



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**Facultad de Tecnología de la Construcción**

**Monografía**

**“ESTUDIO A NIVEL DE PERFIL DEL TRAMO DE CARRETERA DE 24 KM,  
EN EL MUNICIPIO DE PANTASMA, DEPARTAMENTO DE JINOTEGA”.**

**Para optar al título de ingeniero civil.**

**Autores:**

Br. Manuel Edmundo Méndez.

Br. Bryan Vanegas Solís.

**Tutor:**

Ing. Miguel Antonio Fonseca Chávez.

Managua, octubre del 2018.

Managua, 03 de octubre 2018

**Doctor**

**ING. OSCAR ISAAC GUTIÉRREZ SOMARRIBA**

Decano

Facultad de Tecnología de la Construcción – UNI

Su Oficina.

Estimado Dr. Gutiérrez:

Por este medio tengo a bien informarle que la Monografía que lleva por nombre: **“ESTUDIO A NIVEL DE PERFIL DEL TRAMO DE CARRETERA DE 24 KM, EN EL MUNICIPIO DE PANTASMA, DEPARTAMENTO DE JINOTEGA”**. Está lista para entrar en el proceso de defensa, la cual fue realizada por los Bachilleres: **Br Manuel Edmundo Méndez, Br Bryan Vanegas Solís**, bajo mi tutoría.

Adjunto documento final de dicha Monografía, para sus respectivas observaciones.

Sin más a que hacer referencia, le saludo.

Atentamente,

---

Ing. Miguel Fonseca Chávez.

CC: Archivo

DEC-FTC-REF-No.062  
Managua, Abril 05 del 2018

Bachilleres  
**MANUEL EDMUNDO MÉNDEZ**  
**BRYAN VANEGAS SOLÍS**  
Su atención

Estimados Bachilleres:

Es de mi agrado informarles que el PROTOCOLO de su Tema **MONOGRAFICO**, titulado "**ESTUDIO A NIVEL DE PERFIL DEL TRAMO DE CARRETERA DE 24 KM, EN EL MUNICIPIO DE PANTASMA, DEPARTAMENTO DE JINOTEGA, NICARAGUA**". Ha sido aprobado por esta Decanatura.

Asimismo les comunico estar totalmente de acuerdo, que el **Ing. Miguel Antonio Fonseca Chávez**, sea el tutor de su trabajo final.

La fecha límite, para que presenten concluido su documento, debidamente revisado por el tutor guía será el **05 de Octubre del 2018**.

Esperando puntualidad en la entrega de la Tesis, me despido.

Atentamente,

**Dr. Ing. Oscar Gutiérrez Somarriba**  
Decano



CC: Protocolo  
Tutor  
Archivo\*Consecutivo  
IJGG\*Dara

## DEDICATORIA

Primeramente, a Dios por la fortaleza, paciencia, salud y vida que me ha dado para formalizar mi carrera.

A mi Padre Mario José Méndez Mercado, por su apoyo y confianza que deposito en mí para finalizar mis estudios.

A mi grandiosa madre Esmeralda del Carmen Tapia Delgado, por su trato incondicional, amor y respaldo que me brindo en el desarrollo de mi carrera.

A mi hermano por siempre José Antonio Méndez Garay (Q.E.P.D) por haber creído en mí y apoyarme en todo aspecto durante mi vida universitaria.

A todas las personas que brindaron su apoyo, confianza, amor y paciencia para que logra cumplir con el objetivo que me propuse al iniciar esta etapa de mi vida.

*Br. Manuel Edmundo Méndez.*

Primeramente, a Dios por darme la perseverancia, la fuerza y la oportunidad de culminar esta etapa de mi vida que es el inicio como profesional.

A mis padres, Andrés Vanegas y Alba Solís por su amor incondicional, dedicación por entregarme los mejores valores ya que sin sus sacrificios no sería la persona que hoy les honra según los mandamientos de Dios.

A los tutores que a lo largo de la carrera universitaria me dieron las herramientas y el conocimiento que como profesional me siento agradecido ya que los considero parte fundamental de mi formación y a la excelente universidad la cual me dio la oportunidad de pertenecerle.

A todos ellos hago un compromiso de continuar con mi formación que apenas es el inicio de mi carrera como profesional, el cual les estaré agradecido y endeuda el resto de lo que me resta de vida.

*Br. Bryan Vanegas Solís.*

## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente, a DIOS por habernos permitido lograr esta meta, dándonos sabiduría e inteligencia para salir adelante con nuestros estudios.

A nuestros Padres de Familia que, con mucho amor, nos supieron dar todo el apoyo necesario, sin el cual no habiéramos podido lograr nuestras metas propuestas.

A la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) por darnos la oportunidad de prepararnos como buenos profesionales, para hacer aportes en nuestro país.

*Br. Manuel Edmundo Méndez.*

*Br. Bryan Vanegas Solís.*

## **RESUMEN EJECUTIVO.**

El presente trabajo monográfico, comprende todos los criterios y estudios técnicos necesarios para la realización del proyecto titulado: **“ESTUDIO A NIVEL DE PERFIL DEL TRAMO DE CARRETERA DE 24 KM, EN EL MUNICIPIO DE PANTASMA, DEPARTAMENTO DE JINOTEGA”**.

Este trabajo consta de cinco capítulos, donde cada uno aborda un tema específico.

### **CAPÍTULO I. GENERALIDADES.**

Corresponde a los aspectos generales del tema a desarrollar, como la descripción de las condiciones actuales de la vía, y todos aquellos trabajos de investigación en que preceden al que se está realizando, también se aborda la importancia del porqué del tema, de acuerdo con los objetivos planteados y los diferentes aspectos esenciales.

### **CAPÍTULO II: ESTUDIO DE DEMANDA.**

Se realizó en la zona de influencia, con el fin de determinar y plantear a la comunidad las diferentes alternativas de solución, para el problema latente en la zona. Se hizo una muestra representativa donde el número de personas encuestadas fue el tamaño de la muestra en este caso 96.

Utilizando el método del marco lógico, el cual es instrumento de gestión y programación de proyectos, logramos facilitar la evaluación de resultados e impactos del proyecto.

### **CAPÍTULO III: ESTUDIO TÉCNICO.**

Se demostró técnicamente que el proyecto es factible, justificando la alternativa técnica seleccionada en este caso Asfalto. Se Utilizó el método de la AASHTO-93 para calcular cada uno de los espesores de la estructura de concreto Asfáltico.

Se considerado la utilización de una sección típica transversal, la que está conformada por dos carriles, con hombros, cunetas urbanas y rurales, andenes peatonales.

Se calculó el del TPDA del proyecto la cual se considerando bajo una tasa de crecimiento de la estación de mayor cobertura En lo referente al estudio Origen/Destino.

Se analizaron los estudios de suelo con el objetivo de conocer sus propiedades físicas y mecánicas, para ello se hicieron 49 sondeos de línea a cada 500 metros a lo largo del camino, así como los bancos de materiales facilitados por el MTI y realizados por el laboratorio Geotecnic.

Después de conocer las propiedades del suelo y realizar las proyecciones del tráfico se procedió a calcular los espesores del paquete estructural utilizando el método de la AASHTO-93.

Los principales parámetros asumidos para determinar los espesores del tramo en estudio, fueron: Confiabilidad ( **R**), Desviación Estándar (**So**), factor recomendado para Asfalto, Capacidad de Servicio Inicial (**Po**), , Capacidad de Servicio Final (**Pt**), será el valor que va tener la vía antes de que se tomen acciones para su rehabilitación o reconstrucción, Número de Ejes Equivalentes **ESAL's o W18**, será el número de aplicaciones equivalente a 18 KN en un periodo de diseño, por último el **C.B.R.** calculado de **la Sub-Rasante**.

#### **CAPÍTULO IV: ESTUDIO SOCIOECONÓMICO DEL PROYECTO.**

En este capítulo se presentan los Costó de construcción para cada una de las Etapas del proyecto de Rehabilitación 24 Kilómetros del tramo Pantasma, utilizando pavimento Flexible (concreto Asfaltico). La evaluación socioeconómica del camino se enfocó desde el punto de vista del Excedente del Productor, ya que se considera lo más adecuado para un proyecto de mejoramiento/construcción.

#### **CAPÍTULO V: ANALISIS DE IMPACTO AMBIENTAL.**

Se aplicó la metodología de la matriz de Leopold, analizando los efectos negativos y positivos que conllevan la realización del proyecto. Se pudo determinar que en la etapa de construcción los factores ambientales más afectados son el suelo y la calidad del aire; mientras que en la etapa de operación el factor económico es el mayor beneficiado por la generación de puesto de trabajo. Por último, se detallan las medidas correctoras propuestas para prevenir, corregir y/o mitigarlos impactos ambientales identificados y evaluados.

# INDICE DE CONTENIDO

## CAPÍTULO I GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. ANTECEDENTES.....	2
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	4
1.4. OBJETIVOS.....	5
1.4.1. Objetivo General.....	5
1.4.2. Objetivos Específicos.....	5

## CAPÍTULO II ESTUDIO DE MERCADO

2.1. Identificación del proyecto.....	6
2.1.1. Situación que da origen al problema.....	6
2.1.2 Población de la zona de influencia.....	8
2.2 Organización territorial.....	9
2.3 Infraestructura social.....	11
2.3.1 Viabilidad y transporte.....	11
2.3.2 Energía.....	11
2.3.3 Telecomunicaciones.....	11
2.3.4. Acceso a agua potable.....	12
2.3.5. Educación.....	13
2.3.6. Salud.....	14
2.3.7. Vivienda.....	14
2.3.8. Cultura y tradición.....	15
2.3.9. Seguridad Ciudadana.....	15
2.3.10. Servicios municipales.....	16
2.3.11. Instituciones y organismos de la sociedad civil.....	16
2.3.12. Desastres naturales.....	16
2.3.13. Sitios Históricos, Arqueológicos y grupos Étnicos e indígenas identificados....	17
2.4. Caracterización socioeconómica de la zona.....	17
2.4.1. Plantaciones de granos básicos.....	17
2.5. Número de encuestas.....	17
2.6. Resultado de las encuestas.....	18
2.6.1. Análisis de las encuestas.....	18

2.7. Marco lógico.....	27
2.7.1. Árbol de problema.....	28
2.7.2. Árbol de objetivos.....	29

**CAPÍTULO II**  
**ESTUDIO TÉCNICO**

3.1. Localización del proyecto.....	34
3.1.1. Macro-Localización.....	34
3.2. Tamaño del Proyecto.....	37
3.3. Estudio de tráfico.....	38
3.3.1. Volumen y clasificación.....	38
3.3.2. Factores de Ajuste, Diario, Semanal y de Expansión.....	38
3.3.3 Cálculo del tráfico promedio diario anual (TPDA).....	39
3.3.3.1 Factores de ajustes para estimación del TPDA.....	39
3.3.4 Información Básica para el Cálculo del TPDA.....	42
3.3.5 Cálculo del TPDA.....	43
3.4. Distribución Direccional del Tráfico.....	44
3.4.1. Tramo: Pantasma (24 Kilómetros).....	44
3.5. Determinación de las Tasas de Crecimiento.....	48
3.5.1. Correlaciones.....	48
3.6. Factor de crecimiento (fc).....	54
3.7. Tráfico de Diseño (TD).....	55
3.7.1. Factor de distribución por carril (Fc).....	55
3.7.2. Factores de distribución de dirección (FD).....	56
3.7.3. El Índice de Serviciabilidad Inicial (Po).....	56
3.7.4. El Índice de Serviciabilidad Final (Pt).....	56
3.7.5. Pérdida de Serviciabilidad (( $\Delta$ PSI).....	57
3.7.6. Número Estructural Asumido (SN).....	57
3.7.7. Factor de Equivalencia (FESAL).....	57
3.8. Ejes Equivalentes (ESAL o W18).....	58
3.9. Resultados de la encuesta origen y destino.....	60
3.9.1. Zonificación.....	60
3.9.2. Metodología de la encuesta.....	61
3.9.3. Zonificación de la encuesta O/D a pasajeros de transporte colectivo.....	62

3.9.4. Zonificación de encuesta. ....	62
3.9.5. Resultados de la encuesta O/D a pasajeros de transporte colectivo.....	63
3.9.6. Motivos de los viajes. ....	65
3.9.7. Profesión u oficio usuarios de transporte colectivo.....	66
3.9.8. Carga trasladada por los usuarios de transporte colectivo. ....	67
3.10. Alternativas existentes para dar solución al problema. ....	68
3.11. Ingeniería de proyecto. ....	68
3.11.1. Especificaciones técnicas del proyecto.....	68
3.11.1.2 Equipo Mínimo. ....	75
3.12. Normas de Diseño Geométrico. ....	76
3.12.1. Características de la Topografía existente.....	77
3.12.2. Levantamiento de Drenaje Menor y Mayor. ....	80
3.12.3. Diseño Planimétrico del proyecto.....	83
3.12.4. Clasificación Funcional. ....	85
3.12.5. Vehículo de Diseño. ....	85
3.12.6. Velocidad de Diseño. ....	86
3.12.7. Anchos de Carriles de Rodamiento. ....	86
3.12.8. Hombros.....	87
3.12.9. Aceras. ....	87
3.12.10. Distancia de Visibilidad de Parada.....	87
3.12.11. Distancia de visibilidad de rebase.....	89
3.12.12. Peralte o Sobreelevación Máxima €. ....	91
3.12.13. Coeficiente de Fricción Lateral (f1). ....	91
3.12.14. Radio Mínimo de Curvatura. ....	92
3.12.15. Sobre anchos en curvas. ....	93
3.12.16. Longitud de transición (LT). ....	95
3.12.17. Sección Típica Propuesta. ....	98
3.13. Método AASHTO. ....	99
3.13.1 Evaluación de la Sub-Rasante.....	99
3.13.2 Resultados de los Ensayos sobre la Línea. ....	100
3.13.3 Características Geotécnicas de los suelos en la línea vial. ....	100
3.13.4 Resultados de los Ensayos de los Bancos. ....	101
3.13.4.1 BANCO WALE: ....	101

3.13.4.2 BANCO EL CHILE: .....	102
3.13.4.3. BANCO SANTA CRUZ: .....	103
3.13.5. Análisis de Bancos de préstamos. ....	105
3.13.6. Estabilización con cemento del material de Bancos préstamos. ....	106
3.13.7. Módulo Resiliente de la sub-rasante. ....	108
3.13.8. Coeficientes de las capas estructurales. ....	111
3.13.9. Coeficientes Estructurales de Capa (ai). ....	112
3.13.10. Coeficiente estructural Carpeta de rodamiento: (a <sub>1</sub> ). ....	112
3.13.11. Coeficiente estructural para Base Granular Tratada (a <sub>2</sub> ). ....	113
3.13.12. Coeficiente estructural para sub- base a <sub>3</sub> . ....	113
3.13.13. Número Estructural. ....	114
3.13.14. Numero Estructural de la Base y sub-base Granular (SN1, SN2, SN3). ....	115
3.13.15. Cálculo de los espesores del Pavimento. ....	118
3.13.16. Espesores finales de Diseño. ....	120
3.13.17. Uso del programa WinPAS. ....	121

#### **CAPÍTULO IV**

#### **ESTUDIO DE SOCIOECONÓMICO**

4.1. Introducción. ....	125
4.2. Inversión en el proyecto. ....	125
4.3. Indicadores Agrícolas. ....	131
4.3.1. Principales indicadores Agrícolas. ....	132
4.3.2. Proyección de Áreas. ....	135
4.4. El Valor Actual Neto (VAN). ....	135

#### **CAPÍTULO V**

#### **ANÁLISIS AMBIENTAL**

5.1. Introducción. ....	143
5.2. Metodología de la Valoración Ambiental. ....	143
5.3. Marco Político, Legal y Administrativo. ....	145
5.3.1. Constitución Política de Nicaragua y sus reformas. ....	145
5.3.2. Ley 290. ....	146
5.3.3. Reglamento de la Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales. ....	146
5.3.4. Ley Especial Para el uso de Bancos de Materiales (Ley 730). ....	147
5.3.5. Ley de Aguas Nacionales (Ley 620). ....	148

5.4. Límites del área de influencia. ....	148
5.4.1. Área de Influencia Directa (AID). ....	148
5.4.2. Área de Influencia Indirecta (AII).....	150
5.5.1. Ecosistemas.....	151
5.5.2. Clima.....	152
5.5.2.1. Precipitación.....	153
5.5.2.2. Temperatura.....	153
5.5.2.3 Humedad Relativa.....	154
5.5.2.4 Evaporación. ....	154
5.5.3. Desastres Naturales.....	155
5.5.3.1. Amenaza por Deslizamiento. ....	155
5.5.3.2. Amenaza por Inundación. ....	156
5.5.3.3. Amenaza Sísmica. ....	156
5.6 Características Biológicas.....	157
5.6.2.1. Flora.....	157
5.6.2.2. Fauna Silvestre. ....	157
5.7. Análisis y evaluación de los impactos ambientales con proyecto.....	159
5.7.1. Identificación y valoración de los impactos ambientales.....	159
5.7.2. Matriz para Valoración de Atributos Ambientales. ....	165
5.8. Medidas, Prevención y Mitigación de Impactos.....	174
CONCLUSIONES.....	184
RECOMENDACIONES.....	187
BIBLIOGRAFÍA.....	188

## ANEXOS

Anexo I: Encuesta.....	III
Fotos N° 1. Inicio del Tramo, Est. 0+000. (Pantasma –Las Praderas). ....	III
Fotos N° 2. Sondeo, Est. 5+500. (Banda Derecha). ....	III
Fotos N° 3. Sondeo, Est. 9+000. (Banda Derecha). ....	IV
Fotos N° 4. Sondeo, Est. 16+000. (Banda Derecha). ....	IV
Fotos N° 5. Sondeo, Est. 16+000. (Banda Izquierda). ....	V
Fotos N° 6. Fin del Tramo, Est. 17+000. ....	V
Fotos N° 7. Banco Santa Cruz Est:15+500 Propietario Jerónimo Zelaya .....	VI
Fotos N° 8. Banco de Préstamo Santa Cruz.....	VI
Fotos N° 9. Sondeo #1 Banco de Préstamo Santa Cruz EST:15+500. ....	VII
Fotos N° 10. Sondeo #2 Banco Santa Cruz EST:15+500.....	VII
Fotos N° 11. Banco E I Chile Est:6+900 Propietario Alcaldía de Pantasma. ....	VIII
Fotos N° 12. Banco E I Chile Est:6+900 Propietario Alcaldía de Pantasma. ....	VIII
Fotos N° 13. Sondeo #1 Banco El Chile EST:6+900. ....	IX
Fotos N° 14. Sondeo #2 Banco El Chile EST:6+900. ....	IX
Fotos N° 15. Banco de préstamo Wuale EST:4+800.....	X
Fotos N° 16. Banco de préstamo Wuale EST:4+800.....	X
Fotos N° 17. Sondeo #1 Banco El Wuale EST:4+800. ....	XI
Fotos N° 18. Sondeo #2 Banco El Wuale EST:4+800. ....	XI
Cuadro No. 131. Clasificación de Suelos (AASHTO). ....	XII
Cuadro No. 132. Resultados de Laboratorio.....	XIII
Cuadro No. 133. Resultados de Laboratorio.....	XIV
Cuadro No. 134. Resultados de Laboratorio.....	XV
Cuadro No. 135. Resultados de Laboratorio.....	XVI
Cuadro No. 136. Resultados de Laboratorio.....	XVII
Cuadro No. 137. Resultados de Laboratorio.....	XVIII
Grafico No. 30. Estratigrafía del terreno (S-1 a S-5). ....	XIX
Grafico No. 31. Estratigrafía del terreno (S-6 a S-10). ....	XIX
Grafico No. 32. Estratigrafía del terreno (S-11 a S-15). ....	XX
Grafico No. 33. Estratigrafía del terreno (S-16 a S-20). ....	XXI
Grafico No. 34. Estratigrafía del terreno (S-21 a S-25). ....	XXII
Grafico No. 35. Estratigrafía del terreno (S-26 a S-30). ....	XXII

Grafico No. 36. Estratigrafía del terreno (S-31 a S-35).....	XXIII
Grafico No. 37. Estratigrafía del terreno (S-36 a S-40).....	XXIV
Grafico. 38. Estratigrafía del terreno (S-41 a S-45). ....	XXV
Grafico No. 39. Estratigrafía del terreno (S-46 a S-49).....	XXV
Cuadro 138. Ensaye de CBR del Banco de Materiales No. 1 SANTA CRUZ.....	XXVI
Cuadro 139. Granulometría Banco de Préstamo No. 1 SANTA CRUZ. ....	XXVII
Cuadro 140. Ensaye de CBR del Banco de Materiales No. 2 EL CHILE.....	XXVIII
Cuadro 141. Granulometría Banco de Préstamo No. 2 EL CHILE. ....	XXIX
Cuadro 142. Ensaye de CBR del Banco de Materiales No.3 WALE .....	XXX
Cuadro 143. Granulometría Banco de Préstamo No. 3 WALE. ....	XXXI
Cuadro 144. Aforo vehicular de 12 horas diurnas (sábado). ....	XXXII
Cuadro 145. Aforo vehicular de 12 horas diurnas (lunes).....	XXXII
Cuadro 146. Aforo vehicular de 12 horas diurnas (Domingo 1 sentido). ....	XXXIII
Cuadro 147. Aforo vehicular de 12 horas diurnas (Domingo 1 sentido). ....	XXXIII
Cuadro 148. Diagrama de cargas permisibles para Vehículos Liviano y Pasajeros.....	XXXIV
Cuadro 149. Diagrama de cargas permisibles para Vehículos Pesados.....	XXXIV
Cuadro 150. Tipología y Descripción Vehicular de Conteos de Trafico.....	XXXV
Cuadro 151. Tipología y Descripción Vehicular de Conteos de Trafico.....	XXXVI
Cuadro 152. Factores Equivalentes de Cargas, Ejes Simples. ....	XXXVII
Cuadro 153. Factores Equivalentes de Cargas, Ejes Dobles. ....	XXXVIII

## INDICE DE TABLAS

Cuadro No. 1. Vivienda y Población en el AII. _____	8
Cuadro No. 2. Viviendas y población total en el AID. _____	9
Cuadro No. 3. Población total del municipio. _____	9
Cuadro No. 4. Distribución de la Organización Territorial, Según la Municipalidad. _____	10
Cuadro No. 5. Acceso a agua potable en el AID. _____	12
Cuadro No. 6. Centros escolares en el AID. _____	13
Cuadro No. 7. Población Escolar en Centros Escolares ubicados en el AID. _____	13
Cuadro No. 8. Analfabetismo para ambos sexos. _____	13
Cuadro No. 9. Medio de transporte para asistir a clases en el AID. _____	14
Cuadro No. 10. Género de la población encuestada. _____	18
Cuadro No. 11. Edad de la población entrevistada. _____	19
Cuadro No. 12. Medios de transportes que utilizan los entrevistados. _____	20
Cuadro No. 13. Dificultades que poseen los entrevistados al trasladarse. _____	21
Cuadro No. 14. Dificultad de los entrevistados. _____	21
Cuadro No. 15. Opinión de la población sobre el estado de la vía. _____	22
Cuadro No. 16. Problemas Provocados por el mal estado del tramo. _____	23
Cuadro No. 17. Beneficios que traerá construcción del tramo. _____	24
Cuadro No. 18. Sugerencia o recomendaciones. _____	25
Cuadro No. 19. Opinión merecida el mejoramiento del tramo. _____	26
Cuadro No. 20. Matriz de marco lógico (Objetivos). _____	30
Cuadro No. 21. Matriz de marco lógico (Propósito). _____	31
Cuadro No. 22. Matriz de marco lógico (Componentes). _____	32
Cuadro No. 23. Matriz de marco lógico (Actividades). _____	33
Cuadro No. 24. Coordenadas del tramo. _____	36
Cuadro No. 25. Estación de Mayor Cobertura Identificada para el Tramo Pantasma. _____	39
Cuadro No. 26. Porcentaje Vehicular por Estaciones de Mayor Cobertura. _____	40
Cuadro No. 27. Datos del tráfico que circula por el tramo Pantasma. _____	40
Cuadro No. 28. Clasificación Vehicular Pantasma. _____	41
Cuadro No. 29. Factores Estación de Mayor Cobertura EMC 1802. _____	42
Cuadro No. 30. Tráfico Promedio Diario. _____	43
Cuadro No. 31. Distribución Direccional Día Sábado. _____	45
Cuadro No. 32. Distribución Direccional Día Domingo. _____	46
Cuadro No. 33. Distribución Direccional Día Lunes. _____	47
Cuadro No. 34. Consolidado de Factor Direccional. _____	47
Cuadro No. 35. Registros históricos del PIB, TPDA y Población. _____	48
Cuadro No. 36. Tasas de Crecimiento Finales. _____	52
Cuadro No. 37. Registros Históricos (PIB, POB, TPDA) 2008-2016. _____	53
Cuadro No. 38. Período de diseño (N). _____	54
Cuadro No. 39. Factor de distribución por dirección (FD). _____	55
Cuadro No. 40. Factor de Distribución por Dirección. _____	56
Cuadro No. 41. Tránsito para el carril de Diseño. _____	58
Cuadro No. 42. Cálculo de ejes equivalentes de 18 Kips (8.2 Ton). _____	59
Cuadro No. 43. Zonificación de encuesta. _____	62
Cuadro No. 44. Entrevistas a Usuarios de Transporte Colectivo. _____	64
Cuadro No. 45. Motivos de Viajes Usuarios de Transporte Colectivo. _____	65
Cuadro No. 46. PROFESIÓN/OFICIO Usuarios de Transporte Colectivo. _____	66
Cuadro No. 47. Matriz de enumeración de tipos de cargas trasladadas. _____	67

Cuadro No. 48. Pliego de Obras (Etapa 1-2).	69
Cuadro No. 49. Pliego de Obras (Etapa 3-4).	70
Cuadro No. 50. Pliego de Obras (Etapa 5-6).	71
Cuadro No. 51. Pliego de Obras (Etapa 6-7).	72
Cuadro No. 52. Pliego de Obras (Etapa 8 – 9).	73
Cuadro No. 53. Requisitos de calidad de las mezclas asfálticas.	75
Cuadro No. 54. Equipo mínimo de Trabajo.	75
Cuadro No. 55. Normas de Diseño Geométrico, tramo: Pantasma (24.00 km).	76
Cuadro No. 56. Estructuras del Drenaje Menor existente (1-17).	80
Cuadro No. 57. Estructuras del Drenaje Menor existente (18-56).	81
Cuadro No. 58. Estructuras del Drenaje Menor existente (57-78).	82
Cuadro No. 59. Inventario de Drenaje Mayor.	82
Cuadro No. 60. Secciones típicas por Tramos.	84
Cuadro No. 61. Clasificación Funcional de las Carreteras	85
Cuadro No. 62. Dimensiones del Vehículo de Diseño.	86
Cuadro No. 63. Velocidades de diseño en kilómetros por hora	86
Cuadro No. 64. Ancho Mínimo de Hombros y Aceras.	87
Cuadro No. 65. Distancia de parada en función de la Velocidad.	88
Cuadro No. 66. Distancia de visión para adelantar en base a la velocidad de diseño.	89
Cuadro No. 67. Distancia de visión para adelantar en base a la velocidad de diseño.	89
Cuadro No. 68. La sobreelevación o peralte según Tipo de Área.	91
Cuadro No. 69. Sobreanchos en Curvas.	94
Cuadro No. 70. Distribución de “e” y “f”.	97
Cuadro No. 71. Criterio del Instituto de Asfalto para determinar CBR de Diseño.	100
Cuadro No. 72. Resultados de Laboratorio de Bancos de Materiales.	104
Cuadro No. 73. Especificaciones de materiales para base granular.	105
Cuadro No. 74. Especificaciones de materiales para Sub-base granular.	105
Cuadro No. 75. Resultado de Muestras de Bancos Estabilizadas.	107
Cuadro No. 76. Resistencia a la comprensión de los Bancos (Lb/plg <sup>2</sup> ).	107
Cuadro No. 77. Banco de material a utilizar.	108
Cuadro No. 78. Criterio del Instituto de Asfalto para determinar CBR de Diseño.	108
Cuadro No. 79. Cálculo del CBR de Diseño.	109
Cuadro No. 80. Espesores Mínimos Sugeridos en Función del Tráfico.	119
Cuadro No. 81. Espesores de Diseño Estructura de pavimento.	120
Cuadro No. 82. Datos de entrada para el programa WinPAS Software 1.0.4.	122
Cuadro No. 83. Inversión Por Actividades (Concreto Asfáltico).	125
Cuadro No. 84. Presupuesto General del Proyecto (Concreto Asfáltico, Etapa 1-3).	126
Cuadro No. 85. Presupuesto General del Proyecto (Concreto Asfáltico, Etapa 4-5).	127
Cuadro No. 86. Presupuesto General del Proyecto (Concreto Asfáltico, Etapa 6).	128
Cuadro No. 87. Presupuesto General del Proyecto (Concreto Asfáltico, Etapa 7-8).	129
Cuadro No. 88. Presupuesto General del Proyecto (Concreto Asfáltico, Etapa 7-8).	130
Cuadro No. 89. Volúmenes de producción agrícola.	131
Cuadro No. 90. Área Sembrada Proyectada.	131
Cuadro No. 91. Rendimiento por Tipo de Cultivo.	132
Cuadro No. 92. Costo de producción por Tipo de Cultivo.	132
Cuadro No. 93. Perdidas por Tipo de Cultivo.	132
Cuadro No. 94. Principales indicadores agrícola (Sin Proyecto).	133
Cuadro No. 95. Excedente comercializable (Sin Proyecto).	133
Cuadro No. 96. Principales indicadores agrícola (Con Proyecto).	134

Cuadro No. 97. Excedente comercializable (Con Proyecto). _____	134
Cuadro No. 98. Incrementos Anuales Proyectados. _____	135
Cuadro No. 99. Producción bruta por manzana y costos de producción (sin proyecto). _____	137
Cuadro No. 100. Producción bruta por manzana y costos de producción (Con proyecto). _____	138
Cuadro No. 101. Producción comercializable e ingresos agrícolas financieros _____	139
Cuadro No. 102. Producción comercializable e ingresos agrícolas financieros _____	140
Cuadro No. 103. Ingresos Netos Financiero Sin proyecto (dólares). _____	141
Cuadro No. 104. Ingresos Netos Financiero Con proyecto (dólares). _____	142
Cuadro No. 105. de las especies encontradas en la vegetación Riparia. _____	157
Cuadro No. 106. Lista de Anfibios encontrados en el área de estudio. _____	157
Cuadro No. 107. Lista de Reptiles Encontrados en el área del Proyecto. _____	158
Cuadro No. 108. Especies de aves migratorias identificadas. _____	158
Cuadro No. 109. Etapas de Construcción del Proyecto (Etapa 1 – 3). _____	160
Cuadro No. 110. Etapas de Construcción del Proyecto (Etapa 4 – 5). _____	161
Cuadro No. 111. Etapas de Construcción del Proyecto (Etapa 6 – 9). _____	162
Cuadro No. 112. Identificación de Impactos Negativos durante las etapas del proyecto. _____	163
Cuadro No. 113. Identificación de Impactos Positivos durante las etapas de del proyecto. _____	164
Cuadro No. 114. Características cualitativas de los efectos. _____	166
Cuadro No. 115. Clasificación de Impactos. _____	166
Cuadro No. 116. Valoración de Impactos Negativos durante las etapas de del proyecto. _____	167
Cuadro No. 117. Valoración de Impactos Positivos durante las etapas de del proyecto. _____	168
Cuadro No. 118. Matriz Causa - Efecto de Impactos Negativos. _____	169
Cuadro No. 119. Matriz Causa - Efecto de Impactos Positivos. _____	170
Cuadro No. 120. Resumen de los Impactos Ambientales Negativos Generados. _____	171
Cuadro No. 121. Resumen de los Impactos Ambientales Positivos Generados. _____	171
Cuadro No. 122. Medidas de Mitigación, Fase de construcción, Campamento _____	175
Cuadro No. 123. Medidas de Mitigación, Fase de construcción, Campamento. _____	176
Cuadro No. 124. Medidas de Mitigación, Fase de construcción, Banco de Materiales. _____	177
Cuadro No. 125. Medidas de Mitigación, Fase de construcción, Banco de Materiales. _____	178
Cuadro No. 126. Medidas de Mitigación, Fase construcción, Manejo de combustibles. _____	179
Cuadro No. 127. Medidas de Mitigación, Fase construcción, Abra y Destronque. _____	180
Cuadro No. 128. Medidas de Mitigación, Fase construcción, Obras de Drenaje Pluvial. _____	181
Cuadro No. 129. Medidas de Mitigación, Fase construcción, Movimiento de Tierra. _____	182
Cuadro No. 130. Medidas de Mitigación, Fase construcción, Depósito de Material. _____	183

2018

# CAPITULO I GENERALIDADES

UNI-RUPAP

## **1.1. INTRODUCCIÓN.**

Los primeros caminos fueron construidos en 4000 ac. El transporte fluvial era mucho más rápido y más fácil que el transporte por carretera. Los egipcios y los chinos fueron los primeros en construir carreteras. Los romanos fueron uno de los primeros en construir carreteras pavimentadas de piedra en el norte de África y Europa para apoyar sus operaciones militares. Más tarde, los árabes construyeron carreteras que fueron cubiertas con alquitrán.

Las técnicas de construcción de carreteras mejoraron gradualmente a lo largo de los siglos por el estudio de la circulación viaria, el espesor de la piedra, el trazado de la carretera, y los gradientes de pendiente. Los materiales de construcción de carreteras iniciales eran piedras que fueron puestas en un diseño regular, compacto, y cubiertas con piedras más pequeñas para producir una capa sólida.

En la actualidad, para la construcción de carreteras en el país, los métodos tradicionales son poco usados y por lo contrario son reemplazados por metodologías innovadoras de acuerdo a la demanda de diseños coherentes a la realidad de cada zona que atraviesa.

En vista de la importancia de las carreteras y caminos para el desarrollo del país y teniendo en cuenta que el MTI es el organismo de Gobierno Central que debe llevar a cabo la planificación y ejecución de las redes viales. Ha dispuesto fortalecer y mejorar la metodología de planificación del sector transporte mediante la estructuración y uso de manuales que permitan la elaboración y revisión de perfiles de proyectos que justifiquen las inversiones y la optimización de los recursos asignados al sector transporte en el Presupuesto General de la República y los fondos de las Instituciones Financieras Internacionales.

La propuesta, es para elaborar perfiles de proyectos de forma ampliada implica que, en el perfil, además de la información básica que identifique al proyecto, se realice una evaluación del mismo, por esta razón se ha ampliado este manual para comprender estos temas adicionales a un perfil de proyecto.

## **1.2. ANTECEDENTES.**

El tramo Pantasma de 24.0 km de longitud total, es de mucha importancia para la región norte del país, principalmente para el tráfico que transporta bienes y personas desde y hacia la frontera norte con la República de Honduras. Sin embargo, las pésimas condiciones de su rodamiento hacen muy difícil que los vehículos transiten por ella, lo que aumenta los costos de operación vehicular y el tiempo de viaje requerido para transitarla.

Esta carretera ha sufrido serios daños durante las épocas lluviosas pasadas y durante las lluvias ocurridas en los años 2015 y 2016. Esta situación, sumado a la ausencia de un mantenimiento adecuado ha dado como resultado que actualmente esta carretera tenga un estado pésimo, causando graves impactos socio-económicos en toda la zona.

Las propuestas para el mejoramiento de esta carretera no son recientes, aparecen en el Plan Nacional de Transporte de Nicaragua, el cual fue elaborado en el año 2001, lo que demuestra la importancia estratégica de la misma, lo cual hace imprescindible ejecutar este proyecto.

Es muy importante señalar que la carretera Pantasma forma, en conjunto con la carretera Jinotega – Santa María de Pantasma, un corredor que, ya mejorado, competirá atractivamente con la ruta existente entre Pantasma - Wiwili, la cual pasa por Sébaco - Estelí; Sébaco – Matagalpa; Sébaco – Jinotega – Santa María de Pantasma.

Con la ejecución de este proyecto se incentivará el sector construcción en el país, principalmente a empresas nacionales, así mismo generar oportunidades de trabajo a la población local, tanto de personal calificado como no calificado, contribuyendo así al crecimiento económico de la región donde se emplaza el proyecto, mejorando el nivel de vida de la población beneficiada con el proyecto.

El nuevo corredor, del cual forma parte la carretera en estudio, presenta beneficios en términos de ahorro en tiempo de viaje, confort de los usuarios, así como un ahorro en los costos de operación vehicular. Por otra parte, el mejoramiento de esta vía, permitirá reducir muy significativamente los problemas de inseguridad vial por los Departamento de Jinotega y Matagalpa por donde pasa actualmente el tráfico internacional y nacional que pasa por Sébaco.

Por tal razón, es de esperarse que una vez mejorado este corredor, un porcentaje importante de usuarios del corredor actual opte por transitar por la nueva vía, reduciendo así sus costos generalizados de viaje, y al mismo tiempo previendo una mayor seguridad vial al no transitar por centros poblaciones de importancia, tales como Jinotega y Matagalpa.

### **1.3. JUSTIFICACIÓN.**

La realización del tramo de camino Pantasma es muy significativo por su alta actividad económica, donde se destacan cultivos de granos básicos, arroz, café y producción pecuaria. El beneficio para este proyecto se obtiene del incremento debido de la producción obtenida y su incremento debido a la carretera que se registra en esta zona pueden también incorporarse en ciertas medidas el beneficio obtenido para la sociedad local en términos de aumento del flujo comercial y comodidad para los usuarios.

El deterioro del camino perjudica los costos y tiempos de la transportación tanto de los habitantes como de la producción comercializable. La construcción de la carretera incrementará la movilización del transporte y la población, habrá mayor comunicación entre las diferentes comunidades de los municipios beneficiados y mayor cobertura para acceder a la educación y la salud.

Las facilidades que brindará este tramo de carretera al transporte de bienes y personas es muy importante, así como a la salida del ganado en pie, hacia los mataderos del País, lo mismo que acercará el intercambio de bienes, permitiendo fluidez y dinamismo al comercio, mayor movilidad a las personas, lo que vendrá a generar ahorros sustanciales a los productores, transportistas y usuarios en general; en tiempos de viajes y costos de operación vehicular, lo mismo que promoverá la educación, la salud y la cultura de las poblaciones dentro del área de influencia directa de la carretera, al permitir accesos a los centros de estudios, de salud y cultura, ayudando también a que tengan mayores oportunidades a los programas de mejoramiento de la calidad de vida de las poblaciones rurales.

Al ejecutarse este proyecto se tendrá acceso hacia mercados alternativos y zonas de intercambio comercial (Estelí, Ocotal, Madriz, Managua, Occidente, el Pacífico y los países del norte y sur de Centroamérica). Esta carretera ayudará a tener mejores oportunidades de negocio, los que les generará mayor grado de dinamismo a la actividad productiva, económica y social que les propiciará el desarrollo en todos sus órdenes.

## **1.4. OBJETIVOS.**

### **1.4.1. Objetivo General.**

- Realizar un estudio a nivel de perfil del tramo de carretera de 24 km, en el Municipio de Pantasma, departamento de Jinotega.

### **1.4.2. Objetivos Específicos.**

- Hacer un estudio de mercado para determinar la demanda y establecer las necesidades del proyecto.
- Determinar un estudio Técnico para estimar inversión requerida, tamaño e ingeniería de proyecto.
- Elaborar estudio socio económico para estipular la rentabilidad del proyecto.
- Realizar un estudio de impacto ambiental para identificar y valorar los efectos directos e indirectos, positivos y negativos que causara la rehabilitación del tramo.

2018

# CAPÍTULO II ESTUDIO DE MERCADO

UNI-RUPAP

## **2.1. Identificación del proyecto.**

### **2.1.1. Situación que da origen al problema.**

El proyecto está localizado en el Departamento Jinotega, entre los municipios de Pantasma y Wiwilí. Inicia en la comunidad de Pantasma (Las Praderas), aproximadamente en coordenadas geográficas Est inicial: 13°34'851.3"N 85°94'1.0"W y finalizando en la estación: 13°29'28.5"N 85°49'56.5"W el tramo se encuentra sobre la carretera NIC-43 y finaliza en la comunidad el Comal.

Las principales fuentes de producción económica de esta zona son el maíz, frijoles, café y ganadería, así también en pequeñas cantidades cacao y cítricos.

La estructura de pavimento existente consiste en una superficie de rodamiento compuesta por material de regular y mala capacidad de soporte (suelos arenosos y arcillosos). Hemos encontrado de manera general las siguientes observaciones en relación con el camino:

- Insuficiencia en el ancho de rodamiento y hombros de la carretera.
- Insuficiencia en el espesor existente de la capa de rodadura.
- Capa de rodamiento existente conformada con materiales de mediana capacidad soporte, presentando en cierto tramos irregularidad.
- Suelos de la Sub – rasante consistente lo que garantiza un soporte adecuado para la estructura de pavimento.
- Tiempo excesivo de permanencia de las aguas pluviales en los terrenos aledaños a la vía y en ésta, debido a la falta de drenaje, con lo cual la velocidad de escurrimiento de las aguas es bien reducida.
- Falta de drenaje transversal y longitudinal lo que ocasiona severos daños (grietas longitudinales y transversales, cárcavas, etc.) en la calzada del camino.

En general, todos estos factores han contribuido, al deterioro de la plataforma y estructura de pavimento que conforman el camino. En el reconocimiento inicial de la vía hemos observado que recientemente ha recibido mantenimiento, existiendo tramos con niveles de servicio aceptables. Sin embargo, como es típico en este tipo de caminos, el Intemperismo deteriora rápidamente la superficie de rodamiento.

En el camino existen actualmente alcantarillas que debido a la falta de mantenimiento no están trabajando al 100% de su capacidad; como parte del estudio, deberá revisarse la capacidad hidráulica de cada una, así como su estado de servicio. Se estudiará, además la necesidad de instalar nuevas obras de drenaje, como: cunetas, vados y alcantarillas en los puntos que se estime conveniente.

Otro de los factores que influyen en el deterioro y/o mal funcionamiento del Drenaje, es la ausencia de obras de protección; tales como: bajantes, canales de encauzamiento de las aguas, revestimiento de cauces y cunetas, diques de protección y muros, etc.

El tramo de camino que corresponde a este Proyecto, producto de las características de la configuración topográfica del terreno en que se enmarca dicho tramo, siendo del tipo montañoso con bastante lomerío bien densificado en que predomina en todo su entorno zonas de bosques con árboles de grandes dimensiones en toda su trayectoria, presenta una Geometría Planimétrica bien sinuosa con curvas horizontales y radios de curvatura cuyos valores en la mayoría de los casos son de baja magnitud.

La mayor parte de la trayectoria de la ruta del camino cuenta con un ancho de rodamiento variable entre los 5.50 metros y hasta 6.00 metros en determinados sectores, se enmarca en las laderas de las lomas que conforman el tipo de terreno montañoso, observándose transversalmente en uno de los lados la existencia de laderas de considerable magnitud, y al otro lado la presencia de taludes de corte del tipo trinchera, de pendientes bien inclinada, que en algunos sectores se observan de forma casi vertical, esto producto de que la mayor parte de la trayectoria del camino se enmarca en las laderas de las lomas existentes en la ruta del Proyecto.

Debido a las condiciones del camino, en la época de verano el polvo que arranca el viento de las calles produce afectaciones a la población en la salud y bienestar de sus hogares. Desmejorando la calidad de vida de los pobladores.

En lo que respecta a la parte correspondiente a la sinuosidad de la trayectoria de la vía, existen muchos sectores en que se observa la presencia de alineamientos con alto grado de sinuosidad, destacándose principalmente el sector de trayectoria entre Estancia Cora y El Chile, el cual producto de la presencia de río y la configuración del terreno en que sobre salen mantos rocosos, se generó un alineamiento de alta sinuosidad durante la apertura de esta ruta de camino en dicho sector, en que prevalecen curvas horizontales y verticales de forma continuas en dicho sector.

## 2.1.2 Población de la zona de influencia.

### 2.1.2.1 Población:

El Municipio de Pantasma cuenta con una población de 47,096 habitantes según instituto nacional de información de desarrollo (INIDE), a lo largo del tramo también se encuentran varias comunidades: Aserrío, Praderas, Malecón 2, El Guácimo, Estancia Cora, Malecón, Wale, El Chile, Bocas de vilan Zompopera, El Cua Abajo, El Comal estas en conjunto poseen una población de: 10,403.00 Habitantes, para un total de 57,499 habitantes.

**Cuadro No. 1. Vivienda y Población en el All.**

MUNICIPIO	NO	CENTRO POBLADO	VIVIENDAS	HABITANTES
Santa María de Pantasma	1	Bo. La Juana	119	753
	2	Bo. 18 de octubre	173	842
	3	Bo. La Unión	76	410
	4	El Aserrío	129	703
	5	Malecón No. 1	185	867
	6	Malecón No. 2	126	702
	7	Estancia Cora (El Guácimo)	115	719
	8	El Chile	54	255
	9	Bocas de Vilán	48	304
	10	Santa Cruz No. 2	35	171
	11	La Zompopera No. 1	83	349
	12	La Zompopera No. 2	121	649
	13	El Cuá Abajo	60	255
Total			1324	6979

Fuente: Instituto nacional de información de desarrollo (INIDE-2017).

**Cuadro No. 2. Viviendas y población total en el AID.**

MUNICIPIO	NO	CENTRO POBLADO	VIVIENDAS	HABITANTES
Santa María de Pantasma	1	Bo. La Juana	46	291
	2	Bo. 18 de octubre	87	423
	3	Bo. La Unión	45	243
	4	El Aserrío	50	273
	5	Malecón No. 1	79	370
	6	Malecón No. 2	40	223
	7	Estancia Cora (El Guácimo)	48	300
	8	El Chile	31	146
	9	Bocas de Bilán	36	228
	10	Santa Cruz No. 2	15	73
	11	La Zompopera No. 1	65	273
	12	La Zompopera No. 2	83	445
	13	El Cuá Abajo	32	136
Total			657	3424

Fuente: instituto nacional de información de desarrollo (INIDE-2017).

### 2.1.2.2 Población total área de influencia.

**Cuadro No. 3. Población total área de influencia.**

POBLACIÓN TOTAL		
HOMBRES	MUJERES	TOTAL
33,348	24,151	57,499.00 hab

Fuente: Encuesta de Línea de Base, 2017 MTI.

## 2.2 Organización territorial.

El municipio de Pantasma está organizado en cinco Microrregiones, mientras que en el área urbana está compuesta por 10 barrios. De acuerdo con la información proporcionada por instituto de información de desarrollo (INIDE), las comunidades

Cuadro No. 4. Distribución de la Organización Territorial, Según la Municipalidad.

Municipio, Barrio, Comarca y Comunidad	Ambos Sexos	Hombre		Mujer		Principales Indicadores de Población						
		Menor de 15 Años	De 15 Años y Más	Menor de 15 Años	De 15 Años y Más	RDE	RNM	Partos del Último Hijo no Atendidos en Establecimientos de Salud	% Analf. Hombre	% Analf. Mujer	% Analf. Hombre 14-29 Años	% Analf. Mujer 14-29 Años
<b>JINOTEGA</b>	<b>331 335</b>	<b>76 480</b>	<b>91 029</b>	<b>73 620</b>	<b>90 300</b>	<b>93.8</b>	<b>65.6</b>	<b>34 647</b>	<b>35.0</b>	<b>33.9</b>	<b>31.8</b>	<b>27.3</b>
<b>SANTA MARÍA DE PANTASMA</b>	<b>37 880</b>	<b>8 815</b>	<b>10 620</b>	<b>8 524</b>	<b>9 921</b>	<b>95</b>	<b>67</b>	<b>4 077</b>	<b>37</b>	<b>31</b>	<b>33</b>	<b>23</b>
<b>Barrio</b>	<b>5 662</b>	<b>1 207</b>	<b>1 551</b>	<b>1 169</b>	<b>1 735</b>	<b>81</b>	<b>49</b>	<b>523</b>	<b>23</b>	<b>21</b>	<b>20</b>	<b>13</b>
La Juana	695	147	191	143	214	78.2	47.5	73	25.4	25.4	22.3	19.5
Nuevo Amanecer	598	117	160	128	193	75.4	48.3	36	8.5	13.4	2.2	8.2
18 de Octubre	846	165	240	177	264	74.1	47.0	85	13.0	13.3	12.4	7.2
Las Praderas	214	58	59	28	69	72.6	62.7	11	13.5	16.9	8.1	2.5
La Unión	452	99	113	101	139	84.5	47.2	31	19.4	13.6	16.9	7.3
Aserrio	292	61	87	48	96	66.9	42.0	18	7.5	10.4	2.0	1.8
El Malecón	1 703	359	488	354	502	85.7	48.9	177	36.0	31.5	31.6	21.9
Linda Vista	44	9	6	14	15	120.0	71.4	2	12.5	10.5	0.0	11.1
El Guasimo	341	87	80	71	103	93.8	51.1	28	11.6	12.1	13.6	9.1
Estancia Cora	477	105	127	105	140	90.0	53.0	62	31.9	26.7	34.1	11.0

Fuente: Instituto de información de desarrollo INIDE-2005.

## **2.3 Infraestructura social.**

### **2.3.1 Viabilidad y transporte.**

El sistema de transporte interurbano se considera bueno, sin embargo, el transporte a las comunidades del municipio no tiene la misma situación lo cual se ha agravado por el estado de los caminos hacia las diferentes zonas de las microrregiones donde no entran vehículos que presten el servicio de transporte y cuando lo realizan por la necesidad que demanda la población, los precios de este servicio son altos.

Sin embargo, para el traslado al sector se cuenta con 4 unidades de transporte colectivo que normalmente realizan cuatro viajes durante el día; cubriendo la ruta principal entre Pantasma- wiwili. Siendo esto una limitante para el sector, en este sentido los pobladores de la zona plantean la necesidad de incrementar este servicio una vez que se construya la obra para poder cubrir la demanda de los usuarios.

Sin embargo, la mayoría de los pobladores coinciden que el servicio este de mala calidad y que se debe a las condiciones de acceso que actualmente se encuentra en total mal estado, lo cual facilita el incremento de los precios de los pasajes y a la vez que el traslado se demore.

### **2.3.2 Energía.**

El municipio cuenta con servicio de energía pública domiciliar a cargo de la Empresa DISNORTE, interconectado al sistema nacional también cuentan con el servicio de abastecimiento en todas las viviendas, sin embargo, de acuerdo a información proporcionada por los pobladores, en tanto existen sectores que no cuentan con el servicio, algunas de ellas cuentan con paneles solares, mientras otras viviendas cuentan con energía eléctrica, pero con conexiones ilegales.

### **2.3.3 Telecomunicaciones.**

La telecomunicación es de muy buena cobertura en el casco urbano del municipio, no tanto así en las zonas rurales.

Las limitaciones fundamentales que determinan la falta de este servicio en gran parte del municipio son la presencia la zona montañosa que no permiten la transmisión de las ondas emitidas desde las partes bajas donde se encuentran las centrales de comunicación, debido a esto en ambas comunidades los pobladores se ven obligados a buscar puntos estratégicos donde se logra recibir señal de la red Claro que es la más escasa de las zonas, mientras que Movistar cuenta con una mejor cobertura.

El 99% de hogares no cuentan con el servicio de telefonía convencional residencial.

#### **2.3.4. Acceso a agua potable.**

Según información proporcionada por el área de planificación y desarrollo municipal, a nivel urbano las conexiones domiciliarias, cubren el 85% de las viviendas urbanas, es decir que hay déficit para cubrir el total de las demandas, se cuenta con el servicio de alcantarillado.

El sistema es administrado por la entidad de ENACAL, sin embargo, en algunos sectores se carece de un buen abastecimiento por lo que muchos deciden almacenar para poder resolver la demanda del líquido.

Existe cierto número de viviendas que no son abastecidas por tubería dentro o fuera de la vivienda y se abastecen por agua de río, pozo o puesto público o privado, ojo de agua, manantial, o a través de un camión, carreta o pipa, se la proporciona el vecino u otra forma como la lluvia.

**Cuadro No. 5. Acceso a agua potable en el AID.**

CENTRO POBLADO	ACCESO A AGUA POTABLE		
	SI	NO	TOTAL
Las Praderas	95.7	4.3	100
El Aserrío	70.6	29.4	100
El Malecón	94.1	5.9	100
Estancia Cora (El Guácimo)	100.0	0.0	100
El Chile	83.3	16.7	100
Bocas de Vilán	0.0	100.0	100
Santa Cruz No. 2	0.0	100.0	100
Zompopera No. 1	0.0	100.0	100
Zompopera No. 2 (Zompoperita)	0.0	100.0	100
El Cuá Abajo	0.0	100.0	100

Fuente: Encuesta de Línea de Base, 2017 MTI.

### 2.3.5. Educación.

A nivel del municipio se registran un total de 69 centros de estudio, entre los cuales se encuentran escuelas de modalidad primaria, centros de modalidad secundaria y preescolar. Sin embargo, existe un índice bajo de educación con el 86%.

En la ruta del trayecto del tramo se localizan dos centros escolares, a continuación, se detalla:

**Cuadro No. 6. Centros escolares en el AID.**

NO.	COMUNIDAD	X	Y	CENTRO ESCOLAR
1	El Aserrío	0616413	1478414	Luis Alfonso Velásquez Flores
2	El Chile	0619665	1482548	Escuela El Chile
3	Bocas de Vilán	0620038	1484266	Escuela Rafaela Herrera
4	Santa Cruz No.2	0620647	1486043	Escuela Santa Cruz No. 2
5	Zompopera 1	0622094	1487671	Preescolar Los Inquietos
6	Zompopera 1	0623523	1488169	Escuela (NER) Zompopera
7	Zompoperita	0624034	1490731	Escuela Zompoperita
8	El Cuá Abajo	0627423	1493285	NER Emmanuel Mongalo

Fuente: MINED.

**Cuadro No. 7. Población Escolar en Centros Escolares ubicados en el AID.**

NO.	COMUNIDAD	CENTRO ESCOLAR	POBLACIÓN ESCOLAR
1	El Aserrío	Luis Alfonso Velásquez Flores	40
2	El Chile	Escuela El Chile	39
3	Bocas de Vilán	Escuela Rafaela Herrera	42
4	Santa Cruz No.2	Escuela Santa Cruz No. 2	41
5	Zompopera 1	Preescolar Los Inquietos	16
6	Zompopera 1	Escuela (NER) Zompopera	242
7	Zompoperita	Escuela Zompoperita	138
8	El Cuá Abajo	NER Emmanuel Mongalo	10

Fuente: MINED.

**Cuadro No. 8. Analfabetismo para ambos sexos.**

Tasa de analfabetismo	37% hombres
Grado de escolaridad	31 % mujeres

Fuente: INIDE

**Cuadro No. 9. Medio de transporte para asistir a clases en el AID.**

<b>MEDIO DE TRANSPORTE PARA ASISTENCIA A CLASES</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>%</b>
A pie	195	70.7
Bestia/Caballo	2	0.7
Bicicleta	10	3.6
Vehículo público	50	18.1
Vehículo privado	19	6.9
<b>TOTAL</b>	<b>276</b>	<b>100.0</b>

Fuente: Encuesta de Línea de Base, 2017 MTI.

### **2.3.6. Salud.**

En el área de influencia directa se identificó solamente una unidad de salud, correspondiente al Puesto de Salud Familiar y Comunitario, PSFC de Nivel 1, ubicado en Zompopera No. 1. Esta unidad de salud cuenta con un médico y 3 enfermeras.

Según su Director, Dr. Edigson Láinez, esta unidad cubre las comunidades: Zompopera 1 y 2, El Chamarro 1, 2 y 3, San Vicente 1 y 2, Santa Cruz 1 y 2, Arenales, Cuá Abajo, Las Torres, Los Laureles del Cuá, Placeres del Coco y Vigía Sur.

Las principales patologías presentadas en el año corriente, 2017 son la enfermedad diarreica aguda, EDAs, las Infecciones Respiratoria Agudas, IRAs, y la Hipertensión arterial.

El resto de la población ubicada en el AID y All es atendida en los Centros de Salud ubicados en las cabeceras municipales de Pantasma y Wiwilí; y en el Puesto de Salud ubicado en Maleconcito, que se encuentra fuera del AID.

### **2.3.7. Vivienda.**

En el municipio de Pantasma hay 1,324 viviendas según INIDE, que representan aproximadamente el 66.8% de las viviendas en el All; en ese mismo municipio hay 6,979 habitantes, que representan el 67.0% de la población en el All, con una diferencia de décimas respecto a la proporción de viviendas.

### **2.3.8. Cultura y tradición.**

Al igual que otros pueblos de la zona de la Segovias, el valle de Pantasma fue tardíamente conquistado. La misión de Pantasma y Aparaca funcionó en el siglo VII y XVIII, en donde se menciona que había un reducido número de xicaques, los que de acuerdo a la caracterización étnica actualmente se identifican como Matagalpa.

Se ha caracterizado siempre como un fuerte productor de granos básicos, Maíz, Frijol y café en la zona rural, por otro lado, la mayor parte de la población se identifica como católica y celebran fiestas patronales en honor a su Patrono san Isidro Labrador.

Las fiestas patronales del municipio de Pantasma el 11 de septiembre y son dedicadas a la virgen dolorosa, también se realizan procesiones todos los viernes durante la cuaresma, culminando en semana santa, conmemorando la muerte y resurrección de Jesucristo, durante la segunda quincena de mayo se realizan las festividades en honor a san isidro, en la calle principal de la comunidad de las praderas, con grupos de danzas artísticas y músicos.

### **2.3.9. Seguridad Ciudadana.**

De acuerdo a entrevista realizada al Comisionado municipal en el sector de Pantasma y sus sectores aledaños se registran delitos asociados a abigeatos y consumo de droga, no obstante, este sector no cuenta con un recurso asignado a guardar la seguridad de los pobladores, lo que realizan son recorridos según planificaciones mensuales.

En este sentido expresa que con el Proyecto se mejoraran las coordinaciones con la comunidad y la capacidad operativa para salir y entrar con mayor facilidad a resolver los diferentes delitos. Otro tema importante a facilitar la atención serán los casos de violencia doméstica que se puedan presentar, las mujeres podrán asistir a realizar las denuncias con mayor beligerancia y rapidez, así como a las atenciones médicas especializadas que requieren estos casos.

Para el sector de la población femenina esta es una gran ventaja ya que la construcción de la obra les vendrá a facilitar los traslados en caso de denuncia por violencia intrafamiliar u otros delitos asociados al tema, y a su vez la policía podrá realizar con mayor frecuencia las entradas al sector para realizar las inspecciones y atención ante otros tipos de delitos que ya se están presentando.

#### **2.3.10. Servicios municipales.**

En el casco urbano del municipio, la alcaldía brinda el servicio de recolección de basura, sin embargo, en las áreas rurales la mayoría de los casos la población no les da ningún tratamiento a los desechos y en general la basura es arrastrada por las corrientes de las lluvias en invierno terminando por depositarse en la red hidrográfica contaminando el agua.

#### **2.3.11. Instituciones y organismos de la sociedad civil.**

El municipio de Pantasma cuenta con la presencia de las instituciones del estado tales como: Ministerio de Salud, Ministerio de Educación, Policía Nacional, Juzgado Local, Instituto Nicaragüense de Seguridad social, Instituto de Promoción Humana INPRHU.

También cuenta con instituciones financieras entre ellas Wester Union, Agentes Banpro, Agentes La Fise, FODEM, CEPRODEL y FUNDENUSE. Entre las Organizaciones no gubernamentales se mencionan las siguientes: OCTUPAN, Asociación de Mujeres Constructoras (MCA) y Proyecto La Fraternidad.

Toda la población urbana y rural hace uso de los servicios de las diferentes instituciones, en ese sentido también la construcción de la obra vendrá a beneficiar a este sector se estima que va a incrementar la demanda de usuarios.

#### **2.3.12. Desastres naturales.**

Esta es una zona montañosa en la que por causa de vientos es probable que se produzcan caída de árboles y posibles derrumbes a causa de lluvias ya que se logran identificar taludes inestables a lo largo de la zona de influencia directa e indirecta del proyecto.

### **2.3.13. Sitios Históricos, Arqueológicos y grupos Étnicos e indígenas identificados en la zona de influencia del Proyecto.**

Durante el recorrido por el tramo y los sectores aledaños no se identificaron sitios históricos, arqueológicos, ni grupos indígenas y étnicos que puedan ser les pueda causar daño durante y después de la obra, sin embargo, esta es una información que será corroborada por datos topográficos y la coordinación del Proyecto.

## **2.4. Caracterización socioeconómica de la zona.**

### **2.4.1. Plantaciones de granos básicos.**

Pantasma es un municipio que se identifica por ser un gran productor de Café y granos básicos; especialmente en esta zona de estudios la mayor parte de sus pobladores se dedican a las actividades ganaderas y agrícolas, principalmente a la siembra de granos básicos como lo son: maíz y frijol. En menor proporción se cultiva el cacao y hortalizas como: tomate, repollo, entre otros.

## **2.5. Número de encuestas.**

El número de encuestas dirigidas a la población que transita en las calles de las comunidades fue definido tomando como base la cantidad de población del mismo. Por lo tanto, se cuenta con los datos siguientes para calcular el tamaño de la muestra se utilizó la fórmula siguiente:

$$n = \frac{Z^2 \times P \times q \times N}{e^2 (N-1) + Z^2 \times p \times q} \quad (\text{Ec. 1})$$

#### **Dónde:**

**n:** tamaño de la muestra.

**N:** tamaño de la población= 57,499.00.

**P:** Proporción de éxito= 0.5.

**q:** proporción de error= 0.5.

**e:** error permitido= 0.10.

**Z:** Para el nivel de confianza del 95%, el valor estándar **Z** = 1.96.

$$n = \frac{1.96^2 (0.5)(0.5)(57,499)}{0.1^2 (57,499-1)+1.96^2 (0.5)(0.5)} = 95.88 \approx 96 \text{ encuestas}$$

## 2.6. Resultado de las encuestas.

Las encuestas se realizaron en las comunidades Pantasma- Hasta Comunidad EL Comal, tratando de distribuir su número entre toda la población: estudiantes, amas de casa y personas que viajaban al trabajo. El formato de la encuesta puede verse en el **anexo N°1, pág. I-II**.

### 2.6.1. Análisis de las encuestas.

De las encuestas realizadas se pueden obtener algunas conclusiones que ayuden a determinar el problema y como lo visualiza la mayoría de la población de la zona.

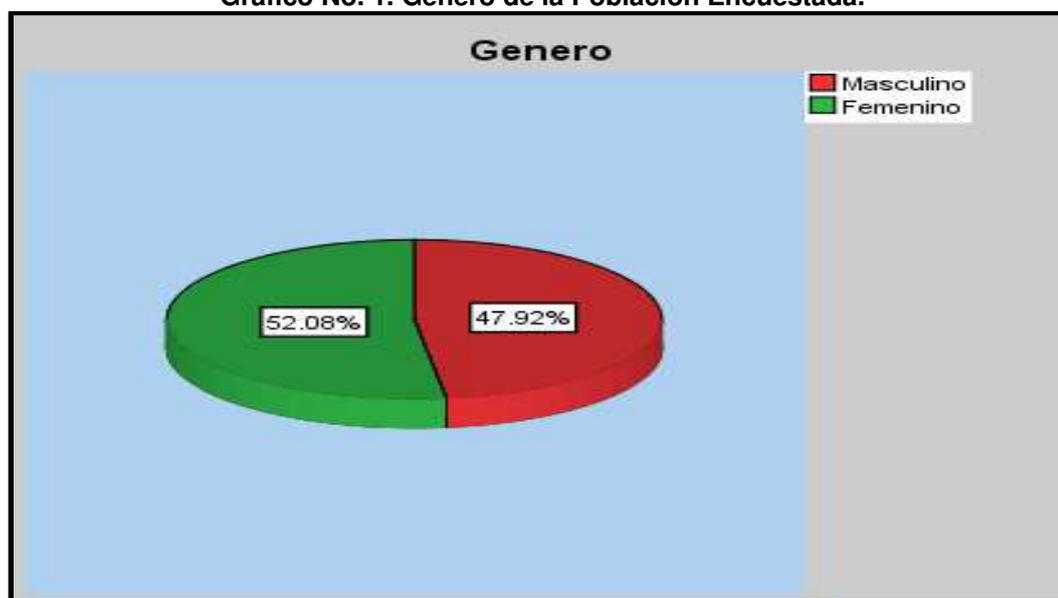
#### 2.6.1.1. Género de población.

**Cuadro No. 10. Género de la población encuestada.**

		GENERO		
		FRECUENCI A	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO
Válido	Masculino	46	47.92	47.9
	Femenino	50	52.08	100.0
	Total	96	100.0	

Fuente: IBM SPSS Statistics 24.

**Gráfico No. 1. Género de la Población Encuestada.**



Fuente: IBM SPSS Statistics 24.

De las entrevistas realizadas, se logró observar que un 52.08% de los entrevistados, son del sexo femenino y restante 47.92% son pertenecientes al sexo masculino.

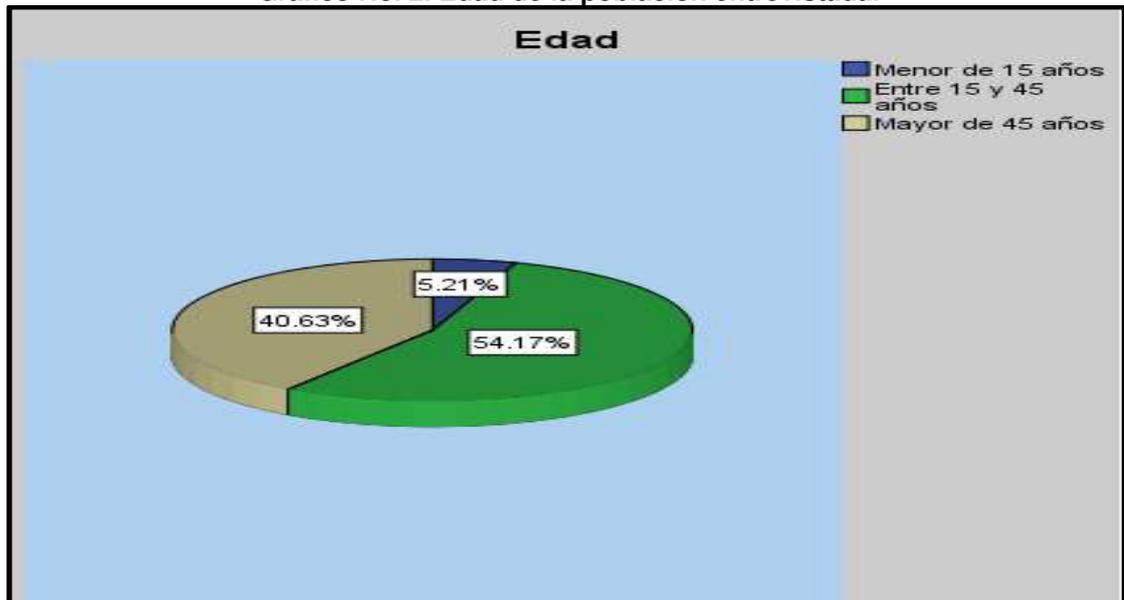
### 2.6.1.2. Rango de Edades de la población.

Cuadro No. 11. Edad de la población entrevistada.

EDAD DE LA POBLACIÓN		FRECUENCIA	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO
Válido	Menor de 15 años	5	5.20	5.2
	Entre 15 y 45 años	52	54.17	59.4
	Mayor de 45 años	39	40.63	100.0
	Total	96	100.0	

Fuente: IBM SPSS Statistics 24.

Gráfico No. 2. Edad de la población entrevistada.



Fuente: IBM SPSS Statistics 24.

A partir de los resultados de las encuestadas realizadas podemos decir, que de los entrevistados el 5.21 % eran menores de edad, el 40.63% poseían una edad mayor a los 45 años y el 54.17% de estos poseían una edad que rondaba entre los 15 a 45 años.

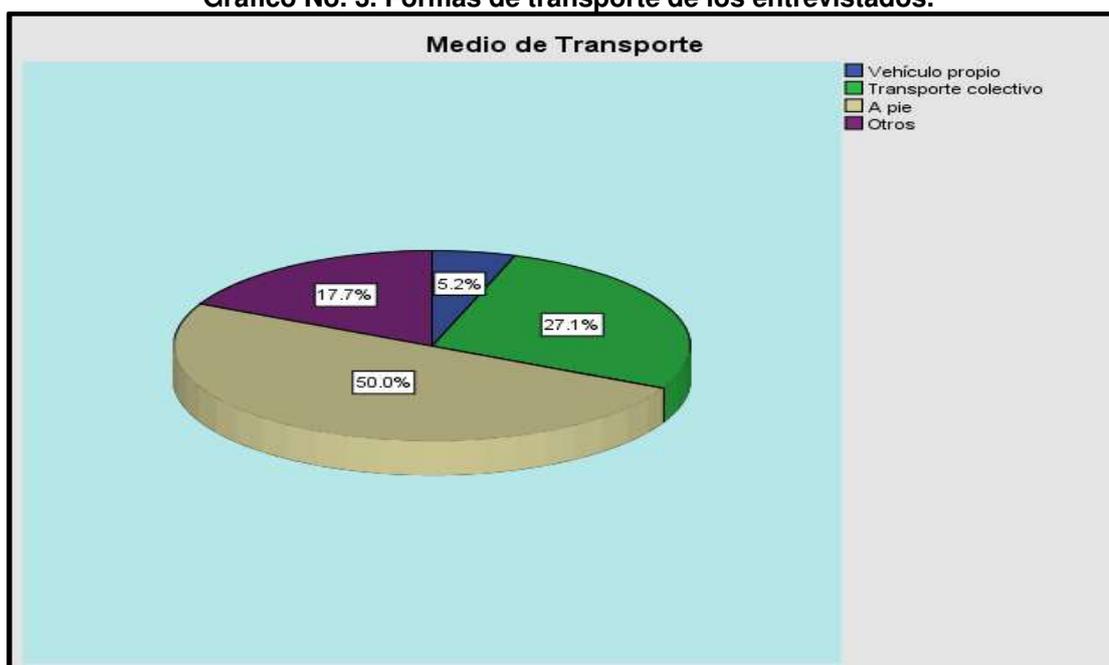
### 2.6.1.3. Medio de Transporte que se utiliza.

Cuadro No. 12. Medios de transportes que utilizan los entrevistados.

MEDIO DE TRANSPORTE				
		FRECUENCIA	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO
Válido	Vehículo propio	5	5.2	5.2
	Transporte colectivo	26	27.1	32.3
	A pie	48	50.0	82.3
	Otros	17	17.7	100.0
	Total	96	100.0	

Fuente: IBM SPSS Statistics 24.

Gráfico No. 3. Formas de transporte de los entrevistados.



Fuente: IBM SPSS Statistics 24.

Como resultado del gráfico 3, tenemos que el 27.1% de los encuestados utilizan el transporte colectivo, el 5.2% se movilizan en vehículo propio, el 17.7% utiliza otro medio de transporte tales como: moto, bicicleta, caballos, carretas etc, mientras que el 50% de los encuestados se moviliza a pies.

#### 2.6.1.4. Dificultad para Traslarse por el Tramo de Carretera.

Cuadro No. 13. Dificultades que poseen los entrevistados al trasladarse.

DIFICULTAD PARA TRASLADARSE POR CARRETERA				
		FRECUENCIA	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO
Válido	Si	79	82.29	82.3
	No	17	17.71	100.0
	Total	96	100.0	

Fuente: IBM SPSS Statistics 24

Gráfico No. 4. Dificultad de traslado.



Fuente: IBM SPSS Statistics 24.

Del grupo de entrevistados un total de 82.29% argumentaban que padecían dificultad de traslado, mientras un 17.71% de estos no consideraban que poseían dificultad al trasladarse.

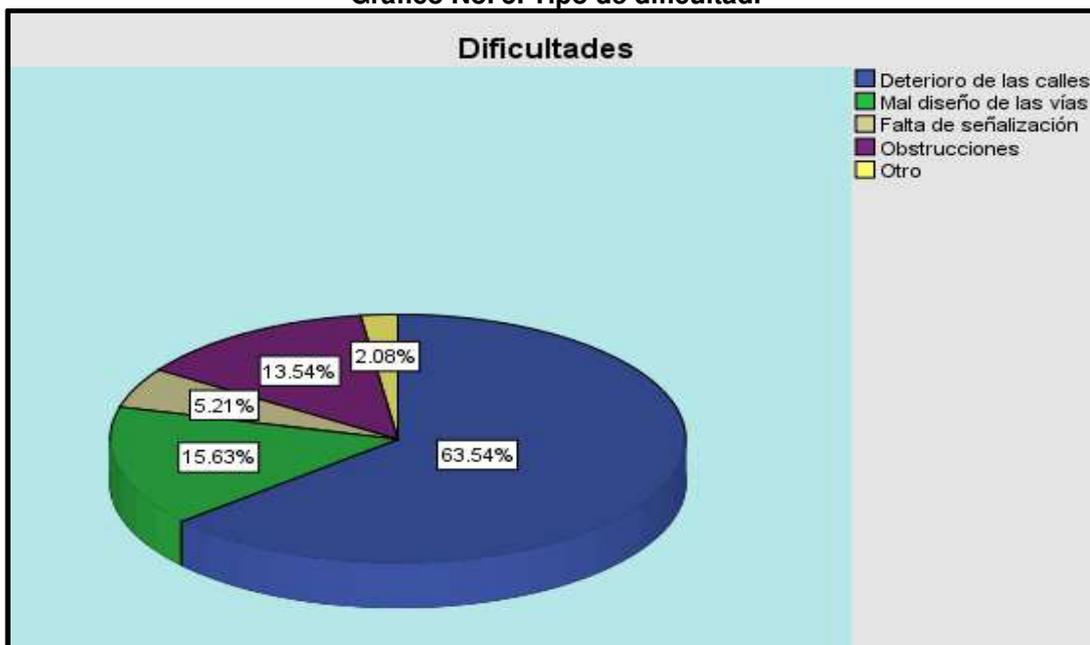
#### 2.6.1.5 Que dificultades tiene.

Cuadro No. 14. Dificultad de los entrevistados.

DIFICULTADES				
		FRECUENCIA	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO
Válido	Deterioro de las calles	61	63.54	63.5
	Mal diseño de las vías	15	15.63	79.2
	Falta de señalización	5	5.21	84.4
	Obstrucciones	13	13.54	97.9
	Otro	2	2.08	100.0
	Total	96	100.0	

Fuente: IBM SPSS Statistics 24.

**Gráfico No. 5. Tipo de dificultad.**



Fuente: IBM SPSS Statistics 24.

El 63.54% del grupo entrevistados aseguran que la principal dificultad que posee la vía es un total deterioró, el 15.63% creen que se debe al mal diseño de la vía, mientras un 13.54% piensa que esta posee muchas obstrucciones (Baches, Cárcavas, desgastes de la carpeta de rodamiento etc.), un 5.21% dice que necesita más señalizaciones, y por último el 2.08% señala que se debe a otra causa.

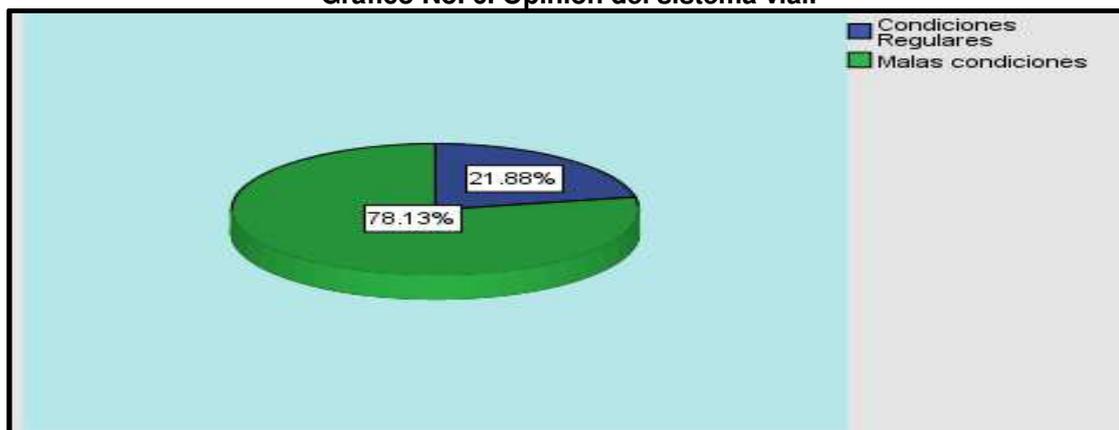
### 2.6.1.6 Opinión de la población sobre el estado de la vía.

**Cuadro No. 15. Opinión de la población sobre el estado de la vía.**

OPINIÓN DE LA POBLACIÓN SOBRE EL ESTADO DE LA VÍA				
		FRECUENCIA	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO
Válido	Condiciones Regulares	21	21.88	21.9
	Malas condiciones	75	78.13	100.0
	Total	96	100.0	

Fuente: IBM SPSS Statistics 24.

**Gráfico No. 6. Opinión del sistema vial.**



Fuente: IBM SPSS Statistics 24.

El 21.88% de los entrevistados consideran que el tramo de carretera está en una condición regular, pero esta necesita reparaciones, mientras el 78.13% restante piensa que este tramo está, en una condición completamente mala y piensa que es necesario reconstruirlo.

### 2.6.1.7 Problemas provocados por el mal estado del tramo.

**Cuadro No. 16. Problemas Provocados por el mal estado del tramo.**

		FRECUENCIA	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO
Válido	Enfermedades	4	4.17	4.2
	Deterioro de vehículos	53	55.21	59.4
	Retardo en la circulación	37	38.54	97.9
	Otro	2	2.08	100.0
	Total	96	100.0	

Fuente: IBM SPSS Statistics 24.

**Gráfico No. 7. Problemas Provocados por el sistema vial.**



Fuente: IBM SPSS Statistics 24.

El 55.21% de los encuestados piensan que el principal problema que provoca las malas condiciones del tramo es el deterioro de vehículos, el 38.54% piensa que es el retardo en la circulación, mientras que el 4.17% piensa que es la proliferación de enfermedades y el 2.08 % piensa que es otro problema.

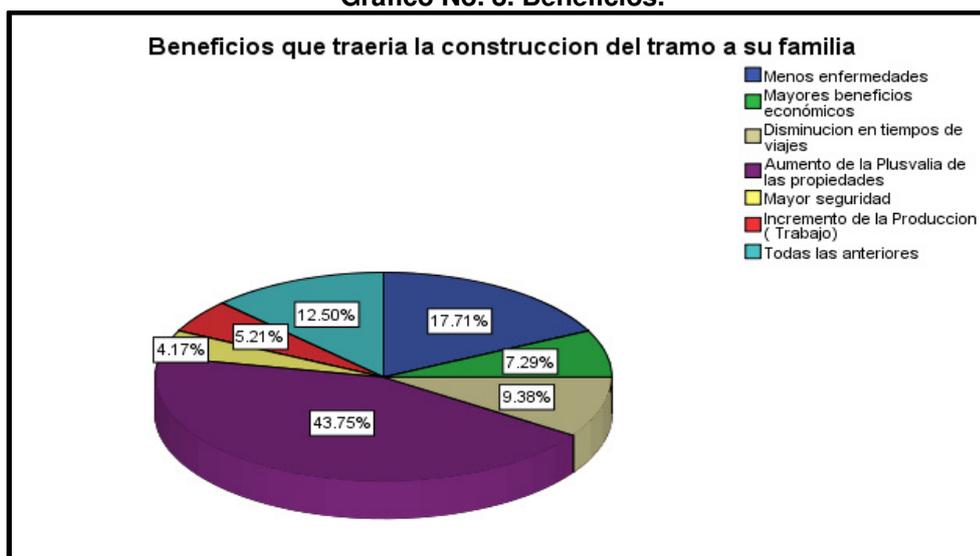
### 2.6.1.8 Beneficios que traerá la construcción del tramo.

**Cuadro No. 17. Beneficios que traerá construcción del tramo.**

<b>BENEFICIOS QUE TRAERA LA CONSTRUCCION DEL TRAMO A SU FAMILIA</b>				
		<b>FRECUE NCIA</b>	<b>PORCE NTAJE</b>	<b>PORCENTAJE ACUMULADO</b>
Válido	Menos enfermedades	17	17.71	17.7
	Mayores beneficios económicos	7	7.29	25.0
	Disminucion en tiempos de viajes	9	9.38	34.4
	Aumento de la Plusvalia de las propiedades	42	43.75	78.1
	Mayor seguridad	4	4.17	82.3
	Incremento de la Produccion ( Trabajo)	5	5.21	87.5
	Todas las anteriores	12	12.50	100.0
	Total	96	100.0	

Fuente: IBM SPSS Statistics 24.

**Gráfico No. 8. Beneficios.**



Fuente: IBM SPSS Statistics 24.

El 43.75% de los encuestados, creen que habrá un aumento de la plusvalía en las propiedades, el 17.71% piensa que habrá una reducción de las enfermedades, el 7.29% respondió que habrá mayores beneficios económicos, otro 5.21% dijo que habrá más trabajo y mayor producción, el 4.17% asegura que habrá más seguridad en la zona, y un 12.50% menciona que todas las respuestas anteriores son acertadas con respecto a los diferentes beneficios.

### 2.6.1.9 ¿Qué sugerencia o recomendación le daría a las autoridades del gobierno, para que el proyecto sea más exitoso y de acuerdo a las necesidades de la población?

**Cuadro No. 18. Sugerencia o recomendaciones.**

sugerencia o recomendación le daría a las autoridades del gobierno, para que el proyecto sea más exitoso y de acuerdo a las necesidades de la población				
Preguntas		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Válido	Que sea un trabajo rápido y bien ejecutado	60	62.50	62.5
	Establecer alianzas con el sector productivo de la zona	7	7.29	69.8
	Involucrar a la población en diferentes tomas de decisiones del gobierno	11	11.46	81.3
	Mantener al tanto a la población de futuros cambios en el proyecto	18	18.75	100.0
	Total	96	100.0	

Fuente: IBM SPSS Statistics 24.

**Gráfico No. 9. Recomendación.**



Fuente: IBM SPSS Statistics 24.

El 62.50% de los encuestados sugiere que sea un trabajo rápido y bien ejecutado, el 18.75% sugiere mantener al tanto a la población, de futuros cambios en el proyecto, el 11.46% recomienda involucrar a la población en las diferentes tomas de decisiones del gobierno y el 7.29% propone establecer alianzas con el sector productivo de la zona.

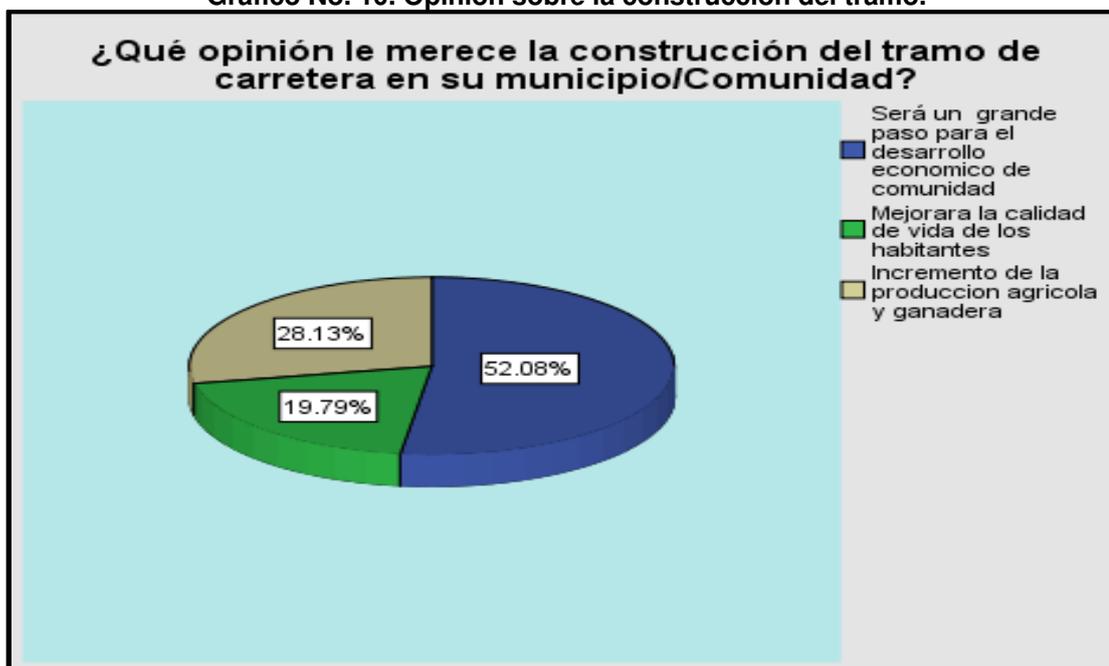
### 2.6.1.10 ¿Qué opinión le merece la construcción del tramo de carretera en su municipio/Comunidad?

Cuadro No. 19. Opinión merecida el mejoramiento del tramo.

¿Qué opinión le merece la construcción del tramo de carretera en su municipio/Comunidad?				
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Válido	Será un gran paso para el desarrollo económico de comunidad	50	52.1	52.1
	Mejorará la calidad de vida de los habitantes	19	19.8	71.9
	Incremento de la producción agrícola y ganadera	27	28.1	100.0
	Total	96	100.0	

Fuente: IBM SPSS Statistics 24.

Gráfico No. 10. Opinión sobre la construcción del tramo.



Fuente: IBM SPSS Statistics 24.

La opinión de los encuestadores revelo que el 52.08% será un gran paso para el desarrollo económico de la comunidad, el 28.13% cree que habrá un incremento de la producción tanto agrícola como ganadera de la zona, por otro lado, el 19.79% opina que mejorara la calidad de vida de los habitantes en el área de influencia.

## **2.7. Marco lógico.**

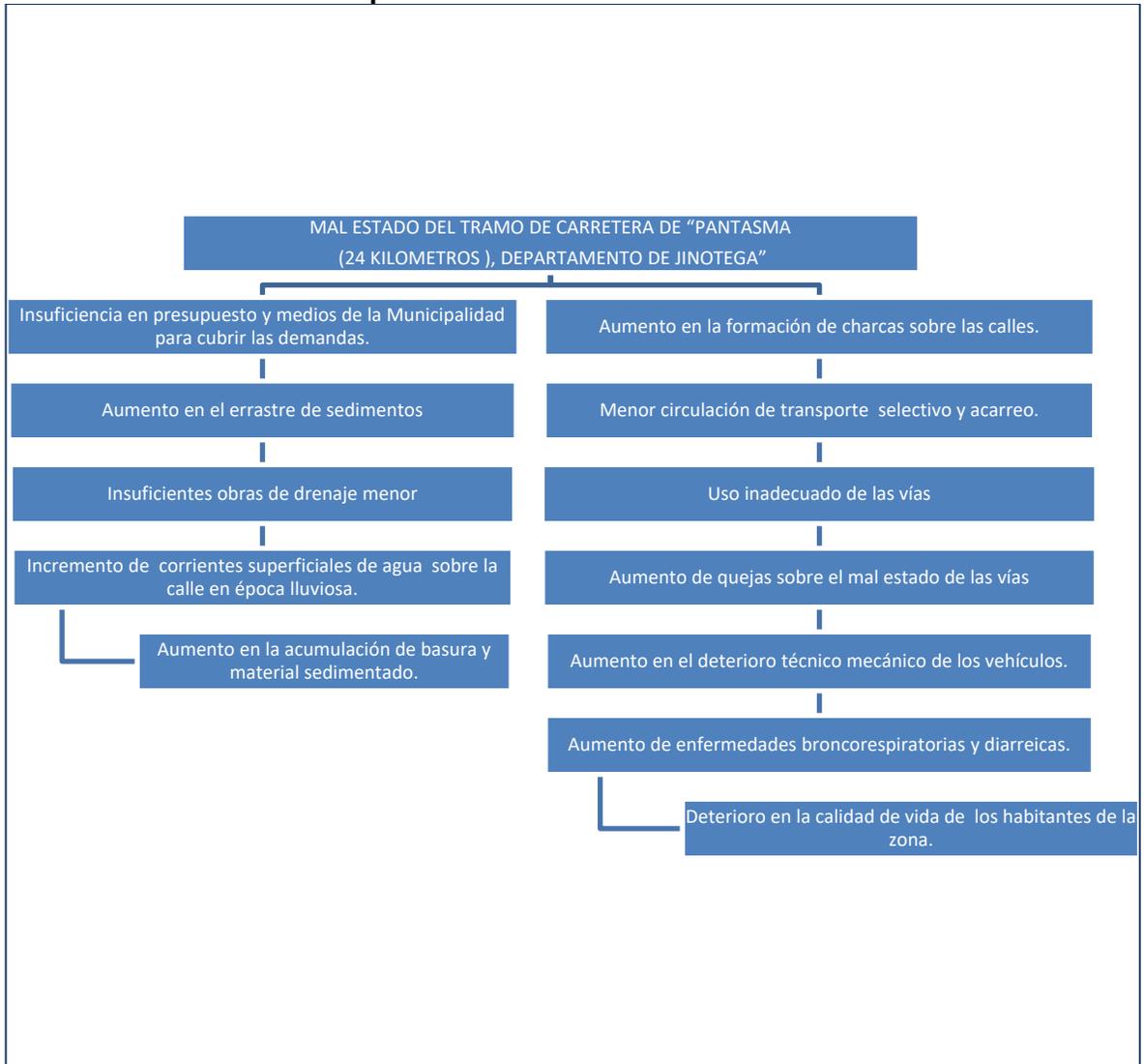
El marco lógico es una herramienta para facilitar el proceso de conceptualización, diseño, ejecución y evaluación de proyectos. Su propósito es brindar estructura al proceso de planificación y comunicar información esencial relativa al proyecto. Puede utilizarse en todas las etapas de preparación del proyecto: programación, identificación, orientación, análisis, presentación ante los comités de revisión, ejecución y evaluación ex-post.

El proceso del Marco Lógico comprende siete fases:

1. Análisis de involucrados o de partes interesadas en el proyecto.
2. Análisis de problemas (imagen de la realidad o de la situación actual).
3. Análisis de objetivos (imagen del futuro o de la situación deseada).
4. Análisis de alternativas (comparación de diferentes opciones combinadas para el logro del objetivo del proyecto).
5. Estructura Analítica del Proyecto (EAP).
6. Diseño de la Matriz del Marco Lógico.
7. Evaluación.

### 2.7.1. Árbol de problema.

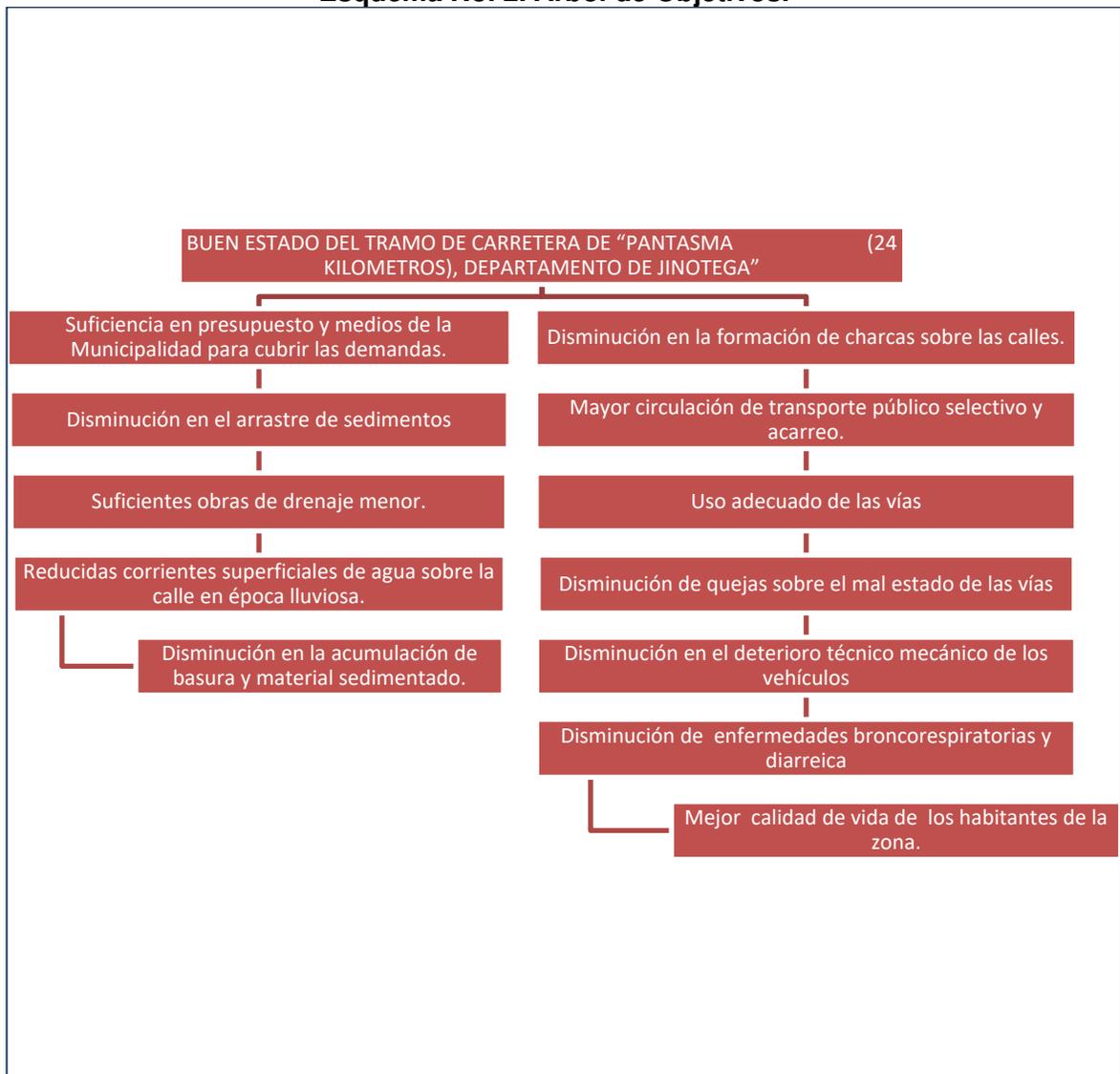
Esquema No. 1. Árbol de Problema.



Fuente: Elaborado por sustentantes.

## 2.7.2. Árbol de objetivos.

Esquema No. 2. Árbol de Objetivos.



Fuente: Elaborado por sustentantes.

### 2.7.3. Matriz de marco lógico.

**Cuadro No. 20. Matriz de marco lógico (Objetivos).**

<b>Objetivos</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Medios de verificación</b>	<b>Supuestos</b>
<b>Fin:</b>			
Mejor calidad de vida de los habitantes de la zona Pantasma y demás Comunidades.	Aumento del sentimiento de bienestar de la población.	Encuestas a los pobladores.	Que la Alcaldía de Pantasma construya las obras necesarias para mitigar los problemas del mal estado de las calles.
Disminución en el deterioro técnico mecánico de los vehículos.	Aumentado en un 20 % la afluencia vehicular y peatonal.	Encuestas a los pobladores.	Buena funcionalidad de las obras construidas en el proyecto
Disminución de enfermedades bronco-respiratorias y diarreicas.	Reducida las afecciones de las enfermedades bronco – respiratorias y diarreicas en un 70 % 6 meses después de finalizado el proyecto.	Encuestas a los pobladores Informes del MINSA	La población tiene conciencia de que es perjudicial para su salud botar la basura en lugares inadecuados y produce mala imagen al sector.
Disminución de quejas sobre el mal estado de las vías.	Reducir en un 80 % las quejas a causa de la acumulación de basura y calles en mal estado.	Encuestas a los pobladores Visitas al sitio	Que la población no bote basura en sitios inapropiados.

Fuente: Elaborado por sustentantes.

**Cuadro No. 21. Matriz de marco lógico (Propósito).**

<b>Propósito:</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Medios de verificación</b>	<b>Supuestos</b>
<p>Mejorar el estado físico del tramo de carretera Pantasma de (24 kilómetros)</p>	<p>Mejorar el tramo contemplado a 7 meses de iniciado el proyecto.</p>	<p>Actas de recepción final. Visitas al sitio. Visitas de Campo, fotografías, Opinión de beneficiarios oral y escrita Evaluación del Proyecto ejecutado</p>	<p>Que exista disponibilidad de recursos financieros instituciones financieras (Banco Mundial, BID, BECIE, CEU, Naciones Unidas), gobierno central y alcaldía. Existe coordinación interinstitucional. Participación de la población.</p>

Fuente: Elaborado por sustentantes.

**Cuadro No. 22. Matriz de marco lógico (Componentes).**

<b>Componentes:</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Medios de verificación</b>	<b>Supuestos</b>
1. Calles Revestidas, mediante carpeta Asfáltica de 10 centímetros de espesor.	Revestir el 100 % del tramo contemplado en la etapa de diseño después de 6-7 meses de iniciado el proyecto.	Informes de avances de obras.	Que el gobierno municipal consiga los recursos financieros.
2. Construidas las Obras de drenaje menor en los lugares donde se ameriten.	Construir el 100 % de los vados 9 semanas después de iniciado el proyecto.	Visitas al sitio.	Que las obras a construir funciones correctamente.
3. Construidas las Obras de drenaje mayor en los lugares donde se ameriten.	Instaladas el 100 % de las señales de tránsito antes de la finalización del proyecto.		La población tiene conciencia de utilizar correctamente las señales de tránsito
4. Instaladas las señales de tránsito informativas y reglamentarias.			Visitas al sitio

Fuente: Elaborado por sustentantes.

**Cuadro No. 23. Matriz de marco lógico (Actividades).**

<b>Actividades:</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Medios de verificación</b>	<b>Supuestos</b>
Realizar el diseño geométrico y de pavimento del tramo en estudio para pavimentar y las obras de drenaje menor.	Realizado el 100% del diseño del tramo a un 6-7 meses después de iniciado el proyecto.	Informes periódico de avances.	Equipo técnico capacitado con los conocimientos necesarios.
Dotar el tramo de una carpeta de rodamiento adecuada (Asfalto).	Realizado el movimiento de tierra con las especificaciones técnicas requeridas a las 5 semanas después del inicio del proyecto	Encuestas en situ Sondeos manuales del terreno en situ Contratos de ejecución.	Existencia de disponibilidad financiera maquinaria en buen estado. Que el banco de material selecto proporcione la cantidad de material requerido
Construir obras de drenaje Mayor y menor que contribuyan al escurrimiento de las aguas.	Costo total de las 10 obras de drenaje mayor  <b>C\$ 110,814,431.2</b>	Contratos de ejecución. Actas de recepción final. Libro de bitácora.	Que no existan impugnaciones de los procesos de licitación. Que el gobierno municipal consiga los recursos financieros para ejecutar el proyecto.
Instalación de señales de tránsito reglamentarias e informativas.	Costo de instalación de señalización a lo largo de la vía  <b>C\$ 12,844,948.54</b>	Señales de tránsito instaladas. Registros de la Policía. Consultas a la población.	Que existan fondos disponibles. La policía cuenta con el recurso humano y financiero para cubrir la demanda.

Fuente: Elaborado por sustentantes.

# CAPÍTULO III ESTUDIO TÉCNICO

### 3.1. Localización del proyecto.

#### 3.1.1. Macro-Localización.

La carretera se encuentra ubicada en el departamento de Jinotega -Pantasma a 211 km de la Capital de la República de Nicaragua, justamente en final del adoquinado de Santa María de Pantasma, Kilómetro 211+17 estación 0+000 y finaliza en el kilómetro 235+17 estación 24+000 en la comunidad el Comal. El tramo en estudio está localizado en las coordenadas geográficas estación inicial: 13°34'851.3"N 85°94'1.0"W y finalizando en la estación final: 13°29'28.5"N 85°49'56.5"W.

Imagen 1. Macro-Localización. del Proyecto (Departamento Jinotega).

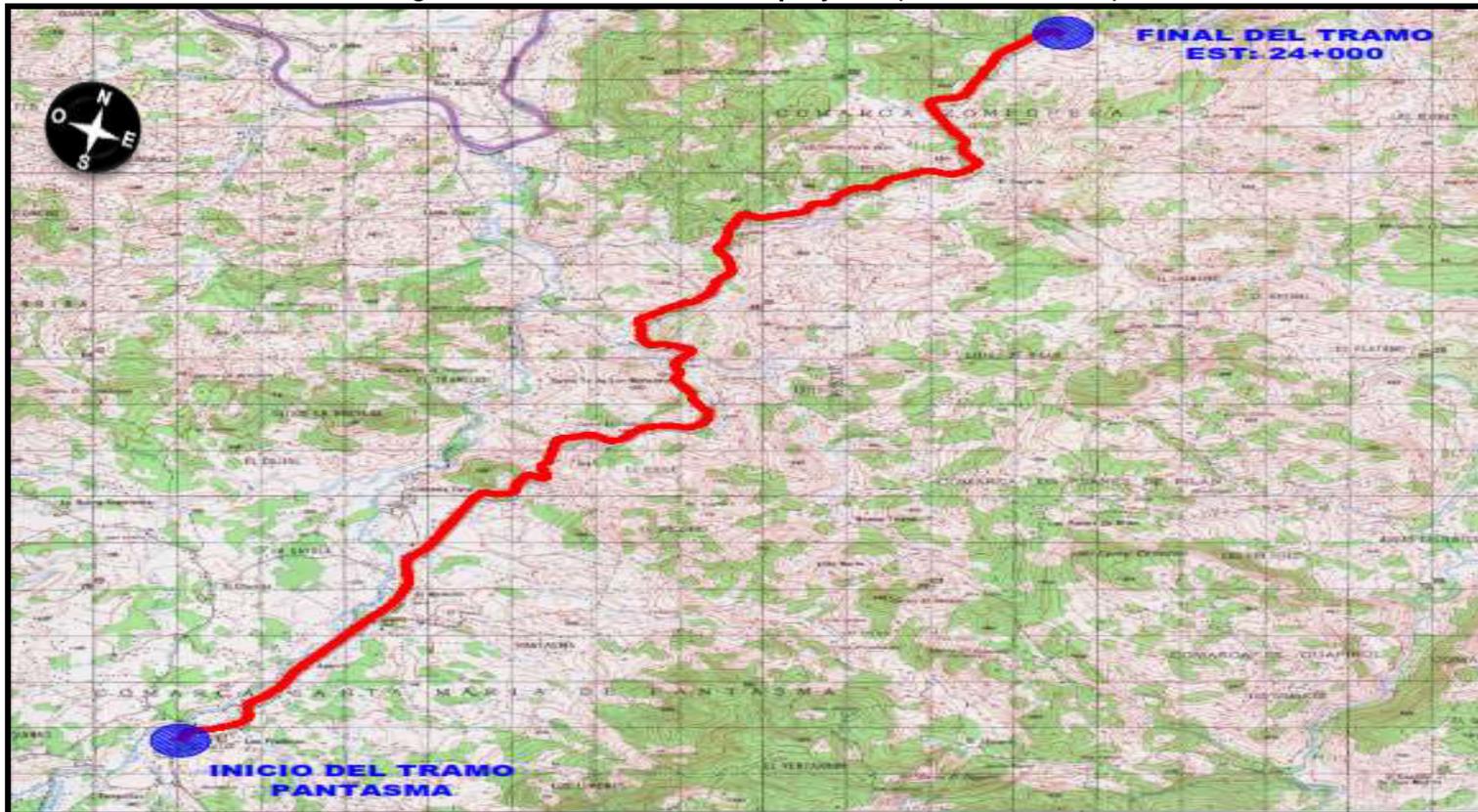


Fuente: Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales, INETER.

### 3.1.2. Micro Localización.

El proyecto inicia en Pantasma Est:(0+000) y termina en la Comunidad el Comal Est:(24+000).

Imagen 2. Micro-Localización del proyecto (Tramo Pantasma).



Fuente: Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales INETER (plano geodésico sin escala).

El tramo se localiza en las coordenadas geográficas siguientes:

**Cuadro No. 24. Coordenadas del tramo.**

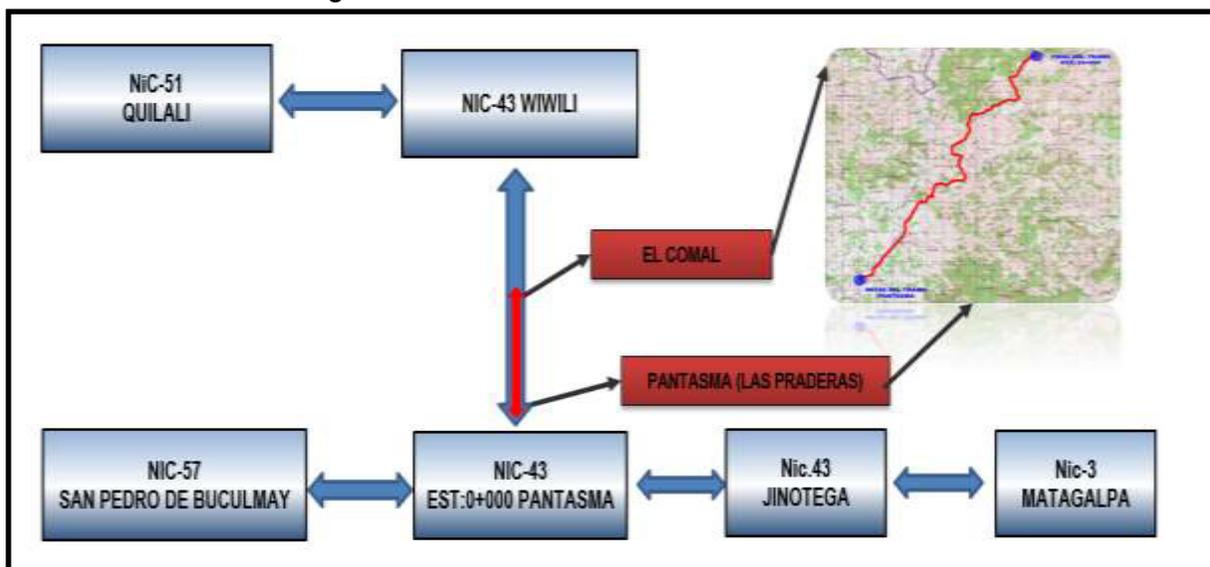
Kilómetro	Coordenadas	Estación	Norte	Este
PKm 211+17	Coordenadas de inicio	0+000	13°34'851.3"N	85°94'1.0"W
PKm 235+17	Coordenadas del final	24+000	13°29'28.5"N	85°49'56.5"W

Fuente: Elaborado por Sustentantes.

La localización del tramo en estudio presenta una red de caminos importantes en la región del norte de Nicaragua (Jinotega). A lo largo del camino se encuentran las comunidades Malecón, El Guácimo, Estancia Cora, El Chile y Zompopera indirectamente también se encuentran cinco comunidades más las cuales son: Santa Cruz, El Bojazo, Santa Rosa, Kilambé y Wiwili que también se verán beneficiadas con la construcción de dicho tramo.

De igual forma, el camino favorecerá el acceso a destinos turísticos como el Lago de Apanas y la Reserva natural Cerro Dantali (El Diablo), así como a grandes extensiones de siembra de maíz y frijoles.

**Imagen No. 3. Localización del Tramo en Estudio.**



Fuente: Elaborado por Sustentantes.

### 3.2. Tamaño del Proyecto.

El proyecto consistirá en la construcción del tramo de camino de 24 kilómetros, con el objetivo de proveer los recursos necesarios para mejorar la calidad de vida de toda la población cercana, mediante la formación de una estructura de pavimento Flexible compuesta por **carpeta Asfáltica**, apoyados sobre una base y una Subbase Granular, con el fin de mejorar el nivel de vida de los pobladores que circulan para comunicarse con otras áreas urbanas, mediante la reducción de los costos de transportes y costos de producción de la zona de influencia del proyecto.

En su recorrido el proyecto atraviesa por las comunidades: El Aserrío, Estancia Cora, Malecón, El Guácimo, El Chile, La Pintada, zompopera, El Bojazo hasta llegar a la comunidad el Comal, con una longitud total de 24 kilómetros.

La sección Típica estará conformada por dos **carriles** de **3.50 metros** de ancho, con hombros de **1.00 metros**, cunetas urbanas de **0.60 metros** de ancho y andenes peatonales de **1.20 metros**. El ancho total de rodamiento de la vía es de **7.00 metros**, la vía está clasificado como colectora secundaria o colectora rural y pertenece a la **NIC. 43**.

Imagen No. 4. Sección Urbana del Tramo en Análisis – Sin Hombros.



Fuente: Elaborado por Sustentantes.

### **3.3. Estudio de tráfico.**

#### **3.3.1. Volumen y clasificación.**

Para recolectar los datos de campo del Conteo Vehicular, se situó una estación de aforo en la (Est:0+000), con adecuada visibilidad la cual no está en pendiente ni en curva y con suficiente ancho de hombros, de manera que permitió captar el 100% del tráfico vehicular en ambos sentidos. Para registrar estos datos los sustentantes se colocaron en la estación 0+000 inicio del tramo Pantasma (las praderas). La clasificación vehicular en la estación de aforo comprendió los vehículos Livianos, Vehículos Pesados de Pasajeros y los Pesados de Carga. **(Ver anexos, Cuadros No. 150 -No. 151, pág. XXXIII Y XXXIV)**

Se realizó tres días de conteo y clasificación vehicular, en las tres estaciones con una duración de 12 horas continuas de conteo y clasificación, comenzando la actividad el día sábado 14 de abril del 2018 al lunes 16 de abril del 2018, entre las 06:00 y 18:00 horas, de forma que fueron muestrearon días altos (lunes), y fin de semana (sábado y domingo) durante 12.0 horas continuas. Los sitios de ubicación de las estaciones donde se realizaron estos conteos de tráfico

#### **3.3.2. Factores de Ajuste, Diario, Semanal y de Expansión.**

Se identificó que la estación más cercana al tramo es la de corta duración ECD (Pantasma las praderas), existen registros históricos de TPDA del tramo en estudio Pantasma (las praderas) en los archivos de conteos volumétricos del MTI sin embargo estos registros son muy dispersos por lo cual no podría estimarse una tasa de crecimiento confiable para la proyección del tráfico vehicular.

Cabe mencionar la estación Pantasma las Praderas (ECD) es la más cercana al tramo de estudio, sin embargo, además de no presentar registros históricos consecutivos a lo largo de los años, tampoco presenta factores de ajustes para proyectar nuestro tráfico vehicular, por lo cual se tuvo que identificar la estación de mayor cobertura correspondiente a dicho tramo, según la dependencia de la estación Pantasma las praderas, Ver tabla a continuación.

**Cuadro No. 25. Estación de Mayor Cobertura Identificada para el Tramo Pantasma.**

<b>1802 San Marcos - Masatepe</b>	NIC-40	4001	ECS	50.0	Emp. El Transito - El Transito - La Gloria
	NIC-41	4101	ECS	180.0	Emp. San Gabriel - Sisle
	NIC-41	4109	ECS	182.6	Sisle - La Porrira
	NIC-41	4110	ECS	189.0	La Porrira - Emp. Las Cruces
	NIC-43	4301	ECD	175.0	Llano de la Cruz - Emp. Dantali
	NIC-43	4301B	ECD	179.5	Emp. Dantali - Cuyali
	NIC-43	4305	ECS	191.0	San Jose - Asturias No-2
	NIC-43	4306	ECS	194.7	Asturias No-2 - Emp. Los Cedros
	NIC-43	4303	ECS	195.2	Emp. Los Cedros - Las Cruces
	NIC-43	4102	ECS	205.0	Emp. Las Cruces - Pantasma
	NIC-43	4112	ECS	214.8	Pantasma - Bocas de Vilán
	NIC-43	4104	ECS	230.0	Bocas de Vilán - Emp. Maleconcito

Fuente: Anuario de Aforo del MTI-2016.

Se escogió la estación de mayor cobertura san marcos Carazo debido a que las estaciones de corta duración (ECD) y estaciones de conteo sumario (ECS) cercanas al tramo no poseen registros suficientes y continuos para realizar las correlaciones pertinentes y obtener una tasa de crecimiento ajustado a la realidad, como lo era la estación Pantasma bocas de vilan(ECS) y otras cercanas de conteo sumario y corta duración, por lo cual se decidió utilizar según sus vectores de correspondencia su dependencia la EMC 1802 ( SAN MARCOS CARAZO) en base al punto donde se realizó el conteo vehicular (Pantasma), el cual registro según una correlación de sus variables una confiabilidad del 93%, comparada con las estaciones ECD y ECS que están por debajo del 70% de confiabilidad para hacer uso de dichos valores, lo que la cataloga como muy poco confiable para utilizar datos de dichas estaciones (ECD y ECS).

### **3.3.3 Cálculo del tráfico promedio diario anual (TPDA).**

#### **3.3.3.1 Factores de ajustes para estimación del TPDA.**

Es importante tener un conocimiento de las características de las estaciones de mayor cobertura (EMC), definidas en el Anuario de tráfico del ministerio de transporte e infraestructura MTI.

En el **cuadro No. 26** a continuación se muestran los porcentajes de lo referido a los vehículos livianos, pesados y articulados de las 11 estaciones de mayor cobertura (EMC), con los TPDA más recientes (2016).

**Cuadro No. 26. Porcentaje Vehicular por Estaciones de Mayor Cobertura.**

EST.	NOMBRE DEL TRAMO	TPDA	Total Pesados	Σ Tx-Sx y Cx-Rx	% de Livianos	% de Pesados	% Tx-Sx y Cx-Rx Vehículos de carga
101B	Zona Franca - La Garita	26,585	6,314	938	76.1%	23.8%	14.9%
1205	Emp. Chichigalpa - Rotonda Chinandega	11,603	2,980	1,090	73.9%	25.7%	36.6%
401	Masaya - Granada	10,060	1,170	70	88.2%	11.6%	6.0%
200	Entrada al INCAE - El Crucero	9,466	1,474	442	84.3%	15.6%	30.0%
1802	San Marcos - Masatepe	8,500	982	81	88.3%	11.6%	8.2%
107	Sebaco - Emp. San Isidro	6,935	1,744	424	74.5%	25.2%	24.3%
300	Sebaco - Quebrada Honda	6,496	1,667	207	74.2%	25.7%	12.4%
2803	Nagarote - La Paz Centro	6,487	2,357	1,142	63.1%	36.3%	48.5%
2404	Chinandega - Corinto	4,694	1,532	987	67.1%	32.6%	64.4%
2400	Chinandega (Rotonda) - Rancheria	4,215	763	230	80.6%	18.1%	30.1%
700	Emp. Camoapa - Tecolostote	3,156	1,129	208	63.8%	35.8%	18.4%

Fuente: Anuario de Tráfico 2016. MTI.

En el cuadro N° 28, se presentan los resultados del TPD de 12 horas, de la estación de aforo Est 0+000 (Pantasma), cuyo conteo y clasificación arroja un resultado del 65 % del total de vehículos son vehículos livianos, el 7 % corresponden a vehículos de transporte público de pasajeros, y el 28 % correspondían a pesados de carga y 0.47% corresponden a los vehículos agrícolas.

**Cuadro No. 27. Datos del tráfico que circula por el tramo Pantasma.**

Estación 0+000 (Ambos Sentidos – 12 horas).					
Tipo de Vehículo	Vehículos Livianos	Pesados de Pasajeros	Pesados de Carga	V.A	Total
Sábado	156	32	84	3	275
Domingo	149	0	61	1	211
Lunes	253	24	91	0	368
<b>Total</b>	<b>558</b>	<b>56</b>	<b>236</b>	<b>4</b>	<b>854</b>
<b>% Vehículos</b>	<b>65%</b>	<b>7%</b>	<b>28%</b>	<b>0.47%</b>	<b>100%</b>

Elaborado por Sustentantes.

A continuación, se muestra el consolidado del conteo vehicular realizado en la Est:0+000, según su clasificación vehicular por Día (TPD de 12.0 horas - vpd).

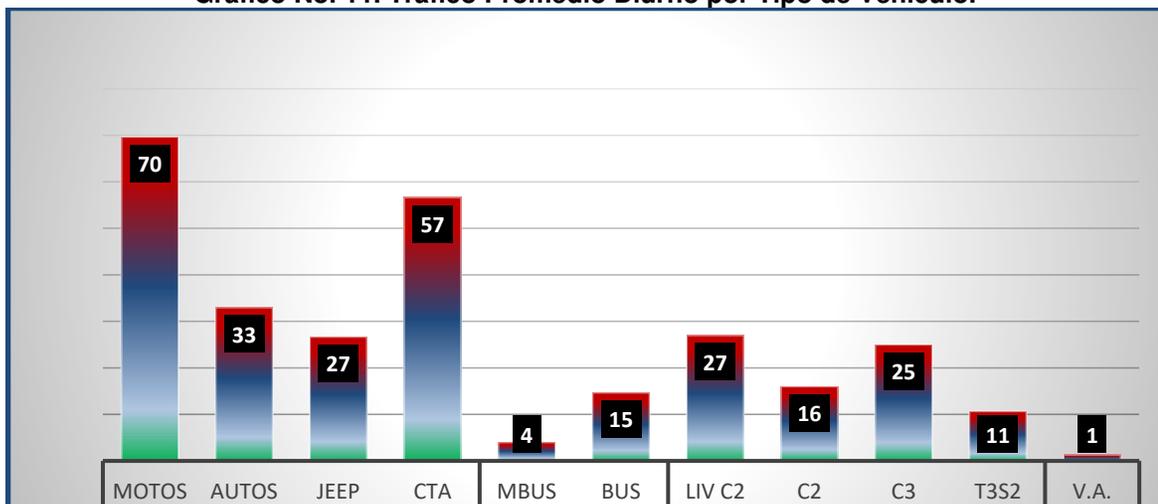
**Cuadro No. 28. Clasificación Vehicular Pantasma.**

ESTACION: PANTASMA LAS PRADERAS Est: (0+000)												
Días	Vehículos Livianos				Pesados de Pasajeros			Pesados de Carga			E.P	TOTAL
	Moto	Autos	Jeep	Cta	Mbus	Bu s	Liv C2	C2	C3	T3-S2	V.A	
Sábado	61	19	15	61	9	23	23	18	30	13	3	275
Domingo	61	16	37	35	0	0	26	4	23	8	1	211
Lunes	87	64	28	74	3	21	32	26	22	11	0	368
Total	209	99	80	170	12	44	81	48	75	32	4	854
%	24%	12%	9%	20%	1%	5%	9%	6%	9%	4%	0.47%	100%
TPDIS1 (2 hrs)	70	33	27	57	4	15	27	16	25	11	1	285

Elaborado por Sustentantes.

El vehículo que mayor presencia dentro del flujo de Tráfico, son las motos con el 24 %, seguida por las camionetas Pick Ups con el 20 %, seguida por los autos con el 12 %, los Jeep con el 9 %. Entre los vehículos pesados de carga el de mayor presencia es el camión C2 liviano y el C2, con el 16 % y los camiones pesados del tipo C3 con el 9 % y los articulados con el 4 %. Posterior se realizó un gráfico con los datos del conteo vehicular para poder apreciar de manera más puntual y representativa el comportamiento del tránsito promedio Diurno (12 horas) por tipo de vehículos de acuerdo con su clasificación vehicular.

**Gráfico No. 11. Tráfico Promedio Diurno por Tipo de Vehículo.**



Fuente: Elaborado por Sustentantes.

En el (**Gráfico No 11**) se puede notar la prevalencia de vehículos Livianos entre ellos las motos (70 vpd), en segundo orden las camionetas (57 vpd) y en tercer orden los autos (33 vpd), luego los vehículos pesado entre ellos camiones C2 Liv. (27 vpd) y el C3 (25 vpd), por ultimo tenemos a los vehículos de pasajeros de los cuales predomina el Bus (15 vpd).

El trafico promedio diurno semanal (TPDiS), correspondiente al tramo de análisis, en un periodo de 3 días (sábado, domingo y lunes) resulta de 285 vpd.

De la EMC 1802 San Marcos -Masatepe, se utilizaron los factores de ajuste pertenecientes al primer cuatrimestre (Enero – Abril). **Ver cuadro No 29:**

**Cuadro No. 29. Factores Estación de Mayor Cobertura EMC 1802.**

Factores del primer cuatrimestre del año Enero - Abril																	
Descripción	Moto	Carro	Jeep	Camioneta	Micro Bus	Mini Bus	Bus	Liv. 2-5 L.	C2	C3	Tx-Sa<=4	Tx-Sa>5	Cx-Rx<=4	Cx-Rx>5	V.A	V.C	Otros
Factor Día	1.38	1.46	1.33	1.33	1.31	1.32	1.34	1.31	1.35	1.23	1.00	1.54	1.00	1.00	1.00	1.00	1.43
Factor Semana	1.00	1.11	1.11	1.03	0.98	0.96	0.94	0.93	0.88	0.88	1.00	0.89	1.00	1.00	1.00	1.00	1.25
Factor Fin de Semana	1.01	0.80	0.80	0.92	1.04	1.10	1.17	1.24	1.54	1.55	1.00	1.45	1.00	1.00	1.00	1.00	0.67
Factor Expansión a TPDA	1.01	0.95	0.89	0.98	0.98	0.96	0.95	0.91	0.85	0.95	1.00	0.63	1.00	1.00	1.00	1.00	1.08

Factores del segundo cuatrimestre del año Mayo - Agosto																	
Descripción	Moto	Carro	Jeep	Camioneta	Micro Bus	Mini Bus	Bus	Liv. 2-5 L.	C2	C3	Tx-Sa<=4	Tx-Sa>5	Cx-Rx<=4	Cx-Rx>5	V.A	V.C	Otros
Factor Día	1.36	1.49	1.37	1.32	1.30	1.20	1.29	1.29	1.22	1.20	1.00	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.11
Factor Semana	0.96	1.04	1.02	1.01	0.94	0.96	0.91	0.92	0.86	0.88	1.00	0.87	1.00	1.00	1.00	1.00	1.03
Factor Fin de Semana	1.13	0.90	0.96	0.98	1.17	1.13	1.35	1.27	1.68	1.51	1.00	1.64	1.00	1.00	1.00	1.00	0.93
Factor Expansión a TPDA	1.02	1.00	0.94	0.98	0.97	1.00	0.98	0.95	1.11	0.94	1.00	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.16

Fuente: Anuario de Tráfico 2016. MTI.

### 3.3.4 Información Básica para el Cálculo del TPDA.

Los conteos de 12 horas se expandieron a Tráfico Promedio Diurno de 24 horas, haciendo uso del factor día, luego se calculó el Tráfico Promedio Diario Anual TPDA, para ello se utilizó el factor semana y el factor expansión ya que el conteo realizado fue de 3 días, cabe mencionar que el factor fin de semana no fue utilizado ya que contamos con un conteo de (sábado y domingo) los factores utilizados fueron los del primer cuatrimestre del año 2016 estación EMC N° 1802, San Marcos-Masatepe (**Ver cuadro No. 30, pág. 43**).

### 3.3.5 Cálculo del TPDA.

Trafico Promedio Diario Anual (TPDA) Es la unidad de medida habitual para indicar el uso o importancia de una carretera y se expresa en número de vehículos.

**Cuadro No. 30. Tráfico Promedio Diario.**

Tipo Veh.	Vehículos Livianos				Veh Pesados de Pasajeros			Vehículos de Carga				E.P	Total
Factor	Moto	Auto	Jeep	Cta	Mb< 15 P	Mb> 15 P	Bus	Liv C2	C2	C3	T3S2	V.A	
<b>TPDiS</b>	70	33	27	57	4	0	15	27	16	25	11	1	<b>285</b>
<b>FD</b>	1.38	1.46	1.33	1.33	1.3	1.32	1.34	1.31	1.35	1.23	1.54	1.00	
<b>FS</b>	1.0	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	
<b>FE</b>	1.01	0.95	0.89	0.98	0.98	0.96	0.95	0.91	0.95	0.95	0.63	1.00	
<b>TPDA</b>	98	51	36	77	5	0	18	30	19	26	10	2	<b>372</b>
<b>% TPDA</b>	26.3%	13.7%	9.68%	20.70%	1.34%	0.0%	4.8%	8.065%	5.1%	7.0%	2.69%	0.5%	
	<b>40%</b>				<b>6%</b>			<b>23%</b>				<b>1</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaborado por Sustentantes.

#### Dónde:

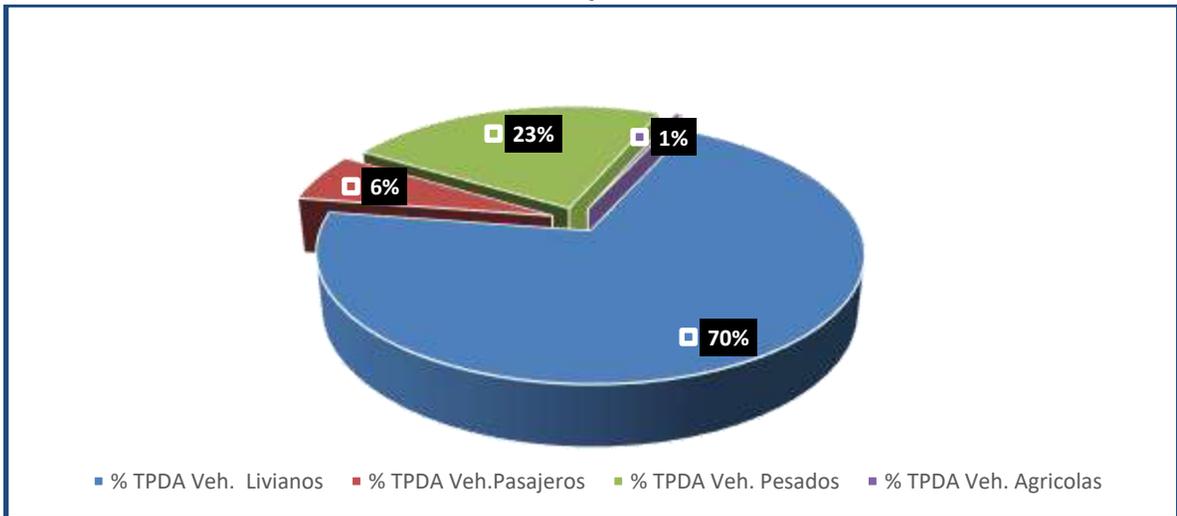
**TPDi<sub>12 horas</sub>** = Tráfico promedio diurno.

**FD**= Factor día (Expansión de 12 horas a 24 horas).

**FS**= Factor Semana.

**FE**= Factor Expansión (Expansión a TPDA).

**Gráfico No. 12. Composición Vehicular.**



Fuente: Elaborado por Sustentantes.

A partir de los resultados de clasificación vehicular de campo, se procedió a determinar la composición vehicular de la muestra, la cual está conformada por vehículos livianos 70%, vehículos de pasajeros 6%, vehículos pesados 23%, vehículos agrícolas 1% para un total de 100%.

### **3.4. Distribución Direccional del Tráfico.**

#### **3.4.1. Tramo: Pantasma (24 Kilómetros).**

La distribución direccional del Tráfico en el tramo del camino Pantasma, es el resultado de las distribuciones obtenidas por los aforos de doce horas en los tres días de conteo y clasificación vehicular, en la estación; Pantasma (Las Praderas).

La distribución direccional del tramo, tiene un comportamiento variado en cada uno de los días de conteo y clasificación, los promedios de la distribución direccional en la estación de aforo reflejan un equilibrio en el flujo de tráfico, siendo, de 50/50 por lo que para este tramo se asumirá una distribución 50/50; lo que indica que el comportamiento del flujo vehicular es uniforme para ambos sentidos de la circulación. El **cuadro No 31**, presentan la distribución direccional de la estación Pantasma (las praderas).

**Cuadro No. 31. Distribución Direccional Día Sábado.**

CONTEO VEHICULAR DEL SABADO( UN SENTIDO)																			
SENTIDO DEL FLUJO VEHICULAR	Vehículos de Livianos				Veh. Pasajeros		Vehículos de Carga							Equipo Pesado			Total	% POR SENTIDO	
	Motos	Autos	Jeep	Cam.	McBus	MnBus	Bus	Liv.	C2	C3	Tx-Sx	Tx-Sx	Cx-Rx	Cx-Rx	V.A.	V.C.			Otros
					<15 s.	15-30 s.	30+ s.	2-5 t.	5+ t.		<=4 e.	>=5 e.	<=4 e.	>=5 e.					
pantasma (las praderas)	46	19	7	60	1	0	7	17	14	13	8	0	0	0	0	0		192	52%
% distribucion por sentido	53%	30%	25%	81%	33%	0%	33%	53%	54%	59%	0%	0%	0%	0%	0%	0%			
EL COMAL-PANTAMA	41	45	21	14	2	0	14	15	12	9	3	0	0	0	0			176	48%
% distribucion por sentido	47.1%	70.3%	75.0%	18.9%	66.7%	0.0%	66.7%	46.9%	46.2%	40.9%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%			
Total por tipo de Vehiculo	<b>87</b>	<b>64</b>	<b>28</b>	<b>74</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>21</b>	<b>32</b>	<b>26</b>	<b>22</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>11</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	368	
% por tipo de Vehiculo	24%	17%	8%	20%	1%	0%	6%	9%	7%	6%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	0%	100%	100%

Fuente: Elaborado por Sustentantes.

La distribución direccional (D/D) tiene un impacto extraordinario en la operación de carreteras rurales de dos carriles, el factor direccional calculado el día Sábado en la Est:0+000 Pantasma las praderas resultado de 52/48% .

**Cuadro No. 32. Distribución Direccional Día Domingo.**

CONTEO VEHICULAR DEL DOMINGO (UN SENTIDOS)																			
SENTIDO DEL FLUJO VEHICULAR	Vehículos de Livianos				Veh. Pasajeros		Vehículos de Carga							Equipo Pesado			Total	% POR SENTIDO	
	Motos	Autos	Jeep	Cam.	McBus	MnBus	Bus	Liv.	C2	C3	Tx-Sx	Tx-Sx	Cx-Rx	Cx-Rx	V.A.	V.C.			Otros
					<15 s.	15-30 s.	30+ s.	2-5 t.	5+ t.		<=4 e.	>=5 e.	<=4 e.	>=5 e.					
pantasma (las praderas)	32	11	9	26	3	0	13	17	12	10	0	9	0	0	1	0		143	52.0%
% distribucion por sentido	52%	58%	60%	43%	33%	0%	74%	52%	56%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%			
EL COMAL-PANTAMA	29	8	6	35	6	0	12	5	5	24	0	0	0	0	2			132	48%
% distribucion por sentido	47.5%	42.1%	40.0%	57.4%	66.7%	0.0%	52.2%	21.7%	27.8%	80.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%			
Total por tipo de Vehiculo	<b>61</b>	<b>19</b>	<b>15</b>	<b>61</b>	<b>9</b>	<b>0</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>18</b>	<b>30</b>	<b>0</b>	<b>13</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		275	
% por tipo de Vehiculo	22%	7%	5%	22%	3%	0%	8%	8%	7%	11%	0%	5%	0%	0%	1%	0%	0%	100%	100%

Fuente: Elaborado por Sustentantes.

La distribución direccional (D/D) tiene un impacto extraordinario en la operación de carreteras rurales de dos carriles, el factor direccional calculado el día Domingo en la Est:0+000 Pantasma las praderas resultado de 52/48% .

**Cuadro No. 33. Distribución Direccional Día Lunes.**

CONTEO VEHICULAR DEL LUNES (UN SENTIDOS)																			
SENTIDO DEL FLUJO VEHICULAR	Vehículos de Livianos				Veh. Pasajeros		Vehículos de Carga							Equipo Pesado			Total	% POR SENTIDO	
	Motos	Autos	Jeep	Cam.	McBus	MnBus	Bus	Liv.	C2	C3	Tx-Sx	Tx-Sx	Cx-Rx	Cx-Rx	V.A.	V.C.			Otros
					<15 s.	15-30 s.	30+ s.	2-5 t.	5+ t.		<=4 e.	>=5 e.	<=4 e.	>=5 e.					
pantasma (las praderas)	26	8	5	21	0	0	0	22	2	8	2	0	0		0	0		94	45%
% distribución por sentido	43%	50%	14%	60%	0%	0%	0%	85%	50%	35%	0%	0%	0%	0%	0%	0%			
EL COMAL-PANTAMA	35	8	32	14	0	0		4	2	15	6	0	0	0	1			117	55%
% distribución por sentido	57.4%	50.0%	86.5%	40.0%	0.0%	0.0%	0.0%	15.4%	50.0%	65.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%			
Total por tipo de Vehículo	61	16	37	35	0			26	4	23	8	0	0		1	0	0	211	
% por tipo de Vehículo	29%	8%	18%	17%	0%	0%	0%	12%	2%	11%	4%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	100%

Fuente: Elaborado por Sustentantes.

El factor direccional calculado el lunes en la Est:0+000 Pantasma (las praderas), resultado de 45/55%.

**Cuadro No. 34. Consolidado de Factor Direccional.**

Est:0+000 PANTASMA (las praderas)	
DIA	Distribución Direccional
Sabado	52/48
Domingo	52/49
Lunes	45/55

Fuente: Elaborado por Sustentantes.

### 3.5. Determinación de las Tasas de Crecimiento.

Para determinar las tasas de crecimiento para el tráfico vehicular futuro para el tramo Pantasma (24 Kilómetros), se realizaron correlaciones entre los registros históricos del tránsito promedio diario anual (TPDA) y el producto interno bruto (PIB), así como con la población (POB), a fin de estimar una tasa diferenciada de crecimiento basado en datos históricos.

Partiendo de la información del Banco Central de Nicaragua, y del Anuario de aforo del MTI 2016 se elaboró una tabla con los datos históricos existentes del Producto interno Bruto (PIB), TPDA y población de los últimos 9 años, donde se aprecia el comportamiento histórico, desde el año 2008 al año 2016 (**Ver Cuadro No. 35**).

#### 3.5.1. Correlaciones.

Para la proyección del tráfico del proyecto se llevó a cabo una revisión de las variables más representativas y vinculadas al transporte. Se obtuvieron registros históricos del Producto Interno Bruto (PIB), de población (POB) y del Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA), los que se representan a continuación.

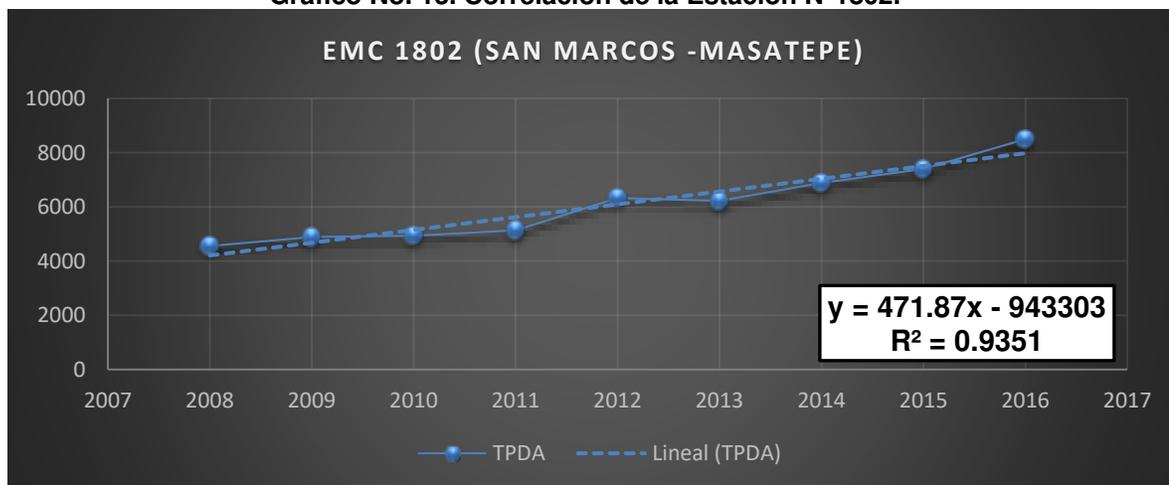
**Cuadro No. 35. Registros históricos del PIB, TPDA y Población.**

<b>AÑO</b>	<b>TPDA</b>	<b>PIB (Miles \$)</b>	<b>Pob (miles)</b>	<b>LNTPDA</b>	<b>LN PIB</b>	<b>LN POB</b>
2008	4554.0	8491.4	5778.8	8.42	9.05	8.66
2009	4887.0	8380.7	5850.5	8.49	9.03	8.67
2010	4936.0	8741.3	5923.1	8.50	9.08	8.69
2011	5132.0	9755.6	5996.6	8.54	9.19	8.70
2012	6324.0	10532.5	6071.0	8.75	9.26	8.71
2013	6221.0	10983.0	6134.3	8.74	9.30	8.72
2014	6883.0	11880.4	6198.2	8.84	9.38	8.73
2015	7402.0	12747.7	6262.7	8.91	9.45	8.74
2016	8500.0	13230.1	6327.9	9.05	9.49	8.75

Fuente: Banco Central de Nicaragua (Informe 2016).

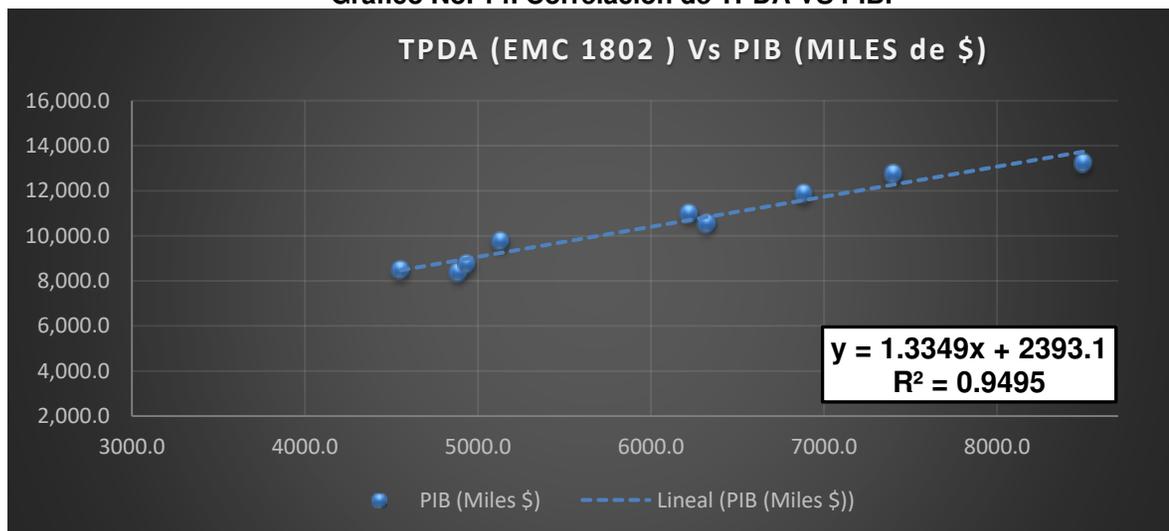
De estas variables se revisará su correlación con respecto a la variable transporte que en este caso es el TPDA de la estación de Mayor Cobertura N° 1802. El proceso de revisión parte del cálculo del logaritmo de los datos, con ellos se elaboran rectas de regresión y se calcula el coeficiente de correlación entre las variables, mientras más cercano al 100% se tengan resultados indicara una mejor correlación entre dichas variables. A continuación, presentamos los cálculos realizados y el Análisis de los Gráficos:

**Gráfico No. 13. Correlación de la Estación N°1802.**



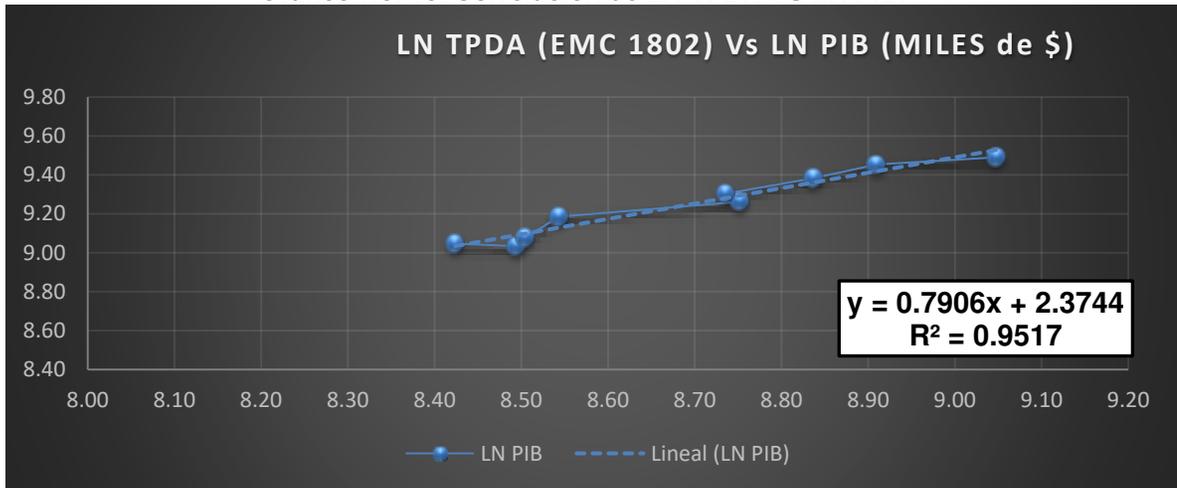
Fuente: Elaborado por Sustentantes.

**Gráfico No. 14. Correlación de TPDA VS PIB.**



Fuente: Elaborado por Sustentantes.

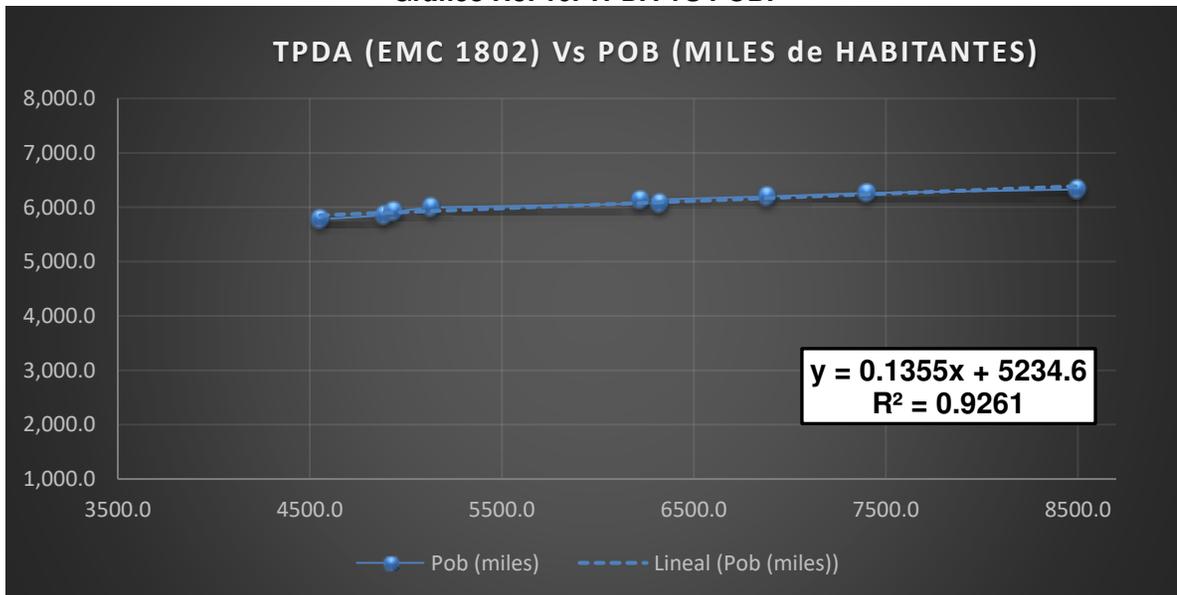
**Gráfico No. 15. Correlación de LN TPDA VS LN PIB.**



Fuente: Elaborado por Sustentantes.

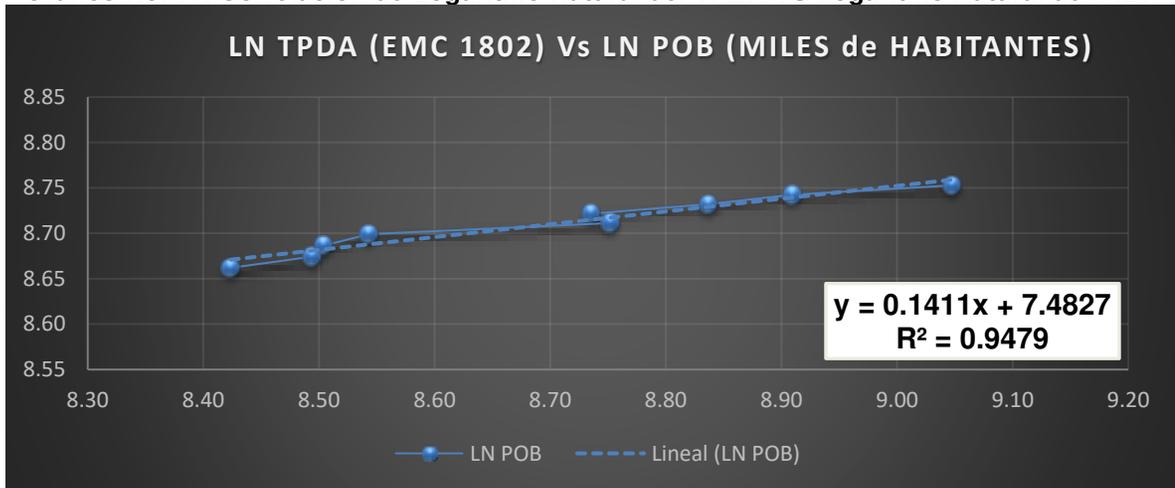
Comparando las correlaciones del TPDA y el PIB versus las correlaciones del LN TPDA y el LN PIB. Tomamos el coeficiente de determinación  $R^2$  mayor, en este caso tomamos el  $R^2$  de la correlación de LNTPDA y LNPIB ya que resulto ser mayor la correlación entre ellos  $R^2 = 0.9517$ . Así como también tomaremos su elasticidad resultante de las correlaciones entre el LN TPDA y LN PIB,  $Y = 0.7906$ .

**Gráfico No. 16. TPDA VS POB.**



Fuente: Elaborado por Sustentantes.

**Gráfico No. 17. Correlación de Logaritmo Natural del TPDA VS Logaritmo Natural del PIB.**



Fuente: Elaborado por Sustentantes.

Comparando las correlaciones del TPDA normal y el POB normal versus las correlaciones del LN TPDA y el LN POB. Tomamos el coeficiente de determinación  $R^2$  mayor, en este caso tomamos el  $R^2$  de la correlación de logaritmo LN TPDA y LN POB ya que resulto ser mayor la correlación entre ellos  $R^2 = 0.9479$ . Así también tomaremos su elasticidad resultante de las correlaciones entre el LNTPDA y LNPIB normal,  $Y = 0.1411$ .

A partir de estas series históricas, se procede a calcular la tasa de crecimiento para cada variable aplicando la expresión matemática **No. 2**:

$$TC_{TPDA} = \left[ \left( \frac{TPDA_i}{TPDA_0} \right)^{1/n} - 1 \right] * 100 \quad (Ec. 2)$$

**Dónde:**

**TPDA<sub>i</sub>**: Tráfico Promedio Diario Anual.

**TPDA<sub>0</sub>**: Tráfico Promedio Diario Anual del año base.

**N**: La diferencia de años.

$$TC_{TPDA} = \left[ \left( \frac{8,500}{4,554} \right)^{1/9} - 1 \right] * 100 = 7.18 \%$$

$$TC_{PIB} = \left[ \left( \frac{13,230.1}{8491.4} \right)^{1/9} - 1 \right] * 100 = 5.05\%$$

$$TC_{POB} = \left[ \left( \frac{6,327.9}{5778.8} \right)^{1/13} - 1 \right] * 100 = 1.01\%$$

Se consideran que las elasticidades son los coeficientes constantes de la ecuación

**Cuadro No. 36. Elasticidades Resultan**

<b>Elasticidades Resultantes</b>	
PIB (Miles de \$)	<b>0.7906</b> para vehículos de Pesados de carga
POB (Miles)	<b>0.1411</b> para vehículos de pasajeros

Fuente: Sustentantes.

Al aplicar la siguiente ecuación, se afectan las tasas de crecimiento para el Producto Interno Bruto (PIB) y Población, con las elasticidades anteriormente calculadas:

$$TC = TC * Elasticidad \quad (Ec.3)$$

**Cuadro No. 36. Tasas de Crecimiento Finales.**

<b>Producto Interno Bruto (PIB)</b>	
ELASTICIDAD	0.7906
TC VEHICULOS PESADOS	5.05%
TASA DE CRECIMIENTO FINAL	<b>3.99%</b>
<b>Población (POB)</b>	
ELASTICIDAD	0.1411
TC VEHICULOS PASAJEROS	1.01%
TASA DE CRECIMIENTO FINAL	<b>0.14%</b>
<b>TPDA (EST. 1802)</b>	
TC VEHICULOS LIVIANOS	7.18%
TASA DE CRECIMIENTO FINAL	<b>7.18%</b>

Fuente: Sustentantes.

Para poder elegir una de las tasas calculadas se realizó una comparativa con los registros históricos existente para (POB, PIB y TPDA) desde el año 2008 -2016, con la finalidad de escoger la tasa de crecimiento más acertada a las calculadas.

Ver cuadro a continuación.

**Cuadro No. 37. Registros Históricos (PIB, POB, TPDA) 2008-2016.**

Datos Históricos PIB			Datos Históricos POB			Datos Históricos TPDA		
Año	PIB(miles Us\$)	Crecimiento (%)	Año	POB(miles)	Crecimiento (%)	Año	TPDA	Crecimiento (%)
2008	8491.4		2008	5778.8		2008	4554.0	
2009	8380.7	-1.30%	2009	5850.5	1.24%	2009	4887.0	7.31%
2010	8741.3	4.30%	2010	5923.1	1.24%	2010	4936.0	1.00%
2011	9755.6	11.60%	2011	5996.6	1.24%	2011	5132.0	3.97%
2012	10532.5	7.96%	2012	6071.0	1.24%	2012	6324.0	23.23%
2013	10983.0	4.28%	2013	6134.3	1.04%	2013	6221.0	-1.63%
2014	11880.4	8.17%	2014	6198.2	1.04%	2014	6883.0	10.64%
2015	12747.7	7.30%	2015	6262.7	1.04%	2015	7402.0	7.54%
2016	13230.1	3.78%	2016	6327.9	1.04%	2016	8500.0	14.83%
PIB Promedio (2008-2016)		<b>10527.0</b>	POB Promedio (2008-2016)		<b>6060.3</b>	POB Promedio (2008-2016)		<b>6093.2</b>
Tasa Crecimiento Promedio		<b>5.76%</b>	Promedio		<b>1.14%</b>	Promedio		<b>8.36%</b>

Fuente: Sustentantes.

Los registros históricos de TPDA son tomados del Anuario de Tráfico del MTI del año 2016, correspondiente a la estación 1802 San Marcos Masatepe, mientras que los registros de PIB y POB son tomados del informe del Banco Central de Nicaragua (BCN).

Se puede apreciar que la tasa de crecimiento  $TC_{PIB}$  y  $TC_{POB}$  calculados son muy bajas con respecto a sus registros históricos, en este caso la tasa de crecimiento que mejor se adapta a dichos registros es la  $TC_{TPDA} = 7.18 \%$ .

### 3.6. Factor de crecimiento (fc).

El factor de crecimiento indica la medida en como aumentará el tránsito conforme pase el tiempo y está determinado por el período de diseño y la tasa anual de crecimiento vehicular. Este factor se determina utilizando la **ecuación No. 4**:

$$F_C = \frac{[(1+T_C)^n-1]}{T_C} \quad (\text{Ec. 4})$$

Donde:

**n** = Período de Diseño.

**T<sub>c</sub>** = Tasa de Crecimiento.

De acuerdo con las características geométricas de la vía y al volumen actual de tránsito que circula por ella, la carretera en estudio la podemos clasificar de acuerdo a su función vial como colectora secundaria, por lo tanto, elegimos un valor de **N=20 años** para el período de diseño, de acuerdo a los valores recomendados por el Manual Centroamericano (Sieca 2004).

A continuación, se presenta el **Cuadro No. 38**:

**Cuadro No. 38. Período de diseño (N).**

Tipo de carretera	Período de diseño
Autopista Regional	20 – 40 años
Troncales Sub-Urbanas	<b>15 – 30 años</b>
Troncales Rurales	
Colectoras Sub-Urbanas	<b>10 – 20 años</b>
<b>Colectoras Rurales</b>	

Fuente: Manual Centroamericano de Normas para Diseño de Carreteras Regionales, SIECA 2004.

Por tanto, el Factor de Crecimiento resultante al aplicar la ecuación N°3 es de:

$$F_C = \frac{(1+0.0718)^{20}-1}{0.0718} = 41.82$$

### 3.7. Tráfico de Diseño (TD).

Para convertir el volumen de tráfico obtenido de los conteos se usará el Tránsito de Diseño (TD) que es un factor fundamental para el diseño estructural de pavimentos. Este se obtiene a partir de la información básica suministrada por el Tránsito Promedio Diurno (TPDA), el Factor de Crecimiento (FC), Factor de Distribución (FD) y Factor Carril (fc).

El cual se determina con la **expresión No. 5:**

$$T_D = TPDA * F_C * F_D * f_c * 365 \quad (\text{Ec. 5})$$

#### Dónde:

$T_D$ : Tránsito de diseño.

$TPDA$ : Tránsito promedio diario del año base.

$F_C$ : Factor crecimiento.

$F_D$ : Factor de distribución.

$f_c$ : Factor Carril.

**365**: Constante equivalente a la estimación de los 365 días del año.

#### 3.7.1. Factor de distribución por carril (Fc).

Se define por el carril de diseño aquel que recibe el mayor número de ESAL's. Para un camino de dos carriles, cualquiera de las dos puede ser el carril de diseño, ya que el tránsito por dirección forzosamente se canaliza por ese carril. Para el caso del tramo en estudio por ser de un solo carril por sentido, dicho factor a usarse será igual a **1.00**.

**Cuadro No. 39. Factor de distribución por dirección (FD).**

Número de carriles en una sola dirección	LD <sup>10</sup>
<b>1</b>	<b>1.00</b>
2	0.80-1.00
3	0.60-0.80
4	0.50-0.75

Fuente: Manual Centroamericano de Normas para Diseño de Carreteras Regionales, SIECA 2004.

### 3.7.2. Factores de distribución de dirección (FD).

Este valor se puede deducir del estudio de tránsito (conteo), es la relación entre la cantidad de vehículos que viajan en una dirección y la cantidad de vehículos que viajan en la dirección opuesta, por lo general es **0.50**, ya que la cantidad de vehículos es la misma en ambos sentidos, aunque hay casos en que puede ser mayor en una dirección que en otra.

**Cuadro No. 40. Factor de Distribución por Dirección.**

Número de carriles en ambas direcciones	Factor direccional (%)
<b>2</b>	<b>50</b>
4	45
6 ó mas	40

Fuente: Manual Centroamericano de Normas para el Diseño de Carreteras (SIECA).

### 3.7.3. El Índice de Serviciabilidad Inicial (Po).

Es función del diseño de pavimentos y del grado de calidad durante la construcción. El valor establecido en el Experimento Vial de la AASHO para los pavimentos Flexibles fue de 4.2 según el manual SIECA Capítulo 3 Pág. 4.

En el Diseño de la Estructura de Pavimento Flexible de este tramo de carretera de se trabajará con un valor de **Po=4.2**.

### 3.7.4. El Índice de Serviciabilidad Final (Pt).

Es el valor más bajo que puede ser tolerado por los usuarios de la vía antes de que sea necesario el tomar acciones de rehabilitación, reconstrucción o repavimentación, y generalmente varía con la importancia o clasificación funcional de la vía cuyo pavimento se diseña, y son normalmente los siguientes:

Para vías locales, ramales, secundarias y agrícolas se toma un valor de  $Pt = 1.8-2.0$  según el manual SIECA Capítulo 3 Pág. 4

En el Diseño de la Estructura de Pavimento Flexible de este tramo de carretera de se trabajará con un valor de **Pt=2.0**.

### 3.7.5. Pérdida de Serviciabilidad ( $\Delta PSI$ ).

Es la diferencia que existe entre la serviciabilidad inicial y la serviciabilidad final. Entre mayor sea el  $\Delta PSI$  mayor será la capacidad de carga del pavimento antes de fallar, calculado con la siguiente **ecuación No. 6**:

$$\Delta PSI = P_o - P_t \quad (\text{Ec. 6})$$

En el Diseño de la Estructura de Pavimento Flexible del tramo de carretera de Pantasma (24 Kilómetros), se trabajará con un valor de:

$$\Delta PSI = 4.2 - 2$$

$$\Delta PSI = 2.2$$

### 3.7.6. Número Estructural Asumido (SN).

Es un número abstracto que expresa la resistencia estructural de un pavimento requerido. El **SN** es utilizado para calcular el ESAL o W18 (cantidad de repeticiones esperadas de un eje de carga equivalente de 18 mil libras), se debe de asumir un valor inicial de SN. Para este Diseño se considera un valor **SN= 5**.

### 3.7.7. Factor de Equivalencia (FESAL).

Se obtiene las tablas de la AASHTO-93 apéndice D. (**Ver Anexos Cuadros No.152 –No. 153, Págs. XXXV y XXXVI**), para ejes Sencillos y Dobles respectivamente. Conociendo la serviciabilidad final ( $P_t=2.0$ ), el número estructural asumido ( $SN=5$ ) y los pesos (las cargas se encuentran en Kips) se obtienen los factores de equivalencia. Si los pesos de los ejes no se encuentran en estas Tablas se deben de Interpolar dichos valores.

El tránsito de diseño para un período de 20 años y con una tasa de crecimiento de 7.18% es de **TD=2,091,213.0 vehículos**, tal y como se muestra en la siguiente tabla:

**Cuadro No. 41. Tránsito para el carril de Diseño.**

Tipo de vehículos	TPDA (2018)	F.C.	Días del año	Factor por carril(Fc)	Factor de Dirección (Fs)	Tránsito para el carril de diseño
<b>Autos</b>	51.00	41.82	365	0.50	1.00	389,240.00
<b>Jeep</b>	36.00	41.82	365	0.50	1.00	274,758.00
<b>Camionetas</b>	77.00	41.82	365	0.50	1.00	587,676.00
<b>Mic-Bus&lt;15</b>	5.00	41.82	365	0.50	1.00	38,161.00
<b>Bus</b>	18.00	41.82	365	0.50	1.00	137,379.00
<b>C2</b>	30.00	41.82	365	0.50	1.00	228,965.00
<b>C2 5 +ton</b>	19.00	41.82	365	0.50	1.00	145,011.00
<b>C3</b>	26.00	41.82	365	0.50	1.00	198,436.00
<b>T3S2</b>	10.00	41.82	365	0.50	1.00	76,322.00
<b>V.A</b>	2.00	41.82	365	0.50	1.00	15,265
<b>TD total</b>						<b>2,091,213.00</b>

Fuente: Elaborado por Sustentantes.

### 3.8. Ejes Equivalentes (ESAL o W18).

Se define como ESAL's de diseño a la transformación de ejes de un tránsito mixto que circula por una vía a ejes equivalentes de 8.2 toneladas, 18 kips ó18, 000 libras, en el carril de diseño durante la vida útil del pavimento. Se obtiene conociendo el tránsito de diseño (TD) y los factores de equivalencia (FESAL). Se calcula mediante la **ecuación No. 7**:

$$W_{18} = T_D * FESAL \quad (\text{Ec. 7})$$

**Dónde:**

**(T<sub>D</sub>):** Tránsito de diseño.

**FESAL:** Factor equivalente de carga.

La estimación del ESAL de diseño para un periodo de 20 años resulta de **1,444,680.00** ver siguiente **cuadro No. 42, pág. 59**.

**Cuadro No. 42. Cálculo de ejes equivalentes de 18 Kips (8.2 Ton).**

<i>Tipo de vehículos</i>	<i>Peso X eje(Ton.met)</i>	<i>Peso X eje (Kips)</i>	<i>Tipo de eje</i>	<i>TD</i>	<i>Factor ESAL</i>	<i>ESAL de diseño</i>
Autos	1.00	2.20	Simple	389,240	0.00038	148
	1.00	2.20	Simple		0.00038	148
Jeep	1.00	2.20	Simple	274,758	0.00038	104
	1.00	2.20	Simple		0.00038	104
Camionetas	1.00	2.20	Simple	587,676	0.00038	223
	2.00	4.40	Simple		0.0034	1998
MicBus<15	2.00	4.40	Simple	38,161	0.0034	130
	4.00	8.80	Simple		0.0502	1916
Bus	5.00	11.00	Simple	137,379	0.1265	17378.4435
	10.00	22.00	Simple		2.35	322840.65
C2 Liv	4.00	8.80	Simple	228,965	0.0502	11494
	8.00	17.60	Simple		0.9206	210785
C2 5 +ton	5.00	11.00	Simple	145,011	0.1265	18344
	10.00	22.00	Simple		2.35	340776
C3	5.00	11.00	Simple	198,436	0.1265	25102
	16.5	36.30	Doble		1.43	284260
T3S2	5.00	11.00	Simple	76,322	0.1265	9654.733
	16.00	35.20	Doble		1.260	96165.72
	16.00	35.20	Doble		1.260	96165.72
V.A	4.50	9.90	simple	15,265	0.077	1175.405
	6.50	14.30	simple		0.378	5767.117
<b>ESAL de diseño=1,444,680.00</b> repeticiones equivalentes a 18 Kips utilizando un $P_o=4.2$ , $p_t=2.0$ , $\Delta\psi=2.2$ , $SN=5$						

Fuente: Elaborado por Sustentantes.

### **3.9. Resultados de la encuesta origen y destino.**

Los estudios de origen-destino se realizaron mediante encuesta directa a los usuarios de la carretera, los trabajos de campo se realizaron deteniendo de forma aleatoria a cada vehículo que circulaba por la vía, para ello es de suma importancia la participación de un miembro de la policía nacional en cada punto de encuesta, su presencia garantiza que todos los vehículos se detengan para ser entrevistados.

Además de la encuesta directa, para mejorar la información de origen y destino se procedió a realizar entrevistas de forma aleatoria los pasajeros usuarios de las unidades de transporte colectivo que circulan por el tramo en estudio, esta información definió de forma clara los propósitos de viajes y los orígenes y destinos reales de los usuarios.

Para los levantamientos de datos de campo, se elaboró un formato en el cual se registran los datos de los usuarios de la vía. Así mismo, en este capítulo se tratan los resultados de las encuestas en mención.

#### **3.9.1. Zonificación.**

Para el estudio de los deseos de viaje de los usuarios se definieron zonas de viaje (**Imagen No. 5, pág. 63**), para ellos se auxilió de los principales orígenes y destinos reportados, con estos los ubica en un mapa geodésico, e identifica áreas como zonas atractivas de viajes, estas zonas contienen por lo general varios sitios de comercio y turismo, estos se engloban en zonas en función de la cercanía entre ellas, de las vías de acceso hacia los sitios, de la presencia de centros generadores de carga o pasajeros de importancia, de centros poblados, en especial de las cabeceras municipales y departamentales, etc.

### 3.9.2. Metodología de la encuesta.

Tomando en cuenta que es necesario determinar los deseos de viajes de la población, se planificó trabajar en dos direcciones para el estudio de OD. En primer lugar, se hicieron encuestas directas a los conductores de vehículos que circularon sobre la vía, en segundo lugar, se hicieron entrevistas directas a los pasajeros de los vehículos utilizados para transporte colectivo, para ello uno de los encuestadores se subía a la unidad y entrevistaba al azar a los pasajeros usuarios del medio de transporte, en esos casos debía de viajar el encuestador en la unidad para tomar datos de todos los pasajeros de las unidades.

Este procedimiento enriqueció la información de deseos de viajes y con las cuales se conformaron más adelante las matrices de origen y destino. El formato en su encabezado presenta la información del tramo, la dirección en que se toma la encuesta, en este caso:

**Sentido Sur–Norte:** Pantasma (Inicio, Estación 0+000) – Comunidad El Comal (Final, Estación 24+000).

**Sentido Norte–Sur:** El Comal (Final, Estación 24+000) – Pantasma (Inicio, Estación 0+000).

En general el formato presenta los siguientes puntos:

- a. Identificación de la estación de registro.
- b. Hora.
- c. Dirección del viaje.
- d. Tipo y característica del vehículo.
- e. Tipo del combustible.
- f. Marca, modelo y edad del vehículo.
- g. Capacidad de pasajeros y número de pasajeros transportados (hombres, mujeres y niños sentados).
- h. Origen y Destino del viaje.
- i. Motivo del viaje.

- j. Peso bruto y capacidad del vehículo.
- k. Tipo, forma y peso de la carga transportada
- l. Otros de menor importancia.

Una vez levantada la información de campo, en gabinete se procedió a revisar todas las boletas de campo para constatar que estén llenos los encabezados de todas, en especial la identificación del día de trabajo, del sentido del levantamiento, etc.

### 3.9.3. Zonificación de la encuesta O/D a pasajeros de transporte colectivo.

Se realizó una encuesta origen y destino por medio de entrevistas directas a pasajeros usuarios de Transporte Colectivo. Durante las entrevistas se obtuvieron un total de 5 orígenes y/o destinos. Se consideró conveniente no hacer ninguna discriminación de los O/D reportados por ser localizados con facilidad en la zona de influencia.

El **cuadro No. 43** y la **Imagen No. 5**, muestran a detalle los orígenes y destinos distribuidos en las zonas de importancia de acuerdo a datos obtenidos de las encuestas directas a pasajeros usuarios de Transporte Colectivo.

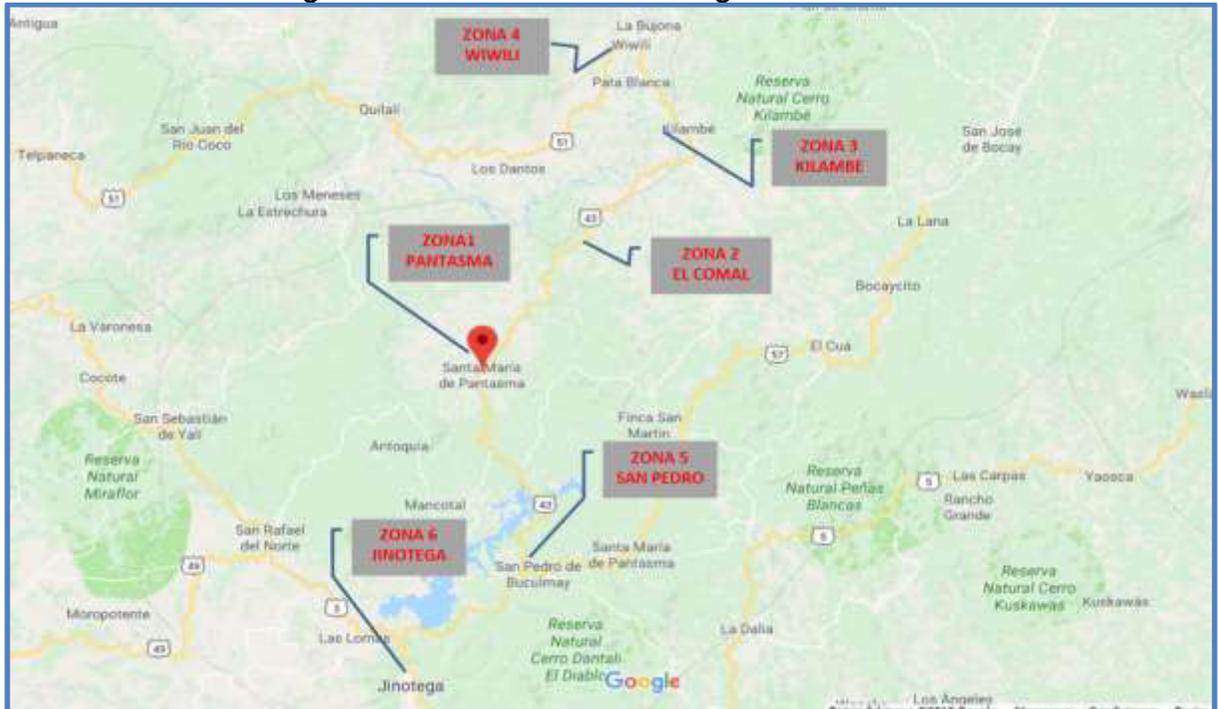
### 3.9.4. Zonificación de encuesta.

**Cuadro No. 43. Zonificación de encuesta.**

<b>Nº ZONA</b>	<b>ORIGEN/DESTINO</b>
1	Pantasma
2	El Comal
3	Kilambe
4	Wiwili
5	San Pedro
6	Jinotega

Fuente: Elaborado por Sustentantes.

**Imagen No. 5. Zonificación de Origen – Destino.**



Fuente: Elaborado por Sustentantes.

### **3.9.5. Resultados de la encuesta O/D a pasajeros de transporte colectivo.**

➤ Entrevistas.

Se hicieron en total 434 entrevistas en los 3 días de encuesta. Las mismas se realizaron a los pasajeros que abordaban los vehículos de transporte colectivo.

➤ Matriz Origen – Destino

La matriz origen-destino del estudio indica la importancia del tramo en estudio porque se aprecian en la matriz viajes con origen y destino fuera del área de influencia, en especial en sus extremos. En el cuadro No. 45, se muestran los resultados:

**Cuadro No. 44. Entrevistas a Usuarios de Transporte Colectivo.**

Nº ZONA	ORIGEN	DESTINO						TOTAL	%
		Pantasma	El Comal	Kilambe	Wiwili	San Pedro	Jinotega		
1	Pantasma		30	20	24	28	6	108	24.9%
2	El Comal	42				12		54	12.4%
3	Kilambe	12	15			37	3	67	15.4%
4	Wiwili	13				26	1	40	9.2%
5	San Pedro	31	26	17	33			107	24.7%
6	Jinotega	24	4	16	8	6		58	13.4%
<b>TOTAL</b>		122	75	53	65	109	10	434	100.0%
<b>%</b>		19.7%	12.1%	8.6%	10.5%	17.6%	1.6%	100.0%	

Fuente: Elaborado por Sustentantes.

- Santa María de Pantasma es el sitio con mayores orígenes con el 24.9% de los viajes (108).
- San Pedro es el segundo sitio en importancia en orígenes con el 24.7% de los viajes (107).
- Pantasma es el destino de mayor importancia, con el 19.7% (122).
- San Pedro es el segundo destino en importancia con el 17.6% (109).

### 3.9.6. Motivos de los viajes.

En el Estudio de Origen y Destino de pasajeros se registraron los diferentes motivos para realizar los viajes, el desglose de los mismos se muestra en el **cuadro No. 45** a continuación:

**Cuadro No. 45. Motivos de Viajes Usuarios de Transporte Colectivo.**

Nº ZONA	ORIGEN	DESTINO						TOTAL	%
		Salud	Trabajo	Compras	Estudio	Recreacion	Otros		
1	Pantasma	5	93	5	2	2	1	108	24.9%
2	El Comal	7	33	2	12			54	12.4%
3	Kilambe	2	39	8	8	8	2	67	15.4%
4	Wiwili		15			15	10	40	9.2%
5	San Pedro	12	63	6	18	8		107	24.7%
6	Jinotega		25	10		15	8	58	13.4%
<b>TOTAL</b>		26	268	31	40	48	21	434	100.0%
<b>%</b>		6.0%	61.8%	7.1%	9.2%	11.1%	4.8%	100.0%	

Fuente: Elaborado por Sustentantes.

- El 61.8% de los viajes fueron por motivos de trabajo (268).
- En segunda importancia están los viajes por motivos de recreación con el 11.1% (48).

### 3.9.7. Profesión u oficio usuarios de transporte colectivo.

La matriz siguiente enumera las diferentes profesiones u oficios de los usuarios entrevistados a bordo de Transporte Colectivo:

**Cuadro No. 46. PROFESIÓN/OFICIO Usuarios de Transporte Colectivo.**

Nº ZONA	ORIGEN	DESTINO							TOTAL	%
		Agricultor	Ama de casa	Comerciante	CPF	Estudiante	Obrero	Tecnico		
1	Pantasma	45	10	18		2	32	1	108	24.9%
2	El Comal	23	8	12		7	4		54	12.4%
3	Kilambe	28	2	10		8	17	2	67	15.4%
4	Wiwili	15	7	5		0	11	2	40	9.2%
5	San Pedro	35	5	13	2	17	27	8	107	24.7%
6	Jinotega	11		16			26	5	58	13.4%
<b>TOTAL</b>		157	32	74	2	34	117	18	434	100.0%
<b>%</b>		36.2%	7.4%	17.1%	0.5%	7.8%	27.0%	4.1%	100.0%	

Fuente: Elaborado por Sustentantes.

- Las profesiones/oficio son dominadas por los agricultores con el 36.2% (157).
- En segundo orden de importancia están los Obreros con el 27.0% (117).
- En tercer orden se encuentran los comerciantes con el 17.1% (41).

### 3.9.8. Carga trasladada por los usuarios de transporte colectivo.

La matriz siguiente enumera los diferentes tipos de carga trasladada por los usuarios entrevistados a bordo de Transporte Colectivo.

**Cuadro No. 47. Matriz de enumeración de tipos de cargas trasladadas.**

Nº ZONA	ORIGEN	DESTINO											TOTAL	%
		Articulos de Aseo Personal	Articulos de Limpieza	Articulos de Plastico	Articulos deportivos	Articulos Escolares	Articulos Ferreteros/Campo	Articulos Militares	Fertilizantes	Frijoles/Café/Maiz	Productos Lacteos	Ropa		
1	Pantasma	2	0			3	29		32	33	1	8	108	24.9%
2	El Comal		3			5	12		17	15	2		54	12.4%
3	Kilambe	5				2	8		21	23	8		67	15.4%
4	Wiwili								8	11	9	12	40	9.2%
5	San Pedro	2	7	10	1	8	27		17	9	12	14	107	24.7%
6	Jinotega	2	3				16		11	13	7	6	58	13.4%
<b>TOTAL</b>		11	13	10	1	18	92	0	106	104	39	40	434	100.0%
%		2.5%	3.0%	2.3%	0.2%	4.1%	21.2%	0.0%	24.4%	24.0%	9.0%	9.2%	100.0%	

Fuente: Elaborado por Sustentantes.

- En primer orden tenemos los productos fertilizantes para el campo con un 24.4%(106).
- En segundo orden tenemos los granos básicos como el frijol y el maíz con un 24.0%(104)
- En tercer orden los artículos ferreteros con un 21.2%(92)

Se puede concluir al final de este estudio lo siguiente:

- a. Los deseos de viaje nos indican que el poblado del municipio de Pantasma, El Comal, Kilambé, San Pedro y Jinotega son los principales centros de generación y/o atracción de viajes para pasajeros.
- b. Las encuestas a los pasajeros usuarios del transporte colectivo indican que la mayoría de los viajes se realizan los días viernes, sábado y lunes, que se pueden interpretar como los viajes que se realizan al finalizar la semana de trabajo y/o estudio.

### **3.10. Alternativas existentes para dar solución al problema.**

Para el revestimiento de la calzada, existen tres tipos de pavimentos conocidos que se detallan a continuación:

- Pavimento Flexible (a base de asfalto).
- Pavimento Rígido (a base de concreto hidráulico).
- Pavimento Semi – Rígido (a base de adoquín tipo tráfico).

### **3.11. Ingeniería de proyecto.**

#### **3.11.1. Especificaciones técnicas del proyecto.**

Las especificaciones que regularán la ejecución del proyecto son las Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos, Calles y Puentes NIC-2000 de la República de Nicaragua. Estas Especificaciones no son suministradas con este documento, pero podrán ser adquiridas en el Ministerio de Transporte e Infraestructura de Nicaragua.

Estas Especificaciones Generales (NIC-2000) contienen enmiendas que son válidas para este proyecto en particular y sólo afectan a los artículos y a las partes que se mencionan específicamente, los artículos no mencionados conservan su validez.

**Cuadro No. 48. Pliego de Obras (Etapa 1-2).**

Código		Descripción	Unidad
<b>0- MONTOS FIJOS</b>			
1	110(6 )	Trabajos Por Administración	GLB
<b>1- PRELIMINARES</b>			
230	(1)	Trazo y Nivelación con estación total	ml
230	(2)	Rótulo alusivo al proyecto	C/U
23	(1)	Movilización y Desmovilización	Km
<b>2- MOVIMIENTO DE TIERRA</b>			
201	(1)	Abra y Destronque	Ha.
203	(1)	Excavación en la Vía	m3
203	(2)	Excavación de Suelos Inadecuados	m3
203	(9)	Escarificación y Compactación	m2
203	(5)	Préstamo Selecto, Caso 2 (Construcción de Terraplenes)	m3
203	(14)	Canales menores a 4 m	m3
206	(2)	Desalojo de Material Sobrante	m3

Fuente: Elaborado por Sustentantes.

**Cuadro No. 49. Pliego de Obras (Etapa 3-4).**

Código	Descripción	Unidad
<b>3- ESTRUCTURA DE PAVIMENTO</b>		
303	(5) Sub Base de material granular, t= 0,15m	m <sup>3</sup>
304	(1) Base Estabilizada con Cemento, f'c= 30kg/cm <sup>2</sup> ; t= 0,15m	m <sup>3</sup>
304	(3 <sup>a</sup> ) Cemento	Saco
401	(3) Imprimación con Emulsión Asfáltica	gln
401	(5) Material de Secado	m <sup>3</sup>
404	(5) Riego de Liga Asfáltica con emulsión CRS-2P	lts
405	(1) Carpeta de Concreto Asfáltico en caliente Modificado con Polímeros (T= 10 cm)	m <sup>3</sup>
<b>4- OBRAS DE DRENAJE MENOR</b>		
202	(2) Remoción y Almacenaje de Alcantarillas	ml
202	(2 <sup>a</sup> ) Remoción de Cabezales y Aletones	c/u
207	(1) Excavación para Estructuras (Alcantarillas)	m <sup>3</sup>
608	(1 <sup>a</sup> ) Mampostería Clase A (Cabezales)	m <sup>3</sup>
701	(1B-II) Tubería de Concreto Reforzado 36" (0.91m), Clase II	ml
701	(1C-II) Tubería de Concreto Reforzado 42" (1.07m), Clase II	ml
701	(1D-II) Tubería de Concreto Reforzado 48" (1.22m), Clase II	ml
701	(1E-II) Tubería de Concreto Reforzado 54" (1.37m), Clase II	ml
701	(1F-II) Tubería de Concreto Reforzado 60" (1.52m), Clase II	ml
701	(1H-II) Tubería de C. R. de 167 cm Clase II, (66")	ml
701	(1G-II) Tubería de Concreto Reforzado 72" (1.83m), Clase II	ml
701	(16) Material de Lecho de Tubería Clase "B"	m <sup>3</sup>
701	(18) Material de Relleno de Alcantarillas	m <sup>3</sup>
703	(03) Tragantes pluviales	c/u
905	(04) Cunetas de mampostería	ml
906	(04) Cunetas triangular de concreto	ml
907	(04) Sistema de Subdrén tipo Francés	m <sup>3</sup>

Fuente: Elaborado por Sustentantes.

**Cuadro No. 50. Pliego de Obras (Etapa 5-6).**

Código	Descripción	Unidad	
<b>5- DRENAJE MAYOR – CAJAS Y MUROS</b>			
202	(2)	Remoción de Cajas Existentes	c/u
207	(1ª)	Excavación de Estructuras Para Cajas	m³
602	(1ª)	Concreto Clase “A”, f’c= 280 kg/cm2	m³
604	(1B)	Acero de Refuerzo Grado 60 FY= 4,200 Kg/Cm²	Kg
608	(1)	Mampostería Clase “A” Para Drenaje Mayor	m³
701	(18ª)	Relleno y Compactación	m³
606	(3)	Baranda Metálica Tipo 1 (ASTM A-36)	ml
908	(8ª)	Juntas Water Stop de 12” + Sikadur	ml
908	(8B)	Juntas de poliestireno 2” + Backer rod + Sello asfáltico + Sello elastomérico	ml
930	(1)	Desvío Provisional	c/u
<b>6 – DRENAJE MAYOR (PUENTES)</b>			
202	(2C)	Remoción de Estructuras Existentes	c/u
207	(2)	Excavación de Estructuras Para Puentes	m³
206	(2)	Desalojo de Material Sobrante	m³
602	(1ª)	Concreto Clase “A”, f’c= 280 kg/cm2	m³
602	(1B)	Concreto Clase “A”, f’c= 245kg/cm2	m³
602	(1C)	Concreto de Nivelación (130 kg/cm2)	m³
602	(1D)	Cama de concreto simple 2000 PSI	m³
604	(1B)	Acero de Refuerzo Grado 60 f’y= 4,200 Kg/cm²	Kg
606	(3)	Baranda Metálica Tipo 1 (ASTM A-36)	ml
611	(1B)	Apoyos de Neopreno de 400 x 250 x 75 (Zunchado Dureza Shore, NETO 60)	c/u
611	(1C)	Apoyos de Neopreno de 400 x 300 x 40 (Zunchado Dureza Shore, NETO 60)	c/u
611	(1D)	Apoyos de Neopreno de 500 x 400 x 12,70 (Zunchado Dureza Shore, NETO 60)	c/u
701	(18ª)	Relleno y Compactación	m³

Fuente: Elaborado por Sustentantes.

**Cuadro No. 51. Pliego de Obras (Etapa 6-7).**

Código	Descripción	Unidad
<b>6- DRENAJE MAYOR (PUENTES)</b>		
701	(19) Tubo de drenaje Ø 4" Longitud = 60 cms (tipo llorones)	ml
902	(1) Guardavías (Defensas metálicas)	ml
908	(5) Junta de Expansión de 4 cm de ancho	ml
930	(1) Desvío Provisional	c/u
924	(3) Filtro de Grava ø ¾" Sub Dren	m³
925	(1) Geotextil no tejido NT 2000	m2
603	(4) Torones de 5/8"	ml
603	(5) Conos de Postensión	c/u
603	(6) Ductos	ml
603	(7) Inyección de Ductos	m³
<b>7 – SEÑALIZACION VIAL</b>		
801	(1ª) Señales de tráfico verticales (preventivas)	c/u
801	(1B) Señales de tráfico verticales (informativas)	c/u
801	(1C) Señales de tráfico verticales (reglamentarias)	c/u
802	(1ª) Marcas de pavimento (pasos peatonales, retenidas, ceda el paso, flechas direccionales dobles, flechas direccionales sencillas, etc.)	m2
802	(1B) Marcas de Pavimento Termoplástica, Tipo Línea Continua Amarilla, Ancho 10 cm	Km
802	(1C) Marcas de Pavimento Termoplástica, Tipo Línea Discontinua Amarilla, Ancho 10 cm	Km
802	(1D) Vialetas	c/u
902	(1) Guardavías (Defensas metálicas)	ml
914	(1ª) Postes guías	c/u
914	(1B) Postes Kilometro	c/u

Fuente: Elaborado por Sustentantes.

**Cuadro No. 52. Pliego de Obras (Etapa 8 – 9).**

Código		Descripción	Unidad
<b>8- OBRAS COMPLEMENTARIAS</b>			
202	(2D)	Remoción de Cercas Existentes	ml
903	(4ª)	Cercas de alambre de púas	ml
929	(1)	Caseta y bahía para Buses	c/u
<b>9 – MONITOREO AMBIENTAL</b>			
915	(9)	Siembra de Árboles Forestales/frutales (50% y 50%)	c/u
915	(9ª)	Reforestación por cierre de bancos de materiales	global
928	(B)	Obras de Captación de Agua	c/u
928	€	Especialista Ambiental (Contratista)	mes
928	(D)	Inspector Ambiental (Contratista)	mes
928	€	Especialista Social (Contratista)	mes
928	(F)	Seguimiento Arqueológico	global
928	(G)	Pagos de Trámites Permisos Ambientales en MARENA/Alcaldía/Otros	global
928	(H)	Pago de INAFOR (Incluye Regencia, Inventario, Plan)	global
928	(I)	Reuniones Comunitarias	c/u
928	(J)	Talleres de Educación Vial Ambiental	c/u
928	(K)	Talleres de Educación en Higiene, Seguridad del Trabajo y Salud Ocupacional	c/u
930	(A)	Capacitación teórico / práctica suministrada por participante para operación de maquinaria pesada de construcción.	c/u
930	(B)	Entrenamiento en campo suministrado por participante en operación de maquinaria pesada de construcción.	c/u

Fuente: Elaborado por Sustentantes.

### **3.11.1.1. Recomendaciones Técnicas Generales.**

- **De la Sub-Rasante:** Como material selecto (terraplenes) pueden utilizarse los bancos estudiados colocándose en capas de 20 cm compactadas al 100% del Proctor Estándar.

Se recomienda eliminar tamaños mayores de 3" antes de conformar y compactar.

El diseño geométrico e hidrotécnico deberá contemplar un sistema de drenaje que evite el estancamiento de aguas a lo largo de la vía a fin de disminuir los efectos que éstos pueden ocasionar en su estabilidad.

▪ **De la Sub-Base:**

Los resultados de los ensayos ejecutados sobre los materiales encontrados en los bancos permiten concluir que no se encuentran materiales aptos para ser empleados como subbase granular. Pero el terraplén funcionará como subbase y pueden utilizarse los bancos estudiados colocándose en capas de 20 cm compactadas al 100% del Próctor Estándar. Se recomienda eliminar tamaños mayores de 3" antes de conformar y compactar.

▪ **De la Base:**

La Base para las dos alternativas de Pavimento, se recomienda una mezcla de materiales granulares, hasta alcanzar un espesor total mínimo de 15 cm y debe ser estabilizada con la adición de cemento, en una cantidad tal que la mezcla estabilizada alcance una resistencia mínima a la compresión simple, después de 7 días de curado, de 21 kg/cm<sup>2</sup>.

▪ **De la Arena:**

Arena natural, cribados de piedra o combinación de ambos que pasen por el tamiz 4.75 mm y que cumplan con AASHTO M 29 incluyendo la prueba del sulfato. En el caso de los agregados que cumplan los requisitos complementarios a lo expuesto conforme a AASHTO M80.

▪ **De la Mezcla Asfáltica:**

Para la capa asfáltica debe emplearse mezcla de concreto asfáltico densamente gradadas, mezcladas en planta en caliente, de las características determinadas de acuerdo con el Ensayo Marshall (AASHTO T-245) y que se indican a continuación:

**Cuadro No. 53. Requisitos de calidad de las mezclas asfálticas.**

Capa	Granulometría Tipo	Estabilidad (lbs)	Flujo (0.01 pulg)	Vacios totales (%)	VAM (%)	Vacios llenados (VFA), (%)
Rodamiento	<b>TNM 12</b>	<b>&gt; 1.800</b>	<b>8 – 14</b>	<b>3 – 5</b>	<b>&gt; 13</b>	<b>65 – 75</b>

**TNM = tamaño nominal máximo (mm).**

Fuente: Nic-2000.

▪ **Control de Calidad:**

El Control de calidad de la construcción de la estructura de pavimento se regirá por el cumplimiento de las especificaciones técnicas que forman parte del estudio, en estas se detallan los procedimientos necesarios para cumplir con la calidad de las obras.

**3.11.1.2 Equipo Mínimo.**

El equipo mínimo que deberá tener el oferente seleccionado para ejecutar las obras es el siguiente:

**Cuadro No. 54. Equipo mínimo de Trabajo.**

Nº	TIPO Y CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO	CANTIDAD DE UNIDADES
1	Tractor D8	2
2	Camión Plataforma	2
3	Tractor D6	4
4	Camión Mantenimiento	1
5	Cargador Frontal	4
6	Retroexcavadora	2
7	Excavadora	2
8	Moto niveladora	6
9	Camión Volquete de 8 m <sup>3</sup> (mínimo)	15
10	Vibro compactadora de rodo metálico	6
11	Compactadora de ruedas neumáticas	1
12	Camión Distribuidor de Asfalto	1
13	Mini cargador	2
14	Camión Cisterna de agua	6
15	Mezcladoras concreto de 2 sacos	6
16	Cabezal Lowboy	2
17	Compactadora manual	8
18	Camión Grúa	1
19	Welder	1
20	Compresor	1
21	Camión concretero	1
22	Compactadora de plato vibratorio	4
23	TrackDrill	2
24	Martillo hidráulico	2

Fuente: Elaborado por Sustentantes.

### 3.12. Normas de Diseño Geométrico.

En el contenido del presente informe se presenta la consolidación de los elementos y parámetros técnicos que se proponen para la conformación de lo que una vez, sometido a consideración y aprobación de las instancias rectoras del Proyecto, será lo que se denomina las NORMAS DE DISEÑO VIAL del proyecto, y que corresponde al contenido de la Tabla adjunta y que a continuación se presenta:

**Cuadro No. 55. Normas de Diseño Geométrico, tramo: Pantasma (24.00 km).**

ITEM	DESCRIPCIÓN / PARAMETRO.	ABREVIATURA	UNIDAD DE MEDIDA	VALORES.
1	CLASIFICACIÓN FUNCIONAL.	COLECTORA RURAL (CR)		
2	ANCHO DEL DERECHO DE VÍA.	ADV	MT.	20.00
3	VELOCIDAD DE DISEÑO.	VD	KPH	50.00
4	VELOCIDAD DE RUEDO.	VR	KPH	47.00 (*)
5	VEHÍCULO DE PROYECTO.	VEH.	TIPO-AASHTO	SU (*)
6	RADIO DE CURVATURA MÍNIMO.	RM	mt.	68.00
7	GRADO DE CURVATURA MÁXIMO.	GC	G. MIN. SEG.	16°51'06"
8	NÚMERO DE CARRILES DE RODAMIENTO.	NC	UNID.	2.00
9	ANCHO CARRIL DE RODAMIENTO.	AC	mt.	3.50
10	ANCHO TOTAL DE RODAMIENTO.	AR	mt.	7.00
11	ANCHO DE HOMBROS.	HM	mt.	1.00
12	ANCHO DE CORONA.	AC	mt.	9.00
13	PENDIENTE TRANSVERSAL (BOMBEO)	B	%	3.00
14	PENDIENTE DEL HOMBRO.	HM%	%	3.00
15	SOBREELEVACIÓN MÁXIMA (PERALTE).	EMAX.	%	10.00
16	PENDIENTE RELATIVA.	MR	%	0.65
17	PENDIENTE LONGITUDINAL MÁXIMA.	PEND%	%	17.00
18	DISTANCIA ENTRE P FRONTAL Y EJE TRASERO (L)	LEE	MT.	16.15
19	DISTANCIA A OBSTRUCCIONES LATERALES.	OFFS.	MT.	1.50
20	SOBREANCHO MÍNIMO EN CURVAS HORIZ.	SMAX	MT.	0.60
21	COEFICIENTE DE FRICCIÓN LATERAL.	F1	S/U	0.19
22	LONGITUD MÍNIMA DE CURVA VERTICAL.	CVMIN	mt.	30.00
23	DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA (MIN)	DVP	mt.	63.00
24	DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE REBASE.	DVR	mt.	345.00
25	CARGA DE DISEÑO.	CD		HS-20-44+25%
26	TRÁNSITO DE DISEÑO (Pantasma)	TPDA	Vpd.	372 (***)
27	NIVEL DE SERVICIO	NS	-	"B"
28	TALUD DE RELLENO.	TR	S/U	2H; 1V.
29	TALUD DE CORTE.	TC	S/U	1H; 1V.
30	TALUD DE CUNETAS LATERAL.	TCL	S/U	3H; 1V

\*\*\* Conforme al Estudio de Tráfico.

Fuente: Elaborado por Sustentantes.

### **3.12.1. Características de la Topografía existente.**

El tramo de camino que corresponde a este Proyecto, producto de las características de la configuración topográfica del terreno en que se enmarca dicho tramo, siendo del tipo montañoso con bastante lomerío bien densificado en que predomina en todo su entorno zonas de bosques con árboles de grandes dimensiones en toda su trayectoria, presenta una Geometría Planimétrica bien sinuosa con curvas horizontales con radios de curvatura cuyos valores en la mayoría de los casos son de baja magnitud, observándose en diferentes sectores, su presencia bien seguidas una de otra, y en muchos casos del tipo curvas reversas en que la distancia en recta entre dichas curvas corresponde a valores bien reducidos, dichas curvas ahí contenidas se observa que se ubican en situaciones geométricas bien complejas, ya sea en relación a la ubicación de una infraestructura existente que por lo general corresponde a una obra de drenaje mayor del tipo puente, ó situaciones en que la configuración topográfica del terreno corresponde a la existencia de irregularidades de forma desproporcionada respecto a la plataforma de la vía, en que puede ser taludes de relleno bien inclinados y/o taludes de corte, que en ambos casos de magnitudes considerable, que conllevan a una limitación en lo que corresponde a ampliación lateral de dicha plataforma.

La mayor parte de la trayectoria de la ruta del camino con un ancho de rodamiento variable entre los 5.50 metros y hasta 6.00 metros en determinados sectores, se enmarca en las laderas de las lomas que conforman el tipo de terreno montañoso, observándose transversalmente en uno de los lados la existencia de laderas de considerable magnitud, y al otro lado la presencia de taludes de corte del tipo trinchera, de pendientes bien inclinada, que en algunos sectores se observan de forma casi vertical, esto producto de que la mayor parte de la trayectoria del camino se enmarca en las laderas de las lomas existentes en la ruta del Proyecto.

▪ **Bombeo:**

A pesar de que durante los procesos constructivos de mantenimiento que se brindan a estos caminos en que la superficie de rodado la constituye un revestimiento de material granular que generalmente proviene de banco de préstamo; se intenta en la formación de la pendiente transversal ó Bombeo, lo cual se logra en lo mínimo sin alcanzar lo establecido del 3%, resultando en el mayor de los casos un 2%, que con el paso ó circulación de los vehículos se producen deformación, además de las condiciones climatológicas que inciden de manera considerable en dicha deformación.

En el tramo de Proyecto en estudio, la formación de la pendiente transversal o bombeo en la mayoría de los sectores en recta ó tangente del camino, se encuentra deformada, en algunos casos por la deformación de la superficie producto de la existencia de baches ó por la formación de surcos en forma de ligeros tumbos que se extienden en toda la superficie de rodamiento; en la mayoría de los casos, esto se debe principalmente a la ausencia ó carencia de cunetas laterales y por consiguiente las aguas se distribuyen de forma laminar en la superficie de rodamiento, que adicional a la circulación vehicular generan los efectos antes descritos.

▪ **Sobreelevación o Peralte:**

En el caso del Tramo de Proyecto en estudio, se observa que en cada curva se presenta la misma situación, lo cual hace falta agregar que por lo general los vehículos al transitar sobre la curva horizontal, se arriman hacia el lado de la curva, aunque circulen en sentido contrario, por lo que el carril interno es el más circulado en las curvas horizontales, incidiendo esto de manera considerable en la deformación y desgaste de la superficie de rodamiento de manera irregular.

▪ **Taludes:**

Los taludes que conforman la sección transversal del camino en este tramo de Proyecto, se presentan de forma variable en las tres diferentes modalidades o situaciones en que se observa la sección transversal del camino; estas situaciones corresponden a las siguientes: Situación en Corte o Excavación, Situación en Relleno o Terraplén y Situación combinada en Excavación y en Relleno.

▪ **Hombros o Acotamientos:**

El ancho de la corona del terraplén de la vía en la mayor parte de la trayectoria de este tramo de Proyecto, se presenta bien variable y de manera irregular, resultando hasta cierto punto bien complejo definir lo que corresponde al ancho de rodamiento y lo que corresponde a la franja del hombro; observándose en las situaciones de la plataforma de la vía en corte o excavación, que en la mayoría de los casos el talud en el ancho de la cuneta se confunde o hace veces de hombro y por lo general así funciona en este tipo de camino para la circulación vehicular.

▪ **El Derecho de Vía y otras obras:**

En relación con el derecho de vía, este tramo de Proyecto presenta en toda su trayectoria, anchos que corresponden y/o en que se enmarca la franja del Derecho de Vía, de 13.00 metros hasta valores de 15.00 y 18.00 metros; detectándose en toda la trayectoria, la existencia de viviendas a la orilla del camino, en muchos casos en calidad de invasión de la franja del derecho de vía del camino; así como la presencia de caseríos de cierta densidad poblacional que de igual forma se ubican a la orilla del camino, en que se pueden mencionar como de mayor importancia la comunidad de El Malecón, El Chile, Estancia Cora, los Mollejones de Santa Fe, Zompopera, El Amparo, El Carmen, La Marañososa (Santa Rosa), El Pital, Emp. Maleconcito, Santo Domingo y León Díaz, en que las viviendas se ubican a uno y otro lado de la vía.

### 3.12.2. Levantamiento de Drenaje Menor y Mayor.

Se procedió a realizar los levantamientos del área de terreno afectada por el cauce de cada sitio de estructura de drenaje, tantos existentes como proyectados como resultado de su visita técnica de campo.

El levantamiento topográfico del drenaje en cada sitio fue realizado a partir del método de seccionamiento Planialtimétrico tomando como referencia el eje del cauce, para el drenaje menor en cada sitio se levantaron 20 metros aguas arriba y 20 metros aguas abajo, se tomaron además las dimensiones de las alcantarillas y las cotas de desagües en ambos extremos, los detalles topográficos de los cabezales, muros de encabezamientos, pretilas y otras defensas contra la erosión. En el caso de las estructuras de drenaje mayor, se levantaron 200 metros aguas arriba y 200 metros aguas abajo. Esta actividad fue realizada en las intersecciones con la carretera existente, cuando existían estos elementos en la zona de influencia del proyecto.

**Cuadro No. 56. Estructuras del Drenaje Menor existente (1-17).**

N°	ESTACIÓN	TIPO DE TUBERÍA	DIAM. (Pulg.)	LONG. (m)	INV. ENTR.	INV. SAL.	RAS. T. NAT.	PEND. (%)
1	0+254.46	TMC	1-24"	11.42	387.88	388.05	389.81	1.49%
2	0+624.32	TCR	1-36"	9.62	388.00	388.28	389.78	2.91%
3	0+759.52	TCR	1-48"	10.15	387.52	386.99	389.96	-5.22%
4	4+813.74	TCR	2-72"	44.74	355.76	354.26	361.01	-3.35%
5	5+212.16	TCR	1-24"	13.33	356.18	355.97	358.14	-1.58%
6	6+134.49	TCR	2-24"	43.76	362.77	362.29	367.87	-1.10%
7	6+874.22	TMC	1-24"	18.25	388.62	387.87	391.15	-4.11%
8	6+967.16	TCR	1-24"	14.90	398.12	395.08	399.47	-20.40%
9	7+117.72	TMC	1-24"	16.61	407.05	404.11	409.19	-17.70%
10	7+245.64	TCR	1-24"	10.03	415.66	415.18	417.32	-4.79%
11	7+413.64	TCR	1-30"	13.08	431.91	431.13	433.62	-5.96%
12	7+705.55	TCR	1-24"	12.55	466.19	464.93	467.79	-10.04%
13	7+826.62	TCR	1-24"	10.20	480.15	479.26	481.11	-8.73%
14	7+993.69	TMC	1-24"	14.31	495.90	494.81	497.06	-7.62%
15	8+406.79	TMC	1-24"	16.48	492.97	490.34	494.11	-15.96%
16	8+502.45	TCR	1-30"	11.81	494.40	493.40	494.76	-8.47%
17	8+577.19	TCR	1-24"	11.20	495.12	494.40	497.22	-6.43%

Fuente: Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI).

**Cuadro No. 57. Estructuras del Drenaje Menor existente (18-56).**

N°	ESTACIÓN	TIPO DE TUBERÍA	DIAM. (Pulg.)	LONG. (m)	INV. ENTR.	INV. SAL.	RAS. T. NAT.	PEND. (%)
18	9+108.52	TMC	1-42"	23.00	498.05	492.25	500.24	-25.22%
19	9+525.73	TMC	1-24"	13.01	499.56	495.53	499.61	-30.98%
20	9+668.53	TCR	2-60"	32.04	486.35	485.81	489.68	-1.69%
21	10+179.65	TMC	1-24"	15.72	505.02	502.75	506.18	-14.44%
22	10+514.03	TMC	1-24"	12.25	485.84	485.20	487.10	-5.22%
24	11+216.35	TCR	1-48"	15.95	398.14	398.08	402.52	-0.38%
25	11+489.35	TCR	1-30"	10.09	397.17	396.77	398.40	-3.96%
26	11+723.24	TCR	2-48"	48.48	375.87	374.61	381.66	-2.60%
27	12+817.77	TCR	1-30"	12.51	355.93	355.80	357.44	-1.04%
28	12+930.11	TMC	1-24"	12.60	354.82	353.96	356.53	-6.83%
29	13+133.74	TMC	2-48"	37.22	345.71	345.16	349.69	-1.48%
30	13+474.54	TMC	1-24"	48.70	353.62	350.12	357.99	-7.19%
31	13+607.01	TMC	1-24"	12.44	361.33	360.50	362.50	-6.67%
32	13+783.19	TMC	1-24"	15.46	365.73	364.80	368.16	-6.02%
33	14+038.10	TMC	1-24"	22.54	380.99	378.88	385.57	-9.36%
36	15+066.67	TCR	1-42"	35.71	432.71	430.82	443.06	-5.29%
37	15+398.61	TCR	1-24"	15.03	466.08	464.72	468.30	-9.05%
38	15+646.35	TMC	1-60"	22.80	449.20	447.55	453.74	-7.24%
39	15+780.64	TMC	1-36"	24.09	454.25	451.40	457.92	-11.83%
40	15+883.41	TMC	1-24"	13.18	457.20	456.65	458.75	-4.17%
42	16+213.26	TMC	1-24"	21.90	444.13	440.20	445.54	-17.95%
43	16+452.02	TMC	1-24"	19.66	442.59	440.50	445.30	-10.63%
44	17+068.15	TMC	1-24"	23.24	459.21	458.32	464.71	-3.83%
45	17+516.86	TMC	1-24"	24.50	493.45	492.05	499.02	-5.71%
46	17+794.76	TMC	60"x 80"	33.85	489.17	488.25	497.11	-2.72%
47	17+979.62	TMC	1-24"	9.39	508.99	508.94	510.41	-0.53%
48	18+158.30	TMC	1-24"	17.81	524.18	523.36	526.92	-4.60%
49	18+350.57	TMC	1-24"	20.81	532.94	531.75	537.32	-5.72%
50	18+573.11	TMC	1-24"	11.68	542.15	541.82	543.55	-2.83%
51	18+715.96	TMC	1-24"	15.08	540.89	540.47	544.59	-2.79%
52	19+072.95	TCR	1-36"	14.94	552.45	551.16	553.98	-8.63%
53	19+231.25	TMC	1-24"	14.19	553.03	552.47	554.74	-3.95%
54	19+336.19	TMC	1-30"	15.44	553.13	553.95	556.52	5.31%
55	19+801.71	TMC	1-30"	18.96	567.60	565.79	570.88	-9.55%
56	20+012.03	TMC	1-36"	26.68	557.86	556.14	563.22	-6.45%

Fuente: Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI).

**Cuadro No. 58. Estructuras del Drenaje Menor existente (57-78).**

N°	ESTACIÓN	TIPO DE TUBERÍA	DIAM. (Pulg.)	LONG. (m)	INV. ENTR.	INV. SAL.	RAS. T. NAT.	PEND. (%)
57	20+215.69	TMC	1-24"	11.66	565.38	564.66	566..36	-6.17%
58	20+495.25	TMC	1-24"	15.33	552.67	550.63	554.14	-13.31%
59	20+633.07	TMC	1-36"	24.58	542.25	538.15	545.73	-16.68%
60	20+800.16	TMC	1-24"	24.64	529.89	526.93	533.23	-12.01%
61	21+045.51	TMC	1-30"	17.84	507.41	504.34	510.02	-17.21%
62	21+248.92	TMC	1-48"	20.03	488.62	487.82	493.14	-3.99%
63	21+331.43	TMC	1-30"	12.92	489.43	488.84	490.68	-4.57%
64	21+473.42	TCR	1-36"	10.24	484.39	484.09	486.12	-2.93%
65	21+643.79	TCR	1-60"	26.81	474.15	473.52	480.98	-2.35%
66	22+020.47	TMC	1-24"	12.33	497.98	497.81	499.97	-1.38%
67	22+195.27	TMC	1-24"	26.37	506.61	504.50	512.20	-8.00%
68	22+473.71	TMC	1-42"	18.94	530.51	527.87	532.55	-13.94%
69	22+560.54	TCR	1-30"	12.88	533.08	532.34	533.82	-5.75%
70	22+693.65	TMC	1-30"	13.74	523.86	523.84	526.19	-0.15%
71	22+836.91	TMC	1-30"	27.78	518.27	515.12	523.91	-11.34%
72	22+923.04	TMC	1-48"	24.77	513.58	511.88	518.83	-6.86%
73	23+098.53	TCR	1-36"	24.76	502.88	500.15	507.77	-11.03%
74	23+178.25	TCR	1-36"	25.67	499.84	497.25	504.13	-10.09%
75	23+349.11	TMC	1-24"	23.48	492.79	491.87	498.39	-3.92%
76	23+617.58	TMC	1-48"	20.12	492.61	492.10	496.01	-2.53%
77	23+731.81	TCR	1-36"	12.29	496.36	495.43	497.62	-7.57%
78	23+898.54	TMC	1-24"	15.80	498.86	497.29	502.15	-9.94%

Fuente: Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI).

**Cuadro No. 59. Inventario de Drenaje Mayor.**

N°	ESTACIÓN	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIÓN
1.00	0+330	Puente	Losetas de Concreto y Barandales Metálicos (una vía)
2.00	0+850	Puente	Losetas de Concreto y Barandales Metálicos (una vía)
3.00	3+800	Puente	Losetas de Concreto
4.00	3+950	Caja de Concreto	Caja tripe de 2.45m X 1.80m
5.00	4+580	Puente	Losetas de Concreto 6.40m X 3.90m
6.00	5+460	Puente	Puente de dos Vías con Barandales de concreto
7.00	6+530	Puente	Puente de Concreto de dos Vías (6.20m X 7.20m)
8.00	12+400	Puente	Puente de Concreto de dos Vías (7.5m X 9m)
9.00	12+720	Puente	Puente de Concreto de dos Vías (7.2m X 17m)
10.00	16+950	Puente	Puente de Concreto de dos Vías (7.5m X 7.2m)

Fuente: Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI).

▪ **Cunetas:**

En este tramo de camino es notoria la carencia de cunetas laterales de forma longitudinal para el drenaje a excepción de algunos sectores en que se detectan la existencia de cunetas a la orilla de la vía.

**3.12.3. Diseño Planimétrico del proyecto.**

El elemento principal que se tuvo en cuenta y en consideración durante el desarrollo y ejecución del proceso de diseño y proyección de la geometría Planimétrica correspondió a los parámetros técnicos geométricos contenidos y que a la vez conforman las Normas de Diseño que previamente y como parte de la realización del Proyecto se establecieron para su realización.

En lo que respecta al criterio de diseño aplicado en el proceso de diseño y proyección del aspecto planimétrico, correspondió principalmente a la necesidad de apegarse en todo lo posible al trazo de la geometría existente del camino a fin de evitar al máximo se produzcan afectaciones, tanto a terrenos como a las infraestructuras ubicadas en el entorno de la trayectoria del camino, que conlleve a elevar los costos de inversión de la obra en su aspecto constructivo.

Lo antes expuesto está relacionado a la existencia de una plataforma de la vía, cuya cimentación como tal se encuentra fortalecida al igual que el nivel de terraplén, aunque en una reducida altura o casi nada sobre el terreno natural, se procuró en to más posible, su aprovechamiento a manera de complementación para la nueva plataforma del proyecto.

Como parte del diseño y proyección de la planimetría fue necesario establecer una clasificación por sectores del tipo Rural y del tipo Urbano en toda la trayectoria del camino existente, a partir de lo cual se realizaron trazos de la trayectoria del camino de manera diferenciada para cada modalidad de sector de carretera.

Los sectores que establecieron según su clasificación como sectores urbanos, corresponden a los que a continuación se describen.

**Cuadro No. 60. Secciones típicas por Tramos.**

TRAMO	INICIO	FINAL	SECCION TIPICA
1	00+000.00	00+323.62	URBANA
2	00+323.62	00+332.04	PUENTE 1
3	00+332.04	00+831.76	URBANA
4	00+831.76	00+844.86	PUENTE 2
5	00+844.86	01+917.74	URBANA
6	01+917.74	03+740.14	RURAL
7	03+740.14	03+754.03	PUENTE 3
8	03+754.03	03+868.68	URBANA
9	03+868.68	03+878.48	PUENTE 4
10	03+878.48	04+390.00	URBANA
11	04+390.00	04+415.06	RURAL
12	04+415.06	04+423.48	PUENTE 5
13	04+423.48	04+461.49	RURAL
14	04+461.49	04+681.28	URBANA
15	04+681.28	04+891.43	RURAL
16	04+891.43	05+365.59	URBANA
17	05+365.59	05+385.69	PUENTE 6
18	05+385.69	05+539.43	RURAL
19	05+539.43	05+879.56	URBANA
20	05+879.56	06+446.23	RURAL
21	06+446.23	06+453.32	PUENTE 7
22	06+453.32	09+806.56	RURAL
23	09+806.56	10+293.54	URBANA
24	10+293.54	12+146.89	RURAL
25	12+146.89	12+156.00	PUENTE 8
26	12+156.00	12+478.06	RURAL
27	12+478.06	12+493.73	PUENTE 9
28	12+493.73	16+442.81	RURAL
29	16+442.81	16+449.90	PUENTE 10
30	16+449.90	18+190.36	RURAL
31	18+190.36	18+479.48	URBANA
32	18+479.48	19+756.25	RURAL
33	19+756.25	19+982.46	URBANA
34	19+982.46	24+000.00	RURAL

Fuente: Elaborado por Sustentantes.

Como se aprecia en el **Cuadro 60** existen 11 tramos Urbanos los cuales contarán con la sección Típica de la **Imagen No. 7, pág. 98** y 13 tramos Rurales los cuales contarán con la sección Típica de la **Imagen No. 8, pág. 98**.

### 3.12.4. Clasificación Funcional.

El camino en estudio según las Normas de la Sieca (Edición 2004), se clasifica de conformidad al **Cuadro No. 61** como **Colectora Rural (CR)**, con la denominación **NIC-43** dentro de la clasificación funcional del Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI), ya que es una vía que presenta volúmenes de Trafico cercanos a los 500 vehículos por día.

**Cuadro No. 61. Clasificación Funcional de las Carreteras en Función de Volúmenes de Tránsito, Número de Carriles y Tipo de Superficie de Rodamiento.**

TPDA	>20,000		20,000-10,000		10,000-3,000		3,000-500	
Clasificación funcional	No. C	Superf.	No.C	Superf.	No.C	Superf.	No.C	Superf.
AR- Autopistas Regionales	6-8	Pav.	4-6	Pav.				
TS- Troncales Suburbanas	4	Pav.	2-4	Pav.	2	Pav.		
TR- Troncales Rurales	4	Pav.	2-4	Pav.	2	Pav.		
CS- Colectoras Suburbanas			2-4	Pav.	2	Pav.	2	Pav.
<b>CR- Colectoras Rurales</b>					2	Pav.	<b>2</b>	<b>Pav.</b>

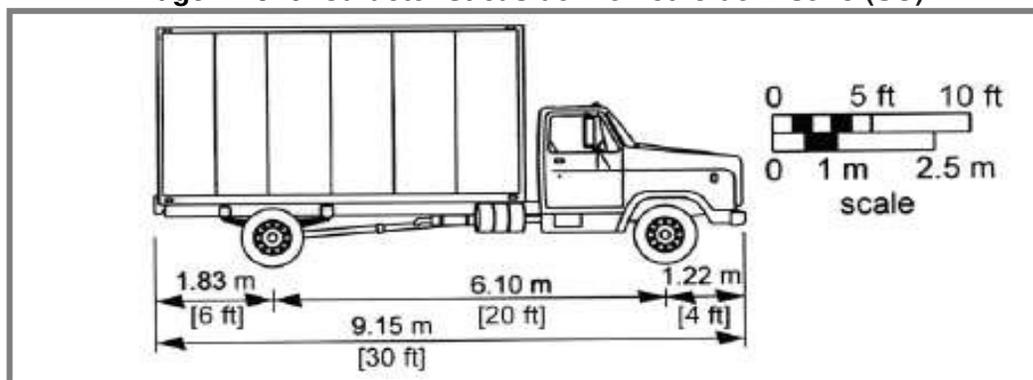
**No.C** : Número de carriles; **Superf.** : Superficie de rodamiento; **Pav** : Pavimento asfáltico o de cemento Portland.

Fuente: Normas SIECA, 2da Edición 2004.

### 3.12.5. Vehículo de Diseño.

Considerando los datos del estudio de tráfico se recomienda que el vehículo de diseño sea el **C2** (se adoptará el tipo **SU** según clasificación AASHTO). Consideramos que no es justificable utilizar como vehículo de Diseño el C3 ó T3S2 (WB15) en vista del poco volumen registrado de estos vehículos en el estudio de tráfico. En este estudio los sobreamanchos y radios de giros mínimos serán calculados utilizando como vehículo de diseño el SU, a continuación, se muestra un esquema con las dimensiones típicas del vehículo de diseño.

**Imagen No. 6. Características del Vehículo de Diseño (SU).**



Fuente: Normas SIECA, 2da Edición 2004.

**Cuadro No. 62. Dimensiones del Vehículo de Diseño.**

SU (C2)	
Altura	4.1 metros
Ancho	2.6 metros
Largo	12 metros
Distancia entre ejes	6.1 metros

Fuente: Normas SIECA, 2da Edición 2004.

### 3.12.6. Velocidad de Diseño.

La aplicación de una velocidad de **50 KPH** para este tramo de Proyecto es la más recomendable para ser seleccionada como velocidad de diseño debido a todo lo anteriormente expuesto, y principalmente por las características y perspectivas de desarrollo potencial con que cuenta este tramo de camino en su entorno de la franja del camino, así como su área de influencia.

**Cuadro No. 63. Velocidades de diseño en kilómetros por hora, en función de los volúmenes de tránsito y la topografía del terreno.**

Tipo de Terreno	Volúmenes de tránsito Diario ó TPD, en vpd			
	>20,000	20,000-10,000	10,000-3,000	3000-500
Plano	110	90	80	70
Ondulado	90	80	70	60
Montañoso	70	70	60	50

Fuente: Normas SIECA, 2da Edición 2004.

Para el Proyecto en estudio, la aplicación de una velocidad de 50 Kilómetros/hora para un Radio Mínimo de Curvatura Calculado de **67.9 metros**; equivalente a un valor de Radio Mínimo de Curvatura Asumido de **68 metros**; conforme el manual de la SIECA.

### 3.12.7. Anchos de Carriles de Rodamiento.

El Manual del SIECA, considera que el ancho de carril de 3.60 metros es el más deseable para carreteras Rurales, porque una carretera de dos carriles con 7.20 metros de ancho de calzada ofrece las condiciones óptimas para la circulación, más sin embargo, por las características de la configuración topográficas del terreno que se enmarca la trayectoria del tramo de Proyecto, asumir anchos de **3.50 metros** es lo más acertado para implementación de proyecto en estudio.

### 3.12.8. Hombros.

Con el fin de proveer espacio para acomodar eventualmente a los vehículos que sufren algún desperfecto durante su recorrido, ayudando además a la estabilidad estructural de los carriles de circulación, e incluso proporcionando un espacio adicional para movimientos de ciclistas y transeúntes ocasionales, aunque el Manual del SIECA recomienda anchos de hombros entre 1.20 – 1.80 metros. Para las Colectoras Menores Rurales.

Para este Proyecto en estudio se ha fijado el ancho de hombro de **1.00 metro** que corresponde a un valor adecuado por las características del proyecto y evitando a la generación de afectaciones a propiedades existentes en el entorno de la vía.

### 3.12.9. Aceras.

Las zonas cruzadas por la carreta y aquellas donde se prevea la circulación de peatones estarán dotadas de aceras, con ancho mínimo de 1.20 metros. El Manual del SIECA edición 2004 recomienda los anchos de acera y hombros para Colectoras Menores Rurales, como se aprecia en la Tabla Adjunta.

**Cuadro No. 64. Ancho Mínimo de Hombros y Aceras.**

Tipo de Carretera		Acceso	Tipo de Superficie	Ancho de Hombros (m)		Ancho de Aceras (m)
				Internos	Externos	
AR	Autopistas Regionales	Controlado	Alto	1.0 - 1.5	1.8 - 2.5	
TS	Troncales Suburbanas	Controlado	Alto	1.0 - 1.5	1.8 - 2.5	1.2 - 2.0
TR	Troncales Rurales	-	Alto	0.5 - 1.0*	1.2 - 1.8	1.2 - 1.5
CS	Colectoras Suburbanas	-	Intermedio	0.5*	1.2 - 1.5	1.0 - 1.2
CR	Colectoras Rurales	-	Intermedio	-	1.2 - 1.5	1.0 - 1.2

\* Solamente con mediana

Fuente: Normas SIECA, 2da Edición 2004.

### 3.12.10. Distancia de Visibilidad de Parada.

Esta es la distancia requerida por un conductor para detener su vehículo en marcha, cuando surge una situación de peligro o percibe un objeto imprevisto € su recorrido la distancia de visibilidad de parada en su primer componente, d1, se calcula involucrando la velocidad y el tiempo de percepción y reacción del conductor, mediante la siguiente expresión matemática:

$$d1 = 0.278 vt \text{ (metros)} \quad (\text{Ec. 8})$$

**Dónde:**

**v** = Velocidad inicial, kilómetros por hora.

**T** = Tiempo de percepción y reacción, que ya se indicó es de 2.5 seg.

Para V= 50 km/hora, la distancia de percepción (**d1**) es de **34.75 metros**.

La distancia de frenado, **d2**, se calcula por medio de la expresión que se muestra a continuación:

$$d2 = \frac{v^2}{254 f} \quad (\text{Ec. 9})$$

**Dónde:**

**v** = velocidad inicial, kilómetros por hora.

**F** = coeficiente de fricción longitudinal entre llanta y superficie de rodamiento.

**Cuadro No. 65. Distancia de parada en función de la Velocidad.**

Velocidad de Diseño Km/h	Velocidad de Marcha Km/h	Tiempo de Percepción y Reacción Tiempo (s)	Distancia de Fricción Distancia (m)	Coeficiente de Fricción f	Distancia de Frenado (m)	Distancia de Parada para (m)
30	30 - 30	2.5	20.8 - 20.8	0.40	8.8 - 8.8	30 - 30
40	40 - 40	2.5	27.8 - 27.8	0.38	16.6 - 16.6	45 - 45
50	47 - 50	2.5	32.6 - 34.7	0.35	24.8 - 28.1	57 - 63
60	55 - 60	2.5	38.2 - 41.7	0.33	36.1 - 42.9	74 - 85
70	67 - 70	2.5	43.8 - 48.6	0.31	50.4 - 62.2	94 - 111
80	70 - 80	2.5	48.6 - 55.6	0.30	64.2 - 83.9	113 - 139
90	77 - 90	2.5	53.5 - 62.4	0.30	77.7 - 106.2	131 - 169
100	85 - 100	2.5	59.0 - 69.4	0.29	98.0 - 135.6	157 - 205
110	91 - 110	2.5	63.2 - 76.4	0.28	116.3 - 170.0	180 - 246

Fuente: Normas para el Diseño Geométrico de las Carreteras Regionales, SIECA 2004.

Según la tabla No para una velocidad de 50 km/hora, el coeficiente de fricción (**f**) es de **0.35**. Entonces al aplicar la **ecuación No 21** el resultado para la distancia de Frenado es:

Para V= 50 km/hora, la distancia de Frenado (**d2**) es de **28.121 metros**.

**Distancia de Visibilidad de parada (DVP):** esta es la suma de la distancia de reacción más la distancia de frenado, por tanto, se calculó con la siguiente ecuación:

$$DVP = d1 + d2 \quad (\text{Ec. 10})$$

Para V= 50 km/hora, Distancia de Visibilidad de Parada (**DVP**), calculada fue de **63.00 metros**.

### 3.12.11. Distancia de visibilidad de rebase.

La distancia de visibilidad para pasar o rebasar un vehículo en una carretera de dos (2) carriles de rodamiento en ambos sentidos de circulación vehicular, se refiere a la distancia necesaria para que un vehículo pueda pasar a otro u otros que circulan por el mismo carril a menor velocidad, sin peligro de colisionar con los vehículos que puedan venir en dirección opuesta por la vía que generalmente se realizará la maniobra. Los aspectos a considerar requieren establecer los elementos siguientes, enmarcados en la operación de rebase:

- ⇒ **d1:** Distancia recorrida durante el tiempo de percepción y reacción en metros.
- ⇒ **d2:** Distancia recorrida por el vehículo que sobrepasa mientras realiza la operación de rebase en metros.
- ⇒ **d3:** Distancia de seguridad una vez terminada la maniobra entre el vehículo que adelanta y el vehículo que circula en sentido contrario, en metros.
- ⇒ **d4:** Distancia recorrida por el vehículo que circula en sentido opuesto durante la operación de sobrepaso en metros.

**Cuadro No. 66. Distancia de visión para adelantar en base a la velocidad de diseño.**

Velocidad de Diseño	Velocidades Km/h		Distancia mínima de adelantamiento (m)
	Vehículo que es rebasado	Vehículo que rebasa	
30	29	44	220
40	36	51	285
50	44	59	345
60	51	66	410
70	59	74	480
80	65	80	540
90	73	88	605
100	79	94	670
110	85	100	730

Fuente: A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, 1994, p. 13.

**Cuadro No. 67. Distancia de visión para adelantar en base a la velocidad de diseño.**

Velocidad promedio de adelantamiento (km/h)	50 – 65 56.2	66 – 80 70.0	81 – 95 84.5	96 – 110 99.8
Maniobra Inicial				
A = aceleración promedio (km/h/s)	2.25	2.30	2.37	2.41
t1 = tiempo (s)	3.6	4.0	4.3	4.5
d1 = distancia recorrida (m)	45	65	90	110
Ocupación carril izquierdo:				
t2 = tiempo (s)	9.3	10.0	10.7	11.3
d2 = distancia recorrida (m)	145	195	250	315
Longitud Libre				
d3 = distancia recorrida (m)	30	55	75	90
Vehículo que se aproxima:				
d4 = distancia recorrida (m)	95	130	165	210
Distancia Total: d1 + d2 + d3 + d4 (m)	315	445	580	725

Fuente: AASHTO, A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, 1994, p. 131.

Los Datos Obtenidos del cuadro No. Para una velocidad de **50 Km/h** son:

**Velocidad del que rebasa:** 59 Km/h.

**Velocidad del que es rebasado:** 44 Km/h.

**Aceleración promedio:** 2.25 Km/h/s.

**t1:** 3.6 segundos.

**T2:** 9.3 segundos.

**M:** 15 km/h.

La distancia preliminar de demora (**d1**), se calculó utilizando la siguiente ecuación:

$$d1 = 0.278 t1 [(v - m + a(\frac{t1}{2}))] \quad (\text{Ec. 11})$$

**Dónde:**

**v** = velocidad promedio del vehículo de Adelantamiento, kilómetros por hora.

**T1** = Tiempo de maniobra inicial, segundos.

**A** = Aceleración promedio del vehículo que efectúa el rebase, en kilómetros por hora por segundo durante el inicio de la maniobra.

**M** = Diferencia de velocidad entre el vehículo que es rebasado y el que rebasa, kilómetros por hora.

Para  $V = 50$  Km/h, la distancia preliminar de demora (**d1**), es de **48.1** metros.

Distancia de adelantamiento (**d2**) expresado por:

$$d2 = 0.278 v t2 \quad (\text{Ec. 12})$$

**Dónde:**

**v**= velocidad promedio del vehículo que ejecuta el adelantamiento, kilómetros por hora

**t2**= Tiempo de ocupación del carril opuesto, segundos.

Para  $V = 50$  Km/h, la distancia del vehículo adelantador (**d2**), es de **152.5** metros.

La Distancia de Seguridad (**d3**), la experiencia ha demostrado que valores entre 35 y 90 metros son aceptables para esta distancia.

Para  $V = 50$  Km/h, la Distancia de Seguridad (**d3**), es de **40.00** metros.

La Distancia recorrida (**d4**), por el vehículo que viene en el carril contrario (**d4**), es (2/3) de la distancia **d2**.

Para V = 50 Km/h, la Distancia de Seguridad (**d4**), es de 2/3 de 152.5 metros, equivalente a **101.7** metros.

La Distancia de Visibilidad de Rebase (DVR), queda establecida de la siguiente forma:

$$DVA = d1 + d2 + d3 + d4 \quad (\text{Ec. 13})$$

Para V = 50 Km/h, la Distancia de Visibilidad de Adelantamiento calculada fue de **342.3** metros, se decidió adoptar **345** metros.

### 3.12.12. Peralte o Sobreelevación Máxima €.

Conservando la velocidad de diseño con el valor de 50 KPH, le corresponde un coeficiente de fricción lateral equivalente a 0.19, de lo cual resulta un valor de Radio Mínimo de curvatura calculado de 67.9 mt; que para valores asumidos equivale a 68.00 mt lo cual permitirá acomodar valores de radios de curvatura más ajustados a la geometría Planimétrica existente, lo que conllevará a una reducción sustancial de las afectaciones en áreas de terreno en las propiedades en el entorno se la trayectoria del Proyecto.

**Cuadro No. 68. La sobreelevación o peralte según Tipo de Área.**

Tasa de Sobreelevación, "e" en (%)	Tipo de Area
10	Rural montañosa
8	Rural plana
6	Suburbana
4	Urbana

Fuente: Normas para el Diseño Geométrico de las Carreteras Regionales, SIECA 2004.

### 3.12.13. Coeficiente de Fricción Lateral (f1).

El Coeficiente de Fricción Lateral depende de varios factores, uno de ellos son las condiciones de las llantas de los vehículos, el estado de la superficie de rodamiento y la velocidad del vehículo.

Habiendo seleccionado y establecido el valor de la Sobreelevación o Peralte Máximo que se aplicará y que corresponde al valor del **10.00%**, en la Tabla adjunta, muestra que, para una velocidad de 50 KPH, se determina que le corresponde un coeficiente de fricción lateral **f = 0.19**.

**Cuadro No. 70. Coeficiente de fricción lateral y resultados de valores de radios mínimos de curvatura.**

Velocidad de Diseño (Km/h)	Factor de Fricción Máxima (f)	Total (e/100+f)	Peralte Máximo 10 %		
			Radio (m)		Grado de Curva
			Calculado	Recomendado	
30	0.28	0.38	18.6	9	60° 19'
40	0.23	0.33	38.2	38	30° 09'
<b>50</b>	<b>0.19</b>	<b>0.29</b>	<b>67.9</b>	<b>68</b>	<b>16° 51'</b>
60	0.17	0.27	105	105	10° 55'
70	0.15	0.25	154.3	154	07° 26'
80	0.14	0.24	210	210	05° 27'

Fuente: manual de la AASHTO 2004 pág. 147, SIECA 2011 pág. 89.

### 3.12.14. Radio Mínimo de Curvatura.

El valor del Radio Mínimo de Curvatura fue determinado a partir de la aplicación de la fórmula de AASHTO (abajo descrita) en función de la velocidad de diseño (VD) establecida de 50 KPH, el valor del peralte ó Sobreelevación máxima seleccionada para uso y aplicación en el Proyecto, equivalente al 10%, y finalmente el valor de Coeficiente de fricción lateral de 0.19. El Valor del Radio Mínimo de Curvatura fue establecido a partir del cálculo a través de cualquiera de las siguientes expresiones;

$$R = \frac{v^2}{127 (e+f)} \quad (\text{Ec. 14})$$

**Dónde:**

**R** = Radio mínimo de curva, en metros

**e**= Tasa de sobreelevación en fracción decimal.

**F** = Factor de fricción lateral, que es la fuerza de fricción dividida por la masa perpendicular al pavimento.

**V** = Velocidad de diseño, en kilómetros por hora.

De la aplicación de una de las expresiones anteriores, se obtiene el valor correspondiente al Radio Mínimo de Curvatura de 67.9 metros; de lo cual se puede asumir un valor redondeado de **68.00 metros**.

En este mismo aspecto se obtiene de igual forma el valor del Grado de Curvatura debido a la relación mancomunada que existe entre ambos parámetros, lo cual se realiza a través de la expresión que a continuación:

$$D_{20} = \frac{1145.92}{R} \quad (\text{Ec. 15})$$

**Dónde:**

**R** = Radio mínimo de curva, en metros.

Aplicando esta expresión para el valor calculado del Radio de curvatura de **68.00 metros**, se obtiene el valor del grado de curvatura de **16°51'06"**.

### **3.12.15. Sobre anchos en curvas.**

Se adoptarán los sobre anchos en cada una de las curvas horizontales, de acuerdo con la SIECA, considerando que los conductores experimentan dificultades en mantener los vehículos en el centro del carril porque estos utilizan un espacio mayor cuando transitan en curvas que cuando transitan en rectas. Los sobre anchos han sido diseñados para brindar esa comodidad a los conductores y disminuir los riesgos de circulación.

En la selección del sobreancho en curvas se tomó que Sobreanchos menores de **0.60 metros**, no son necesarios en las curvas, el número de carriles y la longitud (**L**) de la fórmula en este caso se tomó la distancia entre ejes del Vehículo de Diseño Su (C2). Una de las expresiones empíricas más utilizadas para calcular el sobreancho en las curvas horizontales es la siguiente:

$$S = n[R - (\sqrt{R^2 - L^2})] + \frac{0.10V}{\sqrt{R}} \quad (\text{Ec. 16})$$

**Donde:**

**S** = Valor sobreancho, metros.

**N** = Número de carriles de la superficie de rodamiento.

**L** = Longitud entre el eje frontal y el eje posterior del vehículo de diseño, metros.

**R** = Radio de curvatura, metros.

**V** = Velocidad de diseño de la carretera, kilómetros por hora.

Los Datos utilizados para calcular los sobreeanchos en el tamo Pantasma (24 Kilómetros):

**Número de Carriles, n:** 2.

**Distancia entre Ejes, L:** 6.10 metros.

**Velocidad de Diseño, V:** 50 Km/h.

**Cuadro No. 69. Sobreeanchos en Curvas.**

Radio (Metros)	Sobreeancho (S, metros)	
	Calculado	Necesario
350	0.4	0.0
340	0.4	0.0
300	0.4	0.0
290	0.4	0.0
260	0.5	0.0
250	0.5	0.0
240	0.5	0.0
230	0.5	0.0
220	0.5	0.0
200	0.5	0.0
180	0.6	0.6
170	0.6	0.6
160	0.6	0.6
150	0.7	0.7
140	0.7	0.7
130	0.7	0.7
125	0.7	0.7
120	0.8	0.8
118	0.8	0.8
105	0.8	0.8
100	0.9	0.9
90	0.9	0.9
85	1.0	1.0
80	1.0	1.0
76	1.1	1.1
70	1.1	1.1
68	1.2	1.2

Fuente: Elaborado por Sudentantes.

Para velocidades de 50 kilómetros/hora solo se requiere sobreeanchos para curvas con Radios menores 200 metros, por tal razón la aplicación de sobre anchos no será generalizada para todas las curvas. El Sobreeancho mínimo ( $S_{min}$ ), necesario fue de 0.60 metros y el Sobreeancho máximo ( $S_{max}$ ), necesario fue de 1.20 metros.

### 3.12.16. Longitud de transición (LT).

La **longitud de transición (LT)**, depende de la velocidad de diseño (50 km/hora y 60 km/hora) y del ancho de la corona, porque el empate de la sección en tangente con la sección en curva se logra en los planos verticales ubicados en los bordes del camino. Los parámetros para determinar la longitud de transición son los siguientes:

Para **Vd = 50 Km/h** Pendiente Relativa,  $P = 1 / m = 1 / 154$ .

Para el cálculo de la Longitud de Transición (LT), se utilizó la siguiente ecuación:

$$LT = m * a * e \quad (\text{Ec. 17})$$

**Dónde:**

**LT** = Longitud de Transición, m.

**a** = semi-ancho de calzada en tangente, m.

**e** = Peralte de la curva circular en valor absoluto, m/m.

**m** = Pendiente Relativa.

Los parámetros para determinar el peralte  $\epsilon$ , y coeficiente de fricción (f), de cada uno de los radio son los siguientes:

El Grado de Curvatura máximo (**Dmax**), se calculó con la siguiente ecuación:

$$D_{max} = \frac{[145,606(emax+fmax)]}{vd^2} \quad (\text{Ec. 18})$$

Para velocidades de 50 km/h **Dmax** = 13.981  $\approx$  13° 58' 51.6".

El grado de desplazamiento de PI (**Dpi**), se calculó con la siguiente ecuación:

$$D_{pi} = \frac{145,506(emax)}{vr^2} \quad (\text{Ec. 19})$$

Para velocidades de 50 km/h **Dpi** = 5.274  $\approx$  5° 16' 26.4".

El desplazamiento de PI (**hpi**), se calculó con la siguiente ecuación:

$$h_{pi} = emax \left[ \frac{vd^2}{vr^2} \right] - emax \quad (\text{Ec. 20})$$

Para velocidades de 50 km/h  $hpi = 0.0105$ .

**La Pendiente de la Rama 1 (S1) y 2 (S2):**

$$S1 = (hpi)(Dpi) \quad (\text{Ec. 21}) \quad \text{y} \quad S2 = \frac{f_{max}-hpi}{D_{max}-Dpi} \quad (\text{Ec. 21})$$

Para velocidades de 50 km/h, se obtuvo para:

$$S1= 0.001998 \text{ y } S2= 0.01717.$$

**La media Ordenada (Mo)**, de la curva vertical asimétrica se obtuvo:

$$Mo = \frac{Dpi (D_{max} - Dpi)(S2 - S1)}{2(D_{max})} \quad (\text{Ec. 22})$$

Para velocidades de 50 km/h  $Mo = 0.0249$ .

La expresión matemática desarrollada para tomar en cuenta estos factores y la velocidad de diseño, es la siguiente:

$$e + f = \frac{V^2}{127R} \quad (\text{Ec. 23})$$

**Dónde:**

**V** = Velocidad de Diseño, km/h.

**R** = Radio mínimo, m.

El cálculo del coeficiente de fricción (**f**), para cada uno de los Radios presentados en el **Cuadro No.70**, se realizó en base de las siguientes condicionantes:

**Si de  $Dc > Dpi$** , entonces:

$$f = Mo \left[ \frac{D_{max}-Dc}{D_{max}-Dpi} \right]^2 + Hpi + S2(Dc - Dpi). \quad (\text{Ec. 24})$$

**Si de  $Dc < Dpi$** , entonces:

$$f = Mo \left[ \frac{Dc}{Dpi} \right]^2 + Hpi + S1(Dc). \quad (\text{Ec. 25})$$

El cálculo del peralte  $\epsilon$ , para cada uno de los Radios presentados en el **Cuadro 72**, se calculó con la siguiente ecuación:

$$e = (e + f)_d - f. \quad (\text{Ec. 26})$$

**Dónde:**

**(e + f)<sub>d</sub>** = Factor combinado de sobreelevación y coeficiente de fricción.

**F** = Coeficiente de fricción de cada uno de los Radios, m.

**Cuadro No. 70. Distribución de “e” y “f”.**

Datos de Curva		Distribución de “e” y “f”			LT
Radio, m	Grado, Dc	(e + f) <sub>d</sub>	f	e	
4000	0.29	0.005	0.001	CN	
3000	0.38	0.007	0.001	CN	
2500	0.46	0.008	0.001	CN	
2000	0.57	0.010	0.001	RC	16
1500	0.76	0.013	0.002	RC	16
1200	0.95	0.016	0.003	RC	16
1000	1.15	0.020	0.003	RC	16
800	1.43	0.025	0.004	RC	16
600	1.91	0.033	0.006	RC	16
500	2.29	0.039	0.008	RC	16
490	2.34	0.040	0.009	RC	16
470	2.44	0.042	0.009	3.3%	18
400	2.86	0.049	0.011	3.8%	20
350	3.27	0.056	0.014	4.2%	23
340	3.37	0.058	0.015	4.3%	23
300	3.82	0.066	0.018	4.8%	26
290	3.95	0.068	0.019	4.9%	26
260	4.41	0.076	0.022	5.3%	29
250	4.58	0.079	0.024	5.5%	30
240	4.77	0.082	0.026	5.6%	30
230	4.98	0.086	0.027	5.8%	31
220	5.21	0.089	0.029	6.0%	32
200	5.73	0.098	0.034	6.4%	34
180	6.37	0.109	0.041	6.8%	37
170	6.74	0.116	0.045	7.0%	38
160	7.16	0.123	0.050	7.3%	39
150	7.64	0.131	0.056	7.5%	41
140	8.19	0.141	0.062	7.8%	42
130	8.81	0.151	0.070	8.1%	44
125	9.17	0.157	0.075	8.3%	45
120	9.55	0.164	0.079	8.5%	46
118	9.71	0.167	0.082	8.5%	46
105	10.91	0.187	0.098	9.0%	48
100	11.46	0.197	0.105	9.2%	49
90	12.73	0.219	0.124	9.5%	51
85	13.48	0.231	0.135	9.7%	52
82	13.97	0.240	0.142	9.8%	53
80	14.32	0.246	0.148	9.8%	53
75	15.28	0.262	0.163	9.9%	53
70	16.37	0.281	0.181	10.0%	54
68	16.85	0.289	0.189	10.0%	54

Fuente: Elaborado por Sustentantes.

### 3.12.17. Sección Típica Propuesta.

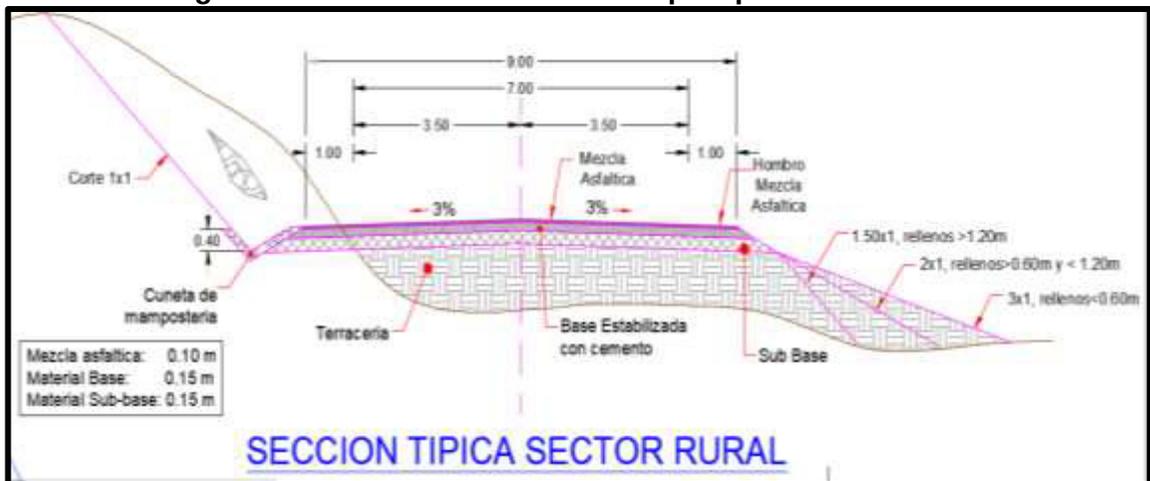
La Sección Transversal Típica del Proyecto de conformidad al resultado obtenido en el proceso de establecimiento y definición de las Normas de Diseño para el tramo de Proyecto Pantasma (24 Kilómetros), contiene los elementos que la conforman, siendo los siguientes: Número de carriles de rodamiento (2), Ancho de carril de rodamiento (3.50 metros), que corresponde al ancho estándar deseable para cualquier vía de carretera y Ancho de Franja de hombros externos a cada lado de los carriles de rodamiento (1.00 metro).

**Imagen No 7. Sección Transversal Típica para el sector Urbano.**



Fuente: Elaborado por Sustentantes.

**Imagen No. 8. Sección Transversal Típica para el sector Rural.**



Fuente: Elaborado por Sustentantes.

### 3.13. Método AASHTO.

El método de la AASHTO, versión 1993, describe con detalle los procedimientos para el diseño de la sección estructural de los pavimentos flexibles de acuerdo con la siguiente fórmula.

$$\text{Log}W_{18} = Z_R \cdot S_0 + 9.36 \cdot \text{Log}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\text{Log} \frac{(\Delta PSI)}{4.2 - 1.5}}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \cdot \text{Log}M_R - 8.07$$

(Ec. 27)

**Dónde:**

**W18** = Número de pasadas de ejes simples equivalentes de 18 Kips (8,2t) acumulados durante el periodo de diseño por el carril estudiado.

**Zr**=Abscisa correspondiente a un área igual a la curva confiabilidad R en la curva de distribución normalizada.

**So**=Desviación estándar de todas las variables.

**ΔPSI**=Diferencia entre el índice inicial de servicio (po) y el índice final (pt) del pavimento.

**Mr**=Módulo de Resiliente de la sub-rasante (psi)

**SN**=Número Estructural indicativo del total del pavimento requerido

De conformidad a esta metodología se ha procedido al diseño del pavimento flexible, para ello primeramente se realizará el cálculo del CBR.

#### 3.13.1 Evaluación de la Sub-Rasante.

Según los informes de los estudios de suelos brindados por el ministerio de infraestructura (MTI) y proporcionados por el laboratorio (GEONIC) se realizaron 49 sondeos en las cuales se encuentran 120 muestras representativas del suelo distribuidos a lo largo de 24 kilómetros, para determinar la capacidad de soporte las exploraciones se hicieron alternados a uno y otro lado de la vía a una distancia de 500 metros mediante la ejecución de Palin doble, posteadora, pala simple redonda.

**Cuadro No. 71. Criterio del Instituto de Asfalto para determinar CBR de Diseño.**

ACTIVIDAD	TOTAL
SONDEOS DE LINEA	49
MUESTRAS TOMADAS	120

Fuente: Elaborado por Sustentantes.

La profundidad de las exploraciones in situ a lo largo del tramo fueron hasta 1.50 metros, dicho procedimiento se inició en la estación 0+000 (Inicio del Tramo en Estudio), hasta llegar a la estación 24+000 (Fin del Tramo en Estudio).

### **3.13.2 Resultados de los Ensayos sobre la Línea.**

A las muestras enviadas al laboratorio se le realizaron los ensayos necesarios para determinar las características de los suelos existentes en la calzada del tramo en estudio.

Los ensayos de laboratorio realizados para determinar estas características fueron Análisis granulométrico, ensayos de Límites de Atterberg, y de CBR, los cuales son indispensables para conocer la clasificación y los valores de Resiliencia, respectivamente.

En el (**Anexos, cuadros 132-137 pág. XIII-XVIII**), se muestran en un cuadro con los resultados de los ensayos de C.B.R. realizados a las muestras.

### **3.13.3 Características Geotécnicas de los suelos en la línea vial.**

La investigación del suelo del tramo vial se realizó por medio de la realización de 49 sondeos manuales espaciados cada quinientos (500) metros uno de otro con una profundidad de 1.50 metros, y la toma de muestras en cada uno de ellos. La estratigrafía del subsuelo que se encontró en el tramo del Proyecto (Est. 0+000 a Est. 24+000), corresponde superficialmente a gravas con arcilla de baja plasticidad y clasificación A-2-6 (0), A-2-4 (0) y en menor cantidad de suelos A-2-7 y A-1-a (0).

Estos suelos corresponden a la capa de préstamo de rodamiento colocado en el camino a través de los trabajos de mantenimiento que realiza rutinariamente el MTI. Esta capa de rodadura tiene espesores mayoritarios de 10 a 30 cm, aunque en sitios estos espesores son mayores, mientras en las Est. 17+000, 17+500 y 18+500, desaparecen y afloran suelos limos arcillosos con arena con clasificación A-4(8) y A-7-6 (7). A mayor profundidad, subyacen gravas arcillosas con arena de media plasticidad tipo A-2-7 (0), como suelos gravo arcillosos de baja plasticidad tipo A-2-6 (0) y arenas limosas de baja plasticidad tipo A-2-4 (0).

También se encuentran al final de algunos sondeos, estratos pétreos tipo bolones o cascajos. Suelos finos limos arcillosos y arcillosos tipo A-7-6 (7) y A-7-5 (21), subyacen en los sondeos ubicados en las Est.2+250, 17+000, 18+500, 18+500, y de la Est. 21+500 a la Est. 24+000. En la Est. 13+000 y 14+000 se encuentra una arcilla arenosa de baja compresibilidad tipo A-6 (8). Estos suelos finos arcillosos afloran en las Est. 17+000, 17+500 y 18+500

En los sondeos ubicados de la Est.22+000 a la Est.24+000 se encuentran suelos limos arcillosos con arena tipo A-7-5 (21) que están en contacto con la capa de rodamiento del camino, y en ciertos sitios tiene un pequeño espesor de 11 centímetros. **(Anexos, Gráficos 30-31 pág. XIX-XXII)**

#### **3.13.4 Resultados de los Ensayos de los Bancos.**

Se tomaron muestras de tres (3) Bancos de Préstamos, para determinar su calidad y uso recomendado. Estos bancos y los resultados de ensayos de laboratorio, se describen a continuación:

##### **3.13.4.1 BANCO WALE:**

El Banco Wale se localiza en la estación **-4+800**, lado Izq., comunidad Wale 2. El propietario de este banco es la Alcaldía de Pantasma, aunque el costado Sur del mismo pertenece a la Sra. Rosario del Carmen González López. **(Ver Anexos, cuadros 142-143 pág. XXVIII-XXIX).**

El volumen aproximado de este banco es de 600,000 m<sup>3</sup>. Este banco está en explotación. El material de este banco corresponde a una grava con arena y poca arcilla de baja compresibilidad tipo A-2-6 (0) color rojizo. Tiene de 37 a 38% de Límite Líquido, de 17 a 20% de Índice de Plasticidad, y sus partículas pasan 100% el tamiz de 2", de 34 a 37% el tamiz No.4, y de 4 a 6% el tamiz No.200. El PVS máx es de 2,043 kg/m<sup>3</sup>, su Humedad Optima de 6.9%, su PVSS es de 1,471 kg/m<sup>3</sup>, y su Factor de Abundamiento de 1.39. El resultado de ensayo de CBR en muestras saturadas y compactadas al 90, 95 y 100% Próctor Modificado, es de 9, 17 y 28%, respectivamente.

Este material estabilizado con 4% de cemento referido al peso volumétrico seco máximo presenta una resistencia a la compresión a los 7 días de edad es de 18.8 kg/cm<sup>2</sup>. Con 6% de cemento la resistencia es de 22.2 kg/cm<sup>2</sup>, y con 7% es de 25.2 kg/cm<sup>2</sup>.

#### **3.13.4.2 BANCO EL CHILE:**

El Banco El Chile se localiza en la estación **6+900** lado Izq., comunidad El Chile. El propietario de este banco es la Alcaldía de Pantasma. A la orilla del mismo existe una pila de captación de agua. El volumen aproximado de este banco es de 600,000 m<sup>3</sup>. Este banco ha sido usado. El material de este banco corresponde a una grava con arcilla y arena de baja compresibilidad tipo A-2-4 (0) color rojizo. **(Ver Anexos, cuadros 141-142 pág. XXVI-XXVII).**

Tiene de 30 a 31% de Límite Líquido, de 8 a 9% de Índice de Plasticidad, y sus partículas pasan 100% el tamiz de 2 1/2", de 27 a 31% el tamiz No.4, y de 7 a 9% el tamiz No.200. El PVS máx es de 2,136 kg/m<sup>3</sup>, su Humedad Optima de 6.3%, su PVSS es de 1,531 kg/m<sup>3</sup>, y su Factor de Abundamiento de 1.39.

El resultado de ensayo de CBR en muestras saturadas y compactadas al 90, 95 y 100% Próctor Modificado, es de 9, 17 y 28%, respectivamente. El ensayo de Desgaste Los Ángeles en los fragmentos rocosos dio el resultado de 24.5%, el ensayo de Intemperismo Acelerado dio el resultado de 7.64%.

Este material estabilizado con 5% de cemento referido al peso volumétrico seco máximo presenta una resistencia a la compresión a los 7 días de edad es de 17.9 kg/cm<sup>2</sup>. Con 6% de cemento la resistencia es de 20.4 kg/cm<sup>2</sup>, y con 7% es de 24.1 kg/cm<sup>2</sup>. Este material de forma natural puede ser usado para terracería mejorada y rellenos. Estabilizado con cemento puede ser usado como sub-base.

#### **3.13.4.3. BANCO SANTA CRUZ:**

El Banco Santa Cruz se localiza en la estación 15+550 lado Izq., comunidad Santa Cruz. El propietario de este banco es el Sr. Gerónimo Zelaya. El volumen aproximado de este banco es de 120,000 m<sup>3</sup>. Este banco ha sido usado. El material de este banco corresponde a una grava con arcilla y una arena de baja compresibilidad tipo A-2-6 (0) color rojizo. **(Ver Anexos, cuadros 138-139 pág. XXIV-XXV).**

Tiene de 30 a 37% de Límite Líquido, de 14 a 15% de Índice de Plasticidad, y sus partículas pasan 100% el tamiz de 2", de 27 a 41% el tamiz No.4, y de 7 a 9% el tamiz No.200. El PVS máx es de 2,105 kg/m<sup>3</sup>, su Humedad Optima de 7.1%, su PVSS es de 1,460 kg/m<sup>3</sup>, y su Factor de Abundamiento de 1.44. El resultado de ensayo de CBR en muestras saturadas y compactadas al 90, 95 y 100% Próctor Modificado, es de 24, 53 y 63%, respectivamente.

Este material estabilizado con 4.0% de cemento referido al peso volumétrico seco máximo presenta una resistencia a la compresión a los 7 días de edad es de 18.0 kg/cm<sup>2</sup>. Con 6.0% de cemento la resistencia es de 21.0 kg/cm<sup>2</sup>, y con 7% es de 24.5 kg/cm<sup>2</sup>.

El ensayo de Desgaste Los Ángeles realizado a la roca, dio un resultado de 35.0%, y el ensayo de Intemperismo Acelerado tuvo resultado de 9.0%. Este material de forma natural puede ser usado para terracería mejorada y rellenos. Estabilizado con cemento puede ser usado como sub- base. Los materiales obtenidos de los Bancos de Préstamo, de acuerdo con la exploración realizada y a los ensayos de laboratorio efectuados, presentan las siguientes características:

**Cuadro No. 72. Resultados de Laboratorio de Bancos de Materiales.**

BANCO No.	ESTACION	Distancia del Camino (m, Izq/Der)	Muestra No.	DESCRIPCION DEL MATERIAL	Clasificación AASHTO		PVS (kg/m <sup>3</sup> )	Humedad %	Valor de CBR (%)						
					Grupo	IG			90%	95%	100%				
Nº 1	15+550	10 m. Banda Izq	1	Grava con arcilla baja comprenibilidad/color rojizo	A-2-6(0)	0	2105	10.9	24	53	63				
Santa Cruz															
Nº 2	6+900	35 m. Banda Izq	1	Grava con arcilla baja comprenibilidad/color rojizo	A-2-4(0)	0	2136	6.3	9	17	28				
El Chile															
Nº 3	4+800	20 m. Banda Izq	1	Grava con Arena y poca Arcilla/color rojizo	A-2-6(0)	0	2043	6.9	9	17	28				
wale															
<b>Observaciones:</b>															
IG=Indice de Grupo m = metros km = Kilometros Izq= Izquierda Der= Derecha															
<b>ANALISIS GRANULOMETRICOS</b>															
BANCO No.	UBICACIÓN	SONDEO	% QUE PASA POR TAMIZ									LL (%)	IP (%)	CLASIFICACION AAHSTO	CBRAL 95%
			2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº200				
BANCO SANTA CRUZ	Comunidad Santa Cruz	STOCK	100	86	83	78	71	41	36	19	9	37	15	A-2-6(o)	53
BANCO EL CHILE	Comunidad El Chile	STOCK	100	87	74	65	55	31	30	19	9	31	9	A-2-4(o)	29
WALE	Comunidad Wale 2	STOCK	100	88	74	65	55	37	30	19	6	37	17	A-2-6(o)	17

Fuente: GEONIC/ ingenieros consultores.

### 3.13.5. Análisis de Bancos de préstamos.

El material de la **base** debe de cumplir con los requisitos propuestos por las normas NIC 2000:

**Cuadro No. 73. Especificaciones de materiales para base granular.**

N°	Propiedad	Especificación	Metodología
1	Límite Líquido	25% máx.	AASHTO-89
2	Índice Plástico	6% máx.	AASHTO-90
3	<b>CBR</b>	<b>80% min.</b>	<b>AASHTO-193</b>
4	Desgaste de los Ángeles	50% máx.	AASHTO-96
5	Intemperismo Acelerado	12% máx.	AASHTO-104
6	Compactación	95% min del peso volumétrico seco máx. Obtenido por medio de la prueba proctor modificado (AASHTO-180)	AASHTO-191 Y/O T-238 (In Situ)

Fuente: Especificaciones NIC-2000 Sección 1003. 09 (a y b), 1003. 23. II (b).

De acuerdo con el **cuadro No. 73** ninguno de los bancos de préstamos se puede utilizar como fuente de material para la capa base, debido a que su CBR es menor a 80%, que es el mínimo permitido por la Nic 2000 por lo tanto se deberán estabilizar con cemento.

El material de **sub-base** deberá ser seleccionado y tener mayor valor de soporte (C.B.R) que el material de sub-rasante y su espesor será variable según las condiciones y debe de cumplir con los requisitos propuestos por las normas NIC. 2000:

**Cuadro No. 74. Especificaciones de materiales para Sub-base granular.**

N°	Propiedad	Especificación	Metodología
1	Límite Líquido	25% máx.	AASHTO-89
2	Índice Plástico	6% máx.	AASHTO-90
3	<b>CBR</b>	<b>40% min.</b>	<b>AASHTO-193</b>
4	Desgaste de los Ángeles	50% máx.	AASHTO-96
5	Intemperismo Acelerado	12% máx.	AASHTO-104
6	Compactación	95% min del peso volumétrico seco máx. Obtenido por medio de la prueba proctor modificado (AASHTO-180)	AASHTO-191 Y/O T-238 (In Situ)

Fuente: Especificaciones NIC-2000 Sección 1003. 09 (a y b), 1003. 23. II (b).

De acuerdo con el **cuadro No. 74** el Banco de préstamo **Santa Cruz** se puede utilizar como fuente de material para la capa sub-base, debido a que su CBR es mayor a 40%, que es el mínimo permitido por la Nic 2000.

### **3.13.6. Estabilización con cemento del material de Bancos préstamos.**

Como fuente de material para **Sub-base** se escogió el banco de **Santa Cruz**, en vista que es el único que se encuentra cerca del tramo y debido a que su resistencia (CBR), se ajusta a las normas mínimas establecidas según las Nic-2000 para ser utilizado como Sub-base no se considera estabilizar para esta capa.

Se escogió el Banco **Santa Cruz, Wale y Chile** para la capa **Base**, debido a que ninguno cumple con el requerimiento mínimo de resistencia (CBR), para ser utilizado como base se consideró estabilizar su material con cemento, siendo que esta alternativa ha representado una experiencia con buenos resultados en los proyectos viales del país. Estabilización con Cemento Portland.

El material que contiene dicho banco deberá cumplir con las especificaciones para materiales naturales estabilizadas con cemento de la norma Nic-2000 sección 1003.23.

Criterios para el diseño de mezclas:

Los ensayos determinan tres factores fundamentales para los suelos tratados con cemento:

- 1.- La cantidad de cemento necesario para endurecer adecuadamente al suelo.
- 2.- la cantidad de agua que se deberá agregar.
- 3.- el peso específico a que deberá compactarse el suelo-cemento.

Se procedió a realizar la conversión de los datos obtenidos brindados por Ministerio de transporte e infraestructura (MTI).

Se debe conocer que después del tratamiento, el material deberá tener una resistencia última a la compresión, de por lo menos 1800 KN/m<sup>2</sup>, que equivale a 21 Kg/cm<sup>2</sup> o más bien 270 psi medida después de 7 días.

**Cuadro No. 75. Resultado de Muestras de Bancos Estabilizadas.**

BANCOS DE PRESTAMO	RESISTENCIA ALA COMPRESION SIMPLE (7 DIAS) (KG/CM <sup>2</sup> )		
	4%	6%	7%
SANTA CRUZ	18%	21	24.5
CHILE	17.9	20.4	24.1
WALE	18.8	22.1	25.2

Fuente: GEONIC/ ingenieros consultores.

Se procedió a realizar la conversión de kg/cm<sup>2</sup> a lb/pulg<sup>2</sup> para los valores de 21.0 kg/cm<sup>2</sup>, 20.4 kg/cm<sup>2</sup>, 22,1 kg/cm<sup>2</sup> después de los 7 días al 6%:

$$\text{Resistencia (Kg/cm}^2\text{)} \times \frac{2.205 \text{ lb}}{1\text{kg}} \times \frac{6.4516 \text{ cm}^2}{\text{pulg}^2} \quad (\text{Ec } 28)$$

**Dónde:**

1 Kilogramo = 2.205 libras.

1 pulgada = 6.4516 cm<sup>2</sup>.

$$\frac{21.0 \text{ kg}}{1\text{cm}^2} \times \frac{2.205 \text{ lb}}{1\text{kg}} \times \frac{6.4516 \text{ cm}^2}{\text{pulg}^2} = 298.74 \text{ lb/pulg}^2$$

$$\frac{20.4 \text{ kg}}{1\text{cm}^2} \times \frac{2.205 \text{ lb}}{1\text{kg}} \times \frac{6.4516 \text{ cm}^2}{\text{pulg}^2} = 290.21 \text{ lb/pulg}^2$$

$$\frac{22.1 \text{ kg}}{1\text{cm}^2} \times \frac{2.205 \text{ lb}}{1\text{kg}} \times \frac{6.4516 \text{ cm}^2}{\text{pulg}^2} = 314.39 \text{ lb/pulg}^2$$

**Cuadro No. 76. Resistencia a la comprensión de los Bancos (Lb/plg<sup>2</sup>).**

ESTABILIZACION CON CEMENTO ASTM D-1633-00						
ENSAYO No.	DOSIFICACION DE CEMENTO	EDAD (DIAS)	CARGA (lb)	CARGA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA A LA COMPRESION (Lb/plg <sup>2</sup> )
SANTA CRUZ	6%	7	2649	1201	21	298.74 lb/pulg <sup>2</sup>
CHILE	6%	7	3204	1453	20.4	290.21 lb/pulg <sup>2</sup>
WALE	6%	7	3302	1498	22.1	314.39 lb/pulg <sup>2</sup>

Fuente: GEONIC/ ingenieros consultores.

**Cuadro No. 77. Banco de material a utilizar.**

Banco de Diseño	Capa	
Wale	Para Base	Estabilizado con cemento y compactado al 95%
Santa Cruz	Para Sub-base	Compactado al 95%

Fuente: Elaborado por Sustentantes.

### 3.13.7. Módulo Resiliente de la sub-rasante.

El valor de CBR de la sub-rasante es el más importante de definir, dado que a través de este se obtendrá el valor del Módulo de Resiliencia (MR) a ser utilizado en el diseño. Existen muchos criterios para seleccionar el CBR adecuado, siendo el más utilizado el del Instituto del Asfalto que recomienda tomar un valor total percentil de los valores individuales obtenidos sean mayores o iguales que él, de acuerdo con el tránsito que se espera que circule por el pavimento.

Aplicando el criterio expuesto por el Instituto del Asfalto para la determinación del valor del CBR de Diseño, el cual recomienda tomar un valor adecuado ya sea de **60%, 75% o el 87.5%**, de los valores individuales obtenidos sean iguales o mayores que él de acuerdo con el tránsito que se espera que circule por el pavimento, como se muestra en el **Cuadro No 78:**

**Cuadro No. 78. Criterio del Instituto de Asfalto para determinar CBR de Diseño.**

Cargas Equivalentes Totales (ESAL's)	Percentil de Diseño (%)
< de 10,000 ESAL's	60
Entre 10,000 y 1,000,000 ESAL's	75
> de 1,000,000 ESAL's	87.5

Fuente: Instituto de Asfalto. (MS-1) 1,991.

En este caso se toma un 87.5% como percentil para la resistencia ya que el total de ejes equivalentes (W18) es de **1,444,680.00**.

.

En el cuadro siguiente se presentan las muestras que se tomaron para el cálculo del CBR de la Sub-Rasante, los valores CBR fueron ordenados de menor a mayor y la frecuencia con que estos se repiten.

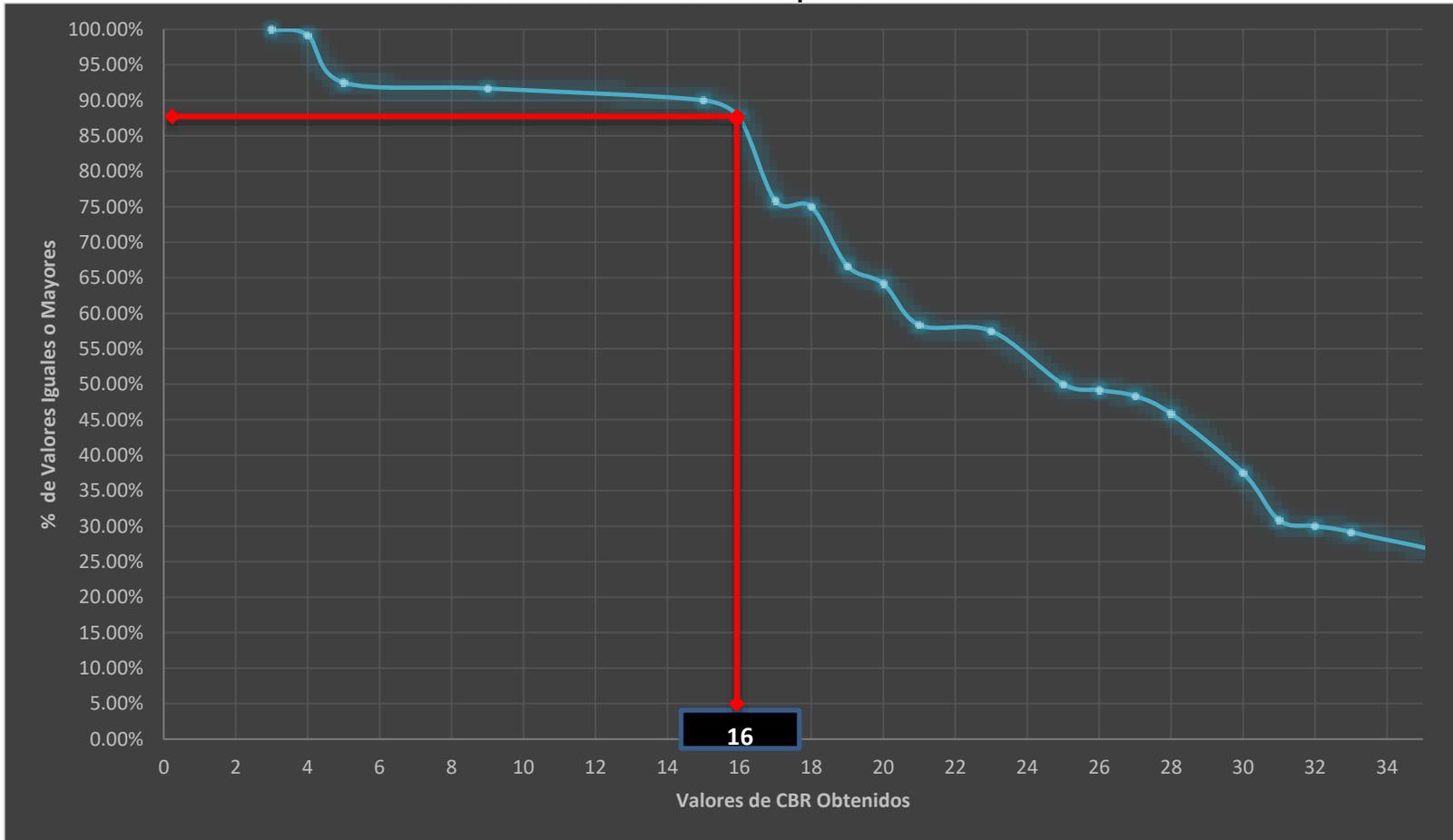
**Cuadro No. 79. Cálculo del CBR de Diseño.**

CLASIFICACION AASHTO	CBR AL 95%	FRECUENCIA	CANTIDAD DE VALORES IGUALES O MAYORES	PORCENTAJES
A-7-6	3	1	120	100%
A-7-5	4	8	119	99%
A-7-6	5	1	111	93%
A-7-6	9	2	110	92%
A-6	15	3	108	90%
A-2-6	16	14	105	88%
A-2-6	17	1	91	76%
A-2-4, A-2-7	18	10	90	75%
A-2-7	19	3	80	67%
A-2-7	20	7	77	64%
A-4	21	1	70	58%
A-2-6	23	9	69	58%
A-4	25	1	60	50%
A-1-a	26	1	59	49%
A-2-7, A-1-b	27	3	58	48%
A-2-6, A-2-7	28	10	55	46%
A-2-6	30	8	45	38%
A-2-6	31	1	37	31%
A-1-a	32	1	36	30%
A-2-4	33	8	35	29%
A-2-4	38	13	27	23%
A-2-4	39	9	14	12%
A-1-b, A-2-4	41	4	5	4%
A-2-4	42	1	1	1%
TOTAL DE MUESTRAS		120		

Fuente: Elaborado por Sustentantes.

Al realizar el gráfico de los resultados de **CBR vs %** de valores mayores o iguales, y interceptar la línea de su comportamiento utilizando el percentil de 87.5% se obtiene un valor igual a **16%**. Este porcentaje refleja una muestra representativa de los valores del CBR encontrados en la línea.

Cuadro No. 18. CBR de Diseño para la Sub-rasante.



Fuente: Elaborado por Sustentantes.

Al realizar el gráfico de los resultados de **CBR vs %** de valores mayores o iguales, y interceptar la línea utilizando el percentil de 87.5% se obtiene un valor igual a **16%**.

La base para la caracterización de los materiales de sub-rasante en este método es el Módulo Resiliente, el cual es una medida de la propiedad elástica de los suelos y se determina con un equipo especial que no es de fácil adquisición, por lo tanto, se han establecido correlaciones para calcularlo a partir de otros ensayos, como el CBR.

El Módulo de Resiliencia, se obtiene en función del C.B.R, utilizando las siguientes correlaciones:

$$1- \text{CBR} < 10\% \quad \rightarrow \quad M_r = 1500 \times \text{CBR} \quad (\text{Ec. 29})$$

$$2- \text{CBR} > 10\% \quad \rightarrow \quad M_r = 4,326 * \text{Ln}(\text{CBR}) + 241 \quad (\text{Ec. 30})$$

Ya que en este caso el **CBR** es de **16%** se utiliza la **ecuación No. 31**:

$$M_r = 4,326 * \text{Ln}(16\%) + 241$$

$$\mathbf{MR= 12,235.22 \text{ Psi.}}$$

### **3.13.8. Coeficientes de las capas estructurales.**

Estos coeficientes permiten convertir los espesores reales a números estructurales (SN), siendo cada coeficiente una medida de la capacidad relativa de cada material para funcionar como parte de la estructura de pavimento. Estos, se representan con la siguiente simbología:

- **a<sub>1</sub>**: carpeta de rodamiento (Asfalto).
- **a<sub>2</sub>**: Base Granular.
- **a<sub>3</sub>**: Sub-base Granular.

### 3.13.9. Coeficientes Estructurales de Capa (ai).

Los Coeficientes Estructurales de capa son requeridos para el diseño estructural normal de los pavimentos, lo que permite convertir los espesores reales a números estructurales (SN), siendo cada coeficiente una medida de la capacidad relativa de cada material para funcionar como parte de la estructura del pavimento.

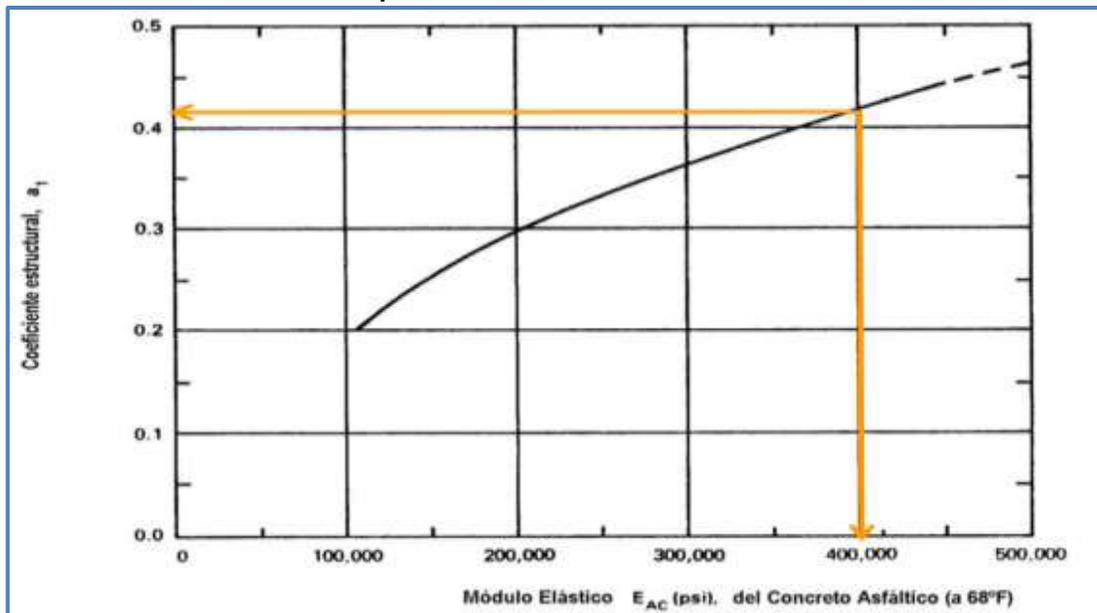
Mediante el uso de las figuras de la guía AASTHO que se presentan se determina el coeficiente estructural de cada capa del pavimento, según el método de diseño.

Se presentan dos categorías de estos coeficientes de acuerdo con el tipo y función de la capa considerada; carpeta de rodamiento Asfalto ( $a_1$ ), base ( $a_2$ ) y sub-base ( $a_3$ ).

### 3.13.10. Coeficiente estructural Carpeta de rodamiento: ( $a_1$ ).

Se asumió un Módulo Resiliente para concreto Asfáltico a 68° de  $M_{CA} = 400,000$  PSI, después se intercepta la curva horizontalmente para encontrar en la línea vertical del extremo izquierdo el coeficiente estructural que es  $a_1 = 0.42$ .

Gráfico No. 19. Obtención del Coeficiente estructural de la carpeta de Asfáltica ( $a_1$ ), a partir del Módulo Resiliente.

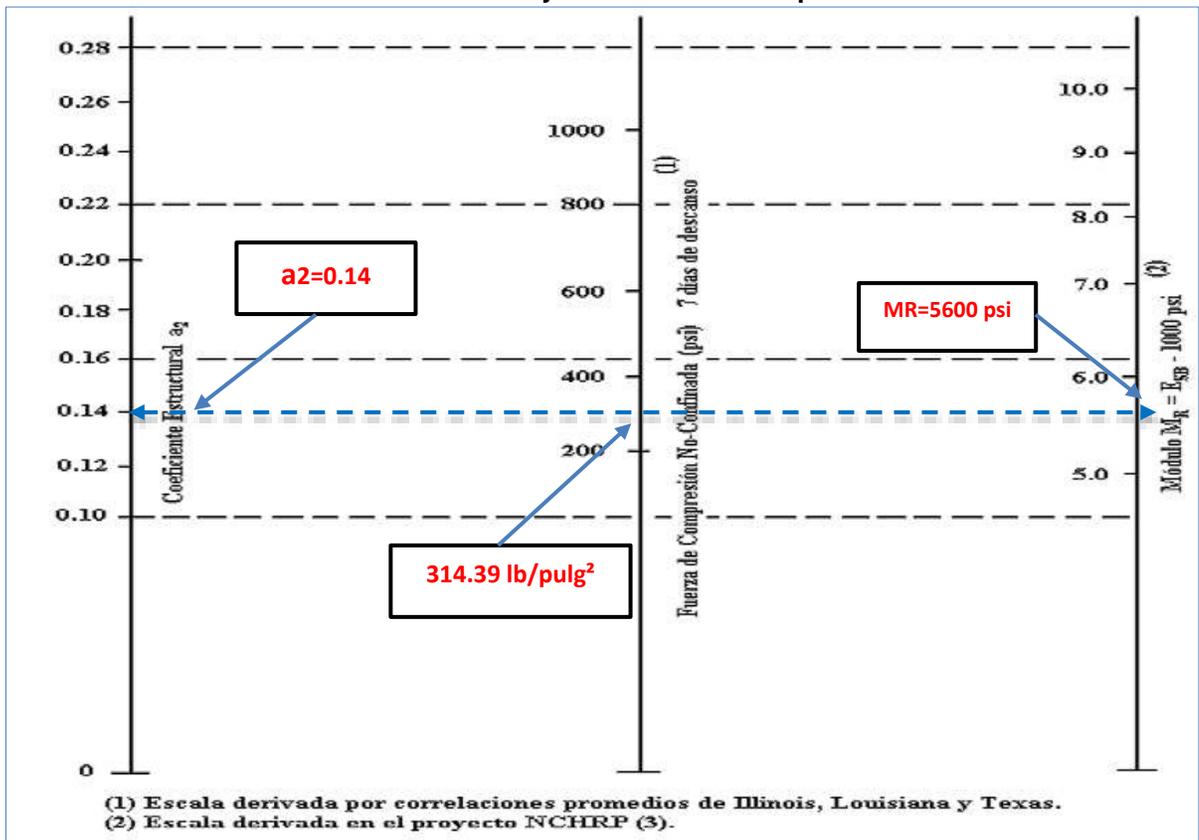


Fuente: Manual de Diseño de Pavimentos AASTHO 1993.

### 3.13.11. Coeficiente estructural para Base Granular Tratada ( $a_2$ ).

El valor del coeficiente estructural de capa de base tratada con cemento ( $a_2$ ) se determina con el uso del nomograma de la guía AASHTO (Ver Gráfico 20). Tomando como parámetro de entrada el valor del Valor de resistencia a la compresión del Banco de préstamo **Wale**, de **314.39 lb/pulg<sup>2</sup>** luego se traza una línea horizontal hasta interceptar en la línea vertical derecha con el valor de  **$a_2 = 0.14$** .

Gráfico No. 20. Coeficiente estructural  $a_2$  y Módulo Resiliente para Base Granular tratada.

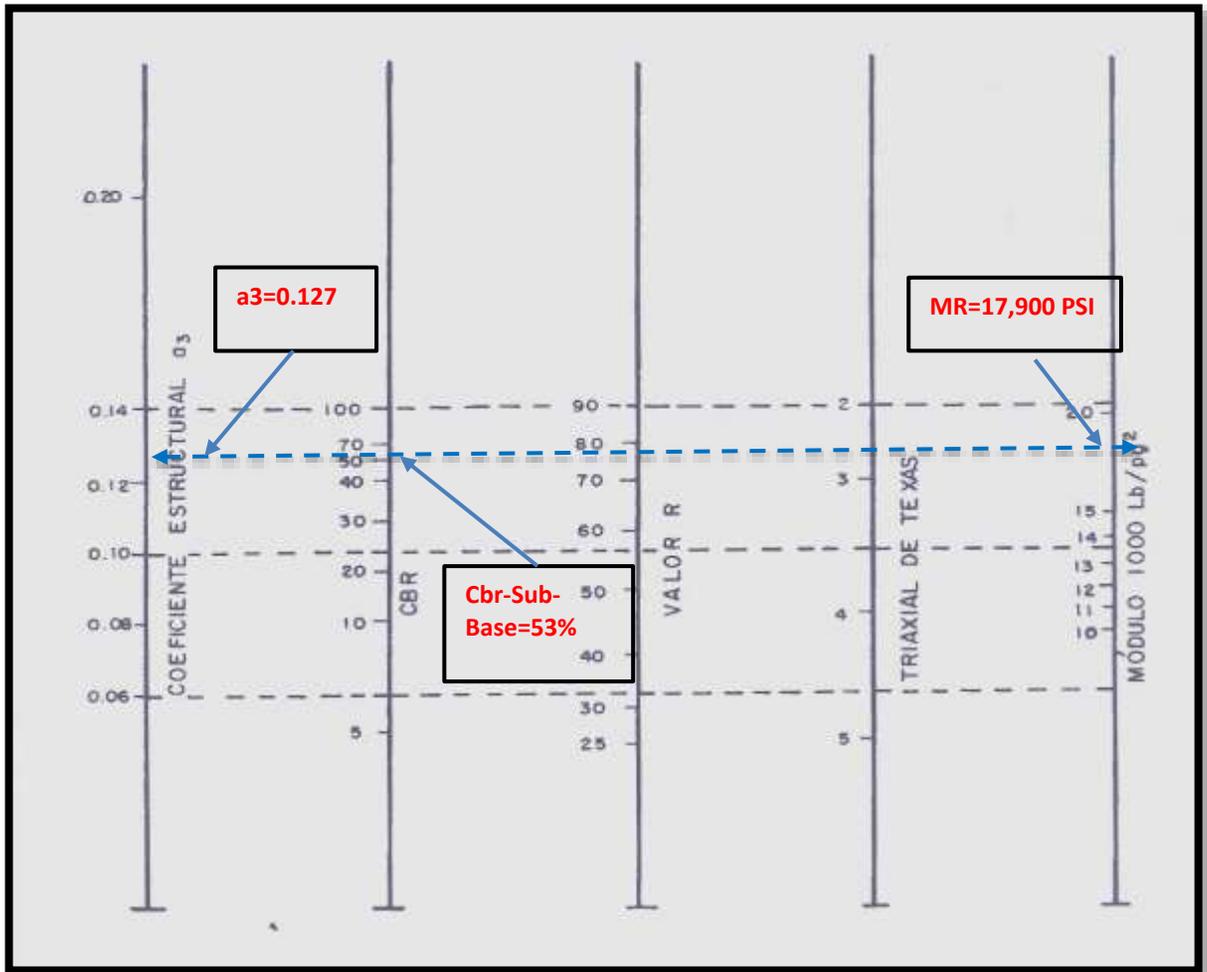


Fuente: Guía para Diseño de Estructuras de Pavimento, AASHTO 93.

### 3.13.12. Coeficiente estructural para sub- base $a_3$ .

Para determinar el valor del coeficiente estructural de capa de sub-base granular tratada con cemento ( $a_3$ ) se toma como parámetro de entrada el valor del CBR de la sub-base, en este caso es de **CBR=53%** al 95% próctor modificado que corresponde al **Banco Santa Cruz**. (Ver siguiente Gráfico).

Gráfico No. 21. Coeficiente estructural a3, de la capa Sub-base.



Fuente: Guía para Diseño de Estructuras de Pavimento, AASHTO 93.

### 3.13.13. Número Estructural.

Para la determinación de los espesores de las capas del pavimento flexible se requiere conocer el Número Estructural requerido (SN), utilizando el gráfico o la ecuación general básica de diseño, donde se involucraron los parámetros anteriormente descritos (número de pasadas de ejes equivalentes en el carril de diseño (N), Confiabilidad (R %), Error estándar combinado (So), Modulo resiliente de la subrasante (Mr), y la diferencia

$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3 + \dots a_n D_n m_n \quad (\text{Ec.31})$$

**Dónde:**

**D**<sub>1, 2, 3</sub>= espesores de capas asfálticas, base y sub-base respectivamente en (pulgadas).

**a**<sub>i</sub>= coeficiente estructural de capa i, dependiente de su módulo.

**m**<sub>i</sub>= coeficientes de drenaje para capas no estabilizadas, dependiente del tiempo requerido para drenar y del tiempo en que la humedad se encuentre en niveles cercanos a la saturación.

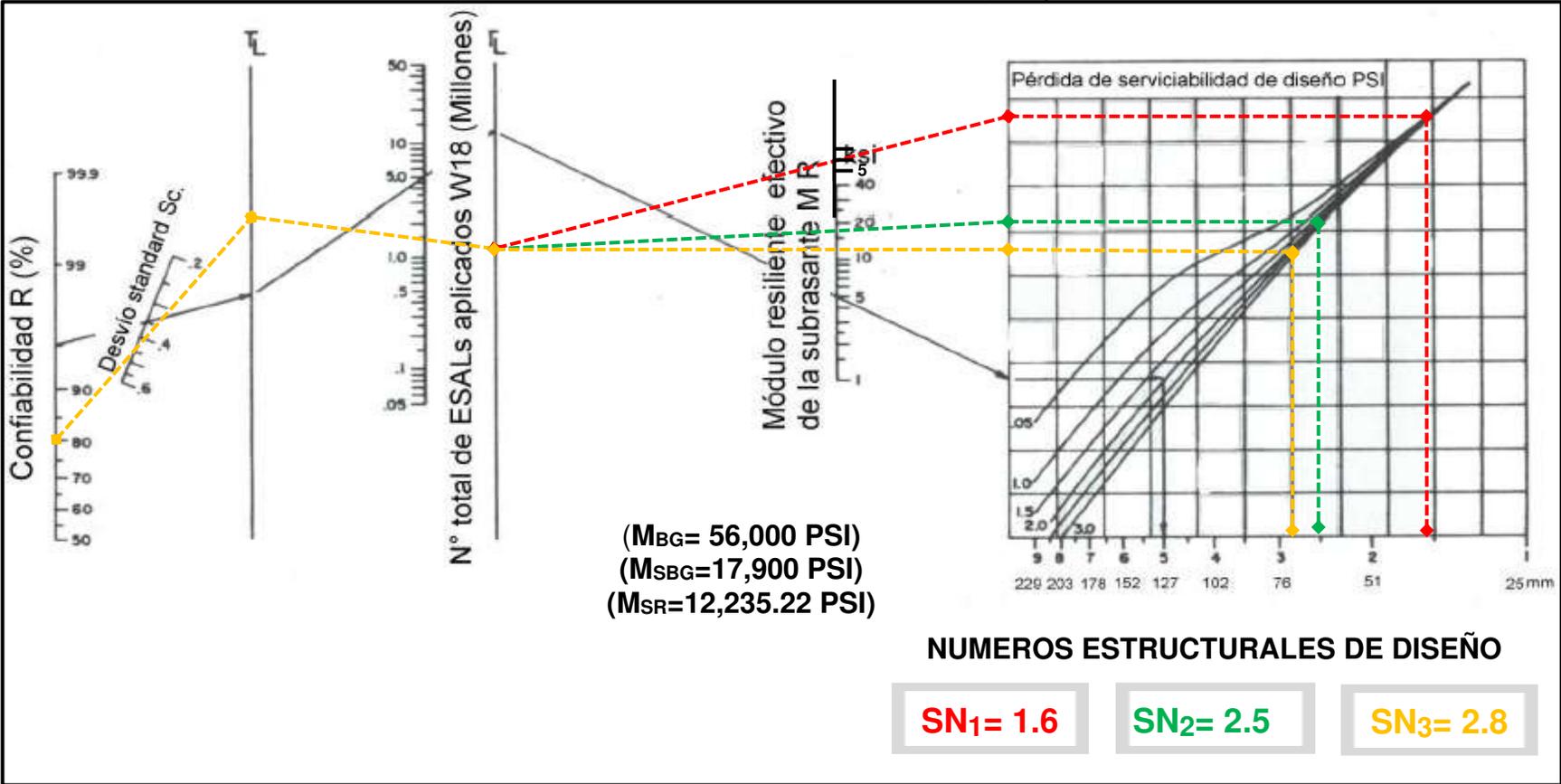
### 3.13.14. Numero Estructural de la Base y sub-base Granular (SN1, SN2, SN3).

El valor del Numero estructural de capa de granular se determina con el uso del nomograma de la guía AASTHO (**Ver Gráfico No.22, pág. 116**). Tomando como parámetro de entrada los valores anteriormente escogidos como o son la Confiabilidad (**R=80%**), Desviación Entandar (**So=0.45**), el ESAL de Diseño de **1,444,680.00**, Módulos de Resiliencia de Cada Capa (**M<sub>BG</sub>= 56,000 PSI**, **M<sub>SBG</sub>=17,900 PSI**, **M<sub>SR</sub>=12,235.22PSI**), y la Perdida de Serviciabilidad (**ΔPSI=2.2**).

PARAMETROS	DATOS DE DISEÑO	ASSHTO -1993
1) Índice de Confianza (R)	80	Colectora secundaria (75-95)
2) Índice de Serviciabilidad Inicial (Po)	4.2	Pavimento Flexible
3) Índice de Serviciabilidad Final (Pt)	2.0	Transito Menor
4) Perdida de Serviciabilidad (ΔPSI)	2.2	Po - Pt
5) Desviación Estándar (So)	0.45	Pavimento Asfalto
6) Coeficiente de Drenaje (m)	1.00	Bueno
7) CBR de Subrasante (%)	16	-
<b>8) Módulo de Resiliencia (Mr)</b>	<b>12,235.22</b>	
9) Periodo de Diseño (Años)	20	Colectora secundaria (10-20)
<b>10) Numero de ejes equivalentes</b>	<b>1,444,680.00</b>	

Para el cálculo de **SN<sub>2</sub>** y **SN<sub>3</sub>** (**SN<sub>requerido</sub>**), se utilizó el Ábaco establecido por la Guía para diseño de estructura de pavimento (AASHTO 1993), obteniendo un **SN<sub>1</sub>** de 1.6, **SN<sub>2</sub>** de 2.6 y un **SN<sub>3</sub>** de 2.9.

**Gráfico No. 22. Obtención del Numero estructural SN<sub>1</sub>, SN<sub>2</sub> y SN<sub>3</sub>.**



Fuente: Manual de Diseño de Pavimentos AASHTO 1993.

**Imagen No. 9. Comprobación del numero estructural SN1 (AASHTO-93).**

Tipo de Pavimento <input checked="" type="radio"/> Pavimento flexible <input type="radio"/> Pavimento rígido		Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So) 80 % Zr=-0.841   So <input type="text" value="0.45"/>	
Serviciabilidad inicial y final PSI inicial <input type="text" value="4.2"/> PSI final <input type="text" value="2"/>		Módulo resiliente de la subrasante Mr <input type="text" value="56000"/> psi	
Información adicional para pavimentos rígidos Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi) <input type="text"/> Módulo de rotura del concreto - Sc (psi) <input type="text"/> Coeficiente de transmisión de carga - (J) <input type="text"/> Coeficiente de drenaje - (Cd) <input type="text"/>			
Tipo de Análisis <input checked="" type="radio"/> Calcular SN <input type="radio"/> Calcular W18		Número Estructural SN = <input type="text" value="1.55"/>	
<input type="button" value="Calcular"/>		<input type="button" value="Salir"/>	

Fuente: Software AASHTO-93 (Luis Ricardo. Vásquez Varela año 2000).

**Imagen No. 10. Comprobación del numero estructural SN<sub>2</sub> (AASHTO-93)**

Tipo de Pavimento <input checked="" type="radio"/> Pavimento flexible <input type="radio"/> Pavimento rígido		Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So) 80 % Zr=-0.841   So <input type="text" value="0.45"/>	
Serviciabilidad inicial y final PSI inicial <input type="text" value="4.2"/> PSI final <input type="text" value="2"/>		Módulo resiliente de la subrasante Mr <input type="text" value="17900"/> psi	
Información adicional para pavimentos rígidos Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi) <input type="text"/> Módulo de rotura del concreto - Sc (psi) <input type="text"/> Coeficiente de transmisión de carga - (J) <input type="text"/> Coeficiente de drenaje - (Cd) <input type="text"/>			
Tipo de Análisis <input checked="" type="radio"/> Calcular SN <input type="radio"/> Calcular W18		Número Estructural SN = <input type="text" value="2.41"/>	
<input type="button" value="Calcular"/>		<input type="button" value="Salir"/>	

Fuente: Software AASHTO-93 (Luis Ricardo. Vásquez Varela año 2000).

**Imagen No. 11. Comprobación del numero estructural SN<sub>3</sub> (AASHTO-93)**

Tipo de Pavimento <input checked="" type="radio"/> Pavimento flexible <input type="radio"/> Pavimento rígido		Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So) 80 % Zr=-0.841   So <input type="text" value="0.45"/>	
Serviciabilidad inicial y final PSI inicial <input type="text" value="4.2"/> PSI final <input type="text" value="2"/>		Módulo resiliente de la subrasante Mr <input type="text" value="12235"/> psi	
Información adicional para pavimentos rígidos Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi) <input type="text"/> Módulo de rotura del concreto - Sc (psi) <input type="text"/> Coeficiente de transmisión de carga - (J) <input type="text"/> Coeficiente de drenaje - (Cd) <input type="text"/>			
Tipo de Análisis <input checked="" type="radio"/> Calcular SN <input type="radio"/> Calcular W18		Número Estructural SN = <input type="text" value="2.76"/>	
<input type="button" value="Calcular"/>		<input type="button" value="Salir"/>	

Fuente: Software AASHTO-93 (Luis Ricardo. Vásquez Varela año 2000).

### 3.13.15. Cálculo de los espesores del Pavimento.

**Determinar el espesor del pavimento ( $D_1$ ):**

$$SN_1 = a_1 * D_1 \quad (\text{Ec.32})$$

Se conoce el coeficiente  $a_1=0.42$  y  $SN_1= 1.6$ , se despeja  $D_1$ .

$$D_1 = \frac{SN_1}{a_1} \quad (\text{Ec.33})$$

$$D_1 = \frac{1.6}{0.42}$$

$$D_1 = 3.8'' \text{ optamos } \cong 4.00 \text{ pulgadas}$$

Se redondea el  $D_1$  al inmediato superior para obtener el  $SN_1$  corregido, utilizando **ecuación No. 32**:

$$SN_1^* = a_1 * D_1$$

$$SN_1^* = 0.42 * 4.00$$

$$SN_1^* = 1.68$$

Teniendo en cuenta que es conocido el valor de  $SN_1$ , entonces el valor del coeficiente estructural de la base se obtiene de la siguiente manera:

**Determinar el espesor para la base ( $D_2$ ):**

$$D_2 = (SN_2 - SN_1) / (a_2 * m_2) \quad (\text{Ec.34})$$

$$D_2 = (2.50 - 1.68) / (0.14 * 1.00)$$

$$D_2 = 5.86 \text{ pulgadas.}$$

Las 5.86" pulgadas será el espesor que se requiere para que  **$D_2$**  (Base), resista los esfuerzos que le transmitirá la carpeta de Asfalto, comprobando este espesor de acuerdo con el **cuadro No.82**, el espesor mínimo recomendado para la Base granular es **6.00 pulgadas** (15 centímetros), ya que el ESAL's de diseño de **1,444,680.00**

**Cuadro No. 80. Espesores Mínimos Sugeridos en Función del Tráfico.**

Numero de ESAL's	Espesor mínimo (pulgadas)	
	Concreto Asfaltico	Base /Sub Granular
Menos de 50,000	1	4
50,000 - 150,000	2	4
150,000 – 500,000	2.6	4
500,000 - 2,000,000	3	6
2,000,000 - 7,000,000	3.6	6
Más de 7,000,000	4	6

Fuente: Manual de Diseño de Pavimentos AASHTO 1993, pág. 175.

Se corrige el número estructural SN<sub>2</sub> en función de 6.00 pulgadas:

$$SN_2 = a_2 * D_2 * m_2 \quad (\text{Ec.35})$$

$$SN_2 = (0.140) * (6.00) * (1.00)$$

$$SN_2 = 0.840$$

**Determinar el espesor para la Sub-base (D<sub>3</sub>):**

$$D_3 = SN_3 - (SN_2 + SN_1) / (a_3 * m_2) \quad (\text{Ec.36})$$

$$D_3 = 2.8 - (0.840 + 1.6) / (0.127 * 1.00)$$

$$D_3 = 2.20 \text{ pulgadas}$$

Comprobando este espesor de acuerdo con el **cuadro No.80**, el espesor mínimo recomendado para la Sub-base granular es **6.00 pulgadas** (15 centímetros), ya que el ESAL's de diseño de **1,444,680.00**.

Se corrige el número estructural SN<sub>3</sub> en función de 3 pulgadas:

$$SN_3 = a_3 * D_3 * m_3 \quad (\text{Ec.37})$$

$$SN_3 = (0.127) * (6.00) * (1.00)$$

$$SN_3 = 0.762$$

**Comprobación:**

$$SN_1 + SN_2 + SN_3 \geq SN_{requerido} \quad (\text{Ec.38})$$

$$1.68 + 0.840 + 0.762 \geq 2.80$$

$$3.28 \geq 2.80 \quad \text{O.K}$$

### 3.13.16. Espesores finales de Diseño.

En base al análisis y a los resultados obtenidos, la carpeta de rodamiento será de **4.00 pulgadas** de Concreto Asfáltico, la Base granular será de **6.00 pulgadas** y la Sub-base granular será de **6.00 pulgadas**. Tal y como se muestra en el **cuadro No. 81** y en la **Imagen 12** la estructura total es de **16 pulgadas**.

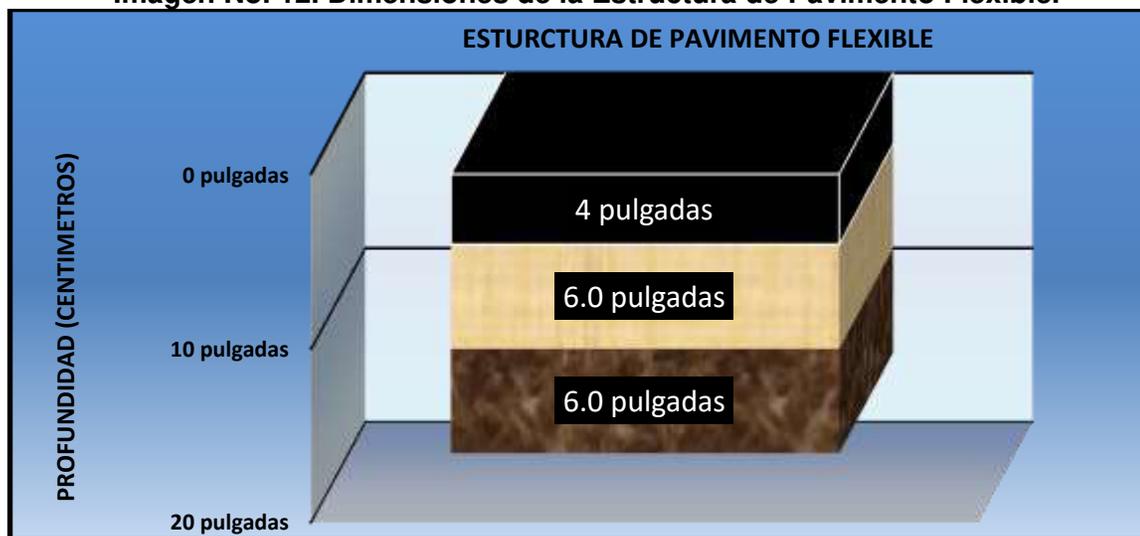
**Cuadro No. 81. Espesores de Diseño Estructura de pavimento.**

Capa	Espesor	
	Pulgadas	Centímetros
Capa de rodamiento (Asfalto)	4	10
Base granular	6	15
Sub-base granular	6	15
<b>Espesor Total Requerido</b>	<b>16</b>	<b>40</b>

Fuente: Elaborado por Sustentantes.

A como se observa en la tabla anterior, el espesor de 5 centímetros de arena no es tomado en cuenta en la suma total del espesor requerido, dado que se considera que el lecho de arena no tiene ningún aporte estructural. Tal y como se muestra en la Imagen 3 la estructura total es de **16.00 pulgadas**.

**Imagen No. 12. Dimensiones de la Estructura de Pavimento Flexible.**



Fuente: Elaborado por Sustentantes.

### 3.13.17. Uso del programa WinPAS.

Para comparar y comprobar los resultados obtenidos en los cálculos anteriores, se determinaron los espesores de las diferentes capas de pavimento utilizando el programa WinPAS. El cual resulta una herramienta útil que agiliza y facilita los cálculos para el diseño.

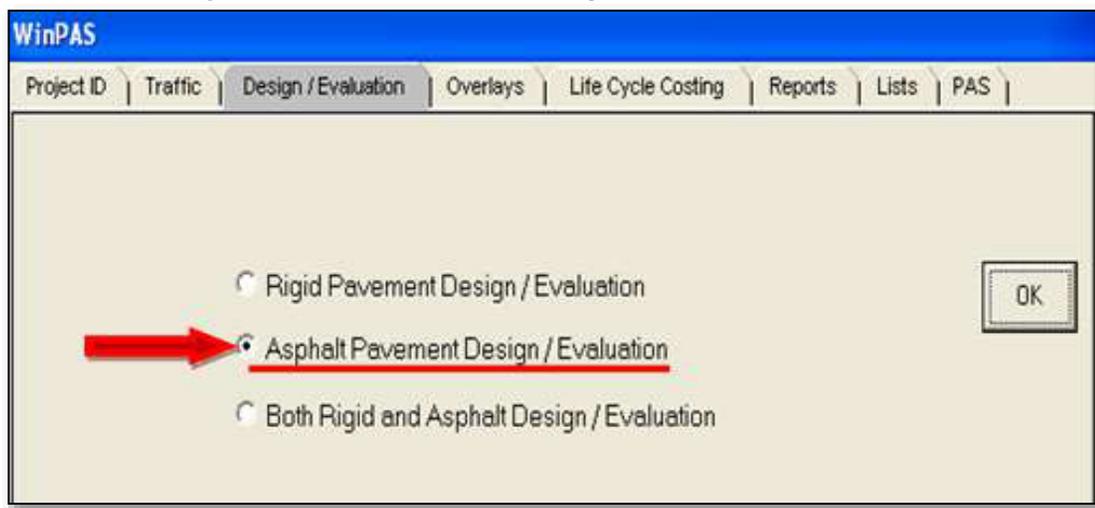
Imagen No. 13. Software de diseño Win-PAS.



Fuente: WinPAS (Pavement Analysis Software 1.0.4).

El primer paso es seleccionar la pestaña de diseño/evaluaciones, donde se nos abrirá una nueva ventana que nos mostrará tres opciones de diseño, donde en este caso se tendrá que elegir la opción 2 de diseño/evaluaciones de pavimento asfáltico.

Imagen No. 14: Selección del Tipo de Pavimento a diseñar.



Fuente: WinPAS (Pavement Analysis Software 1.0.4).

Luego se abrirá otra ventana que es donde se deben introducir los datos iniciales para el diseño:

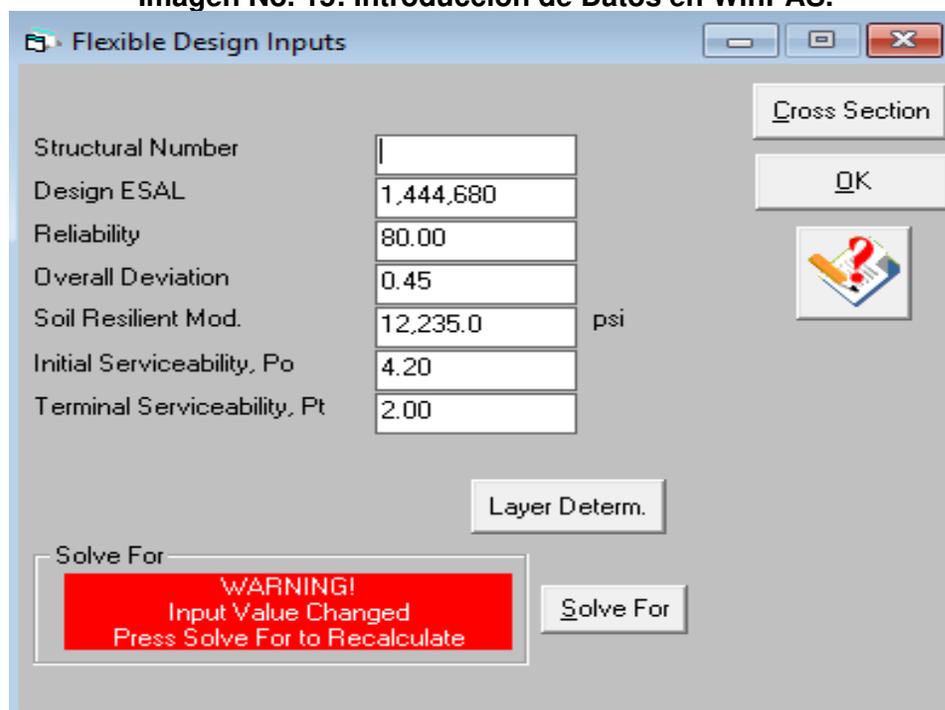
**Cuadro No. 82. Datos de entrada para el programa WinPAS Software 1.0.4.**

Consideraciones del Diseño AASHTO 93	Valores a utilizar
<b>ESAL de diseño</b>	1,444,680.00
<b>Confiabilidad</b>	80%
<b>Desviación Estándar (So)</b>	0.45
<b>Módulo de Resiliencia</b>	12,235.22
<b>Serviciabilidad inicial (Po)</b>	4.2
<b>Serviciabilidad Final (Pt)</b>	2.0
<b>Coefficiente de drenaje (mi)</b>	1.00
<b>Coefficiente de capa, Asfalto (a<sub>1</sub>)</b>	0.45
<b>Coefficiente de capa, Base granular(a<sub>2</sub>)</b>	0.140
<b>Coefficiente de capa, Sub-base Granulas(a<sub>3</sub>)</b>	0.127

Fuente: Elaborado por Sustentante.

No se debe escribir el número estructural, ya que este lo calcula el programa después de haber digitado el resto de datos, dando click en la pestaña resolver (*Solve for*).

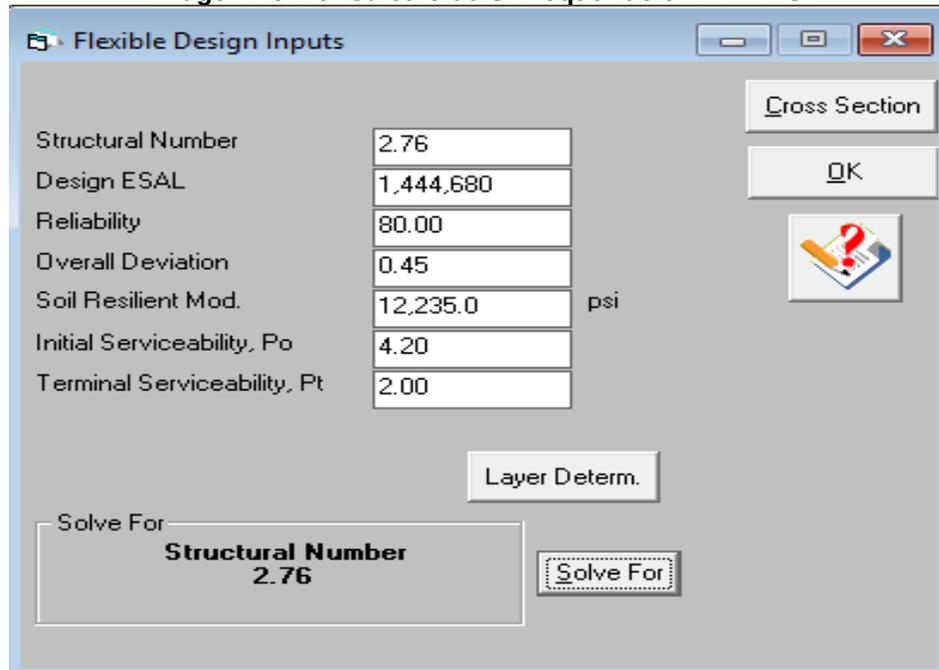
**Imagen No. 15: Introducción de Datos en WinPAS.**



Fuente: WinPAS (Pavement Analysis Software 1.0.4).

Después de haber dado click en la pestaña *resolver (Solve for)*. Según el software WinPAS se requiere un **SN=2.76**.

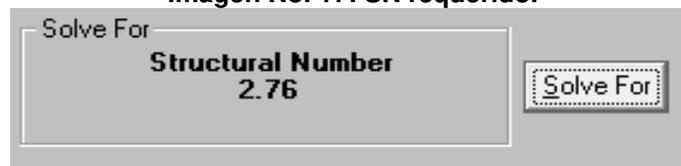
**Imagen No. 16: Calculo de SN requerido en WinPAS.**



Fuente: WinPAS (Pavement Analysis Software 1.0.4).

Lo siguiente será proponer la estructura de pavimento, entrando en la pestaña Layer Determ.

**Imagen No. 17: SN requerido.**



Fuente: WinPAS (Pavement Analysis Software 1.0.4).

Se procede a introducir los coeficientes estructurales ( $a_1$ ,  $a_2$  y  $a_3$ ), los coeficientes de drenaje ( $m_1$ ,  $m_2$  y  $m_3$ ), y por último los espesores ( $D_1$ ,  $D_2$  y  $D_3$ ). Se puede observar que, al proponer los espesores calculados manualmente, estos cumplen, ya que  $\Sigma SN=3.28$ , es mayor que el **SN requerido=2.76**.



# CAPÍTULO IV ESTUDIO SOCIO- ECONÓMICO

#### 4.1. Introducción.

La parte del análisis económico pretende determinar, los montos de los recursos económicos necesarios para la realización del proyecto propuesto. Así como otra serie de indicadores que servirán como base para la parte de la evaluación económica de la propuesta.

El presente aplicativo constituye una herramienta que tiene como objetivo orientar de manera práctica la formulación y evaluación de Proyectos de Inversión Pública (PIP) de caminos Secundario, como es nuestro caso.

#### 4.2. Inversión en el proyecto.

Dependiendo de la naturaleza de los proyectos, varían los tipos de inversión y los rubros o áreas de la misma. Las inversiones a realizar para la ejecución del proyecto pueden dividirse en áreas tales como: inversión fija y en activos diferidos. La infraestructura del proyecto se refleja como el presupuesto de construcción del Tramo Pantasma utilizando la opción 1 (Concreto Asfáltico).

**Cuadro No. 83. Inversión Por Actividades (Concreto Asfáltico).**

Inversión		Tipo de cambio Septiembre/2018 1\$=C\$31.88
Actividad	Costo de Construcción C\$	Costo de Construcción \$
PRELIMINARES	C\$ 32,598.88	\$ 1,022.55
MOVIMIENTO DE TIERRA	C\$ 64,230,050.44	\$ 2,014,744.37
ESTRUCTURA DE PAVIMENTO	C\$ 158,374,511.02	\$ 4,967,832.84
DRENAJE MENOR	C\$ 39,749,222.30	\$1,246,838.84
DRENAJE MAYOR - CAJAS Y MUROS	C\$ 2,600,414.51	\$ 81,568.84
DRENAJE MAYOR (PUENTES)	C\$ 68,464,794.39	\$ 2,147,578.24
SEÑALIZACIÓN VIAL	C\$ 12,844,948.54	\$ 402,915.58
OBRAS COMPLEMENTARIAS	C\$ 4,601,887.53	\$ 144,350.30
MONITOREO AMBIENTAL	C\$ 16,136,996.79	\$ 506,179.32
VARIOS	C\$ 10,873,006.11	\$ 341,060.42
<b>SUB-TOTAL</b>	<b>C\$ 377,908,430.50</b>	<b>\$ 11,854,091.30</b>
IMPUESTO MUNICIPAL 1%	C\$ 3,779,084.31	\$ 118,540.91
IMPUESTO AL VALOR AGREGADO 15%	C\$ 56,686,264.58	\$ 1,778,113.69
<b>TOTAL DESPUÉS IMPUESTOS CONCRETO ASFÁLTICO</b>	<b>C\$ 438,373,779.38</b>	<b>\$ 13,750,745.90</b>

Fuente: ACRUTA & TAPIA INGENIEROS (2018).

**Cuadro No. 84. Presupuesto General del Proyecto (Concreto Asfáltico, Etapa 1-3).**

CODIGO	CONCEPTO DE OBRA	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD ORIGINAL	PRECIO UNITARIO(C\$)	PRECIO TOTAL(C\$)	% PESADO
<b>1</b>	<b>PRELIMINARES</b>					
230(1)	Trazo y Nivelacion con estacion total	ml	24,000.00	6.50	156,000.00	0.04%
230(2)	Rótulo alusivo al proyecto	C/U	1.00	7,500.00	7,500.00	0.002%
231(1)	Movilizacion y Desmovilización	Km	36.50	893.12	32,598.88	0.01%
				<b>SUB TOTAL</b>	<b>C\$ 32,598.88</b>	<b>0.05%</b>
<b>2</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRA</b>					
201(1)	Abra y Destronque	Ha.	9.20	141,346.14	C\$ 1,300,384.49	0.34%
203(1)	Excavacion en la Vía	m3	214,492.13	174.08	C\$ 37,338,789.99	9.88%
203(2)	Excavación de Suelos Inadecuados	m3	20,000.00	174.08	C\$ 3,481,600.00	0.92%
203(9)	Escarificación y Compactación	m2	26,060.65	67.89	C\$ 1,769,257.53	0.47%
203(5)	Préstamo Selecto, Caso 2 (Construcción de Terraplenes)	m3	93,351.67	188.59	C\$ 17,605,191.45	4.66%
203(14)	Canales menores a 4 m	m3	700.00	666.44	C\$ 466,508.00	0.12%
206(2)	Desalojo de Material Sobrante	m3	26,060.65	87.04	C\$ 2,268,318.98	0.60%
				<b>SUB TOTAL</b>	<b>C\$ 64,230,050.44</b>	<b>17.00%</b>
<b>3</b>	<b>ESTRUCTURA DE PAVIMENTO</b>					
303(5)	Sub Base de material granular, t= 0,15m	m²	35,187.61	609.29	C\$ 21,439,458.90	5.67%
304(1)	Base Estabilizada con Cemento, fc= 30kg/cm2; t= 0,15m	m²	35,187.61	435.20	C\$ 15,313,647.87	4.05%
304(3A)	Cemento	Saco	70,376.00	275.34	C\$ 19,377,327.84	5.13%
401(3)	Imprimación con Emulsión Asfáltica	gln	65,280.00	111.41	C\$ 7,272,844.80	1.92%
401(5)	Material de Secado	m³	6,528.00	1,240.91	C\$ 8,100,660.48	2.14%
404(5)	Riego de Liga Asfáltica con emulsión CRS-2P	lts	123,542.40	32.50	C\$ 4,015,128.00	1.06%
405(1)	Carpeta de Concreto Asfáltico en caliente Modificado con Polímeros (T= 10cm)	m²	11,422.98	7,253.40	C\$ 82,855,443.13	21.92%
				<b>SUB TOTAL</b>	<b>C\$ 158,374,511.02</b>	<b>41.91%</b>

Fuente: ACRUTA & TAPIA INGENIEROS (2018).

**Cuadro No. 85. Presupuesto General del Proyecto (Concreto Asfáltico, Etapa 4-5).**

CODIGO	CONCEPTO DE OBRA	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD ORIGINAL	PRECIO UNITARIO(C\$)	PRECIO TOTAL(C\$)	% PESADO
<b>4</b>	<b>DRENAJE MENOR</b>					
202(2)	Remoción y Almacenaje de Alcantarillas	ml	609.75	589.27	C\$ 359,307.38	0.10%
202(2A)	Remoción de Cabezales y Aletones	c/u	92.00	5,990.44	C\$ 551,120.48	0.15%
207(1)	Excavación para Estructuras (Alcantarillas)	m³	8,778.60	510.35	C\$ 4,480,158.51	1.19%
608 (1A)	Mampostería Clase A (Cabezales)	m³	1,267.74	3,570.99	C\$ 4,527,086.86	1.20%
701(1B-II)	Tubería de Concreto Reforzado 36" (0.91m), Clase II	ml	349.12	4,755.33	C\$ 1,660,180.81	0.44%
701(1C-II)	Tubería de Concreto Reforzado 42" (1.07m), Clase II	ml	160.25	5,671.00	C\$ 908,777.75	0.24%
701(1D-II)	Tubería de Concreto Reforzado 48" (1.22m), Clase II	ml	138.75	7,055.82	C\$ 978,995.03	0.26%
701(1E-II)	Tubería de Concreto Reforzado 54" (1.37m), Clase II	ml	85.00	10,689.77	C\$ 908,630.45	0.24%
701(1F-II)	Tubería de Concreto Reforzado 60" (1.52m), Clase II	ml	18.75	12,475.85	C\$ 233,922.19	0.06%
701(1H-II)	Tubería de C. R. de 167 cm Clase II, (66")	ml	32.00	14,043.74	C\$ 449,399.68	0.12%
701(1G-II)	Tubería de Concreto Reforzado 72" (1.83m), Clase II	ml	10.00	29,013.60	C\$ 290,136.00	0.08%
701(16)	Material de Lecho de Tubería Clase "B"	m³	549.78	913.06	C\$ 501,982.13	0.13%
701(18)	Material de Relleno de Alcantarillas	m³	6,533.94	470.60	C\$ 3,074,872.16	0.81%
703(03)	Tragantes pluviales	c/u	7.00	18,626.15	C\$ 130,383.05	0.03%
905(04)	Cunetas de mampostería	ml	5,922.88	1,048.55	C\$ 6,210,435.82	1.64%
906(04)	Cunetas triangular de concreto	ml	10,800.00	1,149.23	C\$ 12,411,684.00	3.28%
907(04)	Sistema de Subdrén tipo Francés	m³	1,000.00	2,072.15	C\$ 2,072,150.00	0.55%
				<b>SUB TOTAL</b>	<b>C\$ 39,749,222.30</b>	<b>10.52%</b>
<b>5</b>	<b>DRENAJE MAYOR - CAJAS Y MUROS</b>					
202(2)	Remoción de Cajas Existentes	c/u	1.00	88,480.74	C\$ 88,480.74	0.02%
207 (1A)	Excavación de Estructuras Para Cajas	m³	305.76	448.84	C\$ 137,237.32	0.04%
602(1A)	Concreto Clase "A", f'c= 280 kg/cm²	m³	79.95	8,073.03	C\$ 645,438.75	0.17%
604(1B)	Acero de Refuerzo Grado 60 FY= 4,200 Kg/Cm²	Kg	12,372.45	46.71	C\$ 577,917.14	0.15%
608 (1)	Mampostería Clase "A" Para Drenaje Mayor	m³	79.15	3,570.99	C\$ 282,643.86	0.07%
701(18A)	Relleno y Compactación	m³	45.87	506.58	C\$ 23,236.82	0.01%
606 (3)	Baranda Metálica Tipo 1(ASTM A-36)	ml	19.80	5,825.06	C\$ 115,336.19	0.03%
908(8A)	Juntas Water Stop de 12" + Sikadur	ml	72.10	1,813.93	C\$ 130,784.35	0.03%
908(8B)	Juntas de poliestireno 2" + Backer rod + Sello asfáltico + Sello elastomérico	ml	11.01	1,731.82	C\$ 19,067.34	0.01%
930 (1)	Desvío Provisional	c/u	1.00	580,272.00	C\$ 580,272.00	0.15%
				<b>SUB TOTAL</b>	<b>C\$ 2,600,414.51</b>	<b>0.69%</b>

Fuente: ACRUTA & TAPIA INGENIEROS (2018).

**Cuadro No. 86. Presupuesto General del Proyecto (Concreto Asfáltico, Etapa 6).**

CODIGO	CONCEPTO DE OBRA	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD ORIGINAL	PRECIO UNITARIO(C\$)	PRECIO TOTAL(C\$)	% PESADO
<b>6</b>	<b>DRENAJE MAYOR (PUENTES)</b>					
202(2C)	Remoción de Estructuras Existentes	c/u	9.00	203,095.20	C\$ 1,827,856.80	0.48%
207 (2)	Excavación de Estructuras Para Puentes	m²	3,494.47	448.84	C\$ 1,568,457.91	0.42%
206(2)	Desalojo de Material Sobrante	m²	2,467.09	126.79	C\$ 312,802.34	0.08%
602(1A)	Concreto Clase "A", f'c= 280 kg/cm2	m²	687.21	8,676.52	C\$ 5,962,591.31	1.58%
602 (1B)	Concreto Clase "A", f'c= 245kg/cm2	m²	2,538.64	6,970.52	C\$ 17,695,640.89	4.68%
602 (1C)	Concreto de Nivelación (130 kg/cm2)	m²	188.27	5,347.50	C\$ 1,006,773.83	0.27%
602 (1D)	Cama de concreto simple 2000 PSI	m²	55.27	5,523.32	C\$ 305,273.90	0.08%
604(1B)	Acero de Refuerzo Grado 60 fy= 4,200 Kg/cm²	Kg	373,777.12	46.77	C\$ 17,481,555.90	4.63%
606 (3)	Baranda Metálica Tipo 1 (ASTM A-36)	ml	205.11	5,825.06	C\$ 1,194,778.06	0.32%
611(1B)	Apoyos de Neopreno de 400 x 250 x 75 (Zunchado Dureza Shore, NETO 60)	c/u	90.00	19,489.02	C\$ 1,754,011.80	0.46%
611(1C)	Apoyos de Neopreno de 400 x 300 x 40 (Zunchado Dureza Shore, NETO 60)	c/u	90.00	22,087.47	C\$ 1,987,872.30	0.53%
611(1D)	Apoyos de Neopreno de 500 x 400 x 12,70 (Zunchado Dureza Shore, NETO 60)	c/u	90.00	9,094.89	C\$ 818,540.10	0.22%
701(18A)	Relleno y Compactación	m²	2,223.67	589.27	C\$ 1,310,342.02	0.35%
701(19)	Tubo de drenaje Ø 4" Longitud = 60 cms (tipo llorones)	ml	53.33	367.31	C\$ 19,588.64	0.01%
902(1)	Guardavías (Defensas metálicas)	ml	2,418.00	1,948.84	C\$ 4,712,295.12	1.25%
908(5)	Junta de Expansión de 4 cm de ancho	ml	297.88	12,992.58	C\$ 3,870,229.73	1.02%
930 (1)	Desvío Provisional	c/u	9.00	239,070.90	C\$ 2,151,638.10	0.57%
924(3)	Filtro de Grava ø 3/4" Sub Dren	m²	550.91	1,056.10	C\$ 581,816.05	0.15%
925(1)	Geotextil no tejido NT 2000	m2	2,844.99	116.05	C\$ 330,161.09	0.09%
603(4)	Torones de 5/8"	ml	2,130.96	1,503.48	C\$ 3,203,855.74	0.85%
603(5)	Conos de Postensión	c/u	384.00	290.14	C\$ 111,413.76	0.03%
603(6)	Ductos	ml	2,130.96	113.15	C\$ 241,118.12	0.06%
603(7)	Inyección de Ductos	m²	0.13	124,468.34	C\$ 16,180.88	0.004%
				<b>SUB TOTAL</b>	<b>C\$ 68,464,794.39</b>	<b>18.12%</b>

Fuente: ACRUTA & TAPIA INGENIEROS (2018).

**Cuadro No. 87. Presupuesto General del Proyecto (Concreto Asfáltico, Etapa 7-8).**

CODIGO	CONCEPTO DE OBRA	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD ORIGINAL	PRECIO UNITARIO(C\$)	PRECIO TOTAL(C\$)	% PESADO
<b>7</b>	<b>SEÑALIZACIÓN VIAL</b>					
801(1A)	Señales de tráfico verticales (preventivas)	c/u	225.00	5,657.65	C\$ 1,272,971.25	0.337%
801(1B)	Señales de tráfico verticales (informativas)	c/u	45.00	6,034.83	C\$ 271,567.35	0.072%
801(1C)	Señales de tráfico verticales (reglamentarias)	c/u	50.00	5,318.19	C\$ 265,909.50	0.070%
802(1A)	Marcas de pavimento (pasos peatonales, retenidas, ceda el paso, flechas direccionales dobles, flechas direccionales sencillas, etc.)	m2	355.37	1,018.38	C\$ 361,901.70	0.096%
802(1B)	Marcas de Pavimento Termoplástica, Tipo Línea Continua Amarilla, Ancho 10 cm	Km	58.02	98,443.14	C\$ 5,711,670.98	1.511%
802(1C)	Marcas de Pavimento Termoplástica, Tipo Línea Discontinua Amarilla, Ancho 10 cm	Km	14.21	52,804.75	C\$ 750,355.50	0.193%
802(1D)	Violetas	c/u	1,281.54	96.62	C\$ 123,822.39	0.033%
902(1)	Guardavías (Defensas metálicas)	ml	1,281.54	1,948.84	C\$ 2,497,516.41	0.661%
914(1A)	Postes guías	c/u	951.58	1,584.14	C\$ 1,507,435.94	0.393%
914(1B)	Postes Kilometro	c/u	23.00	2,169.06	C\$ 49,888.38	0.013%
914(1C)	Mojón indicador de Subdrén	c/u	18.00	1,772.73	C\$ 31,909.14	0.008%
				<b>SUB TOTAL</b>	<b>C\$ 12,844,948.54</b>	<b>3.399%</b>
<b>8</b>	<b>OBRAS COMPLEMENTARIAS</b>					
202(2D)	Remoción de Cercas Existentes	ml	4,738.30	71.66	C\$ 339,546.58	0.090%
903(4A)	Cercas de alambre de púas	ml	9,476.60	94.29	C\$ 893,548.61	0.236%
929(1)	Caseta y bahía para Buses	c/u	9.00	374,310.26	C\$ 3,368,792.34	0.891%
				<b>SUB TOTAL</b>	<b>C\$ 4,601,887.53</b>	<b>1.218%</b>

Fuente: ACRUTA & TAPIA INGENIEROS (2018).

**Cuadro No. 88. Presupuesto General del Proyecto (Concreto Asfáltico, Etapa 7-8).**

CODIGO	CONCEPTO DE OBRA	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD ORIGINAL	PRECIO UNITARIO(C\$)	PRECIO TOTAL(C\$)	% PESADO
<b>9</b>	<b>MONITOREO AMBIENTAL</b>					
915(9)	Siembra de Árboles Forestales/frutales (50% y 50%)	c/u	5,250.00	261.99	C\$ 1,375,447.50	0.364%
915(9A)	Reforestación por cierre de bancos de materiales	global	1.00	881,447.09	C\$ 881,447.09	0.233%
928(B)	Obras de Captación de Agua	c/u	4.00	397,181.10	C\$ 1,588,724.40	0.420%
928(C)	Especialista Ambiental (Contratista)	mes	15.00	162,186.02	C\$ 2,432,790.30	0.644%
928(D)	Inspector Ambiental (Contratista)	mes	15.00	37,717.68	C\$ 565,765.20	0.150%
928(E)	Especialista Social (Contratista)	mes	15.00	37,717.68	C\$ 565,765.20	0.150%
928(F)	Seguimiento Arqueológico	global	1.00	507,227.36	C\$ 507,227.36	0.134%
928(G)	Pagos de Trámites Permisos Ambientales en MARENA/Alcaldía/Otros	global	1.00	183,744.58	C\$ 183,744.58	0.049%
928(H)	Pago de INAFOR (Incluye Regencia, Inventario, Plan)	global	1.00	183,744.58	C\$ 183,744.58	0.049%
928(I)	Reuniones Comunitarias	c/u	6.00	41,739.26	C\$ 250,435.56	0.066%
928(J)	Talleres de Educación Vial Ambiental	c/u	8.00	88,182.20	C\$ 705,457.60	0.187%
928(K)	Talleres de Educación en Higiene, Seguridad del Trabajo y Salud Ocupacional	c/u	4.00	55,814.33	C\$ 223,257.32	0.059%
930(A)	Capacitación teórico / práctica suministrada por participante para operación de maquinaria pesada de construcción	c/u	6.00	376,582.89	C\$ 2,259,497.34	0.598%
930(B)	Entrenamiento en campo suministrado por participante en operación de maquinaria pesada de construcción.	c/u	6.00	735,615.46	C\$ 4,413,692.76	1.168%
				<b>SUB TOTAL</b>	<b>C\$ 16,136,996.79</b>	<b>4.270%</b>
<b>10</b>	<b>VARIOS</b>					
-	Provisión para escalamiento: 3% de suma de ítems 1 a 9	global	1.00	10,873,006.11	C\$ 10,873,006.11	3%
				<b>SUB TOTAL</b>	<b>C\$ 10,873,006.11</b>	<b>3%</b>
				<b>SUB-TOTAL (1)</b>	<b>C\$ 377,908,430.50</b>	<b>100.0%</b>
				<b>SUB-TOTAL (2)</b>	<b>C\$ 377,908,430.50</b>	
				<b>IMPUESTO MUNICIPAL 1%</b>	<b>C\$ 3,779,084.31</b>	
				<b>IMPUESTO AL VALOR AGREGADO 15%</b>	<b>C\$ 56,686,264.58</b>	
				<b>TOTAL CON IMPUESTOS</b>	<b>C\$ 438,373,779.38</b>	
				<b>\$</b>	<b>13,750,745.90</b>	

Fuente: ACRUTA & TAPIA INGENIEROS (2018).

### 4.3. Indicadores Agrícolas.

Dentro de los indicadores del sector agrícola que pueden ser medibles está el área de siembra, tecnología de siembra por tipo de cultivo, rendimiento por tecnología, excedente comercializable, costos y precios. Cabe mencionar que para los indicadores de costo y precio de los diferentes rubros, estos solo se tomaron como referencia. Para los costos se tomó la carta tecnológica de MAGFOR e INTA y se actualizó los precios de insumos, pago de mano de obra de acuerdo a normativa el Ministerio del Trabajo, pago de arado, etc.

A continuación, los parámetros que pueden ser medibles en la situación antes y después de intervenida la zona de influencia. Todo esto se tomaron como una base de datos brindados por el Centro de Investigación y Asesoría Socioeconómica (CINASE), de un estudio realizado en mayo del 2017.

**Cuadro No. 89. Volúmenes de producción agrícola.**

Tipo de cultivo	Área sembrada(suma)	Porcentaje	# de Cosechas que hace por año(promedio)	Rendimiento por Tecnología(promedio)	Producción
<b>Maíz</b>	386	47.5%	1	56.13	21637
<b>Frijol</b>	329	40.5%	1	16.35	6782
<b>Café</b>	6	0.7%	1	20.00	120
<b>Arroz</b>	91	11.2%	1	88.75	8076

Fuente: Centro de Investigación y Asesoría Socioeconómica (CINASE-Mayo 2017).

De acuerdo con los resultados de la encuesta socio-económica (CINASE-2017), en el área productiva se siembra maíz, frijol, arroz y café en menor proporción a continuación se presentan los resultados.

**Cuadro No. 90. Área Sembrada Proyectada.**

<b>RUBROS:</b>	Manzanas (Mz)	Porcentaje (%)
<b>Maíz</b>	784	48%
<b>Frijol</b>	669	41%
<b>Café</b>	12	0.25%
<b>Arroz</b>	185	11%
	<b>1,651</b>	<b>100%</b>

Fuente: Centro de Investigación y Asesoría Socioeconómica (CINASE-Mayo 2017).

De los cuales los rendimientos por tipo de cultivo son los siguientes:

**Cuadro No. 91. Rendimiento por Tipo de Cultivo.**

Tipo de cultivo	Tecnología de Siembra			Promedio
	Tradicional al Espeque	Semi Tecnificada con Bueyes	S. Maquinaria	
Maiz	47	66		56.13
Frijol	13	20		16.35
Café	20	.		20
Café Renovado	16	.		
Arroz	.	72	106	88.75

Fuente: Centro de Investigación y Asesoría Socioeconómica (CINASE-Mayo 2017).

**Cuadro No. 92. Costo de producción por Tipo de Cultivo.**

Tipo de cultivo	Tecnología de Siembra		
	Tradicional al Espeque	Semi Tecnificada con Bueyes	S. Maquinaria
Maiz	3,911.24	5,102.78	
Frijol	4,881.58	6071	
Café Establecido	17,969.57	.	
Café Renovado	24,595.45	.	
Arroz	.	25,000	27,000

Fuente: Centro de Investigación y Asesoría Socioeconómica (CINASE-Mayo 2017).

**Cuadro No. 93. Perdidas por Tipo de Cultivo.**

	Cuanto Pierde de la Producción por Cosecha	Cuanto Dedita de la Producción al Consumo Humano	Cuanto Dedita de la Producción al Consumo Animal	Cuanto Pierde de la Producción cuando la Transporta para la Comercialización	Cuanto Dedita de la Producción para Semilla	Total	Unidad de Medida del Rendimiento por Tecnología
<b>Maíz</b>	397	979	774	0	46	<b>2,196</b>	Quintal
<b>Frijol</b>	212	409	0	0	126	<b>747</b>	Quintal
<b>Café</b>	0	4	0	0	0	<b>4</b>	Quintal
<b>Arroz</b>	229	0	44	20	0	<b>293</b>	Caja

Fuente: Centro de Investigación y Asesoría Socioeconómica (CINASE-Mayo 2017).

#### 4.3.1. Principales indicadores Agrícolas.

A continuación, se presentan los principales Indicadores Agrícolas actuales y la variable una vez se ejecute el proyecto, De acuerdo con los resultados de la encuesta socio-económica (CINASE-2017):

**Cuadro No. 94. Principales indicadores agrícola (Sin Proyecto).**

CONCEPTO	MAIZ	FRIJOL	CAFÉ	ARROZ
Área Proyectada (mz)	784	669	12	185
<b>Tecnología de Siembra</b>				
Tradicional	24%	16%	100%	
Semitecnificado Bueyes	76%	84%		15%
Semitecnificado Maquinaria				85%
<b>No. De siembras por año</b>	1.26	1.25	1.00	1.00
<b>RENDIMIENTO</b>				
Tradicional	47	13	20	
Semitecnificado Bueyes	66	20	.	72
Semitecnificado Maquinaria				106
<b>COSTO (en dólares/MZ)</b>				
Tradicional	138.88	172.99	1,037.57	
Semitecnificado Bueyes	177.39	213.31		781.21
Semitecnificado Maquinaria				1,138.82
<b>PRECIO (en dólares)</b>				
<b>Excedente comercializable</b>	0.90	0.89	0.97	0.96

Fuente: Centro de Investigación y Asesoría Socioeconómica (CINASE-Mayo 2017).

Para el cálculo del excedente comercializable (Sin Proyecto), se relacionaron las Perdidas por cultivo (**Cuadro No. 93**), y el volumen de producción Agrícola (**Cuadro No. 89**):

**Cuadro No. 95. Excedente comercializable (Sin Proyecto).**

Tipo de cultivo	PERDIDA X COSECHA	PERDIDA X CONSUMO HUMANO	PERDIDA X CONSUMO ANIMAL	PERDIDA X TRANSPORTE	DEDICA PARA SEMILLA	TOTAL	Excedente comercializable
Maiz	0.018	0.045	0.036	0.000	0.002	0.10	0.90
Frijol	0.031	0.060	0.000	0.000	0.019	0.11	0.89
Café	0.000	0.033	0.000	0.000	0.000	0.03	0.97
Arroz	0.028	0.000	0.005	0.002	0.000	0.04	0.96

Fuente: Centro de Investigación y Asesoría Socioeconómica (CINASE-Mayo 2017).

**Cuadro No. 96. Principales indicadores agrícola (Con Proyecto).**

CONCEPTO	MAIZ	FRIJOL	CAFÉ	ARROZ
Área Proyectada (mz)	784	669	12	185
<b>Tecnología de Siembra</b>				
Tradicional	15%	10%	100%	
Semitecnificado Bueyes	85%	90%		10%
Semitecnificado Maquinaria				90%
<b>No. De siembras por año</b>	1.26	1.25	1.00	1
<b>RENDIMIENTO</b>				
Tradicional	47	13	20	
Semitecnificado Bueyes	66	20		72
Semitecnificado Maquinaria				106
<b>COSTO (en dólares/MZ)</b>				
Tradicional	138.88	172.99	1,559.13	781.21
Semitecnificado Bueyes	177.39	213.31		1,138.82
Semitecnificado Maquinaria				
<b>PRECIO (en dólares)</b>				
<b>Excedente comercializable</b>	<b>0.93</b>	<b>0.92</b>	<b>0.97</b>	<b>0.97</b>

Fuente: Centro de Investigación y Asesoría Socioeconómica (CINASE-Mayo 2017).

Para el cálculo del excedente comercializable (Con Proyecto), se relacionaron las Perdidas por cultivo (**Cuadro No. 93**), y el volumen de producción Agrícola (**Cuadro No. 89**):

**Cuadro No. 97. Excedente comercializable (Con Proyecto).**

Tipo de cultivo	PERDIDA X COSECHA	PERDIDA X CONSUMO HUMANO	PERDIDA X CONSUMO ANIMAL	PERDIDA X TRANSPORTE	DEDICA PARA SEMILLA	TOTAL	Excedente comercializable
Maiz	0.017	0.024	0.030	0.0000	0.001	0.072	<b>0.93</b>
Frijol	0.030	0.037	0.000	0.000	0.018	0.085	<b>0.92</b>
Café	0.000	0.032	0.000	0.000	0.000	0.032	<b>0.97</b>
Arroz	0.023		0.005	0.000	0.000	0.028	<b>0.97</b>

Fuente: Centro de Investigación y Asesoría Socioeconómica (CINASE-Mayo 2017).

### 4.3.2. Proyección de Áreas.

Se Proyectaron las Volúmenes de Producción a **20 años** utilizando un Factor de crecimiento de **1.0025** para los diferentes rubros proyectados por manzanas encontradas, se presentan en el cuadro 98:

**Cuadro No. 98. Incrementos Anuales Proyectados.**

<b>AÑOS/CULTIVOS</b>	<b>MAIZ</b>	<b>FRIJOL</b>	<b>CAFÉ</b>	<b>ARROZ</b>	<b>TOTAL</b>
0	784Mz	669Mz	12Mz	185Mz	1,651Mz
1	786Mz	671Mz	12Mz	186Mz	1,655Mz
2	788Mz	673Mz	12Mz	186Mz	1,659Mz
3	790Mz	674Mz	12Mz	187Mz	1,664Mz
4	792Mz	676Mz	12Mz	187Mz	1,668Mz
5	794Mz	678Mz	12Mz	187Mz	1,672Mz
6	796Mz	680Mz	12Mz	188Mz	1,676Mz
7	798Mz	681Mz	12Mz	188Mz	1,680Mz
8	800Mz	683Mz	12Mz	189Mz	1,684Mz
9	802Mz	685Mz	12Mz	189Mz	1,689Mz
10	804Mz	686Mz	13Mz	190Mz	1,693Mz
11	806Mz	688Mz	13Mz	190Mz	1,697Mz
12	808Mz	690Mz	13Mz	191Mz	1,701Mz
13	810Mz	691Mz	13Mz	191Mz	1,706Mz
14	812Mz	693Mz	13Mz	192Mz	1,710Mz
15	814Mz	695Mz	13Mz	192Mz	1,714Mz
16	816Mz	697Mz	13Mz	193Mz	1,718Mz
17	818Mz	698Mz	13Mz	193Mz	1,723Mz
18	820Mz	700Mz	13Mz	194Mz	1,727Mz
19	822Mz	702Mz	13Mz	194Mz	1,731Mz
20	825Mz	704Mz	13Mz	195Mz	1,736Mz

Fuente: Elaborado por sustentantes.

### 4.4. El Valor Actual Neto (VAN).

Es un indicador financiero que mide los flujos de los futuros ingresos y egresos que tendrá un proyecto, para determinar, si luego de descontar la inversión inicial, nos quedaría alguna ganancia. Si el resultado es positivo, el proyecto es rentable.

**Fórmula:**

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t} - S_0 \quad (\text{Ec. 39})$$

**Dónde:**

$S_0$  = inversión inicial

$B_t$  = beneficios del año t del proyecto

$C_t$  = costos del año t del proyecto

t = años correspondiente a la vida del proyecto, que varía entre 0 y n

0 = año inicial del proyecto, en el cual comienza la inversión

i = tasa de descuento

Basándonos en los Incremento anuales y en los datos de los principales Indicadores Agrícolas (Tecnología de siembra, numero de siembras por año, rendimiento), mostrados en los **cuadros No. 96 y 98**, se calculó la Producción bruta por manzana por año y costos de producción, tanto en la situación Actual (Sin Proyecto) y una vez el proyecto sea ejecutado (Con Proyecto).

A continuación, en los **cuadros No. 99 y 100** muestran los resultados:

**Cuadro No. 99. Producción bruta por manzana por año y costos de producción financieros en dólares (sin proyecto).**

<b>AÑOS/CULTIVOS</b>	<b>MAIZ (QQ)</b>	<b>FRIJOL (QQ)</b>	<b>CAFÉ (QQ)</b>	<b>ARROZ</b>	<b>TOTAL PRODUCCION</b>	<b>COSTOS DE PRODUCCION US\$</b>
0	60,365qq	15,732qq	549qq	18,622qq	95,269qq	US\$552,430
1	60,516qq	15,772qq	540qq	18,669qq	95,497qq	US\$553,811
2	60,668qq	15,811qq	552qq	18,715qq	95,746qq	US\$555,195
3	60,819qq	15,851qq	542qq	18,762qq	95,975qq	US\$556,583
4	60,971qq	15,890qq	555qq	18,809qq	96,226qq	US\$557,975
5	61,124qq	15,930qq	545qq	18,856qq	96,455qq	US\$559,370
6	61,277qq	15,970qq	558qq	18,903qq	96,707qq	US\$560,768
7	61,430qq	16,010qq	548qq	18,951qq	96,938qq	US\$562,170
8	61,583qq	16,050qq	560qq	18,998qq	97,192qq	US\$563,575
9	61,737qq	16,090qq	551qq	19,045qq	97,423qq	US\$564,984
10	61,892qq	16,130qq	563qq	19,093qq	97,678qq	US\$566,397
11	62,046qq	16,171qq	553qq	19,141qq	97,911qq	US\$567,813
12	62,202qq	16,211qq	566qq	19,189qq	98,167qq	US\$569,232
13	62,357qq	16,251qq	556qq	19,237qq	98,401qq	US\$570,655
14	62,513qq	16,292qq	569qq	19,285qq	98,659qq	US\$572,082
15	62,669qq	16,333qq	559qq	19,333qq	98,894qq	US\$573,512
16	62,826qq	16,374qq	572qq	19,381qq	99,153qq	US\$574,946
17	62,983qq	16,415qq	562qq	19,430qq	99,389qq	US\$576,383
18	63,140qq	16,456qq	575qq	19,478qq	99,649qq	US\$577,824
19	63,298qq	16,497qq	565qq	19,527qq	99,887qq	US\$579,269
20	63,457qq	16,538qq	577qq	19,576qq	100,148qq	US\$580,717

Fuente: Elaborado por sustentantes.

**Cuadro No. 100. Producción bruta por manzana por año y costos de producción financieros en dólares (Con proyecto).**

<b>AÑOS/CULTIVOS</b>	<b>MAIZ (QQ)</b>	<b>FRIJOL (QQ)</b>	<b>CAFÉ (QQ)</b>	<b>ARROZ</b>	<b>TOTAL PRODUCCION</b>	<b>COSTOS DE PRODUCCION US\$</b>
0	60,365qq	15,732qq	549qq	18,622qq	95,269qq	US\$552,430
1	60,516qq	15,772qq	540qq	18,669qq	95,497qq	US\$553,811
2	60,668qq	15,811qq	552qq	18,715qq	95,746qq	US\$555,195
3	60,819qq	15,851qq	542qq	18,762qq	95,975qq	US\$556,583
4	62,769qq	16,286qq	549qq	19,019qq	98,623qq	US\$566,524
5	62,926qq	16,327qq	536qq	19,067qq	98,855qq	US\$568,339
6	63,083qq	16,368qq	542qq	19,114qq	99,107qq	US\$570,121
7	63,241qq	16,408qq	536qq	19,162qq	99,347qq	US\$571,908
8	63,399qq	16,450qq	542qq	19,210qq	99,600qq	US\$573,701
9	63,557qq	16,491qq	545qq	19,258qq	99,852qq	US\$575,499
10	63,716qq	16,532qq	553qq	19,306qq	100,107qq	US\$577,303
11	63,876qq	16,573qq	558qq	19,354qq	100,362qq	US\$579,112
12	64,035qq	16,615qq	572qq	19,403qq	100,625qq	US\$580,927
13	64,195qq	16,656qq	570qq	19,451qq	100,873qq	US\$582,747
14	64,356qq	16,698qq	593qq	19,500qq	101,147qq	US\$584,572
15	64,517qq	16,740qq	611qq	19,549qq	101,416qq	US\$586,403
16	64,678qq	16,781qq	620qq	19,598qq	101,677qq	US\$588,239
17	64,840qq	16,823qq	623qq	19,647qq	101,933qq	US\$590,081
18	65,002qq	16,865qq	631qq	19,696qq	102,193qq	US\$591,929
19	65,164qq	16,908qq	635qq	19,745qq	102,452qq	US\$593,782
20	65,327qq	16,950qq	641qq	19,794qq	102,712qq	US\$595,656

Fuente: Elaborado por sustentantes.

Basándonos los resultados de la Producción bruta por manzana por año y costos de producción, tanto en la situación Actual (Con y Sin Proyecto), mostrados en los cuadros No. 99 y 100, los cuales se multiplicaron excedente comercializable (Cuadro No. 95 y 97), se obtuvo la Producción comercializable e ingresos agrícolas financieros tanto en la situación Actual (Sin Proyecto) y una vez el proyecto sea ejecutado (Con Proyecto)

A continuación, en los **cuadros No. 101 y 102** muestran los resultados:

**Cuadro No. 101. Producción comercializable e ingresos agrícolas financieros  
(Sin proyecto).**

<b>AÑOS/CULTIVOS</b>	<b>MAIZ (QQ)</b>	<b>FRIJOL (QQ)</b>	<b>CAFÉ (QQ)</b>	<b>ARROZ</b>	<b>INGRESOS AGRICOLAS EN US\$</b>
0	54,239qq	14,000qq	531qq	17,947qq	US\$1,449,781
1	54,374qq	14,035qq	522qq	17,991qq	US\$1,542,006
2	54,510qq	14,070qq	534qq	18,036qq	US\$1,564,966
3	54,647qq	14,105qq	524qq	18,082qq	US\$1,585,018
4	54,783qq	14,140qq	536qq	18,127qq	US\$1,606,352
5	54,920qq	14,176qq	527qq	18,172qq	US\$1,624,870
6	55,057qq	14,211qq	539qq	18,217qq	US\$1,644,896
7	55,195qq	14,247qq	530qq	18,263qq	US\$1,662,160
8	55,333qq	14,282qq	542qq	18,309qq	US\$1,681,116
9	55,471qq	14,318qq	532qq	18,354qq	US\$1,697,338
10	55,610qq	14,354qq	544qq	18,400qq	US\$1,715,405
11	55,749qq	14,390qq	535qq	18,446qq	US\$1,730,749
12	55,888qq	14,426qq	547qq	18,492qq	US\$1,748,068
13	56,028qq	14,462qq	538qq	18,539qq	US\$1,762,661
14	56,168qq	14,498qq	550qq	18,585qq	US\$1,779,344
15	56,309qq	14,534qq	540qq	18,631qq	US\$1,793,291
16	56,449qq	14,570qq	553qq	18,678qq	US\$1,809,429
17	56,591qq	14,607qq	543qq	18,725qq	US\$1,822,812
18	56,732qq	14,643qq	555qq	18,772qq	US\$1,838,479
19	56,874qq	14,680qq	546qq	18,818qq	US\$1,851,369
20	57,016qq	14,717qq	558qq	18,866qq	US\$1,866,626

Fuente: Elaborado por sustentantes.

**Cuadro No. 102. Producción comercializable e ingresos agrícolas financieros  
(Con proyecto).**

<b>AÑOS/CULTIVOS</b>	<b>MAIZ (QQ)</b>	<b>FRIJOL (QQ)</b>	<b>CAFÉ (QQ)</b>	<b>ARROZ</b>	<b>INGRESOS AGRICOLAS EN US\$</b>
0	54,239qq	14,000qq	531qq	17,947qq	US\$1,449,781
1	54,374qq	14,035qq	522qq	17,991qq	US\$1,542,006
2	54,510qq	14,070qq	534qq	18,036qq	US\$1,564,966
3	54,647qq	14,105qq	524qq	18,082qq	US\$1,585,018
4	54,783qq	14,140qq	536qq	18,127qq	US\$1,606,352
5	54,920qq	14,176qq	527qq	18,172qq	US\$1,624,870
6	55,057qq	14,211qq	539qq	18,217qq	US\$1,644,896
7	55,195qq	14,247qq	530qq	18,263qq	US\$1,662,160
8	55,333qq	14,282qq	542qq	18,309qq	US\$1,681,116
9	55,471qq	14,318qq	532qq	18,354qq	US\$1,697,338
10	55,610qq	14,354qq	544qq	18,400qq	US\$1,715,405
11	55,749qq	14,390qq	535qq	18,446qq	US\$1,730,749
12	55,888qq	14,426qq	547qq	18,492qq	US\$1,748,068
13	56,028qq	14,462qq	538qq	18,539qq	US\$1,762,661
14	56,168qq	14,498qq	550qq	18,585qq	US\$1,779,344
15	56,309qq	14,534qq	540qq	18,631qq	US\$1,793,291
16	56,449qq	14,570qq	553qq	18,678qq	US\$1,809,429
17	56,591qq	14,607qq	543qq	18,725qq	US\$1,822,812
18	56,732qq	14,643qq	555qq	18,772qq	US\$1,838,479
19	56,874qq	14,680qq	546qq	18,818qq	US\$1,851,369
20	57,016qq	14,717qq	558qq	18,866qq	US\$1,866,626

Fuente: Elaborado por sustentantes.

**Cuadro No. 103. Ingresos Netos Financiero Sin proyecto (dólares).**

Años /Ingreso neto	INGRESOS			COSTOS			INGRESOS NETOS S/PROYECTO
	Agrícolas	Ganaderos	Total	Agrícolas	Ganaderos	Total	
0	US\$1,449,781	US\$525,198	US\$1,974,980	US\$552,430	US\$116,263	US\$668,693	US\$1,306,286
1	US\$1,542,006	US\$299,032	US\$1,841,038	US\$553,811	US\$192,081	US\$745,892	US\$1,095,146
2	US\$1,564,966	US\$862,803	US\$2,427,769	US\$555,195	US\$91,580	US\$646,775	US\$1,780,994
3	US\$1,585,018	US\$451,309	US\$2,036,328	US\$556,583	US\$105,041	US\$661,624	US\$1,374,704
4	US\$1,606,352	US\$466,370	US\$2,072,721	US\$557,975	US\$111,866	US\$669,841	US\$1,402,881
5	US\$1,624,870	US\$491,133	US\$2,116,003	US\$559,370	US\$119,459	US\$678,828	US\$1,437,175
6	US\$1,644,896	US\$614,965	US\$2,259,861	US\$560,768	US\$127,914	US\$688,682	US\$1,571,179
7	US\$1,662,160	US\$646,421	US\$2,308,581	US\$562,170	US\$136,530	US\$698,700	US\$1,609,882
8	US\$1,681,116	US\$680,325	US\$2,361,441	US\$563,575	US\$148,584	US\$712,160	US\$1,649,281
9	US\$1,697,338	US\$715,290	US\$2,412,628	US\$564,984	US\$157,909	US\$722,893	US\$1,689,735
10	US\$1,715,405	US\$751,637	US\$2,467,043	US\$566,397	US\$167,625	US\$734,022	US\$1,733,021
11	US\$1,730,749	US\$789,444	US\$2,520,193	US\$567,813	US\$177,735	US\$745,548	US\$1,774,645
12	US\$1,748,068	US\$828,945	US\$2,577,013	US\$569,232	US\$188,266	US\$757,499	US\$1,819,515
13	US\$1,762,661	US\$871,291	US\$2,633,952	US\$570,655	US\$202,261	US\$772,916	US\$1,861,036
14	US\$1,779,344	US\$914,326	US\$2,693,671	US\$572,082	US\$213,688	US\$785,770	US\$1,907,901
15	US\$1,793,291	US\$959,242	US\$2,752,533	US\$573,512	US\$225,589	US\$799,102	US\$1,953,431
16	US\$1,809,429	US\$1,006,126	US\$2,815,555	US\$574,946	US\$237,986	US\$812,932	US\$2,002,623
17	US\$1,822,812	US\$1,055,064	US\$2,877,876	US\$576,383	US\$250,898	US\$827,281	US\$2,050,595
18	US\$1,838,479	US\$1,107,238	US\$2,945,717	US\$577,824	US\$267,249	US\$845,074	US\$2,100,643
19	US\$1,851,369	US\$1,160,565	US\$3,011,934	US\$579,269	US\$281,257	US\$860,526	US\$2,151,408
20	US\$1,866,626	US\$1,216,231	US\$3,082,857	US\$580,717	US\$295,848	US\$876,565	US\$2,206,292
Valor Actual Neto (VAN) i=12.00%							
	\$ 13,823,882	\$ 5,479,337	\$ 19,303,220	\$ 4,752,082	\$ 1,276,054	\$ 6,028,137	\$ 13,275,083

Fuente: Elaborado por sustentantes.

**Cuadro No. 104. Ingresos Netos Financiero Con proyecto (dólares).**

Años /Ingreso neto	INGRESOS			COSTOS			INGRESOS NETOS C/PROYECTO
	Agrícolas	Ganaderos	Total	Agrícolas	Ganaderos	Total	
0	US\$1,449,781	US\$525,198	US\$1,974,980	US\$552,430	US\$116,263	US\$668,693	US\$1,306,286
1	US\$1,542,006	US\$299,032	US\$1,841,038	US\$553,811	US\$192,081	US\$745,892	US\$1,095,146
2	US\$1,564,966	US\$862,803	US\$2,427,769	US\$555,195	US\$91,580	US\$646,775	US\$1,780,994
3	US\$1,585,018	US\$451,309	US\$2,036,328	US\$556,583	US\$105,041	US\$661,624	US\$1,374,704
4	US\$1,606,352	US\$466,370	US\$2,072,721	US\$557,975	US\$111,866	US\$669,841	US\$1,402,881
5	US\$1,624,870	US\$491,133	US\$2,116,003	US\$559,370	US\$119,459	US\$678,828	US\$1,437,175
6	US\$1,644,896	US\$614,965	US\$2,259,861	US\$560,768	US\$127,914	US\$688,682	US\$1,571,179
7	US\$1,662,160	US\$646,421	US\$2,308,581	US\$562,170	US\$136,530	US\$698,700	US\$1,609,882
8	US\$1,681,116	US\$680,325	US\$2,361,441	US\$563,575	US\$148,584	US\$712,160	US\$1,649,281
9	US\$1,697,338	US\$715,290	US\$2,412,628	US\$564,984	US\$157,909	US\$722,893	US\$1,689,735
10	US\$1,715,405	US\$751,637	US\$2,467,043	US\$566,397	US\$167,625	US\$734,022	US\$1,733,021
11	US\$1,730,749	US\$789,444	US\$2,520,193	US\$567,813	US\$177,735	US\$745,548	US\$1,774,645
12	US\$1,748,068	US\$828,945	US\$2,577,013	US\$569,232	US\$188,266	US\$757,499	US\$1,819,515
13	US\$1,762,661	US\$871,291	US\$2,633,952	US\$570,655	US\$202,261	US\$772,916	US\$1,861,036
14	US\$1,779,344	US\$914,326	US\$2,693,671	US\$572,082	US\$213,688	US\$785,770	US\$1,907,901
15	US\$1,793,291	US\$959,242	US\$2,752,533	US\$573,512	US\$225,589	US\$799,102	US\$1,953,431
16	US\$1,809,429	US\$1,006,126	US\$2,815,555	US\$574,946	US\$237,986	US\$812,932	US\$2,002,623
17	US\$1,822,812	US\$1,055,064	US\$2,877,876	US\$576,383	US\$250,898	US\$827,281	US\$2,050,595
18	US\$1,838,479	US\$1,107,238	US\$2,945,717	US\$577,824	US\$267,249	US\$845,074	US\$2,100,643
19	US\$1,851,369	US\$1,160,565	US\$3,011,934	US\$579,269	US\$281,257	US\$860,526	US\$2,151,408
20	US\$1,866,626	US\$1,216,231	US\$3,082,857	US\$580,717	US\$295,848	US\$876,565	US\$2,206,292
<b>Valor Actual Neto (VAN)</b> <b>i=12.00%</b>							
	\$ 14,255,191	\$ 9,294,658	\$ 23,549,849	\$ 4,806,304	\$ 1,276,054	\$ 6,082,358	\$ 17,467,491

Fuente: Elaborado por sustentantes.

# CAPÍTULO V ANÁLISIS DE IMPACTO AMBIENTAL

## **5.1. Introducción.**

El presente capítulo contiene la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), para el mejoramiento del camino **de Pantasma (24.00 Kilómetros)**, de acuerdo con las Políticas operacionales del Banco Interamericano, el Proyecto se clasifica ambientalmente en Categoría **“B”**, lo que significa que los posibles impactos generados pueden ser localizados y pueden revertirse aplicando medidas de mitigación.

De acuerdo con el Decreto 76-2006, “Sistema de Evaluación Ambiental de Nicaragua”, Capítulo II “Régimen Institucional”, el proyecto es considerado de Bajo Impacto Ambiental. Sin embargo, a fin de aplicar las respectivas salvaguardas ambientales se desarrolló una valoración ambiental del tramo de 24 Kilómetros (**Pantasma**), donde se identifican los impactos ambientales potenciales más importantes, tanto positivos como negativos, los cuales fueron identificados mediante una matriz de causa efecto, así como, una matriz de valoración para determinar su importancia.

Partiendo de los impactos ambientales identificados y ponderados se procedió a estructurar un Plan de Gestión Ambiental (PGA), que contiene los programas de control y seguimiento ambiental; Programa de Contingencia; Programa de Educación Vial –Ambiental–Salud, Programa de Higiene y seguridad ocupacional, el Programa de Restauración Ambiental, y el Programa de Manejo de Desechos Sólidos y programa de Manejo de Hidrocarburo.

## **5.2. Metodología de la Valoración Ambiental.**

Para desarrollar la presente valoración ambiental, se desarrolló una metodología que involucra tres fases que están interrelacionadas siendo las siguientes:

**FASE I (Recopilación y análisis de información secundaria):** En esta fase se recopiló, selecciono y revisó la información secundaria existente, especialmente la relacionada con las áreas temáticas de interés, se puso especial atención a las temáticas relacionadas al medio biótico (Flora y fauna); medio abiótico (suelos, hidrología, geomorfología, geología) y los aspectos socioeconómicos y la valoración económica del plan de gestión ambiental.

**FASE II (Trabajo de campo para complementar la información existente):** Esta Fase se desarrolló in situ dentro del área de influencia del Proyecto. Tuvo por objetivo verificar y completar la información obtenida en la Primera Fase, así como valorar las condiciones ambientales del área a fin de dimensionar adecuadamente la magnitud e importancia de los impactos ambientales potenciales que generaría el proyecto.

Durante esta fase se incluyó el uso de mapas, ubicación cartográfica, mediciones y estimaciones. Además, se hicieron entrevistas y encuestas a autoridades locales y a población que puedan retroalimentar y construir diferentes escenarios que muestren posibles daños y/o beneficios ecológicos y socioeconómicos que se puedan derivar de la obra.

**FASE III (Trabajo de procesamiento y análisis de información y presentación de resultados):** En esta Fase se desarrolló los métodos descriptivos y de evaluación propios de cada área temática de la valoración ambiental. Matrices que muestren la integración del estudio en proceso, donde se relacionen los diferentes hallazgos fueron elaboradas para facilitar el análisis.

También se desarrolló trabajos de gabinete para evaluar y cuantificar los impactos potenciales identificados, así como, identificación de las medidas de prevención, mitigación o compensación que mejor se adapten a las condiciones ambientales y al tipo de Proyecto.

En esta Fase se incluye la elaboración del informe final conteniendo lo especificado en los términos de referencia (descripción y caracterización ambiental del área de influencia; identificación, evaluación y análisis de los impactos ambientales; análisis de riesgos; medidas ambientales; programa de gestión ambiental y la evaluación de la viabilidad ambiental).

### **5.3. Marco Político, Legal y Administrativo.**

Los instrumentos jurídicos establecidos en Nicaragua en materia ambiental tienen por objetivo lograr armonizar los objetivos de desarrollo económico y social del país, con un manejo adecuado del medio ambiente. Para estos fines, se han establecido instrumentos jurídicos que, por un lado, promueven la conservación del medio ambiente y de los recursos naturales. Para lograr un equilibrio racional entre el desarrollo socio económico, la conservación del ambiente y el uso sostenido de los recursos naturales.

A continuación, se presentan un resumen de las diferentes disposiciones contenidas en el marco político, legal y administrativo que son aplicables a este tipo de proyectos.

#### **5.3.1. Constitución Política de Nicaragua y sus reformas.**

La Carta Magna de la República de Nicaragua, establece como un derecho el garantizar a los nicaragüenses, un medio ambiente sano, así como el deber del Estado de garantizar la preservación, conservación y de rescate del medio ambiente y de los recursos naturales (**Arto. 60**). También establece que los recursos naturales son patrimonio nacional y que corresponde al Estado, su preservación y conservación, desarrollo y explotación racional, estableciendo que el Estado podrá celebrar contratos de explotación racional de estos recursos, cuando el interés nacional así lo requiera (**Arto. 102**).

### **5.3.2. Ley de Organización, Competencia y Procedimiento del Poder Ejecutivo (Ley 290).**

El Arto. 12 de la Ley 612 que reformó la **Ley 290** en enero de 2007 transfiere al Ministerio de Energía y Minas la administración del uso y explotación de canteras y minas mediante la aplicación del régimen de concesiones y licencias y la tramitación de las solicitudes correspondientes, conforme a las normas de sostenibilidad técnicas y las regulaciones establecidas por MARENA.

El Arto. 25 de la **Ley 290**, establece que, al Ministerio de Transporte e Infraestructura, le corresponde dirigir, administrar y supervisar, en forma directa o delegada la conservación y desarrollo de la infraestructura de transporte.

El Arto. 28 de la **Ley 290**, especifica que le corresponde al Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales, controlar las actividades contaminantes, administrar el sistema de evaluación de impacto ambiental y el de áreas protegidas del país, con sus respectivas zonas de amortiguamiento, supervisar el cumplimiento de los convenios y compromisos internacionales del país en el área ambiental, coordinar apoyo en la prevención y control de desastres, emergencias y contingencias ambientales y en la prevención de faltas y delitos contra el medio ambiente.

### **5.3.3. Decreto 9-96 Reglamento de la Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales.**

**Arto. 4:** Los Gobiernos Regionales y Municipales en la aplicación y ejecución de la política ambiental y de Recursos Naturales, en el ámbito de su circunscripción tendrán las funciones y atribuciones señaladas por las leyes y las que expresamente señala la Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales, las que ejercerán en base a las normas técnicas vigentes y en coordinación armónica con el MARENA.

**Arto. 5:** Las instituciones públicas, los gobiernos regionales y municipales coadyuvaran con el MARENA en la aplicación y cumplimiento de la Ley, el presente Reglamento y demás disposiciones de vigencia.

**Arto. 6:** Para el cumplimiento de los objetivos, principios y disposiciones de la Ley en relación con la participación ciudadana, cada instrumento de gestión ambiental en su diseño y aplicación incorporara los procedimientos y estudios específicos para hacer efectiva dicha participación en cada uno de los niveles nacional, regional, municipal y local. Los ciudadanos en forma individual o colectiva tienen el derecho a ser informados sobre políticas, programas, proyectos y actividades que afecten o pueden afectar la calidad del ambiente y el desarrollo sostenible de los recursos naturales.

**Arto.74:** Las autoridades municipales y de las Regiones Autónomas, podrán emitir ordenanzas y disposiciones de carácter local en relación al ambiente y los recursos naturales, en coordinación con MARENA para asegurar el cumplimiento de las normas y estándares nacionales vigentes.

#### **5.3.4. Ley Especial Para el uso de Bancos de Materiales Selectos para el Aprovechamiento en la infraestructura (Ley 730).**

La **Ley No. 730** publicada en la Gaceta No. 152 del 11/08/2010 tiene por objeto normar el uso y aprovechamiento racional de los bancos de materiales selectos o bancos de préstamo a nivel nacional aptos para la infraestructura de interés público y normar las relaciones de las Instituciones del estado.

En el **Arto. 5** de la referida ley, se expresa que los permisos de las diversas instituciones serán de acuerdo con el ámbito de su competencia.

La Unidad de Gestión Ambiental del Ministerio de Transporte e Infraestructura es la designada a desarrollar la supervisión del aprovechamiento del banco de materiales de acuerdo a lo dispuesto en el **Arto. 7**.

### **5.3.5. Ley de Aguas Nacionales (Ley 620).**

La **Ley 620**, tiene por objeto establecer el marco jurídico institucional para la administración, conservación, desarrollo, uso, aprovechamiento sostenible, equitativo y de preservación en cantidad y calidad de todos los recursos hídricos existentes en el país, sean estos superficiales, subterráneos, residuales y de cualquier otra naturaleza, garantizando a su vez la protección de los demás recursos naturales, los ecosistemas y el ambiente.

Ley crea a la **Autoridad Nacional del Agua (ANA)**, órgano descentralizado del Poder Ejecutivo en materia de agua y que tendrá facultades técnicas-normativas, técnicas-operativas y de control y seguimiento.

La Ley establece en su **Arto. 85**, que el uso de las aguas requiere de una concesión otorgada por la Autoridad Nacional del Agua (ANA) en los términos de la Ley y su Reglamento.

### **5.4. Límites del área de influencia.**

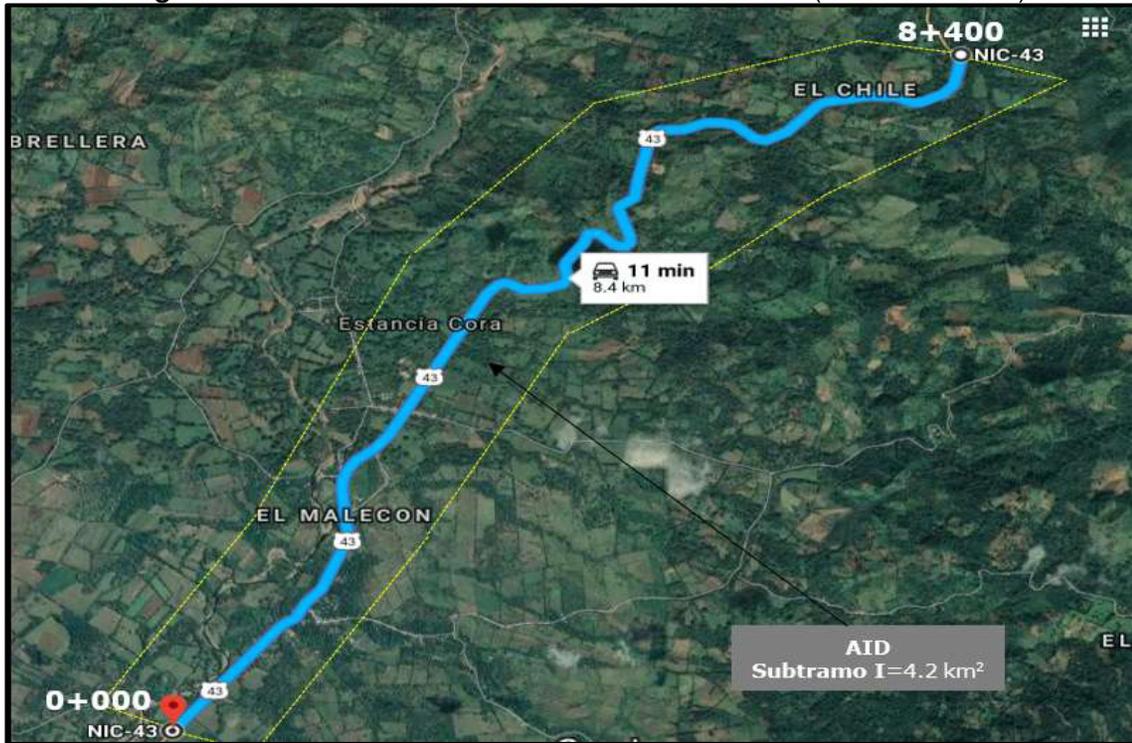
La delimitación de las mismas se ha realizado considerando los impactos derivados propiamente por la ejecución de las obras del proyecto, así como, la ocupación del suelo, ruido, la generación de material particulado en suspensión, vibraciones, el corte de vegetación entre otros, y los impactos positivos como la generación de empleos y beneficios que el proyecto pueda brindar.

#### **5.4.1. Área de Influencia Directa (AID).**

Desde el punto de vista ambiental, el área de influencia directa (AID) del proyecto se identifica como la zona que será afectada por impactos directos, es decir, el área que será afectada por la reconstrucción de la estructura de la carretera, limpieza, movimiento de tierras y otras actividades que tienen impacto directo sobre el ambiente cerca del proyecto.

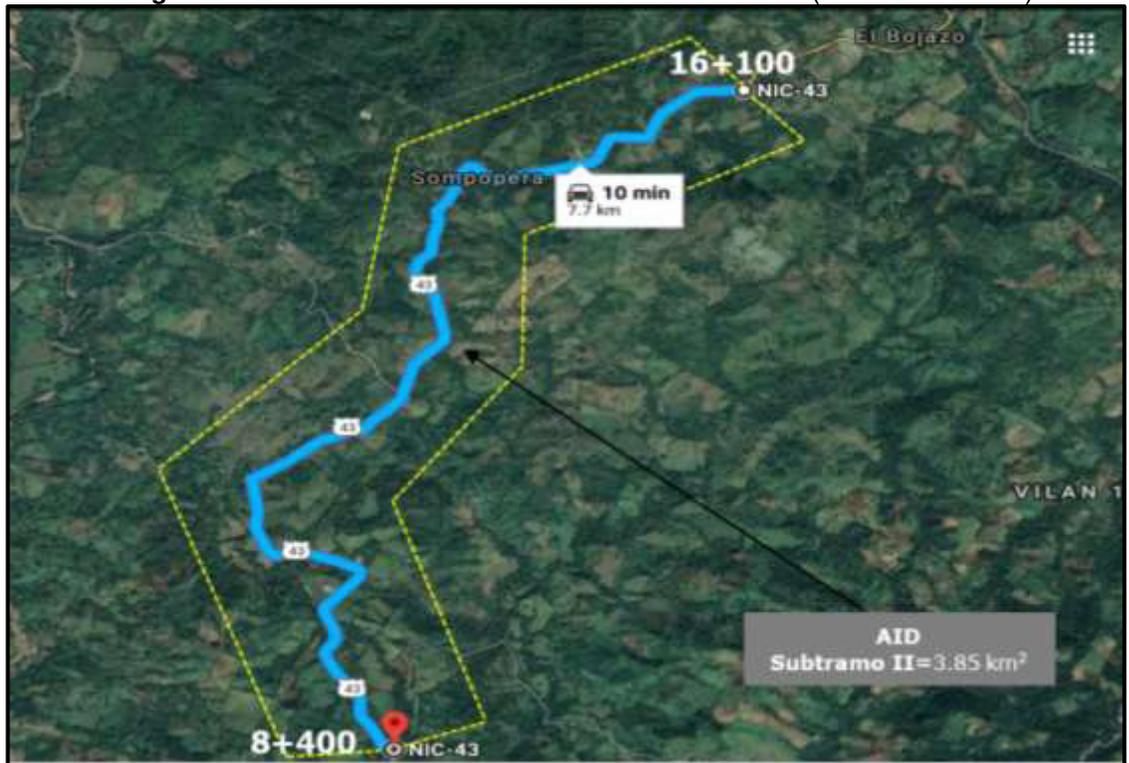
Considerándose **250 metros** a partir del eje central de la carretera, resultando un total de **12.00 Km<sup>2</sup>** (**Ver Imágenes 20 - 22, pág. 149-150**).

Imagen No. 20. Área de Influencia Directa Subtramo I (0+000 – 8+400).



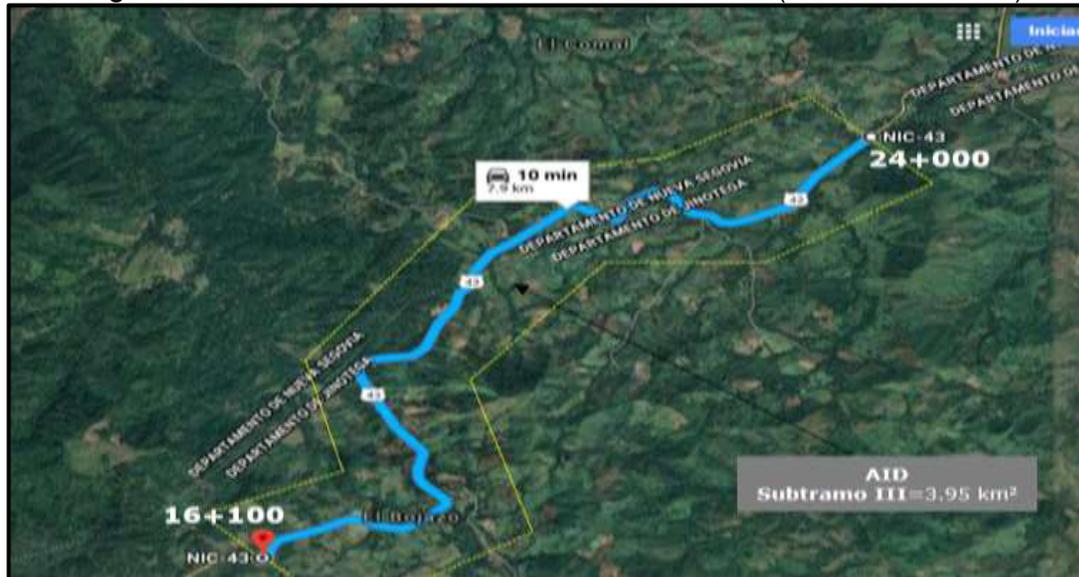
Fuente: Google Earth (2018)

Imagen No. 21. Área de Influencia Directa Subtramo II (8+400– 16+100).



Fuente: Google Earth (2018).

Imagen No. 22. Área de Influencia Directa Subtramo III (16+100 – 24+000).

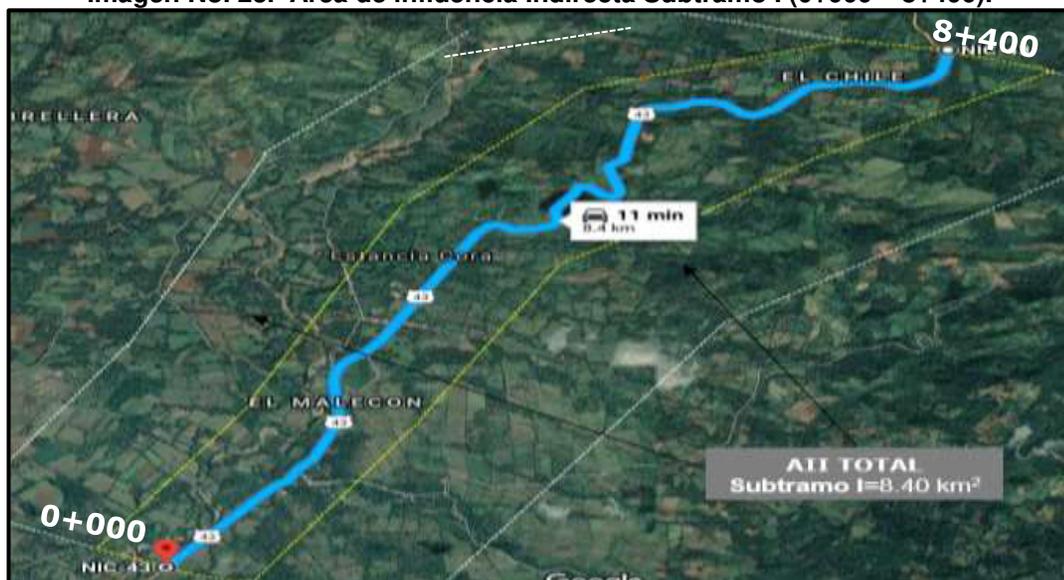


Fuente: Google Earth (2018).

#### 5.4.2. Área de Influencia Indirecta (All).

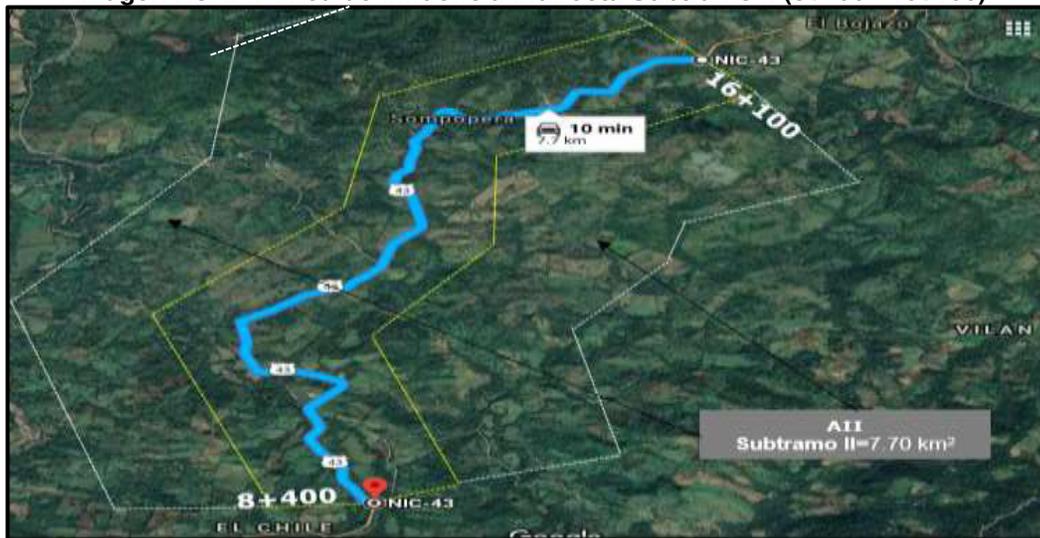
En esta área todos los impactos del área de influencia directa se atenúan tanto en magnitud como en duración y ha sido delimitada tomando en cuenta el área directa más un área alrededor de ella. Esta área corresponde a **500 metros** a ambos lados, partiendo del AID, resultando un total de **24.00 Km<sup>2</sup>**. Las Áreas de Influencia Indirecta al dividirse en tres subtramos son las siguientes:

Imagen No. 23. Área de influencia Indirecta Subtramo I (0+000 – 8+400).



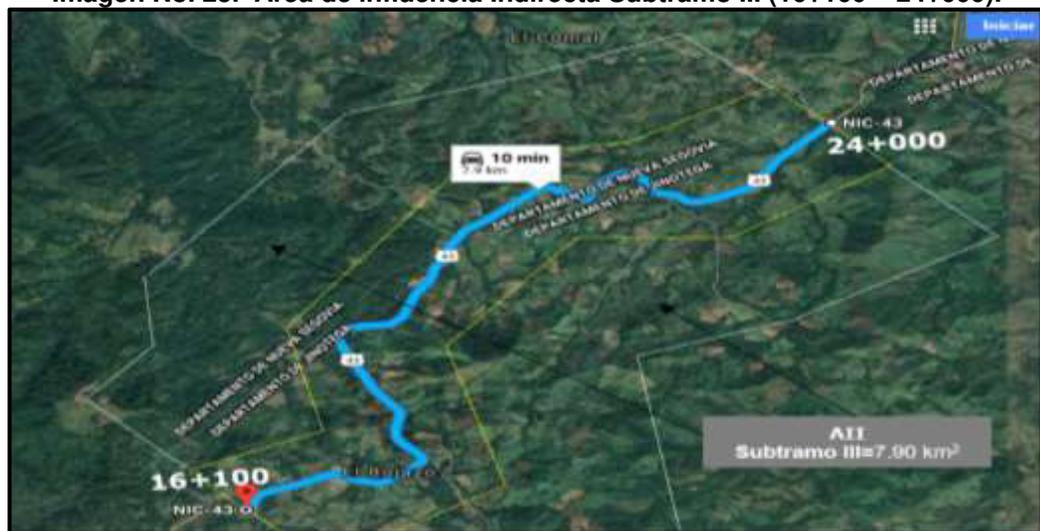
Fuente: Google Earth (2018)

Imagen No. 24. Área de influencia Indirecta Subtramo II (8+400– 16+100).



Fuente: Google Earth (2018)

Imagen No. 25. Área de influencia Indirecta Subtramo III (16+100 – 24+000).



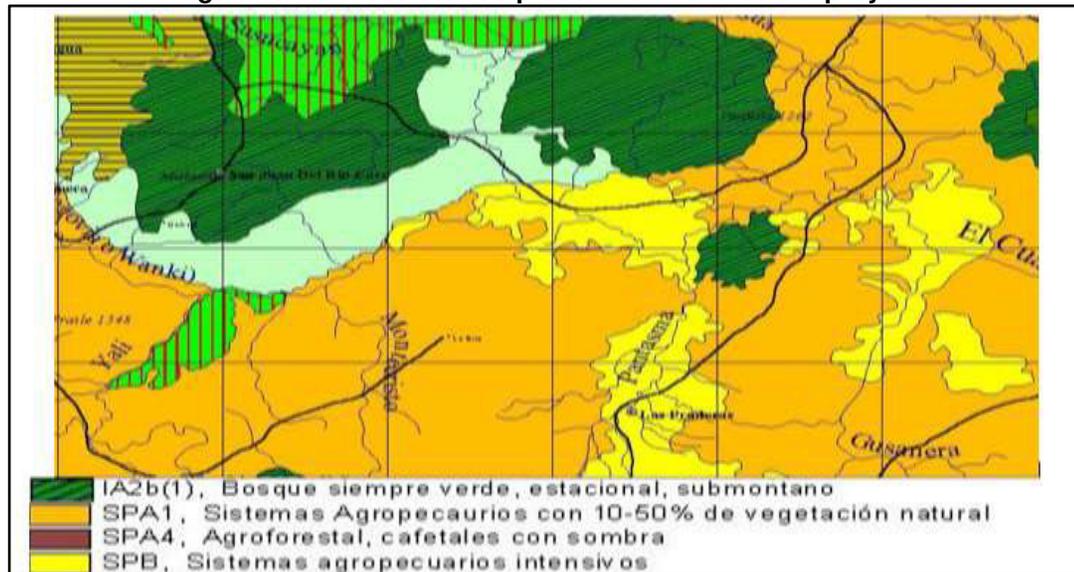
Fuente: Google Earth (2018).

## 5.5. Descripción del Medio Ambiente.

### 5.5.1. Ecosistemas.

De acuerdo con el mapa de ecosistemas de Nicaragua, el tramo se encuentran varios tipos de ecosistemas; el Sistema Agropecuario Intensivo (SPB), Sistemas Agropecuarios con 10 – 50 % de Vegetación Natural (SPA1) y Bosque Siempre verde Estacional Sub-montano IA2b (1). En la ilustración de abajo se encuentra, un fragmento del mapa de ecosistemas de Nicaragua, donde se observa el tramo proyectado.

**Imagen No. 26. Ecosistemas presentes en el área del proyecto.**



Fuente: Mapa de Ecosistemas, MARENA.

### 5.5.2. Clima.

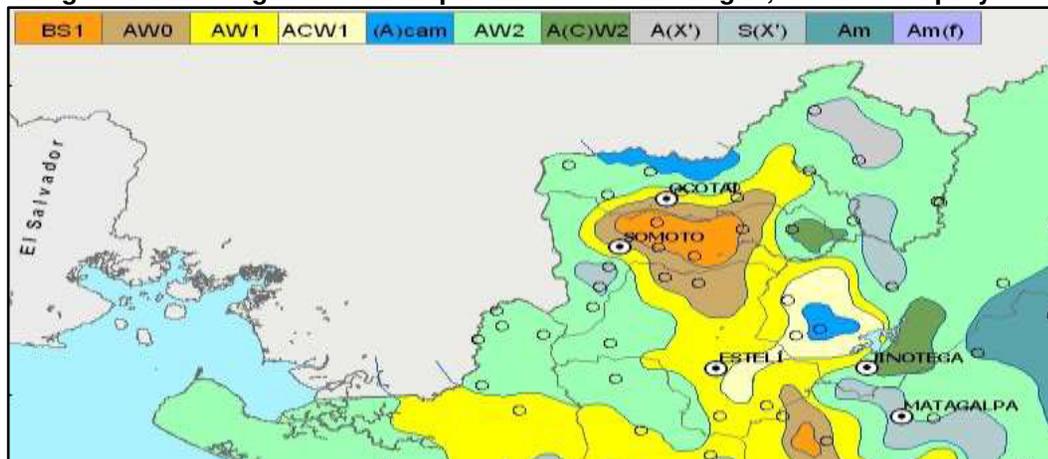
De acuerdo con el mapa climático de Nicaragua (INETER) que está basado en la clasificación de Köppen, elaborado por la dirección general de meteorología de INETER, la zona donde se ha proyectado construir el tramo de carretera, presenta dos tipos de categorías de clima; cálidos húmedos tropicales con lluvia (**AW2**) y cálido con lluvias escasas **A(x)**.

**Cálido Húmedo Tropicales con lluvia (AW2)**, que se caracteriza un periodo seco bien marcado entre noviembre a abril y un periodo lluvioso entre mayo a octubre. La precipitación varía desde un mínimo de 600 mm en los valles intramontanos de la región Norte hasta un máximo de 2,000 mm/año. La temperatura media anual registra valores de 30°C en la parte central de la región del Pacífico y de 18 en los lugares elevados del macizo montañoso Central.

**Cálido con Lluvias Escasas A(x)**: Este tipo de clima presenta temperaturas medias anuales entre 19 y 21 °C con precipitaciones promedias anuales que oscilan entre los 1,300 y 1,600 mm. Las precipitaciones se presentan distribuidas uniformemente.

En la Imagen de abajo se encuentra un fragmento del mapa climático de Nicaragua, comprende la zona donde se enmarca el proyecto.

**Imagen No. 27. Fragmento del mapa climático de Nicaragua, del área del proyecto.**

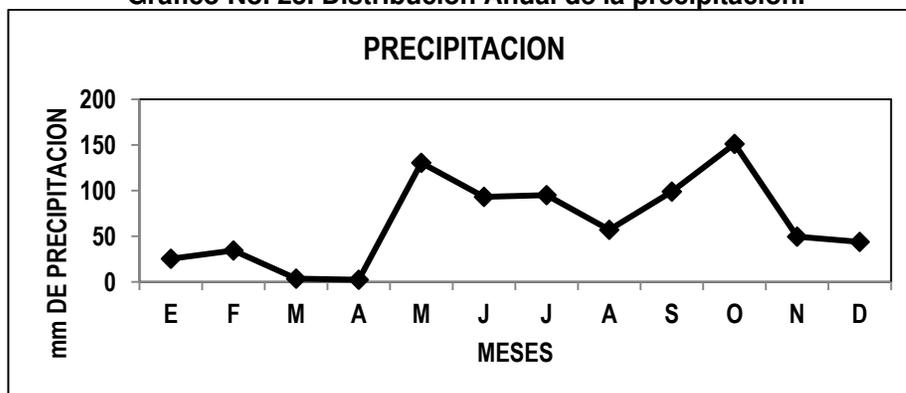


Fuente: Mapa climático de Nicaragua, INETER.

### 5.5.2.1. Precipitación.

La precipitación media anual promedio presenta un valor de 1,700 mm/año, presentándose dos periodos con lluvia máxima, siendo los meses de Mayo y Octubre, descendiendo en el mes de agosto producto de la canícula., su distribución en el año puede observarse en el gráfico de abajo.

**Gráfico No. 23. Distribución Anual de la precipitación.**

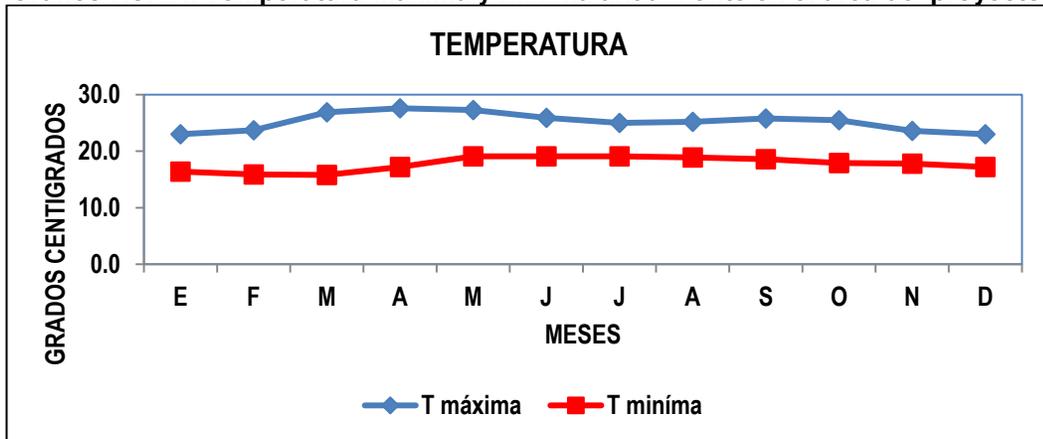


Fuente: Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales, INETER.

### 5.5.2.2. Temperatura.

El área del proyecto se encuentra dentro de un rango de temperatura media anual que varía entre 15.8 y 19.1 °C., disminuyendo hacia el mes de diciembre a medida que en el hemisferio norte avanzan los frentes fríos. En el gráfico siguiente se encuentra la distribución promedio mensual.

**Gráfico No. 24. Temperatura Máxima y mínima anualmente en el área del proyecto.**

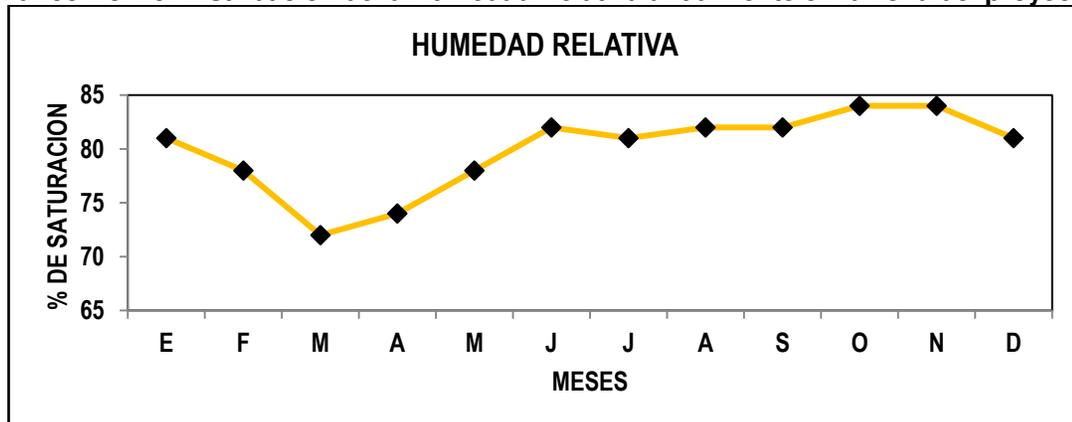


Fuente: Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales, INETER.

### 5.5.2.3 Humedad Relativa.

La humedad relativa En la figura de abajo se detalla los promedios mensuales, donde esta humedad oscila entre los 72 y 84%.

**Gráfico No. 25. Distribución de la Humedad Relativa anualmente en la zona del proyecto.**

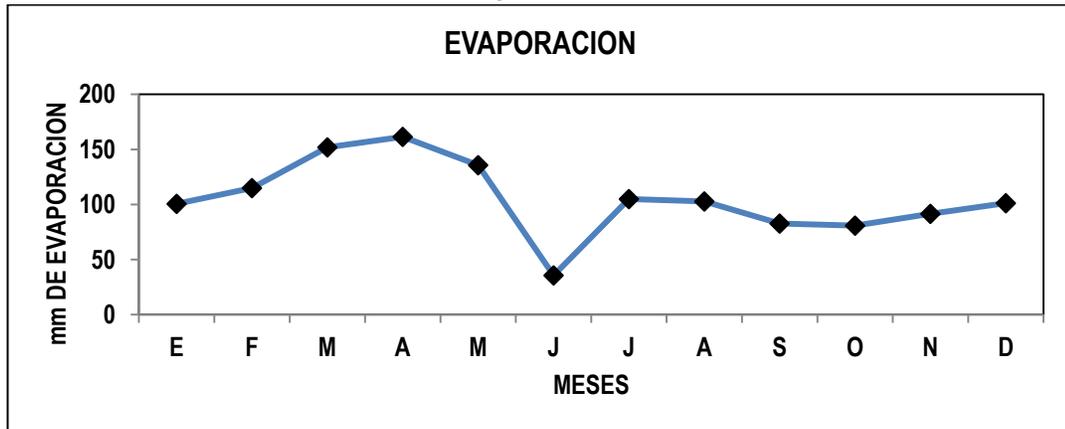


Fuente: Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales, INETER.

### 5.5.2.4 Evaporación.

En el gráfico No. 4 se presenta los valores típicos de la evaporación del área del Banco de Materiales, estos valores están dados en mm, y corresponden de valores de evaporación de agua libre expuesta al sol, utilizando el tanque tipo A. De acuerdo al comportamiento de la gráfica esta demuestra que la evaporación es mayor durante los meses menos lluviosos (Marzo - Abril).

**Gráfico No. 26. Distribución de la evaporación de acuerdo con los datos tomados por el Tanque clase A.**



Fuente: Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales, INETER.

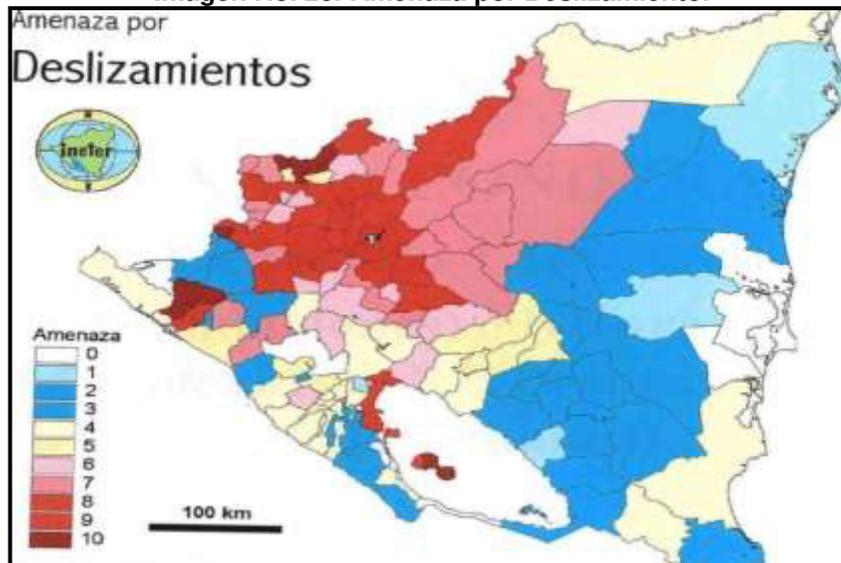
### 5.5.3. Desastres Naturales.

Las amenazas naturales identificadas para este tramo son Deslizamiento de laderas, e Inundación, las amenazas de origen geológico están minimizadas tales como sismos y ante la ausencia de volcanes la amenaza es nula en este sentido. De acuerdo con la información del INETER se tiene lo siguiente:

#### 5.5.3.1. Amenaza por Deslizamiento.

De acuerdo con el mapa de Amenazas por deslizamiento de INETER la zona del proyecto se clasifica entre los valores de 8 y 9 siendo alta.

**Imagen No. 28. Amenaza por Deslizamiento.**

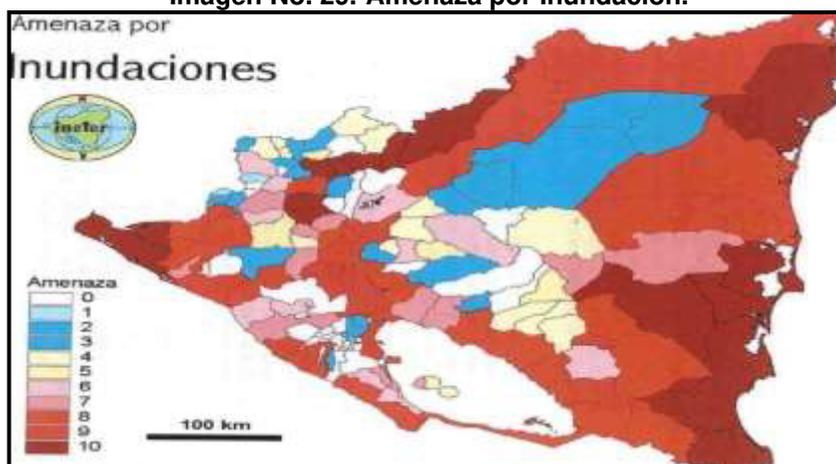


Fuente: Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales, INETER.

### 5.5.3.2. Amenaza por Inundación.

De acuerdo con el mapa de Amenazas por inundación de INETER la zona del proyecto obtiene valores entre 6 y 7, siendo de Moderada, por la presencia de Cuerpos de agua de importancia como lo es el Río Cuá.

Imagen No. 29. Amenaza por Inundación.

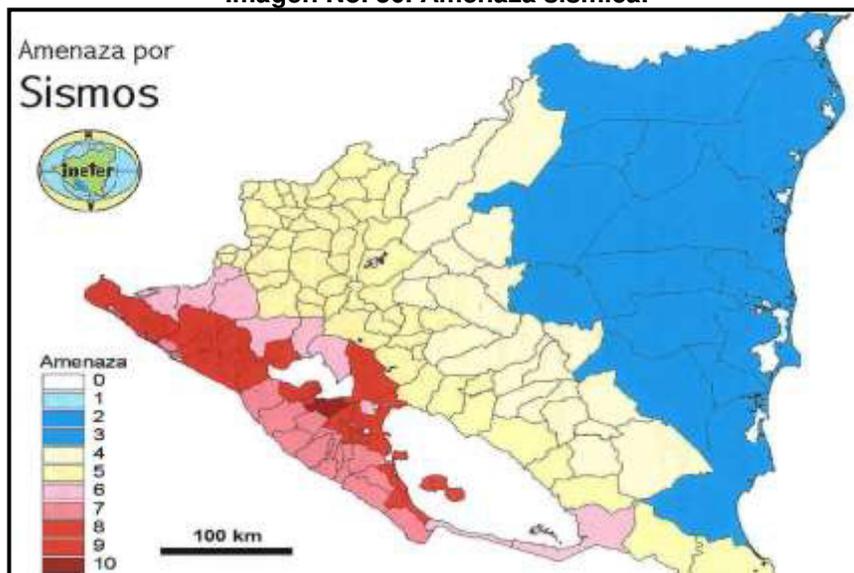


Fuente: Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales, INETER.

### 5.5.3.3. Amenaza Sísmica.

En el área del proyecto presenta un valor de 5 considerado como moderada y es debido a la estabilidad geológica del sitio, tal como se observa en la ilustración de INETER a la derecha.

Imagen No. 30. Amenaza sísmica.



Fuente: Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales, INETER.

## 5.6 Características Biológicas.

### 5.6.2.1. Flora.

El área del proyecto es altamente intervenida donde el tipo de vegetación predominante es la característica de la formación vegetal pastizal con árboles dispersos. En el cuadro de abajo se presentan las especies identificadas.

**Cuadro No. 105. de las especies encontradas en la vegetación Riparia.**

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
Acetuno	Simarouba glauca
Capirote	Miconia argentea
Capulín	Muntingia calabura
Cornizuelo	Acacia pennatula
Casia Amarilla	Senna siamea
Chilamate	Ficus sp.
Guácimo de Ternero	Guazuma ulmifolia
Guanacaste de Oreja	Enterolobium cyclocarpum
Guarumo	Cecropia peltata
Guayaba	Pisum guajaba
Jícaro	Crescentia alata
Madero Negro	Gliricidia sepium
Malinche	Delonix regia

Fuente: Mapa de Ecosistemas, MARENA.

### 5.6.2.2. Fauna Silvestre.

El área del proyecto la fauna predominante fue brindada por Marena en el **cuadro 86** se muestra el Nombre común y su Nombre científico:

**Cuadro No. 106. Lista de Anfibios encontrados en el área de estudio.**

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	CONSERVACIÓN Y VULNERABILIDAD			
		ENDEMISMO	VEDA	UICN	CITES
Chaunus marinus	Sapo berrugoso			LC	
Rhaeboheia matiticus	Sapo de montaña				
Incilius valliceps	Sapito			LC	
Dendropsophus ebraccatus	Rana camuflada			LC	
Dendropsophus microcephalus	Rana grillo			LC	
Leptodactylus fragilis	Rana labio blanco			LC	
Leptodactylus savagie	Rana ternero o toro				
Leptodactylus melanonotus	Rana de charco			LC	

Fuente: Mapa de Ecosistemas, MARENA.

**Cuadro No. 107. Lista de Reptiles Encontrados en el área del Proyecto.**

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	CONSERVACIÓN Y VULNERABILIDAD			
		VEDAS	CITES	UICN	ENDÉMICO
<i>Chelydra acutirostris</i>	Tortuga lagarto				
<i>Anolis biporcatus</i>	Anolis verde				
<i>Anolis oxylopus</i>	Anolis de Rio				
<i>Anolis limifrons</i>	Anolis labio blanco				
<i>Anolis cupreus</i>	Anolis papada café				
<i>Basiliscus vittatus</i>	Gallego verde	VPN			
<i>Basiliscus plumifrons</i>	Gallego café	VPN			
<i>Ameiva festiva</i>	Lagartija pintada				
<i>Ameiva undulata</i>	Lagartija pintada				
<i>Lepidophyma flavimaculatum</i>	Lagartija duende				
<i>Urotheca guentheri</i>	Culebra cola de cristal			LC	
<i>Tretanorhinus nigroluteus</i>	Culebra de río o anguila				

**Vedas:** VNI. = Veda Nacional Indefinida;  
**VPN** = Veda Parcial Nacional  
**CITES:** I = Apéndice 1;  
**II** = Apéndice 2; **III** = Apéndice 3  
**UICN:** Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. **LC:** Leve amenaza  
**Endémico:** especies con distribución limitada a un ámbito geográfico reducido, no encontrándose de forma natural en ninguna otra parte del mundo

Fuente: Mapa de Ecosistemas, MARENA.

**Cuadro No. 108. Especies de aves migratorias identificadas.**

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	STATUS
<i>Cathartes aura</i>	Zopilote cabecirroja	R.M
<i>Zenaida asiatica</i>	Tórtola aliblanca	R.M
<i>Dendroica petechia</i>	Reinita amarilla	R.M
<i>Archilochus colubris</i>	Estrellita pasajera	M
<i>Myiarchus crinitus</i>	Copetón viajero	M
<i>Tyrannus forficatus</i>	Tijereta rosada	M
<i>Vermivora peregrina</i>	Reinita verduzca	M
<i>Mniotilta varia</i>	Reinita trepadora	M
<i>Piranga ludoviciana</i>	Tángara cabecirroja	M
<i>Pheucticus ludovicianus</i>	Picogruoso pechorrosado	M
<i>Piranga rubra</i>	Sangre de toro	M
<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina	P

**Status:**  
**R:** especies que anidan y residen todo el año en el país,  
**M:** Especies que migran a Norteamérica en donde crían,  
**R.M:** Especies migratorias que tienen poblaciones residentes (**R**) en el país,  
**P:** Migratorio que solo pasa por el país no mantiene poblaciones,  
**S:** Especies que anidan en el país y migran hacia Sudamérica

Fuente: Mapa de Ecosistemas, MARENA.

## **5.7. Análisis y evaluación de los impactos ambientales con proyecto.**

Para la identificación de los impactos generados por el proyecto se utilizó la “Matriz de Leopold” y adecuada a la obra, considerando las actividades de la obra en las columnas y los factores ambientales a afectar en las filas. Luego se les dará valores con el signo negativo donde se considera que éste provoca un impacto negativo en el medio ambiente o sea donde no ocurrirá impactos y con signo positivo donde se considera aquellos impactos reales; merece la pena destacar que en los factores donde las acciones y/o componentes del proyecto no afecten, estos quedarán sin ningún valor para que no favorezcan o desfavorezcan a ningún factor independiente.

En la matriz de impactos ambientales las columnas representan las acciones o actividades (del Proyecto) que pueden alterar el Medio Ambiente y las filas indican los factores del Medio Ambiente (factores ambientales), que pueden ser alterados. Con las entradas en filas y columnas se pueden definir las relaciones existentes, así como el valor del impacto y su signo positivo o negativo de una determinada acción sobre el medio.

### **5.7.1. Identificación y valoración de los impactos ambientales.**

Se han identificado los impactos positivos y negativos derivados de diferentes actividades del proyecto, se pueden prever los impactos a través de la simulación con el proyecto, especialmente para impactos directos, indirectos y riesgos inducidos en el medio.

Las acciones principales que se evalúan en este estudio determinan básicamente las afectaciones producidas por acciones que modifican el uso de suelo, emisión de contaminantes, sobreexplotación de recursos, medio biótico, deterioro del paisaje, acciones sobre infraestructuras y las que modifican el entorno social, económico y cultural. A continuación, se presentan diferentes actividades u obras a efectuarse durante las etapas constructivas y operativas.

**Cuadro No. 109. Etapas de Construcción del Proyecto (Etapa 1 – 3).**

<b>ETAPA DE CONSTRUCCIÓN</b>	
<b>1</b>	<b>Obras Preliminares.</b>
	<p><b>Limpieza del Derecho de Vía:</b> El trabajo requerido consiste en la limpieza del Derecho de Vía de la carretera, específicamente en una franja de 4 metros de ancho a cada lado de la vía, comprendida entre el borde del camino y el derecho de vía existente. La limpieza consistirá en el corte promedio aproximado de 15 cm. como máximo de la capa superficial, en el desenraice, remoción, disposición y acomodo de toda la vegetación, desechos, escombros y tierra, a una distancia no mayor de 2 km., exceptuando los objetos que sean señalados para permanecer en sus sitios o que deban de ser removidos de acuerdo con otros artículos de estas especificaciones.</p> <p><b>Remoción de Estructuras y Obstáculos de Alcantarillas y otras obras de drenaje:</b> Los trabajos de este proyecto incluyen, la Remoción de Cercas, Alcantarillas, Cabezales, aletones, cunetas, canales, postes de tendido eléctrico y postes telefónicos. Las estructuras específicas que serán removidas están indicadas en los planos, esquemas y tablas de los documentos de Licitación.</p>
<b>2</b>	<b>Excavación en la Vía</b>
	<p><b>La excavación en la vía:</b> incluye los cortes requeridos para la nivelación del camino, áreas de estacionamiento, intersecciones, accesos, la forja de escalones, el redondeo de taludes, la remoción de derrumbes, la remoción de materiales inadecuados bajo el nivel final de los cortes o para el desplante de terraplenes y la excavación.</p> <p><b>La Subexcavación:</b> comprenderá el corte bajo el nivel inferior proyectado de la subrasante del Proyecto, tanto en la plataforma de la vía y ampliaciones de la misma, de todo aquel material indeseable y de mala calidad, cuya remoción sea ordenada por el Ingeniero y que no pueda ser utilizado en la construcción de terraplenes.</p> <p><b>Excavación para estructuras Drenaje Menor:</b> Será la excavación necesaria para las cimentaciones de obras de drenaje menor, alcantarillas y sub-drenes. Incluye excavaciones para tuberías, cabezales, aletones, dentellones, zampeado, vertederos, disipadores, zanjas para filtros, muros de mampostería con mortero o secos, lechos de alcantarillas, bajantes y canales, entre otros. Las especificaciones del NIC-2000 serán aplicables sin modificaciones en lo que sea pertinente.</p>
<b>3</b>	<b>Explotación de Los Bancos de Préstamo</b>
	<p><b>La excavación de préstamo:</b> comprende la excavación y utilización de material aprobado fuera del prisma de la vía, para la construcción de terraplenes o para otras partes de la obra, y deberá ser obtenido de fuentes aprobadas por el Ingeniero residente de la supervisión.</p>

Fuente: Elaborado por sustentantes.

**Cuadro No. 110. Etapas de Construcción del Proyecto (Etapa 4 – 5).**

<b>4</b>	<b>Conformación de la Estructura de Pavimento Flexible</b>
<p><b>Capas de agregado tratado (Base):</b> Este trabajo consiste en la construcción de una capa proveniente del material triturado, mezclada con cemento GU -1157 ASTM, para la formación de la base estabilizada con cemento, la cual se colocará y compactará sobre la capa de la subbase triturada previamente aceptada. La base deberá tener una resistencia a la compresión de 30 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días, construida conforme líneas, rasantes, espesores y secciones transversales típicas mostradas en los planos u ordenadas por el ingeniero.</p> <p><b>Protección y Curado:</b> El curado de la base se realizará con riego de agua que permanentemente mantenga húmeda la superficie por 7 días. El agua deberá ser aplicada a presión mediante barras rociadoras con boquillas que produzcan un rocío fino y uniforme o en su defecto aplicar un riego de sello asfáltico (emulsión asfáltica) con una dosificación de 0.45 a 1.15 litros por metro cuadrado. El contratista deberá mantener un estricto control del tráfico ya que no se permitirá la circulación vehicular sobre la base estabilizada durante el tiempo de curado.</p> <p><b>Imprimación Asfáltica:</b> El asfalto a utilizar será una emulsión del tipo CSS-1, sin embargo, el Contratista puede proponer otro tipo de emulsión, para lo cual deberá suministrar al supervisor con suficiente antelación toda la documentación técnica requerida que demuestre que cumple rigurosamente con la función de imprimación de la base estabilizada con cemento. El riego de imprimación deberá aplicarse únicamente cuando la superficie que se vaya a tratar esté seca o ligeramente húmeda y cuando el tiempo no esté brumoso ni lluvioso.</p> <p><b>Riego Asfáltico de liga:</b> Este trabajo consistirá en el suministro y aplicación de asfalto sobre una base estabilizada con cemento previamente imprimada según la sección precedente, preparada de acuerdo con estas especificaciones y ajustándose razonablemente a las tasas de aplicación y a las líneas mostradas en los planos o establecidos por el Ingeniero.</p> <p><b>Carpeta de Asfalto en Caliente:</b> Este trabajo se ejecutará de acuerdo con lo establecido en la SECCIÓN 405 de las Especificaciones NIC - 2000 y consistirá en el suministro y colocación de una capa o carpeta de agregados pétreo y material asfáltico caliente, mezclados en una planta central, extendidas y compactadas sobre una superficie preparada de acuerdo con estas especificaciones y en conformidad con los alineamientos, pendientes, espesores y secciones transversales, mostrados en los planos o fijados por el ingeniero.</p>	
<b>5</b>	<b>Drenaje Pluvial.</b>
<p><b>Cunetas:</b> En los sectores urbanos se ha proyectado las estructuras de cunetas tipo “L” y canales, para conducir el caudal, para la captación se proyectó el uso de tragantes y vertederos o deflectores laterales que dirijan el caudal hacia los canales y de estos hacia los puntos de entrega que son las alcantarillas.</p> <p><b>Alcantarillas:</b> Están incluidos todos los trabajos relacionados con la ampliación o instalación de alcantarillas de conformidad con los planos. Se usarán tubos de concreto reforzados con clase dependiendo del relleno superior. Se ha proyectado alcantarillas en todos los estacionamientos donde existen vados de cruce de agua de tal manera que se levantará la rasante y se estará cortando para darle lugar a la alcantarilla a que alcance con todos sus cabezales.</p>	

Fuente: Elaborado por sustentantes.

**Cuadro No. 111. Etapas de Construcción del Proyecto (Etapa 6 – 9).**

<b>6</b>	<b>Disposición de material excedente.</b>
	<p><b>Material excedente:</b> es el conjunto de trabajos que deberá realizar el Constructor para que los lugares que rodeen las obras muestren un aspecto de orden y de limpieza satisfactoria al Contratante. Se consideran distancias del botadero de hasta 2 km. La carga será con maquinaria.</p>
<b>7</b>	<b>Limpieza Final</b>
	<p><b>Limpieza de las ramas y troncos:</b> de los árboles tumbados para el aprovechamiento del área.</p> <p><b>Cierre y sellado:</b> satisfactorio o llenado de las fosas u oquedades.</p> <p><b>Perfilado:</b> de los taludes a fin de estabilizarlos, adecuándolo a las pendientes correspondientes en función del tipo de material presente, en nuestro caso la pendiente será 1:1.</p> <p><b>Restauración:</b> de la capa vegetal o fértil en las áreas de afectadas.</p> <p><b>Siembra:</b> en el área que ya no se destinará para aprovechamiento por el agotamiento del material o afectación del abra y destronque o remoción de la capa vegetal. Lo anterior en acuerdo con el Propietario del área.</p>
<b>ETAPA DE OPERACIÓN</b>	
<b>8</b>	<b>Tráfico o Vehicular</b>
	<p><b>Reapertura del camino:</b> Esta etapa contempla la identificación de impactos ambientales potenciales que pudieran producirse en la etapa de operación de la carretera.</p>
<b>9</b>	<b>Mantenimiento de la vía</b>
	<p><b>Mantenimiento:</b> durante el primer año es necesario controlar las malezas y limpieza de alcantarillas.</p>

Fuente: Elaborado por sustentantes.

Cuadro No. 112. Identificación de Impactos Negativos durante las etapas del proyecto.

<b>Impactos Negativos (-)</b>										
<b>FACTORES DEL MEDIO AFECTADOS POR EL PROYECTO</b>		<b>Etapas: Construcción.</b>							<b>Etapas: Operación.</b>	
		Obras Preliminares	Corte de material	Explotación del Banco	Transporte de relleno y compactación de materiales	Drenaje Pluvial	Disposición de material excedente	Limpieza Final	Tráfico vehicular.	Mantenimiento de la carretera
<b>Factor</b>	<b>COD</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>	<b>C5</b>	<b>C6</b>	<b>C7</b>	<b>C8</b>	<b>C9</b>
CLIMA	<b>M1</b>									
CALIDAD DEL AIRE	<b>M2</b>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
RUIDOS Y VIBRACIONES	<b>M3</b>	X	X	X	X	X		X	X	
GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA	<b>M4</b>	X	X	X						
HIDROLOGIA SUPERFICIAL	<b>M5</b>		X		X	X				
SUELO	<b>M6</b>	X	X	X	X		X			X
VEGETACIÓN	<b>M7</b>	X	X	X						X
FAUNA	<b>M8</b>	X	X	X	X				X	
RELACIONES ECOLÓGICAS	<b>M9</b>									
SISTEMA DE ASENTAMIENTO	<b>M10</b>									
TRANSPORTE Y VIALIDAD	<b>M11</b>		X		X					
ACUEDUCTO	<b>M12</b>									
ALCANTARILLADO	<b>M13</b>									
TRATAMIENTO DES. SÓLIDOS	<b>M14</b>									
HABITAT HUMANO	<b>M15</b>									
ESPACIOS PÚBLICOS	<b>M16</b>									
PAISAJE	<b>M17</b>			X	X	X	X			
EQUIPAMIENTO DE SERVICIO	<b>M18</b>									
REGULACIONES URB. Y ARQ.	<b>M19</b>									
SALUD	<b>M20</b>		X		X	X	X	X		
CALIDAD DE VIDA	<b>M21</b>									
FACTORES SOCIOCULTURALES	<b>M22</b>									
VULNERABILIDAD	<b>M23</b>									
ECONOMIA	<b>M24</b>									

Fuente: Elaborado por sustentantes.

Cuadro No. 113. Identificación de Impactos Positivos durante las etapas de del proyecto.

<b>Impactos Positivos (+)</b>											
<b>FACTORES DEL MEDIO AFECTADOS POR EL PROYECTO</b>		<b>Etapas: Construcción.</b>							<b>Etapas: Operación.</b>		
		Obras Preliminares	Corte de material	Explotación del Banco	Transporte de relleno y compactación de materiales	Drenaje Pluvial	Disposición de material excedente	Limpieza Final	Tráfico vehicular.	Mantenimiento de la carretera	
<b>Factor</b>	<b>COD</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>	<b>C5</b>	<b>C6</b>	<b>C7</b>	<b>C8</b>	<b>C9</b>	
CLIMA	<b>M1</b>										
CALIDAD DEL AIRE	<b>M2</b>										
RUIDOS Y VIBRACIONES	<b>M3</b>										
GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA	<b>M4</b>										
HIDROLOGIA SUPERFICIAL	<b>M5</b>					X		X			
SUELO	<b>M6</b>										
VEGETACIÓN	<b>M7</b>										
FAUNA	<b>M8</b>										
RELACIONES ECOLÓGICAS	<b>M9</b>										
SISTEMA DE ASENTAMIENTO	<b>M10</b>										
TRANSPORTE Y VIALIDAD	<b>M11</b>				X	X					
ACUEDUCTO	<b>M12</b>										
ALCANTARILLADO	<b>M13</b>										
TRATAMIENTO DES. SÓLIDOS	<b>M14</b>										
HABITAT HUMANO	<b>M15</b>					X					
ESPACIOS PÚBLICOS	<b>M16</b>										
PAISAJE	<b>M17</b>				X	X		X		X	
EQUIPAMIENTO DE SERVICIO	<b>M18</b>										
REGULACIONES URB. Y ARQ.	<b>M19</b>					X					
SALUD	<b>M20</b>				X					X	
CALIDAD DE VIDA	<b>M21</b>				X	X		X	X	X	
FACTORES SOCIOCULTURALES	<b>M22</b>										
VULNERABILIDAD	<b>M23</b>										
ECONOMIA	<b>M24</b>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	

Fuente: Elaborado por sustentantes.

### **5.7.2. Matriz para Valoración de Atributos Ambientales.**

Una vez identificadas estas acciones se realiza la matriz de importancia que permite obtener la valoración al nivel requerido, así se determina la naturaleza del impacto, intensidad (grado de daño), extensión, momento, persistencia, reversibilidad, sinergia (regularidad de manifestación), acumulación, efecto, periodicidad, recuperabilidad.

Para obtener un valor cuantitativo de la importancia de impacto se utilizó la siguiente expresión, se asignan los valores a cada situación según sus atributos:

$$I = +/- (3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

*(Ec. 40)*

**Dónde:**

**I: Intensidad**

**EX: Extensión**

**MO: Momento**

**PE: Persistencia**

**RV: Reversibilidad**

**SI: Sinergia**

**AC: Acumulación**

**EF: Efecto**

**PR: Periodicidad**

**MC: Recuperabilidad**

Cuadro No. 114. Características cualitativas de los efectos.

<p><b>NATURALEZA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Impacto beneficioso +</li> <li>▪ Impacto perjudicial -</li> </ul>	<p><b>INTENSIDAD (I)</b> (Grado de destrucción)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Baja 1</li> <li>▪ Media 2</li> <li>▪ Alta 4</li> <li>▪ Muy alta 8</li> <li>▪ Total 12</li> </ul>
<p><b>EXTENSIÓN (EX)</b> (Área de influencia)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Puntual 1</li> <li>▪ Parcial 2</li> <li>▪ Extensa 4</li> <li>▪ Total 8</li> <li>▪ Crítica (+4)</li> </ul>	<p><b>MOMENTO (MO)</b> (Plazo de manifestación)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Largo plazo 1</li> <li>▪ Mediano plazo 2</li> <li>▪ Inmediato 4</li> <li>▪ Crítico (+4)</li> </ul>
<p><b>PERSISTENCIA (PE)</b> (Permanencia del efecto)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fugaz 1</li> <li>▪ Temporal 2</li> <li>▪ Permanente 4</li> </ul>	<p><b>REVERSIBILIDAD (RV)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Corto plazo 1</li> <li>▪ Mediano plazo 2</li> <li>▪ Irreversible 4</li> </ul>
<p><b>SINERGIJA (SI)</b> (Potenciación de la manifestación)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sin sinergismo (Simple) 1</li> <li>▪ Sinérgico 2</li> <li>▪ Muy sinérgico 4</li> </ul>	<p><b>ACUMULACION (AC)</b> (Incremento progresivo)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Simple 1</li> <li>▪ Acumulativo 4</li> </ul>
<p><b>EFECTO (EF)</b> (Relación causa - efecto)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Indirecto (Secundario) 1</li> <li>▪ Directo 4</li> </ul>	<p><b>PERIODICIDAD (PR)</b> (Regularidad de la manifestación)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Irregular o aperiódico y discontinuo 1</li> <li>▪ Periódico 2</li> <li>▪ Continuo 4</li> </ul>
<p><b>RECUPERABILIDAD (MC)</b> (Reconstrucción por medios humanos)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Recuperable inmediato 1</li> <li>▪ Recuperable mediano plazo 2</li> <li>▪ Mitigable y/o compensable 4</li> <li>▪ Irrecuperable 8</li> </ul>	<p><b>IMPORTANCIA (I)</b></p> $I = \pm(3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$

Fuente: Conesa Fdez, 2010.

En el siguiente cuadro se pueden clasificar los impactos de la siguiente manera:

Cuadro No. 115. Clasificación de Impactos.

Clasificación de Impactos.					
Tipo de Impactos	Impactos Críticos		Impactos Moderados		Impactos Irrelevantes
Rango del impacto	VI > 43		28 < VI < 43		VI ≤ 28

Fuente: Conesa Fdez, 2010

Cuadro No. 116. Valoración de Impactos Negativos durante las etapas de del proyecto.

<b>Impactos Negativos ( - )</b>													
IMPACTOS	ETAPAS: Construcción y Operación												
	Naturaleza	Intensidad	Extensión	Momento	Persistencia	Reversibilidad	Sinergia	Acumulación	Efecto	Periodicidad	Recuperabilidad	Importancia	*Valor Máximo de Importancia
	SIGNO	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	SUMA	
C1M2	-1	1	2	2	2	1	2	1	4	1	1	-21	100
C1M3	-1	1	2	4	2	1	1	1	4	1	1	-22	100
C1M4	-1	1	2	4	2	1	2	1	4	1	2	-24	100
C1M6	-1	1	2	4	2	2	4	1	4	1	2	-27	100
C1M7	-1	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	100
C1M8	-1	1	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-29	100
C2M2	-1	1	2	4	1	1	2	1	4	1	1	-22	100
C2M3	-1	2	2	4	2	1	2	1	4	1	1	-26	100
C2M4	-1	1	2	2	1	1	2	1	4	1	1	-20	100
C2M5	-1	1	2	2	1	1	2	1	4	1	1	-20	100
C2M6	-1	4	4	4	4	1	2	4	4	1	1	-41	100
C2M7	-1	2	4	4	2	2	4	1	4	1	2	-34	100
C2M8	-1	2	4	4	2	2	4	1	4	1	2	-34	100
C2M11	-1	1	4	2	2	1	1	1	4	2	1	-25	100
C2M20	-1	4	4	4	2	1	2	1	4	1	2	-37	100
C3M2	-1	1	2	4	1	1	2	1	4	1	1	-22	100
C3M3	-1	1	2	4	1	1	2	1	4	1	1	-22	100
C3M4	-1	4	4	2	1	1	2	1	4	1	1	-33	100
C3M6	-1	4	2	4	4	1	2	4	4	1	1	-37	100
C3M7	-1	4	2	4	2	2	4	1	4	1	2	-36	100
C3M8	-1	2	2	4	2	2	4	1	4	1	2	-30	100
C3M17	-1	2	2	2	2	2	2	1	4	1	2	-26	100
C4M2	-1	2	2	4	2	1	2	1	4	1	1	-26	100
C4M3	-1	1	2	4	1	1	2	1	4	1	1	-22	100
C4M5	-1	1	2	2	1	1	2	1	4	1	1	-20	100
C4M6	-1	1	4	4	2	1	2	1	4	1	1	-27	100
C4M8	-1	2	4	4	2	2	4	1	4	1	2	-34	100
C4M11	-1	1	4	2	2	1	1	1	4	2	1	-25	100
C4M17	-1	1	2	4	1	1	1	1	4	2	1	-22	100
C4M20	-1	1	2	2	1	1	2	1	4	1	1	-20	100
C5M2	-1	1	1	4	1	1	4	1	4	1	2	-23	100
C5M3	-1	1	2	4	1	1	2	1	4	1	1	-22	100
C5M5	-1	2	2	4	2	2	2	1	4	1	2	-28	100
C5M17	-1	2	2	2	2	2	2	1	4	1	2	-26	100
C5M20	-1	2	2	2	2	2	2	1	4	2	1	-26	100
C6M2	-1	2	2	4	2	1	2	1	4	1	1	-26	100
C6M6	-1	4	2	4	2	2	4	1	4	1	2	-36	100
C6M17	-1	4	2	4	2	1	2	1	4	1	1	-32	100
C6M20	-1	1	2	2	1	1	2	1	4	1	1	-20	100
C7M2	-1	1	2	2	2	1	2	1	4	1	1	-21	100
C7M3	-1	1	2	4	2	1	1	1	4	1	1	-22	100
C7M20	-1	1	2	2	1	1	2	1	4	1	1	-20	100
C8M2	-1	1	2	2	1	1	1	1	4	1	1	-19	100
C8M3	-1	1	2	2	2	1	2	1	4	1	2	-22	100
C8M8	-1	1	1	4	1	1	2	1	4	1	1	-20	100
C9M2	-1	1	2	2	2	1	2	1	4	1	1	-21	100
C9M6	-1	1	2	4	2	2	2	1	4	2	2	-26	100
C9M7	-1	1	2	4	2	2	2	1	4	2	2	-26	100

Fuente: Elaborado por sustentantes.

Cuadro No. 117. Valoración de Impactos Positivos durante las etapas de del proyecto.

<b>Impactos Positivos (+)</b>													
IMPACTOS	<b>ETAPAS: Construcción y Operación</b>												
	Naturaleza	Intensidad	Extensión	Momento	Persistencia	Reversibilidad	Sinergia	Acumulación	Efecto	Periodicidad	Recuperabilidad	Importancia	*Valor Máximo de Importancia
	<b>SIGNO</b>	<b>I</b>	<b>EX</b>	<b>MO</b>	<b>PE</b>	<b>RV</b>	<b>SI</b>	<b>AC</b>	<b>EF</b>	<b>PR</b>	<b>MC</b>	<b>SUMA</b>	
<b>C1M24</b>	1	2	2	4	2	2	4	1	4	1	2	30	100
<b>C2M24</b>	1	4	4	4	2	2	4	1	4	1	2	40	100
<b>C3M24</b>	1	4	2	4	2	2	4	1	4	1	2	36	100
<b>C4M11</b>	1	12	8	4	2	2	4	4	4	4	2	78	100
<b>C4M17</b>	1	8	8	4	2	2	4	1	4	1	2	60	100
<b>C4M20</b>	1	2	2	2	2	2	2	1	4	1	2	26	100
<b>C4M21</b>	1	4	4	4	2	2	4	1	4	1	2	40	100
<b>C4M24</b>	1	8	4	4	2	2	4	1	4	2	2	53	100
<b>C5M5</b>	1	8	4	4	2	2	4	1	4	2	2	53	100
<b>C5M11</b>	1	8	8	4	2	2	4	1	4	1	2	60	100
<b>C5M15</b>	1	8	4	4	2	2	4	1	4	4	2	55	100
<b>C5M17</b>	1	4	4	4	2	2	4	1	4	1	2	40	100
<b>C5M19</b>	1	4	8	4	2	2	4	4	4	2	2	52	100
<b>C5M21</b>	1	4	4	4	2	2	4	1	4	1	2	40	100
<b>C5M24</b>	1	8	8	4	2	2	4	1	4	1	2	60	100
<b>C6M24</b>	1	2	2	4	2	2	4	1	4	1	2	30	100
<b>C7M5</b>	1	4	4	4	2	2	4	1	4	1	2	40	100
<b>C7M17</b>	1	4	4	4	2	2	4	1	4	1	2	40	100
<b>C7M21</b>	1	4	4	4	2	2	4	1	4	1	2	40	100
<b>C7M24</b>	1	4	4	4	2	2	4	1	4	1	2	40	100
<b>C8M21</b>	1	8	8	4	2	2	4	1	4	1	2	60	100
<b>C8M24</b>	1	12	8	4	2	2	4	1	4	4	2	75	100
<b>C9M17</b>	1	8	8	4	2	2	4	1	4	1	2	60	100
<b>C9M20</b>	1	8	4	4	2	2	4	1	4	2	2	53	100
<b>C9M21</b>	1	8	8	4	2	2	4	1	4	1	2	60	100
<b>C9M24</b>	1	4	4	4	2	2	4	1	4	1	2	40	100

Fuente: Elaborado por sustentantes.

**Cuadro No. 118. Matriz Causa - Efecto de Impactos Negativos.**

<b>MATRIZ CAUSA-EFECTO DE IMPACTOS NEGATIVOS (-)</b>													
<b>FACTORES DEL MEDIO AFECTADOS POR EL PROYECTO</b>		Etapa: Construcción									Etapa: Operación.		
		Acciones Impactantes del proyecto.									Valor de la Alteración	Máximo valor de la alteración	Grado de Alteración
		Obras Preliminares	Excavación en la Vía	Explotación de os Bancos de Préstamo	Conformación de la Estructura de Pavimento Flexible	Drenaje Pluvial.	Disposición de material excedente	Limpieza Final	Tráfico vehicular.	Mantenimiento de la carretera			
<b>Factor</b>	<b>COD</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>	<b>C5</b>	<b>C6</b>	<b>C7</b>	<b>C8</b>	<b>C9</b>			
CLIMA	<b>M1</b>										<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
CALIDAD DEL AIRE	<b>M2</b>	-21	-22	-22	-26	-23	-26	-21	-19	-21	-201	900	-22
RUIDOS Y VIBRACIONES	<b>M3</b>	-22	-26	-22	-22	-22		-22	-22		-158	700	-23
GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA	<b>M4</b>	-24	-20	-33							-77	300	-26
HIDROLOGIA SUPERFICIAL	<b>M5</b>		-20		-20	-28					-68	300	-23
SUELO	<b>M6</b>	-27	-41	-37	-27		-36			-26	-194	600	-32
VEGETACION	<b>M7</b>	-32	-34	-36						-26	-128	400	-32
FAUNA	<b>M8</b>	-29	-34	-30	-34				-20		-147	500	-29
RELACIONES ECOLOGICAS	<b>M9</b>										0	0	0
SISTEMA DE ASENTAMIENTO	<b>M10</b>										0	0	0
TRANSPORTE Y VIALIDAD	<b>M11</b>		-25		-25						-50	200	-25
ACUEDUCTO	<b>M12</b>										0	0	0
ALCANTARILLADO	<b>M13</b>										0	0	0
TRATAMIENTO DES. SOLIDOS	<b>M14</b>										0	0	0
HABITAT HUMANO	<b>M15</b>										0	0	0
ESPACIOS PUBLICOS	<b>M16</b>										0	0	0
PAISAJE	<b>M17</b>			-26	-22	-26	-32				-106	400	-27
EQUIPAMIENTO DE SERVICIO	<b>M18</b>										0	0	0
REGULACIONES URB. Y ARQ.	<b>M19</b>										0	0	0
SALUD	<b>M20</b>		-37		-20	-26	-20	-20			-123	500	-25
CALIDAD DE VIDA	<b>M21</b>										0	0	0
FACTORES SOCIOCULTURALES	<b>M22</b>										0	0	0
VULNERABILIDAD	<b>M23</b>										0	0	0
ECONOMIA	<b>M24</b>										0	0	0
<b>Valor Medio de Importancia</b>		-26											
<b>Dispersión Típica</b>		6											
<b>Valor de la Alteración</b>		-155	-259	-206	-196	-125	-114	-63	-61	-73	-1252	4800	
<b>Máximo Valor de Alteración</b>		600	900	700	800	500	400	300	300	300		4800	-26
<b>Grado de Alteración</b>		-26	-29	-29	-25	-25	-29	-21	-20	-24			-26

Fuente: Elaborado por sustentantes.

Cuadro No. 119. Matriz Causa - Efecto de Impactos Positivos.

<b>MATRIZ CAUSA-EFECTO DE IMPACTOS POSITIVOS (+)</b>														
<b>FACTORES DEL MEDIO AFECTADOS POR EL PROYECTO</b>		Etapa: Construcción									Etapa: Operación.			
		Acciones Impactantes del proyecto.									Valor de la Alteración	Máximo valor de la alteración	Grado de Alteración	
		Obras Preliminares	Excavación en la Vía	Explotación de os Bancos de Préstamo	Conformación de la Estructura de Pavimento Flexible	Drenaje Pluvial.	Disposición de material excedente	Limpieza Final	Tráfico vehicular.	Mantenimiento de la carretera				
<b>Factor</b>	<b>COD</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>	<b>C5</b>	<b>C6</b>	<b>C7</b>	<b>C8</b>	<b>C9</b>				
CLIMA	M1										0	0	0	
CALIDAD DEL AIRE	M2										0	0	0	
RUIDOS Y VIBRACIONES	M3										0	0	0	
GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA	M4										0	0	0	
HIDROLOGIA SUPERFICIAL	M5					53		40			93	200	47	
SUELO	M6										0	0	0	
VEGETACION	M7										0	0	0	
FAUNA	M8										0	0	0	
RELACIONES ECOLOGICAS	M9										0	0	0	
SISTEMA DE ASENTAMIENTO	M10										0	0	0	
TRANSPORTE Y VIALIDAD	M11				78	60					138	200	69	
ACUEDUCTO	M12										0	0	0	
ALCANTARILLADO	M13										0	0	0	
TRATAMIENTO DES. SOLIDOS	M14										0	0	0	
HABITAT HUMANO	M15					55					55	100	55	
ESPACIOS PUBLICOS	M16										0	0	0	
PAISAJE URBANO	M17				60	40		40		60	200	400	50	
EQUIPAMIENTO DE SERVICIO	M18										0	0	0	
RÉGULACIONES URB. Y ARQ.	M19					52					52	100	52	
SALUD	M20				26					53	79	200	40	
CALIDAD DE VIDA	M21				40	40		40	60	60	240	500	48	
FACTORES SOCIOCULTURALES	M22										0	0	0	
VULNERABILIDAD	M23										0	0	0	
ECONOMIA	M24	30	40	36	53	60	30	40	75	40	404	900	45	
<b>Valor Medio de Importancia</b>		<b>49</b>												
<b>Dispersión Típica</b>		<b>13</b>												
<b>Valor de la Alteración</b>		<b>30</b>	<b>40</b>	<b>36</b>	<b>257</b>	<b>360</b>	<b>30</b>	<b>160</b>	<b>135</b>	<b>213</b>	<b>1261</b>	<b>2600</b>		
<b>Máximo Valor de Alteración</b>		<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>500</b>	<b>700</b>	<b>100</b>	<b>400</b>	<b>200</b>	<b>400</b>		<b>2600</b>	<b>49</b>	
<b>Grado de Alteración</b>		<b>30</b>	<b>40</b>	<b>36</b>	<b>51</b>	<b>51</b>	<b>30</b>	<b>40</b>	<b>68</b>	<b>53</b>			<b>49</b>	

Fuente: Elaborado por sustentantes.

**Cuadro No. 120. Resumen de los Impactos Ambientales Negativos Generados.**

<b>Evaluación de Impactos Negativos.</b>			
<b>Críticos</b>	<b>Moderados</b>	<b>Irrelevantes</b>	<b>Total</b>
<b>0</b>	<b>14</b>	<b>34</b>	<b>48</b>
0.00%	29.17%	70.83%	100.00%

Fuente: Elaborado por sustentantes.

Según el cuadro de resumen, el proyecto no generará impactos críticos o altamente relevantes, el 70.83% corresponden impactos irrelevantes o pocos significativos y el 29.17% son impactos moderados, es decir deberán tomarse en consideración.

**Cuadro No. 121. Resumen de los Impactos Ambientales Positivos Generados.**

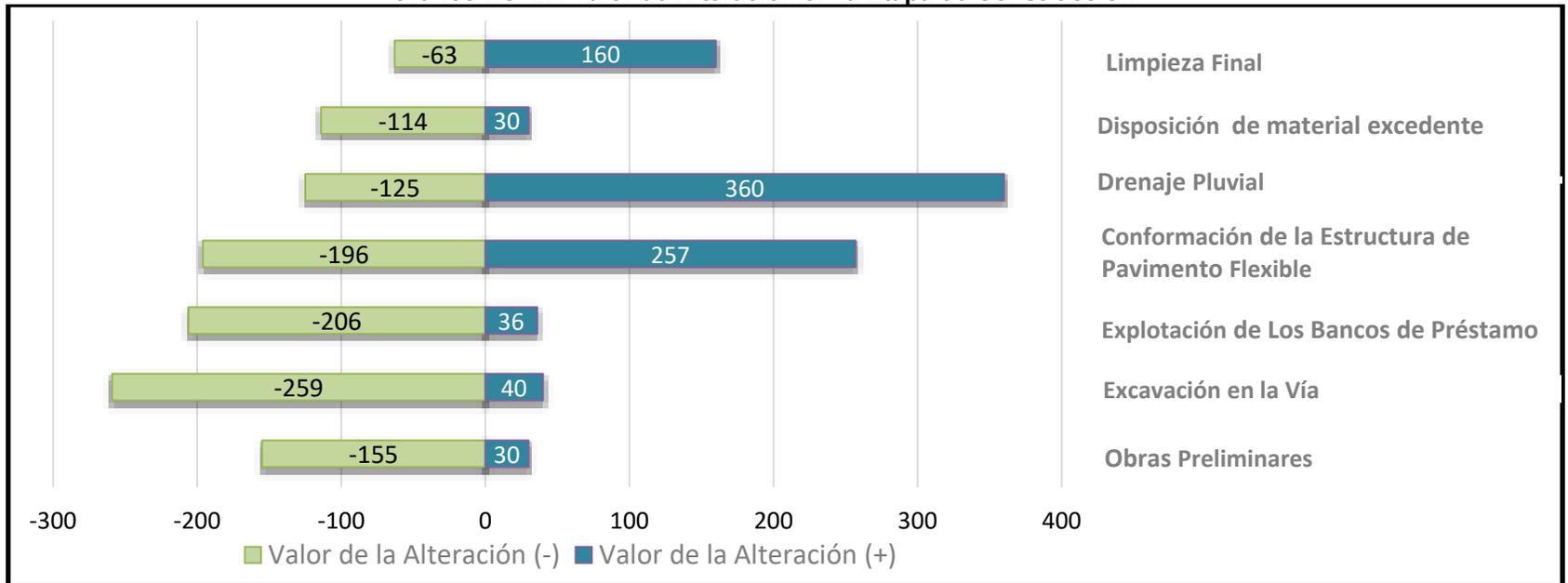
<b>Evaluación de Impactos Positivos.</b>			
<b>Críticos</b>	<b>Moderados</b>	<b>Irrelevantes</b>	<b>Total</b>
<b>14</b>	<b>11</b>	<b>1</b>	<b>26</b>
53.85%	42.30%	3.85%	100.00%

Fuente: Elaborado por sustentantes.

Según el cuadro de resumen, el 3.85% de los impactos totales son relevantes o significativos, el 42.30% son moderados, es decir, deberán tomarse en consideración.

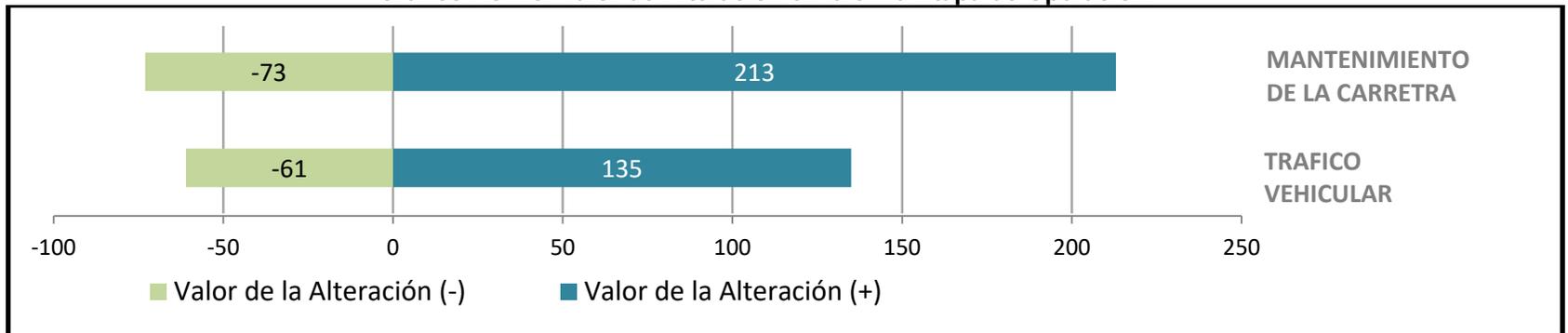
A continuación, se detallan los posibles impactos detectados:

**Gráfico No. 27. Valor de Alteración en la Etapa de Construcción.**



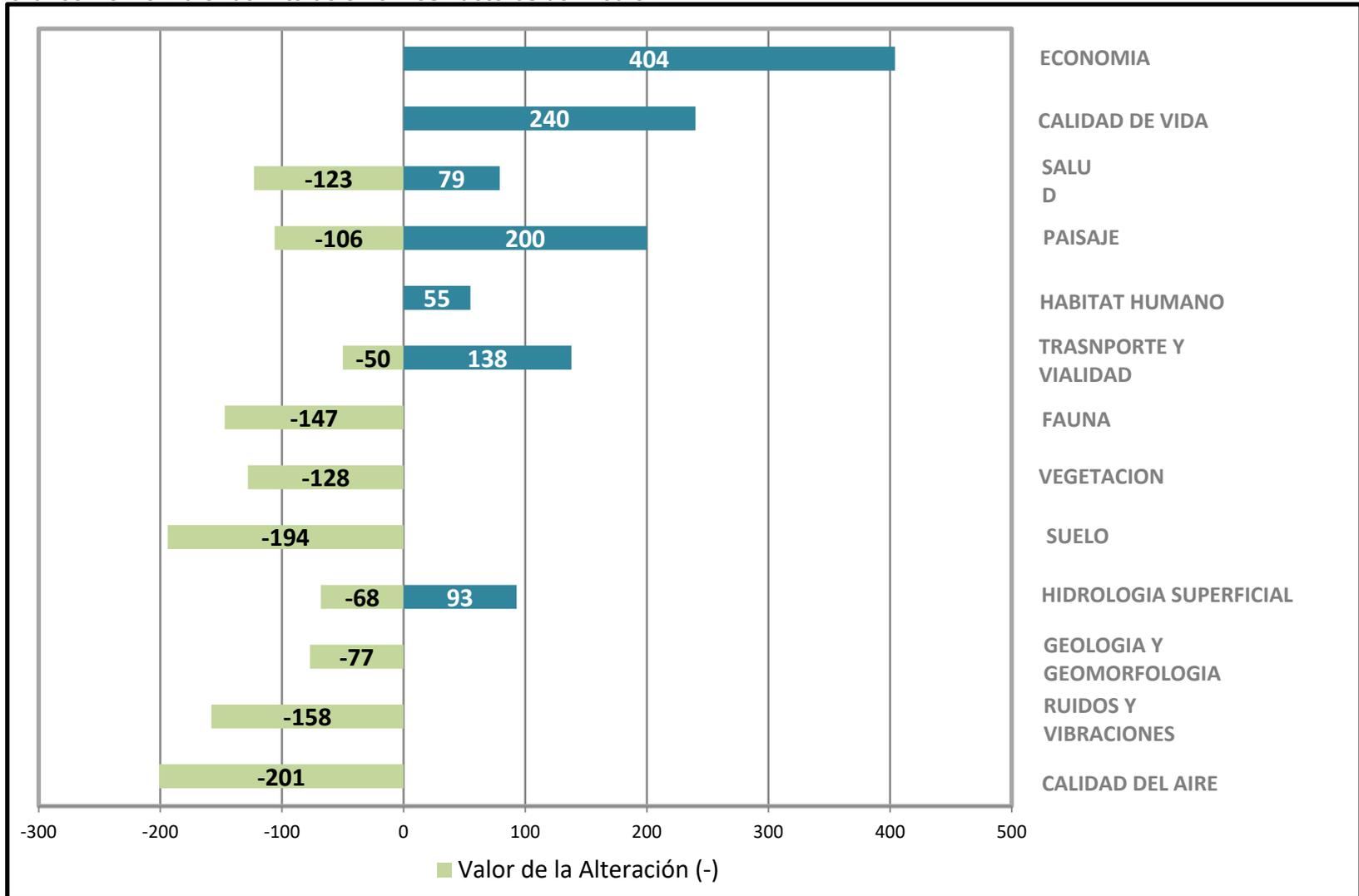
Fuente: Elaborado por sustentantes.

**Gráfico No. 28. Valor de Alteración en la en la Etapa de Operación.**



Fuente: Elaborado por sustentantes.

**Gráfico No. 29. Valor de Alteración en los Factores del Medio.**



Fuente: Elaborado por Sustentantes.

En el **grafico No. 27**, se muestran los resultados del tramo analizado para la etapa de construcción. De esta manera, se pudo determinar las actividades con mayor valor de Alteración negativa, son Excavación en la Vía (-259), Explotación de los Bancos de préstamo (-206) y la Conformación de la Estructura de Pavimento Flexible (-196). También se aprecian las actividades con mayor valor de Alteración positiva, como es el caso del Drenaje Pluvial (+360) y Conformación de la Estructura de Pavimento Flexible (+257).

En el **grafico No.29**, se pudo apreciar que los factores del Medio más afectados negativamente son la calidad del Aire (-201) y Suelo (-194). También se aprecian los factores del Medio más afectados positivamente son la Economía (+404), Calidad de Vida (+240), Paisaje (+200) y Transporte y Vialidad (+138).

### **5.8. Medidas, Prevención y Mitigación de Impactos.**

Las medidas de mitigación y prevención ambiental de los impactos generados por las actividades de construcción del tramo **Pantasma de 24.00 kilómetros**, serán planteadas como un instrumento básico de gestión ambiental que determina y define las diferentes tareas y acciones que se deberán realizar para evitar, reducir y/o mitigar los impactos negativos que se generen durante la ejecución de las actividades constructivas de la carretera, así como incentivar los probables impactos positivos.

A continuación, se presentan las medidas a ejecutar, así como una breve descripción por medida identificada:

**Cuadro No. 122. Medidas de Mitigación, Fase de construcción, Campamento y patio de Maquinaria.**

<b>MEDIDAS DE MITIGACIÓN FASE DE CONSTRUCCIÓN CAMPAMENTOS Y PATIO DE MAQUINARIA.</b>				
<b>Descripción de la medida</b>		<b>Impacto que se pretende mitigar:</b>		
<b>Ubicación</b>		Esta actividad del proyecto trae como consecuencia impactos ambientales negativos, de duración media que son mitigables, su efecto está en la destrucción y/o perdida directa del suelo, cambio en el uso del suelo y el deterioro de la calidad de las aguas superficiales, el menor impacto es la afectación a la fauna silvestre, la alteración del paisaje y la pérdida de vegetación.		
1. Para la localización del campamento el contratista debe someter un plano topográfico con curvas a nivel a 50 cm de intervalo, incorporando la red de drenaje, área de descarga y las medidas de protección contra la erosión, el ruido, así como, las de protección contra incendios, disposición de desechos sólidos.		El funcionamiento de los campamentos y el parque de máquinas traen como consecuencia impactos ambientales que se derivan de un mal manejo de las actividades que se desarrollan.		
2. El plano deberá mostrar la ubicación de los edificios e instalaciones, la dirección de los vientos predominantes y el uso que se pretende dar a cada instalación.		Las acciones que conllevan al establecimiento del campamento son varios considerandos que el campamento debe brindar varios servicios para el funcionamiento de oficinas, habitación para los trabajadores, cocina y comedor, infraestructura de agua, instalación recreativa, taller de mecánica, área de parqueo de vehículos pesados y depósito y surtidora de combustible.		
3. El contratista acompañara el plano con los dibujos de diseño típico de las edificaciones, en planta y elevaciones, así como, las protecciones del piso de las áreas de los talleres, de almacenamiento y despacho de combustible, y estacionamiento de vehículos y equipos.				
4. El campamento debe estar retirado de los centros poblados a un máximo de 1km del perímetro; los dormitorios y comedores deben quedar a un máximo de 50 metros de distancia de los talleres de servicio y despacho de combustible. Y no deben estar localizados en áreas protegidas.				
<b>FASE EJECUCIÓN</b>	<b>UBICACIÓN ESPACIAL</b>	<b>COSTOS</b>	<b>VIGENCIA</b>	<b>RESPONSABLE</b>
Construcción	Área de Influencia Directa del proyecto	La aplicación de esta medida es de carácter preventivo.	Durante todo el desarrollo del Proyecto	Ing. Superintendente

Fuente: Elaborado por Sustentantes.

**Cuadro No. 123. Medidas de Mitigación, Fase de construcción, Campamento y patio de Maquinaria.**

<b>FASE DE CONSTRUCCIÓN CAMPAMENTOS Y PATIO DE MAQUINARIA. (continuación)</b>				
<p><b>Descripción de la medida</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">     </div> <p><b>Operación</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Se debe establecer una adecuada señalización que cumpla con el requisito de informar y prevenir a los usuarios de la vía a como lo es circulación de equipos pesados, para lo cual se usara el catálogo del SIECA (Secretaria de Integración Económica Centroamericana). Los rótulos a colocar son los siguientes:</li> </ol> <p>Otros rótulos son los de Prohibido El Paso a Personas No Autorizadas, se colocará un retén a la entrada del campamento con una valla para detener a las personas y vehículos no autorizados.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Los caminos de acceso internos del patio de máquinas deben estar embalstrados de tal manera que no permitan la formación de lodos en primer lugar y en segundo que prevengan la erosión hídrica.</li> <li>En las áreas de los talleres se colocarán recipientes metálicos (tipo barriles de doble fondo) que serán utilizados para depositar los limpiadores que se utilizan en el proceso de limpieza, los cuales serán eliminados en sitios autorizados por la autoridad competente.</li> <li>En un radio de 10 metros de los sitios utilizados como talleres se mantendrán limpios de basura, desechos orgánicos o cualquier material inflamable que pueda producir un incendio.</li> </ol>			<p><b>Impacto que se pretende mitigar:</b></p> <p>Durante la construcción del tramo Pantasma – El Cocal, se presentarán algunas condiciones que podrían afectar la circulación de vehículos y personas. Estas situaciones se atienden de manera especial a través de la implementación de normas y procedimientos que permitan reducir el riesgo de accidentes, garantizando que el tráfico de los usuarios sea más ágil y seguro el tránsito de los usuarios.</p>	
<b>FASE EJECUCIÓN</b>	<b>UBICACIÓN ESPACIAL</b>	<b>COSTOS</b>	<b>VIGENCIA</b>	<b>RESPONSABLE</b>
Construcción	Área de Influencia Directa del proyecto	Medida preventiva y costos considerados en el equipo de seguridad y considerados en la actividad de Movimiento de Tierra	Durante todo el desarrollo del Proyecto	Ing. Superintendente

Fuente: Elaborado por Sustentantes.

**Cuadro No. 124. Medidas de Mitigación, Fase de construcción, Banco de Materiales.**

<b>FASE DE CONSTRUCCIÓN BANCOS DE MATERIALES</b>				
<b>Descripción de la medida</b> <b>Calidad del Aire</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. El contratista debe obtener la debida autorización de MARENA, la cual mediante resolución administrativa se pronunciará emitiendo el Aval Ambiental. Para lograr el permiso de MARENA se debe presentar un Plan de Gestión Ambiental (PGA), para el banco de materiales que presentará en la delegación departamental donde se ubique el banco en cuestión la delegación.</li> <li>2. El contratista debe obtener el respectivo permiso del Ministerio de Energía y Minas (MEM).</li> <li>3. A fin de mitigar, compensar y prevenir los impactos ambientales que ocasionan las actividades de Aprovechamiento de los Bancos de materiales, se debe implementar la <b>NTON 50 – 21 - 02</b> (Norma Técnica Ambiental para el Aprovechamiento de los Bancos de Material de Préstamo para la Construcción).</li> <li>4. El límite de velocidad para los camiones del contratista se debe de desplazar a una velocidad de 30 km/hora en los centros poblados, de esta manera se disminuye el material particulado en suspensión (polvo) y el ruido.</li> </ol>		<b>Impacto que se pretende mitigar:</b> <b>Calidad del Aire</b> El aprovechamiento de los bancos de materiales conlleva varias actividades entre las que se destacan. Movimientos de tierra, excavaciones, clasificación del material, carga de los camiones a la planta trituradora u obra. Todas estas actividades generan partículas sólidas suspendidas que se incorporan al aire formando nubes de polvo y tolvaneras, que pueden tener un radio de afectación muy variable dependiendo de las condiciones climatológicas.  Las zonas afectadas son aquellas donde la cubierta vegetal es escasa o muy dispersa como en las zonas áridas donde el suelo es fácilmente arrastrado por la acción del viento. Es un impacto adverso ya que disminuye la calidad del aire y es poco significativo porque son efectos temporales que permanecen el mismo tiempo que el aprovechamiento del banco de material.		
<b>Ruido</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. El mantenimiento de la maquinaria y vehicular es el único medio para minimizar la generación de niveles altos de ruidos y proveer a los trabajadores de equipo de seguridad adecuados, especialmente tapones para los oídos (SNR 30).</li> <li>2. La localización del banco debe ser según especificación de la NTON 50 – 21 – 02 (Norma Técnica Ambiental para el Aprovechamiento de los Bancos de Materiales para la Construcción).</li> </ol>		<b>Ruido</b> El movimiento constante de la maquinaria pesada, camiones de carga, personal y la operación de trituradoras genera niveles de ruidos altos y variables. El ruido ahuyenta a la fauna y en algunos casos ocasiona problemas de salud como sordera temporal, así como, estrés u altas alteraciones sicosomáticas; es un impacto poco significativo porque es un impacto temporal e intermitente.		
<b>FASE EJECUCIÓN</b>	<b>UBICACIÓN ESPACIAL</b>	<b>COSTOS</b>	<b>VIGENCIA</b>	<b>RESPONSABLE</b>
Construcción	Área de Influencia Directa del proyecto		Durante todo el desarrollo del Proyecto	Ing. Superintendente

Fuente: Elaborado por Sustentantes.

**Cuadro No. 125. Medidas de Mitigación, Fase de construcción, Banco de Materiales.**

<b>FASE DE CONSTRUCCIÓN BANCOS DE MATERIALES (Continuación)</b>				
<b>Descripción de la medida</b>		<b>Impacto que se pretende mitigar:</b>		
<p><b><i>Pérdida de la Calidad del Suelo e Incremento de la Erosión.</i></b></p> <p>Se debe de implementar la NTON 50 – 21 – 02 (Norma Técnica Ambiental para el Aprovechamiento de los Bancos de Materiales para la Construcción) en sus capítulos referente al manejo de la capa vegetal y cierre del banco.</p> <p><b><i>Modificación de la Calidad de Agua del Acuífero</i></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. La medida de mitigación es de prevención al aplicar la NTON 14 – 002 – 03 (Norma Técnica y de Seguridad para Estaciones de Servicio Automotor y Estaciones de Servicios Marinas, referente a la ubicación.</li> <li>2. Si por cualquier razón ocurriera contaminación del agua superficial se debe dar aviso a las autoridades competentes (MARENA – INE) para que ellos orienten las acciones a seguir.</li> <li>3. Si ocurriera contaminación de las aguas subterránea se debe dar aviso a las autoridades competentes (MARENA – INE) para que orienten las acciones a seguir</li> </ol>		<p><b><i>Pérdida de la Calidad del Suelo e Incremento de la Erosión.</i></b></p> <p>En la fase de descapote la cubierta vegetal que cubre a los bancos de materiales perdiéndose sus características físicas como estructura, espacio poroso, densidad. Al mismo tiempo al separarlo de su cubierta vegetal y acumularlo en montículo es lavado por la lluvia, lo cual disminuye su fertilidad.</p> <p>La superficie que ha sido despojada de la cubierta vegetal y de la capa superficial del suelo, deja al descubierto el material litológico profundo convirtiéndolo en material fácilmente erosionable por la acción del viento y el agua.</p> <p><b><i>Modificación de la Calidad de Agua del Acuífero</i></b></p> <p>Durante el aprovechamiento del banco de materiales se utiliza combustibles y lubricantes para la maquinaria que se encuentra trabajando en el banco, lo que pudiera ocurrir un mal manejo de los mismos dando como resultado una lixiviación de los hidrocarburos hacia el manto freático, contaminando los acuíferos, la ubicación de los bancos de materiales es fundamental para no afectar la recarga de los acuíferos, resultando el impacto como significativo.</p>		
<b>FASE EJECUCIÓN</b>	<b>UBICACIÓN ESPACIAL</b>	<b>COSTOS</b>	<b>VIGENCIA</b>	<b>RESPONSABLE</b>
Construcción	Área de Influencia Directa del proyecto	La aplicación de esta medida es de carácter preventivo.	Durante todo el desarrollo del Proyecto	Ing. Superintendente

Fuente: Elaborado por Sustentantes.

**Cuadro No. 126. Medidas de Mitigación, Fase construcción, Manejo y almacenamiento de combustibles.**

<b>FASE DE CONSTRUCCIÓN</b>				
<b>MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES</b>				
<b>Descripción de la medida</b>			<b>Impacto que se pretende mitigar:</b>	
<p>1. La medida de mitigación es de carácter preventivo, debe aplicarse la NTON 14 – 002 – 03, especialmente en lo referente al diseño de las cimentaciones acápite 5.3.2 y el acápite 5.4 sobre tanques de almacenamiento. El Capítulo 6 sobre las edificaciones verticales en las estaciones de servicio automotor.</p> <p>2. También, debe considerarse la NTON 05 – 004 – 0, especialmente en lo referente a los capítulos 4 y 5 que trata de la ubicación y distancias y seguridad en las instalaciones.</p> <p>3. Los aceites usados deben ser recogidos en recipientes herméticos (barriles) y depositados fuera del área. Si el combustible o lubricante llega al suelo en volúmenes pequeños &lt;10 litros, producto de un mal manejo o bien por accidente se deberá proceder a retirar el área afectada por medio de una excavación llevando ese suelo a un recipiente hermético para su posterior deposición a donde lo indique las autoridades competentes.</p> <p>4. Si el volumen es mayor se deberá comunicar a las autoridades competentes (MARENA – INE - Alcaldía Municipal – Supervisión).</p> <p>5. Si ocurriera un accidente de derrame se debe dar aviso a las autoridades competentes (MARENA – INE - Alcaldía Municipal – Supervisión), para que orienten las acciones a seguir.</p>			<p><b>Contaminación del suelo.</b></p> <p>Durante la construcción de la carretera, se requiere de grandes volúmenes de hidrocarburos (combustibles y lubricantes) por lo que se ubica dentro del área del proyecto un sitio para almacenar y distribuir el combustible a los vehículos y maquinaria del proyecto.</p> <p>El almacenamiento inadecuado y deficiente puede provocar fugas de combustibles, que contaminan el suelo y subsuelo al lixiviarse a las capas más profundas por aguas de las lluvias o por gravedad.</p> <p><b>Contaminación del Agua Subterránea.</b></p> <p>El impacto ambiental a las aguas subterráneas ocasionado por un derrame de combustible es menor debido a que se requiere tiempo para que el combustible llegue al acuífero.</p>	
<b>FASE EJECUCIÓN</b>	<b>UBICACIÓN ESPACIAL</b>	<b>COSTOS</b>	<b>VIGENCIA</b>	<b>RESPONSABLE</b>
Construcción	Área de Influencia Directa del proyecto	La aplicación de esta medida es de carácter preventivo.	Durante todo el desarrollo del Proyecto	Ing. Superintendente

Fuente: Elaborado por Sustentantes.

**Cuadro No. 127. Medidas de Mitigación, Fase construcción, Abra y Destronque.**

<b>FASE DE CONSTRUCCIÓN ABRA Y DESTRONQUE</b>				
<b>Descripción de la medida</b>		<b>Impacto que se pretende mitigar:</b>		
<p>1. Contratación de un regente forestal para realizar las gestiones ante INAFOR.</p> <p>2. El corte de árboles debe contar con el respectivo permiso del INAFOR (Instituto Nacional Forestal) y estos deben estar dentro de las distancias de ampliación de la calzada.</p> <p>3. Los árboles que no están dentro de las especificaciones de los planos constructivos no pueden ser cortados por encontrarse bajo la ley 462 (Ley Forestal)</p> <p>4. Los obreros del contratista deben ser instruidos de no cortar árboles para la obtención de leña.</p> <p>Este impacto ambiental tiene medidas compensatorias siendo el programa de revegetación para lo cual se ha estimado la siembra de 62,500 árboles en diferentes áreas del proyecto siendo las siguientes:</p> <p>a) Productores cuyas propiedades estén en la influencia del proyecto.</p> <p>b) Alcantarillas 50 metros aguas arriba y 50 metros aguas abajo.</p> <p>c) Engramado de los taludes, cabezas de alcantarillas y aproches.</p> <p>5. Se debe proceder a realizar una negociación con los propietarios a ser afectados a fin de lograr una justa compensación.</p> <p>6. En aquellos tramos de cercos que fueren afectados el contratista debe reponer en iguales condiciones en proporciones la longitud del cerco y el calibre del alambre, deberá utilizar postes prendedizos, si las condiciones de suelo lo permiten.</p>		<p>Esta actividad consiste en la tala, destronque, remoción y desecho de toda vegetación, basura, desperdicios y del material objetable existente dentro de los límites designados del tramo de carretera, de las vías de acceso de los bancos de materiales, con excepción de aquellos árboles destinados a quedarse en su sitio. El abra y destronque será llevado a efecto con anticipación a las operaciones de excavación y movimiento de tierra. En esta actividad habrá estacionamientos en que se necesitará hacer el abra; otros en que solo el destronque y otras en que efectuará ambas operaciones de acuerdo a las condiciones específicas de los planos.</p>		
<b>FASE EJECUCIÓN</b>	<b>UBICACIÓN ESPACIAL</b>	<b>COSTOS</b>	<b>VIGENCIA</b>	<b>RESPONSABLE</b>
Construcción	Área de Influencia Directa e Indirecta del proyecto	Costos considerados en el equipo de seguridad y considerados en la actividad de Excavación	Durante todo el desarrollo del Proyecto	Ing. Superintendente

Fuente: Elaborado por Sustentantes.

**Cuadro No. 128. Medidas de Mitigación, Fase construcción, Obras de Drenaje Pluvial.**

<b>FASE DE CONSTRUCCIÓN OBRAS DE DRENAJE PLUVIAL</b>				
<b>Descripción de la medida</b>		<b>Impacto que se pretende mitigar:</b>		
<p>1. La medida de mitigación es de prevención, para lo cual se debe colocar rótulos preventivos a 100 metros previos al sitio de excavación en ambas direcciones, el rotulo debe ser del tipo de señales de prevención para la ejecución de trabajos en la vía del catálogo de señales del <b>SIECA</b> (Secretaria de Integración Económica Centroamericana). Los rótulos son a 100 metros previos a 30 metros antes del sitio de trabajo una valla que indique el tipo de trabajo.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  PP-11-5         </div> <div style="text-align: center;">  PP-11-6         </div> <div style="text-align: center;">  PP-13-6         </div> </div>		<p>Las acciones que conlleva la construcción del drenaje pluvial que consiste en alcantarillas y cunetas, se basan en excavaciones. Estas acciones no generan impactos de gran envergadura en el medio ambiente, sin embargo, la posibilidad de ocurrencia de un accidente que ponga en riesgo la vida del trabajador es real, producto de un derrumbe debido a que se tiene que hacer un corte de más de 3 m de profundidad y se puede ocasionar accidentes de tránsito para los usuarios de la vía. Este impacto por su implicancia está considerado como de mediana magnitud y es prevenible su mitigación.</p>		
<p>2. Por la noche se debe colocar faros con destellos, linternas, rótulos fluorescentes, a fin de guiar y mantener abierta la vía, y prevenir cualquier tipo de accidente con los usuarios.</p>		<b>Erosión</b>		
<p>3. Los trabajadores deben llevar consigo su equipo de protección (casco, guantes, botas, chaleco).</p>		<p>La erosión hídrica del suelo por donde pasa la carretera está relacionada a la presencia de agua sobre la vía. El trazado de la carretera cruza terrenos que por naturaleza tienen una red de drenaje. Las carreteras que no tienen un drenaje adecuado para manejar fuertes precipitaciones o inundaciones. El tipo de suelo por donde pasa la carretera se caracteriza por ser altamente arcilloso, por lo que es de esperar altos volúmenes de agua para drenar trayendo consigo una profundización de los niveles de erosión por el encharcamiento y paso de vehículos.</p>		
<p>4. Unos 50 metros del sitio de trabajo se colocan los reguladores de tráfico para que los vehículos crucen el sitio de trabajo a unos 15 km/hora, a fin de reducir la vibración y por ende el derrumbe.</p>				
<p>5. Si el cambio de las alcantarillas ocurre en periodo de lluvia se hace necesario establecer presas de decantación utilizando geotextiles y ubicadas aguas abajo de la alcantarilla a fin de retener los sedimentos en suspensión y no afecte aguas abajo.</p>				
FASE EJECUCIÓN	UBICACIÓN ESPACIAL	COSTOS	VIGENCIA	RESPONSABLE
Construcción	Área de Influencia Directa del proyecto	Medida preventiva y costos considerados en el equipo de seguridad y considerados en la actividad de Excavación	Durante todo el desarrollo del Proyecto	Ing. Superintendente

Fuente: Elaborado por Sustentantes.

**Cuadro No. 129. Medidas de Mitigación, Fase construcción, Movimiento de Tierra.**

<b>FASE DE CONSTRUCCIÓN</b> <b>MOVIMIENTO DE TIERRA (Nivelación y Excavación)</b>				
<b>Descripción de la medida</b>		<b>Impacto que se pretende mitigar:</b>		
<p><b>Contaminación del Aire</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Dotar a los trabajadores con los equipos respectivos de seguridad laboral que indica el código del trabajo vigente en la República de Nicaragua, especialmente las máscaras para el polvo.</li> <li>Aplicar un riego con agua periódicamente de acuerdo a las condiciones ambientales (Viento y radiación solar) generalmente la aplicación es más seguida en la época seca (Noviembre – Abril). Se recomienda aplicar dos riegos por día.</li> </ol> <p><b>Riesgo por accidente</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>El personal a trabajar en el movimiento de tierra debe ser capacitado previamente para que no ocurra accidente considerando que este personal proviene de las comunidades cercanas al proyecto.</li> <li>Los vehículos a utilizar en esta actividad deben estar en óptimas condiciones, principalmente la alarma que indica que el equipo va en reversa y es este sonido el que previene los accidentes.</li> </ol>		<p>El movimiento de tierra se ejecuta directamente sobre la calzada y principalmente ocurre sobre el material que proviene de los bancos de materiales.</p> <p><b>Contaminación del Aire</b></p> <p>Este impacto ambiental ocurre por las partículas sólidas suspendidas, trayendo como consecuencia impactos a la salud, por la afectación al sistema respiratorio tanto para los trabajadores como para los pobladores que habitan en el área de influencia directa e indirecta del tramo.</p> <p><b>Riesgo por accidente</b></p> <p>El riesgo de ocurrencia de un accidente está presente debido a que en el movimiento de tierra sobre la vía aflora material que excede a lo que indican en las especificaciones de diseño y hay que removerlas.</p> <p><b>Generación de Empleos</b></p> <p>Considerando que el área del proyecto se encuentra inmersa en una zona de alta pobreza, la demanda de mano de obra del proyecto vendrá a mejorar la situación social de la población.</p> <p>Al ser un impacto positivo, no hay mitigación.</p>		
<b>FASE EJECUCIÓN</b>	<b>UBICACIÓN ESPACIAL</b>	<b>COSTOS</b>	<b>VIGENCIA</b>	<b>RESPONSABLE</b>
Construcción	Área de Influencia Directa del proyecto	Medida preventiva y costos considerados en el equipo de seguridad y considerados en la actividad de Movimiento de Tierra	Durante todo el desarrollo del Proyecto	Ing. Superintendente

Fuente: Elaborado por Sustentantes.

**Cuadro No. 130. Medidas de Mitigación, Fase construcción, Depósito de Material No Clasificado.**

<b>FASE DE CONSTRUCCIÓN DEPÓSITO DE MATERIAL NO CLASIFICADO</b>				
<b>Descripción de la medida</b>		<b>Impacto que se pretende mitigar:</b>		
<p>Los sitios utilizados como botadores deben tener varias características para prevenir y reducir el impacto ambiental. Las características son las siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. El área de depósito deberá tener una pendiente entre 2 - 6% para evitar la acumulación de agua.</li> <li>2. No debe estar a menos de 100 m de un cuerpo de agua.</li> <li>3. Se debe contar con el permiso respectivo del dueño de la propiedad.</li> <li>4. Si el sitio de relleno es grande (&gt;0.5 hectárea) se procederá a retirar la capa de suelo superficial y se almacenará para su posterior utilización en la restauración del sitio.</li> <li>5. El material colocado en los sitios debe ser compactado y revegetado inmediatamente cuando se ha dejado de utilizar, las especies forestales a utilizar deben ser las nativas, también se debe utilizar gramínea para proteger el suelo compacto y no sea sometido a la erosión hídrica.</li> <li>6. Una vez determinado el cierre definitivo del botadero, éste debe quedar revegetado y conformado de acuerdo con el relieve del entorno.</li> </ol>		<p>Antes de utilizar las áreas, estas deberán ser sometidas a la aprobación por parte de la supervisión. No se colocará material sobrante en las cercanías de las áreas pobladas, cursos o reservorios de agua, infraestructura de servicios públicos y zonas de fragilidad ecológica, como los humedales.</p>		
<b>FASE EJECUCIÓN</b>	<b>UBICACIÓN ESPACIAL</b>	<b>COSTOS</b>	<b>VIGENCIA</b>	<b>RESPONSABLE</b>
Construcción	Área de Influencia Directa del proyecto	Medida preventiva y costos considerados en la actividad de Movimiento de Tierra	Durante todo el desarrollo del Proyecto	Ing. Superintendente

Fuente: Elaborado por Sustentantes.

# **CONCLUSIONES**

- Se determinó las principales preocupaciones y necesidades de la población, la cual era la necesidad latente de la construcción del tramo de carretera Pantasma, departamento de Jinotega. Se hizo una muestra representativa donde el número de personas encuestadas fue el tamaño de la muestra 96. De los resultados de la encuesta, donde se obtuvo información sobre la situación por la cual pasan los pobladores, en ellos reflejan la opinión de la población con respecto a la condición del tramo de carretera.
  
- Con el **estudio técnico** logramos realizar un conteo vehicular con la finalidad de determinar el TPDA=372 para el cual se utilizaron factores de ajustes de la estación 1802 San Marcos Masatepe ya que el tramo Pantasma está bajo la dependencia de dicha estación, luego se determinaron los factores de carril de acuerdo a los conteos efectuado en un sentido tanto al inicio del tramo como al final, este presenta un promedio de factor de carril 50/50.
  
- En lo referente al estudio Origen/Destino; se realizaron 434 entrevistas para obtener el sitio que presenta mayores orígenes es Pantasma 24.9% en segundo orden se encuentra San Pedro 17.6%.
  
- Se estimó el ESAL's de diseño con respecto a un periodo de 20 años, el cual resulto de 1,444,680.00, una vez obtenidos estas variables se analizó los bancos de préstamo existentes y los sondeos realizados a lo largo del tramo, obteniendo un CBR de la subrasante=16. Con estos datos tanto de tránsito como los estudios de suelo se utilizaron para hacer uso del método de la AASHTO-93, con los cuales se determinaron los espesores de la estructura de pavimento.
  
- Al realizar la Evaluación Socioeconómica desde el punto de vista del valor actual de los beneficios sociales, en el área de influencia del proyecto se reconocen actividades productivas -de bienes o servicios, granos, hortalizas y ganadería. Al mantener las situaciones actuales de la vía se obtuvo un Valor Actual Neto de \$ 13,275,083, en cambio al realizarse la Rehabilitación del Proyecto se obtuvo un

un Valor Actual Neto de \$ 17,467,491, lo que demuestra el incremento de la producción agropecuaria asociada a la realización del proyecto, correspondiendo dicho rubro el principal elemento de justificación económica financiera.

- La evaluación socio económica del proyecto genera la visión de cómo el proyecto genera los beneficios, y de esta manera soluciona la necesidad de la población dando un enfoque en el sector económico y comercial, donde el comercio se beneficia al igual que la economía crece con este proyecto.
- La Evaluación de Impacto Ambiental no conllevó a la identificación de mayores impactos negativos significativos generados a lo largo 24.00 kilómetros del tramo en estudio, desde el punto de vista ambiental y social, por lo que las medidas ambientales son preventivas, correctivas y compensatorias, durante el proceso de ejecución de la obra.
- Al realizar el Balance los impactos Positivos tendrán un mayor grado de alteración (49), con respecto a los impactos negativos (26). El mayor beneficio de esta carretera es la integración de las poblaciones de Pantasma y demás comunidades, que vendrá a beneficiar y mejorar su calidad de vida y su bienestar social y la integración del desarrollo socioeconómico con el resto del país.
- En conclusión el desarrollo sostenible debe basarse en carreteras proyectadas, construidas y explotadas en armonía con el medio ambiente, en un adecuado orden territorial y en la satisfacción de las necesidades sociales. Con el fin de identificar las vías adecuadas para conciliar los requisitos de desarrollo económico y social con la protección medio ambiental.

# **RECOMENDACIONES**

Se deberá realizar un corte de corte de 40 centímetros de profundidad (Espesor de la estructura de pavimento diseñada), este debe ser constante a lo largo de los 24 kilómetros del tramo.

El material cortado deberá ser desalojado en su totalidad y reemplazado por el material del banco de préstamo N°3 (Wale/Base estabilizada con cemento portland) y el banco de préstamo N°1 (Santa Cruz / Sub-Base no tratada).

En la elaboración de las capas base y sub-base, se debe constatar que el material no esté contaminado, que esté libre de cualquier otro material, ya sea bolsas, trozos de árboles o rocas muy grandes, ya que esto disminuirá la resistencia de la estructura y provocaría hundimientos en la estructura de rodamiento.

El material de base de Suelo-Cemento deberá compactarse al 95% de su densidad máxima Próctor Modificado.

Realizar pruebas de densidad en compactación cada 20 metros para una mejor estabilización.

El Asfalto se deberá aplicar a una temperatura promedio entre 45 y 85° centígrados, el asfalto deberá contener un producto agregado que mejore la adherencia con el agregado de Base, o un producto similar puede ser empleado.

Cada día de producción de mezcla asfáltica se deberá efectuar al menos un chequeo completo de la misma, las pruebas a realizar son Extracción del bitumen (AASHTO T-164), Granulometría de los áridos (AASHTO T-27/11), Densidad Bulk (Marshall, AASHTO T-166), Estabilidad y Flujo Marshall (AASHTO T-245), Resistencia a la Compresión Saturada (AASHTO T-165), Resistencia a la Compresión en Seco (AASHTOT-167).

Es importante que las obras de drenajes existentes se le de mantenimiento rutinario, ya se de limpieza o eliminación de maleza, para su correcto funcionamiento.

Se recomienda cumplir con los espesores de diseño que en este caso son 4" de concreto Asfáltico 6" pulgadas de base granular y 6" de sub-base granular.

Dado que el estudio construcción del tramo de carretera, presenta viabilidad tanto socioeconómica, se recomienda ejecutar la alternativa Mezcla Asfáltica, por ser la alternativa que presenta indicadores de viabilidad más alto.

Una vez concluida la construcción del tramo, se recomienda incentivar a los productores que incluyan modelos adecuados de producción y apoyo a la misma, y por ende, habría un incremento en los volúmenes productivos e ingresos.

Se recomienda estimular los programas de promoción de exportaciones de productos agrícolas o elaborados con materia prima del sector, así como aumentar las áreas de sembradas de granos básicos y pasto tecnificado.

# **BIBLIOGRAFÍA**

AASHTO, e. a. (93). Diseño de Pavimentos AASHTO 93 (3ra edicion). San Juan: instituto Nacional de Carreteras de Estados Unidos.

Ayllón Acosta, J. (2004). Guia de pavimentos de concreto Asphaltico. Cochabamba Bolivia: Cochabamba.

Banco Central de Nicaragua (BCN). Marzo 2017. Informe Anual.

Conesa Fdez, V. (2010). Guia Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.

Fonseca, A. M. (2011). Ingenieria de Pavimentos para Carreteras 2da.

Fonseca, Miguel (2013) Formulación y Evaluación de Proyectos.

Hernandez, M. I. (2011). Ingenieria de Trafico. Esteli: Universidad Nacional de Ingeniria (UNI-RUACS).

Hoel, N. J. (2005). Ingeniería de Tránsito y carreteras. Mexico: International Thomson Editores, S.A. de C.V.

INETER, (2000). Sismicidad de Nicaragua 1993 – 2000.

INETER 2005, Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales. Mapa Climático de Nicaragua, Dirección General de Meteorología, Managua, Nicaragua, 2005.

INETER (2007). Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales, Amenazas Naturales [www.ineter.gob.ni](http://www.ineter.gob.ni).

Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI). Octubre 2008 Manual para la revisión de costo y presupuesto.

MTI (1999). Ministerio de Transporte e Infraestructura; Normas Ambientales Básicas para la Construcción Vial.

MTI. (2008). Manual para Revisión de Estudios Geotécnicos.

MTI. (2016). Anuario de Aforos de Tráfico . Managua.

NIC. (2000). Especificaciones generales para la construcción de caminos, calles y puentes.

SIECA. (2004). Normas para el diseño geométrico de las carreteras regionales.

# **ANEXOS**

## **Anexo I: Encuesta.**

A continuación, se le presenta una serie de preguntas cuya temática estará relacionada con el estado físico del tramo de carretera "Pantasma (24 Kilómetros)

Le solicitamos que marque con una "x" la alternativa que expresa su opinión.

**1. Sexo:** M \_\_\_ F \_\_\_

**2. Edad:** \_\_\_\_\_

**3. ¿Qué medio utiliza para transportarse?**

- a) Vehículo propio \_\_\_\_\_
- b) Transporte privado \_\_\_\_\_
- c) A pie \_\_\_\_\_
- d) Otros \_\_\_\_\_

**4. ¿Tiene alguna dificultad para trasladarse a su destino cuando circula este tramo de carretera?**

- a) Si \_\_\_\_\_ b) No \_\_\_\_\_

**5. Si su respuesta es positiva, ¿Qué dificultad tiene?**

- a- Deterioro de las calles \_\_\_\_\_
- b- Mal diseño de las vías \_\_\_\_\_
- c- Falta de señalización \_\_\_\_\_
- d- Obstrucciones \_\_\_\_\_
- e- Otro (Especifique) \_\_\_\_\_

**6. ¿Qué opinión merece el estado del tramo de carretera?**

- a- Buenas condiciones \_\_\_\_\_
- b- Condiciones regulares \_\_\_\_\_
- c- Malas condiciones \_\_\_\_\_

**7. ¿Mencione que problemas trae consigo las condiciones el tramo de carretera en malas condiciones?**

- a) Enfermedades\_\_\_\_
- b) Deterioro de vehículos\_\_\_\_
- c) Retardo en la circulación\_\_\_\_
- d) Otro\_\_\_\_

**8. ¿Qué beneficios traería a su familia la construcción de la carretera?**

- a) a) Menos enfermedades
- b) Mayores beneficios económicos
- c) Disminución en tiempos de viajes
- d) Aumento de la Plusvalía de las propiedades
- e) Mayor seguridad
- f) Incremento de la Producción (Trabajo)
- g) Todas las anteriores

A continuación, por favor responda las preguntas con su verdadera opinión.

**9. ¿Qué sugerencia o recomendación que le daría a las autoridades del gobierno, para que el proyecto sea más exitoso y de acuerdo a las necesidades de la población?**

- h) Que sea un trabajo rápido y bien ejecutado.
- i) Establecer alianzas con el sector productivo de la zona.
- j) Involucrar ala población en diferente tomas decisiones del gobierno.
- k) Mantener al tanto a la población de futuros cambios en el proyecto.

**10. ¿Qué opinión le merece la construcción de la carretera en su municipio/comunidad?**

- l) Será un grande paso para el desarrollo económico de comunidad.
- m) Mejorará la calidad de vida de los habitantes.
- n) Incremento de la producción agrícola y ganadera.

## Anexo II. Fotos.

**Fotos Nº 1. Inicio del Tramo, Est. 0+000. (Pantasma –Las Praderas).**



Fuente: Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI)- GEOTENIC.

**Fotos Nº 2. Sondeo, Est. 5+500. (Banda Derecha).**



Fuente: Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI)- GEOTENIC.

**Fotos N° 3. Sondeo, Est. 9+000. (Banda Derecha).**



Fuente: Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI)- GEOTENIC.

**Fotos N° 4. Sondeo, Est. 16+000. (Banda Derecha).**



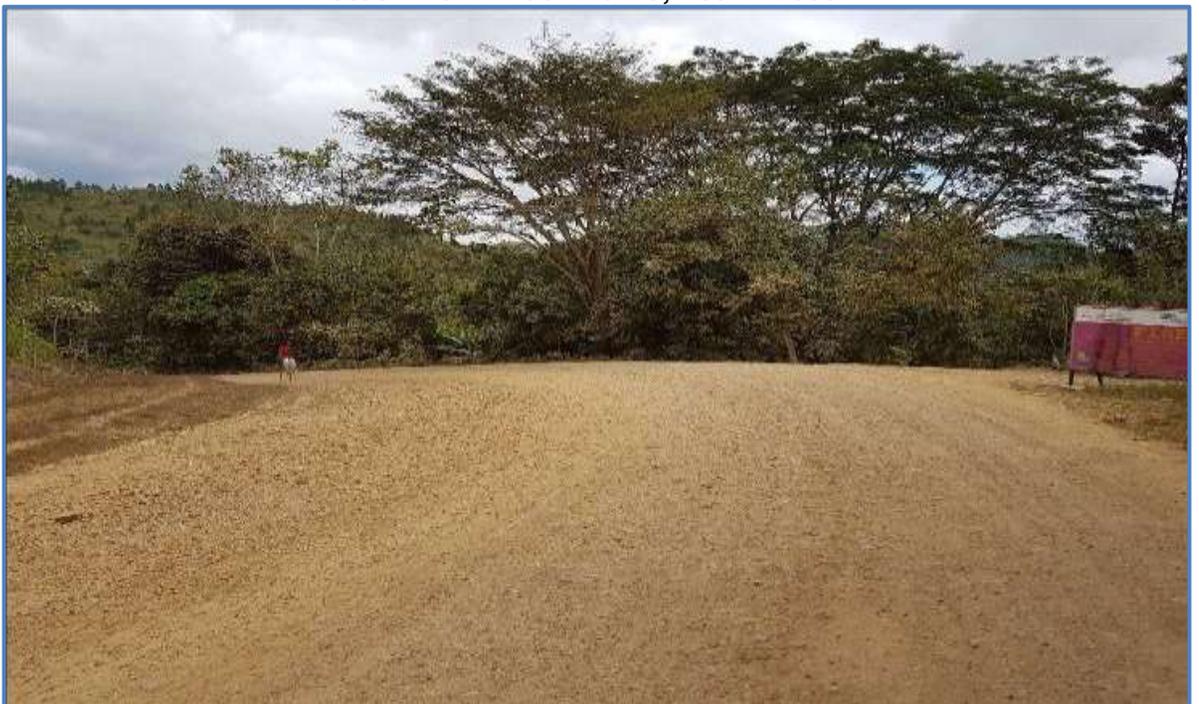
Fuente: Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI)- GEOTENIC.

**Fotos N° 5. Sondeo, Est. 16+000. (Banda Izquierda).**



Fuente: Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI)- GEOTENIC.

**Fotos N° 6. Fin del Tramo, Est. 17+000.**



Fuente: Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI)- GEOTENIC.

**Fotos N° 7. Banco Santa Cruz Est:15+500 Propietario Jerónimo Zelaya.**



Fuente: Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI)- GEOTENIC.

**Fotos N° 8. Banco de Préstamo Santa Cruz.**



Fuente: Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI)- GEOTENIC.

**Fotos N° 9. Sondeo #1 Banco de Préstamo Santa Cruz EST:15+500.**



Fuente: Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI)- GEOTENIC.

**Fotos N° 10. Sondeo #2 Banco Santa Cruz EST:15+500.**



Fuente: Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI)- GEOTENIC.

**Fotos N° 11. Banco E I Chile Est:6+900 Propietario Alcaldía de Pantasma.**



Fuente: Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI)- GEOTENIC.

**Fotos N° 12. Banco E I Chile Est:6+900 Propietario Alcaldía de Pantasma.**



Fuente: Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI)- GEOTENIC.

**Fotos N° 13. Sondeo #1 Banco El Chile EST:6+900.**



Fuente: Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI)- GEOTENIC.

**Fotos N° 14. Sondeo #2 Banco El Chile EST:6+900.**



Fuente: Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI)- GEOTENIC.

**Fotos N° 15. Banco de préstamo Wuale EST:4+800 Propietario Alcaldía/Rosario Gonzales.**



Fuente: Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI)- GEOTENIC.

**Fotos N° 16. Banco de préstamo Wuale EST:4+800 Propietario Alcaldía/Rosario Gonzales.**



Fuente: Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI)- GEOTENIC.

**Fotos Nº 17. Sondeo #1 Banco El Wuale EST:4+800.**



Fuente: Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI)- GEOTENIC.

**Fotos Nº 18. Sondeo #2 Banco El Wuale EST:4+800.**



Fuente: Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI)- GEOTENIC.

### Anexo III. Estudio Técnico.

**Cuadro No. 131. Clasificación de Suelos (AASHTO).**

TABLA N° 1 : Clasificación de Suelos según AASHTO											
CLASIFICACION GENERAL	Materiales Granulares (igual o menor del 35% pasa el tamiz N° 200)							Materiales Limo - Arcillosos (más del 35% que pasa el tamiz N° 200)			
GRUPOS	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
SUB - GRUPOS	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5
% que pasa el Tamiz:											
N° 10	50 máx.										
N° 40	30 máx.	50 máx.	51 máx.								
N° 200	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	36 mín.	36 mín.	36 mín.	36 mín.
Características del Material que pasa el tamiz N° 40											
Límite Líquido			NO PLÁSTICO	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 máx.
Índice de Plasticidad	6máx.	6 máx.		10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.	10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.
Índice de Grupo	0	0	0	0	0	4 máx.	4 máx.	8 máx.	12 máx.	16 máx.	20 máx.
Tipos de Material	fragmentos de piedra grava y arena		Arena fina	Grava, arenas limosas y arcillosas				Suelos Limosos		Suelos Arcillosos	
Terreno de Fundación	Excelente a Bueno						Regular a Deficiente				
<p>NOTA: El índice de plasticidad de los suelos A-7-5 es igual o menor que su Límite Líquido 30, el de los A-7-6 mayor que su Límite Líquido (fig. 1) se halla indicada la relación entre lo LL e IP de los materiales finos. Dicho de otro modo, el grupo A-7 es subdividido en A-7-5 ó A-7-6 dependiendo del Límite Plástico (L.P.)                      Si el LP <math>\geq</math> 30, la clasificación es A-7-6                      Si el LP &lt; 30, la clasificación es A-7-5</p>											

Fuente: Libro de diseño de pavimentos, AASHTO 93.

**Cuadro No. 132. Resultados de Laboratorio.**

 <b>REPORTE DE LABORATORIO</b> Resultados de las propiedades físicas y capacidad soporte de suelos																														
PROYECTO: Estudio de factibilidad y diseño para el mejoramiento del camino Pantasma - Wivili (24.00 Kms.)												CLIENTE: Ministerio de Transporte e Infraestructura MTI						TEC												
Localización de Sondeo		Identificación de Muestras		Estratigrafía				NORMA: AASHTO T 27 y AASHTO T 11										NORMA: AASHTO T 90			Clasificación	NORMA: AASHTO T 99		NORMA: AASHTO T 193						
Estación	Banda	Sondeo No.	Muestra No.	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	Granulometría (% que pasa)										Límites de Atterberg			NORMA:		Densidad máxima (kg/m <sup>3</sup> )	Humedad óptima (%)	Valores de CBR						
							3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	No. 10	No. 40	No. 200	L.L		L.P			LP	90	95	100			
								75	63	50	38	25	19	13	10	5	2	0	0	%	%	%	AASHTO M 145	(kg/m <sup>3</sup> )	(%)	(%)	(%)	(%)		
0+000	L.C.	1	1	0	50	50	100	100	80	69	63	56	47	38	23	17	11	8	34	21	13	A-2-6 (0)	2,074	10	9	16	23			
0+000	L.C.	1	2	50	150	100	100	100	100	85	76	69	61	57	43	34	19	11	33	19	14	A-2-6 (0)	2,074	10	9	16	23			
0+500	Izquierda	2	3	0	80	80	100	100	100	100	92	86	75	66	48	40	26	17	31	17	14	A-2-6 (0)	2,074	10	9	16	23			
0+500	Izquierda	2	4	80	120	40	100	100	100	100	94	87	76	69	54	38	20	11	29	19	10	A-2-4 (0)	2,042	11	11	18	26			
0+500	Izquierda	2	-	120	Mas		Bolones																							
1+000	Derecha	3	5	0	15	15	100	100	80	69	63	56	47	38	23	17	11	8	34	21	13	A-2-6 (0)	2,074	10	9	16	23			
1+000	Derecha	3	6	15	55	40	100	100	100	77	68	65	59	54	38	34	24	17	40	30	10	A-2-4 (0)	2,042	11	11	18	26			
1+000	Derecha	3	7	55	83	28	100	100	86	77	69	64	58	53	39	32	22	16	34	21	13	A-2-6 (0)	1,965	10	13	28	40			
1+000	Derecha	3	8	83	120	37	100	100	100	100	100	99	88	72	58	55	46	35	45	24	21	A-2-7(0)	1,965	10	13	28	40			
1+000	Derecha	3	9	120	150	30	100	100	100	100	100	100	100	94	78	55	46	29	41	27	14	A-2-7 (0)	1,965	10	13	28	40			
1+500	L.C.	4	10	0	30	30	100	100	80	69	63	56	47	38	23	17	11	8	34	21	13	A-2-6 (0)	2,074	10	9	16	23			
1+500	L.C.	4	11	30	70	40	100	100	100	85	76	69	61	57	43	34	19	11	32	19	13	A-2-6 (0)	2,074	10	9	16	23			
1+500	L.C.	4	12	70	120	50	100	100	100	97	90	82	74	67	53	36	21	14	32	20	12	A-2-6 (0)	1,965	10	13	28	40			
1+500	L.C.	4	-	120	Mas		Bolones																							
2+000	Izquierda	5	13	0	10	10	100	100	80	69	63	56	47	38	23	17	11	8	34	21	13	A-2-6 (0)	2,074	10	9	16	23			
2+000	Izquierda	5	14	10	90	80	100	100	87	68	44	39	30	22	11	10	6	4	27	23	4	A-1-a (0)	2,045	11	21	32	46			
2+000	Izquierda	5	15	90	150	60	100	100	100	100	100	99	88	72	58	55	46	35	45	24	21	A-2-7(0)	1,965	10	13	28	40			
2+500	Derecha	6	16	0	30	30	100	100	94	86	75	68	58	52	36	26	15	10	33	18	15	A-2-6 (0)	1,953	10	13	28	38			
2+500	Derecha	6	17	30	110	80	100	100	100	87	72	67	57	51	39	33	19	11	44	26	18	A-2-7 (0)	1,709	18	13	18	23			
2+500	Derecha	6	18	110	150	40	100	100	100	100	100	84	77	72	62	59	55	50	60	27	33	A-7-6 (12)	1,793	13	4	5	8			
3+000	L.C.	7	19	0	20	20	100	100	94	86	75	68	58	52	36	26	15	10	33	18	15	A-2-6 (0)	1,953	10	13	28	38			
3+000	L.C.	7	20	20	150	130	100	100	100	87	72	67	57	51	39	33	19	11	44	26	18	A-2-7 (0)	1,709	18	13	18	23			
3+500	L.C.	8	21	0	10	10	100	100	94	86	75	68	58	52	36	26	15	10	33	18	15	A-2-6 (0)	1,921	10	13	33	39			
3+500	L.C.	8	22	10	60	50	100	100	100	87	72	67	57	51	39	33	19	11	44	26	18	A-2-7 (0)	1,709	18	13	18	23			
3+500	L.C.	8	23	60	120	60	100	100	100	92	89	86	80	77	65	59	46	36	28	20	8	A-4 (0)	1,995	13	11	16	23			
3+500	L.C.	8	-	120	a Mas		Bolones																							
4+000	Derecha	9	24	0	20	20	100	100	94	86	75	68	58	52	36	26	15	10	33	18	15	A-2-6 (0)	1,953	10	13	28	38			
4+000	Derecha	9	25	20	70	50	100	100	100	87	72	67	57	51	39	33	19	11	44	26	18	A-2-7 (0)	1,709	18	13	18	23			
4+000	Derecha	9	26	70	150	80	100	100	100	100	92	90	84	77	65	59	46	36	28	23	15	A-2-6 (0)	1,953	10	13	28	38			

Fuente: Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI)- GEOTENIC.

**Cuadro No. 133. Resultados de Laboratorio.**

Localización de Sondeo		Identificación de Muestras		Estratigrafía			NORMA: AASHTO T 27 y AASHTO T 11											NORMA: AASHTO T 90			Clasificación	NORMA: AASHTO T 99		NORMA: AASHTO T 193							
Estación	Banda	Sondeo No.	Muestra No.	C. Cont.	C. Loc.	C. Prof.	Granulometría (% que pasa)											Límites de Atterberg				NORMA:	Densidad máxima	Humedad óptima	Valores de CBR						
							3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	No. 10	No. 40	No. 200	L.L.	L.P.					IP	90	95	100			
							75	63	50	38	25	19	13	10	5	2	0	0	%	%	%		AASHTO M 145	(kg/m <sup>3</sup> )	(%)	(%)	(%)	(%)			
4+500	Izquierda	10	27	0	10	10	100	100	94	86	75	68	58	52	36	26	15	10	33	18	15	A-2-6 (0)	1,953	10	13	28	38				
4+500	Izquierda	10	28	10	55	45	100	100	100	100	81	73	61	53	26	20	13	9	51	21	30	A-2-7 (0)	1,709	18	13	18	23				
4+500	Izquierda	10	29	55	150	95	100	100	100	100	100	100	96	94	82	79	69	47	34	22	12	A-6 (3)	1,987	12	11	16	19				
5+000	Derecha	11	30	0	60	60	100	100	93	90	81	74	65	58	41	33	22	14	28	21	7	A-2-4 (0)	2,039	10	9	18	22				
5+000	Derecha	11	31	60	91	31	100	100	100	93	87	82	74	66	49	41	28	22	47	27	20	A-2-7 (0)	1,712	18	9	19	25				
5+000	Derecha	11	32	91	137	46	100	100	82	68	53	43	32	26	12	10	5	3	N.P.	N.P.	N.P.	A-1-a (0)	1,944	10	11	26	35				
5+000	Derecha	11	-	137	a Mas		Bolones																								
5+500	L.C.	12	33	0	70	70	100	100	93	90	81	74	65	58	41	33	22	14	28	21	7	A-2-4 (0)	2,021	11	10	16	21				
5+500	L.C.	12	34	70	150	80	100	100	100	93	87	82	74	66	49	41	28	22	47	27	20	A-2-7 (0)	1,712	18	9	19	25				
6+000	Izquierda	13	35	0	90	90	100	100	93	90	81	74	65	58	41	33	22	14	28	21	7	A-2-4 (0)	2,039	10	9	18	22				
6+000	Izquierda	13	36	90	150	60	100	100	100	100	100	100	100	100	97	85	63	36	20	16	A-6 (8)	1,626	17	7	15	18					
6+500	Derecha	14	37	0	10	10	100	100	93	90	81	74	65	58	41	33	22	14	28	21	7	A-2-4 (0)	2,039	10	9	18	22				
6+500	Derecha	14	38	10	60	50	100	100	100	93	87	82	74	66	49	41	28	22	47	27	20	A-2-7 (0)	1,712	18	9	19	25				
6+500	Derecha	14	39	60	150	90	100	100	100	100	100	100	100	100	97	85	63	36	20	16	A-6 (8)	1,626	17	7	15	18					
7+000	L.C.	15	40	0	5	5	100	100	93	90	81	74	65	58	41	33	22	14	28	21	7	A-2-4 (0)	2,021	11	10	16	21				
7+000	L.C.	15	41	5	76	71	100	100	100	95	85	78	65	57	41	33	22	14	36	27	9	A-2-4 (0)	2,021	11	10	16	21				
7+000	L.C.	15	42	76	150	74	100	100	100	100	100	98	89	80	61	51	40	32	33	20	13	A-2-6 (0)	2,069	9	8	17	22				
7+500	Izquierda	16	43	0	40	40	100	100	100	95	85	78	65	57	41	28	18	13	36	27	9	A-2-4 (0)	2,021	11	10	16	21				
8+000	Derecha	17	44	0	27	27	100	100	100	100	96	87	78	68	46	28	20	15	45	19	26	A-2-7 (0)	1,941	10	18	20	25				
8+000	Derecha	17	45	27	100	73	100	100	100	94	83	77	69	64	54	38	25	17	33	23	10	A-2-4 (0)	1,912	11	21	41	48				
8+000	Derecha	17	46	100	150	50	100	100	92	81	72	66	62	60	53	44	36	32	31	27	4	A-2-4 (0)	1,912	11	21	41	48				

Fuente: Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI)- GEOTENIC.

**Cuadro No. 134. Resultados de Laboratorio.**

Localización de Sondeo		Identificación de Muestras		Estratigrafía			NORMA: AASHTO T 27 y AASHTO T 11										NORMA: AASHTO T 90			Clasificación	NORMA: AASHTO T 99		NORMA: AASHTO T 193				
Estación	Banda	Sondeo No.	Muestra No.	C. Cont.	C. Co.	C. M. Cont.	Granulometría (% que pasa)										Límites de Atterberg				Densidad máxima (kg/m <sup>3</sup> )	Humedad óptima (%)	Valores de CBR				
							3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	No. 10	No. 40	No. 200	L.L.	L.P.			IP	NORMA:	90	95	100
							75	63	50	38	25	19	13	10	5	2	0	0	%	%	%	AASHTO M 145	(kg/m <sup>3</sup> )	(%)	(%)	(%)	(%)
8+500	L.C.	18	47	0	90	90	100	100	100	100	96	87	78	68	46	28	20	15	43	19	24	A-2-7 (0)	1,941	10	18	20	25
8+500	L.C.	18	48	90	150	60	100	100	93	86	75	69	61	55	44	33	26	19	31	29	2	A-1-b (0)	1,912	11	21	41	48
9+000	Izquierda	19	49	0	5	5	100	100	100	100	96	87	78	68	46	28	20	15	43	19	24	A-2-7 (0)	1,941	10	18	20	25
9+000	Izquierda	19	50	5	60	55	100	100	93	86	75	69	61	55	44	33	26	19	31	29	2	A-1-b (0)	1,912	11	21	41	48
9+000	Izquierda	19	51	60	125	65	100	100	100	100	96	87	78	68	46	28	20	15	43	19	24	A-2-7 (0)	1,941	10	18	20	25
9+000	Izquierda	19		125	a	mas	Roca																				
9+500	Derecha	20	52	0	5	5	100	100	100	100	96	87	78	68	46	28	20	15	43	19	24	A-2-7 (0)	1,941	10	18	20	25
9+500	Derecha	20	53	5	42	37	100	100	88	76	58	50	40	34	24	19	13	10	40	15	25	A-2-6 (0)	1,634	18	17	23	27
9+500	Derecha	20	54	42	150	108	100	100	100	100	96	87	78	68	46	28	20	15	43	19	24	A-2-7 (0)	1,941	10	18	20	25
10+000	L.C.	21	55	0	5	5	100	100	100	100	96	87	78	68	46	28	20	15	43	19	24	A-2-7 (0)	1,941	10	18	20	25
10+000	L.C.	21	56	5	35	30	100	100	88	76	58	50	40	34	24	19	13	10	40	15	25	A-2-6 (0)	1,634	18	17	23	27
10+000	L.C.	21	57	35	150	115	100	100	100	100	98	94	87	67	65	62	51	48	29	19		A-7-6 (7)	1,900	10	2	3	3
10+500	Izquierda	22	58	0	150	150	100	100	95	91	84	80	76	72	55	40	26	18	39	24	15	A-2-6 (0)	1,955	11	18	23	28
11+000	Derecha	23	59	0	6	6	100	100	95	91	84	80	76	72	55	40	26	18	39	24	15	A-2-6 (0)	1,955	11	18	23	28
11+000	Derecha	23	60	6	150	144	100	100	100	93	88	84	77	69	51	35	25	18	32	22	10	A-2-4 (0)	1,864	9	23	33	47
11+500	L.C.	24	61	0	20	20	100	100	100	100	99	99	93	89	74	58	43	30	28	20	8	A-2-4 (0)	1,864	9	23	33	47
11+500	L.C.	24	62	20	150	130	100	100	100	93	88	84	77	69	51	35	25	18	32	22	10	A-2-4 (0)	1,864	9	23	33	47
12+000	Izquierda	25	63	0	3	3	100	100	95	91	84	80	76	72	55	40	26	18	39	24	15	A-2-6 (0)	1,955	11	18	23	28
12+000	Izquierda	25	64	3	48	45	100	100	100	93	88	84	77	69	51	35	25	18	32	22	10	A-2-4 (0)	1,864	9	23	33	47
12+000	Izquierda	25	65	48	100	52	100	100	100	100	98	96	94	85	72	51	32	31	23	8		A-2-4 (0)	1,864	9	23	33	47
12+000	Izquierda	25	66	100	150	50	100	100	100	100	100	100	100	100	97	94	89	82	60	29	31	A-7-6 (28)	1,640	17	3	4	6

Fuente: Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI)- GEOTENIC.

**Cuadro No. 135. Resultados de Laboratorio.**

Localización de Sondeo		Identificación de Muestras		Estratigrafía			NORMA: AASHTO T 27 y AASHTO T 11										NORMA: AASHTO T 90			Clasificación	NORMA: AASHTO T 99		NORMA: AASHTO T 193								
Estación	Banda	Sondeo No.	Muestra No.	Profundidad (m)	Profundidad (ft)	Profundidad (m)	Granulometría (% que pasa)										Límites de Atterberg				NORMA:	Densidad máxima (kg/m <sup>3</sup> )	Humedad óptima (%)	Valores de CBR							
							3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	No. 10	No. 40	No. 200	L.L. %	LP %				LP %	AASHTO M 145	90 (%)	95 (%)	100 (%)			
12+500	Derecha	26	67	0	30	30	100	100	95	91	84	80	76	72	55	35	25	18	39	24	15	A-2-6 (0)	1,955	11	18	23	28				
12+500	Derecha	26	68	55	150	95	100	100	100	93	88	84	77	69	51	35	25	18	32	22	10	A-2-4 (0)	1,864	9	23	33	47				
13+000	L.C.	27	69	0	10	10	100	100	95	91	84	80	76	72	55	40	26	18	39	24	15	A-2-6 (0)	1,955	11	18	23	28				
13+000	L.C.	27	70	10	35	25	100	100	100	100	100	100	100	99	94	82	48	25	27	20	7	A-2-4 (0)	1,864	9	23	33	47				
13+000	L.C.	27	71	35	67	32	100	100	100	100	99	99	93	89	74	58	43	30	28	20	8	A-2-4 (0)	1,955	11	18	23	28				
13+000	L.C.	27	72	67	150	83	100	100	100	100	100	100	100	98	95	86	59	40	27	16	11	A-6 (1)	1,970	11	11	16	18				
13+500	Izquierda	28	73	0	20	20	100	100	100	97	94	92	87	83	69	51	37	26	34	26	8	A-2-4 (0)	2,021	7	23	38	47				
13+500	Izquierda	28	74	20	40	20	100	100	94	88	83	79	72	68	56	45	30	17	29	22	7	A-2-4 (0)	2,021	7	23	38	47				
13+500	Izquierda	29	75	40	150	110	100	100	100	100	100	98	96	94	85	72	51	32	31	23	8	A-2-4 (0)	2,021	7	23	38	47				
14+000	Derecha	29	76	0	7	7	100	100	100	97	94	92	87	83	69	51	37	26	34	26	8	A-2-4 (0)	2,021	7	23	38	47				
14+000	Derecha	29	77	7	20	13	100	100	100	100	100	100	100	100	97	85	63	36	19	17	A-6 (8)	1,626	17	7	15	18					
14+000	Derecha	29	78	20	150	130	100	100	95	90	87	84	73	64	46	23	11	5	31	23	8	A-2-4 (0)	2,021	7	23	38	47				
14+500	L.C.	30	79	0	5	5	100	100	100	97	94	92	87	83	69	51	37	26	34	26	8	A-2-4 (0)	2,021	7	23	38	47				
14+500	L.C.	30	80	5	100	95	100	100	100	97	85	73	56	46	29	17	10	6	32	23	9	A-2-4 (0)	2,021	7	23	38	47				
14+500	L.C.	30		100	a Mas		Bolones																								
15+000	Izquierda	31	81	0	80	80	100	100	100	97	94	92	87	83	69	51	37	26	34	26	8	A-2-4 (0)	2,021	7	23	38	47				
15+000	Izquierda	31		80	a Mas		Bolones																								
15+500	Derecha	32	82	0	9	9	100	100	100	97	94	92	87	83	69	51	37	26	34	26	8	A-2-4 (0)	2,021	7	23	38	47				
15+500	Derecha	32	83	9	20	11	100	100	100	97	94	92	87	83	69	35	16	8	32	23	9	A-2-4 (0)	2,021	7	23	38	47				
15+500	Derecha	32	84	20	150	130	100	100	86	77	69	64	58	53	39	32	22	16	34	21	13	A-2-6 (0)	1,955	11	18	23	28				
16+000	L.C.	33	85	0	8	8	100	100	98	89	80	75	66	59	43	29	20	15	33	23	10	A-2-4 (0)	1,980	10	29	39	44				
16+000	L.C.	33	86	8	140	132	100	100	100	100	100	97	94	90	82	75	50	33	45	23	22	A-2-7 (1)	1,762	13	20	27	32				
16+000	L.C.	33		140	A MAS		Bolones																								

Fuente: Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI)- GEOTENIC.

**Cuadro No. 136. Resultados de Laboratorio.**

Localización de Sondeo		Identificación de Muestras		Estratigrafía			NORMA: AASHTO T 27 y AASHTO T 11											NORMA: AASHTO T 90			Clasificación	NORMA: AASHTO T 99		NORMA: AASHTO T 193					
Estación	Banda	Sondeo No.	Muestra No.	10	130	120	Granulometría (% que pasa)											Límites de Atterberg				Densidad máxima (kg/m <sup>3</sup> )	Humedad óptima (%)	Valores de CBR					
							3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	No. 10	No. 40	No. 200	L.L.	LP	IP			NORMA:	90	95	100		
								75	63	50	38	25	19	13	10	5	2	0	0	%	%	%	AASHTO M145	(kg/m <sup>3</sup> )	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
16+500	Izquierda	34	87	10	130	120	100	100	95	87	79	72	65	60	48	33	22	13	32	19	13	A-2-6 (0)	1,887	15	23	30	37		
16+500	Izquierda	34		130	A MAS											Cascajo compacto													
17+000	Derecha	35	88	0	5	5	100	100	100	100	100	100	100	100	96	88	74	41	30	11	A-4 (8)	1,460	22	17	21	30			
17+000	Derecha	35	89	5	150	145	100	100	100	100	100	98	94	87	67	65	62	51	48	29	19	A-7-6 (7)	1808	14	6	9	11		
17+500	L.C.	36	90	0	17	17	100	100	98	89	80	75	66	59	43	29	20	15	33	23	10	A-2-4 (0)	1,980	10	29	39	44		
17+500	L.C.	36	91	17	130	113	100	100	100	100	100	98	96	90	79	47	29	30	19	11	A-2-6 (0)	1,887	15	23	30	37			
17+500	L.C.	36		130	A MAS											Bolones													
18+000	Izquierda	37	92	0	15	15	100	100	98	89	80	75	66	59	43	29	20	15	32	23	9	A-2-4 (0)	1,980	10	29	39	44		
18+000	Izquierda	37	93	15	150	135	100	100	100	97	91	87	78	71	57	46	31	12	25	20	5	A-1-b (0)	1,762	13	20	27	32		
18+500	Derecha	38	94	0	45	45	100	100	100	97	91	87	78	71	57	46	31	12	25	20	5	A-1-b (0)	1,762	13	20	27	32		
18+500	Derecha	38	95	45	150	105	100	100	100	100	98	94	87	67	65	62	51	48	29	19	A-7-6 (7)	1,808	14	6	9	11			
19+000	Izquierda	39	96	0	8	8	100	100	98	90	80	75	66	59	44	30	21	15	33	24	9	A-2-4 (0)	2008	16	33	38	44		
19+000	Izquierda	39	97	8	31	23	100	100	100	100	100	99	98	96	87	78	48	34	38	23	15	A-2-6 (1)	2000	16	25	30	36		
19+000	Izquierda	39	98	31	150	119	100	100	100	100	100	100	100	99	96	88	58	36	27	17	10	A-4 (0)	1979	15	11	25	33		
19+500	Derecha	40	99	40	150	110	100	100	100	100	100	99	98	96	87	78	48	34	38	23	15	A-2-6 (1)	2000	16	25	30	36		
20+000	L.C.	41	100	0	5	5	100	100	98	90	80	75	66	59	44	30	21	15	33	24	9	A-2-4 (0)	2008	16	33	38	44		
20+000	L.C.	41	101	5	32	27	100	100	96	89	79	75	70	68	58	50	35	20	60	29	31	A-2-4 (0)	2000	12	33	42	50		
20+000	L.C.	41	102	32	150	118	100	100	100	100	100	99	98	96	87	78	48	34	38	23	15	A-2-6 (1)	2000	16	25	30	36		

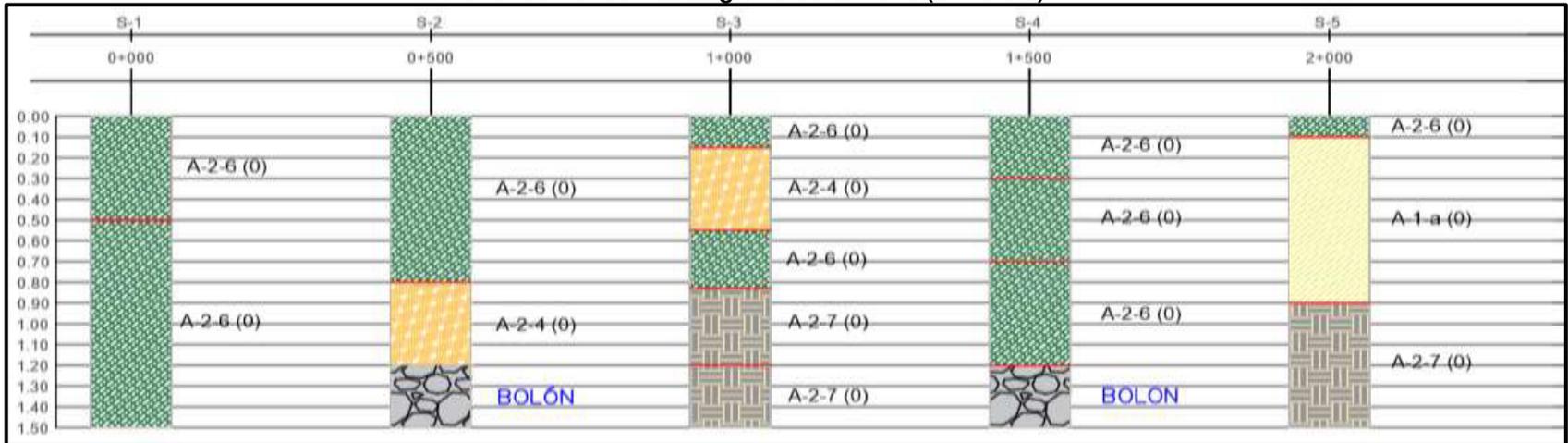
Fuente: Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI)- GEOTENIC.

**Cuadro No. 137. Resultados de Laboratorio.**

Localización de Sondeo		Identificación de Muestras		Estratigrafía			NORMA: AASHTO T 27 y AASHTO T 11										NORMA: AASHTO T 90			Clasificación	NORMA: AASHTO T 99		NORMA: AASHTO T 193				
Estación	Banda	Sondeo No.	Muestra No.	Categoría	Profundidad (m)	Profundidad (ft)	Granulometría (% que pasa)										Límites de Atterberg				Densidad máxima	Humedad óptima	Valores de CBR				
							3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	No. 10	No. 40	No. 200	L.L.				LP	IP	NORMA:	90	95
																	AASHTO M 145	(kg/m <sup>3</sup> )	(%)	(%)	(%)	(%)					
20+500	Izquierda	42	103	0	21	21	100	100	88	77	58	50	40	34	24	19	13	10	40	24	16	A-2-6 (0)	2000	16	25	30	36
20+500	Izquierda	42	104	21	150	129	100	100	100	100	100	99	98	96	87	78	48	34	38	23	15	A-2-6 (1)	2000	16	25	30	36
21+000	Derecha	43	105	0	5	5	100	100	98	90	80	75	66	59	44	30	21	15	33	24	9	A-2-4 (0)	2008	16	33	38	44
21+000	Derecha	43	106	5	150	145	100	100	100	100	100	99	98	96	87	78	48	34	38	23	15	A-2-6 (1)	2000	16	25	30	36
21+500	L.C.	44	107	0	10	10	100	100	100	94	83	74	63	56	43	25	17	11	34	25	9	A-2-4 (0)	2000	11	30	39	46
21+500	L.C.	44	108	10	25	15	100	100	100	100	99	98	97	96	93	79	43	19	30	23	7	A-2-4 (0)	2000	11	30	39	46
21+500	L.C.	44	109	25	150	125	100	100	100	100	100	100	100	100	95	87	84	55	38	17	A-7-5 (21)	1381	22	3	4	5	
22+000	Izquierda	45	110	0	11	11	100	100	100	94	83	74	63	56	43	25	17	11	34	25	9	A-2-4 (0)	2000	11	30	39	46
22+000	Izquierda	45	111	11	150	139	100	100	100	100	100	100	100	100	95	87	84	57	38	19	A-7-5 (21)	1381	22	3	4	5	
22+500	Derecha	46	112	0	50	50	100	100	100	100	99	98	97	96	93	79	43	19	30	23	7	A-2-4 (0)	2000	11	30	39	46
22+500	Derecha	46	113	50	150	100	100	100	100	100	100	100	100	100	95	87	84	57	38	19	A-7-5 (21)	1381	22	3	4	5	
23+000	L.C.	47	114	0	30	30	100	100	100	100	99	98	97	96	93	79	43	19	60	29	31	A-2-4 (0)	2000	11	30	39	46
23+000	L.C.	47	115	30	150	120	100	100	100	100	100	100	100	100	95	87	84	55	38	17	A-7-5 (21)	1381	22	3	4	5	
23+500	Izquierda	48	116	0	18	18	100	100	100	100	99	98	97	96	93	79	43	19	30	23	7	A-7-5 (21)	1381	22	3	4	5
23+500	Izquierda	48	117	18	46	28	100	100	100	100	100	100	100	100	95	87	84	57	38	19	A-7-5 (21)	1381	22	3	4	5	
23+500	Izquierda	48	118	46	150	104	100	100	100	100	100	99	98	96	87	51	34	22	38	23	16	A-2-6 (1)	1985	17	26	31	35
24+000	Derecha	49	119	0	18	18	100	100	100	100	99	98	97	96	93	79	43	19	30	23	7	A-2-4 (0)	2000	11	30	39	46
24+000	Derecha	49	120	18	150	132	100	100	100	100	100	100	100	100	95	87	84	57	38	19	A-7-5 (21)	1381	22	3	4	5	

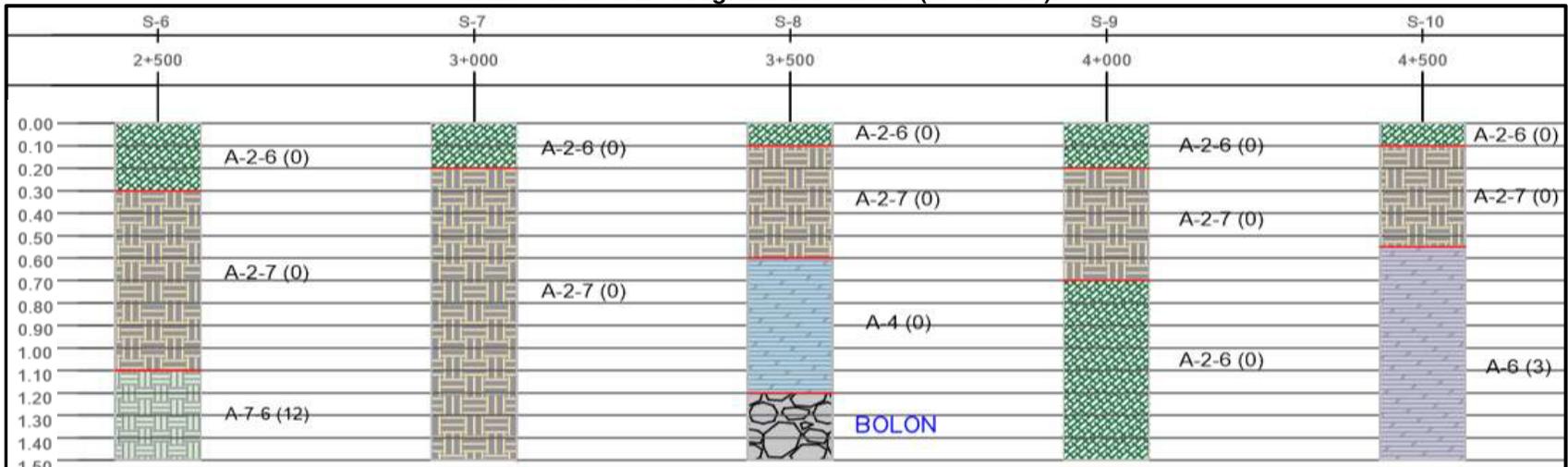
Fuente: Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI)- GEOTENIC.

**Grafico No. 30. Estratigrafía del terreno (S-1 a S-5).**



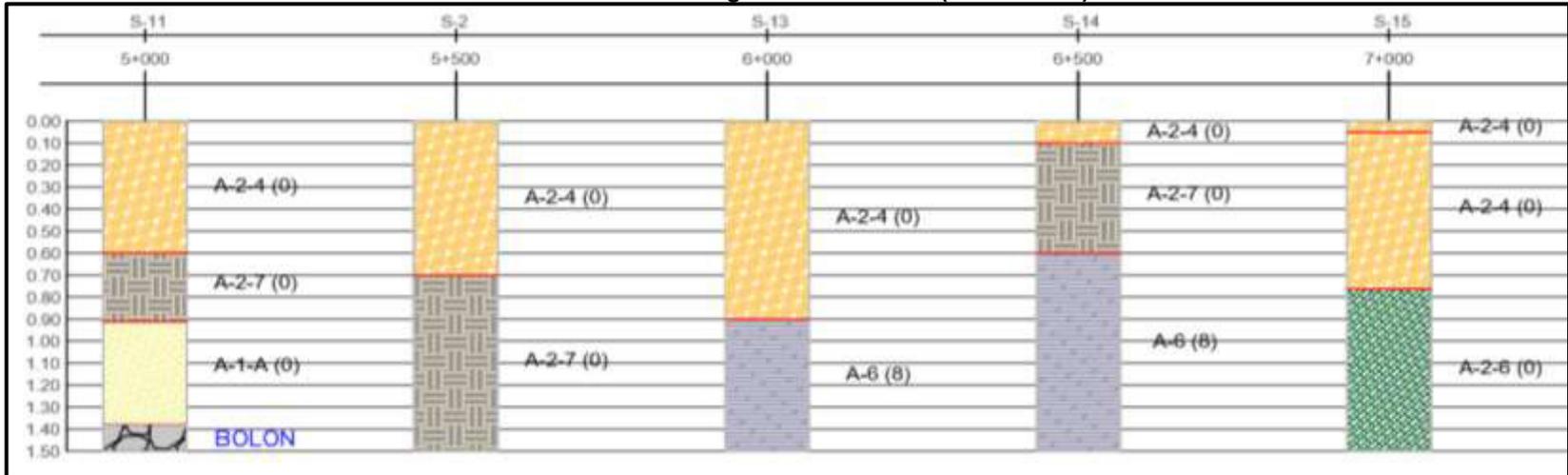
Fuente: Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI)- GEOTENIC.

**Grafico No. 31. Estratigrafía del terreno (S-6 a S-10).**



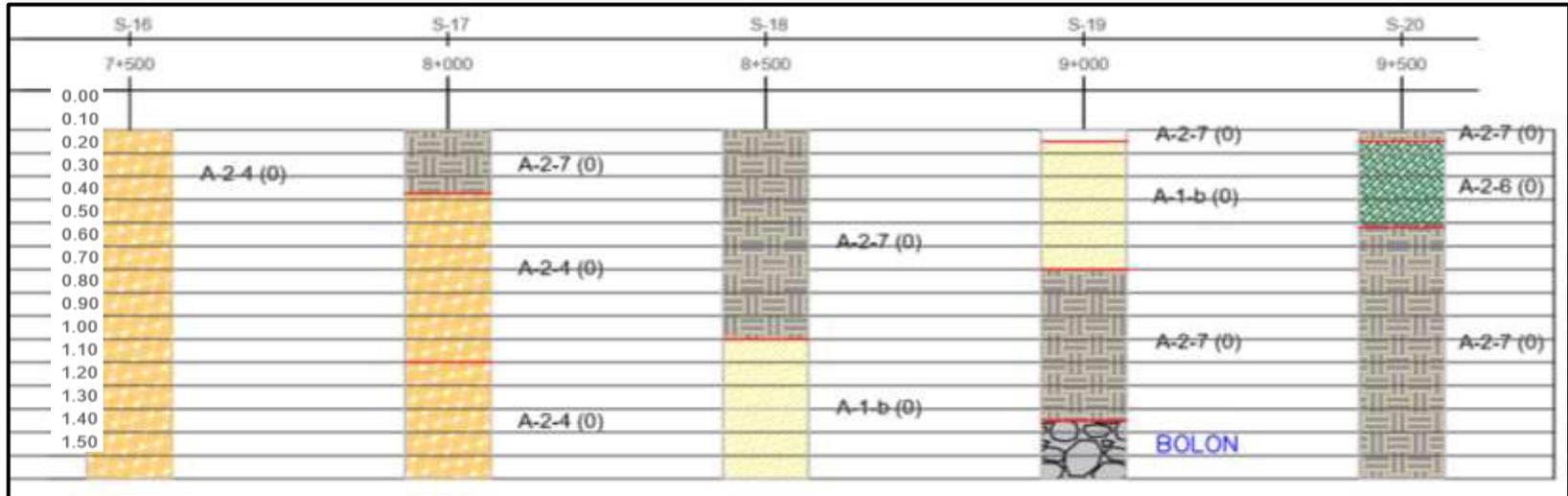
Fuente: Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI)- GEOTENIC.

Grafico No. 32. Estratigrafía del terreno (S-11 a S-15).



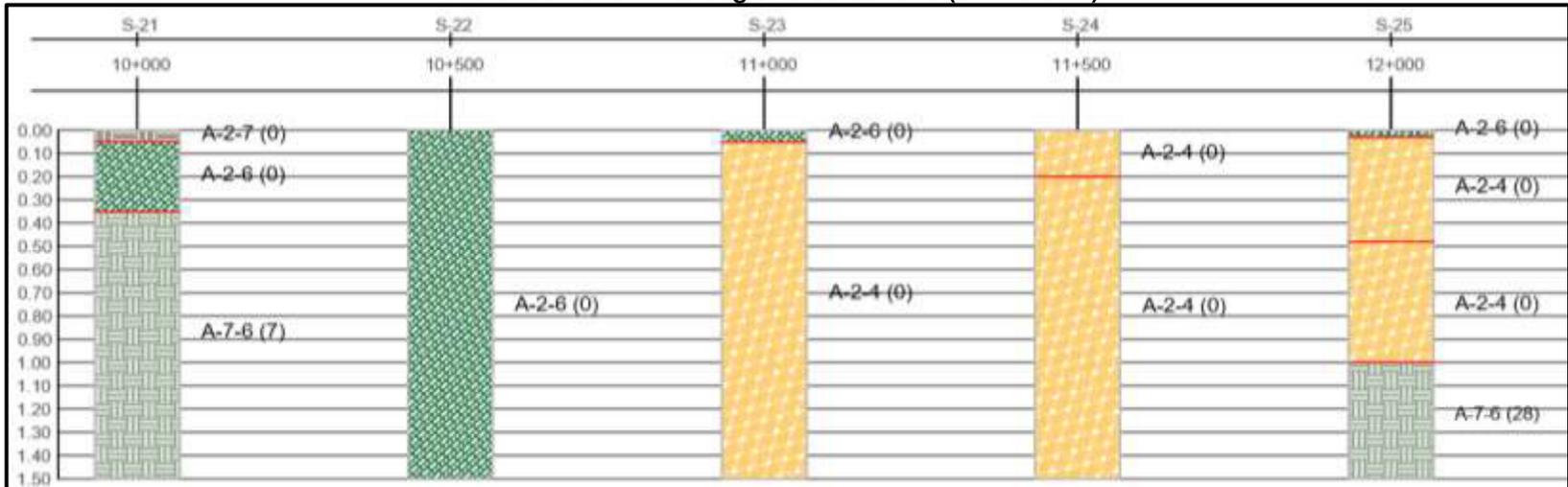
Fuente: Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI)- GEOTENIC.

Grafico No. 33. Estratigrafía del terreno (S-16 a S-20).



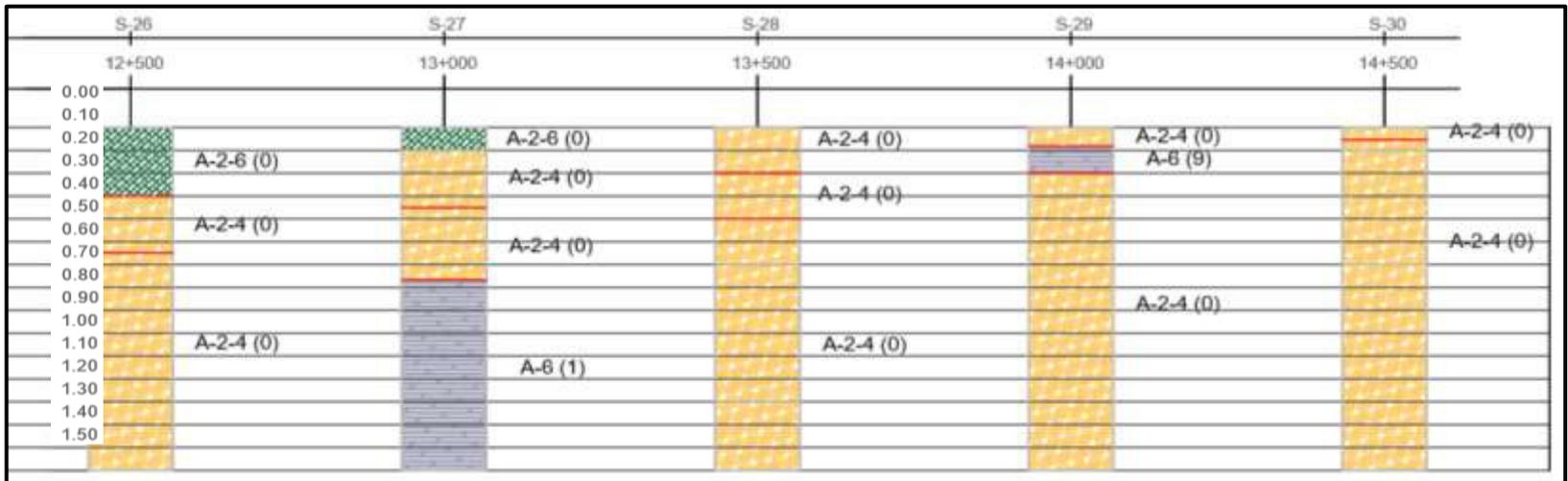
Fuente: Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI)- GEOTENIC.

**Gráfico No. 34. Estratigrafía del terreno (S-21 a S-25).**



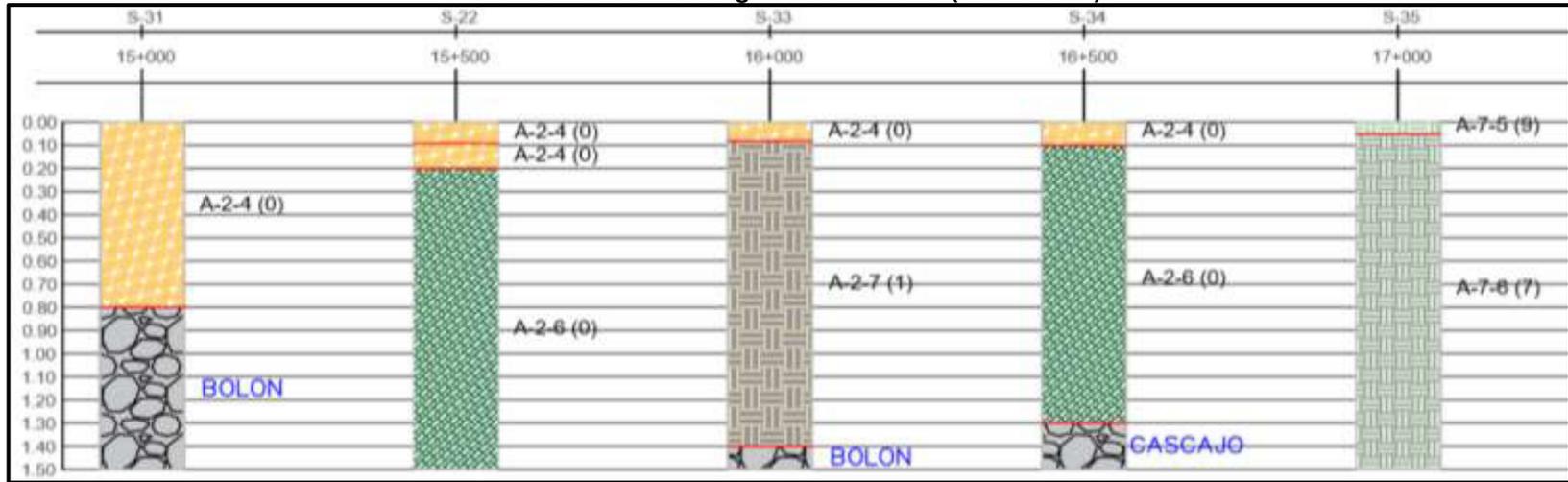
Fuente: Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI)- GEOTENIC.

**Gráfico No. 35. Estratigrafía del terreno (S-26 a S-30).**



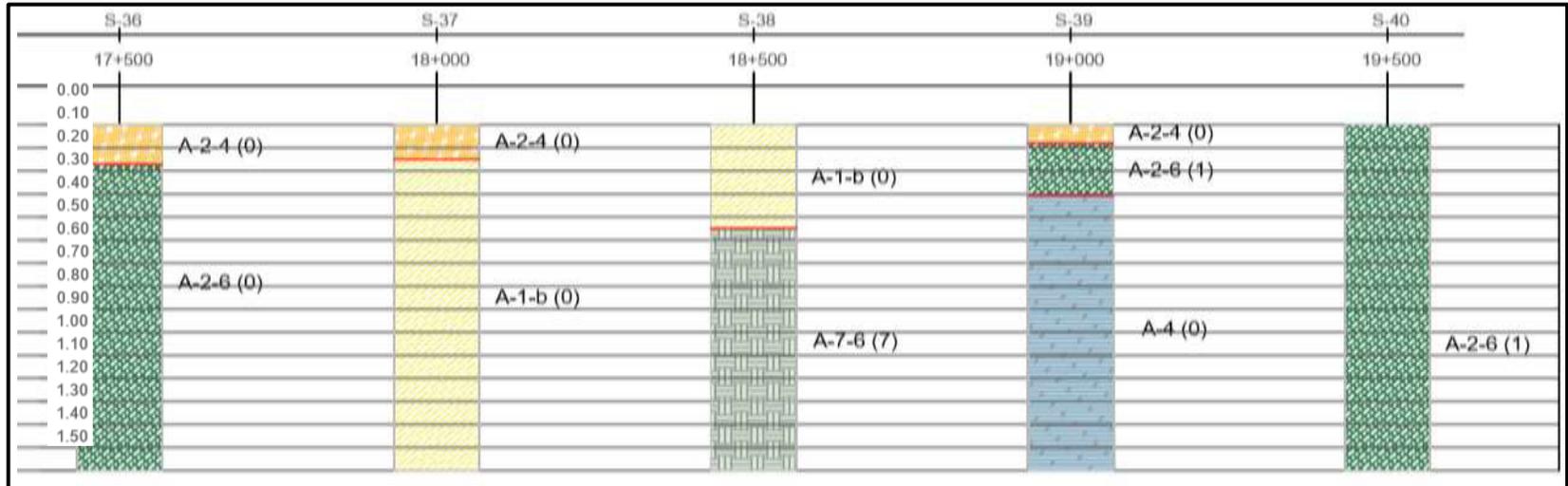
Fuente: Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI)- GEOTENIC.

Grafico No. 36. Estratigrafía del terreno (S-31 a S-35).



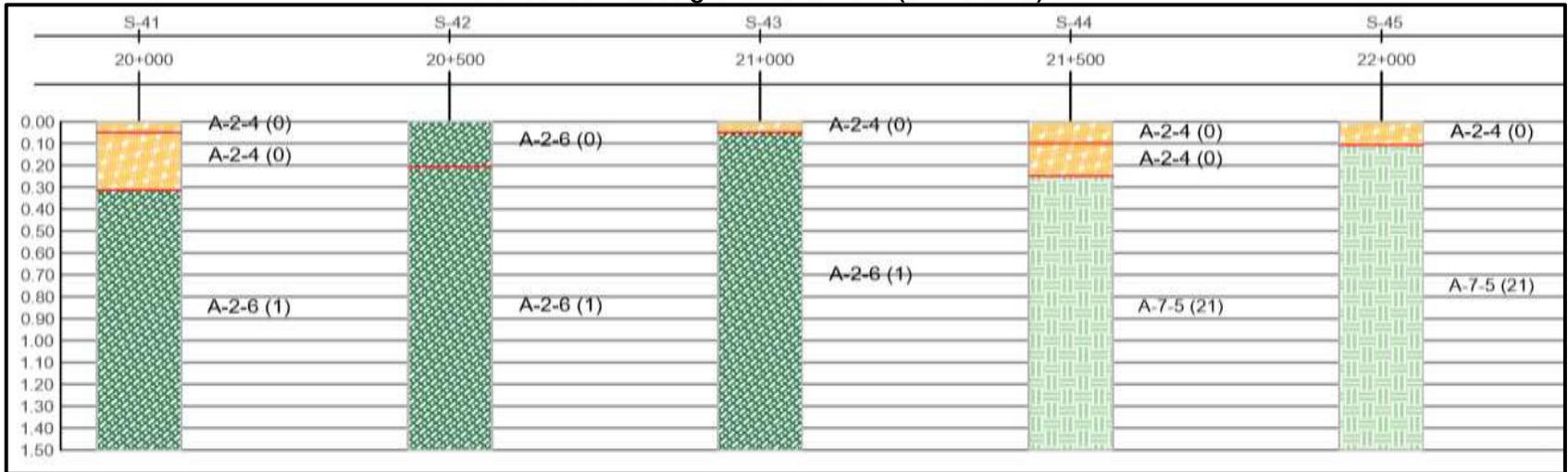
Fuente: Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI)- GEOTENIC.

**Grafico No. 37. Estratigrafía del terreno (S-36 a S-40).**



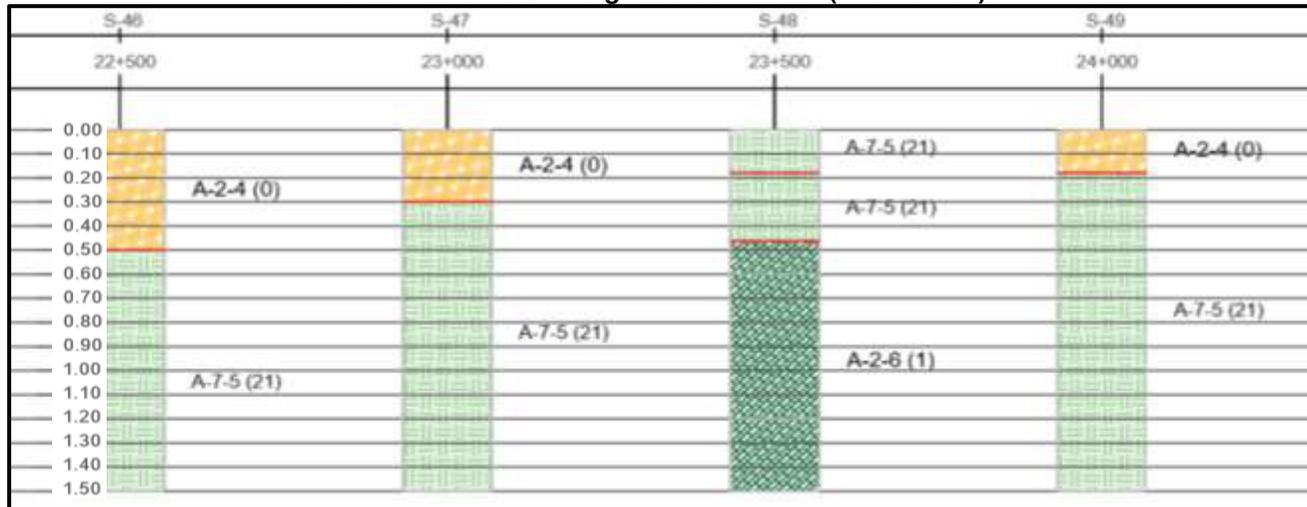
Fuente: Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI)- GEOTENIC.

**Grafico. 38. Estratigrafía del terreno (S-41 a S-45).**



Fuente: Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI)- GEOTENIC.

**Grafico No. 39. Estratigrafía del terreno (S-46 a S-49).**



Fuente: Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI)- GEOTENIC.

**Cuadro 138. Ensaye de CBR del Banco de Materiales No. 1 SANTA CRUZ (Muestra al 90,95,100%).**

<b>Proyecto:</b>	Diseño de pavimento flexible Pantasma (24 Kms).							
<b>Dueño del proyecto:</b>	MINISTERIO DE TRANSPORTE E INFRAESTRUCTURA (M.T.I.)			<b>Banco:</b>	Santacruz			
<b>Dueño del banco:</b>	Geronimo Zelaya	<b>Calicata:</b>	1		<b>Muestra:</b>	2		
<b>Desde:</b>	0.2	<b>Hasta:</b>	1.5	<b>Espesor:</b>	1.3	<b>Fecha:</b>	1/5/2015	
<b>Clasificación visual:</b>	Grava arcilla arenosa color rojizo				Coordenada X	620444	<b>CLASIF. SUCS</b>	GW
					Coordenada Y	1485788		
<b>Ensayo carga Penetración</b>								
<b>Anillo</b>	<b>Molde 1</b>		<b>Molde 2</b>		<b>Molde3</b>			
	<b>Dial</b>	<b>Carga</b>	<b>Dial</b>	<b>Carga</b>	<b>Dial</b>	<b>Carga</b>		
0.025"	10	204	26	529	32	651		
0.05"	16	326	47	957	50	1018		
0.075"	24	489	61	1242	70	1425		
0.1"	34	692	71	1445	92	1873		
0.15"	43	875	91	1853	116	2362		
0.2"	54	1099	118	2402	140	2850		
0.3"	70	1425	140	2850	160	3257		
0.4"	90	1832	175	3563	195	3970		
<b>C.B.R</b>		<b>24</b>		<b>53</b>		<b>63</b>		
<b>GRAFICO CARGA PENETRACION</b>				<b>GRAFICO DE HINCHAMIENTO</b>				

Fuente: Ministerio de infraestructura MTI- GEONIC / ingenieros consultores.

**Cuadro 139. Granulometría Banco de Préstamo No. 1 SANTA CRUZ.**

<b>Proyecto:</b>		Diseño de pavimento flexible Pantasma (24 Kms).						
<b>Dueño del proyecto:</b>		MINISTERIO DE TRANSPORTE E INFRAESTRUCTURA (M.T.I.)		<b>Banco:</b>	Santacruz			
<b>Dueño del banco:</b>		Geronimo Zelaya	<b>Calicata:</b>	1	<b>Muestra:</b>	2		
<b>Desde:</b>		0.2	<b>Hasta:</b>	1.5	<b>Espesor:</b>	1.3	<b>Fecha:</b>	1/5/2015
<b>Clasificación visual:</b>		Grava arcilla arenosa color rojizo				Coordenada X	620444	<b>CLASIF.</b> SUCS      GW
						Coordenada Y	1485788	
<b>ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS</b>						<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>		
ASTM D-422 AASHTO T-88						ASTM D - 2216		
<b>Tamices</b>		Peso Retenido Parcial (gms)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que pasa la malla	Número de la tara		X-3
<b>Pulgadas</b>	<b>mm</b>					Peso de tara		0
3"	75	0	0	0	100	Peso de tara + material húmedo		150
2 1/2"	63	0	0	0	100	Peso de tara + material seco		143.8
2"	50	0	0	0	100	Peso de material húmedo		150
1 1/2"	37.5	1450	4	4	96	Peso de material seco		143.8
1"	25.0	2030	5	9	91	Peso del agua		6.2
3/4"	19.0	1500	4	12	88	% de humedad		4.3
1/2"	12.5	2900	7	20	80	<b>Lavado</b>		
3/8"	9.5	10750	27	46	54	Peso Seco (grs)		100
No. 4	4.75	10750	27	73	27	Peso seco lavado (grs)		73.5
Pasa N° 4		10750	27	100		Diferencia (grs)		26.5
Suma		40130	100			Pasa N° 200 (grs)		-26.5

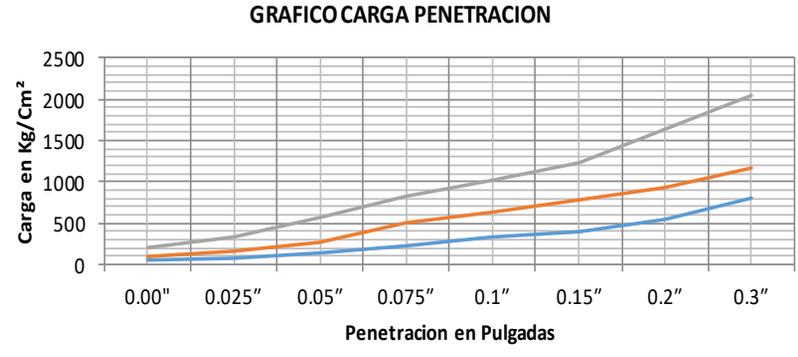
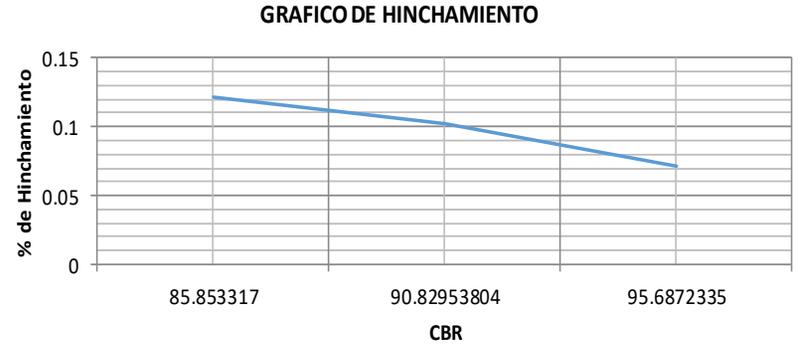
  

Curva Granulométrica

Diameter (mm)	% que pasa
75	100
63	100
50	96
37.5	91
25	88
19	80
12.5	54
9.5	27
4.75	20
0.85	11
0.425	7

Fuente: Ministerio de infraestructura MTI- GEONIC / ingenieros consultores.

**Cuadro 140. Ensaye de CBR del Banco de Materiales No. 2 EL CHILE (Muestra al 90,95,100%).**

<b>Proyecto:</b>	Diseño de pavimento flexible Pantasma (24 Kms).							
<b>Dueño del proyecto:</b>	MINISTERIO DE TRANSPORTE E INFRAESTRUCTURA (M.T.I.)			<b>Banco:</b>	El Chile			
<b>Dueño del banco:</b>	Alcaldía de Pantasma	<b>Calicata:</b>	3	<b>Muestra:</b>	1			
<b>Desde:</b>	0	<b>Hasta:</b>	3	<b>Espesor:</b>	3	<b>Fecha:</b>	20/5/2015	
<b>Clasificación visual:</b>	Grava con arcilla y arena, color rojizo.			Coordenada X	617608	<b>CLASIF. SUCS</b>	GW	
				Coordenada Y	1481189			
<b>Ensayo carga Penetración</b>								
<b>Anillo</b>	<b>Molde 1</b>		<b>Molde 2</b>		<b>Molde3</b>			
	<b>Dial</b>	<b>Carga</b>	<b>Dial</b>	<b>Carga</b>	<b>Dial</b>	<b>Carga</b>		
0.025"	3	61	5	102	10	204		
0.05"	4	81	8	163	16	326		
0.075"	7	143	13	265	28	570		
0.1"	11	224	25	509	40	814		
0.15"	16	326	31	631	50	1018		
0.2"	20	407	38	774	61	1242		
0.3"	27	550	46	937	80	1629		
0.4"	39	794	57	1160	100	2036		
<b>C.B.R</b>		<b>9</b>		<b>17</b>		<b>28</b>		
								

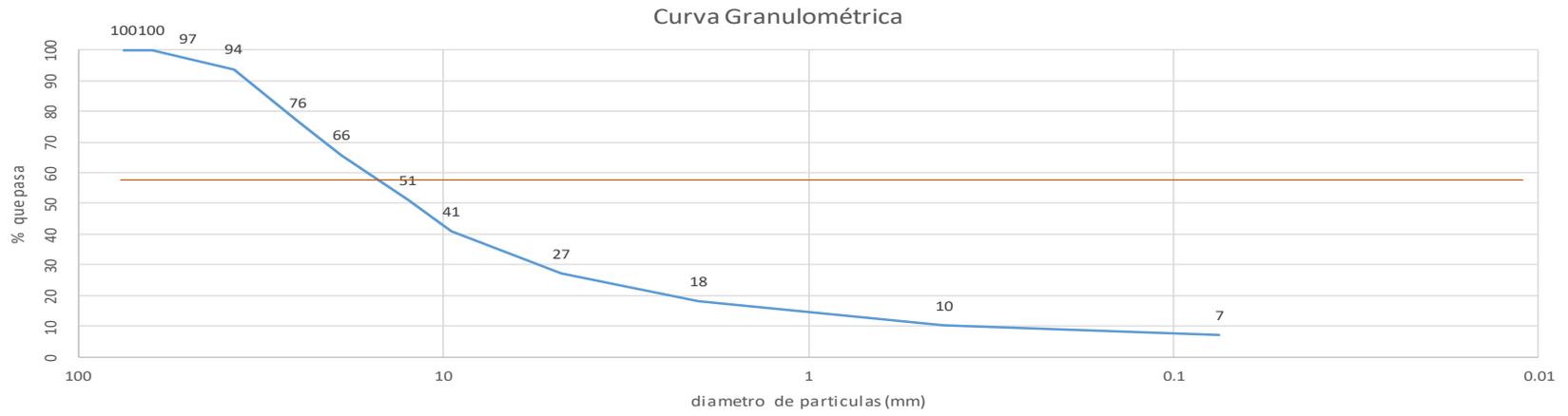
Fuente: Ministerio de infraestructura MTI- GEONIC / ingenieros consultores.

**Cuadro 141. Granulometría Banco de Préstamo No. 2 EL CHILE.**

<b>Proyecto:</b>		Diseño de pavimento flexible Pantasma (24 Kms).					
<b>Dueño del proyecto:</b>		MINISTERIO DE TRANSPORTE E INFRAESTRUCTURA (M.T.I.)		<b>Banco:</b>	El Chile		
<b>Dueño del banco:</b>		Alcaldía de Pantasma	<b>Calicata:</b>	3	<b>Muestra:</b>	1	
<b>Desde:</b>		0	<b>Hasta:</b>	3	<b>Espesor:</b>	3	
<b>Clasificación visual:</b>		Grava con arcilla y arena, color rojizo.				<b>Fecha:</b>	20/5/2015
						Coordenada X	617608
						Coordenada Y	1481189
<b>ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS</b>						<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	
ASTM D-422 AASHTO T-88						ASTM D - 2216	
<b>Tamices</b>		<b>Peso Retenido</b>	<b>% Retenido Parcial</b>	<b>% Retenido Acumulado</b>	<b>% Que pasa la malla</b>	<b>Número de la tara</b>	<b>X-3</b>
<b>Pulgadas</b>	<b>mm</b>					<b>Peso de tara</b>	<b>0</b>
3"	75	0	0	0	100	<b>Peso de tara + material húmedo</b>	<b>150</b>
2 1/2"	63	0	0	0	100	<b>Peso de tara + material seco</b>	<b>143.5</b>
2"	50	720	3	3	97	<b>Peso de material húmedo</b>	<b>150</b>
1 1/2"	37.5	910	4	7	94	<b>Peso de material seco</b>	<b>143.5</b>
1"	25.0	4450	17	24	76	<b>Peso del agua</b>	<b>6.5</b>
3/4"	19.0	2765	11	35	66	<b>% de humedad</b>	<b>4.5</b>
1/2"	12.5	3800	15	50	51	<b>Lavado</b>	
3/8"	9.5	2600	10	60	41	<b>Peso Seco (grs)</b>	<b>100</b>
No. 4	4.75	3540	14	74	27	<b>Peso seco lavado (grs)</b>	<b>71.3</b>
Pasa N° 4		7070	27	100		<b>Diferencia (grs)</b>	<b>28.7</b>
Suma		25855	100			<b>Pasa N° 200 (grs)</b>	<b>-28.7</b>

Curva Granulométrica



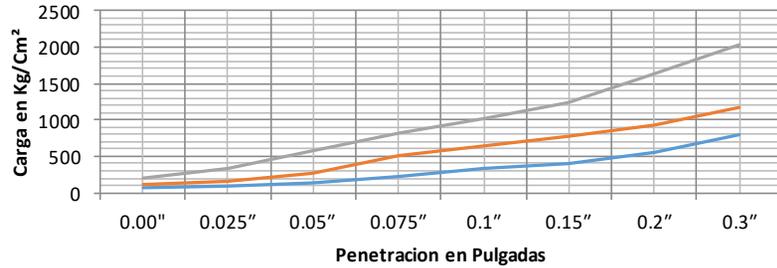
Fuente: Ministerio de infraestructura MTI- GEONIC / ingenieros consultores.

**Cuadro 142. Ensaye de CBR del Banco de Materiales No.3 WALE (Muestra al 90,95,100%).**

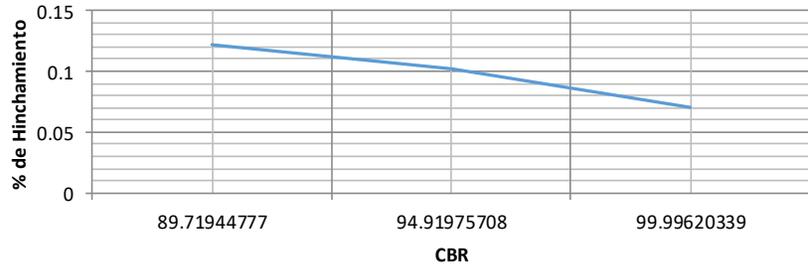
<b>Proyecto:</b>	Diseño de pavimento flexible Pantasma (24 Kms).						
<b>Dueño del proyecto:</b>	MINISTERIO DE TRANSPORTE E INFRAESTRUCTURA (M.T.I.)			<b>Banco:</b>	Wale		
<b>Dueño del banco:</b>	Alcaldía de Pantasma	<b>Calicata:</b>	1	<b>Muestra:</b>	1		
<b>Desde:</b>	0	<b>Hasta:</b>	3	<b>Espesor:</b>	3	<b>Fecha:</b>	1/5/2015
<b>Clasificación visual:</b>	0			Coordenada X	614774	<b>CLASIF. SUCS</b>	GW
				Coordenada Y	1471685		
Ensayo carga Penetración							
Anillo	Molde 1		Molde 2		Molde 3		
	Dial	Carga	Dial	Carga	Dial	Carga	
0.025"	3	61	5	102	10	204	
0.05"	4	81	8	163	16	326	
0.075"	7	143	13	265	28	570	
0.1"	11	224	25	509	40	814	
0.15"	16	326	31	631	50	1018	
0.2"	20	407	38	774	61	1242	
0.3"	27	550	46	937	80	1629	
0.4"	39	794	57	1160	100	2036	
<b>C.B.R</b>		<b>9</b>		<b>17</b>		<b>28</b>	

**GRAFICO CARGA PENETRACION**



**GRAFICO DE HINCHAMIENTO**



Fuente: Ministerio de infraestructura MTI- GEONIC / ingenieros consultores.

**Cuadro 143. Granulometría Banco de Préstamo No. 3 WALE.**

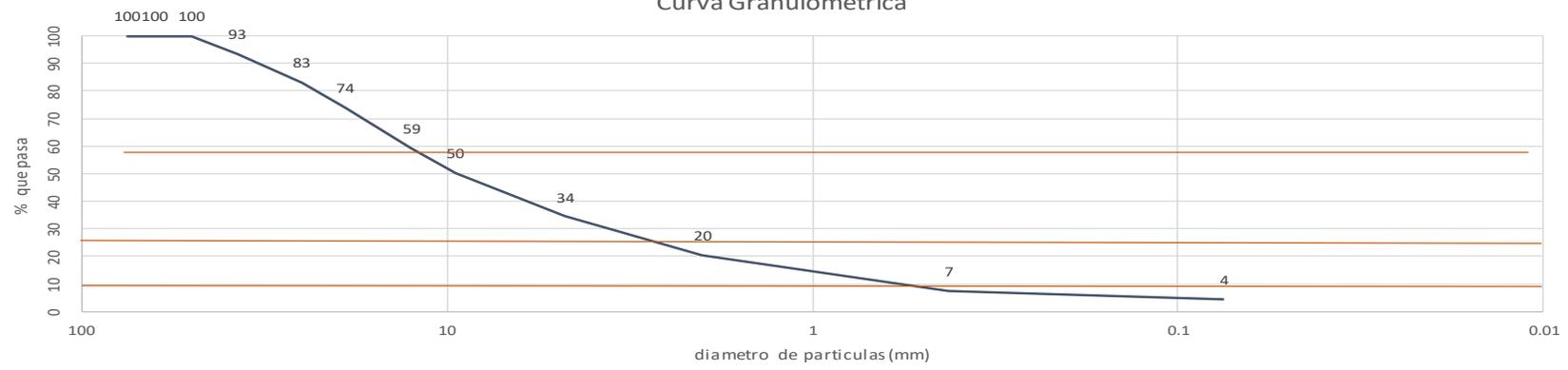
<b>Proyecto:</b>	Diseño de pavimento flexible Pantasma (24 Kms).						
<b>Dueño del proyecto:</b>	MINISTERIO DE TRANSPORTE E INFRAESTRUCTURA (M.T.I.)		<b>Banco:</b>	Wale			
<b>Dueño del banco:</b>	Alcaldía de Pantasma	<b>Calicata:</b>	1	<b>Muestra:</b>	1		
<b>Desde:</b>	0	<b>Hasta:</b>	3	<b>Espesor:</b>	3	<b>Fecha:</b>	1/5/2015
<b>Clasificación visual:</b>	0			Coordenada X	614774	<b>CLASIF. SUCS</b>	GW
				Coordenada Y	1471685		
ASTM D-422 AASHTO T-88					ASTM D - 2216		

Tamices		Peso Retenido Parcial (gms)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que pasa la malla	P-2	
Pulgadas	mm					Número de la tara	Peso de tara
3"	75	0	0	0	100	Peso de tara + material húmedo	150
2 1/2"	63	0	0	0	100	Peso de tara + material seco	144.5
2"	50	0	0	0	100	Peo de material húmedo	150
1 1/2"	37.5	1275	7	7	93	Peso de material seco	144.5
1"	25.0	2000	10	17	83	Peso del agua	5.5
3/4"	19.0	1790	9	26	74	% de humedad	3.8
1/2"	12.5	2810	14	41	59	<b>Lavado</b>	
3/8"	9.5	1760	9	50	50	Peso Seco (grs)	100
No. 4	4.75	3100	16	66	34	Peso seco lavado (grs)	87.4
Pasa N° 4		6680	34	100		Diferencia (grs)	12.6
Suma		19415	100			Pasa N° 200 (grs)	

Curva Granulométrica



Fuente: Ministerio de infraestructura MTI- GEONIC / ingenieros consultores.

**Cuadro 144. Aforo vehicular de 12 horas diurnas (sábado).**

Ambos sentidos															
Sentido		Ambos													
Hora	Bicicletas	Motos	Vehículos Livianos			Vehículos de Pasajeros			Vehículos de Carga				V.C	Otros	TOTAL
			Autos	Jeep	Cta	Mbus	MB15P	Bus	camion			T3S2/5e			
									LivC2	C2	C3				
06:00 - 07:00	15	8	1	2	7	2	1	2	3	1	1	0	0	0	29
07:00 - 08:00	28	6	1	0	6	0	3	3	0	2	0	0	0	0	21
08:00 - 09:00	23	5	0	2	6	3	1	1	2	2	1	1	0	0	25
09:00 - 10:00	22	7	2	2	5	1	1	2	4	2	1	0	0	0	27
10:00 - 11:00	27	4	5	1	6	0	1	1	1	3	1	0	0	0	24
11:00 - 12:00	17	4	2	2	1	2	2	2	3	4	1	0	0	0	23
12:00 - 13:00	27	5	1	0	2	1	0	1	0	2	0	0	0	0	12
13:00 - 14:00	24	4	0	0	4	0	1	1	3	2	3	1	0	0	19
14:00 - 15:00	28	3	1	2	3	0	2	3	0	4	0	0	0	0	18
15:00 - 16:00	30	4	0	1	7	0	3	2	1	3	1	1	0	0	23
16:00 - 17:00	27	6	3	0	9	0	5	2	0	3	1	0	0	0	29
17:00 - 18:00	19	5	3	3	5	0	3	2	1	2	2	0	0	0	26
<b>TOTAL:</b>	<b>287</b>	<b>61</b>	<b>19</b>	<b>15</b>	<b>61</b>	<b>9</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>18</b>	<b>30</b>	<b>13</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>275</b>

Fuente: Sustentantes.

**Cuadro 145. Aforo vehicular de 12 horas diurnas (lunes).**

Ambos sentidos															
Ambos sentidos		Fecha:													
Hr.	Bicicletas	Motos	Vehículos livianos			Vehículo de pasajero		Vehículos de Cargas				Vehículo Pesado	Otros	TOTAL	
			Autos	Jeep	Camta.	Mbus	Bus Grande	Camión			Articulados				
								Camión L.	C2	C3					
06:00 - 07:00	26	9	12	0	9	0	2	5	2	1	1		0	41	
07:00 - 08:00	27	3	2	2	2	0	2	0	2	1	1		0	15	
08:00 - 09:00	22	8	8	6	3	1	1	4	1	2	1		0	35	
09:00 - 10:00	30	9	5	3	8	0	3	2	2	0	0		0	32	
10:00 - 11:00	16	8	5	0	7	0	0	2	2	2	1		0	27	
11:00 - 12:00	24	6	4	5	7	1	1	3	2	3	1		0	33	
12:00 - 13:00	30	9	4	2	6	0	0	6	2	1	0		0	30	
13:00 - 14:00	21	6	5	0	2	0	2	1	5	2	2		0	25	
14:00 - 15:00	14	12	6	4	9	0	4	1	2	1	0		0	39	
15:00 - 16:00	11	8	8	0	4	0	2	1	0	3	2		0	28	
16:00 - 17:00	4	0	0	6	10	1	2	3	3	0	1		0	26	
17:00 - 18:00	11	9	5	0	7	0	2	4	3	6	1		0	37	
<b>TOTAL:</b>	<b>236</b>	<b>87</b>	<b>64</b>	<b>28</b>	<b>74</b>	<b>3</b>	<b>21</b>	<b>32</b>	<b>26</b>	<b>22</b>	<b>11</b>		<b>0</b>	<b>368</b>	
		24%	17%	8%	20%	1%	6%	9%	7%	6%	3%	0%	0%	100%	
			76%											41	

Fuente: Sustentantes.

**Cuadro 146. Aforo vehicular de 12 horas diurnas (Domingo 1 sentido).**

Sentido: Pantasma - Wivifi															
Hora	Bicicletas	Motos	Vehiculos Livianos			Vehiculos de Pasajeros				Vehiculos de Carga				Otros	TOTAL
			Autos	Jeep	Cta	Mbus	MB>15P	Bus	camion			V.C			
									LivC2	C2	C3		T3S2>5e		
06:00 - 07:00	11	1	1		6		2	2		1				0	13
07:00 - 08:00	6			1	2		1				1	1		0	6
08:00 - 09:00	11	1	1		1		1	1		2	1			0	8
09:00 - 10:00	12	2			3			1						0	6
10:00 - 11:00	5	1	1	2			1	2						0	7
11:00 - 12:00	6	4								1	1			0	6
12:00 - 13:00	7	1	2				1	1		1				0	6
13:00 - 14:00	16	3	1		4		1	3		3				0	15
14:00 - 15:00	4	1	1	2	2			2		3				0	11
15:00 - 16:00	3	5	1		1		1				1			0	9
16:00 - 17:00	3	1			2		1	2		2				0	8
17:00 - 18:00	1	6					1	1		1				0	9
<b>Total</b>	<b>85</b>	<b>26</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>21</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>0</b>	<b>14</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>104</b>
															104

Fuente: Sustentantes.

**Cuadro 147. Aforo vehicular de 12 horas diurnas (Domingo 1 sentido).**

Sentido: Wivifi - Pantasma															
Hora	Bicicletas	Motos	Vehiculos Livianos			Vehiculos de Pasajeros				Vehiculos de Carga				Otros	TOTAL
			Autos	Jeep	Cta	Mbus	MB>15P	Bus	camion			V.C			
									LivC2	C2	C3		T3S2>5e		
06:00 - 07:00	10	4	1			1		1	1		1				9
07:00 - 08:00	20		1	3	1		1	2							8
08:00 - 09:00	19		2		1	2			1	1					7
09:00 - 10:00	16	3		2	3	1	1	1	1		1				13
10:00 - 11:00	20	4		4	1		1	1			1				12
11:00 - 12:00	15	4	1	3		1		1	1	2	1				14
12:00 - 13:00	16	7		7	2	1									17
13:00 - 14:00	21	5	1	4	3			1		1					15
14:00 - 15:00	23		2		1			1		1					5
15:00 - 16:00	19	1		3			1	1							6
16:00 - 17:00	16	4					1	1		3					9
17:00 - 18:00	11	3		6	2			1		1					13
<b>TOTAL:</b>	<b>206</b>	<b>35</b>	<b>8</b>	<b>32</b>	<b>14</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>11</b>	<b>4</b>	<b>9</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>128</b>

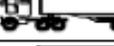
Fuente: Sustentantes.

**Cuadro 148. Diagrama de cargas permisibles para Vehículos Liviano y Pasajeros.**

Tipo de Vehículo	Peso por eje (TON)	Peso por eje (LBS)
AUTOMOVIL	1/1	2200/2200
JEEP	1/1	2200/2200
CAMIONETA	1/2	2200/4400
MC-15	2/4	4400/8800
MC-15-30	4/8	8800/17600
C-2 LIV	4/8	8800/17600
BUS=C2	5/10	11000/22000

Fuente: Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI).

**Cuadro 149. Diagrama de cargas permisibles para Vehículos Pesados.**

TIPO DE VEHICULOS	ESQUEMAS DE VEHICULOS	PESO MAXIMO AUTORIZADO						Peso Máximo Total (1) Ton - Met.
		1er. Eje	2do. Eje	3er. Eje	4to. Eje	5to. Eje	6to. Eje	
C2		5.00	10.00					15.00
C3		5.00	16.50					21.50
			8.25	8.25				
C4		5.00	20.00					25.00
			6.67	6.66	6.66			
T2-S1		5.00	9.00	9.00				23.00
T2-S2		5.00	9.00	16.00				30.00
				8.00	8.00			
T2-S3		5.00	9.00	20.00				34.00
				6.67	6.66	6.66		
T3-S1		5.00	16.00		9.00			30.00
			8.00	8.00				
T3-S2		5.00	16.00		16.00			37.00
			8.00	8.00	8.00	8.00		
T3-S3		5.00	16.00		20.00			41.00
			8.00	8.00	6.67	6.66	6.66	
C2-R2		4.50	9.00	4.0 a	4.0 a			21.50
		4.50	9.00	6.5 b	6.5 b			26.50
C3-R2		5.00	16.00		4.0 a	4.0 a		29.00
		5.00	8.00	8.00	6.5 b	6.5 b		34.00
C3-R3		5.00	16.00		4.0 a	5.0 a	5.0 a	35.00
		5.00	8.0 b	8.0 b	6.5 b	5.0 b	5.0 b	37.50

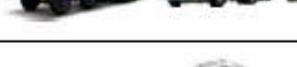
Fuente: Ministerio de Transporte e Infraestructura vial (MTI).

**Cuadro 150. Tipología y Descripción Vehicular de Conteos de Tráfico.**

CLASIF. VEHICULAR	TIPOS DE VEHICULOS	ESQUEMA VEHICULAR	DESCRIPCIÓN DE LA TIPOLOGÍA VEHICULAR
VEHICULOS DE PASAJEROS	MOTOCICLETAS		Incluye todos los tipos de Motocicleta tales como, Minimoto, Cuadracicl, Moto Taxis, Etc. Este último fue modificado para que pudiera ser adaptado para el traslado de personas, se encuentran más en zonas Departamentales y Zonas Urbanas. Moviliza a 3 personas incluyendo al conductor.
	AUTOMOVILES		Se consideran todos los tipos de automóviles de cuatro y dos puertas, entre los que podemos mencionar, vehículos cope y station wagon.
	JEEP		Se consideran todos los tipos de vehículos conocidos como 4*4. En diferentes tipos de marcas, tales como TOYOTA, LAND ROVER, JEEP, ETC.
	CAMIONETA		Son todos aquellos tipos de vehículos con tinas en la parte trasera, incluyendo las que transportan pasajeros y aquellas que por su diseño están diseñadas a trabajos de carga.
	MICROBUS		Se consideran todos aquellos microbuses, que su capacidad es menor o igual a 14 pasajeros sentados.
	MNBUS		Son todos aquellos con una capacidad de 15 a 30 pasajeros sentados.
	BUS		Se consideran todos los tipos de buses, para el transporte de pasajeros con una capacidad mayor de 30 personas sentadas.

Fuente: Anuario de aforos de tráfico. MTI, Año 2016.

**Cuadro 151. Tipología y Descripción Vehicular de Conteos de Tráfico.**

CLASIF. VEHICULAR	TIPOS DE VEHICULOS	ESQUEMA VEHICULAR	DESCRIPCIÓN DE LA TIPOLOGÍA VEHICULAR
VEHICULOS DE CARGA	LIVIANO DE CARGA		Se consideran todos aquellos vehículos, cuyo peso máximo es de 4 toneladas o menores a ellas.
	CAMIÓN DE CARGA C2 - C3		Son todos aquellos camiones tipos C2 (2 Ejes) y C3 (3 Ejes), con un peso mayor de 5 toneladas. También se incluyen las furgonetas de carga liviana.
	CAMIÓN DE CARGA PESADA Tx-Sx<=4		Camiones de Carga Pesada, son vehículos diseñados para el transporte de mercancía liviana y pesada y son del tipo Tx-Sx<=4.
	Tx-Sx>=5		Este tipo de camiones son considerados combinaciones Tractor Camión y semi-Remolque, que sea igual o mayor que 5 ejes.
	Cx-Rx<=4		Camión Combinado, son combinaciones camión remolque que sea menor o igual a 4 ejes y están clasificados como Cx-Rx<=4
	Cx-Rx>=5		Son combinaciones iguales que las anteriores pero iguales o mayores cantidades a 5 ejes.
EQUIPO PESADO	VEHICULOS AGRÍCOLAS		Son vehículos provistos con llantas especiales de hule, de gran tamaño. Muchos de estos vehículos poseen arados u otros tipos de equipos, con los cuales realizar las actividades agrícolas. Existen de diferentes tipos (Tractores - Arados - Cosechadoras)
	VEHICULOS DE CONSTRUCCIÓN		Generalmente estos tipos de vehículos se utilizan en la construcción de obras civiles. Pueden ser de diferentes tipos, Motoniveladoras, retroexcavadoras, Recuperador de Caminos/Mezclador, Pavimentadora de Asfalto, Tractor de Cadenas, Cargador de Ruedas y Compactadoras.
OTROS	REMOLQUES Y/O TRAILERS		Se incluye remolques o trailers pequeños halados por cualquier clase de vehículo automotor, también se incluyen los halados por tracción animal (Semovientes).

Fuente: Anuario de aforos de tráfico. MTI, Año 2016.

**Cuadro 152. Factores Equivalentes de Cargas, Ejes Simples.**

*Tabla 3.1. Factores equivalentes de carga para pavimentos flexibles, ejes simples,  $p_t = 2.0$*

Carga por eje (kips)	(KN)	SN					
		1.0 (25.4)	2.0 (50.8)	3.0 (76.2)	4.0 (101.6)	5.0 (127.0)	6.0 (152.4)
2	8.9	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002
4	17.8	.002	.003	.002	0.002	.002	.002
6	26.7	.009	.012	.011	0.10	.009	.009
8	35.6	.030	.035	.036	.033	.031	.029
10	44.5	.075	.085	.090	.085	0.79	.076
12	53.4	.165	.177	.189	.183	.174	.168
14	62.3	.325	.338	.354	.350	.338	.331
16	71.2	.589	.598	.613	.612	.603	.596
18	80.0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
20	89.0	1.61	1.59	1.56	1.55	1.57	1.59
22	97.9	2.49	2.44	2.35	2.31	2.35	2.41
24	106.8	3.71	3.62	3.43	3.33	3.40	3.51
26	115.7	5.36	5.21	4.88	4.68	4.77	4.93
28	124.6	7.54	7.31	6.78	6.42	6.52	6.83
30	133.5	10.4	10.0	9.2	8.6	8.7	9.2
32	142.4	14.0	13.5	12.4	11.5	11.5	12.1
34	151.3	18.5	17.9	16.3	15.0	14.9	15.6
36	160.0	24.2	23.3	21.2	19.3	19.0	19.9
38	169.1	31.1	29.9	27.1	24.6	24.0	25.1
40	178.0	39.6	38.0	34.3	30.9	30.0	31.2
42	186.9	49.7	47.7	43.0	38.6	37.2	38.5
44	195.8	61.8	59.3	53.4	47.6	45.7	47.1
46	204.7	76.1	73.0	65.6	58.3	55.7	57.0
48	213.6	92.9	89.1	80.0	70.9	67.3	68.6
50	222.5	113	108	97	86	81	82

Fuente: Manual AASHTO-93 Design Requirements.

### Cuadro 153. Factores Equivalentes de Cargas, Ejes Dobles.

*Tabla 3.2. Factores equivalentes de carga para pavimentos flexibles, ejes tándem,  $p_f = 2.0$*

Carga por eje (kips)	(KN)	SN					
		1.0 (25.4)	2.0 (50.8)	3.0 (76.2)	4.0 (101.6)	5.0 (127.0)	6.0 (152.4)
2	8.9	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
4	17.8	.0003	.0003	.0003	.0002	.0002	.0002
6	26.7	.001	.001	.001	.001	.001	.001
8	35.6	.003	.003	.003	.003	.003	.002
10	44.5	.007	.008	.008	.007	.006	.006
12	53.4	.013	.016	.016	.014	.013	.012
14	62.3	.024	.029	.029	.026	.024	.023
16	71.2	.041	.048	.050	.046	.042	.040
18	80.0	.066	.077	.081	.075	.069	.066
20	89.0	.103	.117	.124	.117	.109	.105
22	97.9	.156	.171	.183	.174	.164	.158
24	106.8	.227	.244	.260	.252	.239	.231
26	115.7	.322	.340	.360	.353	.338	.329
28	124.6	.447	.465	.487	.481	.466	.455
30	133.5	.607	.623	.646	.643	.627	.617
32	142.4	.810	.823	.843	.842	.829	.819
34	151.3	1.06	1.07	1.08	1.08	1.08	1.07
36	160.0	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38
38	169.1	1.76	1.75	1.73	1.72	1.73	1.74
40	178.0	2.22	2.19	2.15	2.13	2.16	2.18
42	186.9	2.77	2.73	2.64	2.62	2.66	2.70
44	195.8	3.42	3.36	3.23	3.18	3.24	3.31
46	204.7	4.20	4.11	3.92	3.83	3.91	4.02
48	213.6	5.10	4.98	4.72	4.58	4.68	4.83
50	222.5	6.15	5.99	5.64	5.44	5.56	5.77
52	231.4	7.37	7.16	6.71	6.43	6.56	6.83
54	240.3	8.77	8.51	7.93	7.55	7.69	8.03
56	249.2	10.4	10.1	9.3	8.8	9.0	9.4
58	258.1	12.2	11.8	10.9	10.3	10.4	10.9
60	267.0	14.3	13.8	12.7	11.9	12.0	12.6
62	275.9	16.6	16.0	14.7	13.7	13.8	14.5
64	284.7	19.3	18.6	17.0	15.8	15.8	16.6
66	293.6	22.2	21.4	19.6	18.0	18.0	18.9
68	302.5	25.5	24.6	22.4	20.6	20.5	21.5
70	311.4	29.2	28.1	25.6	23.4	23.2	24.3
72	320.3	33.3	32.0	29.1	26.5	26.2	27.4
74	329.2	37.8	36.4	33.0	30.0	29.4	30.8
76	338.1	42.8	41.2	37.3	33.8	33.1	34.5
78	347.0	48.4	46.5	42.0	38.0	37.0	38.6
80	355.9	54.4	52.3	47.2	42.5	41.3	43.0
82	364.8	61.1	58.7	52.9	47.6	46.0	47.8
84	373.7	68.4	65.7	59.2	53.0	51.2	53.0

35.20  
36.30

Fuente: Manual AASHTO-93 Design Requirements.