

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



**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

---

**Estudio definitivo del camino vecinal de la progresiva 0+000.0 – 15+250.0  
entre los caseríos Tejechal - Pana, distrito y provincia de Bolívar,  
departamento de La Libertad, 2021**

---

**Área de Investigación:  
Transporte**

**Autores:  
La Portilla Esquivel, Zamirah Desiree  
Quiroz Vega, Selene**

**Jurado Evaluador:**

**Presidente : Galvez Paredes, Jose.  
Secretario : Vertiz Malabrigo, Manuel  
Vocal : Henriquez Ulloa, Juan Paul Edward.**

**Asesor:  
Burgos Sarmiento, Tito Alfredo  
Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2143-1566>**

**Fecha de sustentación: 2022/12/21**

**TRUJILLO – PERÚ  
2022**



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



**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

---

**Estudio definitivo del camino vecinal de la progresiva 0+000.0 – 15+250.0  
entre los caseríos Tejechal - Pana, distrito y provincia de Bolívar,  
departamento de La Libertad, 2021**

---

**Área de Investigación:  
Transporte**

**Autores:  
La Portilla Esquivel, Zamirah Desiree  
Quiroz Vega, Selene**

**Jurado Evaluador:**

**Presidente : Galvez Paredes, Jose.**  
**Secretario : Vertiz Malabrigo, Manuel**  
**Vocal : Henriquez Ulloa, Juan Paul Edward.**

**Asesor:  
Burgos Sarmiento, Tito Alfredo  
Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2143-1566>**

**Fecha de sustentación: 2022/12/21**

**TRUJILLO – PERÚ  
2022**

## DEDICATORIA

A Dios, quien supo guiarme por el buen camino, brindarme la salud, fe y fortaleza necesaria para no desmayar en los obstáculos que se presentaban, por enseñarme a encarar las adversidades sin perder nunca la integridad ni desvanecer en toda esta etapa de mi vida universitaria.

A mis queridos Padres Gerardo Antonio La Portilla Carbajal y Deysi Marilú Esquivel Salinas quienes por ellos soy lo que soy, por brindarme su amor, apoyo incondicional, consejos y comprensión. Por lo que han sabido formarme con buenos hábitos de humildad, sentimientos y valores, lo cual me han ayudado a salir adelante ante cualquier obstáculo.

A mis queridos hermanos Richard Banner La Portilla Esquivel y Gerard Antoine La Portilla Esquivel por ser la motivación más grande en mi vida, en cada obstáculo que se me presentaba ellos eran mi mayor motivo para seguir adelante y no rendirme.

A mi mejor amiga Selene Quiroz Vega por su apoyo incondicional, por el gran corazón que tiene y de nunca haberme dejado sola, gracias, hermana por toda esa confianza brindada a mi persona.

Br. LA PORTILLA ESQUIVEL, Zamirah Desiree

A Dios, por guiarme y darme la fortaleza, la fe y la fuerza necesaria para poder superar cada obstáculo que se me ha presentado en mi vida universitaria, y por las futuras luchas que siempre estará a mi lado, para darme la solidez para lograr mis objetivos en la vida y consagrarme con salud y amor.

A mi Rudolf por apoyarme en todo momento, por estar siempre conmigo brindándome su cariño, amor y comprensión, por ser un hombre de bien y ejemplar para mí. Por tenerme paciencia y nunca haberme dejado sola.

A mis hermanos Edith, Bruno y Livan que en el día a día estuvieron dándome su cariño, consejos e impulsándome a salir adelante. A mi mejor amiga y compañera de tesis, Zamirah La Portilla Esquivel, por el apoyo y lucha que realizamos para terminar la carrera juntas y lograr nuestras metas, te quiero mucho desde el fondo de mi corazón gracias, hermana.

A mis amados padres, Quiroz Caballero Cesar Augusto y Vega Iparraguirre Magdalena por apoyarme todos los días, dándome consejos, valores, y la motivación para seguir adelante y que gracias a ellos soy una persona de bien, pero más que nada, gracias por su cariño, amor, trabajo y sacrificios en todos estos años.

Br. QUIROZ VEGA, Selene

## AGRADECIMIENTO

Agradecer en primer lugar a Dios por haber permitido que esta meta se haya logrado sin ningún obstáculo. A mis queridos padres por el apoyo incondicional que me han brindado en todo momento, también por su apoyo moral y económico para seguir estudiando y lograr el objetivo trazado y mis metas fueran cumplidas, para un mejor futuro y ser orgullo para ellos y de toda la familia. A mis queridos hermanos por ser la motivación más grande de mi vida, quienes la pase pensando en ellos para poder lograr esta meta y así brindarles de mi persona un ejemplo a seguir y en el futuro poder ayudarles incondicionalmente. A mi mejor amiga por apoyarme en este proyecto de tesis desinteresadamente y por ser la compañera más fiel en toda mi etapa universitaria, por cuidar de mí y no soltarme nunca en los momentos que más lo necesitaba. A mi asesor por ser nuestra guía en cada paso de este proyecto de tesis.

Br. LA PORTILLA ESQUIVEL, Zamirah Desiree.

En primer lugar, agradezco a Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, y guiarme por el camino correcto hasta lograr que esta meta se haga realidad. También agradezco al amor de mi vida Rudolf, por estar a mi lado apoyándome y acompañándome durante todo el proceso de esta tesis y dándome ánimos que continúe y no me rinda. A mis hermanos Edith, Bruno y Livan que en el día a día estuvieron dándome su cariño e impulsándome a salir adelante. A mis padres Quiroz Caballero Cesar Augusto y Vega Iparraguirre Magdalena brindándome su apoyo y consejos. A mi mejor amiga y compañera de tesis, Zamirah La Portilla Esquivel, por el esfuerzo que hemos realizado juntas para terminar carrera y lograr nuestras metas, te quiero mucho desde el fondo de mi corazón hermana. A nuestro asesor, ya que sin su apoyo y consejos este proceso no hubiera sido posible.

Br. QUIROZ VEGA, Selene.

## RESUMEN

El presente informe de investigación se realizó en el distrito de Bolívar, provincia de Bolívar, Departamento de La Libertad, que en la actualidad no cuenta con infraestructura vial adecuada para comunicarse entre sus centros poblados, caseríos o anexos dentro del distrito, siendo objeto de estudio el camino vecinal que une los caseríos Tejechal a Pana, los cuales en su trayectoria conectan a otros caseríos. Por lo cual este proyecto busca el desarrollo económico, social y cultural de los poblados en estudio y su área de influencia a lo largo del estudio del camino vecinal.

En el primer capítulo, se describe el problema a nivel económico, social y cultural que se ha identificado en el área de estudio, por la falta de infraestructura vial, para comunicarse entre los caseríos y aldeaños, en caso de ocurrir una emergencia grave que pueda afectar a la población. Y se da a conocer los objetivos que se buscan con el desarrollo del proyecto, así como su justificación necesaria para su posterior ejecución.

En el segundo capítulo, se busca los antecedentes que sirven como base a la investigación y desarrollo del proyecto. Así como dar el concepto necesario de los estudios y desarrollo que se fue realizando durante el proyecto. Se plantea la hipótesis que conllevara a realizar la investigación del diseño definitivo del camino vecinal de la progresiva 0+000.00 – 15+250.00 entre los caseríos Tejechal – Pana.

En el tercer capítulo, se plantea la metodología a emplearse en la elaboración del estudio, el diseño, la muestra y técnicas e instrumentos a usarse durante la elaboración del proyecto.

En el cuarto y quinto capítulo, se da a conocer los pasos del desarrollo del proyecto e investigación (Estudios, Análisis e Interpretación de los resultados). Dando respuesta a la hipótesis planteada.

Y el capítulo sexto capítulo final, se realiza una discusión de los resultados obtenidos del proyecto, para dar las conclusiones y recomendación a seguir por parte de las autoridades locales o regionales interesadas.

Palabras clave:

Diseño definitivo, camino, cuneta, alcantarilla y revestimiento.

## ABSTRACT

This research report was carried out in the district of Bolívar, province of Bolívar, Department of La Libertad, which currently does not have adequate road infrastructure to communicate between its populated centers, hamlets or annexes within the district, being the subject of I study the neighborhood road that joins the Tejechal to Pana hamlets, which in their path connect to other hamlets, for which this project seeks the economic, social and cultural development of the towns under study and their area of influence throughout the study. from the local road.

In the first chapter, the problem at an economic, social and cultural level that has been identified in the study area is described, due to the lack of road infrastructure, to communicate between the villages and the surrounding area, in the event of a serious emergency that could affect the population. And the objectives sought with the development of the project are disclosed, as well as its necessary justification for its subsequent execution.

In the second chapter, the background that serves as a basis for the research and development of the project is sought. As well as giving the necessary concept of the studies and development that was carried out during the project. The hypothesis that will lead to carry out the investigation of the definitive design of the local road of the progressive 0 + 000.00 - 15 + 250.00 between the Tejechal - Pana hamlets is proposed.

In the third chapter, the methodology to be used in the elaboration of the study, the design, the sample and the techniques and instruments to be used during the elaboration of the project are proposed.

In the fourth and fifth chapter, the steps of the development of the project and research (Studies, Analysis and Interpretation of the results) are disclosed. Responding to the proposed hypothesis.

And the sixth chapter, final chapter, a discussion of the results obtained from the project is carried out, to give the conclusions and recommendations to be followed by the interested local or regional authorities.

key words:

Definitive design, path, ditch, culvert and lining.



## PRESENTACION

Señores Miembros del Jurado:

En cumplimiento y conformidad de los requisitos estipulados en el reglamento de grados y Títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego y el Reglamento Interno de la Facultad de Ingeniería, ponemos a vuestra disposición el presente Trabajo de Investigación titulado: **“Estudio definitivo del camino vecinal de la progresiva 0+000.0 – 15+250.0 entre los caseríos Tejechal - Pana, distrito y provincia de Bolívar, departamento de La Libertad, 2021”**, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Consideramos señores miembros del jurado que con vuestras sugerencias y recomendaciones este trabajo pueda mejorarse y contribuir a la difusión de la investigación de nuestra universidad.

Los Autores

Br. LA PORTILLA ESQUIVEL, Zamirah Desiree

Br. QUIROZ VEGA, Selene

**MIEMBROS DEL JURADO**

---

**ING. Galvez Paredes, Jose.  
PRESIDENTE  
CIP: 29911**

---

**ING. Manuel Vertiz Malabrigo.  
SECRETARIO  
CIP: 71188**

---

**ING. Henriquez Ulloa, Paul.  
VOCAL  
CIP: 118101**

---

**ING. Burgos Sarmiento, Tito  
ASESOR  
CIP: 82596**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA .....	iv
AGRADECIMIENTO .....	vi
RESUMEN .....	vii
ABSTRACT .....	viii
PRESENTACION.....	ix
MIEMBROS DEL JURADO .....	x
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS .....	xvi
TABLA DE FIGURAS.....	xvii
INTRODUCCION .....	1
CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTACIÓN.....	2
1.1. Descripción del Problema .....	2
1.2. Formulación del Problema .....	3
1.3. Objetivos.....	3
1.3.1. Objetivo General .....	3
1.3.2. Objetivos Específicos .....	3
1.4. Justificación del Estudio.....	4
CAPITULO II: MARCO DE REFERENCIA .....	5
2.1. Antecedentes de Estudio .....	5
2.2. Marco Teórico.....	11
2.2.1. Estudios Básicos .....	11
2.2.1.1. Topografía.....	11
2.2.1.1.1. El trazo directo.....	11
2.2.1.1.2. El trazado indirecto .....	11
2.2.1.1.3. Trabajos topográficos .....	11
2.2.1.1.4. Nivelación .....	11
2.2.1.1.5. Poligonal Abierta.....	11
2.2.1.2. Estudio de Suelos .....	12
2.2.1.2.1. Granulometría.....	12
2.2.1.2.2. La plasticidad de un suelo.....	13
2.2.1.2.3. Equivalente de arena .....	13
2.2.1.2.4. Índice de grupo .....	13

2.2.1.2.5.	Humedad natural .....	14
2.2.1.2.6.	Clasificación de los suelos .....	14
2.2.1.2.7.	Ensayos CBR .....	15
2.2.1.3.	Hidrología e Hidráulica .....	16
2.2.1.3.1.	Periodo de retorno .....	16
2.2.1.3.2.	Análisis estadístico de datos hidrológicos .....	17
2.2.1.3.3.	Hidrológica y cálculos hidráulicos .....	17
2.2.1.3.4.	Hidráulica de Cunetas.....	21
2.2.1.3.5.	Hidráulica de Alcantarillas.....	21
2.2.1.4.	Geología y Geomorfología .....	21
2.2.2.	Diseño Vial y Trafico.....	23
2.2.2.1.	Parámetros Básicos para el Diseño .....	23
2.2.2.1.1.	Conteo volumétrico .....	23
2.2.2.1.2.	Estudio de la Demanda.....	23
2.2.2.1.3.	Proyecciones de Tránsito Futuro .....	23
2.2.2.1.4.	Volumen de Transito Proyectado .....	23
2.2.2.1.5.	Índice Medio Diario Anual .....	24
2.2.2.2.	Clasificación de las carreteras.....	24
2.2.2.2.1.	Clasificación por demanda:.....	24
2.2.2.2.2.	Clasificación por orografía .....	25
2.2.2.3.	Velocidad de diseño .....	26
2.2.2.4.	Elección de ruta .....	27
2.2.2.4.1.	Método de Bruce.....	27
2.2.2.4.2.	Línea de pendiente o de cerros.....	27
2.2.3.	Diseño Geométrico.....	28
2.2.3.1.	Distancia de Visibilidad .....	28
2.2.3.1.1.	Visibilidad de Parada. ....	29
2.2.3.1.2.	Visibilidad de Adelantamiento. ....	30
2.2.3.2.	Alineamiento Horizontal .....	33
2.2.3.2.1.	Consideraciones para el Alineamiento Horizontal .....	33
2.2.3.2.2.	Tramos en tangente.....	33
2.2.3.2.3.	Curvas Circulares .....	34
2.2.3.2.4.	Radios mínimos .....	35
2.2.3.2.5.	Curvas de transición .....	36

2.2.3.2.6.	Curvas compuestas .....	36
2.2.3.2.7.	Curvas de vuelta .....	36
2.2.3.2.8.	Transición de peralte .....	36
2.2.3.2.9.	Sobreancho .....	36
2.2.3.3.	Alineamiento Vertical .....	37
2.2.3.3.1.	Consideraciones para el alineamiento vertical .....	37
2.2.3.3.2.	Pendiente.....	37
2.2.3.3.3.	Curvas Verticales.....	38
2.2.3.4.	Sección transversal.....	44
2.2.3.4.1.	Consideración para la sección transversal .....	44
2.2.3.4.2.	Elementos de la sección transversal .....	45
2.2.4.	Diseño de Pavimentos.....	48
2.2.4.1.	Catálogo estructural de superficie de rodadura .....	48
2.2.4.1.1.	Capa de afirmado .....	50
2.2.5.	Diseño de Obras de Arte .....	50
2.2.5.1.	Cunetas .....	50
2.2.5.2.	Alcantarillas de paso y alcantarillas de alivio.....	51
2.2.5.3.	Badenes.....	52
2.2.6.	Diseño de Señalización Vial .....	52
2.2.6.1.	Señalización Vertical.....	52
2.2.6.1.1.	Señales Regulatoras o de Reglamentación .....	52
2.2.6.1.2.	Señales de Prevención .....	52
2.2.6.1.3.	Señales de Información .....	52
2.3.	Marco Conceptual.....	53
2.4.	Hipótesis.....	54
2.5.	Variable Dependiente e Independiente .....	54
2.5.1.	Variable Independiente.....	54
2.6.	Operacionalización de las Variables .....	54
CAPITULO III: METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN .....		55
3.1.	Tipo y Nivel la Investigación.....	55
3.1.1.	Tipo de Investigación.....	55
3.1.2.	Alcance o nivel .....	55
3.2.	Diseño de Investigación .....	55
3.2.1.	Diseño de contrastación .....	55

3.3.	Población y Muestra .....	56
3.3.1.	Población .....	56
3.3.2.	Muestra .....	56
3.4.	Técnicas e Instrumentos de Investigación .....	56
3.5.	Procesamiento y Análisis de Datos .....	57
CAPITULO IV: DESARROLLO DE INVESTIGACION .....		58
4.1.	Estudios Básicos .....	58
4.1.1.	Topografía.....	58
4.1.1.1.	Poligonal Abierta .....	58
4.1.1.2.	Nivelación .....	58
4.1.2.	Estudio de Suelos .....	59
4.1.2.1.	Calicatas .....	59
4.1.2.2.	Contenido de Humedad .....	59
4.1.2.3.	Análisis Granulométrico por Tamizado.....	59
4.1.2.3.1.	Análisis granulométrico de la fracción fina .....	59
4.1.2.3.2.	Análisis granulométrico por lavado (< malla 200).....	59
4.1.2.4.	Limite Líquido (LL) .....	59
4.1.2.5.	Limite Plástico (LP) .....	60
4.1.2.6.	Proctor Modificado .....	60
4.1.2.6.1.	Método de Preparación Húmeda - Método A .....	60
4.1.2.7.	California Bearing Ratio (CBR).....	60
4.1.3.	Hidrología e Hidráulica .....	60
4.1.3.1.	Procedimiento Hidrología.....	60
4.1.3.2.	Análisis estadístico de datos hidrológicos .....	60
4.1.3.3.	Hidrológica y cálculos hidráulicos.....	61
4.1.3.4.	Cunetas y alcantarillas .....	61
4.1.4.	Geología y Geomorfología .....	61
4.1.4.1.	Aspectos Geológicos .....	61
4.1.4.2.	Aspectos Geomorfológico .....	61
4.2.	Diseño Vial y Trafico .....	62
4.3.	Diseño Geométrico .....	62
4.4.	Diseño de Pavimentos .....	62
4.5.	Diseño de Obras de Arte.....	62
4.5.1.	Diseño de alcantarillas .....	62

4.5.2. Diseño de cunetas.....	63
4.6. Diseño de Señalización Vial.....	63
CAPITULO V: PRESENTACION DE RESULTADOS .....	64
5.1. Análisis e interpretación de resultados.....	64
5.1.1. Estudios Básicos .....	64
5.1.1.1. Topografía.....	64
5.1.1.2. Estudio de Mecánica de Suelos .....	66
5.1.1.3. Hidrología e Hidráulica .....	67
5.1.1.4. Geología y Geomorfología .....	71
5.1.1.4.1. Unidades Geológicas.....	71
5.1.1.4.2. Unidades Geomorfológicas.....	71
5.1.2. Diseño Vial y Trafico.....	74
5.1.2.1. Estudio de la demanda de trafico .....	74
5.1.2.1.1. Cálculo del Tráfico Medio Diario Semanal.....	75
5.1.2.1.2. Cálculo del Tráfico Medio Diario Anual (IMDA) .....	75
5.1.2.1.3. Tránsito Proyectado.....	76
5.1.2.2. Clasificación de las carreteras.....	77
5.1.2.2.1. Clasificación por demanda:.....	77
5.1.2.2.2. Clasificación por orografía .....	77
5.1.2.3. Velocidad de Diseño .....	77
5.1.2.4. Estudio de Ruta .....	77
5.1.3. Diseño Geométrico.....	80
5.1.3.1. Alineamiento horizontal .....	80
5.1.3.2. Alineamiento vertical .....	83
5.1.3.3. Sección Transversal.....	84
5.1.4. Diseño de Pavimento .....	89
5.1.5. Diseño de Obras de Arte .....	90
5.1.5.1. Diseño de Cuneta .....	90
5.1.5.2. Diseño de Alcantarilla .....	92
5.1.6. Diseño de Señalización Vial .....	94
5.2. Docimasia de hipótesis .....	94
CAPITULO VI: DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	95
CONCLUSIONES .....	96
RECOMENDACIONES .....	98

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	99
ANEXOS.....	99

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°1: <i>Tipo de material según su tamaño de partículas</i> .....	12
Tabla N°2: Índice de plasticidad y característica .....	13
Tabla N°3: Equivalencia de arena - Características .....	13
Tabla N°4: Índice de grupo – Suelo de subrasante.....	14
Tabla N°5: Clasificación de suelos AASHTO y SUCS .....	15
Tabla N°6: Riesgo de Excedencia (%) durante la vida Útil para diversos períodos de retorno .....	16
Tabla N°7: Períodos de retorno para diseño de obras de drenaje en carreteras de bajo volumen de tránsito .....	16
Tabla N°8: Coeficientes de Duración - Lluvias entre 48 horas y una hora .....	18
Tabla N°9: Valores para la determinación del Coeficiente de Escorrentía .....	19
Tabla N°10: Coeficiente de escorrentía .....	19
Tabla N°11: Coeficiente de Escorrentía.....	20
Tabla N°12: Valores del Coeficiente de Manning .....	21
Tabla N°13: Valores del inverso del coeficiente de tracción (Valores de K).....	27
Tabla N°14: Distancia de visibilidad de parada (metros), en pendiente 0% .....	29
Tabla N°15: Distancia de visibilidad de parada con pendientes (metros).....	30
Tabla N°16: Mínima distancia de visibilidad de adelantamiento para carreteras de dos carriles dos sentidos .....	32
Tabla N°17: Longitudes de tramos en tangente .....	33
Tabla N°18: Fricción transversal máxima en curvas .....	35
Tabla N°19: Valores del radio mínimo para velocidades específicas de diseño, peraltes máximos y valores límites de fricción. ....	36
Tabla N°20: Valores del índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical convexa en carreteras de Tercera Clase.....	42
Tabla N°21: Valores del índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical cóncava en carreteras de Tercera Clase.....	44
Tabla N°22: Valores del bombeo de la calzada.....	47
Tabla N°23: Anchos mínimos de Derecho de Vía .....	47
Tabla N°24: Valores referenciales para taludes en corte (Relación H: V) .....	48
Tabla N°25: Taludes referenciales en zonas de relleno (terraplenes).....	48
Tabla N°26: Matriz de Operacionalización .....	54



Tabla N°27: <i>Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos</i> .....	56
Tabla N°28: Coordenadas UTM – Levantamiento Topográfico .....	64
Tabla N°29: Coordenadas UTM de las Calicatas .....	66
Tabla N°30: Resumen de ensayos de mecánica de suelos de calicatas – Parte I.....	66
Tabla N°31: Resumen de ensayos de mecánica de suelos de calicatas - Parte II .....	67
Tabla N°32: Resumen de ensayos de Proctor y CBR.....	67
Tabla N°33: Precipitación media mensual (mm) .....	68
Tabla N°34: Precipitaciones máximas en mm/hr.....	69
Tabla N°35: Cálculo de intensidad máxima .....	70
Tabla N°36: Intensidades ajustadas a la distribución de Gumbel para $Tr = 5$ y 25 años .....	70
Tabla N°37: Cuadro: Inventario Vial .....	74
Tabla N°38: Cálculo del Tráfico Medio Diario Semanal .....	75
Tabla N°39: Índice Medio Diario Anual para el año 2022 .....	76
Tabla N°40: Tasa de crecimiento.....	76
Tabla N°41: Índice Medio Diario Anual para el año 2027 proyectado .....	76
Tabla N°42: Elementos de Curva Horizontales .....	80
Tabla N°43: Elementos de Curva Verticales .....	83
Tabla N°44: Resumen del volumen de corte .....	84
Tabla N°45: Resumen de cálculo de diseño de Cunetas.....	90
Tabla N°46: Resumen de cálculo de diseño de Alcantarillas.....	92
Tabla N°47: Ubicación de Señales Preventivas .....	94
Tabla N°48: Ubicación de Señales Reglamentas.....	94

### **TABLA DE FIGURAS**

Figura N°1: Signos Convencionales para Perfil de Calicatas - Suelos .....	12
Figura N°2: Clasificación de los suelos – Método AASHTO .....	15
Figura N°3: Rangos de la Velocidad de Diseño .....	26
Figura N°4: Concepto de línea de pendiente.....	28
Figura N°5: Distancia de visibilidad de adelantamiento .....	30
Figura N°6: Elementos que conforman la distancia de adelantamiento.....	32
Figura N°7: Simbología de la curva circular .....	35
Figura N°8: Pendientes máximas (%) .....	37
Figura N°9: Elementos de la curva vertical simétrica.....	38
Figura N°10: Elementos de la curva vertical asimétrica.....	39

Figura N°11: Longitud mínima de curva vertical convexa con distancias de visibilidad de parada .....	41
Figura N°12: Longitud mínima de curvas verticales convexas con distancias de visibilidad de paso .....	42
Figura N°13: Longitudes mínimas de curvas verticales cóncavas .....	43
Figura N°14: Sección transversal típica para carretera con una calzada de dos carriles, en poblaciones rurales .....	45
Figura N°15: Anchos mínimos de calzada en tangente .....	46
Figura N°16: Ancho de bermas .....	46
Figura N°17: Determinación de Espesor de capa de revestimiento granular ...	49
Figura N°18: Catálogo de capas de Revestimiento Granular Tráfico T2 .....	50
Figura N°19: Diseños típicos de cunetas.....	51
Figura N°20: Detalles de alcantarillas .....	51
Figura N°21: Diseños típicos de cunetas.....	52
Figura N°22: Alineamiento Inicial y curvas de nivel del área de estudio .....	65
Figura N°23: Cuadro de precipitación total al 75% y P. Efectiva .....	69
Figura N°24: Unidades Geológicas del área de estudio del proyecto Diseño Definitivo del camino vecinal entre los caseríos Tejechal – Pana.....	72
Figura N°25: Unidades Geomorfológicas del área de estudio del proyecto Diseño Definitivo del camino vecinal entre los caseríos Tejechal – Pana.....	73
Figura N°26: Perfil Longitudinal – Rutas en estudio .....	79
Figura N°27: Sección típica de carretera.....	85
Figura N°28: Sección Típica de carretera en corte .....	86
Figura N°29: Sección Típica de carretera en relleno .....	87
Figura N°30: Diagrama de masas – Volumen de corte.....	88
Figura N°31: Catálogo de capas de revestimiento granular tráfico T2.....	89

## INTRODUCCION

Hoy en día las carreteras son esenciales para países en vías de desarrollo, ya sean carreteras nacionales, regionales o locales, todas cumplen la función de integrar y desarrollar el crecimiento económico, social y cultural. Por ende, es indispensable la elaboración de expedientes y/o proyectos para su ejecución.

Actualmente la provincia de la Bolívar cuenta con una carretera regional que se integra con el resto de las provincias del departamento La Libertad, construida desde el año 2018 y terminada en el año 2021. Las cuales unen a los distritos de Bambamarca y Bolívar, cuyo acceso antes del 2021 era por un camino de herradura. Así mismo permitiendo el desarrollo de la Provincia, sus distritos y los centros poblados que lo conforman. Al mismo, reduciendo el tiempo de vieja a la provincia central Bolívar, cuyo acceso anteriormente se hacía por el departamento de Cajamarca, con un tiempo de 17 horas de viaje, desde la provincia de Trujillo, actualmente solo 12 horas de viaje son necesarios por la nueva ruta Huamachuco – Calemar – Bambamarca - Bolívar. El distrito de Bolívar no cuenta con vías locales que se interconecten entre sus centros poblados más lejanos, cuya problemática genera desigualdad. El distrito de Bolívar está conformado por 80 centros poblados, denominados. Con una población total de 4,455 habitantes entre hombres y mujeres.

El centro poblado Tejechal cuenta con una población de 512 habitantes y es el punto donde la infraestructura vial termina, siendo el centro poblado más cercano para la intercomunicación vial con los otros centros poblados en la parte este del distrito. Así mismo el centro poblado Pana cuenta con 295 habitantes, cuyo tramo para llegar hasta el centro poblado intercomunica a otros centros poblados como Huipia, Añal, El Pozo, Huayo, Matara y Chuñuen, con una población de 745 aproximadamente. Es por tal motivo la importancia de dicho proyecto, cuyo beneficio será social, económico y cultural, permitiendo el desarrollo de dichos centros poblados como principal beneficio. Así mismo contribuyendo al bienestar de la salud de la población beneficiada y aledañas.

## **CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTACIÓN**

### **1.1. Descripción del Problema**

Hoy en día las carreteras son estructuras viales esenciales para todos los países bajos y medios económicamente para su desarrollo, ya que no tienen sistemas viales adecuadas para hacer crecer sus economías y hacer avanzar a sus ciudadanos. Ya que toda población se comunica y desarrolla a través de las carreteras, y así mismo las ciudades permanecen conectadas entre sí. Una de las principales limitaciones de la infraestructura en el Perú es el subdesarrollo de la infraestructura de transporte vial, que debe hacer un aporte significativo a la integración territorial y al desarrollo de actividades productivas que faciliten el traslado de personas, el intercambio de bienes y servicios, así mismo, reducir costos que ayudan a mejorar la competitividad del país y el crecimiento económico.

El centro poblado Tejechal cuenta con una población de 512 habitantes y el centro poblado Pana cuenta con una población de 295 habitantes y otros centros poblados ubicados en el distrito y provincia de Bolívar que están inmersos en el área de influencia del proyecto se registra una población de 745 habitantes aproximadamente, que desde hace muchos años se encuentra aislado socialmente, presentando problemas que impiden su crecimiento económico, ocasionados principalmente por la falta de una carretera como vía de comunicación, así como los centros poblados inmersos en su área de influencia. El único acceso al centro poblado es un camino de herradura de 1.20 m. de ancho aproximadamente, que une el caserío Tejechal - Pana. En la actualidad, los pobladores se trasladan a pie a la ciudad principal de Bolívar, caminando aproximadamente 8 horas desde el centro poblado Pana hasta el centro poblado Tejechal, para luego trasladarse a la ciudad de Bolívar en camioneta u otro medio de transporte, por general acémilas (Mulas), generando con esto un problema de nivel social de presentarse una situación complicada, como un caso de emergencia grave u otra situación que pueda afectar la comunicación del centro poblado.

Es por tal motivo la necesidad social y económica del estudio de esta tesis para realizar un diseño definitivo del camino vecinal bajo los criterios de la Norma DG-2018, para el beneficio de la población del centro poblado Pana y los centros

poblados aledaños, y generar el desarrollo económico de la agricultura y ganadería de estos, obteniendo mayores ingresos a la población y un crecimiento local.

## **1.2. Formulación del Problema**

¿Cuál será el diseño definitivo del camino vecinal desde la progresiva 0+000 km hasta 15+250 km entre los caseríos Tejechal y Pana, distrito de Bolívar, provincia de Bolívar, departamento de La Libertad?

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo General**

Realizar el estudio definitivo del camino vecinal de la progresiva 0+000.0 – 15+250.0 entre los caseríos Tejechal - Pana, distrito y provincia de Bolívar, departamento de La Libertad.

### **1.3.2. Objetivos Específicos**

Determinar los estudios de Ingeniería básica: Topografía, Suelos, Hidrología e Hidráulica, Geología y Geomorfólogo del área de estudio.

Realizar el diseño vial y tráfico, según el Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos.

Realizar el diseño Geométrico Horizontal, Vertical y Transversal de la carretera en estudio, según las normas del Manual DG 2018.

Realizar el diseño de Pavimentos según el Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos.

Diseñar las obras de arte según el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje.

Determinar el diseño de Señalización Vial según el Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras.

Diseñar los planos del estudio definitivo del camino vecinal y sus componentes.

#### **1.4. Justificación del Estudio**

Académico: Si bien la propuesta de parámetros de diseño geométrico de carreteras para trochas carrozables en la norma DG-2018, se llevó a cabo debido a que actualmente no existen factores ni valores que involucren el diseño geométrico de una vía de comunicación con un índice medio diario anual menor a 400 veh/día. Como alternativa de solución a este problema se opta por el estudio y comparación de manuales de diseño geométrico pasados, con el fin de proponer factores adecuados en la norma actual, viéndolo desde un punto de vista técnico, económico y seguro.

Técnico: Se realizará el estudio para la elaboración y posterior ejecución de obras de una carretera nueva, de características geométricas, con componentes según la norma Geométrica de Carreteras DG-2018 y construcciones vigentes según la zona y área de influencia donde se ejecuta el proyecto, para mejorar la infraestructura vial y de comunicación, así como el desarrollo, crecimiento del centro poblado Pana y alrededores, permitiendo el fácil acceso al interior del distrito de Bolívar. En cual permitirá un acceso rápido y en menor tiempo para atender una emergencia, generando más seguridad y una calidad de vida a la población en estudio.

Social: Ya que el estudio permitirá el desarrollo social del centro poblado Pana y alrededores. Generando un fácil acceso al centro poblado y otros que se encuentren en su influencia, disminuyendo el tiempo de traslado, siendo los más beneficiados los pobladores de ambos de los centros poblados interconectados en dicha ruta, al generar un mayor comercio e intercambio de sus productos. Así mismo ante las restricciones sociales, culturales y comerciales de la población, es de vital importancia la construcción de una vía segura, que conecte a los centros poblados, con la finalidad de proporcionar progreso, bienestar social y económico, en lo que concierne a la vida, salud y educación. Permitiendo mejoras a los estándares de calidad de vida de la población, así como las fuentes directas e indirectas de empleo; y en caso de riesgo frente a desastres de origen natural como inundaciones y deslizamientos, permitiendo resolver situaciones de necesidad o emergencia con mucha más eficacia y rapidez.

## CAPITULO II: MARCO DE REFERENCIA

### 2.1. Antecedentes de Estudio

#### 2.1.1. *Antecedentes Internacional*

**Sarabia (2019), “Diseño definitivo del camino vecinal Boca del Sucio - las Delicias - San Salvador, ubicado en la parroquia San Gregorio, del Cantón Muisne, de la provincia de Esmeraldas, Ecuador”.**

El presente antecedente de nivel internaciones tiene como objetivo general, determinar la viabilidad técnica – económica a nivel de diseño definitivo del camino vecinal: Boca del Sucio – Las Delicias – San Salvador, así como objetivos secundarios, realizar su estudio topográfico del área de influencia, su análisis de tráfico de la vía, su diseño estructural de Pavimento Flexible, su diseño hidráulico de las obras de arte, su evaluación de impacto ambiental y su análisis técnico - financiero. (Sarabia Tipán, 2019, p. 2)

Se desarrollo en la Parroquia de San Gregorio, iniciando con el reconocimiento y los estudios topográficos, para luego realizar el análisis de tráfico de la vía en estudio, y en gabinete se determinó el diseño estructural del pavimento flexible, así como determinar el diseño hidráulico, el impacto ambiental y analizar técnica y financieramente la propuesta de la vía.

Los resultados obtenidos según el estudio de tráfico determino un TPDA para la vía de 90 vehículos para el año estudiado (2018) y un periodo de diseño de 153 vehículos al año 2038, así como el diseño geométrico permite la disminución de la distancia de recorrido de 20 km a 19.14 km permitiendo ahorrar un tiempo de 80 a 38.28 con un incremento de velocidad de 15 km/h a 30 km/h.

Concluyendo que la vía es de clase IV de entre 100 – 300 vehículos de TPDA, un pavimento flexible de 2.50 pulgadas de carpeta asfáltica, material de Mejoramiento (e=35cm), subbase clase III (e=20cm) y Base clase II (e=15.00 cm), así como cunetas triangulares y 73 alcantarillas (3.8 alcantarillas/km) y un valor actual neto (VAN) de s/ 946,693.32 positivo, que significa que el proyecto es económicamente rentable.

**Freire (2020), “Diseño Geométrico de la alternativa vial Shuyo - Pinllopata en el tramo Km 20+000- 24+000 perteneciente a los cantones Pujili y Pangua de la provincia de Cotopaxi, Ecuador”.**

El estudio de tesis de nivel Internacional tiene como objetivo general realizar el diseño geométrico de la vía Shuyo – Pinllopata en el tramo Km 20+000 – 24+000, y como objetivos específicos realizar su levantamiento topográfico del estado actual, su tráfico promedio diario anual (TPDA), su diseño longitudinal y transversal, su volumen de masas de corte y relleno, su presupuesto referencial del proyecto. (Freire Ruiz, 2020, p. 64)

Se desarrollo en la parroquia de Pinllopata que se encuentra a una altura de 1480 y 3560 m.s.n.m. donde se realizó el reconocimiento de campo para realizar el levantamiento topográfico con GPS diferencial R10 y el Drone DJ MAVIC PRO, y su conteo vehicular en un lugar idóneo para luego realizar el estudio de gabinete y poder efectuar el diseño geométrico (Horizontal, vertical y sección transversal y su presupuesto del proyecto final.

Los resultados obtenidos según el estudio de tráfico actual obteniendo un valor de 87 vehículos el cual considera el Tráfico atraído con el 10 % del TPDA y el diseño horizontal según el tipo de terreno montañoso y el TPDA de categoría  $300 < TPDA < 100$  vía clase IV) con una velocidad de 60 km/h, un radio mínimo de curvatura de entre 20 a 75 mts y una distancia de visibilidad de parada de 73.0 mts. y una distancia de visibilidad de rebasamiento de 415 mts, , el diseño vertical una pendiente longitudinal máxima de 14%, una sección transversal de 6.70 mts de calzada y bermas de 1.00 a 1.20 mts en algunas partes exteriores de la misma.

Concluyendo que la vía es de clase IV, un valor máximo de gradiente longitudinal es de 7.5% por una distancia de 2.8 km, así como un valor de corte de terreno natural de 242,648.87 m<sup>3</sup> el cual se ocuparía para compensar el volumen de relleno que es de 34978.74 m<sup>3</sup> y el valor de presupuesto referencial de S/ 821,816.17 por los cuatro kilómetros y con el rubro de excavación que comprende el 75% del valor.



### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

**Paredes y Ocampo (2020), “Estudio definitivo del camino vecinal Nuevo Trujillo – El Mirador, distrito de Buenos Aires – Provincia de Picota – San Martín.”**

En ese sentido el proyecto de tesis de nivel nacional tiene como objetivo principal, elaborar el Estudio Definitivo para incrementar y mejorar el nivel de transitabilidad del camino vecinal Nuevo Trujillo – El Mirador para beneficio de la población. Lo cual permitirá el desarrollo socio – económico y cultural de los pueblos que se encuentran inmersos en el área de influencia del proyecto. Y como objetivos secundarios elaborar el estudio socio – económico y cultural de las comunidades en el área de influencia del proyecto, sus estudios de ingeniería, impacto ambiental y determinar el costo total del proyecto. (Paredes y Ocampo, 2018, p. 6)

Se desarrollo en el sector Nuevo Trujillo – El Mirador, distrito de Buenos Aires, provincia de Picota y región San Martín. Donde se realizó el reconocimiento superficial del terreno para obtener muestras (Calicatas), y realizar los trabajos de laboratorios.

Los resultados obtenidos según por su clasificación IMDA (T1 de 16 a 50) y por su función (Camino vecinal), así como la clasificación por su relieve es semi plano y su clasificación por su demanda de TERCERA CLASE y obteniendo los siguientes componentes Velocidad directriz: 30 Km/h, Radio mínimo: 25.00 m, Radio mínimo excepcional: 15.00 m, Ancho de plataforma: 5.00 m, Pendiente longitudinal máxima: >10%, No exceder de 180 m., Bombeo: 3.0%, Cunetas triangulares: Sin revestir en tramos con pendiente longitudinal menor a 4 % (suelo adecuado).

Concluyendo en forma general, los estudios realizados del área donde se diseñará el Camino Vecinal entre el caserío Nuevo Trujillo y El Mirador, determino las medidas necesarias para clasificación y características para el diseño del pavimento. Se obtuvo el cálculo del CBR en el laboratorio para diseñar el espesor del afirmado, este debe compactarse al 95% de la máxima densidad seca del Proctor Modificado en cumplimiento con la Norma ASTM D-1556.

**León (2020), “Diseño de infraestructura vial tramo San Cristóbal de Nudillo – cruce el Cajeron, distrito de Cutervo, Cajamarca”**

El presente informe de investigación de nivel nacional tiene como objetivo principal diseñar la infraestructura vial tramo San Cristobal de Nudillo – Cruce El Cajeron, y como objetivos secundarios realizar los trabajos de campo como es levantamiento topográfico, estudios de mecánica suelos y elaborar el diseño geométrico, hidráulico y estructuras de obras de arte, su diseño del pavimento, su impacto ambiental y los metrados, presupuesto y programación de obras. (Loen Flores, 2020, p. 5 y 6).

Su desarrollo se da inicio en la comunidad de San Cristobal de Nudillo en el la progresiva (km 00+000) hasta el progresivo km (07+105.13) en la ubicación conocido como Cruce el Cajeron. Para la recopilación de datos necesarios de campo, ha sido necesario utilizar equipos y herramientas manuales recomendado para la ingeniería tales como: Estación Total, libretas de Campo, esmaltes, palas considerando la eficacia e importancia de los objetivos propuestos. Así mismo el procesamiento de datos ha sido elaborado por software como AutoCAD Civil 3D 2018, S-10, entre otros.

Los resultados obtenidos en el estudio Hidrológico y Drenaje se ha utilizado la estación de Cutervo, lo cual se hizo el estudio de las precipitaciones máximas anuales es de 130.80 mm y el de 54.37 mm es el promedio de 24 horas. Este resultado ha ayudado al diseño de las 10 alcantarillas de TMC, y las cunetas se han diseñado tipo triangular que permitirán analizar la calidad de agua en las plataformas; teniendo los siguientes valores: 1.10 de ancho y de 0.60 de profundidad.

Se concluyo según el estudio de mecánica de suelos un CBR% al 95% y suelos predominantes en la subrasante Arcilla de Baja Plasticidad con Arena (A-6(10)); Regular – Malo, Arcilla de Alta Plasticidad con Grava (A-7-6(17)); Malo. Y el diseño del pavimento se obtuvo los espesores: subbase 0.20 m, la base 0.20m y la carpeta asfáltica 0.05 m., así como un presupuesto de la carretera por kilómetro de S/.1,242,032.487 aproximadamente y un tiempo de ejecución de 10 meses calendario.

### **2.1.3. Antecedentes locales**

**Vela y Ruiz (2020), “Propuesta de Diseño Geométrico vial para mejoramiento del camino vecinal tramo caserío Ricardo Palma - Vista Alegre, distrito Mache - provincia Otuzco - departamento La Libertad”.**

El proyecto nace como necesidad de la población del caserío Ricardo Palma – Vista alegre del distrito de Mache, y es un antecedente de nivel local que tiene como objetivo principal realizar el Diseño Vial para mejoramiento del camino vecinal tramo Caserío Ricardo Palma - Vista Alegre (longitud del tramo 4.22 Km, elevación 3324 m.s.n.m.). Y como objetivos secundarios efectuar la topografía de la ruta de la carretera, su estudio del tráfico vial potencial, sus condiciones del suelo de la ruta seleccionada, su diseño geométrico y el diseño del pavimento más adecuado. (Vela y Ruiz , 2020, p. 13)

Se desarrollo inicialmente con la visita a campo en el caserío Ricardo Palma - Vista Alegre para realizar el estudio topográfico de poligonal y nivelación geométrica cerrada y con la información recolectada se obtuvieron los medios necesarios para la elaboración de dicho diseño.

El análisis de los resultados permitió considerar un radio mínimo de 20 mts, un sobreebanco de 4.5 mts y una berma de 0.5 mts según lo recomienda el MDCNPBVT, una superficie de rodadura de afirmado. Así como un IMDA de 19 veh/día, una clasificación en el grupo BVT (Bajo Volumen de Transito) del tipo T1 con un ancho de 4 mts. y una velocidad directriz de 20 km/h con una topografía accidentada. Su estudio de mecánica de suelos determino la existencia de suelos arenosos y/o gravosos hasta una profundidad de 1.5 mts. a partir del nivel de la subrasante existente y un CBR de diseño es de 21.34 % (95 % de la densidad seca máxima).

Se concluyo que el diseño geométrico y sus características determinadas en el estudio entre el caserío Ricardo Pala – Vista Alegra, cumplen con los parámetros de diseño geométrico establecidos en el Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito (MDCNPBVT).

**Zegarra (2018), “Diseño de la carretera entre los caseríos Tingo – Ingenio, distrito de Bolívar, provincia de Bolívar – La Libertad”**

El estudio de la presente tesis antecedente de nivel local tiene como objetivo general realizar el diseño de la carretera entre los caseríos Tingo – Ingenio, y los objetivos específicos planteados para su ejecución son: el Levantamiento Topográfico, el Diseño Geométrico de la carretera, el Estudio de Mecánica de Suelos, Ejecutar el estudio hidrológico, elaborar el estudio de costo y presupuestos del proyecto final. (Zegarra Flores, 2018, p. 15)

Se desarrollo los trabajos de campo con el levantamiento Topográfico, involucra un recorrido de 06+0.25 Km, el cual interconecta con el Cruce Chanchamayo Quebrada Onda al Caserío de Chanchamayo. El estudio de Mecánica de Suelos es efectuado de acuerdo con el Manual de carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentados” del ministerio de Transportes y Comunicaciones, brindando los datos necesarios para el diseño de la carretera en estudio.

Se concluyo con resultados obtenidos realizando el Levantamiento Topográfico del área de influencia del proyecto, se efectuó en una topografía accidentada, así mismo se ejecutó el estudio de suelos, obteniéndose un suelo Según el SUCS y AASHTO grava limosa (GM), un terreno con CBR variable a lo largo del trazo de la carretera, en la cual nos da un valor promedio de 35.75 % al 95% de la máxima densidad seca y el estudio hidrológico según las precipitaciones máximas de 48.33 mm/24h nos permitió calcular las dimensiones de las obras de arte. Las cunetas se dimensionaron de 0.40 x 1.20 m, para los aliviaderos y alcantarillas de paso se proyectaron tuberías TMC de diámetro 24”, 36” y 60” respectivamente. En el estudio de impacto ambiental, se establece la existencia de impactos negativos (Acarreo de material de la cantera, sustancias toxicas, cambio del ecosistema y otros), contrarrestándose con las medidas de mitigación y prevención al momento de las actividades de construcción; y en los impactos positivos tenemos el servicio de una carretera pavimentada, para transporte de vehículos generando desarrollo de la vía y el área de influencia en transporte de carga y pasajeros.

## **2.2. Marco Teórico**

### **2.2.1. Estudios Básicos**

#### **2.2.1.1. Topografía**

Representa al terreno en forma y dimensión, de sus accidentes, hidrografía y edificaciones existentes, alteradas por el hombre.

##### **2.2.1.1.1. El trazo directo**

Método donde los trabajos se realizarán de forma directa en el terreno donde pasara la carretera en específico.

##### **2.2.1.1.2. El trazado indirecto**

Procedimiento de realizar levantamientos topográficos de forma indirecta, en una franja amplia del terreno que sea inaccesible.

##### **2.2.1.1.3. Trabajos topográficos**

Georeferenciación.

Puntos de control.

Estacas de talud y referencias.

Monumentación.

##### **2.2.1.1.4. Nivelación**

Procedimiento altimétrico para determinar las elevaciones o niveles de puntos ubicados sobre la superficie terrestre. Teniendo en cuenta que los datos son importantes para la elaboración de planos y mapas topográficos. Utilizados mayormente en proyectos de carreteras, vías y canales.

##### **2.2.1.1.5. Poligonal Abierta**

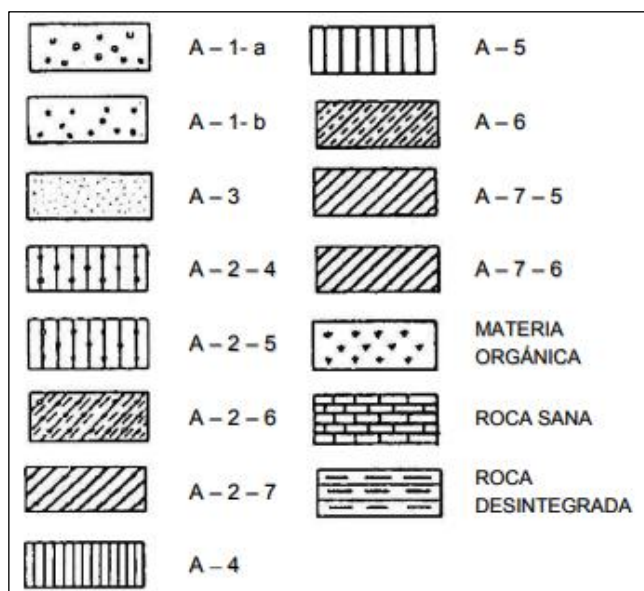
Es aquel método que no necesita comprobación por cierre, ya que no existe errores lineales o angulares, porque no pueden ser detectados al contar con un punto de inicio y final es conocido topográficamente, pero diferentes llegadas. Al tener un punto de inicio y final son de coordenadas conocidas, no existe comprobación posible.

### 2.2.1.2. Estudio de Suelos

El estudio de mecánica de suelos describe y clasifican a los materiales encontrados de acuerdo con la metodología para construcción de vías, las mismas que deben corresponder al siguiente cuadro:

**Figura N°1:**

*Signos Convencionales para Perfil de Calicatas - Suelos*



Nota: Se tomo los perles según el tipo de suelo para el ensayo de las calicatas según Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos.

#### 2.2.1.2.1. Granulometría

Método para determinar la magnitud de las partículas de granos y rocas de los suelos y/o propiedades que pudieran interesar. De acuerdo con el tamaño de las partículas de suelo. Se definen los siguientes términos:

**Tabla N°1:**

*Tipo de material según su tamaño de partículas*

Tipo de material	Tamaño de las partículas
Grava	75 mm - 2 mm
Arena	Arena gruesa: 2 mm - 0.2 mm Arena fina: 0.2 mm - 0.05 mm
Limo	0.05 mm - 0.0005 mm
Arcilla	Menor a 0.0005 mm

Nota: Se determina el tipo de material de acuerdo el tamaño de las partículas según Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos.

### 2.2.1.2.2. *La plasticidad de un suelo*

Define los límites de un estrato, en los tres estados en los cuales puede presentarse. “Estos límites, llamados límites de Atterberg, son: el límite líquido (LL), el límite plástico (LP) y el límite de contracción (LC). Además del LL y del LP, una característica a obtener es el índice de plasticidad IP” (Manual de Suelos, 2014, p. 35).

$$IP = LL - LP$$

**Tabla N°2:**

#### *Índice de plasticidad y característica*

Índice de plasticidad	Característica
IP > 20	Suelos muy arcillosos
20 > IP > 10	Suelos arcillosos
10 > IP > 4	Suelos poco arcillosos
IP = 0	Suelos exentos de arcilla

Nota: Se determina el índice de plasticidad de acuerdo con la característica del suelo según el Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos.

### 2.2.1.2.3. *Equivalente de arena*

Ensayo que permite estimar la cantidad de finos presentes en un suelo poco plástico o en un árido fino, que pone entredicho la calidad de un material. El valor de EA es un indicativo de la plasticidad del suelo:

**Tabla N°3:**

#### *Equivalencia de arena - Características*

Equivalente de arena	Característica
sí EA > 40	El suelo no es plástico, es de arena
sí 40 > EA > 20	El suelo es poco plástico y no
sí EA < 20	El suelo es plástico y arcilloso

Nota: Se determina la equivalencia de arena de acuerdo con las características del suelo según el Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos.

### 2.2.1.2.4. *Índice de grupo*

“Es un índice adoptado por AASHTO de uso corriente para clasificar suelos, está basado en gran parte en los límites de Atterberg. El índice de

grupo de un suelo se define mediante la fórmula” (Manual de Suelos, 2014, p. 39).

$$IG = 0.2 (a) + 0.005 (ac) + 0.01(bd)$$

Donde:

$$a = F - 35$$

$$b = F - 15.$$

$$c = LL - 40.$$

$$d = IP - 10.$$

#### **Tabla N°4:**

##### *Índice de grupo – Suelo de subrasante*

Índice de grupo	Suelo de subrasante
IG > 9	Muy pobre
IG esta entre 4 a 9	Pobre
IG esta entre 2 a 4	Regular
IG esta entre 1 a 2	Bueno
IG esta entre 0 a 1	Muy bueno

Nota: Se determina el índice de grupo de acuerdo con clasificación del suelo de subrasante según el Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos.

#### **2.2.1.2.5. Humedad natural**

Se define como la representación del peso de agua en una determinada muestra del suelo con respecto al peso de sus partículas sólidas. Así mismo permitirá compararlo con la humedad óptima que se alcanzará de los ensayos Proctor para obtener el CBR del suelo.

#### **2.2.1.2.6. Clasificación de los suelos**

“Determina las características de estratos, para estimar con suficiente aproximación el comportamiento de los suelos, especialmente con el conocimiento de la granulometría, plasticidad e índice de grupo y luego clasificar los suelos” (Manual de Suelos, 2014, p. 40).

A continuación, se presenta una correlación de los dos sistemas de clasificación más difundido, AASHTO y ASTM (SUCS):



**Tabla N°5:***Clasificación de suelos AASHTO y SUCS*

Clasificación de suelos AASHTO	Clasificación de suelos AASHTO (SUCS)
A - 1 - a	GW, GP, GM, SW, SP, SM
A - 1 - b	GM, GP, SM, SP
A - 2	GM, GC, SM, SC
A - 3	SP
A - 4	CL, ML
A - 5	ML, MH, CH
A - 6	CL, CH
A - 7	OH, MH, CH

Nota: Se clasifica según el método de AASHTO o SUCS de acuerdo con el tipo de suelo según el Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos.

**Figura N°2:***Clasificación de los suelos – Método AASHTO*

Clasificación general Grupo símbolo	Suelos granulosos 35% máximo que pasa por tamiz de 0,08 mm							Suelos finos más de 35% pasa por el tamiz de 0,08mm				
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7	
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5	A-7-6
Análisis granulométrico % que pasa por el tamiz de: 2 mm 0,5 mm 0,08 mm	máx. 50 máx. 30 máx. 15	máx. 50 máx. 25	mín. 50 máx. 10	máx. 35	máx. 35	máx. 35	máx. 35	mín. 35	mín. 35	mín. 35	mín. 35	mín. 35
Límites Atterberg												
Límite de liquidez				máx.40	mín.40	máx.40	mín.40	máx.40	máx.40	máx.40	mín.40	mín.40
Índice de plasticidad	máx.6	máx.6		máx.10	máx.10	mín.10	mín.10	máx.10	máx.10	mín.10	mín.10	mín.10
Índice de grupo	0	0	0	0	0	máx. 4	máx. 4	máx. 8	máx. 12	máx. 16	máx. 20	máx. 20
Tipo de material	Piedras, gravas Y arena		Arena fina	Gravas y arenas limosas o arcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillos		
Estimación general del suelo como subrasante	De excedente a bueno						De pasable a malo					

Nota: Se clasifica según el método de AASHTO de acuerdo con el tipo de suelo según el Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos.

**2.2.1.2.7. Ensayos CBR**

“Es el valor soporte del suelo, que cuantifica su capacidad resistente como subrasante, subbase y base en el diseño de carreteras, para cada tipo de

suelo y teniendo un control de 2 km, de esparcimiento como máximo” (Manual de Suelos, 2014, p. 40).

### 2.2.1.3. Hidrología e Hidráulica

#### 2.2.1.3.1. *Periodo de retorno*

Es la estimación del caudal de diseño para el cual debe proyectarse un elemento del drenaje superficial.

#### Tabla N°6:

*Riesgo de Excedencia (%) durante la vida Útil para diversos períodos de retorno*

Periodo de retorno (años)	Año de vida útil				
	10	20	25	50	100
10	65.13%	87.84%	92.82%	99.48%	99.99%
15	49.84%	74.84%	82.18%	96.82%	99.90%
20	40.13%	64.15%	72.26%	92.31%	99.41%
25	33.52%	55.80%	63.96%	87.01%	98.31%
50	18.29%	33.24%	39.65%	63.58%	86.74%
100	9.56%	18.21%	22.22%	39.50%	63.40%
500	1.98%	3.92%	4.88%	9.30%	18.14%
1000	1.00%	1.98%	2.74%	4.88%	9.52%
10000	0.10%	0.20%	0.25%	0.50%	0.75%

Nota: Se determina los riesgos de excedencia durante su vida útil de diversos periodos de retorno según el Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos.

#### Tabla N°7:

*Períodos de retorno para diseño de obras de drenaje en carreteras de bajo volumen de tránsito*

Tipo de obra	Periodo de retorno en años
Puentes y pontones.	100 (mínimo)
Alcantarillas de paso y badenes.	50
Alcantarillas de alivio.	10 - 20
Drenaje de la plataforma.	10

Nota: Se determina los periodos de retorno para diseño de obras de drenaje en carreteras de bajo volumen de tránsito según el Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos.

### **2.2.1.3.2. Análisis estadístico de datos hidrológicos**

#### **Distribución Gumbel**

Tiene como función la distribución de probabilidades utilizando la siguiente expresión:  $F(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\beta)}}$

Utilizando el método de momentos, se obtienen las siguientes relaciones:

$$\alpha = 1.2825 / \sigma$$

$$\beta = \mu - 0.45\sigma$$

Donde:

$\alpha$ : Parámetro de concentración.

$\beta$ : Parámetro de localización.

Según Ven Te Chow, la distribución puede expresarse de la siguiente forma:

$$x = \bar{x} + k\sigma_x$$

Donde:

$x$ : Valor con una probabilidad dada.

$\bar{x}$ : Media de la serie.

$k$ : Factor de frecuencia.

### **2.2.1.3.3. Hidrológica y cálculos hidráulicos**

“Los elementos de drenaje superficial serán obtenidos a partir de métodos teóricos conocidos de acuerdo con las características hidrológicas de la zona por la que pasa la carretera y tomando en cuenta la información pluviométrica disponible” (Manual de Hidrología, 2014, p. 45). se puede deducir por la fórmula:

$$T = 0.3 (L/J^{1/4})^{3/4}$$

Siendo:

$T$  = Tiempo de concentración en horas

$L$  = Longitud del cauce principal en km.

$J$  = Pendiente media

El caudal de diseño que aporta una cuenca pequeña se obtendrá mediante la fórmula racional:  $Q = C I A / 3.6$

$Q$  = Caudal m<sup>3</sup>/seg. (Para cuencas pequeñas) en la sección en estudio.

$A$  = Área de la cuenca en km<sup>2</sup>

$C$  = Coeficiente de escorrentía.

$I$  = Intensidad de la precipitación pluvial máxima, en mm/h.

Para la estimación de los caudales, se requerirá contar con la familia de curvas Intensidad – Duración – Frecuencia (IDF). “Normalmente se tiene información de lluvias máximas en 24 horas, por lo que el valor de la Intensidad de la precipitación pluvial máxima generalmente se estima a partir de la precipitación máxima en 24 horas, multiplicada por un coeficiente de duración” (Manual de Hidrología, 2014, p. 47). En el cuadro se muestran coeficientes de duración, entre 1 hora y 48 horas, los mismos que podrán usarse, con criterio y cautela para el cálculo de la intensidad, cuando no se disponga de mejor información.

**Tabla N°8:**

*Coeficientes de Duración - Lluvias entre 48 horas y una hora*

Duración de la precipitación en horas	Coeficiente
1	0.25
2	0.32
3	0.38
4	0.44
5	0.5
6	0.56
8	0.64
10	0.73
12	0.79
14	0.83
16	0.87
18	0.90
20	0.93
22	0.97
24	1.00
26	1.32

Nota: Se determina los coeficientes de lluvia entre 48 y 1 hora según el Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos.

El coeficiente de C, de la fórmula racional, puede determinarse con la ayuda de los valores mostrados en los siguientes cuadros:

**Tabla N°9:**

*Valores para la determinación del Coeficiente de Escorrentía*

CONDICIÓN	VALORES			
1. Relieve del terreno	K1 = 40 Muy accidentado pendiente superior al 30 %	K1 = 30 Accidentado pendiente entre 10 % y 30 %	K1 = 20 Ondulado pendiente entre 5% Y 10 %	K1 = 10 Llano pendiente inferior al 5 %
2. Permeabilidad del suelo	K2 = 20 Muy impermeable Roca santa	K2 = 15 Bastante impermeable Arcilla	K2 = 10 Permeable	K2 = 5 Muy permeable
3. Vegetación	K3= 20 Sin vegetación	K3 = 15 Poca Menos del 10 % de la superficie	K3 = 10 Bastante Hasta el 50 % de la superficie	K3 = 5 Mucha Hasta el 90 % de la superficie
4. capacidad de retención	K4= 20 Ninguna	K4 = 15 Poca	K4 = 10 Bastante	K4= 5 Mucha

Nota: Se determina los valores del coeficiente de escorrentía de acuerdo con su condición según el Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos.

**Tabla N°10:**

*Coeficiente de escorrentía*

$K = K1 + K2 + K3 + K4$	C
100	0.8
75	0.65
50	0.50
30	0.35
25	0.20

Nota: Se determina el coeficiente de escorrentía según el Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos.

Para el cálculo del coeficiente de escorrentía se podrán tomar como referencia, cuando sea necesario, los valores mostrados en la siguiente tabla:

**Tabla N°11:***Coeficiente de Escorrentía*

Tipo de superficie	Coeficiente de escorrentía
Pavimento asfáltico y concreto	0.70 - 0.95
Adoquines	0.50 - 0.70
Superficie de grava	0.15 - 0.30
Bosques	0.10 - 0.20
Zona de vegetación densa	0.10 - 0.50
Terrenos granulares	0.30 - 0.75
Terrenos arcillosos	
Tierra sin vegetación	0.20 - 0.80
Zonas cultivadas	0.20 - 0.40

Nota: Se determina el coeficiente de escorrentía de acuerdo con el tipo de superficie según el Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos.

Para determinar de la velocidad y el caudal en un conducto hidráulico uniforme, se puede emplear la fórmula de Manning:

$$V = R^{2/3} S^{1/2} / n$$

$$Q = VA$$

$$R = A / P$$

Donde:

Q = Caudal m<sup>3</sup> /s

V = Velocidad media m/s

A = Área de la sección transversal ocupada por el agua m<sup>2</sup>

P = Perímetro mojado m

R = A/P; Radio hidráulico m

S = Pendiente del fondo m/m

n = Coeficiente de rugosidad de Manning

En las cuencas mayores que se encuentren en el área de influencia del proyecto para calcular el caudal de diseño, se deberá usar métodos hidrológicos apropiados. Se usarán los valores del coeficiente de Manning, según el tipo de estructura a utilizar según el área de estudio.

**Tabla N°12:***Valores del Coeficiente de Manning*

TIPO DE CANAL	Mínimo	Normal	Máximo
Tubo metálico corrugado	0.021	0.024	0.030
Tubo de concreto	0.010	0.015	0.020
Canal revestido en concreto alisado	0.011	0.015	0.017
Canal revestido en concreto sin alisar	0.014	0.017	0.020
Canal revestido albañilería de piedra	0.017	0.025	0.030
Canal sin revestir en tierra o grava	0.018	0.027	0.030
Canal sin revestir en roca uniforme	0.025	0.035	0.040
Canal si revestir en roca irregular	0.035	0.040	0.050
Canal sin revestir con maleza tupida	0.050	0.080	0.12
Río en planicies de cauce recto sin zonas con piedra y malezas	0.025	0.030	0.035
Ríos sinuosos o torrentosos con piedra	0.035	0.040	0.600

Nota: Se determina los valores del coeficiente de Manning de acuerdo con el tipo de canal según el Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos.

**2.2.1.3.4. Hidráulica de Cunetas**

“Las cunetas se han diseñado con un ángulo de reposo de taludes muy superior al ángulo de reposo del material en estado saturado, con caudales equivalentes al 35% del flujo drenable total; puesto que el 65% de la escorrentía lo constituye el flujo concentrado en depresiones o cauces establecidos” (Manual de Hidrología, 2014, p. 50).

**2.2.1.3.5. Hidráulica de Alcantarillas**

Las alcantarillas en general serán de la forma circular, para armonizar con el sistema de drenaje transversal ya existente. “Habrá un solo tipo de alcantarillas, de acuerdo con su ubicación, las que obligadamente se sitúan en las depresiones topográficas o cauces naturales establecidos y las que se ubican en puntos sin cursos establecidos” (Manual de Hidrología, 2014, p. 51).

**2.2.1.4. Geología y Geomorfología**

Las carreteras que no cumplen con ciertos criterios de diseño vehicular de tráfico se estructuran como carreteras de bajo presupuesto. Ya que son

diseñadas con alineamientos que evitan enormes movimientos de tierra, durante la construcción de estructuras, obras de arte y obras de drenaje. Generalmente son diseñadas para períodos de vida útil, de corto y mediano plazo; con estratos de revestimiento granular afirmados y, en general, con características que disturbán lo menos posible la naturaleza del terreno.

El estudio geológico y geomorfológico se encargan de determinar las características del área de estudio a lo largo del trazo definitivo a nivel de terreno, así como la identificación de otro tipo de componente necesario para la ejecución de un proyecto vial (canteras).

Las características geológicas más requeridas deberán determinar la dureza tanto de rocas como de suelos y el grado de sensibilidad o la pérdida de estabilidad en relación con la obra a construir.

Asimismo, se determinará la geología y geomorfología teniendo los aspectos principales siguientes:

- Topografía (plana, ondulada, montañosa, etc.)
- Unidades geológicas y geomorfológicas locales y regionales
- Materiales componentes del talud de corte (Clasificación de materiales).
- Materiales constituyentes del suelo (grava, arena, arcilla, etc.) diferenciando los entre transportados y no transportados.
- Litología dominante de materiales transportados.

En esta etapa el estudio geológico y geomorfológico tendrá un extensión y alcance local, así misma deberá ser desarrollada fundamentalmente sobre la base del reconocimiento de campo y complementada con documentos de consulta, como información técnica general publicada por el INGEMET a nivel local, regional y nacional.



## **2.2.2. Diseño Vial y Trafico**

Se realiza con la finalidad de conocer el volumen, característica y origen, destino del tráfico vehicular, elementos básicos para la evaluación económica de la carretera y la determinación de las características del diseño de cada tramo.

### **2.2.2.1. Parámetros Básicos para el Diseño**

#### **2.2.2.1.1. Conteo volumétrico**

Los conteos volumétricos se realizan para conocer los volúmenes de tráfico, las características y variación diarias vehiculares.

#### **2.2.2.1.2. Estudio de la Demanda**

En los estudios del tránsito se puede tratar de dos situaciones: el caso de los estudios para carreteras existentes, y el caso para carreteras nuevas, es decir que no existen actualmente.

En el primer caso, el tránsito existente podrá proyectarse mediante los sistemas convencionales que se indican a continuación. El segundo caso requiere de un estudio de desarrollo económico zonal o regional que lo justifique.

#### **2.2.2.1.3. Proyecciones de Tránsito Futuro**

##### **2.2.2.1.4. Volumen de Tránsito Proyectado**

“El volumen de tránsito futuro (TF), se deriva a partir del tránsito actual (TA) y del incremento de tránsito (IT) esperado al final del periodo de vida útil del pavimento esperado” (Manual de Carreteras, 2014, p. 24). Se calcula de la siguiente forma:

$$TF = TA + IT$$

“El tránsito actual (TA) es el tránsito que usará la carretera mejorada en el momento de quedar completamente en servicio, el tránsito actual se compone del tránsito existente (TE) y del tránsito atraído (TA<sub>t</sub>)” (Manual de Carreteras, 2014, p. 24).

$$TA = TE + TA_t$$

“El incremento de tránsito es el volumen que se espera use la carretera, este tránsito se compone del Crecimiento Normal del Tránsito (CNT), del Tránsito Generado TG y del Tránsito Desarrollado TD” (Manual de Carreteras, 2014, p. 25). El cual se estimará a través de una tasa de crecimiento vehicular, para un periodo de diseño de “n” años, empleando la siguiente fórmula:

$$\text{CNTF} = \text{TA} ((1+i)^n - 1)$$

En resumen, el tránsito final para el periodo de diseño es el siguiente:

$$\text{TF} = \text{TA} + (\text{CNT} + \text{TG} + \text{TD})$$

#### **2.2.2.1.5. Índice Medio Diario Anual**

Es el volumen de tránsito diario para todos los días del año, previsible o existente en un tramo de carretera, así mismo determina el tráfico vehicular y la clasifica, como carretera de bajo, medio o alto tránsito, para determinar las características geométricas futuras de la misma y realizar el diseño de acuerdo con los parámetros establecidos.

#### **2.2.2.2. Clasificación de las carreteras**

##### **2.2.2.2.1. Clasificación por demanda:**

**Autopistas de Primera Clase:** “Son carreteras generalmente nacionales pavimentadas, que tienen calzadas de dos o más carriles de 3.60 m. de ancho como mínimo y estar divididas por un separador central de 6.00 m. de ancho como mínimo, y un IMDA mayor a 6000 veh/día” (Manual de Carreteras, 2014, p. 15).

**Autopistas de Segunda Clase:** “Son carreteras generalmente regionales pavimentadas, que tienen calzadas de dos o más carriles de 3.60 m de ancho como mínimo y estar divididas por un separador central de entre 6.00 hasta 1.00 m. de ancho como mínimo, y un IMDA entre 6000 y 4 001 veh/día” (Manual de Carreteras, 2014, p. 15).

**Carreteras de Primera Clase:** “Son carreteras de rodadura pavimentada, que tienen una calzada de dos carriles de 3.60 m. de ancho como mínimo, y un IMDA entre 4 000 y 2 001 veh/día” (Manual de Carreteras, 2014, p. 15).

**Carreteras de Segunda Clase:** “Son carreteras de rodadura pavimentada, que tienen una calzada de dos carriles de 3.30 m. de ancho como mínimo, y un IMDA entre 2 000 y 400 veh/día” (Manual de Carreteras, 2014, pág. 15)” (Manual de Carreteras, 2014, p. 15).

**Carreteras de Tercera Clase:** “Son carreteras de rodadura básica o económica, que puede ser afirmada, emulsión asfáltica y/o micro pavimentada. De ser pavimentada deberá cumplir con ciertas condiciones geométricas estipuladas para carreteras de segunda clase y tener una calzada de dos carriles de 3.00 m. de ancho como mínimo, y un IMDA menores a 400 veh/día” (Manual de Carreteras, 2014, p. 15).

**Trochas Carrozables:** “Son vías transitables de rodadura afirmada o sin afirmar que no cumplen con las características geométricas de una carretera, y tienen una calzada de 4.00 m. de ancho como mínimo, y un IMDA menor a 200 veh/día” (Manual de Carreteras, 2014, p. 15).

#### ***2.2.2.2. Clasificación por orografía***

**Terreno plano (tipo 1):** “Su orografía demanda un mínimo de movimiento de tierras, y no genera dificultades en su trazo. Sus pendientes transversales al eje de la vía son menores o iguales al 10% y sus pendientes longitudinales son por lo general menores de tres por ciento (3%)” (Manual de Carreteras, 2014, p. 16).

**Terreno ondulado (tipo 2):** “Su orografía demanda un moderado movimiento de tierra, y permite alineamientos rectos, alternados con curvas de radios amplios, y no generan dificultades en su trazo. Sus pendientes transversales al eje de la vía están entre 11% y 50% y sus

pendientes longitudinales se encuentran entre 3% y 6 %” (Manual de Carreteras, 2014, p. 16).

**Terreno accidentado (tipo 3):** “Su orografía demanda un importante movimiento de tierra, y genera dificultades en su trazo. Sus pendientes transversales al eje de la vía están entre 51% y el 100% y sus pendientes longitudinales predominantes se encuentran entre 6% y 8%” (Manual de Carreteras, 2014, p. 15).

**Terreno escarpado (tipo 4):** “Su orografía demanda un máximo movimiento de tierra y genera grandes dificultades en su trazo. Sus pendientes transversales al eje de la vía son superiores al 100% y sus pendientes longitudinales excepcionales son superiores al 8%” (Manual de Carreteras, 2014, p. 15).

### 2.2.2.3. Velocidad de diseño

La velocidad de diseño que representará la máxima velocidad a lo largo de la carretera a diseñar y estará definida por su demanda y su orografía, así mismo se podrá asignar a cada tramo homogéneo según la tabla:

**Figura N°3:**

*Rangos de la Velocidad de Diseño*

CLASIFICACIÓN	OROGRAFÍA	VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO HOMOGÉNEO VTR (km/h)										
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Autopista de primera clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Autopista de segunda clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Carretera de primera clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Carretera de segunda clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Carretera de tercera clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											

Nota: Se determina los rangos de velocidad de diseño según su clasificación y orografía según el manual de Diseño Geométrico de Carretera DG-2018

### 2.2.2.4. Elección de ruta

#### 2.2.2.4.1. Método de Bruce

Se utiliza para medir la longitud resistente y compara la distancia que tendrá la longitud real entre la longitud equivalente del área en estudio. Se expresa así:

$$X_0 = X + K \sum Y$$

Donde:

$X_0$ : Longitud Resistente (m).

$X$ : Longitud total del trazado (m).

$\sum Y$ : Desnivel o suma de desniveles (m).

$K$ : Inverso del coeficiente de tracción.

Los valores de  $k$  para los distintos tipos de superficie de rodamiento aparecen en la siguiente tabla:

**Tabla N°13:**

*Valores del inverso del coeficiente de tracción (Valores de  $K$ ).*

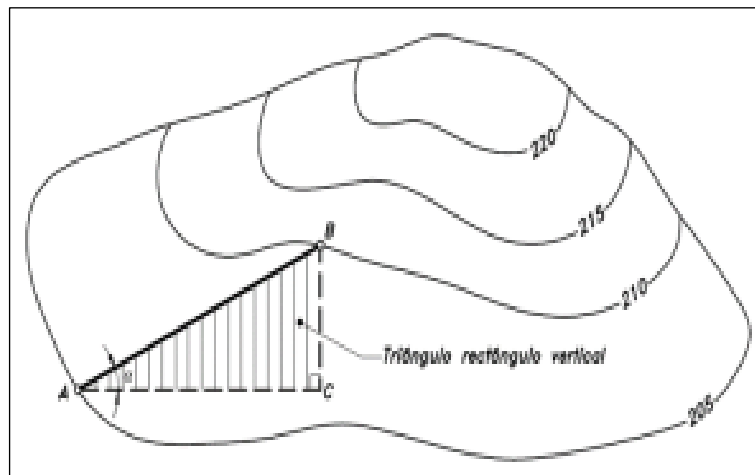
Tipo de superficie	Valor medico de $K$
Carretera en tierra	21

Nota: Se determina los valores de inverso del coeficiente de tracción según el manual de Cárdenas Grisales, 2013

#### 2.2.2.4.2. Línea de pendiente o de ceros.

“Es aquella línea que representa los puntos obligados del proyecto, y conserva la pendiente uniforme especificada y que, de coincidir con el eje de la carretera, éste no aceptaría cortes ni rellenos, razón por la cual también se le conoce con el nombre de línea de ceros” (Manual de Suelos, 2014, p. 21). **Trazado de una línea de pendiente.** “Considérese los puntos A y B sobre las curvas de nivel sucesivas 205 y 210” (Manual de Suelos, 2014, p. 21). La pendiente de la línea recta AB que los une es:

$$\text{Pendiente de AB} = \tan \alpha = BC / AC$$

**Figura N°4:***Concepto de línea de pendiente*

Nota: Se determina la línea pendiente según el manual de Cárdenas Grisales, 2013

$$AC = BC / \text{Tan}\alpha$$

Donde:

AC: Distancia horizontal entre curvas de nivel sucesivas, o abertura del compás.

BC: Diferencia de nivel entre curvas o equidistancia

Tan $\alpha$ : Pendiente de la línea recta AB, corresponde a la línea de ceros.

Por lo tanto, también puede decirse que:

$$a = \text{Equidistancia} / p$$

Donde,

**a**: Abertura del compás

**p**: Pendiente uniforme de la línea de ceros.

**2.2.3. Diseño Geométrico****2.2.3.1. Distancia de Visibilidad**

Es la distancia continua hacia delante de la carretera, que es visible al conductor del vehículo.

### 2.2.3.1.1. *Visibilidad de Parada.*

Es velocidad requerida, de un vehículo para detenerse cuando viaja a la velocidad de diseño, antes de alcanzar a otro vehículo que está en la misma trayectoria. Se calcula mediante la siguiente formula:

$$D_p = 0.278 * V * t_p + 0.039 (V^2/a)$$

Dónde:

Dp: Distancia de parada (m); V: Velocidad de diseño (km/h); tp: Tiempo de percepción + reacción (s); A: deceleración en m/s<sup>2</sup> (será función del coeficiente de fricción y de la pendiente longitudinal del tramo).

Para vías con pendiente superior a 3%, se utiliza la siguiente fórmula:

$$D_p = 0.278Vt_p + V^2/254((a/9.81) \pm i)$$

Dónde:

d: distancia de frenado en metros; V: velocidad de diseño en km/h.; a: deceleración en m/s<sup>2</sup> (será función del coeficiente de fricción y de la pendiente longitudinal del tramo); i: Pendiente longitudinal (tanto por uno).  
+i: Subidas respecto al sentido de circulación; -i: Bajadas respecto al sentido de circulación.

**Tabla N°14:**

*Distancia de visibilidad de parada (metros), en pendiente 0%*

Velocidad de diseño (km/h)	Distancia de percepción reacción (m)	Distancia durante el frenado a nivel (m)	Distancia de visibilidad de parada	
			Calculada (m)	Redondeada (m)
20	13.9	4.6	18.5	20
30	20.9	10.30	31.20	35.00
40	27.80	18.4	46.2	50
50	34.8	28.7	63.50	65.00
60	41.70	41.3	83.0	85
70	48.7	56.2	104.9	105
80	55.6	73.4	129.0	130

Nota: Se determina la distancia de visibilidad de parada (metros), en pendientes 0%, según el manual de Diseño Geométrico de Carretera DG-2018

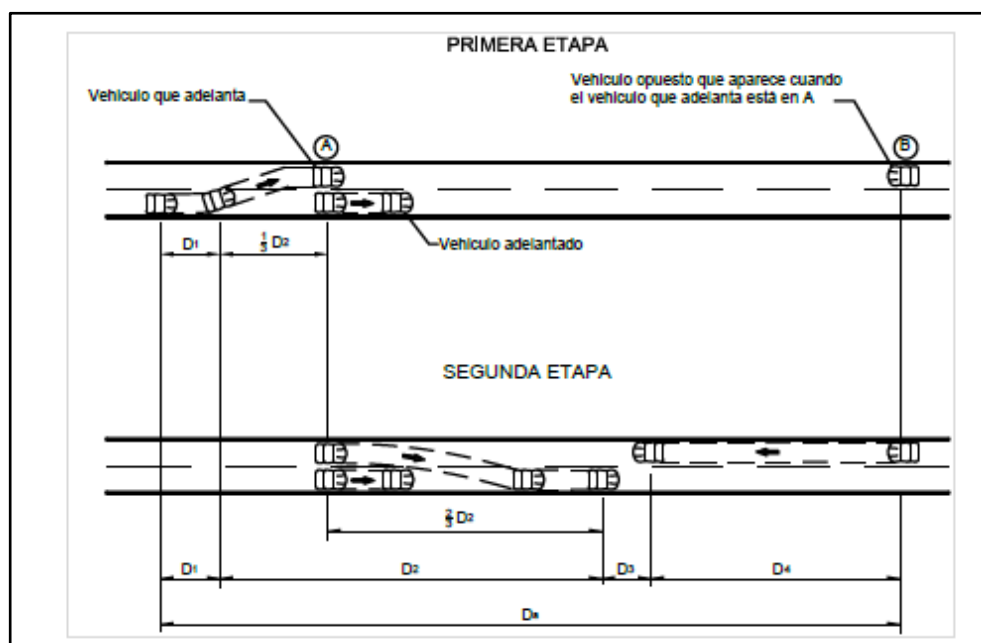
**Tabla N°15:***Distancia de visibilidad de parada con pendientes (metros)*

Velocidad de diseño (km/h)	Pendiente nula o en bajada			Pendiente en subida		
	3%	6%	9%	3%	6%	9%
20	20	20	20	19	18	18
30	35	35	35	31	30	29
40	50	50	53	45	44	43
50	66	70	74	61	59	58
60	87	92	97	80	77	75
70	110	116	124	100	97	93
80	136	144	154	123	118	114

Nota: Se determina la distancia de visibilidad de parada según el manual de Diseño Geométrico de Carretera DG-2018

### 2.2.3.1.2. Visibilidad de Adelantamiento.

Es la longitud mínima por visualizar que requiero para facultar al conductor del vehículo a sobrepasar a otro que viaja a velocidad menor. Según se muestra en el cuadro:

**Figura N°5:***Distancia de visibilidad de adelantamiento*

Nota: Se determina la distancia de visibilidad de adelantamiento según el manual de Diseño Geométrico de Carretera DG-2018



La distancia de visibilidad de adelantamiento, de acuerdo con la Imagen, se determina como la suma de cuatro distancias, así:

$$D_a = D_1 + D_2 + D_3 + D_4$$

Dónde:

Da: Distancia de visibilidad de adelantamiento, en metros.

D1: Distancia recorrida durante el tiempo de percepción y reacción, en metros.

D2: Distancia recorrida por el vehículo que adelanta durante el tiempo desde que invade el carril de sentido contrario hasta que regresa a su carril, en metros.

D3: Distancia de seguridad, una vez terminada la maniobra, entre el vehículo que adelanta y el vehículo que viene en sentido contrario, en metros.

D4: Distancia recorrida por el vehículo que viene en sentido contrario (estimada en 2/3 de D2), en metros.

Por seguridad, la maniobra de adelantamiento se calcula con la velocidad específica de la tangente en la que se efectúa la maniobra.

$$D_1 = 0.278 t_1 (V - m + (at_1/2))$$

Dónde:

t<sub>1</sub>: Tiempo de maniobra, en segundos.

V: Velocidad del vehículo que adelanta, en km/h.

a: Promedio de aceleración que el vehículo necesita para iniciar el adelantamiento, en km/h.

m: Diferencia de velocidades entre el vehículo que adelanta y el que es adelantado, igual a 15 km/h en todos los casos.

$$D_2 = 0.278 V t_2$$

Dónde:

V: Velocidad del vehículo que adelanta, en km/h.

$t_2$ : Tiempo empleado por el vehículo en realizar la maniobra para volver a su carril en segundos.

$$D_3 = \text{Distancia variable entre 30 - 90 y } D_4 = 2/3 D_2$$

### Figura N°6:

*Elementos que conforman la distancia de adelantamiento.*

COMPONENTE DE LA MANIOBRA DE ADELANTAMIENTO	RANGO DE VELOCIDAD ESPECÍFICA EN LA TANGENTE EN LA QUE SE EFECTÚA LA MANIOBRA (km/h)			
	50-65	66-80	81-95	96-110
	VELOCIDAD DEL VEHÍCULO QUE ADELANTA, V (km/h)			
	56.2 <sup>1</sup>	70 <sup>1</sup>	84.5 <sup>1</sup>	99.8 <sup>1</sup>
<u>Maniobra inicial:</u>				
a: Promedio de aceleración (Km/h/s)	2.25	2.3	2.37	2.41
$t_1$ : Tiempo (s)	3.6	4	4.3	4.5
$d_1$ : Distancia de recorrido en la maniobra (m)	45	66	89	113
<u>Ocupación del carril contrario:</u>				
$t_2$ : Tiempo (s)	9.3	10	10.7	11.3
$d_2$ : Distancia de recorrido en la maniobra (m)	145	195	251	314
<u>Distancia de seguridad:</u>				
$d_3$ : Distancia de recorrido en la maniobra (m)	30	55	75	90
<u>Vehículos en sentido opuesto:</u>				
$d_4$ : Distancia de recorrido en la maniobra (m)	97	130	168	209
$D_a = d_1 + d_2 + d_3 + d_4$	317	446	583	726

Nota: Se determina los elementos que conforman la distancia de adelantamiento según el Diseño Geométrico de Carretera DG-2018

### Tabla N°16:

*Mínima distancia de visibilidad de adelantamiento para carreteras de dos carriles dos sentidos*

Velocidad específica en la tangente en la que se efectúa la maniobra (km/h)	Velocidad del vehículo adelantado (km/h)	Velocidad del vehículo que adelanta, V (km/h)	Mínima distancia de visibilidad de adelantamiento $D_A$ (m)	
			Calculada	Redondeada
20			130	130
30	29	44	200	200
40	36	51	266	270
50	44	59	341	345
60	51	66	407	410
70	59	74	482	485
80	65	80	538	540

Nota: Se determina la mínima distancia de visibilidad de adelantamiento según el manual de Diseño Geométrico de Carretera DG-2018

### 2.2.3.2. Alineamiento Horizontal

#### 2.2.3.2.1. Consideraciones para el Alineamiento Horizontal

- ✓ El trazado en planta de un tramo de carretera estará compuesto de la adecuada sucesión de rectas (tangentes), curvas circulares y curvas de transición. En general, el relieve del terreno es el elemento de control del radio de las curvas horizontales y el de la velocidad de diseño. El alineamiento horizontal se realizará adecuándose a las condiciones del relieve y minimizando dentro de lo razonable el número de cambios de dirección. Los radios mínimos, calculados bajo el criterio de seguridad ante el deslizamiento transversal del vehículo, están dados en función a la velocidad de diseño, a la fricción transversal y al peralte máximo aceptable. Es difícil peraltar adecuadamente las curvas. La distancia entre dos curvas reversas deberá ser, por lo menos, la necesaria para el desarrollo de las transiciones de peralte.

#### 2.2.3.2.2. Tramos en tangente

Las longitudes mínimas admisibles y máximas deseables de los tramos en tangente, en función a la velocidad de diseño, serán las indicadas

**Tabla N°17:**

*Longitudes de tramos en tangente*

V(km/h)	L min.s (m)	L min.o (m)	L máx (m)
30	42	84	500
40	56	111	668
50	69	139	835
60	83	167	1002
70	97	194	1169
80	111	222	1336
90	125	250	1503
100	139	278	1670
110	153	306	1837
120	167	333	2004
130	180	362	2171

Nota: Se determina las longitudes de tramos en tangente según el manual de Diseño Geométrico de Carretera DG-2018

Dónde:

L mín.s: Longitud mínima (m) para trazados en “S” (alineamiento recto entre alineamientos con radios de curvatura de sentido contrario).

L mín.o: Longitud mínima (m) para el resto de casos (alineamiento recto entre alineamientos con radios de curvatura del mismo sentido).

L máx: Longitud máxima deseable (m).

V: Velocidad de diseño (km/h)

### **2.2.3.2.3. Curvas Circulares**

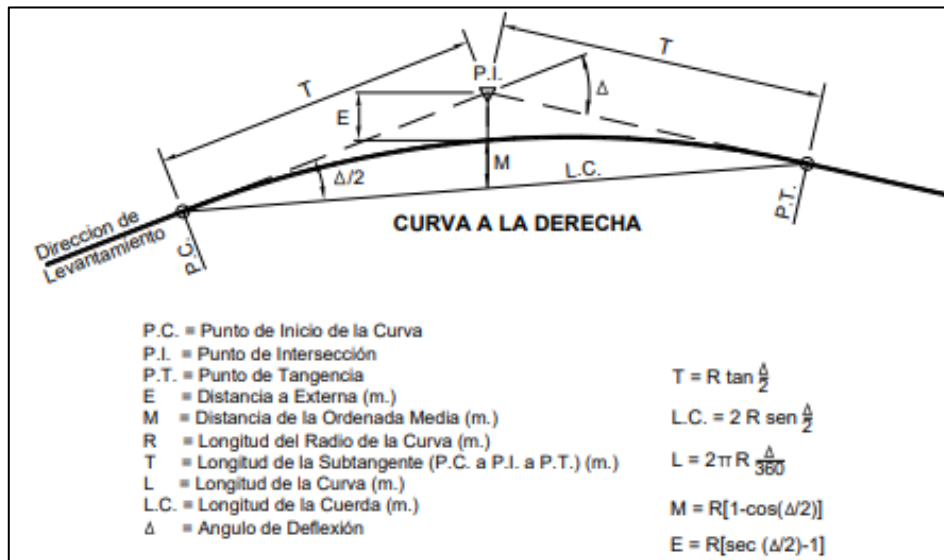
“Son circunferencia que forman proyecciones horizontales que unen dos tangentes consecutivos de diferentes radios, conformando la proyección horizontal de las curvas reales o espaciales” (Manual de Carreteras, 2018, p. 135).

#### **Elementos de la curva circular**

“Los elementos y nomenclatura de las curvas horizontales circulares que contienen las curvas tendrán los parámetros establecidos” (Manual de Carreteras, 2018, p. 135). Deben ser utilizadas sin ninguna modificación y son los siguientes:

“P.C: Punto de inicio de la curva; P.I: Punto de Intersección de 2 alineaciones consecutivas; P.T: Punto de tangencia; E: Distancia a externa (m); M: Distancia de la ordenada media (m); R: Longitud del radio de la curva (m); T: Longitud de la subtangente (P.C a P.I. y P.I. a P.T.) (m) L: Longitud de la curva (m); L.C: Longitud de la cuerda (m);  $\Delta$ : Ángulo de deflexión ( $^{\circ}$ ); p: Peralte; valor máximo de la inclinación transversal de la calzada, asociado al diseño de la curva (%); Sa: Sobreancho que pueden requerir las curvas para compensar el aumento de espacio lateral que experimentan los vehículos al describir la curva (m)” (Manual de Carreteras, 2018, p. 135).

En la figura se ilustran los indicados elementos y nomenclatura de la curva horizontal circular.

**Figura N°7:***Simbología de la curva circular*

Nota: Diseño Geométrico de Carretera DG-2018

**2.2.3.2.4. Radios mínimos**

“Son los mínimos que pueden permitirse con la velocidad de diseño y la tasa máxima de peralte, en condiciones aceptables de seguridad y comodidad” (Manual de Carreteras, 2018, p. 135). Para el caso de carreteras de Tercera Clase se aplicará la siguiente fórmula:

$$R_{\min} = V^2/127 (0.01e_{\max} + f_{\max})$$

Dónde:

$R_{\min}$ : mínimo radio de curvatura;  $e_{\max}$ : valor máximo del peralte;  $f_{\max}$ : factor máximo de fricción; V: velocidad específica de diseño.

**Tabla N°18:***Fricción transversal máxima en curvas*

Velocidad de diseño km/h	$f_{\max}$
30 (o menos)	0.17
40	0.17
50	0.16
60	0.15

Nota: Se determina la fricción transversal máxima en curvas según el manual de Diseño Geométrico de Carretera DG-2018

**Tabla N°19:**

*Valores del radio mínimo para velocidades específicas de diseño, peraltes máximos y valores límites de fricción.*

Velocidad específica km/h	Peralte máximo e (%)	Valor límite de fricción $f_{\max}$	Calculado radio mínimo (m)	Redondeado radio mínimo (m)
30	12.0	0.17	24.4	25
40	12.0	0.17	43.4	45
50	12.0	0.16	70.3	70
60	12.0	0.15	104.9	105

Nota: Se determina los Valores del radio mínimo para velocidades específicas de diseño según el manual de Diseño Geométrico de Carretera DG-2018

#### **2.2.3.2.5. Curvas de transición**

“Son espirales que tienen por objeto evitar las discontinuidades en la curvatura del trazo” (Manual de Carreteras, 2018, p. 141).

#### **2.2.3.2.6. Curvas compuestas**

“Consisten en dos o más curvas simples de diferente radio, orientadas en la misma dirección” (Manual de Carreteras, 2018, p. 135).

#### **2.2.3.2.7. Curvas de vuelta**

“Son aquellas curvas que se proyectan sobre una ladera, en terrenos accidentados, con el propósito de obtener una cota mayor, sin sobrepasar las pendientes máximas” (Manual de Carreteras, 2018, p. 141).

#### **2.2.3.2.8. Transición de peralte**

“Es la inclinación transversal de la carretera en los tramos de curva, siendo la traza del borde de la calzada, en la que se desarrolla el cambio gradual de la pendiente de dicho borde” (Manual de Carreteras, 2018, p. 142).

#### **2.2.3.2.9. Sobreechancho**

“Es la necesidad de proporcionar sobreechancho en una calzada siendo el aumento en las curvas para conseguir condiciones de operación vehicular” (Manual de Carreteras, 2018, p. 142).

### 2.2.3.3. Alineamiento Vertical

#### 2.2.3.3.1. Consideraciones para el alineamiento vertical

- ✓ En terreno llano, la rasante estará por encima del terreno a fin de favorecer el drenaje. En terreno ondulado, por razones de economía, la rasante se acomodará a las inflexiones del terreno, de acuerdo con los criterios de seguridad, visibilidad y estética. En terreno montañoso y en terreno escarpado, también se acomodará la rasante al relieve del terreno evitando los tramos en contra pendiente cuando debe vencerse un desnivel considerable, ya que ello conduciría a un alargamiento innecesario del recorrido de la carretera. Es deseable lograr una rasante compuesta por pendientes moderadas que presente variaciones graduales entre los alineamientos, de modo compatible con la categoría de la carretera y la topografía del terreno.

#### 2.2.3.3.2. Pendiente

La inclinación del terreno, expresada en porcentaje; en consecuencia, se considera deseable no sobrepasar los límites máximos de pendiente en el Perfil Longitudinal.

#### Figura N°8:

*Pendientes máximas (%)*

Demanda	Autopistas								Carretera				Carretera				Carretera			
	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400			
Vehículos/día	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera clase			
Características	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Tipo de orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30 km/h																			10.00	10.00
40 km/h															9.00	8.00	9.00	10.00		
50 km/h										7.00	7.00			8.00	9.00	8.00	8.00	8.00		
60 km/h					6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	7.00	8.00	9.00	8.00	8.00		
70 km/h			5.00	5.00	6.00	6.00	6.00	7.00	6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	6.00	7.00		7.00	7.00		
80 km/h	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00		6.00	6.00			7.00	7.00		
90 km/h	4.50	4.50	5.00		5.00	5.00	6.00		5.00	5.00			6.00				6.00	6.00		
100 km/h	4.50	4.50	4.50		5.00	5.00	6.00		5.00				6.00							
110 km/h	4.00	4.00			4.00															
120 km/h	4.00	4.00			4.00															
130 km/h	3.50																			

Nota: Se determina las pendientes máximas según su demanda y tipo de orografía según el manual de Diseño Geométrico de Carretera DG-2018

### 2.2.3.3.3. Curvas Verticales

Se definen por su parámetro de curvatura  $K$ , que equivale a la longitud de la curva en el plano horizontal, en metros, para cada 1% de variación en la pendiente. Según la siguiente formula:

$$K = L/A$$

Dónde,

$K$ : Parámetro de curvatura;  $L$ : Longitud de la curva vertical;  $A$ : Valor Absoluto de la diferencia algebraica de las pendientes.

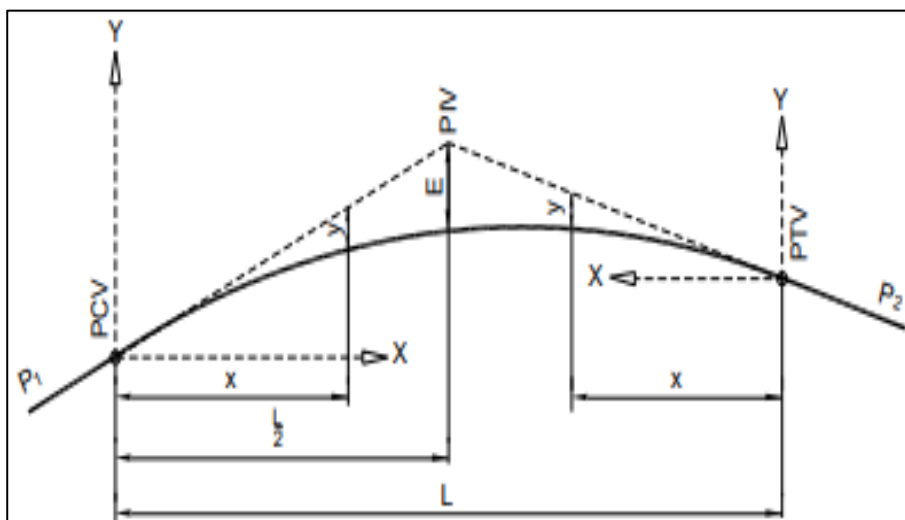
#### Tipos de curvas verticales

##### La curva vertical simétrica

Está configurada por dos parábolas de igual longitud, que se unen en la proyección vertical del PIV. La curva recomendada es la parábola cuadrática, cuyos elementos principales y expresiones matemáticas se incluyen a continuación, tal como se aprecia en la figura:

#### Figura N°9:

*Elementos de la curva vertical simétrica*



Nota: Diseño Geométrico de Carretera DG-2018

Dónde:

PCV: Principio de la curva vertical; PIV: Punto de intersección de las tangentes verticales; PTV: Término de la curva vertical;  $L$ : Longitud de la



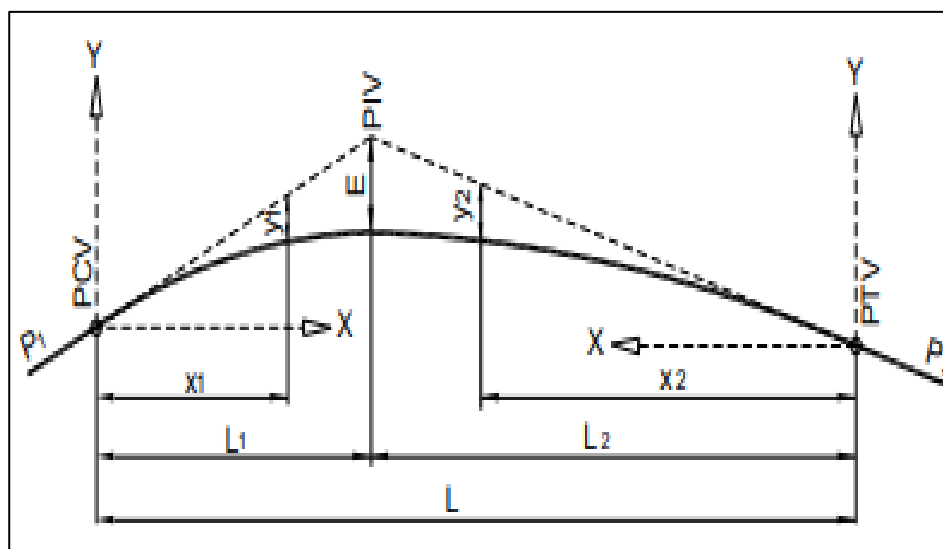
curva vertical, medida por su proyección horizontal, en metros (m); S1: Pendiente de la tangente de entrada, en porcentaje (%); S2: Pendiente de la tangente de salida, en porcentaje (%); A: Diferencia algebraica de pendientes, en porcentaje (%)  $A = |S1 - S2|$ ; E: Externa. Ordenada vertical desde el PIV a la curva, en metros (m), se determina con la siguiente fórmula:  $E = AL/800$ ; X: Distancia horizontal a cualquier punto de la curva desde el PCV o desde el PTV; Y: Ordenada vertical en cualquier punto, también llamada corrección de la curva vertical se calcula mediante la siguiente fórmula:  $y = x^2(A/200L)$ .

### La curva vertical asimétrica

Está configurada por dos parábolas de diferente longitud ( $L_1$ ,  $L_2$ ) que se unen en la proyección vertical del PIV. Ver la siguiente figura:

#### Figura N°10:

*Elementos de la curva vertical asimétrica*



Nota: Diseño Geométrico de Carretera DG-2018

Dónde:

PCV: Principio de la curva vertical; PIV: Punto de intersección de las tangentes verticales; PTV: Término de la curva vertical; L: Longitud de la curva vertical, medida por su proyección horizontal, en metros (m), se cumple:  $L = L_1 + L_2$  y  $L_1 \neq L_2$ ; S1: Pendiente de la tangente de entrada,

en porcentaje (%); S2: Pendiente de la tangente de salida, en porcentaje (%); L1: Longitud de la primera rama, medida por su proyección horizontal en metros (m); L2: Longitud de la segunda rama, medida por su proyección horizontal, en metros (m); A: Diferencia algebraica de pendientes, en porcentaje (%).  $A = |S1 - S2|$ ; E: Externa. Ordenada vertical desde el PIV a la curva, en metros (m), se determina con la siguiente fórmula:  $E = AL + L^2 / 200(L1 + L2)$ ; X1: Distancia horizontal a cualquier punto de la primera rama de la curva medida desde el PCV; X2: Distancia horizontal a cualquier punto de la segunda rama de la curva medida desde el PTV; Y1: Ordenada vertical en cualquier punto de la primera rama medida desde el PCV, se calcula mediante la siguiente fórmula:  $y1 = E (X1/L1)^2$ ; Y2: Ordenada vertical en cualquier punto de la segunda rama medida desde el PTV, se calcula mediante la siguiente fórmula:  $y2 = E (X2/L2)^2$ .

### Longitud de las curvas convexas

Se determina con las siguientes fórmulas:

a) Para contar con la visibilidad de parada (Dp).

$$\text{Cuando } Dp < L; \quad L = A Dp^2 / 200(\sqrt{2h1} + \sqrt{2h2})^2$$

$$\text{Cuando } Dp > L; \quad L = 2Dp - 200(\sqrt{h1} + \sqrt{h2})^2 / A$$

Dónde, para todos los casos:

L: Longitud de la curva vertical (m)

Dp: Distancia de visibilidad de parada (m)

A: Diferencia algebraica de pendientes (%)

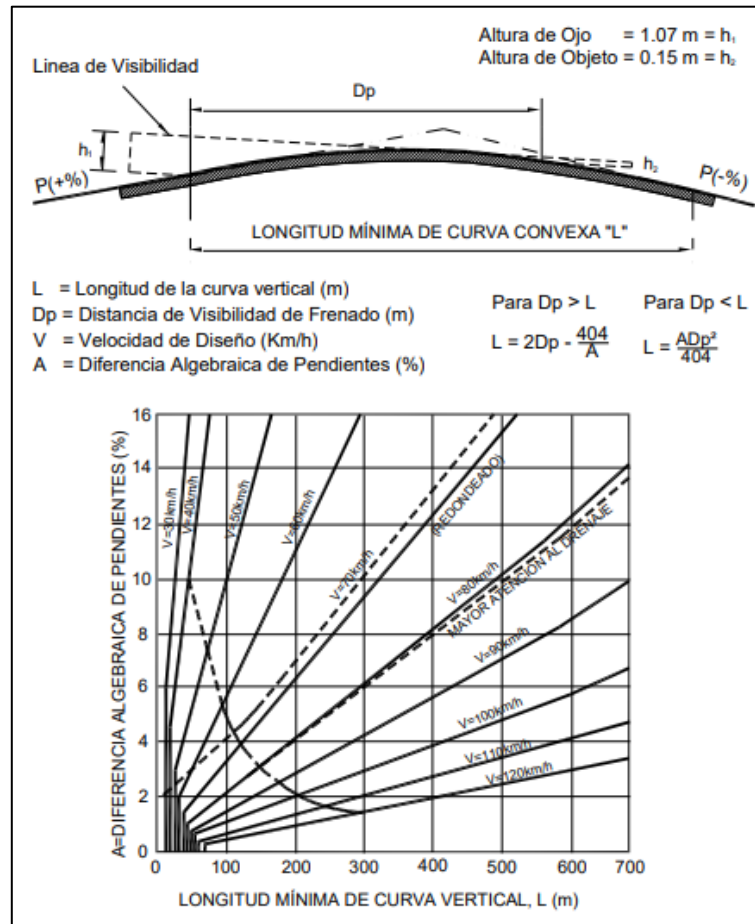
h1: Altura del ojo sobre la rasante (m)

h2: Altura del objeto sobre la rasante (m)

La figura, presenta los gráficos para resolver las ecuaciones planteadas, para el caso más común con  $h1 = 1.07$  m y  $h2 = 0.15$  m.

**Figura N°11:**

*Longitud mínima de curva vertical convexa con distancias de visibilidad de parada*



Nota: Diseño Geométrico de Carretera DG-2018

b) Para contar con la visibilidad de adelantamiento o paso ( $D_a$ ).

Cuando:  $D_a < L$ ;  $L = A (D_a)^2/946$

Cuando:  $D_a > L$ ;  $L = 2D_a - (946/A)$

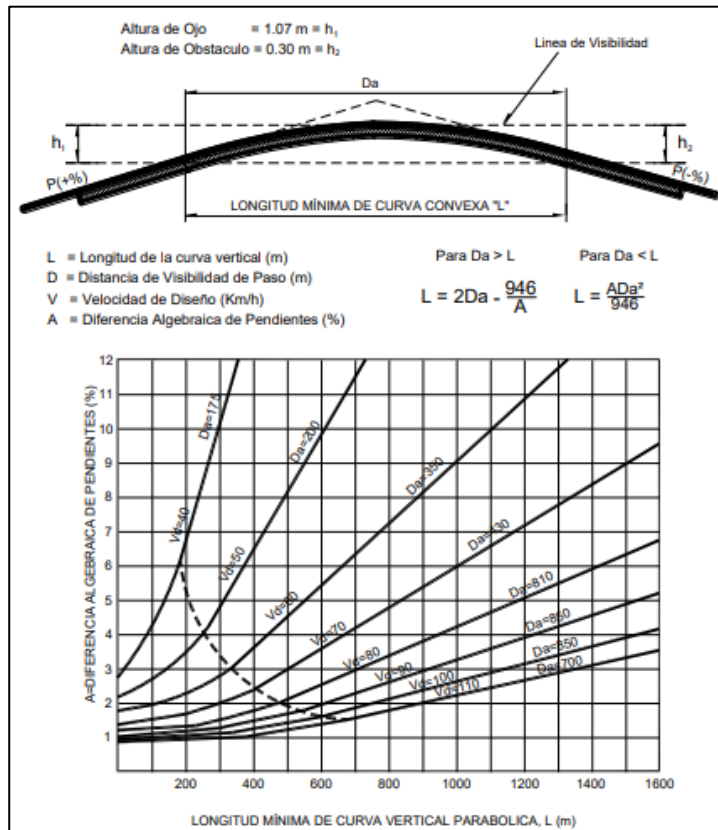
Dónde:

$D_a$ : Distancia de visibilidad de adelantamiento o Paso (m);  $L$  y  $A$ : Ítem (a)

Se deberá utilizar los valores de longitud de Curva Vertical de la figura para esta condición, asimismo se aplicarán las mismas fórmulas que en (a); utilizándose como  $h_2 = 1.30$  m, considerando  $h_1 = 1.07$  m.

**Figura N°12:**

*Longitud mínima de curvas verticales convexas con distancias de visibilidad de paso*



Nota: Diseño Geométrico de Carretera DG-2018

**Tabla N°20:**

*Valores del índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical convexa en carreteras de Tercera Clase*

Velocidad de diseño km/h	Longitud controlada por visibilidad de parada		Longitud controlada por visibilidad de paso	
	Distancia de visibilidad de parada	Índice de curvatura K	Distancia de visibilidad de paso	Índice de curvatura K
20	20	0.6		
30	53	1.9	200	46
40	50	3.8	270	84
50	65	6.4	345	138
60	85	11	410	195
70	105	17	485	272
80	130	26	540	338

Nota: Se determina los valores del índice de K para el cálculo según el manual de Diseño Geométrico de Carretera DG-2018

### Longitud de las curvas cóncavas

Se determina con las siguientes fórmulas:

Cuando:  $D < L$ ;  $L = A D^2/120 + 3.5D$

Cuando:  $D > L$ ;  $L = 2D - (120 + 3.5D/A)$

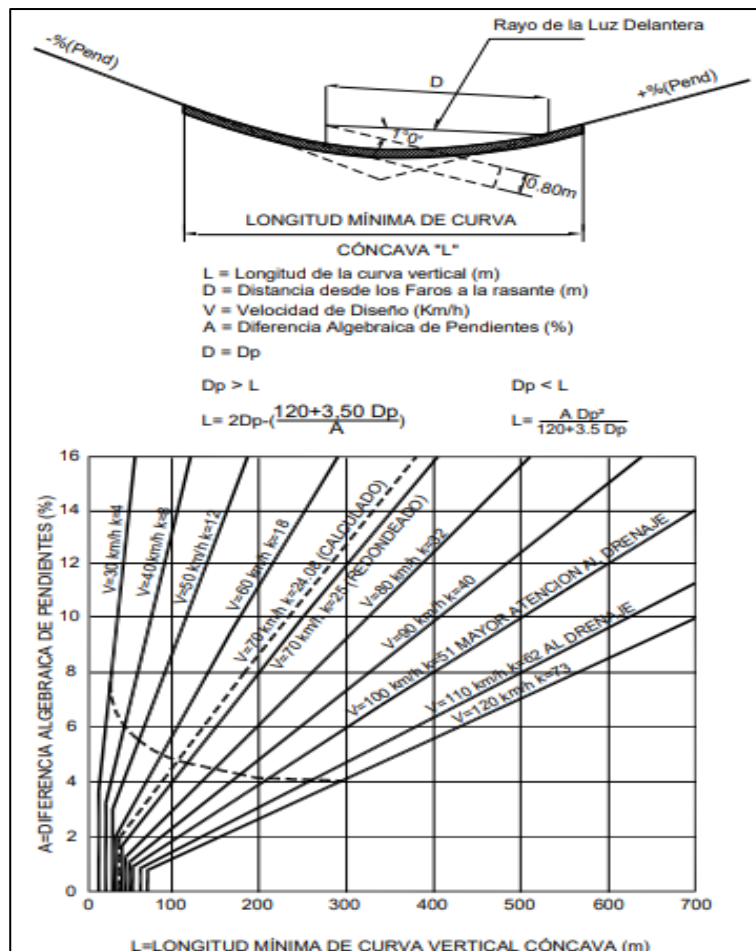
Dónde:

D: Distancia entre el vehículo y el punto dónde con un ángulo de  $1^\circ$ , los rayos de luz de los faros, interseca a la rasante.

Del lado de la seguridad se toma  $D = D_p$ , cuyos resultados se aprecian en la siguiente figura:

**Figura N°13:**

*Longitudes mínimas de curvas verticales cóncavas*



Nota: Diseño Geométrico de Carretera DG-2018

Adicionalmente, considerando que los efectos gravitacionales y de fuerzas centrífugas afectan en mayor proporción a las curvas cóncavas, se aplicará la siguiente fórmula:

$$L = AV^2/395$$

Dónde:

V: Velocidad de proyecto (km/h); L: Longitud de la curva vertical (m); A: Diferencia algebraica de pendientes (%).

**Tabla N°21:**

*Valores del índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical cóncava en carreteras de Tercera Clase*

Velocidad de diseño (km/h)	Distancia e visibilidad de parada (m)	Índice de curvatura K
20	20	3
30	35	6
40	50	9
50	65	13
60	85	18
70	105	23
80	130	30

Nota: Diseño Geométrico de Carretera DG-2018

**2.2.3.4. Sección transversal**

**2.2.3.4.1. Consideración para la sección transversal**

- ✓ Para estructurar la sección transversal, se tiene en consideración que las carreteras de bajo volumen de tránsito solo requieren: Una calzada de circulación vehicular con dos carriles, una para cada sentido. El ancho de la carretera, en la parte superior de la plataforma o corona, podrá contener además de la calzada, si el caso lo amerita y la topografía lo permite, un espacio lateral a cada lado para bermas y para la ubicación de guardavías, muros o muretes de seguridad, señales y cunetas de drenaje. La sección transversal resultante es más amplia en territorios planos en concordancia con la mayor velocidad



En la tabla, se indican los valores del ancho de calzada para diferentes velocidades de diseño con relación a la clasificación de la carretera.

**Figura N°15:**

*Anchos mínimos de calzada en tangente*

Clasificación	Autopista								Carretera				Carretera				Carretera					
	> 6,000				6,000 - 4,001				4,000-2.001				2,000-400				< 400					
Tipo	Primera Clase				Segunda Clase				Primera Clase				Segunda Clase				Tercera Clase					
Orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
Velocidad de diseño: 30km/h																				5.00	6.00	
40 km/h																					5.00	
50 km/h											7.20	7.20			6.60	6.60	6.60	6.60			5.00	
60 km/h					7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60	6.60	6.60	6.60				
70 km/h			7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60							
80 km/h	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20								
90 km/h	7.20	7.20	7.20		7.20	7.20	7.20		7.20	7.20											6.60	6.60
100 km/h	7.20	7.20	7.20		7.20	7.20	7.20		7.20					7.20								
110 km/h	7.20	7.20			7.20																	
120 km/h	7.20	7.20			7.20																	
130 km/h	7.20																					

Nota: Diseño Geométrico de Carretera DG-2018

## Bermas

Franja longitudinal, que sirve de confinamiento de la capa de rodadura y se utiliza como zona de seguridad para estacionamiento de vehículos en caso de emergencias. En la tabla, se establece el ancho de bermas.

**Figura N°16:**

*Ancho de bermas*

Clasificación	Autopista								Carretera				Carretera				Carretera						
	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400						
Características	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera Clase						
Tipo de orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4			
Velocidad de diseño: 30 km/h																					0.50	0.50	
40 km/h																						0.90	0.50
50 km/h											2.60	2.60			1.20	1.20	1.20	1.20	0.90	0.90			
60 km/h					3.00	3.00	2.60	2.60	3.00	3.00	2.60	2.60	2.00	2.00	1.20	1.20	1.20	1.20					
70 km/h			3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.00	2.00	1.20								
80 km/h	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00		2.00	2.00									
90 km/h	3.00	3.00	3.00		3.00	3.00	3.00		3.00	3.00			2.00										
100 km/h	3.00	3.00	3.00		3.00	3.00	3.00		3.00				2.00										
110 km/h	3.00	3.00			3.00																		
120 km/h	3.00	3.00			3.00																		
130 km/h	3.00																						

Nota: Diseño Geométrico de Carretera DG-2018



### Bombeo

Es el declive transversal mínima denominada bombeo, con la finalidad de evacuar las aguas superficiales. La tabla especifica los valores de bombeo de la calzada.

#### Tabla N°22:

*Valores del bombeo de la calzada*

Tipo de Superficie	Bombeo (%)	
	Precipitación <500 mm/año	Precipitación > 500 mm/año
Pavimento asfáltico y/o concreto Portland	2.0	2.5
Tratamiento superficial	2.5	2.5 - 3.0
Afirmado	3.0 - 3.5	3.0 - 4.0

Nota: Se determina los valores de bombeo de la calzada según el manual de Diseño Geométrico de Carretera DG-2018

### Peralte

Declive transversal de la vía en los tramos de curvas, afianzadas a contrarrestar la fuerza centrífuga del vehículo.

### Derecho de Vía o faja de dominio

Es el ancho de terreno variable comprendida de la carretera, sus obras complementarias, servicios, áreas previstas para futuras obras de ensanche o mejoramiento. La tabla indica los anchos mínimos que debe tener el Derecho de Vía:

#### Tabla N°23:

*Anchos mínimos de Derecho de Vía*

Clasificación	Anchos mínimos (m)
Autopista de Primera Clase	40
Autopista Segunda Clase	30
Carretera de Segunda Clase	25
Carretera de Segunda Clase	20
Carretera Tercera Clase	16

Nota: Se determina los anchos mínimos de derecha de vía según el manual de Diseño Geométrico de Carretera DG-2018

## Taludes

Es el declive de diseño dada al terreno lateral de la carretera, tanto en zonas de corte como en terraplenes. La tabla, muestra valores referenciales de taludes en zonas de corte.

**Tabla N°24:**

*Valores referenciales para taludes en corte (Relación H: V)*

Clasificación de materiales de corte	Roca fija	Roca suelta	grava	Material		
				Limo arcilloso o arcilla	Arenas	
Altura de corte	< 5 m	1: 10	1:6 - 1:4	1:1 - 1:3	1:1	2:1
	5 - 10 m	1: 10	1:4 - 1:2	1:1	1:1	*
	> 10 m	1: 8	1:2	*	*	*

Nota: Se determina los valores referenciales para taludes en corte según el manual de Diseño Geométrico de Carretera DG-2018

**Tabla N°25:**

*Taludes referenciales en zonas de relleno (terraplenes)*

Materiales	Talud (V:H)		
	Altura (m)		
	< 5	5 - 10	>10
Grava, limo arenoso y arcilla	1:1.5	1:1.75	1:2
Arena	1: 2	1:2.25	1:2.5
Enrocado	1: 1	1:1.24	1:1.5

Nota: Se determina los taludes referenciales en zonas de relleno según el manual de Diseño Geométrico de Carretera DG-2018

## Cunetas

Son canales construidos lateralmente a lo largo de la carretera, con el propósito de conducir los escurrimientos superficiales y subsuperficiales, procedentes de la plataforma vial, taludes y áreas adyacentes, a fin de proteger la estructura del pavimento.

### 2.2.4. Diseño de Pavimentos

#### 2.2.4.1. Catálogo estructural de superficie de rodadura

Para el dimensionamiento de los espesores de la capa de afirmado se adoptó como representativa la siguiente ecuación del método NAASRA,

(National Association of Australian State Road Authorities, hoy AUSTRROADS) que relaciona el valor soporte del suelo (CBR) y la carga actuante sobre el afirmado, expresada en número de repeticiones de EE:

$$e = [219 - 211 \times (\log_{10} \text{CBR}) + 58 \times (\log_{10} \text{CBR})^2] \times \log_{10} \times (\text{Nrep}/120)$$

Donde:

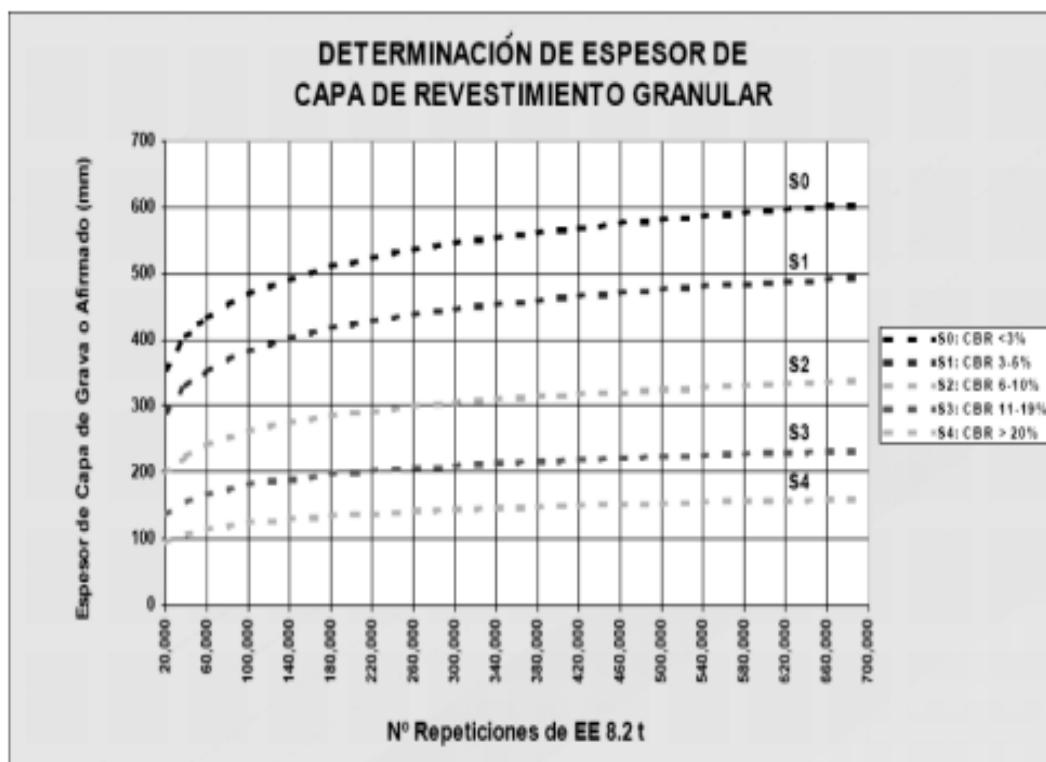
e = espesor de la capa de afirmado en mm.

CBR = valor del CBR de la subrasante.

Nrep = número de repeticiones de EE para el carril de diseño.

### Figura N°17:

*Determinación de Espesor de capa de revestimiento granular*

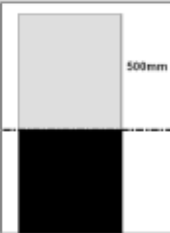
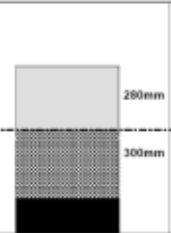
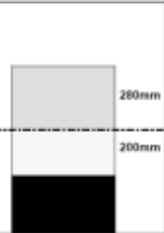
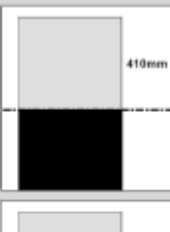
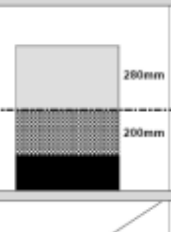
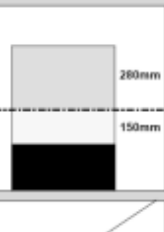



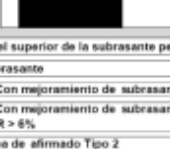
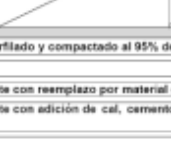
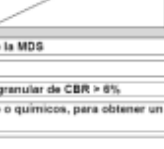
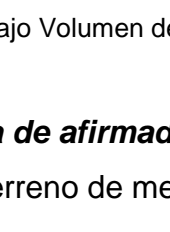
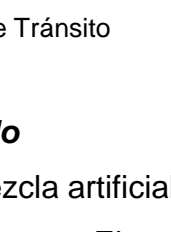
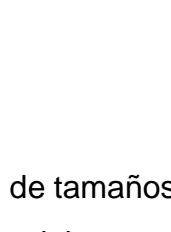


Nota: Se determina el espesor de la capa de revestimiento granular según el Manual de diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito

“Para determinar los espesores del estrato que conformaran la carretera se utilizara el catálogo de capas de revestimiento granular tráfico T2, que depende del CBR” (Manual diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito, 2008, p. 143).

Figura N°18:

## Catálogo de capas de Revestimiento Granular Tráfico T2

TIPO DE SUBRASANTE	CLASE TRAFICO: T2 IMDa: 51 - 100 vehículos Vehículos pesados (Buses/Camiones) carril de diseño: 16 - 20 vehículos pesados Número de repeticiones de CE 8.2a (carril de diseño): 7.9E+04 - 1.8E+05		
	A: subrasante sin mejoramiento, perfilado y compactado	B: con mejoramiento de subrasante con reemplazo por material granular de CBR > 6%	C: con mejoramiento de subrasante con adición de cal, cemento o químicos
<b>S0</b> SUBRASANTE MUY POBRE CBR < 3%			
<b>S1</b> SUBRASANTE POBRE CBR 3% - 5%			
<b>S2</b> SUBRASANTE REGULAR CBR 6% - 10%			
<b>S3</b> SUBRASANTE BUENA CBR 11% - 19%			
<b>S4</b> CBR > 20%			
<p>----- Nivel superior de la subrasante perfilado y compactado al 95% de la MDS</p> <p>Subrasante</p> <p>B: Con mejoramiento de subrasante con reemplazo por material granular de CBR &gt; 6%</p> <p>C: Con mejoramiento de subrasante con adición de cal, cemento o químicos, para obtener un CBR &gt; 6%</p> <p>Capa de afirmado Tipo 2</p>			

Nota: Se determina el espesor de pavimento según el Catálogo de capas de Revestimiento Granular Tráfico T2 de acuerdo al Manual de diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito

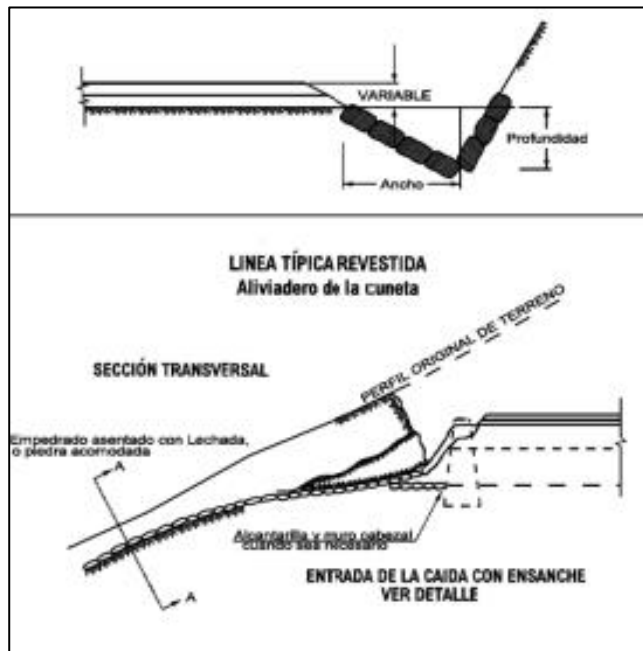
### 2.2.4.1.1. Capa de afirmado

“Es la capa de terreno de mezcla artificial de tamaños o tipos de material; que van a cimentar una carretera. El material por usarse dependerá del área de estudio” (Manual diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito, 2008, p. 143).

## 2.2.5. Diseño de Obras de Arte

### 2.2.5.1. Cunetas

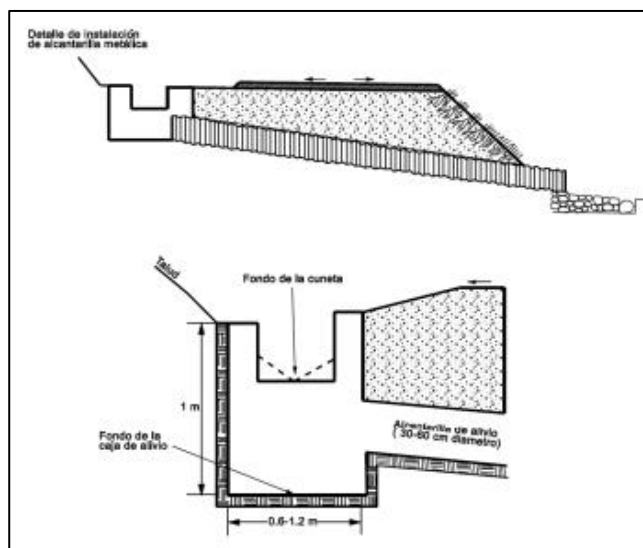
Zanjas de secciones variables, siendo las recomendadas las triangulares, que deben proyectarse en los tramos al pie de los taludes.

**Figura N°19:***Diseños típicos de cunetas*

Fuente: Manual de diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito

**2.2.5.2. Alcantarillas de paso y alcantarillas de alivio**

Conductos construidos encargados de aliviar la cantidad de fluidos y dar paso a zonas bajas.

**Figura N°20:***Detalles de alcantarillas*

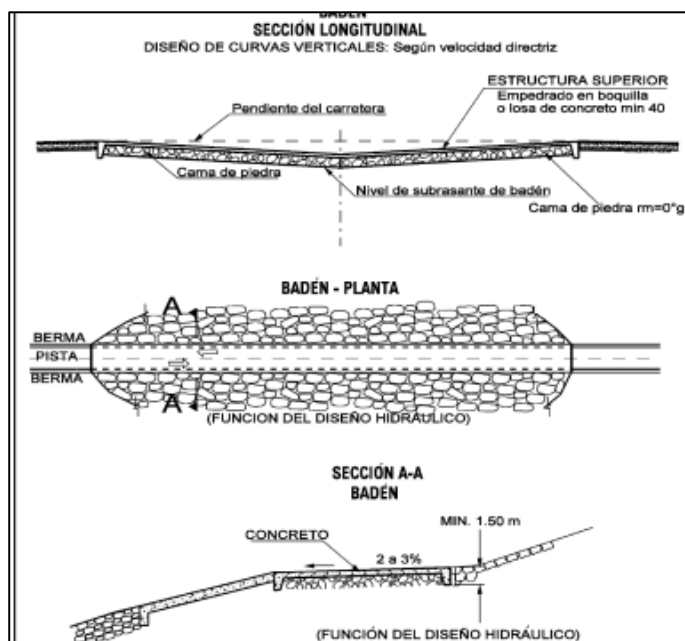
Nota: Manual de diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito

### 2.2.5.3. Badenes

Son obras para dirección cursos de aguas satisfactoriamente que descienden por quebradas.

#### Figura N°21:

*Diseños típicos de badenes*



Nota: Manual de diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito

## 2.2.6. Diseño de Señalización Vial

### 2.2.6.1. Señalización Vertical

#### 2.2.6.1.1. Señales Regulatoras o de Reglamentación

Tienen por finalidad notificar a los usuarios de las vías, las prioridades, prohibiciones, restricciones, obligaciones y autorizaciones existentes.

#### 2.2.6.1.2. Señales de Prevención

Su propósito es advertir a los usuarios sobre la existencia y naturaleza de riesgos y/o situaciones imprevistas presentes en la vía.

#### 2.2.6.1.3. Señales de Información

Tienen como propósito guiar a los usuarios y proporcionarles información para que puedan llegar a sus destinos en la forma más simple y directa.

### 2.3. Marco Conceptual

**Bermas:** Ancho longitudinal, que se utiliza como descanso de seguridad en carreteras de diferentes tipos.

**Bombeo:** En tramos en tangente o en curvas en contra peralte, las calzadas deben tener una inclinación transversal mínima denominada bombeo, con la finalidad de evacuar las aguas superficiales.

**Calzada:** Parte principal de una vial, que contiene los elementos principales destinada a la circulación de vehículos.

**Capacidad de vía:** Se comprende como máximo número de vehículos que pueden pasar durante un determinado tiempo, por una sección vía, bajo las condiciones prevalecientes del tránsito.

**Carretera de tercera clase:** Son carreteras de rodadura básica o económica, que puede ser afirmada, emulsión asfáltica y/o micro pavimentada.

**Cunetas:** Zanjas construidas lateralmente a lo largo de una vía o camino, con el propósito de circular fluidos superficiales y subsuperficiales.

**Sobrecancho.** Es la ampliación de una carretera de superficie de rodadura de la vía, en los tramos en curva para compensar el mayor espacio requerido por los vehículos.

**Derecho de vía o faja de dominio:** Componente principal de la carretera que determina los servicios y áreas seguras. Así como las obras complementarias futuras.

**Índice medio diario anual (IMDA):** Es caracterización del tránsito promedio aritmético de los volúmenes diarios de la congestión vehicular para todos los días del año.

**Peralte:** Declive transversal de la vía, para a contrarrestar la fuerza centrífuga del vehículo de diseño.

**Taludes:** Declive de diseño del terreno lateral de una vía, de tipo natural o artificial.

**Caminos vecinales:** Estrechos de terrenos utilizados como vía de comunicación alterna.

**Tránsito vehicular:** Es el flujo de vehículos que pueden circular en una vía.

## 2.4. Hipótesis

Si al aplicar correctamente la norma DG-2018, se realizara el diseño geométrico adecuado para el camino vecinal de la progresiva 0+000.00 – 15+250.00 entre los caseríos Tejechal – Pana.

## 2.5. Variable Dependiente e Independiente

### 2.5.1. Variable Independiente

Estudio definitivo del Camino Vecinal Tejechal – Pana

## 2.6. Operacionalización de las Variables

**Tabla N°26:**

*Matriz de Operacionalización*

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO DE MEDICION
<b>Estudio definitivo</b>	Es la técnica de ingeniería civil que consiste en situar el trazado de una carretera o calle en el terreno.	Producto de fases para convertir o desarrollar cambios en prototipos pruebas finales de diseños.	Diseño Geométrico	D.G. en Planta	Estación Total
				D.G. en Perfil	Estación Total
				D.G. de la Sección Transversal	Estación Total
			Diseño de Pavimento	Pavimento Flexible	Cálculos Aritméticos
			Diseño de Estructuras	Puentes	Cálculos Estructurales
			Diseño de Drenaje Pluvial	Drenaje Longitudinal	Precipitación
				Drenaje Transversal	Precipitación
			Diseño de Seguridad Vial y Señalización	Señalización Horizontal	Flujo Vehicular
				Señalización Vertical	Flujo Vehicular

Nota: Se define la variable según su concepto y operacionalizada, Operacionalización de las Variables



## CAPITULO III: METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

### 3.1. Tipo y Nivel la Investigación

#### 3.1.1. *Tipo de Investigación*

La investigación Aplicativo; se encuentra estrechamente vinculada con la investigación básica, pues depende de los resultados y avances de esta última; esto queda aclarado si nos percatamos de que toda investigación aplicada requiere de un marco teórico. La investigación está orientada a lograr un nuevo conocimiento destinada a procurar soluciones de problemas prácticos.

#### 3.1.2. *Alcance o nivel*

Descriptivo; las conclusiones del presente trabajo de investigación no podrán ser generalizadas a otros sectores, pues solamente son válidas para el radio del proyecto, ya que se realizará un estudio con materiales de la región con propiedades físicas y mecánicas que presentará una realidad y que puede ser diferente en otros tipos de sectores.

### 3.2. Diseño de Investigación

#### 3.2.1. *Diseño de contrastación*

No Experimental Transversal; Recibe este nombre la investigación porque se observará el contexto en el que se desarrollará el fenómeno y se analizará para obtener la información. Se utiliza para observar y analizar un momento exacto de la investigación para abarcar diversos grupos o muestras de estudio.

Se compone de los procedimientos utilizados para efectuar la investigación de campo, laboratorio, fuentes de información, procesamiento de datos y métodos de análisis.

$$M = O_1$$

**M:** Muestra

**O<sub>1</sub>:** Objetivo

### 3.3. Población y Muestra

#### 3.3.1. Población

La carretera en estudio en el distrito de Bolívar entre los caseríos Tejechal – Pana 0+000.00 – 15+250.00 km.

#### 3.3.2. Muestra

El tamaño de muestra es la siguiente:

$$n = 0+000.00 - 15+250.00 \text{ km}$$

n: La muestra será toda la población en estudio los 15.250 Kilómetros.

### 3.4. Técnicas e Instrumentos de Investigación

**Tabla N°27:**

*Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos*

TÉCNICAS		INSTRUMENTOS
DOCUMENTOS	Análisis Documental	Fichas textuales, fichas de resumen, citas bibliográficas; recurriendo como fuentes a libros y documentos que aplicamos para obtener datos de las variables en estudio.
	Directa	Libreta de Campo
OBSERVACIÓN	De Laboratorio	Estudio de Mecánica de Suelos
	De Campo	Topografía Estación total GPS Prisma Winchas
ANÁLISIS DE CONTENIDO	Normas	Manual De Carreteras: DG-2018.
		Manual para el Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.
		Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje – 2017.
		Manual de Puentes - 2015
		Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras.

Nota: Técnicas e Instrumentos de Investigación

Para la recolección de datos emplearemos las siguientes técnicas:

Mediante observación directa de las pruebas experimentales de los componentes de los estudios básicos, se recolectará los datos requeridos en esta investigación.

Análisis de los ensayos a las que serán sometidas las muestras de las calicatas obtenidas a lo largo de la carretera.

La identificación y clasificación de las pruebas experimentales.

Los instrumentos que se usaran para la recolección de los datos están relacionados con las técnicas, siendo las siguientes:

Mediante ecuaciones para encontrar el comportamiento hidráulico de las cuencas en el área de influencia de estudio.

Evaluación de los resultados obtenidos en el laboratorio, teniendo en cuenta que no tenemos antecedentes de investigaciones similares.

### **3.5. Procesamiento y Análisis de Datos**

Para procesar y analizar los datos, al realizar este proyecto de tesis, se tiene que priorizar el cumplimiento de las especificaciones de diseño de acuerdo con el manual de carreteras DG 2018. Por lo tanto, es necesario como objetivo, la recolección de todos los datos requerido en campo entre ellos, los estudios de ingeniería básica básicos: tránsito, topografía, Suelos, Cantera y Fuentes de Agua, Hidrología e Hidráulica, Geología, Geotecnia y Seguridad Vial.

La información se procesará de la siguiente manera:

Base de datos para el ordenamiento y clasificación de la información.

Hojas de calculas.

Cuadros estadísticos.

Media aritmética y la desviación estándar

El análisis de la información permitirá entender mejor la información procesada. Se aplicarán las siguientes técnicas:

Análisis del contenido

Mediante la estadística descriptiva.

Evaluación de los ensayos experimentales

## CAPITULO IV: DESARROLLO DE INVESTIGACION

### 4.1. Estudios Básicos

#### 4.1.1. Topografía

##### 4.1.1.1. Poligonal Abierta

Se realizó el estudio topográfico con el levantamiento de información de campo. Haciendo uso de los siguientes equipos topográficos:

Estación Total, Prisma, Wincha, GPS manual.

Así mismo se realizó el siguiente procedimiento de campo:

Se estableció la estación inicial (E-01) y Estación Final, así mismo se procede a colocar los puntos de estación, con el GPS manual y determinar las coordenadas inicial y final. Ya puesta la estación total, se fija norte magnético y se procede a tomar apunte. Con la estación total se procede a fijar los puntos o estaciones que tendrán a lo largo de nuestra carretera, así mismo se procederá a determinar los ángulos y sentidos que tendrán cada una, para determinar las coordenadas de cada estación.

##### 4.1.1.2. Nivelación

Se realizó la nivelación de los puntos de estación, haciendo uso del siguiente equipo topográfico:

Nivel de Ingeniero, Mira y Wincha.

Así mismo se realizó el siguiente procedimiento de campo:

Se colocó el nivel de ingeniero en una parte visible cada estación y procedió a fijar la mira para realizar las vistas y adelantes correspondientes. Para determinar los niveles de altura – cota, de todas las estaciones a lo largo de nuestra carretera.

#### **4.1.2. Estudio de Suelos**

Ya habiéndose determinado la trayectoria de nuestra carretera se procedió a realizar los siguientes estudios:

##### **4.1.2.1. Calicatas**

Según el área de estudio y teniendo una longitud de carretera de 15+250 km. se realizaron 6 calicatas a cada 3 km de longitud aproximadamente, de dimensiones variables según el terreno de entre 0.75 x 1.00 mts. de anchos y de 1.00 a 1.50 mts. de profundidad. Para extraer el sustrato necesario para los ensayos requeridos, cuyos pesos varían entre 5 a 10 kilogramos por calicata.

##### **4.1.2.2. Contenido de Humedad**

Se realizado con un porcentaje de cada estrato y poniéndolo al horno a secar, para determinar la cantidad de agua contenida.

##### **4.1.2.3. Análisis Granulométrico por Tamizado**

###### **4.1.2.3.1. Análisis granulométrico de la fracción fina**

Se desarrollo con un porcentaje de la muestra de estrato de arena para determinar el pasante o sobrante de la malla N°4.

###### **4.1.2.3.2. Análisis granulométrico por lavado (< malla 200)**

Se desarrollo con un porcentaje de la muestra de estrato de arena para determinar el pasante o sobrante de la malla N°200.

##### **4.1.2.4. Limite Líquido (LL)**

Se desarrollo para determinar el límite líquido de cada espécimen, colocándolo sobre una copa y presionándolo, esparciéndola para dar golpes y registrar el número de golpes necesarios para cerrar la ranura y tomar una parte de estrato y colocar en un nuevo recipiente, así mismo volviendo a mezclar todo y añadiendo agua destilada para aumentar su contenido de humedad. Se necesito determinar el contenido de humedad de cada espécimen de prueba.

#### **4.1.2.5. Limite Plástico (LP)**

Se determino mediante un trozo de estrato para moldearlo en forma elipsoidal con la mano, hasta que llegar a un diámetro de 3.2 mm. Para posteriormente colocar filtros tarados para reunir unos 6 gramos de suelo para determinar la humedad.

#### **4.1.2.6. Proctor Modificado**

##### **4.1.2.6.1. Método de Preparación Húmeda - Método A**

Se desarrollo con muestras de 2.3 kg. de suelo tamizado, determinando el contenido de agua de cada estrato. Dentro de un molde se compacta el espécimen en cinco capas con un pisón manual, se determina y registra la masa y molde para obtener el contenido de agua final utilizada.

#### **4.1.2.7. California Bearing Ratio (CBR)**

Se utilizo un porcentaje de la muestra, donde se colocó en un molde para compactar la muestra y sumergirla. Para luego determinar la resistencia del suelo.

### **4.1.3. Hidrología e Hidráulica**

#### **4.1.3.1. Procedimiento Hidrología**

Se determinará las precipitaciones máximas, tiempos de concentración, coeficiente de escorrentía, áreas y caudales de las subcuencas del área de estudio.

#### **4.1.3.2. Análisis estadístico de datos hidrológicos**

Se utilizo la información de precipitaciones máximas en 24 horas registradas en la estación pluviométrica denominada Estación meteorológica automática: Celendín Gore - Dep. Cajamarca, Prov. Celendín, Dist. Celendín. La información utilizada fue desde el año 2013 hasta 2018 por el SENAMHI. Con los datos de las estaciones se hallaron las precipitaciones correspondientes a los periodos de retorno 2, 5, 10, 25, 50, 100 y 500 años, así como la curva IDF y sus respectivos parámetros Hidrológicos (K, m y n), para los cuales se usaron tanto la distribución Weibul así como el Extremo Tipo I (Gumbel).

#### **4.1.3.3. Hidrológica y cálculos hidráulicos**

Para de obtener el caudal de diseño para las diferentes obras de arte de drenaje superficial de nuestro proyecto, se calculó: el Coeficiente de escorrentía según el relieve del terreno, la permeabilidad del suelo, la vegetación y la capacidad de retención de este. La intensidad máxima de lluvia según los parámetros hidrológicos obtenidos y el tiempo de conservación por tramo. Área de impluvium que afectara en caso de precipitación al proyecto

#### **4.1.3.4. Cunetas y alcantarillas**

Para obtener las dimensiones de cada estructura, se realizó el análisis de las capacidades y parámetros mínimos requeridos, para la preservación de la carretera en el tiempo, tomando las condiciones más desfavorables y periodo de retornos específicos y ceñidos ala normas según el tipo de estructura y su función. Utilizando el manual de hidrología, hidráulica y drenaje se definió la sección de la cuneta y alcantarillados, así como determinando que el revestimiento adecuando de las cunetas deberán ser de concreto y las alcantarillas de tubos metálicos.

#### **4.1.4. Geología y Geomorfología**

Para lograr determinar las áreas de peligros fue necesario realizar el estudio geológico y geomorfológico, para cual se tuvo como base el GEOCATMIN, a nivel regional.

##### **4.1.4.1. Aspectos Geológicos**

Determinando en el área de estudio secuencias de la Formación Lavasen y granodioritas como principal aspecto geológico en el área de influencia del proyecto.

##### **4.1.4.2. Aspectos Geomorfológico**

Determinando en el área de estudio secuencias de montañas y colinas en rocas volcánicas como principal aspecto geomorfológicos.

## **4.2. Diseño Vial y Trafico**

Para determinar el diseño vial se realizó el estudio de tráfico, habiéndose trasladado al área de influencia se registró el conteo de vehículos durante 7 días, de la carretera principal del distrito de bolívar y único acceso, para determinar el volumen de tráfico actual. Posteriormente se realizó el cálculo del IMDA proyectado y de diseño. Y el estudio de rutas para determinar un camino probable al actual, pero concluyendo que la ruta usada es más accesible. Así mismo, se procedió a clasificarla por su demanda y orográfica. Y obteniendo la velocidad de diseño que será querida como principal elemento de diseño de la carretera.

## **4.3. Diseño Geométrico**

El diseño geométrico está constituido por el diseño horizontal, vertical y transversal, utilizando para su cálculo el manual de carreteras DG-2018, y utilizando las tablas que terminan su desarrollo, para establecer los parámetros requeridos.

## **4.4. Diseño de Pavimentos**

Para el diseño de la capa de rodadura se usó el catálogo de capas de revestimiento granular tráfico T2, basándonos en el CBR de los ensayos determinando a lo largo de carretera.

## **4.5. Diseño de Obras de Arte**

### **4.5.1. Diseño de alcantarillas**

Determinar el tipo de control predominante (entrada o salida), basado en: (a) la elevación del nivel aguas arriba, (b) la elevación del nivel aguas abajo, (c) el diámetro, y (d) la pendiente. Si el control es en la entrada, calcular la elevación del nivel aguas arriba requerida para permitir pasar el gasto de diseño en forma óptima. Si el control es en la salida, calcular la elevación del nivel aguas arriba requerida, usando: (a) la ecuación de conservación de la energía, o (b) el cálculo del perfil de la superficie del agua. Si la elevación calculada del nivel aguas arriba



es mayor que la permitida, elegir una alcantarilla de mayor tamaño y repetir el proceso de cálculo. En algunos casos, no es posible predeterminedar el tipo de control. En este caso, se recomienda hacer los dos cálculos. El tipo de control adoptado será aquél que resulte en una mayor elevación del nivel aguas arriba.

#### **4.5.2. Diseño de cunetas**

Las cunetas se proyectan para todos los tramos ubicados al pie de los taludes de corte, y/o en los lugares donde se esperen flujos considerables de agua que puedan interferir con la transitabilidad de la carretera. La sección transversal será triangular, el ancho  $a$  se mide desde el borde de la cuneta adyacente a la plataforma, hasta la vertical que pasa por el vértice inferior. La profundidad  $d$  se mide verticalmente desde el nivel del borde de la rasante hasta el fondo o vértice de la cuneta triangular. La descarga de agua de las cunetas se efectúa mediante alcantarillas de alivio.

#### **4.6. Diseño de Señalización Vial**

Todos los dispositivos de control a utilizarse en las zonas de trabajo deberán cumplir con lo indicado en los planos, a fin de ejercer un adecuado ordenamiento de la circulación de los vehículos.

En los casos de control de tránsito durante la noche, las señales a utilizarse deberán ser fabricadas con material retroreflectante o estar convenientemente iluminadas, dicha iluminación podrá ser interna o externa, debiendo la cara de la señal estar totalmente iluminada; en los casos de iluminación externa, ésta deberá realizarse de tal manera que no produzca interferencias con la visibilidad de los conductores (ceguera nocturna).

Las señales y demás elementos deberán mantenerse limpios y legibles en todo momento; en el caso que no reúnan las condiciones descritas, deberán ser reemplazadas.

Las señales deberán ser ubicadas en lugares que permitan la mayor efectividad y claridad del mensaje que se quiere transmitir.

## CAPITULO V: PRESENTACION DE RESULTADOS

### 5.1. Análisis e interpretación de resultados

#### 5.1.1. Estudios Básicos

##### 5.1.1.1. Topografía

A continuación, se presentan los resultados del estudio topográfico:

**Tabla N°28:**

*Coordenadas UTM – Levantamiento Topográfico*

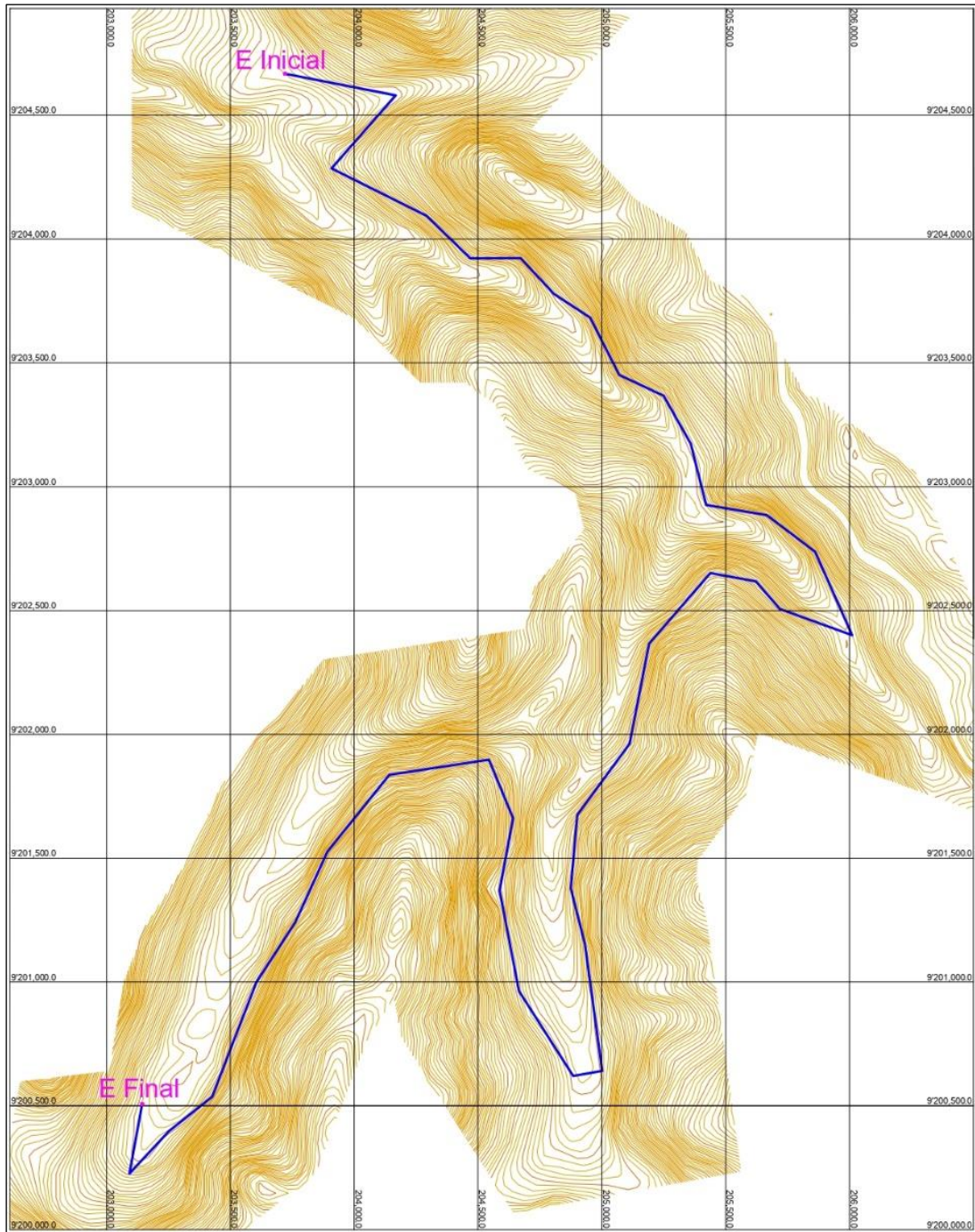
Puntos	Coordenada X (Este)	Coordenada Y (Norte)	Altura (msnm.)
E Inicial	203721.00	9204668.00	3040.00
P1	204169.00	9204575.00	3101.25
P2	203911.00	9204287.00	3094.30
P3	204296.00	9204100.00	3204.75
P4	204473.00	9203922.00	3170.43
P5	204680.00	9203923.00	3268.54
P6	204924.00	9203705.00	3300.65
P7	205072.00	9203448.00	3302.32
P8	205261.00	9203364.00	3360.76
P9	205372.00	9203169.00	3343.47
P10	205415.00	9202926.00	3347.68
P11	205686.00	9202885.00	3340.75
P12	205867.00	9202741.00	3378.98
P13	206010.00	9202401.00	3451.62
P14	205719.00	9202504.00	3467.76
P15	205619.00	9202618.00	3451.84
P16	205432.00	9202651.00	3448.23
P17	205205.00	9202383.00	3206.48
P18	205111.00	9201963.00	3577.82
P19	204899.00	9201673.00	3610.49
P20	204875.00	9201376.00	3637.60
P21	204942.00	9201113.00	3675.67
P22	205001.00	9200652.00	3672.23
P23	204882.00	9200621.00	3661.93
P24	204664.00	9200955.00	3673.41
P25	204587.00	9201369.00	3722.74
P26	204641.00	9201657.00	3693.66
P27	204541.00	9201884.00	3703.37
P28	204143.00	9201837.00	3707.59
P29	203885.00	9201526.00	3740.74
P30	203607.00	9201006.00	3730.79

P31	203432.00	9200540.00	3760.35
P32	203099.00	9200229.00	3756.27
E Final	203147.00	9200503.00	3720.00

Nota: Resultados del estudio topográfico

### Figura N°22:

*Alineamiento Inicial y curvas de nivel del área de estudio*



Nota: El estudio topográfico muestra la modelación del terreno, obteniendo los puntos de referencia para el alineamiento inicial de la carretera

### 5.1.1.2. Estudio de Mecánica de Suelos

Se localizan las coordenadas geográficas UTM de las 6 calicatas proyectadas para el estudio, siendo la cantidad necesaria para el estudio de mecánica de suelo de la carretera en proyecto.

**Tabla N°29:**

*Coordenadas UTM de las Calicatas*

N°	Km	COORDENADAS		ELEVACION
		ESTE	NORTE	
C1	0+000.00	203721.00	9204668.00	3040.00
C2	3+000.00	205952.65	9202531.70	3425.40
C3	6+000.00	204895.75	9201614.90	3612.55
C4	9+000.00	204600.80	9201441.80	3683.70
C5	12+000.00	203762.10	9201241.55	3755.30
C6	15+250.00	203147.00	9200503.00	3720.00

Nota: Coordenadas geográficas UTM de las 6 calicatas proyectadas para el estudio.

Se analizo las muestras y caracterizo los puntos de investigación, datos necesarios para las condiciones del suelo geotécnicamente del terreno donde se desarrolla el proyecto. Estos datos son los más requeridos por el manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos sección suelos y pavimentos, descripción de los suelos. Así mismo se presenta el resumen de los ensayos realizados en la siguiente tabla:

**Tabla N°30:**

*Resumen de ensayos de mecánica de suelos de calicatas – Parte I*

N°	M	PROF.	Porcentajes en muestra (%)			LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS
			Grava	Arena	Finos				
C1	M1	2.0	0.60	36.30	62.10	39.47	24.06	15.41	CL
C2	M2	1.5	1.75	64.50	33.75	0	0	0	SM
C3	M3	1.7	27.25	32.15	40.60	49.10	27.64	21.46	SC
C4	M4	2.0	0.75	35.40	63.65	37.56	25.04	16.75	CL
C5	M5	1.5	1.90	65.55	32.55	0	0	0	SM
C6	M6	1.5	0	57.88	42.12	0	0	0	SM

Nota: Datos requeridos por el manual de carreteras.

**Tabla N°31:***Resumen de ensayos de mecánica de suelos de calicatas - Parte II*

N°	M	AASHTO	IG	Denominación	H (%)
C1	M1	A-6	8	Arcilla Mediana Plástica	17.22
C2	M2	A-2-4	0	Arena Limosa	19.70
C3	M3	A-7-6	4	Arena Arcillosa	29.23
C4	M4	A-6	8	Arcilla Mediana Plástica	15.25
C5	M5	A-2-4	0	Arena Limosa	15.40
C6	M6	A-4	1	Arena Limosa	13.50

Fuente: Datos requeridos por el manual de carreteras.

Se analizó las muestras para determinar la máxima densidad seca y la humedad óptima en el caso de Proctor, requerida para posteriormente determinar el CBR de cada muestra. Así mismo se determinó las condiciones del terreno, siendo ésta en su mayoría buena, estos ensayos determinan la calidad del suelo y son esenciales según el manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos sección suelos y pavimentos. Los cuales se presentan a continuación en la siguiente tabla:

**Tabla N°32:***Resumen de ensayos de Proctor y CBR*

N°	Max. Dens. Seca (g/cm <sup>3</sup> )	Humedad óptica (%)	CBR 100% MDS
C1	1.96	10.93	7.5
C2	1.81	12.55	11.9
C3	1.77	17.48	11.5
C4	1.95	11.30	8.1
C5	1.88	12.24	12.3
C6	1.89	11.76	13.1

Nota: Muestras para determinar la máxima densidad seca y la humedad óptima.

### 5.1.1.3. Hidrología e Hidráulica

#### Precipitación

En esta parte del estudio se analiza la frecuencia de precipitación diaria y el total mensual en (mm) disponiéndose información pluviométrica de la estación Sallique localizada en el entorno del área de estudio del proyecto.

En el cuadro, de los promedios de la precipitación de los últimos 21 años:

**Tabla N°33:**

*Precipitación media mensual (mm)*

AÑO	ENE	FEB	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
1989	178.8	124.5	72.5	72	14.6	4	1.7	0.4	2	75.2	0	0.6
1990	57.9	43	57.4	110	33	22.7	2.5	0.2	0	180.2	55.4	46.2
1991	54.9	105.2	95.3	38.7	17.3	7.1	1	0.9	7.8	22.4	18.6	89.5
1992	45.6	33.2	45.9	74.8	46.3	11.7	1.2	0	28.6	68.2	67.6	93.3
1993	32.9	147.1	241.2	53.8	28.2	7.5	0.5	1.5	45.6	57.4	38.1	103.2
1994	93.3	131.3	172.2	132.1	41	24.5	5	1.1	39.4	15.3	45.3	67
1995	34.6	49.1	85.6	79	2.7	0	16.5	6.5	6.5	26.2	86	139.4
1996	123.8	93.1	81.7	73.5	24.9	5.2	21.8	8.2	3.2	54.7	24.4	18
1997	26.3	104	38.4	48.2	9.7	4	3.1	0	2.9	33	112.3	68.3
1998	49.9	146.3	130	162.7	35.6	15.9	5.2	0	35.5	137.5	30.1	23.3
1999	90.2	221.9	197.5	57.1	93.4	41.5	16.3	0	76.2	24	27.6	92.9
2000	35.8	156.1	295.5	64.3	78.7	34.7	5.4	0	41.3	2.2	0	67.1
2001	95.7	112.2	143.5	55.2	31.2	36.1	15.3	20.3	23.7	38.9	100.3	20.5
2002	69	105	105.7	119.9	30.4	9.2	14.8	0	7.3	76.5	75.5	39.4
2003	27.2	53.8	79.9	39.7	46.7	27.7	5.4	0	22.2	7.7	33.4	29.5
2004	18.1	13.5	44.8	70.1	30.5	8.3	11.7	0	11.9	90.9	61.4	95.3
2005	10.6	85	318.4	45.2	7.8	6.8	0	0	15.5	50.9	24.3	89.6
2006	83.2	192.2	214.2	114.5	7.3	28.5	6.4	1.9	6.7	22.9	100.4	90
2007	61.5	46.7	142.5	100.4	54.1	23.8	1.7	11.9	2.5	126.4	95.4	32.6
2008	52.8	230.7	178.6	137.4	20	34.4	33.6	6.1	5.1	106.5	155.8	0
2009	177.4	95.2	186.6	88.1	25.3	6.3	0.6	5	18.6	48.2	31.6	52.2
<b>PROMEDIO</b>	<b>67.60</b>	<b>109.00</b>	<b>139.40</b>	<b>82.70</b>	<b>32.32</b>	<b>17.14</b>	<b>8.08</b>	<b>3.05</b>	<b>19.17</b>	<b>60.25</b>	<b>56.36</b>	<b>59.90</b>

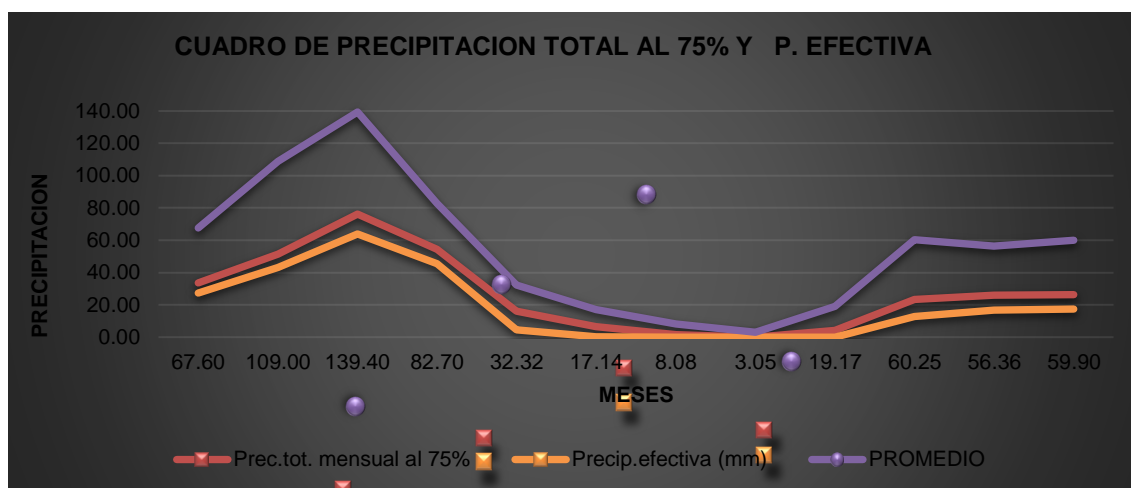
Nota: Datos recopilados de la Estación Sallique

### **Curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia**

Para cada año y para cada una de las duraciones seleccionadas, se obtendrá la precipitación máxima, y con ésta se calculará la intensidad de la lluvia en función de la duración.

**Figura N°23:**

*Cuadro de precipitación total al 75% y P. Efectiva*



Nota: cuadro de la intensidad de la lluvia en función de la duración.

**Tabla N°34:**

*Precipitaciones máximas en mm/hr*

AÑO	DURACION (hr)				
	1	2	5	10	24
2000	35.8	156.1	295.5	5.4	67.1
2001	95.7	112.2	143.5	15.3	20.5
2002	69	105	105.7	14.8	39.4
2003	27.2	53.8	79.9	5.4	29.5
2004	18.1	13.5	44.8	11.7	95.3
2005	10.6	85	318.4	0	89.6
2006	83.2	192.2	214.2	6.4	90
2007	61.5	46.7	142.5	1.7	32.6
2008	52.8	230.7	178.6	33.6	0
2009	177.4	95.2	186.6	0.6	52.2

Nota: Precipitaciones máximas en años y horas.

### **Cálculo de Intensidades Máximas**

Para la obtención de las Curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia, es necesario convertir los registros de precipitaciones máximas presentados en la tabla anterior en **Intensidades Máximas**. De esta forma, determinaremos las Intensidades presentadas en la siguiente tabla.

**Tabla N°35:***Cálculo de intensidad máxima*

AÑO	duración(hr)				
	1	2	5	10	24
2000	35.8	78.05	59.1	0.54	2.795833
2001	95.7	56.1	28.7	1.53	0.854167
2002	69	52.5	21.14	1.48	1.641667
2003	27.2	26.9	15.98	0.54	1.229167
2004	18.1	6.75	8.96	1.17	3.970833
2005	10.6	42.5	63.68	0	3.733333
2006	83.2	96.1	42.84	0.64	3.75
2007	61.5	23.35	28.5	0.17	1.358333
2008	52.8	115.35	35.72	3.36	0
2009	177.4	47.6	37.32	0.06	2.175
<b>XM</b>	<b>63.13</b>	<b>54.52</b>	<b>34.194</b>	<b>0.949</b>	<b>2.150833</b>
<b>S</b>	<b>146.5642</b>	<b>100.9415</b>	<b>52.62228</b>	<b>0.457264</b>	<b>2.799081</b>

Nota: Elaboración propia

La Distribución de Gumbel se ajuste adecuadamente.

$$Tr = 5 \text{ años, } Kc = 0.948 \text{ y } Tr = 25 \text{ años, } Kc = 2.743$$

**Tabla N°36:***Intensidades ajustadas a la distribución de Gumbel para Tr = 5 y 25 años*

duración	Tr (años)	
	5	25
1	202.07	465.16
2	150.21	331.40
5	84.08	178.54
10	1.38	2.203
24	4.80	9.83

Nota: Se determino las intensidades ajustadas a la distribución de Gumbel - Elaboración propia

**Para el caso de 5 horas de duración y un período de retorno de 25 años, la intensidad máxima será:**

$$I = 178.54 \text{ mm/hr}$$



#### **5.1.1.4. Geología y Geomorfología**

##### **5.1.1.4.1. Unidades Geológicas**

Las unidades más representativas en el área de estudio:

**Granodioritas:** Son rocas ígneas que forman parte del área de estudio y tienen una textura granular plutónica compuesta principalmente de cuarzo.

**Formación Lavasen:** Son calizas que forman parte del área de estudio y la más representativa, que tiene una estratificación maciza.

**Formación Chota:** Son calizas nodulares que están inmersas en el área de influencia a lo largo de la carretera, que tienen una estratificación pobremente que se alteran de color amarillos grisáceos. Pueden intercalarse de nivel de limoarcillitas grises y margas, que determinan una cobertura suave al suelo morfológicamente.

**Depósitos aluviales:** Son márgenes grandes de sedimentos aluviales (o sea, materiales arrastrados por un río de montaña o torrente), que se encuentran extendido en laderas de zonas bajas.

##### **5.1.1.4.2. Unidades Geomorfológicas**

Las unidades más representativas en el área de estudio:

**Montañas en rocas intrusivas:** Son montañas de rocas de batolito que se forman en grandes alturas de cumbres variables y formas redondeadas hasta crestas agudas.

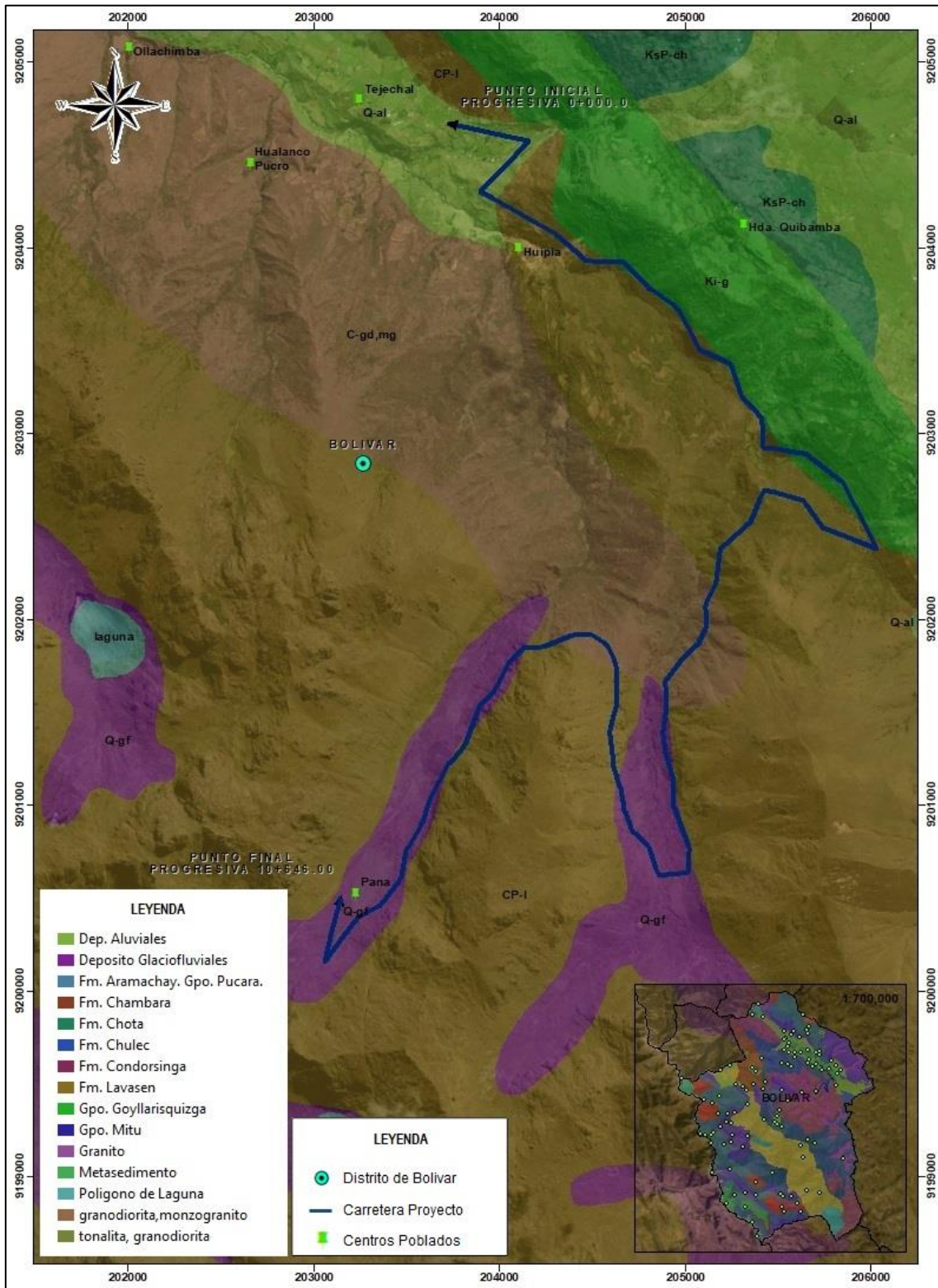
**Montañas y colinas en rocas volcánicas:** Son rocas macizas piroclásticas antiguas que ocupan la mayor extensión en el área de estudio y representa la unidad geomorfología principal.

**Montañas estructurales con rocas sedimentarias:** Son areniscas, limoarcillitas, calizas, margas y lutitas, que se encuentran a lo largo del área de influencia del proyecto

**Valles glaciales:** Son áreas de lagunas que represan un riesgo morfológicamente con márgenes o paredes subverticales.

**Figura N°24:**

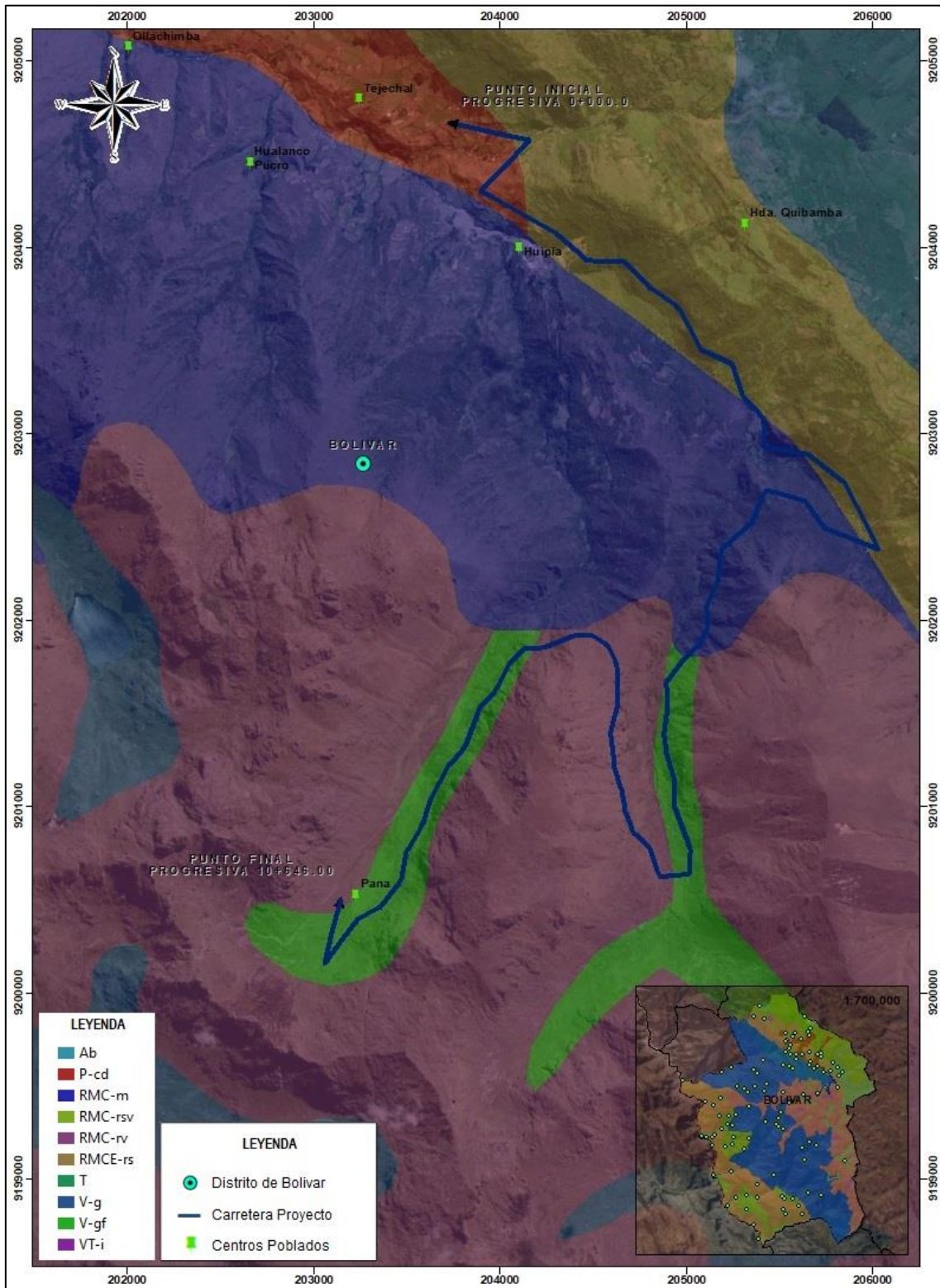
*Unidades Geológicas del área de estudio del proyecto Diseño Definitivo del camino vecinal entre los caseríos Tejechal – Pana.*



Nota: Elaboración propia

**Figura N°25:**

*Unidades Geomorfológicas del área de estudio del proyecto Diseño Definitivo del camino vecinal entre los caseríos Tejechal – Pana.*



Nota: Elaboración propia

### 5.1.2. Diseño Vial y Trafico

#### 5.1.2.1. Estudio de la demanda de trafico

En el siguiente cuadro se resumen los recuentos de tráfico y la clasificación diaria para cada sentido y total en ambos sentidos.

**Tabla N°37:**

*Cuadro: Inventario Vial*

DIA	SENTIDO	AUTO	CAM. PICK UP	CAM. RURAL	MICRO	BUS	C 2E	TOTAL
<b>VIERNES</b>	LONGOTEA - BOLIVAR	2	0	4	1	0	5	12
	BOLIVAR - LONGOTEA	3	0	4	1	0	6	14
	<b>AMBOS</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>11</b>	<b>26</b>
<b>SABADO</b>	LONGOTEA - BOLIVAR	5	0	5	1	0	5	16
	BOLIVAR - LONGOTEA	1	0	3	0	0	7	11
	<b>AMBOS</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>12</b>	<b>27</b>
<b>DOMINGO</b>	LONGOTEA - BOLIVAR	4	0	4	0	0	5	13
	BOLIVAR - LONGOTEA	3	0	4	0	0	4	11
	<b>AMBOS</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>9</b>	<b>24</b>
<b>LUNES</b>	LONGOTEA - BOLIVAR	2	0	4	0	0	7	13
	BOLIVAR - LONGOTEA	3	0	3	0	0	3	9
	<b>AMBOS</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>22</b>
<b>MARTES</b>	LONGOTEA - BOLIVAR	4	0	4	1	0	4	13
	BOLIVAR - LONGOTEA	4	0	3	1	0	3	11
	<b>AMBOS</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>24</b>
<b>MIERCOLES</b>	LONGOTEA - BOLIVAR	2	0	5	0	0	5	12
	BOLIVAR - LONGOTEA	3	0	3		0	3	9
	<b>AMBOS</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>21</b>
<b>JUEVES</b>	LONGOTEA - BOLIVAR	2	0	6	0	0	5	13
	BOLIVAR - LONGOTEA	1	0	2	0	0	6	9
	<b>AMBOS</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>11</b>	<b>22</b>
<b>TOTAL</b>	LONGOTEA - BOLIVAR	<b>21</b>	<b>0</b>	<b>32</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>36</b>	<b>92</b>
	BOLIVAR - LONGOTEA	<b>18</b>	<b>0</b>	<b>22</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>32</b>	<b>74</b>
	<b>AMBOS</b>	<b>39</b>	<b>0</b>	<b>54</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>68</b>	<b>166</b>

Nota: Se determino el estudio de tráfico - Elaboración propia

### 5.1.2.1.1. Cálculo del Tráfico Medio Diario Semanal

El Promedio de Tráfico Diario Semanal o Índice Medio Diario Semanal (IMDS), se obtiene a partir del volumen diario registrado en el conteo vehicular, aplicando la siguiente fórmula:

$$IMDS = \sum Vi / 7$$

En donde

Vi: Volumen Vehicular diario de cada uno de los 7 días de conteo.

#### Tabla N°38:

##### *Cálculo del Tráfico Medio Diario Semanal*

PROM	AUTO	PICK UP	C. RURAL	MICRO	BUS	C 2E
24	5.5	0	8	0.5	0	10
100 %	22.92%	0.00%	33.33%	2.08%	0.00%	41.67%

Nota: Se determino el tráfico medio diario semanal - Elaboración propia

#### Factores de corrección

Debido a que solamente estamos realizando una verificación del tráfico original, utilizaremos el valor del Factor de Corrección de 1.30.

### 5.1.2.1.2. Cálculo del Tráfico Medio Diario Anual (IMDA)

El IMDA (Índice Medio Diario Anual) es obtenido a partir del IMDS (Índice Medio Diario Semanal) y del Factor de Corrección Estacional (FC).

$$IMDA = FC \times IMDS$$

A partir de los volúmenes diarios semanales por tipo de vehículo, y aplicando el factor de corrección de 1.30 recomendado, se procedió a obtener el INDICE MEDIO DIARIO ANUAL, el cual se muestra a continuación, es preciso mencionar que los valores que se muestran consideran el tránsito contabilizado en ambos sentidos, debido a que la vía a proyectar es de un solo carril.

**Tabla N°39:***Índice Medio Diario Anual para el año 2022*

PROM	AUTO	PICK UP	C. RURAL	MICRO	BUS	C 2E
31	7	0	10	1	0	13
100 %	22.58%	0.00%	32.26%	3.23%	0.00%	41.93%

Nota: Se determino el índice medio diario anual - Elaboración propia

**Tasas de crecimiento**

En resumen, las tasas de crecimiento del tráfico vehicular, que han sido consideradas para la proyección del tráfico, son las siguientes:

**Tabla N°40:***Tasa de crecimiento*

Descripción	Tasa % Anual
Numero de año: n	5
Tasa de crecimiento de tráfico: r	3

Nota: Se recomienda usar las tasas % anual según cuadro - Elaboración propia

**5.1.2.1.3. Tránsito Proyectado**

El tránsito actual para el año una vez realizado el estudio y de ejecutarse el proyecto queda definido de la siguiente manera para el año 2027:

**Tabla N°41:***Índice Medio Diario Anual para el año 2027 proyectado*

PROM	AUTO	PICK UP	C. RURAL	MICRO	BUS	C 2E
36	8	0	12	1	0	15
100 %	22.22%	0.00%	33.33%	2.78%	0.00%	41.67%

Nota: Se determina el índice medio diario anual proyectado - Elaboración propia

Luego de aplicar las fórmulas indicadas, se obtiene el IMDA siguiente resultado del tránsito proyectado y de diseño para 20 años:

**IMDA Proyectado 2027 = 36.0 Veh/día****IMDA Periodo de Diseño 2047 = 65.0 Veh/día**

### **5.1.2.2. Clasificación de las carreteras**

#### **5.1.2.2.1. Clasificación por demanda:**

##### **Carretera de Tercera Clase**

Se determino la clasificación de la carretera por su demanda, según el estudio de tráfico realizado, proyectando una carretera de tercera clase.

#### **5.1.2.2.2. Clasificación por orografía**

##### **Terreno Escarpado (tipo 4)**

Se determina la clasificación de la carretera por su orografía, después de haber realizado el estudio topográfico, de tipo 4, ósea terrenos escarpados.

### **5.1.2.3. Velocidad de Diseño**

Para determinar la velocidad de diseño de la carretera en estudio se tiene los siguientes criterios:

Carretera de Tercera Clase

Terreno Escarpado – Tipo 4

Limitaciones económicas.

Así mismo con los siguientes criterios se obtienen los siguientes rangos:

Velocidad de diseño = 30 – 50 Km/h

Obteniendo la siguiente velocidad de diseño:

**Vd. = 30 Km/h**

### **5.1.2.4. Estudio de Ruta**

El estudio de ruta se calcula con los siguientes que se presenta a continuación y teniendo en cuenta el método de bruce:

Carretera de Tercera Clase

Terreno Escarpado – Tipo 4

Velocidad de Diseño Vd. = 30 km/h

**CUADRO DE BRUCE**

Cota Inicial = 3040 msnm.

Cota Final = 3720 msnm.

**RUTA 1**

AB m = 10%

BA m = 11%

RUTA	TRAMO	X0	Y		XR		Total
			IDA	VUELTA	IDA	VUELTA	
1	A-I	8500.0		850	8500	26350	<b>41510.6</b>
	I-B	1545.3	170		5115.3	1545.3	
				Total	13615.3	27895.3	

**RUTA 2**

AB m = 10%

BA m = 12%

RUTA	TRAMO	X0	Y		XR		Total
			IDA	VUELTA	IDA	VUELTA	
2	A-I	9250.0		925	9250	28675	<b>47153.66</b>
	I-B	2041.8	245		7186.83	2041.83	
				Total	16436.83	30716.83	

**RUTA 3**

AB m = 11%

BA m = 12%

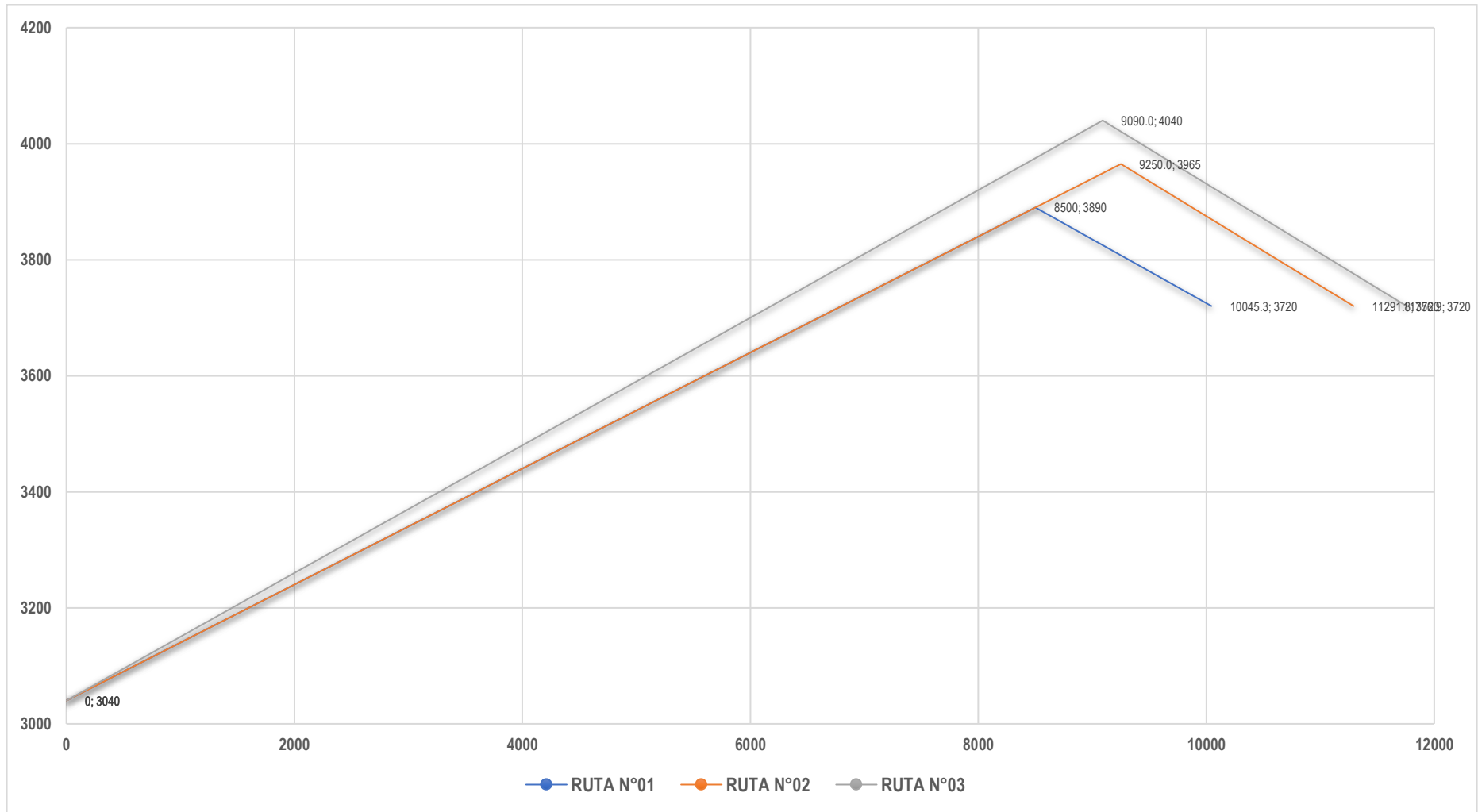
RUTA	TRAMO	X0	Y		XR		Total
			IDA	VUELTA	IDA	VUELTA	
3	A-I	9090.0		1000	9090.00	30090.00	<b>51233.76</b>
	I-B	2666.9	320		9386.88	2666.88	
				Total	18476.88	32756.88	

La ruta elegida del proyecto fue la ruta N°01, así mismo se obtuvo el perfil longitudinal de las rutas estudiadas.



Figura N°26:

Perfil Longitudinal – Rutas en estudio



Nota: Elaboración propia

### 5.1.3. Diseño Geométrico

#### 5.1.3.1. Alineamiento horizontal

A continuación, se presenta la tabla de elementos de curvas de alineamiento horizontal calculados en el programa Civil 3D, teniendo en cuenta los parámetros de la DG-2018:

Vd. = 30 km/h; e% = 4 y  $f_{\max} = 0.17$

Para obtener un radio mínimo de  $R_{\min} = 25$  mts.

**Tabla N°42:**

#### *Elementos de Curva Horizontales*

N°	DIRECCION	DELTA	RADIO	T	L	LC	E	M	PI	PC	PT	PI NORTE	PI ESTE
PI:1	S17° 04' 37"E	121°18'09"	55.00	97.81	116.44	95.88	57.22	28.04	0+446.15	0+348.341	0+464.78	9204575.93	204158.26
PI:2	S08° 26' 41"E	104°02'17"	60.00	76.85	108.95	94.59	37.50	23.08	0+742.09	0+665.240	0+774.19	9204304.16	203899.69
PI:3	S54° 23' 54"E	012°07'52"	70.00	7.44	14.82	14.79	0.39	0.39	1+170.93	1+163.487	1+178.31	9204070.70	204311.73
PI:4	S68° 39' 55"E	040°39'55"	75.00	27.79	53.23	52.12	4.98	4.67	1+382.69	1+354.900	1+408.13	9203929.88	204469.97
PI:5	S65° 58' 58"E	046°01'49"	80.00	33.98	64.27	62.56	6.92	6.37	1+583.48	1+549.495	1+613.77	9203926.33	204673.08
PI:6	S49° 53' 14"E	013°50'20"	75.00	9.10	18.12	18.07	0.55	0.55	1+778.14	1+769.040	1+787.16	9203781.18	204808.28
PI:7	S42° 40' 39"E	028°15'29"	85.00	21.40	41.92	41.50	2.65	2.57	1+952.55	1+931.156	1+973.08	9203685.65	204954.30
PI:8	S46° 41' 49"E	036°17'48"	80.00	26.22	50.68	49.84	4.19	3.98	2+215.93	2+189.710	2+240.39	9203453.52	205080.59
PI:9	S41° 54' 42"E	045°52'03"	75.00	31.73	60.04	58.45	6.44	5.93	2+397.41	2+365.679	2+425.72	9203375.63	205246.46
PI:10	S31° 25' 59"E	024°54'38"	80.00	17.67	34.78	34.51	1.93	1.88	2+581.96	2+564.294	2+599.08	9203197.87	205307.59
PI:11	S23° 25' 12"E	040°56'11"	85.00	31.73	60.73	59.45	5.73	5.37	2+735.94	2+704.215	2+764.95	9203086.50	205414.72
PI:12	S42° 13' 11"E	078°32'09"	75.00	61.32	102.80	94.94	21.87	16.94	2+890.79	2+829.473	2+932.28	9202929.14	205422.83
PI:13	S67° 31' 35"E	027°55'21"	65.00	16.16	31.68	31.36	1.98	1.92	3+095.77	3+079.608	3+111.29	9202895.86	205645.16
PI:14	S40° 32' 41"E	026°02'26"	55.00	12.72	25.00	24.78	1.45	1.41	3+339.33	3+326.608	3+351.61	9202750.83	205841.63

PI:15	S42° 06' 46"W	139°16'28"	45.00	121.24	109.39	84.38	84.32	29.34	3+755.61	3+634.370	3+743.76	9202381.27	206034.21
PI:16	N52° 51' 03"W	030°47'54"	55.00	15.15	29.56	29.21	2.05	1.97	3+934.27	3+919.117	3+948.68	9202496.79	205744.65
PI:17	N55° 36' 06"W	036°18'02"	65.00	21.31	41.18	40.50	3.40	3.23	4+112.08	4+090.769	4+131.95	9202638.53	205636.08
PI:18	S65° 13' 51"W	082°02'04"	65.00	56.54	93.06	85.32	21.15	15.96	4+326.61	4+270.077	4+363.14	9202698.96	205428.73
PI:19	S36° 45' 13"W	025°04'47"	75.00	16.68	32.83	32.57	1.83	1.79	4+499.24	4+482.559	4+515.39	9202523.27	205349.73
PI:20	S28° 45' 59"W	041°03'14"	80.00	29.95	57.32	56.10	5.42	5.08	4+704.68	4+674.730	4+732.05	9202388.94	205193.58
PI:21	S16° 47' 20"W	017°05'57"	90.00	13.53	26.86	26.76	1.01	1.00	4+896.33	4+882.801	4+909.66	9202196.71	205165.75
PI:22	S10° 32' 33"W	029°35'33"	80.00	21.13	41.32	40.86	2.74	2.65	5+027.01	5+005.881	5+047.20	9202078.42	205109.74
PI:23	S09° 48' 08"W	028°06'44"	70.00	17.53	34.35	34.00	2.16	2.10	5+131.58	5+114.053	5+148.40	9201973.20	205117.56
PI:24	S35° 34' 11"W	023°25'22"	80.00	16.58	32.70	32.48	1.70	1.67	5+245.91	5+229.330	5+262.03	9201867.99	205071.03
PI:25	S41° 39' 33"W	011°14'38"	90.00	8.86	17.66	17.63	0.43	0.43	5+374.84	5+365.983	5+383.65	9201780.21	204975.97
PI:26	S17° 31' 54"W	037°00'41"	80.00	26.78	51.68	50.78	4.36	4.14	5+510.39	5+483.609	5+535.29	9201670.56	204896.19
PI:27	S04° 27' 51"W	010°52'36"	90.00	8.57	17.08	17.06	0.41	0.41	5+681.56	5+672.993	5+690.08	9201497.53	204899.13
PI:28	S00° 46' 19"W	018°15'39"	80.00	12.86	25.50	25.39	1.03	1.01	5+789.92	5+777.062	5+802.56	9201390.74	204880.49
PI:29	S12° 17' 24"E	007°51'48"	90.00	6.19	12.35	12.34	0.21	0.21	5+892.44	5+886.256	5+898.61	9201289.09	204895.43
PI:30	S09° 11' 42"E	014°03'13"	80.00	9.86	19.62	19.57	0.61	0.60	6+018.52	6+008.657	6+028.28	9201168.01	204930.65
PI:31	S11° 00' 24"E	017°40'36"	70.00	10.88	21.60	21.51	0.84	0.83	6+178.49	6+167.604	6+189.20	9201008.06	204936.71
PI:32	S08° 15' 37"E	023°10'10"	60.00	12.30	24.26	24.10	1.25	1.22	6+439.03	6+426.733	6+451.00	9200762.82	205025.21
PI:33	S43° 06' 53"W	079°34'51"	50.00	41.64	69.45	64.00	15.07	11.58	6+562.41	6+520.765	6+590.21	9200639.32	205018.04
PI:34	N58° 42' 10"W	076°47'02"	50.00	39.62	67.01	62.10	13.79	10.81	6+707.61	6+667.989	6+735.00	9200619.68	204860.22
PI:35	N33° 45' 32"W	026°53'47"	60.00	14.35	28.17	27.91	1.69	1.65	6+875.16	6+860.815	6+888.98	9200788.28	204797.81
PI:36	N34° 45' 44"W	024°53'25"	70.00	15.45	30.41	30.17	1.68	1.64	6+984.14	6+968.695	6+999.10	9200862.68	204717.45
PI:37	N15° 50' 25"W	012°57'11"	80.00	9.08	18.09	18.05	0.51	0.51	7+102.15	7+093.071	7+111.16	9200972.30	204672.46
PI:38	N13° 25' 59"W	008°08'18"	90.00	6.40	12.78	12.77	0.23	0.23	7+227.97	7+221.566	7+234.35	9201096.52	204651.97
PI:39	N11° 49' 02"W	011°22'11"	95.00	9.46	18.85	18.82	0.47	0.47	7+353.48	7+344.025	7+362.88	9201216.24	204614.22
PI:40	N03° 32' 49"E	019°21'32"	95.00	16.20	32.10	31.95	1.37	1.35	7+529.69	7+513.489	7+545.59	9201391.50	204595.39
PI:41	N04° 49' 12"E	016°48'47"	95.00	14.04	27.88	27.78	1.03	1.02	7+711.55	7+697.508	7+725.38	9201568.83	204637.07
PI:42	N12° 41' 54"W	018°13'25"	90.00	14.43	28.63	28.51	1.15	1.14	7+910.99	7+896.550	7+925.18	9201768.08	204624.58
PI:43	N40° 34' 31"W	037°31'49"	90.00	30.58	58.95	57.90	5.05	4.78	8+012.95	7+982.376	8+041.33	9201862.98	204586.60

PI:44	N73° 44' 14"W	028°47'37"	95.00	24.39	47.74	47.24	3.08	2.98	8+111.55	8+087.164	8+134.91	9201914.38	204499.90
PI:45	S79° 44' 41"W	024°14'34"	95.00	20.40	40.20	39.90	2.17	2.12	8+213.22	8+192.815	8+233.01	9201917.72	204397.25
PI:46	S76° 39' 42"W	018°04'37"	95.00	15.11	29.97	29.85	1.19	1.18	8+381.84	8+366.731	8+396.70	9201853.30	204240.76
PI:47	S64° 05' 24"W	043°13'14"	95.00	37.63	71.66	69.98	7.18	6.68	8+498.47	8+460.833	8+532.50	9201844.53	204124.21
PI:48	S34° 35' 40"W	015°46'14"	95.00	13.16	26.15	26.07	0.91	0.90	8+604.62	8+591.465	8+617.61	9201763.58	204050.09
PI:49	S34° 00' 10"W	014°35'15"	95.00	12.16	24.19	24.12	0.77	0.77	8+755.38	8+743.219	8+767.41	9201628.77	203982.26
PI:50	S31° 23' 53"W	019°47'49"	95.00	16.58	32.82	32.66	1.44	1.41	8+889.83	8+873.252	8+906.08	9201527.65	203893.44
PI:51	S31° 46' 44"W	020°33'30"	95.00	17.23	34.09	33.90	1.55	1.52	9+120.42	9+103.186	9+137.27	9201312.80	203808.81
PI:52	S35° 02' 34"W	014°01'50"	95.00	11.69	23.26	23.21	0.72	0.71	9+240.91	9+229.217	9+252.48	9201223.07	203727.84
PI:53	S23° 26' 00"W	009°11'18"	95.00	7.63	15.23	15.22	0.31	0.31	9+451.17	9+443.541	9+458.78	9201037.36	203628.99
PI:54	S24° 44' 12"W	011°47'41"	85.00	8.78	17.50	17.47	0.45	0.45	9+596.81	9+588.033	9+605.53	9200899.49	203581.95
PI:55	S21° 46' 23"W	017°43'21"	75.00	11.69	23.20	23.11	0.91	0.90	9+751.46	9+739.772	9+762.97	9200766.37	203503.11
PI:56	S25° 08' 28"W	024°27'31"	65.00	14.09	27.75	27.54	1.51	1.48	9+918.97	9+904.883	9+932.63	9200602.92	203465.64
PI:57	S49° 38' 24"W	024°32'20"	55.00	11.96	23.56	23.38	1.29	1.26	10+099.81	10+087.851	10+111.41	9200458.85	203355.62
PI:58	S49° 21' 52"W	025°05'24"	45.00	10.01	19.71	19.55	1.10	1.07	10+233.28	10+223.265	10+242.97	9200395.84	203237.55
PI:59	N64° 44' 47"W	156°52'06"	35.00	171.02	95.83	68.58	139.57	27.98	10+529.91	10+358.881	10+454.71	9200158.12	203059.59

Nota: Se determino las curvas horizontales y sus elementos - Elaboración propia

Se obtuvieron 59 curvas en todo el alineamiento de una Longitud total de 10,646 mts., así mismo una diferencia de altura de 680 mts.

Alineamiento Horizontal – Progresiva 0+000.00 a 15+250.00 (Ver Plano T-3), Se aprecia el perfil longitudinal, el cual fue clasificado carretera de tercera clase, con terreno tipo 4 – Escarpado. Así mismo la longitud total de la carretera es de 15+250.00 km y tiene 59 curvas de radio mínimo 25 m.

### 5.1.3.2. Alineamiento vertical

A continuación, se presenta la tabla de elementos de curvas de alineamiento vertical calculados en el programa Civil 3D, teniendo en cuenta los parámetros de la DG-2018:

**Tabla N°43:**

*Elementos de Curva Verticales*

CURVAS	TIPO	LV	PROGRESIVA DEL PIV	COTA DEL PIV	PROGRESIVA DEL PCV	COTA DEL PCV	PROGRESIVA DEL PTV	COTA DEL PTV
CURVA N°01	CONCAVA	120	0+360.00	3073.45	0+300.00	3067.87	0+420.00	3075.24
CURVA N°02	CONVEXA	120	0+580.00	3080.00	0+520.00	3078.21	0+640.00	3086.56
CURVA N°03	CONCAVA	200	1+160.00	3143.39	1+060.00	3132.46	1+260.00	3152.52
CURVA N°04	CONVEXA	200	1+520.00	3167.13	1+420.00	3167.13	1+620.00	3188.61
CURVA N°05	CONCAVA	200	2+360.00	3280.00	2+260.00	3267.65	2+460.00	3291.46
CURVA N°06	CONVEXA	200	2+840.00	3335.00	2+740.00	3323.54	2+940.00	3346.49
CURVA N°07	CONCAVA	200	3+580.00	3420.00	3+480.00	3408.51	3+680.00	3427.95
CURVA N°08	CONVEXA	200	4+020.00	3455.00	3+920.00	3447.05	4+120.00	3464.88
CURVA N°09	CONCAVA	200	4+880.00	3540.00	4+780.00	3530.12	4+980.00	3547.14
CURVA N°10	CONVEXA	200	5+160.00	3560.00	5+060.00	3552.86	5+260.00	3569.65
CURVA N°11	CONCAVA	200	5+860.00	3627.53	5+760.00	3617.88	5+960.00	3631.20
CURVA N°12	CONVEXA	200	6+200.00	3640.00	6+100.00	3636.33	6+300.00	3649.41
CURVA N°13	CONCAVA	200	6+440.00	3662.58	6+340.00	3653.17	6+540.00	3655.26
CURVA N°14	CONVEXA	200	6+680.00	3645.00	6+580.00	3652.33	6+780.00	3649.98
CURVA N°15	CONCAVA	200	7+360.00	3678.87	7+260.00	3673.89	7+460.00	3680.12
CURVA N°16	CONVEXA	200	7+820.00	3684.65	7+720.00	3683.39	7+920.00	3691.35
CURVA N°17	CONCAVA	200	8+187.10	3709.26	8+087.10	3702.56	8+287.10	3711.22
CURVA N°18	CONVEXA	200	8+480.00	3715.00	8+380.00	3713.04	8+580.00	3722.53
CURVA N°19	CONCAVA	200	8+960.00	3751.12	8+860.00	3743.60	9+060.00	3746.90
CURVA N°20	CONVEXA	200	9+460.00	3730.00	9+360.00	3734.22	9+560.00	3731.77
CURVA N°21	CONCAVA	200	9+940.00	3738.51	9+840.00	3736.74	10+040.00	3730.23

CURVA N°22	CONVEXA	200	10+200.00	3716.97	10+100.00	3725.26	10+300.00	3721.14
CURVA N°23	CONCAVA	200	10+440.00	3726.99	10+340.00	3722.81	10+540.00	3723.59

Nota: Se determino las curvas verticales y sus elementos - Elaboración Propia - Perfil Longitudinal – Elevación 3040.0 a 3720.0 msnm. (Ver Plano T-4)

### 5.1.3.3. Sección Transversal

A continuación, se presenta un resumen del volumen de corte neto de las secciones transversales de la carretera en estudio calculados en el programa Civil 3D, teniendo en cuenta los parámetros de la DG-2018: Derecha de vía; 16.00 mts., Ancho de calzada; 6.00 mts., Ancho de carril; 3.00 mts., Ancho de berma; 0.50 mts., Bombeo; 4%

**Tabla N°44:**

*Resumen del volumen de corte*

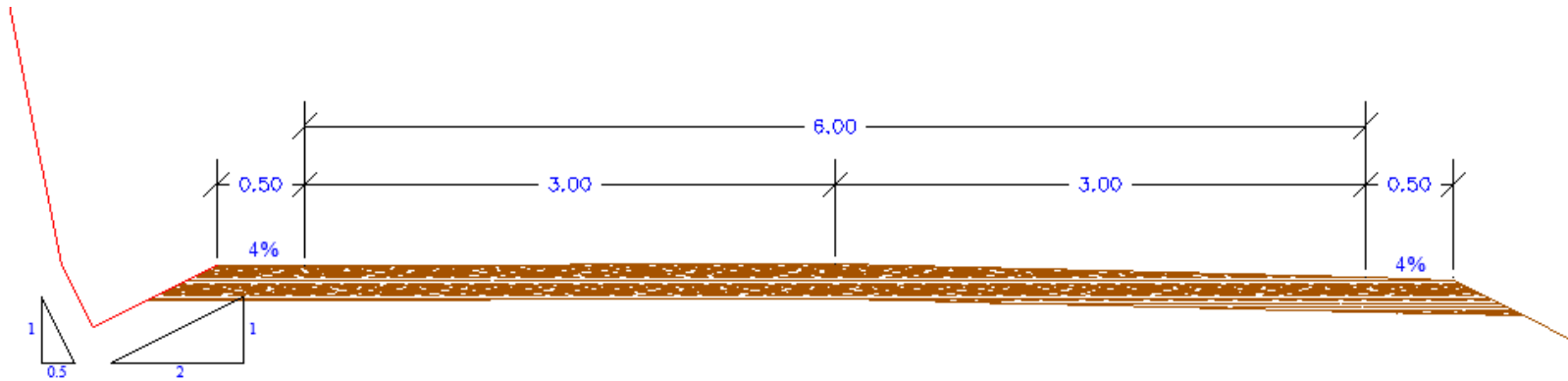
Progresiva	Area de corte	Volumen de corte	Volumen Reutilizable	Area de Relleno	Volumen de relleno	Volumen de corte acumulado	Volumen de relleno acumulado	Volumen neto de corte
0+000.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+020.0	2.07	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.00
0+500.0	8.91	180.08	180.08	11.54	177.82	4,436.54	4,128.01	308.54
1+000.0	2.85	90.42	90.42	47.09	723.48	6,765.49	37,487.68	-30,722.19
1+500.0	0.00	0.00	0.00	156.30	3,013.73	8,464.18	84,590.74	-76,126.56
2+000.0	103.90	2,092.26	2,092.26	0.00	0.00	18,473.80	103,490.42	-85,016.62
2+500.0	75.28	1,760.03	1,760.03	0.00	0.00	108,811.65	103,490.42	5,321.23
3+000.0	63.52	1,464.74	1,464.74	0.00	0.00	125,503.75	105,203.69	20,300.06
3+500.0	128.37	2,888.81	2,888.81	0.00	0.00	224,379.46	105,676.17	118,703.29
4+000.0	43.67	1,301.80	1,301.80	0.00	0.00	261,888.12	108,271.68	153,616.44
4+500.0	0.00	0.00	0.00	160.51	1,533.65	262,559.29	273,720.87	-11,161.57
5+000.0	0.00	0.00	0.00	132.16	2,117.96	280,630.62	300,487.35	-19,856.72
5+500.0	30.21	283.20	283.20	0.00	0.68	295,159.40	310,166.51	-15,007.12

6+000.0	104.71	1,656.39	1,656.39	0.00	0.00	326,454.46	311,488.54	14,965.92
6+500.0	7.42	135.51	135.51	0.03	2.74	350,453.14	311,520.90	38,932.24
7+000.0	1.14	11.19	11.19	6.48	64.51	360,977.68	317,210.02	43,767.67
7+500.0	2.15	82.05	82.05	5.43	71.58	364,003.03	324,921.42	39,081.61
8+000.0	5.66	54.11	54.11	24.70	241.01	367,507.64	336,893.29	30,614.35
8+500.0	13.82	123.44	123.44	62.94	653.19	370,817.05	369,425.22	1,391.83
9+000.0	4.70	64.31	64.31	111.04	2,476.54	401,001.00	393,405.90	7,595.10
9+500.0	36.66	534.86	534.86	0.00	24.57	425,455.94	406,559.33	18,896.60
10+000.0	25.88	567.50	567.50	3.71	89.67	447,653.37	416,329.31	31,324.06
10+500.0	3.93	81.68	81.68	0.16	3.04	459,246.88	416,567.31	42,679.57
10+640.0	5.31	85.90	85.90	1.79	50.75	459,727.27	416,756.27	42,970.99

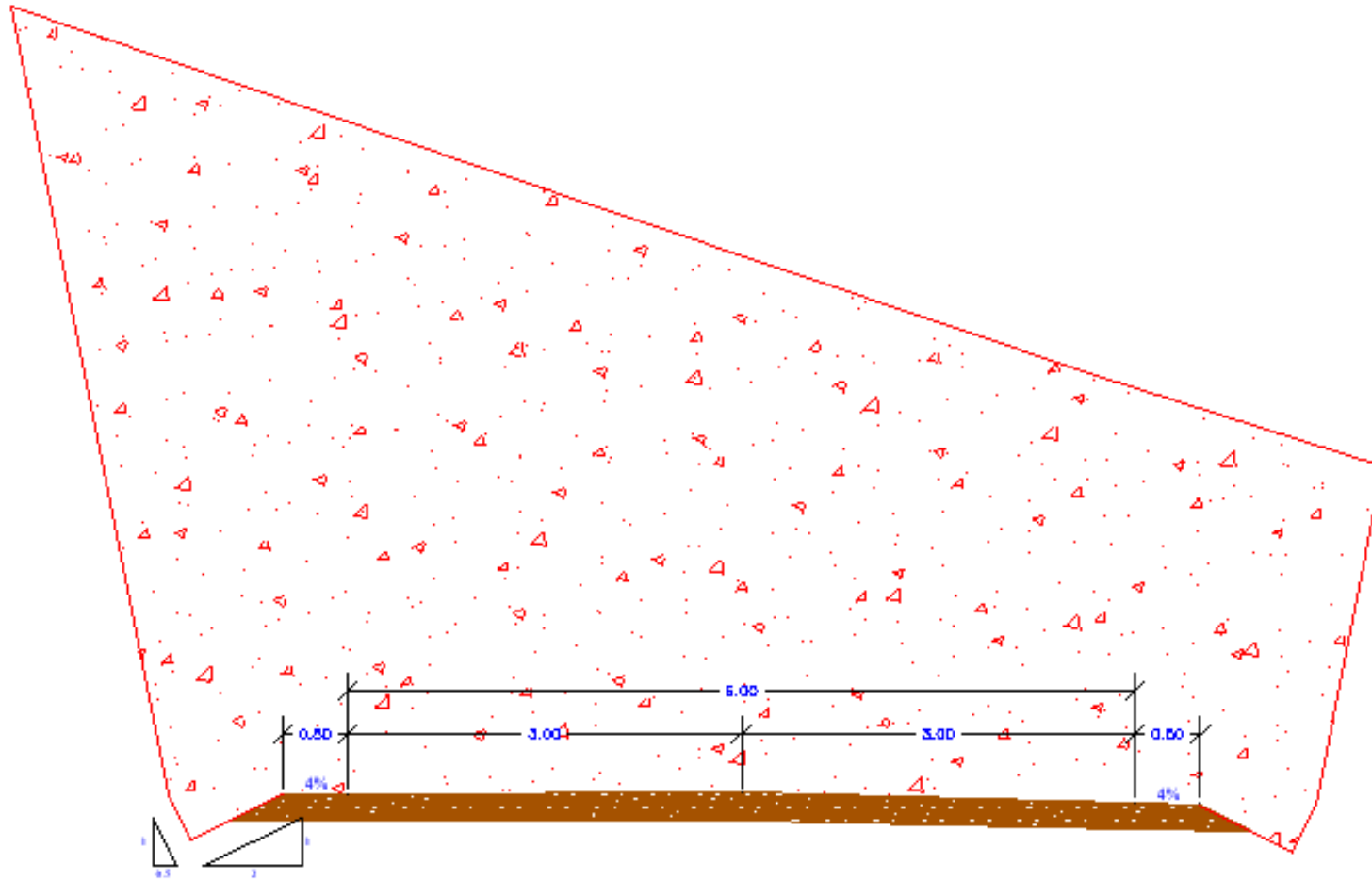
Nota: Se determina los volúmenes de corte y relleno - Elaboración Propia

**Figura N°27:**

*Sección típica de carretera*

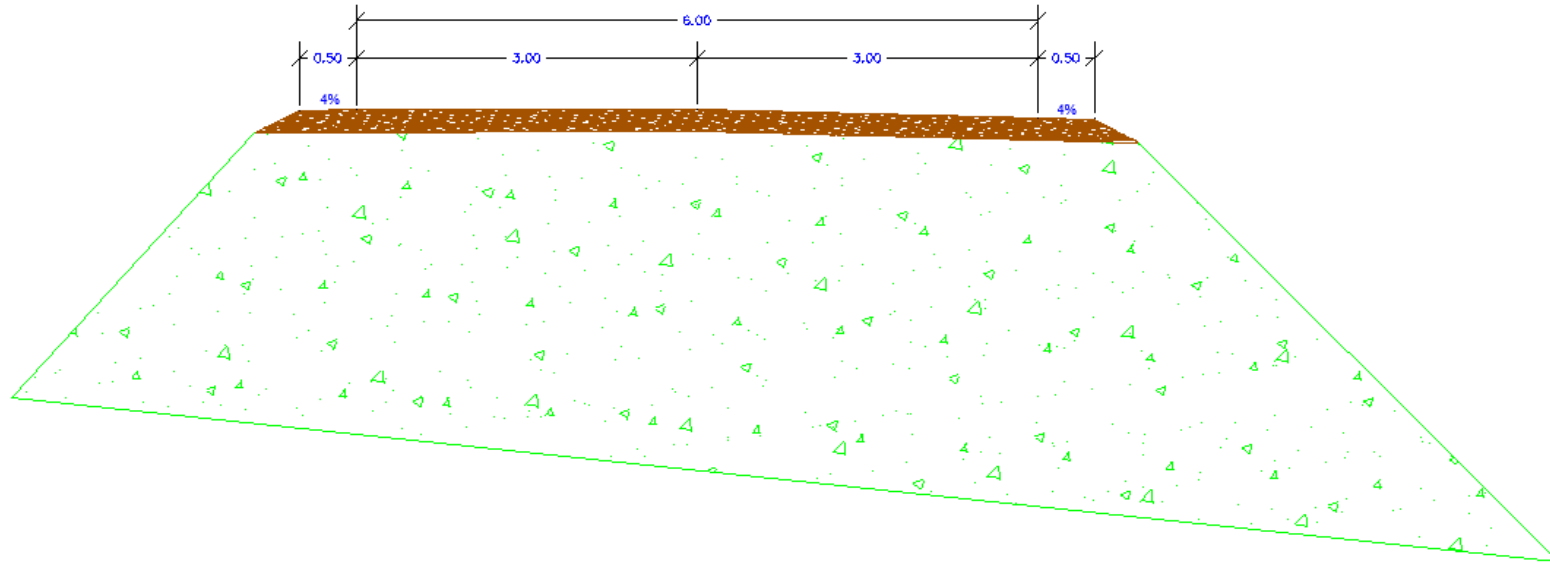


Nota: Elaboración Propia

**Figura N°28:***Sección Típica de carretera en corte*

Nota: Elaboración Propia



**Figura N°29:***Sección Típica de carretera en relleno*

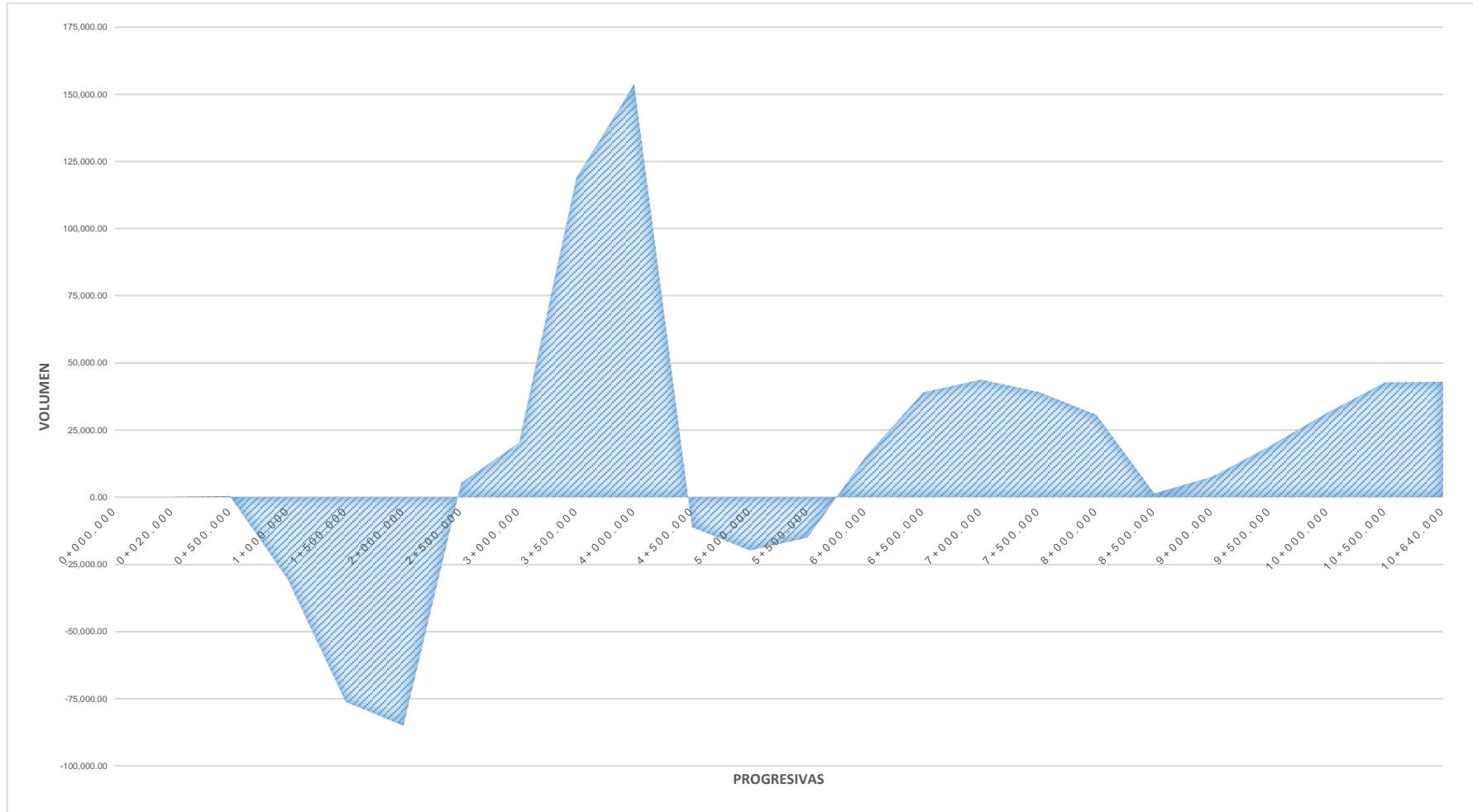
Nota: Volumen de corte y relleno

Se presenta el resumen del volumen de corte y relleno, teniendo como resultado un valor positivo de 42,970.99 m<sup>3</sup>, de material excedente, así mismo la sección transversal de la carretera en proyecto, teniendo en cuenta sus componentes, que son calzada, berma, cuneta, talud de corte y talud de relleno. Determinados según los parámetros de la DG-2018, utilizados y calculados en el programa Civil 3D.

La sección típica de corte y relleno más representativos en toda la carretera en estudio, concluyendo con diagrama de masas del volumen de corte excedente.

**Figura N°30:**

Diagrama de masas – Volumen de corte



Nota: Elaboración Propia

#### 5.1.4. Diseño de Pavimento

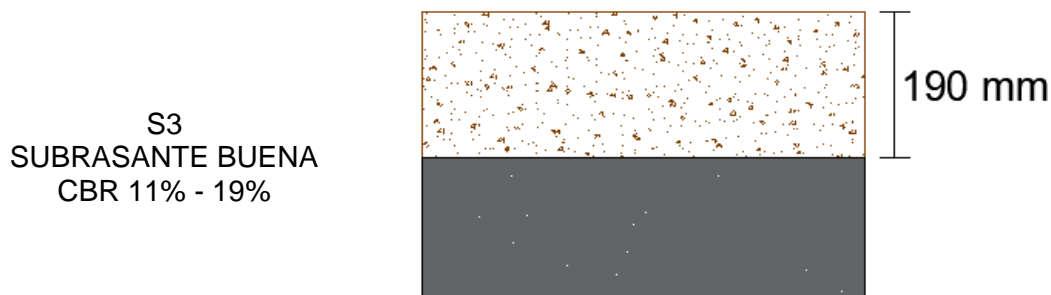
El diseño de la superficie de rodadura se obtuvo en base al estudio de mecánica de suelos, para ser preciso al ensayo de CBR, obtenido en los puntos donde se realizó dicho ensayo y promediándolo.

Así mismo nos basamos en el catálogo de capas de revestimiento granular Trafico T2, por tener un Índice medio diario anual (IMDA) proyectado de 51 – 100 veh/día. Obteniendo el siguiente tipo de subrasante y espesor de superficie de rodadura:

#### Figura N°31:

*Catálogo de capas de revestimiento granular tráfico T2*

---




---

Nota: capa de afirmado tipo 2 de 190 mm de espesor.

Según el cuadro anterior se obtuvo la capa de afirmado tipo 2 de 190 mm de espesor, pero para el proyecto se usó una capa de revestimiento de 200 mm (0.20 mts), así mismo la subrasante según los ensayos no será necesario una capa extra de material para mejoramiento por tener un CBR mayor al 6%.

Así mismo el estudio de tráfico y el ensayo de mecánica de suelos realizado fueron la variable más importante en el diseño de la vía, pues si bien el volumen y dimensiones de los vehículos influyen en su diseño geométrico. El estudio de tráfico y el ensayo CRB determina el diseño de pavimento proyecto a futuro la vida de la carretera.

### 5.1.5. Diseño de Obras de Arte

#### 5.1.5.1. Diseño de Cuneta

A continuación, se presenta los resultados del cálculo de diseño de cunetas, el cual muestra las características de estas, basados en los parámetros estipulados en el manual de hidrología, hidráulica y drenaje. Así mismo se determinaron las siguientes dimensiones descritas en la siguiente tabla:

**Tabla N°45:**

*Resumen de cálculo de diseño de Cunetas*

Tramos	DISEÑO					CUNETAS							
	PROGRESIVA Inicio	PROGRESIVA Final	Long. (m)	Q (m <sup>3</sup> /s)	Pendiente %	Tipo de Cuneta	a (m)	b (m)	T (m)	Y (m)	Am (m <sup>2</sup> )	Vol. (m <sup>3</sup> )	Acum.
Tramo 1	0+000	0+250	250.00	0.65	8.69%	Tipo 1	0.80	0.20	0.99	0.40	0.20	49.4347	49.4347
Tramo 2	0+500	0+750	250.00	0.98	8.69%	Tipo 1	0.93	0.23	1.16	0.46	0.27	66.9543	116.389
Tramo 3	1+000	1+250	250.00	0.67	8.69%	Tipo 1	0.80	0.20	1.00	0.40	0.20	50.1744	166.5635
Tramo 4	2+000	2+250	250.00	0.71	8.69%	Tipo 1	0.82	0.21	1.03	0.41	0.21	52.6273	219.1908
Tramo 5	2+500	2+750	250.00	6.00	8.69%	Tipo 1	0.90	0.23	1.13	0.45	0.25	63.369	282.5598
Tramo 6	3+250	3+500	250.00	0.95	8.69%	Tipo 1	0.92	0.23	1.15	0.46	0.26	65.6113	348.1711
Tramo 7	3+500	3+750	250.00	1.03	8.69%	Tipo 1	0.94	0.24	1.18	0.47	0.28	69.5631	417.7342
Tramo 8	3+750	4+000	250.00	1.05	8.69%	Tipo 1	0.95	0.24	1.19	0.47	0.28	70.342	488.0762
Tramo 9	4+500	4+620	120.00	0.54	8.69%	Tipo 1	0.74	0.19	0.93	0.37	0.17	20.6117	508.6879
Tramo 10	5+000	5+130	130.00	0.65	8.69%	Tipo 1	0.80	0.20	0.99	0.40	0.20	25.7101	534.398
Tramo 11	5+400	5+525	125.00	0.63	8.69%	Tipo 1	0.78	0.20	0.98	0.39	0.19	24.0046	558.4026
Tramo 12	5+800	5+860	60.00	0.35	1.95%	Tipo 1	0.83	0.21	1.04	0.41	0.21	12.8834	571.286
Tramo 13	6+100	6+165	65.00	0.37	1.95%	Tipo 1	0.85	0.21	1.07	0.43	0.23	14.8205	586.1065
Tramo 14	6+500	6+560	60.00	0.35	1.95%	Tipo 1	0.83	0.21	1.04	0.41	0.21	12.8834	598.9899
Tramo 15	6+600	6+665	65.00	0.37	1.95%	Tipo 1	0.85	0.21	1.07	0.43	0.23	14.8205	613.8105

Tramo 16	6+825	6+885	60.00	0.35	1.95%	Tipo 1	0.83	0.21	1.04	0.41	0.21	12.8834	626.6939
Tramo 17	6+900	6+965	65.00	0.37	1.95%	Tipo 1	0.85	0.21	1.07	0.43	0.23	14.8205	641.5144
Tramo 18	7+050	7+110	60.00	0.39	1.95%	Tipo 1	0.87	0.22	1.08	0.43	0.23	14.0994	655.6138
Tramo 19	7+310	7+380	70.00	0.45	1.95%	Tipo 1	0.92	0.23	1.15	0.46	0.26	18.4654	674.0791
Tramo 20	7+500	7+560	60.00	0.39	1.95%	Tipo 1	0.87	0.22	1.08	0.43	0.23	14.0994	688.1785
Tramo 21	7+640	7+700	60.00	0.39	1.95%	Tipo 1	0.87	0.22	1.08	0.43	0.23	14.0994	702.2779
Tramo 22	7+850	7+950	100.00	0.66	1.95%	Tipo 1	0.79	0.20	0.99	0.40	0.20	19.5797	721.8576
Tramo 23	8+100	8+230	130.00	0.86	8.99%	Tipo 1	0.88	0.22	1.10	0.44	0.24	31.2898	753.1474
Tramo 24	8+230	8+350	120.00	0.80	8.99%	Tipo 1	0.85	0.21	1.06	0.43	0.23	27.2000	780.3474
Tramo 25	8+350	8+430	80.00	0.54	8.99%	Tipo 1	0.73	0.18	0.92	0.37	0.17	13.4700	793.8174
Tramo 26	8+500	8+630	130.00	0.93	8.99%	Tipo 1	0.90	0.23	1.13	0.45	0.25	32.9658	826.7832
Tramo 27	8+650	8+770	120.00	0.85	8.99%	Tipo 1	0.87	0.22	1.09	0.44	0.24	28.6569	855.4401
Tramo 28	8+800	8+930	130.00	1.07	8.99%	Tipo 1	0.95	0.24	1.19	0.48	0.28	36.6785	892.1186
Tramo 29	8+950	9+070	120.00	0.98	8.99%	Tipo 1	0.92	0.23	1.15	0.46	0.27	31.8844	924.003
Tramo 30	9+100	9+230	130.00	1.01	8.99%	Tipo 1	0.93	0.23	1.16	0.47	0.27	35.2331	959.2361
Tramo 31	9+250	9+370	120.00	0.93	8.99%	Tipo 1	0.90	0.23	1.13	0.45	0.26	30.6279	989.864
Tramo 32	9+400	9+540	140.00	1.07	8.99%	Tipo 1	0.95	0.24	1.19	0.48	0.28	39.6342	1029.498
Tramo 33	9+550	9+680	130.00	1.05	8.99%	Tipo 1	0.95	0.24	1.18	0.47	0.28	36.2878	1065.786
Tramo 34	9+700	9+820	120.00	0.97	8.99%	Tipo 1	0.92	0.23	1.15	0.46	0.26	31.5448	1097.331
Tramo 35	9+850	9+980	130.00	1.05	8.99%	Tipo 1	0.95	0.24	1.18	0.47	0.28	36.3276	1097.331
Tramo 36	10+000	10+120	120.00	0.97	8.99%	Tipo 1	0.79	0.20	0.99	0.40	0.20	23.6475	1097.331
Tramo 37	10+120	10+250	130.00	1.01	8.99%	Tipo 1	0.80	0.20	1.01	0.40	0.20	26.2612	1183.57
Tramo 38	10+250	10+370	120.00	0.93	8.99%	Tipo 1	0.78	0.20	0.98	0.39	0.19	22.8287	1206.396
Tramo 39	10+370	10+500	130.00	0.99	8.99%	Tipo 1	0.80	0.20	1.00	0.40	0.20	25.9342	1232.33
Tramo 40	10+500	10+620	120.00	0.91	8.99%	Tipo 1	0.78	0.19	0.97	0.39	0.19	22.5444	1254.874

Nota: Se determina el diseño de las cunetas y sus dimensiones - Elaboración Propia

### 5.1.5.2. Diseño de Alcantarilla

A continuación, se presenta los resultados del cálculo de diseño de alcantarillas, el cual muestra las características de estas, basados en los parámetros estipulados en el manual de hidrología, hidráulica y drenaje. Así mismo se determinaron las siguientes dimensiones descritas en la siguiente tabla:

**Tabla N°46:**

*Resumen de cálculo de diseño de Alcantarillas*

ALCANTARILLAS	DATOS		Diámetro Comercial	Eficiencias Alcantarilla	ALCANTARILLA DE ALIVIO		
	PROGRESIVAS	Q (m <sup>3</sup> /s)			PENDIENTE %	Qmax. (m <sup>3</sup> /s)	Q < Qmax
ALCANTARILLA 1	0+250	0.72	36"	75%	2.00%	1.33	CAUDAL VERIFICADO
ALCANTARILLA 2	0+750	1.08	36"	75%	3.00%	1.63	CAUDAL VERIFICADO
ALCANTARILLA 3	1+250	0.73	36"	75%	2.00%	1.33	CAUDAL VERIFICADO
ALCANTARILLA 4	2+250	0.78	36"	75%	2.00%	1.33	CAUDAL VERIFICADO
ALCANTARILLA 5	2+750	1.00	36"	75%	3.00%	1.63	CAUDAL VERIFICADO
ALCANTARILLA 6	3+500	1.05	36"	75%	3.00%	1.63	CAUDAL VERIFICADO
ALCANTARILLA 7	3+750	1.13	36"	75%	4.00%	1.89	CAUDAL VERIFICADO
ALCANTARILLA 8	4+000	1.15	36"	75%	4.00%	1.89	CAUDAL VERIFICADO
ALCANTARILLA 9	4+620	0.6	36"	75%	2.00%	1.33	CAUDAL VERIFICADO
ALCANTARILLA 10	5+130	0.72	36"	75%	2.00%	1.33	CAUDAL VERIFICADO
ALCANTARILLA 11	5+525	0.69	36"	75%	2.00%	1.33	CAUDAL VERIFICADO
ALCANTARILLA 12	5+860	0.38	24"	75%	4.00%	0.64	CAUDAL VERIFICADO
ALCANTARILLA 13	6+165	0.41	24"	75%	4.00%	0.64	CAUDAL VERIFICADO
ALCANTARILLA 14	6+560	0.38	24"	75%	4.00%	0.64	CAUDAL VERIFICADO
ALCANTARILLA 15	6+665	0.41	24"	75%	4.00%	0.64	CAUDAL VERIFICADO
ALCANTARILLA 16	6+885	0.38	24"	75%	4.00%	0.64	CAUDAL VERIFICADO
ALCANTARILLA 17	6+965	0.41	24"	75%	4.00%	0.64	CAUDAL VERIFICADO

ALCANTARILLA 18	7+110	0.43	24"	75%	5.00%	0.71	CAUDAL VERIFICADO
ALCANTARILLA 19	7+380	0.5	24"	75%	6.00%	0.78	CAUDAL VERIFICADO
ALCANTARILLA 20	7+560	0.43	24"	75%	5.00%	0.71	CAUDAL VERIFICADO
ALCANTARILLA 21	7+700	0.43	24"	75%	5.00%	0.71	CAUDAL VERIFICADO
ALCANTARILLA 22	7+950	0.72	36"	75%	2.00%	1.33	CAUDAL VERIFICADO
ALCANTARILLA 23	8+230	0.95	36"	75%	3.00%	1.63	CAUDAL VERIFICADO
ALCANTARILLA 24	8+350	0.88	36"	75%	2.00%	1.33	CAUDAL VERIFICADO
ALCANTARILLA 25	8+430	0.59	36"	75%	1.00%	1.94	CAUDAL VERIFICADO
ALCANTARILLA 26	8+630	1.02	36"	75%	3.00%	1.63	CAUDAL VERIFICADO
ALCANTARILLA 27	8+770	0.94	36"	75%	3.00%	1.63	CAUDAL VERIFICADO
ALCANTARILLA 28	8+930	1.18	36"	75%	4.00%	1.89	CAUDAL VERIFICADO
ALCANTARILLA 29	9+070	1.09	36"	75%	4.00%	1.89	CAUDAL VERIFICADO
ALCANTARILLA 30	9+230	1.11	36"	75%	4.00%	1.89	CAUDAL VERIFICADO
ALCANTARILLA 31	9+370	1.03	36"	75%	3.00%	1.63	CAUDAL VERIFICADO
ALCANTARILLA 32	9+540	1.18	36"	75%	4.00%	1.89	CAUDAL VERIFICADO
ALCANTARILLA 33	9+680	1.16	36"	75%	4.00%	1.89	CAUDAL VERIFICADO
ALCANTARILLA 34	9+820	1.07	36"	75%	3.00%	1.63	CAUDAL VERIFICADO
ALCANTARILLA 35	9+980	1.16	36"	75%	4.00%	1.89	CAUDAL VERIFICADO
ALCANTARILLA 36	10+120	1.07	36"	75%	3.00%	1.63	CAUDAL VERIFICADO
ALCANTARILLA 37	10+250	1.11	36"	75%	4.00%	1.89	CAUDAL VERIFICADO
ALCANTARILLA 38	10+370	1.02	36"	75%	3.00%	1.63	CAUDAL VERIFICADO
ALCANTARILLA 39	10+500	1.09	36"	75%	4.00%	1.89	CAUDAL VERIFICADO
ALCANTARILLA 40	10+620	1.01	36"	75%	3.00%	1.63	CAUDAL VERIFICADO

Nota: Se determina el diseño de las alcantarillas y sus dimensiones - Elaboración Propia

### 5.1.6. Diseño de Señalización Vial

Las señales preventivas y reglamentarias tendrán las siguientes ubicaciones:

**Tabla N°47:**

*Ubicación de Señales Preventivas*

UBICACIÓN		PREVENTIVAS		
Derecha	Izquierda	P-5-1	P-5-2A	P-5-2B
		Curva Sinuosa	Curva Vuelta U Derecha	Curva Vuelta Izquierda
0+040.00		1		
	0+820.00	1		
0+830.00			1	
	1+140.00			1
5+160.00		1		
	12+260.00	1		
<b>TOTAL (Und.)</b>		<b>4</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

Nota: Se determina las ubicaciones de las señales preventivas - Elaboración Propia

**Tabla N°48:**

*Ubicación de Señales Reglamentarias*

UBICACIÓN		Reglamentaria	
Derecha	Izquierda	R-30-4 (Reducir Velocidad)	R-30 (Velocidad Máxima)
0+000.00			1
0+060.00		1	
	3+820.00	1	
5+200.00		1	
	7+200.00		1
	13+680.00		1
<b>TOTAL (Und.)</b>		<b>3</b>	<b>3</b>

Nota: Se determina las ubicaciones de las señales reglamentarias - Elaboración Propia

## 5.2. Docimasia de hipótesis

Al ser un estudio de tesis aplicativo no se comprueba la hipótesis, más se planteó la aplicación de la norma DG-2018 para realizar el diseño geométrico del camino vecinal de la progresiva 0+000.00 – 15+250.00 entre los caseríos Tejechal – Pana. Así mismo se acepta la hipótesis que al utilizar correctamente el manual DG-2018 y otros manuales de respaldo, se logró un correcto diseño geométrico de la carretera según los requisitos técnicos necesarios.



## CAPITULO VI: DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Para realizar los estudios básicos del proyecto de estudio definitivo entre los caseríos de Tejechal a Pana se tuvieron dificultades, por la misma inaccesibilidad de la zona al tener un terreno escarpado. Para realizar el estudio topográfico, en el área de estudio, al trasladar el equipo topográfico, el tiempo estimado no fue como lo previsto, pero se obtuvo los resultados requeridos. Así mismo el estudio de mecánica de suelos se desarrolló sin ninguna dificultad, solo al realizar las calitas por el mismo terreno se demoró dos días, en trasladar y tomar las muestras necesarias para llevar al laboratorio, para realizar los ensayos necesarios de suelos para carreteras. De la misma manera el estudio hidrológico e hidráulico se basó en datos históricos de la estación más cercana al distrito de Bolívar, obteniendo los resultados necesarios. El estudio de tráfico se basó en la ruta más usada por el distrito que desde el distrito de Longotea al distrito de Bolívar, para obtener un IMDA proyecto y de diseño, determinando para tal sus características según su demanda, como carretera de Tercera Clase y sus características según su orografía gracias al estudio topográfico de tipo 4, así mismo obteniendo una Velocidad de Diseño de 30 km/h, teniendo para ello limitaciones económicas y teniendo como para todo el proyecto las características obtenidas. Las características geométricas de diseño de la carretera en estudio se obtuvieron respetando los parámetros de la norma peruana de carretera, Diseño de Geométrico de Carretera 2018, tanto para el alineamiento horizontal y vertical, cumpliendo cada detalle de diseño, obteniendo para el alineamiento horizontal 59 curvas con sus elementos de diseño y para el alineamiento vertical 23 curvas entre convexas y cóncavas. Para el caso del diseño de pavimento se obtuvo en base a su CBR obtenido en los estudios de mecánica de suelo, al tener un CBR mayor al 6% según el Catálogo de capas de revestimiento granular tráfico T2, el revestimiento será de 200 mm y con una subrasante buena. Así mismo las obras de arte obtenidas fueron 40 cunetas y alcantarillas necesarias para el funcionamiento de la carretera durante su periodo de diseño. Las señales de seguridad vial se basaron al riesgo que se tiene en las curvas más peligrosas a lo largo de la carretera, obteniendo 6 señales preventivas y 6 señales reglamentarias.

## CONCLUSIONES

Se logró realizar el estudio definitivo del camino vecinal de la progresiva 0+000.0 – 15+250.0 entre los caseríos Tejechal - Pana, distrito y provincia de Bolívar, departamento de La Libertad, determinando la mejor ruta debidamente sustentada utilizando los parámetros normativos vigentes para carreteras, como consecuencia del análisis técnico y social.

Se realizó correctamente los estudios básicos, empezando con el estudio topográfico al utilizar correctamente los instrumentos requeridos. Para el estudio de mecánica de suelos, se ejecutaron los ensayos mínimos requeridos para el tipo de estudio en cuestión, identificando 3 diferentes tipos de suelos, habiéndose realizado 6 calicatas; A7-6 (SC) con C.B.R (11.5%), A-6 (CL) con C.B.R (7.5%), A-4 (SM) con C.B.R (13.1%), determinado que a excepción del suelo A-6 (CL) que cuenta con un C.B.R. un poco bajo, el resto de la carretera cuenta con un sub-rasante denominada buena. Se realizó el estudio hidráulico determinando las intensidades para un tiempo de retorno de 5 y 25 años, utilizando la distribución de Gumbel, así mismo unidades geológicas y geomorfológicas determinadas en el área de estudio comprobaron el buen tipo de estructura local del área de estudio a nivel estratificado.

El diseño vial y tráfico se determinó con el conteo semanal de vehículos del distrito de Bolívar al distrito de Longotea, acceso vial de mayor recorrido, calculando un Índice medio diario semanal de 24 veh/día. Así mismo se utilizó un factor de corrección de 1.30 y factores de corrección para determinar el IMDA proyectado a 36 veh/día y un IMDA para el periodo de diseño de 65 veh/día. Teniendo la cuenta el IMDA se clasificó la carretera en estudio de tercera clase y de tipo 4, con una velocidad de diseño 30 km/h, entendiéndose que existirán limitaciones económicas, según la ruta elegida.

Se realizó el diseño de carreteras obteniendo para el alineamiento horizontal 59 curvas y sus elementos a lo largo de la carretera de longitud

10,646.00 metros, que obedecen los parámetros establecidos en el manual de carreteras DG-2018, así mismo para el alineamiento vertical se obtuvo 23 curvas, analizando las secciones transversales a lo largo de la carretera y obteniendo un volumen de corte de 42,970.99 m<sup>3</sup>.

El diseño de pavimento a no ser requerida para una demanda vehicular pesada se diseñó el revestimiento granular utilizando el catálogo de capas de revestimiento granular T2, para una subrasante buena de CBR 11% al 19% y un IMDA DE 51 – 100 veh/días proyectados para el periodo de diseño, de un espesor de 20 cm.

El diseño de obra de arte en el proyecto, que condicionan el drenaje superficial de los flujos pertenecientes a altas precipitaciones medias diarias, y teniendo pendientes pronunciadas y una orografía escarpada en toda el área de influencia del proyecto, se obtuvo 40 cunetas triangular de dimensionamiento al largo de la vía de 0.50 x1.25 m, y para un total de 40 alcantarillas de TMC entre 24” y 36” pulg. de diámetro.

El diseño para las señales viales se ubicó según las preventivas en curvas de mayor peligro obteniendo 6 unidades señaladas preventivas y para las reglamentarias se obtuvo 6 unidades de la misma manera ubicadas en los lugares de mayor riesgo. Por último, se elaboró los planos definitivos del estudio realizado.

## RECOMENDACIONES

Se debe realizar en el área de influencia de estudio, posteriormente una rectificación y realizar el levantamiento topográfico con instrumento de mayor precisión y en fechas de baja precipitación, debido a la dificultad para acceder a los lugares accidentados en tramos del proyecto. Así mismo al realizar los estudios básicos de mecánica de suelos se debe realizar en los mayores puntos posibles y para el estudio hidrológico se insta revisar anomalías en las quebradas u ojos de agua formados como consecuencia de precipitaciones futuras, las cuales son considerables debido a que la zona del proyecto pertenece a la sierra Liberteña donde es común estos casos.

Realizar un estudio de expropiaciones de tierras que facilita la construcción del derecho de vía, siendo estas necesarias para que las carreteras puedan ser construidas, así mismo el estudio de canteras deberá realizarse según las áreas, consideradas por la municipalidad a cargo como viables para el proyecto.

Se recomienda a las instituciones involucradas, a cargo la ejecución, elaboración y sustentación de proyectos en el área de estudio, realizar el presupuesto según el análisis de precios unitarios y rendimiento de la zona, estos están sujetos a condiciones subjetivas respecto al área de estudio y datos con los cuales no se cuenta de manera exacta, debido a que estas son susceptibles a modificarse.

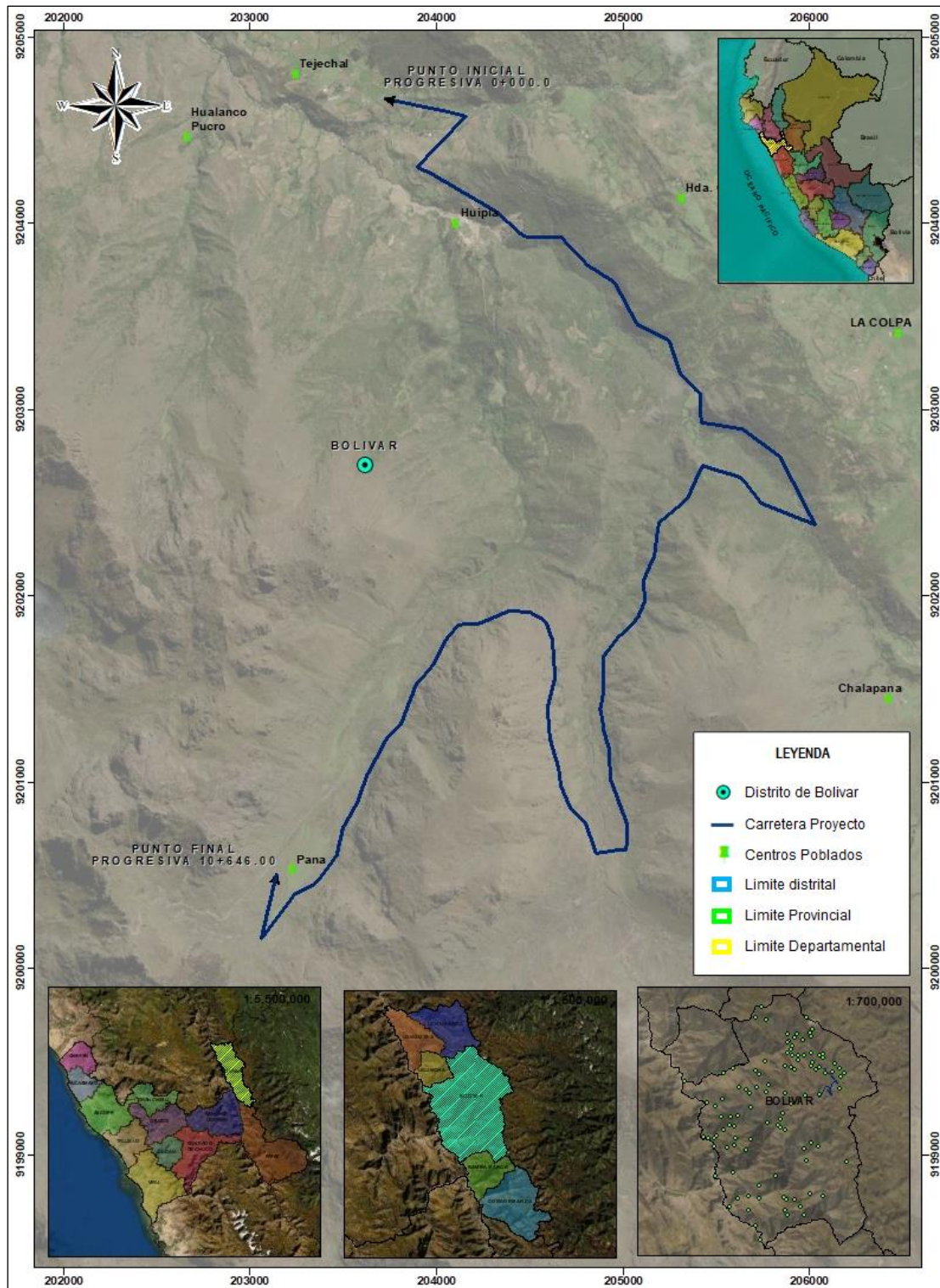
Y por último se recomienda realizar un estudio de impacto ambiental, que deberá estar orientado a evaluar y predecir los efectos del desarrollo de la actividad y ejecución sobre los componentes del ambiente natural y proponer las correspondientes medidas preventivas, mitigantes y correctivas, a los fines de verificar el cumplimiento de las disposiciones ambientales contenidas en la normativa vigente en el país.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Comunicaciones, M. d. (2018). *Manual de Diseño Geometrico de Carreteras (DG-2018)*. Lima: M.T.C.
- Comunicaciones, M. d. (2008). *Manual de Carreteras no Pavimentas de bajo Volumen de Transito*. Lima: M.T.C.
- COMUNICACIONES, M. D. (2014). *Manual de Carreteras, Suelos, Geologia, Geotecnia y Pavimentos*. Lima: M.T.C.
- Comunicaciones, M. d. (2014). *Manual de Hidrologia, Hidraulica y Drenaje*. Lima: M.T.C.
- Freire Ruiz, C. D. (2020). *Diseño geométrico de la alternativa vial shuyopinllokata en el tramo km 20+000- 24+000*. Ecuador: universidad técnica de ambato.
- Gomez Figueroa, P. G. (2011). *Proceso y equipo utilizado en la construcción de Carreteras*. Guatemala: UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS.
- Loen Flores, W. (2020). *Diseño de infraestructura vial tramo San Cristóbal de Nudillo – cruce el Cajeron, distrito de Cutervo, Cajamarca*. Cajamarca: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO.
- Paredes Cunia, J. E. (2018). *Estudio definitivo del camino vecinal Nuevo Trujillo – El Mirador, distrito de Buenos Aires – Provincia de Picota – San Martín*. San Martin: UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN.
- Sarabia Tipán, D. M. (2019). *Diseño definitivo del camino vecinal Boca del Sucio - Las Delicias - San Salvador, ubicado en la parroquia San Gregorio, del cantón Muisne, de la provincia de Esmeraldas*. Ecuador: UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA - SEDE QUITO.
- Vela Vasquez , M., & Ruiz Siccha, J. (2020). *Propuesta de diseño geometrico vial para mejoramiento del camino vecinal tramo caserio ricardo palma - vista alegre, distrito mache - provincia otuzco - departamento La Libertad*. Trujillo: UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO.
- Zegarra Flores, A. (2018). *Diseño de la carretera entre los caseríos Tingo – Ingenio, distrito de Bolívar, provincia de Bolívar – La Libertad*. La Libertad: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO.

ANEXOS

Imagen N°01: Ubicación del proyecto de tesis centro poblado Tejechal hasta el centro poblado Pana en el distrito y provincia de Bolívar



Nota: Se realizo el mapa de ubicación del distrito de Bolívar y el área de influencia del proyecto - Elaboración Propia

Imagen N°02: Estudio Topográfico del proyecto en el caserío Tejechal punto de Inicio Progresiva km 0+000.0



Nota: Elaboración Propia

Imagen N°03: Estudio Topográfico del proyecto entre los caseríos Tejechal – Pana, punto medio Progresiva km 8+320.0



Nota: Elaboración Propia

Imagen N°04: Estudio Topográfico del proyecto en el caserío Pana, punto final Progresiva km 15+250.0



Nota: Elaboración Propia

Imagen N°05: Estudio de Mecánica de Suelo – Calicata C-2 sustracción de muestra progresiva km. 3+000.0



Nota: Elaboración Propia



Imagen N°06: Estudio de Mecánica de Suelo – Calicata C-4 sustracción de muestra progresiva km. 9+000.0



Nota: Elaboración Propia

Imagen N°07: Estudio de Mecánica de Suelo – Calicata C-6 sustracción de muestra progresiva km. 15+250.0



Nota: Elaboración Propia

Imagen N°08: Guía de estudio definitivo de carreteras

<b>ANEXO I</b>	
<b>GUÍA DE CONTENIDO DE LOS ESTUDIOS DEFINITIVOS DE CARRETERAS</b>	
<b>CONTENIDO DE LOS ESTUDIOS DEFINITIVOS DE CARRETERAS</b>	
<p>La presente guía, tiene por finalidad uniformizar y estandarizar el contenido de los expedientes que constituyen los estudios definitivos de construcción, rehabilitación y mejoramiento de carreteras, en concordancia con las normas vigentes sobre la materia.</p>	
<p><b>Contenido</b></p>	
<p>De acuerdo a lo establecido por el Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial, aprobado por decreto supremo N° 034-2008-MTC y sus modificatorias, los estudios definitivos de carreteras, contienen como mínimo lo siguiente:</p>	
Capítulo I	: Resumen ejecutivo
Capítulo II	: Memoria descriptiva
Capítulo III	: Metrados
Capítulo IV	: Análisis de precios unitarios
Capítulo V	: Presupuesto
Capítulo VI	: Fórmulas polinómicas (según corresponda)
Capítulo VII	: Cronogramas
Capítulo VIII	: Especificaciones técnicas
Capítulo IX	: Estudios de ingeniería básica
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tráfico</li> <li>• Topografía</li> <li>• Suelos, canteras y fuentes de agua</li> <li>• Hidrología e hidráulica</li> <li>• Geología y geotecnia (incluye estabilidad de taludes)</li> <li>• Seguridad vial</li> </ul>
Capítulo X	: Diseños:
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geométricos</li> <li>• Pavimentos</li> <li>• Estructuras</li> <li>• Drenaje</li> <li>• Seguridad vial y señalización</li> </ul>
Capítulo XI	: Plan de mantenimiento
Capítulo XII	: Estudio socio ambientales
Capítulo XIII	: Planos

Nota: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG-2018)

Imagen N°09: Calculo del diseño de Cunetas

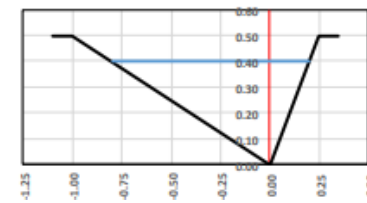

DISEÑO HIDRAULICO DE CUNETAS					
CUNETA N°01	Inicio	0+000	Final	0+250	
COEFICIENTE DE ESCORRENTIA					
Relieve del Terreno	Muy accidentado pendiente superior al 30%	Referencia			
	K1 =	40	Manual de suelos, geología, geotecnia y pavimentos.		
Permeabilidad del Suelo	Permeable				
	K2 =	10			
Vegetación	Mucha hasta el 75% de la superficie				
	K3 =	5			
Capacidad de retención	Bastante				
	K4 =	10			
Sumatoria	K =	65			
COEFICIENTE DE ESCORRENTIA	C =	0.59			
INTENSIDAD MAXIMA DE LLUVIA					
Constante de la ecuación	K =	78.88	$I = \frac{K * T^{0.2388}}{0.5375^{tc}}$		
Obra de drenaje	Cuneta				
Periodo de Retorno	T =	10 años			
Constante de la ecuación	m =	0.2388			
Tiempo de concentración	Tc =	1.60 minutos			
Constante de la ecuación	n =	0.5375			
INTENSIDAD MAXIMA DE LLUVIA	I =	106.26 mm/h	$I = \frac{k * T^m}{t_c^n}$		
AREA DE IMPLUVIUN					
Ancho de Implivium	B =	150.00 m	Los datos B y L son determinados en los planos de planta		
Longitud de Implivium	L =	250.00 m			
AREA DE IMPLUVIUN	Ac =	0.038 km <sup>2</sup>			
RADIOS HIDRAULICOS Y VELOCIDADES					
Material del Canal	Concreto		Evitar Erosión - Evitar Sedimentación		
Velocidad Máxima del Canal	0.60 m/s				
Velocidad Mínima del Canal	0.25 m/s				
Coefficiente de Rugosidad de Manning	Canal Revestido Albañilería de Piedra		$V = \frac{R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}}{n}$ Manual De Diseño De Carreteras No Pavimentadas De Bajo Volumen De Transito (MTC) - Item 4.1		
	n =	0.025			
Pendiente Longitudinal	Smax =	8.69%			
	Smin =	8.69%			
Radio Hidráulico Máximo	0.363 m				
Radio Hidráulico Mínimo	0.003 m				
DISEÑO GEOMETRICO DE CUNETAS					
Tipo de cuneta	Cuneta TIPO 1		$Q_{Hidrologico} = Q_{Hidraulico}$ $Q_{diseño} = Q_{manning}$ $\frac{C * I * Ac}{3.6} = \frac{R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}} * Am}{n}$ 		
Proporción Unitaria - Izq.	Z1 =	2			
Proporción Unitaria - Der.	Z2 =	0.5			
Altura de cuneta	hc =	0.5 m			
Lado izquierdo de la cuneta	Lic =	1.00 m			
Lado derecho de la cuneta	Ldc =	0.25 m			
Tirante de flujo	y =	0.40 m			
Espejo de agua	T =	0.99 m			
Perímetro mojado	Pm =	1.33 m			
Area mojada	Am =	0.20 m <sup>2</sup>			
Radio hidráulico	R =	0.15 m			
Velocidad de flujo	V =	3.30 m/s			
EFICIENCIA HIDRAULICA	% =	63.28%			
OBSERVACIONES DE VELOCIDAD	VELOCIDAD VERIFICADA				

Imagen N°10: Calculo del diseño de Alcantarillas

<b>DISEÑO HIDRAULICO DE ALCANTARILLAS</b>			
CUNETA N°01	Progresiva =	0+250.00	
<b>COEFICIENTE DE ESCORRENTIA</b>			
Relieve del Terreno	Muy accidentado pendiente superior al 30%	Referencia	
	K1 = 40	Manual de suelos, geología, geotecnia y pavimentos.	
Permeabilidad del Suelo	Permeable		
	K2 = 10		
Vegetación	Mucha hasta el 75% de la superficie		
	K3 = 5		
Capacidad de retención	Bastante		
	K4 = 10		
Sumatoria	K = 65		
COEFICIENTE DE ESCORRENTIA	C = 0.59		
<b>INTENSIDAD MAXIMA DE LLUVIA</b>			
Constante de la ecuación	K = 78.88	$I = \frac{K * T^{0.2388}}{t_c^{0.5375}}$ $I = \frac{k * T^m}{t_c^n}$	
Obra de drenaje	Cuneta		
Periodo de Retorno	T = 10 años		
Constante de la ecuación	m = 0.2388		
Tiempo de concentración	Tc = 1.60 minutos		
Constante de la ecuación	n = 0.5375		
INTENSIDAD MAXIMA DE LLUVIA	I = 117.06 mm/h		
<b>AREA DE IMPLUVIUN</b>			
Ancho de Implivium	B = 150.00 m	Los datos B y L son determinados en los planos de planta	
Longitud de Implivium	L = 250.00 m		
AREA DE IMPLUVIUN	Ac = 0.038 km2		
<b>CAUDAL HIDROLOGICO</b>			
Coefficiente de Escorrentía	C = 0.59	$Qd = \frac{C * I * Ac}{3.6}$ <p style="font-size: small;">Manual De Diseño De Carreteras No Pavimentadas De Bajo Volumen De Tránsito (MTC) - Item 4.1.2</p>	
Intensidad Max. de Lluvia	I = 117.06 mm/h		
Area de la Cuenca	A = 0.038 km2		
CAUDAL DE DISEÑO	Qd = 0.72 m3/s		
<b>PROPIEDADES DE LA ALCANTARILLA</b>			
Tipo	CONDUCTOR CERRADO		
Material	METALICO		
Observación	c.2 TMC - Dren para aguas de Lluvias		
Coefficiente de Manning	n = 0.02		
Pendiente Longitudinal	S = 2.00 %		
<b>DISEÑO GEOMETRICO DE ALCANTARILLA</b>			
TMC	Ø = 36"		
Diámetro	D = 0.918 m	$\theta = 2 * \cos^{-1} \left( 1 - \frac{y}{D} \right)$ $R_h = \frac{D}{4} * \left( 1 - \frac{360 * \sin(\theta)}{2 * \pi * \theta} \right)$ $R_m = \frac{\pi * D * \theta}{360}$ $A_m = R_m * P_m$ $T = 2 * \sqrt{y * (D - y)}$ $B = \frac{A_m}{T}$ $Q = V * A$ $V = \frac{R_h^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}}{n}$ $Q = \frac{R_h^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}}{n} * A$	
Eficiencia de la Alcantarilla	E = 0.75 %		
Tirante de flujo (Max)	y = 0.689 m		
Angulo Central	Θ = 240 grd		
Perímetro Mojado	Pm = 1.92 m		
Radio hidráulico	Rh = 0.28 m		
Area mojada	Am = 0.53 m2		
Espejo de agua	T = 0.80 m		
Profundidad Hidráulica	B = 0.67 m		
Velocidad de flujo (Max)	V = 2.50 m/s		
Caudal (Max)	Qmax = 1.33 m3/s		
Qd < Qmax.	CAUDAL VERIFICADA		

## Imagen N°10: Estudio de mecánica de suelos

**ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS****1.- FICHA DE MUESTREO****INFORME DEL SITIO EN ESTUDIO**

Nombre del proyecto:	Ubicación:
TESIS: Estudio definitivo del camino vecinal de la progresiva 0+000.0 – 15+250.0 entre los caseríos Tejechal - Pana, distrito y provincia de Bolívar, departamento de La Libertad, 2022.	Departamento: LA LIBERTAD Provincia: BOLIVAR Distrito: BOLIVAR
Uso principal: RURAL	Centro Poblado: TEJECHAL - PANA

**INFORME DEL PUNTO DE MUESTREO**

Nombre del punto de muestra - Calicata Numero N°1: C1	Autores: LA PORTILLA ESQUIVEL, ZAMIRAH
Coordenadas UTM APROX. 18S E 203721.00 N 9204668.00	QUIROZ VEGA, SELENE
Temperatura (°C) APROX. 19°	Descripción superficial: SIN RELLENO CASI LIMPIO
Técnica de muestreo: CALICATA	Precipitación: No
Dimensión 1.00 x 1.50	Instrumentos usados: PICO, PALA, BARRETA, ETC
Profundidad final (m) 2.00	Relleno del agujero: SI

**INFORME DE LAS MUESTRAS**

Fecha	20/09/2022
Hora (24)	11:00
Profundidad desde (m)	0.5
Profundidad asta (m)	2,00
Características organolépticas	
Color	MARRON - CLARO
Olor	-
Textura	Muy adhesivo - Muy plástico
Adhesividad/Plasticidad	17, 22 %
Humedad	AGRICULTURA
Componentes antropogénicos > 2 mm (%)	50%
Cantidad de muestra	20 kg + 0,30 Kg (húmedo)
Medida de conservación	SACO - BOLSA HERMETICA
Tipo de muestra	SIMPLE

#### INFORME DEL SITIO EN ESTUDIO

Nombre del proyecto:	Ubicación:
TESIS: Estudio definitivo del camino vecinal de la progresiva 0+000.0 – 15+250.0 entre los caseríos Tejechal - Pana, distrito y provincia de Bolívar, departamento de La Libertad, 2022.	Departamento: LA LIBERTAD
	Provincia: BOLIVAR
	Distrito: BOLIVAR
Uso principal: RURAL	Centro Poblado: TEJECHAL - PANA

#### INFORME DEL PUNTO DE MUESTREO

Nombre del punto de muestra - Calicata Numero N°2: C2	Autores: LA PORTILLA ESQUIVEL, ZAMIRAH
Coordenadas UTM APROX. 18S E 205952.65 N 9202531.70	QUIROZ VEGA, SELENE
Temperatura (°C) APROX. 19°	Descripción superficial: SIN RELLENO CASI LIMPIO
Técnica de muestreo: CALICATA	Precipitación: No
Dimensión 1.00 x 1.50	Instrumentos usados: PICO, PALA, BARRETA, ETC
Profundidad final (m) 1.50	Relleno del agujero: SI

#### INFORME DE LAS MUESTRAS

Fecha	21/09/2022
Hora (24)	12:00
Profundidad desde (m)	0.5
Profundidad asta (m)	1,50
Características organolépticas	
Color	MARRON - CLARO
Olor	-
Textura	Muy adhesivo - Muy plástico
Adhesividad/Plasticidad	17, 22 %
Humedad	AGRICULTURA
Componentes antropogénicos > 2 mm (%)	50%
Cantidad de muestra	20 kg + 0.30 Kg (húmedo)
Medida de conservación	SACO - BOLSA HERMETICA
Tipo de muestra	SIMPLE

  
 Ing. Alfredo Sifuentes Ortiz  
 CIP 74682  


#### INFORME DEL SITIO EN ESTUDIO

Nombre del proyecto:	Ubicación:
TESIS: Estudio definitivo del camino vecinal de la progresiva 0+000.0 – 15+250.0 entre los caseríos Tejechal - Pana, distrito y provincia de Bolívar, departamento de La Libertad, 2022.	Departamento: LA LIBERTAD
	Provincia: BOLIVAR
	Distrito: BOLIVAR
Uso principal: RURAL	Centro Poblado: TEJECHAL - PANA

#### INFORME DEL PUNTO DE MUESTREO

Nombre del punto de muestra - Calicata Numero N°3: C3	Autores: LA PORTILLA ESQUIVEL, ZAMIRAH
Coordenadas UTM APROX. 18S E 204895.75 N 9201614.90	QUIROZ VEGA, SELENE
Temperatura (°C) APROX. 19°	Descripción superficial: SIN RELLENO CASI LIMPIO
Técnica de muestreo: CALICATA	Precipitación: No
Dimensión 1.00 x 1.50	Instrumentos usados: PICO, PALA, BARRETA, ETC
Profundidad final (m) 1.70	Relleno del agujero: SI

#### INFORME DE LAS MUESTRAS

Fecha	22/09/2022
Hora (24)	13:00
Profundidad desde (m)	0.5
Profundidad asta (m)	1,70
Características organolépticas	
Color	MARRON - CLARO
Olor	-
Textura	Muy adhesivo - Muy plástico
Adhesividad/Plasticidad	17, 22 %
Humedad	AGRICULTURA
Componentes antropogénicos > 2 mm (%)	50%
Cantidad de muestra	20 kg + 0.30 Kg (húmedo)
Medida de conservación	SACO - BOLSA HERMETICA
Tipo de muestra	SIMPLE

  
 Ing. Alfredo Sifuentes Ortiz  
 CIP 74682  


#### INFORME DEL SITIO EN ESTUDIO

Nombre del proyecto:	Ubicación:
TESIS: Estudio definitivo del camino vecinal de la progresiva 0+000.0 – 15+250.0 entre los caseríos Tejechal - Pana, distrito y provincia de Bolívar, departamento de La Libertad, 2022.	Departamento: LA LIBERTAD
	Provincia: BOLIVAR
	Distrito: BOLIVAR
Uso principal: RURAL	Centro Poblado: TEJECHAL - PANA

#### INFORME DEL PUNTO DE MUESTREO

Nombre del punto de muestra - Calicata Numero N°4: C4	Autores: LA PORTILLA ESQUIVEL, ZAMIRAH
Coordenadas UTM APROX. 18S E 204600.80 N 9201441.80	QUIROZ VEGA, SELENE
Temperatura (°C) APROX. 19°	Descripción superficial: SIN RELLENO CASI LIMPIO
Técnica de muestreo: CALICATA	Precipitación: No
Dimensión 1.00 x 1.50	Instrumentos usados: PICO, PALA, BARRETA, ETC
Profundidad final (m) 2.00	Relleno del agujero: SI

#### INFORME DE LAS MUESTRAS

Fecha	23/09/2022
Hora (24)	10:00
Profundidad desde (m)	0.5
Profundidad asta (m)	2,00
Características organolépticas	
Color	MARRON - CLARO
Olor	-
Textura	Muy adhesivo - Muy plástico
Adhesividad/Plasticidad	17, 22 %
Humedad	AGRICULTURA
Componentes antropogénicos > 2 mm (%)	50%
Cantidad de muestra	20 kg + 0.30 Kg (húmedo)
Medida de conservación	SACO - BOLSA HERMETICA
Tipo de muestra	SIMPLE

  
 Alfredo Sifuentes Ortiz  
 CIP 74682  
 NEO TERRA  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO



#### INFORME DEL SITIO EN ESTUDIO

Nombre del proyecto:	Ubicación:
TESIS: Estudio definitivo del camino vecinal de la progresiva 0+000.0 – 15+250.0 entre los caseríos Tejechal - Pana, distrito y provincia de Bolívar, departamento de La Libertad, 2022.	Departamento: LA LIBERTAD
	Provincia: BOLIVAR
	Distrito: BOLIVAR
Uso principal: RURAL	Centro Poblado: TEJECHAL - PANA

#### INFORME DEL PUNTO DE MUESTREO

Nombre del punto de muestra - Calicata Numero N°5: C5	Autores: LA PORTILLA ESQUIVEL, ZAMIRAH
Coordenadas UTM APROX. 18S E 203762.10 N 9201241.55	QUIROZ VEGA, SELENE
Temperatura (°C) APROX. 19°	Descripción superficial: SIN RELLENO CASI LIMPIO
Técnica de muestreo: CALICATA	Precipitación: No
Dimensión 1.00 x 1.50	Instrumentos usados: PICO, PALA, BARRETA, ETC
Profundidad final (m) 1.50	Relleno del agujero: SI

#### INFORME DE LAS MUESTRAS

Fecha	24/09/2022
Hora (24)	13:00
Profundidad desde (m)	0.5
Profundidad asta (m)	1,50
Características organolépticas	
Color	MARRON - CLARO
Olor	-
Textura	Muy adhesivo - Muy plástico
Adhesividad/Plasticidad	17, 22 %
Humedad	AGRICULTURA
Componentes antropogénicos > 2 mm (%)	50%
Cantidad de muestra	20 kg + 0.30 Kg (húmedo)
Medida de conservación	SACO - BOLSA HERMETICA
Tipo de muestra	SIMPLE

  
 Ing. Alfredo Sifuentes Ortiz  
 CIP 74682  


#### INFORME DEL SITIO EN ESTUDIO

Nombre del proyecto:	Ubicación:
TESIS: Estudio definitivo del camino vecinal de la progresiva 0+000.0 – 15+250.0 entre los caseríos Tejechal - Pana, distrito y provincia de Bolívar, departamento de La Libertad, 2022.	Departamento: LA LIBERTAD
	Provincia: BOLIVAR
	Distrito: BOLIVAR
Uso principal: RURAL	Centro Poblado: TEJECHAL - PANA

#### INFORME DEL PUNTO DE MUESTREO

Nombre del punto de muestra - Calicata Numero N°6: C6	Autores: LA PORTILLA ESQUIVEL, ZAMIRA
Coordenadas UTM APROX. 18S E 203147.00 N 9200503.00	QUIROZ VEGA, SELENE
Temperatura (°C) APROX. 19°	Descripción superficial: SIN RELLENO CASI LIMPIO
Técnica de muestreo: CALICATA	Precipitación: No
Dimensión 1.00 x 1.50	Instrumentos usados: PICO, PALA, BARRETA, ETC
Profundidad final (m) 1.50	Relleno del agujero: SI


#### INFORME DE LAS MUESTRAS

Fecha	25/09/2022
Hora (24)	10:00
Profundidad desde (m)	0.5
Profundidad asta (m)	1,50
Características organolépticas	
Color	MARRON - CLARO
Olor	-
Textura	Muy adhesivo - Muy plástico
Adhesividad/Plasticidad	17, 22 %
Humedad	AGRICULTURA
Componentes antropogénicos > 2 mm (%)	50%
Cantidad de muestra	20 kg + 0.30 Kg (húmedo)
Medida de conservación	SACO - BOLSA HERMETICA
Tipo de muestra	SIMPLE

  
 Ing. Alfredo Sifuentes Ortiz  
 CIP: 74682  


PROYECTO:	Estudio definitivo del camino vecinal de la progresiva 0+000.0 – 15+250.0 entre los caseríos Tejechal - Pana, distrito y provincia de Bolívar, departamento de La Libertad, 2022.						
Autores:	LA PORTILLA ESQUIVEL, ZAMIRA						
	QUIROZ VEGA, SELENE						
Ensayo:	<b>CONTENIEDO DE HUMEDAD</b>						
Fecha de muestreo:	28/09/2022	Norma: MTC E 106			Norma: NTP 339.127		
Observaciones:	Ubicación:	C-1	Ubicación:	C-2	Ubicación:	C-3	
	Profundidad:	2.00 m	Profundidad:	1.50 m	Profundidad:	1.70 m	
Tara Numero	Unidades	1	2	1	2	1	2
Peso Tara + Muestra Húmeda	gr.	35.19	37.11	33.06	22.59	33.61	46.40
Peso Tara + Muestra Seca	gr.	33.36	35.47	31.35	20.57	30.92	44.02
Peso Tara	gr.	23.16	25.90	21.04	13.71	21.21	36.23
Peso Muestra Seca	gr.	10.20	9.57	10.31	6.86	9.71	7.79
Peso Agua	gr.	1.83	1.64	1.71	2.02	2.69	2.38
Contenido de Húmeda	gr.	17.94	17.14	16.59	21.45	27.70	30.55
Promedio		17.22%		19.70%		29.23%	

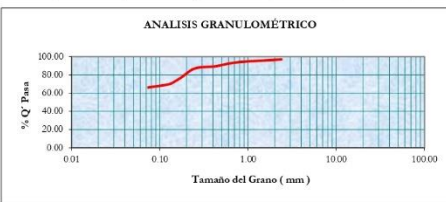
PROYECTO:	Estudio definitivo del camino vecinal de la progresiva 0+000.0 – 15+250.0 entre los caseríos Tejechal - Pana, distrito y provincia de Bolívar, departamento de La Libertad, 2022.						
Autores:	LA PORTILLA ESQUIVEL, ZAMIRA						
	QUIROZ VEGA, SELENE						
Ensayo:	<b>CONTENIEDO DE HUMEDAD</b>						
Fecha de muestreo:	28/09/2022	Norma: MTC E 106			Norma: NTP 339.127		
Observaciones:	Ubicación:	C-4	Ubicación:	C-5	Ubicación:	C-6	
	Profundidad:	2.00 m	Profundidad:	1.50 m	Profundidad:	1.50 m	
Tara Numero	Unidades	1	2	1	2	1	2
Peso Tara + Muestra Húmeda	gr.	25.72	21.81	21.17	27.20	42.37	18.60
Peso Tara + Muestra Seca	gr.	25.03	20.78	20.17	26.46	41.40	17.77
Peso Tara	gr.	20.45	14.15	13.76	21.03	34.29	11.61
Peso Muestra Seca	gr.	4.58	6.63	6.41	5.43	7.11	6.16
Peso Agua	gr.	0.69	1.03	1.00	0.74	0.97	0.83
Contenido de Húmeda	gr.	15.20	15.30	14.50	16.10	13.60	13.40
Promedio		15.25 %		15.40%		13.50%	


**ALFREDO SIFUENTES ORTIZ** | INGENIERO CIVIL C.I.P. N° 74682  
**ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA**  
**ANALISIS DE CANTERAS, DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO,**  
**CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS.**  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO  
 Registro INDECOPI N°: 00019697

PROYECTO:	Estudio definitivo del camino vecinal de la progresiva 0+000.0 – 15+250.0 entre los caseríos Tejechal - Pana, distrito y provincia de Bolívar, departamento de La Libertad, 2022.		
Autores:	LA PORTILLA ESQUIVEL, ZAMIRA QUIROZ VEGA, SELENE		
<b>GRANULOMETRIA - CLASIFICACION SUCS</b>			
Fecha de muestreo:	29/09/2022	Norma: MTC E 107	Norma: NTP 339.128


Peso Inicial de la Muestra Seca	230.00	Gr	Ubicación:	La Libertad	D60 =	11.98	Cu =	25.489
Peso de la Muestra Después del Lavado	223.75	Gr	Estado:	C-1	D30 =	2.40	Cc =	1.023
Pérdida por Lavado	6.25	Gr	Potencia:		D10 =	0.47		
Tolerancia	2.72	%	Desechar Ensayo					

Tamiz	Abertura (mm)	Retenido		% Q' Pasa
		(gr)	(%)	
8	2.380	7.76	3.37	96.63
20	0.840	5.08	2.21	94.42
30	0.590	4.79	2.08	92.33
40	0.420	6.38	2.86	89.47
60	0.250	7.09	3.08	86.39
80	0.177	25.01	10.87	75.52
100	0.149	7.38	3.21	72.31
120	0.125	7.91	3.44	68.87
200	0.074	5.80	2.52	66.35
Cazoleta		152.60	66.35	
<b>Total, Retenido:</b>		<b>230.00</b>	<b>100.00</b>	



**ANALISIS GRANULOMETRICO**

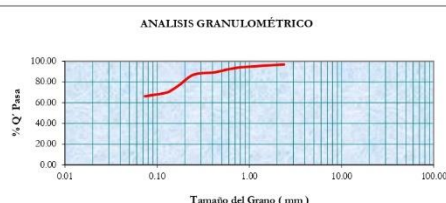
Jr. Leguía N° 418 – Jr. San Martín N° 186 Cel. 976661817 / [alfre\\_s2@hotmail.com](mailto:alfre_s2@hotmail.com) / [alfre2@gmail.com](mailto:alfre2@gmail.com) Cajamarca


**ALFREDO SIFUENTES ORTIZ** | INGENIERO CIVIL C.I.P. N° 74682  
**ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA**  
**ANALISIS DE CANTERAS, DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO,**  
**CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS.**  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO  
 Registro INDECOPI N°: 00019697

PROYECTO:	Estudio definitivo del camino vecinal de la progresiva 0+000.0 – 15+250.0 entre los caseríos Tejechal - Pana, distrito y provincia de Bolívar, departamento de La Libertad, 2022.		
Autores:	LA PORTILLA ESQUIVEL, ZAMIRA QUIROZ VEGA, SELENE		
<b>GRANULOMETRIA - CLASIFICACION SUCS</b>			
Fecha de muestreo:	29/09/2022	Norma: MTC E 107	Norma: NTP 339.128


Peso Inicial de la Muestra Seca	230.00	Gr	Ubicación:	La Libertad	D60 =	10.55	Cu =	24.535
Peso de la Muestra Después del Lavado	223.75	Gr	Estado:	C-2	D30 =	2.55	Cc =	1.433
Pérdida por Lavado	6.25	Gr	Potencia:		D10 =	0.43		
Tolerancia	2.72	%	Desechar Ensayo					

Tamiz	Abertura (mm)	Retenido		% Q' Pasa
		(gr)	(%)	
8	2.380	7.7	3.35	96.65
20	0.840	5.14	2.23	94.42
30	0.590	4.70	2.04	92.37
40	0.420	6.67	2.90	89.47
60	0.250	5.09	2.21	87.26
80	0.177	22.01	9.57	77.69
100	0.149	10.38	4.51	73.18
120	0.125	7.91	3.44	69.74
200	0.074	7.80	3.39	66.35
Cazoleta		152.60	66.35	
<b>Total, Retenido:</b>		<b>230.00</b>	<b>100.00</b>	



**ANALISIS GRANULOMETRICO**

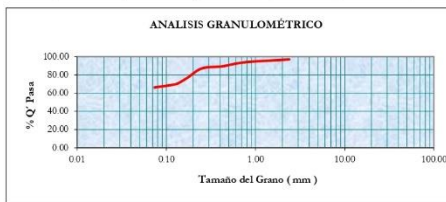
Jr. Leguía N° 418 – Jr. San Martín N° 186 Cel. 976661817 / [alfre\\_s2@hotmail.com](mailto:alfre_s2@hotmail.com) / [alfre2@gmail.com](mailto:alfre2@gmail.com) Cajamarca


**ALFREDO SIFUENTES ORTIZ** | INGENIERO CIVIL C.I.P. N° 74682  
**ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA**  
**ANÁLISIS DE CANTERAS, DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO,**  
**CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS.**  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO  
 Registro INDECOPI N°: 00019697

PROYECTO:	Estudio definitivo del camino vecinal de la progresiva 0+000.0 – 15+250.0 entre los caseríos Tejechal - Pana, distrito y provincia de Bolívar, departamento de La Libertad, 2022.		
Autores:	LA PORTILLA ESQUIVEL, ZAMIRA		
Ensayo:	QUIROZ VEGA, SELENE		
<b>GRANULOMETRIA - CLASIFICACION SUCS</b>			
Fecha de muestreo:	29/09/2022	Norma: MTC E 107	Norma: NTP 339.128


Peso Inicial de la Muestra Seca	230.00	Gr	Ubicación:	La Libertad	D60 = 11.98	Cu = 25.489
Peso de la Muestra Después del Lavado	223.75	Gr	Estado:	C-3	D30 = 2.40	Cc = 1.023
Pérdida por Lavado	6.25	Gr	Potencia:		D10 = 0.47	
Tolerancia	2.72	%	Desechar Ensayo			

Tamiz	Abertura (mm)	Retenido		% Q' Passa
		(gr)	(%)	
8	2.380	7.76	3.37	96.63
20	0.840	5.08	2.21	94.42
30	0.590	4.79	2.08	92.33
40	0.420	6.38	2.86	89.47
60	0.250	7.09	3.08	86.39
80	0.177	25.01	10.87	75.52
100	0.149	7.38	3.21	72.31
120	0.125	7.91	3.44	68.87
200	0.074	3.80	2.52	66.35
Cazoleta		152.60	66.35	
<b>Total, Retenido:</b>		230.00	100.00	



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

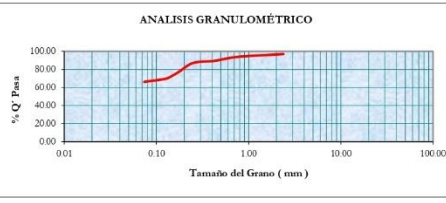
Jr. Leguía N° 418 – Jr. San Martín N° 186 Cel. 976641817 / [alfre\\_7@hotmail.com](mailto:alfre_7@hotmail.com) / [alfre7@gmail.com](mailto:alfre7@gmail.com) Cajamarca


**ALFREDO SIFUENTES ORTIZ** | INGENIERO CIVIL C.I.P. N° 74682  
**ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA**  
**ANÁLISIS DE CANTERAS, DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO,**  
**CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS.**  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO  
 Registro INDECOPI N°: 00019697

PROYECTO:	Estudio definitivo del camino vecinal de la progresiva 0+000.0 – 15+250.0 entre los caseríos Tejechal - Pana, distrito y provincia de Bolívar, departamento de La Libertad, 2022.		
Autores:	LA PORTILLA ESQUIVEL, ZAMIRA		
Ensayo:	QUIROZ VEGA, SELENE		
<b>GRANULOMETRIA - CLASIFICACION SUCS</b>			
Fecha de muestreo:	29/09/2022	Norma: MTC E 107	Norma: NTP 339.128


Peso Inicial de la Muestra Seca	230.00	Gr	Ubicación:	La Libertad	D60 = 11.98	Cu = 25.489
Peso de la Muestra Después del Lavado	223.75	Gr	Estado:	C-4	D30 = 2.40	Cc = 1.023
Pérdida por Lavado	6.25	Gr	Potencia:		D10 = 0.47	
Tolerancia	2.72	%	Desechar Ensayo			

Tamiz	Abertura (mm)	Retenido		% Q' Passa
		(gr)	(%)	
8	2.380	7.76	3.37	96.63
20	0.840	5.08	2.21	94.42
30	0.590	4.79	2.08	92.33
40	0.420	6.58	2.86	89.47
60	0.250	7.09	3.08	86.39
80	0.177	25.01	10.87	75.52
100	0.149	7.38	3.21	72.31
120	0.125	7.91	3.44	68.87
200	0.074	3.80	2.52	66.35
Cazoleta		152.60	66.35	
<b>Total, Retenido:</b>		230.00	100.00	



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

Jr. Leguía N° 418 – Jr. San Martín N° 186 Cel. 976641817 / [alfre\\_7@hotmail.com](mailto:alfre_7@hotmail.com) / [alfre7@gmail.com](mailto:alfre7@gmail.com) Cajamarca

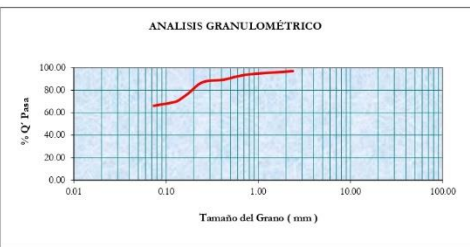

**ALFREDO SIFUENTES ORTIZ** | INGENIERO CIVIL C.I.P. N° 74682  
**ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA**  
**ANALISIS DE CANTERAS, DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO.**  
**CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS.**  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO  
 Registro INDECOPi N°: 00019697

PROYECTO:	Estudio definitivo del camino vecinal de la progresiva 0+000.0 - 15+250.0 entre los caseríos Tejechal - Pana, distrito y provincia de Bolívar, departamento de La Libertad, 2022.		
Autores:	LA PORTILLA ESQUIVEL, ZAMIRA QUIROZ VEGA, SELENE		
Ensayo:	<b>GRANULOMETRIA - CLASIFICACION SUCS</b>		
Fecha de muestreo:	29/09/2022	Norma: MTC E 107	Norma: NTP 339.128


Peso Inicial de la Muestra Seca	230.00	Gr	Ubicación:	La Libertad	D60 = 11.98	Cu = 25.489
Peso de la Muestra Después del Lavado	223.75	Gr	Estrato:	C-5	D30 = 2.40	Cc = 1.023
Pérdida por Lavado	6.25	Gr	Potencia:		D10 = 0.47	
Tolerancia	2.72	%	Desechar Ensayo			

Tamiz	Abertura (mm)	Retenido		% Q' Passa
		(gr)	(%)	
8	2.380	7.76	3.37	96.63
20	0.840	5.08	2.21	94.42
30	0.590	4.79	2.08	92.33
40	0.420	6.38	2.86	89.47
60	0.250	7.09	3.08	86.39
80	0.177	25.01	10.87	75.52
100	0.149	7.38	3.21	72.31
120	0.125	7.91	3.44	68.87
200	0.074	5.80	2.52	66.35
Cazoleta		152.60	66.35	
<b>Total, Retenido:</b>		230.00	100.00	

**ANALISIS GRANULOMÉTRICO**



Jr. Leguía N° 410 - Jr. San Martín N° 106 Cel. 974641947 / [neftex\\_74@hotmail.com](mailto:neftex_74@hotmail.com) / [neftex74@gmail.com](mailto:neftex74@gmail.com) Cajamarca

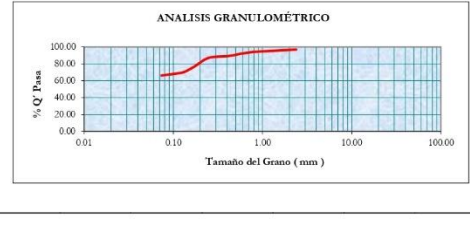

**ALFREDO SIFUENTES ORTIZ** | INGENIERO CIVIL C.I.P. N° 74682  
**ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA**  
**ANALISIS DE CANTERAS, DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO.**  
**CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS.**  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO  
 Registro INDECOPi N°: 00019697

PROYECTO:	Estudio definitivo del camino vecinal de la progresiva 0+000.0 - 15+250.0 entre los caseríos Tejechal - Pana, distrito y provincia de Bolívar, departamento de La Libertad, 2022.		
Autores:	LA PORTILLA ESQUIVEL, ZAMIRA QUIROZ VEGA, SELENE		
Ensayo:	<b>GRANULOMETRIA - CLASIFICACION SUCS</b>		
Fecha de muestreo:	29/09/2022	Norma: MTC E 107	Norma: NTP 339.128


Peso Inicial de la Muestra Seca	230.00	Gr	Ubicación:	La Libertad	D60 = 11.98	Cu = 25.489
Peso de la Muestra Después del Lavado	223.75	Gr	Estrato:	C-6	D30 = 2.40	Cc = 1.023
Pérdida por Lavado	6.25	Gr	Potencia:		D10 = 0.47	
Tolerancia	2.72	%	Desechar Ensayo			

Tamiz	Abertura (mm)	Retenido		% Q' Passa
		(gr)	(%)	
8	2.380	7.76	3.37	96.63
20	0.840	5.08	2.21	94.42
30	0.590	4.79	2.08	92.33
40	0.420	6.38	2.86	89.47
60	0.250	7.09	3.08	86.39
80	0.177	25.01	10.87	75.52
100	0.149	7.38	3.21	72.31
120	0.125	7.91	3.44	68.87
200	0.074	5.80	2.52	66.35
Cazoleta		152.60	66.35	
<b>Total, Retenido:</b>		230.00	100.00	

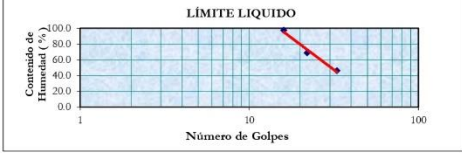
**ANALISIS GRANULOMÉTRICO**



Jr. Leguía N° 410 - Jr. San Martín N° 106 Cel. 974641947 / [neftex\\_74@hotmail.com](mailto:neftex_74@hotmail.com) / [neftex74@gmail.com](mailto:neftex74@gmail.com) Cajamarca



**ALFREDO SIFUENTES ORTIZ** | INGENIERO CIVIL C.P. N° 74682  
**ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA**  
**ANÁLISIS DE CANTERAS, DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO.**  
**CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS.**  
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Concreto  
 Registro INDECOPI N°: 00019697

LÍMITES DE CONSISTENCIA		Ubicación: Calicata C1			Potencia:			Límites de Consistencia	
		Estrato: E1							
Tara Número	Unidades	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO				
		1	2	3	1	2	3		
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	44.00	40.00	43.60	47.20	34.40	40.20	Límite Líquido:	LL = 63.88%
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	38.50	34.50	36.00	46.50	33.70	39.40	Límite Plástico:	LP = 39.38%
Peso de la Tara	Gr	26.60	26.50	28.20	44.60	31.80	37.60	Índice de Plasticidad:	IP = 24.50%
Peso de la Muestra Seca	Gr	11.90	8.00	7.80	1.90	1.90	1.80	Contenido de Humedad:	Wn = 37.61%
Peso del Agua	Gr	5.50	5.50	7.60	0.70	0.70	0.80	Grado de Consistencia:	Kw = 1.07
Contenido de Humedad	%	46.22	68.75	97.44	36.84	36.84	44.44	Grado de Consistencia:	Media Dura, Sólida
Número de Golpes:		33	22	16	Promedio:			39.38	
Calicata:									
Estrato:									
Potencia:									
Número de Golpes		Contenido de Humedad (%)							
33		46.22							
22		68.75							
16		97.44							
25		63.876							

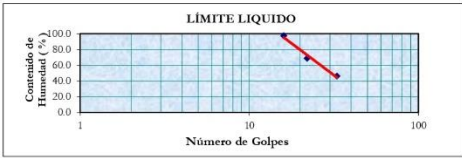


**LÍMITE LÍQUIDO**

Jr. Leguía N° 410 - Jr. San Martín N° 186 Cel. 976661817 / [alfre\\_7@hotmail.com](mailto:alfre_7@hotmail.com) / [alfre7@gmail.com](mailto:alfre7@gmail.com) Cajamarca


**ALFREDO SIFUENTES ORTIZ** | INGENIERO CIVIL C.P. N° 74682  
**ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA**  
**ANÁLISIS DE CANTERAS, DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO.**  
**CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS.**  
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Concreto  
 Registro INDECOPI N°: 00019697

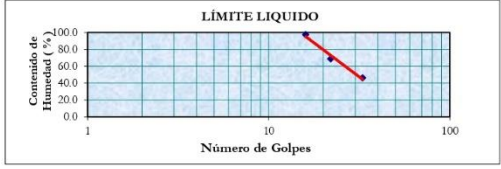
LÍMITES DE CONSISTENCIA		Ubicación: Calicata C2			Potencia:			Límites de Consistencia	
		Estrato: E2							
Tara Número	Unidades	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO				
		1	2	3	1	2	3		
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	44.00	40.00	43.60	47.20	34.40	40.20	Límite Líquido:	LL = 63.88%
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	38.50	34.50	36.00	46.50	33.70	39.40	Límite Plástico:	LP = 39.38%
Peso de la Tara	Gr	26.60	26.50	28.20	44.60	31.80	37.60	Índice de Plasticidad:	IP = 24.50%
Peso de la Muestra Seca	Gr	11.90	8.00	7.80	1.90	1.90	1.80	Contenido de Humedad:	Wn = 37.61%
Peso del Agua	Gr	5.50	5.50	7.60	0.70	0.70	0.80	Grado de Consistencia:	Kw = 1.07
Contenido de Humedad	%	46.22	68.75	97.44	36.84	36.84	44.44	Grado de Consistencia:	Media Dura, Sólida
Número de Golpes:		33	22	16	Promedio:			39.38	
Calicata:									
Estrato:									
Potencia:									
Número de Golpes		Contenido de Humedad (%)							
33		46.22							
22		68.75							
16		97.44							
25		63.876							



**LÍMITE LÍQUIDO**

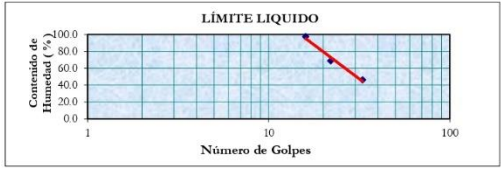
Jr. Leguía N° 410 - Jr. San Martín N° 186 Cel. 976661817 / [alfre\\_7@hotmail.com](mailto:alfre_7@hotmail.com) / [alfre7@gmail.com](mailto:alfre7@gmail.com) Cajamarca

LÍMITES DE CONSISTENCIA			Ubicación: Calicata C3			Potencia:					
			Estrato: E3								
			LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO					
Tara Número	Unidades		1	2	3	1	2	3	Límites de Consistencia		
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr		44.00	40.00	43.60	47.20	34.40	40.20	Límite Líquido:	LL = 63.88%	
Peso Tara + Muestra Seca	Gr		38.50	34.50	36.00	46.50	33.70	39.40	Límite Plástico:	LP = 39.38%	
Peso de la Tara	Gr		26.60	26.50	28.20	44.60	31.80	37.60	Índice de Plasticidad:	IP = 24.50%	
Peso de la Muestra Seca	Gr		11.90	8.00	7.80	1.90	1.90	1.80	Contenido de Humedad:	W <sub>n</sub> = 37.61%	
Peso del Agua	Gr		5.50	5.50	7.60	0.70	0.70	0.80	Grado de Consistencia:	K <sub>cw</sub> = 1.07	
Contenido de Humedad	%		46.22	68.75	97.44	36.84	36.84	44.44	Grado de Consistencia:	Media Dura, Sólida	
Numero de Golpes:			33	22	16	Promedio:			39.38		
Calicata:											
Estrato:											
Potencia:											
Número de Golpes		Contenido de Humedad (%)									
33		46.22									
22		68.75									
16		97.44									
25		63.876									



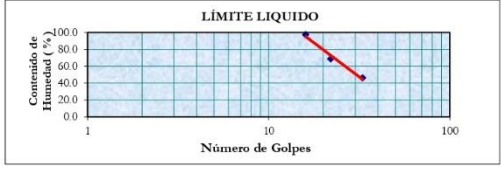
**LÍMITE LIQUIDO**

LÍMITES DE CONSISTENCIA			Ubicación: Calicata C4			Potencia:					
			Estrato: E4								
			LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO					
Tara Número	Unidades		1	2	3	1	2	3	Límites de Consistencia		
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr		44.00	40.00	43.60	47.20	34.40	40.20	Límite Líquido:	LL = 63.88%	
Peso Tara + Muestra Seca	Gr		38.50	34.50	36.00	46.50	33.70	39.40	Límite Plástico:	LP = 39.38%	
Peso de la Tara	Gr		26.60	26.50	28.20	44.60	31.80	37.60	Índice de Plasticidad:	IP = 24.50%	
Peso de la Muestra Seca	Gr		11.90	8.00	7.80	1.90	1.90	1.80	Contenido de Humedad:	W <sub>n</sub> = 37.61%	
Peso del Agua	Gr		5.50	5.50	7.60	0.70	0.70	0.80	Grado de Consistencia:	K <sub>cw</sub> = 1.07	
Contenido de Humedad	%		46.22	68.75	97.44	36.84	36.84	44.44	Grado de Consistencia:	Media Dura, Sólida	
Numero de Golpes:			33	22	16	Promedio:			39.38		
Calicata:											
Estrato:											
Potencia:											
Número de Golpes		Contenido de Humedad (%)									
33		46.22									
22		68.75									
16		97.44									
25		63.876									



**LÍMITE LIQUIDO**



LÍMITES DE CONSISTENCIA			Ubicación: Calicata C5			Potencia:					
			Estrato: E5								
			LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO					
Tara Número	Unidades		1	2	3	1	2	3	Límites de Consistencia		
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr		44.00	40.00	43.60	47.20	34.40	40.20	Límite Líquido:	LL = 63.88%	
Peso Tara + Muestra Seca	Gr		38.50	34.50	36.00	46.50	33.70	39.40	Límite Plástico:	LP = 39.38%	
Peso de la Tara	Gr		26.60	26.50	28.20	44.60	31.80	37.60	Índice de Plasticidad:	IP = 24.50%	
Peso de la Muestra Seca	Gr		11.90	8.00	7.80	1.90	1.90	1.80	Contenido de Humedad:	W <sub>n</sub> = 37.61%	
Peso del Agua	Gr		5.50	5.50	7.60	0.70	0.70	0.80	Grado de Consistencia:	K <sub>cw</sub> = 1.07	
Contenido de Humedad	%		46.22	68.75	97.44	36.84	36.84	44.44	Grado de Consistencia:	Media Dura, Sólida	
Numero de Golpes:			33	22	16	Promedio:			39.38		
Calicata:											
Estrato:											
Potencia:											
Número de Golpes	Contenido de Humedad (%)										
33	46.22										
22	68.75										
16	97.44										
25	63.876										

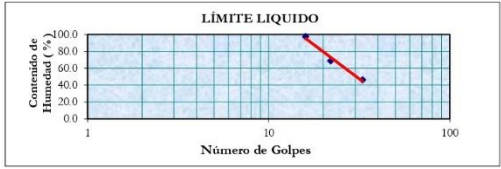
LÍMITES DE CONSISTENCIA			Ubicación: Calicata C6			Potencia:					
			Estrato: E6								
			LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO					
Tara Número	Unidades		1	2	3	1	2	3	Límites de Consistencia		
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr		44.00	40.00	43.60	47.20	34.40	40.20	Límite Líquido:	LL = 63.88%	
Peso Tara + Muestra Seca	Gr		38.50	34.50	36.00	46.50	33.70	39.40	Límite Plástico:	LP = 39.38%	
Peso de la Tara	Gr		26.60	26.50	28.20	44.60	31.80	37.60	Índice de Plasticidad:	IP = 24.50%	
Peso de la Muestra Seca	Gr		11.90	8.00	7.80	1.90	1.90	1.80	Contenido de Humedad:	W <sub>n</sub> = 37.61%	
Peso del Agua	Gr		5.50	5.50	7.60	0.70	0.70	0.80	Grado de Consistencia:	K <sub>cw</sub> = 1.07	
Contenido de Humedad	%		46.22	68.75	97.44	36.84	36.84	44.44	Grado de Consistencia:	Media Dura, Sólida	
Numero de Golpes:			33	22	16	Promedio:			39.38		
Calicata:											
Estrato:											
Potencia:											
Número de Golpes	Contenido de Humedad (%)										
33	46.22										
22	68.75										
16	97.44										
25	63.876										

Imagen N°11: Planos del proyecto