



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Tecnología de la Construcción

Monografía

**"ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO "CONSTRUCCIÓN
DE UN ADOQUINADO DE 620 ML. DE CALLE, EN EL SECTOR VIII DEL
MUNICIPIO DE TIPITAPA, DEPARTAMENTO DE MANAGUA"**

Para optar al título de Ingeniero Civil

Elaborado por

Br. Jarib Scander Arancibia Bravo

Br. Jeffrey Manuel Miranda Sequeira

Tutor

MSc. Yader Molina Lagos.

Managua, Enero 2021

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS

Dedicamos esta monografía principalmente a Dios nuestro creador, quien nos ha concebido la gracia para poder realizar este documento. A nuestros padres quienes siempre nos han brindado su apoyo incondicional desde nuestros primeros días hasta poder llegar a concluir esta etapa, como lo es culminar la universidad.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos principalmente a Dios, por habernos dado la vida y permitirnos el haber llegado hasta este momento tan importante de nuestra formación profesional.

A nuestras madres, por ser el pilar más importante y por demostrarnos siempre su cariño y apoyo incondicional sin importar nuestras diferencias de opiniones. A nuestros padres, por todo el apoyo que menos han brindado.

Nos van a faltar páginas para agradecer a las personas que se han involucrado en la realización de este trabajo, sin embargo, merecen reconocimiento especial nuestras Madres y nuestros Padres que con su esfuerzo y dedicación me ayudaron a culminar nuestra carrera universitaria y nos dieron el apoyo suficiente para no decaer cuando todo parecía complicado e imposible.

De igual forma, agradecemos a mi maestro y tutor de tesis MSc. Yader Molina, que gracias a sus consejos y correcciones hoy podemos culminar este trabajo. A los Profesores que nos han visto crecer como persona y nos han transmitido sus conocimientos a lo largo de esta carrera universitaria.

Índice de contenido

1. CAPITULO 1: GENERALIDADES	1
1.1. Introducción.....	1
1.2. Antecedentes	2
1.3. Justificación.....	3
1.4. Objetivos	4
1.4.1. Objetivo General	4
1.4.2. Objetivos Específicos.....	4
1.5. Marco Teórico	5
2. CAPÍTULO 2: DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL	20
2.1. Relieve, clima, pluviosidad.....	20
2.1.1. Relieve.....	20
2.1.2. Clima	20
2.1.3. Pluviosidad	20
2.2. Desarrollo socio-económico	21
2.2.1. Actividades económicas	21
2.2.2. Equipamiento social.....	24
2.2.3. Vías de transporte	26
2.2.4. Agua y saneamiento	26
2.3. Situación actual de la vía en estudio	27
2.4. Identificación del proyecto.....	29
2.4.1. Nombre del proyecto	29
2.4.2. Sector o subsector al que pertenece	29
2.4.3. Institución dueña del proyecto	29

2.4.4.	Objetivos del proyecto	29
2.4.5.	Descripción del problema	29
2.5.	Descripción del proyecto	30
2.6.	Análisis de involucrados.....	32
2.7.	Alternativa seleccionada	32
2.8.	Análisis de los beneficiarios	33
2.9.	Análisis de la demanda	34
2.9.1.	Proyección del crecimiento vehicular.....	37
2.9.2.	Origen-destino	38
3.	CAPITULO 3: ESTUDIO TÉCNICO	39
3.1.	Localización del proyecto	39
3.1.1.	Macro localización	39
3.1.2.	Micro localización.....	41
3.2.	Cálculo de la tasa de crecimiento poblacional	42
3.2.1.	Proyección de la población	42
3.3.	Tamaño del proyecto.....	43
3.3.1	Descripción de las características del tramo	43
3.3.2	Rodamiento	44
3.4.	Ingeniería del proyecto.....	44
3.4.1.	Levantamiento topográfico	44
3.4.2.	Estudio geotécnico	46
3.5.	Descripción de las actividades de construcción	49
3.5.1.	Preliminares.....	50
3.5.2.	Construcciones temporales	50
3.5.3.	Rotulo, avisos preventivos y luces.....	50

3.5.4.	Movimiento de tierra	51
3.5.5.	Revestimiento de sub-base	51
3.5.6.	Revestimiento de base	51
3.5.7.	Carpeta de rodamiento	52
3.5.8.	Cálculo de volúmenes de obra	55
3.6.	Plan de ejecución de obra	56
3.6.1.	Especificaciones técnicas del proyecto	56
3.6.2.	Organización del proyecto	57
4.	CAPITULO 4: EVALUACION SOCIOECONOMICA	59
4.1.	Inversión del proyecto	59
4.1.1	Presupuesto	59
4.1.2	Costos directos	59
4.1.3	Costos indirectos	62
4.1.4	Costos de mantenimiento	66
4.1.5	Inversión diferida	66
4.1.6	Inversión total	67
4.2.	Costo de operación	67
4.3.	Beneficios del proyecto	68
4.3.1.	Ahorro por disminución de enfermedades	68
4.3.2.	Plusvalía de las propiedades	69
4.3.3.	Ahorro por gasto en deterioro del parque vehicular	70
4.3.4.	Beneficios totales	71
4.4.	Corrección por factor de mano de obra	72
4.5.	Flujo neto efectivo sin financiamiento	72
4.6.	Evaluación económica del proyecto	73

4.6.1. Valor actual neto económico (VANE)	74
4.6.2. Tasa interna de retorno económico (TIRE).....	75
4.6.3. Relación beneficio/costo (R B/C)	76
5. CAPITULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	78
5.1. Conclusiones.....	78
5.2. Recomendaciones.....	79
BIBLIOGRAFIA	80

Índice de mapas

Mapa 1 Macro localización	40
Mapa 2 Micro localización	41

Índice de tablas

Tabla 1 Análisis de los involucrados	32
Tabla 2: Resumen de conteo vehicular	34
Tabla 3 Factores de expansión	36
Tabla 4 Cálculo de tráfico diario	36
Tabla 5 Cálculo de tráfico semanal	36
Tabla 6 Cálculo de transito diario promedio anual (TPDA)	36
Tabla 7 Crecimiento vehicular anual	38
Tabla 8: Proyección de la población.....	43
Tabla 9 Levantamiento topográfico	44
Tabla 10 Método de compactación	47
Tabla 11 Límites de selección de resistencia	47
Tabla 12 Cálculo de CBR	48
Tabla 13 Resultado de ensayos	49
Tabla 14 volúmenes de obra	55
Tabla 15 plan de ejecución de obra	56
Tabla 16 Costos directos.....	60

Tabla 17 Costos indirectos.....	62
Tabla 18 Costos totales.....	66
Tabla 19 costos de mantenimiento con proyecto	66
Tabla 20 inversión diferida	67
Tabla 21 inversión total	67
Tabla 22 Resumen de los costos de mantenimiento.....	67
Tabla 23 Calculo del ahorro por gastos de enfermedades.....	68
Tabla 24 Proyección de los beneficios de ahorros por enfermedades.....	69
Tabla 25 Plusvalía de viviendas.....	69
Tabla 26 Ahorro en depreciación anual de vehículos.....	70
Tabla 27 Flujo de beneficios.....	71
Tabla 28 Flujo neto efectivo sin financiamiento.....	72
Tabla 29 Criterios de decisión del VANE	75
Tabla 30 Valor actual neto económico	75
Tabla 31 Criterios de decisión de la TIRE	76
Tabla 32 Tasa interne de retorno económica (TIRE)	76
Tabla 33 Criterios de decisión de la R B/C.....	77
Tabla 34 Relación beneficio costo económico	77

Índice de ecuaciones

Ecuación 1 Crecimiento vehicular	37
Ecuación 2 Crecimiento poblacional	42
Ecuación 3 Valor actual neto (VANE).....	74
Ecuación 4 Tasa interna de retorno económica (TIRE).....	75
Ecuación 5 Relación Beneficios/Costo.....	77

Índice de gráficos

Gráfico 1 Actividades económicas	22
Gráfico 2 Distribución de la población	22
Gráfico 3 Distribución laboral mujeres.....	23
Gráfico 4 Distribución laboral hombres	24
Gráfico 5 Viviendas	24

Gráfico 6 Composición vehicular.....	35
Gráfico 7 Crecimiento vehicular del 2020 al 2039	37
Gráfico 8 Porcentajes de CBR vs porcentaje de valores.....	48

Índice de fotografías

Fotografía 1 Estado actual de la calle	28
Fotografía 2 Estado actual de la calle	28

Índice de ilustraciones

Ilustración 1 velocidades de diseño.....	31
Ilustración 2 Perfil Longitudinal.....	45
Ilustración 3 sección transversal de la vía	46

CAPITULO 1: GENERALIDADES

1.1. Introducción

La carretera se puede definir como la adaptación de una faja sobre la superficie terrestre que tiene las condiciones de ancho alineamiento y pendiente para permitir el rodamiento adecuado de los vehículos para los cuales ha sido adaptada.

En Nicaragua, así como en la mayor parte del mundo, las carreteras continúan siendo el medio de transporte mayormente utilizado, tanto para el transporte de pasajeros como para bienes y mercancías. Son de primordial importancia para el desarrollo económico y social del país, puesto que, a través de ellas circula gran parte de la producción de los distintos sectores que contribuyen al Producto Interno Bruto (PIB) del país, a la generación de empleo y a las exportaciones.

Según su localización geográfica, el municipio de Tipitapa se encuentra a 22 kilómetros (km) de Managua, capital de la República.

El sector VIII de Tipitapa fue el objetivo de estudio para realizar el proyecto de adoquinado de 622 metros lineales (ml) de calle. Se encuentra en una zona poblada, de considerable economía, que se caracteriza por sus terrenos ligeramente ondulados y ligeramente inclinados.

En esta monografía se detallan los procedimientos para la formulación y evaluación del proyecto en mención, fue necesario la realización de un análisis de la problemática en la zona evaluando el desarrollo poblacional y tasas de crecimiento del transporte, además, incluyo estudio de demanda, estudio técnico y evaluación socioeconómica, todo esto con el objetivo de determinar la prefactibilidad del proyecto.

1.2. Antecedentes

La ciudad de Tipitapa fue fundada por el traslado de su antiguo asiento, por el hacendado Juan Bautista Almendárez, el 17 de febrero del año de 1755. Este construyó con fondos propios una Ermita y el primer puente de Tipitapa. El pueblo de Tipitapa fue erigido con el nombre de "San José de Tipitapa".

Finalmente, el 10 de noviembre de 1961 se le concedió el estatus de ciudad mediante decreto legislativo.

El origen del nombre de Tipitapa es maya y significa "Lugar de los petates de piedra".

Actualmente, según la proyección de Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE) para el año 2020, se contará con una población de 173,452 habitantes, con una densidad poblacional de 177 habitantes por kilómetro cuadrado (km²), distribuida en 46 barrios y 72 comunidades rurales.

Para el estudio del proyecto, el cual está ubicado en el sector VIII de ubicación urbana es parte del municipio y cuenta con una población de 3,695 habitantes.

Desde el año 2010 a la fecha, en el sector VIII, se han realizado programas y proyectos para el mejoramiento funcional, en coordinación con la municipalidad debido a la demanda y crecimiento poblacional del sector, entre los programas se tiene: drenaje Pluvial y mejoramiento de calles, drenajes menores, compra de terreno para lotificaciones, compra de terrenos para escuelas, mantenimiento de canchas multiusos, construcción de calles concreto hidráulico.

Actualmente, las calles de la zona que se estudió son de macadán, tierra y material selecto mejorado.

1.3. Justificación

El contar con un documento de formulación para un adoquinado es importante porque se cuenta con los requerimientos técnicos necesario para la construcción del diseño del proyecto, se cuantificó la actividad de construcción mediante un presupuesto, se determinaron los impactos ambientales del proyecto y la forma en la que se deben mitigar.

Este adoquinado de la calle del sector VIII del municipio de Tipitapa brindará un mejor acceso a los barrios del sector, los pobladores se podrán movilizar al mercado, a los puestos de salud, escuelas, permitiendo el ahorro de tiempo de tránsito y combustible, mayor comodidad y seguridad que beneficiará tanto a los pobladores del municipio y como a los visitantes que hacen mucho uso de esa vía.

El uso del adoquinado es muy usual en nuestro país, es un método más barato que el asfalto o que el cemento hidráulico, es un método mucho más barato con el cual la Alcaldía podrá alcanzar su objetivo de mejorar las condiciones infraestructurales de la vía.

Este proyecto que se llevó a cabo trajo mucho beneficio, tanto para los pobladores del municipio sobre todo a los comerciantes de la zona puesto que el comercio es uno de los principales rubros económicos del municipio, aumento la plusvalía de las propiedades, reducirá los costos de transporte y los pobladores transitarán de una manera más segura por el municipio.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

- Formular y evaluar la construcción de 620 metros lineales (ml) de adoquinado de calle a nivel de prefactibilidad para analizar la rentabilidad económica y social del proyecto.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Realizar un diagnóstico de la situación actual de la zona.
- Establecer la demanda y la oferta del proyecto con sus respectivas proyecciones
- Determinar los aspectos técnicos de la construcción del adoquinado mediante un estudio técnico.
- Determinar las actividades y los costos de inversión del proyecto para la elaboración del estudio económico del proyecto.

1.5. Marco Teórico

En esta sección se presentarán las principales definiciones empleadas a lo largo de este escrito, abarcando los términos más relevantes relacionados al estudio de prefactibilidad, siendo estos un soporte conceptual a nuestro trabajo monográfico.

Prefactibilidad

Julián Pérez y María Merino define que prefactibilidad no se encuentra incluida en el diccionario que elabora la Real Academia Española (RAE). Sí aparece el término factibilidad, que refiere a aquello que resulta factible (es decir, que se puede concretar o llevar a cabo)

La prefactibilidad, por lo tanto, supone un análisis preliminar de una idea para determinar si es viable convertirla en un proyecto. El concepto suele emplearse en el ámbito empresarial y comercial.

Al realizar un estudio de prefactibilidad, se toman en cuenta diversas variables y se reflexiona sobre los puntos centrales de la idea. Si se estima que su implantación es viable, la idea se transformará en un proyecto que será sometido, ahora sí, a un estudio de factibilidad. Este es el último paso antes de que el proyecto se materialice.

A la hora de estudiar la prefactibilidad, se suele recopilar toda la información posible para ponerla a consideración. Lo que permite un estudio de prefactibilidad es minimizar el riesgo: si se advierte que la idea no es factible, puede descartarse sin mayores daños, ya que aún no se habrá concretado el grueso de la inversión que supone la concreción del proyecto. (Merino., 2013)

Por consiguiente, para comprender más a fondo acerca del estudio de prefactibilidad se necesita atender a las siguientes etapas que contempla:

- Estudio de mercado
- Estudio técnico
- Estudio financiero

Estudio de mercado

Un estudio de mercado se denomina a la primera parte de la investigación formal del estudio. Consta de la determinación y cuantificación de la demanda y la oferta, el análisis de los precios y el estudio de la comercialización. (Baca Urbina, Evaluación de Proyectos, 2010, pag 5)

En resumen, estudiar el mercado no significa salir a reguntarles a los vecinos por medio de encuestas que negocio le gustaria que se instale en el barrio, sino consiste en una serie de informaciones que se van a recabar y que va a ser determinante para tomar una decisión.

Para una mejor comprensión del estudio de mercado, se enfocaran 2 terminos de vital importancia como lo son la demanda y la oferta.

Se entiende por demanda al llamado consumo nacional aparente (CNA), que es la cantidad de determinado bien o servicio que el mercado requiere. La oferta se define como la cantidad de bienes y servicio que un cierto numero de oferentes (productores) esta dispuesta a poner a disposicion del mercado a un precio determinado. (Baca Urbina Evaluación de proyectos, 2010)

Asimismo el objetivo principal que se pretende alcanzar con el analisis de la demanda es determinar los factores que afectan al comportamiento del mercado y las posibilidades reales de que el servicio resultante del proyecto pueda participar efectivamente en ese mercado. (Sapag Chain, 2008)

Por ende, en un proyecto de carretera, la demanda sera la población centrada en el area de influencia que poseen necesidades, ya sea para trasladarse de un punto a otro de manera segura y confiable, para la comercialización de productos, turismo, entre otros.

La oferta, al igual que la demanda, esta en función de una serie de factors como son los precios en el mercado del producto, los apoyos gubernamentales a la

ptroducción, etc. La investigación de campo que se haga debera tomar en cuenta todos estos factores junto con el entorno económico en que se desarrollara el proyecto. (Baca Urbina, Evaluacion de Proyectos, 2010, pag 41)

La estrategia de introducción al mercado se apoya basicamente en una mezcla de estrategia publicidad-precio. Se puede elaborar el mejor producto del mudo en muchos sentidos pero si solo pocos consumidores lo conocen, la introducción al mercado sera lenta. (Baca Urbina Evaluacion de proyectos, 2010)

Estudio Técnico

El estudio técnico 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 requeridos. La importancia de este estudio se deriva de la posibilidad de llevar a cabo una valorización económica de las variables técnicas del proyecto, que permitan una apreciación exacta o aproximada de los recursos necesarios para el proyecto; además de proporcionar información de utilidad al estudio económico-financiero. Todo estudio técnico tiene como principal objetivo el demostrar la viabilidad técnica del proyecto que justifique la alternativa técnica que mejor se adapte a los criterios de optimización. En particular, los objetivos del estudio técnico para el presente proyecto son los siguientes:

Determinar la localización más adecuada en base a factores que condicionen su mejor ubicación.

Enunciar las características con que cuenta la zona de influencia donde se ubicará el proyecto.

Definir el tamaño y capacidad del proyecto.

Mostrar la distribución y diseño de las instalaciones.

Especificar el presupuesto de inversión, dentro del cual queden comprendidos los recursos materiales, humanos y financieros necesarios para su operación.

Incluir un cronograma de inversión de las actividades que se contemplan en el proyecto hasta su puesta en marcha.

Enunciar la estructura legal aplicable al proyecto.

Comprobar que existe la viabilidad técnica necesaria para la instalación del proyecto en estudio. (Facultad de Economía UNAM, Cap 2, 2008, pág. 53)

Análisis financiero

Ya una vez que se realizaron los demás análisis, se finaliza con el análisis financiero lo cual tiene por objetivo ordenar y sistematizar la información de carácter monetario que proporcionan las etapas anteriores y elaborar los cuadros analíticos que sirven de base para la evaluación económica. Comienza con la determinación de los costos totales y de la inversión inicial a partir de los estudios de ingeniería, ya que esos costos dependen de la tecnología seleccionada. Continúa con la determinación de la depreciación y amortización de toda la inversión inicial. (Baca Urbina, Evaluación de proyectos, 2010, pag 138.)

La evaluación financiera tiende a hacer la parte fundamental de un estudio de prefactibilidad ya que pretende determinar cuál es el monto de los recursos financieros necesarios para la realización del proyecto, cuál será el costo total de la comercialización del servicio, así como otra serie de indicadores que sirva como base para la parte final y definitiva del proyecto. (Selva, 2016)

En caso de un proyecto de interés social la evaluación económica, será referida como una evaluación socioeconómica, la cual consiste en comparar los beneficios con los costos que dichos proyectos implican para la comunidad, es decir, radica en determinar el efecto que el proyecto tendrá sobre el bienestar de la sociedad.

La evaluación económica de proyectos de inversión ha sido preocupación del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo desde hace mucho tiempo. A

continuación, se enfocaran terminos basados en el analisis financiero y economico de un proyecto.

La evaluación socioeconómica procura determinar si al país, departamento, municipio o comunidad le conviene un proyecto. Se identifican, miden y valoran los beneficios y costos que perciben todos los habitantes del país debido al proyecto. La evaluación financiera privada del proyecto sin financiamiento que permita determinar su sostenibilidad operativa. (SNIP, 2008)

El valor actual neto (VAN) se define como el valor monetario que resulta de restar la suma de los flujos descontados a la inversión inicial. (Baca Urbina, Evaluación de proyectos, 2010, pag 71.)

La inversión se considera rentable cuando r sea mayor que la rentabilidad mínima que le exijamos a la inversión, y la rechazariamos cuando fuese menor. (Dumrauf, 2006)

$TIR > TREMA$ El proyecto es rentable

$TIR = TREMA$ Proyecto rentable mínimo

$TIR < TREMA$ El proyecto no es rentable

Se entiende por tasa social de descuento (TSD) como el costo de oportunidad para el país del uso de los fondos públicos, y la tasa de descuento del privado puede ser su costo de capital o costo de oportunidad de uso de sus fondos privados. (SNIP, 2008)

(TREMA) se define como tasa de rendimiento mínima aceptada, dado a incluir la tasa de inflación (promedio 5% anual), con esto se dice que cuando menos se debe recuperar lo perdido por la inflación, la tasa de interés de un banco elegir la que nos de más de rendimiento (1%). Riesgo de la empresa, en función al riesgo de la empresa para ver la tasa que te va a poner el banco (3%). Tasa de riesgo o el rendimiento mínimo de inversión, cuanto es lo que te gustaría tener de ganancia por hacer una inversión (5%).

El método que más se utiliza para tomar decisiones de inversión en el sector público es llamado análisis beneficio-costos B/C, al cual también se le llama análisis costo-beneficio, aunque parezcan contrarios ambos enfoques son iguales. La idea básica es que independientemente de que la inversión sea pública o privada, solo se debe realizar si los beneficios son mayores que los costos. Los conceptos generales de la ingeniería económica no cambian, esto es tantos beneficios como costos, deben compararse a su valor equivalente en el tiempo. Esto significa que se deben cuantificar los beneficios y costos de la inversión pública a lo largo de cierto periodo, trasladar esos beneficios y costos a su valor equivalente a un mismo instante que por lo general es el presente, mediante la aplicación de una tasa de descuento apropiada y comparar beneficios frente a costos. (Baca Urbina Evaluación de proyectos, 2010, pag. 289)

Se puede mencionar la forma en el que el método beneficio-costos pretende medir beneficios y perjuicios. Utilizar números es una práctica común dentro de una amplia variedad de materias relacionadas con fenómenos muy diversos, un número se utiliza para destacar el conocimiento sobre las características de un fenómeno o sobre los atributos de un objeto. El uso correcto de un número solo es posible si uno de ellos puede representar una propiedad formal del fenómeno u objeto en estudio. (Baca Urbina Evaluación de proyectos, 2010 pag 291)

El flujo neto efectivo consiste en presentar de forma condensada y comprensible información sobre el flujo efectivo, es decir, su obtención y utilización por parte de la entidad durante un periodo determinado. (Guajardo-Andrade, 2012, pag 98)

En análisis de sensibilidad y/o riesgo analiza las variaciones de la rentabilidad social del proyecto como resultado de los cambios en las variables determinantes de los beneficios y costos del proyecto. (SNIP, 2008)

Otros conceptos

Proyección de la población

Es el cambio en la población en un cierto plazo y puede ser cuantificado como el cambio en el número de individuos en una población usando tiempo por unidad para su medición.

Ya que se está realizando una evaluación de un tramo de carretera, será necesario el uso de los siguientes términos para una mejor comprensión del estudio.

Se define como proyecto a la asociación de esfuerzos, limitado en el tiempo, con un objetivo definido, que requiere del acuerdo de un conjunto de especialidades y recursos. También puede definirse como una organización temporal con el fin de lograr un propósito específico. Cuando los objetivos de un proyecto son alcanzados se entiende que el proyecto está completo.

Un adoquín, usualmente mencionado en el plural y también conocido como bloque belga, es una piedra o bloque labrado de forma rectangular que se utiliza en la construcción de pavimentos. El material más utilizado para su construcción ha sido el granito, por su gran resistencia y facilidad para el tratamiento. Sus dimensiones suelen ser de 20 cm. de largo por 15 cm. de ancho, lo cual facilita la manipulación con una sola mano.

Entonces se puede decir que el "adoquinado" como verbo es la acción de colocar un adoquín tras otro hasta realizar un pavimento. (educalingo, 2020)

Se define carretera como la superficie preparada para el tránsito de vehículos motorizados de por lo menos dos ejes, con características geométricas definidos de acuerdo a las normas técnicas de la SIECA. (Manual centroamericano de Normas para el Diseño Geometrico de Carreteras, 2011)

Asimismo, la construcción de carreteras requiere la creación de una superficie que atraviese obstáculos geográficos y tome pendientes suficientes para permitir a los vehículos o peatones circular.

Ya que la necesidad de construcción de una carretera depende de muchos factores, entre estos factores mencionamos la demanda vehicular, por consiguiente, definimos o que es tráfico a la actividad de personas y vehículos que circulan por

una vía. (Manual centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras, 2011)

Volumen de tránsito: Para diseñar una estructura de carretera ya sea de pavimento, adoquín o concreto hidráulico, es necesario conocer el número de vehículos que pasan por un punto dado. Por ende, se realizan estudios de volúmenes de tránsito, los cuales pueden variar desde los más amplios en un sistema de camino, hasta el recuento en lugares específicos tales como puentes o intersecciones de carreteras. Para este efecto se realizará una proyección de tráfico anual a través del tiempo.

El volumen de tránsito se entiende como el número de vehículos que pasan por un punto o sección transversal dado, de un carril o una calzada, durante un periodo determinado. (Monografía Centeno y Treminio, 2017)

El tránsito promedio anual (TPDA) es la cantidad promedio diario de un año consecutivo de conteo. Para realizar este conteo es necesario instalar una estación permanente que cuente el volumen de todo el año y se divide entre los 365 días para el obtener el promedio anual. (Monografía Padilla y Aguilar, 2013, pag 77.)

La proyección de la demanda de tránsito permite estimar la cantidad de volumen de tránsito para cierto periodo de tiempo, para una carretera que se pretenda reconstruir o rehabilitar la proyección se hace para diez años, sin embargo para carreteras nuevas este periodo será para 20 años, siendo este la base del diseño.

La velocidad de diseño se define como la máxima velocidad con que se diseña una vía en función a un tipo de vehículo y factores relacionados a topografía, entorno ambiental, uso de suelo adyacente, características del tráfico y tipo de pavimento previsto, se expresa en km/h. (Manual centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras, 2011)

Ancho y hombros de carriles

Las autopistas deben tener un mínimo de dos carriles de circulación por sentido, con un ancho exigible de 3.6 metros por carril, los carriles deben tener una sección transversal con pendiente de 1.5 a 2.0 por ciento en los tramos en tangente, los

cuales están contruidos en dos líneas en cada dirección con una corona en el centro de la línea.

Carretera de dos carriles

Se aproxima condiciones para flujo inestable. La velocidad promedio de viaje es de alrededor de 80 kilómetros por hora. El flujo vehicular en ambas direcciones alcanza el 64 por ciento de la capacidad, con oportunidades continuas para adelantar, 1,800 automóviles por hora en ambos sentidos es el tope limite, bajo condiciones ideales. (Normas, 1984, págs. 4-2)

El ancho de los carriles

La escogencia del ancho de los carriles es una decisión que tiene incidencia determinante en la capacidad de las carreteras. Como parámetro de referencia durante el diseño, se debe tener a la vista la estructura del tránsito proyectado, que a su vez y en la medida de la importancia relativa del tránsito pesado dentro del mismo, hará necesario que la dimensión de cada carril sea habilitada para que los camiones y las combinaciones de vehículos de diseño, con 2.6 metros de ancho, se puedan inscribir cómodamente y a las velocidades permisibles, dentro de la franja de circulación que les ha sido habilitada. (Normas, 1984, págs. 4-6)

Hombros o espaldones

Son las franjas de carretera ubicadas contigo a los carriles de circulación y que en conjunto con estos, constituyen la corona o sección comprendida entre los bordes de los taludes, tiene su justificación en la necesidad de proveer espacios para acomodar los vehículos que ocasionalmente sufren desperfectos durante su recorrido en defecto de los hombros, estos vehículos en problemas se ven invitados a invadir los carriles de circulación, con riesgos para la seguridad del tránsito.

La continuidad de los hombros debe de ser mantenida a lo largo de la carretera donde la topografía lo permita; en caso contrario y en correspondencia con la altura

de los taludes de los terraplenes, deberán instalarse postes guías o barreras de seguridad tipo flex- beam, con separación mínima de 1.2 metros del borde extremo de los carriles, tomando en cuenta el correspondiente ancho para la raya de pintura blanca reflectante, que de igual forma se aplicara en el hombro exterior.

Donde haya que acomodar ciclistas, es aconsejable ampliar los hombros a 1.2 metros de ancho mínimo. (Normas, 1984, págs. 4-7)

Curvas horizontales y verticales

Las curvas horizontales presentan considerables problemas a la seguridad de las carretas, por comparación con los segmentos en tangente para similares condiciones de tránsito, debido a una mayor incidencia relativa de accidentes. De ahí que para la FHWA norteamericana se haya propuesto un conjunto de guías aplicables a los nuevos diseños y al mejoramiento de las vías existentes, algunos de los cuales son de aplicación directa a la realidad de Centroamérica:

Siempre que sea posible, debe evitarse el uso de curvas con grandes ángulos centrales.

Debe minimizar el uso de los límites de curvaturas, en previsión del surgimiento de otras posibilidades de riesgo.

El uso de curvas espirales de transición debe establecerse como una práctica rutinaria del diseño, para el desarrollo gradual de la fuerza centrífuga.

En todas las curvas, debe aplicarse la sobreelevación que exige el diseño de la carretera.

En proceso de mejoramiento de las curvas horizontales es una carretera existente, deberá considerar como aceptable aquellas curvas donde la velocidad de rueda de los vehículos que ingresan a la misma se encuentra dentro del rango de 25 kilómetros por hora por debajo de la velocidad de diseño, esto dicho a reserva de que puedan encontrarse condiciones que faciliten y reduzcan los costos de estas mejoras. Para curvas verticales, el límite correspondiente se establece dentro de los

32 kilómetros por hora del 85 percentil de la velocidad de ruedo de los vehículos en la cresta, de no concurrir atrás restricciones. (Normas, 1984, págs. 8-8)

Aspecto administrativo y organizativo

La organización y administración de la ejecución fase de inversión es un aspecto que debe de ser abordado con suma importancia en el proyecto, en esta sección deberá de establecerse el tipo de organización que será responsable de la ejecución.

Aspectos legales

Son importantes en los proyectos de infraestructura vial los aspectos ambientales y sus regulaciones legales, así como los referidos a la expropiación de terrenos que estén ubicados sobre el trazo del proyecto. (SNIP, 2010, pág. 41)

Costos de inversión y gastos de mantenimiento

El proyecto requiere de recursos para su ejecución y para operación. Estos recursos se denominan genéricamente los costos del proyecto. Se debe diferenciar entre los costos de inversión, que son incurridos durante la ejecución del proyecto y los gastos de mantenimiento que ocurren cuando el proyecto está en operación, ofreciendo servicios de transitabilidad a sus usuarios.

Estudios y diseño

Se refiere a los estudios de pre inversión y diseños de ingeniería requeridos para tomar la decisión de ejecutar el proyecto y que guíen la ejecución entre sí.

Infraestructura

Se refiere a todas las obras que incluye el proyecto. Esta infraestructura es un factor de producción clave en la función de producción del bien o servicio que generara el proyecto. (SNIP, 2010, pág. 42)

Supervisión

Esta categoría de costo de inversión se refiere a la contratación de una firma externa responsable de la supervisión de la ejecución de obras.

Administración

Son los recursos empleados para administrar la ejecución del proyecto, esto es financiar la organización *ad hoc* responsable de la ejecución por parte de las instancias.

LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO.

El levantamiento topográfico es un conjunto de operaciones que determinan las posiciones de puntos, la mayoría calcula superficies y volúmenes y la representación de medidas tomadas en el campo mediante perfiles y planos que determinan una representación gráfica que cumple con todos los requerimientos que necesita un constructor para ubicar un proyecto y materializar una obra en terreno, ya que éste da una representación completa, tanto del terreno en su relieve como en las obras existentes. De esta manera, el constructor tiene en sus manos una importante herramienta que le será útil para buscar la forma más funcional y económica de ubicar el proyecto.

El trabajo de campo, que es la recopilación de los datos. Esta recopilación fundamentalmente consiste en medir ángulos horizontales y/o verticales y distancias horizontales o verticales. - El trabajo de gabinete o de oficina, que consiste en el cálculo de las posiciones de los puntos medidos y el dibujo de los mismos sobre un plano.

La mayor parte de los levantamientos, tienen como objeto el cálculo de superficies y volúmenes, y la representación de las medidas tomadas en el campo mediante perfiles y planos, por lo cual estos trabajos también se consideran dentro de la topografía, donde reciben el nombre de topometría.

PLANIMETRIA

La planimetría es aquella rama de la Topografía que se ocupa de la representación planimétrica de la superficie terrestre sobre un plano. Así es que la misma centra su estudio en el conjunto de métodos y procedimientos que tenderán a conseguir la representación a escala de todos aquellos detalles interesantes del terreno en cuestión sobre una superficie plana, exceptuando su relieve y representándose en una proyección horizontal.

ALTIMETRIA

La altimetría es la rama de la topografía que estudia el conjunto de métodos y procedimientos para determinar la altura o "cota" de un punto situado sobre la superficie de la tierra, con respecto a un plano de referencia. Con la altimetría se consigue representar el relieve del terreno, (planos de curvas de nivel, perfiles, etc.).

La nivelación compuesta. Es la nivelación más corriente y de más frecuente uso en la práctica diaria y no es más que una sucesión de varias nivelaciones simples.

Los equipos necesarios para realizar una nivelación compuesta son: Nivel, Teodolito, Estadía, Brújula.

En la nivelación compuesta el aparato no permanece en un mismo sitio sino que va trasladándose a diversos puntos desde cada uno de los cuales se toman nivelaciones simples que van ligándose entre sí por los llamados Puntos de Cambio (PC) o Puntos de Liga (PL). Es de vital importancia la escogencia del PC, ya que de esto depende en gran parte la precisión del trabajo. Este debe ser estable y de fácil identificación, por lo general se utilizan pines o planchas metálicas para esto.

Se define como Punto de Cambio o de Liga (PC o PL), al punto donde se ejecutan las lecturas de frente y de espalda para calcular la nueva altura del instrumento y la vez el enlace entre dos nivelaciones simples.

Una Lectura de Espalda (LE), es una lectura de hilo central efectuada en la mira sobre un punto de elevación conocida, como por ejemplo la lectura del BM que se toma como referencia para nivelar los puntos restantes.

Una Lectura de Frente (LF), es la lectura de hilo central efectuada en la mira sobre un punto cuya elevación se desea conocer o bien un punto de cambio.

PERFIL LONGITUDINAL.

Un perfil longitudinal representa el comportamiento del terreno a lo largo de un eje determinado, ubicada las cotas del terreno en cada una de las secciones.

SUELO

Se define en ingeniería como cualquier material no consolidado, compuesto de distintas partículas sólidas con gases o líquidos incluidos. El suelo contiene una amplia variedad de materiales, tales como: grava, arena, mezcla arcillosa, limos, etc. Existen dos problemas principales al analizar los suelos en la naturaleza: como se encuentran dichos suelos en el medio y como se transforman estos materiales naturales en nuevos materiales estructurales.

Ante esto se hace indispensable realizar pruebas de laboratorio que consiste en analizar muestras de suelo mediante procedimientos y mecanismo especiales. Existen dos grandes grupos de procedimientos o métodos para la exploración del subsuelo, son llamados Método Directo y Métodos Indirectos; en el primero se encuentran los pozos a cielo abierto o sondeos manuales, perforaciones tipo Auger, perforación a rotación y perforación a percusión; el segundo método hace referencia al uso de equipos especiales como el geófono, etc.

BANCO DE MATERIALES

Se debe de ubicar todas las fuentes de materiales posibles que pudieran suplir los volúmenes suficientes para la construcción de las diferentes capas de la estructura de pavimento que se requieren en los proyectos.

A estas posibles fuentes de materiales se les debe de analizar las cualidades y características requeridas para los fines estructurales procurando el mínimo costo en procesamiento y estabilización.

CAPÍTULO 2: DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

En este capítulo se abordará sobre cómo se encuentra la situación actual de la zona en estudio.

2.1. Relieve, clima, pluviosidad

2.1.1. Relieve

En la zona del proyecto se encuentra un relieve con pendientes entre uno y dos grados, lo que convierte al municipio en particularmente plano, con excepción de cursos de aguas y elevaciones menores.

Tipitapa es una larga planicie que se extiende a 50.44 metros sobre el nivel del mar (msnm), casi al mismo nivel del lago Xolotlán o Managua (40 m), por lo que es muy vulnerable ante inundaciones. En la parte noreste se encuentran las primeras estribaciones de la meseta central del país, presentando pendientes mayores del 30 por ciento (%).

2.1.2. Clima

Posee clima seco de Sabana Tropical, con una marcada estación seca de cuatro a seis meses de duración confinada principalmente entre los meses de noviembre a abril de cada año. La temperatura promedio se encuentra entre los 27 grados centígrados (°C) En los meses frescos. El rango de precipitación varía entre los 900 y 1,000 milímetros (mm), la humedad relativa es de 65%.

2.1.3. Pluviosidad

Para mostrar la variación de pluviosidad, durante un mes y no solamente los totales mensuales, mostramos la precipitación de lluvia acumulada durante un período móvil de 31 días centrado alrededor de cada día del año. Tipitapa tiene una variación extremada de lluvia mensual por estación.

La temporada de lluvia dura de siete a ocho meses, del 12 de abril al 6 de diciembre, con un intervalo móvil de 31 días de lluvia de por lo menos 13 milímetros. La mayoría

de la lluvia cae durante los 31 días centrados alrededor del 24 de septiembre, con una acumulación total promedio de 178 milímetros.

El periodo del año sin lluvia dura cuatro a dos meses, del 6 de diciembre al 12 de abril. La fecha aproximada con la menor cantidad de lluvia es el 14 de enero, con una acumulación total promedio de 1 milímetros.

2.2. Desarrollo socio-económico

2.2.1. Actividades económicas

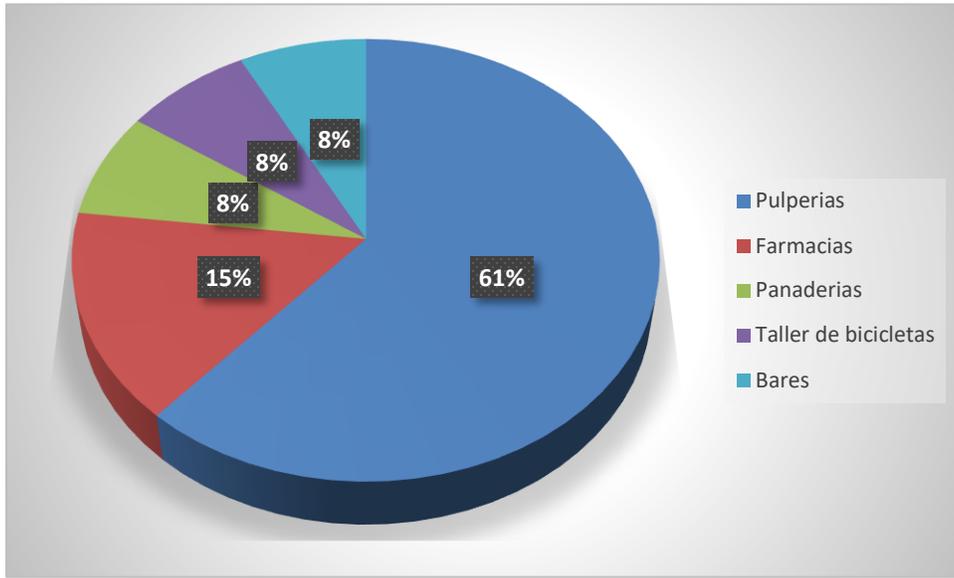
Las actividades socioeconómicas y fuentes de ingresos del sector son diferentes, teniendo una gran parte de la población laborando en la industria textil y en la fabricación de cajas de cartón, en el parque industrial de zona franca que existen en el municipio, siendo mayormente jóvenes de ambos sexos.

Los ingresos mensuales de estas familias que laboran en parques Industriales, oscilan entre 5,600 y 7,200 Córdoba (C\$), en el caso del mercado informal los ingresos dependen de la demanda de cada servicio y de la magnitud del trabajo.

En el sector formal e informal existen diferentes actividades económicas, tales como: pulperías, panadería, taller de reparación de bicicletas, servicios profesionales de fontanerías, albañilería, servicios legales, entre otros, los que vienen a fortalecer el ingreso de las familias, con el propósito de solventar las obligaciones de servicios básicos, u otras necesidades.

Mediante el siguiente gráfico que se muestra a continuación, se puede observar las diferentes actividades económicas que se encuentran en el sitio de estudio dando como resultado que las pulperías son la principal actividad económica en el sector con un 61%, farmacias con el 15%, panaderías, taller de bicicletas y bares con el 8% respectivamente.

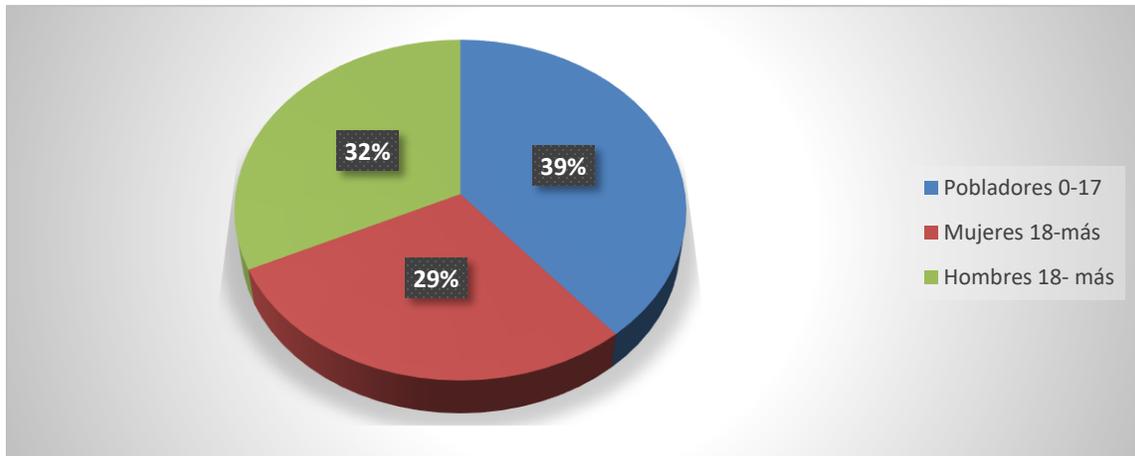
Gráfico 1 Actividades económicas



Fuente: Elaboración propia. (Se realizó una encuesta ver en Anexo 5)

La distribución de la población del área de influencia del proyecto, está compuesta por el 39% en personas de cero hasta 17 años, teniendo una mayor cantidad de esta, el 29% de mujeres de 18 a más y el 32% de hombres de 18 a más, a como se visualiza en gráfico siguiente.

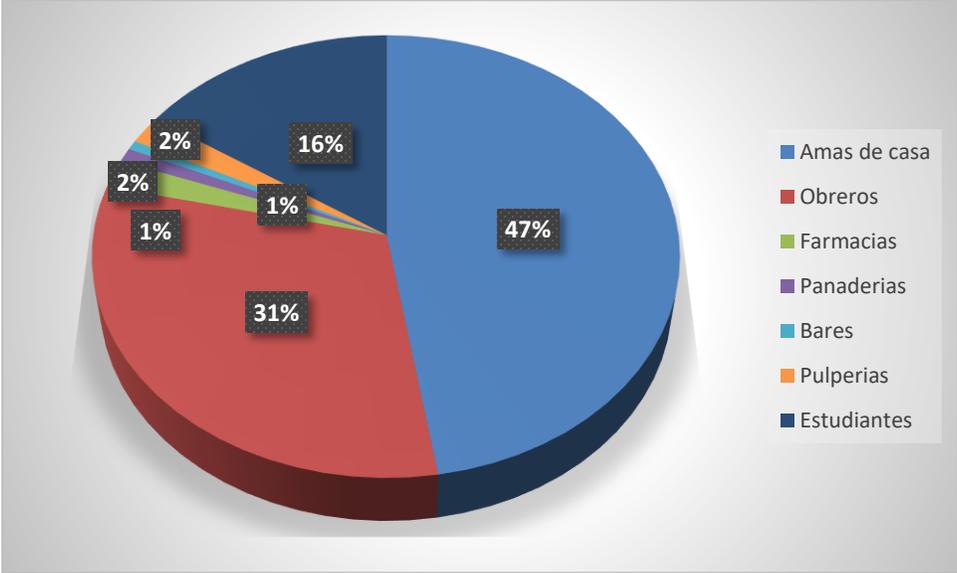
Gráfico 2 Distribución de la población



Fuente: Elaboración propia. (Se realizó una encuesta ver en Anexo 5)

En el ámbito laboral, específicamente el sexo femenino está distribuido por el 47% de amas de casa, el 31% de obreras que laboran en parques industriales, el 16% son estudiantes que a la vez trabajan para mantener los gastos que incurren en su preparación académica y superior, el 2% y 1% están distribuidos en labores de panaderías, farmacias, bares y pulperías, como se observa en el siguiente gráfico.

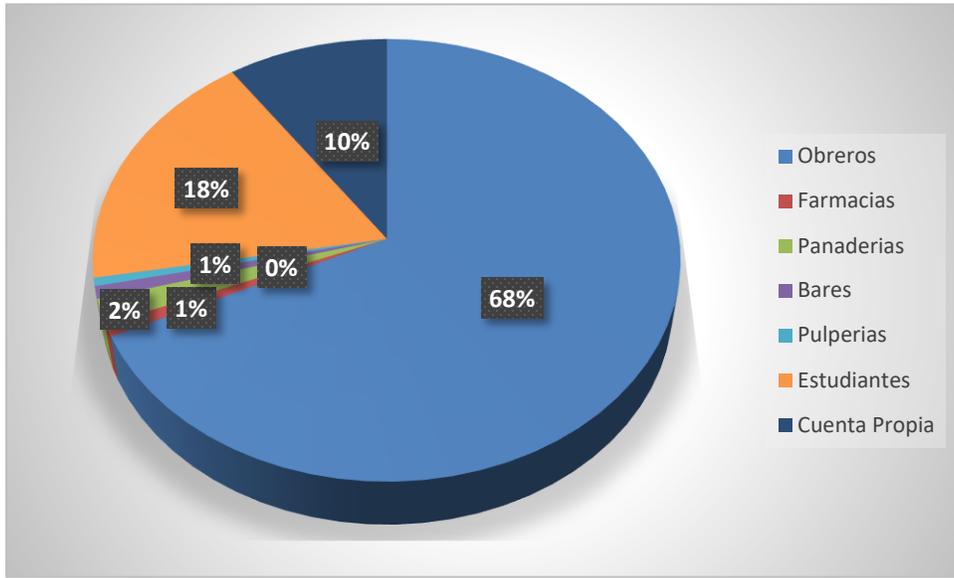
Gráfico 3 Distribución laboral mujeres



Fuente: Elaboración propia. (Se realizó una encuesta ver en Anexo 5)

En el ámbito laboral, específicamente el sexo masculino está distribuido por el 68% de obreros que laboran en parques industriales, el 18% son estudiantes que a la vez trabajan para mantener los gastos que incurren en su preparación académica y superior, el 10% son profesionales y empíricos que se dedican a ofrecer sus especialidades por cuenta propia, el 2% y 1% están distribuidos en labores de panaderías, farmacias, bares y pulperías, como se observa en el siguiente gráfico.

Gráfico 4 Distribución laboral hombres

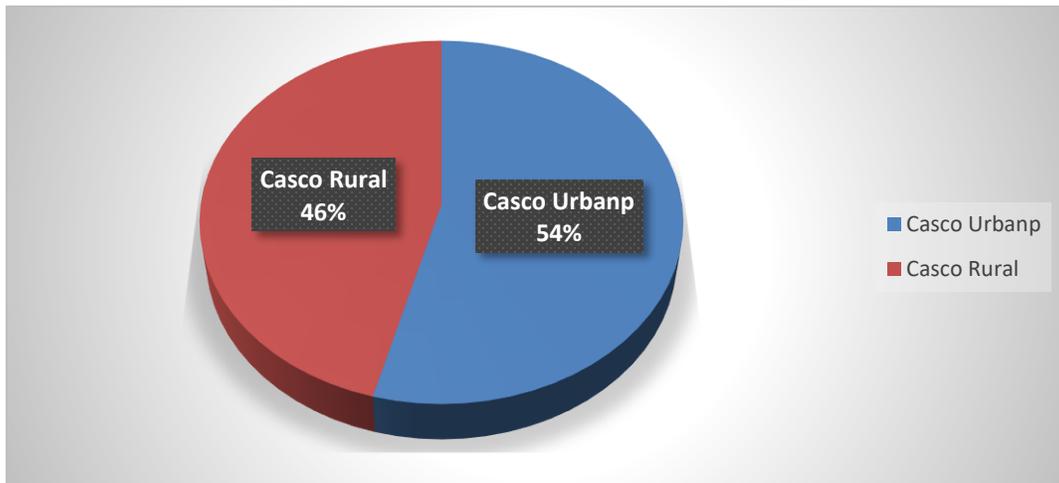


Fuente: Elaboración propia. (se realizó una encuesta ver en anexo 5)

2.2.2. Equipamiento social

Tipitapa cuenta con 20,917 viviendas, con una densidad de habitacional aproximada de seis personas por vivienda que se encuentran distribuidas en el casco urbano con 11,329 viviendas para un 54.17% y en el casco rural con 9,588 viviendas para un 45.83%.

Gráfico 5 Viviendas



Fuente: Elaboración propia. (se realizó una encuesta ver en anexo 5)

En la zona de influencia del proyecto se identificaron un total de 140 casas y 1 iglesia evangélica, con una densidad promedio de personas por viviendas de cinco personas.

Mercado

Existen 2 mercados, uno con cobertura municipal, ubicado en el casco urbano y otro en el casco rural ubicado en san Benito.

Recreación

Existen en 6 parques de recreación en el casco urbano, uno dotado en su totalidad con juegos infantiles que se encuentra ubicado en el centro de la ciudad, las diferentes comunidades presentan su parque de recreación, unos que la municipalidad no le ha dado mantenimiento.

Cementerios

Existen 25 cementerios, 2 en el casco urbano, uno de ellos no cuenta con espacios suficientes, se estima que para corto plazo la compra de un terreno para un tercer cementerio, los rurales son atendidos por la comunidad en las que se encuentran.

Cercano al proyecto se encuentra ubicado un cementerio que cumple con las necesidades del sector.

Desechos sólidos

La recolección de desechos sólidos es un servicio que presta la municipalidad de forma dedicada ya que no cuenta con los equipos y maquinarias necesarias, para coleccionar y depositar en el vertedero los 107 metros cúbicos que se generan en el día, el casco rural se ve afectado por este servicio, debido a lo antes expuesto.

En el sector Orontes Centeno (lugar que se realizará el proyecto) el equipamiento social es muy escaso debido a que no hay muchas instituciones en el sector, pero se realiza la recolección domiciliar en periodos de dos veces a la semana.

Se cuenta con un Centro de Salud dentro del sector y se cree que con la mejora del tramo de carretera se abrirá la opción de construir una escuela para los habitantes de ese sector lo que beneficiaría al desarrollo de los niños y mejoraría el desarrollo social y económico para los habitantes de este sector.

2.2.3. Vías de transporte

El transporte es frecuente y eficaz debido a la presencia de la carretera Tipitapa-Masaya, que se encuentra cercana al casco urbano. Sin embargo, la situación del sistema vial del municipio tanto en la ciudad, como en las zonas rurales, posee muchos caminos secundarios en acceso a las diferentes comunidades, los que se encuentran en mal estado, por lo que en su mayoría se hacen intransitables durante el invierno.

Las principales Vías de Acceso al Municipio son: la carretera panamericana Managua – Tipitapa 9 km, Tipitapa – Masaya 6 km, Tipitapa- Tisma 6 km, Tipitapa Boaco 23 km, Tipitapa – Matagalpa 43 km y Tipitapa – San Francisco Libre 21 km.

Las principales vías de acceso al sitio, están conectadas con la carretera Tipitapa – Masaya y otros sectores del barrio, habiendo mejores condiciones de la vía de transporte, estas son de la parada del guanacaste 118 metros hacia el este, de la parada del colegio 116 metros hacia el este y de la parada de la Majada 114 metros hacia el este, la cual la mayoría están elaboradas de pavimento flexible (Adoquinado).

2.2.4. Agua y saneamiento

Se cuenta con un servicio público de agua potable cuya administración está a cargo de ENACAL sistema de agua potable con 1,354 conexiones domiciliarias, cantidad que representa el 54 (%) del total de viviendas, las comunidades presentan un sistema comunitario para la distribución de agua CAPS (comité de agua potable y saneamiento), los que son administrados por cada comunidad.

Drenaje sanitario

Este servicio se encuentra solamente en una parte del casco urbano, existe un proyecto de sustitución y ampliación de este servicio, debido a que el actual sistema de drenaje su vida útil expiro, el resto de la población tanto urbana y rural se ve obligada a utilizar letrinas y/o sumideros.

En la zona del proyecto, nos encontramos que no existen conexiones de drenaje sanitario, la población realiza y utiliza letrinas y construcción de sumideros.

Al no existir conexiones de drenaje sanitario, esto ocasiona una problemática para los habitantes del sector ya que genera focos de infección.

Drenaje Pluvial

Se carece de un buen sistema de drenaje pluvial, por lo que su topografía casi plana y ondulada, provocan grandes inundaciones.

2.3. Situación actual de la vía en estudio

El estado en que se encuentra el tramo de calle actualmente es irregular, encontrándose en algunas estaciones del tramo de calles pendientes arriba del 5% en rectas considerables, charcas o cruces de aguas indebidas que dan mal aspecto a la calle y la deterioran. Geometría irregular discontinua con piso de tierra y conformadas con macadam proveniente el material de banco certificado, presentan ancho de calzada de 6,20m.

En época de invierno las lluvias producen esorrentía que provocan erosión hídrica y socavaciones, dificultando la accesibilidad vehicular y peatonal. También se presenta la formación de charca o cruces de aguas indebidas, el crecimiento de malezas producto del agua que producen los charcos, los cuáles generan vectores propicios para la proliferación de enfermedades infecciosas.

Fotografía 1 Estado actual de la calle



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 2 Estado actual de la calle



Fuente: Elaboración propia.

2.4. Identificación del proyecto

2.4.1. Nombre del proyecto

Construcción de 620 (ml) de adoquinado en el sector VIII del municipio de Tipitapa, departamento de Managua.

2.4.2. Sector o subsector al que pertenece

El proyecto se encuentra ubicado en el marco de proyectos de tipo social, específicamente en el sector transporte subsector vías de transporte.

2.4.3. Institución dueña del proyecto

La institución dueña del proyecto es la Alcaldía Municipal de Tipitapa.

2.4.4. Objetivos del proyecto

- Mejorar la serviciabilidad del tramo disminuyendo los focos de infección en la zona.
- Incrementar el flujo de vehículos en el sector.
- Mejorar la calidad de vida de los habitantes.
- Hacer crecer el desarrollo socio-económico de la población.

2.4.5. Descripción del problema

La población demanda la pavimentación del tramo de calle (en estudio), en este tramo existen calles con terrenos perfilados polvorientos en condiciones inadecuadas, de geometría irregular discontinua con piso de tierra, poniendo en riesgo la vida de los transeúntes y pobladores en general que hacen uso de esta vía para llegar a sus viviendas.

En época de invierno las lluvias producen escorrentía que provocan erosión hídrica y socavaciones, dificultando la accesibilidad vehicular y peatonal. También se presenta la formación de charca o cruces de aguas indebidas, que generan vectores propicios para la proliferación de enfermedades infecciosas.

2.5. Descripción del proyecto

El proyecto consistirá inicialmente en la nivelación desde un punto de inicio hasta un punto de término que en total son 620 metros lineales de norte a sur del sector VIII del municipio de Tipitapa. La calle objeto de construcción forma parte de la red vial urbana del municipio.

Una vez nivelado se procederá a realizar los cálculos de movimiento de tierra tanto de corte como de relleno, lo que determinará los paramentos necesarios para el correcto diseño de la vía.

El adoquinado será instalado después de haber realizado los estudios correspondientes según los Criterios de las Normas de Diseño.

De acuerdo con los Términos de Referencia establecidos para este proyecto, se seleccionaron las normas de diseño que se aplicaron en la definición geométrica de las calles las cuales fueron tomadas de las normas AASHTO y SIECA. Estas normas se adecuaron a las condiciones geotécnicas de la zona en que se ubican las calles objeto del estudio.

a) Período de diseño:

Para este estudio se escogió un período de vida útil de 20 años debido a que se consideró que al final de este período es adecuado reemplazar, mejorar o rehabilitar el tipo de vía en diseño.

b) Diseño Geométrico:

El sistema utilizado es el de calles con una sección transversal típica estándar. El ancho promedio de los dos carriles de rodamiento de las calles es de 6.44 (m) además de las cunetas con bordillo laterales que se han diseñado para su construcción. No contempla otras obras como andenes y zonas verdes.

c) Velocidad de Diseño:

Para efectos de diseño, la velocidad se fijó en 30 kilómetros por hora (kph) debido a que es una calle trocal urbana rural con terreno particularmente plano. Esta velocidad se contrastó con la velocidad de operación de los vehículos sobre las calles objeto del estudio la cual es un acceso al municipio con afluencia constante de peatones en la vía, por lo que los vehículos no deben alcanzar altas velocidades.

Ilustración 1 velocidades de diseño

Clasificación Funcional	Tipo de Terreno	Velocidad de Diseño (Km/h) y Pendiente Máxima (%)						Pendiente Mínima (%)
		32	48	64	80	96	112	
AR Autopistas Regionales	Plano	-	-	-	4	3	3	0.5 con predominio del drenaje
	Ondulado	-	-	-	5	4	4	
	Montañoso	-	-	-	6	6	5	
TS Troncales Suburbanas	Plano	-	8	7	6	5	-	0.5 con predominio del drenaje
	Ondulado	-	9	8	7	6	-	
	Montañoso	-	11	10	9	8	-	
TR Troncales Rurales	Plano	-	-	5	4	3	3	0.5 con predominio del drenaje
	Ondulado	-	-	6	5	4	4	
	Montañoso	-	-	8	7	6	5	
CS Colectoras Suburbanas	Plano	9	9	9	7	6	5	0.3 – 0.5
	Ondulado	12	11	10	8	7	6	
	Montañoso	14	12	12	10	9	7	
CR Colectoras Rurales	Plano	-	7	7	6	5	-	0.5
	Ondulado	11	10	9	8	6	-	
	Montañoso	16	14	12	10	-	-	

Fuente: ITE, *Geometric Design and Operational Considerations for Trucks*, 1992.

d) Tránsito de Diseño:

El tipo de tránsito característico es de tránsito pesado; camiones con carga y buses de transporte colectivo, además de vehículos de menor tonelaje, el cual se determino mediante un aforo vehicular que se realizó en la zona.

Para el diseño geométrico, el vehículo de diseño es aquel cuyas dimensiones y radio mínimo de giro sean mayores que los de la mayoría de vehículos de su clase. Otro elemento de influencia en el diseño geométrico de la vía es el peso del vehículo y sus características operacionales.

2.6. Análisis de involucrados.

Los involucrados para este proyecto son todos aquellos que aportaron información valiosa sobre la viabilidad, los que detallamos a continuación:

Tabla 1 Análisis de los involucrados

Grupos	Intereses	Problemas percibidos	Conflictos	Demanda
Población urbana	Ciudad limpia y mejoramiento vial, incremento del valor catastral de las propiedades.	Salubridad: Aguas estancadas. No existe drenaje sanitario. Económicos: El mantenimiento de los vehículos es alto. Los compradores no acceden a negocios de la zona por la dificultad en el acceso.	Con otros sectores de la población.	Que las vías este en buen estado.
Alcaldía de Tipitapa	Comodidad para los ciudadanos. Garantizar las condiciones de vida a los pobladores aledaños al proyecto evitando enfermedades por polvo y aguas estancadas.	Calles intransitables.		Que los habitantes de los barrios mantengan limpia los cauces y cunetas.
Ministerio de salud	Salud de la Población.	Desarrollo de enfermedades.		Mejoramiento en la vía, cunetas.
Ministerio de educación	Educación ambiental.	Escasa practica de educación ambiental.	Entre la autoridad del sector.	Mejoramiento en la vía, cunetas.

Fuente: Elaboración propia.

2.7. Alternativa seleccionada

Para seleccionar cual es la alternativa más adecuado que la municipalidad debe adoptar para cumplir con los objetivos del proyecto se usaron los siguientes criterios de selección: Incremento de la velocidad de diseño, costo de inversión y el costo de mantenimiento.

Adoquinado: El adoquín son piezas de concreto simple su instalación es de la siguiente manera, se excava el área de instalación, se escoge y coloca el material base, se instala los bordes de contención, se extiende arena gruesa en condiciones seca para la conformación de la cama de la carpeta contemplada con un espesor de 3 y 5 centímetros (cm). Se arrastra la arena de lado a lado verificando el espesor del mismo, la arena gruesa deberá de estar limpia y seca para que penetre entre las juntas por la parte inferior, se continua con la instalación del adoquín siguiendo un patrón de colocación que es la manera cómo van puesto los adoquines luego se compacta la superficie construida se extiende una capa de arena para completar el sellado de juntas por último la arena deberá de ser barrida para sellar los espacios entre los adoquines.

progresar en forma gradual desde los bordes hacia el centro, la imprimación debe penetrar 3 milímetros (mm) de la base la cual sirve como pegamento entre el asfalto y la base por último la colación de la carpeta asfáltica roseada de arena fina para sellar la carpeta y la etapa final pintado y señalización.

2.8. Análisis de los beneficiarios

Los beneficiarios de este proyecto son las personas que obtendrán algún tipo de beneficio de la implementación del mismo. Se pueden identificar dos tipos de beneficiarios.

a) Beneficiarios Directos

Dentro del grupo que se ven beneficiados directamente del proyecto se encontró a la ciudadanía que poseen propiedades en los alrededores del proyecto, pues estos verán incrementados el valor catastral o de alquiler de sus terrenos, otro grupo beneficiado son todos los que estarán empleados (contratistas y obreros) en el proyecto, quienes recibirán un ingreso económico por las actividades realizadas.

b) Beneficiario Indirecto:

Son las personas que viven al interior de la zona de influencia del proyecto, como por ejemplo los comerciantes que incrementarán sus ventas producto de la posibilidad de entrada de nuevos compradores.

2.9. Análisis de la demanda

Los usuarios del proyecto son los vehículos de carga y pasajeros, que tienen un origen y un destino y que transitan por el tramo en estudio, estos son los principales demandantes del proyecto.

El objetivo principal con el análisis de la demanda es determinar las posibilidades reales que el producto resultante del proyecto, en este caso la construcción de 620 ml de adoquinado, vendrían a mejorar la infraestructura y ampliación de la red vial del municipio, creando más rutas de acceso. La demanda en este proyecto está constituida por todo el sector urbano que necesitan a corto plazo la construcción del proyecto, como consecuencia de las necesidades en los diferentes municipios a pavimentar calles en áreas urbanas y caminos vecinales en áreas rurales. Mediante la siguiente tabla se puede observar el comportamiento de tránsito en la vía de estudio, se da a conocer la variedad de vehículos que circulan donde se indica que las motocicletas es el vehículo de mayor afluencia que circula en la vía.

Tabla 2: Resumen de conteo vehicular

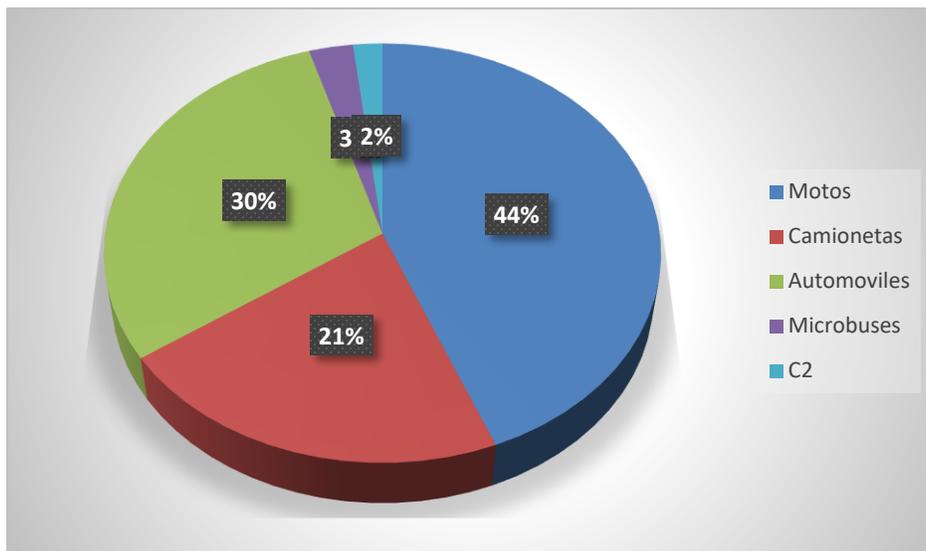
Lugar: Oronte Centeno - Fecha: 29/06/2020					
Hora	Motos	Automóviles	Camionetas	Microbús	C2
6:00-7:00	4	3	2	0	0
7:00-8:00	2	1	2	1	0
8:00-9:00	3	3	1	0	0
9:00-10:00	4	3	3	0	1
10:00-11:00	5	3	0	0	1
11:00-12:00	4	1	2	0	0
12:00-1:00	3	4	1	1	0
1:00-2:00	0	1	0	0	0
2:00-3:00	3	2	0	0	0
3:00-4:00	6	1	5	0	0

4:00-5:00	4	3	2	0	0
5:00-6:00	9	7	5	1	0
Total	47	32	23	3	2

Fuente: Elaboración propia. (Se realizó aforo vehicular ver en Anexo 3)

En el siguiente gráfico, se puede apreciar la composición vehicular de mayor afluencia en la vía.

Gráfico 6 Composición vehicular



Fuente: Elaboración propia. (Se realizó aforo vehicular ver en anexo 3)

Los registros de tráfico indican que la hora de máximo volumen horario corresponde al período de 05:00 pm a 06:00 pm, con 22 vehículos circulando en ambos sentidos de la vía.

Como los datos recopilados únicamente corresponden a un conteo de 2 días y 12 horas consecutivas, para obtener el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA), se utilizaron los siguientes factores de expansión:

Tabla 3 Factores de expansión

Grupos	Motos	Automóviles	Camionetas	Microbús	C2
Factor día	1.24	1.28	1.27	1.19	1.26
Factor semana	1.05	1.07	0.96	1.01	0.88
Factor temporada	0.97	0.98	0.89	0.93	0.81

Fuente: Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI)

A continuación, se muestran los datos del aforo vehicular expandidos a Tráfico Promedio Diario (TPD) para 24 horas, Tráfico Promedio Diario Semanal (TPDS) y Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA).

Tabla 4 Cálculo de tráfico diario

	Motos	Automóviles	Camionetas	Microbús	C2	Total
Vpd (12 horas)	47	32	23	3	2	107
factor Día	1.24	1.28	1.27	1.19	1.26	
Vpd (24 horas)	58	41	29	4	3	135

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5 Cálculo de tráfico semanal

	Motos	Automóviles	Camionetas	Microbús	C2	Total
Vpd (24 horas)	58	41	29	4	3	135
factor semanal	1.05	1.07	0.96	1.01	0.88	
Vpd(semanal)	61	44	28	4	2	139

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6 Cálculo de tránsito diario promedio anual (TPDA)

	Motos	Automóviles	Camionetas	Microbús	C2	Total
Vpd(semanal)	61	44	28	4	2	139
factor temporada	0.97	0.98	0.89	0.93	0.81	
TPDA	59	43	25	4	2	133

Fuente: Elaboración propia.

Se obtuvo un TPDA de 133 vehículos para el año 2020, en ambos sentidos de la vía, tramo de Oronte Centeno- Tipitapa.

2.9.1. Proyección del crecimiento vehicular

Para realizar el cálculo de la proyección de vehículos se utilizó la ecuación de crecimiento poblacional.

$$P_n = P_o(1 + r)^n$$

Ecuación 1 Crecimiento vehicular

Dónde:

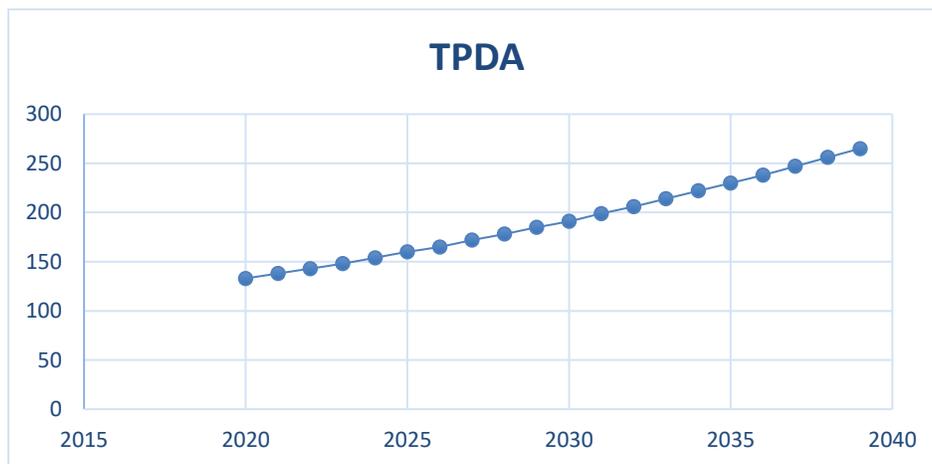
P_o: Población vehicular Inicial

r: Tasa de crecimiento vehicular de Tipitapa

n: Tiempo transcurrido.

A continuación, en la siguiente tabla, se muestra el comportamiento del tránsito promedio diario anual (TPDA), en el tramo de adoquinado del sector VIII del municipio de Tipitapa para 20 años.

Gráfico 7 Crecimiento vehicular del 2020 al 2039



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7 Crecimiento vehicular anual

AÑO	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
TPD	133	138	143	148	154	160	166	172	178	185	192	199	206	214	222	230	238	247	256	265

Fuente: Elaboración propia.

2.9.2. Origen-destino

En el caso del análisis de origen y destino, es importante señalar que el tramo en estudio tiene dos tipos:

- De norte a sur y
- De sur a norte.

Usualmente las personas que hacen uso de este tramo como origen, regresan al mismo como destino.

CAPITULO 3: ESTUDIO TÉCNICO

3.1. Localización del proyecto

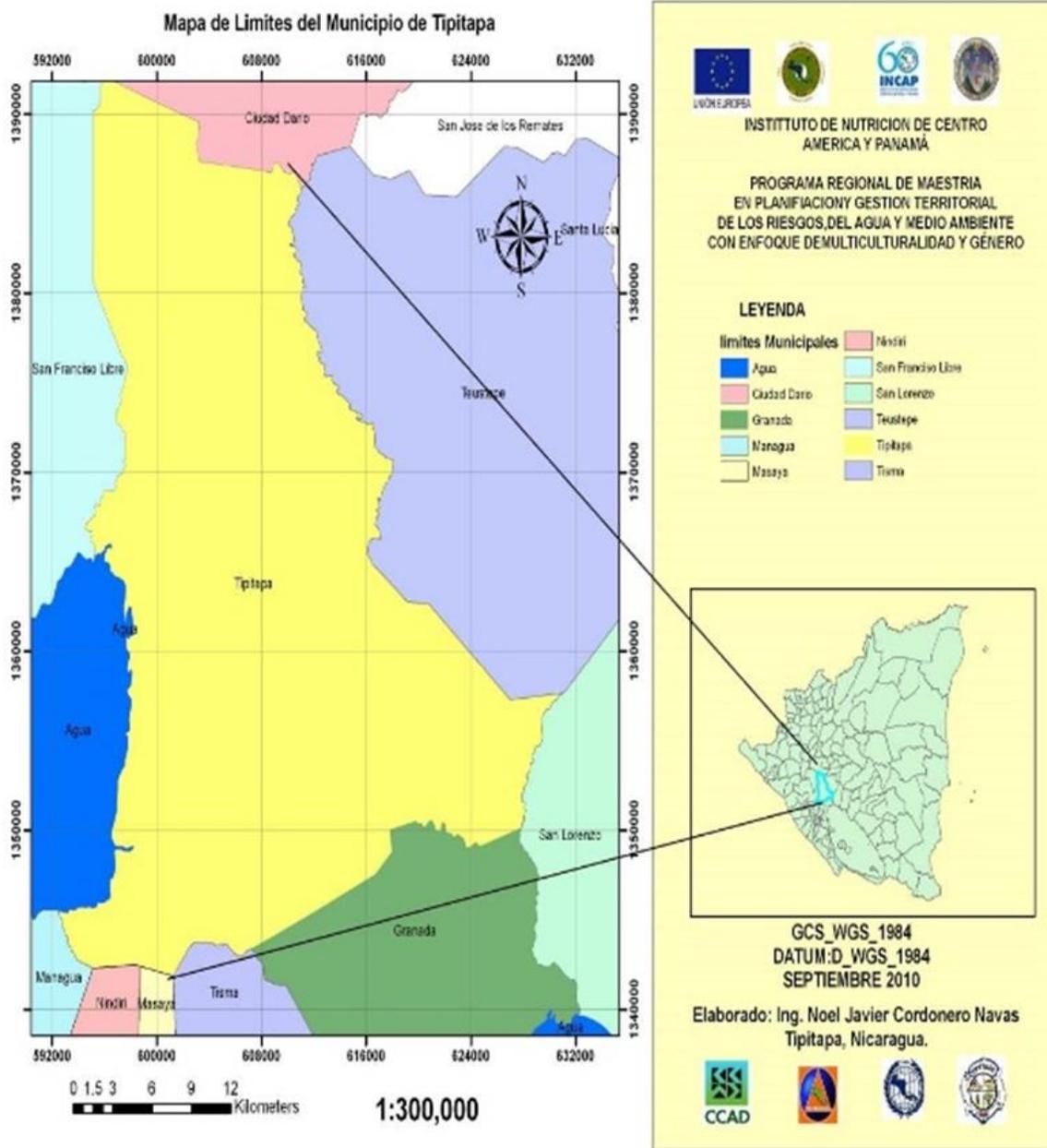
3.1.1. Macro localización

El tramo en estudio (620 metros lineales de adoquinado) geográficamente se encuentra macro localizado en la zona del pacifico de la república de Nicaragua.

El municipio de Tipitapa tiene una extensión territorial de 975.2 kilómetros cuadrados (km²) y está ubicado en las coordenadas 12°12' de latitud norte (N) y 86°06' de longitud oeste (O). La cabecera municipal se encuentra a 22 kilómetros (km) al norte de Managua, capital de la Republica. Su territorio se encuentra en promedio a 50.44 metros sobre el nivel del mar (msnm).

Los límites geográficos de Tipitapa son los siguientes: al norte con Ciudad Darío, al sur con Masaya, Tisma y Nindirí, al este con el municipio de San Lorenzo y al oeste con el lago Xolotlán.

Mapa 1 Macro localización



Fuente: INETER

3.1.2. Micro localización

El tramo en estudio se encuentra ubicado en el casco urbano del municipio de Tipitapa, teniendo como punto de partida la estación 0+000 localizado del Guanacaste 118 metros (m) al este, barrio Oronte Centeno Sur, finalizando en la estación 0+620 localizada de la terminal de buses la majada 114 (m) al este, barrio Oronte Centeno Sur.

Mapa 2 Micro localización



Fuente: Google Earth

3.2. Cálculo de la tasa de crecimiento poblacional

Para realizar el cálculo de la tasa de crecimiento poblacional se utilizó la siguiente ecuación.

$$r = \sqrt[n]{\frac{p_n}{p_o}} - 1 * 100$$

Ecuación 2 Crecimiento poblacional

Dónde:

P_o : Población al momento inicial o población base

P_n : Población al momento actual o año “n”

r: tasa de crecimiento anual geométrico

n: La amplitud o distancia en tiempo entre las dos poblaciones referencias (años).

$$r = \left(\sqrt[8]{\frac{7600}{5000}} - 1 \right) * 100$$

$$r = 5.4\%$$

3.2.1. Proyección de la población

Tomando una población inicial en el año 2020 de 7600 pobladores (datos brindados por un censo de la Alcaldía Municipal de Tipitapa), se le multiplico la tasa de crecimiento poblacional que es de 5.4% anual dando como resultado la siguiente tabla:

Tabla 8: Proyección de la población

Año	Población
2020	7600
2021	8010
2022	8443
2023	8899
2024	9379
2025	9886
2026	10420
2027	10982
2028	11575
2029	12200
2030	12860
2031	13555
2032	14287
2033	15059
2034	15872
2035	16729
2036	17633
2037	18585
2038	19589
2039	20647

Fuente: Elaboración propia.

3.3. Tamaño del proyecto

Para el análisis del tamaño fue necesario la realización de un aforo vehicular, el cual fue aplicado el día 29 de junio del año 2020, donde se puede observar que la concentración de vehículos livianos es el de mayor tráfico, además se obtuvo un Transito Promedio Diario (TPD) de 133 vehículos. (ver anexo 3)

3.3.1 Descripción de las características del tramo

El proyecto consiste en implementar un pavimento rígido de 620 metros lineales (ml) de calles vecinales, con una carpeta de adoquín en el sector VIII, del municipio de Tipitapa; en el cual se efectuarán las obras de acuerdo a la finalidad del proyecto, especificaciones técnicas y las normas vigentes en el país.

3.3.2 Rodamiento

La superficie de rodamiento de la vía actual, se observa delimitada y definida. Revestida con material granular de la zona, compactada por el mismo proceso del paso de los automóviles.

La conformación actual de la superficie de la vía y el no poseer características geométricas de un diseño vial en su trazado, permite solo el desplazamiento de vehículos a velocidades de operación menores de 25 kilómetros por hora (Km/h), puesto que, al no poseer una carpeta de rodamiento, se pueden encontrar ciertos baches, piedrines, o arenillas que afectan el estado del vehículo y la integridad física del conductor.

El derecho de vía es de 5.00 metros. El ancho de rodamiento es de 2.5 metros.

3.4. Ingeniería del proyecto

3.4.1. Levantamiento topográfico

Para conocer la topografía del terreno, fue necesario la realización de estudios topográficos de campo a partir de puntos de referencia (BM), que se tomaron en diferentes puntos de las calles de proyecto. Las coordenadas de los puntos de referencia se indican en la siguiente tabla:

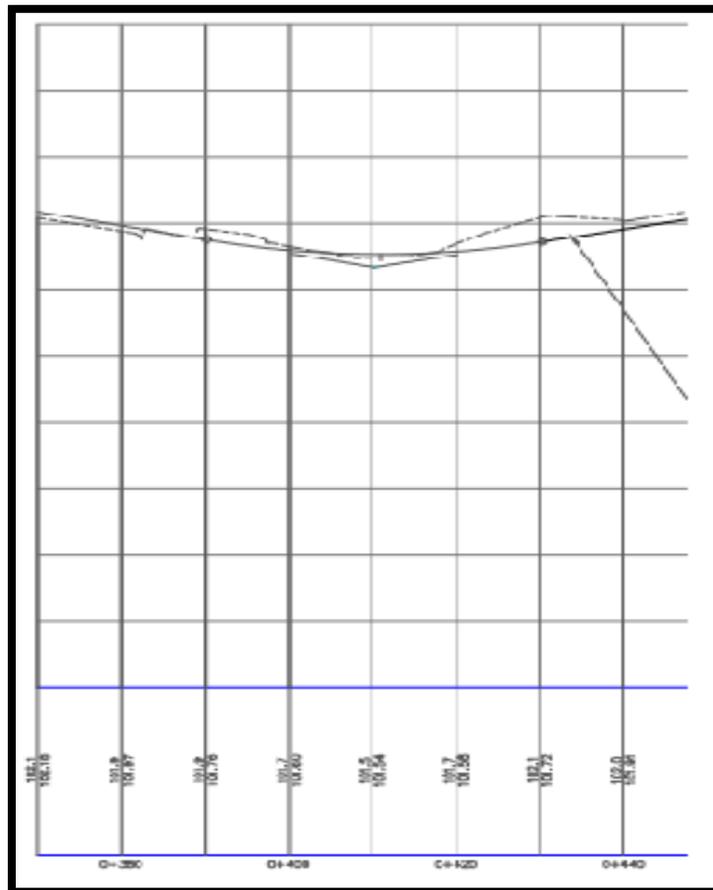
Tabla 9 Levantamiento topográfico

Puntos de referencia.	COORDENADAS		
	X	Y	Z
Referencia Aux-20000	578685.6686	1341178.3901	102.832
Referencia BM-2325	578698.4517	1341189.1373	102.6343
Referencia Aux-20135	578573.234	1341198.506	103.601
Referencia Aux-20202	578578.8747	1341299.8747	102.609
Referencia BM-1	578821.982	1341253.911	102.367
Referencia BM-1482	578885.205	1341258.485	102.637

Fuente: Elaboración propia

El trazado del camino existente conserva un alineamiento con tangentes enlazadas por curvas horizontales, en muchos de los casos, de radios con tamaños bastante considerables. Las longitudes de tangentes entre una y otra curva varían en longitud predominando las de gran longitud.

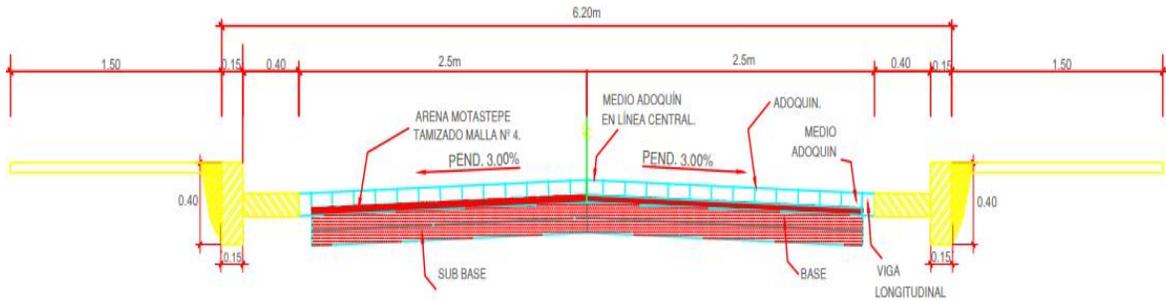
Ilustración 2 Perfil Longitudinal



Fuente: Elaboración propia (Ver plano completo en anexo 7)

Este trayecto del camino, está alojado sobre un terreno de topografía plana, pues las pendientes transversales al eje de la vía son menores de cinco grados (5°). Exige el mínimo movimiento de tierras durante la construcción por lo que no presenta dificultad ni en su trazado, ni en su explanación. Sus pendientes longitudinales son normalmente menores de cuatro por ciento (4%). De ahí que, el camino se emplace sobre un terreno que aprovecha las curvas de nivel existentes para conservar un buen alineamiento vertical

Ilustración 3 sección transversal de la vía



Adoquín	10cm
Cama de Arena	5cm
Base	12.5cm
Sub-base	12.5cm

Fuente: Elaboración Propia. (Ver plano completo en anexo 7)

3.4.2. Estudio geotécnico

Con el propósito de obtener información de las características de los materiales que conforman la estructura actual de la calle, se llevó a cabo la ejecución de sondeos manuales a lo largo de la vía.

Ensayes de los sondeos de línea.

Se efectuaron ensayos de suelos a las muestras extraídas a lo largo del camino.

Se realizaron 3 sondeos para el tramo en estudio y consistieron en perforaciones manuales a cielo abierto de 1.5 m de profundidad ubicada en las siguientes estaciones; 0+100, 0+300, 0+500, alternadamente a la izquierda y derecha de la línea central, de ellos se extrajeron 6 muestras de suelo muestra por sondeo. Y se realizaron ensayos, al igual que pruebas para determinar las propiedades físicas y mecánicas.

Estos fueron realizados de acuerdo a la siguiente tabla en donde se presentan los tipos de ensayos con su respectiva asignación basada en los criterios establecidos por la AASTHO, por la ASTM y según la NIC 2000.

Ensayo C.B.R (California Bearing Ratio).¹

Con este ensayo se determina la capacidad de soporte de los suelos, bajo condiciones de humedad y densidad controlada. Para la aplicación de este ensayo las muestras se someten a saturación por un periodo de 96 horas de anticipación.

Tabla 10 Método de compactación

TIPO DE PRUEBA EMPLEADA			
PROCTOR ESTANDAR			
PESO VOLUMETRICO SECO MAXIMO		1115 KGS/M³	
HUMEDAD OPTIMA		33.9 %	
PRUEBAS DE CBR SATURADA			
METODO DE COMPACTACION EMPLEADO	DINAMICA		
% DE COMPACTACION	90	95	100
PESO VOLUMETRICO SECO (Kgs/m³)	1004	1059	1115
C.B.R SATURADO	1	3	5
HINCHAMIENTO	0.69	0.55	0.41
TIEMPO DE SATURACION (horas)	96	96	96

Fuente: Elaboración propia

Según el criterio más difundido para la determinación del valor de la resistencia del diseño (CBR de diseño para la sub – rasante propuesta por el instituto de asfalto), recomienda utilizar un valor total percentil de acuerdo al tránsito que se espera circule por la vía, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 11 Límites de selección de resistencia

¹ Ver en Anexos 2 Ensayos

Nº de ejes de 8.2 toneladas en el carril de diseño N	Percentil a seleccionar para encontrar la resistencia
< 10 ⁴	60%
10 ⁴ – 10 ⁶	75%
> 10 ⁶	87.5%

Fuente: Elaboración propia

Para este estudio en particular el valor del Esal's de 50,000 ejes equivalentes por carril de diseño, por lo tanto, el valor del percentil a utilizar es de 70%.

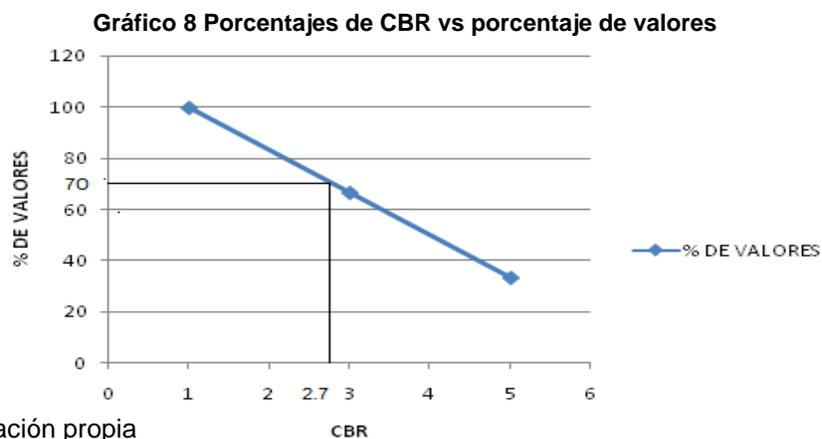
Se ordena los valores de CBR de menor a mayor y se determina el número y el porcentaje de valores iguales o mayores de cada uno. A continuación, se presentan los datos a utilizar:

Tabla 12 Cálculo de CBR

CBR	Números de Valores Iguales o Mayores	% de Valores Iguales o Mayores
1	3	$3/3 * 100 = 100$
3	2	$2/3 * 100 = 66.67$
5	1	$1/3 * 100 = 33.33$

Fuente: Elaboración propia

Con los valores obtenidos del CBR y los 3 de valores, se realizó la siguiente grafica donde se determinó el CBR para la subrasante.



Fuente: Elaboración propia

Al trazar la tangente sobre el valor percentil de 70% obtenemos el CBR de diseño para la subrasante.

Banco de préstamo.

Con el propósito de suministrar a la obra de un material adecuado de cimentación, se tomó una muestra de la fuente de materiales conocida como el “Banco de Materiales Guadamuz”, localizado a 3.9 km del sitios del proyecto carretera hacia San Juan la Plywood 100m al sur mano derecha.

El cual se encuentra certificado por el laboratorio I.M.S. Ingeniería Mecánica de Suelos, S.A.

Tabla 13 Resultado de ensayos

TIPO DE PRUEBA EMPLEADA		PROCTOR ESTANDAR		
PESO VOLUMETRICO SECO MAXIMO		1568 KGS/M ³		
HUMEDAD OPTIMA		11.6 %		
PRUEBAS DE CBR SATURADA				
METODO DE COMPACTACION EMPLEADO		DINAMICA		
% DE COMPACTACION		90	95	100
PESO VOLUMETRICO SECO (Kgs/m ³)		1411	1490	1568
C.B.R SATURADO		50	63	76
HINCHAMIENTO		0.07	0.05	0.03
TIEMPO DE SATURACION (horas)		96	96	96

Fuente: Elaboración Propia.

3.5. Descripción de las actividades de construcción

El proyecto del revestimiento de pavimento de adoquín se implementa a 620 metros lineales de la calle de tierra en el sector VIII, del casco urbano del municipio de Tipitapa. Este consta de vías locales que van en dos direcciones, de un solo carril, se diferencia de la vialidad secundaria en el derecho de vía, lo que permite que reduzcan la velocidad necesaria por estar ubicadas en las áreas habitacionales, con un derecho de vía de 5.00 metros

El proceso en su mayoría será la utilización de maquinaria para movimiento de tierra (corte y desalojo de material existente), escarificación y compactación de material de relleno, construcción de sub-base y base, construcción de la superficie de pavimento o rodadura, obras de drenaje menor y drenaje mayor y colocación de las señales y marcas de tráfico.

3.5.1. Preliminares

En esta etapa deberá considerarse además de la movilización del equipo y de personal a la obra, las siguientes condiciones:

3.5.2. Construcciones temporales

Se debe proveer y mantener las instalaciones de oficinas de campo para el trabajo, bodegas, dormitorios, servicios sanitarios, etc.

Antes de proceder al inicio de las obras el contratista deberá efectuar limpieza para eliminar obstáculos tanto en el sitio de la obra como en lugares aledaños que puedan incidir en la ejecución de las mismas. Se hará limpieza en toda el área de construcción indicada en planos y se removerán obstrucciones, basura y escombros. El material resultante será removido del predio de la construcción y no se iniciará otro trabajo hasta que esté terminado.

3.5.3. Rotulo, avisos preventivos y luces

El contratista o ejecutor del proyecto deberá elegir y mantener a su costo en los lugares de trabajo dos (2) rótulos, tipo FISE, de identificación del proyecto, empotrados en concreto.

El contratista o ejecutor del proyecto deberá proveer y mantener señales preventivas que indicarán la proximidad de la obra en ejecución, así como los desvíos y restricciones al tránsito originado por la misma. Se considera un estimado de 4 rótulos preventivos. Las señales preventivas deberán colocarse a una distancia de 50 a 100 metros antes del peligro. Estarán constituida por lamina de zinc liso

galvanizado de 60 x 60 cm. y 1.50 mm de espesor. Estas señales serán soportadas por postes metálicos.

3.5.4. Movimiento de tierra

Este trabajo consistirá en la excavación necesaria para acondicionar la colocación de la estructura de la sub-base, base y carpeta de rodamiento. El material removido podrá ser incorporado en la construcción de rellenos, terraplenes y cualquier otro elemento que se relacione con la construcción de la carretera y el material sobrante del corte será catalogado como desperdicio.

Será responsabilidad del contratista velar que el material no se desperdicie y/o contamine. El material de corte a reutilizar se debe acopiar de forma que el acarreo debe estar en el rango de 50 m como acarreo libre, por lo que el contratista definirá la estrategia de trabajo y los puntos de acopio a su conveniencia.

El fondo de la excavación deberá ser escarificado y re compactado en un espesor de 15 cm como mínimo, con un grado de compactación del 95 % referenciada al método del Proctor Standard. El material sobrante de la excavación se depositará a una distancia no mayor de 1 km.

3.5.5. Revestimiento de sub-base

Es la capa de la estructura del pavimento destinada fundamentalmente a soportar, transmitir y distribuir con uniformidad el efecto de las cargas del tránsito provenientes de las capas superiores.

El material de sub-base a utilizar será material selecto del revestimiento existente y completando con el material de préstamo elegido, compactando al 95 % de la densidad máxima Proctor Standar. El espesor de la sub-base es de 15 cm.

3.5.6. Revestimiento de base

La base puede ser: base granular que es la capa formada por la combinación de piedra o grava, con arena y suelo en su estado natural, clasificados o con trituración parcial; base de grava o piedra triturada, formada por la combinación de piedra o

grava triturada, combinadas con material de relleno; capa de base suelo cemento, formada por una mezcla de materiales de origen volcánico compuestos por pómez o arena de río, incluyendo gravas en estado natural mezclados con cemento hidráulico.

El material a utilizar para la base estará conformado por una mezcla hormigón MR-42 de AGRENIC con material selecto de AGRENIC o cofradía en proporción de 50% y 50%, la base será compactada al 95 % de su densidad máxima Proctor modificado con la humedad óptima al 14%, con capas no mayor a 15 cm.

3.5.7. Carpeta de rodamiento

Pavimento de adoquín

Para la elaboración de un pavimento de adoquín es importante contar con materiales de alta calidad.

Para el proceso del adoquinado se requiere adoquines de 3500 PSI. Para el inicio de la colocación de adoquines se requiere de la colocación de una capa de arena de 5 cm. de espesor sobre la base antes colocada y autorizada por el supervisor. La junta de adoquines no debe ser mayor de 1 cm.

Cunetas, andenes, bordillos

Estas estructuras serán de concreto simple con una resistencia de 3,000 PSI a los 28 días de edad. 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 de banco "GUADAMUZ" 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 613-83 de ACI 318-95 debiendo almacenar 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, 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 metros cúbicos de concreto (m^3), con un mínimo de tres muestras por elementos estructurales.

Señalización vial

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

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.

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.

Medidas de mitigación

Señalización durante la puesta en obra del proyecto, previniendo a los pobladores sobre emisiones sonoras y polvo u otras sustancias como pintura, cemento, etc. De la misma manera se proveerá a los trabajadores de los accesorios necesarios para su protección como tapa orejas, gafas de protección, entre otros.

Se procurará utilizar materiales del lugar cercano a donde se realizará la obra, de manera compensatoria para formar las terrazas, comprobando su calidad, el material selecto será obtenido de un sitio debidamente autorizado.

Los desechos sólidos producidos por la construcción serán depositados en el basurero municipal, esta labor la asumirá la empresa constructora.

La calidad del aire que se prevé será afectada por el incremento de las partículas de polvos disueltas en el ambiente debido a los trabajos de movimientos de tierra y a las emisiones de gases de la maquinaria que realiza dichos trabajos, se deben mitigar aplicando riegos de agua en las zonas de trabajo y dando un mantenimiento adecuado y periódico a las maquinarias.

Para no afectar la calidad de los suelos, la capa fértil se acopiará y posteriormente a la finalización de los trabajos se tenderá y conformará para su vegetación natural.

Otro riesgo de contaminación de los suelos es por el derrame de aceites y combustibles, el contratista deberá de impermeabilizar las áreas de trabajo en talleres y planteles.

El contratista tiene prohibido realizar lavado de maquinaria en fuentes de agua naturales y deberá construir instalaciones con dispositivos de captación y recolección de hidrocarburos y lubricantes para evitar derrames que vayan a parar a fuentes de agua.

Para garantizar la Seguridad e Higiene Ocupacional el contratista deberá establecer un sistema de recolección, manejo y disposición final de los desechos líquidos y sólidos generados en todas sus instalaciones.

El contratista se hará responsable de toda la señalización vial preventiva de las calles durante la ejecución de las obras.

Limpieza y entrega final

Esta actividad consistirá en la limpieza del área, recolección y remoción de todo material sobrante de la construcción lista para entregar y en la instalación de un rótulo metálico.

3.5.8. Cálculo de volúmenes de obra

A continuación, se muestra el cálculo de las cantidades de obra, el cual fue determinado mediante los planos del proyecto según la actividad propuesta:

Tabla 14 volúmenes de obra

	UNIDAD	CANTIDAD
OBRAS DE MEJORAMIENTO DE 620 ML DE CALLE DEL SECTOR VII, DEL MUNICIPIO DE TIPITAPA		
PRELIMINARES		
Movilización y construcciones temporales (equipo y mano de obra)	c/u	1,00
Desmovilización equipo y mano de obra	c/u	1,00
MATERIAL (acarreo)		
Cemento (ACARREO +IVA)	bolsas	20.056
Piedras 10 cm-25 cm @	m ³	10
Rotulo de 2.40*2.40 m	c/u	1
Arena (Banco de préstamo GUADAMUZ)	m ³	155
Grava	m ³	1069
Material selecto (Banco de préstamo GUADAMUZ)	m ³	1249.30
EQUIPO (incluye operario y gasolina)		
CAMION PIPA (sin conductor)	hora	448
CAMION VOLQUETE (sin conductor)	hora	370
Cargador frontal (con conductor)	hora	74
Pala mecánica (con conductor)	hora	50
Tractor D-7 con un empujador angular.	hora	26
MANO DE OBRA		
Oficial ayudante	días	720
Albañil	días	320
Conductor de pipa	días	80
Conductores de volquete	horas	370

Fuente: Elaboración propia.

3.6. Plan de ejecución de obra

El plan de ejecución de obras es el que se muestra a continuación, el que considera tiempos y actividades a realizar en la ejecución del proyecto.

Tabla 15 plan de ejecución de obra

ACTIVIDAD	SEMANAS											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Preliminares	■	■	■	■	■	■	■	■				
Movilización y desmovilización	■											
Movimiento de tierra	■	■	■	■	■							
Carpeta de rodamiento						■	■	■	■			
Drenaje menor y drenaje mayor						■	■	■	■		■	
Señalización		■									■	
Limpieza y entrega												■

Fuente: Elaboración propia.

3.6.1. 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.

Las presentes especificaciones técnicas prevalecen sobre todas aquellas que se le pongan y estén contenidas en los planos constructivos.

Calidad de los materiales

La calidad de los materiales debe ser los siguientes:

Adoquín: El adoquín de concreto debe tener un área de 450 a 500 cm² (21 adoquines por metro cuadrado), el espesor mínimo debe ser de 10 cm. Las caras superior e inferior del adoquín deben ser planas, la cara expuesta debe tener aristas recortadas o biseladas. Ambas superficies deben ser rugosas o ásperas.

La forma en planta del adoquín debe ser tal que permita engrape entre las diferentes piezas y que permita colocar alternados los adoquines de 2 filas adyacentes. Debe evitarse que la línea de engrape sea una línea poligonal o quebrada, a menos que la supervisión autorice otra forma que satisfaga los requisitos anteriores, los adoquines deben dimensionarse y conformarse.

Los adoquines deben fabricarse de concreto. La resistencia mínima del concreto a la compresión debe ser 245 kg/cm² y tener una resistencia al desgaste así.

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 dos veces en la obra.

3.6.2. Organización del proyecto

Debe establecerse la forma cómo la comunidad o las organizaciones reconocidas, van a participar o aportar recursos para el proyecto. En ello puede darse para la inversión propiamente tal, mediante aportes de terrenos, materiales o mano de obra, o para la fase de operación, mediante aportes o trabajos para darse sustentabilidad al proyecto en los aspectos físicos, en el mantenimiento, en la vigilancia, en insumos operacionales o administrativos, entre otros.

Para el proyecto se puede gestionar la creación de un comité del barrio que se encargue del cuidado y mantenimiento de la obra.

Institución dueña del proyecto

Es competencia de la Alcaldía de Tipitapa, de acuerdo a la Ley No. 40 de la municipalidad desarrollar proyectos de desarrollo urbano que beneficien a los

pobladores y visitantes. Asimismo, es la encargada de coordinar la ejecución y funcionamiento del proyecto durante su vida útil.

Institución ejecutora

La Alcaldía de Tipitapa es la institución que se encargará de decidir la forma de ejecución del proyecto.

Una alternativa es sub-contratar la ejecución del proyecto, mediante la realización de licitación pública a empresas dedicadas a la construcción de obras del municipio.

Los requisitos para participar en la licitación son los siguientes:

- Constitución legal de la empresa.
- Curriculum vitae que contemple obras similares.
- Capacidad financiera y técnica.
- Fianza de cumplimiento de oferta.
- Licencia de operación del Ministerio de Infraestructura y Transporte (MTI).
- Inscripción en el Registro Central de Proveedores del Estado.
- Inscripción en el FISE.
- Presentación de oferta.

La institución ejecutora del proyecto será la encargada de velar porque se cumpla con los requisitos mencionados. Otra posibilidad de ejecución es que se desarrolle por la misma Alcaldía por medio del módulo de construcción de obras horizontales.

CAPITULO 4: EVALUACION SOCIOECONOMICA

En este capítulo se incluye la estimación de costos de construcción y mantenimiento de las obras del revestimiento del adoquinado de 620 ml. de calle en el sector VIII del municipio de Tipitapa, departamento de Managua.

Para la evaluación socioeconómica del proyecto, se utiliza un análisis de benefició-costo. El análisis beneficio-costos tiene el fin de determinar la rentabilidad social del proyecto, a partir de la comparación de los beneficios sociales y costos sociales del proyecto, una vez identificados, medidos y valorados los beneficios y costos; se organizan en un flujo donde se calcularán: el VANE (Valor Actual Neto Económico), TIRE (Tasa Interna de Retorno Económica) y Relación Beneficio/costo.

4.1. Inversión del proyecto

En la estimación de la inversión se contemplan los activos fijos en este caso la construcción de las obras.

4.1.1 Presupuesto

Se muestran los conceptos y volúmenes de obra que se estimaron en el proyecto tomando en consideración el ancho de rodamiento de la calle a lo largo de 620ml.

4.1.2 Costos directos

La parte fundamental para la determinación del estimado de costo de construcción radicó en la estrategia y criterio técnico que en el aspecto constructivo se aplicó para establecer los costos unitarios (directos) y los costos indirectos, que a partir de la afectación de éstos sobre los costos unitarios directos, se establecieron los precios unitarios de venta.

Tabla 16 Costos directos

CODIGO	CONCEPTO DE OBRA	U/M	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL (C\$)
	Construcción de Pavimento de Adoquín				
00	PRELIMINARES				99,084.74
01	LIMPIEZA INICIAL	M^2	3,894.00	5.81	22624.14
02	TRAZO Y NIVELACION PARA ADOQUINADO	M^2	3,894.00	10	38940
03	NIVELETAS SENCILLAS H=1.10m; ANCHO=0.80m	C/U	60.00	65	3900
04	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO HASTA EL SITIO DEL PROYECTO.	C/U	6.00	2,800	16,800
05	ROTULO	C/U	1.00		16,820.60
	ROTULO TIPO FISE DE 1.22m x 2.44m (ESTRUCTURA METALICA Y ZINC LISO) CON BASE DE CONCRETO REF.	C/U	1.00	16,820.60	16,820.60
10	MOVIMIENTO DE TIERRA				817,336.00
01	EXPLOTACION DE BANCO DE PRESTAMO CON TRACTOR ORUGA D6	M^3	1249.30	95	118,683.50
02	CORTE DE CALLE CON TRACTOR ORUGA D6	M^3	2467.70	65	160,400.50
03	CONEXIÓN DOMICILIAR PARA A/P CON TUBERIA DE ½" Y 2"	C/U	60.00	350	21,000.00
04	ACARREO DEL MATERIAL SELECTO (INCLUYE CARGA EN EL BANCO CON EQUIPO Y EN EL SITIO)	M^3	1249.30	150	187,395.00
05	NIVELACION Y COMPACTACION DE BASE Y SUB-BASE PARA ADOQUINADO CON MODULO DE MOVIMIENTO DE TIERRA.	M^2	3844.00	42	161,448.00
06	DESALOJO DE MATERIAL CORTADO O EXCEDENTE CON CARGADOR Y VOLQUETE	M^3	1249.30	130	162,409.00

CODIGO	CONCEPTO DE OBRA	U/M	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL (C\$)
07	PRUEBA DE COMPACTACION DE SUELO CERTIFICADA POR LABORATORIO.	C/U	6.00	1000	6000
20	CARPETA DE RODAMIENTO				1,269,246.02
01	ADOQUINADO DE CALLE CON CAMA DE ARENA DE HASTA 5cm (ADOQUINADO TIPO TRAFICO DE 3,500 PSI)	M^2	3038.00	417.79	1,269,246.02
30	VADOS, CUNETAS, VIGAS, ANDENES Y BORDILLOS				1,254,710.00
01	CONSTRUCCION DE CUNETETA DE PIEDRA CANTERA (INCLUYE ZANJEO, REPELLO Y PINTURA TIPO TRAFICO)	ML	1240.00	600	744000.00
02	CONSTRUCCION DE ANDEN DE CONCRETO DE 3,000 PSI CON ARENILLADO INTEGRAL. INCLUYE FORMALETAS	M^2	1860.00	200	372,000.00
03	COMFORMACION DE ANDENES CON MATERIAL SELECTO	M^3	280.00	87	24,360.00
04	FORMAR REDUCTORES DE VELOCIDAD CON ADOQUINES INSTALADOS (ANCHO NO MENOR DE 0.60m, INCLUYE PINTURA TIPO TRAFICO Y ENCALICHADO CON MORTERO)	ML	30.00	130	3,900.00
05	VIGA DE REMATE LONGITUDINAL DE CONCRETO DE 3,000 PSI	ML	1240.00	80	99,200.00
06	VIGA DE REMATE TRANSVERSAL DE CONCRETO DE 3,000 PSI	ML	45.00	250	11,250.00
40	OBRAS MICELANEAS Y MITIGACION				36,100.00
01	RIEGO DE CALLE CON CAMION CISTERNA PARA EVITAR TOLVANERAS	DIA	5	3,500	17,500.00

CODIGO	CONCEPTO DE OBRA	U/M	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL (C\$)
02	MARCACION DE LINEA CENTRAL DE CALLE CON PINTURA AMARILLA TIPO TRAFICO	ML	620	30	18,600.00
70	LIMPIEZA FINAL Y ENTREGA				68,145.00
	LIMPIEZA FINAL	M^2	3,894.00		68,145.00
	LIMPIEZA FINAL MANUAL (CON DESALOJO)	M^2	3,894.00	17.50	68,145.00
				COSTO DE VENTA	3,508,521.76
				I.V.A 15%	526,278.26
				COSTO TOTAL	4,034,800.02

Fuente: Elaboración propia.

4.1.3 Costos indirectos

Para calcular los costos indirectos fueron proporcionados por la cámara de la construcción, se elaboró una tabla de cálculo que se presenta a continuación:

Tabla 17 Costos indirectos

CODIGO	Descripción	UM	Cantidad	tiempo	Costo unitario	COSTO TOTAL (C\$)
1	PERSONAL ADMINISTRATIVO					-
	HONORARIOS, SUELDOS Y PRESTACIONES					
	INGNIERO RESIDENTE DE OBRA	MES	1.00	3.00	32,500.00	97,500.00
	EXPERTO EN MONTAJE DE TUBERIA	MES	1.00	3.00	27,625.00	82,875.00
	MAESTRO DE OBRA	MES	2.00	3.00	24,537.50	147,225.00
	AMBIENTALISTA	MES	1.00	3.00	22,750.00	68,250.00
	ADMINISTRADOR DE CAMPO	MES	1.00	3.00	18,362.50	55,087.50
	LABORATORISTA	MES	1.00	3.00	8,500.00	25,500.00
	DIBUJANTE	MES	1.00	3.00	15,600.00	46,800.00
	BODEGUERO	MES	1.00	3.00	9,750.00	29,250.00
	FISCAL DE CONSTRUCCION	MES	4.00	3.00	8,125.00	97,500.00
	CONDUCTOR	MES	3.00	3.00	6,175.00	55,575.00

CODIGO	Descripción	UM	Cantidad	tiempo	Costo unitario	COSTO TOTAL (C\$)
	VIGILANTE DE SEGURIDAD DIURNO	MES	3.00	3.00	6,175.00	55,575.00
	VIGILANTE DE SEGURIDAD NOCTURNO	MES	3.00	3.00	6,175.00	55,575.00
	LIMPIEZA	MES	1.00	3.00	6,175.00	18,525.00
02	PERSONAL TECNICO					-
	MECANICO	MES	1.00	3.00	7,200.00	21,600.00
	LLANTEROS	MES	1.00	3.00	7,268.55	21,805.65
	ELECTRICO	MES	1.00	3.00	11,300.00	33,900.00
	CUADRILLA DE TOPOGRAFIA	MES	2.00	3.00	43,587.00	261,522.00
	PRESTACIONES SOCIALES		%	47.25%	1,174,065.15	554,745.78
					TOTAL	1,728,810.93
03	PASAJES VIATICOS Y TRANSPORTES					
	VIATICOS DE ALIMENTACION ADMON	MES	20.00	3.00	200.00	12,000.00
	PASAJES DE PERSONAL ADMON. DE CAMPO	MES	20.00	3.00	300.00	18,000.00
	VIATICOS DE ALIMENTACION COMPLEMENTO	MES	12.00	3.00	30.00	1,080.00
	SALIDAS DE PERSONAL	MES	1.00	3.00	14,000.00	42,000.00
					TOTAL	73,080.00
04	INSTALACIONES GENERALES					
	CASA OFICINA		1.00	3.00	9,750.00	29,250.00
	BODEGA		1.00	3.00	4,875.00	14,625.00
	GASTOS GENERALES					43,875.00
					TOTAL	87,750.00
05	EQUIPOS DE APOYO					
	CAMIONETA		2.00	3.00	650.00	3,900.00
	CAMION LUBRICO Y DE APOYO		1.00	3.00	650.00	1,950.00
	CONTENEDOR		2.00	3.00	2,500.00	15,000.00
	PLANTA ELECTRICA		1.00	3.00	26,265.00	78,795.00

CODIGO	Descripción	UM	Cantidad	tiempo	Costo unitario	COSTO TOTAL (C\$)
	REFLECTORES PARA ILUMINACION		3.00	3.00	250.00	2,250.00
					TOTAL	101,895.00
06	GASTOS DE OFICINA					-
	PAPELERIAS Y UTILES		1.00	3.00	700.00	2,100.00
	TELEFONOS Y RADIOS		1.00	3.00	700.00	2,100.00
	MOBILAIRIO DE EQUIPOS DE OFICINA		1.00	3.00	600.00	1,800.00
	PLANOS Y REPRODUCCIONES		20.00	1.00	1,225.00	24,500.00
	CONSUMO DE AGUA		1.00	3.00	850.00	2,550.00
	CONSUMO DE ENERGIA		1.00	3.00	850.00	2,550.00
					TOTAL	35,600.00
07	BOTIQUIN DE CAMPO					-
	EQUIPO DE SEGURIDAD PERSONAL		40	1	650	26,000.00
					TOTAL	26,000.00
						-
08	FIANZAS DE SEGUROS					-
	OFERTA	GLB	3%	0.89%	5,560,128.07	1,484.55
	CUMPLIMIENTO	GLB	20%	2.35%	5,560,128.07	26,132.60
	ADELANTO	GLB	30%	2.35%	5,560,128.07	39,198.90
	VICIOS OCULTOS	GLB	5%	2.07%	5,560,128.07	5,754.73
	SEGURO CONTRA TODO RIESGO	GLB	10%	2.50%	5,560,128.07	13,900.32
	SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL	GLB	100%	2.50%	5,560,128.07	139,003.20
	DAÑOS A TERCERO	GLB	100%	2.50%	5,560,128.07	139,003.20
	CNC	GLB	3%	0.30%	5,560,128.07	500.41
					TOTAL	364,977.93
09	SERVICIOS PROFESIONALES					-

CODIGO	Descripción	UM	Cantidad	tiempo	Costo unitario	COSTO TOTAL (C\$)
	PRUEBAS DE COMPACTACION	C/U	180	1	300.00	54,000.00
	PRUEBAS DE CONCRETO	C/U	120	1	350.00	42,000.00
	PRUEBAS DE ACERO	C/U	3	1	540.00	1,620.00
	LABORATORIO DE SUELOS	MES	1	1	6,000.00	6,000.00
					TOTAL	103,620.00
10	OTROS					
	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN	GLB	1.00	1.00	600,000.00	600,000.00
	LEGALIZACIÓN DEL CONTRATO	MES	1.00	1.00%	5,560,128.07	55,601.28
	BODEGA	C/U	2.00	36.00	1,200.00	86,400.00
	LETRINAS	GLB	3.00	3.00	5,120.00	46,080.00
	COMPUTADORAS OFICINA DE CAMPO	C/U	2.00	1.00	17,875.00	35,750.00
	ROTULOS Y SEÑALIZACION	C/U	2.00	1.00	3,800.00	7,600.00
	ROLLOS PLASTICO DE PREVENSIÓN	C/U	2.00	2.00	100.00	400.00
					TOTAL	831,831.28
11	TRABAJOS PREVISTOS Y AUXILIARES					
	CONSTRUCCIÓN Y CONSERVACIÓN DE CAMINOS Y ACCESOS	GLB	1.00	20.00	2,437.00	48,740.00
	MONTAJES Y DESMANTELAMIENTO DE EQUIPOS	GLB	1.00	20.00	1,690.00	33,800.00
					TOTAL	82,540.00
	TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS	3,353,565.14				
	SUB-TOTAL	3,353,565.14				
	ADMINISTRACION 5%	167,678.26				
	UTILIDAD 6%	201,213.91				
	SUB-TOTAL	3,722,457.31				
	ALCALDIA 1%					
	SUB-TOTAL	3,722,457.31				
	I.G.V 15%					
	SUB-TOTAL	3,722,457.31				

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18 Costos totales

DESCRIPCION	COSTO(C\$)
Costo Total Directo	4,034,800.02
Costos Indirectos	3,722,457.31
Gastos Administrativos	620,580.58
Costo Total	C\$ 8,377,837.91

Fuente: Elaboración propia.

Para la obtención de los gastos administrativos, se aplicó un gasto del 8% de la sumatoria total de los costos totales directos e indirectos, (según SNIP). Obteniendo un costo total del proyecto de 8,377,837.91 córdobas.

4.1.4 Costos de mantenimiento

En base a la estrategia de mantenimiento definida por la alcaldía de Tipitapa para proyectos de infraestructura vial, en pavimento rígido (Adoquín) se considera tomar el 5 % a cada 10 años y el 15% a los 15 años en funcionamiento extrayendo los costos del presupuesto total de obra. Puesto que el revestimiento de calles de adoquín tiene una vida útil años, no genera desgaste de la carpeta como en los pavimentos flexibles, por todo ello los gastos de mantenimiento no son excesivos en comparación a los demás tipos de pavimentos.

Tabla 19 costos de mantenimiento con proyecto

Periodo de mantenimiento de la obra	Porcentaje	Costo total de obra	Costo de mantenimiento obra
10 años	5%	C\$7,757,257.33	C\$387,862.86
15 años	15%	C\$7,757,257.33	C\$1,163,588.6

Fuente: Elaboración propia.

4.1.5 Inversión diferida

La inversión diferida se refiere a los gastos necesarios para que el proyecto se inicie, entre estos se consideran los gastos de formulación y supervisión del proyecto correspondientes a un 4 % de los costos totales (C\$8,377,837.91) córdobas que incluye los costos directos, costos indirectos y gastos administrativos, que es un

porcentaje recomendado por el Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos (CFIA).

Tabla 20 inversión diferida

DESCRIPCION	COSTO(C\$)
Formulación del proyecto	310,290.29
Supervisión del proyecto	310,290.29
Total	C\$620,580.58

Fuente: Elaboración propia.

4.1.6 Inversión total

La inversión total contempla los costos totales de la obra más la inversión diferida necesaria para que el proyecto se desarrolle.

Tabla 21 inversión total

DESCRIPCION	MONTO (C\$)
Costo total	8,377,837.91
Activo diferido	620,580.58
Total	C\$ 8,998,418.49

Fuente: Elaboración propia.

4.2. Costo de operación

Los costos de operación del proyecto están referidos a los costos de mantenimiento que llevará consigo la puesta en funcionamiento de la obra, una vez que se encuentre culminada y en funcionamiento. A continuación, se presenta una tabla resumen de los resultados.

Tabla 22 Resumen de los costos de mantenimiento

AÑO	COSTO POR CADA 10 AÑOS	COSTO POR CADA 15 AÑOS	TOTAL
2021			
2022			
2023			
2024			
2025			
2026			

2027			
2028			
2029			
2030			
2031	C\$387,862.86		C\$387,862.86
2032			
2033			
2034			
2035			
2036		C\$1,163,588.6	C\$1,163,588.6
2037			
2038			
2039			
2040			

Fuente: Elaboración propia.

4.3. Beneficios del proyecto

4.3.1. Ahorro por disminución de enfermedades

El ahorro se determina considerando los gastos evitados al haber menos habitantes enfermos, aquí se considera un ahorro de 60 % en el número de casos y por tanto de los gastos incurridos.

Se toman los datos de enfermedades proporcionadas por el MINSA para el año 2017 y estos se proyectan para determinar su ahorro a través del tiempo.

Tabla 23 Calculo del ahorro por gastos de enfermedades

DESCRIPCION	CASOS	GASTOS POR ENFERMEDADES	AHORRO	AHORRO TOTAL
Enfermedades respiratorias	120	C\$350.00	60%	C\$25,200.00
Enfermedades diarreicas	32	C\$380.00	60%	C\$7,296.00
Dengue	25	C\$450.00	60%	C\$6,750.00
Total	177			C\$39,246.00

Fuente: Elaboración propia.

Si se considera un crecimiento de 5.4% de la población y por tanto de los beneficios, el flujo para los próximos veinte años es el que se muestra en el siguiente cuadro.

Tabla 24 Proyección de los beneficios de ahorros por enfermedades

AÑO	MONTO
2021	C\$41,365.28
2022	C\$43,599.00
2023	C\$45,953.34
2024	C\$48,484.82
2025	C\$51,100.30
2026	C\$53,859.71
2027	C\$56,768.13
2028	C\$59,833.60
2029	C\$63,064.61
2030	C\$66,470.09
2031	C\$70,059.47
2032	C\$73,842.68
2033	C\$77,830.18
2034	C\$82,033.00
2035	C\$86,462.78
2036	C\$91,131.77
2037	C\$96,052.88
2038	C\$101,239.73
2039	C\$106,706.67
2040	C\$112,468.83

Fuente: Elaboración propia.

4.3.2. Plusvalía de las propiedades

Existe un beneficio derivado del aumento del valor de las viviendas por el mejoramiento de las calles. Se contabilizan 140 viviendas que serán beneficiadas directamente por el proyecto, que están localizadas a ambos lados de las calles a revestir con pavimento de adoquín.

Tabla 25 Plusvalía de viviendas

Descripción	Unidad	Monto
N.º de viviendas beneficiadas	Unidad	140
Valor unitario promedio	C\$	875,000.00
Valor total	%	122,500,000.00

Incremento de valor	C\$	30%
Nuevo valor de las propiedades	C\$	159,250,000
incremento de valor	C\$	36,750,000.00

Fuente: Elaboración propia

4.3.3. Ahorro por gasto en deterioro del parque vehicular

Para realizar una determinación aproximada del ahorro en el gasto por deterioro del vehículo que se produce por una calle en buen estado. Para todos los vehículos se consideró una vida útil de 5 años de los que resulta un valor anual de depreciación de 20 %, este valor se obtuvo según el artículo 34 del reglamento de la ley 822 (ley de concertación tributaria). También se tomó como precio promedio \$3000 dólares americanos que corresponde a un vehículo liviano. Se atribuyó un ahorro del 16% anual como un valor aproximado asignado al tránsito del camino. Este valor es aproximado considerando que de todo su recorrido anual el vehículo transitará 16% en los tramos de calle, a continuación, se muestra su cálculo.

$$\% \text{ de ahorro por gasto en deterioro del parque vehicular} = \frac{100m}{620m} \times 100 = 16\%$$

Tabla 26 Ahorro en depreciación anual de vehículos

AÑO	VEHICULO POR AÑO (SEGÚN TPDA PROYECTADO)	DEPRECIACION ANUAL DE VEHICULOS EN C\$	AHORRO DEL 16%
1	133	C\$ 11,130,000.00	C\$ 1,780,800.00
2	138	C\$ 11,550,000.00	C\$ 1,848,000.00
3	143	C\$ 11,970,000.00	C\$ 1,915,200.00
4	148	C\$ 12,390,000.00	C\$ 1,982,400.00
5	154	C\$ 12,915,000.00	C\$ 2,066,400.00
6	160	C\$ 13,440,000.00	C\$ 2,150,400.00
7	166	C\$ 13,860,000.00	C\$ 2,217,600.00
8	172	C\$ 14,385,000.00	C\$ 2,301,600.00
9	178	C\$ 14,910,000.00	C\$ 2,385,600.00
10	185	C\$ 15,540,000.00	C\$ 2,486,400.00
11	192	C\$ 16,065,000.00	C\$ 2,570,400.00

AÑO	VEHICULO POR AÑO (SEGÚN TPDA PROYECTADO)	DEPRECIACION ANUAL DE VEHICULOS EN C\$	AHORRO DEL 16%
12	199	C\$ 16,695,000.00	C\$ 2,671,200.00
13	206	C\$17,220,000.00	C\$ 2,755,200.00
14	214	C\$ 17,955,000.00	C\$2,872,800.00
15	222	C\$ 18,585,000.00	C\$ 2,973,600.00
16	230	C\$19,320,000.00	C\$ 3,091,200.00
17	238	C\$ 19,950,000.00	C\$ 3,192,000.00
18	247	C\$ 20,685,000.00	C\$3,309,600.00
19	256	C\$ 21,315,000.00	C\$ 3,410,400.00
20	265	C\$ 22,260,000.00	C\$ 3,561,600.00

Fuente: Elaboración propia

4.3.4. Beneficios totales

Los beneficios totales del proyecto es la suma de los beneficios individuales considerados en el análisis.

Tabla 27 Flujo de beneficios

AÑO	AHORRO EN LOS GASTOS POR ENFERMEDADES	Incremento en PLUSVALIA	AHORRO EN DEPRECIACION DE VEHICULOS
2021	C\$41,365.28	C\$ 36,750,000.00	C\$ 1,780,800.00
2022	C\$43,599.00		C\$ 1,848,000.00
2023	C\$45,953.34		C\$ 1,915,200.00
2024	C\$48,484.82		C\$ 1,982,400.00
2025	C\$51,100.30		C\$ 2,066,400.00
2026	C\$53,859.71		C\$ 2,150,400.00
2027	C\$56,768.13		C\$ 2,217,600.00
2028	C\$59,833.60		C\$ 2,301,600.00
2029	C\$63,064.61		C\$ 2,385,600.00

AÑO	AHORRO EN LOS GASTOS POR ENFERMEDADES	Incremento en PLUSVALIA	AHORRO EN DEPRECIACION DE VEHICULOS
2030	C\$66,470.09		C\$ 2,486,400.00
2031	C\$70,059.47		C\$ 2,570,400.00
2032	C\$73,842.68		C\$ 2,671,200.00
2033	C\$77,830.18		C\$ 2,755,200.00
2034	C\$82,033.00		C\$ 2,872,800.00
2035	C\$86,462.78		C\$ 2,973,600.00
2036	C\$91,131.77		C\$ 3,091,200.00
2037	C\$96,052.88		C\$ 3,192,000.00
2038	C\$101,239.73		C\$ 3,309,600.00
2039	C\$106,706.67		C\$ 3,410,400.00
2040	C\$112,468.83		C\$ 3,561,600.00

Fuente: Elaboración propia

4.4. Corrección por factor de mano de obra

En Nicaragua, el factor social de corrección de la mano de obra es de 0.826, multiplicando este factor por el costo total de construcción de la obra. Por tanto, el valor del presupuesto de construcción queda en C\$ 6,407,494.56 córdobas y si se suma el costo de los activos diferidos, la inversión total ya corregida es de C\$ 7,028,075.14 córdobas.

4.5. Flujo neto efectivo sin financiamiento

El flujo de caja del proyecto considera la inversión, el costo de operación y los beneficios que el proyecto genera.

Tabla 28 Flujo neto efectivo sin financiamiento

AÑO	BENEFICIOS	COSTO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	INVERSION	FNE
-----	------------	------------------------------------	-----------	-----

2020			C\$7,028,075.14	- C\$ 7,028,075.14
2021	C\$38,572,165.28	0		C\$38,572,165.28
2022	C\$ 1,891,599.00	0		C\$ 1,891,599.00
2023	C\$ 1,991,153.34	0		C\$ 1,991,153.34
2024	C\$ 2,030,884.82	0		C\$ 2,030,884.82
2025	C\$ 2,117,500.3	0		C\$ 2,117,500.3
2026	C\$ 2,204,259.71	0		C\$ 2,204,259.71
2027	C\$ 2,274,368.13	0		C\$ 2,274,368.13
2028	C\$ 2,361,433.60	0		C\$ 2,361,433.60
2029	C\$ 2,448,664.61	0		C\$ 2,448,664.61
2030	C\$ 2,552,870.09	0		C\$ 2,552,870.09
2031	C\$ 2,640,459.47	C\$387,862.86		C\$ 2,252,596.61
2032	C\$ 2,745,042.68	0		C\$ 2,745,042.68
2033	C\$ 2,833,030.18	0		C\$ 2,833,030.18
2034	C\$ 2,954,833.00	0		C\$ 2,954,833.00
2035	C\$ 3,060,062.78	0		C\$ 3,060,062.78
2036	C\$ 3,182,331.77	C\$1,163,588.6		C\$2,018,743.17
2037	C\$ 3,288,052.88	0		C\$ 3,288,052.88
2038	C\$ 3,410,839.73	0		C\$ 3,410,839.73
2039	C\$ 3,517,106.67	0		C\$ 3,517,106.67
2040	C\$ 3,674,068.83	0		C\$ 3,674,068.83

Fuente: Elaboración 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 beneficio/costo. El análisis beneficio/costo 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. Valor actual neto económico (VANE)

Una inversión es rentable solo si el valor actual del flujo de beneficios es mayor que el flujo actualizado de los costos, cuando ambos son actualizados usando una tasa de descuento pertinente.

Los beneficios económicos, tal como se ha señalado anteriormente, incluyen los beneficios directos, los indirectos, las externalidades positivas; en el mismo sentido, los costos incluyen los directos, los indirectos, las externalidades negativas.

El VANE se define como el valor actualizado de los beneficios menos el valor actualizado de los costos, descontados a la tasa de descuento convenida. Para obtener el valor actual neto se utiliza la siguiente fórmula:

$$VANE = \sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1 + r)^t}$$

Ecuación 3 Valor actual neto (VANE)

Dónde:

B_t . = beneficio del año t del proyecto.

C_t . = costo del año t del proyecto.

t = año correspondiente a la vida del proyecto, que varía entre 0 y n.

0 = año inicial del proyecto, en el cual comienza la inversión.

r = tasa social de descuento (8%)

Criterios de decisión

Que el flujo descontado de los beneficios supere el flujo descontado de los costos. Como el centro de atención es el resultado de beneficios menos costos, el análisis se efectúa en torno a cero.

Tabla 29 Criterios de decisión del VANE

RESULTADO	DECISION
Positivo (VAN>0)	Se acepta
Nulo (VAN=0)	Indiferente
Negativo (VAN<0)	Se rechaza

Fuente: Elaboración propia

Utilizando una tasa social de descuento del 8 %, la cual es recomendada por el Sistema Nacional de Inversiones Públicas (SNIP) para evaluar proyectos sociales, se tiene el siguiente valor del Valor Actual Neto Económico (VANE).

Tabla 30 Valor actual neto económico

DATO	VALOR
VANE	C\$ 50,253,037.40

Fuente: Elaboración propia

Se observa que el VANE>0, por tanto, cumple con el criterio.

4.6.2. Tasa interna de retorno económico (TIRE)

Una inversión es rentable solo si la Tasa Interna de Retorno Económica (TIRE) es mayor que la Tasa Social de Descuento (TSD).

La TIRE define como el valor de la tasa de descuento que hace que el VANE sea igual a cero, esta viene definida por la siguiente fórmula:

$$VANE = -I_0 + \sum_{l=0}^n \frac{F_n}{(1 + TIRE)^n} = 0$$

Ecuación 4 Tasa interna de retorno económica (TIRE)

Dónde:

F_n . = Flujo de caja en el periodo n.

TIRE = Tasa Interna de Retorno Económica.

n = periodo.

I_0 = inversión inicial

Criterios de decisión

Tabla 31 Criterios de decisión de la TIRE

RESULTADO	DECISION
TIRE>TSD	Se acepta
TIRE=TSD	Indiferente
TIRE<TSD	Se rechaza

Fuente: Elaboración propia

Tomando en cuenta los criterios de decisión, se obtuvo lo siguiente:

Tabla 32 Tasa interne de retorno económica (TIRE)

DATO	VALOR
TIRE	454.81%

Fuente: Elaboración propia

Comparando con una tasa social de descuento del 8 %, la cual es recomendada por el Sistema Nacional de Inversiones Públicas (SNIP) para evaluar proyectos sociales, la TIRE > TSD, por lo tanto, cumple con el criterio.

4.6.3. Relación beneficio/costo (R B/C)

La relación beneficio / costo es un indicador que mide el grado de desarrollo y bienestar que un proyecto puede generar a una comunidad.

Esta viene dada por la siguiente formula:

$$R \frac{B}{C} = \frac{\text{Beneficios del proyecto}}{\text{Inversión o costos del proyecto}}$$

Ecuación 5 Relación Beneficios/Costo

Criterios de decisión

Tabla 33 Criterios de decisión de la R B/C

RESULTADO	DECISIÓN
<i>R B/C > 1</i>	Se acepta
<i>R B/C = 1</i>	Indiferente
<i>R B/C < 1</i>	Se rechaza

Fuente: Elaboración propia

A partir de la formula anterior se obtuvo el valor siguiente:

Tabla 34 Relación beneficio costo económico

CRITERIO	VALOR
<i>R B/C</i>	12.77

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, esto indica que los beneficios superan los costos, por consiguiente, cumple con el criterio.

CAPITULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

De acuerdo al diagnóstico de la situación actual, se identificó la necesidad del proyecto por parte de la población de la comunidad del sector VIII, del municipio de Tipitapa cercanos a la calle en estudio que serán los beneficiarios directos del proyecto, obteniendo un total de 840 habitantes. Además, que los usuarios del proyecto son los vehículos de pasajeros y motos que tienen un origen y un destino, y se obtuvo un TPDA de 133 vehículos para el año 2020 y un TPDA de 265 vehículos promedio para 20 años.

Una vez concluido el estudio de mercado social, se realizó el estudio técnico para poder identificar tanto las características geométricas de los tramos de calles en estudio y de la zona. Igualmente, a través de los estudios se identificaron las problemáticas que presentan las calles y así mismo se plantearon las soluciones en los diseños propuestos.

La evaluación socio económica, nos ayudó a analizar la rentabilidad del proyecto y el impacto que generará una vez que se construya, dicho esto se obtuvo lo siguiente:

La muestra a través de Valor Actual Neto Económico (C\$859,689,186.20) córdobas que el proyecto es rentable económicamente. Comparando con una tasa social de descuento del 8 %, la TIRE > TSD, por lo tanto, cumple con el criterio. De acuerdo a los criterios de decisión ($R B/C > 1$) afirmando que el proyecto se acepta.

En general, se puede concluir que, al formular y evaluar la construcción de 620 metros (ml) de calle en el sector VIII del municipio de Tipitapa, departamento de Managua a nivel de prefactibilidad, se determinó la necesidad de realizar dicho proyecto, así mismo estudiando el impacto que generará, a fin de mejorar las condiciones de vida de los pobladores del sector.

5.2. Recomendaciones

Posteriormente, se realizan las recomendaciones tomando en cuenta ciertos aspectos que se deben de tomar en consideración.

- Conservar una cuadrilla de mantenimiento preventivo que se encargue de restaurar las deficiencias que se puedan presentar durante la construcción y preserven la geometría transversal de la vía.
- Se deben realizar estrategias donde concienticen a los pobladores al cuidado de la obra y de las señalizaciones en la vía si se ejecuta dicho proyecto.
- El gobierno local debe ejecutar este proyecto con el objetivo de mejorar el bienestar de la comunidad.
- Se debería considerar la posibilidad de evaluar estudios de prefactibilidad tomando en cuenta otros tipos de carpetas de rodamiento, de manera que, muestre un panorama más amplio respecto a la rentabilidad y optimización de recursos, tiempo y dinero.

BIBLIOGRAFIA

1984, N. d. (1984). Normas para el diseño geomético de las carreteras regionales.

1996, A. N. (s.f.). Ley 217 Ley General del Medio Ambiente . Gaceta.

2015., A. J. (2013).

Cerna., D. M.-M. (2007). La Internacionalizacion de las Pequeñas y Medianas Empresas.

educalingo. (febrero de 2020). Obtenido de <<https://educalingo.com/es/dic-es/adoquinado>>. Feb 2020 ».

EUCALINGO. (s.f.). Obtenido de <<https://educalingo.com/es/dic-es/adoquinado>>. Feb 2020 ».

Facultad de Economía UNAM, Cap 2. (2008). *Estudio Tecnico*. Ciudad de Mexico.

<https://concepto.de/proyecto/#ixzz6EQ8seXXD>. (s.f.).

JICA. (2014). *El Proyecto para el Estudio del Transporte en la República de Nicaragua*. Obtenido de http://open_jicareport.jica.go.jp/pdf/12181012_01.pdf

Laure, A., & 2-8, p. (2014). Evaluacion Socioeconomica de Proyectos APP.

Merino., J. P. (2013). Definicion de Prefactibilidad.

miranda, j. j. (2005). gestion de proyectos.

Miranda, J. J. (2005). Gestion de proyectos.

Molina, Y. (1999). *Formulación y evaluacion de proyectos*. Managua.

Normas. (1984). Normas para el diseño geomético de las carreteras regionales.

SNIP. (2010). Metodología para la Preparación y Evaluación de proyectos de infraestructura vial. Obtenido de <http://snip.gob.ni/docs/files/MetodologiaVial.pdf>

Universidad de Zulia. (2008). Indicadores de Rentabilidad. *Revista de Ciencias Sociales*, 109.

URBINA, G. B. (2007). FUNDAMENTO DE INGENIERIA ECONOMICA. McGRAW-HILL/ INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE c.v. Obtenido de <https://erods.files.wordpress.com/2013/02/fundamentos-de-ingenierc3ada-econc3b3mica-gabriel-baca-urbina.pdf>