el ancho y que no es mayor a 4.50m. En zonas de alturas mayores a 3000msnm se recomienda que las losas sean cuadradas.

El ancho de carril promedio de nuestro tramo es de 3.30m y como nuestra zona de estudio de encuentra a 3169msnm, además de estar sometida a cambios climáticos extremos se tomará en cuenta este criterio. Se consideró paños de 3.30m x 3.30m.

a. Juntas Longitudinales de contracción

Dividen los carriles de tránsito controlando el agrietamiento y figuración, se logran mediante un corte a la tercera parte del espesor de la losa con un disco de 3mm.

b. Juntas transversales de contracción

Se construyen transversalmente a la línea central del pavimento y están espaciadas para controlar la figuración y el agrietamiento, se colocarán a 3.30m, se logran mediante un corte a la tercera parte del espesor de la losa con un disco de 3mm.

c. Juntas transversales de construcción

Son las juntas generadas al final de la jornada de trabajo, se colocarán cada 4 paños, se logran mediante un corte a la tercera parte del espesor de la losa con un disco de 3mm.

d. Barras de amarre

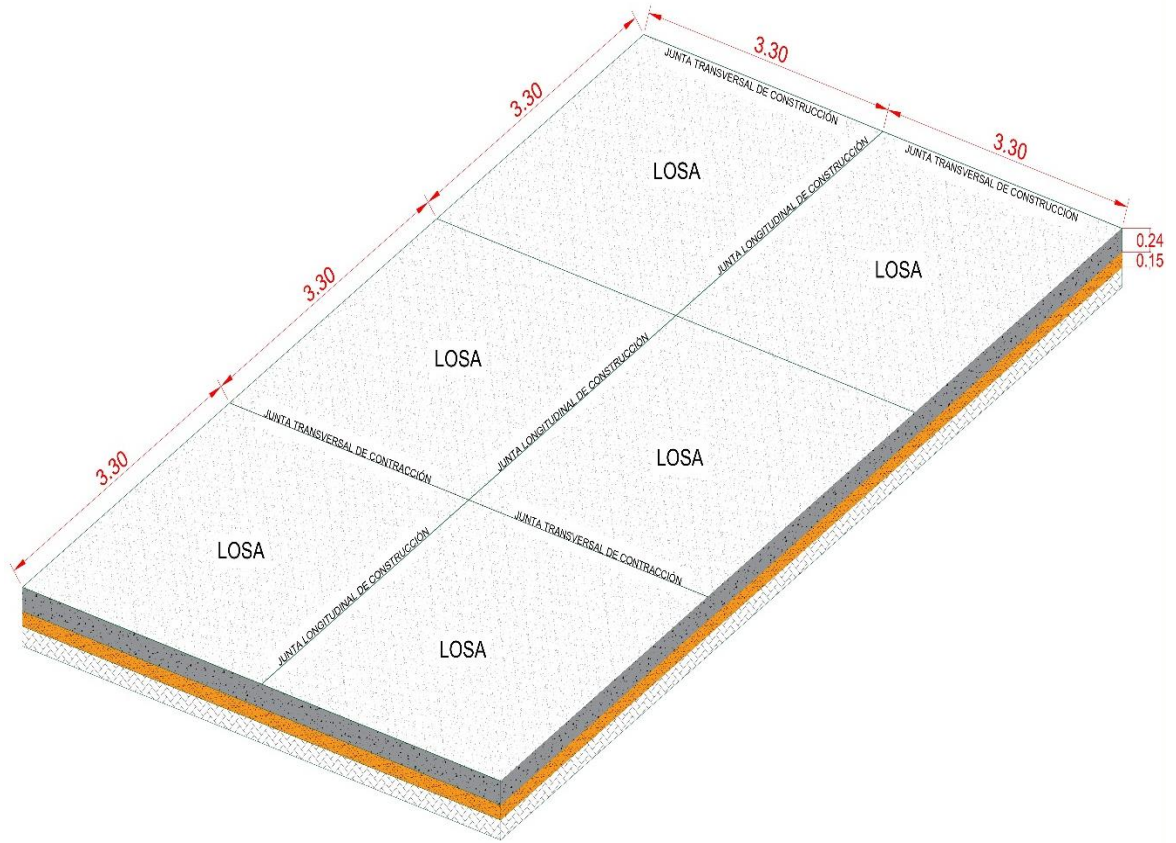
Son aceros corrugados colocados en la parte central de la junta longitudinal con el fin de anclar los carriles.

Tabla 48: Diámetros y longitudes recomendados en barras de amarres

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 (Pág.248)

Figura 16: Detalles de paño de la losa



Fuente: Elaboración Propia.

3.5.7. Presupuesto del pavimento flexible

S10

Página

1

Presupuesto

Presupuesto	0301106	DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO MÁS ÓPTIMO PARA LA VIA DE EVITAMIENTO NORTE TRAMO INTERSECCIÓN JR. JOSÉ BALTA CON AV. 15 DE AGOSTO - SAZÓN BAJO DE LA CIUDAD DE HUAMACHUCO - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD		
Subpresupuesto	001	Pavimento Flexible		
Cliente		MUNICIPALIDAD PROVINCIAL SACHEZ CARRION	Costo al	10/11/2020
Lugar		LA LIBERTAD - SANCHEZ CARRION - HUAMACHUCO		

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	PAVIMENTACION				1,992,751.62
01.01	OBRAS PRELIMINARES				88,116.80
01.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	21,480.00	1.03	22,124.40
01.01.02	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	m2	21,480.00	1.63	35,012.40
01.01.03	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE MAQUINARIAS	gb	1.00	30,980.00	30,980.00
01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				382,776.82
01.02.01	CORTE DE TERRENO HASTA NIVEL SUBRASANTE MATERIAL C/ EQUIPO	m3	10,095.60	7.17	72,385.45
01.02.02	ELIMINACION DE EXCEDENTE C/VQTE 15 M3 Y CARGADOR D>15 Km	m3	12,619.50	13.38	168,848.91
01.02.03	MEJORAMIENTO DE SUELO A NIVEL SUBRASANTE C/EQUIPO	m3	3,222.00	25.93	83,546.46
01.02.04	PERFILADO Y COMPACTACION DE LA SUB RASANTE CON EQUIPO PESADO	m2	21,480.00	2.70	57,996.00
01.03	CAPAS: SUB BASE Y BASE				641,392.80
01.03.01	SUB BASE GRANULAR e=15cm	m2	21,480.00	12.53	269,144.40
01.03.02	BASE GRANULAR e=22cm	m2	21,480.00	17.33	372,248.40
01.04	PAVIMENTO FLEXIBLE				880,465.20
01.04.01	BARRIDO DE BASE PARA IMPRIMACIÓN	m2	21,480.00	2.01	43,174.80
01.04.02	IMPRIMACIÓN ASFALTICA	m2	21,480.00	4.86	104,392.80
01.04.03	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE e=10cm	m2	21,480.00	34.12	732,897.60
	COSTO DIRECTO				1,992,751.62
	GASTOS GENERALES (10%)				199,275.16
	UTILIDAD (5%)				99,637.58
	SUB TOTAL				2,291,664.36
	IGV (18%)				412,499.58
	TOTAL PRESUPUESTO				2,704,163.94

3.5.8. Presupuesto del pavimento rígido

S10

Página

1

Presupuesto

Presupuesto 0301106 DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO MÁS ÓPTIMO PARA LA VIA DE EVITAMIENTO NORTE TRAMO INTERSECCIÓN JR. JOSÉ BALTA CON AV. 15 DE AGOSTO - SAZÓN BAJO DE LA CIUDAD DE HUAMACHUCO - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

Subpresupuesto 002 Pavimento Rígido

Cliente MUNICIPALIDAD PROVINCIAL SACHEZ CARRION Costo al 10/11/2020

Lugar LA LIBERTAD - SANCHEZ CARRION - HUAMACHUCO

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	PAVIMENTACION				2,900,962.40
01.01	OBRAS PRELIMINARES				88,116.80
01.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	21,480.00	1.03	22,124.40
01.01.02	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	m2	21,480.00	1.63	35,012.40
01.01.03	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE MAQUINARIAS	gib	1.00	30,980.00	30,980.00
01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				382,776.82
01.02.01	CORTE DE TERRENO HASTA NIVEL SUBRASANTE MATERIAL C/ EQUIPO	m3	10,095.60	7.17	72,385.45
01.02.02	ELIMINACION DE EXCEDENTE C/VQTE 15 M3 Y CARGADOR D>15 Km	m3	12,619.50	13.38	168,848.91
01.02.03	MEJORAMIENTO DE SUELO A NIVEL SUBRASANTE C/ EQUIPO	m3	3,222.00	25.93	83,546.46
01.02.04	PERFILADO Y COMPACTACION DE LA SUB RASANTE CON EQUIPO PESADO	m2	21,480.00	2.70	57,996.00
01.03	CAPAS: BASE DE AFIRMADO				296,638.80
01.03.01	BASE GRANULAR e=15cm	m2	21,480.00	13.81	296,638.80
01.04	PAVIMENTO RÍGIDO				2,056,475.88
01.04.01	LOSA DE CONCRETO e=24cm f'c = 280kg/cm2	m3	5,155.20	356.45	1,837,571.04
01.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO LATERAL DE PAVIMENTO RIGIDO	m2	2,878.97	38.51	110,869.13
01.04.03	ACERO EN JUNTA LONGITUDINAL Ø 5/8" LONG 79cm @91cm C/EXTREMO	kg	3,594.63	4.30	15,456.91
01.04.04	CURADO DE CONCRETO	m2	21,480.00	4.31	92,578.80
01.05	JUNTAS				76,954.10
01.05.01	JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN	m	4,842.00	12.78	61,880.76
01.05.02	JUNTAS DE CONTRACCIÓN	m	4,831.20	3.12	15,073.34
	COSTO DIRECTO				2,900,962.40
	GASTOS GENERALES (10%)				290,096.24
	UTILIDADES (5%)				145,048.12
	SUB TOTAL				3,336,106.76
	IGV (18%)				600,499.22
	TOTAL PRESUPUESTO				3,936,605.98

IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

- Para obtener el IMDA, se realizó el conteo vehicular durante 07 días, desde el sábado 26 de setiembre al viernes 02 de octubre del 2020, se tomó un periodo de diseño de 20 años y así poder realizar un análisis comparativo de los pavimentos, los resultados obtenidos del EAL anual fueron:

Vía de Evitamiento Norte tramo intersección José Balta con 15 de agosto – Sazón Bajo	PAVIMENTO FLEXIBLE	PAVIMENTO RÍGIDO
Nrep de EE 8.2tn	2,580,552.402	2,969,510.681

- Para el estudio de suelos se realizó 6 calicatas a una profundidad de 1.50 m con fines de pavimentar la Vía de Evitamiento norte tramo intersección José Balta con 15 de agosto – Sazón bajo de la ciudad de Huamachuco, encontramos que los suelos se caracterizan por ser una mezcla de arenas con finos en su mayoría son material arenoso arcilloso SC y areno limoso SM; identificado en el sistema SUCS y en el sistema AASHTO como un A-4(0) y A-2-4. Para fines de elegir el CBR se tomó en cuenta el Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos, que nos indica que para carreteras de segunda clase se realice un ensayo de CBR cada 1.50 km; en nuestro caso se realizó 3 ensayos CBR cada 1 km, eligiendo el más desfavorable ya que los valores no son similares.

N° CALICATA	DENSIDAD SECA MÁXIMA (g/cm³)	HUMEDAD OPTIMA (%)	CBR%
C – 1	2.007	8.30	-
C – 2	2.013	9.10	8.90
C – 3	1.995	9.00	-
C – 4	2.009	8.70	14.70
C – 5	2.003	8.30	-
C – 6	2.029	8.60	30.50

Lo cual resulto un CBR de diseño de 8.90%

- El estudio CBR arrojó que la subrasante es un suelo expansivo por lo que se propuso un mejoramiento tomando en cuenta el Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos.
- Para ambos tipos de pavimento se utilizó los parámetros de diseño estipulados en el manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos, baso en la guía AASHTO 93

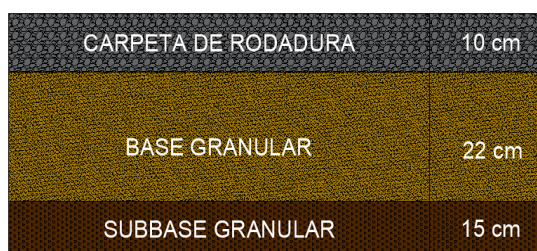
Tabla 49: Parámetros de diseño para los tipos de pavimentos

PARAMETROS	PAVIMENTO FLEXIBLE	PAVIMENTO RÍGIDO
(W18) Numero de Ejes Equivalentes de 8.2 toneladas	2,580,552.402	2,969,510.681
(Mr) Modulo de Resiliencia	10,351.430	-
(Ec) Modulo Elástico del Concreto	-	3,597,074.086
(S´c) Modulo de Rotura del Concreto	-	568.93
(Zr) Coeficiente estadístico de Desviación Estándar Normal	-1.037	-1.037
(So) Desviación Estándar Combinada	0.45	0.35
(K) Módulo de Reacción de la Subrasante	-	192.21
(Cd) Coeficiente de Drenaje	1.00	1.00
(Pi) Índice de Serviciabilidad Inicial	4.00	4.30
(Pt) Índice de Serviciabilidad Final	2.50	2.50
(ΔPSI) Variación de Serviciabilidad	1.50	1.80
(J) Coeficiente de Transferencia de Carga	-	3.8

Fuente: Elaboración propia.

- Espesores calculados para ambos tipos de pavimento según la metodología AASHTO 93

PAVIMENTO FLEXIBLE



PAVIMENTO RÍGIDO



- Presupuesto obtenido no se tomó en consideración el costo de mantenimiento.

Tabla 50: Cuadro comparativo para ambos tipos de pavimentos

PARAMETROS	TIPOS DE PAVIMENTOS	
	PAVIMENTO FLEXIBLE	PAVIMENTO RÍGIDO
DISTANCIA DEL PROYECTO (KM)	3+255 Km	3+255 Km
COSTO DE EJECUCIÓN	S/1,992,751.62	S/2,990,962.40
PRESUPUESTO TOTAL(GG+UTILIDADES+IGV)	S/2,704,163.94	S/3,936,605.98
PLAZO DE EJECUCIÓN	105 días	145 días
MANTENIMIENTO PERIÓDICO RUTINARIO	5 Años	10 Años
PERIODO DE DISEÑO	20 Años	20 Años

Fuente: Elaboración propia.

V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

- El valor del IMDA ira incrementando pasados los años, en los que se hará más indispensable la pavimentación de esta vía es por eso que se propone el diseño estructura para dicho tramo, donde se beneficie al distrito de Huamachuco y a todos los que circulen por esta vía.
- Haciendo proyecciones del tráfico se tomó en cuenta la tasa de crecimiento poblacional de la ciudad de Huamachuco que resulto de 2.46% y un periodo de diseño de 20 años, para el cálculo del factor de vehículo pesado en pavimentos flexibles se obtuvo para camiones de dos ejes 3.477, camiones de tres ejes 2.526 y semi trailer un valor de 3.758; en los pavimentos rígidos se obtuvo para camiones de dos ejes 3.529, camiones de tres ejes 3.406 y semi trailer un valor de 6.390 esto se define como el número de ejes equivalentes promedio por tipo de vehículo pesado.
- Los resultados de suelos, nuestras que los suelos se caracterizan por ser una mezcla de arenas y finos de material arcilloso y arenas limosas. Para el valor del CBR se escogió el más desfavorable ya que los resultados no eran similares (8.90%), se tomó este valor de acuerdo a lo estipulado en el Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos, basada en la guía AASHTO 93.
- En los ensayos del CBR muestra que los suelos presentan expansiones por lo que es necesario realizar una estabilización de suelos, se propuso la estabilización de suelos con cemento tomando en cuenta lo estipulado en el Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos.
- Para el diseño de pavimento flexible y rígido se trabajó con guía AASHTO 93 y el Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos que está basada en esta, donde se determinó los espesores para el pavimento flexible: carpeta de rodadura de 10cm, una base de 22cm y una sub base de 15cm y para el pavimento rígido una losa de concreto de 24cm y una base de 15cm.

VI. CONCLUSIONES

- Al realizar el estudio de tráfico se concluye que gran parte del flujo vehicular consta de mototaxis, camionetas, combis y camiones de dos ejes.
- Al realizar el estudio de suelos se obtuvo un CBR= 8.90%; pero al presentar expansiones se debe realizar una estabilización de suelos.
- Con respecto al levantamiento topográfico se determina que su topografía es plana presentando una pendiente máxima del 2%, en consecuencia, se hace un mínimo movimiento de tierra.
- El diseño estructural del pavimento flexible y rígido, obedece a los parámetros establecidos en la guía AASHOT 93, tomando en cuenta el tránsito, las propiedades mecánicas del suelo, condiciones climáticas, drenaje y los niveles de servicialidad y confiabilidad.
- Según el diseño y cálculo se obtuvo que el costo total del pavimento flexible es S/ 1,992,751.62 y el costo del pavimento rígido es de S/2,990,962.40; el costo del pavimento rígido es 50% más que el pavimento flexible.
- Se concluye que por temas económicos el pavimento flexible es el más cómodo, por lo tanto, dependerá de las autoridades respectivas tomar la decisión acerca de qué tipo de pavimento emplear.

VII. RECOMENDACIONES

- Las vías deben construirse bajo especificaciones técnicas y supervisión continua para asegurar su durabilidad y mantenibilidad durante el período de diseño.
- En el estudio de tráfico se recomienda que el conteo vehicular se realice las 24 horas del día los 7 días de la semana para obtener un numero de ejes equivalentes real.
- Realizar el ensayo de CBR de la subransante, teniendo en cuenta la cantidad que especifica el manual de Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Sección: Suelos y Pavimentos.
- Respetar los parámetros de diseño considerados, durante la ejecución del proyecto.
- Los dos tipos de pavimentos presentan optimas características, si se ejecutan adecuadamente.
- Se recomienda que, por temas de durabilidad, comportamiento ante presencia de precipitaciones y cambios climáticos el pavimento rígido sería el pavimento más óptimo a escoger, sin embargo, su costo de ejecución es de un 50% mayor que el pavimento flexible, pero el costo de su mantenimiento es menor y se realiza en tiempos prolongados.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AASHTO GUIDE FOR Design of Paviment Structures 1993

Becerra Salas M. (2012). *Tópicos de Pavimentos de Concreto: Diseño, Construcción y Supervisión*. Recuperado de <https://www.academia.edu/>

Garber N. J. y Hoel L. A. (2005). *Ingeniería de Transito y de Carreteras*. (3era Ed). México, México: International Thomson Editores.

Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial. (2018). Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Kraemer C., Pardillo J. M., Rocci S., Romana M. G., Sánchez V., del Val M. A. (2004). *Ingeniería de Carreteras*. España, Madrid: McGRAW HILL/Interamericana de España.

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

Montejo Fonseca A. (2002). *Ingeniería De Pavimentos (3era Ed.)* Bogotá, Colombia: Ágora Editores.

Olivera, F. (1996). *Estructuración de vías terrestres (2da Ed)*. México: Compañía Editorial Continental.

Ramírez y Zavaleta (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*. Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo.

Ruiz y Rodríguez (2016). *Comparación Técnico - Económica del Pavimento Rígido y Pavimento Flexible en Nicaragua. Estudio de Caso: Tramo Unikwas - Mulukuku*. Universidad Autónoma de Nicaragua UNAN -MANAGUA

Vega (2018). *Diseño de los Pavimentos de la Carretera de acceso al Nuevo Puerto de Yurimaguas (km 1+000 a 2+000)*. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.

Chancan y Lescano (2019). *Estudio Comparativo del Pavimento Rígido y Flexible e Implementación de Drenaje Pluvial para Optimizar la Transitabilidad en la Av. Miraflores-Trujillo-2018*. Universidad Cesar Vallejo, Trujillo.

IX. ANEXO

FOTOS DE LA ZONA DE ESTUDIO







ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

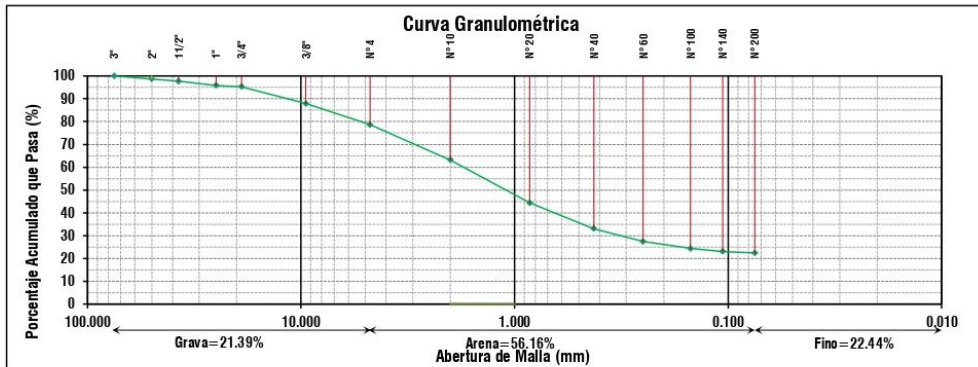
	TERRASLAB E.I.R.L.	FORMATO F-AG-002
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	RUC 20605832688
	ASTM D6913 / D6913M - 17	
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS		

PROYECTO : *DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO MÁS ÓPTIMO PARA LA VÍA DE EVITAMIENTO NORTE TRAMO INTERSECCIÓN JR. JOSÉ BALTA CON AV. 15 DE AGOSTO - SAZÓN BAJO DE LA CIUDAD DE HUAMACHUCO - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD*			
SOLICITANTE : BR. ARTEAGA DOMINGUEZ, INDIRA JACQUELINE BR. FLORES VEGA, FÁTIMA TATIANA		FECHA : 04/10/2020	CALICATA : CA-001
DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD	PROVINCIA : SÁNCHEZ CARRIÓN	PROF. CAL. : 1.50m	ESTE 9135388.83 m
DISTRITO : HUAMACHUCO	MATERIAL : TERRENO NATURAL	COTA : -N.E.-	NORTE 826238.6 m

DATOS DE ENSAYO	1ra Separación	Tamizado Simple / Fracción
Tamiz de Separación	N°04	<N°04
Pasa el Tamiz	---	N°04
Masa Total Seca antes de la Separación (gr)	22,849.1	
Masa Total Seca >N°04 (gr)	6,004.3	
Masa Total Seca < N°04 (gr)	16,844.8	1,517.12
Masa Lavada Seca (gr)	4,926.0	1,067.32
Σ de Masa Retenida (gr)	4,901.6	1,083.96

CRITERIO	0.5	0.5
Fase de ensayo	Lavado	Tamizado
1ra Separación	---	0.49
2da Separación	0.04	0.31
Diferencia con Masa Inicial		433.17
Diferencia entre MLS y MLSR		3.37
Diferencia entre MLS y MLST		2.77

Tamiz N°	Abertura (mm)	Fracción Gruesa de Separación	Fracción Fina Tamizado Simple (0.01 gr)	Retenido en Tamiz Separador (%)	Factor de Tamizado	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	Acumulado Pasa (%)	Esp.		RESUMEN DE RESULTADOS	
									Min.	Máx.		
3"	75.000	0.0			0.0043765	0.00	0.00	100.00			% Grava:	21.39 %
2"	50.000	306.5			0.0043765	1.34	1.34	98.66			% Arena:	56.16 %
1 1/2"	37.500	210.1			0.0043765	0.92	2.26	97.74			% Fino:	22.44 %
1"	25.000	428.3			0.0043765	1.87	4.14	95.86			Tamiz N°4:	78.61 %
3/4"	19.000	132.5			0.0043765	0.58	4.72	95.28			Tamiz N° 200:	22.44 %
3/8"	9.500	1,691.7			0.0043765	7.40	12.12	87.88			D10:	N.P.
N° 4	4.750	2,119.2			0.0043765	9.27	21.39	78.61			D30:	N.P.
N° 10	2.000	13.3	298.50	0.27	0.0518129	15.47	36.86	63.14			D60:	N.P.
N° 20	0.850		362.05		0.0518129	18.76	55.62	44.38			Ceaf. Uniformidad:	
N° 40	0.425		218.60		0.0518129	11.33	66.94	33.06			Ceaf. Curvatura:	
N° 60	0.250		108.15		0.0518129	5.60	72.55	27.45			Cont. Humedad (W):	8.31 %
N° 100	0.150		59.30		0.0518129	3.07	75.62	24.38			Límite Líquido:	33
N° 140	0.106		25.46		0.0518129	1.32	76.94	23.06			Límite Plástico:	14
N° 200	0.075		11.90		0.0518129	0.62	77.56	22.44			Índice de Plasticidad:	19
Fondo	< 0.075		0.60		0.0518129	22.44	100.00	0.00			Clasificación SUCS	SC
Σ	Total	4,901.6	1,083.96								Clasificación AASHTO	A-2-6(1)



TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio EM	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CQC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
		

	TERRASLAB E.I.R.L.	FORMATO F-LC-001
	LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	RUC 20605832688
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	

PROYECTO :	"DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO MÁS ÓPTIMO PARA LA VÍA DE EVITAMIENTO NORTE TRAMO INTERSECCIÓN JR. JOSÉ BALTA CON AV. 15 DE AGOSTO - SAZÓN BAJO DE LA CIUDAD DE HUAMACHUCO - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD"		
SOLICITANTE :	BR. ARTEAGA DOMINGUEZ, INDIRA JACQUELINE BR. FLORES VEGA, FÁTIMA TATIANA	FECHA :	04/10/2020
DEPARTAMENTO :	LA LIBERTAD	PROVINCIA :	SÁNCHEZ CARRIÓN
DISTRITO :	HUAMACHUCO	PROF. CAL. :	1.50m
	MATERIAL :	COTA :	-N.E.-
		ESTE	9135388.83 m
		NORTE	826238.6 m

LÍMITES DE CONSISTENCIA - ASTM D4318

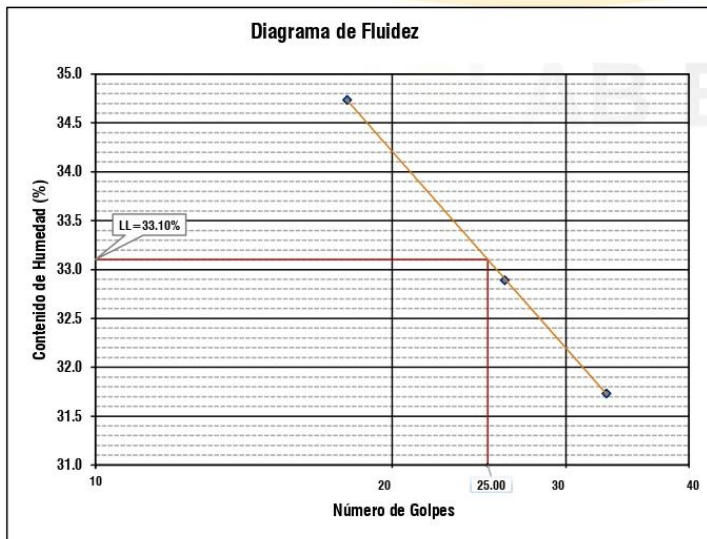
ANÁLISIS DE LÍMITE PLÁSTICO ASTM D4318		
Ensayo N°	1	2
Recipiente N°	R-1	R-2
W. Rec. + W. Suelo Hum. (gr)	29.78	31.35
W. Rec. + W. Suelo Seco (gr)	27.93	29.60
W. Agua Contendida (gr)	1.85	1.75
W. Recipiente (gr)	15.34	15.60
W. Suelo Seco (gr)	12.59	14.00
Contenido de Hum. - W. (%)	14.69	12.50
Cantidad mínima requerida (gr)	o.k	o.k
Límite Plástico	14	

ASTM D2216 Estándar test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.

ANÁLISIS DE LÍMITE LÍQUIDO ASTM D4318			
Ensayo N°	1	2	3
Recipiente N°	R-3	R-4	R-5
Número de Golpes	33	26	18
W. Rec. + W. Suelo Hum. (gr)	41.95	42.57	45.12
W. Rec. + W. Suelo Seco (gr)	35.60	35.85	37.45
W. Agua Contendida (gr)	6.35	6.72	7.67
W. Recipiente (gr)	15.59	15.42	15.37
W. Suelo Seco (gr)	20.01	20.43	22.08
Contenido de Hum. - W. (%)	31.73	32.89	34.74
Límite Líquido	33		

ASTM D2216 Estándar test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.

Método de ensayo	<input checked="" type="checkbox"/> Multipunto	<input type="checkbox"/> Unipunto	Agua usada	<input checked="" type="checkbox"/> Potable	<input type="checkbox"/> Destilada
Método de preparación	<input type="checkbox"/> Homo	<input checked="" type="checkbox"/> Ambiente	Método de preparación	<input type="checkbox"/> Horno	<input checked="" type="checkbox"/> Ambiente
Método de secado	<input checked="" type="checkbox"/> Homo	<input type="checkbox"/> Ambiente	Método de secado	<input checked="" type="checkbox"/> Horno	<input type="checkbox"/> Ambiente



RESUMEN DE RESULTADOS	
Límite Líquido:	33
Límite Plástico:	14
Índice de Plasticidad:	19
Cont. Humedad (W):	8.31 %
Densidad Húmeda (g/cm³):	--
Densidad Seca (g/cm³):	--
OTROS ÍNDICES	
Colapsabilidad de Gibbs:	--
Índice de Consistencia (Ic):	1.30
Índice de Líquidez (I_L):	-0.30
Índice de Compresibilidad (C_c):	0.21
Contracción Lineal (C_L):	--
Índice de Flujo (I_f):	11.42
Índice de Tenacidad (h):	1.66

TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio de EM	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CQC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
		

	TERRASLAB E.I.R.L.	FORMATO F-CH-001
	CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216 - 19	RUC 20605832688
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	

PROYECTO :	"DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO MÁS ÓPTIMO PARA LA VÍA DE EVITAMIENTO NORTE TRAMO INTERSECCIÓN JR. JOSÉ BALTA CON AV. 15 DE AGOSTO - SAZÓN BAJO DE LA CIUDAD DE HUAMACHUCO - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD"		
SOLICITANTE :	BR. ARTEAGA DOMINGUEZ, INDIRA JACQUELINE BR. FLORES VEGA, FÁTIMA TATIANA	FECHA :	04/10/2020
DEPARTAMENTO :	LA LIBERTAD	PROVINCIA :	SÁNCHEZ CARRIÓN
DISTRITO :	HUAMACHUCO	MATERIAL :	TERRENO NATURAL
		PROF. CAL. :	1.50m
		ESTE	9135388.83 m
		COTA :	-N.E.-
		NORTE	826238.6 m

MUESTREADO POR :	SOLICITANTE
ENSAYADO POR :	LUIS JHONATAN AGUILAR INFANTES
ESTRATO :	N.E.

CONTENIDO DE HUMEDAD - ASTM D2216 - 19

MÉTODO DE SECADO :	Horno 60 ± 5 C°	PROCEDENCIA DE LA MUESTRA :	Cantera de Acopio
MÉTODO DE REPORTE :	"B"	PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO :	Integral
MATERIALES EXCLUIDOS :	Ninguno	TAMIZ SEPARADOR :	Ninguno
PRECISIÓN :	1.00%	MÉTODO DE REPORTE DE RESULTADOS :	"A"

ANÁLISIS DE HUMEDAD NATURAL ASTM D2216			
Ensayo N°	1	2	3
Recipiente N°	CA 01 - A	CA 01 - B	CA 01 - C
W. Rec. + W. Suelo Hum. (gr)	142.17	144.45	146.57
W. Rec. + W. Suelo Seco (gr)	132.11	134.80	136.36
W. Agua Contenida (gr)	10.06	9.65	10.21
W. Recipiente (gr)	14.88	14.03	14.17
W. Suelo Seco (gr)	117.23	120.77	122.19
Contenido de Hum. - W. (%)	8.58	7.99	8.36
Con. de Hum. - W. Prom. (%)	8.31		

Referencia: ASTM D2216 Standar Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass.

OBSERVACIONES : _____

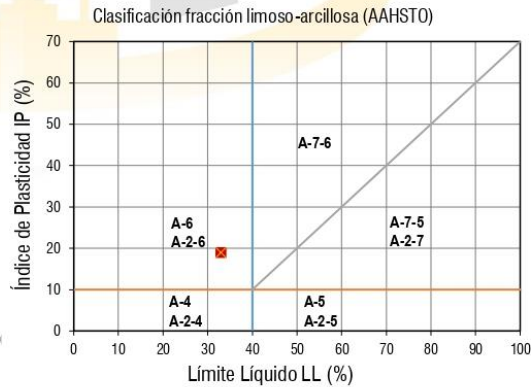
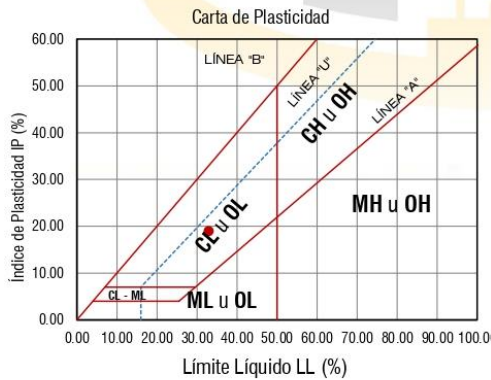
TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio de Estudios Mecánicos	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CQC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
 LUIS JHONATAN AGUILAR INFANTES BACH. INGENIERIA CIVIL DNI N° 7272611	 LUIS MARTÍN BACH. INGENIERIA CIVIL JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS INGENIERO CIVIL REG. CIP 114393	

	TERRASLAB E.I.R.L.	FORMATO F-CS-001
	CLASIFICACIÓN DE SUELOS ASTM D2487 / AASHTO M145	RUC 20605832688
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	

PROYECTO :	"DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO MÁS ÓPTIMO PARA LA VÍA DE EVITAMIENTO NORTE TRAMO INTERSECCIÓN JR. JOSÉ BALTA CON AV. 15 DE AGOSTO - SAZÓN BAJO DE LA CIUDAD DE HUAMACHUCO - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD"		
SOLICITANTE :	BR. ARTEAGA DOMINGUEZ, INDIRA JACQUELINE BR. FLORES VEGA, FÁTIMA TATIANA	FECHA : 04/10/2020	CALICATA : CA-001
DEPARTAMENTO :	LA LIBERTAD	PROVINCIA : SÁNCHEZ CARRIÓN	PROF. CAL. : 1.50m
DISTRITO :	HUAMACHUCO	MATERIAL : TERRENO NATURAL	ESTE : 9135388.83 m NORTE : 826238.6 m

MUESTREO POR :	SOLICITANTE
ENSAYADO POR :	LUIS JHONATAN AGUILAR INFANTES
ESTRATO :	N.E.

CLASIFICACIÓN DE SUELOS: SUCS (ASTM D - 2487) / AASHTO (AASHTO M145)		
Naturaleza	Suelo de partículas gruesas.	Material granular.
Características	Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio).	Excelente a bueno como subgrado.
Tipo	Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio).	Índice de Grupo (IG)
Descripción	Arena arcillosa con grava. con bloques	Grava y arena arcillosa o limosa.
Símbolo de Grupo	SC	A-2-6
Clasificación	Arena arcillosa con grava. con bloques SC	Grava y arena arcillosa o limosa. A-2-6 (1)
Terreno Fundación:	--	--



OBSERVACIONES :

TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio de Estudios Mecánicos	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CQC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
 LUIS JHONATAN AGUILAR INFANTES BACH. INGENIERÍA CIVIL DNI N° 70923041	 LUIS MARTINI ARELY POMAR JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS INGENIERO CIVIL REG. CIP 14303	

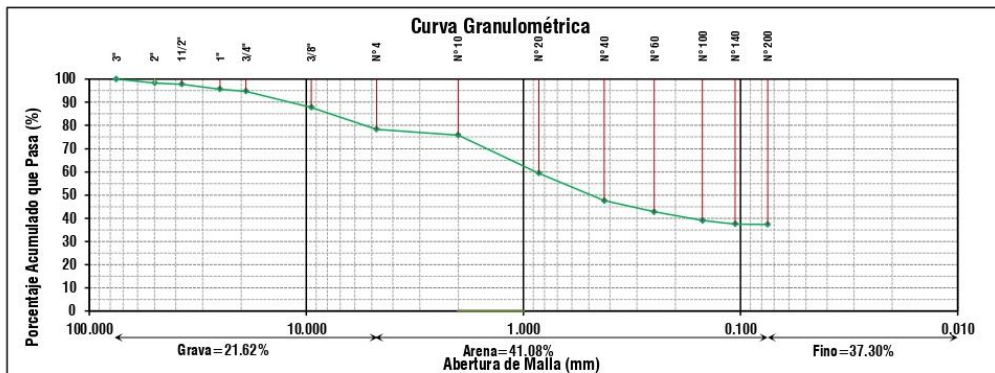
	TERRASLAB E.I.R.L.	FORMATO F-AG-001
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	RUC 20605832688
	ASTM D6913 / D6913M - 17	
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS		

PROYECTO : "DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO MÁS ÓPTIMO PARA LA VÍA DE EVITAMIENTO NORTE TRAMO INTERSECCIÓN JR. JOSÉ BALTA CON AV. 15 DE AGOSTO - SAZÓN BAJO DE LA CIUDAD DE HUAMACHUCO - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD"			
SOLICITANTE : BR. ARTEAGA DOMÍNGUEZ, INDIRA JACQUELINE BR. FLORES VEGA, FÁTIMA TATIANA		FECHA : 04/10/2020	CALICATA : CA-002
DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD	PROVINCIA : SÁNCHEZ CARRIÓN	PROF. CAL. : 1.50m	ESTE 9135352.00 m
DISTRITO : HUAMACHUCO	MATERIAL : SUBRASANTE	COTA : -N.E.-	NORTE 826720.5 m

DATOS DE ENSAYO	1ra Separación	Tamizado Simple / Fracción
Tamiz de Separación	Nº04	<Nº04
Pasa el Tamiz	---	Nº04
Masa Total Seca antes de la Separación (gr)	23,326.4	
Masa Total Seca >Nº04 (gr)	6,481.7	
Masa Total Seca < Nº04 (gr)	16,844.8	1,034.60
Masa Lavada Seca (gr)	5,317.6	542.90
Σ de Masa Retenida (gr)	5,288.9	542.20

CRITERIO	0.5	0.5
Fase de ensayo	Lavado	Tamizado
1ra Separación	---	0.54
2da Separación	0.06	0.13
Diferencia con Masa Inicial		492.40
Diferencia entre MLS y MLSR		0.70
Diferencia entre MLS y MLST		0.10

Tamiz Nº	Abertura (mm)	Fracción Gruesa de Separación	Fracción Fina Tamizado Simple (0.01 gr)	Retenido en Tamiz Separador (%)	Factor de Tamizado	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	Acumulado Pasa (%)	Esp.		RESUMEN DE RESULTADOS	
									Min.	Máx.		
3"	75.000	0.0			0.0042870	0.00	0.00	100.00			% Grava:	21.62 %
2"	50.000	383.9			0.0042870	1.65	1.65	98.35			% Arena:	41.08 %
1 1/2"	37.500	132.6			0.0042870	0.57	2.21	97.79			% Fino:	37.30 %
1"	25.000	505.8			0.0042870	2.17	4.38	95.62			Tamiz Nº4:	78.38 %
3/4"	19.000	210.0			0.0042870	0.90	5.28	94.72			Tamiz Nº40:	47.57 %
3/8"	9.500	1,614.2			0.0042870	6.92	12.20	87.80			Tamiz Nº 200:	37.30 %
Nº 4	4.750	2,196.7			0.0042870	9.42	21.62	78.38			D10:	N.P.
Nº 10	2.000	245.7	33.30	4.65	0.0757588	2.52	24.14	75.86			D30:	N.P.
Nº 20	0.850		216.50		0.0757588	16.40	40.54	59.46			D60:	N.P.
Nº 40	0.425		156.90		0.0757588	11.89	52.43	47.57			Coeff. Uniformidad:	
Nº 60	0.250		63.50		0.0757588	4.81	57.24	42.76			Coeff. Curvatura:	
Nº 100	0.150		49.60		0.0757588	3.76	61.00	39.00			Cont. Humedad (W):	7.63 %
Nº 140	0.106		20.30		0.0757588	1.54	62.54	37.46			Limite Líquido:	24
Nº 200	0.075		2.10		0.0757588	0.16	62.70	37.30			Limite Plástico:	14
Fondo	< 0.075		0.60		0.0757588	0.16	62.70	37.30			Indice de Plasticidad:	10
Σ	Total	5,288.9	542.20		0.0757588	37.30	100.00	0.00			Clasificación SUCS	SC
											Clasificación AASHTO	A-4(0)



TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio EM	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CQC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
 LUIS YANATAN AGUILAR INANTES SUB GERENTE DE OPERACIONES DE SUAVES BACH. INGENIERO CIVIL DNI N° 8277301	 LUIS MARTÍN SARRIEV POMÁ JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS INGENIERO CIVIL REG. CIP 114382	

 TERRASLAB E.I.R.L.	TERRASLAB E.I.R.L.	FORMATO	F-LC-001
	LÍMITES DE CONSISTENCIA	RUC	20605832688
	ASTM D4318		
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS		

PROYECTO :	"DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO MÁS ÓPTIMO PARA LA VÍA DE EVITAMIENTO NORTE TRAMO INTERSECCIÓN JR. JOSÉ BALTA CON AV. 15 DE AGOSTO - SAZÓN BAJO DE LA CIUDAD DE HUAMACHUCO - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD"		
SOLICITANTE :	BR. ARTEAGA DOMINGUEZ, INDIRA JACQUELINE BR. FLORES VEGA, FÁTIMA TATIANA	FECHA : 04/10/2020	CALICATA : CA-002
DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD	PROVINCIA : SÁNCHEZ CARRIÓN	PROF. CAL. : 1.50m	ESTE : 9135352.00 m
DISTRITO : HUAMACHUCO	MATERIAL : SUBRASANTE	COTA : -N.E.-	NORTE : 826720.5 m

LÍMITES DE CONSISTENCIA - ASTM D4318

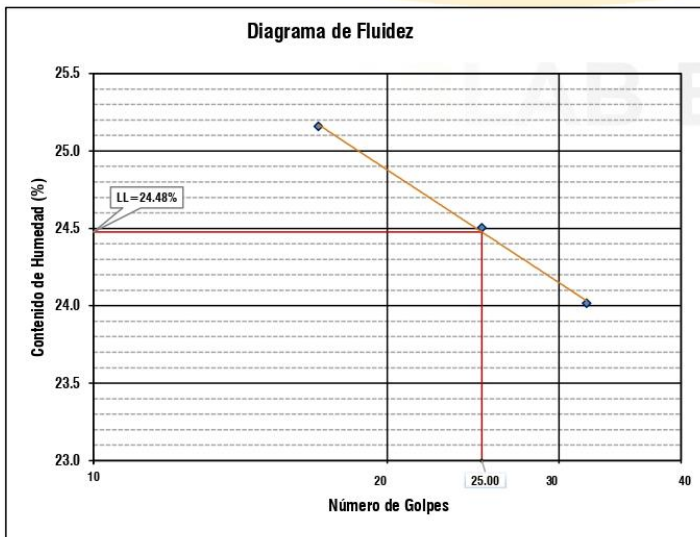
ANÁLISIS DE LÍMITE PLÁSTICO ASTM D4318		
Ensayo N°	1	2
Recipiente N°	R - 1	R - 2
W. Rec. + W. Suelo Hum. (gr)	39.71	41.66
W. Rec. + W. Suelo Seco (gr)	36.76	38.53
W. Agua Contenida (gr)	2.95	3.13
W. Recipiente (gr)	15.38	15.50
W. Suelo Seco (gr)	21.38	23.03
Contenido de Hum. - W. (%)	13.80	13.59
Cantidad mínima requerida (gr)	o.k	o.k
Límite Plástico	14	

ASTM D2216 Estándar test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.

ANÁLISIS DE LÍMITE LÍQUIDO ASTM D4318			
Ensayo N°	1	2	3
Recipiente N°	R - 3	R - 4	3.00
Número de Golpes	32	25	17
W. Rec. + W. Suelo Hum. (gr)	43.02	34.25	48.59
W. Rec. + W. Suelo Seco (gr)	37.71	30.55	41.89
W. Agua Contenida (gr)	5.31	3.70	6.70
W. Recipiente (gr)	15.60	15.45	15.26
W. Suelo Seco (gr)	22.11	15.10	26.63
Contenido de Hum. - W. (%)	24.02	24.50	25.16
Límite Líquido	24		

ASTM D2216 Estándar test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.

Método de ensayo	<input checked="" type="checkbox"/> Multipunto	<input type="checkbox"/> Unipunto	Agua usada	<input checked="" type="checkbox"/> Potable	<input type="checkbox"/> Destilada
Método de preparación	<input type="checkbox"/> Homo	<input checked="" type="checkbox"/> Ambiente	Método de preparación	<input type="checkbox"/> Horno	<input checked="" type="checkbox"/> Ambiente
Método de secado	<input checked="" type="checkbox"/> Homo	<input type="checkbox"/> Ambiente	Método de secado	<input checked="" type="checkbox"/> Horno	<input type="checkbox"/> Ambiente



RESUMEN DE RESULTADOS	
Límite Líquido:	24
Límite Plástico:	14
Índice de Plasticidad:	10
Cont. Humedad (W):	7.63 %
Densidad Húmeda (g/cm³):	--
Densidad Seca (g/cm³):	--
OTROS ÍNDICES	
Colapsabilidad de Gibbs:	--
Índice de Consistencia (Ic):	1.64
Índice de Liquidez (I _L):	-0.64
Índice de Compresibilidad (C _c):	0.13
Contracción Lineal (C _L):	--
Índice de Flujo (I _f):	4.14
Índice de Tenacidad (I _t):	2.42

TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio de EM	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CQC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
		

	TERRASLAB E.I.R.L.	FORMATO F-CH-001
	CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216 - 19	RUC 20605832688
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	

PROYECTO : "DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO MÁS ÓPTIMO PARA LA VÍA DE EVITAMIENTO NORTE TRAMO INTERSECCIÓN JR. JOSÉ BALTA CON AV. 15 DE AGOSTO - SAZÓN BAJO DE LA CIUDAD DE HUAMACHUCO - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD"			
SOLICITANTE : BR. ARTEAGA DOMINGUEZ, INDIRA JACQUELINE BR. FLORES VEGA, FÁTIMA TATIANA		FECHA : 04/10/2020	CALICATA : CA-002
DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD	PROVINCIA : SÁNCHEZ CARRIÓN	PROF. CAL. : 1.50m	ESTE 9135352.00 m
DISTRITO : HUAMACHUCO	MATERIAL : SUBRASANTE	COTA : -N.E.-	NORTE 826720.5 m

MUESTREADO POR : SOLICITANTE
ENSAYADO POR : LUIS JHONATAN AGUILAR INFANTES
ESTRATO : N.E.

CONTENIDO DE HUMEDAD - ASTM D2216 - 19

MÉTODO DE SECADO : Horno 60 ± 5 C°	PROCEDENCIA DE LA MUESTRA : Cantera de Acopio
MÉTODO DE REPORTE : "B"	PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO : Integral
MATERIALES EXCLUIDOS : Ninguno	TAMIZ SEPARADOR : Ninguno
PRECISIÓN : 1.00%	MÉTODO DE REPORTE DE RESULTADOS : "A"

ANÁLISIS DE HUMEDAD NATURAL			
ASTM D2216			
Ensayo N°	1	2	3
Recipiente N°	CA 02 - A	CA 02 - B	CA 02 - C
W. Rec. + W. Suelo Hum. (gr)	266.00	225.91	246.70
W. Rec. + W. Suelo Seco (gr)	249.46	209.56	230.54
W. Agua Contenida (gr)	16.54	16.35	16.16
W. Recipiente (gr)	13.80	15.38	13.92
W. Suelo Seco (gr)	235.66	194.18	216.62
Contenido de Hum. - W. (%)	7.02	8.42	7.46
Con. de Hum. - W. Prom. (%)	7.63		

Referencia: ASTM D2216 Standar Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass.

OBSERVACIONES :

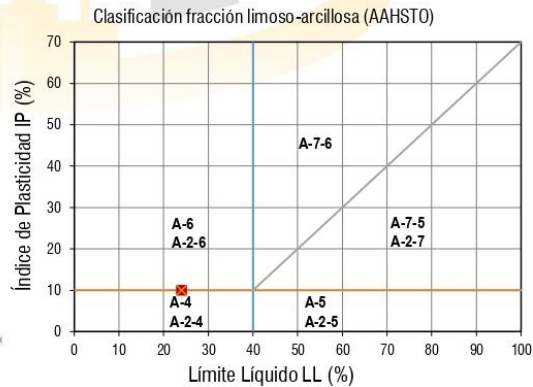
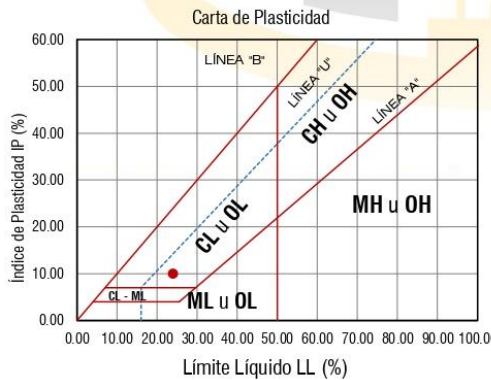
TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio de Estudios Mecánicos	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CQC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
 <small>LUIS JHONATAN AGUILAR INFANTES INGENIERO CIVIL REG. N° 737736/1</small>	 <small>LUIS MARTIN GIREL Y POMPA JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS INGENIERO CIVIL REG. CIP 174312</small>	

	TERRASLAB E.I.R.L.	FORMATO F-CS-001
	CLASIFICACIÓN DE SUELOS ASTM D2487 / AASHTO M145	RUC 20605832688
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	

PROYECTO :	"DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO MÁS ÓPTIMO PARA LA VÍA DE EVITAMIENTO NORTE TRAMO INTERSECCIÓN JR. JOSÉ BALTA CON AV. 15 DE AGOSTO - SAZÓN BAJO DE LA CIUDAD DE HUAMACHUCO - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD"		
SOLICITANTE :	BR. ARTEAGA DOMINGUEZ, INDIRA JACQUELINE BR. FLORES VEGA, FÁTIMA TATIANA	FECHA : 04/10/2020	CALICATA : CA-002
DEPARTAMENTO :	LA LIBERTAD	PROVINCIA : SÁNCHEZ CARRIÓN	PROF. CAL. : 1.50m
DISTRITO :	HUAMACHUCO	MATERIAL : SUBRASANTE	ESTE : 9135352.00 m NORTE : 826720.5 m

MUESTREADO POR :	SOLICITANTE
ENSAYADO POR :	LUIS JHONATAN AGUILAR INFANTES
ESTRATO :	N.E.

CLASIFICACIÓN DE SUELOS: SUCS (ASTM D - 2487) / AASHTO (AASHTO M145)		
Naturaleza	Suelo de partículas gruesas.	Material limoso-arenoso.
Características	Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio).	Pobre a malo como subgrado.
Tipo	Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio).	Índice de Grupo (IG)
Descripción	Arena arcillosa con grava. con bloques	0
Símbolo de Grupo	SC	A-4
Clasificación	Arena arcillosa con grava. con bloques SC	Suelo limoso. A-4 (0)
Terreno Fundación:	--	--



OBSERVACIONES :

TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio de Estudios Mecánicos	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CQC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
 LUIS JHONATAN AGUILAR INFANTES BACH INGENIERA CIVIL DNI N° 73723011	 LUIS MARTÍN ARCE V. POMÁ JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS INGENIERO CIVIL RUC: 018 11332	

	TERRASLAB E.I.R.L.	FORMATO F-PM-001
	ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR ASTM D1557 / ASTM D1883	RUC 20605832688
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	

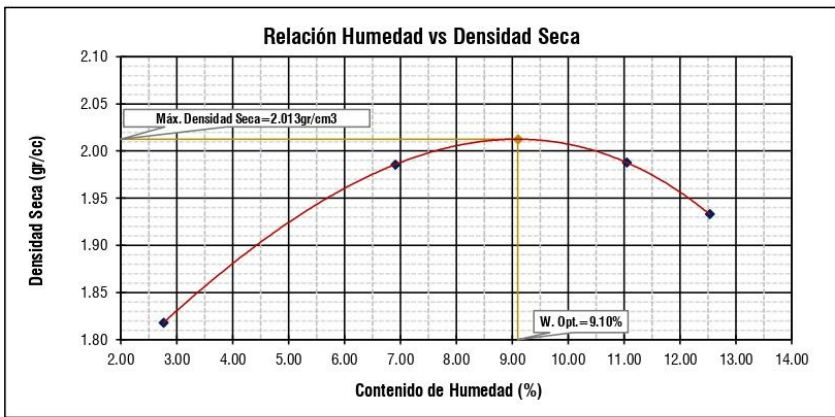
PROYECTO :	"DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO MÁS ÓPTIMO PARA LA VÍA DE EVITAMIENTO NORTE TRAMO INTERSECCIÓN JR. JOSÉ BALTA CON AV. 15 DE AGOSTO - SAZÓN BAJO DE LA CIUDAD DE HUAMACHUCO - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD"		
SOLICITANTE :	BR. ARTEAGA DOMINGUEZ, INDIRA JACQUELINE BR. FLORES VEGA, FÁTIMA TATIANA	FECHA :	04/10/2020
DEPARTAMENTO :	La Libertad	PROVINCIA :	Sánchez Carrión
DISTRITO :	Huamachuco	MATERIAL :	Subrasante
		PROF. CAL. :	1.50m
		COTA :	-N.E-
		ESTE :	9135352 m
		NORTE :	826720.5 m

RELACION DENSIDAD - HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO) - ASTM D-1557

Nº Golpes por Capa	56	Dimensiones del Molde		Altura (cm)	11.6	Peso de Martillo	4.536 kg
Nº Capas	5	Diámetro (cm)	15.24	Volumen	2116.01	Sobrecarga	

DETERMINACIÓN DE CONTENIDO DE HUMEDAD								
Ensayo Nº	1		2		3		4	
Recipiente Nº	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
W. Rec. +W. Suelo Humedo (gr)	230.97	219.94	195.21	201.73	201.95	193.99	196.59	209.57
W. Rec. +W. Suelo Seco (gr)	225.23	214.31	183.65	189.48	183.48	175.92	176.29	187.93
W. Agua Contenida (gr)	5.74	5.63	11.56	12.25	18.47	18.07	20.30	21.64
W. Recipiente (gr)	13.96	13.87	13.82	14.64	14.34	14.27	14.05	15.52
W. Suelo Seco (gr)	211.27	200.44	169.83	174.84	169.14	161.65	162.24	172.41
Contenido de Humedad - W. (%)	2.72	2.81	6.81	7.01	10.92	11.18	12.51	12.55
Cont. de Hum. - W. Prom. (%)	2.76		6.91		11.05		12.53	

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD				
Ensayo Nº	1	2	3	4
Recipiente Nº	R1	R2	R3	R4
Peso Muestra Humeda + Molde (gr)	10,102.000	10,641.000	10,820.000	10,752.000
Peso Molde (gr)	6,149.000	6,149.000	6,149.000	6,149.000
Peso Muestra Humeda (gr)	3,953.000	4,492.000	4,671.000	4,603.000
Volumen del Molde (cm3)	2,116.010	2,116.010	2,116.010	2,116.010
Contenido de Humedad (gr)	2.763	6.907	11.049	12.532
Densidad Humeda (gr/cm3)	1.868	2.123	2.207	2.175
Densidad Seca (gr/cm3)	1.818	1.986	1.988	1.933



Resultados	
Densidad Máxima	2.013 gr/cm3
Humedad Óptima	9.10 %

TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio EM	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CQC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
		

	TERRASLAB E.I.R.L.	FORMATO F-CBR-001
	ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1883	RUC 20605832688
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	

PROYECTO :	*DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO MÁS ÓPTIMO PARA LA VÍA DE EVITAMIENTO NORTE TRAMO INTERSECCIÓN JR. JOSÉ BALTA CON AV. 15 DE AGOSTO - SAZÓN BAJO DE LA CIUDAD DE HUAMACHUCO - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD*		
SOLICITANTE :	BR. ARTEAGA DOMÍNGUEZ, INDIRA JACQUELINE BR. FLORES VEGA, FÁTIMA TATIANA	FECHA :	04/10/2020
DEPARTAMENTO :	LA LIBERTAD	PROVINCIA :	SÁNCHEZ CARRIÓN
DISTRITO :	HUAMACHUCO	MATERIAL :	SUBRASANTE
		PROF. CAL. :	1.50m
		ESTE :	9136352 m
		COTA :	-N.E.-
		NORTE :	826720 m

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)						
Molde Nº	A56		B25		C12	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	12,982	13,014	12,738	12,794	11,606	11,626
Peso molde (gr.)	8,337	8,337	8,154	8,154	7,122	7,122
Peso suelo compactado (gr.)	4,645	4,677	4,584	4,640	4,484	4,504
Volumen del molde (cm ³)	2,131	2,131	2,144	2,144	2,178	2,178
Densidad húmeda (gr./cm ³)	2,180	2,195	2,138	2,164	2,058	2,068
Densidad Seca (gr./cm ³)	1,939	1,961	1,902	1,932	1,826	1,840

CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso de tara (gr.)	14.1	14.3	15.6	14.4	14.3	13.3
Tara + suelo húmedo (gr.)	118.9	141.0	143.8	117.1	118.9	110.1
Tara + suelo seco (gr.)	107.4	127.5	129.6	106.1	107.1	99.5
Peso de agua (gr.)	11.6	13.5	14.1	11.0	11.8	10.6
Peso de suelo seco (gr.)	93.3	113.3	114.0	91.7	92.8	86.1
Humedad (%)	12.4	11.9	12.4	12.0	12.7	12.4

EXPANSIÓN														
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01*	Expansión			Dial	Expansión			Dial	Expansión		
				mm	%			mm	%			mm	%	
28-Oct	11:24	0	0	0.00	0.00		0	0.00	0.00		0	0.00	0.00	
29-Oct	11:24	24	7	0.18	0.15		9	0.23	0.20		15	0.38	0.33	
30-Oct	11:24	48	9	0.23	0.20		10	0.25	0.22		36	0.91	0.79	
31-Oct	11:24	72	12	0.30	0.26		11	0.28	0.24		38	0.97	0.83	
01-Nov	11:24	96	12	0.30	0.26		11	0.28	0.24		49	1.24	1.07	

PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm ²)	A56				B25				C12			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %
0.025		43	2.2			80	4.1			15	0.8		
0.050		98	5.1			139	7.2			31	1.6		
0.075		148	7.6			185	9.6			50	2.6		
0.100	70.307	190	9.8	10.0	14.2	220	11.4	11.4	16.2	69	3.6	3.7	5.3
0.150		263	13.6			274	14.1			107	5.5		
0.200	105.460	327	16.9	17.0	16.1	317	16.4	16.4	15.6	144	7.4	7.6	7.2
0.300		447	23.1			389	20.1			213	11.0		
0.400		544	28.1			442	22.8			272	14.0		
0.500		629	32.5			486	25.1			329	17.0		

TERRASLAB E.I.R.L.

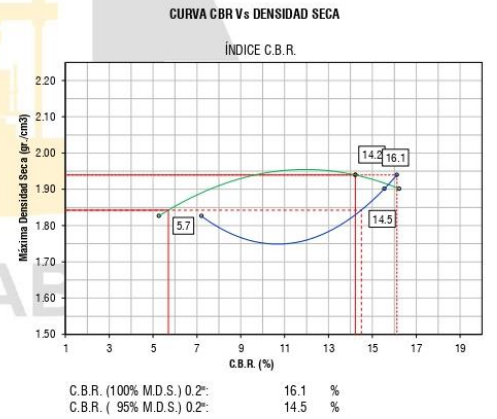
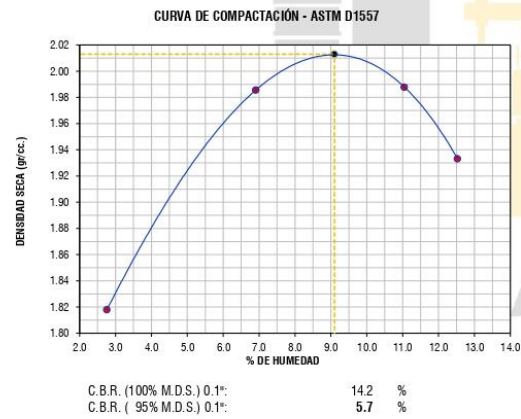
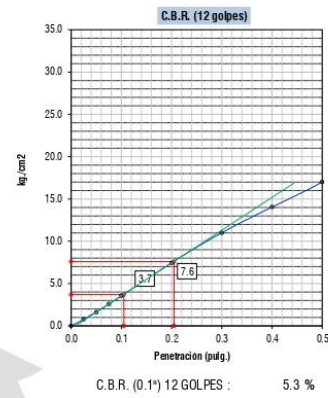
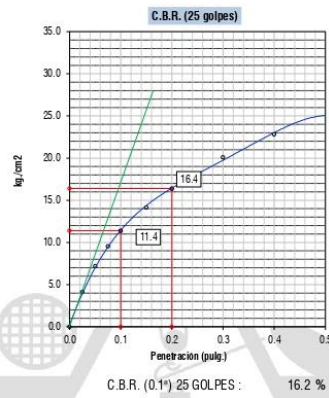
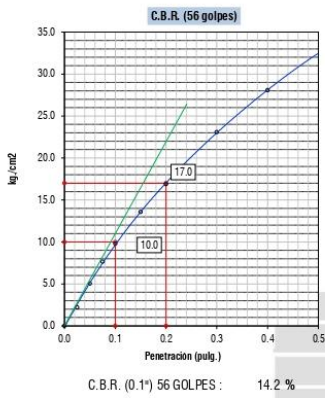
OBSERVACIONES:

TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio EM	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CQC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
 LUIS MARTIN ARCELEY PUMA JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS INGENIERO CIVIL REG. CIP 174392	 LUIS MARTIN ARCELEY PUMA JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS INGENIERO CIVIL REG. CIP 174392	

	TERRASLAB E.I.R.L.	FORMATO	F-CBR-001	
	ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1883		RUC	20605832688
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS			

Datos de muestra

Máxima Densidad Seca 2.013 gr./cm³ Optimo Contenido de Humedad 9.10 %
Máxima Densidad Seca al 95% 1.912 gr./cm³
: SUBRASANTE



OBSERVACIONES:

TERRASLAB E.I.R.L. Técnico de Laboratorio EM	TERRASLAB E.I.R.L. Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CQC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
 LUIS YANATAN AGUILAR INFANTES JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS INGENIERO CIVIL DNI N° 732 735 71	 LUIS WARIWA PARREY POMÁ JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS INGENIERO CIVIL REG. CIP 174362	

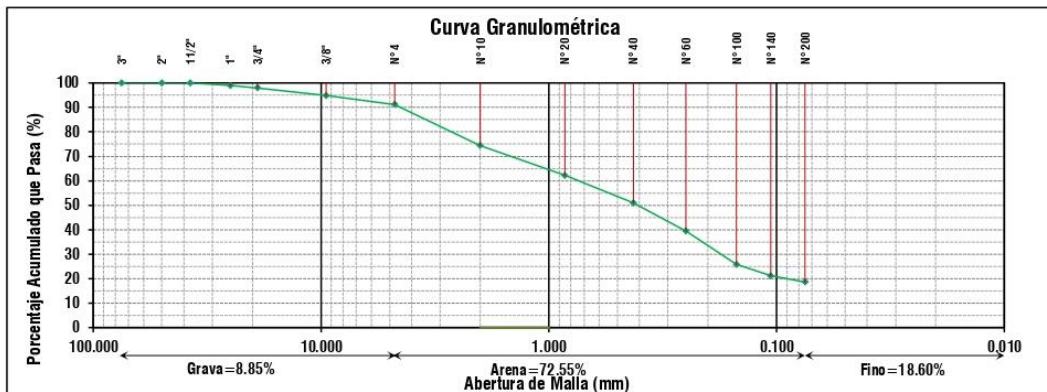
	TERRASLAB E.I.R.L.	FORMATO F-AG-002
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	RUC 20605832688
	ASTM D6913 / D6913M - 17	
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	

PROYECTO : "DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO MÁS ÓPTIMO PARA LA VÍA DE EVITAMIENTO NORTE TRAMO INTERSECCIÓN JR. JOSÉ BALTA CON AV. 15 DE AGOSTO - SAZÓN BAJO DE LA CIUDAD DE HUAMACHUCO - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD"			
SOLICITANTE : BR. ARTEAGA DOMINGUEZ, INDIRA JACQUELINE BR. FLORES VEGA, FÁTIMA TATIANA		FECHA : 04/10/2020	CALICATA : CA-003
DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD	PROVINCIA : SÁNCHEZ CARRIÓN	PROF. CAL. : 1.50m	ESTE 9135293.65 m
DISTRITO : HUAMACHUCO	MATERIAL : TERRENO NATURAL	COTA : -N.E.-	NORTE 827262.34

DATOS DE ENSAYO	1ra Separación	Tamizado Simple / Fracción
Tamiz de Separación	N°04	<N°04
Pasa el Tamiz	---	N°04
Masa Total Seca antes de la Separación (gr)	13.803.4	
Masa Total Seca > N°04 (gr)	1.564.2	
Masa Total Seca < N°04 (gr)	12.239.1	621.47
Masa Lavada Seca (gr)	1.233.9	497.12
Σ de Masa Retenida (gr)	1.232.3	494.63

CRITERIO	0.5	0.5
Fase de ensayo	Lavado	Tamizado
1ra Separación	---	0.13
2da Separación	0.19	0.50
Diferencia con Masa Inicial		126.84
Diferencia entre MLS y MLSR		2.49
Diferencia entre MLS y MLST		1.29

Tamiz N°	Abertura (mm)	Fracción Gruesa de Separación	Fracción Fina Tamizado Simple (0.01 gr)	Retenido en Tamiz Separador (%)	Factor de Tamizado	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	Acumulado Pasa (%)	Esp.		RESUMEN DE RESULTADOS	
									Min.	Máx.		
3"	75.000	0.0			0.0072446	0.00	0.00	100.00			% Grava:	8.85 %
2"	50.000	0.0			0.0072446	0.00	0.00	100.00			% Arena:	72.55 %
1 1/2"	37.500	0.0			0.0072446	0.00	0.00	100.00			% Fino:	18.60 %
1"	25.000	145.2			0.0072446	1.05	1.05	98.95			Tamiz N°4:	91.15 %
3/4"	19.000	133.0			0.0072446	0.96	2.02	97.96			Tamiz N° 200:	50.97 %
3/8"	9.500	436.1			0.0072446	3.16	5.17	94.83			D10:	N.P.
N° 4	4.750	507.1			0.0072446	3.67	8.85	91.15			D30:	N.P.
N° 10	2.000	10.9	114.22	0.89	0.1466707	16.75	25.60	74.40			D60:	N.P.
N° 20	0.850		83.41		0.1466707	12.23	37.83	62.17			Coef. Uniformidad:	
N° 40	0.425		76.34		0.1466707	11.20	49.03	50.97			Coef. Curvatura:	
N° 60	0.250		78.57		0.1466707	11.52	60.55	39.45			Cont. Humedad (W):	9.37 %
N° 100	0.150		93.07		0.1466707	13.65	74.20	25.80			Límite Líquido:	20
N° 140	0.106		31.55		0.1466707	4.63	78.83	21.17			Límite Plástico:	13
N° 200	0.075		17.50		0.1466707	2.57	81.40	18.60			Índice de Plasticidad:	7
Fondo	< 0.075		1.20		0.1466707	18.60	100.00	0.00			Clasificación SUCS	SC-SM
Σ	Total	1,232.3	494.63								Clasificación AASHTO	A-2-4



TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio EM	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CQC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
 LUIS MARIAN AZCÁRAGA MARTÍNEZ JEFE DE LABORATORIO DE ESTUDIOS MECÁNICOS BACH. INGENIERÍA CIVIL DNE N° 7377301	 LUIS MARTÍN MARTÍNEZ PRIMA JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS INGENIERO CIVIL REG. COP 17432	

	TERRASLAB E.I.R.L.	FORMATO F-LC-001
	LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	RUC 20605832688
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	

PROYECTO :	"DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO MÁS ÓPTIMO PARA LA VÍA DE EVITAMIENTO NORTE TRAMO INTERSECCIÓN JR. JOSÉ BALTA CON AV. 15 DE AGOSTO - SAZÓN BAJO DE LA CIUDAD DE HUAMACHUCO - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD"		
SOLICITANTE :	BR. ARTEAGA DOMINGUEZ, INDIRA JACQUELINE BR. FLORES VEGA, FÁTIMA TATIANA	FECHA : 04/10/2020	CALICATA : CA-003
DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD	PROVINCIA : SÁNCHEZ CARRIÓN	PROF. CAL. : 1.50m	ESTE : 9135293.65 m
DISTRITO : HUAMACHUCO	MATERIAL : TERRENO NATURAL	COTA : -N.E.-	NORTE : 827262.34

LÍMITES DE CONSISTENCIA - ASTM D4318

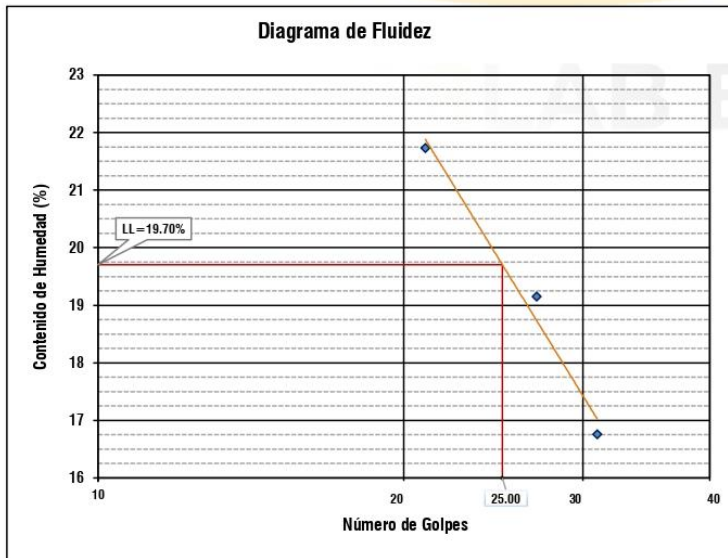
ANÁLISIS DE LÍMITE PLÁSTICO ASTM D4318		
Ensayo N°	1	2
Recipiente N°	R - 6	R - 7
W. Rec. + W. Suelo Hum. (gr)	19.60	21.39
W. Rec. + W. Suelo Seco (gr)	19.06	20.70
W. Agua Contenida (gr)	0.54	0.69
W. Recipiente (gr)	14.94	15.54
W. Suelo Seco (gr)	4.12	5.16
Contenido de Hum. - W. (%)	13.11	13.37
Cantidad mínima requerida (gr)	o.k	o.k
Límite Plástico	13	

ASTM D2216 Estándar test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.

ANÁLISIS DE LÍMITE LÍQUIDO ASTM D4318			
Ensayo N°	1	2	3
Recipiente N°	R - 8	R - 9	R - 10
Número de Golpes	31	27	21
W. Rec. + W. Suelo Hum. (gr)	24.06	24.30	24.66
W. Rec. + W. Suelo Seco (gr)	22.51	22.58	22.73
W. Agua Contenida (gr)	1.55	1.72	1.93
W. Recipiente (gr)	13.26	13.60	13.85
W. Suelo Seco (gr)	9.25	8.98	8.88
Contenido de Hum. - W. (%)	16.76	19.15	21.73
Límite Líquido	20		

ASTM D2216 Estándar test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.

Método de ensayo	<input checked="" type="checkbox"/> Multipunto	<input type="checkbox"/> Unipunto	Agua usada	<input checked="" type="checkbox"/> Potable	<input type="checkbox"/> Destilada
Método de preparación	<input type="checkbox"/> Homo	<input checked="" type="checkbox"/> Ambiente	Método de preparación	<input type="checkbox"/> Horno	<input checked="" type="checkbox"/> Ambiente
Método de secado	<input checked="" type="checkbox"/> Homo	<input type="checkbox"/> Ambiente	Método de secado	<input checked="" type="checkbox"/> Horno	<input type="checkbox"/> Ambiente



RESUMEN DE RESULTADOS	
Límite Líquido:	20
Límite Plástico:	13
Índice de Plasticidad:	7
Cont. Humedad (W):	9.37 %
Densidad Húmeda (g/cm³) :	--
Densidad Seca (g/cm³) :	--
OTROS INDICES	
Colapsabilidad de Gibbs:	--
Índice de Consistencia (Ic):	1.52
Índice de Liquidez (I_L):	-0.52
Índice de Compresibilidad (C_c):	0.09
Contracción Lineal (C_L):	--
Índice de Flujo (I_f):	28.72
Índice de Tenacidad (I_t):	0.24

TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio de EM	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CQC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
 TERRASLAB E.I.R.L. LUIS MARTIN ALVARO MARTINEZ JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS BACH. INGENIERIA CIVIL DIN N° 2277941	 TERRASLAB E.I.R.L. LUIS MARTIN ALVARO MARTINEZ JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS ING. INGENIERO CIVIL REC. CIP-114391	

	TERRASLAB E.I.R.L.	FORMATO F-CH-001
	CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216 - 19	RUC 20605832688
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	

PROYECTO : "DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO MÁS ÓPTIMO PARA LA VÍA DE EVITAMIENTO NORTE TRAMO INTERSECCIÓN JR. JOSÉ BALTA CON AV. 15 DE AGOSTO - SAZÓN BAJO DE LA CIUDAD DE HUAMACHUCO - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD"			
SOLICITANTE : BR. ARTEAGA DOMINGUEZ, INDIRA JACQUELINE BR. FLORES VEGA, FÁTIMA TATIANA		FECHA : 04/10/2020	CALICATA : CA-003
DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD	PROVINCIA : SÁNCHEZ CARRIÓN	PROF. CAL : 1.50m	ESTE 9135293.65 m
DISTRITO : HUAMACHUCO	MATERIAL : TERRENO NATURAL	COTA : -N.E.-	NORTE 827262.34

MUESTREADO POR : SOLICITANTE
ENSAYADO POR : LUIS JHONATAN AGUILAR INFANTES
ESTRATO : N.E.

CONTENIDO DE HUMEDAD - ASTM D2216 - 19

MÉTODO DE SECADO : Homo 60 ± 5 C°	PROCEDENCIA DE LA MUESTRA : Cantera de Acopio
MÉTODO DE REPORTE : "B"	PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO : Integral
MATERIALES EXCLUIDOS : Ninguno	TAMIZ SEPARADOR : Ninguno
PRECISIÓN : 1.00%	MÉTODO DE REPORTE DE RESULTADOS : "A"

ANÁLISIS DE HUMEDAD NATURAL ASTM D2216			
Ensayo N°	1	2	3
Recipiente N°	CA 03 - A	CA 03 - B	CA 03 - C
W. Rec. + W. Suelo Hum. (gr)	151.39	177.75	177.33
W. Rec. + W. Suelo Seco (gr)	139.20	164.71	163.01
W. Agua Contenida (gr)	12.19	13.04	14.32
W. Recipiente (gr)	13.89	15.03	14.88
W. Suelo Seco (gr)	125.31	149.68	148.13
Contenido de Hum. - W. (%)	9.73	8.71	9.67
Con. de Hum. - W. Prom. (%)	9.37		

Referencia: ASTM D2216 Standar Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass.

OBSERVACIONES : _____

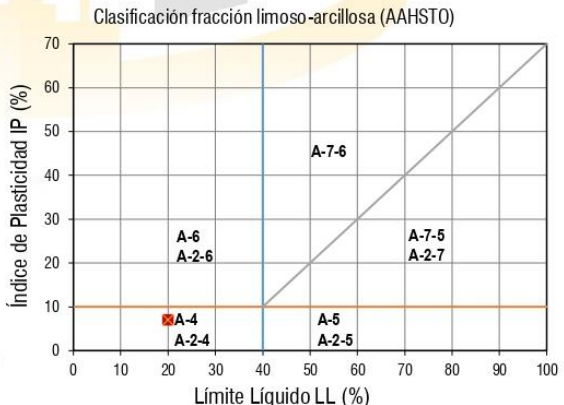
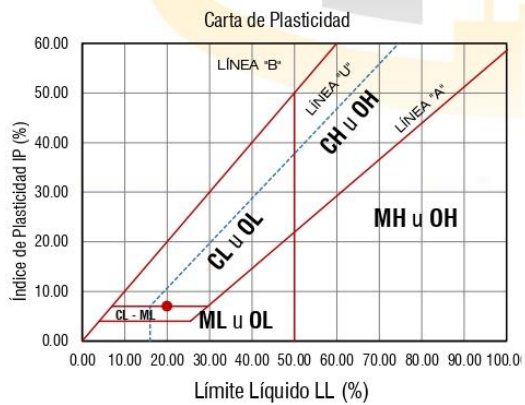
TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio de Estudios Mecánicos	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CQC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
 <small>LUIS JHONATAN AGUILAR INFANTES INGENIERO CIVIL REG. Nº 7073571</small>	 <small>LUIS MARTÍN ARTEAGA POMA JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS INGENIERO CIVIL REG. Nº 174362</small>	

	TERRASLAB E.I.R.L.	FORMATO F-CS-001
	CLASIFICACIÓN DE SUELOS ASTM D2487 / AASHTO M145	RUC 20605832688
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	

PROYECTO : "DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO MÁS ÓPTIMO PARA LA VÍA DE EVITAMIENTO NORTE TRAMO INTERSECCIÓN JR. JOSÉ BALTA CON AV. 15 DE AGOSTO - SAZÓN BAJO DE LA CIUDAD DE HUAMACHUCO - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD"			
SOLICITANTE : BR. ARTEAGA DOMINGUEZ, INDIRA JACQUELINE BR. FLORES VEGA, FÁTIMA TATIANA		FECHA : 04/10/2020	CALICATA : CA-003
DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD	PROVINCIA : SÁNCHEZ CARRIÓN	PROF. CAL. : 1.50m	ESTE : 9135293.65 m
DISTRITO : HUAMACHUCO	MATERIAL : TERRENO NATURAL	COTA : -N.E.-	NORTE : 627262.34

MUESTREO POR : SOLICITANTE
ENSAYADO POR : LUIS JHONATAN AGUILAR INFANTES
ESTRATO : N.E.

CLASIFICACIÓN DE SUELOS: SUCS (ASTM D - 2487) / AASHTO (AASHTO M145)		
Naturaleza	Suelo de partículas gruesas.	Material granular.
Características	Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio).	Excelente a bueno como subgrado.
Tipo	Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio).	Índice de Grupo (IG)
Descripción	Arena arcilloso-limosa con grava.	Grava y arena arcillosa o limosa.
Símbolo de Grupo	SC-SM	A-2-4
Clasificación	Arena arcilloso-limosa con grava. SC-SM	Grava y arena arcillosa o limosa. A-2-4 (0)
Terreno Fundación:	--	--



OBSERVACIONES :

TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio de Estudios Mecánicos	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CQC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
 TERRASLAB E.I.R.L. LUIS JHONATAN AGUILAR INFANTES INGENIERO CIVIL BACH. INGENIERÍA CIVIL T.M. N° 70273071	 TERRASLAB E.I.R.L. LUIS MARTÍN GÁMEZ POMA JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS INGENIERO CIVIL RUC: QIP 174392	

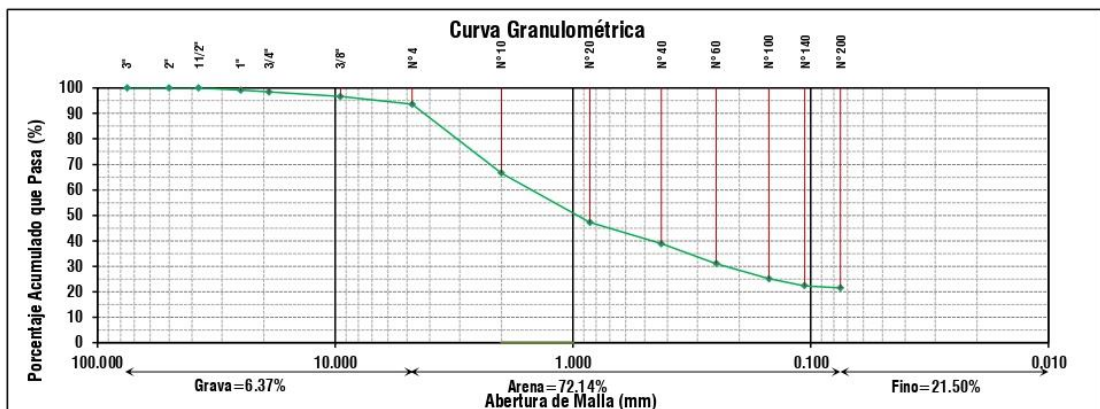
	TERRASLAB E.I.R.L.	FORMATO F-AG-001
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO ASTM D6913 / D6913M - 17	RUC 20605832688
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	

PROYECTO : "DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO MÁS ÓPTIMO PARA LA VÍA DE EVITAMIENTO NORTE TRAMO INTERSECCIÓN JR. JOSÉ BALTA CON AV. 15 DE AGOSTO - SAZÓN BAJO DE LA CIUDAD DE HUAMACHUCO - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD"			
SOLICITANTE : BR. ARTEAGA DOMINGUEZ, INDIRA JACQUELINE BR. FLORES VEGA, FÁTIMA TATIANA		FECHA : 04/10/2020	CALICATA : CA-004
DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD	PROVINCIA : SÁNCHEZ CARRIÓN	PROF. CAL. : 1.50m	ESTE 9135013.74 m
DISTRITO : HUAMACHUCO	MATERIAL : SUBRASANTE	COTA : -N.E.-	NORTE 827654.57 m

DATOS DE ENSAYO	1ra Separación	Tamizado Simple / Fracción
Tamiz de Separación	Nº04	<Nº04
Pasa el Tamiz	---	Nº04
Masa Total Seca antes de la Separación (gr)	14.540.0	
Masa Total Seca >Nº04 (gr)	1.362.3	
Masa Total Seca <Nº04 (gr)	13.177.7	1.126.30
Masa Lavada Seca (gr)	1.074.6	869.70
Σ de Masa Retenida (gr)	1.073.0	867.70

CRITERIO	0.5	0.5
Fase de ensayo	Lavado	Tamizado
1ra Separación	---	0.15
2da Separación	0.11	0.23
Diferencia con Masa Inicial		258.60
Diferencia entre MLS y MLSR		2.00
Diferencia entre MLS y MLST		0.80

Tamiz Nº	Abertura (mm)	Fracción Gruesa de Separación	Fracción Fina Tamizado Simple (0.01 gr)	Retenido en Tamiz Separador (%)	Factor de Tamizado	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	Acumulado Pasa (%)	Esp.		RESUMEN DE RESULTADOS	
									Min.	Máx.		
3"	75.000	0.0			0.0068776	0.00	0.00	100.00			% Grava:	6.37 %
2"	50.000	0.0			0.0068776	0.00	0.00	100.00			% Arena:	72.14 %
1 1/2"	37.500	0.0			0.0068776	0.00	0.00	100.00			% Fino:	21.50 %
1"	25.000	127.1			0.0068776	0.87	0.87	99.13			Tamiz Nº4:	93.63 %
3/4"	19.000	103.7			0.0068776	0.71	1.59	98.41			Tamiz Nº40:	38.85 %
3/8"	9.500	255.2			0.0068776	1.76	3.34	96.66			Tamiz Nº200:	21.50 %
Nº 4	4.750	439.6			0.0068776	3.02	6.37	93.63			D10:	N.P.
Nº 10	2.000	147.4	325.20	13.74	0.0831344	27.04	33.40	66.60			D30:	N.P.
Nº 20	0.850		233.60		0.0831344	19.42	52.82	47.18			D60:	N.P.
Nº 40	0.425		100.20		0.0831344	8.33	61.15	38.85			Coeff. Uniformidad:	
Nº 60	0.250		93.10		0.0831344	7.74	68.89	31.11			Coeff. Curvatura:	
Nº 100	0.150		72.40		0.0831344	6.02	74.91	25.09			Cont. Humedad (W):	12.06 %
Nº 140	0.106		33.00		0.0831344	2.74	77.65	22.35			Límite Líquido:	N.P.
Nº 200	0.075		10.20		0.0831344	0.85	78.50	21.50			Límite Plástico:	N.P.
Fondo	< 0.075		1.20		0.0831344	21.50	100.00	0.00			Índice de Plasticidad:	N.P.
Σ	Total	1.073.0	867.70								Clasificación SUCS	SM
											Clasificación AASHTO	A-2-4



TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio EM	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CQC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
 LUIS MARTIN ARTEAGA DOMINGUEZ BACH. INGENIERIA CIVIL DNI Nº 42172671	 LUIS MARTIN ARTEAGA DOMINGUEZ JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS INGENIERO CIVIL REG. CIP 174392	

	TERRASLAB E.I.R.L.	FORMATO F-LC-001
	LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	RUC 20605832688
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	

PROYECTO : "DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO MÁS ÓPTIMO PARA LA VÍA DE EVITAMIENTO NORTE TRAMO INTERSECCIÓN JR. JOSÉ BALTA CON AV. 15 DE AGOSTO - SAZÓN BAJO DE LA CIUDAD DE HUAMACHUCO - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD"			
SOLICITANTE : BR. ARTEAGA DOMÍNGUEZ, INDIRA JACQUELINE BR. FLORES VEGA, FÁTIMA TATIANA		FECHA : 04/10/2020	CALICATA : CA-004
DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD	PROVINCIA : SÁNCHEZ CARRIÓN	PROF. CAL. : 1.50m	ESTE 9135013.74 m
DISTRITO : HUAMACHUCO	MATERIAL : SUBRASANTE	COTA : -N.E.-	NORTE 827654.57 m

LÍMITES DE CONSISTENCIA - ASTM D4318

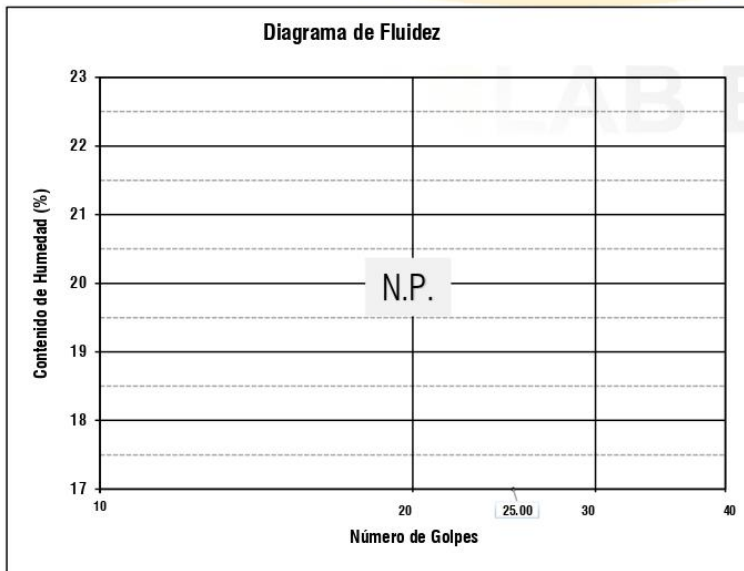
ANÁLISIS DE LÍMITE PLÁSTICO ASTM D4318		
Ensayo N°	1	2
Recipiente N°	R - 6	R - 7
W. Rec.+W. Suelo Hum. (gr)	0.00	0.00
W. Rec.+W. Suelo Seco (gr)	0.00	0.00
W. Agua Contenida (gr)	0.00	0.00
W. Recipiente (gr)	0.00	0.00
W. Suelo Seco (gr)	0.00	0.00
Contenido de Hum. - W. (%)		
Cantidad mínima requerida (gr)	o.k	o.k
Límite Plástico	N.P.	

ASTM D2216 Estándar test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.

ANÁLISIS DE LÍMITE LÍQUIDO ASTM D4318			
Ensayo N°	1	2	3
Recipiente N°	R - 8	R - 9	R - 10
Número de Golpes	0	0	0
W. Rec.+W. Suelo Hum. (gr)	0.00	0.00	0.00
W. Rec.+W. Suelo Seco (gr)	0.00	0.00	0.00
W. Agua Contenida (gr)	0.00	0.00	0.00
W. Recipiente (gr)	0.00	0.00	0.00
W. Suelo Seco (gr)	0.00	0.00	0.00
Contenido de Hum. - W. (%)			
Límite Líquido	N.P.		

ASTM D2216 Estándar test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.

Método de ensayo	<input checked="" type="checkbox"/> Multipunto	<input type="checkbox"/> Unipunto	Agua usada	<input checked="" type="checkbox"/> Potable	<input type="checkbox"/> Destilada
Método de preparación	<input type="checkbox"/> Homo	<input checked="" type="checkbox"/> Ambiente	Método de preparación	<input type="checkbox"/> Homo	<input checked="" type="checkbox"/> Ambiente
Método de secado	<input checked="" type="checkbox"/> Homo	<input type="checkbox"/> Ambiente	Método de secado	<input checked="" type="checkbox"/> Homo	<input type="checkbox"/> Ambiente



RESUMEN DE RESULTADOS	
Límite Líquido:	N.P.
Límite Plástico:	N.P.
Índice de Plasticidad:	N.P.
Cont. Humedad (W):	12.06 %
Densidad Húmeda (g/cm³):	--
Densidad Seca (g/cm³):	--
OTROS ÍNDICES	
Colapsabilidad de Gibbs:	--
Índice de Consistencia (Ic):	N.P.
Índice de Liquidez (I_L):	N.P.
Índice de Compresibilidad (Cc):	N.P.
Contracción Lineal (Cl):	--
Índice de Flujo (If):	N.P.
Índice de Tenacidad (It):	N.P.

TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio de EM	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CQC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
 LUIS MARTIN ARRIEVY ROMA JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS INGENIERO CIVIL REG. CIP 174392	 LUIS MARTIN ARRIEVY ROMA JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS INGENIERO CIVIL REG. CIP 174392	

	TERRASLAB E.I.R.L.	FORMATO : F-CH-001
	CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216 - 19	RUC : 20605832688
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	

PROYECTO :	"DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO MÁS ÓPTIMO PARA LA VÍA DE EVITAMIENTO NORTE TRAMO INTERSECCIÓN JR. JOSÉ BALTA CON AV. 15 DE AGOSTO - SAZÓN BAJO DE LA CIUDAD DE HUAMACHUCO - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD"		
SOLICITANTE :	BR. ARTEAGA DOMINGUEZ, INDIRA JACQUELINE BR. FLORES VEGA, FÁTIMA TATIANA	FECHA :	04/10/2020
DEPARTAMENTO :	LA LIBERTAD	PROVINCIA :	SÁNCHEZ CARRIÓN
DISTRITO :	HUAMACHUCO	MATERIAL :	SUBRASANTE
		PROF. CAL. :	1.50m
		ESTE	9135013.74 m
		COTA :	-N.E.-
		NORTE	827654.57 m

MUESTREO POR :	EMPRESA SOLICITANTE
ENSAYADO POR :	LUIS JHONATAN AGUILAR INFANTES
ESTRATO :	N.E.

CONTENIDO DE HUMEDAD - ASTM D2216 - 19

MÉTODO DE SECADO :	Horno 60 ± 5 C°	PROCEDENCIA DE LA MUESTRA :	Cantera de Acopio
MÉTODO DE REPORTE :	"B"	PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO :	Integral
MATERIALES EXCLUIDOS :	Ninguno	TAMIZ SEPARADOR :	Ninguno
PRECISIÓN :	1.00%	MÉTODO DE REPORTE DE RESULTADOS :	"A"

ANÁLISIS DE HUMEDAD NATURAL ASTM D2216			
Ensayo N°	1	2	3
Recipiente N°	CA 04 - A	CA 04 - B	CA 04 - C
W. Rec. + W. Suelo Hum. (gr)	261.24	250.72	230.76
W. Rec. + W. Suelo Seco (gr)	234.00	227.91	205.67
W. Agua Contenida (gr)	27.24	22.81	25.09
W. Recipiente (gr)	14.58	14.08	13.94
W. Suelo Seco (gr)	219.42	213.83	191.73
Contenido de Hum. - W. (%)	12.41	10.67	13.09
Con. de Hum. - W. Prom. (%)	12.06		

Referencia: ASTM D2216 Standar Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass.

OBSERVACIONES : _____

TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio de Estudios Mecánicos	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CQC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
 <small>LUIS JHONATAN AGUILAR INFANTES INGENIERO CIVIL BACH. INGENIERIA CIVIL DNI N° 70773971</small>	 <small>LUIS MARTÍN ARRIETA POMA JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS INGENIERO CIVIL REG. CIP 174397</small>	

	TERRASLAB E.I.R.L.	FORMATO F-PM-001
	ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR ASTM D1557 / ASTM D1883	RUC 20605832688
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	

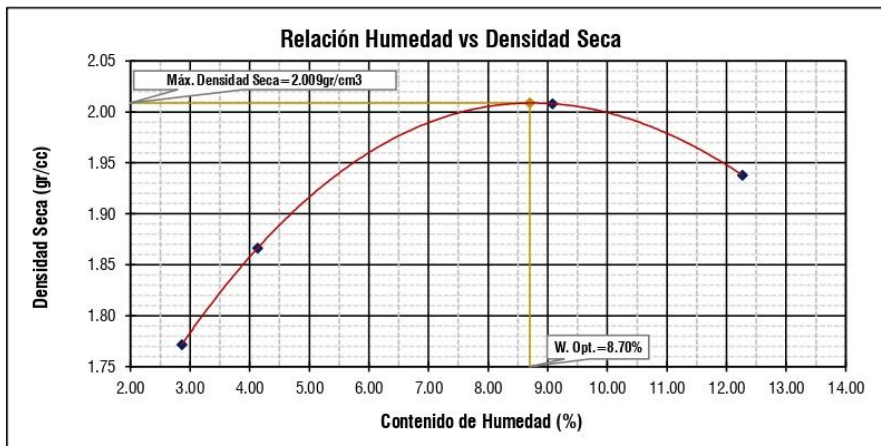
PROYECTO	"DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO MÁS ÓPTIMO PARA LA VÍA DE EVITAMIENTO NORTE TRAMO INTERSECCIÓN JR. JOSÉ BALTA CON AV. 15 DE AGOSTO - SAZÓN BAJO DE LA CIUDAD DE HUAMACHUCO - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD"						
SOLICITANTE	BR. ARTEAGA DOMINGUEZ, INDIRA JACQUELINE BR. FLORES VEGA, FÁTIMA TATIANA	FECHA	04/10/2020	CALICATA	CA-004		
DEPARTAMENTO	La Libertad	PROVINCIA	Sánchez Carrión	PROF. CAL.	1.50m	ESTE	9135014 m
DISTRITO	Huamachuco	MATERIAL	Subrasante	COTA	-N.E-	NORTE	827654.6 m

RELACION DENSIDAD - HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO) - ASTM D-1557

N° Golpes por Capa	56	Dimensiones del Molde		Altura (cm)	11.6	Peso de Martillo	4.536 kg
N° Capas	5	Diámetro (cm)	15.24	Volumen	2116.01	Sobrecarga	

DETERMINACIÓN DE CONTENIDO DE HUMEDAD									
Ensayo N°		1		2		3		4	
Recipiente N°		R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
W. Rec. +W. Suelo Humedo	(gr)	230.99	209.95	218.46	208.22	231.72	222.61	307.28	299.28
W. Rec. +W. Suelo Seco	(gr)	225.52	203.98	210.02	200.88	214.37	204.45	275.85	267.54
W. Agua Contendida	(gr)	5.47	5.97	8.44	7.34	17.35	18.16	31.43	31.74
W. Recipiente	(gr)	13.69	13.88	13.94	15.40	13.35	13.84	14.29	13.88
W. Suelo Seco	(gr)	211.83	190.10	196.08	185.48	201.02	190.61	261.56	253.66
Contenido de Humedad - W.	(%)	2.58	3.14	4.30	3.96	8.63	9.53	12.02	12.51
Cont. de Hum. - W. Prom.	(%)	2.86		4.13		9.08		12.26	

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD					
Ensayo N°		1	2	3	4
Recipiente N°		R1	R2	R3	R4
Peso Muestra Humeda + Molde	(gr)	10,005.00	10,261.00	10,784.00	10,753.00
Peso Molde	(gr)	6,149.000	6,149.000	6,149.000	6,149.000
Peso Muestra Humeda	(gr)	3,856.000	4,112.000	4,635.000	4,604.000
Volumen del Molde	(cm ³)	2,116.010	2,116.010	2,116.010	2,116.010
Contenido de Humedad	(gr)	2.861	4.131	9.079	12.265
Densidad Humeda	(gr/cm ³)	1.822	1.943	2.190	2.176
Densidad Seca	(gr/cm ³)	1.772	1.866	2.008	1.938



Resultados	
Densidad Máxima	2.009 gr/cm ³
Humedad Óptima	8.70 %

TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio EM	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CQC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
		

	TERRASLAB E.I.R.L.	FORMATO F-CBR-001
	ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1883	RUC 20605832688
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	

PROYECTO : "DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO MÁS ÓPTIMO PARA LA VÍA DE EVITAMIENTO NORTE TRAMO INTERSECCIÓN JR. JOSÉ BALTA CON AV. 15 DE AGOSTO - SAZÓN BAJO DE LA CIUDAD DE HUAMACHUCO - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD"			
SOLICITANTE : BR. ARTEAGA DOMINGUEZ, INDIRA JACQUELINE BR. FLORES VEGA, FÁTIMA TATIANA		FECHA : 04/10/2020	CALICATA : CA-004
DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD	PROVINCIA : SÁNCHEZ CARRIÓN	PROF. CAL. : 1.50m	ESTE : 9135013 m
DISTRITO : HUAMACHUCO	MATERIAL : SUBRASANTE	COTA : -N.E.-	NORTE : 827654.57 m

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)						
Molde N°	A56		B25		C12	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	13,086	13,118	12,927	13,002	12,510	12,690
Peso molde (gr.)	8,388	8,388	8,422	8,422	8,318	8,318
Peso suelo compactado (gr.)	4,698	4,730	4,505	4,580	4,192	4,372
Volumen del molde (cm³)	2,131	2,131	2,144	2,144	2,178	2,178
Densidad húmeda (gr./cm³)	2,205	2,220	2,101	2,136	1,924	2,007
Densidad Seca (gr./cm³)	2,004	2,007	1,888	1,906	1,703	1,769

CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso de tara (gr.)	15.3	13.9	14.0	15.1	15.1	15.2
Tara + suelo húmedo (gr.)	136.6	131.6	100.0	115.5	132.2	124.5
Tara + suelo seco (gr.)	125.6	120.3	91.3	104.7	118.8	111.5
Peso de agua (gr.)	11.0	11.3	8.7	10.8	13.4	13.0
Peso de suelo seco (gr.)	110.3	106.4	77.3	89.6	103.7	96.3
Humedad (%)	10.0	10.6	11.3	12.0	13.0	13.5

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01*	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
28-Oct	11:24	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
29-Oct	11:24	24	8	0.20	0.17	13	0.33	0.28	34	0.86	0.74
30-Oct	11:24	48	9	0.23	0.20	14	0.36	0.31	35	0.89	0.76
31-Oct	11:24	72	10	0.25	0.22	15	0.38	0.33	35	0.89	0.76
01-Nov	11:24	96	10	0.25	0.22	15	0.38	0.33	35	0.89	0.76

PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm²)	A56				B25				C12			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %
0.025		116	6.0			61	3.1			58	3.0		
0.050		256	13.2			130	6.7			115	5.9		
0.075		342	17.7			172	8.9			148	7.6		
0.100	70.307	400	20.7	20.5	29.2	198	10.2	10.2	14.5	167	8.6	8.7	12.4
0.150		512	26.4			245	12.7			189	9.8		
0.200	105.460	541	27.9	28.5	27.0	261	13.5	13.5	12.8	204	10.5	10.5	10.0
0.300		636	32.8			303	15.6			229	11.8		
0.400		721	37.2			340	17.5			249	12.9		
0.500		799	41.3			374	19.3			270	13.9		

TERRASLAB E.I.R.L.

OBSERVACIONES:

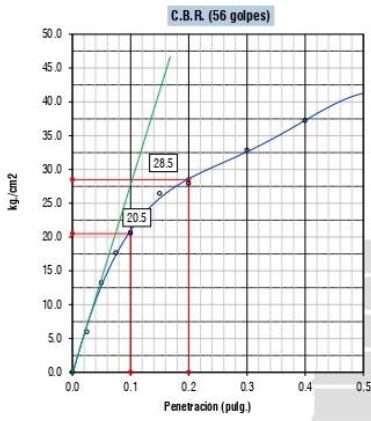
TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio EM	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CQC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
 	 	

	TERRASLAB E.I.R.L.	FORMATO	F-CBR-001	
	ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1883		RUC	20605832688
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS			

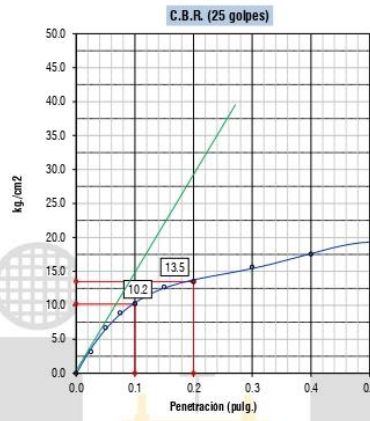
Datos de muestra

Máxima Densidad Seca 2.009 gr./cm³
Máxima Densidad Seca al 95% 1.909 gr./cm³

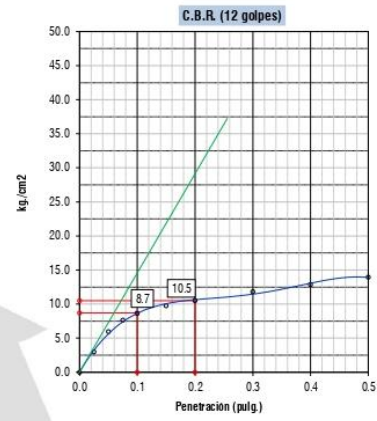
Optimo Contenido de Humedad 8.70 %



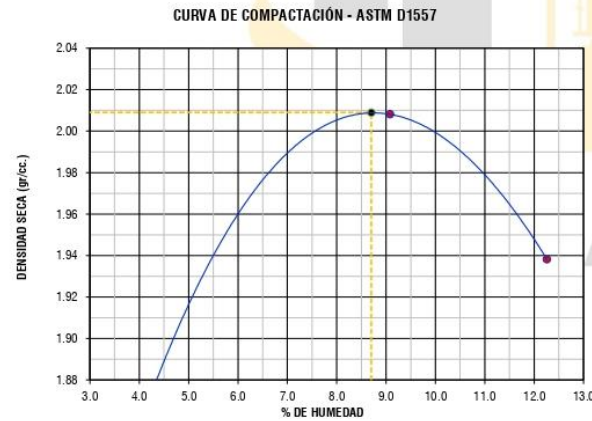
C.B.R. (0.1") 56 GOLPES : 29.2 %



C.B.R. (0.1") 25 GOLPES : 14.5 %



C.B.R. (0.1") 12 GOLPES : 12.4 %



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 29.2 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1": 14.7 %



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": 27.0 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2": 13.1 %

OBSERVACIONES:

TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio EM	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CQC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
 LUIS CONATAN AGUILAR INFANTES JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS BACH. INGENIERIA CIVIL DNI N° 73273571	 LUIS MARTIN PAREY POMA JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS INGENIERO CIVIL REG. CIP 174392	

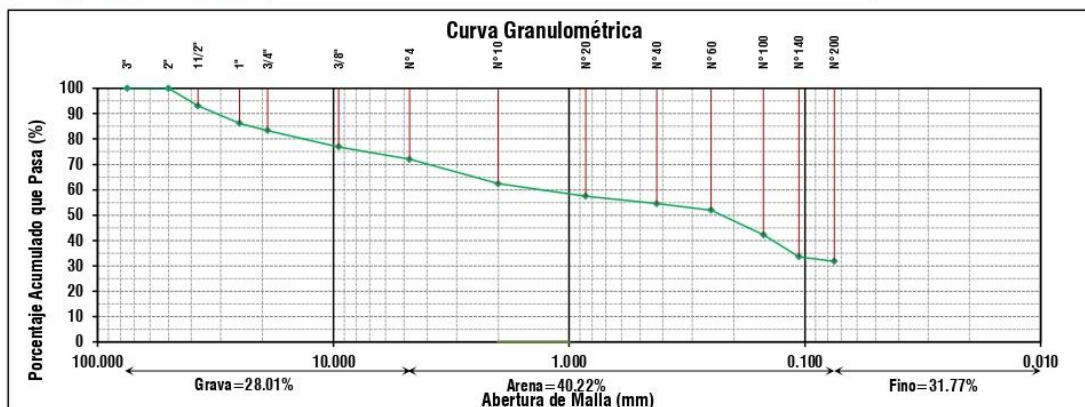
	TERRASLAB E.I.R.L.	FORMATO F-AG-002
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO ASTM D6913 / D6913M - 17	RUC 20605832688
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	

PROYECTO : "DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO MÁS ÓPTIMO PARA LA VÍA DE EVITAMIENTO NORTE TRAMO INTERSECCIÓN JR. JOSÉ BALTA CON AV. 15 DE AGOSTO - SAZÓN BAJO DE LA CIUDAD DE HUAMACHUCO - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD"			
SOLICITANTE : BR. ARTEAGA DOMINGUEZ, INDIRA JACQUELINE BR. FLORES VEGA, FÁTIMA TATIANA		FECHA : 04/10/2020	CALICATA : CA-005
DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD	PROVINCIA : SÁNCHEZ CARRIÓN	PROF. CAL. : 1.50m	ESTE 9134667.01 m
DISTRITO : HUAMACHUCO	MATERIAL : TERRENO NATURAL	COTA : -N.E.-	NORTE 827861.81 m

DATOS DE ENSAYO	1ra Separación	Tamizado Simple / Fracción
Tamiz de Separación	N°04	<N°04
Pasa el Tamiz	---	N°04
Masa Total Seca antes de la Separación (gr)	7.185.7	
Masa Total Seca >N°04 (gr)	2.138.7	
Masa Total Seca < N°04 (gr)	5.047.1	1.221.80
Masa Lavada Seca (gr)	2.027.5	685.10
Σ de Masa Retenida (gr)	2.022.3	682.63

CRITERIO	0.5	0.5
Fase de ensayo	Lavado	Tamizado
1ra Separación	---	0.26
2da Separación	0.19	0.36
Diferencia con Masa Inicial		539.17
Diferencia entre MLS y MLSR		2.47
Diferencia entre MLS y MLST		0.17

Tamiz N°	Abertura (mm)	Fracción Gruesa de Separación	Fracción Fina Tamizado Simple (0.01 gr)	Retenido en Tamiz Separador (%)	Factor de Tamizado	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	Acumulado Pasa (%)	Esp.		RESUMEN DE RESULTADOS	
									Min.	Máx.	% Grava:	% Arena:
3"	75.000	0.0			0.0139165	0.00	0.00	100.00			% Grava:	28.01 %
2"	50.000	0.0			0.0139165	0.00	0.00	100.00			% Arena:	40.22 %
1 1/2"	37.500	501.2			0.0139165	6.97	6.97	93.03			% Fino:	31.77 %
1"	25.000	488.9			0.0139165	6.80	13.78	86.22			Tamiz N°4:	71.99 %
3/4"	19.000	205.5			0.0139165	2.86	16.64	83.36			Tamiz N°40:	54.49 %
3/8"	9.500	461.4			0.0139165	6.42	23.06	76.94			Tamiz N°200:	31.77 %
N° 4	4.750	355.9			0.0139165	4.95	28.01	71.99			D10:	N.P.
N° 10	2.000	9.4	163.22	0.46	0.0589196	9.62	37.63	62.37			D30:	N.P.
N° 20	0.850		83.41		0.0589196	4.91	42.54	57.46			D60:	N.P.
N° 40	0.425		50.34		0.0589196	2.97	45.51	54.49			Coef. Uniformidad:	
N° 60	0.250		43.57		0.0589196	2.57	48.08	51.92			Coef. Curvatura:	
N° 100	0.150		164.07		0.0589196	9.67	57.74	42.26			Cont. Humedad (W):	11.00 %
N° 140	0.106		147.55		0.0589196	8.69	66.44	33.56			Limite Liquido:	N.P.
N° 200	0.075		30.50		0.0589196	1.80	68.23	31.77			Limite Plástico:	N.P.
Fondo	< 0.075		2.30		0.0589196	31.77	100.00	0.00			Índice de Plasticidad:	N.P.
Σ	Total	2.022.3	682.63								Clasificación SUCS:	SM
											Clasificación AASHTO:	A-2-4



TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio EM	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CQC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
 	 	

	TERRASLAB E.I.R.L.	FORMATO F-LC-001
	LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	RUC 20605832688
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	

PROYECTO : "DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO MÁS ÓPTIMO PARA LA VÍA DE EVITAMIENTO NORTE TRAMO INTERSECCIÓN JR. JOSÉ BALTA CON AV. 15 DE AGOSTO - SAZÓN BAJO DE LA CIUDAD DE HUAMACHUCO - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD"			
SOLICITANTE : BR. ARTEAGA DOMINGUEZ, INDIRA JACQUELINE BR. FLORES VEGA, FÁTIMA TATIANA		FECHA : 04/10/2020	CALICATA : CA-005
DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD	PROVINCIA : SÁNCHEZ CARRIÓN	PROF. CAL. : 1.50m	ESTE 9134667.01 m
DISTRITO : HUAMACHUCO	MATERIAL : TERRENO NATURAL	COTA : -N.E.-	NORTE 827861.81 m

LÍMITES DE CONSISTENCIA - ASTM D4318

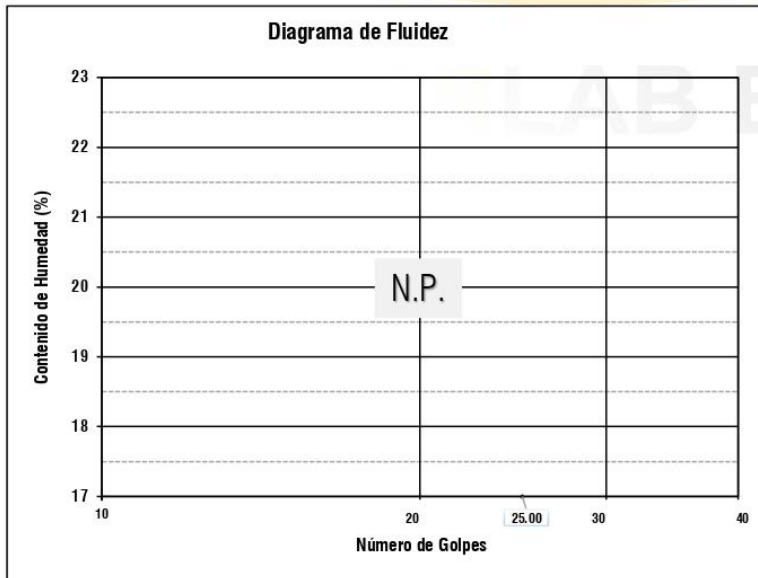
ANÁLISIS DE LÍMITE PLÁSTICO ASTM D4318		
Ensayo N°	1	2
Recipiente N°	M2 - 1	M2 - 2
W. Rec. + W. Suelo Hum. (gr)	0.00	0.00
W. Rec. + W. Suelo Seco (gr)	0.00	0.00
W. Agua Contenida (gr)	0.00	0.00
W. Recipiente (gr)	0.00	0.00
W. Suelo Seco (gr)	0.00	0.00
Contenido de Hum. - W. (%)		
Cantidad mínima requerida (gr)	o.k	o.k
Límite Plástico	N.P.	

ASTM D2216 Estándar test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.

ANÁLISIS DE LÍMITE LÍQUIDO ASTM D4318			
Ensayo N°	1	2	3
Recipiente N°	M2 - 3	M3 - 1	R - 10
Número de Golpes	0	0	0
W. Rec. + W. Suelo Hum. (gr)	0.00	0.00	0.00
W. Rec. + W. Suelo Seco (gr)	0.00	0.00	0.00
W. Agua Contenida (gr)	0.00	0.00	0.00
W. Recipiente (gr)	0.00	0.00	0.00
W. Suelo Seco (gr)	0.00	0.00	0.00
Contenido de Hum. - W. (%)			
Límite Líquido	N.P.		

ASTM D2216 Estándar test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.

Método de ensayo	<input checked="" type="checkbox"/> Multipunto	<input type="checkbox"/> Unipunto	Agua usada	<input checked="" type="checkbox"/> Potable	<input type="checkbox"/> Destilada
Método de preparación	<input type="checkbox"/> Homo	<input checked="" type="checkbox"/> Ambiente	Método de preparación	<input type="checkbox"/> Homo	<input checked="" type="checkbox"/> Ambiente
Método de secado	<input checked="" type="checkbox"/> Homo	<input type="checkbox"/> Ambiente	Método de secado	<input checked="" type="checkbox"/> Homo	<input type="checkbox"/> Ambiente



RESUMEN DE RESULTADOS	
Límite Líquido:	N.P.
Límite Plástico:	N.P.
Índice de Plasticidad:	N.P.
Cont. Humedad (W):	11.00 %
Densidad Húmeda (g/cm³) :	--
Densidad Seca (g/cm³) :	--
OTROS INDICES	
Colapsabilidad de Gibbs:	--
Índice de Consistencia (Ic):	N.P.
Índice de Liquidez (I_L):	N.P.
Índice de Compresibilidad (C_c):	N.P.
Contracción Lineal (C_L):	--
Índice de Flujo (I_f):	N.P.
Índice de Tenacidad (I_t):	N.P.

TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio de EM	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CQC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
 LUIS MONATAN ACOSTA INGENIERO BACH. INGENIERIA CIVIL DINI N° 20273041	 LUIS MARTÍN CARLEY PALMA JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS INGENIERO CIVIL REG. CIP. 174302	

	TERRASLAB E.I.R.L.	FORMATO F-CH-001
	CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216 - 19	RUC 20605832688
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	

PROYECTO :	"DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO MÁS ÓPTIMO PARA LA VÍA DE EVITAMIENTO NORTE TRAMO INTERSECCIÓN JR. JOSÉ BALTA CON AV. 15 DE AGOSTO - SAZÓN BAJO DE LA CIUDAD DE HUAMACHUCO - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD"		
SOLICITANTE :	BR. ARTEAGA DOMINGUEZ, INDIRA JACQUELINE BR. FLORES VEGA, FÁTIMA TATIANA	FECHA :	04/10/2020
DEPARTAMENTO :	LA LIBERTAD	PROVINCIA :	SÁNCHEZ CARRIÓN
DISTRITO :	HUAMACHUCO	PROF. CAL. :	1.50m
	MATERIAL :	TERRENO NATURAL	ESTE 9134667.01 m
		COTA :	-N.E.-
			NORTE 827861.81 m

MUESTREADO POR :	SOLICITANTE
ENSAYADO POR :	LUIS JHONATAN AGUILAR INFANTES
ESTRATO :	N.E.

CONTENIDO DE HUMEDAD - ASTM D2216 - 19

MÉTODO DE SECADO :	Horno 60 ± 5 C°	PROCEDENCIA DE LA MUESTRA :	Cantera de Acopio
MÉTODO DE REPORTE :	"B"	PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO :	Integral
MATERIALES EXCLUIDOS :	Ninguno	TAMIZ SEPARADOR :	Ninguno
PRECISIÓN :	1.00%	MÉTODO DE REPORTE DE RESULTADOS :	"A"

ANÁLISIS DE HUMEDAD NATURAL			
ASTM D2216			
Ensayo N°	1	2	3
Recipiente N°	CA 05 - A	CA 05 - B	CA 05 - C
W. Rec. + W. Suelo Hum. (gr)	123.60	138.35	119.78
W. Rec. + W. Suelo Seco (gr)	112.83	125.87	109.29
W. Agua Contenida (gr)	10.77	12.48	10.49
W. Recipiente (gr)	14.17	14.03	13.18
W. Suelo Seco (gr)	98.66	111.84	96.11
Contenido de Hum. - W. (%)	10.92	11.16	10.91
Con. de Hum. - W. Prom. (%)	11.00		

Referencia: ASTM D2216 Standar Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass.

OBSERVACIONES :

TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio de Estudios Mecánicos	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CQC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
 TERRASLAB E.I.R.L. LUIS JHONATAN AGUILAR INFANTES JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS BACH. INGENIERIA CIVIL DNI N° 70273971	 TERRASLAB E.I.R.L. LUIS MARTIN ARIEV POMA JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS INGENIERO CIVIL REG. CIP 174302	

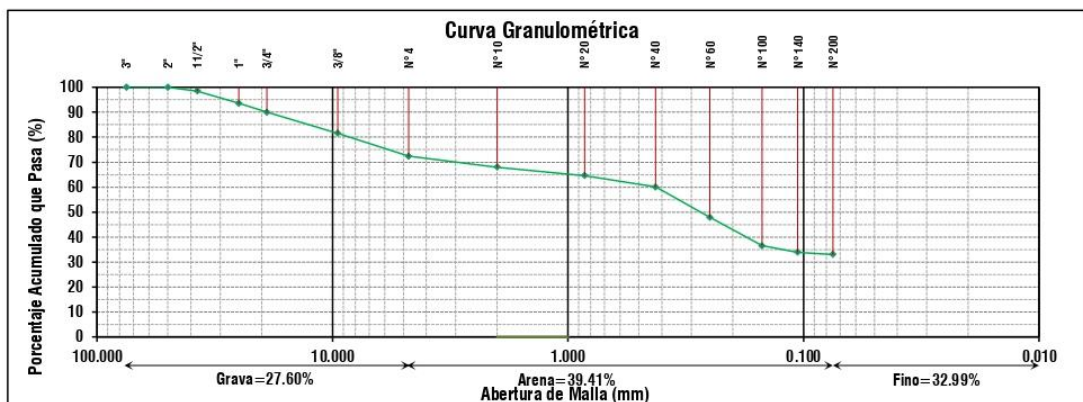
	TERRASLAB E.I.R.L.	FORMATO	F-AG-001
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	RUC	20605832688
	ASTM D6913 / D6913M - 17		
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS		

PROYECTO	*DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO MÁS ÓPTIMO PARA LA VÍA DE EVITAMIENTO NORTE TRAMO INTERSECCIÓN JR. JOSÉ BALTA CON AV. 15 DE AGOSTO - SAZÓN BAJO DE LA CIUDAD DE HUAMACHUCO - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD*		
SOLICITANTE	BR. ARTEAGA DOMÍNGUEZ, INDIRA JACQUELINE BR. FLORES VEGA, FÁTIMA TATIANA	FECHA	: 04/10/2020
DEPARTAMENTO	: LA LIBERTAD	PROVINCIA	: SÁNCHEZ CARRIÓN
DISTRITO	: HUAMACHUCO	MATERIAL	: SUBRASANTE
		PROF. CAL.	: 1.50m
		COTA	: -N.E.-
		ESTE	: 9134464.36 m
		NORTE	: 828250.51 m

DATOS DE ENSAYO	1ra Separación	Tamizado Simple / Fracción
Tamiz de Separación	N°04	<N°04
Pasa el Tamiz	---	N°04
Masa Total Seca antes de la Separación (gr)	12,310.4	
Masa Total Seca > N°04 (gr)	3,688.4	
Masa Total Seca < N°04 (gr)	8,622.0	1,221.80
Masa Lavada Seca (gr)	3,496.8	686.70
Σ de Masa Retenida (gr)	3,483.1	685.00

CRITERIO	0.5	0.5
Fase de ensayo	Lavado	Tamizado
1ra Separación	---	0.39
2da Separación	0.12	0.25
Diferencia con Masa Inicial		556.80
Diferencia entre MLS y MLRS		1.70
Diferencia entre MLS y MLST		0.20

Tamiz N°	Abertura (mm)	Fracción Gruesa de Separación (0.1 gr)	Fracción Fina Tamizado Simple (0.01 gr)	Retenido en Tamiz Separador (%)	Factor de Tamizado	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	Acumulado Pasa (%)	Esp.		RESUMEN DE RESULTADOS	
									Min.	Máx.	% Grava:	
3"	75.000	0.0			0.0081232	0.00	0.00	100.00			% Grava:	27.60 %
2"	50.000	0.0			0.0081232	0.00	0.00	100.00			% Arena:	39.41 %
1 1/2"	37.500	186.4			0.0081232	1.51	1.51	98.49			% Fino:	32.99 %
1"	25.000	601.4			0.0081232	4.89	6.40	93.60			Tamiz N°4:	72.40 %
3/4"	19.000	441.7			0.0081232	3.59	9.99	90.01			Tamiz N° 200:	32.99 %
3/8"	9.500	1,040.3			0.0081232	8.45	18.44	81.56			D10:	N.P.
N° 4	4.750	1,127.7			0.0081232	9.16	27.60	72.40			D30:	N.P.
N° 10	2.000	85.7	73.90	2.46	0.0592582	4.38	31.98	68.02			D60:	N.P.
N° 20	0.850		57.10		0.0592582	3.38	35.36	64.64			Coef. Uniformidad:	
N° 40	0.425		78.00		0.0592582	4.62	39.98	60.02			Coef. Curvatura:	
N° 60	0.250		204.80		0.0592582	12.14	52.12	47.88			Cont. Humedad (W):	5.06 %
N° 100	0.150		191.90		0.0592582	11.37	63.49	36.51			Límite Líquido:	N.P.
N° 140	0.106		43.30		0.0592582	2.57	66.06	33.94			Límite Plástico:	N.P.
N° 200	0.075		16.00		0.0592582	0.95	67.01	32.99			Índice de Plasticidad:	N.P.
Fondo	< 0.075		1.50		0.0592582	32.99	100.00	0.00			Clasificación SUCS	SM
Σ	Total	3,483.1	685.00								Clasificación AASHTO	A-2-4



TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio EM	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CQC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
 	 	

	TERRASLAB E.I.R.L.	FORMATO F-LC-001
	LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	RUC 20605832688
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	

PROYECTO :	"DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO MÁS ÓPTIMO PARA LA VÍA DE EVITAMIENTO NORTE TRAMO INTERSECCIÓN JR. JOSÉ BALTA CON AV. 15 DE AGOSTO - SAZÓN BAJO DE LA CIUDAD DE HUAMACHUCO - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD"		
SOLICITANTE :	BR. ARTEAGA DOMINGUEZ, INDIRA JACQUELINE BR. FLORES VEGA, FÁTIMA TATIANA	FECHA : 04/10/2020	CALICATA : CA-006
DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD	PROVINCIA : SÁNCHEZ CARRIÓN	PROF. CAL. : 1.50m	ESTE : 9134464.36 m
DISTRITO : HUAMACHUCO	MATERIAL : SUBRASANTE	COTA : -N.E.-	NORTE : 828250.51 m

LÍMITES DE CONSISTENCIA - ASTM D4318

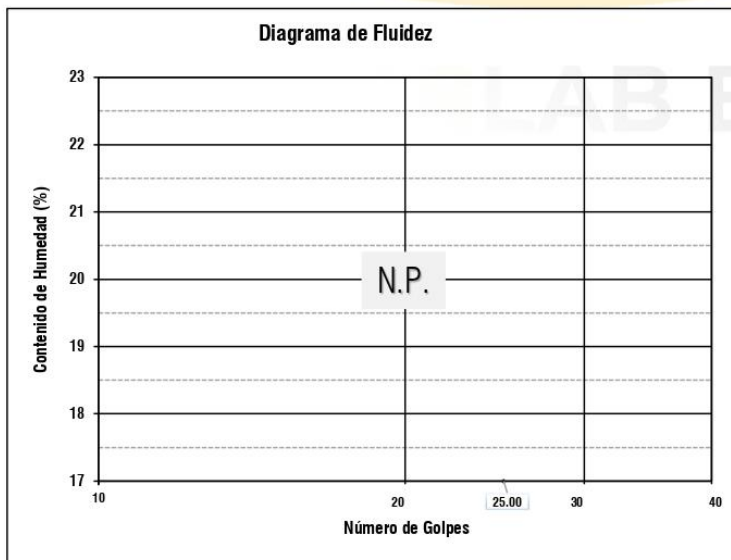
ANÁLISIS DE LÍMITE PLÁSTICO ASTM D4318		
Ensayo N°	1	2
Recipiente N°	M2 - 1	M2 - 2
W. Rec. + W. Suelo Hum. (gr)	0.00	0.00
W. Rec. + W. Suelo Seco (gr)	0.00	0.00
W. Agua Contenida (gr)	0.00	0.00
W. Recipiente (gr)	0.00	0.00
W. Suelo Seco (gr)	0.00	0.00
Contenido de Hum. - W. (%)		
Cantidad mínima requerida (gr)	o.k	o.k
Límite Plástico	N.P.	

ASTM D2216 Estándar test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.

ANÁLISIS DE LÍMITE LÍQUIDO ASTM D4318			
Ensayo N°	1	2	3
Recipiente N°	M2 - 3	M3 - 1	M3 - 2
Número de Golpes	0	0	0
W. Rec. + W. Suelo Hum. (gr)	0.00	0.00	0.00
W. Rec. + W. Suelo Seco (gr)	0.00	0.00	0.00
W. Agua Contenida (gr)	0.00	0.00	0.00
W. Recipiente (gr)	0.00	0.00	0.00
W. Suelo Seco (gr)	0.00	0.00	0.00
Contenido de Hum. - W. (%)			
Límite Líquido	N.P.		

ASTM D2216 Estándar test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.

Método de ensayo	<input checked="" type="checkbox"/> Multipunto	<input type="checkbox"/> Unipunto	Agua usada	<input checked="" type="checkbox"/> Potable	<input type="checkbox"/> Destilada
Método de preparación	<input type="checkbox"/> Homo	<input checked="" type="checkbox"/> Ambiente	Método de preparación	<input type="checkbox"/> Horno	<input checked="" type="checkbox"/> Ambiente
Método de secado	<input checked="" type="checkbox"/> Homo	<input type="checkbox"/> Ambiente	Método de secado	<input checked="" type="checkbox"/> Horno	<input type="checkbox"/> Ambiente



RESUMEN DE RESULTADOS	
Límite Líquido:	N.P.
Límite Plástico:	N.P.
Índice de Plasticidad:	N.P.
Cont. Humedad (W):	5.06 %
Densidad Húmeda (g/cm³) :	--
Densidad Seca (g/cm³) :	--
OTROS INDICES	
Colapsabilidad de Gibbs:	--
Índice de Consistencia (Ic):	N.P.
Índice de Liquidez (I_L):	N.P.
Índice de Compresibilidad (Cc):	N.P.
Contracción Lineal (C_L):	--
Índice de Flujo (I_f):	N.P.
Índice de Tenacidad (I_t):	N.P.

TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio de EM	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CQC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
 LUIS YANATAN AGUILAR INFANTES INGENIERO CIVIL EN GEOTECNIA INGENIERO CIVIL DNI N° 70273071	 LUIS MARTÍN ARRIEV DOMÍNGUEZ JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS INGENIERO CIVIL REG. CIP 174302	

	TERRASLAB E.I.R.L.	FORMATO : F-CH-001
	CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216 - 19	RUC : 20605832688
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	

PROYECTO :	"DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO MÁS ÓPTIMO PARA LA VÍA DE EVITAMIENTO NORTE TRAMO INTERSECCIÓN JR. JOSÉ BALTA CON AV. 15 DE AGOSTO - SAZÓN BAJO DE LA CIUDAD DE HUAMACHUCO - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD"		
SOLICITANTE :	BR. ARTEAGA DOMINGUEZ, INDIRA JACQUELINE BR. FLORES VEGA, FÁTIMA TATIANA	FECHA :	04/10/2020
DEPARTAMENTO :	LA LIBERTAD	PROVINCIA :	SÁNCHEZ CARRIÓN
DISTRITO :	HUAMACHUCO	PROF. CAL. :	1.50m
	MATERIAL :	COTA :	-N.E.-
		ESTE	9134464.36 m
		NORTE	828250.51 m

MUESTREO POR :	SOLICITANTE
ENSAYADO POR :	LUIS JHONATAN AGUILAR INFANTES
ESTRATO :	N.E.

CONTENIDO DE HUMEDAD - ASTM D2216 - 19

MÉTODO DE SECADO :	Horno 60 ± 5 C°	PROCEDENCIA DE LA MUESTRA :	Cantera de Acopio
MÉTODO DE REPORTE :	"B"	PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO :	Integral
MATERIALES EXCLUIDOS :	Ninguno	TAMIZ SEPARADOR :	Ninguno
PRECISIÓN :	1.00%	MÉTODO DE REPORTE DE RESULTADOS :	"A"

ANÁLISIS DE HUMEDAD NATURAL			
ASTM D2216			
Ensayo N°	1	2	3
Recipiente N°	CA 06 - A	CA 06 - B	CA 04 - B
W. Rec. +W. Suelo Hum. (gr)	251.31	258.85	245.76
W. Rec. +W. Suelo Seco (gr)	239.57	247.06	234.86
W. Agua Contenida (gr)	11.74	11.79	10.90
W. Recipiente (gr)	14.28	13.34	14.11
W. Suelo Seco (gr)	225.29	233.72	220.75
Contenido de Hum. - W. (%)	5.21	5.04	4.94
Con. de Hum. - W. Prom. (%)	5.06		

Referencia: ASTM D2216 Standar Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass.

OBSERVACIONES : _____

TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio de Estudios Mecánicos	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CQC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
 LUIS JHONATAN AGUILAR INFANTES JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS BACH. INGENIERIA CIVIL DNI N° 70273511	 LUIS MARTIN CARRION ROMA JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS INGENIERO CIVIL RUC N° 0174303	

	TERRASLAB E.I.R.L.	FORMATO F-PM-001
	ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR ASTM D1557 / ASTM D1883	RUC 20605832688
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	

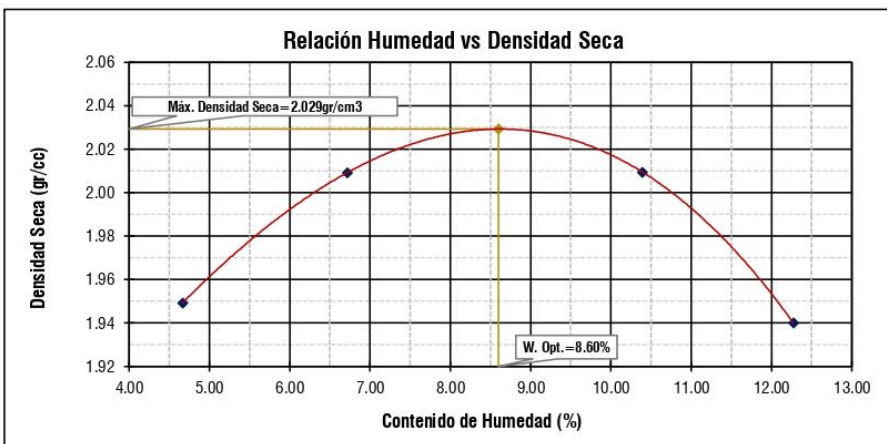
PROYECTO	"DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO MÁS ÓPTIMO PARA LA VÍA DE EVITAMIENTO NORTE TRAMO INTERSECCIÓN JR. JOSÉ BALTA CON AV. 15 DE AGOSTO - SAZÓN BAJO DE LA CIUDAD DE HUAMACHUCO - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD"		
SOLICITANTE	BR. ARTEAGA DOMÍNGUEZ, INDIRA JACQUELINE BR. FLORES VEGA, FÁTIMA TATIANA	FECHA	04/10/2020
DEPARTAMENTO	La Libertad	PROVINCIA	Sánchez Carrión
DISTRITO	Huamachuco	MATERIAL	Subrasante
		PROF. CAL.	1.50m
		ESTE	9134464 m
		COTA	-N.E-
		NORTE	828251 m

RELACION DENSIDAD - HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO) - ASTM D-1557

Nº Golpes por Capa	56	Dimensiones del Molde		Altura (cm)	11.6	Peso de Martillo	4.536 kg
Nº Capas	5	Diámetro (cm)	15.24	Volumen	2116.01	Sobrecarga	

DETERMINACIÓN DE CONTENIDO DE HUMEDAD								
Ensayo Nº	1		2		3		4	
Recipiente Nº	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
W. Rec. +W. Suelo Humedo (gr)	430.80		642.00		450.40		501.40	
W. Rec. +W. Suelo Seco (gr)	411.60		601.60		408.00		446.60	
W. Agua Contenida (gr)	19.20		40.40		42.40		54.80	
W. Recipiente (gr)	0.00		0.00		0.00		0.00	
W. Suelo Seco (gr)	411.60		601.60		408.00		446.60	
Contenido de Humedad - W. (%)	4.66		6.72		10.39		12.27	
Cont. de Hum. - W. Prom. (%)	4.66		6.72		10.39		12.27	

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD								
Ensayo Nº	1		2		3		4	
Recipiente Nº	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
Peso Muestra Humeda + Molde (gr)	10,466.000		10,686.000		10,843.000		10,758.000	
Peso Molde (gr)	6,149.000		6,149.000		6,149.000		6,149.000	
Peso Muestra Humeda (gr)	4,317.000		4,537.000		4,694.000		4,609.000	
Volumen del Molde (cm ³)	2,116.010		2,116.010		2,116.010		2,116.010	
Contenido de Humedad (gr)	4.665		6.715		10.392		12.270	
Densidad Humeda (gr/cm ³)	2.040		2.144		2.218		2.178	
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.949		2.009		2.009		1.940	



Resultados	
Densidad Máxima	2.029 gr/cm ³
Humedad Óptima	8.60 %

TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio EM	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CQC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
		

	TERRASLAB E.I.R.L.	FORMATO F-CBR-001
	ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1883	RUC 20605832688
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	

PROYECTO :	"DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO MÁS ÓPTIMO PARA LA VÍA DE EVITAMIENTO NORTE TRAMO INTERSECCIÓN JR. JOSÉ BALTA CON AV. 15 DE AGOSTO - SAZÓN BAJO DE LA CIUDAD DE HUAMACHUCO - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD"		
SOLICITANTE :	BR. ARTEAGA DOMINGUEZ, INDIRA JACQUELINE BR. FLORES VEGA, FÁTIMA TATIANA	FECHA :	04/10/2020
DEPARTAMENTO :	LA LIBERTAD	PROVINCIA :	SÁNCHEZ CARRIÓN
DISTRITO :	HUAMACHUCO	MATERIAL :	SUBRASANTE
		PROF. CAL. :	1.50m
		ESTE :	9134464 m
		NORTE :	828251 m

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde N°	A56		B25		C12	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	12,993	13,050	12,565	12,714	12,275	12,504
Peso molde (gr.)	8,422	8,422	8,337	8,337	8,271	8,271
Peso suelo compactado (gr.)	4,571	4,628	4,228	4,377	4,004	4,233
Volumen del molde (cm³)	2,131	2,131	2,144	2,144	2,178	2,178
Densidad húmeda (gr./cm³)	2,145	2,172	1,972	2,041	1,838	1,943
Densidad Seca (gr./cm³)	1,933	1,967	1,762	1,825	1,609	1,698

CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso de tara (gr.)	14.0	15.1	13.8	14.6	13.9	14.1
Tara + suelo húmedo (gr.)	130.5	127.6	131.8	122.9	147.5	163.9
Tara + suelo seco (gr.)	119.0	117.0	119.3	111.4	130.9	145.0
Peso de agua (gr.)	11.5	10.6	12.5	11.5	16.6	18.9
Peso de suelo seco (gr.)	104.9	101.9	105.5	96.8	117.0	130.9
Humedad (%)	11.0	10.4	11.9	11.9	14.2	14.5

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01*	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
28-Oct	11:24	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
29-Oct	11:24	24	27	0.69	0.59	28	0.71	0.61	36	0.91	0.79
30-Oct	11:24	48	35	0.89	0.76	33	0.84	0.72	40	1.02	0.87
31-Oct	11:24	72	44	1.12	0.96	40	1.02	0.87	45	1.14	0.98
01-Nov	11:24	96	44	1.12	0.96	40	1.02	0.87	45	1.14	0.98

PENETRACIÓN

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm²)	A56				B25				C12			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %
0.025		39	2.0			36	1.9			20	1.0		
0.050		160	8.3			132	6.8			46	2.4		
0.075		382	19.7			253	13.1			69	3.6		
0.100	70.307	603	31.1	42.0	59.7	345	17.8	20.0	28.4	84	4.3	4.5	6.4
0.150		921	47.6			461	23.8			104	5.4		
0.200	105.460	1122	57.9	62.0	58.8	537	27.7	29.0	27.5	119	6.1	6.2	5.9
0.300		1325	68.4			632	32.6			143	7.4		
0.400		1412	72.9			706	36.5			163	8.4		
0.500		1428	73.7			778	40.2			182	9.4		

TERRASLAB E.I.R.L.

OBSERVACIONES:

TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio EM	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CQC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
 TERRASLAB E.I.R.L. LUIS MARIAN AGUILAR INFANTES INGENIERO CIVIL EN SUELOS BACH. INGENIERIA CIVIL UNI N° 7027/30/11	 TERRASLAB E.I.R.L. LUIS MARTÍN PERUVY POMÁ JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS INGENIERO CIVIL REG. COP. 114302	 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS TERRASLAB E.I.R.L.

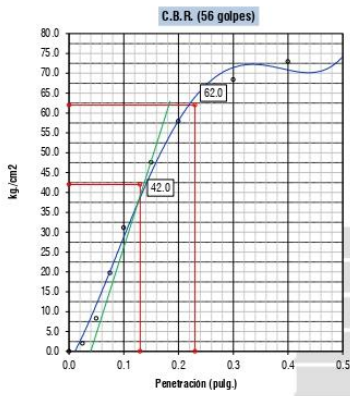
	TERRASLAB E.I.R.L.	FORMATO	F-CBR-001
	ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1883	RUC	20605832688
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS		

Datos de muestra

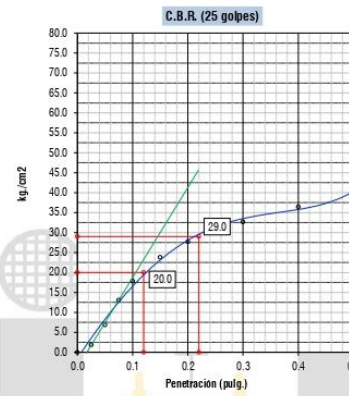
Máxima Densidad Seca 2.029 gr./cm³

Máxima Densidad Seca al 95% 1.928 gr./cm³

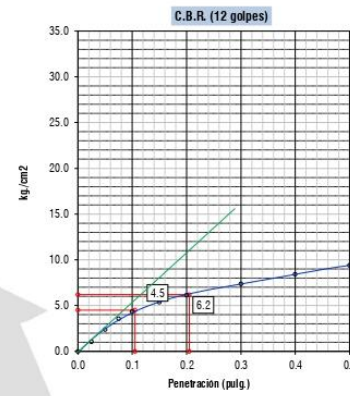
Óptimo Contenido de Humedad 8.60 %



C.B.R. (0.1*) 56 GOLPES : 59.7 %

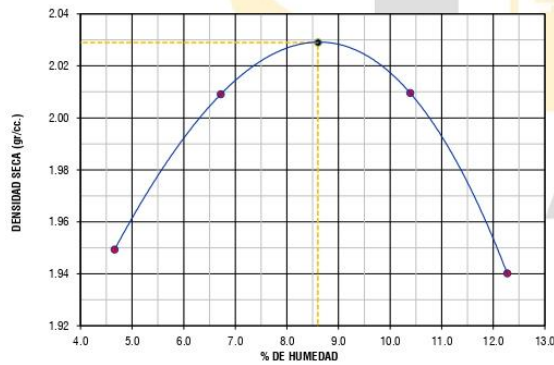


C.B.R. (0.1*) 25 GOLPES : 28.4 %



C.B.R. (0.1*) 12 GOLPES : 6.4 %

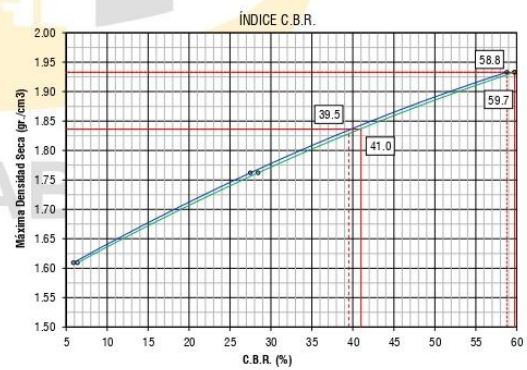
CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1*: 59.7 %

C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1*: 41.0 %

CURVA CBR Vs DENSIDAD SECA



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2*: 58.8 %

C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2*: 39.5 %

OBSERVACIONES:

TERRASLAB E.I.R.L. Técnico de Laboratorio EM	TERRASLAB E.I.R.L. Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CQC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
 TERRASLAB E.I.R.L. LUIS ZANATAN AGUILAR INFANTES JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS BACH. INGENIERIA CIVIL DNI N° 73273571	 TERRASLAB E.I.R.L. LUIS MARTÍN BARRIOS POMA JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS INGENIERO CIVIL REG. CIP. 114382	

Perfil Estratigráfico

	TERRASLAB E.I.R.L.		FORMATO : F-PE-001				
	PERFIL ESTRATIGRÁFICO ASTM D420		CÓD. REGISTRO				
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS		RUC : 20605832688				
		REG. INDECOPI					
PROYECTO : "DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO MÁS ÓPTIMO PARA LA VÍA DE EVITAMIENTO NORTE TRAMO INTERSECCIÓN JR. JOSÉ BALTA CON AV. 15 DE AGOSTO - SAZÓN BAJO DE LA CIUDAD DE HUAMACHUCO - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD"							
SOLICITANTE : BR. ARTEAGA DOMINGUEZ, INDIRA JACQUELINE BR. FLORES VEGA, FÁTIMA TATIANA			FECHA : 04/10/2020	CÓD. CAL : CA-001			
DEPARTAMENTO : La Libertad	PROVINCIA : Sánchez Carrión	PROF. CAL : 1.50 m	ESTE : 9135389.00				
DISTRITO : Huamachuco	MATERIAL : Subrasante	ALTITUD : msnm	NORTE : 826238.00				
TIPOLOGÍA : Pavimentación de Vía	CALICATA :						
Profundidad (m)	Calicata N°01	Clasificación de Suelo		W%	LL%	LP%	DESCRIPCIÓN DE GEOMATERIAL
		SUCS	AASHTO				
0.10	C1 E0	Pt	ORGÁNICO				Materia Orgánica
0.20							
0.30							
0.40							
0.50							
0.60							
0.70							
0.80	C1 E1	SC	A-2-6(1)	--	8.31	33.00	14.00
0.90							
1.00							
1.10							
1.20							
1.30							
1.40							
1.50							
1.60							
1.70							
1.80							
1.90							
2.00							
							Material arenoso arcilloso color amarillento, TM 3", con gravas (21.39%), arenas (56.16%) y finos plásticos (22.44%), suelo no colapsable, compresibilidad media y no se puede esperar una actividad de contracción-expansión, material del tipo SC, correspondiente a suelos arenosos con arcilla de calidad como subrasante de regular a buena.
TERRASLAB E.I.R.L.							
Técnico de Laboratorio EM		Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos			CQC - Laboratorio de Estudios Mecánicos		
 TERRASLAB E.I.R.L. LUIS ZANATAN AGUILAR INFANTES JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS BACH. INGENIERIA CIVIL DNI N° 73273571		 TERRASLAB E.I.R.L. LUIS MARTÍN ARTEAGA PALMA JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS INGENIERO CIVIL REG. CIP 174392			 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS TERRASLAB E.I.R.L.		

	TERRASLAB E.I.R.L.	FORMATO	F-PE-001
	PERFIL ESTRATIGRÁFICO ASTM D420	CÓD. REGISTRO	
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	RUC	20605832688
		REG. INDECOPI	

PROYECTO	"DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO MÁS ÓPTIMO PARA LA VÍA DE EVITAMIENTO NORTE TRAMO INTERSECCIÓN JR. JOSÉ BALTA CON AV. 15 DE AGOSTO - SAZÓN BAJO DE LA CIUDAD DE HUAMACHUCO - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD"							
SOLICITANTE	BR. ARTEAGA DOMINGUEZ, INDIRA JACQUELINE BR. FLORES VEGA, FÁTIMA TATIANA			FECHA	: 04/10/2020	COD. CAL	: CA-002	
DEPARTAMENTO	: La Libertad	PROVINCIA	: Sánchez Carrión	PROF. CAL.	: 1.50 m	ESTE	: 9135352.00	
DISTRITO	: Huamachuco	MATERIAL	: Subrasante	ALTITUD	: msm	NORTE	: 826720.5.00	
TIPOLOGÍA	: Pavimentación de Vía CALICATA :							
Profundidad (m)	Calicata N°02	Clasificación de Suelo		W%	LL%	LP%	DESCRIPCIÓN DE GEOMATERIAL	
		SUCS	AASHTO					
0.10	C2 E0	Pt	ORGÁNICO				Materia Orgánica	
0.20	C2 E1	SC	A-4(0)	-	7.63	24.00	14.00	Material arenoso arcilloso color amarillento, TM 3", con gravas (21.39%), arenas (56.16%) y finos plásticos (22.44%), suelo no colapsable, compresibilidad media y no se puede esperar una actividad de contracción-expansión, material del tipo SC, correspondiente a suelos arenosos con arcilla de calidad como subrasante de regular a buena.
0.30								
0.40								
0.50								
0.60								
0.70								
0.80								
0.90								
1.00								
1.10								
1.20								
1.30								
1.40								
1.50								
1.60								
1.70								
1.80								
1.90								
2.00								

TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio EM	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CQC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
 LUIS CONATAN AGUILAR INANTES JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS BACH. INGENIERA CIVIL DNI N° 70773571	 LUIS MARTÍN ARCE VEGA POMA JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS INGENIERO CIVIL REG. COP 174392	

	TERRASLAB E.I.R.L.	FORMATO	F-PE-001
	PERFIL ESTRATIGRÁFICO ASTM D420		
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	RUC	20605832688

PROYECTO	"DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO MÁS ÓPTIMO PARA LA VÍA DE EVITAMIENTO NORTE TRAMO INTERSECCIÓN JR. JOSÉ BALTA CON AV. 15 DE AGOSTO - SAZÓN BAJO DE LA CIUDAD DE HUAMACHUCO - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD"							
SOLICITANTE	BR. ARTEAGA DOMINGUEZ, INDIRA JACQUELINE BR. FLORES VEGA, FÁTIMA TATIANA			FECHA	04/10/2020	COD. CAL.	CA-003	
DEPARTAMENTO	La Libertad	PROVINCIA	Sánchez Carrión	PROF. CAL.	1.50 m	ESTE	9135294.00	
DISTRITO	Huamachuco	MATERIAL	Subrasante	ALTITUD	msnm	NORTE	827262.30	
TIPOLOGÍA	Pavimentación de Vía		CALICATA					
Profundidad (m)	Calicata N°03	Clasificación de Suelo		W%	LL%	LP%	DESCRIPCIÓN DE GEOMATERIAL	
		SUCS	AASHTO					
0.10	C3 E0	Pt	ORGÁNICO				Materia Orgánica	
0.20	C3 E1	SC-SM	A-2-4	-	9.37	20.00	13.00	Material arenoso arcilloso color amarillento, TM 3", con gravas (21.39%), arenas (56.16%) y finos plásticos (22.44%), suelo no colapsable, compresibilidad media y no se puede esperar una actividad de contracción-expansión, material del tipo SC, correspondiente a suelos arenosos con arcilla de calidad como subrasante de regular a buena.
0.30								
0.40								
0.50								
0.60								
0.70								
0.80								
0.90								
1.00								
1.10								
1.20								
1.30								
1.40								
1.50								
1.60								
1.70								
1.80								
1.90								
2.00								

TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio EM	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CQC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
 <p>TERRASLAB E.I.R.L. LUIS MONATAN ACUÑA RÍOS JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS BACH. INGENIERÍA CIVIL DNI N° 7073571</p>	 <p>TERRASLAB E.I.R.L. LUIS MARTÍNEZ GARCÍA PALMA JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS INGENIERO CIVIL REG. CIP. 174392</p>	

 TERRASLAB E.I.R.L.	TERRASLAB E.I.R.L.		FORMATO	F-PE-001
	PERFIL ESTRATIGRÁFICO ASTM D420			
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS		RUC	20605832688

PROYECTO : "DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO MÁS ÓPTIMO PARA LA VÍA DE EVITAMIENTO NORTE TRAMO INTERSECCIÓN JR. JOSÉ BALTA CON AV. 15 DE AGOSTO - SAZÓN BAJO DE LA CIUDAD DE HUAMACHUCO - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD"								
SOLICITANTE : BR. ARTEAGA DOMINGUEZ, INDIRA JACQUELINE BR. FLORES VEGA, FÁTIMA TATIANA				FECHA : 04/10/2020	CÓD. CAL. : CA-004			
DEPARTAMENTO : La Libertad		PROVINCIA : Sánchez Carrión		PROF. CAL. : 1.50 m	ESTE : 9135014.00			
DISTRITO : Huamachuco		MATERIAL : Subrasante		ALTITUD : msnm	NORTE : 827654.60			
TIPOLOGÍA : Pavimentación de Vía		CALICATA :						
Profundidad (m)	Calicata N°04	Clasificación de Suelo		W%	LL%	LP%	DESCRIPCIÓN DE GEOMATERIAL	
		SUCS	AASHTO					
0.10	C4 E0	Pt	ORGÁNICO				Materia Orgánica	
0.20	C4 E1	SM	A-24	-	12.06	N.P.	N.P.	Material arenoso arcilloso color amarillento, TM 3", con gravas (21.39%), arenas (56.16%) y finos plásticos (22.44%), suelo no colapsable, compresibilidad media y no se puede esperar una actividad de contracción-expansión, material del tipo SC, correspondiente a suelos arenosos con arcilla de calidad como subrasante de regular a buena.
0.30								
0.40								
0.50								
0.60								
0.70								
0.80								
0.90								
1.00								
1.10								
1.20								
1.30								
1.40								
1.50								
1.60								
1.70								
1.80								
1.90								
2.00								

TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio EM	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CQC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
 TERRASLAB E.I.R.L. LUIS YANATAN AGUILAR INFANTES JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS BACH. INGENIERA CIVIL DNI N° 70773571	 TERRASLAB E.I.R.L. LUIS MARTÍN PARREY ROMA JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS INGENIERO CIVIL REG. CIP. 174392	 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS TERRASLAB E.I.R.L.

	TERRASLAB E.I.R.L.	FORMATO	F-PE-001
	PERFIL ESTRATIGRÁFICO ASTM D420	RUC	20605832688
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS		

PROYECTO	"DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO MÁS ÓPTIMO PARA LA VÍA DE EVITAMIENTO NORTE TRAMO INTERSECCIÓN JR. JOSÉ BALTA CON AV. 15 DE AGOSTO - SAZÓN BAJO DE LA CIUDAD DE HUAMACHUCO - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD"							
SOLICITANTE	BR. ARTEAGA DOMINGUEZ, INDIRA JACQUELINE BR. FLORES VEGA, FÁTIMA TATIANA			FECHA	04/10/2020	COD. CAL	CA-005	
DEPARTAMENTO	La Libertad	PROVINCIA	Sánchez Carrión	PROF. CAL	1.50 m	ESTE	9134669.00	
DISTRITO	Huamachuco	MATERIAL	Subrasante	ALTITUD	msnm	NORTE	827862.00	
TIPOLOGÍA	Pavimentación de Vía							
Profundidad (m)	Calicata N°05	Clasificación de Suelo		W%	LL%	LP%	DESCRIPCIÓN DE GEOMATERIAL	
		SUCS	AASHTO					
0.10	C5 E0	Pt	ORGÁNICO				Materia Orgánica	
0.20	C5 E1	SM	A-2-4	-	11.00	N.P.	N.P.	Material arenoso arcilloso color amarillento, TM 3", con gravas (21.39%), arenas (56.16%) y finos plásticos (22.44%), suelo no colapsable, compresibilidad media y no se puede esperar una actividad de contracción-expansión, material del tipo SC, correspondiente a suelos arenosos con arcilla de calidad como subrasante de regular a buena.
0.30								
0.40								
0.50								
0.60								
0.70								
0.80								
0.90								
1.00								
1.10								
1.20								
1.30								
1.40								
1.50								
1.60								
1.70								
1.80								
1.90								
2.00								

TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio EM	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CQC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
 	 	

 TERRASLAB E.I.R.L.	TERRASLAB E.I.R.L.	FORMATO	F-PE-001
	PERFIL ESTRATIGRÁFICO ASTM D420		
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	RUC	20605832688

PROYECTO : "DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO MÁS ÓPTIMO PARA LA VÍA DE EVITAMIENTO NORTE TRAMO INTERSECCIÓN JR. JOSÉ BALTA CON AV. 15 DE AGOSTO - SAZÓN BAJO DE LA CIUDAD DE HUAMACHUCO - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD"

SOLICITANTE : BR. ARTEAGA DOMINGUEZ, INDIRA JACQUELINE
BR. FLORES VEGA, FÁTIMA TATIANA

FECHA : 04/10/2020 **COD. CAL :** CA-006

DEPARTAMENTO : La Libertad **PROVINCIA :** Sánchez Carrión **PROF. CAL :** 1.50 m **ESTE :** 9134464.00

DISTRITO : Huamachuco **MATERIAL :** Subrasante **ALTITUD :** msnm **NORTE :** 828251.00

TIPOLOGÍA : Pavimentación de Vía **CALICATA :**

Profundidad (m)	Calicata N°06	Clasificación de Suelo		W%	LL%	LP%	DESCRIPCIÓN DE GEOMATERIAL
		SUCS	AASHTO				
0.10	C6 E0	Pt	ORGÁNICO				Materia Orgánica
0.20	C6 E1	SM	A-4	-	11.10	N.P.	N.P.
0.30							
0.40							
0.50							
0.60							
0.70							
0.80							
0.90							
1.00							
1.10							
1.20							
1.30							
1.40							
1.50							
1.60							
1.70							
1.80							
1.90							
2.00							

TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio EM	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CQC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
 TERRASLAB E.I.R.L. LUIS YANATAN AGUILAR INFANTES JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS BACH. INGENIERA CIVIL DNI N° 70773571	 TERRASLAB E.I.R.L. LUIS MARTÍN MARVEY POMA JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS INGENIERO CIVIL REG. CIP 174352	

FOTOS DE LAS CALICATAS REALIZADAS

Calicata N° 1



Calicata N° 2



Calicata N° 3



Calicata N° 4



Calicata N° 5



Calicata N° 6



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0301106	DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO MÁS ÓPTIMO PARA LA VIA DE EVITAMIENTO NORTE TRAMO INTERSECCIÓN JR. JOSÉ BALTA CON AV. 15 DE AGOSTO - SAZÓN BAJO DE LA CIUDAD DE HUAMACHUCO - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD					Fecha presupuesto	10/11/2020
Subpresupuesto	001	Pavimento Flexible						
Parída	01.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL						
Rendimiento	m2/DIA	250.0000	EQ. 250.0000	Costo unitario directo por: m2		1.03		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra							
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.0640	15.24	0.98		
	Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.98	0.05	0.05	
Parída	01.01.02	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO						
Rendimiento	m2/DIA	430.0000	EQ. 430.0000	Costo unitario directo por: m2		1.63		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra							
0147000032	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0186	23.78	0.44		
0147010004	PEON	hh	3.0000	0.0558	15.24	0.85	1.29	
	Materiales							
0202010000	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2" 3" y 4"	kg		0.0050	3.47	0.02		
0229060006	YESO BOL 10 kg	bls		0.0050	4.00	0.02		
0230560005	NIVEL TOPOGRAFICO	hm		0.0050	10.00	0.05		
0244010005	ESTACA DE MADERA	p2		0.0050	4.50	0.02	0.11	
	Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.29	0.04		
0337020045	JALONES	he	0.5000	0.0093	1.20	0.01		
0337020046	MIRA TOPOGRAFICA	he	0.5000	0.0093	6.00	0.06		
0349880003	TEODOLITO	hm	0.5000	0.0093	12.50	0.12	0.23	
Parída	01.01.03	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE MAQUINARIAS						
Rendimiento	glb/DIA	1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por: glb		30,980.00		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Materiales							
0232970002	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION	glb		1.0000	30,980.00	30,980.00	30,980.00	
Parída	01.02.01	CORTE DE TERRENO HASTA NIVEL SUBRASANTE MATERIAL C/ EQUIPO						
Rendimiento	m3/DIA	450.0000	EQ. 450.0000	Costo unitario directo por: m3		7.17		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra							
0147010003	OFICIAL	hh	2.0000	0.0356	16.97	0.60		
0147010004	PEON	hh	5.0000	0.0889	15.24	1.35	1.95	
	Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.95	0.06		
0349040079	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	hm	1.0000	0.0178	290.00	5.16	5.22	
Parída	01.02.02	ELIMINACION DE EXCEDENTE CIVQTE 15 M3 Y CARGADOR D>15 Km						
Rendimiento	m3/DIA	800.0000	EQ. 800.0000	Costo unitario directo por: m3		13.38		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra							
0147010004	PEON	hh	0.5000	0.0050	15.24	0.08	0.08	
	Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.08			
0348040039	CAMION VOLQUETE 15 m3	hm	6.0000	0.0600	190.00	11.40		
0349040008	CARGADOR FRONTAL 938F-CAT	hm	1.0000	0.0100	190.00	1.90	13.30	

Partida	01.02.03	MEJORAMIENTO DE SUELO A NIVEL SUBRASANTE C/ EQUIPO				
Rendimiento	m3/DIA	3,500.0000	EQ. 3,500.0000	Costo unitario directo por : m3	25.93	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010004	PEON	hh	4.0000	0.0091	15.24	0.14
Materiales						
0221000095	CEMENTO VIA FORTE (42.5 Kg)	kg		1.0000	25.00	25.00
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.14	
0348040000	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 122 HP 1,500 gl	hm	0.3000	0.0007	140.00	0.10
0348040039	CAMION VOLQUETE 15 m3	hm	0.4000	0.0009	190.00	0.17
0349040079	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	hm	0.8000	0.0018	290.00	0.52
0.79						
Partida	01.02.04	PERFILADO Y COMPACTACION DE LA SUB RASANTE CON EQUIPO PESADO				
Rendimiento	m2/DIA	1,500.0000	EQ. 1,500.0000	Costo unitario directo por : m2	2.70	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0053	16.97	0.09
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.0107	15.24	0.16
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.25	0.01
0348040001	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 122 HP 1,500 gl	hm	1.0000	0.0053	140.00	0.74
0349030007	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135HP	hm	1.0000	0.0053	150.00	0.80
0349090000	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.0000	0.0053	170.00	0.90
2.45						
Partida	01.03.01	SUB BASE GRANULAR e=15cm				
Rendimiento	m2/DIA	800.0000	EQ. 800.0000	Costo unitario directo por : m2	12.53	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0100	22.97	0.23
0147010004	PEON	hh	4.0000	0.0400	15.24	0.61
Materiales						
0205000041	MATERIAL GRANULAR PARA SUB BASE	m3		0.1850	40.00	7.40
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.84	0.04
0348040000	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 122 HP 1,500 gl	hm	0.7500	0.0075	140.00	1.05
0349030007	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135HP	hm	1.0000	0.0100	150.00	1.50
0349090000	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.0000	0.0100	170.00	1.70
4.29						
Partida	01.03.02	BASE GRANULAR e=22cm				
Rendimiento	m2/DIA	800.0000	EQ. 800.0000	Costo unitario directo por : m2	17.33	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0100	22.97	0.23
0147010004	PEON	hh	4.0000	0.0400	15.24	0.61
Materiales						
0205000042	MATERIAL GRANULAR PARA BASE	m3		0.2710	45.00	12.20
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.84	0.04
0348040000	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 122 HP 1,500 gl	hm	0.7500	0.0075	140.00	1.05
0349030007	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135HP	hm	1.0000	0.0100	150.00	1.50
0349090000	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.0000	0.0100	170.00	1.70
4.29						

Partida	01.04.01	BARRIDO DE BASE PARA IMPRIMACIÓN				
Rendimiento	m2/DIA	4,000.0000	EQ. 4,000.0000	Costo unitario directo por : m2		2.01
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra					
0147010003	OFICIAL	hh	2.7500	0.0055	16.97	0.09
0147010004	PEON	hh	8.2500	0.0165	15.24	0.25
						0.34
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.34	0.01
0337010064	ESCOBA	u		0.0010	5.00	0.01
0348040023	CAMION 10 M3	hm	5.5000	0.0110	150.00	1.65
						1.67
Partida	01.04.02	IMPRIMACIÓN ASFALTICA				
Rendimiento	m2/DIA	1,500.0000	EQ. 1,500.0000	Costo unitario directo por : m2		4.86
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra					
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0053	16.97	0.09
0147010004	PEON	hh	4.0000	0.0213	15.24	0.32
						0.41
	Materiales					
0213000024	EMULSION ASFALTICA PARA IMPRIMACIÓN	gal		0.3000	10.00	3.00
						3.00
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.41	0.01
0348130081	CAMION BARANDA 4 ton	hm	1.0000	0.0053	120.00	0.64
0349050036	COCINA DE ASFALTO 320gl	hm	1.0000	0.0053	150.00	0.80
						1.45
Partida	01.04.03	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE e=10cm				
Rendimiento	m2/DIA	2,000.0000	EQ. 2,000.0000	Costo unitario directo por : m2		34.12
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra					
0147010002	OPERARIO	hh	3.0000	0.0120	22.97	0.28
0147010003	OFICIAL	hh	3.0000	0.0120	16.97	0.20
0147010004	PEON	hh	8.0000	0.0320	15.24	0.49
						0.97
	Materiales					
0298010183	MEZCLA ASFALTICA	m3		0.1200	220.00	26.40
						26.40
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.97	0.03
0349030043	RODILLO TANDEM ESTATICO AUTOPROPULSADO 58-70HP	hm	1.0000	0.0040	650.00	2.60
0349030076	RODILLO NEUMATICO AUTOP 81-100HP 5.5-20 ton	hm	1.0000	0.0040	380.00	1.52
0349050008	PAVIMENTADORA SOBRE ORUGAS 69 HP 10-16'	hm	1.0000	0.0040	650.00	2.60
						6.75

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DEL PAVIMENTO RÍGIDO

Página : 1

sio

Análisis de precios unitarios

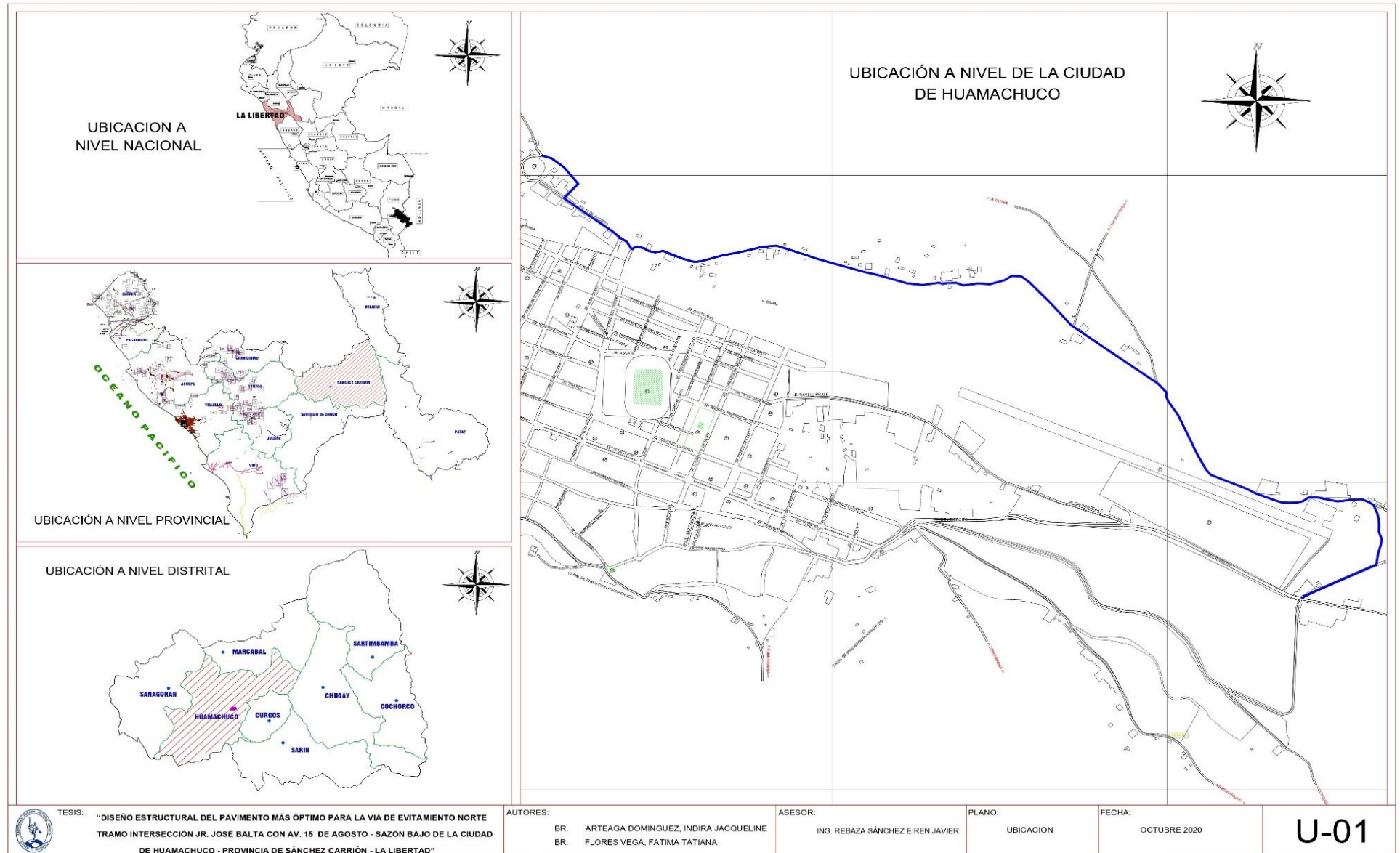
Presupuesto	0301106		DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO MÁS ÓPTIMO PARA LA VIA DE EVITAMIENTO NORTE TRAMO INTERSECCIÓN JR. JOSÉ BALTA CON AV. 15 DE AGOSTO - SAZÓN BAJO DE LA CIUDAD DE HUAMACHUCO - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD				
Subpresupuesto	002 Pavimento Rígido				Fecha presupuesto	10/11/2020	
Parída	01.01.01		LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL				
Rendimiento	m2/DIA	250.0000	EQ. 250.0000	Costo unitario directo por : m2		1.03	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra						
0147010004	PEON		hh	2.0000	0.0640	15.24	0.98
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		% MO		5.0000	0.98	0.05
	01.01.02		TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO				
Rendimiento	m2/DIA	430.0000	EQ. 430.0000	Costo unitario directo por : m2		1.63	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra						
0147000032	TOPOGRAFO		hh	1.0000	0.0186	23.78	0.44
0147010004	PEON		hh	3.0000	0.0558	15.24	0.85
	Materiales						
0202010000	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2" 3" y 4"		kg		0.0050	3.47	0.02
0229060006	YESO BOL. 10 kg		bls		0.0050	4.00	0.02
0230550005	NIVEL TOPOGRAFICO		hm		0.0050	10.00	0.05
0244010005	ESTACA DE MADERA		p2		0.0050	4.50	0.02
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		% MO		3.0000	1.29	0.04
0337020045	JALONES		he	0.5000	0.0093	1.20	0.01
0337020046	MIRA TOPOGRAFICA		he	0.5000	0.0093	6.00	0.06
0349880003	TEODOLITO		hm	0.5000	0.0093	12.50	0.12
	01.01.03		MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE MAQUINARIAS				
Rendimiento	gls/DIA	1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : gls		30,980.00	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Materiales						
0232970002	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION		gls		1.0000	30,980.00	30,980.00
	01.02.01		CORTE DE TERRENO HASTA NIVEL SUBRASANTE MATERIAL C/ EQUIPO				
Rendimiento	m3/DIA	450.0000	EQ. 450.0000	Costo unitario directo por : m3		7.17	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra						
0147010003	OFICIAL		hh	2.0000	0.0356	16.97	0.60
0147010004	PEON		hh	5.0000	0.0889	15.24	1.35
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		% MO		3.0000	1.95	0.06
0349040079	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP		hm	1.0000	0.0178	290.00	5.16
	01.02.02		ELIMINACION DE EXCEDENTE C/VQTE 15 M3 Y CARGADOR D>15 Km				
Rendimiento	m3/DIA	800.0000	EQ. 800.0000	Costo unitario directo por : m3		13.38	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra						
0147010004	PEON		hh	0.5000	0.0050	15.24	0.08
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		% MO		3.0000	0.08	
0348040039	CAMION VOLQUETE 15 m3		hm	6.0000	0.0600	190.00	11.40
0349040008	CARGADOR FRONTAL 938F-CAT		hm	1.0000	0.0100	190.00	1.90
							13.30

Período	01.02.03	MEJORAMIENTO DE SUELO A NIVEL SUBRASANTE C/ EQUIPO					
Rendimiento	m3/DIA	3,500.0000	EQ. 3,500.0000	Costo unitario directo por : m3		25.93	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/	Parcial \$/	
Mano de Obra							
0147010004	PEON	hh	4.0000	0.0091	15.24	0.14	
Materiales							
0221000095	CEMENTO VIA FORTE (42.5 Kg)	kg		1.0000	25.00	25.00	
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	% MO		3.0000	0.14		
0348040000	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 122 HP 1,500 gl	hm	0.3000	0.0007	140.00	0.10	
0348040039	CAMION VOLQUETE 15 m3	hm	0.4000	0.0009	190.00	0.17	
0349040079	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	hm	0.8000	0.0018	290.00	0.52	
						0.79	
Período	01.02.04	PERFILADO Y COMPACTACION DE LA SUB RASANTE CON EQUIPO PESADO					
Rendimiento	m2/DIA	1,500.0000	EQ. 1,500.0000	Costo unitario directo por : m2		2.70	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/	Parcial \$/	
Mano de Obra							
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0053	16.97	0.09	
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.0107	15.24	0.16	
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	% MO		3.0000	0.25	0.01	
0348040001	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 122 HP 1,500 gl	hm	1.0000	0.0053	140.00	0.74	
0349030007	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135HP	hm	1.0000	0.0053	150.00	0.80	
0349090000	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.0000	0.0053	170.00	0.90	
						2.45	
Período	01.03.01	BASE GRANULAR e=15cm					
Rendimiento	m2/DIA	800.0000	EQ. 800.0000	Costo unitario directo por : m2		13.81	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/	Parcial \$/	
Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0100	22.97	0.23	
0147010004	PEON	hh	4.0000	0.0400	15.24	0.61	
Materiales							
0205000042	MATERIAL GRANULAR PARA BASE	m3		0.1850	45.00	8.33	
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	% MO		5.0000	0.84	0.04	
0348040000	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 122 HP 1,500 gl	hm	1.0000	0.0100	140.00	1.40	
0349030007	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135HP	hm	1.0000	0.0100	150.00	1.50	
0349090000	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.0000	0.0100	170.00	1.70	
						4.64	
Período	01.04.01	LOSA DE CONCRETO e=24cm f'c = 280kg/cm2					
Rendimiento	m3/DIA	100.0000	EQ. 100.0000	Costo unitario directo por : m3		356.45	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/	Parcial \$/	
Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	0.1600	22.97	3.68	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0800	16.97	1.36	
0147010004	PEON	hh	10.0000	0.8000	15.24	12.19	
Materiales							
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2" - 3/4"	m3		0.8000	60.00	48.00	
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.5000	70.00	35.00	
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO MS (42.5 kg)	bls		13.0000	19.40	252.20	
0239050000	AGUA	m3		0.1800	5.00	0.90	
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	% MO		3.0000	17.23	0.52	
0348010086	MEZCLADORA DE CONCRETO TROMPO 11 p3 18 HP	hm	0.5000	0.0400	20.00	0.80	
0349070004	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	0.7500	0.0600	30.00	1.80	
						3.12	
Período	01.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO LATERAL DE PAVIMENTO RIGIDO					
Rendimiento	m2/DIA	16.0000	EQ. 16.0000	Costo unitario directo por : m2		38.51	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/	Parcial \$/	
Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.5000	22.97	11.49	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.5000	16.97	8.49	
Materiales							
0202000015	ALAMBRE NEGRO # 8	kg		0.0500	3.50	0.18	
0202010000	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2" 3" y 4"	kg		0.0500	3.47	0.17	
0245010001	MADERA TORNILLO	p2		2.9300	6.00	17.58	
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	% MO		3.0000	19.98	0.60	
						0.60	

Partida	01.04.03	ACERO EN JUNTA LONGITUDINAL Ø 5/8" LONG 79cm @91cm C/EXTREMO				
Rendimiento	kg/DIA	250.0000	EQ. 250.0000	Costo unitario directo por : kg	4.30	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	22.97	0.74
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	16.97	0.54
						1.28
Materiales						
0202110021	ACERO CORRUGADO fy= 2400 kg/cm ² Ø 5/8"	kg		1.0700	2.62	2.80
0265900016	ALAMBRE GALVANIZADO # 16	kg		0.0600	3.73	0.22
						3.02
Partida	01.04.04	CURADO DE CONCRETO				
Rendimiento	m ² /DIA	240.0000	EQ. 240.0000	Costo unitario directo por : m ²	4.31	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010004	PEON	hh	3.0000	0.1000	15.24	1.52
						1.52
Materiales						
0229010101	CURADOR DE CONCRETO	m ²		0.0800	21.40	1.71
						1.71
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	% MO		5.0000	1.52	0.08
0337010104	BROCHA DE NYLON DE 4"	und		0.0100	100.00	1.00
						1.08
Partida	01.05.01	JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN				
Rendimiento	m/DIA		EQ.	Costo unitario directo por : m	12.78	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010003	OFICIAL	hh		0.0800	16.97	1.36
0147010004	PEON	hh		0.2400	15.24	3.66
						5.02
Materiales						
0205010004	ARENA GRUESA	m ³		0.0023	70.00	0.16
0213000006	ASFALTO RC-250	gal		0.1330	56.00	7.45
						7.61
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	% MO		3.0000	5.02	0.15
						0.15
Partida	01.05.02	JUNTAS DE CONTRACCIÓN				
Rendimiento	m/DIA		EQ.	Costo unitario directo por : m	3.12	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010004	PEON	hh		0.0800	15.24	1.22
						1.22
Materiales						
0239050100	AGUA PUESTA EN OBRA	m ³		0.1200	12.00	1.44
						1.44
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	% MO		5.0000	1.22	0.06
0348210066	CORTADORA DE PAVIMENTO INCLUYE DISCO	hm		0.0400	10.00	0.40
						0.46

PLANOS

Plano ubicación geográfica



TESIS: "DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO MÁS ÓPTIMO PARA LA VIA DE EVITAMIENTO NORTE TRAMO INTERSECCIÓN JR. JOSÉ BALTA CON AV. 15 DE AGOSTO - SAZÓN BAJO DE LA CIUDAD DE HUAMACHUCO - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD"

AUTORES:

BR. ARTEAGA DOMINGUEZ, INDIRA JACQUELINE
BR. FLORES VEGA, FATIMA TATIANA

ASESOR:

ING. REBAZA SÁNCHEZ EIREN JAVIER

PLANO:

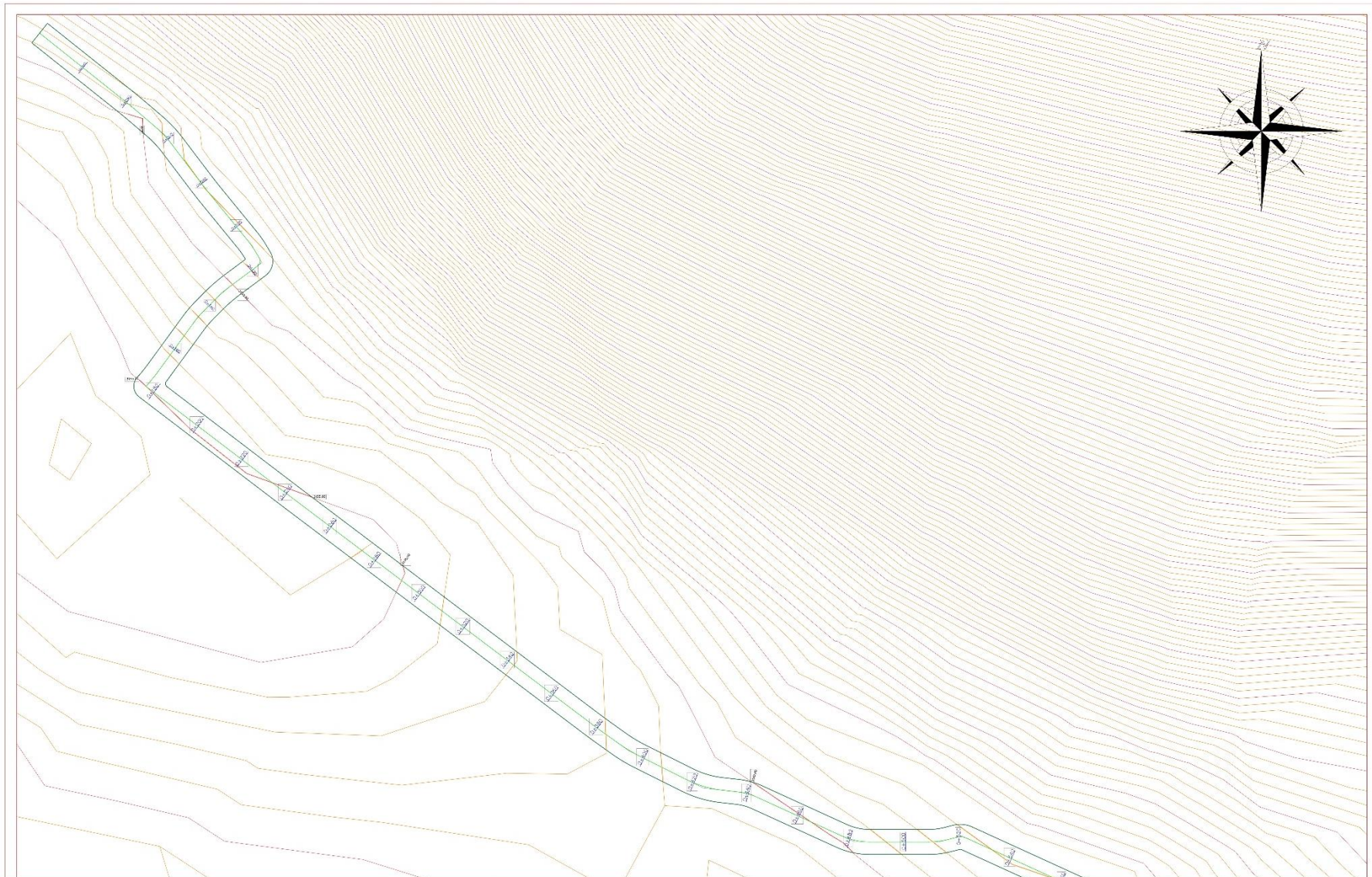
UBICACION

FECHA:

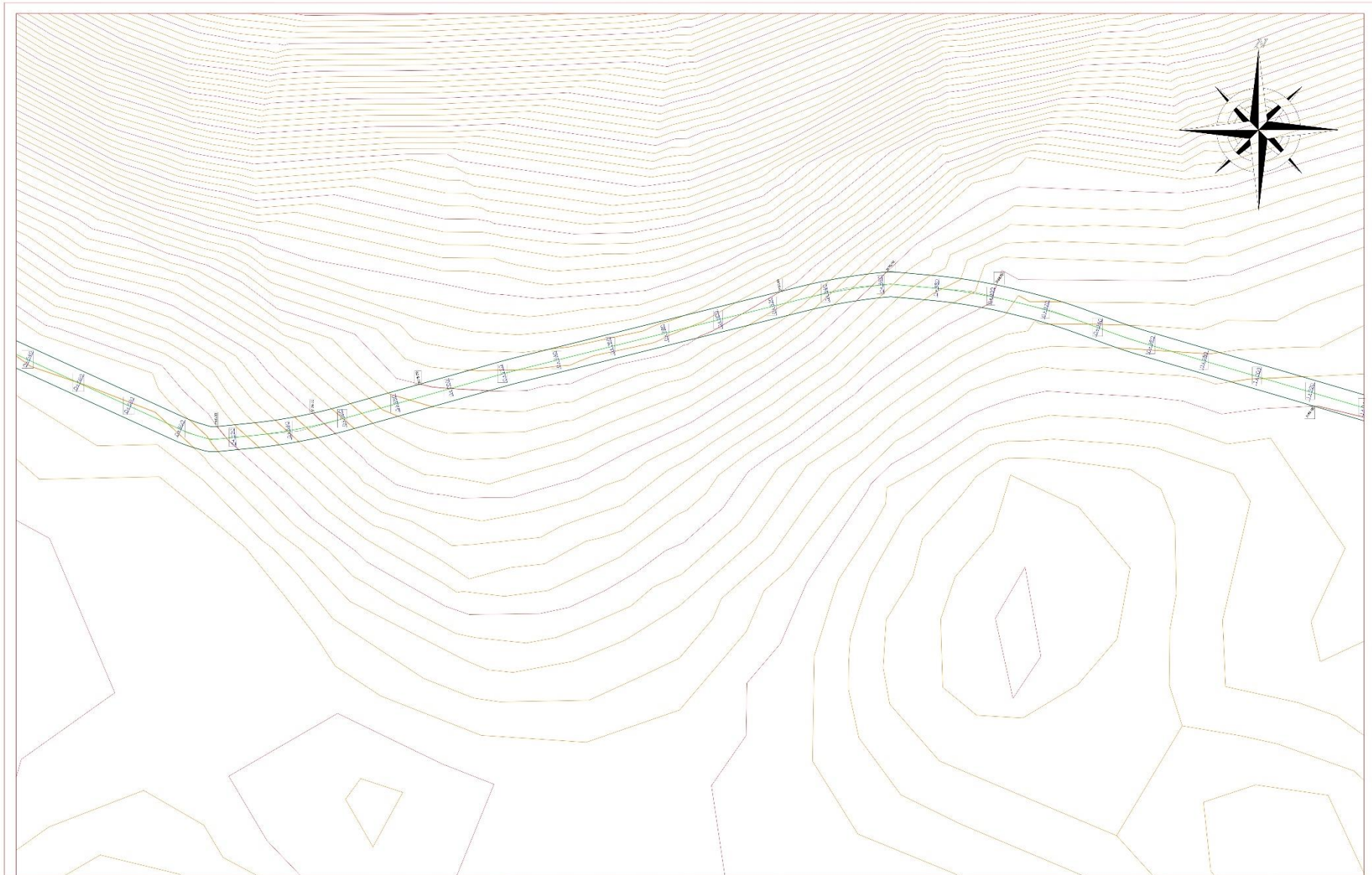
OCTUBRE 2020

U-01

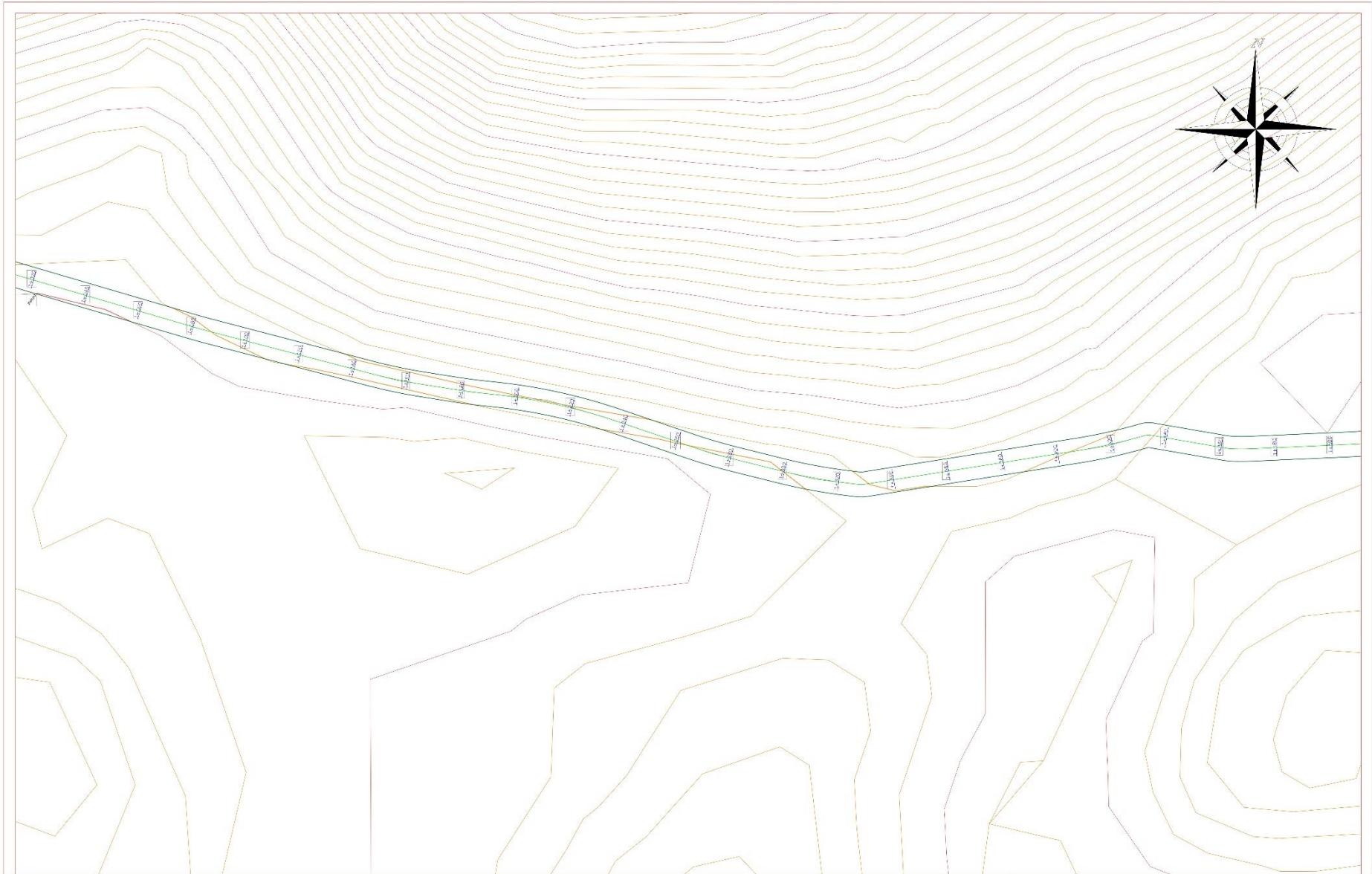
Plano topográfico



	TESIS: "DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO MÁS ÓPTIMO PARA LA VIA DE EVITAMIENTO NORTE TRAMO INTERSECCIÓN JR. JOSÉ BALTA CON AV. 15 DE AGOSTO - SAZÓN BAJO DE LA CIUDAD DE HUAMACHUCO - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD"	AUTORES: BR. ARTEAGA DOMÍNGUEZ, INDIRA JACQUELINE BR. FLORES VEGA, FATIMA TATIANA	ASESOR: ING. REBAZA SÁNCHEZ EIREN JAVIER	PLANO: TOPOGRAFIA DEL TRAMO EN ESTUDIO	FECHA: OCTUBRE 2020	T-01
--	--	--	--	--	-------------------------------	-------------



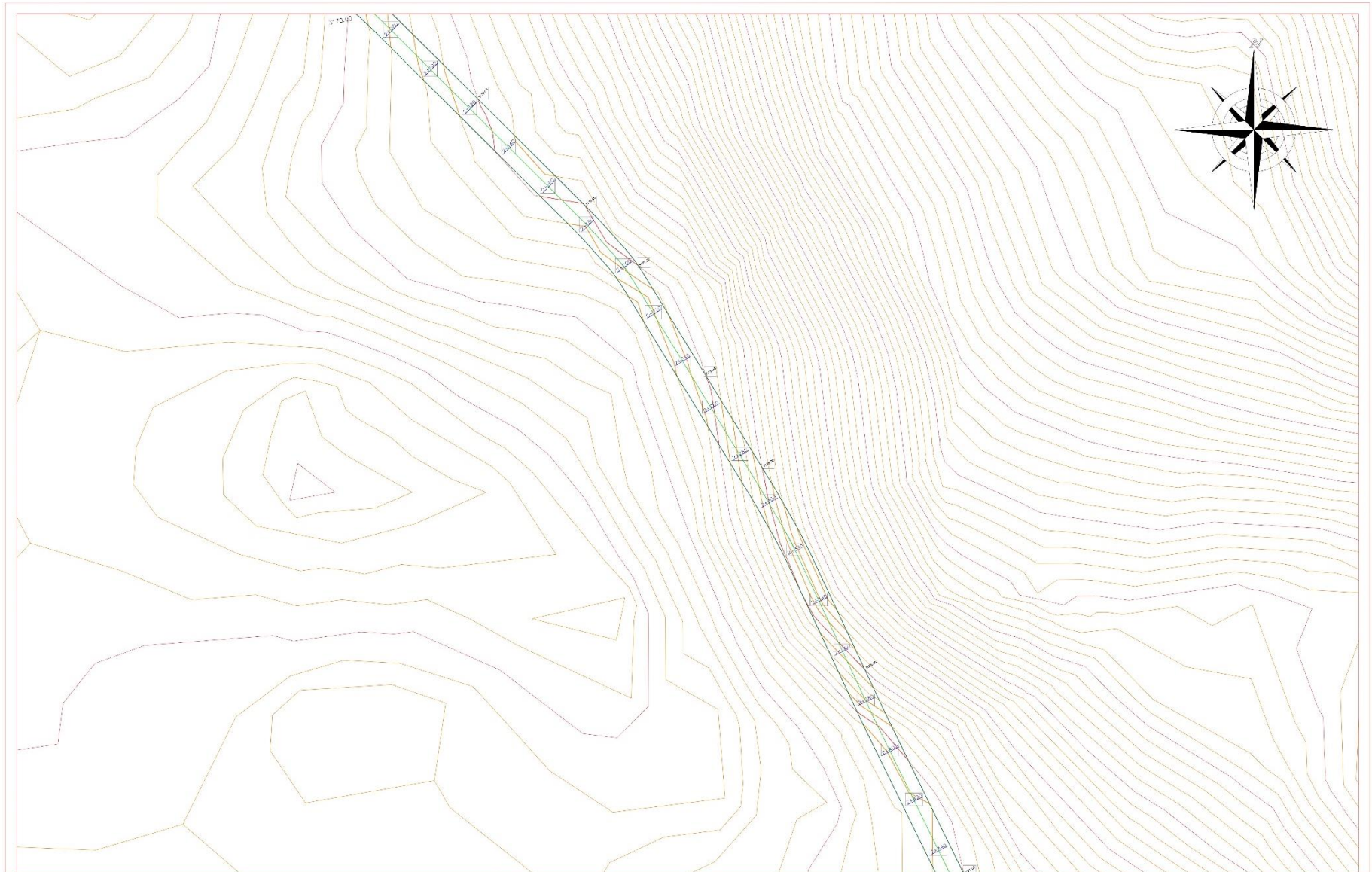
	<p>TESIS: "DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO MÁS ÓPTIMO PARA LA VIA DE EVITAMIENTO NORTE TRAMO INTERSECCIÓN JR. JOSÉ BALTA CON AV. 15 DE AGOSTO - SAZÓN BAJO DE LA CIUDAD DE HUAMACHÚCO - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD"</p>	<p>AUTORES: BR. ARTEAGA DOMINGUEZ, INDIRA JACQUELINE BR. FLORES VEGA, FATIMA TATIANA</p>	<p>ASESOR: ING. REBAZA SÁNCHEZ EIREN JAVIER</p>	<p>PLANO: TOPOGRAFÍA DEL TRAMO EN ESTUDIO</p>	<p>FECHA: OCTUBRE 2020</p>	<p>T-02</p>
---	---	--	--	--	---	--------------------



	<p>TESIS: "DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO MÁS ÓPTIMO PARA LA VIA DE EVITAMIENTO NORTE TRAMO INTERSECCIÓN JR. JOSÉ BALTA CON AV. 15 DE AGOSTO - SAZÓN BAJO DE LA CIUDAD DE HUAMACHUCO - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD"</p>	<p>AUTORES: BR. ARTEAGA DOMINGUEZ, INDIRA JACQUELINE BR. FLORES VEGA, FATIMA TATIANA</p>	<p>ASESOR: ING. REBAZA SÁNCHEZ EIREN JAVIER</p>	<p>PLANO: TOPOGRAFÍA DEL TRAMO EN ESTUDIO</p>	<p>FECHA: OCTUBRE 2020</p>	<p>T-03</p>
--	--	--	---	---	--------------------------------	--------------------



	<p>TESIS: "DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO MÁS ÓPTIMO PARA LA VIA DE EVITAMIENTO NORTE TRAMO INTERSECCIÓN JR. JOSÉ BALTA CON AV. 15 DE AGOSTO - SAZÓN BAJO DE LA CIUDAD DE HUAMACHUCO - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD"</p>	<p>AUTORES: BR. ARTEAGA DOMINGUEZ, INDIRA JACQUELINE BR. FLORES VEGA, FATIMA TATIANA</p>	<p>ASESOR: ING. REBAZA SÁNCHEZ EIREN JAVIER</p>	<p>PLANO: TOPOGRAFÍA DEL TRAMO EN ESTUDIO</p>	<p>FECHA: OCTUBRE 2020</p>	<p>T-04</p>
--	--	--	---	---	--------------------------------	--------------------



TESIS: "DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO MÁS ÓPTIMO PARA LA VIA DE EVITAMIENTO NORTE
 TRAMO INTERSECCIÓN JR. JOSÉ BALTA CON AV. 15 DE AGOSTO - SAZÓN BAJO DE LA CIUDAD
 DE HUAMACHUCO - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD"

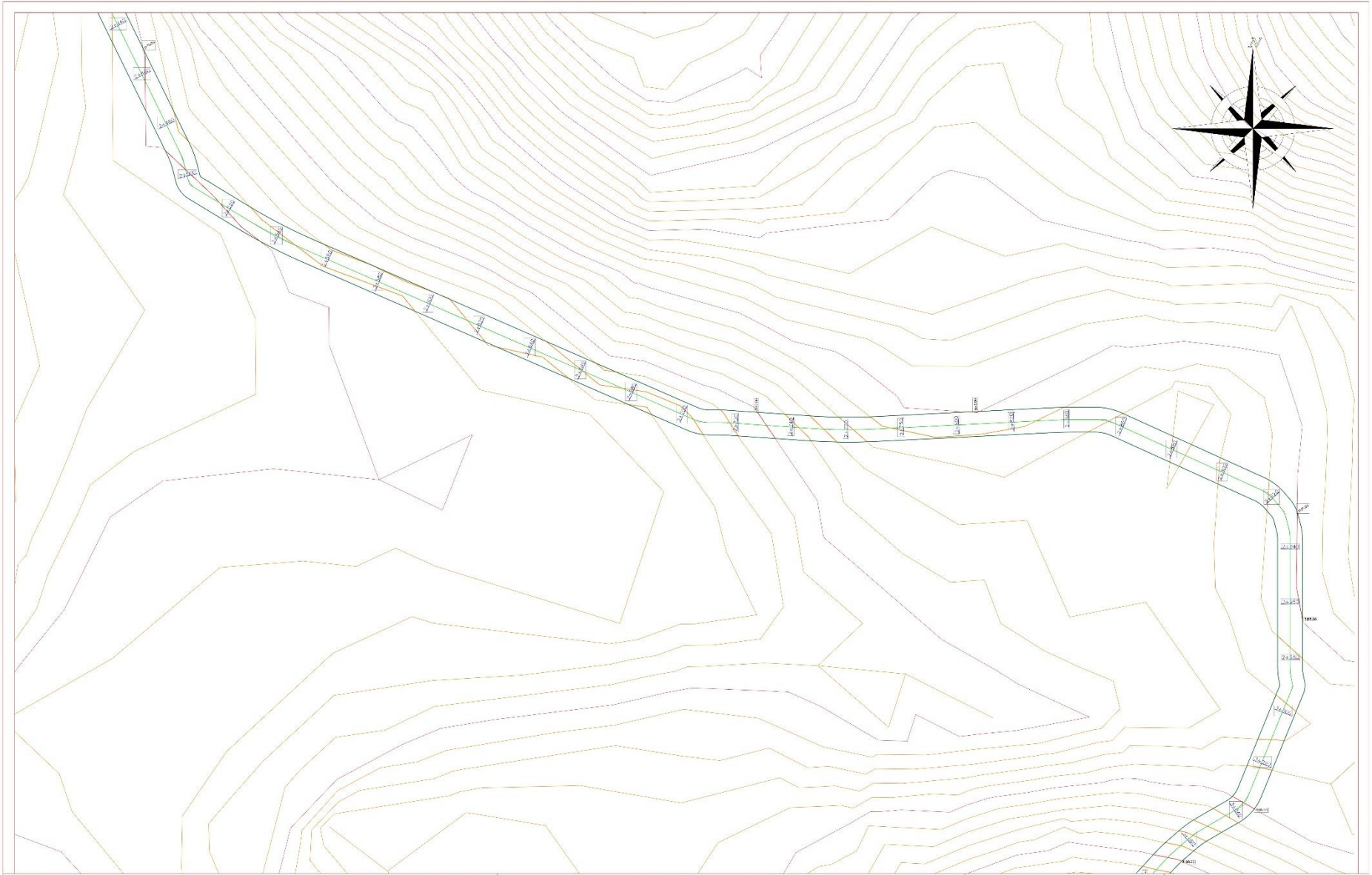
AUTORES:
 BR. ARTEAGA DOMINGUEZ, INDIRA JACQUELINE
 BR. FLORES VEGA, FATIMA TATIANA

ASESOR:
 ING. REBAZA SÁNCHEZ EIREN JAVIER

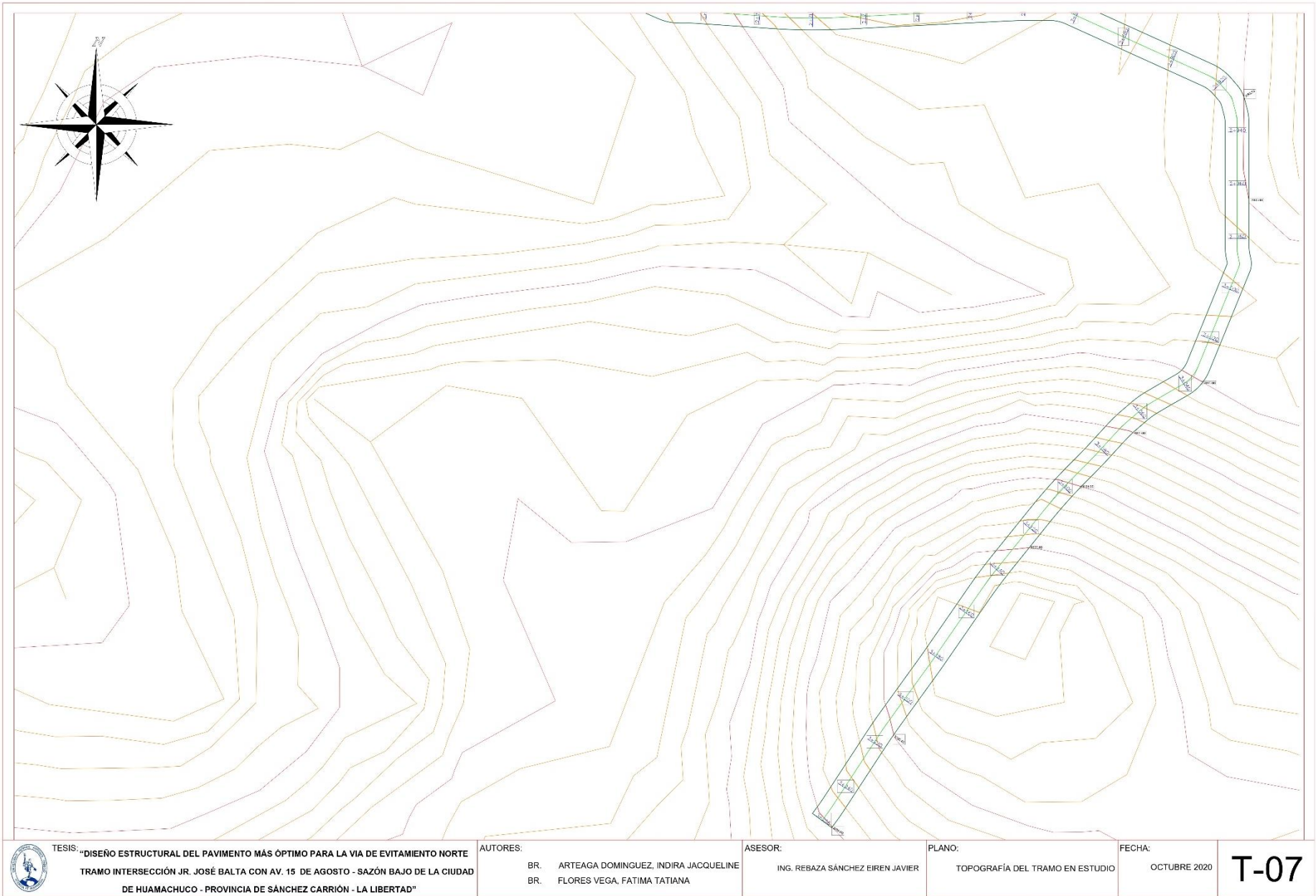
PLANO:
 TOPOGRAFÍA DEL TRAMO EN ESTUDIO

FECHA:
 OCTUBRE 2020

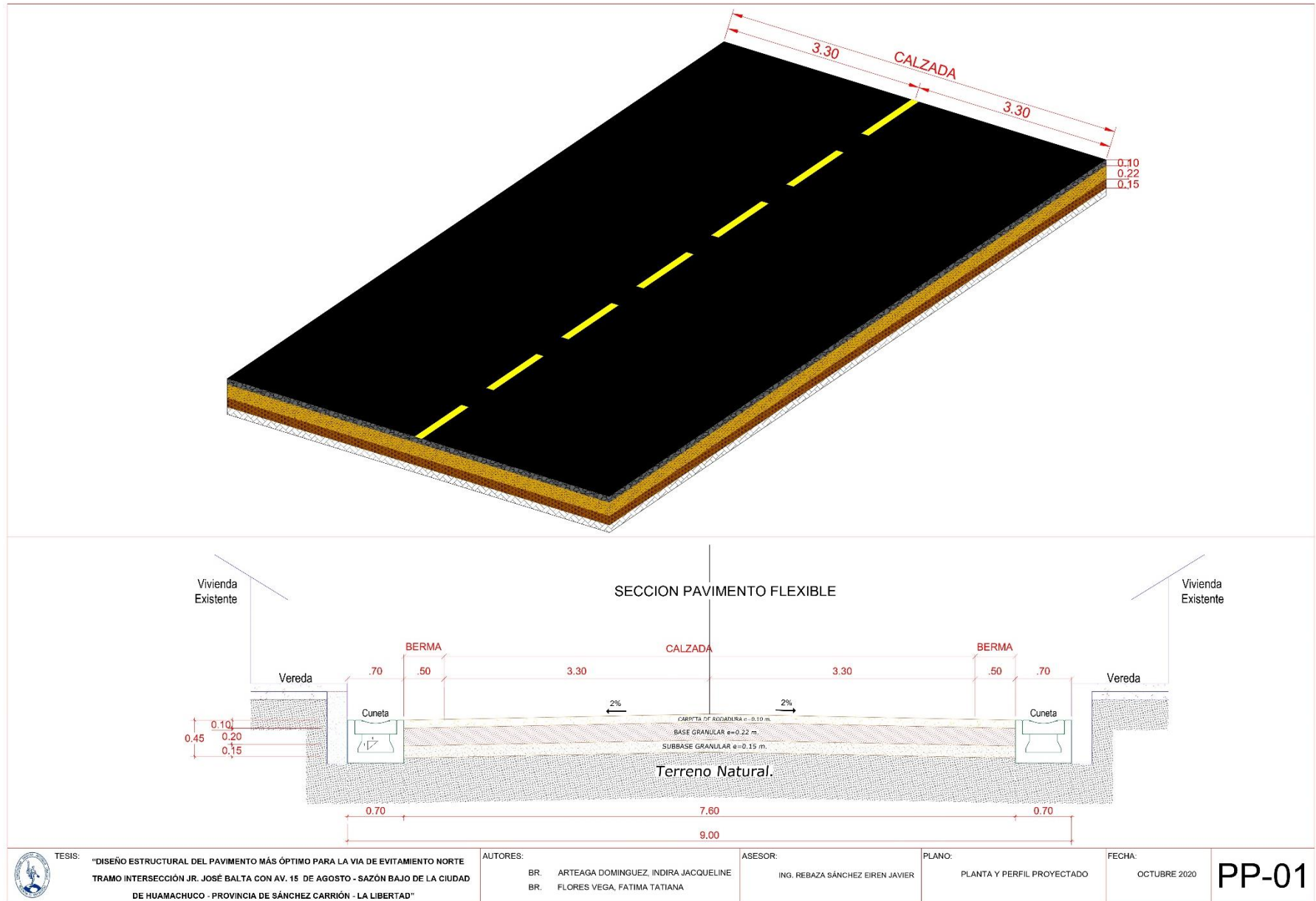
T-05



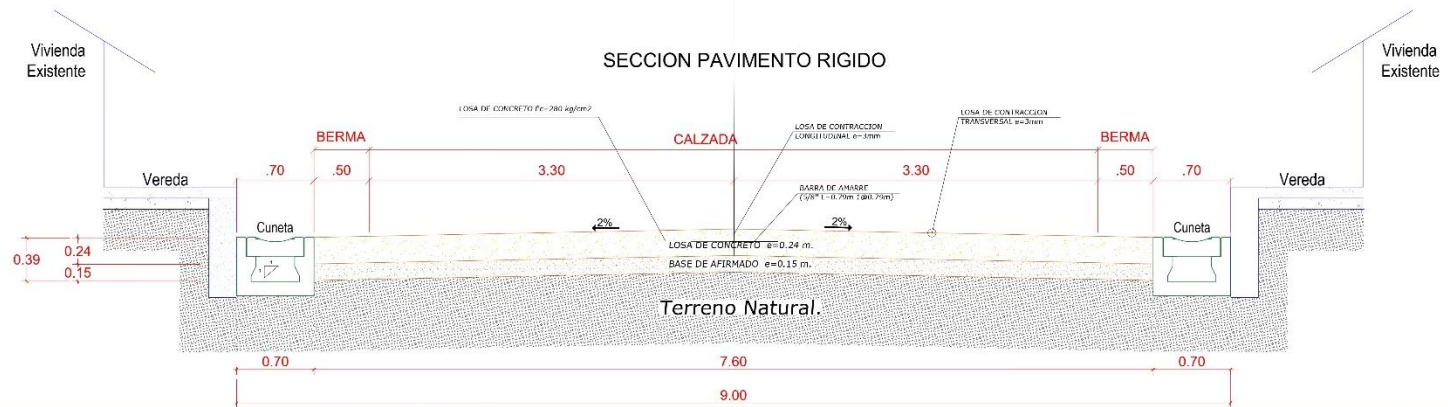
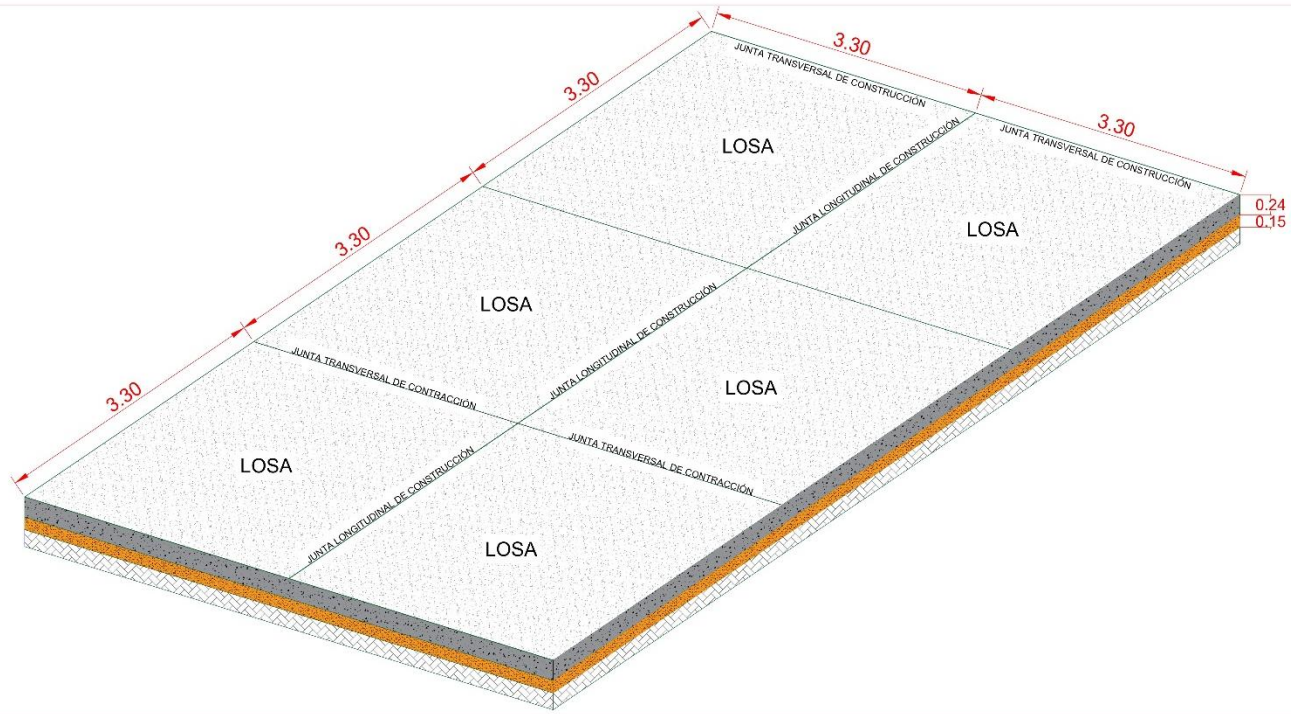
 <p>TESIS: "DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO MÁS ÓPTIMO PARA LA VIA DE EVITAMIENTO NORTE TRAMO INTERSECCIÓN JR. JOSÉ BALTA CON AV. 15 DE AGOSTO - SAZÓN BAJO DE LA CIUDAD DE HUAMACHUCO - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD"</p>	<p>AUTORES:</p> <p>BR. ARTEAGA DOMINGUEZ, INDIRA JACQUELINE BR. FLORES VEGA, FATIMA TATIANA</p>	<p>ASESOR:</p> <p>ING. REBAZA SÁNCHEZ EIREN JAVIER</p>	<p>PLANO:</p> <p>TOPOGRAFÍA DEL TRAMO EN ESTUDIO</p>	<p>FECHA:</p> <p>OCTUBRE 2020</p>	<p>T-06</p>
--	---	--	--	-----------------------------------	--------------------



Planta y Perfil Projectado del Pavimento Flexible



Planta y Perfil Projectado del Pavimento Rígido



	TESIS: "DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO MÁS ÓPTIMO PARA LA VIA DE EVITAMIENTO NORTE TRAMO INTERSECCIÓN JR. JOSÉ BALTA CON AV. 15 DE AGOSTO - SAZÓN BAJO DE LA CIUDAD DE HUAMACHUCO - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD"	AUTORES: BR. ARTEAGA DOMINGUEZ, INDIRA JACQUELINE BR. FLORES VEGA, FATIMA TATIANA	ASESOR: ING. REBAZA SÁNCHEZ EIREN JAVIER	PLANO: PLANTA Y PERFIL PROYECTADO	FECHA: OCTUBRE 2020	PP-02