

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

Diseño estructural en pavimento flexible de alto tránsito en la carretera Agua Blanca - Barro Negro, aplicando la metodología AASHTO – 93 en Sánchez Carrión, La Libertad, 2023

Línea de investigación:
Ingeniería de transportes

Sub-línea de investigación:
Transportes

Autores:
Díaz Gonzales, Juana Paola.
Farro García, Pryscilla Lissett.

Jurado evaluador:
Presidente : Burgos Sarmiento, Tito Alfredo.
Secretario : Geldres Sánchez, Carmen Lucia.
Vocal : Panduro Alvarado, Elka.

Asesor:
Rodríguez Ramos, Mamerto
Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3024-0155>

Trujillo – Perú
2024

Fecha de sustentación: 2024/05/10

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

Diseño estructural en pavimento flexible de alto tránsito en la carretera Agua Blanca - Barro Negro, aplicando la metodología AASHTO – 93 en Sánchez Carrión, La Libertad, 2023

Línea de investigación:
Ingeniería de transportes

Sub-línea de investigación:
Transportes

Autores:
Díaz Gonzales, Juana Paola.
Farro García, Pryscilla Lissett.

Jurado evaluador:
Presidente : Burgos Sarmiento, Tito Alfredo.
Secretario : Geldres Sánchez, Carmen Lucia.
Vocal : Panduro Alvarado, Elka.

Asesor:
Rodríguez Ramos, Mamerto
Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3024-0155>

Trujillo – Perú
2024

Fecha de sustentación: 2024/05/10

Diseño estructural en pavimento flexible de alto tránsito en la carretera Agua Blanca - Barro Negro, aplicando la metodología AASHTO – 93 en Sánchez Carrión, La Libertad, 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

17%

INDICE DE SIMILITUD

16%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

14%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1 Submitted to Universidad Privada Antenor Orrego **4%**

Trabajo del estudiante

2 repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet **4%**

3 "Metodología para cálculo de curva de potencia de **3%**

turbina eólica de eje vertical.", Pontificia Universidad Católica de Chile, 2013

Publicación

4 hdl.handle.net Fuente de Internet **2%**

5 documents.mx Fuente de Internet **1%**

6	Submitted to Universidad Andina del Cusco	Trabajo del estudiante	1%
7	repositorio.ucv.edu.pe	Fuente de Internet	1%
8	Submitted to Universidad Ricardo Palma	Trabajo del estudiante	1%
9	Submitted to Universidad Cesar Vallejo	Trabajo del estudiante	1%

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Apagado

.....
Rodríguez Ramos, Mamerto
CIP: 3689

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Yo, **Rodríguez Ramos, Mamerto**, docente del Programa de Estudio de Ingeniería Civil de la Universidad Privada Antenor Orrego, asesor de la tesis de investigación titulada **“Diseño estructural en pavimento flexible de alto tránsito en la carretera Agua Blanca – Barro Negro, aplicando la metodología AASHTO-93 en Sánchez Carrión, La Libertad, 2023”**, de los autores **Díaz Gonzales, Juana Paola** y **Farro Garcia, Pryscilla Lissett**, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud del 17%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software Turnitin el día 16 de abril del 2024.
- He revisado con detalle dicho reporte de la tesis **“Diseño estructural en pavimento flexible de alto tránsito en la carretera Agua Blanca – Barro Negro, aplicando la metodología AASHTO-93 en Sánchez Carrión, La Libertad, 2023”**, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las normas establecidas por la Universidad.

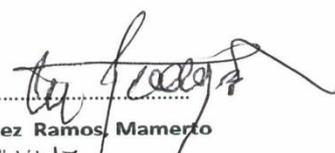
Ciudad y fecha: Trujillo 18 de abril del 2024.



Díaz Gonzales, Juana Paola
 DNI: 47181495



Farro Garcia, Pryscilla Lissett
 DNI: 47192398



Rodríguez Ramos, Mamerto
 DNI: 18034417
 ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3024-0155>



DEDICATORIA

Dedico la presente tesis a mi hijo Christopher, posiblemente en este momento no entiendas mis palabras, pero para cuando seas capaz, quiero que te des cuenta de lo que significa para mí. Eres la razón que me levante cada día esforzarme por el presente y el mañana, eres mi principal motivación.

Como en todos mis logros, en este has estado presente.

Muchas gracias hijo, te amo.

A mi Tío Álvaro que está en el cielo. Gracias por tus enseñanzas. Te extrañare siempre.

Br. Diaz Gonzales, Juana Paola

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mi hija, Valentina, tú eres el motor que impulsa mis sueños y esperanzas. De igual manera a mi padre, Luis y mi madre, Patricia; gracias por ser quienes son y creer en mí. Hoy, concluyendo mis estudios, les dedico a ustedes este logro, amados padres. A mi esposo, quien recorre junto a mi este largo camino. A mi hermana y mis sobrinos, por siempre estar para mí, saben que este logro también es suyo. Los amo profundamente

Br. Farro García, Pryscilla Lissett

AGRADECIMIENTO

Primero a Dios por iluminarme durante este camino para lograr una de mis metas trazadas. Ser ingeniera.

A mis padres Raúl y Laura. Que han sabido formarme con buenos sentimientos y valores lo cual me ha ayudado a seguir adelante en los momentos difíciles. Sin su apoyo incondicional no hubiera podido llegar a donde estoy.

A mis hermanos Raúl, Melissa y Luis. Por sus consejos para que me esforzaré, en lograr esta meta tan importante en mi vida.

A mis adorados sobrinos Mhia y Valentino que a pesar de la distancia están presentes en mi vida.

A mi esposo, por tu apoyo incondicional, gracias, amor.

A mi asesor y docentes que pude conocer durante mis años de estudios en la Universidad Privada Antenor Orrego.

A mi compañera y amiga Pryscilla por su perseverancia y esfuerzo durante el desarrollo de este proyecto de Tesis.

Br. Diaz Gonzales, Juana Paola

AGRADECIMIENTO

Hoy, me toca cerrar un capítulo maravilloso. Agradezco a Dios por permitirme culminar con éxito mi tan anhelada carrera. A mi padre, Luis Farro, por su gran apoyo incondicional y constancia, tu formación llena de valores y amor es mi impulso hacia el éxito. A mi esposo, Charly, quien estuvo a mi lado en los días y noches más difíciles durante mis horas de estudio.

A mi compañera de tesis, amiga y colega, Paola, quien fue de gran apoyo y complemento en este trabajo. Finalmente podemos celebrar y decir “¡Lo logramos!”

Br. Farro García, Pryscilla Lissett

RESUMEN

En la presente investigación se desarrolló en los distritos de agua blanca y barro negro. El enfoque del estudio se basa en una trocha carrozable con un ancho de calzada considerada de 8.00 m que actualmente la transitabilidad se ve altamente afectada sobre todo en épocas de lluvia las cuales se dan entre los meses de noviembre a marzo.

Estudios previos como la mecánica de suelos se determinó mediante ensayos según normativas que la razón de soporte (CBR) del tramo en estudio es de 8.61% compuesto por mezclas de grava con capas de limo fino y arcillosos.

Respecto al estudio de tránsito habiendo hecho la inspección de método de conteo vehicular, obteniendo un IMDA de 246 vehículos por semana.

En el cálculo de ejes equivalentes se obtuvo un ESAL de 1,059,975.92 EE clasificándolo con unTP5.

Mediante el diseño estructural para el tipo de pavimento flexible se obtiene espesores $d_1 = 8$ cm, $d_2 = 25$ cm, $d_3 = 17$ cm.

Palabras clave: *Pavimento flexible, diseño estructural, CBR, suelo, evaluación, Método AASHTO 93*

ABSTRACT

In the present investigation, it was carried out in the white water and black mud districts. The focus of the study is based on a motorable trail with a road width considered to be 8.00 m, which currently has a highly affected trafficability, especially during the rainy season, which occurs between the months of November and March.

Previous studies such as soil mechanics were determined through tests according to regulations that the support ratio (CBR) of the section under study is 8.61% composed of mixtures of gravel with layers of fine silt and clay.

Regarding the traffic study, having carried out the inspection of the vehicle counting method, obtaining an IMDA of 246 vehicles per week.

In the calculation of equivalent axes, an ESAL of 1,059,975.92 EE was obtained, classifying it with a TP5.

Through the structural design for the type of flexible pavement, thicknesses $d_1 = 8$ cm, $d_2 = 25$ cm, $d_3 = 17$ cm are obtained.

Keywords: Flexible pavement, structural design, CBR, soil, evaluation, AASHTO Method 93

PRESENTACION

Señores miembros del Jurado:

Dando por cumplimiento a los requisitos del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego, facultad de Ingeniería y escuela profesional de Ingeniería Civil, es grato poner a su disposición, el presente trabajo de investigación titulado: Diseño estructural en pavimento flexible de alto tránsito en la carretera Agua Blanca - Barro Negro, aplicando la metodología AASHTO – 93 en Sánchez Carrión, La Libertad, 2023. Con el fin de obtener el título profesional de Ingeniero Civil.

Atentamente:

Br. Farro García, Pryscilla Lissett

Br. Diaz Gonzales, Juana Paola

INDICE

REPORTE DE TURNITIN	iv
DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD.....	vi
RESUMEN	xi
ABSTRACT.....	xii
PRESENTACION.....	xiii
INDICE	xiv
INDICE DE TABLAS.....	xvi
INDICE DE FIGURAS	xix
I. INTRODUCCION:	1
1.1. Problema de investigación:	1
a. Formulación del problema:	3
1.2. Objetivos:	3
1.2.1. Objetivo General:	3
1.2.2. Objetivos específicos:	3
1.3. Justificación:	3
II. MARCO DE REFERENCIA	5
2.1. Antecedentes de estudio	5
2.1.1. A nivel internacional:	5
2.1.2. A nivel nacional:	5
2.1.3. A nivel local:	6
2.2. Marco Teórico:	7
2.2.1. Carretera:	7
2.2.1.1. Trochas carrozables:	7
2.2.2. Pavimento:	8
2.2.2.1. Secciones	8
2.2.2.1.1. Sección Transversal:	8
2.2.2.1.2. Sección Transversal General:	9
2.2.2.2. Tipos de pavimento:	9
2.2.2.2.1. Pavimentos flexibles:	9
2.2.2.3. Factores que intervienen en el cálculo de espesores	10
2.2.2.3.1. Transito:	10
2.2.2.3.2. Resistencia de los materiales	10
2.2.2.3.3. Subrasante:	10

2.2.2.3.4. Vida útil del diseño:	10
2.2.3. Método AASHTO 93.....	10
2.2.3.1. Ejes equivalentes (W18)	11
2.2.3.2. Modulo resiliente (MR).....	15
2.2.3.3. Nivel de confiabilidad (%R)	16
2.2.3.6. Indicé de serviciabilidad presente (PSI):.....	18
a) Serviciabilidad inicial (Pi)	18
b) Serviciabilidad final o terminal (Pt).....	19
c) Variación de la serviciabilidad ((Δ PSI)	19
2.2.3.7. Numero estructural propuesto (SNR).....	21
2.3. Marco conceptual:.....	29
2.4. Hipótesis:.....	30
III. METODOLOGÍA EMPLEADA	32
3.1. Tipo y Nivel de Investigación:.....	32
3.1.1. Tipo de Investigación:.....	32
3.1.2. Nivel de Investigación:.....	32
3.2. Población y Muestra de Estudio:.....	32
3.2.1. Población:	32
3.2.2. Muestra:.....	32
3.3. Diseño de Investigación:	32
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de Datos:.....	32
3.4.1. Técnicas:	32
3.4.2. Instrumentos:.....	33
3.5. Procesamiento y Análisis de Datos:.....	33
3.5.1. Procesamiento de datos:	33
3.5.2. Análisis de datos:	33
IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	35
4.1. Análisis e interpretación de resultados	35
4.1.1. Estudio de suelos	35
4.2. Análisis de canteras.....	39
4.1.2. Análisis de trafico	41
4.1.3. Diseño de pavimento flexible según AASHTO 93	67
4.2. Docimasia de hipótesis	70
V. DISCUSION DE RESULTADOS	71
VI. CONCLUSIONES.....	73

VII. RECOMENDACIONES	74
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	75
IX. ANEXOS	68

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Factores de Distribución Direccional y de Carril.</i>	11
Tabla 2 <i>Factores de Crecimiento Acumulado.</i>	12
Tabla 3 <i>Configuración de Ejes.</i>	12
Tabla 4 <i>Relación de Cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes.</i>	14
Tabla 5 <i>Factor de ajuste por presión de neumático para Eje Equivalente.</i>	14
Tabla 6 <i>Módulo Resiliente obtenido por correlación con CBR.</i>	15
Tabla 7 <i>Nivel de Confiabilidad.</i>	16
Tabla 8 <i>Coeficiente Estadístico de la Desviación Estándar Normal.</i>	17
Tabla 9 <i>Índice de Serviciabilidad Inicial según rango de Tráfico.</i>	18
Tabla 10 <i>Índice de Serviciabilidad Final según rango de Tráfico.</i>	19
Tabla 11 <i>Diferencial de Serviciabilidad según rango de Tráfico.</i>	20
Tabla 12 <i>Índice de Servicialidad.</i>	21
Tabla 13 <i>Coeficientes Estructurales de las Capa Superficial.</i>	22
Tabla 14 <i>Coeficientes Estructurales de las Capa Base.</i>	23
Tabla 15 <i>Coeficientes Estructurales de las Capa Sub-Base.</i>	24
Tabla 16. <i>Calidad de drenaje.</i>	24
Tabla 17. <i>Matriz de operacionalización de variable.</i>	31
Tabla 18 <i>Ubicación y Profundidad de Calicatas.</i>	35

Tabla 19 <i>Análisis Granulométrico</i>	36
Tabla 20 <i>Análisis de Índice de Plasticidad</i>	36
Tabla 21 <i>Clasificación del Suelo</i>	37
Tabla 22 <i>Ensayo de Proctor</i>	37
Tabla 23 <i>Ensayo CBR</i>	38
Tabla 24 <i>Cantera "La Perdiz"</i>	39
Tabla 25 <i>Análisis de Cantera para Sub-Base</i>	40
Tabla 26 <i>Análisis de Cantera para Base</i>	41
Tabla 27 <i>Cantidad de Vehículos por hora del domingo 18 de Julio del 2023</i>	42
Tabla 28 <i>Cantidad de vehículos según su tipo del domingo 18 de Julio del 2023</i>	43
Tabla 29 <i>Cantidad de Vehículos por hora del lunes 19 de Julio del 2023</i>	44
Tabla 30 <i>Cantidad de vehículos según su tipo del lunes 19 de Julio del 2023</i>	46
Tabla 31 <i>Cantidad de Vehículos por hora del martes 20 de Julio del 2023</i>	47
Tabla 32 <i>Cantidad de vehículos según su tipo del día martes 20 de Julio del 2023</i>	48
Tabla 33 <i>Cantidad de Vehículos por hora del miércoles 21 de Julio del 2023</i>	49
Tabla 34 <i>Cantidad de vehículos según su tipo del miércoles 21 de Julio del 2023</i>	51
Tabla 35 <i>Cantidad de Vehículos por hora del jueves 22 de Julio del 2023</i>	52
Tabla 36 <i>Cantidad de vehículos según su tipo del jueves 22 de Julio del 2023</i> ..	53
Tabla 37 <i>Cantidad de Vehículos por hora del viernes 23 de Julio del 2023</i>	54
Tabla 38 <i>Cantidad de vehículos según su tipo del viernes 23 de Julio del 2023</i> .	56

Tabla 39	<i>Cantidad de Vehículos por hora del día sábado 24 de Julio del 2023. .</i>	57
Tabla 40	<i>Cantidad de vehículos según su tipo del sábado 24 de Julio del 2023.</i>	58
Tabla 41	<i>Cantidad de vehículos según su tipo durante la semana de conteo. ...</i>	59
Tabla 42	<i>Cálculo de IMDa.....</i>	61
Tabla 43	<i>Tráfico Actual por Tipo de Vehículo.</i>	62
Tabla 44	<i>Peso de los Ejes Vehiculares.....</i>	62
Tabla 45	<i>Factores de carga por Tipo de Vehículo.</i>	63
Tabla 46	<i>Tasa de Crecimiento de Vehículos.</i>	63
Tabla 47	<i>Demanda proyectada por Tipo de Vehículo.....</i>	65
Tabla 48	<i>Ejes Equivalentes por cada Tipo de Vehículo.....</i>	66

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Descripción grafica de una trocha carrozable.	8
Figura 2 <i>Sección transversal típica</i>	9
Figura 3 <i>Signos Convencionales para Perfil de Calicatas - Clasificación AASHTO.</i>	27
Figura 4 <i>Signos Convencionales para Perfil de Calicatas – Clasificación SUCS.</i>	28
Figura 5 <i>Categoría de los suelos respecto a la sub rasante con fines de pavimentación.</i>	38
Figura 6 <i>Cantidad de vehículos por hora del domingo 18 de Julio del 2023.</i>	43
Figura 7 <i>Cantidad de vehículos según su tipo del domingo 18 de Julio del 2023.</i>	44
Figura 8 <i>Cantidad de vehículos por hora del lunes 19 de Julio del 2023.</i>	45
Figura 9 <i>Cantidad de vehículos según su tipo del lunes 19 de Julio del 2023.</i> ...	46
Figura 10 <i>Cantidad de vehículos por hora del martes 20 de Julio del 2023.</i>	48
Figura 11 <i>Cantidad de vehículos según su tipo del martes 20 de Julio del 2023.</i>	49
Figura 12 <i>Cantidad de vehículos por hora del miércoles 21 de Julio del 2023.</i>	50
Figura 13 <i>Cantidad de vehículos según su tipo del miércoles 21 de Julio del 2023.</i>	51
Figura 14 <i>Cantidad de vehículos por hora del jueves 22 de Julio del 2023.</i>	53
Figura 15 <i>Cantidad de vehículos según su tipo del jueves 22 de Julio del 2023.</i>	54
Figura 16 <i>Cantidad de vehículos por hora del viernes 23 de Julio del 2023.</i>	55
Figura 17 <i>Cantidad de vehículos según su tipo del viernes 23 de Julio del 2023.</i>	56
Figura 18 <i>Cantidad de vehículos por hora del sábado 24 de Julio del 2023.</i>	58

Figura 19 <i>Cantidad de vehículos según su tipo del sábado 24 de Julio del 2023.</i>	59
Figura 20 <i>Cantidad de vehículos según su tipo durante la semana de conteo....</i>	60
Figura 21 <i>Factor de distribución direccional y carril.....</i>	65
Figura 22 <i>SN requerido en software Ecuación AASHTO 93.....</i>	68
Figura 23. <i>Ficha de registro vehicular - 18/07/2023.</i>	68
Figura 24. <i>Ficha de registro vehicular - 19/07/2023.</i>	69
Figura 25. <i>Ficha de registro vehicular - 20/07/2023.</i>	70
Figura 26. <i>Ficha de registro vehicular - 21/07/2023.</i>	71
Figura 27. <i>Ficha de registro vehicular - 22/07/2023.</i>	72
Figura 28. <i>Ficha de registro vehicular - 23/07/2023.</i>	74
Figura 29. <i>Ficha de registro vehicular - 24/07/2023.</i>	75
Figura 30. <i>Volumen Total Diario.....</i>	76
Figura 31. <i>Tasa anual del crecimiento de la economía expresada como el Producto Bruto Interno (PBI).....</i>	77
Figura 32. <i>Ensayo de CBR. C-1.....</i>	78
Figura 33. <i>Gráfico del CBR C-1.....</i>	79
Figura 34. <i>Ensayo de CBR C-2.....</i>	80
Figura 35. <i>Gráfico del CBR. C-2.....</i>	81
Figura 36. <i>Ensayo de CBR C-3.....</i>	82
Figura 37 <i>Gráfico del CBR C-3.....</i>	83
Figura 38 <i>Ensayo del CBR C-4.</i>	84

Figura 39	<i>Gráfico del CBR C-4</i>	85
Figura 40	<i>Ensayo del CBR C-5</i>	86
Figura 41	<i>Gráfico del CBR C-5</i>	87
Figura 42	<i>Ensayo del CBR C-6</i>	88
Figura 43	<i>Gráfico del CBR C-6</i>	89
Figura 44	<i>Ensayo del Proctor Modificado C-1</i>	90
Figura 45	<i>Ensayo del Proctor Modificado C-2</i>	91
Figura 46	<i>Ensayo del Proctor Modificado C-3</i>	92
Figura 47	<i>Ensayo del Proctor Modificado C-4</i>	93
Figura 48	<i>Ensayo del Proctor Modificado C-5</i>	94
Figura 49	<i>Ensayo del Proctor Modificado C-6</i>	95
Figura 50	<i>Análisis Granulométrico por Tamizado C-1</i>	96
Figura 51	<i>Límites de Consistencia C-1</i>	97
Figura 52	<i>Perfil Estratigráfico C-1</i>	98
Figura 53	<i>Análisis Granulométrico por Tamizado C-2</i>	99
Figura 54	Figura 55 <i>Límites de Consistencia C-2</i>	100
Figura 56	<i>Perfil Estratigráfico C-2</i>	101
Figura 57	<i>Análisis Granulométrico Por Tamizado C-3</i>	102
Figura 58	<i>Límites de Consistencia C-3</i>	103
Figura 59	<i>Perfil Estratigráfico C-3</i>	104
Figura 60	<i>Análisis Granulométrico Por Tamizado C-4</i>	105

Figura 61	<i>Límites de Consistencia C-4</i>	106
Figura 62	<i>Perfil Estratigráfico C-4</i>	107
Figura 63	<i>Análisis Granulométrico Por Tamizado C-5</i>	108
Figura 64	<i>Límites de Consistencia C-5</i>	109
Figura 65	<i>Perfil Estratigráfico C-5</i>	110
Figura 66	<i>Análisis Granulométrico Por Tamizado C-6</i>	111
Figura 67	<i>Límites de Consistencia C-6</i>	112
Figura 68	<i>Perfil Estratigráfico C-6</i>	113
Figura 69.	<i>Vehículos que circulan - Agua Blanca - Barro Negro.</i>	114
Figura 70	<i>Tramo de Estudio - Agua Blanca - Barro Negro.</i>	114
Figura 71	<i>Medición de Ancho de Calzada</i>	115
Figura 72	<i>Conteo Vehicular</i>	115
Figura 73	<i>Ensayo de granulometría.</i>	116
Figura 74	<i>Ensayo Limite Liquido del Suelo.</i>	116
Figura 74	<i>Ensayo por Tamizado</i>	117
Figura 76	<i>Ensayo de Limite Líquido, Limite Plástico.</i>	117
Figura 77	<i>Ensayo de Proctor Modificado</i>	118
Figura 78	<i>Ensayo de Limite Liquido.</i>	118

I. INTRODUCCION:

1.1. Problema de investigación:

El Banco Mundial señala que en Latinoamérica son muchas regiones las que enfrentan serios desafíos institucionales, técnicos, financieros, políticos y sociales que dificultan el desarrollo de las estructuras viales, hecho que pone en riesgo la sostenibilidad vial de la región, por lo cual hace mención que muchas de las regiones tiene severas dificultades en mantener el estado de sus vías es el caso de Haití donde los 4266 kilómetros no cobertura la totalidad de su territorio, generando severos conflictos en el desarrollo de los mercados, comunicación entre los pueblos generando rutas ineficientes de acceso y comunicación entre las diferentes zonas del país. (Fajardo, 2015)

El año 2020 se culminó con un 84% de la red nacional pavimentada, sin embargo, son las zonas rurales donde las rutas no cuentan con un mantenimiento constante por lo cual sus vías muestran un alto nivel de deterioro y por consiguiente una falta de desarrollo en las comunidades rurales que se encuentran en las cercanías de las vías de acceso. Se considera que en el año previamente mencionado se avanzó con los trabajos de mejoramiento y rehabilitación de 14 carreteras en las áreas de Huánuco–La Unión–Huallanca, que une Huánuco y Áncash; y Oyón–Ambo que integra Lima, Pasco y Huánuco. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2023)

En La Libertad de los 8796 kilómetros solo se cuentan con un 11.8% se encuentra pavimentado dejando una brecha de 88.2%, por lo cual Hermes Escalante señala la necesidad de desarrollar nuevas vías que conecte las distintas áreas rurales. Por ejemplo, no existe red vial que conecte al distrito de Bambamarca, ubicado en la provincia de Bolívar, con el resto de la región. Para llegar a esta localidad, la población camina o se traslada en acémilas. (Aurazo, 2019)

La vía tiene una extensión de 11.5 km de largo y 100 mt. de ancho, ubicada en el distrito de Barro Negro - Agua Blanca, con una extensión total de 3400hectáreas, actualmente la vía es un camino afirmado en mal

estado de conservación, cuenta con un espesor de (5 a 10 cm) siendo que el ancho de la plataforma varía entre los 3 y 3.5 mt., además de la ausencia de estructuras de drenaje generaron un deterioro prematuro de la superficie de rodadura. Se encuentra ubicada en Barro Negro – Agua Blanca en distrito de Huamachuco, provincia de Sánchez Carrión, departamento de La Libertad.

La zona de estudio presenta una topografía llana, ubicada a una altitud de 3180 y 3321 m.s.n.m. cuenta con una temperatura de 5 a 18 °C aproximadamente al igual que una temperatura mínima de 3 a 5 °C, presentando precipitaciones pluviales en los meses de septiembre a mayo, mientras que en mayo a agosto es la temporada de sequía. Las viviendas son construidas en un 100% por materiales naturales de la zona.

Con una población de 356 habitantes en el Caserío de Barro Negro, 247 habitantes en el Caserío de Barro Negro y 124 habitantes en el Caserío Agua Blanca. Las viviendas en todo el camino vecinal están construidas en un 98.7% de material propio de la zona (adobe y madera) y el 1.3% de material noble (ladrillo, concreto y acero).

Los suelos de la zona del proyecto son de tipo arcillosos limoso, y en gran parte de conglomerados muy propicios para la explotación agrícola y agropecuaria que es la actividad más importante a que se dedica la totalidad de los pobladores. Presenta tramos de la carretera con terreno rocoso y semi-rocoso.

Adicionalmente se puede indicar que debido a las características ya mencionadas de la zona las vías de acceso, tránsito, obras de arte entre otras no tienen un gran tiempo de duración mostrando un deterioro por lo cual su uso se hace ineficiente o hasta peligroso.

De acuerdo a estudios preliminares indican que las mejoras necesarias para el asfaltado y/o afirmado de carreteras tienden a ser muy costosos, por lo que el asumir dicho presupuesto por gobiernos locales o regionales no es factible, debido a que no se cuenta con los recursos suficientes para ello.

Con una población de 356 habitantes en el Caserío de Barro Negro, 247 habitantes en el Caserío de Barro Negro y 124 habitantes en el Caserío Agua Blanca. Las viviendas en todo el camino vecinal están construidas en un 98.7% de material propio de la zona (adobe y madera) y el 1.3% de material noble (ladrillo, concreto y acero).

a. Formulación del problema:

¿Cómo el adecuado diseño estructural del pavimento flexible de alto tránsito según la metodología AASHTO – 93 para uso de la carretera Agua Blanca - Barro Negro en Sánchez Carrión, La Libertad 2023?

1.2. Objetivos:

1.2.1. Objetivo General:

Elaborar un diseño estructural del pavimento flexible de alto tránsito utilizando la metodología AASHTO – 93 para su uso de la carretera Agua Blanca - Barro Negro en Sánchez Carrión, La Libertad 2023.

1.2.2. Objetivos específicos:

- Analizar las características de los suelos del Camino Vecinal Barro Negro - Agua Blanca.
- Determinar el tránsito vehicular para el diseño estructural del pavimento flexible de alto tránsito.
- Elaborar la conformación de la estructura del pavimento de acuerdo a las normas técnicas del MTC y de la AASHTO – 93.
- Determinar los espesores del pavimento de acuerdo a las condiciones más favorables para la vía de estudio.

1.3. Justificación:

Dentro de la siguiente investigación las áreas que serán beneficiadas a raíz del desarrollo del proyecto son los distritos de Huamachuco y Santiago de Chuco, donde será la población de los centros poblados de Barro Negro -

Agua Blancael mayor beneficiario de este estudio, debido a que muchos de los agricultores, ganaderos y/o comerciantes de la zona hacen uso constante que se le da a la vía para su desplazamiento y la realización de sus actividades económicas y/o sociales.

Las principales actividades económicas que se dan dentro de la zona son las ya mencionadas anteriormente como la agricultura y la ganadería en mayor escala y las actividades artesanales y comerciales en menor escala, por lo que el desarrollo del siguiente proyecto permitiría que tras su aplicación se pueda mejorar la calidad de vida de la población, debido que se encontraran contarán con una vía de acceso segura hacia las grandes ciudades que los ayudaran en la mejorar el desarrollo de sus actividades económicas.

Adicionalmente este estudio se refiere a la posibilidad de contar con una solución económica y sostenible para la mejora de la infraestructura vial, tomando en cuenta las normativas vigentes y el beneficio que suele este tipo de obras dentro de la zona de aplicación, ya que su implementación a futuro generaría una fuente de trabajo inmediata, seguridad en el traslado de personas, animales o productos comerciales.

II. MARCO DE REFERENCIA

2.1. Antecedentes de estudio

2.1.1. A nivel internacional:

(Juan Paulo & Victor, 2021) *“Implementación De Geo sintéticos En La Ingeniería De Pavimentos Como Solución De Mejoramiento Para La Subrasante De Pavimentos Flexibles”*. El objetivo de esta investigación fue utilizar las propiedades mecánicas adecuadas para mejorar el soporte de cargas y reducir posibles deformaciones en suelos, aunque no siempre se encuentran este tipo de suelos. La solución propuesta consiste en cumplir con los criterios técnicos establecidos por la normativa vigente y buscar alternativas económicamente viables que no afecten el cronograma de ejecución. Entre las estrategias de mejora se consideraron el relleno con nuevo material, la estabilización con cal y cemento, y el uso de geosintéticos. En resumen, se propone la implementación de geosintéticos como una alternativa de estabilización para suelos altamente deformables, como los arcillosos, que se traduciría en un pavimento flexible. Este enfoque permite reducir los espesores de las capas de la estructura y obtener beneficios económicos, según los datos recopilados, para determinar la viabilidad de incluir geosintéticos en el diseño de pavimentos.

2.1.2. A nivel nacional:

(Aguilar & Simón, 2021) *“Diseño geométrico y estructural para la pavimentación con mezcla asfáltica en caliente en el tramo de la carretera PE-5SA en los kilómetros 00+000 – 16+600, en los sectores Pto. Ocopa y Atalaya, departamento Junín – Ucayali”*. El propósito de este estudio es el diseño geométrico y estructural para la pavimentación con mezcla asfáltica en caliente en un tramo de la carretera PE-5SA en los kilómetros 00+000 – 16+600, en los sectores Pto. Ocopa y Atalaya, ubicados en los departamentos de Junín y Ucayali. Este análisis considera la información obtenida del estudio topográfico, estudio de tráfico y caracterización de suelos. Según los autores, se encontró que, en un tramo específico, el CBR fue menor al 6%, lo cual implica que la subrasante debe ser mejorada y estabilizada, como lo dicta la normativa vigente. Este hallazgo es crucial para

la investigación, ya que es probable encontrar distintos valores de CBR en diferentes tramos, y en caso de ser inferior al 6%, se deberá estabilizar de acuerdo a los estándares establecidos.

(Macha, 2019) *“Aplicación de Metodología AASHTO 93 en Diseño de Pavimento Flexible para Optimizar la Transitabilidad Vehicular en la Carretera Talavera – Andahuaylas, Región Apurímac”*. Esta investigación tiene como objetivo principal aplicar la metodología AASHTO 93 para el diseño del pavimento flexible con el fin de optimizar la transitabilidad vehicular. Se determinó que los parámetros más importantes que se deben considerar en la metodología AASHTO 93 son; la Confiabilidad, Desviación estándar, la Desviación estándar total, el módulo resiliencia, la Serviciabilidad Inicial y Final, el valor del CBR y el número de ejes equivalentes. Teniendo como resultado de carpeta asfáltica de 3”, base de 30cm y sub rasante de 37,50cm. Esta investigación aporta información muy valiosa para nuestra metodología para el diseño del pavimento flexible mediante el método AASHTO 93 se basa en el valor del CBR de la subrasante, número de ejes equivalentes, para determinar el número estructural del pavimento de diseño.

2.1.3. A nivel local:

(Collave & Miñano, 2022)) *“Diseño Geométrico y estructural para la pavimentación del camino vecinal Marcahumachuco – Sanagorán Provincia de Sánchez Carrión, La Libertad*. Este estudio se enfoca en llevar a cabo el diseño geométrico y estructural de un pavimento. Para el diseño geométrico, se realizó un levantamiento topográfico; mientras que, para el diseño estructural, se llevó a cabo un análisis del tráfico vehicular y un estudio de suelos. Se determinó que, con el fin de garantizar una mejor transitabilidad y un flujo continuo de vehículos en la carretera, es fundamental llevar a cabo el diseño geométrico y estructural utilizando los parámetros específicos para la cantidad de vehículos que circulan por la zona. Esta investigación aporta información muy valiosa sobre la orografía de la zona, ya que se realizó en la misma provincia. Además, proporciona el procedimiento y los parámetros necesarios para llevar a cabo el diseño geométrico y estructural, lo cual resulta fundamental para nuestro propio estudio.

(Huaman & Suarez, 2022) *Diseño estructural del pavimento flexible del sector Parque Industrial, Trujillo, La Libertad, 2022*, Dicha investigación tiene como objetivo de realizar el diseño estructural del pavimento flexible del sector Parque Industrial, Trujillo, La Libertad, tomando en cuenta el procesamiento del estudio topográfico, estudio de tráfico, evaluación de la superficie del pavimento, la caracterización de suelos. Los autores tienen como ESAL 6'873,592.24EE clasificándolo como TP8, concluyen con un CBR de 13.13%, siendo esta un valor óptimo. Se concluyo los espesores de la capa asfáltica de 9cm, la base de 27.5 cm y la sub base de 20cm. Esta investigación nos aporta información valiosa para nuestro diseño de pavimento, los investigadores proponen un diseño estructural optimo por factores propios de la zona.

2.2. Marco Teórico:

2.2.1. Carretera:

Camino para el tránsito de vehículos motorizados, por al menos dos ejes, con características geométricas, tales como: pendiente longitudinal, transversal, superficie de rodadura, etc. que deben cumplir con las normas vigentes. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018, p.11)

2.2.1.1. Trochas carrozables:

Son vías transitables, que no alcanzan con las características geométricas de una carretera por lo general tienen un índice medio diario anual (IMDA) menor a $200 \frac{veh}{día}$. Dentro de sus características sus calzadas cuentan con un ancho mínimo de 4.00 mt. y una superficie de rodadura que puede ser afirmada o sin afirmar. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018, p.14)

Figura 1

Descripción gráfica de una trocha carrozable.



Nota. Se visualiza un camino tipo trocha carrozable.

Fuente. El grafico recopilado de la Municipalidad Provincial de Jaén (2018).

2.2.2. Pavimento:

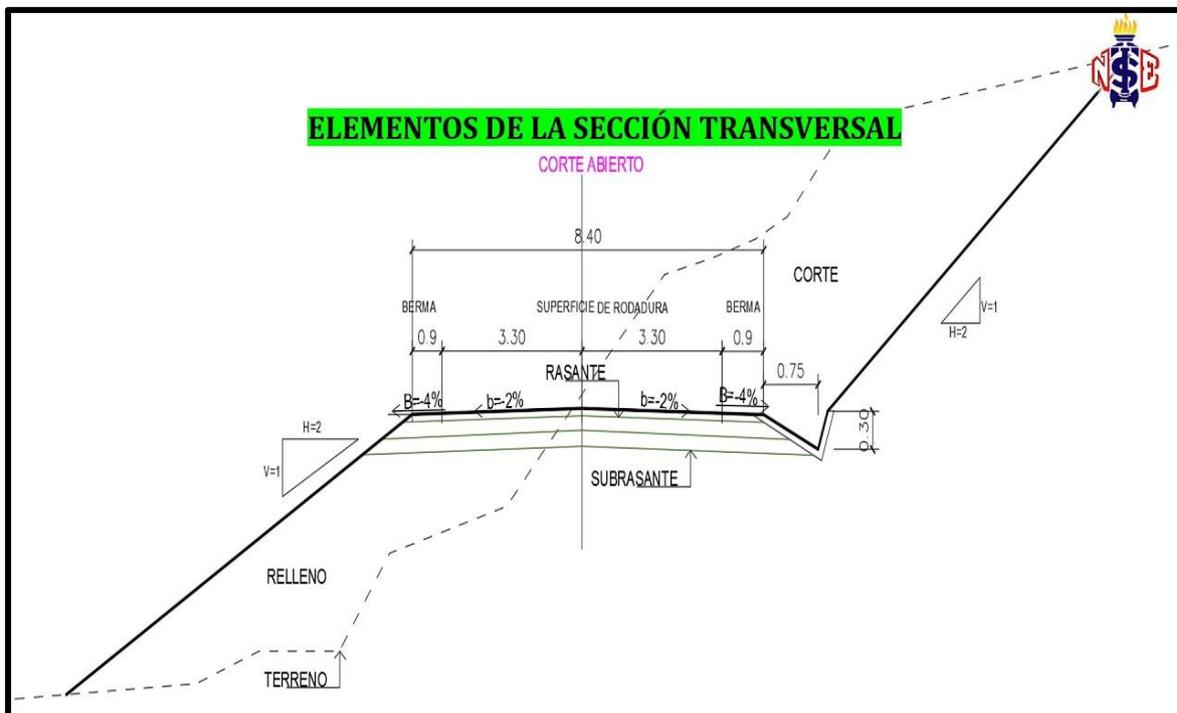
Estructura que aporta una superficie adecuada para el traslado de un vehículo a una velocidad determinada, de forma cómoda y segura en cualquier circunstancia. Debe cumplir con la función de proporcionar una superficie de rodamiento uniforme, color y textura apropiados. (Torres R. 2018, 17)

2.2.2.1. Secciones**2.2.2.1.1. Sección Transversal:**

Representación de una sección de la carretera, en forma transversal al eje y a distancias especifica que dimensiona y menciona los componentes que conforman la misma. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018, p.12)

Figura 2

Sección transversal típica.



Nota. Se visualiza una sección transversal tipo mixta.

Fuente. Elaboración propia.

2.2.2.1.2. Sección Transversal General:

Se encuentra conformada por: calzada o superficie de rodadura (carriles), bermas, taludes, sistema de drenaje (cunetas, alcantarillas, zanjas de coronación, badenes, etc.) y obras complementarias. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018, p.12)

2.2.2.2. Tipos de pavimento:

2.2.2.2.1. Pavimentos flexibles:

Está constituido por una capa de rodadura formada por material bituminoso o asfáltico, se encuentra conformado por base y subbase. Debe contar con la resistencia estructural es decir ser capaz de soportar el tránsito de la zona, así como las cargas que involucren el mismo. (Torres R. 2018, 18)

2.2.2.3. Factores que intervienen en el cálculo de espesores

Diversos factores deben analizarse para obtener el diseño del más bajo costo anual. Estos factores son:

2.2.2.3.1. Transito:

Se debe tener en cuenta el peso o número de vehículos que van a circular durante la vida útil del pavimento. El volumen y carácter fijan el ancho del pavimento y el peso y la frecuencia de las cargas de los ejes o ruedas de los vehículos, determinan el espesor y otras características del diseño estructural (Manual de suelos y pavimentos, 2014)

2.2.2.3.2. Resistencia de los materiales

Los materiales de la base deben ser de tipo granular por que pueden ser afectados por el agua de la napa, el ensayo debe realizarse en las mismas condiciones, dichos ensayos deben ser complementado con ensayos de durabilidad. (Manual de suelos y pavimentos, 2014)

2.2.2.3.3. Subrasante:

El punto fundamental es conocer el grado de compactación y porcentajes de humedad que va a tener la obra y hacer los ensayos en las condiciones del medio, la adecuada densificación de la subrasante es fundamental para un buen comportamiento de la estructura. (Manual de suelos y pavimentos, 2014)

2.2.2.3.4. Vida útil del diseño:

La vida de los pavimentos flexibles suele estar comprometida entre 10 años para caminos de bajo nivel de tránsito. (Manual de suelos y pavimentos, 2014)

2.2.3. Método AASHTO 93

El modelo que fue desarrollado en base al performance del pavimento, cargas vehiculares y resistencia de la sub – rasante para carga de espesores.

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_o + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.7$$

Donde:

S_n = Número Estructural

W_{18} = Ejes equivalentes (Número de ESAL's)

Z_r = Desviación Estándar Normal

S_o = Error Estándar Combinado de la predicción del Tráfico

ΔPSI = Diferencia de Serviciabilidad (Po-Pt)

P_i = Serviciabilidad Inicial

P_t = Serviciabilidad Final

M_R = Módulo de Resiliencia

2.2.3.1. Ejes equivalentes (W18)

Es el número de ejes simples equivalentes a 18000 lb (80 kN) para el periodo de diseño corresponde al número de repeticiones de EE de 8.2 t. el cual se establece de acuerdo al estudio de tráfico. (Manual de suelos y pavimentos, 2014)

Tabla 1

Factores de Distribución Direccional y de Carril.

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

Nota. Según la tabla 01 nos muestra factores de carril según el tipo de calzada.

Fuente. Elaboración Propio, en base a dato de la Guía AASHTO'93.

Tabla 2

Factores de Crecimiento Acumulado.

Periodo de Análisis (años)	Factor sin Crecimiento	Tasa anual de crecimiento ®							
		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	3.19	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

Nota. Según la tabla 02 nos muestra factores de crecimiento anuales.

Fuente. Table D-20 AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993.

Tabla 3

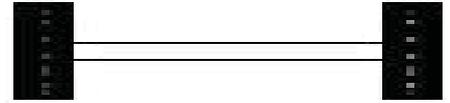
Configuración de Ejes.

Conjunto de Eje (s)	Nomenclatura	N.º de Neumáticos	Grafico
----------------------------	---------------------	------------------------------	----------------

EJE SIMPLE
(Con Rueda Simple)

1RS

02



EJE SIMPLE
(Con Rueda Doble)

1RD

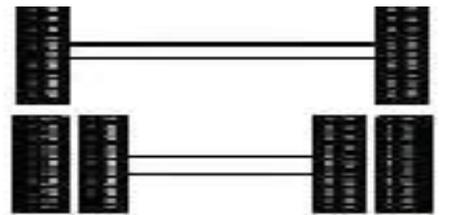
04



EJE TANDEM
(1 Eje Rueda Simple + 1 Eje Rueda Doble)

1RS + 1RD

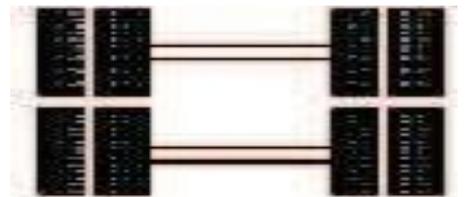
06



EJE TANDEM
(2Ejes Rueda Doble)

2RD

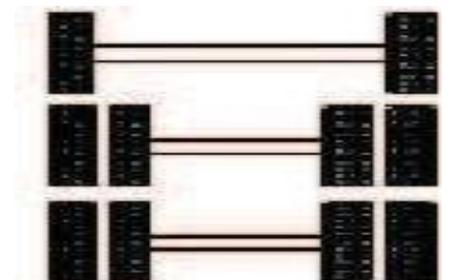
08



EJE TRIDEM
(1 Rueda Simple + 2 Ejes Rueda Doble)

1RS + 2RD

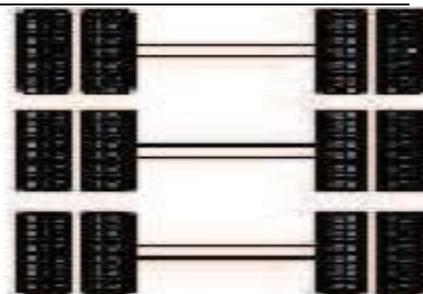
10



EJE TRIDEM
(3 Ejes Rueda Doble)

3RD

12



Nota. Según la tabla 03 nos muestra la cantidad de neumáticos según los diferentes tipos de ejes.

Fuente. Recopilado del Manual de Carreteras Suelo, Geología, Geotecnia y Pavimentos.

Tabla 4

Relación de Cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes.

Tipo de Eje	Eje Equivalente ($EE_{8.2 \text{ tn}}$)
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})	$EE_{TA2} = (P/15.1)^{4.0}$
Eje Tridem (2 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE_{TR1})	$EE_{TR1} = (P/20.7)^{3.9}$
Eje Tridem (3 eje ruedas dobles) (EE_{TR2})	$EE_{TR2} = (P/21.8)^{3.9}$

Nota. Según la tabla 04 nos muestra los ejes equivalentes para los diferentes tipos de ejes.

Fuente. Elaboración Propia, en base a correlaciones con los valores de las Tablas del apéndice D de la Guía AASHTO'93.

Tabla 5

Factor de ajuste por presión de neumático para Eje Equivalente.

Espesor de Capa de Rodadura (mm)	Presión de Contacto del Neumático (PCN) en psi						
	PCM=0.90x (Presión de inflado del neumático) (psi)						
	80	90	10	110	120	130	140
50	1.00	1.36	1.80	2.31	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

Nota. Según la tabla 05 nos muestra los factores de ajuste de presión de neumáticos de acuerdo al espesor de la capa de rodadura.

Fuente. Recopilado del Manual de Carreteras Suelo, Geología, Geotecnia y Pavimentos.

Se utilizará la siguiente fórmula para determinar el total de vehículos pesados, teniendo en cuenta el tipo de vehículo. La cifra final será la suma de los distintos tipos de vehículos pesados:

$$N_{rep \text{ de } EE_{8.2 \text{ ton.}}} = \sum (EE_{de \text{ carril}} * FCA * 365)$$

2.2.3.2. Modulo resiliente (MR)

Es una medida de rigidez del suelo de subrasante, utilizando una ecuación recomendada por el MTC que está relacionada con el CBR.

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

Tabla 6

Módulo Resiliente obtenido por correlación con CBR.

CBR% SUBRASANTE	MÓDULO RESILIENTE SUBRASANTE (MR) (PSI)	MÓDULO RESILIENTE SUBRASANTE (MR) (MPA)
6	8,043.00	55.45
7	8,877.00	61.20
8	9,669.00	66.67
9	10,426.00	71.88
10	11,153.00	76.90
11	11,854.00	81.73
12	12,533.00	86.41
13	13,192.00	90.96
14	13,833.00	95.38
15	14,457.00	99.68
16	15,067.00	103.88
17	15,663.00	107.99
18	16,247.00	112.02

19	16,819.00	115.96
20	17,380.00	119.83
21	17,931.00	123.63
22	18,473.00	127.37
23	19,006.00	131.04
24	19,531.00	134.66
25	20,048.00	138.23
26	20,558.00	141.74
27	21,060.00	145.20
28	21,556.00	148.62
29	22,046.00	152.00
30	22,529.00	155.33

Nota. Según la tabla 06 nos muestra módulos de resiliente según el porcentaje de CBR de la subrasante.

Fuente. Recopilado del Manual de Carreteras Suelo, Geología, Geotecnia y Pavimentos.

2.2.3.3. Nivel de confiabilidad (%R)

Se refiere a la posibilidad de que una estructura se comporte de acuerdo con lo esperado durante su periodo de diseño. Esta probabilidad se ve afectada por diversos factores que inciden en la estructura del pavimento y su desempeño. Sin embargo, circunstancias inesperadas como la calidad de la construcción, condiciones climáticas extremas, un aumento repentino del tráfico pesado o cualquier otro factor pueden disminuir la vida útil de un pavimento.

Tabla 7

Nivel de Confiabilidad.

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

TP12	15'000,001	20'000,000	95%
TP13	20'000,001	25'000,000	95%
TP14	25'000,001	30'000,000	95%
TP15	>30'000,000		95%

Nota. Según la tabla 07 nos muestra el nivel de confiabilidad según el tipo de caminos, tráfico y ejes equivalentes.

Fuente. Recopilado del Manual de Carreteras Suelo, Geología, Geotecnia y Pavimentos.

2.2.3.4. Coeficiente de desviación estándar (Zr): La confiabilidad no es un parámetro de ingreso directo en la ecuación de diseño para lo cual se hace uso de la desviación normal estándar (Zs)

Tabla 8

Coeficiente Estadístico de la Desviación Estándar Normal.

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (ZR)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP0	75,000	150,000	-0.385
	TP1	150,001	300,000	-0.524
	TP2	300,001	500,000	-0.674
	TP3	500,001	750,000	-0.842
	TP4	750 001	1,000,000	-0.842
	TP5	1,000,001	1,500,000	-1.036
	TP6	1,500,001	3,000,000	-1.036
	TP7	3,000,001	5,000,000	-1.036
Resto de Caminos	TP8	5,000,001	7,500,000	-1.282
	TP9	7,500,001	10'000,000	-1.282
	TP10	10'000,001	12'500,000	-1.282
	TP11	12'500,001	15'000,000	-1.282
	TP12	15'000,001	20'000,000	-1.645
	TP13	20'000,001	25'000,000	-1.645
	TP14	25'000,001	30'000,000	-1.645
	TP15	>30'000,000		-1.645

Nota. Según la tabla 08 nos muestra la desviación estándar según el tipo de caminos, el tráfico y ejes equivalentes.

Fuente. Recopilado del Manual de Carreteras Suelo, Geología, Geotecnia y Pavimentos.

2.2.3.5. Desviación estándar combinada (So): Es un valor que toma en cuenta la variabilidad esperada de la predicción del tránsito y de los

otros factores que afectan el comportamiento del pavimento; como, por ejemplo, construcción, medio ambiente, incertidumbre del modelo. “La Guía AASHTO recomienda adoptar para los pavimentos flexibles, valores de S_o comprendidos entre 0.40 y 0.50” (MTC, 2014, p.126)

2.2.3.6. Índice de serviciabilidad presente (PSI):

Es la comodidad de la circulación ofrecida al usuario, su valor varía entre 0 y 5, siendo el valor de 5 aquel que refleja una mayor comodidad teórica y el valor de 0 refleja lo peor.

a) Serviciabilidad inicial (P_i)

Es la condición de una vía recién construida, como refieren los valores establecidos en la siguiente tabla 9:

Tabla 9

Índice de Serviciabilidad Inicial según rango de Tráfico.

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (P_i)
Caminos de Bajo	T_{P1}	150,001	300,000	3.80
	T_{P2}	300,001	500,000	3.80
Volumen de Tránsito	T_{P3}	500,001	750,000	3.80
	T_{P4}	750 001	1,000,000	3.80
	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
Resto de Caminos	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

Nota. Según la tabla 09 nos muestra el índice de serviciabilidad inicial según el tipo de caminos, el tráfico y ejes equivalentes

Fuente. Recopilado del Manual de Carreteras Suelo, Geología, Geotecnia y Pavimentos.

b) Serviciabilidad final o terminal (Pt)

Es la condición de una vía que requiere una rehabilitación y reconstrucción, como refiere los valores establecidos en la siguiente tabla 10:

Tabla 10

Índice de Serviciabilidad Final según rango de Tráfico.

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (Pt)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP1	150,001	300,000	2.00
	TP2	300,001	500,000	2.00
Resto de Caminos	TP3	500,001	750,000	2.00
	TP4	750 001	1,000,000	2.00
	TP5	1,000,001	1,500,000	2.50
	TP6	1,500,001	3,000,000	2.50
	TP7	3,000,001	5,000,000	2.50
	TP8	5,000,001	7,500,000	2.50
	TP9	7,500,001	10'000,000	2.50
Resto de Caminos	TP10	10'000,001	12'500,000	2.50
	TP11	12'500,001	15'000,000	2.50
	TP12	15'000,001	20'000,000	3.00
	TP13	20'000,001	25'000,000	3.00
	TP14	25'000,001	30'000,000	3.00
	TP15		>30'000,000	3.00

Nota. Según la tabla 10 nos muestra el índice de serviciabilidad final según el tipo de caminos, el tráfico y ejes equivalentes.

Fuente: Recopilado del Manual de Carreteras Suelo, Geología, Geotecnia y Pavimentos.

c) Variación de la serviciabilidad ((Δ PSI)

Es la diferencia entre la serviciabilidad inicial y final asumida durante el desarrollo del proyecto.

Tabla 11*Diferencial de Serviciabilidad según rango de Tráfico.*

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD (ΔPSI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP1	150,001	300,000	1.80
	TP2	300,001	500,000	1.80
	TP3	500,001	750,000	1.80
	TP4	750 001	1,000,000	1.80
	TP5	1,000,001	1,500,000	1.50
	TP6	1,500,001	3,000,000	1.50
	TP7	3,000,001	5,000,000	1.50
	TP8	5,000,001	7,500,000	1.50
Resto de Caminos	TP9	7,500,001	10'000,000	1.50
	TP10	10'000,001	12'500,000	1.50
	TP11	12'500,001	15'000,000	1.50
	TP12	15'000,001	20'000,000	1.20
	TP13	20'000,001	25'000,000	1.20
	TP14	25'000,001	30'000,000	1.20

T_{P15}

>30'000,000

1.20

Nota. Según la tabla 11 nos muestra la diferencia de serviciabilidad según el tipo de caminos, el tráfico y ejes equivalentes.

Fuente. Recopilado del Manual de Carreteras Suelo, Geología, Geotecnia y Pavimentos.

Tabla 12

Índice de Servicialidad.

ÍNDICE DE SERVICIO	CALIFICACIÓN
5	Excelente
4	Muy bueno
3	Bueno
2	Regular
1	Malo
0	Intransitable

Nota. Según la tabla 12 nos muestra el rango de estado de un pavimento según el índice de servicio.

Fuente. Elaboración propia.

2.2.3.7. Numero estructural propuesto (SNR)

Representa el espesor total del pavimento a colocar y debe ser transformado a espesor efectivo de cada una de las capas que lo constituirán, es decir de la capa de rodadura, base y sub – base por medio del uso de los coeficientes estructurales

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

Donde

a_1, a_2, a_3 : coeficientes estructurales de las capas

d_1, d_2, d_3 : espesores de las capas (cm)

m_2, m_3 : coeficientes de drenaje para la base y la sub – base

Tabla 13

Coefficientes Estructurales de las Capa Superficial.

COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE	VALOR COEFICIENTE ESTRUCTURAL a_j (cm)	OBSERVACIÓN
CAPA SUPERFICIAL			
Carpeta Asfáltica en Caliente, módulo 2,965 MPa (430,000 PSI) a 20 oC (68 oF)	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
Micro pavimento 25mm	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 12mm.	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

(*) no se considera por no tener aporte estructural

Nota. Según la tabla 13 nos muestra coeficientes estructurales para la capa superficial según el tipo de componente del pavimento.

Fuente. Recopilado del Manual de Carreteras Suelo, Geología, Geotecnia y Pavimentos.

Tabla 14

Coeficientes Estructurales de las Capa Base.

COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE	VALOR COEFICIENTE ESTRUCTURAL a_j (cm)	OBSERVACIÓN
BASE			
Base Granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS	^a 2	0.052 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico \leq 5'000,000 EE
Base Granular CBR 100%, compactada al 100% de la MDS	^a 2	0.054 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico > 5'000,000 EE
Base Granular Tratada con Asfalto (Estabilidad Marshall = 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

Nota. Según la tabla 14 nos muestra coeficientes estructurales para la capa base según el tipo de componente del pavimento.

Fuente. Recopilado del Manual de Carreteras Suelo, Geología, Geotecnia y Pavimentos.

Tabla 15

Coefficientes Estructurales de las Capa Sub-Base.

COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE	VALOR COEFICIENTE ESTRUCTURAL a_j (cm)	OBSERVACIÓN
SUBBASE			
Sub-Base Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS	a_3	0.047 / cm	Capa de Sub-Base recomendada con CBR mínimo 40%, para todos los tipos de Tráfico

Nota. Según la tabla 15 nos muestra coeficientes estructurales para la capa sub base según el tipo de componente del pavimento.

Fuente. Recopilado del Manual de Carreteras Suelo, Geología, Geotecnia y Pavimentos.

El valor del coeficiente del drenaje esta dado por dos variables:

- La calidad del drenaje
- Exposición a la saturación

Obtenidos de acuerdo con los materiales de la base y la sub – base, de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 16.

Calidad de drenaje.

<i>Calidad de</i>	<i>% de tiempo del año en que el pavimento está expuesto a niveles de</i>
-------------------	---

Drenaje	saturación			
	Menor que 1%	1% - 5%	5% - 25%	Mayor que 25%
<i>Excelente</i>	1.40 – 1.35	1.35 – 1.30	1.30 – 1.20	1.20
<i>Bueno</i>	1.35 – 1.25	1.25 – 1.15	1.15 – 1.00	1.00
<i>Regular</i>	1.25 – 1.15	1.15 – 1.05	1.00 – 0.80	0.80
<i>Pobre</i>	1.15 – 1.05	1.05 – 0.80	0.80 – 0.60	0.60
<i>Muy pobre</i>	1.05 – 0.95	0.95 – 0.75	0.75 – 0.40	0.40

Nota. Según la tabla 16 nos muestra el talud de drenaje en función a la calidad de drenaje y el porcentaje de tiempo del pavimento expuesto a niveles de saturación.

Fuente. Recopilado del Manual de Carreteras Suelo, Geología, Geotecnia y Pavimentos.

2.2.4. Suelos

Es fundamental contar con datos exactos sobre las características del suelo que se va a analizar, ya que esto será crucial para el adecuado diseño de la estructura de la carretera. Para lograr un diseño de pavimento preciso, es recomendable contar con muestras de suelo representativas obtenidas en laboratorio, ya que esto garantizará que cumplan con nuestros estándares de precisión y nos permitirá obtener resultados óptimos.

2.2.4.1. Ensayo de laboratorio

- **Análisis Granulométrico.**

Se lleva a cabo la determinación de la composición granulométrica del suelo en la zona donde se ubicará el proyecto. “El procedimiento a utilizar consiste en identificar las proporciones de suelo que atraviesan los diferentes tamices de la serie especificada en el ensayo, hasta llegar al de 74 mm (Nº 200)”. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016), pág.45

- **Contenido de humedad.**

“El contenido de humedad de un suelo se expresa en porcentaje, del peso del agua que se encuentra en el suelo de

manera natural, al peso de las partículas sólidas” (Norma Técnica Peruana , 1998), p.3.

- **Proctor Modificado.**

Se emplea para establecer la correlación entre la densidad seca y la humedad de compactación de los materiales a emplear en explanadas y capas granulares de firmes, y como guía para garantizar la calidad de la compactación en la construcción, siguiendo las normas ASTM D-1557 y UNE 103-501-94.

- **Límite Líquido (LL).**

El límite líquido es la cantidad máxima de humedad que puede contener el suelo antes de llegar a un estado entre líquido y plástico. Si el suelo tiene mucha agua, puede convertirse en un suelo líquido denso. (Norma Técnica Peruana 339.145, NTP, 1999)

- **Límite Plástico (LP).**

El punto de saturación es el nivel mínimo de humedad en el suelo que lo hace estar en un estado entre semisólido y líquido. Si el suelo tiene muy poca agua, se vuelve frágil y puede romperse en pedazos, lo que dificulta su remodelación. (Norma Técnica Peruana 339.145, NTP, 1999)

- **Índice de Plasticidad (IP)**

Para calcular el índice de plasticidad seguimos las indicaciones de la Norma Técnica Peruana 339.129. Este índice representa la disparidad entre el límite líquido y el límite plástico.

$$IP = LL - LP$$

Donde:

IP = Índice de plasticidad.

LL = Límite líquido.

LP = Límite plástico.

- **Ensayo de CBR.**

Después de categorizar el suelo según el método SUCS YAASHTO, se procede a realizar un perfil estratigráfico en cada sección de análisis. Posteriormente, se establece un plan de pruebas para determinar el CBR, que es la resistencia del suelo, expresada en relación al 95% de la máxima densidad seca y una penetración de carga de 2.54 mm. (Norma Técnica Peruana 339.145, NTP, 1999)

2.2.4.2. Características de la subrasante

2.2.5. Descripción de los suelos

Se describirá y clasificará el tipo de suelo encontrado de acuerdo con la metodología de construcción vial de SUCS y AASHTO. Esta tarea será realizada de manera obligatoria.

Figura 3

Signos Convencionales para Perfil de Calicatas - Clasificación AASHTO.

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

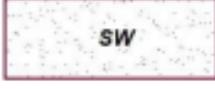
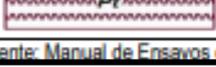
Fuente: Simbología AASHTO

Nota. Según la figura se aprecia la clasificación del suelo según AASHTO.

Fuente. Extraído de Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2014.

Figura 4

Signos Convencionales para Perfil de Calicatas – Clasificación SUCS.

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

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

Nota. Según la figura se aprecia la clasificación del suelo según SUCS.

Fuente. Extraído de Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2014.

2.3. Marco conceptual:

- **Hidrología:** Es la ciencia geográfica que se dedica al estudio de la distribución, espacial y temporal, y las propiedades del agua presente en la atmósfera y en la corteza terrestre. Esto incluye las precipitaciones, la escorrentía, la humedad del suelo, la evapotranspiración y el equilibrio de las masas glaciares.
- **Diseño de pavimento:** Se trata de identificar el espesor de las diferentes capas que forman parte de la estructura del pavimento, con el fin de resistir las cargas durante un periodo específico.
- **Estudio de tráfico:** Este estudio resalta dos aspectos clave: el tráfico impacta significativamente en la elaboración de la planificación y diseño de una infraestructura vial, ya que el peso y la cantidad de ejes de los vehículos afectan directamente en el diseño estructural, mientras que las dimensiones de los vehículos influyen en el diseño geométrico.
- **Pavimento:** Es una capa de material homogénea que proporciona resistencia y rigidez para soportar el tráfico y distribuir eficientemente las cargas generadas.
- **Serviciabilidad:** Es un indicador que refleja el grado de seguridad y comodidad que un pavimento ofrece a sus usuarios
- **Confiabilidad:** Probabilidad que ofrece un pavimento de conservarse en óptimas condiciones, bajo el efecto de cargas, a lo largo de su vida útil.
- **Suelo:** Son agregados naturales de granos minerales unidos por fuerza de contactos normales y tangenciales a las superficies de las partículas adyacentes, separables por medio mecánicos de poca energía o por agitación en agua. (Gonzales, 2002)
- **Presión de inflado del neumático (Pin):** está referido al promedio de presión de inflado de neumáticos por tipo de vehículo pesado. (Manual de Suelos y Pavimentos, 2014)
- **Presión de Contacto del neumático (PCN):** igual al 90% del promedio de presiones de inflado de neumáticos por tipo de vehículo pesado. (Manual de Suelos y Pavimentos, 2014)

2.4. Hipótesis:

Un óptimo Diseño estructural en pavimento flexible de alto tránsito en la carretera Agua Blanca - Barro Negro, aplicando la metodología AASHTO – 93 en Sánchez Carrión, La Libertad, 2023

2.5. Variables e indicadores (cuadro de Operacionalización de variables)

Tabla 17.

Matriz de operacionalización de variable.

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	TECNICA	INSTRUMENTO
Diseño de pavimento flexible	Los pavimentos flexibles se componen de distintas capas de materiales, con una estructura que involucra materiales de alta calidad en la superficie para resistir los esfuerzos más intensos, mientras que en las capas inferiores se utilizan materiales más económicos y de menor calidad, ya que los esfuerzos se reducen con la profundidad de las capas (American Association Standards Highway Transportation Officials, 1993).	Un pavimento flexible se caracteriza por tener una estructura compuesta por varias capas de materiales dispuestos de manera específica, donde la capa superior está compuesta por materiales de alta calidad y resistencia diseñados para soportar la carga y el desgaste del tráfico vehicular, mientras que las capas inferiores consisten en materiales menos costosos pero adecuados para proporcionar soporte estructural y distribuir los esfuerzos de carga de manera efectiva.	Estudio de tráfico	Índice medio diario semanal Índice medio diario anual Clasificación de suelos Análisis granulométrico	Observación	Manual de carreteras - Diseño geométrico
			Estudio de suelos	Límites plástico Líquido e índice de plasticidad Contenido de humedad CBR Proctor	Observación - Análisis documental	Metodología AASHTO 93 - Proctor modificado
			Cálculo del espesor del pavimento	Pavimento flexible	Observación - Análisis documental	C.E.010 Metodología AASHTO 93

Nota. Se muestra la tabla de operacionalización de variable señalando claramente como se observará y medirá cada característica de estudio para mejor comprensión.

Fuentes.

Elaboración

propia.

III. METODOLOGÍA EMPLEADA

3.1. Tipo y Nivel de Investigación:

3.1.1. Tipo de Investigación:

- Según su enfoque: Cualitativa
- Según finalidad: Aplicativa
- Según nivel: Descriptiva

3.1.2. Nivel de Investigación:

Es considerada experimental – descriptiva, se recopiló información aplicativa por medio del uso de investigaciones preliminares para acceder a las herramientas necesarias para la investigación.

3.2. Población y Muestra de Estudio:

3.2.1. Población:

La población se encuentra constituida por los caminos que unen los centros poblados de Barro Negro - Agua Blanca, con una extensión de 6.8 km de largo y 5 mt. de ancho.

3.2.2. Muestra:

Se encuentra dentro 6.8 km del camino vecinal Barro Negro - Agua Blanca, en los puntos donde el camino se encuentra muy deteriorado, con la presencia de fisuras, lugares con desnivel, etc. que afecten la calidad de vida.

3.3. Diseño de Investigación:

Se utilizó el diseño de investigación no experimental transeccional o transversal, de tipo descriptivo considerando un análisis del territorio al igual que los factores que pueden ocasionar el deterioro del camino vecinal y el diseño para la mejora del mismo.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de Datos:

3.4.1. Técnicas:

- Observación
- Recopilación de datos
- Investigación bibliográfica
- Normas

3.4.2. Instrumentos:

- Ficha técnica
- Protocolos de laboratorio
- Instrumentos topográficos
- Computadoras

3.5. Procesamiento y Análisis de Datos:

3.5.1. Procesamiento de datos:

Se da por medio de las técnicas e instrumentos ya antes mencionados con la capacidad de recopilar los datos necesarios para poder llegar al objetivo del trabajo.

- **Reconocimiento de campo:**

El proceso comenzará con la realización de un estudio de tráfico, donde se establecerán dos estaciones en lugares estratégicos seleccionados de acuerdo a las indicaciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC). Durante un periodo determinado, se clasificarán los vehículos según su tipo. El resultado de este estudio nos proporcionará el Índice Medio Diario Anual (IMDA) proyectado, el cual nos servirá como base de datos para el diseño de la estructura y la geometría del proyecto

- **Recopilación de datos:**

Por medio de fichas técnicas y protocolos de laboratorios se recopilarán las características del suelo del camino vecinal, tomando así datos necesarios para el diseño de la carpeta asfáltica del pavimento flexible, posteriormente por medio de los instrumentos ya mencionados se tomarán características del área con el fin de ayudar máxima el tiempo de vida útil de este medio.

3.5.2. Análisis de datos:

El procesamiento de los datos se dará por medio del software "Excel" en el cual por medio del uso de tablas o gráficas y en contraste con las normas vigentes establecidas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) permitirán cumplir con los objetivos del estudio.

Para el desarrollo de este proyecto se realizará un análisis cuantitativo de la información obtenida en campo.

IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Análisis e interpretación de resultados

4.1.1. Estudio de suelos

Se realizaron 14 calicatas aleatoriamente a cada 500 mts de distancia aproximadamente teniendo una profundidad de 1.50 mts, para así poder conocer las propiedades físicas, químicas y mecánicas del suelo donde se construirá la carretera.

Tabla 18

Ubicación y Profundidad de Calicatas.

CALICATA	PROGRESIVA	PROFUNDIDAD
PC - 1	Km 0+060	1.50 m
PC - 2	Km 0+500	1.50 m
PC - 3	Km 1+000	1.50 m
PC - 4	Km 1+480	1.50 m
PC - 5	Km 2+000	1.50 m
PC - 6	Km 2+420	1.50 m
PC - 7	Km 2+960	1.50 m
PC - 8	Km 3+500	1.50 m
PC - 9	Km 4+000	1.50 m
PC - 10	Km 4+500	1.50 m
PC - 11	Km 5+000	1.50 m
PC - 12	Km 5+500	1.50 m
PC - 13	Km 6+000	1.50 m
PC - 14	Km 6+640	1.50 m

Nota. Según la tabla 18 en nuestro proyecto se hizo 14 calicatas desde el km 0+600 hasta el km6+640.

Fuente. Elaboración Propia.

Se realizó el ensayo de granulometría obteniendo los siguientes valores:

Tabla 19

Análisis Granulométrico

CALICATA	PROGRESIVA	PROFUNDIDAD AD	GRANULOMETRIA		
			GRAVA (%)	ARENA (%)	FINOS (%)
PC - 1	Km 0+060	1.50 m	54.60	22.27	23.13
PC - 2	Km 0+500	1.50 m	52.80	24.19	23.01
PC - 3	Km 1+000	1.50 m	2.50	11.45	86.05
PC - 4	Km 1+480	1.50 m	1.85	13.75	84.40
PC - 5	Km 2+000	1.50 m	0.90	16.05	83.05
PC - 6	Km 2+420	1.50 m	2.70	15.90	81.40
PC - 7	Km 2+960	1.50 m	1.30	13.15	85.55
PC - 8	Km 3+500	1.50 m	1.20	15.90	82.90
PC - 9	Km 4+000	1.50 m	1.60	12.65	85.75
PC - 10	Km 4+500	1.50 m	4.10	10.30	85.60
PC - 11	Km 5+000	1.50 m	56.90	41.28	1.82
PC - 12	Km 5+500	1.50 m	53.32	43.86	2.83
PC - 13	Km 6+000	1.50 m	1.90	9.65	88.45
PC - 14	Km 6+640	1.50 m	51.93	19.87	28.19

Nota. Según la tabla 19 nos muestra que en los diferentes tramos hay mayor presencia de agregado fino.

Fuente. Elaboración Propia.

Se realizó el ensayo de Índice de Plasticidad obteniendo los siguientes valores

Tabla 20

Análisis de Índice de Plasticidad.

CALICATA	PROGRESIVA	PROFUNDIDAD	PLASTICIDAD		
			LIMITE LIQUIDO (%)	LIMITE PLASTICO (%)	INDICE DE PLASTICIDAD (%)
PC - 1	Km 0+060	1.50 m	31.49	19.70	11.80
PC - 2	Km 0+500	1.50 m	30.27	20.20	10.07
PC - 3	Km 1+000	1.50 m	31.28	19.66	11.61
PC - 4	Km 1+480	1.50 m	30.61	22.43	8.18
PC - 5	Km 2+000	1.50 m	31.80	19.31	12.49
PC - 6	Km 2+420	1.50 m	31.56	19.75	11.81
PC - 7	Km 2+960	1.50 m	31.80	19.31	12.49
PC - 8	Km 3+500	1.50 m	31.59	19.46	12.12
PC - 9	Km 4+000	1.50 m	31.73	23.23	8.50
PC - 10	Km 4+500	1.50 m	31.49	21.13	10.36
PC - 11	Km 5+000	1.50 m	13.15	0.00	0.00
PC - 12	Km 5+500	1.50 m	12.53	0.00	0.00
PC - 13	Km 6+000	1.50 m	30.51	20.03	10.47
PC - 14	Km 6+640	1.50 m	38.91	20.74	18.16

Nota. Según la tabla 20 nos muestra los límites de estado de plasticidad para nuestro proyecto.

Fuente. Elaboración Propia.

De acuerdo con los valores obtenidos de los ensayos anteriores se estableció el tipo de suelo de las calicatas de acuerdo con el sistema SUCS y AASHTO

Tabla 21

Clasificación del Suelo.

CALICATA	PROGRESIVA	PROFUNDIDAD	CLASIFICACION	
			SUCS	AASHTO
PC - 1	Km 0+060	1.50 m	GC	A-2-6 (0)
PC - 2	Km 0+500	1.50 m	GC	A-2-4 (0)
PC - 3	Km 1+000	1.50 m	CL	A-6 (9)
PC - 4	Km 1+480	1.50 m	CL	A-4 (9)
PC - 5	Km 2+000	1.50 m	CL	A-6 (9)
PC - 6	Km 2+420	1.50 m	CL	A-4 (9)
PC - 7	Km 2+960	1.50 m	CL	A-6 (9)
PC - 8	Km 3+500	1.50 m	CL	A-4 (9)
PC - 9	Km 4+000	1.50 m	CL	A-4 (9)
PC - 10	Km 4+500	1.50 m	CL	A-4 (9)
PC - 11	Km 5+000	1.50 m	GP	A-1-a (0)
PC - 12	Km 5+500	1.50 m	GP	A-1-a (0)
PC - 13	Km 6+000	1.50 m	CL	A-4 (9)
PC - 14	Km 6+640	1.50 m	GC	A-2-6 (1)

Nota. Según la tabla 21 nos muestra la clasificación del suelo mediante SUCS y AASHTO.

Fuente. Elaboración Propia.

Se realizó el ensayo de Proctor obteniendo los siguientes valores:

Tabla 22

Ensayo de Proctor.

CALICATA	PROGRESIVA	PROFUNDIDAD	PROCTOR	
			DENSIDAD MAXIMA SECA (gr/cm ³)	% HUMEDAD OPTIMA (%)
PC - 1	Km 0+060	1.50 m	2.153	10.78
PC - 3	Km 1+000	1.50 m	1.887	13.52
PC - 5	Km 2+000	1.50 m	1.815	12.82
PC - 7	Km 2+960	1.50 m	1.847	11.70
PC - 9	Km 4+000	1.50 m	1.856	15.33
PC - 11	Km 5+000	1.50 m	2.074	6.32
PC - 13	Km 6+000	1.50 m	1.836	13.38

Nota. Según la tabla 22 nos muestra el porcentaje de humedad y la densidad máxima seca para nuestro proyecto.

Fuente. Elaboración Propia.

Se realizó el ensayo de CBR obteniendo la resistencia del suelo al 95% y al 100%

Tabla 23

Ensayo CBR.

CALICATA	PROGRESIVA	PROFUNDIDAD	CBR	
			CBR AL 100 (%)	CBR AL 95 (%)
PC - 1	Km 0+060	1.50 m	5.55	4.30
PC - 3	Km 1+000	1.50 m	12	11.6
PC - 5	Km 2+000	1.50 m	9.5	6.5
PC - 7	Km 2+960	1.50 m	9.8	7.1
PC - 9	Km 4+000	1.50 m	11.0	9.3
PC - 11	Km 5+000	1.50 m	14.7	14.0
PC - 13	Km 6+000	1.50 m	9.7	7.5

Nota. Según la tabla 23 nos muestra resultados del ensayo de CBR al 100% y 95%.

Fuente. Elaboración Propia.

En cuanto a su capacidad de soporte de la plataforma, es decir, su razón de soporte (CBR) el tramo en estudio es considerable puesto que obtenemos un valor de CBR promedio = 8.61% que según el Manual de MTC "Sección Suelos y Pavimentos" lo clasifica como una "Subrasante Regular".

Figura 5

Categoría de los suelos respecto a la sub rasante con fines de pavimentación.

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%

Nota. Se muestra la categoría perteneciente a nuestro estudio comprendido por un S₂.

Fuente. Elaboración propia.

4.2. Análisis de canteras

Se realizó los ensayos a la Cantera “La Perdiz” para poder determinar las características, propiedades y la calidad del material que será empleado en la Capa Sub-Base y Capa Base.

Teniendo en cuenta la altitud de la zona a trabajar, se definió las especificaciones

Tabla 24

Cantera "La Perdiz".

PROGRESIVA	ALTITUD (m.s.n.m.)
0+000 - Dv Yamobamba	3180.00
6+800 - Agua Blanca	3321.00

Nota. Según la tabla 24 nos muestra la altitud en la progresiva 0+000 es 3180m.s.n.m y en la progresiva 6+800 es 3321 m.s.n.m.

Fuente. Elaboración Propia.

Para la Capa Sub-Base se empleará Hormigón obtenido de la cantera “La Perdiz”, al cual se le realizaron los ensayos establecidos en el Manual de Ensayos de Materiales para Carreteras del MTC.

Los resultados obtenidos de los ensayos se encuentran en los anexos.

Tabla 25*Análisis de Cantera para Sub-Base.*

ANÁLISIS DE CANTERA PARA SUB-BASE					
NOMBRE DEL ENSAYO	METODO AASHTO	ENSAYO ASTM	RESULTADO	ESPECIFICACION	OBSERVACION
Análisis Granulométrico por Tamizado	T88	D422	GP-GM	GRADACION A	CUMPLE
Limite Liquido	T89	D4318	24.51 %	25% máx.	CUMPLE
Índice Plástico	T90	D4318	3.67 %	4% min	CUMPLE
Equivalente de Arena	T176	D2419	60.19%	35% min	CUMPLE
Abrasión los Ángeles	T96	C131	29.25%	50% máx.	CUMPLE
California Bearing Ratio - CBR	T193	D1883	59%	40% min	CUMPLE
Contenido de Sales Solubles Totales		D1888	0.16 %	1% máx.	CUMPLE
Partículas chatas y alargadas		D4791	5.93%	20% máx.	CUMPLE

Nota. Según la tabla 25 nos muestra resultados de análisis granulométrico a la cantera “La Perdiz” para el uso de los agregados para el diseño de la sub – base en nuestro proyecto.

Fuente. Elaboración Propia.

Para la Capa Base se empleará Afirmado obtenido de la cantera “La Perdiz”, al cual se le realizaron los ensayos establecidos en el Manual de Ensayos de Materiales para Carreteras del MTC.

Tabla 26*Análisis de Cantera para Base.*

ANÁLISIS DE CANTERA PARA BASE					
NOMBRE DEL ENSAYO	METODO AASHTO	ENSAYO ASTM	RESULTADO	ESPECIFICACION	OBSERVACION
Análisis Granulométrico por Tamizado	T88	D422	GP-GM	GRADACION A	CUMPLE
Limite Liquido	T89	D4318	30.31 %	35% máx.	CUMPLE
Índice Plástico	T90	D4318	4.71 %	2% min	CUMPLE
Equivalente de Arena	T176	D2419	50.68%	45% min	CUMPLE
Abrasión los Ángeles	T96	C131	29.25%	40% máx.	CUMPLE
California Bearing Ratio - CBR	T193	D1883	59%	40% min	CUMPLE
Contenido de Sales Solubles Totales		D1888	0.16%	0.5% máx.	CUMPLE
Partículas con una cara fracturada		D5821	89.31 %	80% min	CUMPLE
Partículas con dos caras fracturadas		D5821	77.29 %	50% min	CUMPLE
Partículas chatas y alargadas		D4791	5.93%	15% máx.	CUMPLE

Nota. Según la tabla 26 nos muestra resultados de análisis granulométrico a la cantera “La Perdiz” para el uso de los agregados para el diseño de la base en nuestro proyecto.

Fuente. Elaboración Propia.

4.1.2. Análisis de tráfico

Por medio de este análisis se determinará los indicadores de tráfico, por medio del conteo de los vehículos en la estación establecida Km0+000 Desvió durante 7 días y se realizó por 24 horas del día clasificando los vehículos por sentido. Este conteo se realizó desde el 18 de Julio del 2023 al 24 de Julio del 2023

De acuerdo con los datos del Estudio de Trafico se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 27

Cantidad de Vehículos por hora del domingo 18 de Julio del 2023.

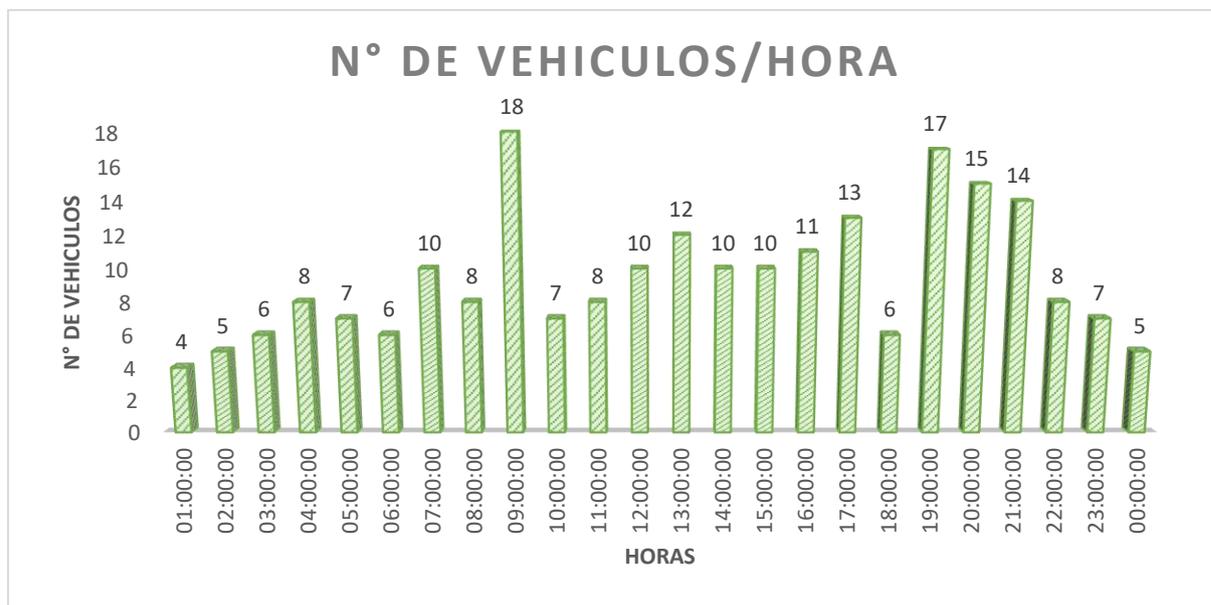
HORA		Total
00:00:00	01:00:00	4
01:00:00	02:00:00	5
02:00:00	03:00:00	6
03:00:00	04:00:00	8
04:00:00	05:00:00	7
05:00:00	06:00:00	6
06:00:00	07:00:00	10
07:00:00	08:00:00	8
08:00:00	09:00:00	18
09:00:00	10:00:00	7
10:00:00	11:00:00	8
11:00:00	12:00:00	10
12:00:00	13:00:00	12
13:00:00	14:00:00	10
14:00:00	15:00:00	10
15:00:00	16:00:00	11
16:00:00	17:00:00	13
17:00:00	18:00:00	6
18:00:00	19:00:00	17
19:00:00	20:00:00	15
20:00:00	21:00:00	14
21:00:00	22:00:00	8
22:00:00	23:00:00	7
23:00:00	00:00:00	5

Nota. Según la tabla 27 nos muestra la cantidad de vehículos por hora del día 18 de julio del 2023.

Fuente. Elaboración Propia.

Figura 6

Cantidad de vehículos por hora del domingo 18 de Julio del 2023.



Nota. Se visualiza que a las 9:00 am., 7:00pm., 8:00pm. y 9:00pm son las horas con mayor índice vehicular.

Fuente. Elaboración Propia.

Tabla 28

Cantidad de vehículos según su tipo del domingo 18 de Julio del 2023.

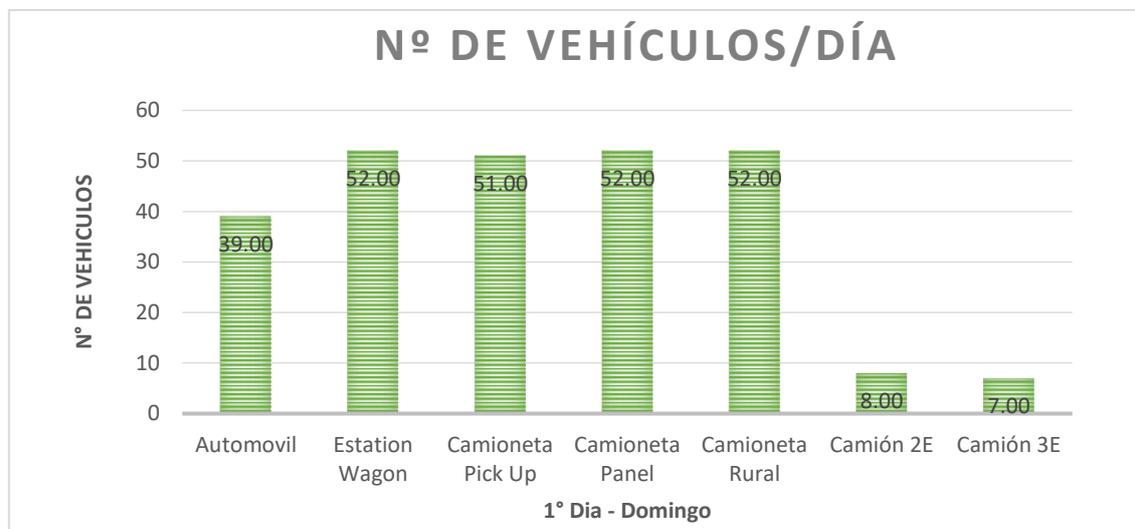
Tipo de Vehículo	Domingo
Automóvil	39
Estación Wagon	52
Camioneta Pick Up	51
Camioneta Panel	52
Camioneta Rural	52
Camión 2E	8
Camión 3E	7
TOTAL	225

Nota. Según la tabla 19 el número total de vehículos es de 225 Veh/día para la fecha indicada.

Fuente. Elaboración Propia.

Figura 7

Cantidad de vehículos según su tipo del domingo 18 de Julio del 2023.



Nota. Se visualiza el tipo de vehículo con mayor incidencia es Estation Wagon, Camioneta Pick Up, Camioneta Panel y camioneta Rural.

Fuente. Elaboración Propia.

Tabla 29

Cantidad de Vehículos por hora del lunes 19 de Julio del 2023.

HORA		Total
00:00:00	01:00:00	4
01:00:00	02:00:00	7
02:00:00	03:00:00	7
03:00:00	04:00:00	8
04:00:00	05:00:00	8
05:00:00	06:00:00	8
06:00:00	07:00:00	10
07:00:00	08:00:00	8
08:00:00	09:00:00	18
09:00:00	10:00:00	8
10:00:00	11:00:00	9
11:00:00	12:00:00	10
12:00:00	13:00:00	11
13:00:00	14:00:00	12

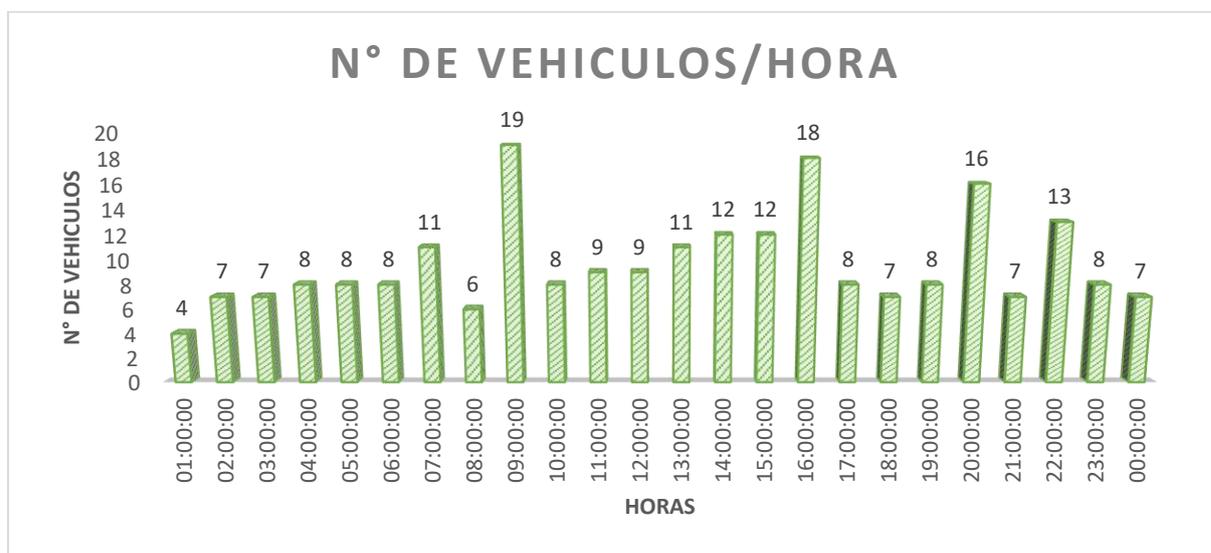
14:00:00	15:00:00	12
15:00:00	16:00:00	18
16:00:00	17:00:00	8
17:00:00	18:00:00	7
18:00:00	19:00:00	8
19:00:00	20:00:00	16
20:00:00	21:00:00	7
21:00:00	22:00:00	13
22:00:00	23:00:00	7
23:00:00	00:00:00	7

Nota. Según la tabla 29 nos muestra la cantidad de vehículos por hora del día 19 de julio del 2023.

Fuente. Elaboración Propia.

Figura 8

Cantidad de vehículos por hora del lunes 19 de Julio del 2023.



Nota. Se visualiza que a las 9:00 am., 4:00pm. y 8:00pm son las horas con mayor índice vehicular.

Fuente. Elaboración Propia.

Tabla 30

Cantidad de vehículos según su tipo del lunes 19 de Julio del 2023.

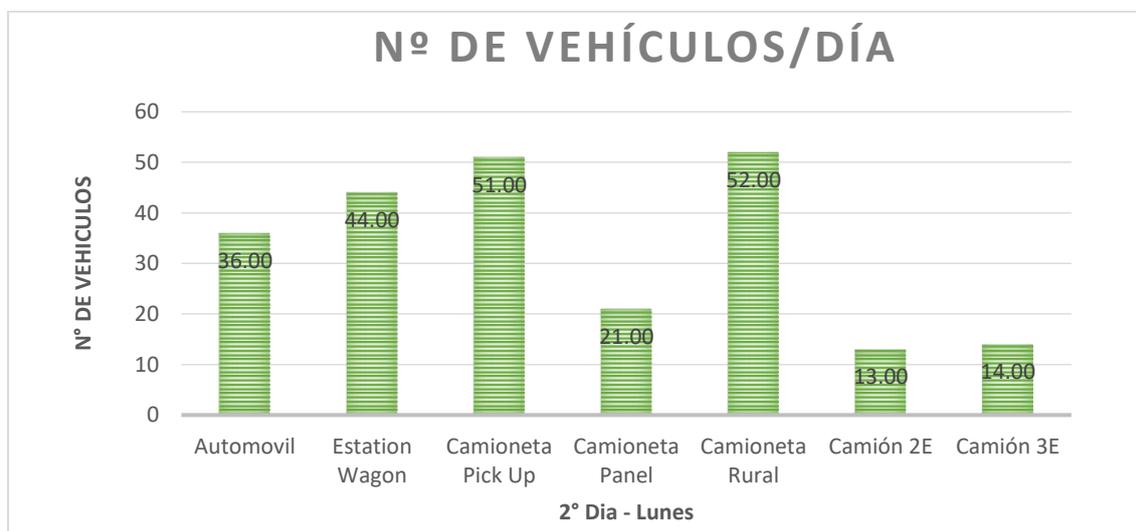
Tipo de Vehículo	Domingo
Automóvil	36
Estación Wagon	44
Camioneta Pick Up	51
Camioneta Panel	21
Camioneta Rural	52
Camión 2E	13
Camión 3E	14
TOTAL	231

Nota. Según la tabla 30 el número total de vehículos es de 231 Veh/día para la fecha indicada.

Fuente. Elaboración Propia.

Figura 9

Cantidad de vehículos según su tipo del lunes 19 de Julio del 2023.



Nota. Se visualiza el tipo de vehículo con mayor incidencia es Estacion Wagon, Camioneta Pick Up y camioneta Rural.

Fuente. Elaboración Propia.

Tabla 31

Cantidad de Vehículos por hora del martes 20 de Julio del 2023.

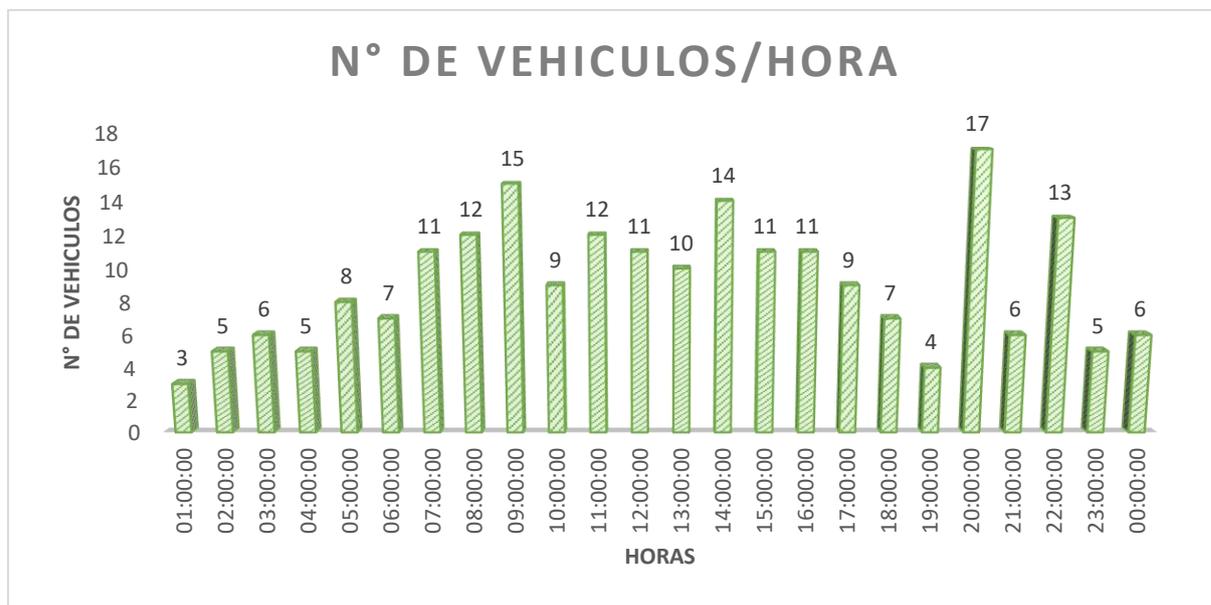
HORA		Total
00:00:00	01:00:00	3
01:00:00	02:00:00	5
02:00:00	03:00:00	6
03:00:00	04:00:00	5
04:00:00	05:00:00	8
05:00:00	06:00:00	7
06:00:00	07:00:00	11
07:00:00	08:00:00	12
08:00:00	09:00:00	15
09:00:00	10:00:00	9
10:00:00	11:00:00	12
11:00:00	12:00:00	11
12:00:00	13:00:00	10
13:00:00	14:00:00	14
14:00:00	15:00:00	11
15:00:00	16:00:00	11
16:00:00	17:00:00	9
17:00:00	18:00:00	7
18:00:00	19:00:00	4
19:00:00	20:00:00	17
20:00:00	21:00:00	6
21:00:00	22:00:00	13
22:00:00	23:00:00	5
23:00:00	00:00:00	6

Nota. Según la tabla 31 nos muestra la cantidad de vehículos por hora del día 20 de julio del 2023.

Fuente. Elaboración Propia.

Figura 10

Cantidad de vehículos por hora del martes 20 de Julio del 2023.



Nota. Se visualiza que a las 9:00 am., 2:00pm. y 8:00pm son las horas con mayor índice vehicular.

Fuente. Elaboración Propia.

Tabla 32

Cantidad de vehículos según su tipo del día martes 20 de Julio del 2023.

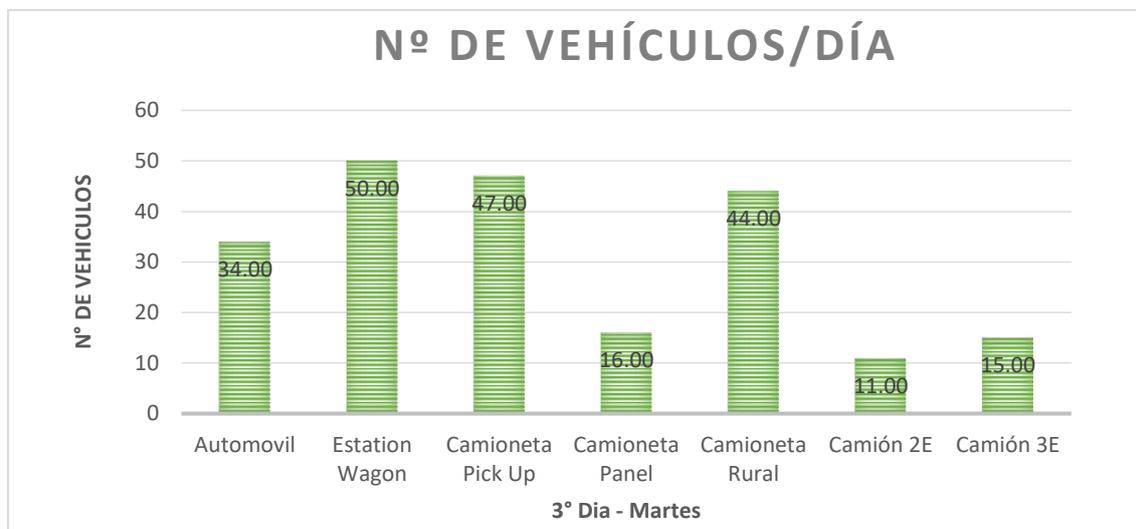
Tipo de Vehículo	Domingo
<i>Automóvil</i>	34
<i>Estación Wagon</i>	50
<i>Camioneta Pick Up</i>	47
<i>Camioneta Panel</i>	16
<i>Camioneta Rural</i>	44
<i>Camión 2E</i>	11
<i>Camión 3E</i>	15
TOTAL	217

Nota. Según la tabla 32 el número total de vehículos es de 217 Veh/día para la fecha indicada.

Fuente. Elaboración Propia.

Figura 11

Cantidad de vehículos según su tipo del martes 20 de Julio del 2023.



Nota. Se visualiza el tipo de vehículo con mayor incidencia es Estacion Wagon, Camioneta Pick Up y camioneta Rural.

Fuente. Elaboración Propia.

Tabla 33

Cantidad de Vehículos por hora del miércoles 21 de Julio del 2023.

HORA		Total
00:00:00	01:00:00	3
01:00:00	02:00:00	9
02:00:00	03:00:00	6
03:00:00	04:00:00	5
04:00:00	05:00:00	8
05:00:00	06:00:00	6
06:00:00	07:00:00	12
07:00:00	08:00:00	7
08:00:00	09:00:00	16
09:00:00	10:00:00	14
10:00:00	11:00:00	8
11:00:00	12:00:00	10
12:00:00	13:00:00	12
13:00:00	14:00:00	14

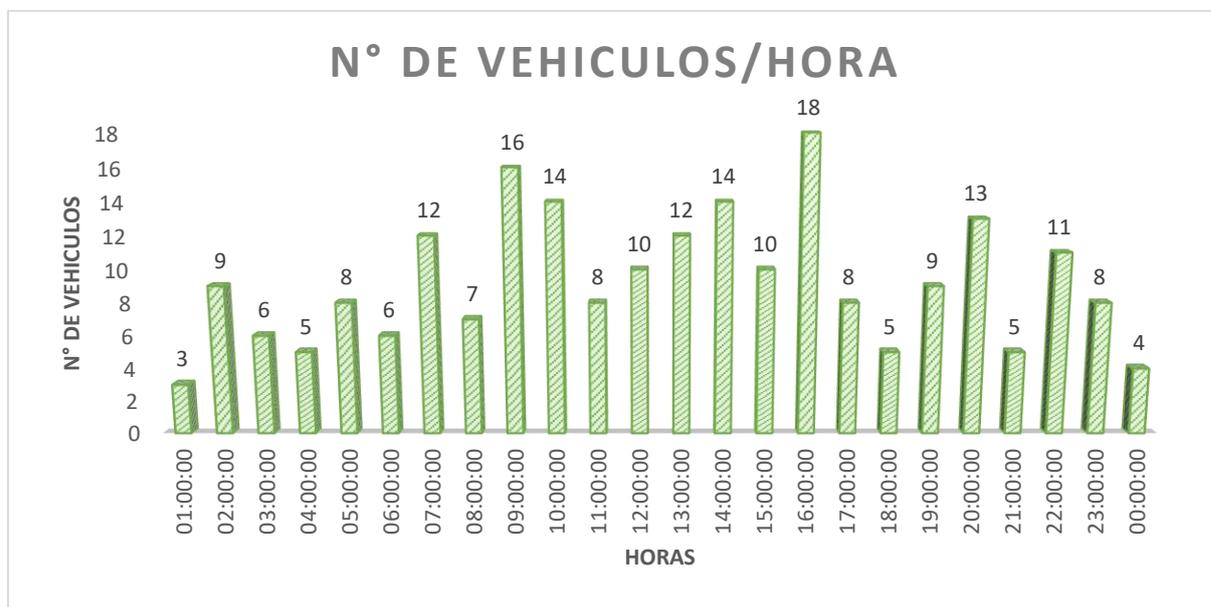
14:00:00	15:00:00	10
15:00:00	16:00:00	18
16:00:00	17:00:00	8
17:00:00	18:00:00	5
18:00:00	19:00:00	9
19:00:00	20:00:00	13
20:00:00	21:00:00	5
21:00:00	22:00:00	11
22:00:00	23:00:00	8
23:00:00	00:00:00	4

Nota. Según la tabla 33 nos muestra la cantidad de vehículos por hora del día 21 de julio del 2023.

Fuente. Elaboración Propia.

Figura 12

Cantidad de vehículos por hora del miércoles 21 de Julio del 2023.



Nota. Se visualiza que a las 9:00 am., 10:00am. y 4:00pm son las horas con mayor índice vehicular.

Fuente. Elaboración Propia.

Tabla 34

Cantidad de vehículos según su tipo del miércoles 21 de Julio del 2023.

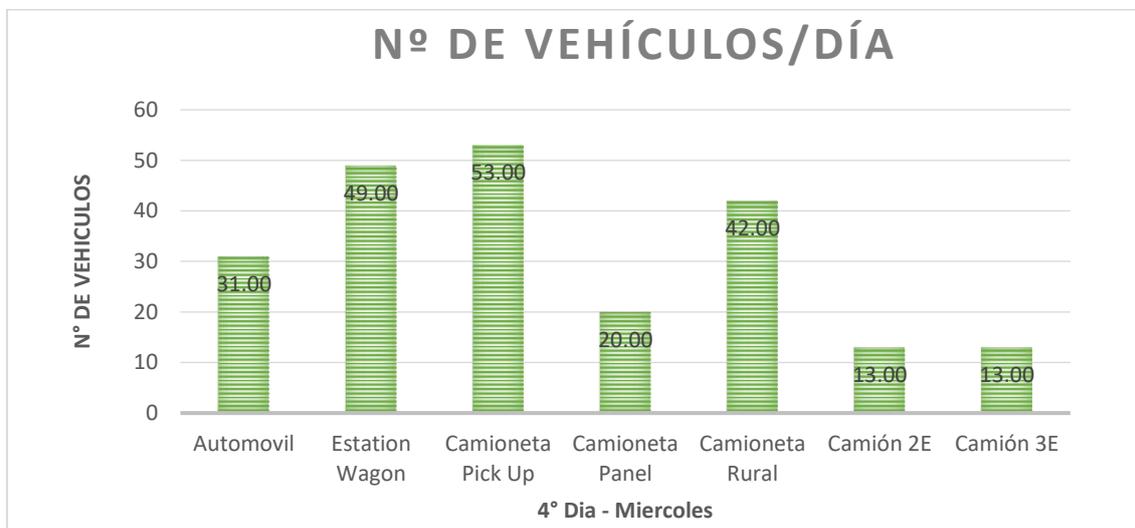
Tipo de Vehículo	Domingo
Automóvil	31
Estación Wagon	49
Camioneta Pick Up	53
Camioneta Panel	20
Camioneta Rural	42
Camión 2E	13
Camión 3E	13
TOTAL	221

Nota. Según la tabla 34 el número total de vehículos es de 221 Veh/día para la fecha indicada.

Fuente. Elaboración Propia.

Figura 13

Cantidad de vehículos según su tipo del miércoles 21 de Julio del 2023.



Nota. Se visualiza el tipo de vehículo con mayor incidencia es Estacion Wagon, Camioneta Pick Up y camioneta Rural.

Fuente. Elaboración Propia.

Tabla 35

Cantidad de Vehículos por hora del jueves 22 de Julio del 2023.

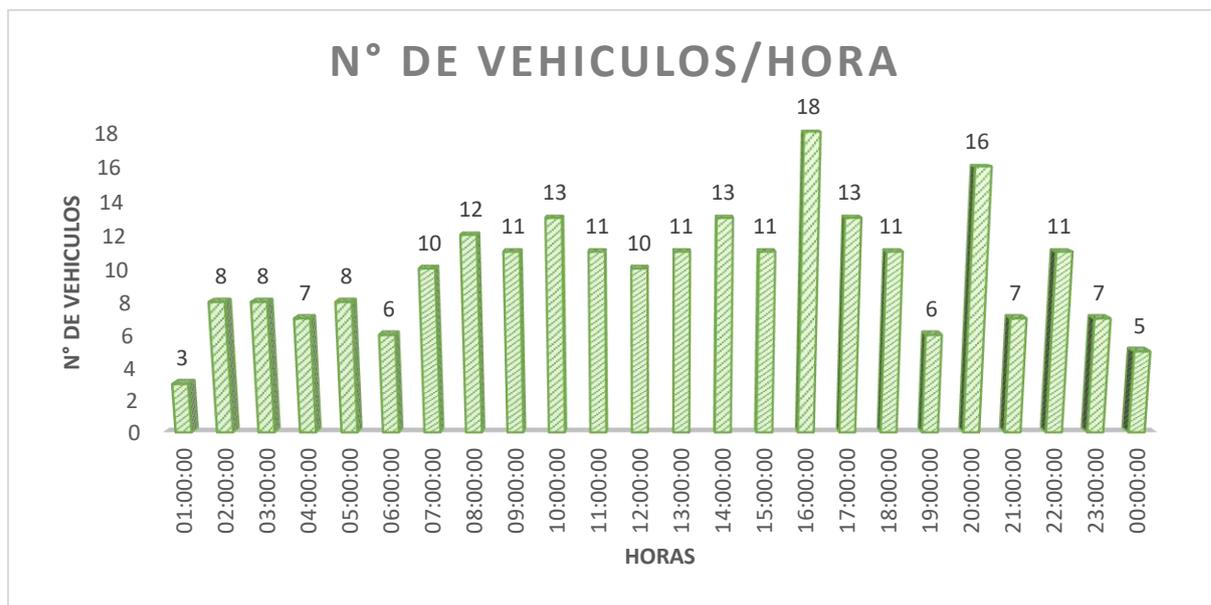
HORA		Total
00:00:00	01:00:00	3
01:00:00	02:00:00	8
02:00:00	03:00:00	8
03:00:00	04:00:00	7
04:00:00	05:00:00	8
05:00:00	06:00:00	6
06:00:00	07:00:00	10
07:00:00	08:00:00	12
08:00:00	09:00:00	11
09:00:00	10:00:00	13
10:00:00	11:00:00	11
11:00:00	12:00:00	10
12:00:00	13:00:00	11
13:00:00	14:00:00	13
14:00:00	15:00:00	11
15:00:00	16:00:00	18
16:00:00	17:00:00	13
17:00:00	18:00:00	11
18:00:00	19:00:00	6
19:00:00	20:00:00	16
20:00:00	21:00:00	7
21:00:00	22:00:00	11
22:00:00	23:00:00	7
23:00:00	00:00:00	5

Nota. Según la tabla 35 nos muestra la cantidad de vehículos por hora del día 22 de julio del 2023.

Fuente. Elaboración Propia.

Figura 14

Cantidad de vehículos por hora del jueves 22 de Julio del 2023.



Nota. Se visualiza que a las 4:00 pm. y 8:00pm. son las horas con mayor índice vehicular.

Fuente. Elaboración Propia.

Tabla 36

Cantidad de vehículos según su tipo del jueves 22 de Julio del 2023.

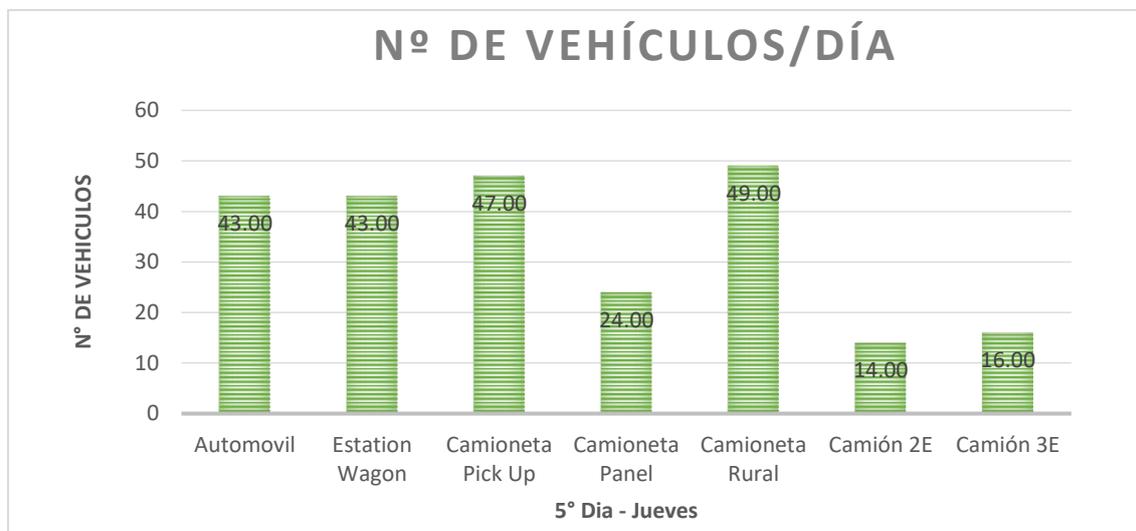
Domingo	
Tipo de Vehículo	
Automóvil	43
Estación Wagon	43
Camioneta Pick Up	47
Camioneta Panel	24
Camioneta Rural	49
Camión 2E	14
Camión 3E	16
TOTAL	236

Nota. Según la tabla 36 el número total de vehículos es de 236 Veh/día para la fecha indicada.

Fuente. Elaboración Propia.

Figura 15

Cantidad de vehículos según su tipo del jueves 22 de Julio del 2023.



Nota. Se visualiza el tipo de vehículo con mayor incidencia es automóvil, Estacion Wagon, Camioneta Pick Up y camioneta Rural.

Fuente. Elaboración Propia.

Tabla 37

Cantidad de Vehículos por hora del viernes 23 de Julio del 2023.

HORA		Total
00:00:00	01:00:00	6
01:00:00	02:00:00	9
02:00:00	03:00:00	11
03:00:00	04:00:00	10
04:00:00	05:00:00	6
05:00:00	06:00:00	6
06:00:00	07:00:00	13
07:00:00	08:00:00	9
08:00:00	09:00:00	19
09:00:00	10:00:00	9
10:00:00	11:00:00	10
11:00:00	12:00:00	9
12:00:00	13:00:00	11

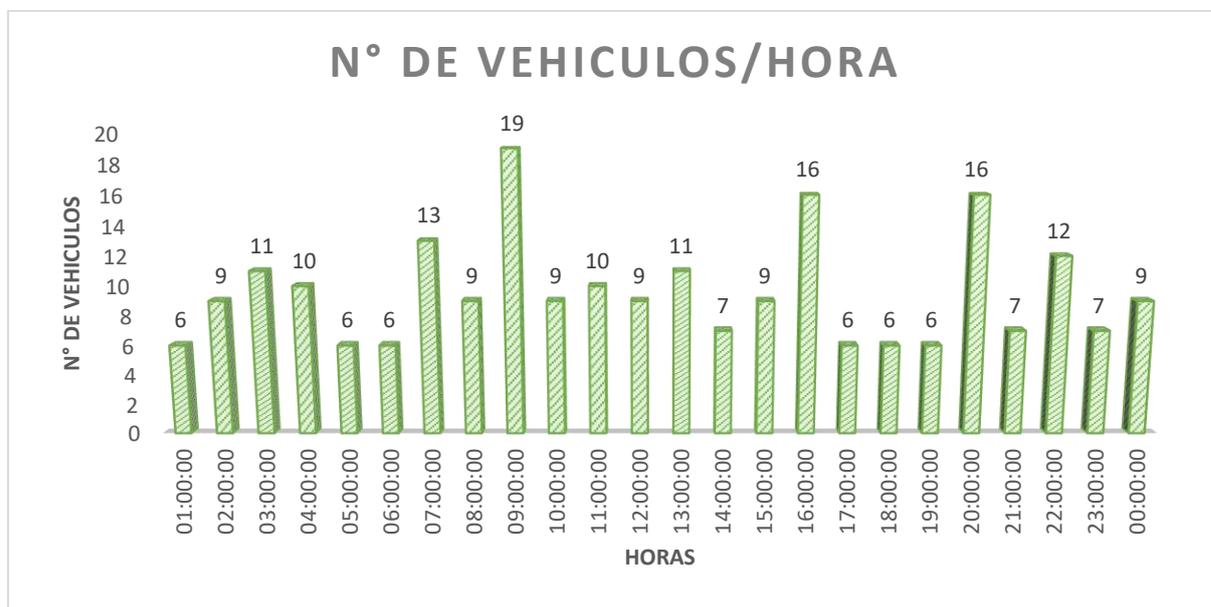
13:00:00	14:00:00	7
14:00:00	15:00:00	9
15:00:00	16:00:00	16
16:00:00	17:00:00	6
17:00:00	18:00:00	6
18:00:00	19:00:00	6
19:00:00	20:00:00	16
20:00:00	21:00:00	7
21:00:00	22:00:00	12
22:00:00	23:00:00	7
23:00:00	00:00:00	9

Nota. Según la tabla 37 nos muestra la cantidad de vehículos por hora del día 23 de julio del 2023.

Fuente. Elaboración Propia.

Figura 16

Cantidad de vehículos por hora del viernes 23 de Julio del 2023.



Nota. Se visualiza que a las 9:00am, 4:00 pm. y 8:00pm. son las horas con mayor índice vehicular.

Fuente. Elaboración Propia.

Tabla 38

Cantidad de vehículos según su tipo del viernes 23 de Julio del 2023.

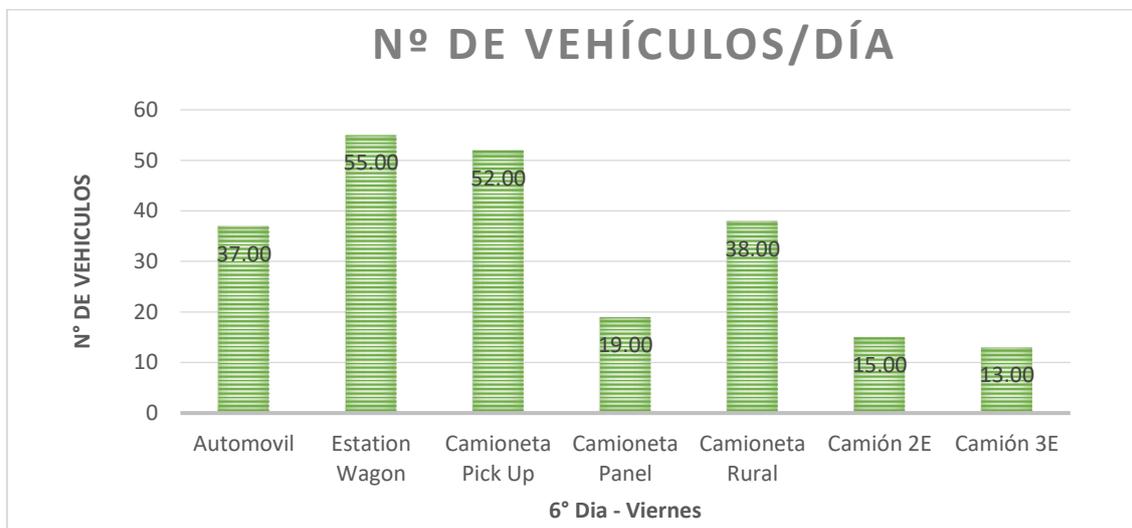
Tipo de Vehículo	Domingo
Automóvil	37
Estación Wagon	55
Camioneta Pick Up	52
Camioneta Panel	19
Camioneta Rural	38
Camión 2E	15
Camión 3E	13
TOTAL	229

Nota. Según la tabla 38 el número total de vehículos es de 229 Veh/día para la fecha indicada.

Fuente. Elaboración Propia.

Figura 17

Cantidad de vehículos según su tipo del viernes 23 de Julio del 2023.



Nota. Se visualiza el tipo de vehículo con mayor incidencia es automóvil, Estacion Wagon, Camioneta Pick Up y camioneta Rural.

Fuente. Elaboración Propia.

Tabla 39

Cantidad de Vehículos por hora del día sábado 24 de Julio del 2023.

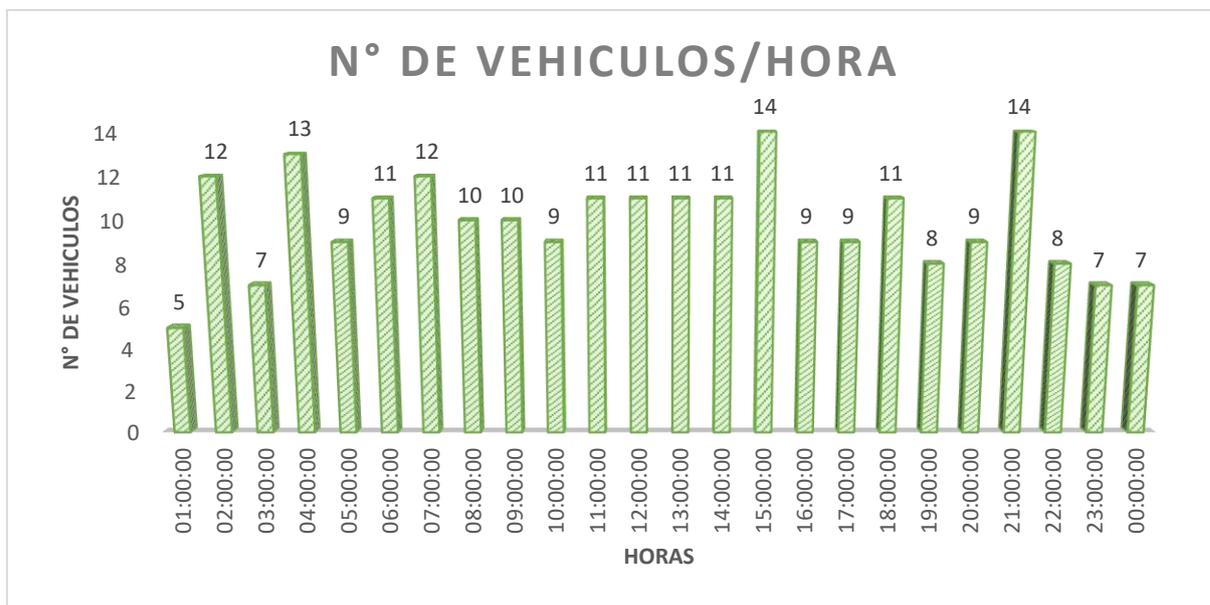
HORA		Total
00:00:00	01:00:00	5
01:00:00	02:00:00	12
02:00:00	03:00:00	7
03:00:00	04:00:00	13
04:00:00	05:00:00	9
05:00:00	06:00:00	11
06:00:00	07:00:00	12
07:00:00	08:00:00	10
08:00:00	09:00:00	10
09:00:00	10:00:00	9
10:00:00	11:00:00	11
11:00:00	12:00:00	11
12:00:00	13:00:00	11
13:00:00	14:00:00	11
14:00:00	15:00:00	14
15:00:00	16:00:00	9
16:00:00	17:00:00	9
17:00:00	18:00:00	11
18:00:00	19:00:00	8
19:00:00	20:00:00	9
20:00:00	21:00:00	14
21:00:00	22:00:00	8
22:00:00	23:00:00	7
23:00:00	00:00:00	7

Nota. Según la tabla 39 nos muestra la cantidad de vehículos por hora del día 24 de julio del 2023.

Fuente. Elaboración Propia.

Figura 18

Cantidad de vehículos por hora del sábado 24 de Julio del 2023.



Nota. Se visualiza que a las 4:00am, 3:00 pm. y 9:00pm. son las horas con mayor índice vehicular.

Fuente. Elaboración Propia.

Tabla 40

Cantidad de vehículos según su tipo del sábado 24 de Julio del 2023.

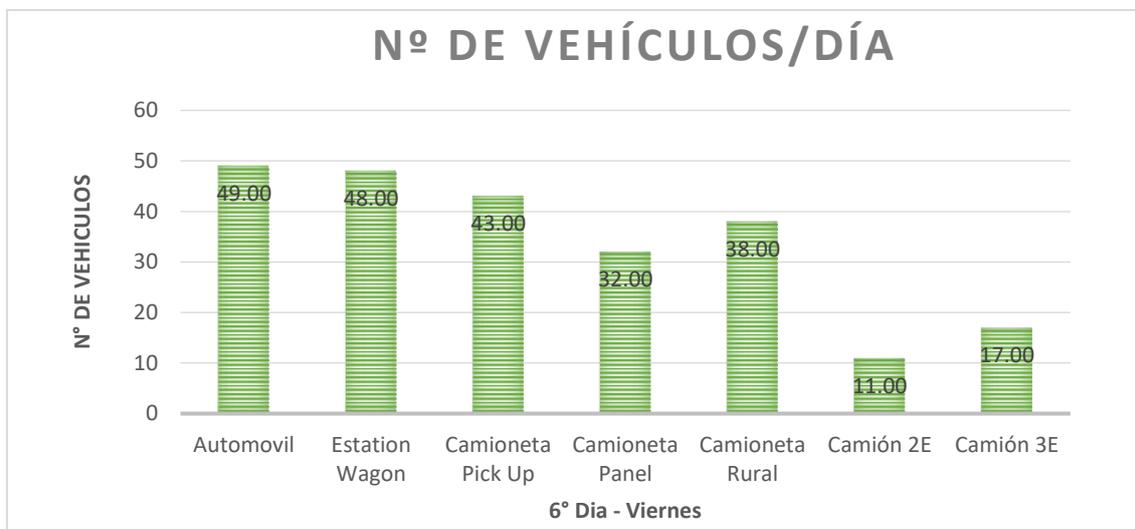
Tipo de Vehículo	Domingo
<i>Automóvil</i>	49
<i>Estación Wagon</i>	48
<i>Camioneta Pick Up</i>	43
<i>Camioneta Panel</i>	32
<i>Camioneta Rural</i>	38
<i>Camión 2E</i>	11
<i>Camión 3E</i>	17
TOTAL	238

Nota. Según la tabla 40 el número total de vehículos es de 238 Veh/día para la fecha indicada.

Fuente. Elaboración Propia.

Figura 19

Cantidad de vehículos según su tipo del sábado 24 de Julio del 2023.



Nota. Se visualiza el tipo de vehículo con mayor incidencia es automóvil, Estación Wagon, Camioneta Pick Up y camioneta Rural.

Fuente. Elaboración Propia.

Tabla 41

Cantidad de vehículos según su tipo durante la semana de conteo.

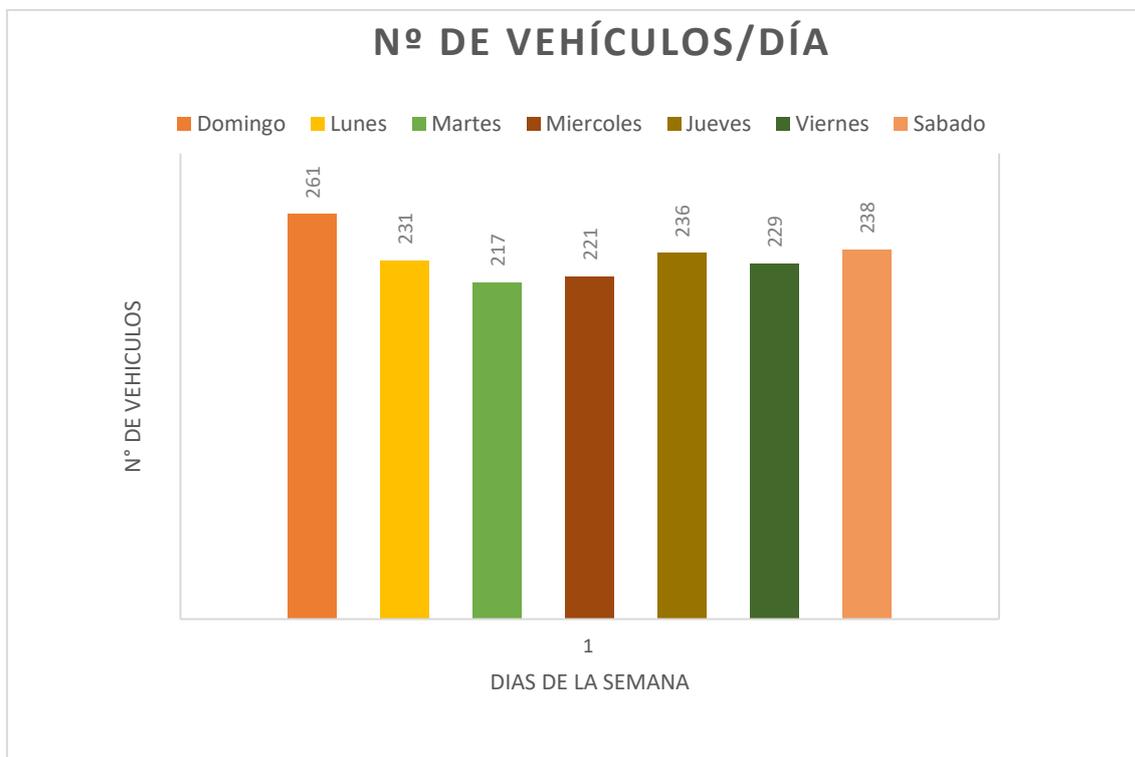
Tipo de Vehículo	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
Automóvil	39	36	34	31	43	37	49
Estación Wagon	52	44	50	49	43	55	48
Camioneta Pick Up	51	51	47	53	47	52	43
Camioneta Panel	52	21	16	20	24	19	32
Camioneta Rural	52	52	44	42	49	38	38
Camión 2E	8	13	11	13	14	15	11
Camión 3E	7	14	15	13	16	13	17
TOTAL	261	231	217	221	236	229	238

Nota. Según la tabla 41 el día con mayor índice vehicular es el domingo con 261 Veh/día.

Fuente. Elaboración Propia.

Figura 20

Cantidad de vehículos según su tipo durante la semana de conteo.



Nota. Se visualiza los resultados de la cantidad de vehículos por día entre el 18 al 24 de julio del 2023.

Fuente. Elaboración Propia.

Para el cálculo del IMD se debe tener en cuenta los factores de corrección promedio de la estación de peaje más cercana, en este caso es el Peaje “Menocucho”, teniendo como valores de acuerdo:

F.C.E. Vehículos Ligeros: 1.0854

F.C.E. Vehículos Pesados: 1.0001

Teniendo en cuenta estos Factores se calculó el IMD:

Tabla 42

Cálculo de IMDa

Tipo de Vehículo	TOTAL SEMANA	IMDs	FC	IMDa
<i>Automóvil</i>	269	38	1.0854	42
<i>Estación Wagon</i>	341	49	1.0854	53
<i>Camioneta Pick Up</i>	344	49	1.0854	53
<i>Camioneta Panel</i>	148	21	1.0854	23
<i>Camioneta Rural</i>	315	45	1.0854	49
<i>Camión 2E</i>	85	12	1.0001	12
<i>Camión 3E</i>	95	14	1.0001	14
TOTAL	1597	228		246

Nota. Según la tabla 42 el IMDa calculado para nuestro diseño es de 246 Veh/día.

Fuente. Elaboración Propia.

- **Cálculo del factor Eje Equivalente (E.E.)**

Para determinar el valor de los Ejes equivalentes – ESAL se toma en cuenta los valores obtenidos del conteo vehicular.

Tabla 43*Tráfico Actual por Tipo de Vehículo.*

Tipo de Vehículo	IMD	Distribución (%)
Automóvil	42	17.07
Estación Wagon	53	21.54
Camioneta Pick Up	53	21.54
Camioneta Panel	23	9.35
Camioneta Rural	49	19.92
Camión 2E	12	4.88
Camión 3E	14	5.69
IMD	246	100.00

Nota. Según la tabla 43 nos muestra el IMDa que es 246 Veh/Día.

Fuente. Elaboración Propia.

De acuerdo con la relación de cargas determinamos los factores de carga por eje

Tabla 44*Peso de los Ejes Vehiculares.*

CONFIGURACIÓN VEHICULAR	EJE DELANTERO	CONJUNTO DE EJES POSTERIORES		
		1RO	2DO	3RO
Bus Grande	7	16		
Camión 2E	7	10		
Camión 3E	7	16		
Camión 4E	7	23		
Semi Trayler 2S1 /2S2	7	11	18	
Semi Trayler 2S3	7	11	25	
Semi Trayler 3S1 /3S2	7	18	18	
Semi Trayler ≥3S3	7	18	25	
Trayler 2T2	7	11	11	11
Trayler 2T3	7	11	11	18
Trayler 3T2	7	18	11	11
Trayler ≥3T3	7	18	11	18

Nota. Según la tabla 44 nos muestra el peso de los ejes vehiculares según su tipo.

Fuente. Elaboración Propia

Tabla 45

Factores de carga por Tipo de Vehículo.

TIPO DE VEHÍCULO	EJE DELANTERO	CONJUNTO DE EJES POSTERIORES			Fvp.
		1	2	3	
Bus Grande	1.27	1.37			2.63
Camión 2E	1.27	2.21			3.48
Camión 3E	1.27	1.26			2.54
Camión 4E	1.27	1.51			2.77
Semi Trayler 2S1 /2S2	1.27	3.24	2.02		6.52
Semi Trayler 2S3	1.27	3.24	1.71		6.21
Semi Trayler 3S1 /3S2	1.27	2.02	2.02		5.30
Semi Trayler ≥3S3	1.27	2.02	1.71		4.99
Trayler 2T2	1.27	3.24	3.24	3.24	10.98
Trayler 2T3	1.27	3.24	3.24	2.02	9.76
Trayler 3T2	1.27	2.02	3.24	3.24	9.76
Trayler ≥3T3	1.27	2.02	3.24	2.02	8.54

Nota. Según la tabla 45 nos muestra el peso de los ejes vehiculares según su tipo.

Fuente. Elaboración Propia.

Se realizó una proyección a 20 años para calcular en cuanto aumentara el tráfico de vehículos de pasajeros y carga de acuerdo a la Tasa de crecimiento de la Población y de la Tasa anual del PBI de la región La Libertad, utilizando la siguiente formula

$$T_n = T_0(1 + r)^{(n-1)}$$

Tabla 46

Tasa de Crecimiento de Vehículos.

Tasa de Crecimiento de Vehículos Ligeros		Tasa de Crecimiento de Vehículos Pesados	
	TC		PBI
Amazonas	0.62%	Amazonas	3.42%
Ancash	0.59%	Ancash	1.05%
Apurímac	0.59%	Apurímac	6.65%
Arequipa.	1.07%	Arequipa.	3.37%
Ayacucho	1.18%	Ayacucho	3.60%
Cajamarca.	0.57%	Cajamarca.	1.29%

Callao	1.56%	Cusco.	4.43%
Cusco.	0.75%	Huancavelica.	2.33%
Huancavelica.	0.83%	Huánuco.	3.85%
Huánuco.	0.91%	Ica.	3.54%
Ica.	1.15%	Junín.	3.90%
Junín.	0.77%	La Libertad	2.83%
La Libertad	1.26%	Lambayeque.	3.45%
Lambayeque.	0.97%	Callao	3.41%
Lima Provincia	1.45%	Lima Provincia	3.07%
Lima.	1.45%	Lima.	3.69%
Loreto.	1.30%	Loreto.	1.29%
Madre de Dios	2.58%	Madre de Dios	1.98%
Moquegua	1.08%	Moquegua	0.27%
Pasco.	0.84%	Pasco.	0.36%
Piura.	0.87%	Piura.	3.23%
Puno.	0.92%	Puno.	3.21%
San Martín.	1.49%	San Martín.	3.84%
Tacna.	1.50%	Tacna.	2.88%
Tumbes.	1.58%	Tumbes.	2.60%
Ucayali	1.51%	Ucayali	2.77%

Nota. Según la tabla 46 nos muestra la tasa de crecimiento de vehículos de los diferentes departamentos, siendo para nuestro proyecto el departamento de la libertad con una Tasa de Crecimiento Anual de la Población de 1.26 y Tasa de Crecimiento Anual del PBI Regional de 2.83.

Fuente. Ministerio de Transporte y Comunicaciones.

Tabla 47

Demanda proyectada por Tipo de Vehículo.

DEMANDA PROYECTADA			
Tipo de Vehículo	IMDa	Tasa de Crecimiento (r)	IMDpi 2024
Automovil	42	1.26	53
Estacion Wagon	53	1.26	67
Camioneta Pick Up	53	1.26	67
Camioneta Panel	23	1.26	29
Camioneta Rural	49	1.26	62
Camión 2E	12	2.83	34
Camión 3E	14	2.83	40
	IMD		352

Nota. Según la tabla 47 nos muestra la demanda proyectada según el tipo de vehículo lo cual nuestro calculo nos arrojó 352 veh/dia.

Fuente. Elaboración Propia.

- **Factor de distribución Direccional (Fd) y carril (Fc)**

Figura 21

Factor de distribución direccional y carril.

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

Nota. Se muestra los valores de distribución direccional y carril dándonos como resultado un factor ponderado de 050.

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

Sección Suelos y Pavimentos – R.D. N°10-2014-MTC/14.

- Fuerza de presión (fb) = 1
- Factor direccional (fd) = 0.5
- Factor carril (fc) = 1

- **Cálculo del Factor de crecimiento Acumulado (Fca)**

Para calcular los Ejes Equivalentes por Tipo de Vehículo pesado calculamos el Factor de Vehículo pesado teniendo en cuenta $r_{vp}= 1,26\%$ y $r_{vc}=2.83\%$ para un $n=20$ años

$$F_{ca} = \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$$

$$\text{Fca V. Ligeros} = 22.59$$

$$\text{Fca V. Pesados} = 26.41$$

Calculamos los ejes equivalentes por cada tipo de vehículo con la siguiente fórmula:

$$EE_{\text{día-carril}} = IMD_{PI} * F_D * F_C * F_{VPI} * F_{PI}$$

Tabla 48

Ejes Equivalentes por cada Tipo de Vehículo.

Tipo de Vehículo	IMDpi	Factor de carga	Fd*Fc	EEdía-carril
Camión 2E	34	3.48	0.5	59.16
Camión 3E	40	2.54	0.5	50.8
TOTAL				109.96

Nota. Según la tabla 48 nos muestra la demanda el IMD según el tipo de eje de vehículos el cual es 109.96 veh/día.

Fuente. Elaboración Propia.

- **Cálculo del Número de Repeticiones de Eje Equivalente de 8.2 Toneladas**

Para calcular el Numero de repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 Tn, utilizamos la siguiente fórmula:

$$\text{Nrep de } EE_{8.2tn} = \sum [(EE_{\text{día-carril}} * Fca * 365)]$$

$$\text{Nrep de } EE_{8.2tn} = 1,059,975.92 \text{ EE}$$

4.1.3. Diseño de pavimento flexible según AASHTO 93

a) Numero Acumulado de Ejes equivalentes (W18)

$$EE = 1,059,975.92$$

b) Módulo de Resiliencia (MR)

$$CBR = 8.61\% \text{ promedio al } 95\% \text{ M.D.S}$$

$$Mr = 10130.77 \text{ PSI}$$

c) Confiabilidad (%R)

$$R = TP5 = 85\%$$

d) Desviación Estándar Normal (Zr)

$$Zr = TP5 = -1.036$$

e) Desviación Estándar Combinada (So)

$$So = 0.45$$

f) Variación de Serviciabilidad Presente (Δ PSI)

- Serviciabilidad Inicial (Pi)

$$Po = 4.0$$

- Serviciabilidad Final (Pt)

$$Pt = 2.5$$

Podemos decir que la diferencia entre la vida útil inicial y la vida útil final es la pérdida de vida útil. Para nuestra vía obtuvimos un valor de Δ PSI = 1.50.

Considerándose una clasificación **REGULAR**

g) Numero Estructural (SNR)

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

Donde:

a1, a2, a3 = coeficientes estructurales de las capas: superficial, base y subbase, respectivamente.

d1, d2, d3 = espesores (en cm) de las capas: superficial, base y sub base, respectivamente

$$\text{Log}_{10}(W18) = Zr * So + 9.36 * \text{Log}_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta \text{PSI}}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \text{Log}_{10}(Mr)$$

$$- 8.07$$

h) Coeficiente Estructural de las Capas (ai)

$a_1 = 0.170$ (Carpeta Asfáltica en Caliente, módulo 2,965 MPa (430,000 PSI) a 20 °C (68 oF)).

$a_2 = 0.052$ (Base Granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS).

$a_3 = 0.047$ (Sub Base Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS).

i) Coeficiente de drenaje (mi)

Permite obtener las secciones de estructuras de la carretera el cual se consideró un $m_i = 1.0$ siendo este de buena calidad y drenaje.

j) Cálculo del SN aplicando el programa Ecuación AASHTO 93.

En base a la metodología AASHTO tendremos la obtención del Número Estructural habiendo ya obtenido previamente todos los datos.

Figura 22

SN requerido en software Ecuación AASHTO 93.

The screenshot shows the 'Ecuación AASHTO 93' software interface. The window title is 'Ecuación AASHTO 93'. The interface is divided into several sections:

- Tipo de Pavimento:** Radio buttons for 'Pavimento flexible' (selected) and 'Pavimento rígido'.
- Confiability (R) y Desviación estándar (So):** A dropdown menu showing '85 % Zr=-1.037' and a text box for 'So' with the value '0.45'.
- Serviciabilidad inicial y final:** Text boxes for 'PSI inicial' (value '4') and 'PSI final' (value '2.5').
- Módulo resiliente de la subrasante:** A text box for 'Mr' with the value '10130.77 psi'.
- Información adicional para pavimentos rígidos:** Four empty text boxes for 'Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi)', 'Módulo de rotura del concreto - Sc (psi)', 'Coeficiente de transmisión de carga - (J)', and 'Coeficiente de drenaje - (Cd)'.
- Tipo de Análisis:** Radio buttons for 'Calcular SN' (selected) and 'Calcular W18'. The calculated 'W18' is shown as '1059975.92'.
- Número Estructural:** The calculated 'SN' is shown as '3.06'.
- Buttons:** 'Calcular' and 'Salir' buttons at the bottom.

Nota. La figura muestra el número Estructural obtenido.

Fuente. Elaboración Propia.

Se obtuvo como Numero estructural requerido

$$SN = 3.06$$

Determinamos los coeficientes estructurales para las capas y los coeficientes de drenaje

$$a_1=0.170$$

$$a_2=0.052$$

$$a_3=0.047$$

$$m_2=1.00$$

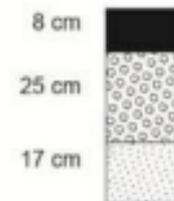
$$m_3=1.00$$

Considerando como espesores:

$D_1 = 8 \text{ cm}$ (Carpeta Asfáltica)

$D_2 = 25 \text{ cm}$ (Base)

$D_3 = 17 \text{ cm}$ (Sub Base)



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

$$3.05 \leq 3.12 \dots \text{OK}$$

Figura 1*Estructura del Pavimento.*

Nota. Se muestra la estructura final del pavimento flexible.

Fuente. Elaboración Propia

4.2. Docimasia de hipótesis

En la presente investigación, se observa que la capacidad de vehículos que circulan en la carretera se encuentra sin asfaltar.

Además, cabe mencionar que no cuenta con un plan adecuado y la vía no cuenta con una carpeta de rodadura en todo su tramo lo que por consecuencia ofrece una mala serviciabilidad. Y en relación a la hipótesis propuesta, existe una contundente similitud en la proyección de optimización del tráfico, que tiene relación con lo antes mencionado.

V. DISCUSION DE RESULTADOS

Discusión N°01. *“Diseño geométrico y estructural para la pavimentación con mezcla asfáltica en caliente en el tramo de la carretera PE-5SA en los kilómetros 00+000 – 16+600, en los sectores Pto. Ocopa y Atalaya, departamento Junín – Ucayali”.*

(Aguilar & Simón, 2021) Según los autores, se encontró que, en un tramo específico, el CBR fue menor al 6%, lo cual implica que la subrasante debe ser mejorada y estabilizada, como lo dicta la normativa vigente. En nuestra investigación obtuvimos un tramo similar con un CBR de 4.30 al 95% lo cual también llegamos a la conclusión que se debería aumentar la capacidad de soporte del CBR.

Discusión N°02. *“Aplicación de Metodología AASHTO 93 en Diseño de Pavimento Flexible para Optimizar la Transitabilidad Vehicular en la Carretera Talavera – Andahuaylas, Región Apurímac”.*

(Macha, 2019) Se determinó que los parámetros más importantes que se deben considerar en la metodología AASHTO 93 son; la Confiabilidad, Desviación estándar, la Desviación estándar total, el módulo resiliencia, la Serviciabilidad Inicial y Final, el valor del CBR y el número de ejes equivalentes. Teniendo como resultado de carpeta asfáltica de 3”, base de 30cm y sub rasante de 37,50cm. En nuestro proyecto se obtuvo un resultado de espesores siendo estos de 8cm para la carpeta asfáltica, 25cm para la base y de 17cm para la subbase, lo cual se llegó a la conclusión que efectivamente que para obtener espesores adecuados y correctos de las capas de pavimentos se recomienda seguir la Metodología AASHTO 93 puesto que se ha demostrado una gran efectividad.

Discusión N°03. *“Diseño Geométrico y estructural para la pavimentación del camino vecinal Marcahumachuco – Sanagorán Provincia de Sánchez Carrión, La Libertad. (Collave & Miñano, 2022).*

Los autores determinaron que, con el fin de garantizar una mejor transitabilidad y un flujo continuo de vehículos en la carretera, es fundamental llevar a cabo el diseño geométrico y estructural utilizando los parámetros específicos para la cantidad de vehículos que circulan por la zona. En nuestro proyecto para llegar a

obtener un espesor adecuado fue necesario hacer el conteo vehicular para así llegar a obtener nuestro ESAL de diseño y con ello llegar a calcular nuestro número estructural requerido para el cálculo de espesores.

Discusión N°03. *Diseño estructural del pavimento flexible del sector Parque Industrial, Trujillo, La Libertad, 2022,*

(Huaman & Suarez, 2022). Esta investigación los autores realizaron el siguiente procedimiento para obtener el espesor de la carpeta asfáltica. tomando en cuenta el procesamiento del estudio topográfico, estudio de tráfico, evaluación de la superficie del pavimento, la caracterización de suelos. Los autores tienen como ESAL 6'873,592.24EE clasificándolo como TP8, concluyen con un CBR de 13.13%, siendo esta un valor óptimo. Se concluyo los espesores de la capa asfáltica de 9cm, la base de 27.5 cm y la sub base de 20cm. En nuestra investigación obtuvimos resultados de un ESAL de 1,059,975.92 EE clasificándolo con unTP5, con un CBR de 8.61% siendo un valor regular, lo cual nos arrojó espesores de la carpeta asfáltica de 8cm, base de 25cm y de sub base de 17cm, siendo estos valores muy similares.

VI. CONCLUSIONES

- Después de llevar a cabo estudios de suelo mediante calicatas a una profundidad de 1.50 metros, se identificaron tres tipos de suelos con la siguiente clasificación SUCS: "GC" para Grava Arcillosa, "CL" para Arcilla de baja Plasticidad (que muestra una baja plasticidad), y "GP" para Grava Pobremente Graduada (sin plasticidad). Los resultados del ensayo CBR permitieron determinar la resistencia del suelo. De acuerdo con el Cuadro 4.10 del Manual de Carreteras "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos", la categoría de la subrasante varía es regular con un CBR de 8.61%.
- Según los datos obtenidos en el conteo de tráfico realizado en campo, se ha calculado un IMDa total de 246 vehículos por semana, con una tasa de crecimiento anual de la población (rvp) de 1.28 y una tasa de crecimiento anual del PBI regional (rvc) de 2.83. Teniendo como resultado un ESAL de 1,059,975.92 EE clasificándolo con unTP5.
- Utilizando la fórmula AASHTO, se calculó un valor de 3.05 para el Número Estructural, mientras que el valor calculado según los coeficientes fue de 3.12.
- Se determino los espesores del pavimento flexible siendo este espesor de 8 cm para la Carpeta Asfáltica, 25 cm para la Base y 17 cm para la Sub-Base.

VII. RECOMENDACIONES

- Se aconseja llevar a cabo una inspección de la calidad de los agregados y de la mezcla antes de proceder con su aplicación.
- Para el conteo vehicular, se recomienda realizarlo durante 24 horas al día durante los 7 días de la semana a fin de obtener una medición precisa.
- Es importante verificar las ubicaciones de las entradas y salidas en el camino vecinal.
- Tras realizar las calicatas y obtener muestras representativas, se debe rellenar el agujero con el material extraído para prevenir futuros accidentes.
- Se deben llevar a cabo ensayos de control en los materiales extraídos de la cantera destinados a la capa sub-base y la capa base, según lo establece el Manual de Ensayos de Materiales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC).
- Se sugiere realizar un tramo de prueba antes de proceder con la aplicación de la emulsión proporcionada por el laboratorio para asegurarse de que sea adecuada para las condiciones climáticas a las que estará expuesta.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Alonso, E. (2005). Estabilidad de taludes. Cataluña: Universitat Politècnica de Catalunya.

Amaya, L. (2015). *Estudio de tratamiento superficial Slurry Seal para conservación de pavimentos flexibles incorporando gravas finas para mejorar características de textura superficial* / [Universidad Católica de Colombia]. <https://biblioteca.ucatolica.edu.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=10847>

Aurazo, J. (2019, octubre 11). La Libertad: solo el 11,8% de las carreteras de la región están pavimentadas. *El Comercio*. <https://elcomercio.pe/peru/la-libertad/la-libertad-solo-el-118-de-las-carreteras-de-la-region-estan-pavimentadas-noticia/?ref=ecr>

Baca, J. (2018). Diseño para el mejoramiento del camino vecinal tramo: Suruvara-Muran Alto, Distrito y Provincia Santiago de Chuco, Departamento La Libertad. Universidad Cesar Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/35207>

Caliza, A. & Soto W. (2023). “*Aplicación de Slurry Seal para la Conservación de la Carretera Abancay – Sañayca, 2023*” [Universidad Cesar Vallejo]. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/79409/Calizaya_AA_Y-Soto_PW-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Castiblanco J. (2015). Uso de micro - pavimento para adecuación de vías municipales (trabajo de grado), Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia. <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/13990/USO%20DE%20MICROPAVIMENTO%20PARA%20ADECUACI%C3%93N%20DE%20V%C3%8DAS%20MUNICIPALES.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Coyago, G. (2015). *Evaluación de un tratamiento superficial bituminoso con emulsión asfáltica como alternativa de mantenimiento en vías arteriales del Ecuador* [Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/9699>

Dirección General de Caminos y Ferrocarriles (2018) Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG -2018. Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf

Enríquez, N & Mena, O. (2018). Propuesta de mejoramiento del camino vecinal: Pomabamba - Huayllán, utilizando mortero asfáltico (Slurry Seal) provincia de Pomabamba 2018. Universidad Cesar Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/26695>

Fajardo, L. (2015, junio 10). Los países con las mejores y las peores carreteras en A. Latina. *BBC News Mundo*. https://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/06/150609_economia_mejores_peores_carreteras_if

González de Vallejo, L. (2002). Ingeniería Geológica. In Editorial Pearson Education, Madrid.

Gutiérrez M. (2017) Planificación y Gestión de Infraestructuras. Universidad Politécnica de Madrid. http://oa.upm.es/52693/1/TFM_MARCO_ANTONIO_GUTIERREZ_SOTO.pdf

IGME. (1986). Manual de taludes. España.

Leclair, R. (2004). NORMAS PARA EL DISEÑO GEOMÉTRICO DE LAS CARRETERAS REGIONALES (2° Edición). Convenio No. 596-0184.20, PROALCA II, SIECA. <https://1library.co/document/1y92j3lz-normas-diseno-geometrico-carreteras-regionales.html>

López C. & Tumbajulca C. (2019). Diseño del mejoramiento de la carretera a nivel de afirmado en el tramo Panamericana Norte km 720–Anexo Santa María, Pacanga, Chepén-La Libertad. Universidad Cesar Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/50941>

Mantilla, J. (2017). “DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO: CURGOS – CHOCTAMALCA – SECTOR MIRAFLORES, DISTRITO DE CURGOS – SÁNCHEZ CARRIÓN – LA LIBERTAD” [Universidad Cesar Vallejo]. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/22521/mantilla_rj.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2023). MTC ejecutó 264 kilómetros de carreteras nacionales en el 2020. *Plataforma Única Digital del Estado Peruano*. <https://www.gob.pe/institucion/mtc/noticias/323984-mtc-ejecuto-264-kilometros-de-carreteras-nacionales-en-el-2020>

Orellana, M, Peña, E & Pérez, B (2015) Propuesta de diseño y proceso constructivo de lechada asfáltica en el mantenimiento de obras viales en El Salvador (tesis de pregrado). Universidad de El Salvador, El Salvador, El Salvador.

<http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/3196/1/PROPUESTA%20DE%20DISE%20C3%91O%20Y%20PROCESO%20CONSTRUCTIVO%20DE%20LECHADA%20ASFALTICA%20EN%20EL%20MANTENIMIENTO%20DE%20OBRAS%20VIALES%20EN%20EL%20SALVADOR.pdf>

Pequeño D. (2015) Comparación de costos y tecnología de mantenimiento utilizando slurry seal y mantenimiento convencional en un pavimento flexible. Universidad Privada del Norte. Cajamarca – Perú. <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/6823/Peque%C3%B1o%20Otoya%20Daniel%20Andr%C3%A9s.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ramírez O., P., & Alejano M., L. (2004). Mecánica de rocas: fundamentos e ingeniería de taludes

Quispe, G. (2023). *DETERMINACIÓN DE ESTABILIDAD FÍSICA DEL TALUD EN EL FRENTE MINADO DEL PROYECTO MINERO FADE I – ANANEA* [Universidad Nacional del Altiplano]. http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/16597/Quispe_Catunta_German.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Saghafi, M., Tabatabaee, N., & Nazarian, S. (2019). Performance Evaluation of Slurry Seals Containing Reclaimed Asphalt Pavement. *Transportation Research Record*, 2673(1), 358–368. <https://doi.org/10.1177/0361198118821908>

Saldaña, B. & Taípe, W. (2018). Rehabilitación y mejoramiento en vías de bajo volumen de tránsito a nivel tratamiento superficial Slurry Seal Canayre-Puerto Palmeras-Ayacucho. Universidad de San Martín de Porres. <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/4545>

IX. ANEXOS

Figura 23.
 Ficha de registro vehicular - 18/07/2023.

DISEÑO ESTRUCTURAL EN PAVIMENTO FLEXIBLE DE ALTO TRÁNSITO EN LA CARRETERA AGUA BLANCA - BARRO NEGRO, APLICANDO LA METODOLOGÍA AASHTO – 93 EN SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023																						
FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR												ESTUDIO DE TRAFICO										
TRAMO DE LA CARRETERA		Agua Blanca - Barro Negro										CODIGO DE LA ESTACION		E-1								
UBICACIÓN		Sanchez Carrion, La Libertad										SENTIDO		AMBOS SENTIDOS								
DIA		Domingo										DIA Y FECHA		18		7		23				
HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER			TRAYLER				TOTAL	PARC %		
DIAGRA. VEH.			PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E		3 E	4 E		2S3	3S1/3S2	>= 3S3		2T3	3T2			>=3T3	
00-01	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.00	1.78
01-02	2.00	1.00	1.00	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.00	2.22
02-03	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.00	2.67
03-04	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.00	3.56
04-05	2.00	2.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.00	3.11
05-06	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.00	2.67
06-07	1.00	2.00	3.00	1.00	2.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.00	4.44
07-08	1.00	3.00	1.00	-	2.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.00	3.56
08-09	1.00	4.00	4.00	1.00	8.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18.00	8.00
09-10	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.00	3.11
10-11	2.00	2.00	2.00	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.00	3.56
11-12	1.00	2.00	3.00	2.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.00	4.44
12-13	3.00	3.00	3.00	-	2.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.00	5.33
13-14	2.00	1.00	2.00	1.00	4.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.00	4.44
14-15	1.00	2.00	1.00	1.00	3.00	-	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.00	4.44
15-16	2.00	3.00	3.00	-	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11.00	4.89
16-17	2.00	3.00	4.00	1.00	2.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13.00	5.78
17-18	2.00	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.00	2.67
18-19	1.00	4.00	4.00	-	7.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17.00	7.56
19-20	2.00	3.00	3.00	1.00	5.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15.00	6.67
20-21	3.00	3.00	3.00	-	3.00	-	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14.00	6.22
21-22	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.00	3.56
22-23	1.00	2.00	2.00	-	1.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.00	3.11
23-00	1.00	2.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.00	2.22
TOTAL	39.00	52.00	51.00	16.00	52.00	-	-	-	8.00	7.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	225.00	100.00
%	17.33	23.11	22.67	7.11	23.11	0.00	0.00	0.00	3.56	3.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

Figura 24.
Ficha de registro vehicular - 19/07/2023.

DISEÑO ESTRUCTURAL EN PAVIMENTO FLEXIBLE DE ALTO TRÁNSITO EN LA CARRETERA AGUA BLANCA - BARRO NEGRO, APLICANDO LA METODOLOGÍA AASHTO – 93 EN SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023																			
FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR										ESTUDIO DE TRAFICO									
TRAMO DE LA CARRETERA		Agua Blanca - Barro Negro																	
UBICACIÓN		Sanchez Carrion, La Libertad																	
DIA		Lunes																	
CODIGO DE LA ESTACION										E-1									
SENTIDO										AMBOS SENTIDOS									
DIA Y FECHA										19			7			23			

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS				MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	PARC %
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi			2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
DIAGRA. VEH.																						
00-01	1.00	1.00			1.00	-	-	-	1.00											4.00	1.73	
01-02	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	-	-	-		1.00										7.00	3.03	
02-03	1.00	2.00	1.00	2.00		-	-	-	1.00											7.00	3.03	
03-04	1.00	2.00	3.00	1.00	1.00	-	-	-												8.00	3.46	
04-05	2.00	1.00	2.00		2.00	-	-	-		1.00										8.00	3.46	
05-06	3.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-	-	1.00											8.00	3.46	
06-07	1.00	2.00	2.00	1.00	3.00	-	-	-		1.00										10.00	4.33	
07-08	1.00	2.00	3.00		2.00	-	-	-												8.00	3.46	
08-09	2.00	4.00	3.00	1.00	8.00	-	-	-												18.00	7.79	
09-10	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	-	-	-		2.00										8.00	3.46	
10-11	1.00	2.00	2.00		2.00	-	-	-	1.00	1.00										9.00	3.90	
11-12	1.00	1.00	3.00	1.00	3.00	-	-	-	1.00											10.00	4.33	
12-13	2.00	3.00	3.00	1.00	2.00	-	-	-												11.00	4.76	
13-14	2.00	1.00	1.00	1.00	4.00	-	-	-	1.00	2.00										12.00	5.19	
14-15	1.00	3.00	2.00	1.00	3.00	-	-	-	1.00	1.00										12.00	5.19	
15-16	1.00	3.00	4.00	1.00	7.00	-	-	-	2.00											18.00	7.79	
16-17	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	-	-	-	1.00	1.00										8.00	3.46	
17-18	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-	-		1.00										7.00	3.03	
18-19	2.00	2.00	2.00	1.00		-	-	-		1.00										8.00	3.46	
19-20	2.00	3.00	4.00	1.00	5.00	-	-	-	1.00											16.00	6.93	
20-21	2.00	2.00	1.00	1.00		-	-	-		1.00										7.00	3.03	
21-22	2.00	3.00	3.00	2.00	3.00	-	-	-												13.00	5.63	
22-23	2.00	1.00	2.00	1.00		-	-	-	1.00											7.00	3.03	
23-00	1.00	1.00	3.00			-	-	-	1.00	1.00										7.00	3.03	
TOTAL	36.00	44.00	51.00	21.00	52.00	-	-	-	13.00	14.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	231.00	100.00	
%	15.58	19.05	22.08	9.09	22.51	0.00	0.00	0.00	5.63	6.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00		

Figura 25.
Ficha de registro vehicular - 20/07/2023.

DISEÑO ESTRUCTURAL EN PAVIMENTO FLEXIBLE DE ALTO TRÁNSITO EN LA CARRETERA AGUA BLANCA - BARRO NEGRO, APLICANDO LA METODOLOGÍA AASHTO – 93 EN SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023																					
FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR										ESTUDIO DE TRAFICO											
TRAMO DE LA CARRETERA					Agua Blanca - Barro Negro					CODIGO DE LA ESTACION					E-1						
UBICACIÓN					Sanchez Carrion, La Libertad					SENTIDO					AMBOS SENTIDOS						
DIA					Martes					DIA Y FECHA					20 7 23						
HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	PARC %
DIAGRA. VEH.			PICK UP 	PANEL 	RURAL Combi 		2 E 	>=3 E 	2 E 	3 E 	4 E 	2S1/2S2 	2S3 	3S1/3S2 	>= 3S3 	2T2 	2T3 	3T2 	>=3T3 		
00-01	-	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.00	1.38
01-02	1.00	1.00	1.00	-	1.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.00	2.30
02-03	1.00	2.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.00	2.76
03-04	2.00	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.00	2.30
04-05	1.00	1.00	3.00	-	2.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.00	3.69
05-06	2.00	2.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.00	3.23
06-07	2.00	2.00	3.00	1.00	2.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11.00	5.07
07-08	2.00	3.00	2.00	1.00	2.00	-	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.00	5.53
08-09	1.00	4.00	4.00	-	5.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15.00	6.91
09-10	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.00	4.15
10-11	1.00	2.00	3.00	1.00	4.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.00	5.53
11-12	1.00	1.00	3.00	1.00	3.00	-	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11.00	5.07
12-13	1.00	3.00	3.00	1.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.00	4.61
13-14	2.00	1.00	2.00	1.00	5.00	-	-	-	1.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14.00	6.45
14-15	2.00	3.00	1.00	-	3.00	-	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11.00	5.07
15-16	1.00	4.00	4.00	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11.00	5.07
16-17	1.00	2.00	1.00	1.00	2.00	-	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.00	4.15
17-18	2.00	2.00	2.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.00	3.23
18-19	1.00	2.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.00	1.84
19-20	2.00	3.00	4.00	1.00	5.00	-	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17.00	7.83
20-21	2.00	2.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.00	2.76
21-22	2.00	3.00	2.00	1.00	3.00	-	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13.00	5.99
22-23	1.00	1.00	-	1.00	-	-	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.00	2.30
23-00	1.00	2.00	1.00	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.00	2.76
TOTAL	34.00	50.00	47.00	16.00	44.00	-	-	-	11.00	15.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	217.00	100.00
%	15.67	23.04	21.66	7.37	20.28	0.00	0.00	0.00	5.07	6.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

Figura 26.
Ficha de registro vehicular - 21/07/2023.

DISEÑO ESTRUCTURAL EN PAVIMENTO FLEXIBLE DE ALTO TRÁNSITO EN LA CARRETERA AGUA BLANCA - BARRO NEGRO, APLICANDO LA METODOLOGÍA AASHTO – 93 EN SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023																								
FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR																								
ESTUDIO DE TRAFICO																								
TRAMO DE LA CARRETERA		Agua Blanca - Barro Negro																		CODIGO DE LA ESTACION		E-1		
UBICACIÓN		Sanchez Carrion, La Libertad																		SENTIDO		AMBOS SENTIDOS		
DIA		Miercoles																		DIA Y FECHA		21	7	23
HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS				MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	PARC %		
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi			2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3				
DIAGRA. VEH.																								
00-01	-	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.00	1.36			
01-02	2.00	1.00	2.00	1.00	1.00	-	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.00	4.07			
02-03	-	1.00	2.00	1.00	-	-	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.00	2.71			
03-04	1.00	1.00	2.00	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.00	2.26			
04-05	1.00	2.00	2.00	1.00	-	-	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.00	3.62			
05-06	2.00	2.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.00	2.71			
06-07	1.00	2.00	3.00	2.00	2.00	-	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.00	5.43			
07-08	1.00	3.00	1.00	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.00	3.17			
08-09	1.00	4.00	6.00	1.00	3.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16.00	7.24			
09-10	1.00	3.00	3.00	2.00	4.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14.00	6.33			
10-11	1.00	2.00	2.00	1.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.00	3.62			
11-12	1.00	1.00	3.00	1.00	2.00	-	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.00	4.52			
12-13	2.00	3.00	3.00	1.00	2.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.00	5.43			
13-14	2.00	2.00	2.00	1.00	4.00	-	-	-	1.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14.00	6.33			
14-15	2.00	2.00	2.00	-	3.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.00	4.52			
15-16	1.00	4.00	5.00	1.00	5.00	-	-	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18.00	8.14			
16-17	2.00	2.00	1.00	-	2.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.00	3.62			
17-18	1.00	2.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.00	2.26			
18-19	2.00	1.00	1.00	-	4.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.00	4.07			
19-20	1.00	3.00	4.00	1.00	2.00	-	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13.00	5.88			
20-21	2.00	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.00	2.26			
21-22	1.00	3.00	3.00	1.00	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11.00	4.98			
22-23	2.00	2.00	1.00	1.00	-	-	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.00	3.62			
23-00	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.00	1.81			
TOTAL	31.00	49.00	53.00	20.00	42.00	-	-	-	13.00	13.00	-	221.00	100.00											
%	14.03	22.17	23.98	9.05	19.00	0.00	0.00	0.00	5.88	5.88	0.00	100.00												

Figura 27.
Ficha de registro vehicular - 22/07/2023.

DISEÑO ESTRUCTURAL EN PAVIMENTO FLEXIBLE DE ALTO TRÁNSITO EN LA CARRETERA AGUA BLANCA - BARRO NEGRO, APLICANDO LA METODOLOGÍA AASHTO – 93 EN SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023																					
FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR										ESTUDIO DE TRAFICO											
TRAMO DE LA CARRETERA					Agua Blanca - Barro Negro					CODIGO DE LA ESTACION					E-1						
UBICACIÓN					Sanchez Carrion, La Libertad					SENTIDO					AMBOS SENTIDOS						
DIA					Jueves					DIA Y FECHA					22 7 23						
HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	PARC %
DIAGRA. VEH.																					
00-01	1.00	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.00	1.27
01-02	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.00	3.39
02-03	3.00	-	2.00	1.00	-	-	-	-	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.00	3.39
03-04	2.00	2.00	-	1.00	1.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.00	2.97
04-05	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	-	-	-	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.00	3.39
05-06	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.00	2.54
06-07	1.00	2.00	3.00	-	2.00	-	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.00	4.24
07-08	2.00	3.00	1.00	2.00	3.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.00	5.08
08-09	2.00	4.00	4.00	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11.00	4.66
09-10	3.00	1.00	1.00	1.00	5.00	-	-	-	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13.00	5.51
10-11	3.00	2.00	2.00	1.00	2.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11.00	4.66
11-12	1.00	2.00	3.00	1.00	2.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.00	4.24
12-13	1.00	3.00	3.00	1.00	2.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11.00	4.66
13-14	2.00	2.00	2.00	-	4.00	-	-	-	1.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13.00	5.51
14-15	2.00	3.00	1.00	1.00	3.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11.00	4.66
15-16	2.00	4.00	5.00	1.00	4.00	-	-	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18.00	7.63
16-17	2.00	1.00	2.00	2.00	5.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13.00	5.51
17-18	2.00	2.00	2.00	1.00	3.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11.00	4.66
18-19	-	1.00	2.00	2.00	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.00	2.54
19-20	3.00	2.00	3.00	1.00	5.00	-	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16.00	6.78
20-21	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.00	2.97
21-22	3.00	2.00	2.00	1.00	2.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11.00	4.66
22-23	1.00	1.00	2.00	1.00	-	-	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.00	2.97
23-00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.00	2.12
TOTAL	43.00	43.00	47.00	24.00	49.00	-	-	-	14.00	16.00	-	236.00	100.00								
%	18.22	18.22	19.92	10.17	20.76	0.00	0.00	0.00	5.93	6.78	0.00	100.00									

Figura 28.
Ficha de registro vehicular - 23/07/2023.

DISEÑO ESTRUCTURAL EN PAVIMENTO FLEXIBLE DE ALTO TRÁNSITO EN LA CARRETERA AGUA BLANCA - BARRO NEGRO, APLICANDO LA METODOLOGÍA AASHTO – 93 EN SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023																								
FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR																								
ESTUDIO DE TRAFICO																								
TRAMO DE LA CARRETERA		Agua Blanca - Barro Negro																		CODIGO DE LA ESTACION		E-1		
UBICACIÓN		Sanchez Carrion, La Libertad																		SENTIDO		AMBOS SENTIDOS		
DIA		Viernes																		DIA Y FECHA		23	7	23
HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS				MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	PARC %		
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi			2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3				
DIAGRA. VEH.																								
00-01	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.00	2.62			
01-02	1.00	3.00	3.00	1.00	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.00	3.93			
02-03	2.00	2.00	1.00	2.00	2.00	-	-	-	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11.00	4.80			
03-04	2.00	3.00	2.00	1.00	-	-	-	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.00	4.37			
04-05	1.00	2.00	1.00	-	1.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.00	2.62			
05-06	2.00	1.00	2.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.00	2.62			
06-07	2.00	2.00	3.00	2.00	2.00	-	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13.00	5.68			
07-08	1.00	3.00	2.00	-	2.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.00	3.93			
08-09	4.00	4.00	4.00	1.00	5.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19.00	8.30			
09-10	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.00	3.93			
10-11	1.00	2.00	2.00	1.00	2.00	-	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.00	4.37			
11-12	1.00	1.00	3.00	-	2.00	-	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.00	3.93			
12-13	3.00	3.00	3.00	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11.00	4.80			
13-14	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.00	3.06			
14-15	2.00	3.00	1.00	-	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.00	3.93			
15-16	1.00	4.00	4.00	2.00	3.00	-	-	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16.00	6.99			
16-17	1.00	1.00	1.00	-	2.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.00	2.62			
17-18	1.00	1.00	2.00	-	1.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.00	2.62			
18-19	2.00	2.00	1.00	2.00	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.00	2.62			
19-20	1.00	4.00	4.00	1.00	5.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16.00	6.99			
20-21	2.00	2.00	1.00	-	-	-	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.00	3.06			
21-22	1.00	3.00	3.00	1.00	3.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.00	5.24			
22-23	1.00	2.00	1.00	2.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.00	3.06			
23-00	1.00	4.00	3.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.00	3.93			
TOTAL	37.00	55.00	52.00	19.00	38.00	-	-	-	15.00	13.00	-	229.00	100.00											
%	16.16	24.02	22.71	8.30	16.59	0.00	0.00	0.00	6.55	5.68	0.00	100.00												

Figura 29.
Ficha de registro vehicular - 24/07/2023.

DISEÑO ESTRUCTURAL EN PAVIMENTO FLEXIBLE DE ALTO TRÁNSITO EN LA CARRETERA AGUA BLANCA - BARRO NEGRO, APLICANDO LA METODOLOGÍA AASHTO – 93 EN SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023																								
FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR																								
ESTUDIO DE TRAFICO																								
TRAMO DE LA CARRETERA		Agua Blanca - Barro Negro																		CODIGO DE LA ESTACION		E-1		
UBICACIÓN		Sanchez Carrion, La Libertad																		SENTIDO		AMBOS SENTIDOS		
DIA		Sabado																		DIA Y FECHA		24	7	23
HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS				MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	PARC %		
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi	2 E		>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3					
DIAGRA. VEH.																								
00-01	2.00	1.00	1.00	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.00	2.10			
01-02	3.00	3.00	2.00	1.00	2.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.00	5.04			
02-03	1.00	1.00	2.00	1.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.00	2.94			
03-04	3.00	1.00	2.00	4.00	1.00	-	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13.00	5.46			
04-05	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	2.00	-	-	-	-	-	2.00	-	-	-	9.00	3.78			
05-06	2.00	3.00	1.00	2.00	1.00	-	-	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11.00	4.62			
06-07	2.00	2.00	3.00	1.00	2.00	-	-	-	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.00	5.04			
07-08	2.00	3.00	2.00	1.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.00	4.20			
08-09	2.00	3.00	2.00	1.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.00	4.20			
09-10	3.00	2.00	2.00	1.00	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.00	3.78			
10-11	1.00	2.00	2.00	1.00	2.00	-	-	-	2.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11.00	4.62			
11-12	3.00	2.00	1.00	2.00	2.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11.00	4.62			
12-13	2.00	1.00	3.00	1.00	2.00	-	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	11.00	4.62			
13-14	1.00	3.00	3.00	2.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11.00	4.62			
14-15	3.00	3.00	2.00	1.00	3.00	-	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14.00	5.88			
15-16	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.00	3.78			
16-17	2.00	2.00	1.00	1.00	2.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.00	3.78			
17-18	4.00	2.00	1.00	2.00	1.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11.00	4.62			
18-19	1.00	2.00	2.00	1.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.00	3.36			
19-20	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.00	3.78			
20-21	2.00	3.00	3.00	1.00	3.00	-	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14.00	5.88			
21-22	2.00	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	1.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.00	3.36			
22-23	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.00	2.94			
23-00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.00	2.94			
TOTAL	49.00	48.00	43.00	32.00	38.00	-	-	-	11.00	17.00	-	238.00	100.00											
%	20.59	20.17	18.07	13.45	15.97	0.00	0.00	0.00	4.62	7.14	0.00	100.00												

Figura 30.
Volumen Total Diario.

DISEÑO ESTRUCTURAL EN PAVIMENTO FLEXIBLE DE ALTO TRÁNSITO EN LA CARRETERA AGUA BLANCA - BARRO NEGRO, APLICANDO LA METODOLOGÍA AASHTO – 93 EN SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023

FORMATO RESUMEN DEL DIA - CLASIFICACION VEHICULAR ESTUDIO DE TRAFICO

TRAMO DE LA CARRETERA		Agua Blanca - Barro Negro																		CODIGO DE LA ESTACION		E-1			
UBICACIÓN		Sanchez Carrion, La Libertad																		SENTIDO		AMBOS SENTIDOS			
DIA		Todos																		DIA Y FECHA					
DIA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION				SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL LIGEROS	TOTAL PESADOS	TOTAL	PORC. %
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3						
DIAGRA. VEH.																									
Domingo	39	52	51	16	52	0	0	0	8	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	210	15	225	14.09	
Lunes	36	44	51	21	52	0	0	0	13	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	204	27	231	14.46	
Martes	34	50	47	16	44	0	0	0	11	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	191	26	217	13.59	
Miércoles	31	49	53	20	42	0	0	0	13	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	195	26	221	13.84	
Jueves	43	43	47	24	49	0	0	0	14	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	206	30	236	14.78	
Viernes	37	55	52	19	38	0	0	0	15	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	201	28	229	14.34	
Sabado	49	48	43	32	38	0	0	0	11	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	210	28	238	14.90	
TOTAL	269.00	341.00	344.00	148.00	315.00	-	-	-	85.00	95.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,417.00	180.00	1,597.00	100.00	
%	16.84	21.35	21.54	9.27	19.72	0.00	0.00	0.00	5.32	5.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	88.73	11.27			

Figura 31.

Tasa anual del crecimiento de la economía expresada como el Producto Bruto Interno (PBI).

Tasa de Crecimiento de Vehículos Ligeros												
TASA DE CRECIMIENTO												
Amazonas	Ancash	Apurímac	Arequipa	Ayacucho	Cajamarca	Callao	Cusco	Huancavelica	Huánuco	Ica	San Martín	Tacna
0.62%	0.59%	0.59%	1.07%	1.18%	0.57%	1.56%	0.75%	0.83%	0.91%	1.15%	1.49%	1.50%
Junín.	La Libertad	Lambayeque	Lima Provincia	Lima.	Loreto.	Madre de Dios	Moquegua	Pasco.	Piura	Puno	Tumbes	Ucayali
0.77%	1.26%	0.97%	1.45%	1.45%	1.30%	2.58%	1.08%	0.84%	0.87%	0.92%	1.58%	1.51%
Tasa de Crecimiento de Vehículos Pesados												
PBI												
Amazonas	Ancash	Apurímac	Arequipa	Ayacucho	Cajamarca	Cusco	Huancavelica	Huánuco	Ica	Junín.	La Libertad	Lambayeque
3.42%	1.05%	6.65%	3.37%	3.60%	1.29%	4.43%	2.33%	3.85%	3.54%	3.90%	2.83%	3.45%
Callao	Lima Provincia	Lima.	Loreto.	Madre de Dios	Moquegua	Pasco.	Piura.	Puno.	San Martín	Tacna	Tumbes.	Ucayali
3.41%	3.07%	3.69%	1.29%	1.98%	0.27%	0.36%	3.23%	3.21%	3.84%	2.88%	2.60%	2.77%

ANEXO N°02: ESTUDIO DE SUELOS

Figura 32.

Ensayo de CBR. C-1.



GEOLUMAS SAC
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RUC 20568764995

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

SOLICITADO POR: DIAS GONZALES, JUANA PAOLA - FARRO GARCIA, PRYSCILLA LISSET

OBRA: DISEÑO ESTRUCTURAL EN PAVIMENTO FLEXIBLE DE ALTO TRÁNSITO EN LA CARRETERA AGUA BLANCA - BARRO NEGRO, APLICANDO LA METODOLOGÍA AASHTO - 93 EN SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023

UBICACIÓN: AGUA BLANCA - BARRO NEGRO

F. EMISIÓN: 22 DE AGOSTO DEL 2023

ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO); NORMAS: MTC E132 // ASTM D-1883 // T-193

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	C-1	PROFUNDIDAD	1.50 mts
PROGRESIVA		LADO	DERECHO
COORDENADAS		ESTRATO	SUPERFICIAL
MUESTRA	M-1		

DATOS DE LA COMPACTACION

	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Numero de Golpes	12	25	25	56	56	56
Codigo de Molde	Mobr 7	Mobr 6	Mobr 6	Mobr 2	Mobr 2	Mobr 2
Masa de Molde	4382	4382	4382	3747	3747	3747
Masa de Molde Compactado	8672	8798	8798	8922	8247	8373
	H-12	F-25	R-25	A-2	A-11	H-3
Humedad						
Masa de Tara	67	69	61	51	75	59
Tara + Muestra Humeda	751	757	970	836	795	876
Tara + Muestra Seca	673	663	857	721	715	754

Masa de Suelo Humedo	4290	4416	4414	4540	4500	4626
Densidad Humeda (g/cm ³)	1.852	1.907	1.906	1.990	1.943	1.997
Densidad Seca (g/cm ³)	1.641	1.623	1.690	1.669	1.722	1.697
% humedad	12.87%	17.51%	13.78%	17.96%	12.63%	17.71%

Penetración (pulg.)	12 GOLPES		CBR (%)	25 GOLPES		CBR (%)	56 GOLPES		CBR (%)
	CARGA (kg)	Esfuerzo kg/cm ²		CARGA (kg)	Esfuerzo kg/cm ²		CARGA (kg)	Esfuerzo kg/cm ²	
0.500	0	0.00		0	0.00		0.00	0.00	
0.025	12	0.61		15	0.74		18.35	0.81	
0.050	35	1.74		43	2.10		48.67	2.30	
0.075	54	2.66		65	3.23		71.79	3.54	
0.100	69	3.35	4.76	82	4.04	5.74	89.77	4.43	
0.125	75	3.66		90	4.45		98.58	4.68	
0.150	83	4.05		105	4.93		109.59	5.41	
0.175	90	4.44		108	5.35		116.90	5.67	
0.200	97	4.80	4.55	117	5.76	5.46	124.54	6.34	
0.300	124	6.12		150	7.38		164.06	8.09	
0.400	147	7.25		177	8.74		194.38	9.55	
0.500	190	7.41		193	9.04		199.49	9.84	

Numero de Golpes	CBR (%) a 0.1"	CBR (%) a 0.2"	Densidad Seca (Sin Remojar)	Densidad Seca (Remojado)	CBR% Corregido al 0.1 pulg	CBR% Corregido al 0.2 pulg
56	6.30	5.01	1.722 g/cm ³	1.697 g/cm ³	6.30	6.01
25	5.74	5.48	1.690 g/cm ³	1.669 g/cm ³	5.74	5.48
12	4.76	4.55	1.641 g/cm ³	1.623 g/cm ³	4.76	4.55



GEOLUMAS SAC
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CP 14349
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
INGENIERO GEODINÁMICO Y GEOLOGÍA

JR 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO
(ALTURA DEL PUENTE CARRIÓN)
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.
RUC. 20568764995,

CEL 968111156, RPM #968111156

Figura 33.
Gráfico del CBR C-1.



GEOLUMAS SAC
MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RUC 20568764995

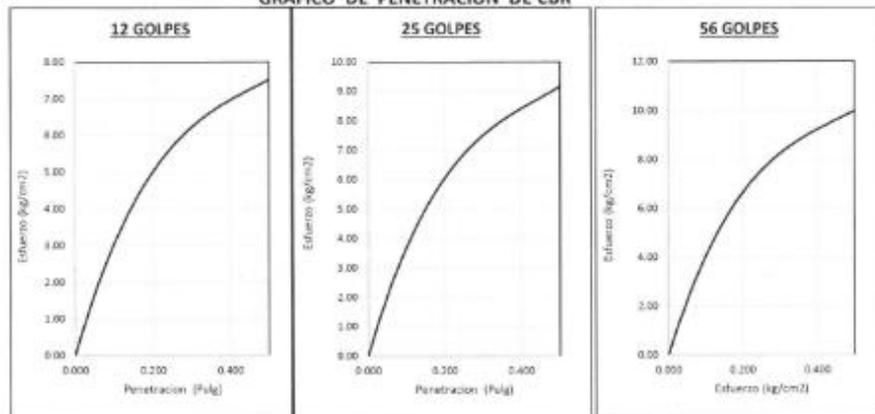
ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO); NORMAS: MTC E132 // ASTM D-1883 // T-193

SOLICITADO POR: DIAS GONZALES, JUANA PAOLA – FARRO GARCIA, PRYSCILLA LISSET
OBRA : DISEÑO ESTRUCTURAL EN PAVIMENTO FLEXIBLE DE ALTO TRANSITO EN LA CARRETERA AGUA BLANCA - BARRO NEGRO, APLICANDO LA METODOLOGIA AASHTO – 93 EN SANCHEZ CARRION, LA LIBERTAD, 2023
UBICACIÓN: AGUA BLANCA – BARRO NEGRO
F. EMISIÓN: 22 DE AGOSTO DEL 2023

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA: C-1
PROGRESIVA:
COORDENADAS:
MUESTRA: M-1
PROFUNDIDAD: 1.50 mts
LADO: DERECHO
ESTRATO: SUPERFICIAL

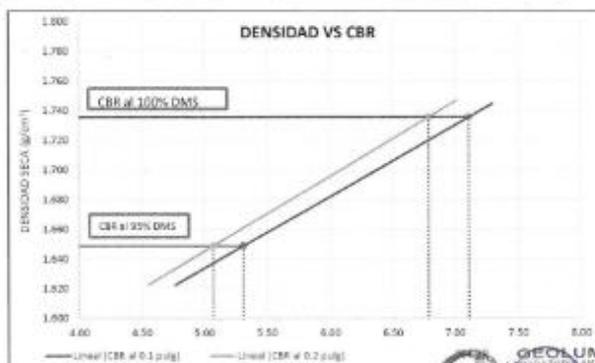
GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



Densidad Seca Maxima (g/cm ³)	1.736	Hinchamiento	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES
95% de la MDS (g/cm ³)	1.649	mm	10.65	5.78	2.14
Humedad Óptima %	12.92	%	9.149%	4.566%	1.838%

Al 0.1 pulg	
% CBR al 100% MDS	7.11
% CBR al 95% MDS	5.31

Al 0.2 pulg	
% CBR al 100% MDS	6.79
% CBR al 95% MDS	5.07



JR 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO
 (ALTURA DEL PUENTE CARRION)
 ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.
 RUC. 20568764995,

GEOLUMAS SAC
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
 Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
 INGENIERO TECNICO - CIP 146415
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
 CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA
 CEL 968111156, RPM #968111156

Figura 34.

Ensayo de CBR C-2.



GEOLUMAS SAC
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RUC 20568764995

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

SOLICITADO POR: DIAS GONZALES, JUANA PAOLA - FARRO GARCIA, PRYSILLA LISSET
OBRA: DISEÑO ESTRUCTURAL EN PAVIMENTO FLEXIBLE DE ALTO TRANSITO EN LA CARRETERA AGUA BLANCA - BARRO NEGRO, APLICANDO LA METODOLOGÍA AASHTO - 93 EN SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023
UBICACIÓN: AGUA BLANCA - BARRO NEGRO
F. EMISIÓN: 22 DE AGOSTO DEL 2023

ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO); NORMAS: MTC E132 // ASTM D-1883 // T-193

DATOS DE LA MUESTRA

CALCATA: C-2
PROGRESIVA: PROFUNDIDAD: 1.50 mts
COORDENADAS: LADO: IZQUIERDO
MUESTRA: M-1
ESTRATO: SUPERFICIAL

DATOS DE LA COMPACTACION

	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	
Numero de Golpes	12	25	25	56	56	56	
Código de Mide	Mide 5	Mide 2	Mide 2	Mide 3	Mide 3	Mide 3	
Masa de Molde	4770	4680	4680	4045	4045	4045	
Masa de Molde Compartido	9135	9314	9259	9360	8770	8852	
Masa de Tara	T1A	M-10	96	10	8-43	8	
Humedad	Masa de Tara	47.52	60.19	79.2	69.3	45.54	79.2
Tara + Muestra Humeda	323.73	343.53	345.49	414.81	366.3	458.37	
Tara + Muestra Seca	285	295	481	351	321	389	

Masa de Suelo Humedo	4385	4544	4579	4680	4725	4787
Densidad Humeda (g/cm ³)	1.885	1.962	1.977	2.021	2.040	2.067
Densidad Seca (g/cm ³)	1.620	1.600	1.704	1.648	1.752	1.688
% humedad	0.163	0.226	0.161	0.227	0.164	0.224

Penetración (pulg.)	12 GOLPES		CBR (%)	25 GOLPES		CBR (%)	56 GOLPES		CBR (%)
	CARGA (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)		CARGA (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)		CARGA (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	
0.050	0	0.00		0	0.00		0.00	0.00	
0.025	16	0.81		19	0.92		20.10	0.96	
0.050	37	1.85		44	2.18		48.10	2.37	
0.075	55	2.71		65	3.22		71.30	3.52	
0.100	67	3.33	4.73	80	3.97	5.64	87.90	4.34	6.17
0.125	74	3.64		88	4.35		96.40	4.70	
0.150	81	4.01		97	4.79		106.20	5.24	
0.175	83	4.08		100	4.93		109.80	5.42	
0.200	89	4.41	4.18	108	5.23	5.05	118.70	5.96	5.55
0.300	114	5.63		138	6.80		151.50	7.47	
0.400	135	6.67		163	8.06		179.50	8.96	
0.500	141	6.96		173	8.53		182.00	9.48	

Numero de Golpes	CBR (%) a 0.1"	CBR (%) a 0.2"	Densidad Seca (Sin Remojado)	Densidad Seca (Remojado)	CBR% Corregido al 0.1 pulg	CBR% Corregido al 0.2 pulg
56	6.17	5.56	1.752 g/cm ³	1.689 g/cm ³	6.17	5.55
25	5.64	5.05	1.704 g/cm ³	1.648 g/cm ³	5.64	5.05
12	4.73	4.18	1.620 g/cm ³	1.600 g/cm ³	4.73	4.18

GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO (D-1049)
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO, DE GRUPOS Y PAVIMENTOS

JR 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO
(ALTURA DEL PUENTE CARRIÓN)
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.
RUC: 20568764995,

CEL 968111156, RPM #968111156

Figura 36.

Ensayo de CBR C-3.



GEOLUMAS SAC
MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RUC 20568764995

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

SOLICITADO POR: DIAS GONZALES, JUANA PAOLA – FARRO GARCIA, PRYSCILLA LISSET
 OBRA: DISEÑO ESTRUCTURAL EN PAVIMENTO FLEXIBLE DE ALTO TRÁNSITO EN LA CARRETERA AGUA BLANCA - BARRO NEGRO, APLICANDO LA METODOLOGÍA AASHTO – 93 EN SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023
 UBICACIÓN: AGUA BLANCA – BARRO NEGRO
 F. EMISIÓN: 22 DE AGOSTO DEL 2023

ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO); NORMAS: MTC E132 // ASTM D-1883 // T-193

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-3
 PROGRESIVA :
 COORDENADAS :
 MUESTRA : M-1
 PROFUNDIDAD : 1.50 mts
 LADO : DERECHO
 ESTRATO : SUPERFICIAL

DATOS DE LA COMPACTACION

	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Numero de Golpes	12	25	25	50	50	50
Codigo de Molde	Mchr 6	Mchr 1	Mchr 1	Mchr 7	Mchr 7	Mchr 7
Masa de Molde	4924	4918	4918	4305	4305	4305
Masa de Molde Compactado	8450	8629	8574	8675	8025	8127
COGIGO DE TARA	It-02	It-25	It-25	R-01	S-25	A-03
Masa de Tara	56.5696	88.5862	87.616	77.914	54.6292	87.615
Tara + Muestra Humeda	327.2554	346.8594	544.5802	436.5138	368.974	459.2036
Tara + Muestra Seca	287	301	478	357	323	396

Masa de Suelo Humedo	3516	3695	3656	3757	3716	3818
Densidad Humeda (g/cm ³)	1.518	1.595	1.579	1.622	1.504	1.640
Densidad Seca (g/cm ³)	1.515	1.592	1.576	1.616	1.502	1.645
% humedad	17.47%	21.60%	17.06%	21.32%	17.13%	20.49%

Penetracion (pulg)	12 GOLPES CARGA (kg)	ESFUERZO (kg/cm ²)	CBR (%)	25 GOLPES CARGA (kg)	ESFUERZO (kg/cm ²)	CBR (%)	50 GOLPES CARGA (kg)	ESFUERZO (kg/cm ²)	CBR (%)
0.000	0	0.00		0	0.00		0.00	0.00	
0.005	13	0.63		17	0.85		20.61	1.02	
0.050	36	1.79		49	2.41		58.82	2.90	
0.075	56	2.76		75	3.71		90.48	4.46	
0.100	75	3.70	5.26	101	4.98	7.08	119.00	5.87	8.36
0.125	11	3.80		164	5.12		124.73	6.15	
0.150	41	4.21		115	5.67		138.30	6.81	
0.175	69	4.56		125	5.15		149.84	7.30	
0.200	89	4.99	4.31	156	6.22	6.88	152.00	7.30	7.11
0.300	128	6.30		172	8.49		206.75	10.20	
0.400	151	7.46		204	10.06		244.96	12.08	
0.500	156	7.79		229	10.31		250.50	12.36	

Numero de Golpes	CBR (%) a 0.1"	CBR (%) a 0.2"	Densidad Seca (Sin Remojar)	Densidad Seca (Remojado)	CBR% Corregido al 0.1 pulg	CBR% Corregido al 0.2 pulg
50	8.35	7.11	1.602 g/cm ³	1.645 g/cm ³	8.35	7.11
25	7.09	6.80	1.576 g/cm ³	1.619 g/cm ³	7.09	6.80
12	5.26	4.35	1.515 g/cm ³	1.592 g/cm ³	5.26	4.35

GEOLUMAS SAC.
 LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
 Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
 CONCRETO, DEGRADACIÓN Y GEOLOGÍA

JR 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO
 (ALTURA DEL PUENTE CARRIÓN)
 ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.
 RUC. 20568764995,

CEL 968111156, RPM #968111156

Figura 37

Gráfico del CBR C-3.



GEOLUMAS SAC
MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RUC 20568764995

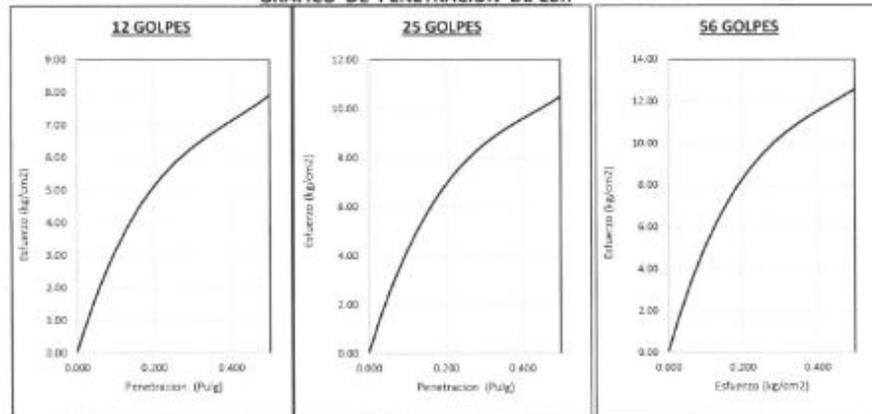
ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO); NORMAS: MTC E132 // ASTM D-1883 // T-193

SOLICITADO POR: DIAS GONZALES, JUANA PAOLA – FARRO GARCIA, PRYSILLA LISSET
 OBRA: DISEÑO ESTRUCTURAL EN PAVIMENTO FLEXIBLE DE ALTO TRÁNSITO EN LA CARRETERA AGUA BLANCA - BARRO NEGRO, APLICANDO LA METODOLOGÍA AASHTO - 93 EN SANCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023
 UBICACIÓN: AGUA BLANCA – BARRO NEGRO
 F. EMISIÓN: 22 DE AGOSTO DEL 2023

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA: C-3
 PROFUNDIDAD: 1.50 mts
 PROGRESIVA: M-1
 LADO: DERECHO
 COORDENADAS: MUESTRA
 ESTRATO: SUPERFICIAL

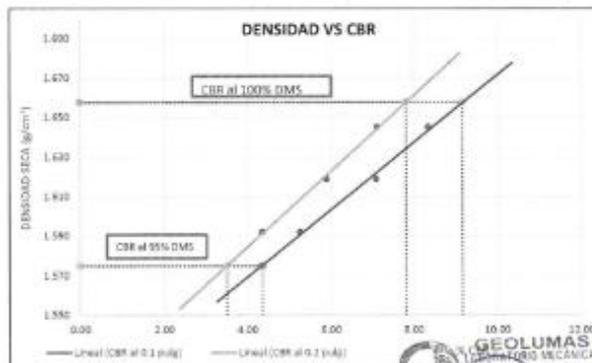
GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



Densidad Seca Máxima (g/cm ³)	1.656	Hinchamiento	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES
95% de la MDS (g/cm ³)	1.575	mm	11.25	5.47	1.36
Humedad Óptima %	17.43	%	0.866%	4.609%	1.168%

Al 0.1 pulg	
% CBR al 100% MDS	9.17
% CBR al 95% MDS	4.35

Al 0.2 pulg	
% CBR al 100% MDS	7.81
% CBR al 95% MDS	3.51



JR 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO
 (ALTURA DEL PUENTE CARRIÓN)
 ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.
 RUC. 20568764995.

GEOLUMAS SAC
 MECANICA DE SUELOS
 Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
 INGENIERO MECANICO, CP 112416
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,
 CANTACTO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA
 CEL 968111156, RPM #968111156

Figura 38

Ensayo del CBR C-4.



GEOLUMAS SAC
MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RUC 20568764995

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

SOLICITADO POR: DIAS GONZALES, JUANA PAOLA – FARRO GARCIA, PRYSCILLA LISSET
 OBRA: DISEÑO ESTRUCTURAL EN PAVIMENTO FLEXIBLE DE ALTO TRANSITO EN LA CARRETERA AGUA BLANCA - BARRO NEGRO, APLICANDO LA METODOLOGÍA AASHTO – 93 EN SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023.
 UBICACIÓN: AGUA BLANCA – BARRO NEGRO
 F. EMISIÓN: 22 DE AGOSTO DEL 2023

ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO); NORMAS: MTC E132 // ASTM D-1883 // T-193

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA: C-4 PROFUNDIDAD: 1.50 mts
 PROGRESIVA: COORDENADAS: LADO: IZQUIERDO
 MUESTRA: M-1 ESTRATO: SUPERFICIAL

DATOS DE LA COMPACTACION

	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Número de Golpes	12	25	25	56	56	56
Código de Molde	Molde 7	Molde 8	Molde 8	Molde 2	Molde 2	Molde 2
Masa de Molde	4282	4282	4282	3647	3647	3647
Masa de Molde Compactado	8426	8605	8550	8651	8001	8103
COGIGO DE TARA	H-12	F-25	R-25	A-2	A-11	H-3
Masa de Tara	198.5696	230.5892	229.616	219.914	196.6292	229.616
Tara = Muestra Humeda	436	452	655	523	480	561
Tara = Muestra Seca	403	413	598	471	439	507

Masa de Suelo Humedo	4144	4323	4282	4365	4354	4456
Densidad Humeda (g/cm ³)	1.755	1.987	1.843	1.895	1.880	1.924
Densidad Seca (g/cm ³)	1.541	1.538	1.596	1.563	1.606	1.510
% humedad	16.14%	21.38%	15.47%	20.71%	16.92%	19.47%

Penetración (pulg.)	12 GOLPES			25 GOLPES			56 GOLPES		
	CARGA (kg)	Esfuerzo kg/cm ²	CBR (%)	CARGA (kg)	Esfuerzo kg/cm ²	CBR (%)	CARGA (kg)	Esfuerzo kg/cm ²	CBR (%)
0.050	0	0.00		0	0.00		0	0.00	
0.025	12	0.56		16	0.80		21.17	1.04	
0.050	25	1.05		46	2.29		60.42	2.98	
0.075	51	2.54		71	3.52		92.98	4.59	
0.100	84	3.18	4.42	89	4.41	0.27	116.22	5.73	8.16
0.125	71	3.50		96	4.36		128.14	6.32	
0.150	79	3.69		109	5.38		141.88	7.00	
0.175	85	4.21		116	5.53		153.93	7.69	
0.200	92	4.55	4.31	128	6.31	5.98	166.41	8.21	7.78
0.300	118	5.90		163	8.05		212.40	10.48	
0.400	139	6.88		193	9.54		251.55	12.41	
0.500	141	6.96		201	9.92		255.00	12.58	

Número de Golpes	CBR (%) a 0.1"	CBR (%) a 0.2"	Densidad Seca (Sin Remojar)	Densidad Seca (Remojado)	CBR% Corregido al 0.1 pulg	CBR% Corregido al 0.2 pulg
56	8.16	7.78	1.608	1.510	8.16	7.78
25	6.27	5.98	1.596	1.563	6.27	5.98
12	4.52	4.31	1.541	1.538	4.52	4.31

GEOLUMAS SAC
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
 Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
 ASESOR TÉCNICO - CIP 15816
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLÓGICA

JR 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO
 (ALTURA DEL PUENTE CARRIÓN)
 ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.
 RUC: 20568764995.

CEL 968111156, RPM #968111156

Figura 39

Gráfico del CBR C-4.



GEOLUMAS SAC
MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RUC 20568764995

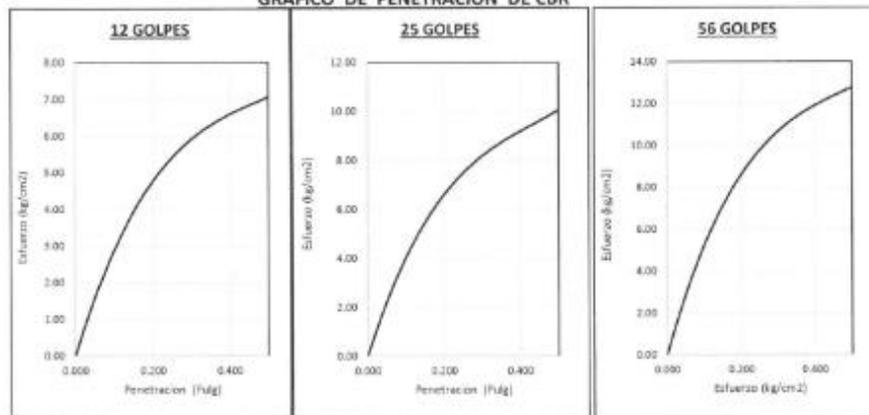
ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO); NORMAS: MTC E132 // ASTM D-1883 // T-193

SOLICITADO POR: DIAS GONZALES, JUANA PAOLA – FARRO GARCIA, PRYSILLA LISSET
 OBRA : DISEÑO ESTRUCTURAL EN PAVIMENTO FLEXIBLE DE ALTO TRANSITO EN LA CARRETERA AGUA BLANCA - BARRO NEGRO, APLICANDO LA METODOLOGÍA AASHTO – 93 EN SANCHEZ CARRION, LA LIBERTAD, 2023
 UBICACIÓN: AGUA BLANCA – BARRO NEGRO
 F. EMISIÓN: 22 DE AGOSTO DEL 2023

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-4
 PROFUNDIDAD: 1.00 mts
 PROGRESIVA :
 LADO: IZQUIERDO
 COORDENADAS :
 ESTRATO: SUPERFICIAL
 MUESTRA : M-1

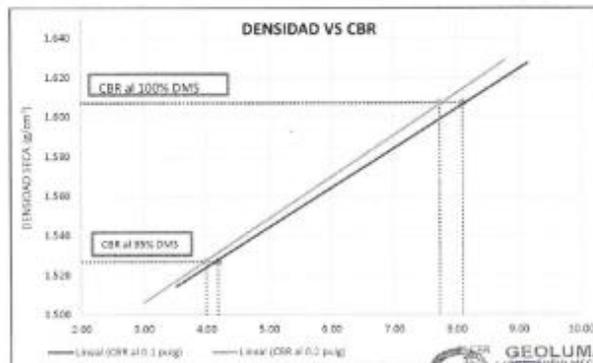
GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



Densidad Seca Maxima (g/cm ³)	1.807	Hinchamiento	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES
95% de la MDS (g/cm ³)	1.527	mm	10.87	5.78	1.78
Humedad Optima %	16.14	S. (%)	0.338%	4.960%	1.530%

Al 0.1 pulg	
% CBR al 100% MDS	8.10
% CBR al 95% MDS	4.19

Al 0.2 pulg	
% CBR al 100% MDS	7.73
% CBR al 95% MDS	4.00



JR 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO
 (ALTURA DEL PUENTE CARRION)
 ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.
 RUC. 20568764995,

GEOLUMAS SAC
 Ing. Civil Edison Peña Dueñas
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
 CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLÓGIA
 CEL 968111156, RPM #968111156

Figura 40

Ensayo del CBR C-5.



GEOLUMAS SAC
MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RUC 20568764995

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

SOLICITADO POR: DIAS GONZALES, JUANA PAOLA – FARRO GARCIA, PRYSCILLA LISSET
 OBRA: DISEÑO ESTRUCTURAL EN PAVIMENTO FLEXIBLE DE ALTO TRÁNSITO EN LA CARRETERA AGUA BLANCA - BARRO NEGRO, APLICANDO LA METODOLOGÍA AASHTO - 93 EN SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023
 UBICACIÓN: AGUA BLANCA – BARRO NEGRO
 F. EMISIÓN: 22 DE AGOSTO DEL 2023

ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO); NORMAS: MTC E132 // ASTM D-1883 // T-193

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA: C-5
 PROGRESIVA: M-1
 COORDENADAS: M-1
 MUESTRA: M-1
 PROFUNDIDAD: 1.50 mts
 LADO: DERECHO
 ESTRATO: SUPERFICIAL

DATOS DE LA COMPACTACIÓN

	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Número de Golpes	12	25	12	25	56	56
Código de Molde	Mold 7	Mold 8	Mold 7	Mold 8	Mold 2	Mold 2
Masa de Molde	4332	4332	4332	4332	3147	3147
Masa de Molde Compactado	8714	8840	8838	8964	8289	8415
Humedad						
CODIGO DE TARA	H-12	F-25	R-25	A-2	A-11	H-3
Masa de Tara	80	82	74	84	87	78
Tara + Muestra Humeda	764	780	983	851	808	889
Tara + Muestra Seca	686	676	880	734	726	757

Masa de Suelo Humedo	4332	4458	4496	4582	4542	4668
Densidad Humeda (g/cm ³)	1.670	1.625	1.524	1.575	1.561	2.016
Densidad Seca (g/cm ³)	1.667	1.638	1.706	1.684	1.738	1.712
% Humedad	12.97%	17.51%	12.76%	17.46%	12.83%	17.71%

Penetración (pulg.)	32 GOLPES		CBR (%)	25 GOLPES		CBR (%)	56 GOLPES		CBR (%)
	CARGA (kg)	Esfuerzo kg/cm ²		CARGA (kg)	Esfuerzo kg/cm ²		CARGA (kg)	Esfuerzo kg/cm ²	
0.000	0	0.00		0	0.00		0.00	0.00	
0.025	13	0.63		15	0.76		16.97	0.84	
0.050	37	1.81		44	2.18		48.44	2.39	
0.075	56	2.78		66	3.35		74.52	3.68	
0.100	70	3.48	4.95	85	4.19	5.96	83.17	4.60	6.54
0.125	79	3.83		94	4.62		102.73	5.07	
0.150	88	4.24		104	5.12		113.74	5.61	
0.175	93	4.60		113	5.56		123.41	6.05	
0.200	101	4.98	4.72	122	6.00	5.69	133.41	6.58	6.24
0.300	129	6.35		145	7.66		170.28	8.40	
0.400	153	7.53		184	9.08		201.75	9.95	
0.500	160	7.90		194	9.57		205.36	10.13	

Número de Golpes	CBR (%)		Densidad Seca (Sin Remojado)	Densidad Seca (Remojado)		CBR% Corregido al	
	0.1"	0.2"		0.1 pulg	0.2 pulg		
56	6.54	6.24	1.738 g/cm ³	1.712 g/cm ³	6.54	6.24	
25	5.96	5.69	1.706 g/cm ³	1.684 g/cm ³	5.96	5.69	
12	4.95	4.72	1.657 g/cm ³	1.638 g/cm ³	4.95	4.72	

GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
 Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
 ASesor TÉCNICO CIP 10349
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
 CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGÍA

JR 26 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO
 (ALTURA DEL PUENTE CARRIÓN)
 ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.
 RUC. 20568764995,

CEL 968111156, RPM #968111156

Figura 41

Gráfico del CBR C-5.



GEOLUMAS SAC
MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RUC 20568764995

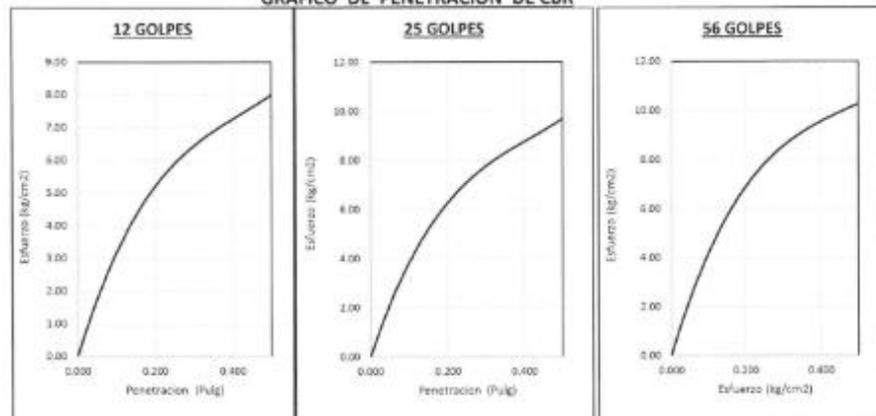
ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO); NORMAS: MTC E132 // ASTM D-1883 // T-193

SOLICITADO POR: DIAS GONZALES, JUANA PAOLA – FARRO GARCIA, PRYSCILLA LISSET
 OBRA: DISEÑO ESTRUCTURAL EN PAVIMENTO FLEXIBLE DE ALTO TRÁNSITO EN LA CARRETERA AGUA BLANCA - BARRO NEGRO, APLICANDO LA METODOLOGÍA AASHTO – 93 EN SANCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023
 UBICACIÓN: AGUA BLANCA – BARRO NEGRO
 F. EMISIÓN: 22 DE AGOSTO DEL 2023

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA: C-5
 PROFUNDIDAD: 1.50 mts
 LADO: DERECHO
 COORDENADAS: M-1
 ESTRATO: SUPERFICIAL

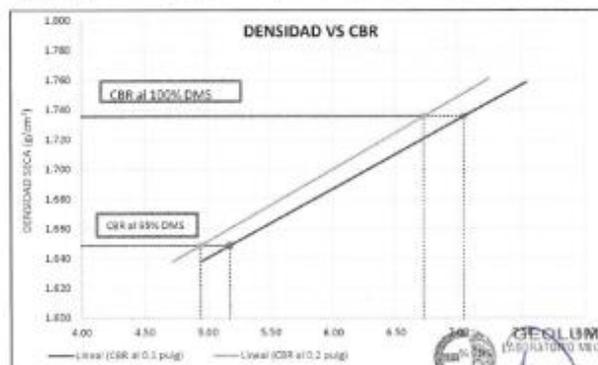
GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



Densidad Seca Maxima (g/cm ³)	1.735	Hinchamiento	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES
95% de la MDS (g/cm ³)	1.649	mm	10.98	5.24	2.67
Humedad Optima %	12.87	s (%)	9.416%	4.502%	2.264%

Al 0.1 pulg	
% CBR al 100% MDS	7.04
% CBR al 95% MDS	5.18

Al 0.2 pulg	
% CBR al 100% MDS	6.72
% CBR al 95% MDS	4.94



GEOLUMAS SAC
 INGENIERIA MECANICA DE SUELOS
 Ing. Civil Edwin Peña Duchas
 ASISTENTE TECNICO C.R. 14849
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS
 (Ingeniería Geotécnica y Geología)

JR 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO
 (ALTURA DEL PUENTE CARRION)
 ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.
 RUC. 20568764995,

CEL 988111156, RPM #988111156

Figura 42

Ensayo del CBR C-6.



GEOLUMAS SAC
MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RUC 20568764995

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

SOLICITADO POR: DIAS GONZALES, JUANA PAOLA - FARRO GARCIA, PRYSCILLA LISSET
 OBRA: DISEÑO ESTRUCTURAL EN PAVIMENTO FLEXIBLE DE ALTO TRÁNSITO EN LA CARRETERA AGUA BLANCA - BARRO NEGRO, APLICANDO LA METODOLOGÍA AASHTO - 93 EN SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023
 UBICACIÓN: AGUA BLANCA - BARRO NEGRO
 F. EMISIÓN: 22 DE AGOSTO DEL 2023

ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO); NORMAS: MTC E132 // ASTM D-1883 // T-193

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-6 PROFUNDIDAD : 1.50 mts
 PROGRESIVA : COORDENADAS : IZQUIERDO
 MUESTRA : M-1 ESTRATO : SUPERFICIAL

DATOS DE LA COMPACTACION

	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Número de Golpes	12	25	25	56	56	56
Código de Molde	Mold 8	Mold 2	Mold 2	Mold 3	Mold 3	Mold 3
Masa de Molde	4863	4773	4773	4156	4156	4156
Masa de Molde Compactado	9160	9339	9284	9385	8755	8857
COGIGO DE TARA	T1A	M-10	N6	10	8-43	8
Masa de Tara	47.5696	79.5862	78.615	68.914	45.6292	78.616
Tara + Muestra Humeda	318.2554	337.6594	535.5802	407.5138	359.974	450.2026
Tara + Muestra Seca	280	294	472	350	316	389

Masa de Suelo Humedo	4297	4476	4511	4612	4617	4719
Densidad Humeda (g/cm ³)	1.660	1.633	1.648	1.591	1.664	2.038
Densidad Seca (g/cm ³)	1.663	1.668	1.677	1.663	1.715	1.702
% humedad	16.46%	20.36%	18.16%	20.46%	16.28%	19.72%

Penetración (pulg.)	12 GOLPES			CBR (%)	25 GOLPES			CBR (%)	56 GOLPES			CBR (%)
	ESFUERZO (kg/cm ²)	CARGA (kg)	ESFUERZO (kg/cm ²)		ESFUERZO (kg/cm ²)	CARGA (kg)	ESFUERZO (kg/cm ²)		CARGA (kg)	ESFUERZO (kg/cm ²)	CARGA (kg)	
0.050	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0.00	
0.025	15	0.72	18	0.87	15.28	0.95	19.28	0.95	21.30	1.03	1.11	
0.050	41	2.05	50	2.47	55.00	2.72	64.66	2.72	74.66	4.18	4.48	
0.075	64	3.15	77	3.80	84.66	4.18	105.86	5.22	116.71	5.76	6.16	
0.100	80	3.93	96	4.75	105.86	5.22	129.22	6.38	140.20	6.92	7.32	
0.125	88	4.34	106	5.24	116.71	5.76	140.20	6.92	151.57	7.48	7.88	
0.150	97	4.80	118	5.40	129.22	6.38	151.57	7.48	163.00	7.94	8.34	
0.175	106	5.21	128	6.29	140.20	6.92	174.66	8.48	193.45	9.54	10.04	
0.200	114	5.63	138	6.80	151.57	7.48	205.00	9.04	226.20	11.31	11.81	
0.300	146	7.19	176	8.68	193.45	9.54	258.00	11.31	289.00	14.58	15.08	
0.400	173	8.52	209	10.29	226.20	11.31	312.00	13.58	345.00	16.85	17.35	
0.500	181	8.93	219	10.80	233.00	11.45	345.00	16.85	378.00	19.12	19.62	

Número de Golpes	CBR (%) a 0.1"	CBR (%) a 0.2"	Densidad Seca (Sin Remojar)	Densidad Seca (Remojado)	CBR% Corregido al 0.1 pulg	CBR% Corregido al 0.2 pulg
56	7.43	7.09	1.715 g/cm ³	1.702 g/cm ³	7.43	7.09
25	6.76	6.45	1.677 g/cm ³	1.653 g/cm ³	6.76	6.45
12	5.60	5.34	1.683 g/cm ³	1.668 g/cm ³	5.60	5.34


GEOLUMAS SAC
 LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
 Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
 INGENIERO TÉCNICO, CP 18414
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETO, GEOTECNIA Y OCEANOGRÁFICA

JR 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO
 (ALTURA DEL PUENTE CARRIÓN)
 ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.
 RUC. 20568764995.

CEL 968111156, RPM #968111156

Figura 43

Gráfico del CBR C-6.



GEOLUMAS SAC

MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RUC 20568764995

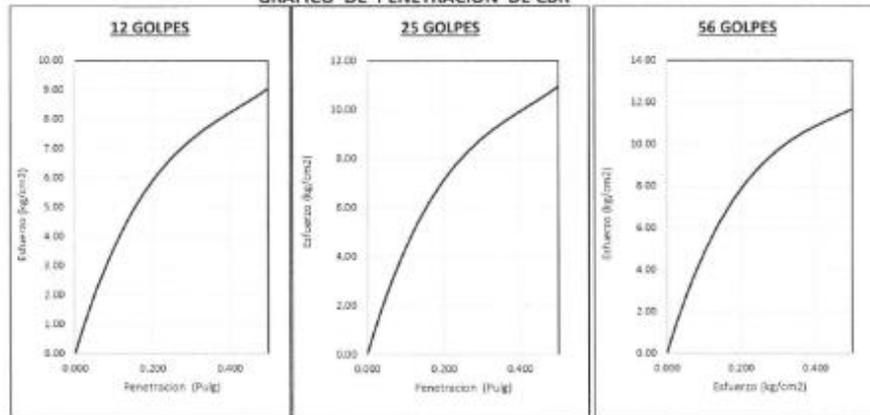
ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO); NORMAS: MTC E132 // ASTM D-1883 // T-193

SOLICITADO POR: DIAS GONZALES, JUANA PAOLA – FARRO GARCIA, PRYSILLA LISSET
OBRA : DISEÑO ESTRUCTURAL EN PAVIMENTO FLEXIBLE DE ALTO TRÁNSITO EN LA CARRETERA AGUA BLANCA - BARRO NEGRO, APLICANDO LA METODOLOGÍA AASHTO – 93 EN SANCHEZ CARRION, LA LIBERTAD, 2023
UBICACIÓN: AGUA BLANCA – BARRO NEGRO
F. EMISIÓN: 22 DE AGOSTO DEL 2023

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-6
 PROFUNDIDAD: 1.50 mts
 PROGRESIVA :
 COORDENADAS :
 MUESTRA : M-1
 LADO: IZQUIERDO
 ESTRATO: SUPERFICIAL

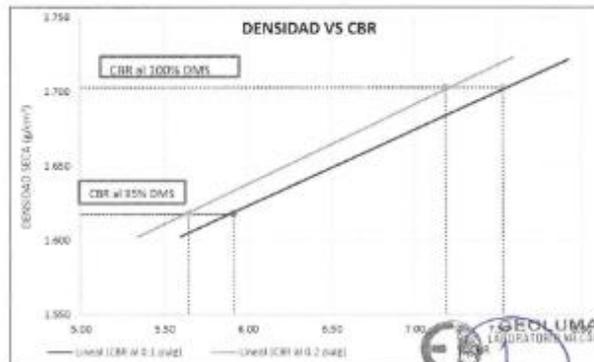
GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



Densidad Seca Máxima (g/cm ³)	1.703	Hinchamiento	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES
95% de la MDS (g/cm ³)	1.518	mm	7.31	3.62	1.19
Humedad Óptima %	16.48	% (%)	0.287%	3.110%	1.022%

Al 0.1 pulg	
% CBR al 100% MDS	7.53
% CBR al 95% MDS	5.91

Al 0.2 pulg	
% CBR al 100% MDS	7.19
% CBR al 95% MDS	5.61



GEOLUMAS SAC
 LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
 Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
 ASESOR TÉCNICO - CP 14411
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 LABORATORIO DE SUELOS Y ASFALTO

JR 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO
 (ALTURA DEL PUENTE CARRION)
 ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.
 RUC, 20568764995,

CEL 968111156, RPM #968111156

Figura 44

Ensayo del Proctor Modificado C-1.



GEOLUMAS SAC
MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RUC 20568764995

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

SOLICITADO POR: DIAS GONZALES, JUANA PAOLA – FARRO GARCIA, PRYSCILLA LISSET

OBRA : DISEÑO ESTRUCTURAL EN PAVIMENTO FLEXIBLE DE ALTO TRÁNSITO EN LA CARRETERA AGUA BLANCA - BARRO NEGRO, APLICANDO LA METODOLOGÍA AASHTO – 93 EN SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023

UBICACIÓN: AGUA BLANCA – BARRO NEGRO

F. EMISIÓN: 22 DE AGOSTO DEL 2023

**ENSAYO PROCTOR MODIFICADO
(2,700kN-m/m3 (56,000 pie-lbf/pie³))
MTC E115 // ASTM D1557**

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-1 PROFUNDIDAD: : 1,50 mts
PROGRESIVA : LADO: : DERECHO
COORDENADAS : ESTRATO : SUPERFICIAL
MUESTRA : M-1

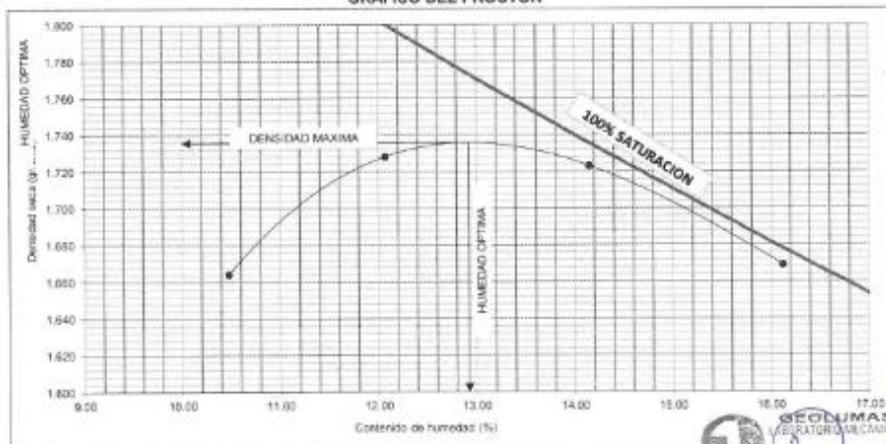
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	951.95				PESO DEL MOLDE (gr.)	1818				METODO	A
NUMERO DE ENSAYOS	1				2	3	4				
PESO SUELO COMPACTADO + MOLDE	3568				3682	3690	3693				
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	1750				1844	1872	1845				
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	1.838				1.937	1.966	1.938				

CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE Nro.	F-3	S-2	R-3	D-25
PESO SUELO HUMEDO + TARA	781.00	778.00	789.00	701.00
PESO SUELOS SECO + TARA	725.00	701.00	700.00	612.00
PESO DE LA TARA	74.00	63.00	71.00	60.00
PESO DE AGUA	68.00	77.00	89.00	89.00
PESO DE SUELO SECO	649.00	638.00	629.00	552.00
CONTENIDO DE HUMEDAD	10.48	12.07	14.15	16.12
PESO VOLUMETRICO SECO	1.694	1.728	1.723	1.609

DENSIDAD MAXIMA SECA: 1,736 gr/cm³
HUMEDAD OPTIMA: 12.92 %

GRAFICO DEL PROCTOR



JR 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO
(ALTURA DEL PUENTE CARRION)
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.
RUC. 20568764995.

GEOLUMAS SAC
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ABSORBENTE TECNICO, CIP 125416
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA
CEL 968111156, RPM #968111156

Figura 45

Ensayo del Proctor Modificado C-2.



GEOLUMAS SAC
MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RUC 20568764995

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

SOLICITADO POR: DIAS GONZALES, JUANA PAOLA – FARRO GARCIA, PRYSCILLA LISSET

OBRA : DISEÑO ESTRUCTURAL EN PAVIMENTO FLEXIBLE DE ALTO TRÁNSITO EN LA CARRETERA AGUA BLANCA - BARRO NEGRO, APLICANDO LA METODOLOGÍA AASHTO – 93 EN SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023

UBICACIÓN: AGUA BLANCA – BARRO NEGRO

F. EMISIÓN: 22 DE AGOSTO DEL 2023

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO
(2,700kN-m/m³ (56,000 pie-lbf/pie³))
MTC E115 // ASTM D1557

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA :	C-2	PROFUNDIDAD :	1.50 mts
PROGRESIVA :		LADO :	IZQUIERDO
COORDENADAS :		ESTRATO :	SUPERFICIAL
MUESTRA :	M-1		

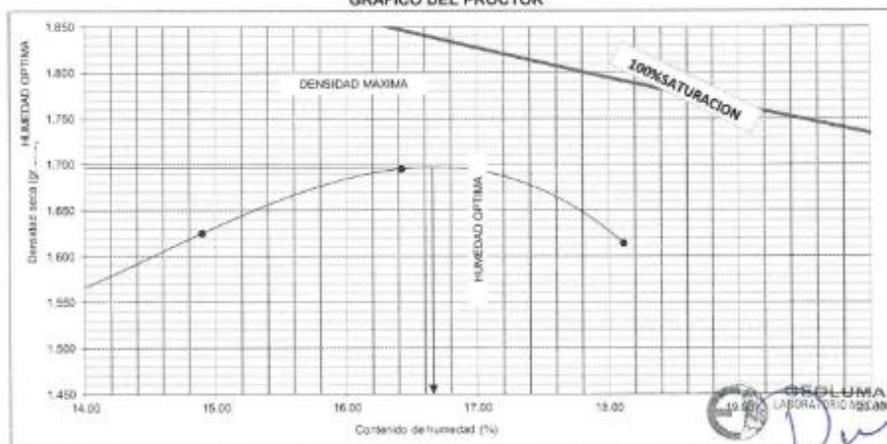
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	PESO DEL MOLDE (gr.)			METODO	A
951.95	1816	1816	1816	A	
NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4	
PESO SUELO COMPACTADO + MOLDE	3436	3594	3655	3531	
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	1620	1778	1879	1813	
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	1.702	1.867	1.973	1.907	

CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE Nro.	T-01	T-25	M-45	LO-01
PESO SUELO HUMEDO + TARA	433.50	422.95	290.61	349.69
PESO SUELOS SECO + TARA	392.04	377.28	261.00	308.00
PESO DE LA TARA	71.80	70.70	80.70	77.80
PESO DE AGUA	40.56	45.67	29.61	41.69
PESO DE SUELO SECO	321.14	306.58	180.30	230.20
CONTENIDO DE HUMEDAD	12.63	14.90	16.42	18.11
PESO VOLUMETRICO SECO	1.511	1.625	1.695	1.614

DENSIDAD MAXIMA SECA:	1.697 gr/cm ³
HUMEDAD OPTIMA:	16.66 %

GRAFICO DEL PROCTOR



GEOLUMAS SAC
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
Ing. Civil Edwin Peña Doñas
ASESOR TECNICO - CIP 15618
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA

JR 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO
(AL TURA DEL PUENTE CARRION)
ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.
RUC. 20568764995,

CEL 968111156, RPM #968111156

Figura 46

Ensayo del Proctor Modificado C-3.



GEOLUMAS SAC
MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RUC 20568764995

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

SOLICITADO POR: DIAS GONZALES, JUANA PAOLA – FARRO GARCIA, PRYSCILLA LISSET

OBRA : DISEÑO ESTRUCTURAL EN PAVIMENTO FLEXIBLE DE ALTO TRÁNSITO EN LA CARRETERA AGUA BLANCA - BARRO NEGRO, APLICANDO LA METODOLOGÍA AASHTO – 93 EN SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023

UBICACIÓN: AGUA BLANCA – BARRO NEGRO

F. EMISIÓN: 22 DE AGOSTO DEL 2023

**ENSAYO PROCTOR MODIFICADO
(2,700kN-m/m3 (56,000 pie-lbf/pie³))
MTC E115 // ASTM D1557**

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-3 PROFUNDIDAD: 1.50 mts
PROGRESIVA : LADO: DERECHO
COORDENADAS : ESTRATO: SUPERFICIAL
MUESTRA : M-1

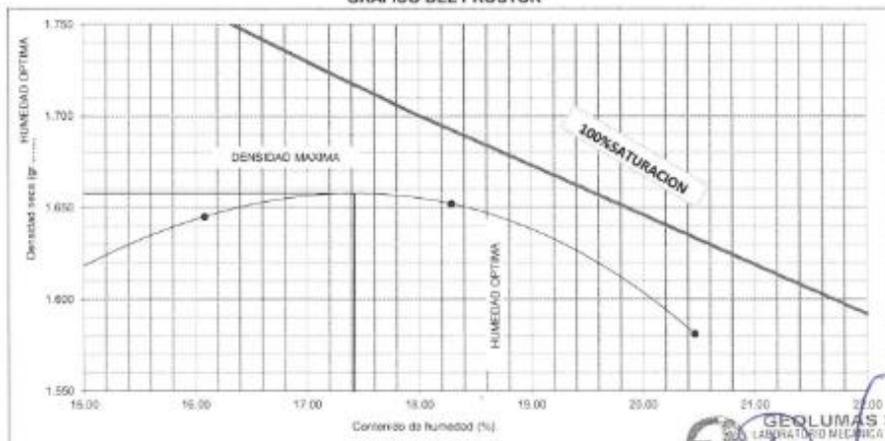
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	951.95	PESO DEL MOLDE (gr.)	1817	METODO	A
NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4	
PESO SUELO COMPACTADO + MOLDE	3616	3636	3677	3630	
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	1701	1818	1800	1813	
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	1.787	1.910	1.934	1.905	

CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE Nro.	T-01	T-25	M-45	LD-01
PESO SUELO HUMEDO + TARA	533.05	520.96	369.21	436.96
PESO SUELOS SECO + TARA	463.00	465.00	332.00	384.00
PESO DE LA TARA	118.33	117.06	128.53	125.21
PESO DE AGUA	50.05	55.96	37.21	52.96
PESO DE SUELO SECO	384.67	347.94	203.47	258.79
CONTENIDO DE HUMEDAD	13.72	16.08	18.29	20.46
PESO VOLUMETRICO SECO	1.571	1.645	1.652	1.581

DENSIDAD MAXIMA SECA: 1.658 gr/cm³
HUMEDAD OPTIMA: 17.43 %

GRAFICO DEL PROCTOR



GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

JR 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO
(ALTURA DEL PUENTE CARRIÓN)
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.
RUC. 20568764995,

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
INGENIERO TECNICO, CIP 1-5416
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA
CEL 968111156, RPM #968111156

Figura 47

Ensayo del Proctor Modificado C-4.



GEOLUMAS SAC
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RUC 20568764995

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

SOLICITADO POR: DIAS GONZALES, JUANA PAOLA – FARRO GARCIA, PRYSCILLA LISSET

OBRA: DISEÑO ESTRUCTURAL EN PAVIMENTO FLEXIBLE DE ALTO TRÁNSITO EN LA CARRETERA AGUA BLANCA - BARRO NEGRO, APLICANDO LA METODOLOGÍA AASHTO – 93 EN SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023

UBICACIÓN: AGUA BLANCA – BARRO NEGRO

F. EMISIÓN: 22 DE AGOSTO DEL 2023

**ENSAYO PROCTOR MODIFICADO
(2,700kN-m/m³ (56,000 pie-lbf/pie³))
MTC E115 // ASTM D1557**

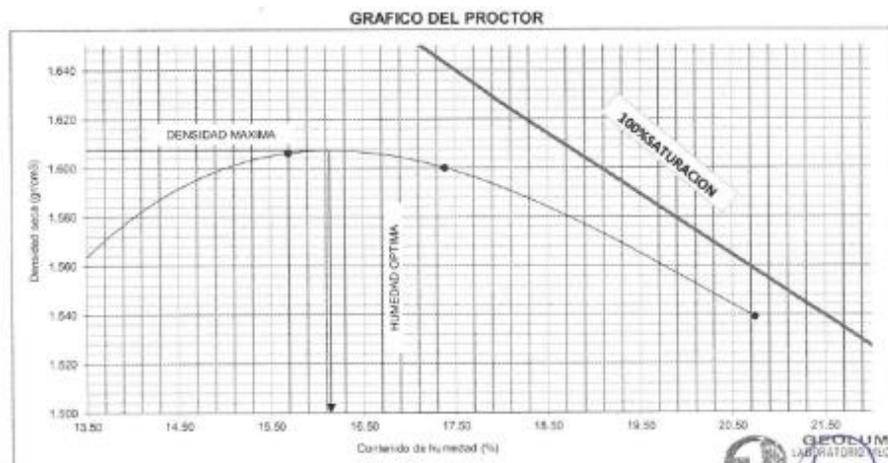
DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	:	C-4	PROFUNDIDAD:	:	1.50 mts
PROGRESIVA	:		LADO:	:	IZQUIERDO
COORDENADAS	:		ESTRATO	:	SUPERFICIAL
MUESTRA	:	M-1			

VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	851.95	PESO DEL MOLDE (gr.)	1818 <th>METODO</th> <td>A</td>	METODO	A
NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4	
PESO SUELO COMPACTADO + MOLDE	3475	3587	3606	3587	
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	1627	1769	1789	1799	
PESO VOLUMETRIC HUMEDO	1.741	1.858	1.878	1.858	

CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE No.	D-23	F-6	W-14	A-8	
PESO SUELO HUMEDO + TARA	719.05	707.00	718.00	631.00	
PESO SUELOS SECO + TARA	645.00	621.00	621.00	536.00	
PESO DE LA TARA	73.00	73.00	63.00	78.00	
PESO DE AGUA	74.05	86.00	97.00	95.00	
PESO DE SUELO SECO	572.00	548.00	558.00	458.00	
CONTENIDO DE HUMEDAD	12.95	15.69	17.38	20.74	
PESO VOLUMETRIC SECO	1.541	1.446	1.440	1.539	

DENSIDAD MAXIMA SECA: 1.687 gr/cm³
HUMEDAD OPTIMA: 16.14 %



JR 26 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO
(ALTURA DEL PUENTE CARRION)
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.
RUC. 20568764995,

GEOLUMAS SAC
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO - CP 14319
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLÓGIA

CEL 968111156, RPM #968111156

Figura 48

Ensayo del Proctor Modificado C-5.



GEOLUMAS SAC
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RUC 20568764995

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

SOLICITADO POR: DIAS GONZALES, JUANA PAOLA – FARRO GARCIA, PRYSILLA LISSET

OBRA : DISEÑO ESTRUCTURAL EN PAVIMENTO FLEXIBLE DE ALTO TRÁNSITO EN LA CARRETERA AGUA BLANCA - BARRO NEGRO, APLICANDO LA METODOLOGÍA AASHTO – 93 EN SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023

UBICACIÓN: AGUA BLANCA – BARRO NEGRO

F. EMISIÓN: 22 DE AGOSTO DEL 2023

**ENSAYO PROCTOR MODIFICADO
(2,700kN-m/m3 (56,000 pie-lbf/pie³))
MTC E115 // ASTM D1557**

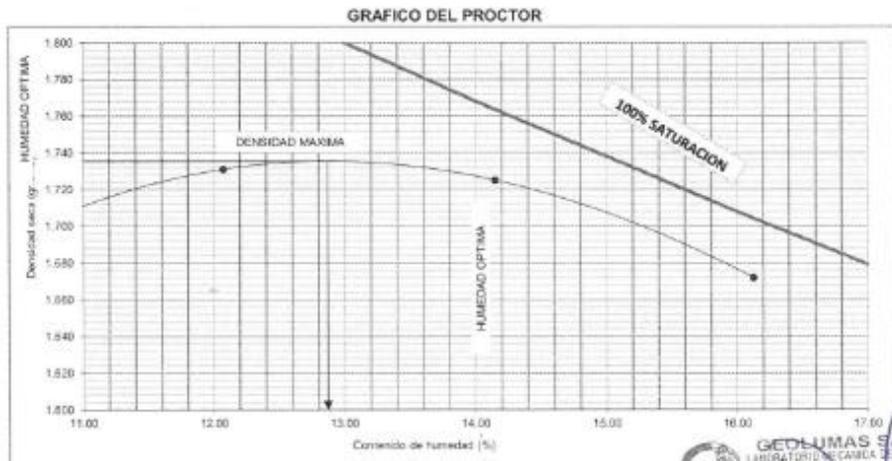
DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	:	C-5	PROFUNDIDAD:	:	1.50 mts
PROGRESIVA	:		LADO:	:	DERECHO
COORDENADAS	:		ESTRATO	:	SUPERFICIAL
MUESTRA	:	M-1			

VOLUMEN DEL MOLDE (cm³)	PESO DEL MOLDE (gr.) :		MÉTODO	
961.95	1818	1818	A	A
NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4
PESO SUELO COMPACTADO + MOLDE	3571	3665	3693	3698
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	1751	1847	1873	1848
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	1.841	1.940	1.970	1.941

CONTENIDO DE HUMEDAD				
RECIPIENTE Nro.	F-3	S-2	R-3	D-25
PESO SUELO HUMEDO + TARA	798.00	786.00	787.00	709.00
PESO SUELOS SECO + TARA	734.00	709.00	708.00	620.00
PESO DE LA TARA	82.00	71.00	79.00	68.00
PESO DE AGUA	65.00	77.00	89.00	89.00
PESO DE SUELO SECO	652.00	638.00	629.00	552.00
CONTENIDO DE HUMEDAD	9.97	12.07	14.15	16.12
PESO VOLUMETRICO SECO	1.675	1.731	1.725	1.672

DENSIDAD MAXIMA SECA: 1.735 gr/cm³
HUMEDAD OPTIMA: 12.87 %



JR 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO
(ALTURA DEL PUENTE CARRIÓN)
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.
RUC. 20568764995,

GEOLUMAS SAC
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO - OF 120418
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLÓGIA
CEL 968111156, RPM #968111156

Figura 49

Ensayo del Proctor Modificado C-6.



GEOLUMAS SAC
MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RUC 20568764995

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

SOLICITADO POR: DIAS GONZALES, JUANA PAOLA – FARRO GARCIA, PRYSCILLA LISSET

OBRA : DISEÑO ESTRUCTURAL EN PAVIMENTO FLEXIBLE DE ALTO TRÁNSITO EN LA CARRETERA AGUA BLANCA - BARRO NEGRO, APLICANDO LA METODOLOGÍA AASHTO – 93 EN SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023

UBICACIÓN: AGUA BLANCA – BARRO NEGRO

F. EMISIÓN: 22 DE AGOSTO DEL 2023

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO
(2,700kN-m/m³ (56,000 pie-lbf/pie³))
MTC E115 // ASTM D1557

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	:	C-6	PROFUNDIDAD:	:	1.50 mts
PROGRESIVA	:		LADO:	:	IZQUIERDO
COORDENADAS	:		ESTRATO	:	SUPERFICIAL
MUESTRA	:	M-1			

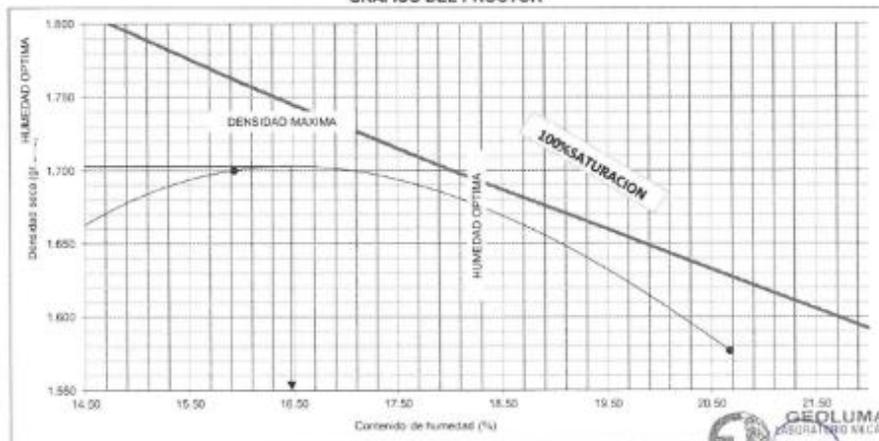
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	951.95	PESO DEL MOLDE (gr.)	1817	METODO	A
NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4	
PESO SUELO COMPACTADO + MOLDE	3535	3693	3704	3628	
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	1718	1876	1987	1811	
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	1.885	1.971	1.982	1.903	

CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE Nro.	T-01	T-25	M-45	LD-01
PESO SUELO HUMEDO + TARA	473.36	461.86	317.34	381.86
PESO SUELOS SECO + TARA	427.00	409.00	282.00	331.00
PESO DE LA TARA	78.41	77.20	88.12	84.96
PESO DE AGUA	46.36	52.86	35.34	50.86
PESO DE SUELO SECO	348.59	331.80	193.88	246.04
CONTENIDO DE HUMEDAD	13.30	15.93	18.23	20.67
PESO VOLUMETRICO SECO	1.593	1.700	1.677	1.577

DENSIDAD MAXIMA SECA: 1.705 gr/cm³
HUMEDAD OPTIMA: 16.48 %

GRAFICO DEL PROCTOR



JR 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO
(ALTURA DEL PUENTE CARRIÓN)
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.
RUC. 20568764995,

GEOLUMAS SAC
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
Ing. Civil *Edwin Peña Dueñas*
ABSORBOR TÉCNICO D.F. 11414
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGÍA
CEL 968111156, RPM #968111156

Figura 50

Análisis Granulométrico por Tamizado C-1.



GEOLUMAS SAC
MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RUC 20568764995

SOLICITANTE : DIAS GONZALES, JUANA PAOLA – FARRO GARCIA, PRYSCILLA LISSET
 DISEÑO ESTRUCTURAL EN PAVIMENTO FLEXIBLE DE ALTO TRÁNSITO EN LA
 CARRETERA AGUA BLANCA - BARRO NEGRO, APLICANDO LA METODOLOGIA
 PROYECTO : AASHTO – 93 EN SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023
 UBICACIÓN : AGUA BLANCA – BARRO NEGRO
 FECHA : 22 DE AGOSTO DEL 2023

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : **C-1**
 Muestra : **M-1**
 PROG :
 Prof. (m) : **1.50 mts**

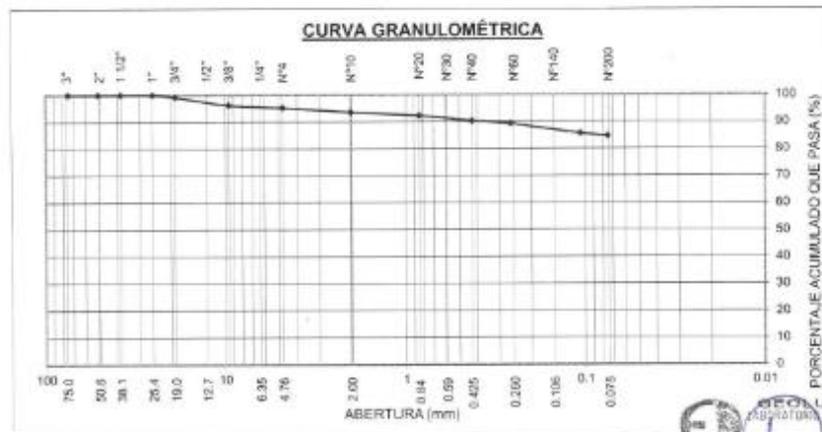
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D-422

Tamiz	Abertura (mm)	(%) Parcial	(%) Acumulado Rete	(%) Acumulado Pasa
3"	75.000	-	-	100.0
2"	50.800	-	-	100.0
1 1/2"	38.100	-	-	100.0
1"	25.400	-	-	100.0
3/4"	19.000	0.8	0.8	99.2
3/8"	9.525	3.1	3.9	96.1
Nº4	4.760	1.0	4.9	95.1
Nº10	2.000	1.6	6.4	93.6
Nº20	0.840	1.3	7.7	92.3
Nº40	0.425	2.0	9.8	90.2
Nº60	0.260	1.0	10.8	89.2
Nº140	0.106	3.6	14.4	85.6
Nº200	0.075	0.9	15.3	84.7
FONDO		84.7		

% grava	: 4.9
% arena	: 10.5
% finos	: 84.7

LIMITE DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
LIMITE LIQUIDO	: 34.2
LIMITE PLÁSTICO	: 21.7
INDICE PLÁSTICO	: 12.4

Clasificación SUCS ASTM D-2487 **CL**
 Clasificación AASTHO ASTM D-3282 **A-6(10)**
 Contenido de Humedad ASTM D-2216 **12.2%**



Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
 ASESOR TÉCNICO - CP 11516
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
 CIMENTACIÓN, GEOTECNIA Y GEOLÓGICA

JR 25 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO
 (ALTURA DEL PUENTE CARRIÓN)
 ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.
 RUC. 20568764995,

CEL 968111156, RPM #968111156

Figura 51

Límites de Consistencia C-1.



GEOLUMAS SAC
MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RUC 20568764995

SOLICITANTE : DIAS GONZALES, JUANA PAOLA – FARRO GARCIA, PRYSCILLA LISSET

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL EN PAVIMENTO FLEXIBLE DE ALTO TRÁNSITO EN LA CARRETERA AGUA BLANCA - BARRO NEGRO, APLICANDO LA METODOLOGÍA AASHTO – 93 EN SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023

UBICACIÓN : AGUA BLANCA – BARRO NEGRO

FECHA : 22 DE AGOSTO DEL 2023

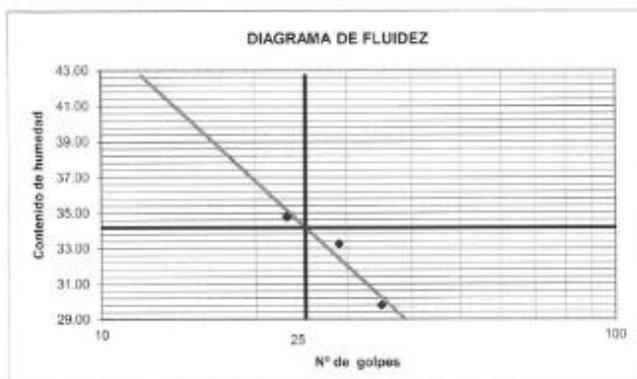
REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : C-1
Muestra : M-1
PROG :
Prof. (m) : 1.50 mts

LIMITES DE CONSISTENCIA

Prueba N°	LIMITE PLASTICO		LIMITE LIQUIDO		
	1	2	1	2	3
Tara N°	1	2	3	4	5
N° de golpes			35	25	23
Tara + suelo húmedo (gr)	18.17	18.16	67.99	68.90	68.34
Tara + suelo seco (gr)	17.00	16.98	61.80	62.58	61.74
Peso del agua (gr)	1.2	1.2	5.99	6.32	6.60
Peso de tara (gr)	11.58	11.58	43.04	43.57	42.76
Peso suelo seco (gr)	5.4	5.4	18.8	19.0	19.0
Contenido de humedad (%)	21.59	21.85	29.80	33.25	34.77

L Líquido 34.2
L Plástico 21.7
I Plástico 12.4



NOTA

JR 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO
(ALTURA DEL PUENTE CARRIÓN)
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.
RUC. 20568764995.

GEOLUMAS SAC
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ABESUR TECNICO - CP 19416
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
CÁLCULO, GEOTECNIA Y GEOLOGÍA

CEL 968111156, RPM #968111156

Figura 52

Perfil Estratigráfico C-1.



GEOLUMAS SAC
MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RUC 20568764995

PERFIL ESTRATIGRAFICO

PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL EN PAVIMENTO FLEXIBLE DE ALTO TRÁNSITO EN LA CARRETERA AGUA BLANCA - BARRO NEGRO, APLICANDO LA METODOLOGÍA AASHTO - 93 EN SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023

UBICACIÓN: AGUA BLANCA - BARRO NEGRO

FECHA: 2 DE AGOSTO DEL 2023

SOLICITANTE: DIAS GONZALES, JUANA PAOLA PROFUNDIDAD TOTAL (m) : 1.50 mts
FARRO GARCIA, PRYSCILLA PROF. NIVEL FREÁTICO (m) : N.P.

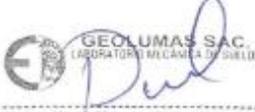
MUESTRA: M-1

CALICATA: C-1

PROGRESIVA:

PROF.	DESCRIPCIÓN DEL SUELO Clasificación litológica; forma del material granular; color; contenido de humedad; Índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compactación / consistencia; Otro: presencia de oxidaciones y material orgánico; porcentaje estimado de bolina / carnos, etc.	SUCS	GRANULOMETRÍA								
			4.75	7.5	20	60	100	200	75	200	
PROF.		AASHTO	4.75	7.5	20	60	100	200	75	200	MUESTRA
0.10 - 0.20	MATERIAL DE AFIRMADO CONTAMINADO	GC									
0.20 - 1.00	ARCILLAS LIMOSAS DE BAJA PLASTICIDAD CON PRESENCIA DE ARENA Y GRAVA DE COLOR MARRON CLARO	CL-ML									
1.00 - 1.50	ARCILLA INORGANICA DE MEDIA PLASTICIDAD DE COLOR MARRON OSCURO, TERRENO SEMI COMPACTO	CL									M-1
NO DETERMINADO											

OBSERVACIONES:


GEOLUMAS SAC
 LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
 Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
 INGENIERO TECNICO (SP-10246)
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS
 (CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLÓGIA)

JR 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO
 (ALTURA DEL PUENTE CARRION)
 ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.
 RUC: 20568764995.

CEL 968111156, RPM #968111156

Figura 53

Análisis Granulométrico por Tamizado C-2.



GEOLUMAS SAC
MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RUC 20568764995

SOLICITANTE : DIAS GONZALES, JUANA PAOLA – FARRO GARCIA, PRYSCILLA LISSET

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL EN PAVIMENTO FLEXIBLE DE ALTO TRÁNSITO EN LA CARRETERA AGUA BLANCA - BARRO NEGRO, APLICANDO LA METODOLOGÍA AASHTO – 93 EN SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023

UBICACIÓN : AGUA BLANCA – BARRO NEGRO

FECHA : 22 DE AGOSTO DEL 2023

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : **C-2**
Muestra : **M-1**
PROG :
Prof. (m) : **1.50 mts**

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D-422

Tamiz	Abertura (mm)	(%) Parcial	(%) Acumulado	
			Reté	Pasa
3"	75.000	0.1	0.1	99.9
2"	50.800	0.2	0.2	99.8
1 1/2"	38.100	0.2	0.5	99.5
1"	25.400	0.3	0.8	99.2
3/4"	19.000	0.4	1.1	98.9
3/8"	9.525	0.5	1.6	98.4
Nº4	4.760	0.6	2.1	97.9
Nº10	2.000	3.5	5.6	94.4
Nº20	0.840	2.8	8.4	91.6
Nº40	0.425	0.6	9.0	91.0
Nº60	0.260	2.3	11.3	88.7
Nº140	0.106	0.2	11.5	88.5
Nº200	0.075	0.4	11.9	88.1
FONDO				88.1

% grava	: 2.1
% arena	: 9.8
% finos	: 88.1

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
LIMITE LIQUIDO	: 17.8
LIMITE PLASTICO	: 11.4
INDICE PLASTICO	: 6.4

Clasificación SUCS ASTM D-2487 **CL-ML**
Clasificación AASTHO ASTM D-3282 **A-4(2)**
Contenido de Humedad ASTM D-2216 **10.7%**



GEOLUMAS SAC
LABORATORIO DE ENSAYOS DE SUELOS
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
INGENIERO EN MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGÍA

JR 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO
(ALTURA DEL PUENTE CARRION)
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.
RUC. 20568764995.

CEL 968111156, RPM #968111156

Figura 54 Figura 55

Límites de Consistencia C-2.



GEOLUMAS SAC
MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RUC 20568764995

SOLICITANTE : DIAS GONZALES, JUANA PAOLA – FARRO GARCIA, PRYSILLA LISSET

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL EN PAVIMENTO FLEXIBLE DE ALTO TRÁNSITO EN LA CARRETERA AGUA BLANCA - BARRO NEGRO, APLICANDO LA METODOLOGÍA AASHTO – 93 EN SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023

UBICACIÓN : AGUA BLANCA – BARRO NEGRO

FECHA : 22 DE AGOSTO DEL 2023

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : C-2

Muestra : M-1

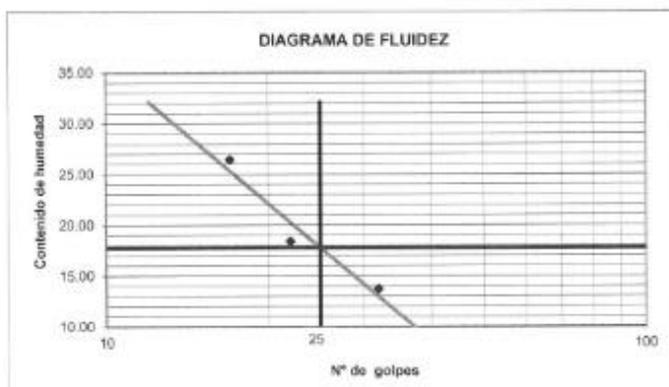
PROG :

Prof. (m) : 1.50 mts

LIMITES DE CONSISTENCIA

Prueba N°	LIMITE PLASTICO		LIMITE LIQUIDO		
	1	2	1	2	3
Tara N°	1	2	3	4	5
N° de golpes			32	22	17
Tara + suelo húmedo (gr)	48.25	48.55	70.45	61.02	61.55
Tara + suelo seco (gr)	46.42	46.80	67.25	58.32	57.68
Peso del agua (gr)	1.8	1.8	3.20	2.70	3.87
Peso de tara (gr)	30.80	30.95	43.55	43.62	43.03
Peso suelo seco (gr)	15.6	15.9	23.4	14.7	14.7
Contenido de humedad(%)	11.72	11.04	13.69	18.37	26.42

L Líquido 17.8
L Plástico 11.4
I Plástico 6.4



NOTA

JR 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO
(ALTURA DEL PUENTE CARRION)
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.
RUC: 20568764995,

GEOLUMAS SAC
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

[Firma]

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO - CP 115415
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGÍA

CEL 968111156, RPM #968111156

Figura 56

Perfil Estratigráfico C-2.



GEOLUMAS SAC
MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RUC 20568764995

PERFIL ESTRATIGRAFICO

PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL EN PAVIMENTO FLEXIBLE DE ALTO TRÁNSITO EN LA CARRETERA AGUA BLANCA - BARRO NEGRO, APLICANDO LA METODOLOGÍA AASHTO – 93 EN SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023

UBICACIÓN: AGUA BLANCA – BARRO NEGRO

FECHA: 2 DE AGOSTO DEL 2023

SOLICITANTE: DIAS GONZALES, JUANA PAOLA
FARRO GARCIA, PRYSCILLA

PROFUNDIDAD TOTAL (m): 1.50 mts
PROF. NIVEL FREÁTICO (m): N.P.

MUESTRA: M-1

CALICATA: C-2

PROGRESIVA:

Prof. (m)	DESCRIPCIÓN DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compactación / consistencia; Otros: presencia de sesosiones y material orgánico; porcentaje estimado de bolson / carnos, etc.	SUCS	GRANULOMETRÍA						
			4.75	4.75					
		AASHTO	%	%	%	%	%	%	%
0.10 - 0.20	MATERIAL DE AFIRMADO CONTAMINADO	GC							
0.20 - 0.50	GRAVAS LIMOSAS, MEZCLA DE GRAVA, ARENA Y LIMO DE COLOR MARRON	GM							
0.50 - 1.50	ARCILLAS LIMOSAS DE BAJA PLASTICIDAD DE COLOR MARRON CLARO, TERRENO SEMI COMPACTO	CL-ML							M-1
1.50	NO DETERMINADO								

OBSERVACIONES:

GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
INGENIERO TECNICO CP 115419
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA

JR 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO
(ALTURA DEL PUENTE CARRIÓN)
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.
RUC. 20568764995,

CEL 968111156, RPM #968111156

Figura 57

Análisis Granulométrico Por Tamizado C-3.



GEOLUMAS SAC
MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RUC 20568764995

SOLICITANTE : DIAS GONZALES, JUANA PAOLA – FARRO GARCIA, PRYSCILLA LISSET

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL EN PAVIMENTO FLEXIBLE DE ALTO TRÁNSITO EN LA
CARRETERA AGUA BLANCA - BARRO NEGRO, APLICANDO LA METODOLOGÍA
AASHTO – 93 EN SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023

UBICACIÓN : AGUA BLANCA – BARRO NEGRO

FECHA : 22 DE AGOSTO DEL 2023

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : C-3

Muestra : M-1

PROG :

Prof. (m) : 1.50 mts

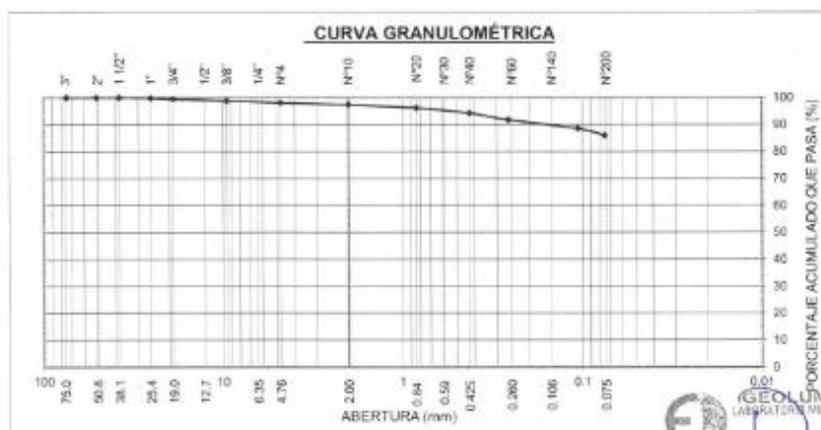
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D-422

Tamiz	Abertura (mm)	(%) Parcial	(%) Acumulado	
			Rete	Pasa
3"	75.000	-	-	100.0
2"	50.800	-	-	100.0
1 1/2"	38.100	-	-	100.0
1"	25.400	0.2	0.2	99.8
3/4"	19.000	0.4	0.6	99.4
3/8"	9.525	0.6	1.1	98.9
Nº4	4.760	0.8	2.0	98.0
Nº10	2.000	0.6	2.6	97.4
Nº20	0.840	1.3	3.9	96.1
Nº40	0.425	1.9	5.8	94.2
Nº60	0.260	2.5	8.3	91.7
Nº100	0.106	3.2	11.5	88.5
Nº200	0.075	2.5	14.0	86.0
FONDO		86.0		

% grava	: 2.0
% arena	: 12.0
% finos	: 86.0

LIMITE DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
LIMITE LIQUIDO	: 27.5
LIMITE PLASTICO	: 21.8
INDICE PLASTICO	: 5.7

Clasificación SUCS ASTM D-2487 : CL-ML
Clasificación AASTHO ASTM D-3282 : A-4(4)
Contenido de Humedad ASTM D-2216 : 10.5%



JR 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO
(ALTURA DEL PUENTE CARRIÓN)
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.
RUC. 20568764995,



Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
Ingeniero Técnico, CP 112485
Especialista en Mecánica de Suelos,
Concreto, Geotécnica y Geología

CEL 968111156, RPM #968111156

Figura 58

Límites de Consistencia C-3.



GEOLUMAS SAC
MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RUC 20568764995

SOLICITANTE : DIAS GONZALES, JUANA PAOLA – FARRO GARCIA, PRYSCILLA LISSET

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL EN PAVIMENTO FLEXIBLE DE ALTO TRÁNSITO EN LA CARRETERA AGUA BLANCA - BARRO NEGRO, APLICANDO LA METODOLOGÍA AASHTO – 93 EN SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023

UBICACIÓN : AGUA BLANCA – BARRO NEGRO

FECHA : 22 DE AGOSTO DEL 2023

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : C-3

Muestra : M-1

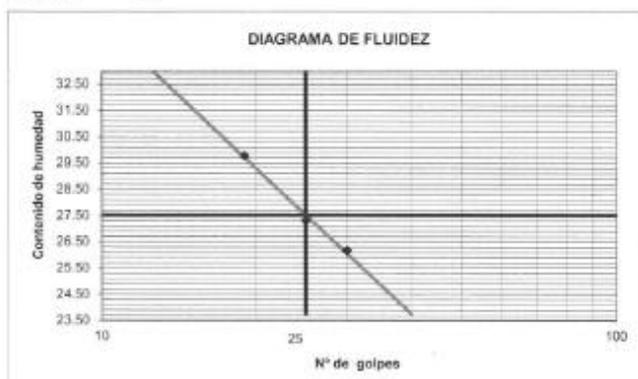
PROG :

Prof. (m) : 1.50 mts

LIMITES DE CONSISTENCIA

Prueba N°	LIMITE PLÁSTICO		LIMITE LÍQUIDO		
	1	2	1	2	3
Tara N°	1	2	3	4	5
N° de golpes			30	25	19
Tara + suelo húmedo (gr)	48.11	47.88	67.07	69.34	68.99
Tara + suelo seco (gr)	47.40	47.10	62.20	63.70	63.12
Peso del agua (gr)	0.7	0.8	4.87	5.64	5.87
Peso de tara (gr)	44.13	43.55	43.59	43.05	43.41
Peso suelo seco (gr)	3.3	3.6	18.5	20.7	19.7
Contenido de humedad(%)	21.71	21.97	26.17	27.31	29.78

L Líquido 27.5
L Plástico 21.8
I Plástico 5.7



NOTA

JR 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO
(ALTURA DEL PUENTE CARRIÓN)
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.
RUC: 20568764995,

GEOLUMAS SAC
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

[Firma]

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO - CP 125416
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
PAVIMENTO, GEOTECNIA Y GEOLOGÍA

CEL 968111156, RPM #968111156

Figura 59

Perfil Estratigráfico C-3.



GEOLUMAS SAC
MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RUC 20568764995

PERFIL ESTRATIGRAFICO

PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL EN PAVIMENTO FLEXIBLE DE ALTO TRÁNSITO EN LA CARRETERA AGUA BLANCA - BARRO NEGRO, APLICANDO LA METODOLOGÍA AASHTO – 93 EN SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023

UBICACIÓN: AGUA BLANCA – BARRO NEGRO

FECHA: 2 DE AGOSTO DEL 2023

SOLICITANTE: DIAS GONZALES, JUANA PAOLA
FARRO GARCIA, FRYSCILLA

PROFUNDIDAD TOTAL (m) : 1.50 mts
PROF. NIVEL FREÁTICO (m) : N.P.

MUESTRA: M-1

CALICATA: C-3

PROGRESIVA:

Prof. (m)	DESCRIPCIÓN DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compactación / consistencia; Otros: presencia de pedregales y material orgánico; porcentaje estimado de bolitas / cantos, etc.	SUCS	GRANULOMETRÍA						
			< 0.075	0.075 - 0.425	0.425 - 0.850	0.850 - 2.000	2.000 - 4.750	4.750 - 20.000	> 20.000
		AASHTO	%	%	%	%	%	%	MUESTRA
0.10 - 0.20	MATERIAL DE AFIRMADO CONTAMINADO	GC							
0.20 - 1.50	ARCILLA LIMOSA DE BAJA PLASTICIDAD DE COLOR MARRON OSCURO, TERRENO SEMI COMPACTO	CL-ML							M-1
1.50	NO DETERMINADO								

OBSERVACIONES:

GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TECNICO CP 14616
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS
CARRERAS DE INGENIERIA Y GEOLOGIA

JR 26 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO
(ALTURA DEL PUENTE CARRION)
ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.
RUC. 20568764995,

CEL 968111156, RPM #968111156

Figura 60

Análisis Granulométrico Por Tamizado C-4.



GEOLUMAS SAC
MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RUC 20568764995

SOLICITANTE : DIAS GONZALES, JUANA PAOLA – FARRO GARCIA, PRYSCILLA LISSET

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL EN PAVIMENTO FLEXIBLE DE ALTO TRÁNSITO EN LA CARRETERA AGUA BLANCA - BARRO NEGRO, APLICANDO LA METODOLOGÍA AASHTO – 93 EN SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023

UBICACIÓN : AGUA BLANCA – BARRO NEGRO

FECHA : 22 DE AGOSTO DEL 2023

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : **C-4**

Muestra : **M-1**

PROG :

Prof. (m) : **1.50 mts**

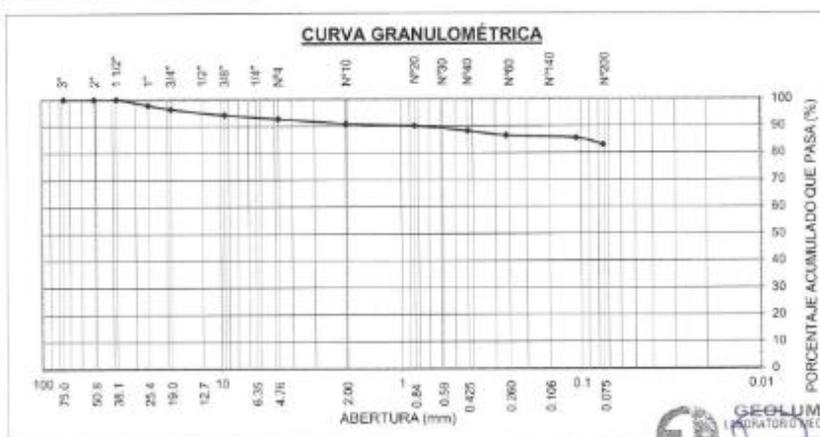
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D-422

Tamiz	Abertura (mm)	(%) Parcial	(%) Rete	(%) Acumulado Pasa
3"	75.000	-	-	100.0
2"	50.800	-	-	100.0
1 1/2"	38.100	-	-	100.0
1"	25.400	2.2	2.2	97.8
3/4"	19.000	1.5	3.7	96.3
3/8"	9.525	2.2	5.9	94.1
Nº4	4.760	1.5	7.4	92.6
Nº10	2.000	1.8	9.2	90.8
Nº20	0.840	0.7	10.0	90.0
Nº40	0.425	1.9	11.9	88.1
Nº60	0.260	1.7	13.6	86.4
Nº140	0.106	0.9	14.5	85.5
Nº200	0.075	2.6	17.1	82.9
FONDO		82.9		

% grava	: 7.4
% arena	: 9.7
% finos	: 82.9

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
LIMITE LIQUIDO	: 26.9
LIMITE PLASTICO	: 21.4
INDICE PLASTICO	: 5.6

Clasificación SUCS ASTM D-2487 : **CL-ML**
 Clasificación AASTHO ASTM D-3282 : **A-4(3)**
 Contenido de Humedad ASTM D-2216 : **10.6%**



JR 26 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO
(ALTURA DEL PUENTE CARRION)
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.
RUC. 20568764995.

GEOLUMAS SAC
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

[Signature]

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO - CP 13319
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO, GEOTÉCNICA Y GEOLÓGICA

CEL 968111156, RPM #968111156

Figura 61

Límites de Consistencia C-4.



GEOLUMAS SAC
MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RUC 20568764995

SOLICITANTE : DIAS GONZALES, JUANA PAOLA – FARRO GARCIA, PRYSCILLA LISSET

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL EN PAVIMENTO FLEXIBLE DE ALTO TRÁNSITO EN LA CARRETERA AGUA BLANCA - BARRO NEGRO, APLICANDO LA METODOLOGÍA AASHTO – 93 EN SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023

UBICACIÓN : AGUA BLANCA – BARRO NEGRO

FECHA : 22 DE AGOSTO DEL 2023

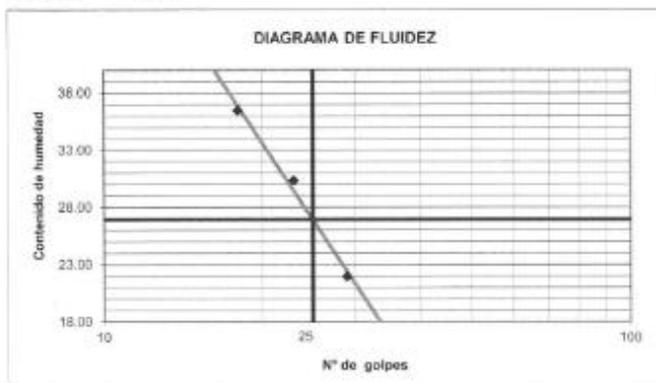
REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : C-4
Muestra : M-1
PROG :
Prof. (m) : 1.50 mts

LIMITES DE CONSISTENCIA

Prueba N°	LIMITE PLÁSTICO		LIMITE LÍQUIDO		
	1	2	1	2	3
Tara N°	1	2	10	11	12
N° de golpes			29	23	18
Tara + suelo húmedo (gr)	18.24	18.20	62.00	61.06	63.21
Tara + suelo seco (gr)	17.20	16.90	58.54	56.95	58.14
Peso del agua (gr)	1.0	1.3	3.46	4.20	5.07
Peso de tara (gr)	11.58	11.54	42.78	43.03	44.24
Peso suelo seco (gr)	5.6	5.4	15.8	13.8	13.9
Contenido de humedad(%)	18.51	24.25	21.95	30.37	36.47

L Líquido 26.9
L Plástico 21.4
I Plástico 5.6



NOTA

JR 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO
(ALTURA DEL PUENTE CARRIÓN)
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.
RUC. 20568764995,

GEOLUMAS SAC
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO, D.P. 15419
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOTEXILES.

CEL 968111156, RPM #968111156

Figura 62

Perfil Estratigráfico C-4.



GEOLUMAS SAC
MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RUC 20568764995

PERFIL ESTRATIGRAFICO

PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL EN PAVIMENTO FLEXIBLE DE ALTO TRÁNSITO EN LA CARRETERA AGUA BLANCA - BARRO NEGRO, APLICANDO LA METODOLOGÍA AASHTO - 93 EN SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023

UBICACIÓN: AGUA BLANCA - BARRO NEGRO

FECHA: 2 DE AGOSTO DEL 2023

SOLICITANTE: DIAS GONZALES, JUANA PAOLA
FARRO GARCIA, PRYSCILLA

MUESTRA: M-1

CALICATA: C-4

PROGRESIVA:

PROFUNDIDAD TOTAL (m) : 1.50 mts

PROF. NIVEL FREÁTICO (m) : N.P.

PROF. (m)	DESCRIPCIÓN DEL SUELO Clasificación técnica, forma del material granular, color, contenido de humedad, índice de plasticidad / compresibilidad, grado de compactación / consistencia, Otros: presencia de nodulaciones y material orgánico, porcentaje estimado de bolsones / canchales, etc.	SUCS	GRANULOMETRÍA							
			0.075	0.150	0.300	0.600	1.180	2.000	4.750	
0.10 - 0.40	MATERIAL DE AFIRMADO CONTAMINADO	GC								
0.40 - 1.50	ARCILLA LIMOSA DE BAJA PLASTICIDAD DE COLOR MARRON OSCURO, TERRENO SEMI COMPACTO	CL-ML								M-1
1.50	NO DETERMINADO									

OBSERVACIONES:

GEOLUMAS SAC
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGÍA

JR 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO
(ALTURA DEL PUENTE CARRIÓN)
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.
RUC: 20568764995,

CEL 968111156, RPM #968111156

Figura 63

Análisis Granulométrico Por Tamizado C-5.



GEOLUMAS SAC
MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RUC 20568764995

SOLICITANTE : DIAS GONZALES, JUANA PAOLA – FARRO GARCIA, PRYSCILLA LISSET

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL EN PAVIMENTO FLEXIBLE DE ALTO TRÁNSITO EN LA CARRETERA AGUA BLANCA - BARRO NEGRO, APLICANDO LA METODOLOGIA AASHTO – 93 EN SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023

UBICACIÓN : AGUA BLANCA – BARRO NEGRO

FECHA : 22 DE AGOSTO DEL 2023

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : **C-5**
Muestra : **M-1**
PROG :
Prof. (m) : **1.50 mts**

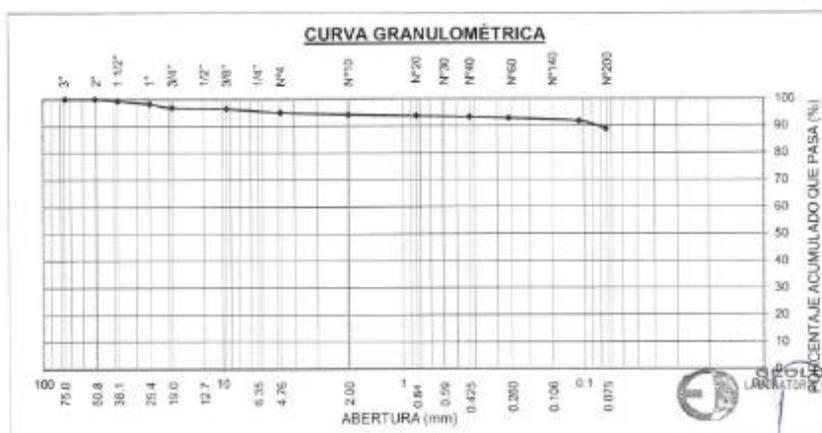
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D-422

Tamiz	Abertura (mm)	Parcial (%)	(% Acumulado)	
			Reten	Pasa
3"	75.000	-	-	100.0
2"	50.800	-	-	100.0
1 1/2"	38.100	0.7	0.7	99.3
1"	25.400	1.1	1.8	98.2
3/4"	19.000	1.5	3.3	96.7
3/8"	9.525	0.4	3.6	96.4
Nº4	4.750	1.5	5.1	94.9
Nº10	2.000	0.7	5.8	94.2
Nº20	0.840	0.5	6.3	93.7
Nº40	0.425	0.4	6.7	93.3
Nº60	0.250	0.4	7.2	92.8
Nº140	0.106	1.1	8.3	91.7
Nº200	0.075	2.9	11.2	88.8
FONDO				88.8

% grava	: 5.1
% arena	: 6.1
% finos	: 88.8

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
LIMITE LIQUIDO	: 30.6
LIMITE PLASTICO	: 16.5
INDICE PLASTICO	: 14.1

Clasificación SUCS ASTM D-2487 **CL**
Clasificación AASTHO ASTM D-3282 **A-6(11)**
Contenido de Humedad ASTM D-2216 **11.7%**



GEOLUMAS SAC
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ABSORBENTE DE IMPRESIÓN
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGÍA

JR 28 DE OCTUBRE Nº 429 EL TAMBO HUANCAYO
(ALTURA DEL PUENTE CARRIÓN)
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.
RUC. 20568764995.

CEL 968111156, RPM #968111156

Figura 64

Límites de Consistencia C-5.



GEOLUMAS SAC
MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RUC 20568764995

SOLICITANTE : DIAS GONZALES, JUANA PAOLA – FARRO GARCIA, PRYSCILLA LISSET

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL EN PAVIMENTO FLEXIBLE DE ALTO TRÁNSITO EN LA CARRETERA AGUA BLANCA - BARRO NEGRO, APLICANDO LA METODOLOGÍA AASHTO – 93 EN SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023

UBICACIÓN : AGUA BLANCA – BARRO NEGRO

FECHA : 22 DE AGOSTO DEL 2023

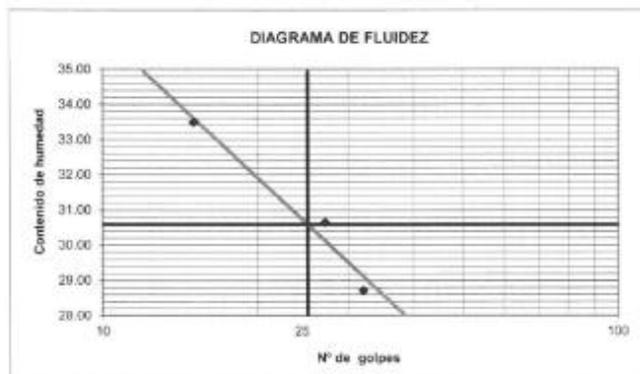
REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : C-5
Muestra : M-1
PROG :
Prof. (m) : 1.50 mts

LIMITES DE CONSISTENCIA

Prueba Nº	LIMITE PLÁSTICO		LIMITE LÍQUIDO		
	1	2	1	2	3
Tara Nº	1	2	19	9	15
Nº de golpes			32	27	15
Tara + suelo húmedo (gr)	17.52	17.47	73.19	72.66	73.59
Tara + suelo seco (gr)	16.72	16.60	66.40	65.70	66.01
Peso del agua (gr)	0.8	0.9	6.79	6.96	7.58
Peso de tara (gr)	11.71	11.48	42.75	42.09	43.38
Peso suelo seco (gr)	5.0	5.1	23.7	22.7	22.6
Contenido de humedad (%)	15.97	16.09	28.71	30.65	33.50

L Líquido 30.6
L Plástico 16.5
I Plástico 14.1



NOTA

JR 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO
(ALTURA DEL PUENTE CARRION)
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.
RUC. 20568764995,

GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO - OF 19416
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGÍA.

CEL 968111156, RPM #968111156

Figura 65

Perfil Estratigráfico C-5.



GEOLUMAS SAC
MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RUC 20568764995

PERFIL ESTRATIGRAFICO

PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL EN PAVIMENTO FLEXIBLE DE ALTO TRÁNSITO EN LA CARRETERA AGUA BLANCA - BARRO NEGRO, APLICANDO LA METODOLOGÍA AASHTO – 93 EN SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023

UBICACIÓN: AGUA BLANCA – BARRO NEGRO

FECHA : 2 DE AGOSTO DEL 2023

SOLICITANTE: DIAS GONZALES, JUANA PAOLA PROFUNDIDAD TOTAL (m) : 1.50 mts
FARRO GARCIA, PRYSCILLA PROF. NIVEL FREÁTICO (m) : N.P.

MUESTRA: M-1

CALICATA: C-5

PROGRESIVA:

PROF. (m)	DESCRIPCIÓN DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; Índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compactación / consistencia; Otros: presencia de coqueles y material orgánico; porcentaje estimado de bolitas / cenizas, etc.	SUCS	GRANULOMETRÍA						
			0.075	0.150	0.300	0.600	1.18	2.0	75
		AASHTO	CU	UC	US	US	US	US	MUESTRA
0.10 - 0.20	MATERIAL DE AFIRMADO CONTAMINADO	GC							
0.20 - 0.80	ARCILLAS LIMOSAS DE BAJA PLASTICIDAD CON PRESENCIA DE ARENA Y GRAVA DE COLOR MARRON CLARO	CL-ML							
0.80 - 1.50	ARCILLA INORGANICA DE MEDIA PLASTICIDAD DE COLOR MARRON OSCURO, TERRENO SEMI COMPACTO	CL							M-1
NO DETERMINADO									

OBSERVACIONES:


GEOLUMAS SAC
LABORATORIO AVANZADO DE SUELOS
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO (CP 1049)
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLÓGIA

JR 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO
(ALTURA DEL PUENTE CARRIÓN)
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.
RUC. 20568764995,

CEL 968111156, RPM #968111156

Figura 66

Análisis Granulométrico Por Tamizado C-6.



GEOLUMAS SAC
MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RUC 20568764995

SOLICITANTE : DIAS GONZALES, JUANA PAOLA – FARRO GARCIA, PRYSILLA LISSET

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL EN PAVIMENTO FLEXIBLE DE ALTO TRÁNSITO EN LA CARRETERA AGUA BLANCA - BARRO NEGRO, APLICANDO LA METODOLOGÍA AASHTO – 93 EN SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023

UBICACIÓN : AGUA BLANCA – BARRO NEGRO

FECHA : 22 DE AGOSTO DEL 2023

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : **C-6**
Muestra : **M-1**
PROG :
Prof. (m) : **1.50 mts**

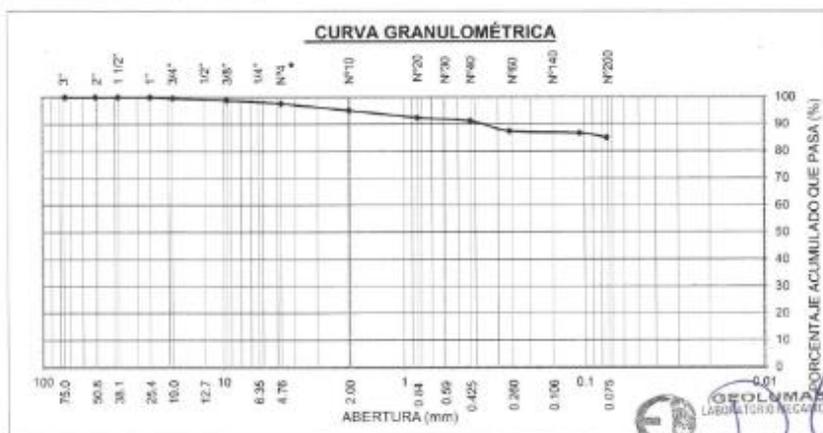
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D-422

Tamiz	Abertura (mm)	(%) Parcial	(%) Rete	(%) Acumulado Pasa
3"	75.000	-	-	100.0
2"	50.800	-	-	100.0
1 1/2"	38.100	-	-	100.0
1"	25.400	-	-	100.0
3/4"	19.000	0.4	0.4	99.6
3/8"	9.525	0.8	1.2	98.8
Nº4	4.760	1.2	2.4	97.6
Nº10	2.000	2.6	4.9	95.1
Nº20	0.840	2.7	7.7	92.3
Nº40	0.425	1.2	8.9	91.1
Nº60	0.260	3.7	12.6	87.4
Nº140	0.106	0.8	13.4	86.6
Nº200	0.075	1.6	15.0	85.0
FONDO				85.0

% grava	: 2.4
% arena	: 12.7
% finos	: 85.0

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
LÍMITE LÍQUIDO	: 27.4
LÍMITE PLÁSTICO	: 21.6
ÍNDICE PLÁSTICO	: 5.8

Clasificación SUCS ASTM D-2487 : **CL-ML**
Clasificación AASTHO ASTM D-3282 : **A-4(4)**
Contenido de Humedad ASTM D-2216 : **10.3%**



JR 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO
(ALTURA DEL PUENTE CARRION)
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.
RUC. 20568764995,

GEOLUMAS SAC
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO, CP 145415
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLÓGIA
CEL 968111156, RPM #968111156

Figura 67

Límites de Consistencia C-6.



GEOLUMAS SAC
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RUC 20568764995

SOLICITANTE : DIAS GONZALES, JUANA PAOLA – FARRO GARCIA, PRYSILLA LISSET

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL EN PAVIMENTO FLEXIBLE DE ALTO TRÁNSITO EN LA CARRETERA AGUA BLANCA - BARRO NEGRO, APLICANDO LA METODOLOGÍA AASHTO – 93 EN SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023

UBICACIÓN : AGUA BLANCA – BARRO NEGRO

FECHA : 22 DE AGOSTO DEL 2023

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : C-6

Muestra : M-1

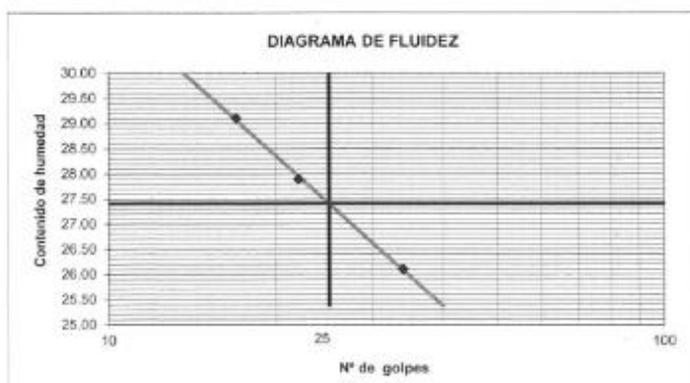
PROG :

Prof. (m) : 1.50 mts

LIMITES DE CONSISTENCIA

Prueba N°	LIMITE PLÁSTICO		LIMITE LÍQUIDO		
	1	2	1	2	3
Tara N°	1	2	3	4	5
N° de golpes			34	22	17
Tara + suelo húmedo (gr)	51.18	51.08	64.43	65.25	65.99
Tara + suelo seco (gr)	49.78	49.75	60.00	60.35	60.90
Peso del agua (gr)	1.4	1.3	4.43	4.90	5.09
Peso de tara (gr)	43.38	43.54	43.03	42.78	43.41
Peso suelo seco (gr)	6.4	6.2	17.0	17.6	17.5
Contenido de humedad(%)	21.88	21.42	26.10	27.89	29.10

L Líquido 27.4
L Plástico 21.6
I Plástico 5.8



NOTA

JR 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO
(ALTURA DEL PUENTE CARRIÓN)
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.
RUC. 20568764995.

GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO WUJANCA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO D.P. 14479
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO, ASFOALTO Y GEOLÓGICA.

CEL 968111156, RPM #968111156

Figura 68

Perfil Estratigráfico C-6.



GEOLUMAS SAC
MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RUC 20568764995

PERFIL ESTRATIGRAFICO

PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL EN PAVIMENTO FLEXIBLE DE ALTO TRÁNSITO EN LA CARRETERA AGUA BLANCA - BARRO NEGRO, APLICANDO LA METODOLOGÍA AASHTO – 93 EN SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023

UBICACIÓN: AGUA BLANCA – BARRO NEGRO

FECHA: 2 DE AGOSTO DEL 2023

SOLICITANTE: DIAS GONZALES, JUANA PAOLA

PROFUNDIDAD TOTAL (m) : 1.50 mts

MUESTRA: FARRO GARCIA, PRYSCILLA

PROF. NIVEL FREÁTICO (m) : N.P.

CALICATA: C-6

PROGRESIVA:

PROF. (m)	DESCRIPCIÓN DEL SUELO Clasificación simbólica, forma del material granular, color, contenido de humedad, índice de plasticidad / compresibilidad, grado de compactación / consistencia, Drop, presencia de oxidaciones y material orgánico, porcentaje estimado de bolones / carnos, etc.	SUCS	GRANULOMETRÍA						
			ASTS	ASTS	ASTS	LL	LP	NA	M. DE MUESTRA
PROF. (m)		AASHTO	ASTS	ASTS	ASTS	LL	LP	NA	M. DE MUESTRA
			mm	75	15	%	%	%	
0.10	MATERIAL DE AFIRMADO CONTAMINADO	GC							
0.30	GRAVAS LIMOSAS, MEZCLA DE GRAVA, ARENA Y LIMO DE COLOR MARRON	GM							
0.70	ARCILLAS LIMOSAS DE BAJA PLASTICIDAD DE COLOR MARRON OSCURO, CON PRESENCIA DE GRAVA, TERRENO SEMI COMPACTO	CL-ML							M-1
1.50	NO DETERMINADO								

OBSERVACIONES:

GEOLUMAS SAC
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
RESERVA TECNICA - CIP 14916
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS
CALCULO, ESTRUCTURA Y GEOLOGIA

JR 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO
(ALTURA DEL PUENTE CARRION)
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.
RUC. 20568764995,

CEL 968111156, RPM #968111156

ANEXO N°03: PANEL FOTOGRAFICO**Figura 69.**

Vehículos que circulan - Agua Blanca - Barro Negro.

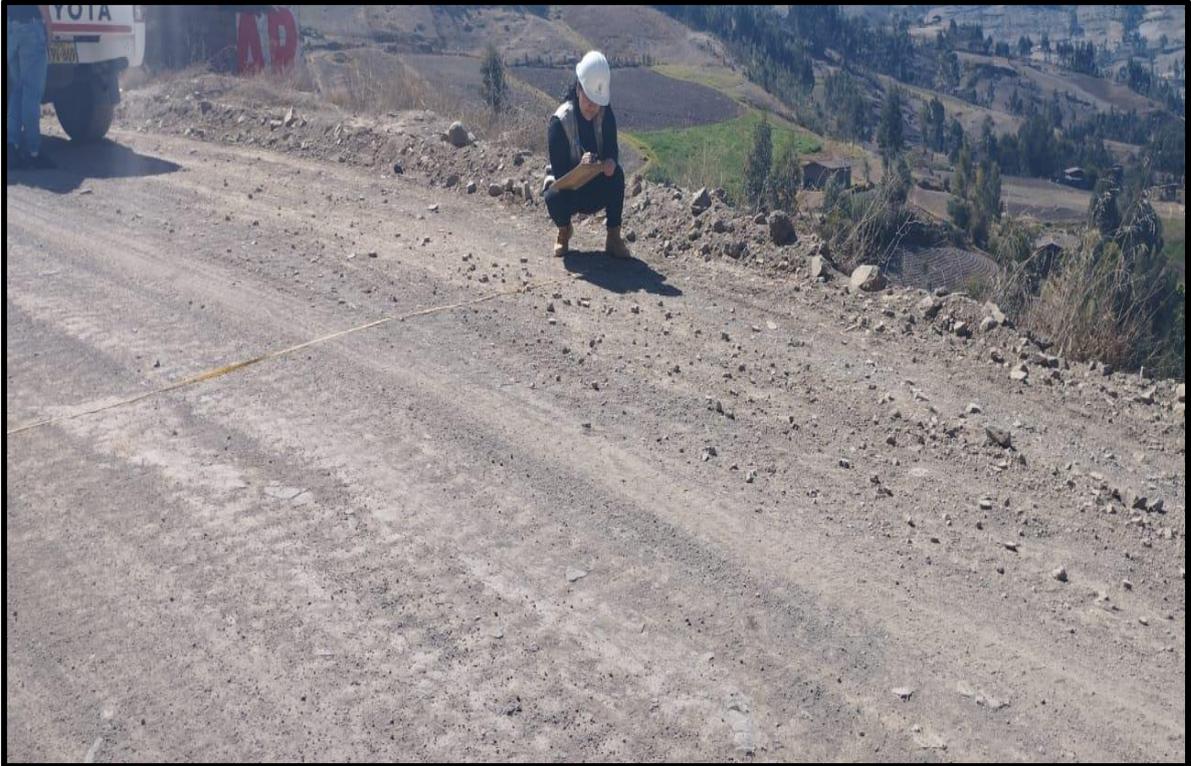
**Figura 70**

Tramo de Estudio - Agua Blanca - Barro Negro.



Figura 71

Medición de Ancho de Calzada.

**Figura 72**

Conteo Vehicular.



Figura 73

Ensayo de granulometría.

**Figura 74**

Ensayo Limite Liquido del Suelo.



Figura 75

Ensayo por Tamizado.

**Figura 76**

Ensayo de Limite Líquido, Limite Plástico.



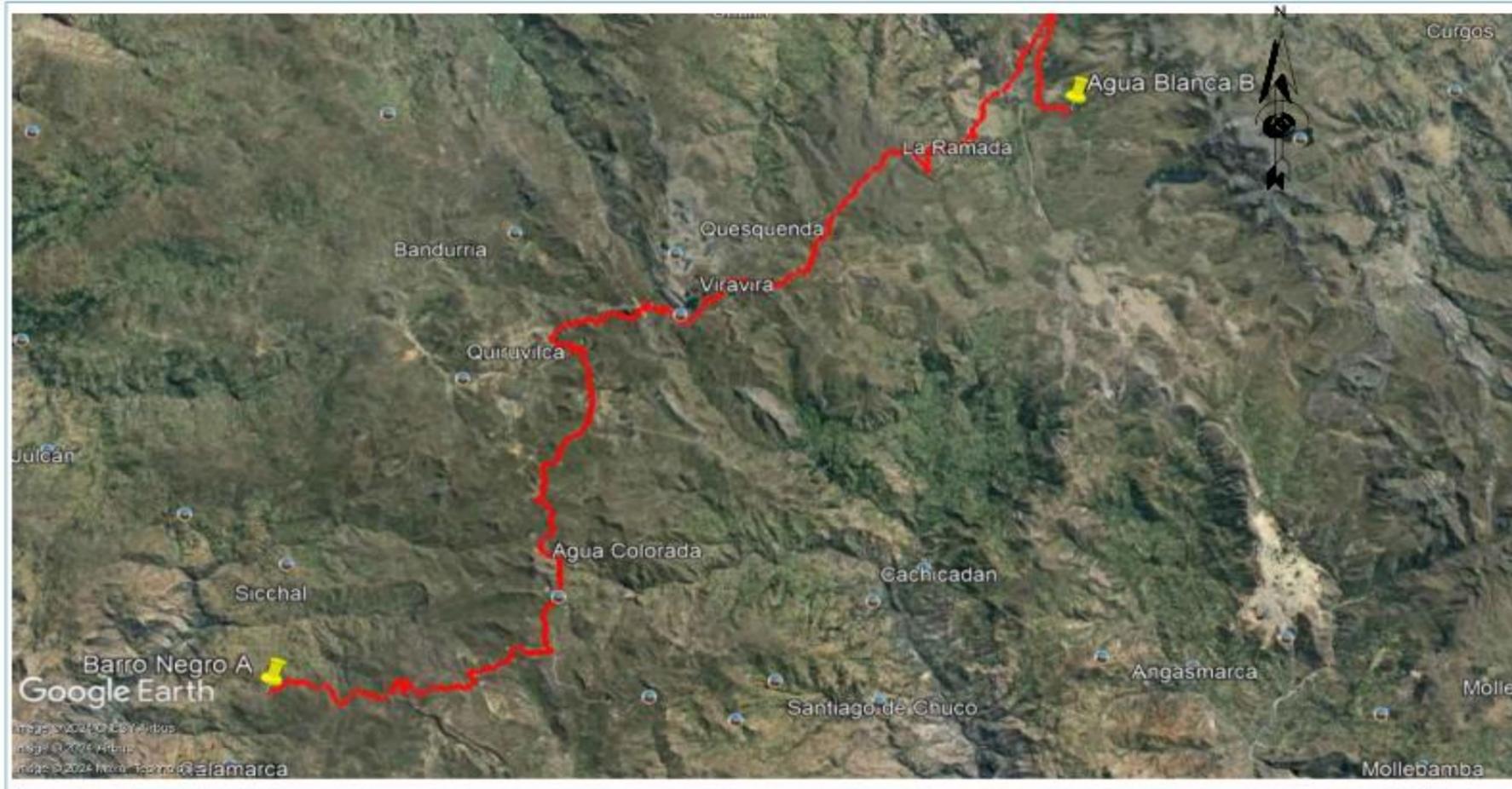
Figura 77

Ensayo de Proctor Modificado.

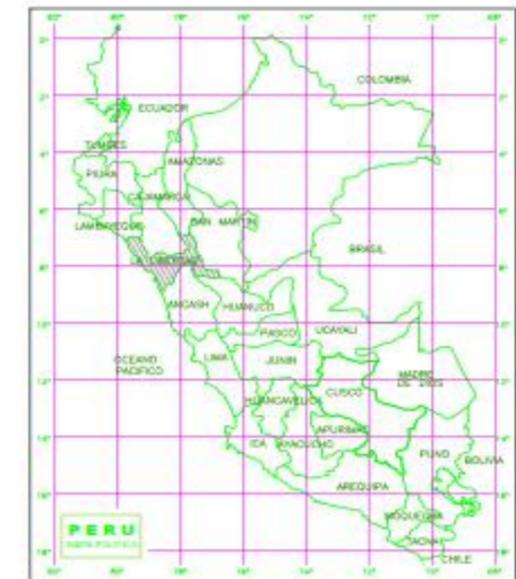
**Figura 78**

Ensayo de Limite Liquido.





PLANO DE LOCALIZACIÓN
Esc. 1/10000

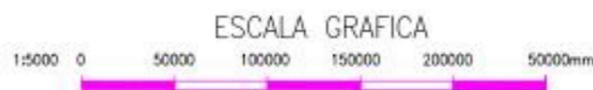


UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD

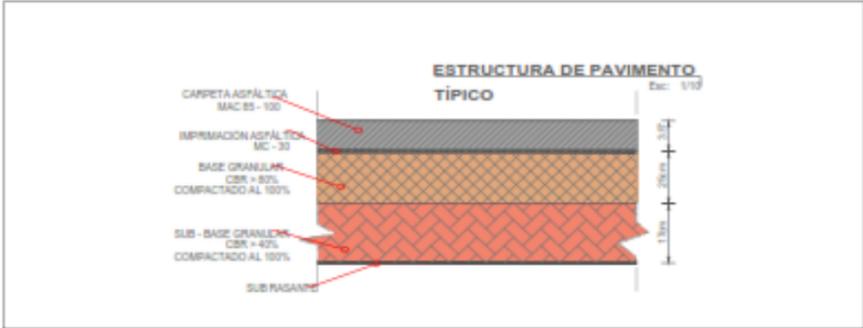
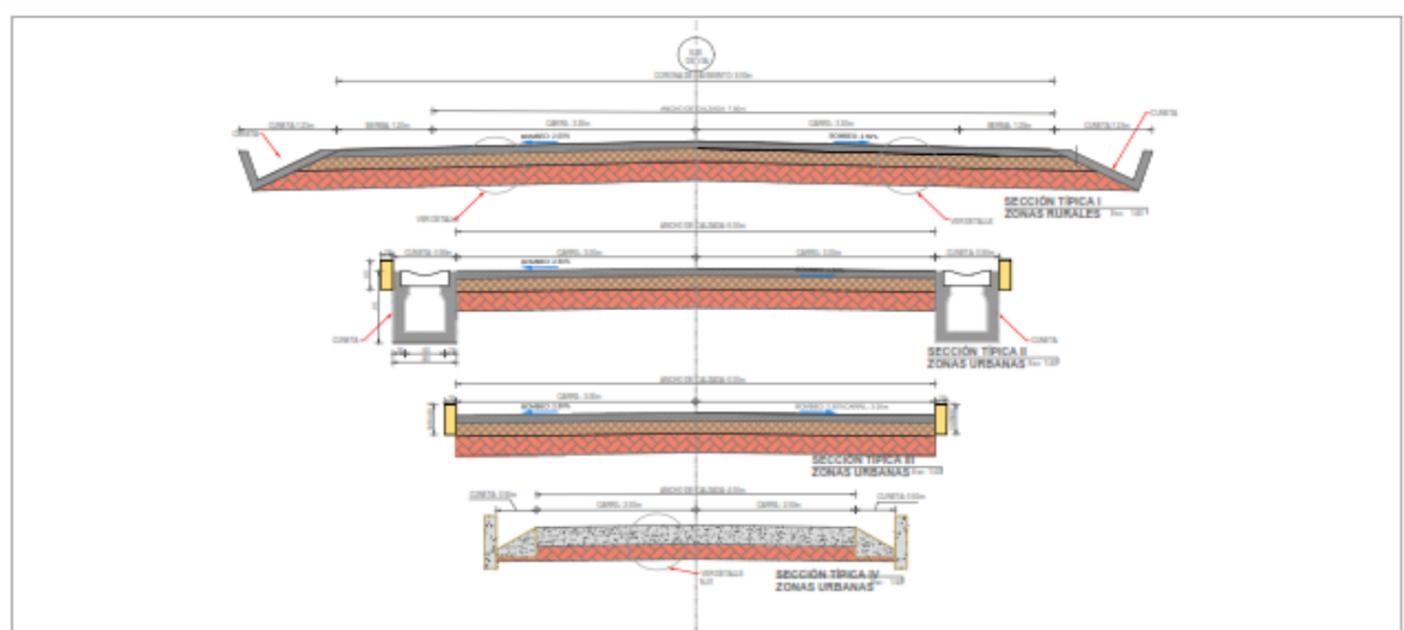
PLANO DE UBICACIÓN
Esc. 1/2000



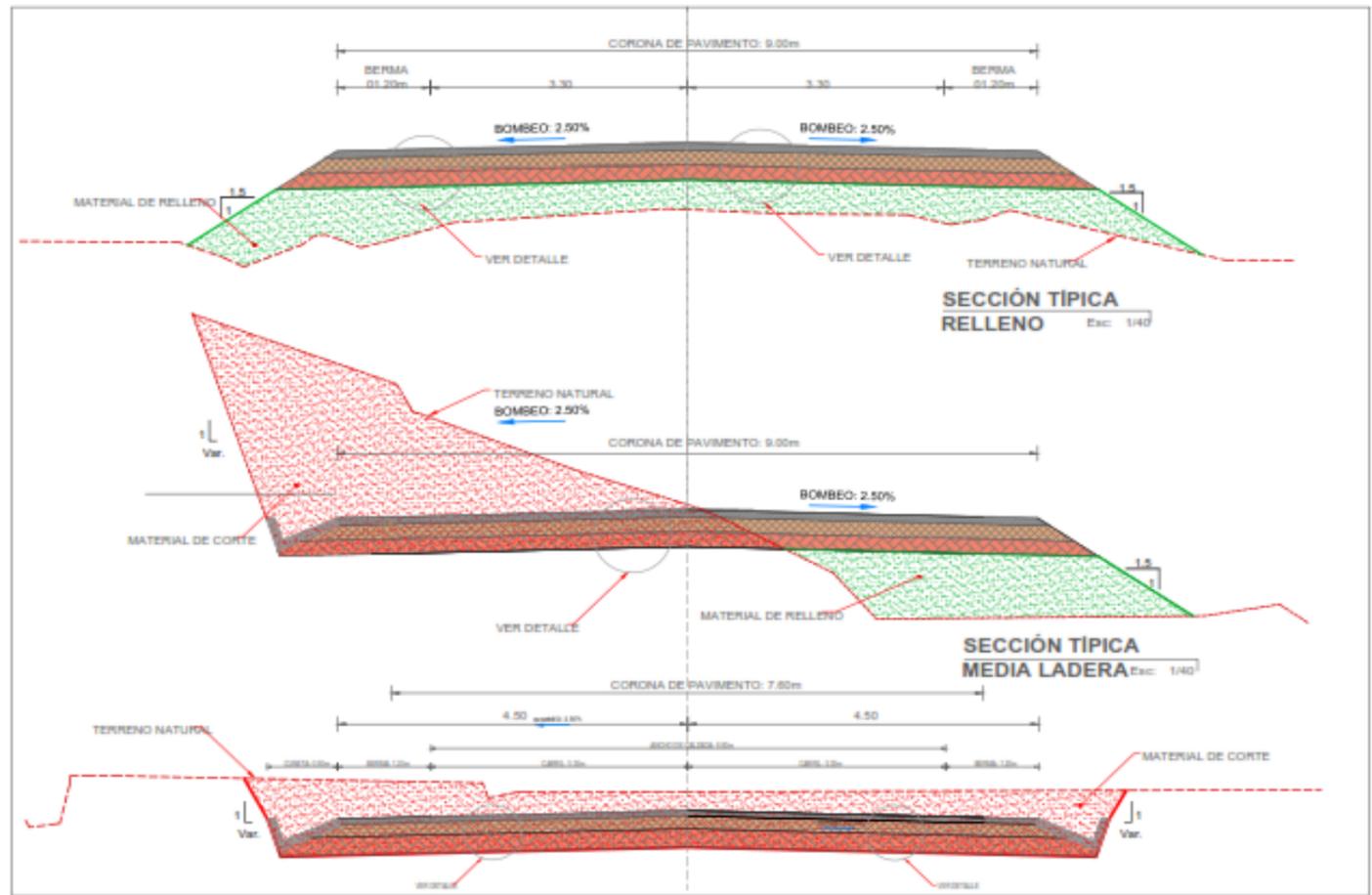
PROVINCIA DE SANCHEZ CARRION



	TÍTULO: "DISEÑO ESTRUCTURAL EN PAVIMENTO FLEXIBLE DE ALTO TRÁNSITO EN LA CARRETERA AGUA BLANCA - BARRO NEGRO, APLICANDO LA METODOLOGÍA AASHTO - 93 EN SANCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD"	LIBRERO: U-01
	AUTOR: Dr. César González, Juan Pablo De Piero, Deyra, Piyelita Lloay	TEMA: UBICACION Y LOCALIZACION



DETALLE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE



	PROYECTO: "DISEÑO ESTRUCTURAL EN PAVIMENTO FLEXIBLE DE ALTO TRÁNSITO EN LA CARRETERA AGUA BLANCA - BARRIO NEGRO, APLICANDO LA METODOLOGÍA AASHTO - 93 EN SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD"	LÁMINA No: D-01
	TITULARES: Dr. Diaz González, Juana Paola Dr. Parro García, Priscilla Lisaveth	PLANO: DETALLE DE PAVIMENTO FLEXIBLE