



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Tecnología de la Construcción

Monografía

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO “DISEÑO Y SELECCIÓN DE
CARPETA DE RODAMIENTO DE 4 KM DEL TRAMO DE VIA LA LIBERTAD – SANTO
TOMAS EN EL DEPARTAMENTO DE CHONTALES**

Para optar al título de ingeniero civil

Elaborado por

Br. Dalia Tatiana Rodríguez Bustamante

Br. Carlos Danilo Valencia Mcrea

Tutor

Ing. Manuel González Murillo

Managua, Diciembre 2018

RESUMEN EJECUTIVO.

En este perfil se determinan los estudios de mercado y técnicos para la realización del proyecto: Estudio a nivel de perfil del proyecto **“Diseño y selección de carpeta de rodamiento de 4 km del tramo de Vía La Libertad-Santo Tomas” departamento de Chontales.**

Este documento consta de 4 capítulos donde se reflejan los resultados obtenidos después de realizados los estudios pertinentes para el proyecto.

El capítulo 1, aborda generalidades del tramo en estudio, además hace una explicación sobre la importancia de la construcción de 4 km de carretera.

El capítulo 2, se plantea el problema debido a la necesidad de una estructura de pavimento adecuada, según datos históricos se determina la población que representa la demanda y el estudio de esta, mediante los resultados de las encuestas.

En el capítulo 3, se muestra el estudio técnico del proyecto que incluye el de tránsito en el cual se determina el tránsito de diseño, topográfico se encuentra en levantamiento del terreno, el de suelo que muestran los resultados de los ensayos realizados a las muestras de suelos extraídas a lo largo del tramo en estudio y los datos del banco más próximo al sitio del proyecto, se proponen los espesores de pavimentos a partir del número de ESAL para pavimento flexible, semirrígido y rígido.

En el capítulo 4, aparecen los cálculos realizados para la inversión del proyecto, los beneficios obtenidos por el ahorro en gastos que antes se invertían por contar con una estructura de pavimento inadecuada, también la determinación de la opción más económica que resulta para pavimentar el tramo conforme a los criterios de rentabilidad del proyecto.

Tabla de contenido

Capítulo I – Generalidades.	1
1.1 Introducción.....	1
1.2 Antecedentes.	3
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 para determinar la demanda.	7
2.1 Identificación del proyecto.	7
2.1.1 Definición del problema.....	7
2.1.1.1 Afectaciones por enfermedades.	8
2.1.1.2 Afectaciones en la circulación vehicular.	9
2.1.2 Situación que da origen al problema.	9
2.1.3 Población de la zona de influencia.....	10
2.1.3.1 Proyecciones futuras.	10
2.1.3.2 Determinación del número de encuestas.....	14
2.1.4 Matriz de marco lógico.	23
2.1.5 Alternativas existentes para dar solución al problema.	29
2.1.6 Resultados esperados.....	30
2.1.7 Beneficiarios del proyecto.	30
2.1.8 Proyecto y estrategias de desarrollo.	31
2.2 Cuantificación de la demanda del proyecto.	31
2.2.1 Demandantes del proyecto.	31
2.2.2 Acciones de demanda de la población.....	31

2.2.2.1 Propuestas de solución.....	32
2.2.3 Beneficios para la población.	32
Capítulo III – Estudio técnico del proyecto.	34
3.1 Localización del proyecto.	34
3.1.1 Macro localización.....	34
3.1.2 Límites Municipales:.....	35
3.1.3 Distancia a la Capital de la República y Cabecera Departamental:	35
3.1.4 Superficie.	35
3.1.5 Micro localización.	36
3.2 Tamaño del proyecto.....	38
3.2.1 Vialidad local.	38
3.3 Tecnología del proyecto.	40
3.4 Ingeniería del proyecto.	40
3.4.1 Estudios previos al proyecto.	41
3.4.1.1 Estudios informativos.....	41
3.4.1.2 Estudios topográficos.....	42
3.4.1.3 Estudios de suelos.....	42
3.4.1.3.1 Bancos de Préstamo.....	45
3.4.1.4 Estudio de tránsito.	46
3.4.1.4.1 Características generales del transporte de vehículos.	47
3.4.1.4.1.1 Tipos de vehículos.	47
3.4.1.4.1.2 Aforo del proyecto.....	47
3.4.1.4.2 Tránsito promedio diario.	48
3.4.1.4.2.1 Determinación del TPDA.....	48
3.4.1.4.2.2 Tránsito promedio aplicando los factores de ajuste.	50

3.4.1.4.3 Período de Diseño.	51
3.4.1.4.3.1 Proyección del tránsito promedio diario anual vehicular. Proyecciones futuras.	52
3.4.1.4.4 Proyección del Tráfico de Diseño.	54
3.4.1.4.4.1 Factor de Crecimiento (FC).....	54
3.4.1.4.4.2 Serviciabilidad.....	55
3.4.1.4.4.3 Factor Carril (fc).....	55
3.4.1.4.4.4 Factor Distribución (FD).....	56
3.4.1.4.4.5 Tráfico de Diseño Proyectado.....	56
3.4.1.4.5 Factor de equivalencia (FESAL).	57
3.4.1.4.5.1 Ejes equivalentes (W18), para pavimento flexible.	57
3.4.1.4.5.2 Cálculo de ESAL'S para pavimento rígido.	59
3.4.1.4.6 Estructura de pavimento.	60
3.4.1.4.6.1 Consideraciones del diseño Murillo López de Souza.....	61
3.4.1.4.6.2 Método AASHTO.	61
3.4.1.4.6.3 Espesores pavimentos rígidos estándar.	63
3.4.2 Definición del producto y características.....	64
3.4.2.1 Descripción y función de un pavimento.	64
3.4.2.2 Pavimentos de concreto.	65
3.4.2.3 Pavimentos de asfalto.....	65
3.4.2.4 Pavimentos de concreto de hormigón.....	66
3.4.3 Diseño y descripción del proceso constructivo.	66
3.4.3.1 El suelo.	66
3.4.3.1.1 Suelo categoría 1 (S1).....	66
3.4.3.1.2 Suelo categoría 2 (S2).....	66

3.4.3.1.3 Suelo categoría 3 (S3).....	66
3.4.3.2 Actividades en la ejecución de obras.....	67
3.4.3.2.1 Preliminares.....	67
3.4.3.2.2 Movilización y desmovilización.	67
3.4.3.2.3 Trazado y nivelación.	68
3.4.3.2.4 Movimiento de tierra con Equipo.....	68
3.4.3.2.5 Excavación de calzada.	68
3.4.3.2.6 Revestimiento de sub-base.....	69
3.4.3.2.7 Revestimiento de base.	69
3.4.3.2.8 Cunetas y bordillos.	69
3.4.3.4 Obras de drenaje.	70
3.4.3.4.1 Vados de concreto.	70
3.4.3.5 Señalización vial.	70
3.4.3.5.1 Señalización horizontal.	71
3.4.3.5.2 Señalización vertical.	71
3.4.3.6 Mantenimiento del proyecto.....	71
3.4.3.6.1 El mantenimiento rutinario.	71
3.4.3.6.1.1 Pavimentos de adoquín:	71
3.4.3.6.1.2 Pavimentos de asfalto:.....	72
3.4.3.6.1.3 Pavimentos de concreto hidráulico:	72
3.4.3.6.2 Mantenimiento periódico.....	72
3.4.3.6.2.1 Pavimento de adoquín:	72
3.4.3.6.2.2 Pavimento de asfalto:	72
3.4.3.7 Equipos de construcción.....	73
3.4.3.7.1 Clasificación de equipos de construcción.	73

3.4.3.8	Requerimientos de mano de obra.....	73
3.4.3.9	Especificaciones técnicas del proyecto.....	74
3.4.3.9.1	Calidad de los materiales.....	74
Capítulo IV. – Estudio económico social del proyecto.		77
4.1	Costos totales.....	77
4.1.1	Inversión del proyecto.....	77
4.1.1.1	Costos de inversión.	77
4.1.1.2	Inversión en infraestructura.....	77
4.1.2	Inversión en activos diferidos.....	78
4.2	Costos de operación del proyecto.	79
4.3	Beneficios del proyecto.	81
4.3.1	Ahorro por disminución de enfermedades.....	81
4.3.2	Ahorro por disminución en gastos de deterioro de vehículos.	82
4.3.3	Plusvalía de las propiedades.	84
4.3.4	Beneficios totales.	85
4.4	Determinación de los precios sociales.	86
4.5	Flujo de caja sin financiamiento.	89
4.6	Evaluación económica del proyecto.	94
4.6.1	Criterios de rentabilidad.	94
4.6.1.1	Valor actual neto económico (VANE).....	94
4.6.1.2	Tasa interna de retorno económico (TIRE).	95
4.6.1.3	Relación beneficio/costo.	96
Capítulo V – Conclusiones y Recomendaciones.		100
5.1	Conclusiones.....	100
5.2	Recomendaciones.....	101

Bibliografía	102
--------------------	-----

ANEXOS

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.Casos anuales de enfermedades	9
Tabla 2.Tasa de crecimiento	11
Tabla 3.Poblacion de la zona de influencia	12
Tabla 4.Indicadores de educación de la región VI Kinuma.....	12
Tabla 5.Datos base para determinar el número de encuestas	14
Tabla 6.Edad de los encuestados	15
Tabla 7.Lugar de residencia de los encuestados	16
Tabla 8.Medios de transporte de los encuestados	17
Tabla 9.Dificultad de transporte de los encuestados	18
Tabla 10.Razones de dificultad de traslado de los encuestados.....	19
Tabla 11.Estado actual de la carretera.....	20
Tabla 12.Consecuencias del mal estado de la carretera.....	21
Tabla 13.Solucion final	22
Tabla 14.Resultados de Granulometría.....	43
Tabla 15.Limite Liquido	44
Tabla 16.Limite.....	44
Tabla 17.Índice de grupo.....	44
Tabla 18.Resumen de resultados del estudio de suelo	45
Tabla 19.Datos de banco de préstamo.....	45
Tabla 20.CBR Mínimo para Base y Sub-Base	46
Tabla 21.Aforo del proyecto del año 2016.....	48
Tabla 22.Transito con factores de ajustes	51
Tabla 23.Periodo de diseño de los pavimentos	52
Tabla 24.Proyeccion del TPDA (20 años)	53
Tabla 25.Factor de serviciabilidad.....	55

Tabla 26. Factores de tráfico en el carril de diseño	56
Tabla 27. Factor distribución direccional	56
Tabla 28. Trafico de diseño proyectado a 20 años.....	57
Tabla 29. Ejemplo de cálculo de interpolación FESAL	58
Tabla 30. Calculo número ESAL para pavimento flexible.....	59
Tabla 31. Calculo número ESAL para pavimento rígido.....	60
Tabla 32. Espesor para pavimento de adoquín	61
Tabla 33. Espesores Mínimos para pavimentos flexibles.....	62
Tabla 34. Grado de asfalto según temperatura	62
Tabla 35. Espesores para pavimentos flexibles estándar	63
Tabla 36. Espesores para pavimentos rígidos estándar	63
Tabla 37. Característica de los pavimentos.....	75
Tabla 38. Pavimento #1 Adoquín	77
Tabla 39. Pavimento #2 Asfalto.....	78
Tabla 40. Pavimento #3 Concreto Hidráulico	78
Tabla 41. Resultados	79
Tabla 42. Costos de operación y mantenimiento	80
Tabla 43. Ahorro total en reducción de enfermedades.....	81
Tabla 44. Proyección de ahorro en enfermedades.....	82
Tabla 45. Ahorro del gasto en deterioro de los vehículos.....	83
Tabla 46. Proyeccion de ahorro en gastos de vehículos	83
Tabla 47. Plusvalía de las propiedades.....	85
Tabla 48. Beneficios totales	86
Tabla 49. Precios Sociales de Nicaragua.....	87
Tabla 50. Pavimento #1 Adoquín	87
Tabla 51. Pavimento #2 Asfalto.....	88
Tabla 52. Pavimento #3 Concreto Hidráulico	88
Tabla 53. Resultados del tipo de carpeta	88
Tabla 54. Flujo de adoquinado sin financiamiento	90
Tabla 55. Flujo de asfalto sin financiamiento.....	91
Tabla 56. Flujo de concreto hidráulico sin financiamiento	92

Tabla 57.Resultados de indicadores para adoquinado	93
Tabla 58.Resultados de indicadores para asfalto.....	93
Tabla 59.Resultados de indicadores para concreto hidráulico	93
Tabla 60.Criterios de decisión del VANE.....	95
Tabla 61.Resultados del VANE por tipo de carpeta	95
Tabla 62.Criterios de decisión del TIRE	96
Tabla 63.Resultado del TIRE por tipo de carpeta.....	96
Tabla 64.Criterios de decisión de la R B/C.....	97
Tabla 65.Resultados de la Relación Beneficio /Costo	97
Tabla 66.Solución de pavimento	97
Tabla 67.Características de los pavimentos.....	98

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estado físico de la vivienda.....	13
Figura 2. Edad de los encuestados	16
Figura 3. Lugar de residencia de los encuestados	17
Figura 4. Medio de transporte de los encuestados.....	18
Figura 5. Razones de dificultad de traslado de los encuestados.....	19
Figura 6. Estado actual de la carretera.....	20
Figura 7. Consecuencias del mal estado de la carretera en estudio	21
Figura 8. Solución de los encuestados.....	22
Figura 9.Macro Localización del proyecto	36
Figura 10.Micro Localización La Libertad - Santo Tomas.....	37
Figura 11.Derecho de Vía	39
Figura 12. Clasificación Funcional de las carreteras Regionales	39
Figura 13.Ancho de Hombro y Acera	40
Figura 14.Factores de Ajustes.....	50
Figura 15.Clasificación Vehicular	51
Figura 16.Estructura usual de pavimentos	64
Figura 17.Estructura de un pavimento.....	65

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1.Matriz de marco lógico.....	24
Cuadro 2.Matriz de marco lógico.....	25
Cuadro 3.Mejoras del Proyecto	27
Cuadro 4.Mejoras del proyecto	28
Cuadro 5. Mejoras del proyecto	29
Cuadro 7.Resultados de suelo por la AASHTO.....	45
Cuadro 8.Clasificacion de Vehículos.....	47

INDICE DE ARBOLES

Árbol 1.Problemas de Causas-Efectos.....	26
--	----

Capítulo I

Generalidades

Capítulo I – Generalidades.

1.1 Introducción.

El Municipio de LA LIBERTAD, está ubicado en la parte norte del Departamento de Chontales, entre la cordillera de Amerrisquey los ríos que descienden hacia las llanuras de los Municipios de Santo Domingo, San Pedro de Lóvago y El Ayote, de la Región Autónoma del Atlántico Sur. A una Altitud promedio de 498,85msnm aproximadamente. Está situado en la zona minera y se caracteriza por un relieve montañoso. Clima húmedo tropical, con precipitaciones anuales de 1.200 y 2,000mm; y una temperatura promedio que varía de 24 a 27 °C.

El municipio refleja 1966 viviendas con 1,131 distribuidas en 25 Comarcas y 835 en el Casco Urbano.

Según el Censo de Población del INIDE 2000-2025, en base a los censos 1971, 1995 y 2005 (Revisión 2007), la población proyectada es de 13,569 habitantes para el año 2012, con densidad poblacional aproximada actual de 18 hab. /km².

Las principales actividades económico-sociales del municipio son: Sector Agropecuario, Minería (Au + Ag), comercio, servicios e infraestructura. Se ubica en cuarto lugar de importancia en el Departamento de Chontales.

La Cabecera Departamental Juigalpa dista a 32km y Managua Capital se localiza a 175 km.

Extensión territorial:774.55km² Posición Geográfica: geográficamente se localiza en la coordenada 12°12´ latitud norte y 85°10´ longitud oeste.

Las irregularidades del terreno traen consigo problemas de saturación del suelo en viviendas aledañas a la vía en estudio, debido a las aguas que corren sin ningún control ocasionadas por las fuertes lluvias causan deterioros en las carpetas de rodamientos y viviendas.

Es por ello que con el objeto de promover y mejorar el desarrollo económico, agropecuario, ganadero, la avicultura, así mismo aumentar las condiciones de la vía y el nivel de servicio al usuario, facilitando la comunicación entre los distintos sectores y un mejor acceso entre La Libertad y Santo Tomas e impulsando de manera determinada la actividad económica. Se plantea el proyecto de mejorar la estructura vial del tramo La Libertad - Santo Tomas, comprendiendo un tramo de 4 km el cual consistirá inicialmente en determinar si es factible mediante un estudio a nivel de perfil de dicho tramo de estudio.

El proyecto en estudio está clasificado como colectora secundaria; esta se localiza específicamente entre el municipio de La Libertad y Santo Tomas atravesando el cementerio municipal de La Libertad, propiedades ganaderas, entre otros; actualmente este es un camino revestido con material granular.

1.2 Antecedentes.

Existen puntos del tramo en estudio que durante épocas de invierno sufren inundaciones causando daños en las secciones transversales, ocasionando saturación de la base y generando deformación en la superficie de rodamiento.

La zona presenta una topografía con pequeñas elevaciones que bordea el camino y zonas montañosas donde las pendientes varían desde 2% hasta 15%, indicando que el agua se infiltra en la vía y su escurrimiento circula por la calzada afectando algunos puntos críticos del tramo.

Es por esta razón que se generan las deformaciones en la superficie de rodamiento, lo que produce una disminución del flujo vehicular afectando así a todo el sector económico de la zona.

No se conocen proyectos anteriores de este tipo aplicados a este tramo de carretera.

1.3. Justificación.

El tramo que une el municipio de La Libertad dista a 23.5 km de Santo Tomas Chontales, es una vía afectada por las lluvias de invierno y los arrastres de partículas livianas en verano.

Esta problemática se enfocará en dicho sector el cual está compuesto por algunas viviendas que se ven afectados por factores tales como las fuertes corrientes que bajan de las partes altas, arrastrando con ellas material sedimentado y basura, depositándolos en las partes más bajas de la vía por la falta de drenaje pluvial y calles sin una carpeta de rodamiento adecuada.

Debido a los factores mencionados anteriormente, surge la necesidad de llevar a cabo la ejecución de este tipo de proyecto, por lo que no solo abarca el mejoramiento de la carretera, sino también la rehabilitación y construcción del sistema de drenaje evitando inundaciones y estancamientos de agua, con la misión de ofrecer un mejor funcionamiento, comunicación e intercambio comercial entre estos sectores así mismo un mejor acceso al municipio, garantizando la buena circulación del tráfico tanto vehicular como peatonal en cualquier estación del año.

El mejoramiento de esta vía permitirá un flujo vehicular con mayor rapidez, reduciendo el tiempo de traslado de los productos hacia los centros de comercialización, beneficiando los diferentes sectores y disminuyendo los costos de operación vehicular lo cual mejora directamente las condiciones de vida de la población.

1.4 Objetivos.

1.4.1 Objetivo general.

Realizar el estudio a nivel de perfil del proyecto “diseño y selección de carpeta de rodamiento de 4 km del tramo de vía La Libertad - Santo Tomas en el Departamento de Chontales”.

1.4.2 Objetivos específicos.

1. Realizar el estudio de mercado para determinar la demanda del proyecto.
2. Determinar el estudio técnico del proyecto.
3. Elaborar el estudio socioeconómico para analizar la viabilidad de la inversión.
4. Disminuir índice de enfermedades a causa del polvo e inundaciones por el mal drenaje causado por la mala condición de la carretera.
5. Disminuir los costos de operación de los vehículos que trafican en esta vía.

Capítulo II

Estudio de mercado para determinar la demanda

Capítulo II. – Estudio de mercado para determinar la demanda.

Este estudio es el resultado de un análisis exhaustivo del comportamiento que tendrán las variables del proyecto y su grado de incertidumbre o riesgos que correrá este servicio al ser ejecutado en la zona, es por ello que es importante conocer el comportamiento de la demanda, en este caso las necesidades de la población, en que les afecta la falta de una estructura vial adecuada. Por lo cual se tomará en consideración los siguientes aspectos:

2.1 Identificación del proyecto.

Un estudio a nivel de identificación es un documento con información muy precisa sobre algunas variables las cuales permiten tomar decisiones.

Estas variables pueden ser:

2.1.1 Definición del problema.

La problemática actual que se enfrenta en la zona norte del municipio de La Libertad, como se ha mencionado anteriormente: es el mal estado de la carretera y el difícil acceso al municipio de Santo Tomas y San Pedro, en los sectores afectados y a zonas rurales, que afecta sin lugar a dudas a los habitantes del municipio, los sectores y a los transeúntes que a diario circulan por la zona.

Esta situación se agudiza ante inviernos con precipitaciones pluviales de aproximadamente 1,200 mm, que causan corrientes de agua que arrastran todo tipo de material sedimentado hacia las viviendas aledañas, ocasionando bastante acumulación de agua y basura que luego serán charcos de lodo, que no permitirá que las corrientes de aguas circulen naturalmente.

Las únicas mejoras que se han hecho es el revestimiento con el mismo suelo natural compactándolo que ha tenido malos resultados, por lo que a la llegada del invierno, este se convirtió también en material de arrastre, afectando más a los pobladores de estos sectores ya que la circulación sobre este tramo se hace imposible hasta para los transeúntes de zonas aledañas.

Es importante mencionar que además de los problemas de tránsito que ocasionan las calles en mal estado y la falta de un sistema de drenaje adecuado, se hace visible el problema de salubridad en el mismo, pues los encharcamientos, acumulación de basura y material, traen consigo un sinnúmero de enfermedades y riesgos especialmente para la población que habita en los sectores de mayor afectación.

El proyecto que se propone, es el estudio a nivel de perfil de lo que suponemos ayudaría a favorecer la calidad de vida de los habitantes; mejorando de esta manera la calzada de las calles, proponiendo como alternativa de pavimento de este tramo a base de materiales como el adoquín, asfalto y concreto hidráulico, que también incluirá obras de drenaje menor (cunetas, alcantarillas, vados). A través de una de las visitas de campo al lugar, se ha hecho visible que la carretera está afectada en su totalidad pues en ella desembocan las aguas provenientes de las zonas altas y que debido a la topografía del lugar son perpendiculares al tramo en estudio.

Con cualquiera de las opciones de carpetas de rodamiento propuestas anteriormente se daría solución al problema quizás no en un 100%, pero disminuiría significativamente, evitando las situaciones adversas que están aconteciendo.

2.1.1.1 Afectaciones por enfermedades.

El Sistema Local de Atención es el Centro de Salud, es el organismo encargado de monitorear el estado actual en la incidencia, aumento o disminución de enfermedades, en el municipio de La Libertad.

Tabla 1. Casos anuales de enfermedades

Sector	Barrios	Casos anuales			
		Hab.	ERA	EDA	Dengue
3	Minba.	300	300	200	250
1	Miguel Merel.	1,300	390	390	325

Fuente: Centro de salud La Libertad.

2.1.1.2 Afectaciones en la circulación vehicular.

El mal estado del tramo afecta el transporte de vehículos en la zona de los sectores, ocasionando que los vehículos no circulen o que se deterioren al transitar en el tramo que se encuentra en mal estado. Esto a futuro, trae consigo un deterioro más rápido de los vehículos ya que por el mal estado de la calle pueden sufrir con el tiempo algún desperfecto mecánico en las rótulas, terminales, amortiguadores y suspensión, etc. Así como, el rápido desgaste de las llantas resultando un 1.16% de la población que se desplaza en cualquier tipo de vehículo proveniente de la zona directamente del sitio, que se ve afectada y por ende inconforme.

2.1.2 Situación que da origen al problema.

En la ciudad de La Libertad hay dos factores que influyen en que la zona sea vulnerable a fenómenos, estos son:

- La topografía característica de la zona que es muy accidentada.
- El mal diseño o en algunos casos la falta de estudios para valorar la capacidad de soporte de los suelos, así como un sistema de drenaje de aguas pluviales casi inexistentes.

El municipio de La Libertad se encuentra expuesto ante amenazas naturales, socio naturales y antrópicas, debido a la probabilidad de ocurrencia de fenómenos de inestabilidad de terrenos, hidrometeorológicos y sísmicos. El factor antropogénico está vinculado directamente e incidiendo con los diferentes escenarios de riesgos del municipio.

Debido al aumento de la población se han hecho evidentes una serie de problemas que afectan a la ciudadanía. Al hacerse despales para nuevos asentamientos, quedando desprotegidos los suelos que a su vez se han ido erosionando en ciertas partes del tramo creando escorrentías que llevan sedimentos hacia partes más bajas.

En la época de verano el polvo que levanta el viento de los tramos sin revestimiento, produce afectaciones a la población en la salud y bienestar de sus hogares, reduciendo la calidad de vida de los habitantes.

Es por ello que a partir de estas situaciones, se han venido desarrollando una serie de proyectos con el objetivo principal de reestructurar los daños ocasionados por tales fenómenos.

2.1.3 Población de la zona de influencia.

A continuación se muestran datos de censos poblacionales e indicadores de vivienda y de educación proporcionados por INIDE. Es importante señalar que el tramo a estudiar forma parte de una colectora secundaria en el municipio de La Libertad. La población de la zona de influencia proyectada es de 157 personas, con una asistencia escolar de 30 estudiantes, los cuales incluyen estudiantes de primaria regular. Para asistir a la secundaria los estudiantes de ven viajar en este tramo de carretera hasta la zona urbana de la Libertad.

2.1.3.1 Proyecciones futuras.

Para la determinación de las proyecciones futuras se utilizara el Método de tasa aritmética.

Dónde:

r = tasas de crecimiento aritmético.

P_{t+n} = Población al momento actual.

P_t = Población al momento base o población inicial.

a = amplitud de la población o distancia entre las dos poblaciones de referencia.

n = número de años.

A continuación se presenta la tabla de datos de la población histórica para el cálculo de la tasa de crecimiento:

$$r = \sqrt[n]{\frac{P^{t+n}}{P^t}} - 1 \quad i = P^t * (1 + r)^n$$

Tabla 2. Tasa de crecimiento

Año	POBLACIÓN	TIEMPO	TASA
2005	151	0	1.5%
2014	154	9	
2015	157	10	
2016	160	11	

Fuente: VIII Censo de la Población y VI de Vivienda 2005, INIDE; Alcaldía Municipal de La Libertad

A continuación se presenta la tabla de la población general para conocer la población de la zona de influencia:

Tabla 3. Población de la zona de influencia

Sector	Ambos Sexos	Hombre		Mujer	
		> 15 Años	< 15 Años	> 15 Años	< 15 Años
La Libertad Urbano	5802	1548	1231	1711	1312
La Libertad Rural.	7610	975	2753	976	2906
Micro Región VI Kinuma.	157	59	20	57	21
TOTAL	13,569.00	2582	4,004.00	2744.00	4,239.00

Fuente: VIII Censo de la Población y VI de Vivienda 2005, INIDE; Alcaldía Municipal La Libertad.

La siguiente tabla presenta el indicador de educación por asistencia según el género de la persona:

Tabla 4. Indicadores de educación de la región VI Kinuma

Educación: principales indicadores				
Modalidades	Asistencia Escolar primaria	Primaria Incompleta	Asistencia Escolar secundaria	Secundaria Incompleta
La Libertad	1905	761	707	1263
Urbano	878	312	554	1,095
Rural	1027	449	153	168
Micro región VI Kinuma.	30	15	10	20
Total.	3,840	1,537	1,424	2,546

Fuente: VIII Censo de la Población y VI de Vivienda 2005, INIDE; Alcaldía Municipal de La Libertad.

El 47.77% de la población de la zona de influencia asiste a sus respectivos centros de estudios ya sea secundaria, universidad, excepto la primaria ya que cuentan con una pequeña escuela rural cerca de la comunidad, así que por estas razones la población requieren trasladarse todos los días incluyendo los fines de semana. Estos sectores son importantes para la población porque por ellos trafica buena parte del sector ganadero de La Libertad Chontales, y se ven afectados por el deterioro del tramo de carretera en estudio.

A continuación se presenta un diagnóstico de viviendas del sector en estudio:

Según la información más actualizada (Planificación de la Alcaldía Municipal, Síntesis de Diagnóstico de Viviendas 2005 - 2008) existen en el municipio un total de: 3,168 viviendas; de las cuales 1,772 son rurales y 1,396 son urbanas.

Se definen cuatro tipos de unidades residenciales; las cuales son:

1. Vivienda Tradicional
2. Vivienda Popular,
3. Vivienda Progresiva
4. Vivienda Espontánea.

Figura 1. Estado físico de la vivienda



Fuente: Propia

Dentro de esta clasificación encontramos los siguientes datos, existen un total de 1,396 unidades de vivienda; de los cuales, 5 barrios se encuentran en una categoría tradicional, 8 barrios son de tipo popular, 2 barrios tipo progresivo y 1 barrio que se considera espontáneo, la mayor cantidad de viviendas se concentra en la tipología popular con un total de 587 viviendas representando el 42.05% del total de viviendas en la ciudad. Para elaborar un análisis de estado físico de la vivienda se evaluaron

los siguientes componentes: paredes, techos y piso, cada uno tiene una ponderación para promediar el estado físico de toda la infraestructura.

2.1.3.2 Determinación del número de encuestas.

El número de encuestas dirigidas a la población que transita por el tramo fue definida tomando como base la cantidad de la población que habita en los sectores.

Por lo tanto, se presenta la tabla con los datos para calcular el tamaño de la muestra:

$$n = \frac{Z^2 * N * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q}$$

Tabla 5. Datos base para determinar el número de encuestas

N	Z	P	q	e
157	1.95	0.50	0.50	10.0%

Fuente: Propia

Dónde:

N: es el tamaño de la población o universo, en este caso es la población total de los sectores afectados 157 personas.

Z: es una constante que depende del nivel de confianza que asignemos. En este caso y como normalmente se define se utiliza un grado de confianza del 95%, que es lo mismo que decir que el error puede andar en un 5%.

p: proporción de individuos que poseen en la población la característica de estudio. Este dato generalmente desconocido y se suele suponer que $p = 0.5$ que es la opción más segura.

q: proporción de individuos que no poseen esa característica, es decir, es $1-p$, que sería 0.5.

e: es el error muestral deseado, en tanto por uno. El error muestral es la diferencia que puede haber entre el resultado que obtenemos preguntando a una muestra de

la población y el que obtendríamos si preguntáramos al total de ella, en este caso se supone del 10% que es el error normal al hacer encuestas.

Por lo tanto el tamaño de la muestra es el siguiente:

$$n = \frac{1.95^2 * 157 * 0.50 * 0.50}{0.1^2 * (157 - 1) + (1.95^2) * (0.5 * 0.5)} = 59.45 \approx 60 \text{ encuestados}$$

Las 60 encuestas se realizaron en el trayecto del tramo en estudio, tratando de repartirse uniformemente entre las personas que caminaban por el tramo como jóvenes, estudiantes, y adultos etc.

Estas encuestas se llevaron a cabo con el fin de dar a conocer la manera en que los demandantes del proyecto, en este caso 157 personas, observa el estado actual de las calles, como incide en la población y sobre todo la solución.

A continuación, por medio de gráficas se hace la evaluación porcentual y la interpretación de estos resultados.

1. La primera pregunta realizada en el tramo en estudio, fue sobre la edad de los participantes en la misma, cuyos resultados fueron:

Tabla 6. Edad de los encuestados

EDAD	ENCUESTADOS	%
MENOR DE 15 AÑOS	21	35
ENTRE 15 Y 45 AÑOS	26	43.33
MAYOR DE 45 AÑOS	13	21.67
TOTAL	60	100.0

Fuente: Propia.

Figura 2. Edad de los encuestados



Fuente: Propia.

De la población de referencia resultaron las siguientes porciones, el 35% jóvenes menores de 15 años, el 43% jóvenes, adultos entre 15-45 años y el 22% resultaron adultos mayores de 45 años.

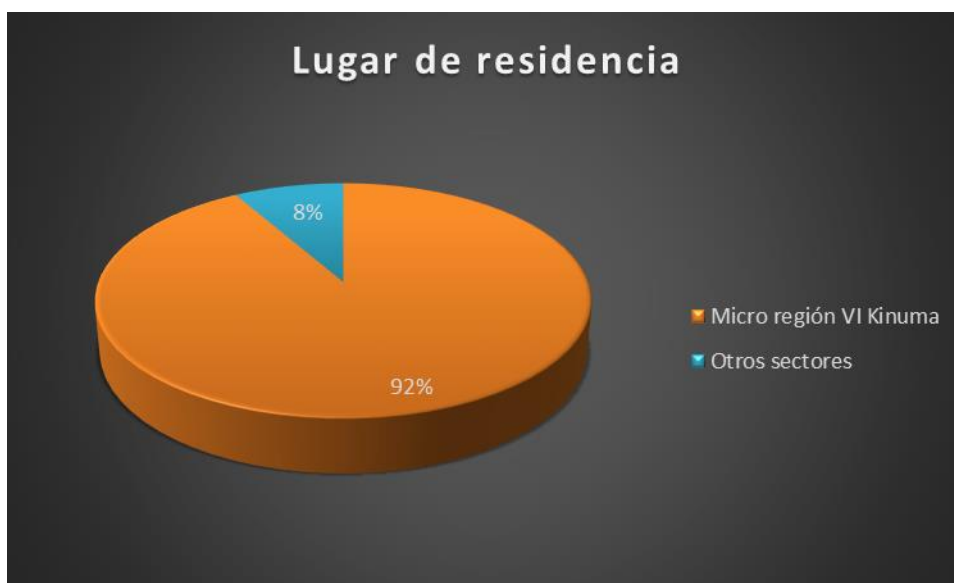
2. La segunda pregunta realizada fue del lugar donde habita, y se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 7.Lugar de residencia de los encuestados

LUGAR	ENCUESTADOS	%
Micro región VI Kinuma.	55	91.67
Otros sectores	5	8.33
Total	60	100.0

Fuente: Propia.

Figura 3. Lugar de residencia de los encuestados



Fuente: Propia.

El 92 % de los encuestados corresponden a la población establecida en la micro región VI Kinuma, mientras que el 8%, corresponden a otros sectores/zonas.

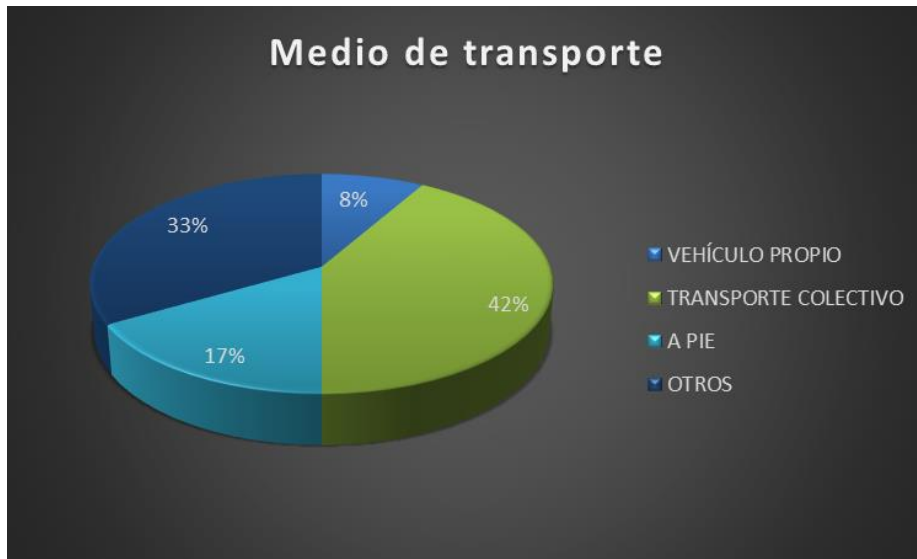
3. La siguiente pregunta de la encuesta realizada, fue el modo de transporte utilizado por los encuestados a lo que se respondió lo siguiente:

Tabla 8. Medios de transporte de los encuestados

MEDIO DE TRANSPORTE	ENCUESTADOS	%
VEHÍCULO PROPIO	5	8.33
TRANSPORTE COLECTIVO	25	41.67
A PIE	10	16.67
OTROS	20	33.33
TOTAL	60	100.0

Fuente: Propia.

Figura 4. Medio de transporte de los encuestados



Fuente: Propia.

El 17% de la población se traslada a pie, el 42% en transporte colectivo, el 8% en vehículo propio y el 33% se traslada en otro medio de transporte.

4. Se continuó preguntando acerca de si ellos tenían alguna dificultad para transportarse, las conclusiones fueron las siguientes:

Tabla 9. Dificultad de transporte de los encuestados

DIFICULTAD PARA TRASPORTARSE	ENCUESTADOS	%
SI	60	100
NO	0	0
TOTAL	60	100.0

Fuente: Propia.

Según los resultados obtenidos el 100 % de la población encuestada tiene dificultad para trasladarse hacia sus destinos.

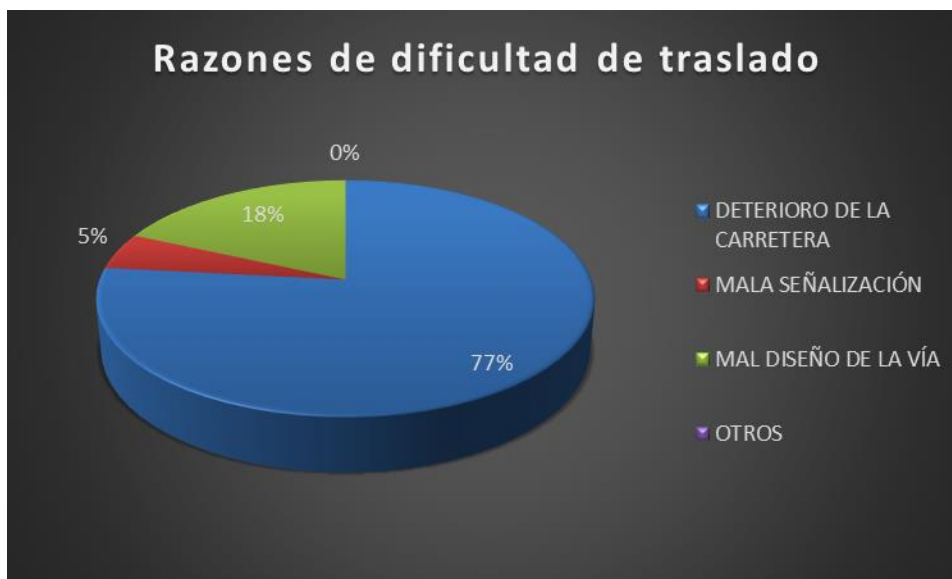
5. Se continuó preguntándoles las razones de la dificultad para trasladarse, obteniendo las siguientes respuestas:

Tabla 10. Razones de dificultad de traslado de los encuestados

RAZONES DE DIFICULTAD DE TRASLADO	ENCUESTADOS	%
DETERIORO DE LA CARRETERA	46	76.67
MALA SEÑALIZACIÓN	3	5
MAL DISEÑO DE LA VÍA	11	18.33
OTROS	0	0.
TOTAL	60	100.0

Fuente: Propia.

Figura 5. Razones de dificultad de traslado de los encuestados



Fuente: Propia.

Del 100% que tiene dificultad para trasladarse, el 77% asume como causa el deterioro de la carretera, el 18% lo atribuye a la falta de señalización y el 5% al mal diseño de la vía.

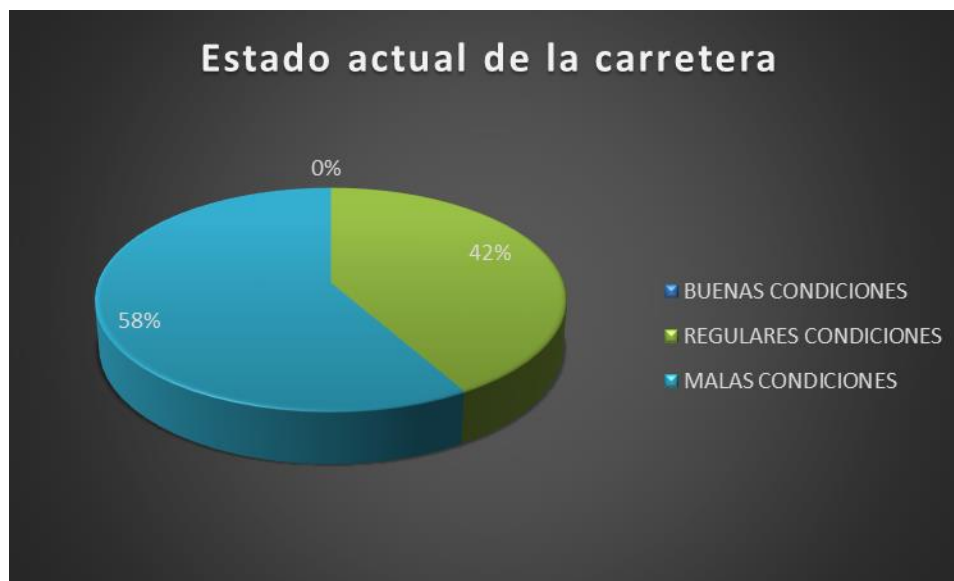
6. En la séptima pregunta, se cuestionó sobre la opinión que los encuestados tenían acerca del estado actual del tramo de carretera, se concluyó lo que sigue:

Tabla 11. Estado actual de la carretera

ESTADO ACTUAL DE LA CARRETERA	ENCUESTADOS	%
BUENAS CONDICIONES	0	0.00
REGULARES CONDICIONES	25	41.67
MALAS CONDICIONES	35	58.33
TOTAL	60	100.0

Fuente: Propia

Figura 6. Estado actual de la carretera



Fuente: Propia

El 42% de la población encuestada considera que la vía se encuentra en regulares condiciones y el 58% en malas condiciones.

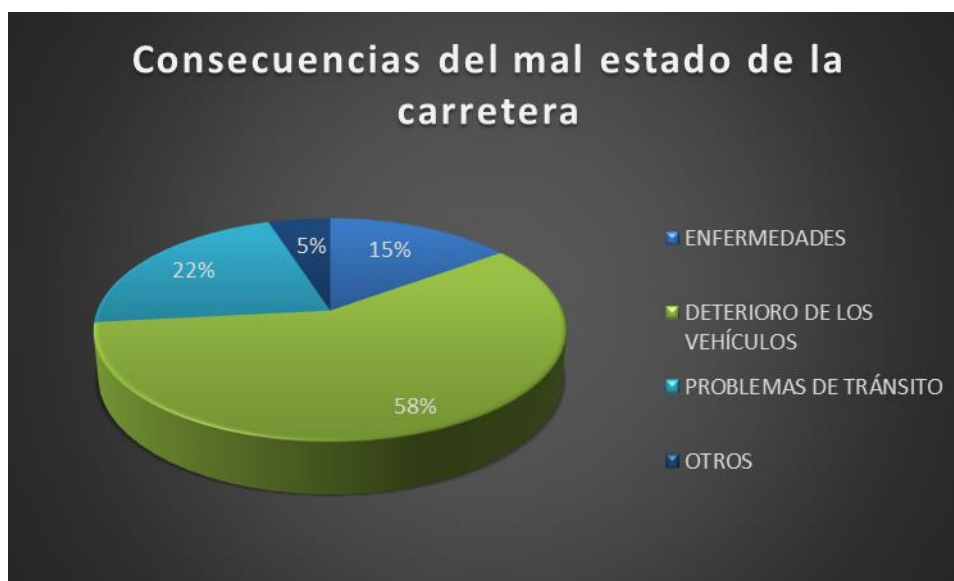
7. Se siguió preguntando acerca de las consecuencias que trae consigo el mal estado de la carretera, a lo que los encuestados respondieron lo siguiente:

Tabla 12. Consecuencias del mal estado de la carretera

CONSECUENCIAS DEL MAL ESTADO DE LA CARRETERA	ENCUESTADOS	%
ENFERMEDADES	9	15
DETERIORO DE LOS VEHÍCULOS	35	58.33
PROBLEMAS DE TRÁNSITO	13	21.67
OTROS	3	5
TOTAL	60	100.0

Fuente: Propia.

Figura 7. Consecuencias del mal estado de la carretera en estudio



Fuente: Propia.

El 15% de la población considera que el estado de la vía trae consigo enfermedades para los pobladores, el 58% considera que causa deterioro a los vehículos, el 22% que genera problemas de tránsito y apenas el 5% trae consigo otro tipo de problemas (atrasos, cambios de emociones negativas etc.).

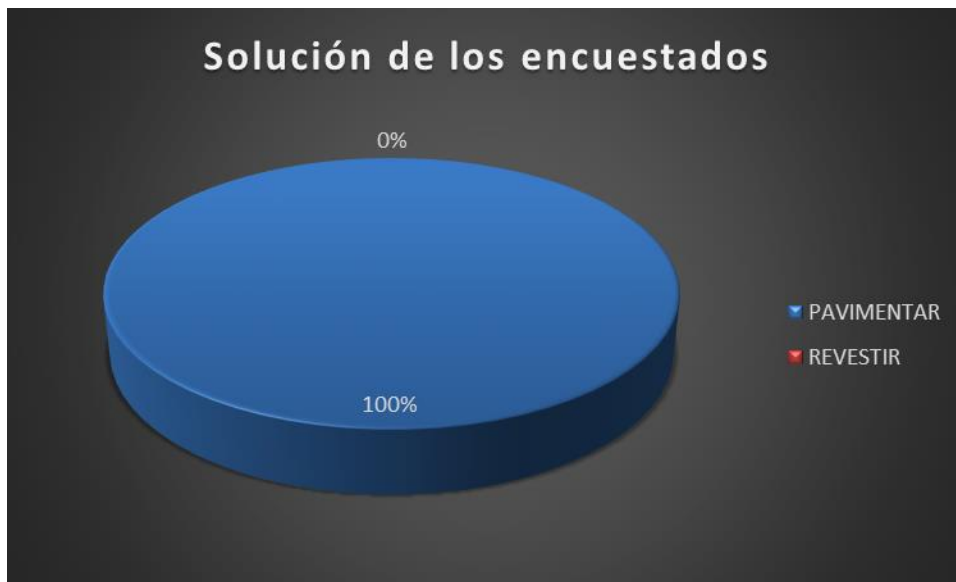
- La encuesta se concluyó preguntado a los participantes en la misma, acerca de la solución adecuada que ellos propondrían para mejorar la calidad de vida, obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla 13.Solucion final

SOLUCIÓN	ENCUESTADOS	%
PAVIMENTAR	60	100.00
REVESTIR	0	0.00
TOTAL	60	100.00

Fuente: Propia.

Figura 8. Solución de los encuestados



Fuente: Propia.

El 100% de la población considera que la solución adecuada es pavimentar.

2.1.4 Matriz de marco lógico.

La Matriz de Marco Lógico (MML), es una herramienta analítica que nos permite tener la visión clara de los alcances del proyecto tomando en cuenta a los involucrados en el mismo, así mismo hace una descripción objetiva y concisa del cambio permanente de las condiciones del entorno, que se pretende alcanzar con la intervención ya sea planeando o ejecutando.

Tomando en cuenta a los habitantes de los sectores y dirigentes comunales, en diversas reuniones se ha planteado un enfoque de marco lógico para identificar plenamente el problema y las posibles soluciones.

A continuación se presenta el análisis de involucrados, el árbol de problemas, el árbol de objetivos y la matriz de marco lógico de la situación encontrada en los sectores afectados en el municipio, así como las posibles soluciones a la problemática planteada.

Cuadro 1. Matriz de marco lógico

Grupos	Intereses	Problemas Percibidos	Recursos y Mandatos
Población del sector La Libertad Santo Tomas	<ul style="list-style-type: none"> Tener calles en buen estado físico Mejor acceso peatonal y vehicular al tramo. Buenas condiciones higiénicas y ambientales. Aumento del valor de los bienes inmuebles. 	<ul style="list-style-type: none"> Charcas sobre las calles. Corrientes superficiales de agua en tiempo de invierno. Enfermedades bronco-respiratorias. Dengue. Acumulación de material sedimentado. Calles en mal estado. Uso inadecuado de las vías. Menor circulación de transporte selectivo y acarreo. Mayor tarifa de acarreo. 	<ul style="list-style-type: none"> Organización de los sectores Aporte económico Mano de obra calificada.
Población estudiantil	<ul style="list-style-type: none"> Mejores condiciones físicas de las calles que faciliten el tránsito hacia los centros de estudios 	<ul style="list-style-type: none"> Corrientes superficiales que dificultan la circulación peatonal. Inadecuada presentación personal. Impuntualidad en la hora de llegada al centro de estudios. 	<ul style="list-style-type: none"> Demanda a las autoridades competentes. Acceso a los medios de comunicación, para protestas sobre el estado de las calles. Colaborar en planes de jornadas de limpieza.
Sector transporte selectivo y privado.	<ul style="list-style-type: none"> Vehículos en buen estado técnico-mecánico. Reducción de los gastos de operación y mantenimiento. Obtención de mayores ingresos económicos. (Transporte público). Responder a la demanda de transporte público 	<ul style="list-style-type: none"> Deterioro técnico-mecánico de los vehículos. Aumento en los gastos de operación. Aumento en los gastos de mantenimiento. Uso inadecuado de las vías. Carencia de una carpeta de rodadura adecuada. 	<ul style="list-style-type: none"> Ejercer presión sobre las autoridades competentes. Crear comisión para la gestión de proyectos.

Fuente: Propia.

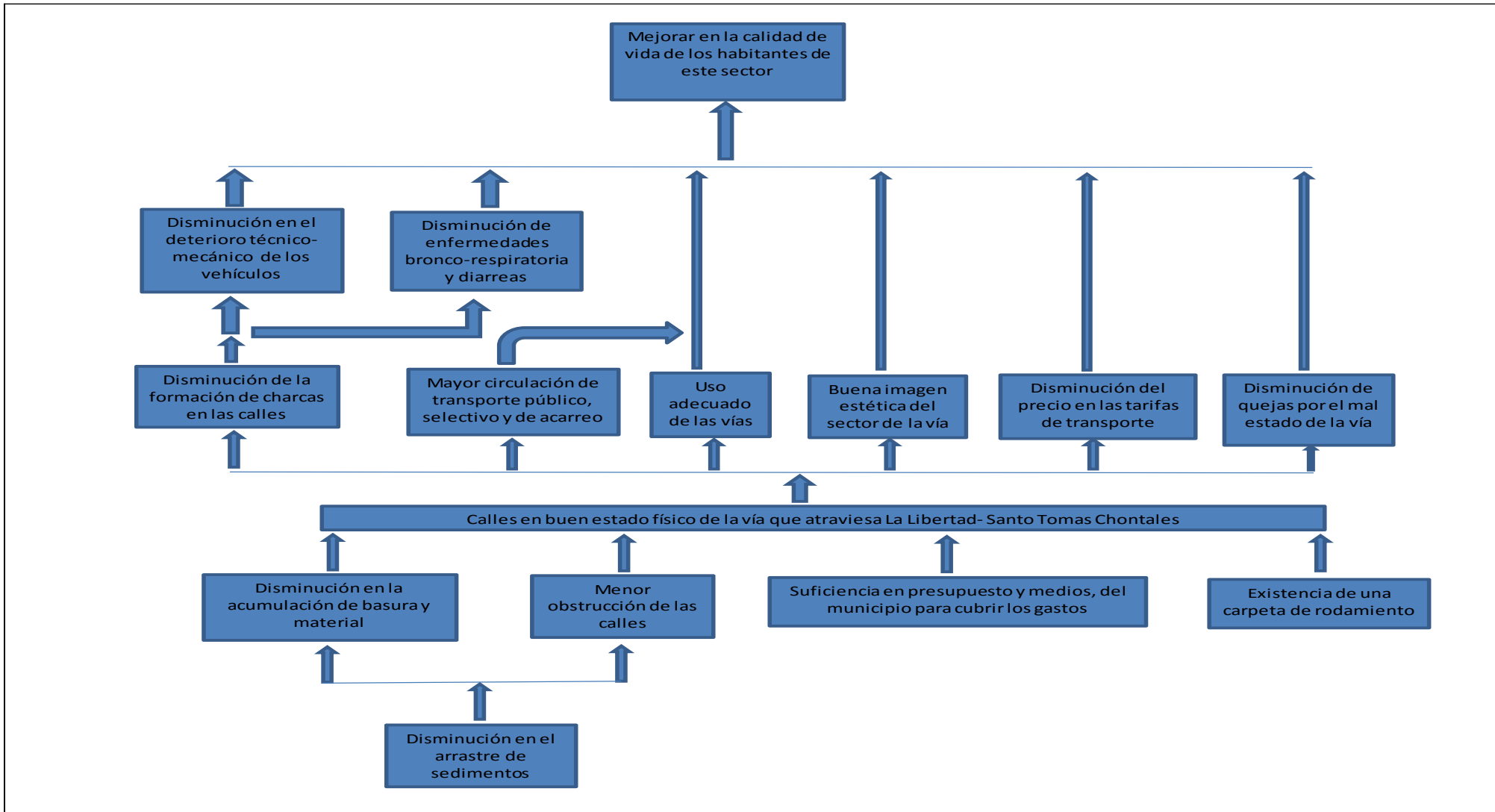
Continuación del cuadro 1

Cuadro 2. Matriz de marco lógico

	selectivo en las zonas aledañas		
Alcaldía municipal de La Libertad.	<ul style="list-style-type: none"> • Garantizar el buen estado de las calles. • Mejorar las condiciones de vida de la población. • Reducir los riesgos de la población ante desastre naturales y accidentes de tránsito. • Reducir las quejas sobre el mal estado físico de las calles. 	<ul style="list-style-type: none"> • La población se queja del mal estado de las calles. • Falta de señalización vial. • Limitaciones en presupuesto y medios necesarios para dar respuesta a las demandas de infraestructura vial. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se cuenta con módulo constructivo y equipo técnico para el diseño, formulación y seguimiento de proyectos. Gestión de recursos con los organismos donantes.

Fuente: Propia.

Árbol 1. Problemas de Causas-Efectos



Fuente. Propia

Cuadro 3.Mejoras del Proyecto

Objetivos	Indicadores	Medios de verificación	Supuestos
<p>Fin:</p> <p>Calidad de vida mejorada de los habitantes cercanías al tramo de vía que atraviesa el municipio de La Libertad-Santo Tomas.</p> <p>Reducidos los malestares y quejas de los pobladores por acumulación de basura, calles en mal estado e inundaciones.</p> <p>Mejorar la imagen estética de este sector.</p> <p>Mayor facilidad de tránsito peatonal y vehicular.</p> <p>Reducir las enfermedades bronco-respiratorias causado por el estancamiento de las aguas.</p>	<p>Aumento del sentimiento de bienestar de la población.</p> <p>Reducir en un 85% las quejas a causa de la acumulación de basura y calles en mal estado.</p> <p>Mejorada en un 100 % la imagen estética del sector, después de 2 meses finalizado el proyecto.</p> <p>Aumentando en un 30 % la afluencia vehicular y peatonal.</p> <p>Reducida las afecciones de las enfermedades bronco-respiratorias y diarreas en un 70 % 6 meses después de finalizado el proyecto.</p>	<p>Encuesta a los pobladores.</p> <p>Encuesta a los pobladores Medios de comunicación.</p> <p>Fotografías Encuesta a los pobladores.</p> <p>Encuesta a los pobladores vistas al sitio.</p> <p>Encuesta a los pobladores informes del MINSA</p>	<p>Que la Alcaldía construya las obras necesarias para mitigar los problemas del mal estado de las calles.</p> <p>La población tiene conciencia de que es perjudicial para su salud botar la basura en lugares inadecuados y produce mala imagen al sector.</p> <p>Buena funcionalidad de las obras construidas en el proyecto.</p> <p>Buena funcionalidad de las obras de drenaje construidas en el proyecto.</p>
<p>Propósito:</p> <p>Mejorar el estado físico del tramo vía del municipio La Libertad-Santo Tomas.</p>	<p>Mejoradas las calles contempladas a 4 meses de iniciado el proyecto.</p>	<p>Actas de recepción final. Visitas al sitio. Visitas de campo, Fotografías. Opinión de beneficiarios oral y escrita.</p>	<p>Que exista disponibilidad de recursos financieros instituciones financieras .</p> <p>Existe coordinación institucional.</p> <p>Participación de la población.</p>

Fuente. Propia

Continuación del cuadro 2.

Cuadro 4. Mejoras del proyecto

Objetivos	Indicadores	Medios de verificación	Supuestos
Componentes :			
1. Calles revestidas, mediante carpetas de rodamiento.	Revestido al 100 % de las calles contempladas en las etapas de diseño después de 8 meses de iniciado el proyecto.	Informe 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.	Construidos al 100 % de los vados y cunetas, 5 meses después de iniciado el proyecto.	Visitas al sitio.	Que las obras a construir funcionen correctamente.
3. Instaladas las señales de tránsito informativa y reglamentarias	Instaladas al 100 % de las señales de tránsito antes de la finalización del proyecto.	Visitas al sitio.	La población tiene conciencia de utilizar correctamente las señales de tránsito.
Actividades:			
1. Realizar el diseño geométrico y de pavimento de las calles y las obras de drenaje menor.	Realizado el 100 % del diseño de las calles, aun mes después de iniciado el proyecto.	Informes periódicos de avances.	Equipo técnico capacitado con los conocimientos necesarios.
2. Proveer las capas del tramo de las calles según diseño, que puedan soportar las cargas según el volumen y cargas mayores de tránsito	Realizado el movimiento de tierra con las especificaciones técnicas requeridas a las 10 semanas después del inicio del proyecto.	Encuestas en sitio. Sondeos manuales del terreno in situ. Contratos de ejecución.	Existencia de disponibilidad financiera. Maquinaria en buen estado. Que el banco de material selecto proporcione las cantidades de material requerido.
3. Dotar las calles de una carpeta de rodamiento adecuada.		Contratos de ejecución. Actas de recepción final. Libro de bitácora.	Que no exista impugnaciones de los procesos de licitación. Que el gobierno municipal consiga los recursos financieros para ejecutar el proyecto. Desembolsos a tiempo.

Fuente. Propia

Continuación del cuadro 2.

Cuadro 5. Mejoras del proyecto

Objetivos	Indicadores	Medios de verificación	Supuestos
4. Construir obras de drenaje menor que contribuyan al escurrimiento de las aguas,(vados).		Contratos de ejecución. Galerías de fotos Libro de bitácora.	Existen fondos disponibles.
5. Instalaciones de las señales de tránsito informativas y reglamentarias.		Señales de tránsito instaladas. Registro de la policía. Consultas a la población.	La policía cuenta con el recurso humano y financiero para cubrir la demanda.

Fuente. Propia

2.1.5 Alternativas existentes para dar solución al problema.

En Nicaragua existen tres posibles opciones para mejorar el tramo principal que une a La Libertad con Santo Tomas así como también beneficiando al Municipio de San Pedro que queda entre estos dos municipios, de las cuales analizaremos la más factible a ejecutar. A continuación se detallan cuales son:

- Pavimento flexible (a base de asfalto).
- Pavimento rígido (a base de concreto hidráulico).
- Pavimento semirrígido (a base de adoquines).

Para cada una de las alternativas se realizará el análisis técnico y económico para decidir cuál es la más conveniente.

2.1.6 Resultados esperados.

- Revestir 28,000m² de carretera con carpeta de rodamiento que se seleccionara según indique el estudio económico y que sea conveniente esto se estará explicando más adelante, resultan 4 km por 7m de ancho.
- Construir 1.75 m³ de vado de concreto.
- Construcción de 8,000 m de cunetas.
- Disminuir el 90% de la formación de charcas en este tramo de vía.
- Reducir en un 80% las quejas de la población cercana al tramo en mal estado, en mención a la Alcaldía Municipal.
- Mejorar la estética en un 100% de este tramo y sectores aledaños.
- Disminuir la incidencia de enfermedades provocadas por el crecimiento exagerado de vectores, polvo, charcas entre otros.
- Aumentar la circulación del tráfico en un 60% en el lugar, así como disminuir el costo de transporte privado (moto taxi).

2.1.7 Beneficiarios del proyecto.

El proyecto beneficiará de manera directa a 157 personas de la micro región VI “Kinuma”, los cuales pertenecen a las clases sociales tanto alta (personas que tienen propiedades aledañas a la carretera en estudio) así como también clase media y baja.

De manera directa, también se verán beneficiada la población en general, sobre todo los pobladores de los sectores aledaños que transitan por esta vía para la realización de sus actividades diarias, especialmente a los estudiantes que para asistir a sus centros de estudios circulan por esta vía.

2.1.8 Proyecto y estrategias de desarrollo.

Tal y como se mencionó inicialmente la problemática de las calles en mal estado, no es una problemática solamente de los sectores por los cuales atraviesa el tramo de vía sino de la ciudad en general, ocasionado en parte por los fenómenos de ocurrencia natural, así como el desarrollo de los proyectos ejecutados tales como han sido las malas rehabilitaciones que se han dado, debido al mal procesamiento de materiales, su compactación entre otros aspectos.

2.2 Cuantificación de la demanda del proyecto.

Esta sección está dirigida a conocer que es lo que demanda la población y las opciones desde el punto de vista presupuestario que tiene la institución encargada en este caso el MTI para dar respuesta a tales demandas, para lo cual será necesario abordar los siguientes aspectos:

2.2.1 Demandantes del proyecto.

Los demandantes del proyecto son los pobladores de la micro región VI “Kinuma” con aproximadamente 157 habitantes, así como la población de La Libertad en general ya que parte de esta vía pasa por el cementerio municipal de “Santa María” también habitantes de los municipios de Santo Tomas y San Pedro que quedan conectadas por el tramo de vía en estudio.

Esta propuesta vendrá a satisfacer a un 43.92% de la población afectada y también de la población de La Libertad, equivalente a 5,959 habitantes.

2.2.2 Acciones de demanda de la población.

La mayor necesidad de la población de estos sectores es tener una carretera en buen estado físico, revestidas mediante una carpeta de rodamiento adecuada que proteja la capa base de las calles y con obras de drenaje menor que conduzcan las corrientes de las aguas para evitar que se escurran sobre la calzada, permitiéndoles

movilización fluida y eficiente, reducción en los tiempos de desplazamiento, incrementar la higiene comunal y el nivel de vida.

2.2.2.1 Propuestas de solución.

Las opciones a base de adoquines, asfalto y concreto hidráulico, son las propuestas a las que se le realizaran un análisis socioeconómico para saber cuál de ellas es la más factible, para resolver en gran manera la necesidad planteada por los pobladores, además de esto se pretenden construir cunetas en todo lo largo de la carretera para conducir las aguas pluviales.

2.2.3 Beneficios para la población.

- Reducción de enfermedades.
- Aumento del valor del bien inmueble.
- Mayor circulación vehicular.
- Mejorar la imagen estética de los de la región.
- Incremento del comercio.
- Mejor asistencia social.
- Ahorro de costos operaciones vehiculares para quienes transitan en esta vía.

Capítulo III

Estudio técnico del proyecto

Capítulo III – Estudio técnico del proyecto.

Este estudio conforma la segunda etapa de los proyectos de inversión, en el que se contemplan los aspectos técnicos operativos necesarios en el uso eficiente de los recursos disponibles para la producción de un bien o servicio deseado y en el cual se analizan la determinación del tamaño óptimo del lugar de producción, localización, instalaciones y organización requerida.

Es importante señalar que se hará el debido análisis para dar respuesta a la población mediante una estructura vial adecuada tal como pueden ser: adoquinado, asfalto o concreto hidráulico, eligiéndose la de mayor conveniencia.

3.1 Localización del proyecto.

Este estudio tiene como propósito seleccionar la ubicación más conveniente para el proyecto, es decir, aquella ubicación que frente a otras posibles produzca el mayor nivel de beneficios para los usuarios y para la comunidad, con el menor costo social dentro de un marco de factores determinantes o condicionantes.

3.1.1 Macro localización.

Este estudio consiste en la preselección de una o varias áreas de mayor conveniencia detallando ampliamente el área para luego proceder a la micro localización.

El municipio de La Libertad está ubicada en la Región Central de Nicaragua, en el departamento de Chontales.

3.1.2 Límites Municipales:

Al Norte: Municipio de Camoapa.

Al Sur: Municipio de San Pedro de Lóvago.

Al Este: Municipios de Santo Domingo y El Ayote.

Al Oeste: Municipios de Juigalpa y San Francisco de Cuapa.

3.1.3 Distancia a la Capital de la República y Cabecera Departamental:

La Libertad dista a 170 km de Managua (Capital de la República de Nicaragua) y 33 km de Juigalpa (Cabecera Departamental de Chontales).

La conexión con todo el territorio nacional se hace a través de la vía adoquinada entre Juigalpa y la cabecera Municipal. La vía en estudio es una vía clasificada como colectora secundaria entre La Libertad y Santo Tomas y su denominación es la NIC 23 A. Es una vía que parte desde el cementerio de La Libertad pasa por la intersección de la carretera a San Pedro y llega a Santo Tomas.

3.1.4 Superficie.

El área Urbana y Rural totaliza 774.55 kms² de extensión territorial Municipal (11.95 % de la Superficie del Departamento, Chontales) y le ubican en cuarto lugar de importancia en el Departamento de Chontales. La altitud promedio es de 498.85 m.s.n.m.

Figura 9. Macro Localización del proyecto



Fuente: INETER

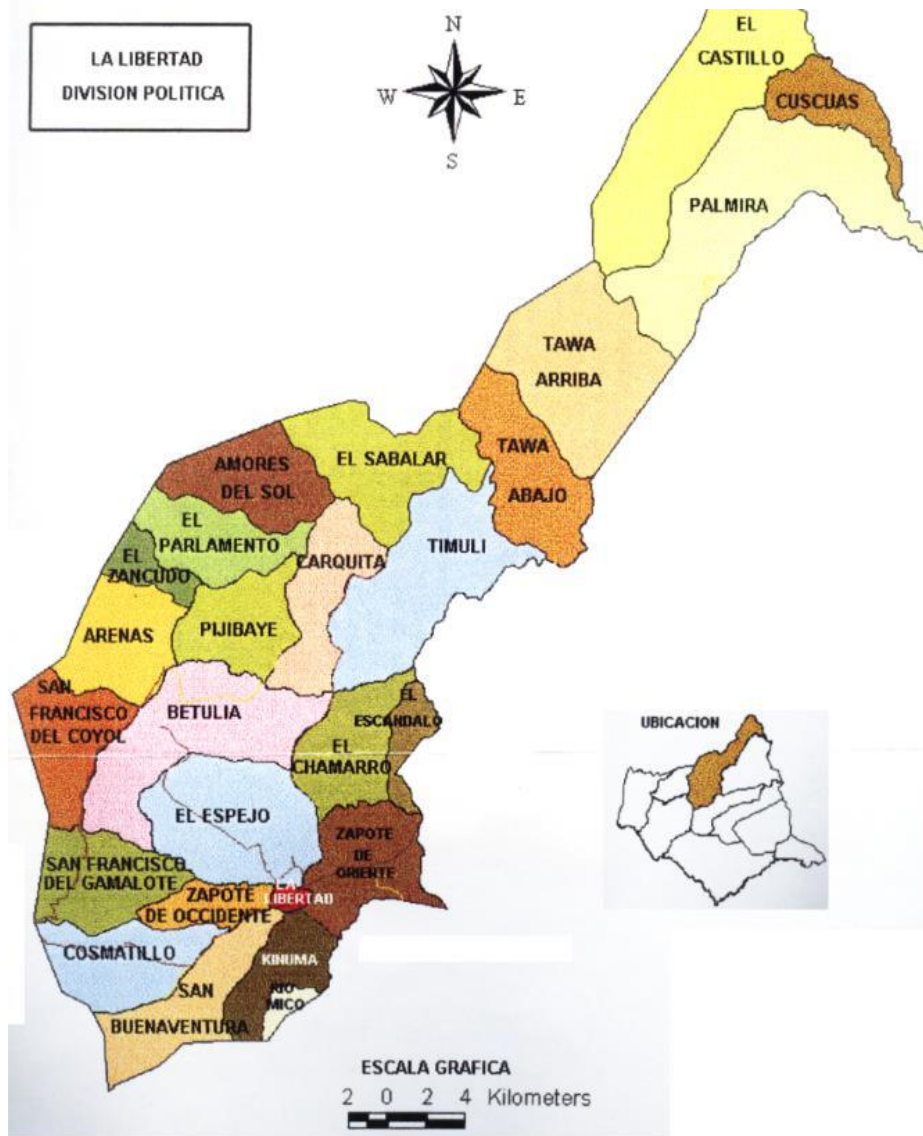
3.1.5 Micro localización.

Consiste en la selección puntual del sitio para la instalación del proyecto teniendo en cuenta los siguientes factores:

- Existencia de las vías de comunicación y medios de transporte.
- Servicios básicos y públicos.
- Topografía y estudio de suelos.
- Sistema de circulación vehicular.
- Financiamiento.
- Condiciones ambientales y de salubridad.
- Valor monetario de las propiedades.
- Conservación del patrimonio histórico cultural.
- Disponibilidad del área para los requerimientos actuales y futuras ampliaciones.

La micro región VI de Kinuma, se encuentra localizada en la zona oeste del municipio La Libertad, cuenta con una población de 157 habitantes siendo un sector poco poblado y se encuentran en la parte más alta del municipio.

Figura 10. Micro Localización La Libertad - Santo Tomas



Fuente: INETER

3.2 Tamaño del proyecto.

El tamaño del proyecto se refiere a la capacidad de producción en un período de referencia. Este estudio tiene como objetivo principal dimensionar la capacidad efectiva de producción y su nivel de utilización, tanto para la puesta en marcha como su evolución durante la vida útil del proyecto.

- Longitud del tramo: 4 km
- Ancho de carriles: 7 m.
- Número de carriles: 2.
- Vida útil: 20 años.
- Tipo de carpeta de rodamiento: se especificara más adelante.

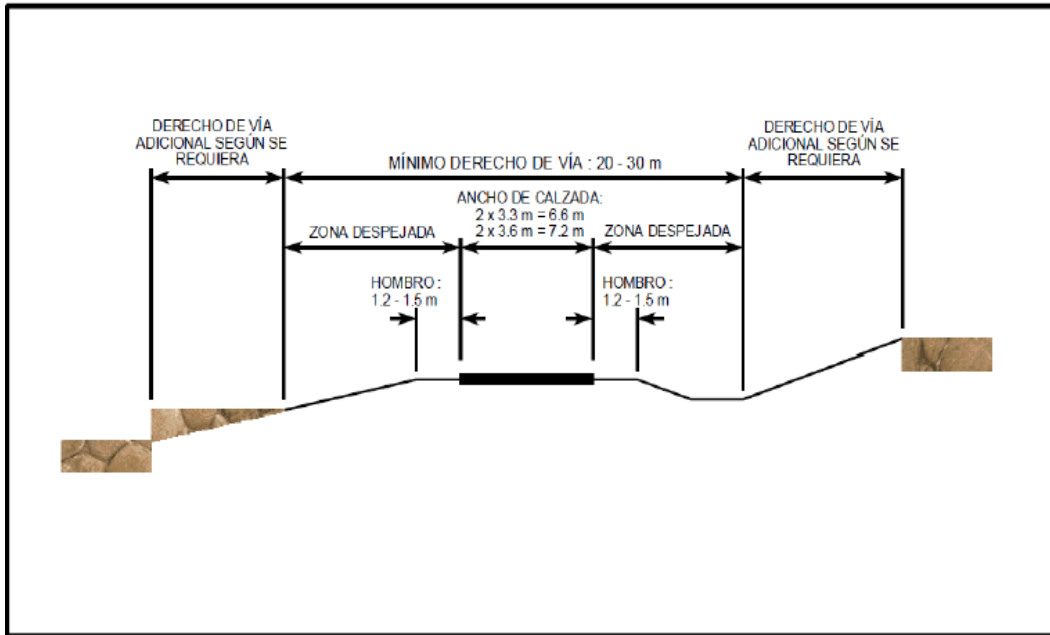
El proyecto contempla 4 km multiplicado por 7m de ancho de la calzada, equivalentes a 28,000 m², en la vía de acceso principal al municipio de Santo Tomas, ubicada al oeste del municipio de La Libertad. Esta carretera es una de las más problemáticas, ya que debido a la pendiente natural del terreno en esta se vierten las aguas provenientes de zonas altas que se estancan en algunas áreas planas formando pequeñas lagunas. Así mismo, se proponen 8,000 m de cunetas, 7 m de vados de 1 m de ancho y 0.25 m de profundidad, más otras obras de drenaje que resulten necesarias.

3.2.1 Vialidad local.

Las vías locales van en dos direcciones, doble carril, se diferencia de la vialidad secundaria en el derecho de vía, como es carretera de tipo colectora secundaria rural y es un tipo de terreno ondulado la velocidad necesaria según el manual de normas de la "SIECA" será de 60 km/h, con un derecho de vía de 20 - 30 m.

Figura 11. Derecho de Vía

FIG. 1 DERECHO DE VÍA Y SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA DE UNA CARRETERA COLECTORA



Fuente: SIECA 2004

Figura 12. Clasificación Funcional de las carreteras Regionales

Clasificación Funcional de las Carreteras Regionales, 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	
	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.
CR- Colectoras Rurales					2	Pav.	2	Pav.

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

Fuente: SIECA 2004

Figura 13. Ancho de Hombro y Acera

Cuadro 4.3

ANCHOS MÍNIMOS 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: SIECA 1994.

3.3 Tecnología del proyecto.

Este análisis se refiere al conjunto de procedimientos y medios que el proyecto utilizará para la producción del bien o servicio para el cual se concibe. Por lo tanto en el análisis de la tecnología de este proyecto tendremos que considerar y escoger las diversas alternativas de esos medios, los procedimientos, los beneficios y las consecuencias de usar una u otra opción.

3.4 Ingeniería del proyecto.

El estudio de la ingeniería son las inversiones que se realizan en infraestructura, instalaciones y equipamiento básico que se requiere dada la alternativa tecnológica seleccionada, siendo este un aspecto complementario al componente tecnológico, es por ello que la ingeniería del proyecto considera que el análisis o estudio técnico contribuirá a proporcionar en mayor detalle la información sobre los costos de inversión y operación, por consiguiente brindara más elementos de juicio a la hora de analizar alternativas tecnológicas, las que a su vez plantean alternativas financieras y económicas.

3.4.1 Estudios previos al proyecto.

Generalmente el proyecto de una carretera o tramo de vía, comienza con un estudio de viabilidad del proyecto, justificando la necesidad de la construcción de esa vía mediante un análisis de la demanda existente o la necesidad de mejorar o descongestionar un determinado tramo. En función de estas exigencias fundamentalmente cuantitativas y en ocasiones cualitativas se decide la elección de un tipo u otro de vía: autopista, autovía o carretera convencional, pudiendo ser de ámbito nacional, regional, local, vecinal etc. Una vez el proyecto ha sido declarado viable se procede a la realización de diferentes tipos de estudios previos a la redacción del proyecto definitivo y cuyo principal objetivo es la planificación general de la obra.

Una vez ejecutados los estudios socioeconómicos, y sabiendo que el proyecto es rentable, se procede a la realización de los estudios técnicos previos al diseño de la carretera. Estos estudios tienen la finalidad de aportar la información técnica necesaria, para que desde el punto de vista geométrico, facilitar el proceso constructivo de la carretera y su óptimo funcionamiento.

Es necesario realizar un primer reconocimiento en el terreno con el apoyo de fotografías aéreas o con cartas topográficas de la región. En este reconocimiento, se tomará nota de los detalles más relevantes del terreno, mismos que deberán considerarse en el proyecto. En este primer reconocimiento, se practicarán así mismo los estudios geológicos y los topográficos, de los cuales hablaremos en seguida:

3.4.1.1 Estudios informativos.

Los estudios previos e informativos, son los que permiten realizar una evaluación económica preliminar, comprobar la viabilidad técnica y también generan las discusiones a posibles soluciones a los problemas estructurales que se presenten, analizándose de esta manera los siguientes aspectos:

- Geología de la zona.

- Características geotécnicas generales.
- Estudio de materiales.

3.4.1.2 Estudios topográficos.

En este estudio se efectuó el trazado y levantamiento del eje central del tramo de carretera en estudio, localizándose cada una de las siguientes infraestructuras existentes a la salida de La Libertad como: vallas decorativas que rodean el cementerio de La Libertad así como escalinatas de tumbas cercanas a la vía.

El levantamiento topográfico se realizó con ayuda del GPS con una precisión de 0.20cm Siendo el objetivo final de un estudio topográfico el poder determinar el perfil longitudinal, secciones transversales y típicas del terreno, y por ende, saber con exactitud las magnitudes de cortes y rellenos necesitados en la obra.

Esta información se verá en los planos de anexo:

3.4.1.3 Estudios de suelos.

Existe una amplia variación en las características de los diferentes suelos y las propiedades mecánicas de cada suelo individual, es decir, se ven afectados por su contenido de humedad y su densidad. Un número de pruebas físicas han sido desarrolladas para medir las condiciones mecánicas de los suelos del tramo de carretera en estudio, las cuales se verán en los cálculos siguientes:

A continuación se presentan las tablas de datos de la granulometría del suelo en estudio, realizado en la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI).

Tabla 14. Resultados de Granulometría

Granulometría Gruesa.

Diámetro.	Material retenido.
1 1/2"	0
1"	359.99
3/4"	240
3/8"	599.99
4	450
< 4	1350.02
Suma	3000

Granulometría Fina.

Diámetro.	Material retenido.
Mb	300 gr
#10	46.25
#20	40.4
#40	43.75
#60	31.05
#100	38.31
#200	28.61
<200	71.63
Suma.	300

Resultados

Diámetro	Material Retenido	% Retenido		% Retenido Acumulado	% Acumulado Parcial
1 1/2"	0.00	0.00		0.00	100.00
1"	359.99	12.00		12.00	88.00
3/4"	240.00	8.00		20.00	80.00
3/8"	599.99	20.00		40.00	60.00
4	450.00	15.00		55.00	45.00
< 4	1350.02	45.00			
Suma	3000.00				
Mb = 300 gr					
#10	46.25	15.42	6.94	61.94	38.06
#20	40.40	13.47	6.06	68.00	32.00
#40	43.75	14.58	6.56	74.56	25.44
#60	31.05	10.35	4.66	79.22	20.78
#100	38.31	12.77	5.75	84.96	15.04
#200	28.61	9.54	4.29	89.26	10.74
< 200	71.63	23.88	10.74	100.00	0.00
Suma	300.00	solo para 300 gr	para la muestra a total		

Fuente: Propia

**PROYECTO: “DISEÑO Y SELECCIÓN DE CARPETA DE RODAMIENTO DE 4
KM DEL TRAMO DE VÍA LA LIBERTAD - SANTO TOMAS CHONTALES”.**

Tabla 15.Limite Liquido

Sondeo No:	Muestra No:			
Ensaye No.	1	2	3	4
Tara No.	1	2	3	4
No de golpes	30	27	22	17
Peso de tara	15.18	15.17	15.22	15.19
Wmh + Wtara (gr)	45.05	44.38	42.65	44.95
Wms + Wtara (gr)	32.25	33.68	30.01	34.01
Peso de agua	12.8	10.7	12.64	10.94
Wms	19.45	22.98	17.37	23.07
% de humedad	65.81	46.56	72.77	47.42
LÍMITE LÍQUIDO =	58.14			

Fuente: Propia

Tabla 16.Limite

Plástico. Ensaye No	1	2
Wmh + Wtara	40.25	39.95
Wms +Wtara	34.38	35.12
Wtara	15.01	15.12
%humedad	30.3045947	24.15
Variación de humedad	6.15	
LÍMITE PLÁSTICO	27.23	
ÍNDICE PLÁSTICO	30.91	

Fuente: Propia

Tabla 17.Índice de grupo

IG = 0.2a + 0.005ac + 0.01bd	
a =	0.00
b =	0
c =	0.00
d =	20
INDICE DE GRUPO =	0

Fuente: Propia

Tabla 18. Resumen de resultados del estudio de suelo

RESUMEN DE RESULTADOS	
LÍMITE LÍQUIDO	58.14
ÍNDICE PLÁSTICO	30.91
ÍNDICE DE GRUPO	0

Fuente: Propia

Cuadro 6. Resultados de suelo por la AASHTO

<p>CLASIFICACIÓN DEL SUELO POR EL MÉTODO DE LA ASHTO A - 2 - 5 Grava y arena limos arcillosos. Excelente a bueno.</p>
--

Fuente: AASHTO-93

3.4.1.3.1 Bancos de Préstamo.

A continuación se presenta la tabla del banco de material selecto adecuado y cercano al sitio del proyecto:

Tabla 19. Datos de banco de préstamo

Banco	Ubicación	Volumen aproximado (m3)	Uso probable	CBR (95 %)
Dueño: Empresa Minera B2GOLD	Est. 2+040.00; 20 m Izquierda	100,000.00	Material Selecto	50

Fuente: Alcaldía La Libertad-Santo Tomas

Debido a que el banco de materiales no cumple con las normas NIC-200 para la base, se procederá a la estabilización de la base con cemento para obtener el CBR requerido.

La siguiente tabla muestra el porcentaje de CBR mínimo:

Tabla 20.CBR Mínimo para Base y Sub-Base

Ensaye	Requisito que debe cumplir el material	
	Base	Sub-Base
CBR Mínimo	80%	40%

Fuente: NIC 2000.

3.4.1.4 Estudio de tránsito.

Los estudios sobre volúmenes de tránsito son realizados con el objetivo de obtener información relacionada con el movimiento de vehículos y/o personas sobre puntos o secciones específicas dentro de un sistema vial.

Al proyectar una calle o carretera, la selección del tipo de vía, las intersecciones, los accesos y los servicios, dependen fundamentalmente del volumen de tránsito o demanda que circulará durante un intervalo de tiempo dado, de su variación, de su tasa de crecimiento y de su composición.

El error que se cometa, ocasionará que la calle o carretera funcione:

Correctamente, con volúmenes de tránsito muy inferiores a aquellos para los cuales se proyectó.

Incorrectamente, con problemas de congestionamiento por volúmenes de tránsito altos, es decir, muy superiores a los proyectados.

Al realizar un estudio de tránsito deben efectuarse dos cosas, principalmente:

- Caracterización del transporte, incluyendo un análisis de los costos de operación de vehículos, los que deberán ser calculados tomando en cuenta las características de los ejes viales.
- Proyección del tráfico de pasajeros y comercial.

3.4.1.4.1 Características generales del transporte de vehículos.

3.4.1.4.1.1 Tipos de vehículos.

En los conteos se trata de contabilizar los diferentes tipos de vehículos para obtener su número ESAL'S. Para su estudio se hará la siguiente clasificación:

Cuadro 7. Clasificación de Vehículos

• Automóvil.	• Moto.
• Bus.	• Microbús.
• Camioneta.	• Camión.

Fuente: Propia.

3.4.1.4.1.2 Aforo del proyecto.

El aforo fue realizado durante 5 días consecutivos, iniciando el día lunes 9 de Enero de 2017 para finalizar el día viernes 13 de Enero del mismo año, en horarios de 6:00 am hasta 6:00 pm.

A continuación se presenta en la siguiente tabla el tráfico total de la semana:

Tabla 21. Aforo del proyecto del año 2016

RESUMEN DE AFORO VEHICULAR							
Día	Motos	Autos	Camioneta	McBus	Bus	Camión C3	TOTAL
Lunes 04/01/2016	15	5	25	2	2	4	53
Martes 05/01/2016	10	7	20	3	2	5	47
Miércoles 06/01/2016	16	3	21	2	2	4	48
Jueves 07/01/2016	9	4	18	2	2	2	37
Viernes 08/01/2016	20	8	23	2	2	4	59
Sábado 09/01/2016	27	10	26	4	2	3	72
Domingo 10/01/2016	18	9	13	2	0	1	43
Total	115	46	146	17	12	23	359

Fuente: Propia.

Según la encuesta de origen y destino, se encontró que la circulación diaria de vehículos en el tramo de vía del municipio de La Libertad hacia el municipio de Santo Tomas, varía entre 215 y 29 vehículos entre particulares, de transporte y de carga.

3.4.1.4.2 Tránsito promedio diario.

3.4.1.4.2.1 Determinación del TPDA.

Transito Promedio Diario Semanal.

$$TPDS = \frac{TS}{7}$$

Para calcular la tasa de crecimiento histórica del tránsito utilizaremos el método de la media geométrica.

Dónde:

TPDA_i=Tráfico promedio diario actual.

TPDA₀=Tráfico promedio diario actual del año base.

n = Diferencia de años.

$$TC = \left[\left(\frac{TPDA_i}{TPDA_0} \right)^{1/n} \right] - 1$$

Dado que el flujo vehicular se realizó en una muestra de un período de siete días se requirió estimar el comportamiento anual del tránsito, para obtener el TPDA es necesario usar factores de ajustes diarios y de temporada que permitan expandir el volumen de la vía en estudio, los cuales (factores de ajuste) son brindados según el Anuario de Aforo Según datos del MTI, y tomando como referencia la estación permanente “300”.

Figura 14. Factores de Ajustes



MINISTERIO DE TRANSPORTE E INFRAESTRUCTURA
 DIVISION GENERAL DE PLANIFICACION
 DIVISION DE ADMINISTRACION VIAL
 OFICINA DE DIAGNOSTICO Y EVALUACION DE PAVIMENTOS



ESTACION DE MAYOR COBERTURA 300
SEBACO - QUEBRADA HONDA
FACTORES - 2014

Factores del primer cuatrimestre del año Enero - Abril

Descripción	Moto	Carro	Jeep	Camioneta	Micro Bus	Mini Bus	Bus	Liv. 2-5 t.	C2	C3	Tx-Sx<=4	Tx-Sx>5	Cx-Rx<=4	Cx-Rx>5	V.A	V.C	Otros
Factor Día	1.32	1.38	1.38	1.31	1.33	1.22	1.23	1.35	1.44	1.33	1.00	1.47	1.37	1.00	1.50	1.00	1.76
Factor Semana	0.98	1.05	1.03	0.97	1.03	1.20	1.00	0.91	0.92	0.91	1.00	0.87	1.00	1.00	2.14	1.00	1.59
Factor Fin de Semana	1.06	0.89	0.93	1.07	0.93	0.71	0.99	1.34	1.29	1.32	1.00	1.63	1.00	1.00	0.43	1.00	0.52
Factor Expansión a TPDA	0.96	0.94	0.86	0.91	0.84	0.83	0.99	0.85	0.97	0.94	1.00	0.99	1.00	0.67	1.00	1.00	0.54

Factores del segundo cuatrimestre del año Mayo - Agosto

Descripción	Moto	Carro	Jeep	Camioneta	Micro Bus	Mini Bus	Bus	Liv. 2-5 t.	C2	C3	Tx-Sx<=4	Tx-Sx>5	Cx-Rx<=4	Cx-Rx>5	V.A	V.C	Otros
Factor Día	1.27	1.42	1.27	1.29	1.29	1.15	1.23	1.29	1.54	1.37	1.00	1.45	1.00	1.00	1.00	1.00	1.25
Factor Semana	0.93	1.01	0.99	0.91	0.99	0.94	0.99	0.86	0.92	0.90	1.00	0.86	1.00	1.00	1.00	1.00	1.32
Factor Fin de Semana	1.23	0.99	1.02	1.31	1.03	1.21	1.02	1.70	1.26	1.39	1.00	1.66	1.00	1.00	1.00	1.00	0.63
Factor Expansión a TPDA	0.98	1.04	1.08	1.01	1.17	1.17	1.01	1.14	0.99	1.05	1.00	0.81	1.00	2.00	1.00	1.00	1.71

Factores del tercer cuatrimestre del año septiembre - Diciembre

Descripción	Moto	Carro	Jeep	Camioneta	Micro Bus	Mini Bus	Bus	Liv. 2-5 t.	C2	C3	Tx-Sx<=4	Tx-Sx>5	Cx-Rx<=4	Cx-Rx>5	V.A	V.C	Otros
Factor Día	1.26	1.31	1.29	1.27	1.23	1.16	1.24	1.31	1.49	1.48	1.36	1.51	1.00	2.00	1.00	1.00	1.26
Factor Semana	0.95	0.99	0.97	0.94	1.00	0.99	0.98	0.87	0.91	0.89	1.35	0.88	0.95	1.00	1.00	1.00	0.84
Factor Fin de Semana	1.17	1.04	1.07	1.19	1.01	1.02	1.05	1.62	1.33	1.43	0.61	1.51	1.14	1.00	1.00	1.00	1.94
Factor Expansión a TPDA	1.07	1.03	1.10	1.10	1.05	1.07	1.00	1.06	1.04	1.02	1.00	1.31	1.00	1.00	1.00	1.00	1.76

Fuente: MTI 2014

3.4.1.4.2 Tránsito promedio aplicando los factores de ajuste.

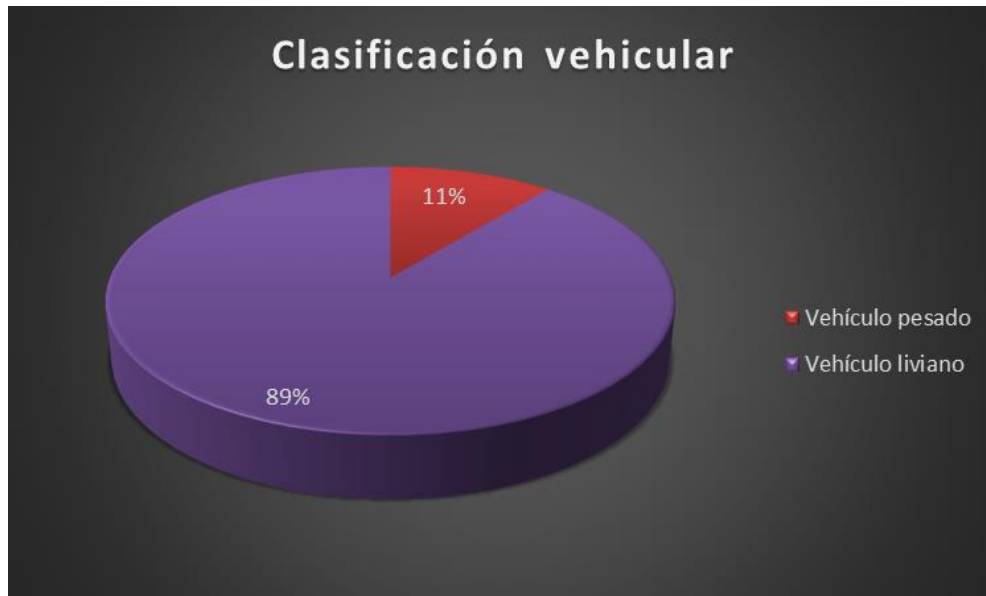
A continuación se presenta la tabla de Tránsito Promedio Aplicando los Factores de Ajuste Estación de Referencia de Punto de Control para Aforo Vehicular Estación 300/Sébaco-Quebrada Honda.

Tabla 22. Transito con factores de ajustes.

TRÁNSITO PROMEDIO APLICANDO LOS FACTORES DE AJUSTE							
Día	Motos	Autos	Camione ta	McBu s	Bus	Camión n C3	TOTAL
TP Diurno	16	7	21	2	2	4	52
Factor Diario	1.32	1.38	1.31	1.33	1.23	1.33	
Factor Expansión	0.96	0.94	0.91	0.84	0.99	0.94	
TPDA Vpd	20	9	25	3	2	5	64
% TPDA (Vpd)	31.25 %	14.06 %	39.06%	4.69%	3.13 %	7.81%	100.00 %
% Vehículo liviano	89.06%				%Vehículo pesado		10.94%

Fuente: Propia.

Figura 15. Clasificación Vehicular



Fuente: Propia.

3.4.1.4.3 Período de Diseño.

Para determinar el tránsito de diseño, se tomaron en cuenta diversos cálculos, factores incidentes y criterios estadísticos.

Para el tramo en estudio la clasificación puede ser de Colectora Rural, el periodo mínimo es de 10 años y el máximo de 20, se consideró que la construcción de la carretera se hará de manera integral en un periodo de análisis de 20 años.

A continuación se presenta la tabla de AASHTO-93, para el periodo de diseño de los pavimentos según el tipo de carretera:

Tabla 23. Periodo de diseño de los pavimentos

Tipo de Carretera	Periodo de Diseño
Autopista Regional	20-40 años
Troncales Suburbanas	15-30 años
Troncales Rurales	
Colectoras Suburbanas	10-20 años
Colectoras Rurales	

Fuente: AASHTO-93.

3.4.1.4.3.1 Proyección del tránsito promedio diario anual vehicular. Proyecciones futuras.

Para la determinación de las proyecciones futuras utilizaremos el Método de tasa de crecimiento geométrico: población, tránsito etc.

$$r = \sqrt[n]{\frac{T^{t+n}}{T^t}} - 1 \quad i = T^t * (1 + r)^n$$

Dónde:

r = Tasa de crecimiento anual geométrico.

T_{t+n} = Tránsito al momento actual.

T_t = Tránsito al momento base o tránsito inicial.

a = La amplitud o distancia en tiempo entre las dos poblaciones de referencia.

n = número de años.

Con una tasa de crecimiento de 3.20%, aproximadamente con datos obtenidos de años anteriores, se proyecta el crecimiento del tráfico vehicular en la zona de estudio.

Usando la fórmula aritmética se calculó la proyección del tránsito futuro, en la siguiente tabla se muestran los resultados que se obtuvieron de la proyección del tránsito a 20 años.

A continuación tabla de proyección del tránsito:

Tabla 24. Proyección del TPDA (20 años)

Año	Factor de Proyección	Proyección
2010	1.0	289
2016	1.032	359
2017		370
2018		382
2019		394
2020		407
2021		420
2022		433
2023		447
2024		461
2025		491
2026		507
2027		523
2028		540
2029		557
2030		575
2031		593
2032		612
2033		632
2034		652
2035		673

Fuente: Propia.

Se procesaron los datos de campo del aforo vehicular para estimar el TD, este dato es de suma importancia al momento de realizar la estimación de la cantidad de ejes equivalentes de 8.20 ton. Posteriormente por medio de otro tipo de análisis donde

se toma en cuenta los ejes ESAL'S se proponen los espesores de la estructura de pavimento convenientes.

3.4.1.4.4 Proyección del Tráfico de Diseño.

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. Se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$TD=TPD*FC*FD*f'c$$

Donde:

TD: Tránsito de Diseño.

TPD: Tránsito Promedio Diario.

FC: Factor de Crecimiento.

FD: Factor de Distribución.

f'c: Factor Carril.

El objetivo principal es la cuantificación de los volúmenes de tráfico; normal, desarrollado y total del proyecto, cuantificar el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA), para el año base y proyectarlo para la vida útil del Proyecto, a partir de las estadísticas del S.I.C. (Sistema Internacional de Conteo) del MTI. Cuantificar el tráfico total de la carretera y su composición.

La determinación de los Volúmenes de Tráfico; a partir del año base (2016) y de inicio de operación de la vía (2017), hasta el año horizonte del proyecto (2035), es el principal objetivo del estudio de tráfico.

3.4.1.4.4.1 Factor de Crecimiento (FC).

Se obtiene el factor de crecimiento (FC) del tránsito por medio de la siguiente fórmula:

Donde:

i= tasa de crecimiento= 3.20%, definida en el acápite anterior.

n= periodo de diseño= 20 años.

365= días del año.

$$FC = \frac{(1 + 0.032)^{20} - 1}{0.032} * 365 = 10,010.0$$

El factor de crecimiento de tránsito será de 10,010.00

3.4.1.4.4.2 Serviciabilidad.

La serviciabilidad se define como la capacidad del pavimento para brindar un uso confortable y seguro a los usuarios. Para su determinación se realizan estudios de calidad en dependencia del tipo de carpeta de rodamiento a evaluar.

La forma más sencilla para determinar la pérdida de serviciabilidad se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 25. Factor de serviciabilidad

Serviciabilidad Inicial	Serviciabilidad Final
P ₀ = 4.5 para pavimentos rígidos	Pt = 2.5 o más para caminos principales
P ₀ = 4.2 para pavimentos flexibles	Pt= 2.0 para caminos de tránsito menor

Fuente: Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos

3.4.1.4.4.3 Factor Carril (fc).

Se refiere al carril que recibirá el mayor número de ESAL'S para un camino de dos carriles, cualquiera puede ser el carril de diseño. FD=1.

A continuación se presenta la tabla del factor de carril de diseño según la AASHTO.

Tabla 26. Factores de tráfico en el carril de diseño

No. de Carriles en una Dirección	LD
1	1.00
2	0.80-1.00
3	0.60-0.80
4	0.50-0.75

Fuente: AASHTO-93.

3.4.1.4.4.4 Factor Distribución (FD).

Este factor se refiere a la distribución direccional del tránsito censado. En la mayoría de los casos este valor es de 0.5, ya que la mitad de los vehículos van en una dirección y la otra mitad en la otra dirección. En este caso le asignaremos el valor de $FD = 0.5$.

La siguiente tabla presenta el factor de distribución según la AASHTO-93.

Tabla 27. Factor distribución direccional

No. de Carriles en ambas direcciones	FD
2	0.50
4	0.45
36 o más	0.40

Fuente: AASHTO-93.

3.4.1.4.4.5 Tráfico de Diseño Projectado.

En la siguiente tabla se presentan los resultados de tráfico de diseño con su proyección para 20 años:

Tabla 28. Trafico de diseño proyectado a 20 años

Autos	TPDA	FD	fc	FC	TD (VPD)
Autos	9	0.5	1	10010	45045
	9	0.5	1	10010	45045
Camioneta	25	0.5	1	10010	125125
	25	0.5	1	10010	125125
Microbús	3	0.5	1	10010	15015
	3	0.5	1	10010	15015
Bus	2	0.5	1	10010	10010
	2	0.5	1	10010	10010
C3	5	0.5	1	10010	25025
	5	0.5	1	10010	25025
TOTAL					440,440.0

Fuente: Propia.

En este cuadro se muestra el tráfico proyectado el cual corresponde a: 440,440.0 Vehículos por día proyectados para el año 2035.

3.4.1.4.5 Factor de equivalencia (FESAL).

Se obtienen de las tablas del AASHTO-93, para ejes sencillos y dobles conociendo la serviciabilidad final (Pt=2), 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 Interpolarse dichos valores.

3.4.1.4.5.1 Ejes equivalentes (W18), para pavimento flexible.

Este se obtiene conociendo el Transito de Diseño (TD) y los factores de equivalencia (ESAL). Se calcula mediante la siguiente expresión:

$$ESAL \text{ ó } W18 = TD * FESAL.$$

Donde:

TD: Transito de Diseño.

FESAL: Factor de Equivalencia.

La siguiente tabla presenta el ejemplo de interpolación para cálculo del número FESAL.

Tabla 29. Ejemplo de cálculo de interpolación FESAL

Carga/eje (Kips)	SN (5)
4	0.002
4.4	0.0034
6	0.009

Fuente: Propia.

Para 4.4 Kips de un eje sencillo mediante tabla D1-D2 de AASHTO-93 con SN=5.

$$\text{ESAL o W18} = 125125 * 0.0034 = 425.425$$

El tráfico pesado es el que mayor daño produce a la estructura de pavimento por lo que deberá de estimarse con la mayor precisión posible.

En base a los datos anteriormente definidos se procedió a la determinación de los Ejes equivalentes (ESAL) para cada eje y tipo de vehículos.

Este mismo cálculo se realizó para todos los tipos de vehículos, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 30. Calculo número ESAL para pavimento flexible

VEHÍCULOS	EJE(KIPS)	TD	FESAL	ESAL	DESCRIPCIÓN
Autos	2.2	45045	0.00038	17.1171	EJE SIMPLE
	2.2	45045	0.00038	17.1171	EJE SIMPLE
Camioneta	2.2	125125	0.00038	47.5475	EJE SIMPLE
	4.4	125125	0.0034	425.425	EJE SIMPLE
Mc Bus 15-30 pasajeros.	6.6	15015	0.0156	234.234	EJE SIMPLE
	11	15015	0.1265	1899.3975	EJE SIMPLE
Bus	11	10010	0.1265	1266.265	EJE SIMPLE
	19.8	10010	0.105	1051.05	DOBLE
C3	11	25025	0.1265	3165.6625	EJE SIMPLE
	36.3	25025	1.4325	35848.3125	DOBLE
		440,440.0		43972.1282	

Fuente: Propia.

Para el diseño de la calle analizada se obtuvo un valor de: ESAL o W18= 43972.13 por Carril de Diseño.

3.4.1.4.5.2 Cálculo de ESAL'S para pavimento rígido.

A continuación se presenta la tabla con el cálculo de Esal para pavimento rígido se utilizaron la tabla de la AASHTO 93 para ejes simples y dobles, con un espesor, D=6 plg, 4.5 de serviciabilidad final:

A continuación tabla de resultados de números ESAL`S:

Tabla 31.Calculo número ESAL para pavimento rígido

VEHÍCULOS	EJE(KIPS)	TD	FESAL	ESAL	DESCRIPCIÓN
Autos	2.2	45045	0.00048	21.6216	EJE SIMPLE
	2.2	45045	0.00048	21.6216	EJE SIMPLE
Camioneta	2.2	125125	0.00048	60.06	EJE SIMPLE
	4.4	125125	0.00048	60.06	EJE SIMPLE
Mc Bus 15-30 pasajeros.	6.6	15015	0.0201	301.8015	EJE SIMPLE
	11	15015	0.023	345.345	EJE SIMPLE
Bus	11	10010	0.023	230.23	EJE SIMPLE
	19.8	10010	0.2261	2263.261	DOBLE
C3	11	25025	0.023	575.575	EJE SIMPLE
	36.3	25025	2.374	59409.35	DOBLE
		440,440.0		63288.9257	

Fuente: Propia.

Para el diseño de la calle analizada se obtuvo un valor de: ESAL o W18= 63288.9257 por Carril de Diseño.

3.4.1.4.6 Estructura de pavimento.

En Nicaragua no existe un método específico para el diseño de estructura de pavimento. Para el diseño de carpeta de rodamiento de adoquín, los métodos más usados son:

- Método Directo.
- Murillo López de Souza.
- Método Argentino.
- Método Británico.
- AASHTO.

El método AASHTO es el más usado y cuenta con técnicas de diseño para estructuras de pavimentos rígidos, Semi-rígidos, flexibles.

En Nicaragua se utilizan 4 tipos de carpeta de rodamiento en la construcción de carreteras: Macadam, adoquinado, asfalto, y concreto hidráulico. El objetivo de este análisis es determinar qué tipo de carpeta de rodamiento es el más conveniente para el tramo de carretera en estudio.

3.4.1.4.6.1 Consideraciones del diseño Murillo López de Souza.

El método que se propone para la estructura de pavimentos de adoquín es el método Murillo López de Souza, este método involucra los estudios abordados anteriormente, está basado en la precipitación pluvial del sitio del proyecto en estudio que considera condiciones de CBR de rasantes como mínimo del 5% y para un tránsito medio de 720 vehículos comerciales por día.

En nuestro caso el tránsito de vehículos comerciales es de 7 Vpd, y la precipitación pluvial de la zona es de 1236 mm /año. El factor para base estabilizada es de 1.5 (Manual Centroamericano para Pavimentos), en este caso la base 20 cm entre 1.5 cm es casi igual a 13 cm.

Tabla 32. Espesor para pavimento de adoquín

Estructura de pavimento en (cm)	Precipitación pluvial en (mm/año)		
	<=800	800 a 1500	>=1500
Adoquín	10	10	10
Capa de arena	3-5	3-5	3-5
Base	20	20	20
Sub-base	12	16	20
TOTAL	42	46	50

Fuente: Manual Centroamericano para pavimentos. Frederic Harris Nicaragua 2002.

3.4.1.4.6.2 Método AASHTO.

El ESAL de diseño para pavimento flexible es de 43972.1282 por carril de diseño.

Espesores Mínimos de Concreto Asfáltico y Base Granular.

Es importante destacar que los espesores mínimos para bases granulares en asfalto en función de los ESAL'S se indican en siguiente tabla:

Tabla 33. Espesores Mínimos para pavimentos flexibles

Número de ESAL	Espesor mínimo (cm)	
	Concreto Asfáltico	Base granular
Menos de 50,000	2.5	10
50,000 – 150,000	5	10
150,000 – 500,000	6.25	10
500,000 – 2,000,000	7.5	15
2,000,000 – 7,000,000	9	15
Más de 7,000,000	10	15

Fuente: AASHTO-93.

En la siguiente tabla se muestra el grado de asfalto a partir de la temperatura del sitio del proyecto:

Tabla 34. Grado de asfalto según temperatura

Clima	Temperatura media anual del aire (TMAA)	Grado de asfalto
Frio	Menor o igual a 7 °C	AC-5, AC-10
Templado	Entre 7 °C y 24 °C	AC-10, AC-20
Cálido	Mayor de 24 °C	AC-20, AC-40

Fuente: Instituto de asfalto (MS-1) 1991.

Espesores pavimentos flexibles.

Los métodos empleados, AASHTO e Instituto del Asfalto para el caso de pavimentos flexibles.

En la siguiente tabla se muestra los valores de espesores estándar para pavimento flexible:

Tabla 35.Espesores para pavimentos flexibles estándar

Pavimento Flexible	Espesor de capa en (cm)		
	Sub-Base	Base	Carpeta
ESAL			
1X10 ⁶	30	20	11
10X10 ⁶	30	22	18
50X10 ⁶	30	25	25

Fuente: Pavimento de concreto hidráulico IMCYC.

3.4.1.4.6.3 Espesores pavimentos rígidos estándar.

Los métodos empleados, AASHTO, Instituto del Asfalto para el caso de pavimentos flexibles.

Los métodos empleados, AASHTO y PCA para pavimentos rígidos.

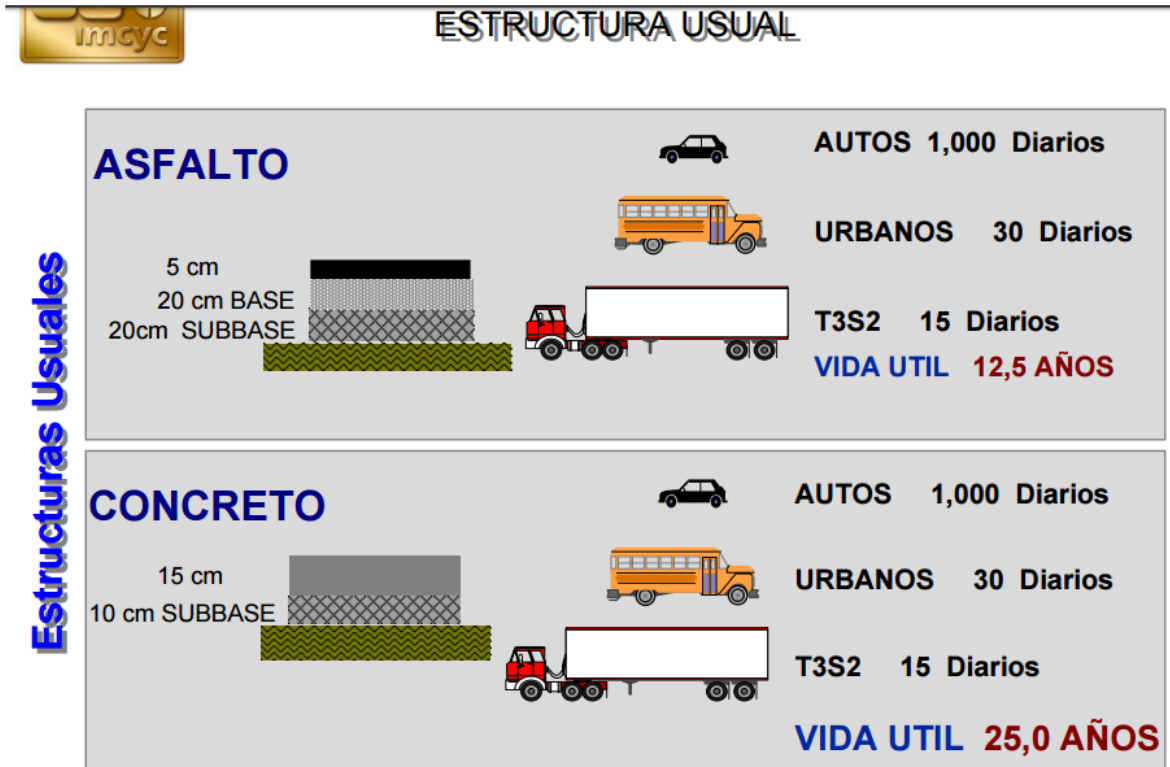
En la siguiente tabla se muestra los valores de espesores estándar para pavimento rígido:

Tabla 36.Espesores para pavimentos rígidos estándar

Pavimento Rígido	Espesor de capa en (cm)		
	Sub-Base	Base	Carpeta
ESAL			
1X10 ⁶	30	12	16
10X10 ⁶	30	12	25
50X10 ⁶	30	12	30

Fuente: Pavimento de concreto hidráulico IMCYC.

Figura 16. Estructura usual de pavimentos



Fuente: Pavimento de concreto hidráulico IMCYC.

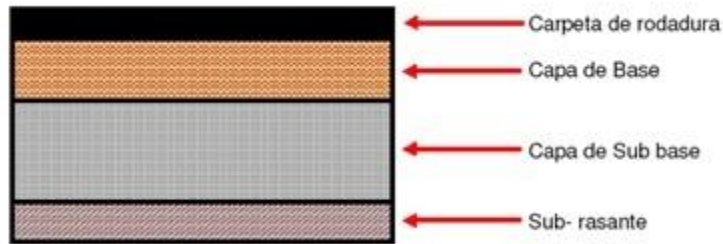
3.4.2 Definición del producto y características.

Los pavimentos son estructuras compuestas por capas de diferentes materiales, que se construyen sobre el terreno natural, para que personas, animales o vehículos puedan transitar sobre ellos, en cualquier época del año de manera segura, cómoda y económica.

3.4.2.1 Descripción y función de un pavimento.

Los pavimentos están constituidos por un conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales y de varios centímetros de espesor, de diferentes materiales, adecuadamente compactados. Estas estructuras estratificadas se apoyan en la capa sub rasante, constituida por el terreno natural o por material seleccionado y han de soportar las cargas del tránsito durante un periodo de varios años, si deterioros que afecten a la seguridad o a la comodidad de los usuarios o a la propia integridad del pavimento

Figura 17. Estructura de un pavimento



Fuente: Taller León Miranda Rafael Alejandro

Estos materiales de las capas se escogen según su costo y disponibilidad, y mientras más superficiales estén, mejores deberán ser. A la capa de la superficie se le denomina capa de rodamiento y es la capa que está en contacto directo con el tránsito. A las capas inferiores se les llama base y sub-base. Al terreno natural o suelo se le conoce como subrasante y es el encargado de soportar el pavimento.

A los pavimentos se les denomina de acuerdo con su comportamiento y según el material de su capa de rodamiento, de la siguiente manera:

3.4.2.2 Pavimentos de concreto.

Están formados por losas de hormigón, separados por juntas y colocadas sobre una base. Las losas tendrán 15 cm de espesor y la base tendrá 13 cm, la cual será de suelo cemento. Estas estructuras, son también conocidas como pavimentos rígidos y son de color gris claro.

3.4.2.3 Pavimentos de asfalto.

Su superficie o capa de rodamiento es de hormigón asfáltico, sin juntas. Esta capa tendrá 7.5 cm de espesor. Su base tendrá un espesor de 15 cm de material granular, puede tener adicionalmente una sub-base. Se les conoce como pavimentos flexibles y son de color oscuro o negro.

3.4.2.4 Pavimentos de concreto de hormigón.

Su capa de rodamiento estará conformada por adoquines de hormigón, colocados sobre una capa de arena y con un sello de arena entre sus juntas. De la misma manera que los pavimentos de concreto hidráulico tendrá una base de 15 cm de espesor a base de suelo cemento. También se consideran como pavimentos flexibles y son de color gris claro de hormigón.

3.4.3 Diseño y descripción del proceso constructivo.

El área del proyecto a pavimentar en el municipio de La Libertad, es la carretera principal que va hacia el municipio de Santo Tomas Chontales. También se contempla dentro del proyecto la señalización vial, construcción de vados y cunetas.

3.4.3.1 El suelo.

Para poder considerar el suelo en el diseño, se clasifica en tres categorías de acuerdo a su dureza y estabilidad ante la humedad.

3.4.3.1.1 Suelo categoría 1 (S1).

Es de mala calidad, es decir cuando está húmedo se deforma con el paso de unos pocos vehículos pesados y se hace muy difícil la circulación sobre él.

3.4.3.1.2 Suelo categoría 2 (S2).

Es de calidad intermedia; por lo cual, cuando está húmedo, permite el paso de los vehículos pesados con poca deformación.

3.4.3.1.3 Suelo categoría 3 (S3).

Es de buena calidad y, aun cuando está húmedo, permite el paso de vehículos pesados sin deformarse.

3.4.3.2 Actividades en la ejecución de obras.

Las siguientes especificaciones técnicas, están basadas y referidas a las normas NIC-2000, del Ministerio de Transporte e Infraestructura y se considera indispensable su cumplimiento en el desarrollo y ejecución del proyecto.

3.4.3.2.1 Preliminares.

La etapa preliminar abarca desde el día de la iniciación oficial que debe constar en bitácora, hasta el momento de asumir que el proyecto inicia sus operaciones normales dentro de la etapa de Movimiento de Tierra.

Estas actividades, serán:

- Todo trabajo referido a movilización de equipo y personal al sitio del proyecto.
- La limpieza inicial del área de trabajo.
- Las obras necesarias para el desarrollo del proyecto: fabricación de obras de madera y trabajos preliminares.
- Demolición de estructuras existentes en el sitio que interfieran con el desarrollo del mismo, se incluyen aquí: reubicación de postes de tendido eléctrico, telefónicos, etc.
- Rótulos de avisos preventivos y luces: El contratista deberá elegir y mantener a su costo dos rótulos, tipo FISE, de identificación del proyecto, empotrados en concreto.

3.4.3.2.2 Movilización y desmovilización.

El contratista dispondrá en sus costos los gastos de movilización y desmovilización del equipo de construcción requerido incluyendo mezcladoras, plantas eléctricas, etc. Así como también los costos de movilización y desmovilización del personal de la obra, una vez finalizados todos los trabajos.

3.4.3.2.3 Trazado y nivelación.

El Contratista será responsable por la ejecución del trabajo en conformidad con las líneas y cotas de elevación indicadas en los planos.

Las líneas base, puntos topográficos de referencia estarán determinados en los planos constructivos o serán indicados por el supervisor.

El Contratista trazará su trabajo partiendo de las líneas bases y bancos de material, siendo responsable por todas las medidas que así tome.

Para el trazado de obras el contratista usara elementos de madera o metálicos, si fuesen de madera, se utilizarán cuarterones de 2"x2" utilizados como tacos con una longitud de 0.4 m y reglas de 1"x3" utilizadas en las niveletas, debidamente cepillado el canto superior para referir el nivel. De ser metálicas estas deben garantizar un canto superior para referir el nivel.

Las niveletas sencillas llevarán dos cuarterones de apoyo para la regla que dará el nivel espaciados a 1.20 m, formando un ángulo recto; la madera podrá ser de pino o madera blanca.

3.4.3.2.4 Movimiento de tierra con Equipo.

Con la aprobación del supervisor, el contratista dará inicio al movimiento de tierras requerido. Este trabajo consiste en el replanteo de las obras programadas, los cortes y rellenos para alcanzar los niveles indicados en los planos.

3.4.3.2.5 Excavación de calzada.

Este trabajo consistirá en la excavación necesaria para acondicionar la colocación de la estructura de soporte del pavimento. Antes de proceder con las excavaciones se deberá recuperar 10 cm, del material de revestimiento existente en la calzada y acopiarlo en el sitio indicado por la Alcaldía para su reutilización en otras zonas.

Será responsabilidad del contratista velar que el material no se desperdicie y/o contamine.

Una vez recuperado los 10 cm de material, retirado de la capa del revestimiento actual y almacenado adecuadamente, se procederá a la excavación o corte general en el ancho y profundidad indicados en los planos de acuerdo a los niveles de rasante. El material excavado se depositará donde lo indique el supervisor o el dueño.

El fondo de la excavación deberá ser escarificado y compactado en un espesor de 10 cm como mínimo, con un grado de compactación del 90 % referenciada al método del Proctor standard. El material sobrante de la excavación se depositará a una distancia no mayor de 4 km.

3.4.3.2.6 Revestimiento de sub-base.

El material de sub-base a utilizar será material selecto, compactando al 95 % de la densidad máxima Proctor.

3.4.3.2.7 Revestimiento de base.

El material a utilizar en la base (estabilizada con cemento) será compactado al 98 % de su densidad máxima, con un espesor de 13 cm.

Para aquellos sitios en que por sus dimensiones no se pueda utilizar equipo pesado de compactación, deberá usarse vibradores mecánicos de compactación manual, rodillos vibratorios, aprobados por la supervisión. El relleno se realizara con el material de corte de la vía en estudio.

3.4.3.2.8 Cunetas y bordillos.

Cunetas de concreto, vigas Transversales y longitudinales tendrán una resistencia de 3000 PSI. La proporción de la mezcla será sometida por el contratista a la supervisión para su aprobación. El cemento será Portland Tipo I ASTM C-150. La arena deberá estar libre de contaminantes, basuras y materia orgánica. Podrá usarse arena Motastepe o graduación similar debidamente cribada por la malla #4.

El agregado grueso a utilizar en la mezcla de concreto, deberá cumplir con las recomendaciones para agregado grueso de las Normas ACI 613-83, 318-95 debiendo almacenado en un lugar seco y limpio.

Todo el equipo de mezclado y transporte de concreto deberá estar limpio y en óptimas condiciones. El agua a utilizarse deberá estar totalmente limpia y libre de impureza, de aceites, ácidos, sales, y materia orgánica.

La mezcladora a usarse deberá efectuarse por lo menos durante 1 ½ a 2 minutos después de todos los materiales estén dentro del tambor a menos que se demuestre que un tiempo menor es satisfactorio mediante las pruebas de uniformidad en el mezclado, según especificación para concreto premezclado (ASTM C-94).

El concreto debe transportarse de la mezcladora al sitio final de su colocación empleando métodos que prevengan la segregación.

El control de concreto será hecho por medio de cilindros que se probaran a la compresión. Se tomará una muestra por cada 15 m³ de concreto, con un mínimo de tres muestras por elementos estructurales.

3.4.3.4 Obras de drenaje.

3.4.3.4.1 Vados de concreto.

Los vados serán de concreto de 3,000 PSI, con acabado integral arenillado en la cara superior y que reposa sobre un relleno compactado de arena y piedra bolón, este tendrá un ancho de 1 m y un espesor de 25 cm.

Volumen de piedra bolón: 60% del volumen del filtro.

Volumen de arena: 40% del volumen del filtro.

3.4.3.5 Señalización vial.

Comprende señalización horizontal y vertical con el objetivo de brindar seguridad a la población al momento de transitar por la vía.

3.4.3.5.1 Señalización horizontal.

Se refiere al rayado con líneas continuas del eje de la vía, la pintura será especial contra la acción de la intemperie y contra desgaste producido por el pase vehicular, definiendo las zonas de seguridad peatonal con rayas continuas y los tramos de rayas discontinuas en la línea central de las calles.

3.4.3.5.2 Señalización vertical.

Se refiere a señales metálicas autorizadas por el Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI) como los señalamientos de reglamentación de ALTO, los señalamientos de reglamentación de CEDA EL PASO y los señalamientos de información de DOBLE VIA.

3.4.3.6 Mantenimiento del proyecto.

El mantenimiento se define como: Conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que instalaciones, edificios, industrias, etc., puedan seguir funcionando adecuadamente.

Una vez finalizada la construcción de una carretera, inmediatamente pasa a la administración del FOMAV, a través de un convenio que se firma con el ente rector MTI, que propone la “Red Vial Mantenable”.

Existen dos tipos de mantenimiento:

3.4.3.6.1 El mantenimiento rutinario.

Reparación localizada de pequeños defectos en la estructura del pavimento, mantenimiento del sistema de drenaje, taludes, bordes y limpieza de derecho de vía, realizada de manera oportuna, se realiza anualmente.

3.4.3.6.1.1 Pavimentos de adoquín:

- Remoción y conformación.
- Sello con arena.

- Limpieza de derecho de vía y drenaje.

3.4.3.6.1.2 Pavimentos de asfalto:

- Bacheo superficial.
- Limpieza de derecho de vía y drenaje.
- Reparación de zonas inestables sin reposición de carpeta.
- Sello de grietas.

3.4.3.6.1.3 Pavimentos de concreto hidráulico:

Son de reciente construcción y a la fecha solo se le realizan mantenimientos rutinarios.

- Control de vegetación.
- Limpieza de drenaje.

3.4.3.6.2 Mantenimiento periódico.

Tratamiento y/o renovación de la superficie de rodamiento, mediante reciclados o colocación de sobre capas destinadas a mantener la vía en un óptimo nivel de servicio.

3.4.3.6.2.1 Pavimento de adoquín:

- Reposición de adoquín.
- Señalización vertical.
- Pintura.

3.4.3.6.2.2 Pavimento de asfalto:

- Micropavimento.
- Refuerzo.
- Tratamiento superficial.
- Señalización vertical.

- Pintura.

3.4.3.7 Equipos de construcción.

Una de las tareas más importantes para iniciar la ejecución de una obra es la elección adecuada del equipo necesario, de acuerdo a sus características particulares, a los volúmenes de los diferentes ítems y al costo de adquisición de las maquinas, teniendo como propósitos principales concluir satisfactoriamente la obra en el plazo estipulado y asegurar la obtención de ganancias.

3.4.3.7.1 Clasificación de equipos de construcción.

- Clasificación general de los equipos.
- Equipos de excavación y movimiento de tierras.
- Equipos de transporte verticales de materiales.
- Equipos de transporte horizontal de materiales.
- Equipos de compactación y terminación.
- Equipos de producción de hormigón.
- Otros equipos y herramientas.

3.4.3.8 Requerimientos de mano de obra.

El transporte y el manejo de los materiales de construcción se harán desde la planta y dentro de la obra, se hará de la manera ordenada, para evitar que se contamine u ocurran perdidas de material y para prevenir los retrasos debidos al desorden y poder alcanzar el máximo rendimiento en la construcción del pavimento.

El sitio de descarga del material estará lo más cerca posible del lugar donde se va a utilizar, por lo cual es conveniente hacer cargas pequeñas, alrededor de la zona a pavimentar, especialmente si se trata de calles ciegas o áreas como plazas y parqueos.

3.4.3.9 Especificaciones técnicas del proyecto.

La construcción de las obras de este proyecto, se regirá por las especificaciones generales para la construcción de caminos, calles y puentes con el NIC-2000.

3.4.3.9.1 Calidad de los materiales.

- Cemento: Portland tipo 1.
- Arena: Tipo Motastepe, de primera calidad, seca y libre de materia orgánica. Se puede obligar al contratista a lavarla, si fuese necesario a criterio del ingeniero supervisor.
- Piedra triturada: De primera clase, adquirida en fábricas debidamente autorizadas por el MTI, se adquirirá en diversos tamaños: $\frac{3}{4}$ " , $\frac{1}{2}$ " o material cero, de acuerdo al uso indicado.
- Madera: Estructuralmente se usará madera de pino en las dimensiones especificadas en los planos. Para efectos de formaletas, las piezas de madera deberán estar lo suficientemente secas y debidamente sujetadas a fin de evitar en lo posible las deformaciones de la misma. El ingeniero supervisor evitará que la madera de uso estructural sea utilizada más de tres veces en la obra, en caso de hacerlo deberán estar en óptimas condiciones.
- Agua: destilada sin contaminantes.

La siguiente tabla muestra las diferentes características de los pavimentos:

Tabla 37. Característica de los pavimentos

Adoquín	Asfalto	Concreto hidráulico
Se deteriora con el tiempo, requiere sello con arena y reparaciones constantes.	Se deteriora con el tiempo, requiere reparaciones y recarpeteos constantes.	Deterioro mínimo durante su vida útil
Duración de 10 a 15 años	Duración de 10 a 15 años	Duración de 20 a 30 años.
Fácil mantenimiento	Alto costos de mantenimiento.	Mantenimiento mínimo.
Índice de servicio bajo	Se deforma su superficie ofreciendo un manejo irregular, o bajo índice de servicio	Índice de servicio alto durante su vida útil
Menor velocidad de construcción	Velocidad de construcción	Mayor velocidad de construcción
Requiere mano de obra no calificada	Requiere mano de obra calificada	Requiere mano de obra calificada
Aumento en costos de operación	Aumento en costos de operación	Disminución de costos de operación
Deformación en su superficie	Deformación en su superficie	Deformación mínima de su superficie
Bajo costo de inversión inicial	Costo de inversión un poco alto	Alto costo de inversión
Requiere estructura de soporte	Requiere estructura de soporte	Requiere menor estructura de soporte
Permite construcción por etapas	No permite construcción por etapas	No permite construcción por etapas
Mayor Gastos de combustible	Se reblandece por temperatura	Adquiere mayor resistencia
Reutilización	Bacheo anual	Mayor seguridad
	Recarpeteo	Sello de grietas

Fuente: IMCYC; Propia.

Capítulo IV

Estudio económico social del proyecto

Capítulo IV. – Estudio económico social del proyecto.

4.1 Costos totales.

Estos costos son el resultado de la sumatoria de los siguientes aspectos:

4.1.1 Inversión del proyecto.

4.1.1.1 Costos de inversión.

Estos costos contribuyen los conjuntos de recursos necesarios, en la forma de activos corrientes, para la operación normal del proyecto durante su ciclo operativo, para una capacidad y tamaño determinados, calculados para el período de vida útil del proyecto que son el resultado de la superposición de activos fijos más activos diferidos, más capital de trabajo, que en este caso no existe.

4.1.1.2 Inversión en infraestructura.

La infraestructura del proyecto se refleja como el presupuesto de construcción de carreteras en sus tres opciones: adoquinado, asfalto y concreto hidráulico.

A continuación se presenta la tabla con los resultados de la inversión fija sin los activos diferidos:

Tabla 38.Pavimento #1 Adoquín

Costos	Córdobas	Dólares
Costos directos	C\$ 38,382,921.22	\$ 1,194,847.46
Costos de administración	C\$ 1,919,146.06	\$ 59,742.37
Costos de utilidad	C\$ 1,919,146.06	\$ 59,742.37
SUB TOTAL 1	C\$ 42,221,213.34	\$ 1,314,332.20
Impuesto municipal	C\$ 422,212.13	\$ 13,143.32
Impuesto IVA	C\$ 6,333,182.00	\$ 197,149.83
SUB TOTAL 2	C\$ 48,976,607.48	\$ 1,524,625.35
Imprevistos	C\$ 1,959,064.30	\$ 60,985.01
TOTAL	C\$ 50,935,671.78	\$ 1,585,610.37

Fuente: Propia.

Tabla 39.Pavimento #2 Asfalto

Costos	Córdobas	Dólares
Costos directos	C\$ 42,912,853.70	\$ 1,335,862.73
Costos de administración	C\$ 2,145,642.69	\$ 66,793.14
Costos de utilidad	C\$ 2,145,642.69	\$ 66,793.14
SUB TOTAL 1	C\$ 47,204,139.07	\$ 1,469,449.01
Impuesto municipal	C\$ 472,041.39	\$ 14,694.49
Impuesto IVA	C\$ 7,080,620.86	\$ 220,417.35
SUB TOTAL 2	C\$ 54,756,801.32	\$ 1,704,560.85
Imprevistos	C\$ 2,190,272.05	\$ 68,182.43
TOTAL	C\$ 56,947,073.37	\$ 1,772,743.28

Fuente: Propia.

Tabla 40.Pavimento #3 Concreto Hidráulico

Costos	Córdobas	Dólares
Costos directos	C\$ 51,906,327.77	\$ 1,615,826.56
Costos de administración	C\$ 2,595,316.39	\$ 80,791.33
Costos de utilidad	C\$ 2,595,316.39	\$ 80,791.33
SUB TOTAL 1	C\$ 57,096,960.55	\$ 1,777,409.22
Impuesto municipal	C\$ 570,969.61	\$ 17,774.09
Impuesto IVA	C\$ 8,564,544.08	\$ 266,611.38
SUB TOTAL 2	C\$ 66,232,474.23	\$ 2,061,794.69
Imprevistos	C\$ 2,649,298.97	\$ 82,471.79
TOTAL	C\$ 68,881,773.20	\$ 2,144,266.48

Fuente: propia.

4.1.2 Inversión en activos diferidos.

Son todos aquellos gastos que se realizan en bienes y servicios intangibles que son necesarios para la iniciación del proyecto, pero no intervienen en la producción del mismo. Los gastos de formulación y estudios técnicos tales como el de suelos y topográficos del proyecto. En este caso se estimaron como el 4% del costo total del mismo, siendo el 1% para cada gasto.

En la siguiente tabla se presenta la inversión fija más los activos diferidos del proyecto:

Tabla 41.Resultados

Tipo de carpeta	Adoquín	Asfalto	Concreto Hidráulico
Inversión fija	C\$ 38,382,921.22	C\$ 42,912,853.70	C\$ 51,906,327.77
Activos diferidos	C\$ 1,535,316.85	C\$ 1,716,514.15	C\$ 2,076,253.11
Total	C\$ 39,918,238.07	C\$ 44,629,367.85	C\$ 53,982,580.88

Fuente: Propia.

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.

4.2 Costos de operación del proyecto.

Los costos por tipo de superficie son variables, dentro de estos costos se encuentra el mantenimiento rutinario/microempresas, mantenimiento periódico y de emergencias.

Estos costos están referidos al monto que se requiere para que el servicio, en este caso, las calles del tramo continúen brindando un nivel óptimo de su puesta en marcha considerándose en este caso los costos suministrados por el fondo de mantenimiento vial (FOMAV), que es la institución encargada del mantenimiento de la red vial en el país, cabe destacar que los mantenimientos que esta institución brinda a las distintas carpetas de rodamiento existentes en el país son realizados por una inspección previa al tramo.

Por lo tanto no hay un monto específico para cada carpeta de rodamiento y por lo general no debe pasar por encima del 50 % del deterioro total de la carretera. Ya que si eso ocurre la carretera ya no necesita mantenimiento sino una rehabilitación o reconstrucción de esta.

En este caso se considera el valor del 45% del deterioro de la carpeta de rodamiento para proyectar estos costos.

A continuación se presentan los costos de operación y mantenimiento:

Tabla 42. Costos de operación y mantenimiento

AÑO	Tipo de carpeta		
	ADOQUIN	ASFALTO	CONCRETO HIDRÁULICO
2015	C\$ 69,387.19	C\$ 69,387.19	C\$ 69,387.19
2016	C\$ 69,387.19	C\$ 69,387.19	C\$ 36,639.00
2017	C\$ 318,024.63	C\$ 1,069,719.21	C\$ 36,639.00
2018	C\$ 69,387.19	C\$ 69,387.19	C\$ 36,639.00
2019	C\$ 69,387.19	C\$ 69,387.19	C\$ 36,639.00
2020	C\$ 318,024.63	C\$ 1,069,719.21	C\$ 36,639.00
2021	C\$ 69,387.19	C\$ 69,387.19	C\$ 36,639.00
2022	C\$ 69,387.19	C\$ 69,387.19	C\$ 36,639.00
2023	C\$ 318,024.63	C\$ 1,069,719.21	C\$ 36,639.00
2024	C\$ 69,387.19	C\$ 69,387.19	C\$ 36,639.00
2025	C\$ 69,387.19	C\$ 69,387.19	C\$ 36,639.00
2026	C\$ 318,024.63	C\$ 1,069,719.21	C\$ 36,639.00
2027	C\$ 69,387.19	C\$ 69,387.19	C\$ 36,639.00
2028	C\$ 69,387.19	C\$ 69,387.19	C\$ 36,639.00
2029	C\$ 318,024.63	C\$ 1,069,719.21	C\$ 36,639.00
2030	C\$ 69,387.19	C\$ 69,387.19	C\$ 36,639.00
2031	C\$ 69,387.19	C\$ 69,387.19	C\$ 36,639.00
2032	C\$ 318,024.63	C\$ 1,069,719.21	C\$ 36,639.00
2033	C\$ 69,387.19	C\$ 69,387.19	C\$ 36,639.00
2034	C\$ 69,387.19	C\$ 69,387.19	C\$ 36,639.00
2035	C\$ 318,024.63	C\$ 1,069,719.21	C\$ 36,639.00
TOTAL	C\$ 3,197,593.10	C\$ 8,459,455.16	C\$ 802,167.19

Fuente: Propia

4.3 Beneficios del proyecto.

Por ser este un proyecto de tipo social, no existe bajo ningún concepto la remuneración por la construcción de la vía en los sectores aledaños de La Libertad - Santo Tomas y no habrá peaje u otra forma de recuperar la inversión.

Sin embargo, hay otros beneficios asociados a la construcción de la misma, tales como ahorro en el gasto de enfermedades para el municipio, ahorro en gasto por deterioro de vehículos y el aumento del valor de las viviendas beneficiadas directamente por la construcción de la carretera.

4.3.1 Ahorro por disminución de enfermedades.

Según datos proporcionados por el Centro de Salud “José Román González” ubicado en La Libertad, tenemos los casos de enfermedades en estos sectores proyectados anteriormente, a cuánto ascendía el monto promedio que el gobierno debía asumir por enfermedad de cada persona ingresada y se obtuvieron los siguientes datos. Es importante señalar que por estudios realizados por diversas instituciones se ha logrado estimar que cuando hay mejoras en las carreteras, se logra reducir el índice de enfermedades hasta en un 80%. A continuación se presenta la tabla de resultado por ahorro de enfermedades:

Tabla 43. Ahorro total en reducción de enfermedades

ENFERMEDAD	CASOS ANUALES	CU	AHORRO	AHORRO TOTAL
EDA	4680	C\$482.00	80%	C\$1,804,608.00
ERA	4680	C\$385.00	80%	C\$1,441,440.00
DENGUE	3900	C\$546.00	80%	C\$1,703,520.00
TOTAL				C\$4,949,568.00

Fuente: Propia.

Por lo tanto, se hace el cálculo del ahorro por enfermedad anualmente.

Proyección del ahorro por enfermedad en los próximos 20 años de vida del proyecto, teniendo una tasa de crecimiento poblacional de La Libertad del 1.5%, se asume que los beneficios también serán del 1.5%.

A continuación se presenta la tabla de proyección de enfermedades:

Tabla 44. Proyección de ahorro en enfermedades

AÑO	TASA	PROYECCION
2015	1.015	C\$4,949,568.00
2016		C\$5,023,811.52
2017		C\$5,099,168.69
2018		C\$5,175,656.22
2019		C\$5,253,291.07
2020		C\$5,332,090.43
2021		C\$5,412,071.79
2022		C\$5,493,252.87
2023		C\$5,575,651.66
2024		C\$5,659,286.43
2025		C\$5,744,175.73
2026		C\$5,830,338.37
2027		C\$5,917,793.44
2028		C\$6,006,560.34
2029		C\$6,096,658.75
2030		C\$6,188,108.63
2031		C\$6,280,930.26
2032		C\$6,375,144.21
2033		C\$6,470,771.38
2034		C\$6,567,832.95
2035		C\$6,666,350.44

Fuente: Propia

4.3.2 Ahorro por disminución en gastos de deterioro de vehículos.

A continuación se muestra el resultado del ahorro total por tipo de vehículo.

Tabla 45. Ahorro del gasto en deterioro de los vehículos

Descripción	TPDA	Gasto anual	Costo promedio	Gasto anual	Ahorro total	Ahorro total
Moto	20	5%	C\$64,247.40	C\$3,212.37	0.10%	C\$64.25
Autos	9	10%	C\$578,226.60	C\$57,822.66	0.10%	C\$520.40
McBus	3	15%	C\$963,711.00	C\$144,556.65	0.10%	C\$433.67
Camioneta	25	8%	C\$706,721.40	C\$56,537.71	0.10%	C\$1,413.44
Bus	2	15%	C\$1,927,422.00	C\$289,113.30	0.10%	C\$578.23
Camión C3	5	15%	C\$1,606,185.00	C\$240,927.75	0.10%	C\$1,204.64
TOTAL	64					C\$4,150.38

Fuente: Propia

La tabla siguiente muestra la proyección de ahorro en gastos de vehículos a 20 años:

Tabla 46. Proyección de ahorro en gastos de vehículos

AÑO	TASA	PROYECCIÓN
2015	1.032	C\$4,150.38
2016		C\$4,283.19
2017		C\$4,420.26
2018		C\$4,561.70
2019		C\$4,707.68
2020		C\$4,858.32
2021		C\$5,013.79
2022		C\$5,174.23
2023		C\$5,339.81
2024		C\$5,510.68
2025		C\$5,687.02
2026		C\$5,869.01
2027		C\$6,056.82
2028		C\$6,250.64
2029		C\$6,450.66
2030		C\$6,657.08
2031		C\$6,870.10
2032		C\$7,089.95
2033		C\$7,316.82
2034		C\$7,550.96
2035		C\$7,792.59

Fuente: Propia.

4.3.3 Plusvalía de las propiedades.

La plusvalía es el diferencial del valor del inmueble que tenía en el año de la compra y el que tiene en el año de su venta, por lo cual sobre la diferencia se paga un porcentaje a modo de impuesto a la Alcaldía de la localidad.

En este caso específico se refiere al valor del bien inmueble antes del proyecto y su valor después de terminado el proyecto.

Se considera la cantidad de viviendas que están directamente sobre la vía del proyecto, se estima un valor promedio del bien inmueble y un porcentaje promedio.

Se contabilizan 95 viviendas cuyo terreno miden en promedio 7.00 x 15.00 m y cuyo costo inicial del mismo son de C\$803,092.50 (ochocientos tres mil, noventa y dos con 50 /100) córdobas (precio consultado en Administración Tributaria), estos terrenos están ubicados a ambos lados de la vía a mejorar y aumentarán su valor debido a la construcción del proyecto. A demás de estas propiedades hay otras que son utilizadas para la ganadería y agricultura que miden aproximadamente 600.00 hectáreas, cuyo costo inicial es de C\$ 481855,500.00 (cuatrocientos ochenta y uno millón, ochocientos cincuenta y cinco mil, quinientos) córdobas.

Cabe señalar que estas propiedades son las beneficiadas directamente aunque el beneficio de la carretera mejorada sea para todos los habitantes de los sectores y barrios aledaños.

Así mismo se determinó por medio de investigaciones acerca de la plusvalía en terrenos cuya carretera ha sido mejorada, que el aumento en este valor es del 40%.

La siguiente tabla muestra el incremento de valor de las propiedades cercanas al proyecto:

Tabla 47.Plusvalía de las propiedades

DESCRIPCION	UNIDAD	MONTO
No de viviendas beneficiadas	c/u	95
Valor unitario promedio	C\$	C\$803,092.50
Valor total	C\$	C\$76,293,787.50
Incremento del valor	%	40.00
Nuevo valor de las propiedades	C\$	C\$106,811,302.50
Incremento de valor	C\$	C\$30,517,515.00

Fuente: Propia.

4.3.4 Beneficios totales.

Estos serán la suma de todos los beneficios individuales considerados.

La siguiente tabla muestra el costo total anual de los beneficios:

Tabla 48. Beneficios totales

BENEFICIOS			
AÑO	ENFERMEDADES	VEHÍCULOS	BENEFICIOS
2015	C\$4,949,568.00	C\$4,150.38	C\$4,953,718.38
2016	C\$5,023,811.52	C\$4,283.19	C\$5,028,094.71
2017	C\$5,099,168.69	C\$4,420.26	C\$5,103,588.95
2018	C\$5,175,656.22	C\$4,561.70	C\$5,180,217.93
2019	C\$5,253,291.07	C\$4,707.68	C\$5,257,998.75
2020	C\$5,332,090.43	C\$4,858.32	C\$5,336,948.76
2021	C\$5,412,071.79	C\$5,013.79	C\$5,417,085.58
2022	C\$5,493,252.87	C\$5,174.23	C\$5,498,427.10
2023	C\$5,575,651.66	C\$5,339.81	C\$5,580,991.47
2024	C\$5,659,286.43	C\$5,510.68	C\$5,664,797.12
2025	C\$5,744,175.73	C\$5,687.02	C\$5,749,862.75
2026	C\$5,830,338.37	C\$5,869.01	C\$5,836,207.37
2027	C\$5,917,793.44	C\$6,056.82	C\$5,923,850.26
2028	C\$6,006,560.34	C\$6,250.64	C\$6,012,810.98
2029	C\$6,096,658.75	C\$6,450.66	C\$6,103,109.40
2030	C\$6,188,108.63	C\$6,657.08	C\$6,194,765.71
2031	C\$6,280,930.26	C\$6,870.10	C\$6,287,800.36
2032	C\$6,375,144.21	C\$7,089.95	C\$6,382,234.16
2033	C\$6,470,771.38	C\$7,316.82	C\$6,478,088.20
2034	C\$6,567,832.95	C\$7,550.96	C\$6,575,383.91
2035	C\$6,666,350.44	C\$7,792.59	C\$6,674,143.03

Fuente: Propia.

4.4 Determinación de los precios sociales.

El proceso de asegurar una distribución óptima de los recursos incluye el cálculo y uso de los precios sociales en la evaluación socioeconómica de los proyectos de inversión pública. En atención de esto la Dirección General de Inversiones Públicas (DGIP) ha venido realizando esfuerzos para determinar precios sociales de factores básicos de producción: Tasa Social de Descuento (TSD), Mano de Obra y Precio Social de la Divisa.

Los precios sociales deben ser usados por los proponentes en la evaluación socioeconómica del proyecto, representa valores oficiales que reflejan el costo real para la sociedad de usar unidades adicionales de los factores de producción en la generación de unidades de bienes y servicios.

La siguiente tabla muestra los factores de conversión para convertir a precios sociales los costos totales:

Tabla 49. Precios Sociales de Nicaragua

Ítem	Factor De Conversión
Precio Social De La Divisa	1.015
Mano De Obra Calificada	1.00
Mano De Obra No Calificada	0.83
Tasa Social De Descuento	8 %

Fuente. SNIP (Sistema Nacional De Inversión Pública-2011)

Continuación se presentan las tablas de inversión fija a precios sociales de las tipos de carpetas:

Tabla 50. Pavimento #1 Adoquín

Costos	Córdobas	Dólares
Costos directos =	C\$ 37,815,685.93	\$ 1,177,189.61
Costos de administración (5%) =	C\$ 1,890,784.30	\$ 58,859.48
Costos de utilidad (5%) =	C\$ 1,890,784.30	\$ 58,859.48
SUB TOTAL 1 =	C\$ 41,597,254.52	\$ 1,294,908.57
Impuesto municipal (1%) =	C\$ 415,972.55	\$ 12,949.09
Impuesto IVA (15%) =	C\$ 6,239,588.18	\$ 194,236.29
SUB TOTAL 2 =	C\$ 48,252,815.25	\$ 1,502,093.94
Imprevistos (4%) =	C\$ 1,930,112.61	\$ 60,083.76
TOTAL	C\$ 50,182,927.86	\$ 1,562,177.70

Fuente: Propia.

Tabla 51. Pavimento #2 Asfalto

Costos	Córdobas	Dólares
Costos directos	C\$ 42,278,673.60	\$ 1,316,120.92
Costos de administración	C\$ 2,113,933.68	\$ 65,806.05
Costos de utilidad	C\$ 2,113,933.68	\$ 65,806.05
SUB TOTAL 1	C\$ 46,506,540.96	\$ 1,447,733.01
Impuesto municipal	C\$ 930,130.82	\$ 14,477.33
Impuesto IVA	C\$ 6,975,981.14	\$ 217,159.95
SUB TOTAL 2	C\$ 54,412,652.92	\$ 1,679,370.29
Imprevistos	C\$ 2,176,506.12	\$ 67,174.81
TOTAL	C\$ 56,589,159.03	\$ 1,746,545.11

Fuente: Propia.

Tabla 52. Pavimento #3 Concreto Hidráulico

Costos	Córdobas	Dólares
Costos directos	C\$ 51,139,239.18	\$ 1,591,947.35
Costos de administración	C\$ 2,556,961.96	\$ 79,597.37
Costos de utilidad	C\$ 2,556,961.96	\$ 79,597.37
SUB TOTAL 1	C\$ 56,253,163.10	\$ 1,751,142.09
Impuesto municipal	C\$ 1,125,063.26	\$ 17,511.42
Impuesto IVA	C\$ 8,437,974.47	\$ 262,671.31
SUB TOTAL 2	C\$ 65,816,200.83	\$ 2,031,324.82
Imprevistos	C\$ 2,632,648.03	\$ 81,252.99
TOTAL	C\$ 68,448,848.86	\$ 2,112,577.82

Fuente: Propia.

A continuación se presenta los costos totales a precios sociales por tipos de carpetas:

Tabla 53. Resultados del tipo de carpeta

Tipo de carpeta	Adoquín	Asfalto	Concreto Hidráulico
Inversión fija	C\$ 50,182,927.86	C\$ 56,589,159.03	C\$ 68,448,848.86
Activos diferidos	C\$ 2,007,317.11	C\$ 2,263,566.36	C\$ 2,737,953.95
Total	C\$ 52,190,244.97	C\$ 58,852,725.40	C\$ 71,186,802.82

Fuente: Propia.

4.5 Flujo de caja sin financiamiento.

Consiste en realizar una comparación entre los recursos que se estiman, pueden ser utilizados por el proyecto y los resultados esperados del mismo, con el propósito de determinar si este proyecto se adapta o no a los fines u objetivo perseguidos que permita la mejor asignación de los recursos de la sociedad tomando en consideración los criterios de rentabilidad.

El flujo considera el monto de inversión total a precios sociales y los costos y beneficios del proyecto, así como un valor de salvamento del 10 % del valor de la inversión en el periodo de vida de las calles, para el adoquín y el concreto hidráulico y 5 % para el asfalto.

A continuación se presenta las tablas del flujo sin financiamiento por cada uno de los tipos de carpeta:

Tabla 54. Flujo de adoquinado sin financiamiento

AÑO	ENFERMEDADES	VEHÍCULOS	INVERSIÓN ADOQUÍN	PLUSVALIA	SALVAMENTO	COSTO DE ADOQUÍN	BENEFICIOS	FLUJO DE CAJA
2014			C\$52,190,244.97					-C\$52,190,244.97
2015	C\$4,949,568.00	C\$4,150.38		C\$30,517,515.00			C\$4,953,718.38	C\$35,471,233.38
2016	C\$5,023,811.52	C\$4,283.19				C\$69,387.19	C\$5,028,094.71	C\$4,958,707.52
2017	C\$5,099,168.69	C\$4,420.26				C\$318,024.63	C\$5,103,588.95	C\$4,785,564.32
2018	C\$5,175,656.22	C\$4,561.70				C\$69,387.19	C\$5,180,217.93	C\$5,110,830.74
2019	C\$5,253,291.07	C\$4,707.68				C\$69,387.19	C\$5,257,998.75	C\$5,188,611.55
2020	C\$5,332,090.43	C\$4,858.32				C\$318,024.63	C\$5,336,948.76	C\$5,018,924.13
2021	C\$5,412,071.79	C\$5,013.79				C\$69,387.19	C\$5,417,085.58	C\$5,347,698.39
2022	C\$5,493,252.87	C\$5,174.23				C\$69,387.19	C\$5,498,427.10	C\$5,429,039.91
2023	C\$5,575,651.66	C\$5,339.81				C\$318,024.63	C\$5,580,991.47	C\$5,262,966.84
2024	C\$5,659,286.43	C\$5,510.68				C\$69,387.19	C\$5,664,797.12	C\$5,595,409.92
2025	C\$5,744,175.73	C\$5,687.02				C\$69,387.19	C\$5,749,862.75	C\$5,680,475.56
2026	C\$5,830,338.37	C\$5,869.01				C\$318,024.63	C\$5,836,207.37	C\$5,518,182.74
2027	C\$5,917,793.44	C\$6,056.82				C\$69,387.19	C\$5,923,850.26	C\$5,854,463.07
2028	C\$6,006,560.34	C\$6,250.64				C\$69,387.19	C\$6,012,810.98	C\$5,943,423.79
2029	C\$6,096,658.75	C\$6,450.66				C\$318,024.63	C\$6,103,109.40	C\$5,785,084.77
2030	C\$6,188,108.63	C\$6,657.08				C\$69,387.19	C\$6,194,765.71	C\$6,125,378.51
2031	C\$6,280,930.26	C\$6,870.10				C\$69,387.19	C\$6,287,800.36	C\$6,218,413.17
2032	C\$6,375,144.21	C\$7,089.95				C\$318,024.63	C\$6,382,234.16	C\$6,064,209.53
2033	C\$6,470,771.38	C\$7,316.82				C\$69,387.19	C\$6,478,088.20	C\$6,408,701.01
2034	C\$6,567,832.95	C\$7,550.96				C\$69,387.19	C\$6,575,383.91	C\$6,505,996.72
2035	C\$6,666,350.44	C\$7,792.59			C\$5,219,024.50	C\$318,024.63	C\$6,674,143.03	C\$11,575,142.90

Fuente: Propia.

Tabla 55. Flujo de asfalto sin financiamiento

AÑO	ENFERMEDADES	VEHÍCULOS	INVERSIÓN ASFALTO	PLUSVALÍA	SALVAMENTO	COSTO DE ASFALTO	BENEFICIOS	FLUJO DE CAJA
2014			C\$71,186,802.82					-C\$71,186,802.82
2015	C\$4,949,568.00	C\$4,150.38		C\$30,517,515.00			C\$4,953,718.38	C\$35,471,233.38
2016	C\$5,023,811.52	C\$4,283.19				C\$69,387.19	C\$5,028,094.71	C\$4,958,707.52
2017	C\$5,099,168.69	C\$4,420.26				C\$1,069,719.21	C\$5,103,588.95	C\$4,033,869.74
2018	C\$5,175,656.22	C\$4,561.70				C\$69,387.19	C\$5,180,217.93	C\$5,110,830.74
2019	C\$5,253,291.07	C\$4,707.68				C\$69,387.19	C\$5,257,998.75	C\$5,188,611.55
2020	C\$5,332,090.43	C\$4,858.32				C\$1,069,719.21	C\$5,336,948.76	C\$4,267,229.55
2021	C\$5,412,071.79	C\$5,013.79				C\$69,387.19	C\$5,417,085.58	C\$5,347,698.39
2022	C\$5,493,252.87	C\$5,174.23				C\$69,387.19	C\$5,498,427.10	C\$5,429,039.91
2023	C\$5,575,651.66	C\$5,339.81				C\$1,069,719.21	C\$5,580,991.47	C\$4,511,272.26
2024	C\$5,659,286.43	C\$5,510.68				C\$69,387.19	C\$5,664,797.12	C\$5,595,409.92
2025	C\$5,744,175.73	C\$5,687.02				C\$69,387.19	C\$5,749,862.75	C\$5,680,475.56
2026	C\$5,830,338.37	C\$5,869.01				C\$1,069,719.21	C\$5,836,207.37	C\$4,766,488.16
2027	C\$5,917,793.44	C\$6,056.82				C\$69,387.19	C\$5,923,850.26	C\$5,854,463.07
2028	C\$6,006,560.34	C\$6,250.64				C\$69,387.19	C\$6,012,810.98	C\$5,943,423.79
2029	C\$6,096,658.75	C\$6,450.66				C\$1,069,719.21	C\$6,103,109.40	C\$5,033,390.19
2030	C\$6,188,108.63	C\$6,657.08				C\$69,387.19	C\$6,194,765.71	C\$6,125,378.51
2031	C\$6,280,930.26	C\$6,870.10				C\$69,387.19	C\$6,287,800.36	C\$6,218,413.17
2032	C\$6,375,144.21	C\$7,089.95				C\$1,069,719.21	C\$6,382,234.16	C\$5,312,514.95
2033	C\$6,470,771.38	C\$7,316.82				C\$69,387.19	C\$6,478,088.20	C\$6,408,701.01
2034	C\$6,567,832.95	C\$7,550.96				C\$69,387.19	C\$6,575,383.91	C\$6,505,996.72
2035	C\$6,666,350.44	C\$7,792.59			C\$3,559,340.14	C\$1,069,719.21	C\$6,674,143.03	C\$9,163,763.97

Fuente: Propia.

Tabla 56. Flujo de concreto hidráulico sin financiamiento

AÑO	ENFERMEDADES	VEHÍCULOS	INVERSIÓN CONCRETO	PLUSVALIA	SALVAMENTO	COSTO DE CONCRETO	BENEFICIOS	FLUJO DE CAJA
2014			C\$58,852,725.40					-C\$58,852,725.40
2015	C\$4,949,568.00	C\$4,150.38		C\$30,517,515.00			C\$4,953,718.38	C\$35,471,233.38
2016	C\$5,023,811.52	C\$4,283.19				C\$36,639.00	C\$5,028,094.71	C\$4,991,455.71
2017	C\$5,099,168.69	C\$4,420.26				C\$36,639.00	C\$5,103,588.95	C\$5,066,949.95
2018	C\$5,175,656.22	C\$4,561.70				C\$36,639.00	C\$5,180,217.93	C\$5,143,578.93
2019	C\$5,253,291.07	C\$4,707.68				C\$36,639.00	C\$5,257,998.75	C\$5,221,359.75
2020	C\$5,332,090.43	C\$4,858.32				C\$36,639.00	C\$5,336,948.76	C\$5,300,309.76
2021	C\$5,412,071.79	C\$5,013.79				C\$36,639.00	C\$5,417,085.58	C\$5,380,446.58
2022	C\$5,493,252.87	C\$5,174.23				C\$36,639.00	C\$5,498,427.10	C\$5,461,788.10
2023	C\$5,575,651.66	C\$5,339.81				C\$36,639.00	C\$5,580,991.47	C\$5,544,352.47
2024	C\$5,659,286.43	C\$5,510.68				C\$36,639.00	C\$5,664,797.12	C\$5,628,158.12
2025	C\$5,744,175.73	C\$5,687.02				C\$36,639.00	C\$5,749,862.75	C\$5,713,223.75
2026	C\$5,830,338.37	C\$5,869.01				C\$36,639.00	C\$5,836,207.37	C\$5,799,568.37
2027	C\$5,917,793.44	C\$6,056.82				C\$36,639.00	C\$5,923,850.26	C\$5,887,211.26
2028	C\$6,006,560.34	C\$6,250.64				C\$36,639.00	C\$6,012,810.98	C\$5,976,171.98
2029	C\$6,096,658.75	C\$6,450.66				C\$36,639.00	C\$6,103,109.40	C\$6,066,470.40
2030	C\$6,188,108.63	C\$6,657.08				C\$36,639.00	C\$6,194,765.71	C\$6,158,126.71
2031	C\$6,280,930.26	C\$6,870.10				C\$36,639.00	C\$6,287,800.36	C\$6,251,161.36
2032	C\$6,375,144.21	C\$7,089.95				C\$36,639.00	C\$6,382,234.16	C\$6,345,595.16
2033	C\$6,470,771.38	C\$7,316.82				C\$36,639.00	C\$6,478,088.20	C\$6,441,449.20
2034	C\$6,567,832.95	C\$7,550.96				C\$36,639.00	C\$6,575,383.91	C\$6,538,744.91
2035	C\$6,666,350.44	C\$7,792.59			C\$5,885,272.54	C\$36,639.00	C\$6,674,143.03	C\$12,522,776.57

Fuente: Propia.

Tabla 57. Resultados de indicadores para adoquinado

ADOQUINADO	
TASA SOCIAL	8%
VANE	C\$31,226,330.18
TIRE	19%
R B/C	C\$1.16

Fuente: Propia.

Tabla 58. Resultados de indicadores para asfalto

ASFALTO	
TASA SOCIAL	8%
VANE	C\$9,580,704.55
TIRE	10%
R B/C	C\$0.82

Fuente: Propia.

Tabla 59. Resultados de indicadores para concreto hidráulico

CONCRETO HIDRÁULICO	
TASA SOCIAL	8%
VANE	C\$25,761,087.12
TIRE	16%
R B/C	C\$1.36

Fuente: Propia.

4.6 Evaluación económica del proyecto.

La evaluación de proyectos se realiza con el fin de poder decidir si es conveniente o no realizar un proyecto de inversión. Para este efecto, debemos no solamente identificar, cuantificar y valorar sus costos y beneficios, sino tener elementos de juicio para poder comparar varios proyectos coherentemente.

La evaluación del proyecto se hace en base al criterio del análisis costo-beneficio.

El análisis costo-beneficio es una comparación sistemática entre todos los costos inherentes a determinado curso de acción y el valor de los bienes, servicios o actividades emergentes de tal acción. El propósito esencial de esta comparación es someter a escrutinio los méritos de un curso de acción propuesto, por lo general un determinado acto de inversión, planteando la posible opción de escoger otros cursos de acción alternativos. Poder realizar estas comparaciones exige que el proyectista reduzca todas las alternativas a un mismo patrón común que sea cuantificable objetivamente.

4.6.1 Criterios de rentabilidad.

4.6.1.1 Valor actual neto económico (VANE).

Indica la ganancia o la rentabilidad neta generada por el proyecto. Se puede describir como la diferencia entre lo que el inversor da a la inversión (K) y lo que la inversión devuelve al inversor (Rj).

$$VANE = \sum_{t=1}^n \left(\frac{Vt}{(1+k)^t} \right) - I_0$$

Dónde:

Vt = representa los flujos de caja en cada periodo t.

I₀ = es el valor del desembolso de la inversión.

n = es el número de periodos considerados.

K = es el tipo de interés.

La siguiente tabla muestra los criterios de decisión del VANE:

Tabla 60. Criterios de decisión del VANE

RESULTADO	DECISIÓN
Positivo (VANE mayor que cero)	Se acepta
Nulo (VANE igual a cero)	Indiferente
Negativo (VANE menor que cero)	Se rechaza

Fuente: Curso de formulación y evaluación de proyectos de inversión 2013.

A continuación en la siguiente tabla se presentan los resultados del VANE según las alternativas de pavimentos.

Tabla 61. Resultados del VANE por tipo de carpeta

Tipo de carpeta	Adoquín	asfalto	Concreto
VANE	C\$31,226,330.18	C\$9,580,704.55	C\$25,761,087.12

Fuente: Propia.

Las tres tecnologías nos dan como resultado el $VANE > 0$, por lo cual dichos tipos de carpetas son factibles, sin embargo la carpeta de rodamiento de adoquín es la mayor valor siendo en este caso con respecto al VANE el pavimento a ejecutar.

4.6.1.2 Tasa interna de retorno económico (TIRE).

Se define como aquella tasa de descuento que hace igual a cero el valor actual de un flujo de beneficios netos, es decir, los beneficios actualizados iguales a los costos sociales.

$$VANE = \sum_{i=0}^n \left(\frac{Ft}{(1+TIRE)^t} \right) = 0$$

Donde:

F_t = Flujo de caja en el tiempo t .

I_0 = es el valor del desembolso de la inversión.

n = es el número de periodos considerados.

La siguiente tabla muestra los criterios de decisión del TIRE:

Tabla 62. Criterios de decisión del TIRE

RESULTADO	DECISIÓN
Mayor (TIRE > TREMA)	Se acepta
Igual (TIRE = TREMA)	Indiferente
Menor (TIRE < TREMA)	Se rechaza

Fuente: Curso de formulación y evaluación de proyectos de inversión 2013.

A continuación en la siguiente tabla se presentan los resultados del TIRE según el tipo de carpeta para el proyecto.

Tabla 63. Resultado del TIRE por tipo de carpeta

Tipo de carpeta	Adoquín	Asfalto	Concreto
TIRE	19%	10%	16%

Fuente: Propia.

Una vez más se ratifica el tipo de carpeta factible a ejecutar ya que la TIRE es mayor que la tasa social o tasa de rendimiento (TREMA) equivalente al 8 %, (TIRE > 8%), siendo la mayor posibilidad la carpeta de rodamiento con adoquín.

4.6.1.3 Relación beneficio/costo.

Representa cuanto se gana por encima de la inversión efectuada. Igual que el VANE y la TIRE, el análisis de beneficio-costo se reduce a una sola cifra, fácil de comunicar en la cual se basa la decisión. Solo se diferencia del VANE en el resultado, que es expresado en forma relativa.

$$R B/C = \frac{VAB}{VAC + I_0}$$

Dónde:

VAB = Valor actual de los beneficios.

VAC= Valor actual de los costos.

I₀ = es el valor del desembolso de la inversión.

La siguiente tabla muestra los criterios de decisión de la R B/C:

Tabla 64. Criterios de decisión de la R B/C

RESULTADO	DECISIÓN
Mayor (R B/C > 1)	Se acepta
Igual (R B/C = 1)	Indiferente
Menor (R B/C < 1)	Se rechaza

Fuente: Curso de formulación y evaluación de proyectos de inversión

A continuación se presentan los resultados de la R B/C del proyecto:

Tabla 65. Resultados de la Relación Beneficio /Costo

Tipo de carpeta	Adoquín	Asfalto	Concreto
R B/C	C\$1.16	C\$0.82	C\$1.36

Fuente: Propia.

Para que podamos aceptar una opción en la ejecución de un proyecto a nivel social deberá cumplir con la relación B/C que establece que los beneficios deberán ser mayor a los costos (B/C >1), es por ello que los tipos de carpetas de adoquín y concreto hidráulico cumplen con esta condición, a excepción de la carpeta de asfalto no cumple con la condición (B/C>1), en este caso: la carpeta de rodamiento a ejecutar será la del adoquinado, estableciendo que por cada córdoba invertido se tendrán beneficios de 0.16 centavos de córdobas, aunque con el concreto hay un mayor beneficio de este factor financiero, pero por los resultados obtenidos del VANE y la TIRE anteriormente, se considera como mejor opción de pavimento el semirrígido: el adoquín.

Tabla 66. Solución de pavimento

ADOQUINADO	
TASA SOCIAL	8%
VANE	C\$31,226,330.18
TIRE	19%
R B/C	C\$1.16

Fuente: Propia.

La siguiente tabla muestra las diferentes características de los pavimentos.

Tabla 67. Características de los pavimentos

Adoquín	Asfalto	Concreto hidráulico
Se deteriora con el tiempo, requiere sello con arena y reparaciones constantes.	Se deteriora con el tiempo, requiere reparaciones y recarpeteos constantes.	Deterioro mínimo durante su vida útil.
Duración de 10 a 15 años	Duración de 10 a 15 años	Duración de 20 a 30 años
Fácil mantenimiento	Alto costos de mantenimiento	Mantenimiento mínimo
Índice de servicio bajo	Se deforma su superficie ofreciendo un manejo irregular, o bajo índice de servicio	Índice de servicio alto durante su vida útil
Menor velocidad de construcción	Velocidad de construcción	Mayor velocidad de construcción
Requiere de mano de obra no calificada	Requiere mano de obra calificada	Requiere mano de obra calificada
Aumento en costos de operación	Aumento en costos de operación	Disminución en costos de operación
Deformación en su superficie	Deformación en su superficie	Deformación mínima en su superficie
Bajo costo de inversión inicial	Costo de inversión un poco alto	Alto costo de inversión
Requiere estructura de soporte	Requiere estructura de soporte	Requiere menor estructura de soporte
Permite construcción por etapas	No permite construcción por etapas	No permite construcción por etapas
Mayor Gastos de combustible	Se reblandece por temperatura	Adquiere mayor resistencia
Reutilización	Bacheo anual	Mayor seguridad
	Recarpeteo	Sello de grietas

Fuente:IMCYC;Propia

Capítulo V

Conclusiones y Recomendaciones

Capítulo V – Conclusiones y Recomendaciones.

5.1 Conclusiones

De acuerdo a los objetivos planteados inicialmente se ha concluido que:

El tramo tiene una demanda en los sectores de 13,569, los que serán beneficiados con este proyecto y también las personas que transiten por la misma ya que el tránsito proyectado de este tramo será de 673 Vpd.

El tipo de carretera en estudio tiene una clasificación funcional de colectora rural, Los espesores sugeridos es determinado por el método Murillo López de Souza en este caso la estructura tendrá espesores de 3.94 plg (10 cm) de la carpeta de rodamiento con adoquín, 1.97 plg (5.00 cm capa de arena), 5.12 plg (13.00 cm de base estabilizada con cemento) el material selecto no cumple con la NIC-2000, para ser colocado como base, y 11.81 plg (30 cm de Sub-Base granular). Esta carpeta resulta de fácil mantenimiento.

Los factores financieros evaluados para la carpeta de adoquín dan como resultado un valor actual neto económico (VANE) de mas (+) C\$31,226,330.18 (treinta y un millón, doscientos veintiséis mil, trecientos treinta, con 18/100) córdobas, una tasa interna de retorno económica de 19 % que es mayor que el 8 % de la TSD y con una relación beneficio costo de C\$ 1.16, la relación beneficio-costo favorece al concreto hidráulico, pero conforme a los otros criterios de rentabilidad (VANE y TIRE), se considera como la mejor opción el adoquinar porque permite dar una solución más económica debido a la inversión que en este caso es de C\$ 52,190,244.97 (cincuenta y dos millones, ciento noventa mil, doscientos cuarenta y cuatro, con 97/100) córdobas.

5.2 Recomendaciones

1. Realizar un estudio más exhaustivo para determinar los espesores de pavimento con mayor precisión, para proceder al diseño geométrico vial de la carretera.
2. Utilizar un adoquín tipo tráfico y que este cumpla con su resistencia de 3,500 PSI según la NIC-2000.
3. Utilizar la materia prima, procedentes de fábricas certificadas y reconocidas a nivel nacional.
4. El adoquín, debe estar confinado en sus bordes laterales por bordillos o cunetas de concreto simple, cuyo objeto es el proteger y respaldar debidamente la estructura.
5. Utilizar mano de obra calificada en todas las etapas constructivas.
6. Darle mantenimiento periódico y /o rutinario para maximizar su vida útil.

Bibliografía

1. Baca Urbina, Gabriel Fundamentos de Ingeniería Económica Mc Graw Hill, México, 1999, 2da Ed.
2. Formulación y Evaluación de Proyectos: Evaluación financiera. Ing. Guillermo Acevedo Ampié. Octubre, 2013.
3. Formulación y Evaluación de Proyectos: Evaluación Económica y Social de proyectos. Msc. Ricardo Martínez Cano. Octubre 2013.
4. Fondo de Inversión Social de Emergencia. Módulo de Costos y Presupuestos Catálogo de Etapas y Sub-Etapas.
5. Fondo de Inversión Social de Emergencia. Módulo de Costos y Presupuestos. Catálogo de Etapas y Sub-Etapas. Maestro de costos complejos.
6. Fondo de Mantenimiento Vial. Planeación.
7. Guía de costos–Fise. División de Desarrollo Institucional. Oficina de Regulación, Investigación y Desarrollo. 2008.
8. Ministerio de Transporte e Infraestructura división general de planificación. Anuario de aforos de tráfico año 2008-2016.
9. The American Association of State Highway and Transportation Officials (1993). Diseño de pavimentos por método AASHTO-93. Versión en español. Washington, DC: Autor
10. Lechair Raúl, Manual centroamericano de normas para el diseño de geométrico de carreteras regionales. Guatemala 2004, 2^{da} edición.

ANEXOS

CLASIFICACIÓN AASHTO

Tipos de Suelos	Materiales granulares 35% o menos pasando en el tamiz N°200							Materiales Limos arcillosos mas de 35% pasando en el tamiz 200				
Grupos y Subgrupos	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7	
	A-1-a	A-1-a		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5	A-7-6
Granulometria % pasando en los tamices												
N°10	50 max	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	
N°40	30 max	50 max	51 max	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	
N°200	15 max	25 max	10 max	35 max	35 max	35 max	35 max	36 min	36 min	36 min	36 min	
Características de las fracciones pasando en el tamiz N° 40												
Limite Liquido	-----		-----	40 max	41 min	40 max	41 min	40 max	41 min	40 max	41 min	
Indice Plastico	6 max	no plastico	10 max	10 max	11 min	10 max	11 min	10 max	10 max	11 min	11 min	
Indice de Grupo (2)	0		0	0			4 max		8 max	12 max	16 max	20 max
Tipos usuales de los componentes significativos de los materiales	piedra, grava y arena		arena fina	grava y arena limos o arcillosos				suelos limosos		suelos arcillosos		
Comportamiento como material de subrasante	Excelente a bueno						Regular a muy malo					

Formato de Aforo Vehicular

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, Cuadriciclos, 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.
	CAMONETA		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.
	MINBUS		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.
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 AGRICOLAS		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:MTI

Tabla No 1 Factores equivalentes de carga para pavimentos flexibles, ejes simples, Pt=2,0.

Carga por eje		SN					
(kips)	(KN)	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	4.96
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.AASHTO-93

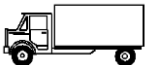







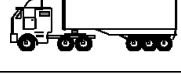



**Tabla No 2 Factores equivalentes de carga para pavimentos flexibles, ejes
Tándem, Pt=2,0.**

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
86	382.6	76.3	73.3	66.0	59.0	56.8	58.6
88	391.5	85.0	81.6	73.4	65.5	62.8	64.7
90	400.4	94.4	90.6	81.5	72.6	69.4	71.3

Fuente.AASHTO-93

Tabla No 3 Diagrama de cargas permisibles (Factor de daño)

**DIAGRAMA DE CARGAS PERMISIBLES (FACTOR DE DAÑO)
PESOS MAXIMOS PERMISIBLES POR TIPO DE VEHICULOS**

TIPO DE VEHICULO	ESQUEMAS DE VEHICULOS	FACTOR DE DAÑO POR PESO MAXIMO AUTORIZADO						FACTOR DAÑO (SN=5, PF=2,0)	
		1er. Eje	2do. Eje	3er. Eje	4to. Eje	5to. Eje	6to. Eje		
LIVIANO								0,003	
C2		0,13	2,36					2,49	
C3		0,13	1,44					1,57	
C4		0,13	0,69					0,82	
T2-S1		0,13	1,52	1,52				3,17	
T2-S2		0,13	1,52	1,27				2,91	
T2-S3		0,13	1,52	0,69				2,34	
T3-S1		0,13	1,27		1,52			2,91	
T3-S2		0,13	1,27		1,27			2,66	
T3-S3		0,13	1,27		0,69			2,08	
C2-R2		a	0,08	1,52	0,05	0,05			1,70
		b	0,08	1,52	0,38	0,38			2,36
C3-R2		a	0,13	1,27		0,05	0,05		1,49
		b	0,13	0,63	0,63	0,38	0,38		2,15
C3-R3		a	0,13	1,27		0,05	0,13	0,13	1,70
		b	0,13	0,63	0,63	0,38	0,13	0,13	2,03

NOTA: El peso máximo permisible será el menor entre el especificado por el fabricante y el contenido en esta columna.



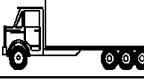




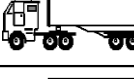




a : Eje sencillo llanta sencilla.

b : Eje sencillo llanta doble.

Fuente. Ministerio de Transporte e Infraestructura.

Tabla No 4 Diagrama de cargas permisibles

**DIAGRAMA DE CARGAS PERMISIBLES APLICADOS EN LOS PUNTOS DE CONTROL
PESOS MAXIMOS PERMISIBLES POR TIPO DE VEHICULOS**

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

NOTA: El peso máximo permisible será el menor entre el especificado por el fabricante y el contenido en esta columna.

a : Eje sencillo llanta sencilla.
b : Eje sencillo llanta doble.

Fuente. Ministerio de Transporte e Infraestructura.

Tabla No 5 Tipología vehicular y cargas permisibles por tipo de vehículo.

Tipo de Vehículo	Peso por Eje (ton)	Peso por Eje (lb)
Automovil	1/1	2200/2200
Jeep	1/1	2200/2200
Pick-Up	½	2200/4400
Mcbus < 15 pas.	2/4	4400/8800
Mnbus 15-30 pas.	4/8	8800/17600
Bus = C2	5/10	11000/22000
Liv 2-5 ton	4/8	8800/17600

Fuente: Ministerio de Transporte e infraestructura (MTI).

**Costo y presupuesto del proyecto
por cada alternativa de carpeta de
rodamiento**

Tabla No 6 Costos Directos de Adoquinado

COSTOS DIRECTOS ADOQUINADO						
COD-ETAPA	ETAPA	ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	C.U	COSTO TOTAL C\$
Total 249						918,882.66
250	PRELIMINARES	Limpieza inicial con equipo	M2	80,095.22	5.12	409,839.47
		Rótulo del proyecto	C/U	2.00	3,453.88	6,907.77
		Trazo y nivelación	M2	80,095.22	6.27	502,135.42
Total 250						62,789.65
251	MOVILIZACIÓN/DESMOVILIZACIÓN	Movilización/desmovilización	GBL	1.00	62,789.65	62,789.65
Total 251						10398,438.95
252	MOVIMIENTO DE TIERRAS	Conformación y compactación equipo	M2	32,800.00	4.65	152,548.98
		Conformación y compactación manual	M2	8,099.62	62.30	504,606.33
		Corte con equipo	M3	15,990.00	100.30	1603,797.00
		Corte manual	M3	1,095.27	236.53	259,064.33
		Desalojo de material	M3	27,808.70	154.00	4282,539.80
		Desalojo manual	M3	1,904.82	35.00	66,668.70
		Base estabilizada con cemento	M3	4,276.38	825.28	3529,213.81
		Sub-base granular	M3	9,868.57	511.08	5043,661.06
Total 252						15239,933.74
253	CARPETA DE RODAMIENTO	Adoquinado incl. Cama de arena esp.2"	M2	27,919.00	545.86	15239,933.74
Total 253						10625,813.73
254	CUNETAS, ANDENES Y BORDILLOS	Andenes de concreto 2500 PSI	M2	8,000.00	340.29	2722,284.52
		Cunetas de caite 3000 PSI	ML	8,000.00	390.69	3125,485.67
		VT y VL 3000 PSI	M3	1,315.18	3,633.00	4778,043.54
Total 254						8,943.53
255	OBRAS DE DRENAJE	Vados de concreto 3000 PSI	M3	1.75	5,110.59	8,943.53
Total 255						78,871.58
256	SEÑALIZACIONES	Señalización informativa	C/U	8.00	3,453.88	27,631.07
		señalización horizontal	KM	4.00	9,356.25	37,424.98
		Señalización preventiva	C/U	4.00	3,453.88	13,815.53
Total 256						1049,247.38
257	LIMPIEZA FINAL	Limpieza final	M2	80,095.22	13.10	1049,247.38
Total general C\$						38382,921.22
Total general \$						1194,847.46

Fuente: Propia

Tabla No 7 Costos Directos de Asfalto

COSTOS DIRECTOS ASFALTO							
COD-ETAPA	ETAPA	ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	C.U	COSTO TOTAL C\$	
Total 250						918,882.66	
	250	PRELIMINARES	Limpieza inicial	M2	80,095.22	5.12	409,839.47
			Rótulo del proyecto	C/U	2.00	3,453.88	6,907.77
			Trazo y nivelación	M2	80,095.22	6.27	502,135.42
Total 251						62,789.65	
	251	MOVILIZACIÓN/DESMOVILIZACIÓN	Movilización/desmovilización	GBL	1.00	62,789.65	62,789.65
Total 252						10370,104.70	
	252	MOVIMIENTO DE TIERRAS	Conformación y compactación	M2	32,800.00	4.65	152,548.98
			Conformación y compactación manual	M2	8,099.62	62.30	504,606.33
			Corte	M3	15,990.00	100.30	1603,797.00
			Corte manual	M3	1,095.27	236.53	259,064.33
			Desalojo de material	M3	27,808.70	154.00	4282,539.80
			Desalojo manual	M3	1,095.27	35.00	38,334.45
			Base estabilizada con cemento	M3	4,276.38	825.28	3529,213.81
			Sub-base granular	M3	9,868.57	511.08	5043,661.06
Total 253						19798,200.47	
	253	CARPETA DE RODAMIENTO	Asfalto	M2	27,919.00	709.13	19798,200.47
Total 254						10634,757.26	
	254	CUNETAS, ANDENES Y BORDILLOS	Andenes de concreto de 2500 psi	M2	8,000.00	340.29	2722,284.52
			Cunetas de caite de 3000 psi	ML	8,000.00	390.69	3125,485.67
			VT y VL 3000 PSI	M3	1,315.18	3,633.00	4778,043.54
	255	OBRAS DE DRENAJE	Vados de concreto	M3	1.75	5,110.59	8,943.53
Total 256						78,871.58	
	256	SEÑALIZACIONES	Señalización informativa	C/U	8.00	3,453.88	27,631.07
			señalización horizontal	KM	4.00	9,356.25	37,424.98
			Señalización preventiva	C/U	4.00	3,453.88	13,815.53
Total 257						1049,247.38	
	257	LIMPIEZA FINAL	Limpieza final	M2	80,095.22	13.10	1049,247.38
Total general C\$						42912,853.70	
Total general \$						1335,862.73	

Fuente: Propia

Tabla No 8 Costos Directos de Concreto Hidráulico

COSTOS DIRECTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO						
COD-ETAPA	ETAPA	ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	C.U	COSTO TOTAL C\$
Total 250						918,882.66
250	PRELIMINARES	Limpieza inicial	M2	80,095.22	5.12	409,839.47
		Rótulo del proyecto	C/U	2.00	3,453.88	6,907.77
		Trazo y nivelación	M2	80,095.22	6.27	502,135.42
Total 251						62,789.65
251	MOVILIZACIÓN/DESMOVILIZACIÓN	Movilización/desmovilización	GBL	1.00	62,789.65	62,789.65
Total 252						9893,832.62
252	MOVIMIENTO DE TIERRAS	Conformación y compactación	M2	32,800.00	4.65	152,548.98
		Conformación y compactación manual	M2	8,099.62	62.30	
		Corte	M3	15,990.00	100.30	1603,797.00
		Corte manual	M3	1,095.27	236.53	259,064.33
		Desalojo de material	M3	27,808.70	154.00	4282,539.80
		Desalojo manual	M3	1,904.82	35.00	66,668.70
		Base estabilizada con cemento	M3	4,276.38	825.28	3529,213.81
Total 253						37180,419.36
253	CARPETA DE RODAMIENTO	Concreto Hidráulico MR-42 esp. 15 cm (incluye fibra, bordillo,corte,junta)	M2	28,000.00	1,327.87	37180,419.36
Total 254						2722,284.52
254	CUNETAS, ANDENES Y BORDILLOS	Andenes de concreto 2500 PSI	M2	8,000.00	340.29	2722,284.52
255	OBRAS DE DRENAJE	Vados de concreto 3000 PSI	M3	1.75	5,110.59	8,943.53
Total 256						78,871.58
256	SEÑALIZACIONES	Señalización informativa	C/U	8.00	3,453.88	27,631.07
		señalización horizontal	KM	4.00	9,356.25	37,424.98
		Señalización preventiva	C/U	4.00	3,453.88	13,815.53
Total 257						1049,247.38
257	LIMPIEZA FINAL	Limpieza final	M2	80,095.22	13.10	1049,247.38
Total general C\$						51906,327.77
Total general \$						1615,826.56

Fuente: Propia

Cronograma de Actividades

Tabla No 9 Cronograma de actividades del proyecto

DESCRIPCIÓN	U/M	CANTIDAD	DURACIÓN DÍAS	SEMANAS													
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
PRELIMINARES	GLB	1.00	3.00	■													
Limpieza Inicial	GLB	1.00	49.00	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
Trazo y Nivelacion	GLB	1.00	12.00		■	■	■	■									
Obras de Madera	GLB	1.00	6.00				■	■									
Rotulo	GLB	1.00	36.00		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
MOVIMIENTO DE TIERRAS	GLB	1.00	30.00					■	■	■	■	■	■	■			
Corte de 20 cm	GLB	1.00	44.00				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Nivelacion y conformacion	GLB	1.00	12.00		■	■	■										
Botar Material Sobrante	GLB	1.00	12.00			■	■	■									
Suelo Cemento	GLB	1.00	12.00				■	■	■								
Movilizacion/Desmovilizacion de equipos	GLB	1.00	3.00									■	■	■			
CARPETA DE RODAMIENTO	GLB	1.00	18.00										■	■	■	■	■
Vados	GLB	1.00	3.00														■
Adoquinado	GLB	1.00	12.00					■	■	■							
LIMPIEZA FINAL	GLB	1.00	12.00							■	■	■	■	■	■		
Limpieza Final	GLB	1.00	6.00									■	■	■			
TOTAL			84.00														

Fuente: Propia

La ejecución de la obra tendrá un plazo de 84 días.

Fotos. Situación actual del tramo de la carretera

Situación actual del tramo de la carretera



Situación actual del tramo de la carretera



Situación actual del tramo de la carretera



Situación actual del tramo de la carretera



Situación actual del tramo de la carretera



Situación actual del tramo de la carretera



GLOSARIO

Adoquines: Son elementos macizos de hormigón prefabricados con paredes verticales que ajustan bien unos contra otros para formar una superficie completa dejando solo una junta entre ellos y que sirven como capa de rodamiento o superficie para los pavimentos que llevan su nombre, distinguiéndose en ellos los siguientes elementos:

- ✓ Cara superior
- ✓ Cara inferior
- ✓ Caras laterales o paredes
- ✓ Aristas
- ✓ Bisel
- ✓ Espesor

Los adoquines a utilizar serán aquellos que por su peso y su tamaño no se pueden tomar con una sola mano y solo se pueden colocar en hileras. También se debe tratar de que las hileras queden atravesadas a la dirección de circulación de los vehículos.

Arena: Para la construcción de un pavimento se utilizan dos tipos de arenas: una para la capa de arena debajo de los adoquines, que es de arena gruesa y otra para el sello de juntas que es arena fina. El zarandeo, lavado y almacenamiento de las arenas, se hace sobre una superficie uniforme y limpia, preferiblemente de hormigón, para que ellas no se contaminen con el material del suelo o terreno natural.

- ✓ Arena para la cama del adoquinado: Es arena gruesa y limpia, como la que se usa para pegar elementos de construcción tales como: ladrillos piedra, bloques de hormigón. Debe ser arena de río, no de peña ni triturada. Si tiene muchos finos, se lava agregándole agua a las cargas por arriba para que el lodo salga por debajo y se pueda sacar la arena limpia de la parte superior.

- ✓ Arena para el sello de adoquines: Es arena fina, como la que se usa para. No es necesario lavarla pero es indispensable cribarla con una malla con orificios de 2.5 mm de ancho, para eliminar sobre tamaños, materia orgánica u otros contaminantes y para que quede suelta.

Banco de Préstamo: Es el volumen de suelo adecuado proveniente de las excavaciones hechas fuera del prisma de la carretera, camino o calle, requerido generalmente para completar la construcción de terraplenes o rellenos.

Base: Capa o capas de material colocado sobre la sub-base o sub-rasante para soportar la capa superficial de un pavimento.

Bases granulares: Son capas conformadas de materiales granulares los cuales deben ser pétreos, de río o triturado de una cantera, siendo fundamentalmente libres de toda contaminación y que no tenga piedras con una granulometría muy grande. Porque la falta de uniformidad puede generar asentamientos irregulares. Este material debe estar bien graduado, es decir, tener granos de todo tamaño, desde arena hasta piedras de 5 cm, para que al compactarlo quede uniforme.

Capa Superficial: Capa o capas superiores de la estructura de un pavimento diseñada para resistir las cargas del tráfico, de la cuales la capa superior resiste el deslizamiento y desgaste del tráfico y los efectos desintegradores del clima. A la capa superior se le conoce como “capa de desgaste”.

Carretera, Calle o Camino: Término genérico que designan una vía terrestre para fines de circulación de vehículo y que incluye la extensión total comprendida dentro del derecho de vía.

Carril: Cualquier subdivisión de la superficie de rodamiento que tenga el ancho suficiente para permitir la circulación de una fila de vehículos.

Cemento portland: Es el producto obtenido por molienda fina de Clinker producido por una calcinación hasta la temperatura de difusión incipiente de una mezcla íntima, rigurosa y homogénea de materiales arcillosos y calcáreos sin adición posterior a la calcinación, excepto yeso calcinado y en cantidad no mayor que el 3%.

Concreto: Es un material de construcción que se fabrica a medida que ha de emplearse. Sus materias básicas son cemento, agregado inerte de diversos tamaños y agua, constituyen inicialmente una masa plástica que se adapta a cualquier forma o molde. Posteriormente al endurecerse el aglutinante cemento-agua, se transforma en una masa pétreo determinada.

Corte: Es la excavación que se realiza en el terreno para conformar la estructura de la vía y elementos auxiliares de conformidad con las líneas y niveles mostrados en los planos.

Derecho de Vía: Área o superficie de terreno, destinada al uso de una carretera, camino o calle, que está delimitada a ambos lados por los linderos de las propiedades colindantes.

Desperdicio o Extra: Es el volumen de material proveniente de los cortes dentro del trazo de la carretera, camino o calle, que no se utiliza en la formación de rellenos o terraplenes.

Equipo: Toda maquinaria, junto con los suministros necesarios para su reparación y mantenimiento. También se incluye las herramientas y aparatos necesarios para la construcción y acabado aceptable del trabajo.

Especificaciones: En general, se denomina con este nombre a la compilación de estipulaciones y requisitos detallados para la construcción de las obras de un proyecto o el suministro de bienes o servicios.

Estación: Usado como unidad de medida, es una distancia determinada en metros lineales a lo largo de la vía. Cuando se use para identificar a determinado lugar de la vía en construcción, significará la distancia acumulada en kilómetro y fracción de kilómetro medida a lo largo del eje de la vía a partir del punto de comienzo del proyecto.

Granulometría: Es la medición de los granos de una formación sedimentaria y el cálculo de la abundancia de los correspondientes a cada uno de los tamaños previstos por una escala granulométrica.

Grava: Es el producto de la trituración y tamizado de materiales rocosos provenientes de formaciones naturales o bolones de ríos. Además son aquellos que retienen la malla número cuatro.

Laboratorio: Lugar donde se realizan pruebas de control de la calidad de los materiales a utilizar en determinada obra.

Pavimento: Es el conjunto de sub-base, base, y superficie de rodamiento colocado sobre la subrasante, cuya función es la de soportar los esfuerzos que le imponen las cargas directas del tráfico, distribuirlo a la subrasante y a la vez resistir al desgaste y proveer una superficie que permita una circulación cómoda y segura.

Proyecto: La sección específica de la carretera, camino, calle o puente, junto con todas las obras que serán construidas.

Rasante: Es el nivel final de la superficie de rodamiento de una carretera, camino o calle. También se llama así a la traza de un plano vertical que intercepta la superficie antes mencionada, usualmente a lo largo de la línea central de la vía. El término puede referirse tanto a la elevación como a la pendiente de dicha traza según el contexto.

Sección Transversal: Dibujo en que se muestra una sección del camino cortada a todo lo ancho de la vialidad. También se puede aplicar a un arroyo, talud, deslizamiento, etc.

Sub-Base: La capa o capas de material colocado sobre una sub-rasante para soportar la base.

Sub-Rasante: Es el nivel del terreno sobre el cual se asientan las capas de sub-base, base y carpeta del pavimento. Corresponde al nivel de lo que se conoce como terracería.

Suelo cemento: Es una mezcla homogénea de suelo pulverizado, cemento y agua, que se compacta y se cura, con lo cual adquiere una rigidez mayor que la del suelo natural. Por esto es que, cuando se tienen suelos adecuados, se puede remover una cierta profundidad del terreno natural o traer suelo de algún corte vecino, para producir suelo cemento y utilizarlo como base para el pavimento. En el suelo cemento es fundamental el tipo, homogeneidad, compactación y curado.

Terraplén: Material excavado que se coloca sobre la superficie de un terreno preparado para construir la sub-rasante del camino y la plantilla de base del camino.

PLANOS

Documentos académicos