

ESTUDIO A NIVEL DE PERFIL DE PAVIMENTO ARTICULADO DE LAS CALLES DEL BARRIO BOSQUES DE JUIGALPAN DEL MUNICIPIO DE JUIGALPA, CHONTALES.

Trabajo del Taller Monográfico para optar al título de
Ingeniero civil

Elaborado por:

Tutor:

Br. Rito Antonio Báez
Acevedo: Carnet: 2011-
38855

Br. Sigrid Dayan Galeano
Quintero
Carnet:2011-38786

Br. Dazia Melania Antonio
Hilton
Carnet: 2011-38871

Ing. Lázaro José González
Herrera

18 de Diciembre del 2023
Managua, Nicaragua

ÍNDICE

I.	INTRODUCCION	1
II.	OBJETIVOS	4
2.1	Objetivo General	4
2.2	Objetivo Especifico	4
III.	MARCO CONCEPTUAL	5
3.1	Estudio de mercado	5
3.1.1	Población de estudio	5
3.2	Estudio técnico	6
3.2.1	Tamaño del proyecto	6
3.2.2	Localización del proyecto	6
3.2.3	Ingeniería del proyecto	7
3.3	Estudio de tránsito	8
3.3.1	Volumen de tránsito.....	8
3.3.2	Transito promedio diario.....	8
3.3.3	Tránsito promedio diario anual (TPDA).....	8
3.4	Estudio topográfico	9
3.4.1	Estudio de suelo	9
3.5	Diseño estructural de pavimento.....	9
3.5.1	Índice de serviciabilidad inicial (Po)	9
3.5.2	Índice de serviciabilidad final (Pt)	10
3.5.3	Pérdida de serviciabilidad (Δ PSI).....	10
3.6	Impacto ambiental (EIA).....	12
3.7	Estudio socio-económico	12
3.7.1	Costos de inversión	12
IV.	DISEÑO METODOLÓGICO.....	15
4.1	Estudio de mercado	15
4.2	Estudio de tránsito	15
4.2.1	Tránsito promedio diario (TPD).....	15
4.2.2	Tránsito promedio diario anual (TPDA).....	16
4.3	Estudio Topográfico	18
4.3.1	Levantamiento topográfico.....	18

4.3.2	Estudio de suelo	18
4.3.3	Propiedades físico-mecánicas	18
4.4	Diseño estructural de pavimento articulado	18
4.4.1	METODO AASHTO 93	18
4.4.2	Pérdidas de serviciabilidad	19
4.4.3	Análisis de cargas y ejes equivalentes (ESAL's de diseño)	20
4.4.4	Confiabilidad (R)	20
4.4.5	Desviación estándar (So)	21
4.4.6	Módulo de resiliencia de la sub-rasante	21
4.4.7	Cálculo de número estructural (SN)	21
4.4.8	Espesores de capas (E)	21
4.5	Estudio de impacto ambiental.	22
4.6	Estudio económico	23
4.6.1	Valor actual neto económico (VANE)	23
4.6.2	Tasa interna de retorno económico (TIRE)	24
4.6.3	Relación beneficio/costo	24
V.	DESARROLLO DEL DISEÑO METODOLOGICO	26
5.1	Características del municipio	26
5.1.1	Demografía	26
5.1.2	Infraestructura	26
5.1.3	Transporte	26
5.1.4	Topografía	26
5.2	Estudio de mercado	26
5.2.1	Beneficios y beneficiarios	26
5.2.2	Recopilación de la información	27
5.2.3	Estudio de la demanda del proyecto	28
5.2.4	Balance demanda – oferta	28
5.2.5	Determinación del número de encuestas	28
5.3	Estudio de tránsito	37
5.3.1	Volumen de tránsito	38
5.3.2	Tránsito Promedio Diario (TPD)	40
5.3.3	Ajuste Tránsito Promedio Diario	40
5.3.4	Tránsito promedio diario anual (TPDA)	43

5.4	Ingeniería del proyecto	44
5.4.1	Determinación del tamaño del proyecto	44
5.4.2	Información de planimetría de las calles	44
5.4.3	Estudio de Suelo.....	46
5.4.4	Análisis de cargas y ejes equivalentes.....	47
5.4.5	Determinación del tránsito de diseño.....	55
5.4.6	Factor de equivalencia (ESAL)	57
5.4.7	Ejes equivalentes (W18), para pavimento flexible.....	58
5.5	Diseño de estructura de pavimento.....	61
5.5.1	Pérdidas de serviciabilidad.....	61
5.5.2	Determinación del Número Estructural (SN)	62
5.5.3	El parámetro de confiabilidad R.....	63
5.5.4	Desviación estándar (So).....	63
5.5.5	Módulo de Resiliente.	64
5.6	EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL.....	68
5.6.1	Análisis de impactos que genera el proyecto.....	68
5.6.2	Movilización y Desmovilización.....	68
5.6.3	Excavación y movimiento de tierra	68
5.6.4	Impacto positivo.....	74
5.6.5	Impacto negativo y medidas de mitigación	74
5.7	Estudio socio-económico	84
5.7.1	Costos de inversión	84
5.7.2	Costos de operación.....	89
5.7.3	Beneficios del proyecto.....	90
5.7.4	Análisis de los precios sociales	98
5.7.5	Análisis de flujo de caja con precios sociales	101
5.7.6	Evaluación socio-económico del proyecto.....	102
5.7.7	Evaluación socio-económica del proyecto	104
VI.	CONCLUSIONES	106
VII.	RECOMENDACIONES	107
VIII.	BIBLIOGRAFÍA	109
IX.	CRONOGRAMA	110

I. INTRODUCCION

El buen funcionamiento de las calles y carreteras son de vital importancia son estructuras que promueven el desarrollo socioeconómico de un país, de una región o zona geográfica. Un transporte adecuado y seguro brinda eficacia a los de servicios de emergencia (bomberos, policía y atenciones médicas). Con las mejoras en la vialidad de las calles, habría mayor facilidad de transporte no solo público sino privado.

En principios del año 2005, la Fundación Barceló en colaboración con Paz y Tercer Mundo y con Afodenic, desarrollaron un proyecto que consistía en la construcción de 498 casas en la ciudad de Juigalpa, Chontales (Nicaragua). Para mayo de 2007 tuvo lugar la inauguración oficial del Proyecto Bosques de Juigalpán y siete años después de su inauguración oficial iniciaron las problemáticas y las inconformidades con respecto a la construcción de las viviendas y las condiciones de las calles.

En la formulación del taller monográfico se propone utilizar pavimento articulado el cual está compuesto por una capa de rodadura de adoquines de concreto, a través del estudio se valorará la necesidad de capa de base y la de sub base. El pavimento articulado tiene como ventaja la alta resistencia al desgaste en superficie, fácilmente reparable a bajo costo, su uso para el tránsito es inmediato una vez finalizada la obra, larga vida útil y reutilización de todos los materiales.

Con esta premisa el desarrollo de este taller monográfico tiene contemplado 4,701.87 m de calles de pavimento articulado el cual presenta un ancho de calle de 6.50 m.

Para el desarrollo del estudio se utilizarán diferentes normas que rigen los diseños estructurales de pavimento, que se encuentran claramente explicados y son la base para el desarrollo del mismo, todos extraído del manual centroamericano para diseño de pavimentos (SIECA) y principalmente del diseño de pavimentos AASHTO 93.

❖ **Posición geográfica**

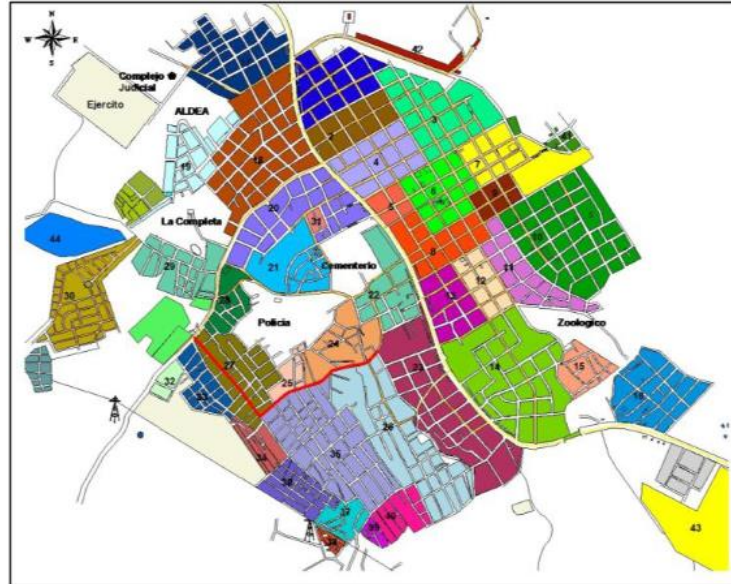
El municipio de Juigalpa se encuentra a 140 kilómetros de Managua, capital de Nicaragua. Limita al norte con San Francisco de Cuapa, al sur con Acoyapa y el lago Cocibolca, al este con La Libertad y San Pedro de Lóvago y al oeste con Comalapa.

❖ **Ubicación**

La ciudad de Juigalpa, está ubicado en el departamento de Chontales, entre las estribaciones de la cordillera de Amerrisque. La carretera pasa por las partes más bajas de la ciudad con la elevación en ambos lados. Los puntos más altos de la ciudad ofrecen vistas despejadas de la cordillera de Amerrisque.

❖ **Macro localización y Micro localización**

Figura 1 macro localización del municipio de Juigalpa



Fuente Plan estratégico municipal de desarrollo humano Juigalpa 2018-2040 de la Alcaldía de Juigalpa

Figura 2 Micro localización del barrio Bosques de Juigalpan



Fuente Google Earth ubicación 12°06'07" N 85°22'57" W

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Realizar un estudio a nivel de perfil de pavimento articulado en las calles del barrio Bosques de Juigalpan del municipio de Juigalpa, Chontales.

2.2 Objetivo Especifico

- Realizar un estudio de mercado mediante una encuesta a la población del barrio en la que expresen su opinión sobre el estado actual de la calle y la realización del proyecto.
- Efectuar un estudio de tránsito mediante un aforo vehicular para determinación la demanda actual, realizar las proyecciones de tráfico y determinar el TPDA para cuantificar las cargas.
- Diseñar la estructura de pavimento mediante el Método AASHTO 93.
- Aplicar procedimientos y metodologías recomendadas para la realización de un estudio de impacto ambiental en la zona, haciendo uso de la matriz de Leopold.
- Analizar la viabilidad del proyecto mediante un estudio socio económico a través de indicadores de rentabilidad.

III. MARCO CONCEPTUAL

3.1 Estudio de mercado

Un estudio de mercado es el conjunto de acciones que realiza una organización para conocer la demanda y la oferta existente en el mercado. Es decir, cuáles son las necesidades del público objetivo y cómo son satisfechas por parte de nuestra competencia. (Silva, 2021)

Los aspectos que se deben analizar en el estudio de mercado son:

- **Demanda**

La población demandante es el segmento de la población de referencia que requiere de los servicios del proyecto para satisfacer la necesidad identificada (Corea y Asociados S.A. (CORASCO), 2008, pág. 32).

- **Oferta**

Es aquella parte de la población demandante a la que el proyecto, una vez examinados los criterios y restricciones, está en condiciones reales de atender (Corea y Asociados S.A. (CORASCO), 2008, pág. 32).

La oferta va establecer las condiciones y cantidades de un bien o servicio que se pretende vender en el mercado. Será la cantidad de productos que se colocará a disposición del público consumidor (mercado) en determinadas cantidades, precios, tiempos y lugares.

3.1.1 Población de estudio

Es la población que genera la información fiable y verdadera para poder hacer proyecciones de estudio.

Naturalmente, el ideal es que la población objetivo sea igual a la población afectada, es decir, que el proyecto pueda atender efectivamente a la totalidad de la población necesitada. No obstante, restricciones de índole tecnológica,

financiera, cultural, institucional, generalmente hacen que la demanda supere la capacidad de atención, por lo que en muchos casos será necesario aplicar criterios de factibilidad y definir prioridades para atender el porcentaje de población carente que permitan los recursos disponibles (por ejemplo, preguntarse por los estratos de la población que padecen con mayor nivel de rigor o de riesgo el problema). (Corea y Asociados S.A. (CORASCO), 2008, pág. 32)

3.2 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. Conformar 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. (MÓNICA, 2017, pág. 53)

Los componentes del estudio técnico son:

- Tamaño del proyecto
- Ingeniería del proyecto
- Localización del proyecto

3.2.1 Tamaño del proyecto

La determinación y análisis de este punto resulta importante para la posterior realización y evaluación del proyecto porque permitirá en primera instancia llevar a cabo una aproximación de costos involucrados en las inversiones necesarias para la realización y puesta en marcha del proyecto, que conlleven a un grado óptimo de aprovechamiento conforme a lo requerido por un tamaño y capacidad determinados. (MÓNICA, 2017, pág. 61)

3.2.2 Localización del proyecto

El estudio y análisis de la localización de los proyectos puede ser muy útil para determinar el éxito o fracaso del mismo, ya que la decisión acerca de dónde ubicar

el proyecto no solo considera criterios económicos, sino también criterios estratégicos, institucionales, técnicos, sociales, entre otros. Por lo tanto, el objetivo más importante, independientemente de la ubicación misma, es el de elegir aquel que conduzca a la maximización de la rentabilidad del proyecto entre las alternativas que se consideren factibles (MÓNICA, 2017, pág. 54)

3.2.3 Ingeniería del proyecto

La tarea del Ingeniero de Proyectos radica en la planificación de los recursos necesarios para llevar a cabo proyectos industriales, de obra civil y otros de todo tipo; en los que intervienen materias primas, equipos multidisciplinarios, maquinaria, tecnología, y factores clave como la factibilidad y el estudio de mercado. El Ingeniero de Proyectos tendrá en cuenta el medio ambiente, la documentación a presentar, los planos, las memorias descriptivas, los recursos humanos y todos los equipos de trabajo intervinientes: es una Ingeniería de detalle. (edX, s.f.)

La ingeniería del proyecto permite seleccionar el proceso de ejecución del proyecto, cuya disposición conlleve a la adopción de una determinada tecnología. Para la Rehabilitación se entiende pequeñas mejoras, ajustes al trazado horizontal para restaurar las condiciones físicas y de funcionalidad con que fue construido originalmente.

❖ Capacidad de la vía

Es la máxima proporción horaria de vehículos (o peatones) que pueden pasar por un punto o sección uniforme de un carril o calzada durante un periodo de tiempo dado, bajo las condiciones prevalecientes del camino, del tránsito y de los dispositivos de control. (Ortiz, 2016)

❖ **Vehículo de pasajero**

Son vehículos destinados al transporte público de pasajeros de cuatro, seis, y más ruedas, que incluyen los microbuses, buses, camiones, motos, autos, jeeps, camionetas (ver cuadro 46 de Anexos).

3.3 Estudio de tránsito

Constituye el instrumento que sirve al ingeniero de tráfico para cumplir con sus objetivos, definido como la planificación de la red vial y la circulación del tránsito vehicular.

El tránsito es la variable más importante en el diseño de pavimentos. Para el dimensionamiento de un pavimento es necesario determinar los efectos que las cargas de estos vehículos causarán sobre el pavimento.

❖ **Aforo vehicular**

El aforo vehicular se refiere al conteo de vehículos realizado durante un periodo de tiempo determinado, con el objetivo de determinar la cantidad de vehículos que efectivamente pasan por un tramo o vía. El volumen de tránsito obtenido es un dato clave a la hora de proyectar nuevas vías de comunicación, remodelar una carretera, y otras cuestiones relacionadas. (Significados.com, 2023)

Para el aforo, pueden emplearse distintas técnicas y medios, que pueden ser manuales, automáticos, entre otras.

3.3.1 Volumen de tránsito

Es el número de vehículos que pasan por un punto o sección transversal de un carril o de una calzada durante un periodo determinado. (Ortiz, 2016)

3.3.2 Tránsito promedio diario

Se refiere al volumen vehicular registrado en un día por una estación de conteo.

3.3.3 Tránsito promedio diario anual (TPDA)

Es una medida de tránsito fundamental, está definida como el número total de vehículos que pasan por un punto determinado durante un período establecido. El periodo debe estar dado como días completos y además estar comprendido entre 1 a 365 días. (Civil, 2011)

❖ **Carga equivalente**

Es la que se obtiene al realizar conteos o aforos vehiculares tomando en cuenta los pesos sugeridos por la AASHTO 93.

3.4 Estudio topográfico

La topografía es un estudio técnico y descriptivo de un terreno, examinando la superficie terrestre en la cual se tienen en cuenta las características físicas, geográficas y geológicas del terreno, es la ciencia que estudia el conjunto de procedimientos para determinar las posiciones de puntos sobre la superficie de la tierra, por medio de medidas según los tres elementos del espacio. (eigo, s.f.)

3.4.1 Estudio de suelo

Entre los objetivos que debe cumplir el estudio de suelos es describir y evaluar las propiedades químicas, físicas y morfológicas de los suelos, se necesita tener información veraz acerca de las propiedades de los suelos donde se pretende cimentar la obra. (Academia.Edu,2020).

❖ **Propiedades físico-mecánicas**

La proporción de los componentes presentes en el suelo determina una serie de propiedades que se conocen como propiedades físicas o mecánicas: textura, estructura, color permeabilidad, porosidad, drenaje, consistencia que son características propias de cada tipo de suelo. (monografias, s.f.)

3.5 Diseño estructural de pavimento

3.5.1 Índice de serviciabilidad inicial (Po)

Es función del diseño de pavimentos y del grado de calidad durante la construcción.

Normalmente el índice de servicio inicial es de 4.5 para pavimentos rígidos y 4.2 para pavimentos flexibles de acuerdo al manual centroamericano para diseño de pavimento.

3.5.2 Índice de serviciabilidad final (Pt)

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

En el índice de servicio terminal, para el cual AASHTO 93 maneja valores de 3.0, 2.5 y 2.0 recomendado 2.5 o 3.0 para caminos principales y 2.0 para caminos secundarios o de tránsito menor.

3.5.3 Pérdida de serviciabilidad (Δ PSI)

La Serviciabilidad de un pavimento se define como la capacidad que tiene el mismo para servir a la clase de tránsito que no lo va a utilizar. (Miranda & Gómez, 2017, pág. 52)

La pérdida de la serviciabilidad básicamente es la diferencia que existe entre la inicial y la final. El índice de Serviciabilidad se califica entre 0 (malas condiciones) y 5 (perfecto).

❖ ESAL'S (Wt18)

Es la transformación de ejes de un tránsito mixto que circula por una vía a ejes equivalentes haciendo uso del factor de equivalencia de carga acumulado durante el periodo de diseño.

Esta variable se refiere al número de repeticiones de cargas equivalentes de 18,000lbs en el carril de diseño durante la vida útil de pavimento. (Miranda & Gómez, 2017, pág. 41)

❖ **Número estructural (SN)**

Número estructural, o capacidad de la estructura para soportar las cargas bajo las condiciones (variables independientes) de diseño.

❖ **Confiabilidad**

La "Confiabilidad del diseño (R)" se refiere al grado de certidumbre (seguridad) de que una determinada alternativa de diseño alcance a durar, en la realidad, el tiempo establecido en el período seleccionado (Miranda & Gómez, 2017, pág. 42)

La Confiabilidad no es más que la probabilidad de una sección diseñada usando el proceso en el cual se comportará satisfactoriamente bajo las condiciones de tránsito y ambientales durante el periodo de diseño. Con el parámetro de Confiabilidad "R", se trata de llegar a cierto grado de certeza en el método de diseño, para asegurar que las diversas alternativas de la sección estructural que se obtengan, duraran como mínimo el periodo de diseño.

El actual método AASHTO para el diseño de la sección transversal de pavimentos flexibles, recomienda valores desde 50 hasta 99.9, para el parámetro R, de confiabilidad, con diferentes clasificaciones funcionales, notándose que los niveles más altos corresponden a obras que estarán sujetas a un uso intensivo, mientras que en niveles más bajos corresponden a obras o caminos locales y secundarios.

❖ **Desviación estándar (So)**

Es función de posibles variaciones en las estimaciones y tránsito (cargas y volúmenes) y el comportamiento del pavimento a lo largo de su vida de servicio (Miranda & Gómez, 2017, pág. 42)

Este parámetro está ligado directamente con la confiabilidad R. En este paso deberá seleccionarse un valor So "Desviación Estándar Global", representativo de condiciones locales particulares, que considere posibles variaciones en el comportamiento del pavimento y en la predicción del tránsito.

❖ **Módulo de resiliente (MR)**

Es la propiedad utilizada para caracterizar el suelo de las funciones de los camiones y otras capas.

3.6 Impacto ambiental (EIA)

La evaluación de impacto ambiental es un instrumento de la política ambiental, cuyo objetivo es prevenir, mitigar y restaurar los daños al ambiente, así como la regulación de obras o actividades para evitar o reducir sus efectos negativos en el ambiente. (México, 2018)

El objetivo de la evaluación del impacto ambiental es la sustentabilidad, pero para que un proyecto sea sustentable debe considerar además de la factibilidad económica y el beneficio social, el aprovechamiento razonable de los recursos naturales.

3.7 Estudio socio-económico

3.7.1 Costos de inversión

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

❖ **Inversión en activos diferidos**

Las inversiones en activos diferidos son todas aquellas que se realizan sobre activos constituidos por los servicios o derechos adquiridos necesarios para la puesta en marcha del proyecto. Constituyen inversiones intangibles susceptibles de amortizar.

❖ **Beneficios del proyecto**

Por ser este un proyecto de tipo social, no existe bajo ningún concepto la remuneración por la construcción de la vía en el tramo en estudio, pues no habrá

peaje u otra forma de recuperar la inversión. (Corea y Asociados S.A. (CORASCO), 2008, pág. 53)

Sin embargo, hay otros beneficios asociados a la construcción de la misma como proporcionar las condiciones físicas adecuadas de tránsito. Los beneficios que normalmente son considerados son:

- Ahorros directos en costos de operación vehicular.
- Economías en el mantenimiento de la carretera.
- Ahorros de tiempo para viajeros y carga.
- Reducción en accidentes en carreteras.
- Otros beneficios no incluidos arriba.

(Como el amplio efecto en el desarrollo económico de la región, los beneficios sociales y medioambientales).

❖ **Determinación de los precios sociales**

En el campo de la investigación social de los proyectos de inversión, existe ya un consenso generalizado acerca de la necesidad de utilizar precios " Sombra " en el caso de que los salarios de mercado no reflejen la productividad marginal del trabajo.

El costo social de la mano de obra, se definirá considerando la proposición de que ningún empresario pagará por un trabajador adicional un salario superior al valor de la productividad marginal del trabajo; lo que significa que la consideración de una productividad marginal nula del trabajo y por consiguiente un costo social de la mano de obra igual a cero, no puede aplicarse si se está operando en una economía de mercado.

Los estudios acerca del precio social de la mano de obra, normalmente, utilizan distintas clasificaciones del mercado de trabajo. Una primera distinción se realiza entre el mercado de la mano de obra calificada y la no - calificada, y generalmente se utiliza una tercera categoría: El Mercado de la Mano de Obra Profesional. (Corea y Asociados S.A. (CORASCO), 2008, pág. 82)

❖ **Evaluación económica del proyecto**

Desde la perspectiva presupuestaria y financiera, la decisión de construir una infraestructura está muy influenciada por la disponibilidad de fondos para su construcción, mantenimiento y operación y por los acuerdos territoriales de reparto del presupuesto, además de otras restricciones políticas e institucionales.

La evaluación de proyectos desde una perspectiva económica tiene un planteamiento más amplio que la visión puramente financiera. La evaluación económica responde a la pregunta de qué gana la sociedad en términos netos cuando se lleva a cabo un proyecto de inversión determinado. (Mendoza, Cruz, & Méndez, 2006)

Básicamente 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, se debe no solamente identificar, cuantificar y valorar sus costos y beneficios, sino tener elementos de juicio para poder comparar varios proyectos coherentemente.

IV. DISEÑO METODOLÓGICO

4.1 Estudio de mercado

Se realizará un estudio de mercado con el fin de dar a conocer la importancia social que generará, a través de encuestas, las cuales reflejarán la opinión de la población en los que respecta a temas de importancia a esta problemática.

Las preguntas que se formularán estarán dirigidas, con el único objetivo de justificar a través de la opinión pública los posibles fondos que se invertirán, el número de encuestas se determina en base a la población que habita en el barrio.

4.2 Estudio de tránsito

Se realizará un aforo vehicular por medio de un conteo por un período de 7 días con duraciones de 12 horas, el cual llevará control de los vehículos de todas las clasificaciones, se realizarán el apunte, situándose en el tramo de la entrada principal sobre el bulevar del barrio Juigalpan manera que se pueda contar de forma clara, los vehículos serán contabilizados dependiendo del tipo de los mismos, según la clasificación vehicular del MTI, estos datos serán tomados en una tabla la cual se realizará en un formato de Excel.

4.2.1 Tránsito promedio diario (TPD)

Como primer paso se requiere conocer el TPD (Tránsito promedio diario) el cual se calculará con la siguiente ecuación.

Ecuación 1:

$$TPD = \frac{N}{T}$$

Donde:

TPD: Tránsito promedio diario por tipo de vehículo.

N: Sumatoria de todos los vehículos aforados

T: Tiempo de duración del aforo en días.

4.2.2 Tránsito promedio diario anual (TPDA)

El tránsito promedio diario anual será el valor que represente el promedio de la cantidad o los volúmenes diarios de tránsito que circularán durante un año en esta sección de la vía.

Antes de hacer uso de la ecuación, se requiere hacer un ajuste vehicular el cual consiste en estimar una proyección de 12 horas que se realizará el conteo en los horarios establecidos a 24 horas los cuales son valores de aforos que realiza el Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI) en estaciones permanentes los cuales se realizan en toda la red vial a nivel nacional para el cual se seleccionará la estación de Mayor cobertura y estación de corta duración dependiendo de la cercanía del tramo en estudio o por similitud del tránsito. utilizando la estación 700 que está ubicada en el tramo Camoapa - Tecolostote.

❖ Factores Utilizados en el Cálculo del TPDA

Una vez ajustados los valores del tránsito promedio diario ajustado se calcularán los valores del tránsito promedio diario anual para todos los tipos de vehículos seleccionados y con los factores de ajuste el TPDA.

Ecuación 2:

$$TPDA = TPD * f_d * f_s * f_{fs} * f_c$$

Donde:

TPDA: Transito promedio diario anual

TPD: Tránsito promedio diario por tipo de vehículo.

F_d: Factor día

F_s: Factor semana

F_{FS}: Factor fin de semana

F_c: Factor expansión

❖ Tasa de crecimiento

El método más común para la Proyección de Tráfico es la ecuación siguiente:

Ecuación 3:

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

Donde:

T_c = Taza de crecimiento vehicular

$TPDA_i$ = Trafico promedio diario actual

$TPDA_o$ = Trafico promedio diario de año base

n = Diferencia de años

❖ Tránsito Futuro

Cuando se hacen estudios para el futuro es preciso elaborar las respectivas proyecciones, el pronóstico del volumen de tránsito futuro, por ejemplo, el TPDA del año de proyecto, para el mejoramiento o construcción de una nueva carretera, deberá basarse no solamente en los volúmenes normales actuales, sino en los incrementos del tránsito que se esperan utilicen la nueva carretera.

Para el cálculo del tránsito futuro se utiliza la siguiente ecuación:

Ecuación 4:

$$TF = Ti(1 + T_c)^n$$

Donde:

TF = Transito futuro

Ti = Transito inicial

T_c = Taza de crecimiento

4.3 Estudio Topográfico

El estudio técnico contará con la recopilación de datos necesarios de campo, información recopilada por diferentes guías de diseño según se requieran en estas, este contará con un estudio de tránsito.

4.3.1 Levantamiento topográfico

La alcaldía municipal del municipio Juigalpa proporcionará el levantamiento topográfico para la determinación de curvas de nivel, pendiente y rasante.

4.3.2 Estudio de suelo

Este estudio nos aporta algunos de los parámetros de diseño necesarios para la estructuración adecuada de una vía de comunicación terrestre. Este nos proporciona las características de los materiales existentes en la vía y los bancos de materiales a utilizarse, por lo que se convierte en una de las referencias más importantes en la determinación de los espesores de pavimento.

4.3.3 Propiedades físico-mecánicas

Se utiliza para la selección de los materiales, las especificaciones de construcción y el control de calidad. Estas propiedades de los suelos que constituyen la sub-rasante, son las variables más importantes que se deben considerar al momento de diseñar una estructura de pavimento.

4.4 Diseño estructural de pavimento articulado

Para el diseño de la estructura de pavimento se utilizó el método AASHTO-93 por ser el más usado en Nicaragua, El cual recomiendo para pavimento con adoquín aplicando los mismos criterios de diseño establecido para pavimento flexible. Este método relaciona el número estructural (SN) con el tránsito proyectado para determinar los espesores de las capas.

4.4.1 METODO AASHTO 93

El método AASHTO 93, describe con detalle los procedimientos para el diseño de la sección estructural de los pavimentos flexibles de carreteras. El diseño

está basado primordialmente en identificar o encontrar un numero estructural SN para el pavimento flexible que pueda soportar el nivel de carga solicitado. Para el método AAHSTO 93 la fórmula de diseño es la siguiente:

Ecuación 5:

$$\log_{10} W_{18} = Z_r \times S_o + 9.36 \times \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left| \frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right|}{0.40 + \frac{10.94}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \times \log_{10} Mr - 8.07$$

Donde:

W_{18} : Número de aplicaciones de cargas equivalentes de 80KN acumuladas en el período de diseño (n).

Z_r : Valor del área bajo la curva de distribución normal, función de la confiabilidad del diseño (R) o grado de confianza en que las cargas de diseño no serán superadas por las cargas reales aplicadas sobre el pavimento.

S_o : Desviación estándar del sistema, función de posibles variaciones en las estimaciones de tránsito (cargas y volúmenes) y comportamiento del pavimento a lo largo de su vida de servicio.

ΔPSI : Pérdida de serviciabilidad prevista en el diseño.

Mr : Módulo de resiliencia de la subrasante y de las capas base y subbase granulares

SN : Número estructural o capacidad de la estructura para soportar las cargas bajo las condiciones de diseño.

4.4.2 Pérdidas de serviciabilidad

Se calcularán las pérdidas de serviciabilidad con la siguiente ecuación

Ecuación 6:

$$\Delta PSI = P_0 - P_t$$

❖ **Valores para serviciabilidad inicial (Po)**

El valor establecido en el experimento vial de la AASHTO para los pavimentos son 4.5 para pavimentos rígidos y 4.2 para pavimentos flexibles.

❖ **Valores para serviciabilidad final (Pt)**

Para vías con características de autopistas urbanas y troncales de mucho tráfico:

Pt: 2.5 -3.0

Para vías con características de autopistas urbanas y troncales de intensidad de tráfico normal, así como para autopistas Interurbanas, Pt: 2.0-2.5

Para vías locales, ramales, secundarias y agrícolas se toma un valor de Pt: 1.8-2.0

4.4.3 Análisis de cargas y ejes equivalentes (ESAL`s de diseño)

Para realizar la ESAL`s de diseño se deberán tener los datos de los pesos de vehículos que circulan en la vía en estudio y el factor equivalente que variará según el tipo de vehículo, la cual se determina con la siguiente ecuación.

Ecuación 7:

$$ESAL_s = TD * \text{factor de carga}$$

4.4.4 Confiabilidad (R)

El actual método AASHTO para el diseño de la sección transversal de pavimentos flexibles, recomienda valores desde 50 hasta 99.9, para el parámetro R, de confiabilidad, con diferentes clasificaciones funcionales, notándose que los niveles más altos corresponden a obras que estarán sujetas a un uso intensivo, mientras que en niveles más bajos corresponden a obras o caminos locales y secundarios.

4.4.5 Desviación estándar (So)

El valor de la desviación estándar está ligado directamente del nivel de confiabilidad seleccionado.

La AASHTO presenta una serie de valores de desviación estándar para pavimentos flexibles, los cuales se muestran a continuación:

- Pavimentos Flexibles 0.40 – 0.50
- Construcciones Nuevas 0.35- 0.40
- En sobre-capas 0.50

4.4.6 Módulo de resiliencia de la sub-rasante

En el método actual de la AASHTO, la parte fundamental para caracterizar debidamente a los materiales, consistió en la obtención de módulos resiliencia para cuantificar la cantidad de capacidad de soporte del pavimento articulado y en la capa sub-rasante.

4.4.7 Cálculo de número estructural (SN)

Es el número que expresa la resistencia del pavimento en términos del valor de soporte del suelo. El método está basado en el cálculo del Número Estructural

4.4.8 Espesores de capas (E)

Para este cálculo se tendrá que tomar en cuenta que el espesor de adoquinado esta estandarizado en cuatro pulgadas ese valor se multiplicara por un coeficiente de carpeta el cual es equivalente ($a_1=0.45$).

Ecuación para cálculo de base

Ecuación 8:

$$SN = SN_2 - SN_1$$

Donde:

SN1: Espesor de adoquinado* a_1

SN2: Valor obtenido de ábaco

4.5 Estudio de impacto ambiental.

Para la identificación de impactos generados por el proyecto se utilizó la matriz de Leopold adecuada a la etapa de construcción, considerando las actividades de la obra en columnas y los factores ambientales a afectar en las filas. Luego se les dará valores con el signo negativo donde se considera que éste provoca un impacto negativo en el medio ambiente y con signo positivo donde se considera aquellos impactos benéficos, cabe destacar que en los factores donde las acciones y/o componentes de proyecto no afecten, estos quedaran sin ningún valor para que no favorezcan o desfavorezcan a ningún factor independiente, esto identificara las actividades que ocasionan daños al medio ambiente.

En este acápite se realizará una matriz de importancia que consiste en realizar una valoración cualitativa de los impactos identificados, cada casilla de cruce en la matriz o elemento tipo, dará una idea del efecto de cada acción sobre el factor ambiental. Esta matriz de importancia es basada en la matriz causa-efecto, donde se sustituyen las acciones por resultados en valores obtenidos de la matriz anterior.

Cuadro 1 Matriz de causa efecto

Signo:	Valor:
Impacto beneficioso	+1
Impacto perjudicial	-1

Esta matriz se valorará de acuerdo a criterio propio del especialista, y del nivel del impacto.

4.6 Estudio económico

4.6.1 Valor actual neto económico (VANE)

El valor actual neto es uno de los métodos de evaluación de proyectos de inversión de largo plazo, que resulta de la diferencia entre los ingresos futuros con los egresos futuros, traídos al presente a una tasa de costo de oportunidad de capital previamente determinada, para ser descontados con la inversión inicial.

El valor presente neto permite determinar el valor estimado que podría ser positivo, negativo, o continuar igual.

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.

Ecuación 1:

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

Donde:

Vt: Representa los flujos de caja en cada período t.

I0: Es el valor del desembolso de la inversión.

n: Es el número de períodos considerados.

K: Es el tipo de interés.

En el siguiente cuadro muestra los criterios de decisión del VANE

Cuadro 2 Criterios de decisión del VANE

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

Fuente: Propia

4.6.2 Tasa interna de retorno económico (TIRE)

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

Ecuación 2:

$$TIRE = VANE = 0 = -I + \sum_{n=1}^N \frac{Q_n}{(1 + TIRE)^n}$$

Donde:

VANE: Es el valor actual neto económico;

I: Es la inversión.

Qn: Es el flujo de caja del año n.

N: Es el número de años de la inversión.

r: Es la tasa social de descuento.

4.6.3 Relación beneficio/costo

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

Ecuación 3:

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

Donde:

VAB: Valor actual de los beneficios.

VAC: Valor actual de los costos.

IO: Es el valor del desembolso de la inversión.

En el siguiente cuadro se muestra los criterios de decisión de la R B/C:

Cuadro 3 Criterios de decisión de la R B/C

Resultado	Decisión
Mayor ($R B/C > 1$)	Se acepta
Igual ($R B/C = 1$)	Indiferente
Menor ($R B/C < 1$)	Se rechaza

Fuente: Propia

V. DESARROLLO DEL DISEÑO METODOLOGICO

5.1 Características del municipio

5.1.1 Demografía

El municipio Juigalpa cuenta con una población estimada para el año 2022 de 61,411 habitantes y una densidad poblacional de 84 habitantes por km² según el ministerio de salud (MINSa). El 52.6% de la población es femenina y el 34.1% es menor de 20 años, Casi el 87 % de la población vive en la zona urbana.

5.1.2 Infraestructura

El servicio eléctrico es muy consistente en relación con el lado pacífico de Nicaragua, ya que no comparte una planta de energía con Managua.

5.1.3 Transporte

Todas las rutas de autobús desde y hacia Juigalpa se pueden encontrar en el Mercado Mayoreo en Managua. Juigalpa está aproximadamente a tres horas de Managua en bus ordinario y dos horas en bus expreso. Los taxis son el medio de transporte predominante dentro de la ciudad.

5.1.4 Topografía

El territorio municipal, se considera en su totalidad irregular y quebrado, con cordilleras en la parte Central y Este del municipio. Además, cabe señalar que existe en la parte occidental un sector llano.

5.2 Estudio de mercado

5.2.1 Beneficios y beneficiarios

Uno de los principales beneficios de la pavimentación de calles es:

- Eleva los niveles de calidad de vida de la población que habita a sus alrededores.

- Evitan las enfermedades endémicas por moscas, mosquitos e insectos (causados por el encharcamiento producto del mal drenaje del tramo).
- Reduce las enfermedades de carácter respiratorio por emisión de partículas de polvo, reduciendo de esta manera los gastos por enfermedad y combustible.
- Contar con caminos y vías pavimentadas reduce los tiempos de traslado, ya que tanto peatones como vehículos se pueden desplazar de forma sencilla y rápida por la población y zonas cercanas.

Otro aspecto trascendental, es la creación de empleos directos e indirectos para las localidades y ciudades tales como operadores, albañiles, ayudantes y también empleos indirectos como personal de comedores, hospedajes, restaurantes, bares, etc. generando comercio y por tanto un aumento de la economía local.

Los conductores de vehículos también se benefician de estos proyectos ya que se agiliza el tránsito y evitan daños en la infraestructura de las unidades de transporte, principalmente en los vehículos livianos como taxis, vehículos particulares y motos que son los que más usan estas calles. obteniendo un mejor acceso de los barrios cercanos al barrio Bosques de Juigalpan.

A nivel económico - social este eleva los costos de las propiedades y mejora considerablemente la calidad de vida de la población de los tramos de calles y sus alrededores.

5.2.2 Recopilación de la información

La recopilación de la información para conocer las demandas de la población se realizó de manera cuantitativa a través de información proporcionada por la Alcaldía Municipal de Juigalpa y también se aplicaron encuestas en dicho barrio durante el mes de abril, esto ha permitido darnos cuenta y constatar de primera mano la situación actual de las calles en estudio.

5.2.3 Estudio de la demanda del proyecto

La demanda en carreteras, para efectos de diagnóstico, puede apreciarse mediante el reconocimiento de ciertas variables y las interrelaciones entre ellas, como también de la evolución o comportamiento que dichas variables han tenido en los últimos años (dependiendo de la calidad y cantidad de estadística de que se disponga). En todo proyecto la variable base de la demanda es la población y a partir de ella se derivan otros factores.

Por su parte, las variables que condicionan la demanda de transporte en forma específica son:

- Costo de transporte (incluye costos de carga, descarga, trasbordos, etc.)
- Tiempo de viaje (incluye accesos, esperas, etc.)
- Confiabilidad del tiempo de viaje
- Características propias de la carga (perecibilidad, forma, etc.)
- Características propias del vehículo
- Disponibilidad (relacionado con la frecuencia del servicio)

5.2.4 Balance demanda – oferta

Se pretende que el proyecto pueda atender efectivamente a la totalidad de la población necesitada. El proyecto tendrá la capacidad de soportar el tráfico que transite por los tramos de calles durante aproximadamente 20 años si se realiza su debido mantenimiento para el cual también se destina un presupuesto anual.

5.2.5 Determinación del número de encuestas

El barrio Bosques de Juigalpan cuenta con 498 viviendas, se visitó la mayoría de las viviendas habitadas obteniendo un total de 45 encuestas respondidas aplicando una por cada vivienda. En Anexos encuesta 1 (ver página XIX) se observa el cuestionario de encuesta que se aplicó en la zona en estudio.

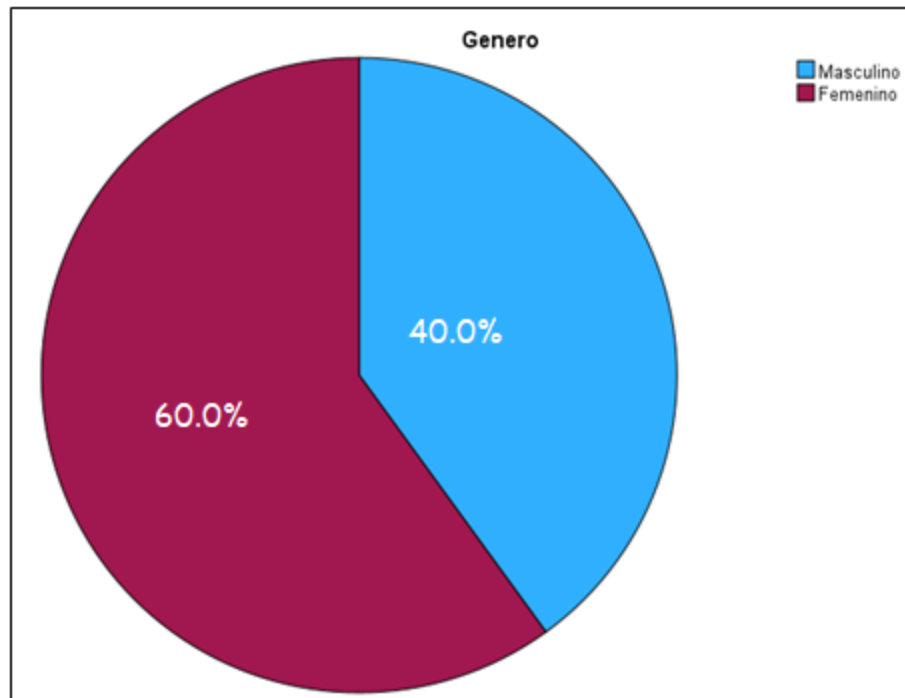
En el siguiente cuadro, se observan los resultados de género, resultando un valor alto del 60 % del género femenino en el caso del masculino con el 40 % (ver gráfico 1).

Cuadro 4 Género

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Masculino	18	40.0	40.0	40.0
	Femenino	27	60.0	60.0	100.0
	Total	45	100.0	100.0	

Fuente: Propia en base del software de análisis estadístico SPSS.sav

Gráfico 1 Genero



Fuente: Propia en base del software de análisis estadístico SPSS.sav

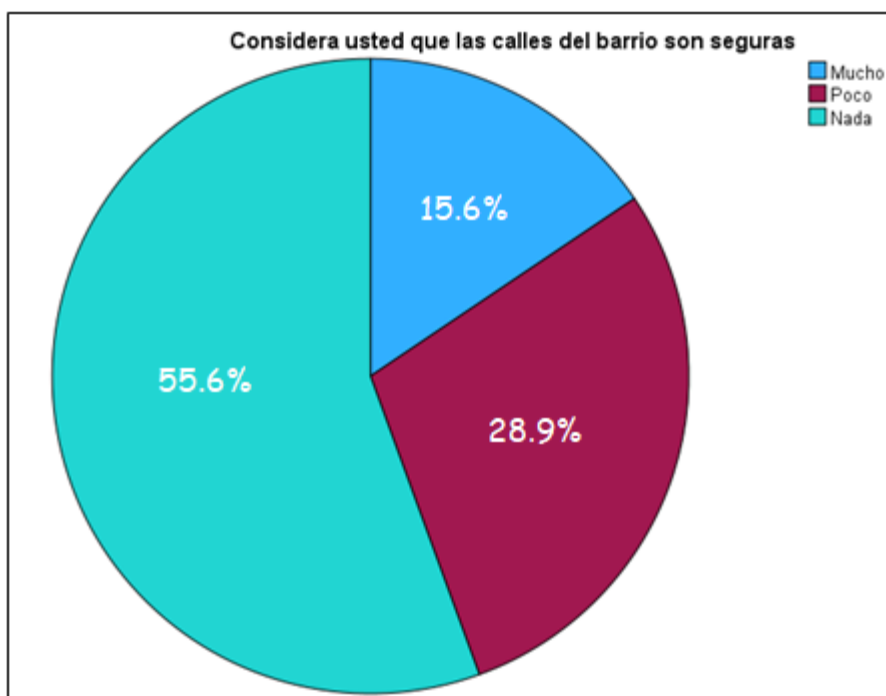
El 55.6 % de los encuestados respondieron que no son seguras las calles, esto significa la importancia de la mismas que estén en buenas condiciones, para el mejor acceso a los habitantes en la zona en estudio (ver gráfico 2).

Cuadro 5 Considera usted que las calles del barrio son seguras

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Mucho	7	15.6	15.6	15.6
	Poco	13	28.9	28.9	44.4
	Nada	25	55.6	55.6	100.0
	Total	45	100.0	100.0	

Fuente: Propia en base del software de análisis estadístico SPSS.sav

Gráfico 2 Considera usted que las calles del barrio son seguras



Fuente: Propia en base del software de análisis estadístico SPSS.sav

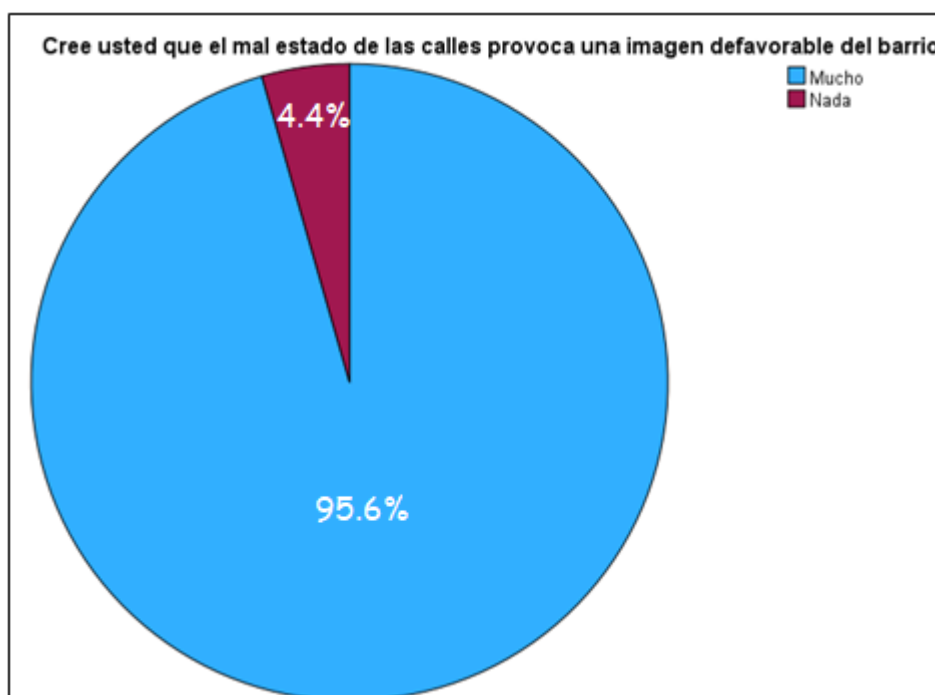
El mayor porcentaje de los encuestados contestos que el mal estado de las calles provoca una mala estética de la misma ya que llegan habitantes de sectores cercanos a la zona en estudio y observan las malas condiciones de las calles (ver gráfico 3).

Cuadro 6 Cree usted que el mal estado de las calles provoca una imagen desfavorable del barrio

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Mucho	43	95.6	95.6	95.6
	Nada	2	4.4	4.4	100.0
	Total	45	100.0	100.0	

Fuente: Propia en base del software de análisis estadístico SPSS.sav

Gráfico 3 Cree usted que el mal estado de las calles provoca una imagen desfavorable del barrio



Fuente: Propia en base del software de análisis estadístico SPSS.sav

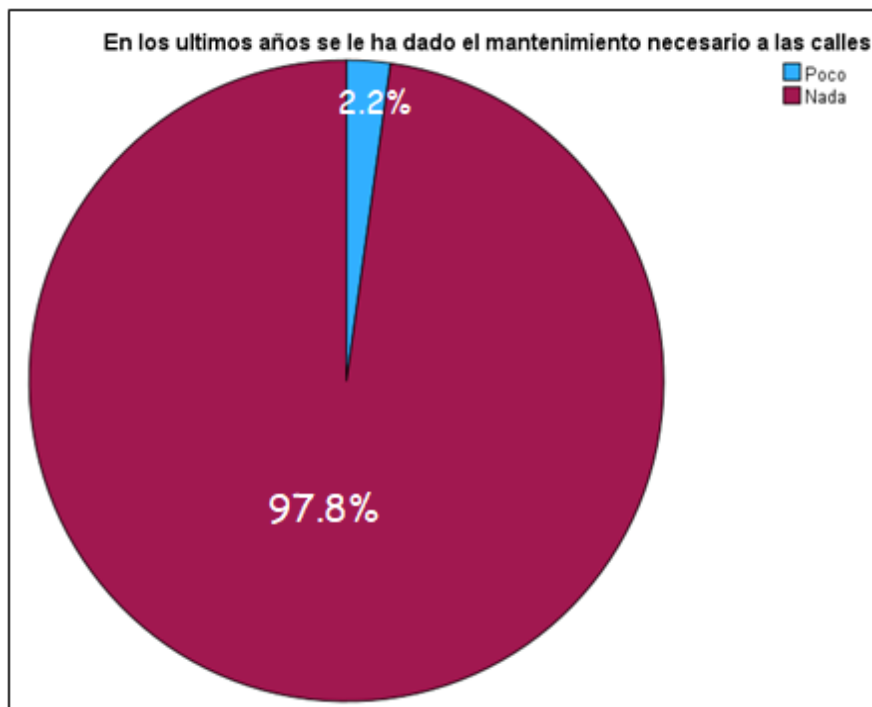
En el gráfico 4 se observa que el 97.8 % de los encuestados respondieron que la comuna desde hace 6 años no les da mantenimiento a los tramos de las calles en el barrio Bosques de Juigalpan (ver gráfico 4).

Cuadro 7 En los últimos años se les ha dado el mantenimiento necesario a las calles

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Poco	1	2.2	2.2	2.2
	Nada	44	97.8	97.8	100.0
	Total	45	100.0	100.0	

Fuente: Propia en base del software de análisis estadístico SPSS.sav

Gráfico 4 En los últimos años se les ha dado el mantenimiento necesario a las calles



Fuente: Propia en base del software de análisis estadístico SPSS.sav

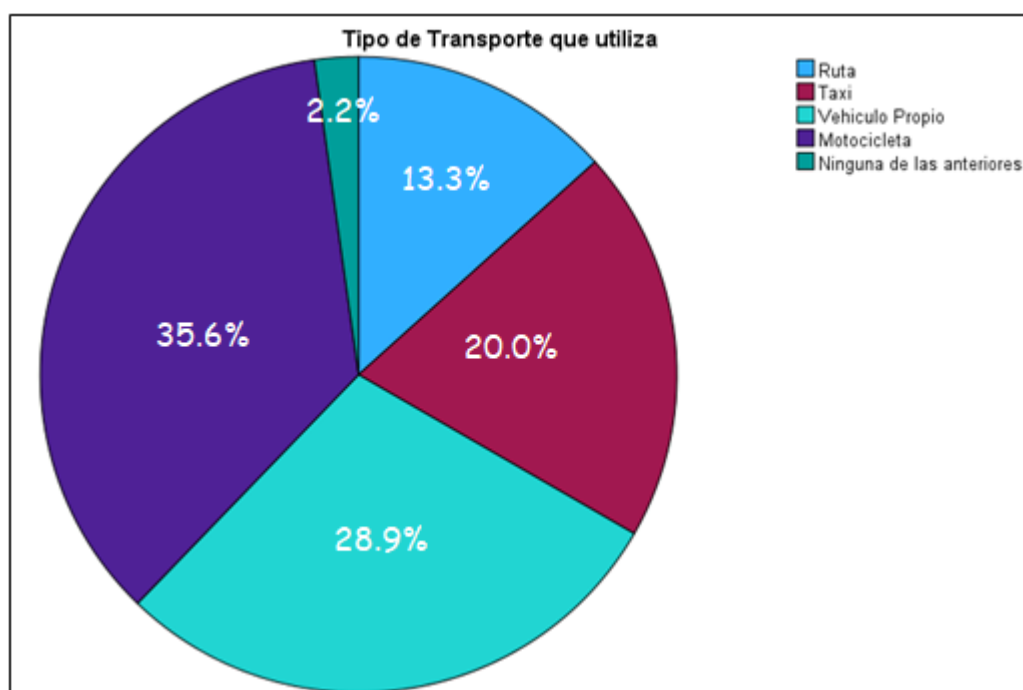
Se constató que el 13.3 % de la población se traslada en transporte colectivo (bus), el 20.0 % ocupa taxi, un 28.9 % tiene vehículo propio, el 35.6 % tiene motocicleta debido a que el gasto en combustible es más accesible y un menor porcentaje del 2.2 % no respondió (ver gráfico 5).

Cuadro 8 Tipo de Transporte que utiliza

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Ruta	6	13.3	13.3	13.3
	Taxi	9	20.0	20.0	33.3
	Vehículo Propio	13	28.9	28.9	62.2
	Motocicleta	16	35.6	35.6	97.8
	Ninguna de las anteriores	1	2.2	2.2	100.0
	Total	45	100.0	100.0	

Fuente: Propia en base del software de análisis estadístico SPSS.sav

Gráfico 5 Tipo de Transporte que utiliza



Fuente: Propia en base del software de análisis estadístico SPSS.sav

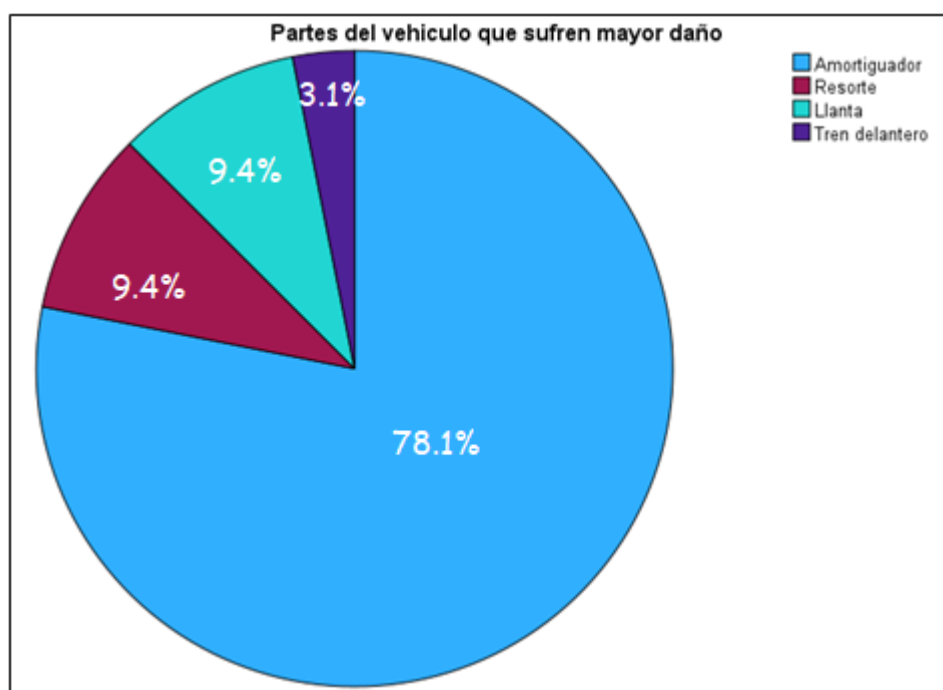
El 78.1 % respondió que lo que mayor sufren daño los vehículos es el amortiguador, esto es causado por los baches que presentan los tramos de calles en la zona de estudio (ver gráfico 6).

Cuadro 9 Partes del vehículo que sufren mayor daño

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Amortiguador	25	55.6	78.1	78.1
	Resorte	3	6.7	9.4	87.5
	Llanta	3	6.7	9.4	96.9
	Tren delantero	1	2.2	3.1	100.0
	Total	32	71.1	100.0	
Perdidos	Sistema	13	28.9		
Total		45	100.0		

Fuente: Propia en base del software de análisis estadístico SPSS.sav

Gráfico 6 Partes del vehículo que sufren mayor daño



Fuente: Propia en base del software de análisis estadístico SPSS.sav

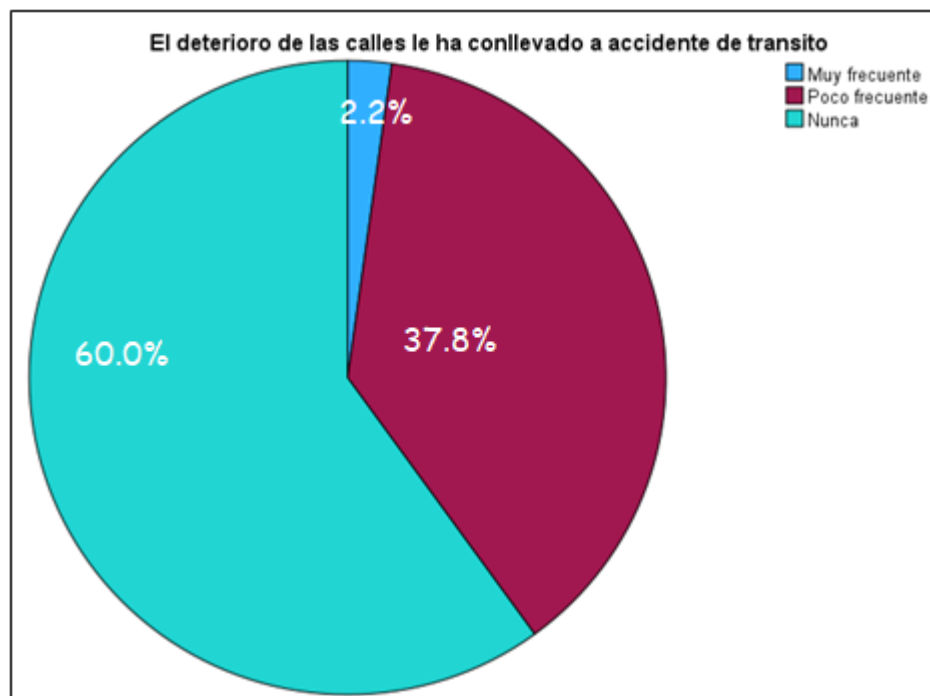
El 60.0 % respondió que por medio del deterioro de las calles nunca les ha provocado accidente y el 40.0 % han tenido accidente con mucha y poca frecuencia esto es en el caso de los que se transportan en motocicleta (ver gráfico 7).

Cuadro 1 El deterioro de las calles le ha conllevado a accidente de tránsito

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Muy frecuente	1	2.2	2.2	2.2
	Poco frecuente	17	37.8	37.8	40.0
	Nunca	27	60.0	60.0	100.0
	Total	45	100.0	100.0	

Fuente: Propia en base del software de análisis estadístico SPSS.sav

Gráfico 7 El deterioro de las calles le ha conllevado a accidente de tránsito



Fuente: Propia en base del software de análisis estadístico SPSS.sav

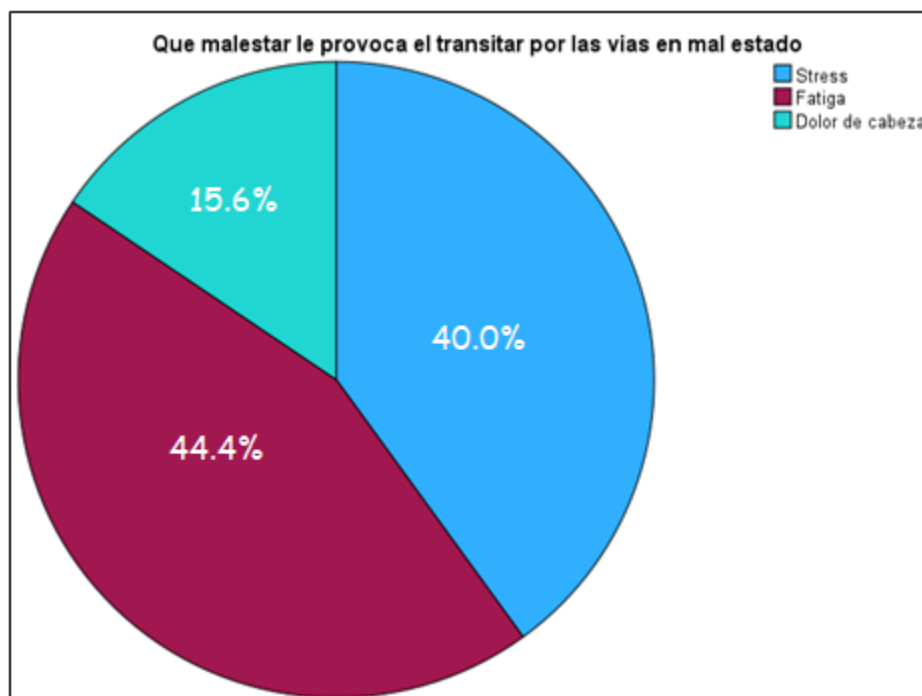
En la encuesta se constató que el 44.4 % les provoca fatiga al transitar por los tramos de calles en mal estado, el 40.0 % les causa stress, un mínimo porcentaje del 15.6 % les da dolor de cabeza (ver gráfico 8).

Cuadro 11 Que malestar le provoca el transitar por las vías en mal estado

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Stress	18	40.0	40.0	40.0
	Fatiga	20	44.4	44.4	84.4
	Dolor de cabeza	7	15.6	15.6	100.0
	Total	45	100.0	100.0	

Fuente: Propia en base del software de análisis estadístico SPSS.sav

Gráfico 8 Que malestar le provoca el transitar por las vías en mal estado



Fuente: Propia en base del software de análisis estadístico SPSS.sav

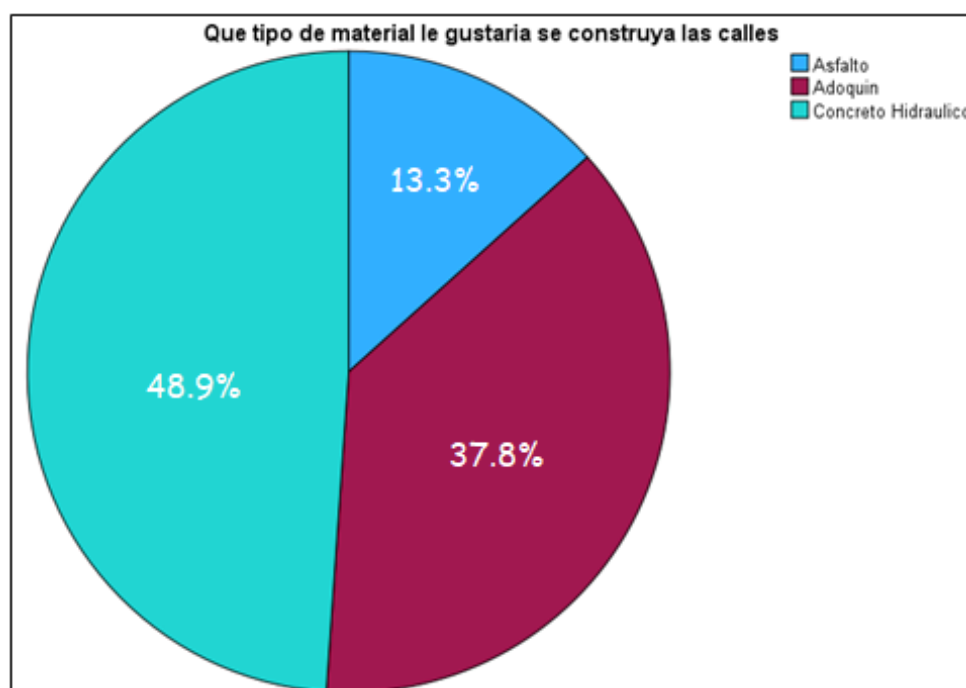
Se observa que el 48.9 %, les gustaría que las calles se construyan de concreto hidráulico, en el caso del proyecto se tiene previsto construir el pavimento de adoquín, debido a que los costos son más bajos en construcción y mantenimiento (ver gráfico 9).

Cuadro 2 Qué tipo de material le gustaría se construya las calles

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Asfalto	6	13.3	13.3	13.3
	Adoquín	17	37.8	37.8	51.1
	Concreto Hidráulico	22	48.9	48.9	100.0
	Total	45	100.0	100.0	

Fuente: Propia en base del software de análisis estadístico SPSS.sav

Gráfico 9 Qué tipo de material le gustaría se construya las calles



Fuente: Propia en base del software de análisis estadístico SPSS.sav

5.3 Estudio de tránsito

Uno de los elementos primarios para el diseño de las carreteras es el volumen de Tránsito Promedio Diario Anual, conocido en forma abreviada como TPDA, que se define como el volumen total de vehículos que pasan por un punto o sección en un período de tiempo equivalente a 365 días (Navarro Hudiel, 2017).

❖ **Recopilación de datos**

Se llevó a cabo con un aforo vehicular en un punto estratégico con buena visibilidad ubicado en la entrada del barrio Bosques de Juigalpan. Este conteo tuvo una duración de siete días (7 días) con turnos de doce horas, comenzando desde las 06:00 Am hasta las 06:00 Pm en lapsos de 15 minutos en ambos sentidos.

❖ **Clasificación vehicular**

El Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI) clasifica los vehículos en 3 tipos:

1. Vehículos de pasajeros
2. Vehículos de carga
3. Equipo pesado

5.3.1 Volumen de tránsito

El volumen de tránsito que circula por la vía se determinó a través de aforos (conteo de vehículos).

A continuación, se presentan los resultados obtenidos del conteo vehicular:

En el siguiente cuadro, se muestran los resultados del aforo realizado durante 7 días, 12 horas al día en la entrada del barrio Bosques de Juigalpan. En donde se aprecia las cantidades que transitaron la vía por tipo de vehículo y sus respectivos porcentajes. Se determinó además que el tramo es transitado mayormente por motocicletas y autos, y que los días de semana son los días de mayor tráfico.

En los anexos (Pag II y III) se presenta los diferentes tipos de Vehículos que son clasificados por el personal de Conteos de Tráfico del Sistema de Administración de Pavimentos MTI, al momento de realizar estudios en las diferentes estaciones de conteo del país.

Cuadro 3 Resultados Aforo Vehicular en Ambos sentidos

Resumen de Aforo vehicular y cálculo de TPDiS (Tránsito promedio Diurno Semanal)												
Estacion de conteo: Barrio Bosques de Juigalpan					Días: 7			Horas: 84		KM:		
Mes/Año: Abril 2023					Periodo: S							
Días	Vehiculos Livianos				Vehiculos de Pasajeros			Vehiculos de Carga				total Veh/12hr
	Motos	Autos	Jeeps	Cmta.	M Bus < 15p	Mc Bus >15p	Bus	C2	C2LIV	C2>5T	C3	
Lunes	915	252	12	155	5	3	4	2	17	4	0	1369
Martes	807	216	9	147	12	7	7	8	21	0	2	1227
Miercoles	757	308	13	139	15	0	4	0	16	7	1	1256
Jueves	908	328	17	149	0	2	10	1	17	8	0	1440
Viernes	783	211	10	141	7	3	1	4	23	10	1	1194
Sabado	804	241	9	161	18	19	2	5	14	7	3	1283
Domingo	623	198	7	132	0	3	0	0	7	4	0	974
Total de Vehiculos	5597	1754	77	1024	57	37	28	20	115	40	7	8743
Porcentaje Vehicular%	97%					3%						100%
TPDiS(Vehiculos 12 hrs)	800	251	11	146	8	5	4	3	16	6	1	1251

Fuente: Propia

Lo que se puede observar de los resultados del conteo vehicular es que las calles son transitadas en su mayoría por vehículos livianos ya que predominan en un 97% y los pesados de carga conforman el 3%.

5.3.2 Tránsito Promedio Diario (TPD)

Para determinar el tránsito promedio diario se utiliza siguiente ecuación:

Ecuación 1:

$$TPD = \frac{N}{T}$$

Donde:

TPD: Tránsito promedio diario por tipo de vehículo.

N: Sumatoria de todos los vehículos aforados

T: Tiempo de duración del aforo en días.

Ejemplo:

$$TPD_{Moto} = \frac{5,597}{7} = 799.57 \approx 800 Veh/dia$$

5.3.3 Ajuste Tránsito Promedio Diario

El aforo vehicular se realizó durante 7 días y 12 horas continuas, por tanto, es necesario hacer el ajuste para 24 horas de un día completo incluyendo la noche.

En la red vial básica del país, el sistema de conteo de tráfico en el año 2020 tiene identificado 598 estaciones clasificadas en: 11 estaciones de mayor cobertura, 328 Estaciones de Corta Duración, 248 estaciones de conteo sumarias y 11 estaciones que a la fecha no tienen conteo.

Las 11 estaciones de Mayor Cobertura son las siguientes:

Cuadro 14 Estación de mayor cobertura

CODIGO NIC	EST.	TIPO	NOMBRE DEL TRAMO
NIC-1	101B	EMC	Zona Franca – La Garita
NIC-1	107	EMC	Sebaco – Emp. San Isidro
NIC-2	200	EMC	Entrada al INCAE – El Crucero
NIC-3	300	EMC	Sebaco – Quebrada Honda
NIC-4	401	EMC	Masaya – Granada
NIC-7	700	EMC	Emp. Camoapa – Tecolostote
NIC-12 ^a	1205	EMC	Emp. Chichigalpa – Rotonda Chinandega
NIC-18^a	1802	EMC	San Marcos – Masatepe
NIC-24 ^a	2404	EMC	Chinandega – Corinto
NIC-24B	2400	EMC	Chinandega (rotonda) – Rancheria
NIC-28	2803	EMC	Nagarote – La Paz Centro

Fuente: Anuario de tráfico vehicular 2020 del MTI

Para la selección de los factores de ajuste se seleccionó el vector geográfico correspondiente N3 código CN central norte, posteriormente la estación de mayor cobertura más cercana al tramo en estudio NIC-7 estación 700 empalme San Francisco- Tecolostote, pero los porcentajes del aforo vehicular no coinciden con los porcentajes de esta estación por lo que se procedió a seleccionar la estación de corta duración Tuma la Dalia, la cual se asemeja al porcentaje del aforo (ver cuadro 15). Esta corresponde a la estación de mayor cobertura 1802 San Marcos Masatepe, por lo que se tomó los factores del primer cuatrimestre del año en base a la fecha que se realizó el aforo (Cuadro 17).

Cuadro 15 tráfico promedio diario anual histórico por tipo de vehículo año 2020



MINISTERIO DE TRANSPORTE E INFRAESTRUCTURA

DIVISION GENERAL DE PLANIFICACION

DIVISION DE ADMINISTRACION VIAL

OFICINA DE DIAGNOSTICO, EVALUACION DE PAVIMENTOS Y PUENTES

TRAFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL HISTORICO POR TIPO DE VEHICULO

AÑO 2020

N°	CODIGO NIC	EST.	TIPO	NOMBRE DEL TRAMO	Año	Motos	Autos	Jeep	Cmto.	McBus <15 pas.	MnBus 15-30 s.	Bus	Liv. 2-5 Ton	C2 5 + Ton	C3	Tx-Sx <= 4e	Tx-Sx >= 5e	Cx-Rx <= 4e	Cx-Rx >= 5e	V.A	V.C	Otros	TPDA
59	NIC-5	502	ECD	El Turma - La Dalia	2020	2265	1113	484	1094	446	376	507	135	105	19		15			1	2	1	6.563
					2019	2632	720	147	897	50	57	124	164	128	22		14			8	6	14	4.982
					2014	491	73	68	432	18	44	61	76	132	5		25					2	1.427
					2013	424	178	85	465	33	33	70	68	119	9		17					1	1.502
					2010	269	105	66	263	56	7	64	59	99	17		6				2	1	1.014
					2008	141	45	68	196	33	1	69	40	105	6		3						707
					2005	79	10	73	243	75	1	67	43	49	6	1	6			0		1	654
					2003	66	10	46	167	47	3	44	32	84	5		1				0		506
					2001	64	11	67	186	18		55	35	100	9		2			1			547
					1997	36	1	64	141			42	13	74	29	1	1			5	1	6	414
					1996	29	33	33	142	1	8	32	24	72	25		2			1	1	1	404
				EMC:1802																			
				Tasa Crecimiento: 6.74%	2020	2265	1113	484	1094	446	376	507	135	105	19		15			1	2	1	6.563
					Liv.	4956				Pasaj.	1329		Pesado				278						
						76%					20%						4%						

Fuente: Anuario de aforo de tráfico MTI año 2020 pág.123

Cuadro 16 factor de ajustes estación1802 San Marcos- Masatepe



MINISTERIO DE TRANSPORTE E INFRAESTRUCTURA

DIVISION GENERAL DE PLANIFICACION

DIVISION DE ADMINISTRACION VIAL

OFICINA DE DIAGNOSTICO Y EVALUACION DE PAVIMENTOS



ESTACION DE MAYOR COBERTURA 1802

SAN MARCOS - MASATEPE

FACTORES - 2020

Factores del primer cuatrimestre del año Enero - Abril

Descripción	Moto	Carro	Jeep	Camioneta	Micro Bus	Mini Bus	Bus	Liv. 2-5 t.	C2	C3	Tx-Sx<=4	Tx-Sx>=5	Cx-Rx<=4	Cx-Rx>=5	V.A	V.C	Otros
Factor Día	1,34	1,29	1,18	1,25	1,23	1,14	1,38	1,15	1,20	1,21	1,00	1,32	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Factor Semana	0,95	0,96	1,00	0,97	0,92	0,93	0,89	0,91	0,83	0,86	1,00	0,86	1,00	1,00	1,00	1,00	0,89
Factor Fin de Semana	1,15	1,11	0,99	1,08	1,30	1,22	1,44	1,33	2,07	1,68	1,00	1,69	1,00	1,00	1,00	1,00	1,48
Factor Expansión a TPDA	1,15	1,15	1,35	1,13	1,20	1,23	1,16	1,15	1,04	1,27	1,00	1,54	1,00	1,00	1,00	1,00	1,88

Fuente: Anuario de aforo de tráfico MTI año 2020 pág. 385

Se utilizó para la realización del siguiente calculo, se tomó referencia del anuario de aforo de tráfico del 2020 el cuadro del primer cuatrimestre del año ya que nuestro aforo vehicular se realizó del 10 al 17 de abril del 2023.

Cuadro 4 transito promedio diario anual con sus respectivos valores de ajuste y porcentaje de vehículo

Camino: NIC-18ª	Estación :				Periodo: S	Días : 7	Horas : 12	Mes/Año: Enero 2023				Km:
Grupos	Vehiculos Livianos				Vehiculos de Pasajeros			Vehiculos de Carga				TOTAL
	Motos	Autos	Jeep	Cmta.	M Bus < 15p	Mc Bus > 15p	Bus	Liv.C2	C2	C2>5T	C3	
TPDi (12 HRS)	800	251	11	146	8	5	4	3	16	6	1	1251
Factor Día	1.34	1.29	1.18	1.25	1.14	1.23	1.38	1.15	1.20	1.32	1.21	
Factor Expansión	1.15	1.11	1.35	1.13	1.22	1.3	1.44	1.15	1.04	1.54	1.27	
TPDA	1233	359	18	206	11	8	8	4	20	12	2	1881
% TPDA	65.54%	19.10%	0.93%	10.96%	0.59%	0.43%	0.42%	0.21%	1.06%	0.65%	0.11%	100%
Composición Vehicular	Vehiculos livianos: 97 %					Vehículos de carga : 3%					100%	

Fuente: Propia

5.3.4 Tránsito promedio diario anual (TPDA)

El aforo vehicular se realizó durante 7 el día continuas, por tanto, es no es necesario hacer el ajuste para los factores de semana y fin de semana, solo se tomarán en cuenta el factor día y el factor de expansión.

Luego de obtenidos los datos del TPD se procede a calcular el TPDA con la siguiente ecuación:

Ecuación 2:

$$TPDA = TPD * f_d * f_{ex}$$

Ejemplo:

$$TPDA_{Moto} = 800 \times 1.34 \times 1.15 = 1233 \text{ Moto}$$

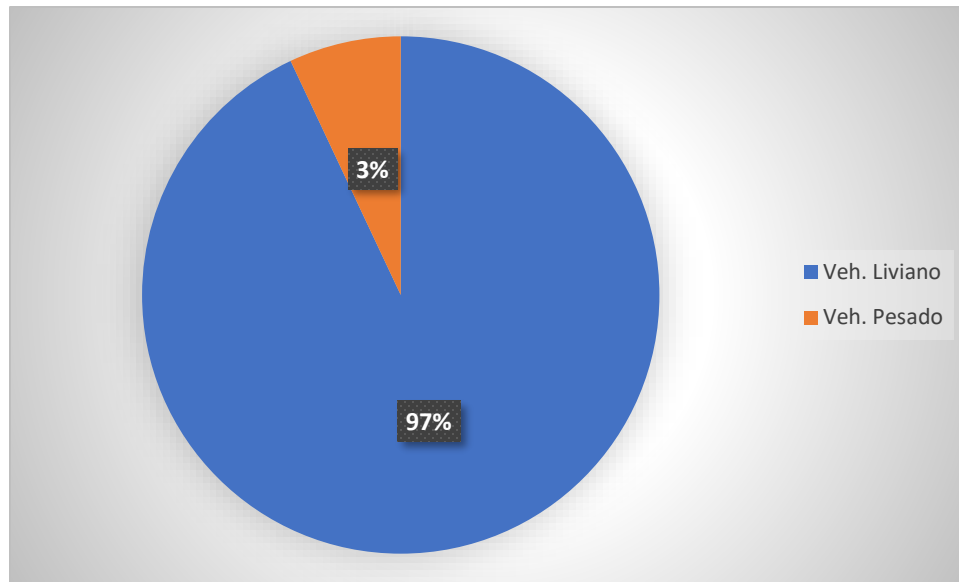
❖ Porcentaje de tránsito promedio diario anual

$$\% TPDA = \frac{TPDA(Liviano)}{TOTAL TPDA} \times 100$$

Ejemplo:

$$\% TPDA = \frac{97.12}{100} \times 100 = 97.12\%$$

Gráfico 10 TPDA (% Veh. Livianos y Veh. Pesados)



Fuente: Propia

5.4 Ingeniería del proyecto

5.4.1 Determinación del tamaño del proyecto

El proyecto contempla 4701.8710 m de calles de pavimento articulado del barrio Bosques de Juigalpan del municipio de Juigalpa, Chontales. Estos tramos de calles no están en adecuadas condiciones, debido a la pendiente natural del terreno en dichos tramos.

- Longitud de los tramos de calle: 4701.8710 m
- Ancho de calle: 6.50 m
- Número de carriles: 2
- Vida útil: 20 años

5.4.2 Información de planimetría de las calles

En los siguientes cuadros se observan los detalles de longitud de calles y áreas de calles.

Los resultados de los cuadros 18 y 19 se obtuvieron con un plano de distribución de calles en vista en planta por la Alcaldía Municipal de Juigalpa (ver página II en Anexo planos del proyecto) y se utilizó el Software AutoCAD versión 2015.

Cuadro 5 Longitud de calles

Descripción	Longitud (m)
Calle 1	637,606
Calle 2	1367,819
Calle 3	258,941
Calle 4	403,813
Calle 5	210,636
Calle 6	377,197
Calle 7	189,329
Calle 8	88,637
Calle 9	94,826
Calle 10	78,885
Calle 11	53,304
Calle 12	28,380
Calle 13	12,403
Calle 14	46,665
Calle 15	39,329
Calle 16	43,494
Calle 17	39,079
Calle 18	40,204
Calle 19	40,369
Calle 20	40,928
Calle 21	37,608
Calle 22	23,147
Calle 23	150,712
Calle 24	143,900
Calle 25	254,659
Σ	4701,871 M

Fuente: Propia en base del plano proporcionado por la Alcaldía municipal de Juigalpa y ayuda del Software AutoCAD 2015

Cuadro 6 Áreas de calles

Descripción	Áreas (m²)
Calle 1	4144.44
Calle 2	8890.82
Calle 3	1683.12
Calle 4	2624.78
Calle 5	1369.13
Calle 6	2451.78
Calle 7	1230.64
Calle 8	576.14
Calle 9	616.37
Calle 10	512.76
Calle 11	346.47
Calle 12	184.47
Calle 13	80.62
Calle 14	303.32
Calle 15	255.64
Calle 16	282.71
Calle 17	254.02
Calle 18	261.32
Calle 19	262.40
Calle 20	266.03
Calle 21	244.45
Calle 22	150.46
Calle 23	979.63
Calle 24	935.35
Calle 25	1655.28
Σ	30562.16

Fuente: Propia en base del plano proporcionado por la Alcaldía municipal de Juigalpa y ayuda del Software AutoCAD 2015

5.4.3 Estudio de Suelo

Por motivo de tiempo no se realizó el estudio de suelo para determinar las características exactas del suelo, por esta razón utilizamos valores supuestos para poder determinar los cálculos del diseño de la estructura de pavimento, tomando un CBR de subrasante de 5% basándonos en el ejemplo del Manual Centroamericano para Diseño de pavimentos.

Por lo tanto, lo ideal sería realizar un sondeo manual para analizar y cuantificar las características físico-mecánicas del subsuelo a lo largo del camino, por medio de la realización de ensayos de laboratorio por medio de un estudio de

Granulometría, Plasticidad, Límites de Atterberg, Compactación de suelo y Razón de soporte de California (CBR, California Bearing Ratio).

5.4.4 Análisis de cargas y ejes equivalentes

Para poder determinar los Factores Equivalentes de Carga por tipo de vehículo, es necesario conocer el tipo de pavimento del que está compuesto la superficie de rodamiento, los pesos por ejes de cada uno de los vehículos sujetos a estudio, el Número Estructural (SN) que componen las diferentes capas de la carretera y la pérdida de Serviciabilidad presente en la carretera (Manual para la Revisión de Estudios Hidrotécnicos de Drenaje Menor, 2008, pág. 83).

Para el cálculo de nuestro ESAL'S consideramos un índice de serviciabilidad final de 2.0, valor recomendado para vías locales y ramales secundarios como es el caso, y se asume un coeficiente estructural de carga de SN = 5.

Se procedió a calcular el factor equivalente de carga por cada eje utilizando los cuadros de factores equivalentes para pavimentos flexibles para ejes simples y tándem (Ver anexos página IV y V).

Para el cálculo del ESAL'S se realizaron los cálculos de tránsito de diseño, el cual se tiene lo siguiente:

❖ Tasa de crecimiento vehicular (TC)

Se necesitó establecer una proyección de tránsito para conocer el crecimiento de este a lo largo del período de diseño, el MTI (Ministerio de Transporte e Infraestructura) proporciona estos datos de registros históricos del comportamiento vehicular de la red vial, en el cual no hay datos históricos en el lugar de estudio.

Donde el crecimiento vehicular se calcula por diferentes años con la siguiente ecuación:

Crecimiento vehicular:

Ecuación 3:

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

Donde:

TC: tasa de crecimiento vehicular

TPDA _i: tráfico promedio diario actual

TPDA₀: tráfico promedio diario del año base

n: diferencia de años

En el cuadro 20, se observa el crecimiento del TPDA desde el año 2007 hasta el 2020 en base a clasificación de la red vial básica, el cual oscila entre 0.73 al 11.56 % se realiza una sumatoria de los datos que no sea negativa ni mayor a 10, una vez sumado todos los datos se divide entre la cantidad de años con la que se está proyectando.

El crecimiento del tránsito vehicular se obtuvo de los porcentajes promedios a nivel nacional del anuario de aforo 2020 implementado por el MTI (Ministerio de Transporte e Infraestructura) (Ver cuadro 20).

Cuadro 7 Crecimiento de tránsito vehicular a nivel nacional

Año	Troncal Principal	Troncal Secundaria	Colectora Principal	Colectora Secundaria	Vecinal	TPDA Total	Crecimiento
2007	741,529	50,018	83,265	54,286	42,650	971,748	
2008	762,653	51,334	97,085	62,547	46,214	1019,833	4.95%
2009	801,352	51,248	99,305	67,913	51,213	1071,031	5.02%
2010	804,874	56,492	102,666	77,776	52,362	1094,170	2.16%
2011	818,768	58,106	108,665	80,935	55,120	1121,594	2.51%
2012	840,981	62,576	115,099	81,176	55,778	1155,610	3.03%
2013	830,012	65,041	132,331	87,741	60,312	1175,437	1.72%
2014	863,450	71,371	143,697	92,370	62,755	1233,643	4.95%
2015	951,313	75,100	144,071	96,862	68,780	1336,126	8.31%
2016	997,692	87,743	149,198	100,260	68,393	1403,286	5.03%
2017	1139,926	91,463	160,037	106,315	67,715	1565,456	11.56%
2018	1132,215	104,214	164,959	101,124	74,433	1576,945	0.73%
2019	1212,742	115,418	186,968	120,892	78,398	1714,418	8.72%
2020	1167,966	135,189	196,529	132,730	96,066	1728,481	0.82%

Fuente: Anuario 2020 Tabla N°8 TPDA por Clasificación Vehicular pág. 25

La tasa de crecimiento vehicular para el período (2007-2020) se obtiene de la siguiente manera: Según la tasa de crecimiento con los datos del anuario 2020 el sector vial del país tiene un promedio de un 4.89 % del flujo vehicular (Ver cuadro 21).

Cuadro 8 Incremento histórico del tránsito promedio diario

Año	Crecimiento %
2007	
2008	4.95
2009	5.02
2010	2.16
2011	2.51
2012	3.03
2013	1.72
2014	4.95
2015	8.31
2016	5.03
2017	11.56
2018	0.73
2019	8.72
2020	0.82
Promedio	3.99%

Fuente: Elaboración propia en base al Anuario 2020: Tabla N°8 TPDA por Clasificación Vehicular

Anexo VI

Ejemplo:

$$TC_{\text{Vehicular}} = (4.95+5.02+2.16+2.51+3.03+1.72+4.95+8.31+5.03+0.73+8.72+0.82) / 12 = 3.99\%$$

Según la tasa de crecimiento con los datos del anuario 2020 el sector vial del país tiene un promedio de 3.99% del flujo vehicular (ver cuadro 21)

❖ Comportamiento del producto interno bruto

En el siguiente cuadro se observa el cálculo de promedio de porcentaje de crecimiento del PIB por cada periodo anual del año 2000 al 2020 en el cual se

realiza una sumatoria excluyendo los datos negativos y los mayores de 10. (Ver cuadro 22)

Cuadro 9 Crecimiento del PIB (% anual)

Año	% de crecimiento
2000	4.1
2001	3.0
2002	0.8
2003	2.5
2004	5.3
2005	4.3
2006	3.8
2007	5.1
2008	3.4
2009	-3.3
2010	4.4
2011	6.3
2012	6.5
2013	4.9
2014	4.8
2015	4.8
2016	4.6
2017	4.6
2018	-3.4
2019	-3.8
2020	-1.8
Promedio	4.31%

Fuente: Propia en base del Banco mundial del período año 2000 al 2020

Ejemplo:

TCPIB =

$(4.1+3.0+0.8+2.5+5.3+4.3+3.8+5.1+3.4+4.4+6.3+6.5+4.9+4.8+4.8+4.6+4.6) /$

$17 = 4.31\%$

Según la tasa de crecimiento del PIB, los datos obtenidos del sitio web Datosmacro.com el promedio es de 4.31% en base a los datos histórico del 2000 - 2020 (ver cuadro 22)

❖ Cálculo de tasa de crecimiento de tránsito (i)

Para obtener este valor que se sustituirá en la ecuación del tránsito de diseño, se toma en cuenta los valores obtenidos primeramente como el porcentaje de crecimiento vehicular, crecimiento económico y el promedio del crecimiento poblacional.

Tasa de crecimiento poblacional: 0.50 % según (INIDE 2008 “JUIGALPA en cifra”)

Porcentaje de crecimiento vehicular: 3.99 % (ver cuadro 21)

Crecimiento económico: 4.31 % (ver cuadro 22)

Ecuación 4:

$$i = \frac{TCP + \%Crecimiento\ vehicular + Crecimiento\ económico}{3}$$

Ejemplo:

$$i = \frac{0.50 \% + 3.99 \% + 4.31 \%}{3} = 2.93 \%$$

Este valor de tasa de crecimiento de 2.93 % se tomó para la proyección de tránsito en la zona del municipio de Juigalpa.

Según el cuadro 17 el TPDA es de 1881 y con una tasa de crecimiento de tránsito de 2.93 % y se aplicó la ecuación geométrica, para el cálculo de la proyección del tránsito futuro (ver cuadro 23).

❖ Proyección de tránsito futuro

$$TPDA_{\text{proy}} = TPDA_0(1 + i)^n$$

Ejemplo:

$$TPDA_{2024} = 1881 \times (1 + (2.93\%/100))^{2024-2023}$$

$$TPDA_{2024} = 1936$$

$$TPDA_{2025} = 1936 \times (1 + (2.93\%/100))^{2025-2024}$$

$$TPDA_{2025} = 1993$$

Cuadro 10 Proyección del TPDA (20 años)

Año	Proyección
2023	1881
2024	1936
2025	1993
2026	2051
2027	2111
2028	2173
2029	2237
2030	2302
2031	2370
2032	2439
2033	2511
2034	2584
2035	2660
2036	2738
2037	2818
2038	2901
2039	2986
2040	3073
2041	3163
2042	3256
2043	3351

Fuente: Propia en base al cuadro 17 Pag.43

❖ **Período de diseño**

El manual centroamericano de normas para el diseño geométrico de las carreteras regionales (SIECA) recomienda un período de proyección de 20 años como la base para el diseño, aunque igualmente se acepta que para proyectos de construcción o rehabilitación de carreteras se puede reducir dicho horizonte a un máximo de 10 años.

Cuadro 11 Períodos de diseño para diferentes tipos de carreteras

Tipo de carretera	Periodo de diseño
Autopista Regional	20-40 años
Troncales suburbanas	15-30 años
Troncales Rurales	
Colectoras Suburbanas	10-20 años
Colectoras Rurales	

Fuente: Manual Centroamericano de normas para el diseño geométrico de carreteras regionales (SIECA) 2001 Pág. 7-5

❖ **Factor de crecimiento**

Este factor se relaciona con el número de años al cual se proyecta el estudio de tránsito, tasa del crecimiento anual, esta muestra como incrementan el flujo vehicular en todo el período de diseño.

Ecuación 5:

Factor de crecimiento:

$$FC = \left(\frac{(1 + i)^{n-1}}{i} \right) \times 365$$

Donde:

FC: Factor de crecimiento.

i: Tasa de crecimiento de tránsito.

n: Período de diseño en años.

365: Días del año.

Aplicando la ecuación 13 se tiene el siguiente resultado:

i :2.93 %

n :20 años

Ejemplo:

$$FC = \left(\frac{(1 + 0.0293)^{20-1}}{0.0293} \right) \times 365$$

$$FC = \left(\frac{(1.0293)^{19}}{0.0293} \right) \times 365$$

$$FC = 21,563.67 \cong 21,564$$

❖ **Factor de direccional (FD)**

Es una calle de dos carriles, uno en cada dirección, el carril de diseño es uno de ellos, por lo tanto, el factor de distribución por carril es 50 %. Para colectora suburbana multicarriles, el carril de diseño es el carril exterior y el factor de distribución depende del número de carriles en cada dirección que tenga la calle. En el siguiente cuadro se muestran los valores utilizados por la AASHTO-1993.

Cuadro 12 Factor de distribución por dirección (FD)

Número De carriles en ambas direcciones	Porcentaje de Distribución
2	50
4	45
6 o más	40

Fuente: SIECA 2001, Referencia: guía de diseño de pavimentos AASTHO, 1993 Pág.57

La distribución de la vía será de 50 %: 0.5 en función de los dos carriles que se tiene proyectado.

❖ **Factor de distribución por carril**

Es un factor que se define por el carril de diseño para un camino cualquiera de los dos puede ser el carril de diseño donde la SIECA los proporciona por número de carriles en una sola dirección.

Cuadro 13 Factores de distribución por carril

Número de carriles en una sola dirección	Fc
1	1
2	0.80 – 1.00
3	0.60 – 0.80
4	0.50 – 0.75

Fuente: SIECA 2001, Referencia: guía de diseño de pavimentos AASTHO, 1993 Pág.58

Para el tramo en estudio se asignó el valor de Fc: 1 ya que la vía posee un carril en un sentido direccional.

5.4.5 Determinación del tránsito de diseño

Obteniendo toda la información previa proporcionada por los aforos vehiculares propios que se realizaron y los realizados por el MTI (Instituto de Transporte e Infra estructura) se calcula el valor del tránsito de diseño con la siguiente ecuación.

Ecuación 6:

Tránsito de diseño:

$$TPDA_0 = T_0 \times (1 + i)^n$$

Donde:

TPDA₀: Tránsito promedio diario anual, inicial del año actual

T₀: Tránsito inicial en el año

n: Número de año en el periodo de diseño

En el cuadro 27, se muestra los resultados de TPDA para el período de diseño de 20 años (Ver cuadro24). Los cálculos se efectuaron con la ecuación 14 resultando un TPDA 3352.

Ejemplo:

$$TPDA_{Moto} = 1233 \times (1 + (2.93/100))^{20} = 2197$$

$$TPDA_{Auto} = 359 \times (1 + (2.93/100))^{20} = 640$$

Cuadro 14 Cálculo de TPDA 2043

Tipo de vehículo	TPDA 2023	Tasa de Crecimiento	N	TPDA Proyectado 2043
MOTO	1233	0.0293	20	2197
AUTO	359	0.0293	20	640
JEEP	18	0.0293	20	32
CMTA	206	0.0293	20	367
Mc Bus<15P	11	0.0293	20	20
Mc Bus>15p	8	0.0293	20	14
Bus	8	0.0293	20	14
C2	4	0.0293	20	7
C2 Liv	20	0.0293	20	36
C2>5T	12	0.0293	20	21
C3	2	0.0293	20	4
Total	1881			3352

Fuente: Propia

Cálculo de tránsito de diseño:

Ecuación 7:

$$TD = TPDA_0 \times FC \times FD \times Fc'$$

Donde:

TPDA₀: Tránsito promedio diario anual del año cero

FC: Factor de crecimiento

FD: Factor de distribución por sentido

Fc': Factor de distribución por carril

Posterior al cálculo del tránsito proyectado se determina el factor de crecimiento con la ecuación 13, resultando un valor de 21,564, un factor de distribución por sentido mostrado en el cuadro 25 con valor del 50 % y un factor de distribución por carril de 1 mostrado en el cuadro 26, estos valores se sustituyen en la ecuación 15 para determinar el tránsito de diseño.

Cálculo del tránsito de diseño para cada tipo de vehículo que transitan en los tramos de las calles en estudio.

Ejemplo:

$$T_D \text{MOTO} = 2,197 * 21,564 * 0.5 * 1 = 23,688,054$$

$$T_D \text{ AUTO} = 640 * 21,564 * 0.5 * 1 = 6,900,480$$

En el siguiente cuadro se observan los resultados del cálculo del T_D con un valor de 36,141,264.

Cuadro 15 Tránsito de diseño proyectado al año horizonte

Tipo de vehículo	TPDA 2043	FC	FD	F'C	TD 2043
MOTO	2197	21,564	0.5	1	23,688,054
AUTO	640	21,564	0.5	1	6,900,480
JEEP	32	21,564	0.5	1	345,024
CMTA	367	21,564	0.5	1	3,956,994
Mc Bus<15P	20	21,564	0.5	1	215,640
Mc Bus>15p	14	21,564	0.5	1	150,948
Bus	14	21,564	0.5	1	150,948
C2	7	21,564	0.5	1	75,474
C2 Liv	36	21,564	0.5	1	388,152
C2>5T	21	21,564	0.5	1	226,422
C3	4	21,564	0.5	1	43,128
Total	3352				36,141,264

Fuente: Propia

5.4.6 Factor de equivalencia (ESAL)

Se obtienen de la tabla del AASHTO-93 mostrada (Ver Anexos página IV y V), para ejes sencillos y dobles conociendo la serviciabilidad final ($P_t=2$), el número estructural asumido ($SN=5$) y los pesos (las cargas se encuentran en Kips) se obtienen los factores de equivalencia. Si los pesos de los ejes no se encuentran en estas tablas se deben de interpolar dichos valores.

5.4.7 Ejes equivalentes (W18), para pavimento flexible

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

Ecuación 8:

$$ESAL \text{ ó } W18 = TD \times FESAL$$

Donde:

TD: Tránsito de diseño (ver cuadro 26)

FESAL: Factor de equivalencia

Ejemplo:

Para 2,200 lbs de un eje sencillo mediante tabla D1-D2 de AASHTO-93 con $SN=5$.

$$ESAL \text{ o } W18_{Jeep} = 345,024 * 0.0038 = 1,024.29 \cong 1,024 \text{ (ver cuadro 29).}$$

$$ESAL \text{ o } W18_{Camioneta} = 3,956,994 * 0.0038 = 14,831.72 \cong 14,832 \text{ (ver cuadro 29).}$$

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

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

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

En el siguiente cuadro se observa que para el diseño de los tramos de calles analizada se obtuvo un valor de: ESAL o W18= **3,400,364** por carril de diseño.

Cuadro 16 Cálculo número ESAL para pavimento flexible

Cálculo de ejes equivalentes de 18 Kips (8.2 TON)						
Tipo de vehículo	TPDA₂₀₂₃	Peso por eje en Lbs	Tipo de eje	TD	F.ESAL	ESAL de Diseño
MOTO	2197	0	Simple	23,688,054	0	0
		0	Simple	26,688,054	0	0
AUTO	640	0	Simple	6,900,480	0	0
		0	Simple	6,900,480	0	0
JEEP	32	2,200	Simple	345,024	0.0038	1,311
		2,200	Simple	345,024	0.0038	1,311
CMTA	367	2,200	Simple	3,956,994	0.0038	15,037
		2,200	Simple	3,956,994	0.0038	15,037
Mc Bus<15P	20	2,200	Simple	215,640	0.0038	819
		4,400	Simple	215,640	0.0036	776
Mc Bus>15p	14	8,800	Simple	150,948	0.0538	8,121
		17,600	Simple	150,948	0.9224	139,234
Bus	14	11,000	Simple	150,948	0.137	20,680
		22,000	Simple	150,948	2.31	348,690
C2	7	11,000	Doble	75,474	0.137	10,340
		36,300	Doble	75,474	1.431	108,003
C2 Liv	36	11,023	Triple	388,152	0.137	53,177
		17,637	Triple	388,152	1.431	555,445
		17,637	Triple	388,152	1.431	555,445
C2>5T	21	11,023	Quíntuple	226,422	0.137	31,020
		17,637	Quíntuple	226,422	1.431	324,010
		17,637	Quíntuple	226,422	1.431	324,010
		17,637	Quíntuple	226,422	1.431	324,010
		17,637	Quíntuple	226,422	1.431	324,010
C3	4	11,023	Séxtuple	43,128	0.137	5,909
		17,637	Séxtuple	43,128	1.431	61,716
		17,637	Séxtuple	43,128	1.431	61,716
		14,705	Séxtuple	43,128	0.857	36,961
		14,683	Séxtuple	43,128	0.853	36,788
		14,683	Séxtuple	43,128	0.853	36,788
Total, ESAL's de Diseño						3,400,364

Fuente: Propia

5.5 Diseño de estructura de pavimento

Un pavimento debe de satisfacer los siguientes propósitos:

- Resistir y distribuir adecuadamente las cargas producidas por el tránsito.
- Resistir la acción destructora de los vehículos.
- Tener resistencia ante los agentes atmosféricos.
- Poseer superficie de rodamiento cómoda, segura y fácil de los vehículos.
- Presentar flexibilidad para adaptarse a algunas fallas de base o sub base.
- Debe ser duradero y económico.
- Debe poseer el color adecuado para evitar reflejos y deslumbramientos, y ofrecer una adecuada seguridad al tránsito, tanto diurno como nocturno.
- Debe presentar una regularidad superficial, tanto transversal como longitudinal, que permita una adecuada comodidad a los usuarios.

Se utilizó el método de Diseño de la Guía de Diseño de Espesores de pavimento de la AASHTO (1993). El método toma en cuenta el Estudio Geotécnico, el cual tiene la finalidad de proporcionar la información necesaria, basada en las características y propiedades de los materiales que conforman los suelos de cada capa de la estructura, así como la composición vehicular a la que someterá la estructura de pavimento a las cargas variables de tránsito (Manual para la Revisión de Diseños de Pavimentos, 2008)

5.5.1 Pérdidas de serviciabilidad

Los valores recomendados son los que se obtuvieron en el AASHTO Road Test:

❖ Serviciabilidad inicial (P_0)

$P_0 = 4.5$ para pavimentos rígidos.

$P_0 = 4.2$ para pavimentos flexibles.

Según lo establecido por la ASSHTO 93 para pavimentos articulado se usará $p_o = 4.2$.

❖ **Serviciabilidad final (pt)**

Cuadro 17 Valor de serviciabilidad final (pt)

Característica de la vía	Valor de (p_t)
Autopistas Urbanas y troncales de mucho tránsito	2.5 – 3
Autopistas Urbanas y troncales de intensidad de tránsito normal, así como para autopistas interurbanas	2.0 – 2.5
Vías locales, ramales, secundarias y agrícolas	1.8-2.0

Fuente: Manual AASHTO – 93

Según las características de la vía que corresponde a una vía local y los parámetros normados en la ASSHTO 93 se usará un valor de serviciabilidad final $p_t = 2.0$

Se cálculo de la siguiente manera aplicando la **ecuación 6**:

$$\Delta PSI = P_o - P_t$$

Sustituyendo valores se tiene el siguiente resultado:

$$\Delta PSI = 4.2 - 2.0$$

Resultado:

$$\Delta PSI = 2.2$$

5.5.2 Determinación del Número Estructural (SN)

Para realizar el cálculo se utilizaron tablas de factores equivalentes de carga para pavimentos flexibles, lo cual asumiremos un $SN=5$; Este es un número arbitrario que uno puede elegir entre $SN=1$ y $SN=5$, y un $P_t=2$, tomando en cuenta que nuestra carretera está clasificada como vía local.

5.5.3 El parámetro de confiabilidad R

Con el parámetro confiabilidad R, se trata de llegar a cierto grado de certeza en el método de diseño, para asegurar que las diversas alternativas de la sección estructural que se obtenga duraran como mínimo el periodo de diseño.

En la siguiente tabla se sugieren diferentes niveles de confiabilidad:

Cuadro 31 Niveles de confiabilidad sugerida para diferentes carreteras

NIVELES DE CONFIABILIDAD		
CLASIFICACION FUNCIONAL	URBANO	RURAL
Carretera interestatal o autopista	85-99.99	80-99.99
Arteria principal	80-99	75-95
Colectora de transito	80-95	75-95
Carreteras locales	50-80	50-80

Fuente: Guía para diseño de estructuras de pavimento AASHTO 93

Para el barrio elegimos un nivel de confiabilidad de 80%, ya que la vía en estudio se clasifico como carreteras locales, ubicada en una zona urbana. Este valor se tomó de forma modesta tomando en cuenta las cargas vehiculares en este sector, dejándolo en el rango aceptable para este tipo de carretera.

Cabe mencionar que un nivel alto de confiabilidad implica que un pavimento sea más costoso y por lo tanto mayores costos iniciales, pero también pasara más tiempo hasta que ese pavimento necesite una reparación y por ende los costos de mantenimiento serán menores.

5.5.4 Desviación estándar (So)

Este parámetro está ligado directamente con la confiabilidad (R). En este estudio se utilizará un valor de desviación estándar desarrollado por la AASHTO para pavimentos flexibles de $So=0.45$.

5.5.5 Módulo de Resiliente.

En el método actual de la AASHTO, la parte fundamental para caracterizar debidamente los materiales, consiste en la obtención del Módulo de Resiliencia, con base en pruebas de laboratorio, realizadas en materiales a utilizar en la capa sub-rasante.

Recalcamos que para este taller monográfico tomamos un valor simulado de CBR ya el estudio de suelo no se realizó por motivo de tiempo.

Las ecuaciones de correlación recomendadas son las siguientes:

Para materiales de sub-rasante con CBR igual o menor a 10%

$$MR = 1500 \times CBR$$

Para materiales de la sub-rasante con valores de CBR mayores al 20%

$$MR = 4,326 \times \ln(CBR) + 241$$

Ecuación 9:

$$Mr = 1500 \times CBR$$

Del Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos (Ing. Jorge Coronado Iturbide, Noviembre de 2,002, pág. 246) se **sugiere** un CBR de Subrasante del 5 % para realizar el cálculo del Módulo de Resiliencia (Mr) el cual se tiene lo siguiente:

$$Mr = 1500 \times 5 \% = 7500$$

Según el (Manual de diseño de pavimento AASHTO 93), se asume un valor de 80% de nivel de confiabilidad el cual está recomendado por el mismo manual para tipos de caminos colectoras ubicadas en zonas urbanas.

Según el (Manual de diseño de pavimento AASHTO 93), Se adoptó un valor de desviación estándar de $S_o = 0.45$ recomendado para pavimentos flexibles, el cual

es también aplicable en diseño de pavimentos articulados como en el presente estudio.

La fórmula para la determinación de las distintas capas del diseño estructural del pavimento está dada por:

Ecuación 10:

$$\log_{10} W_{18} = Z_r \times S_o + 9.36 \times \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left| \frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right|}{0.40 + \frac{10.94}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \times \log_{10} Mr - 8.07$$

Donde:

W_{18} : Número de aplicaciones de cargas equivalentes de 80KN acumuladas en el período de diseño (n) donde el tránsito de diseño es de **3,400,364** (ver cuadro 29)

Z_r : Valor del área bajo la curva de distribución normal, función de la confiabilidad del diseño (R) o grado de confianza en que las cargas de diseño no serán superadas por las cargas reales aplicadas sobre el pavimento.

S_o : Desviación estándar del sistema, función de posibles variaciones en las estimaciones de tránsito (cargas y volúmenes) y comportamiento del pavimento a lo largo de su vida de servicio.

ΔPSI : Pérdida de serviciabilidad prevista en el diseño.

Mr : Módulo de resiliencia de la subrasante y de las capas base y subbase granulares

SN : Número estructural o capacidad de la estructura para soportar las cargas bajo las condiciones de diseño.

La solución de la ecuación 5 se realizó con apoyo de una hoja de cálculos de Microsoft Excel, en esta se construyó una tabla que contiene cada elemento de la ecuación. La ecuación no es más que una igualdad, por lo tanto la tabla construida contiene una celda para la parte izquierda de la ecuación (izquierda del signo =) y otra celda para la parte derecha de la ecuación, las cuales al evaluarse son

comparadas en busca del menor error. La evaluación se lleva a cabo iterando para varios valores de SN, donde el que produce el menor error es el valor buscado.

Tomando en cuenta los siguientes criterios para el cálculo de los espesores:

Modulo resiliencia MR	7500
SN	3.008
Transito W (8.2)	3200364
Desviacion estandar Total (S0)	0.45
Modulo Resiliente (PSI)	7500
Dif. Indices de servic. (DPSI)	2.2
Desviacion Estandar normal (-ZR)	0.8
Ecuacion 2	6.50561943
Ecuacion 1	6.505199377
Error	0.000420053

$$\log_{10} W_{18} = Z_r \times S_o + 9.36 \times \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left| \frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right|}{0.40 + \frac{10.94}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \times \log_{10} Mr - 8.07$$

Según el resultado del Número Estructural de Pavimento Articulado resulto de 3.008 pulgada requerido en el diseño, la carpeta de rodamiento será de adoquín con una resistencia de concreto de 3500 PSI de espesor de 0.1m con una cama de arena de 0.05 m y base estabilizada de material selecto con el 4 % de cemento por cada metro cubico de 0.22 m de espesor.

$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2$$

Donde:

SN: Numero estructural es 3.008

a_1 : Coeficiente de carpeta de (Adoquín) es 0.45

a_2 : coeficiente de base es 0.14

D_1 : Espesor de adoquín

D₂: Espesor de base

Si el espesor de adoquín es de 10 cm, entonces:

$$SN = a_1D_1 + a_2D_2$$

$$3.10 = 0.45(10 \text{ Cm}) + 0.14(D_2)$$

$$D_2 = \frac{3.008 - 1.7716}{0.14} = 8.83 \text{ pul}$$

$$D_2 = 22.42 \text{ cm}$$

$$D_2 \cong 22 \text{ cm}$$

En base a lo anterior la estructura de pavimento quedaría conformada de la siguiente manera:

Adoquín = 10 cm

Arena = 3 cm a 5 cm

Base granular = 22 cm

5.6 EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL

5.6.1 Análisis de impactos que genera el proyecto

El proyecto generara actividades de construcción y transporte en toda la zona por edificación de plantel, movilización de materiales.

Impacto ambiental puede considerarse como el cambio de ambiente de alguno de sus componentes debido a actividades o acciones externas. Dicho cambio produce ganancias o pérdidas en el valor individual o global de los elementos del ambiente natural y social.

La identificación de impactos ambientales resulta del análisis de las interacciones entre las diferentes acciones del proyecto y los factores ambientales presentes en el área de influencia del mismo.

La identificación se hará en la etapa de construcción

- Matrices causa-efecto de construcción.
- Matriz Valoraciones de importancia de impactos.
- Impactos Generados y medidas ambientales.

5.6.2 Movilización y Desmovilización

- Movilización: esta actividad comprende el traslado de todo el personal, maquinaria y equipo a utilizar en la ejecución del proyecto.
- Desmovilización: consiste en el retiro de todo el personal, maquinaria y equipo que fue utilizado, una vez concluido el proyecto.

5.6.3 Excavación y movimiento de tierra

Esta actividad consiste en la extracción del material existente en la superficie natural del terreno de la vía, cuando este no cumple con los requisitos de calidad para ser usado como subrasante.

❖ **Botar material de excavación**

Es la acción de retirar el material extraído donde se pretende construir la vía y posteriormente ser depositado en un lugar determinado y aprobado por las leyes ambientales.

❖ **Nivelación y Compactación**

Es el proceso de nivelar y compactar con equipo todo el material a usarse a lo largo de la vía a pavimentarse, mediante el cual se le da la resistencia según las especificaciones del proyecto.

❖ **Pavimento de adoquines**

Consiste en la colocación de adoquines sobre la capa base, previamente nivelada y compactada.

❖ **Corte en los Bancos**

Es la extracción de material de banco, que se necesita para compensar el material extraído de la superficie natural del terreno en las dimensiones donde se pretende construir dicha vía, así también para la construcción de la capa base.

Cuadro 32 Los factores Ambientales a considerarse en el proyecto

Factores Ambientales	
Aire	-Calidad del aire -Niveles de partículas -Nivel de ruidos
Suelos	-Contaminación -Erosión -Valores Geológicos
Agua	-Recursos hídricos superficiales -Recursos hídricos subterráneos
Flora	-Especies herbáceas -Especies arbóreas -Cultivos
Fauna	-Aves -Mamíferos -Reptiles y anfibios
Paisaje	-Calidad paisajística -Fragilidad paisajística
Territorio	-Cambio de uso de tierra -Desarrollo turístico -Desarrollo urbano
Cultura	-Zona comercial -Educación -Estilo de vida
Infraestructura	-Comunicación
Aspectos Humanos	-Calidad de vida -Seguridad ciudadana -Salud e higiene -Densidad de población -Nivel de empleo -Desplazamiento de la población
Economía	-Ingresos -Economía local -Niveles de consumo

Fuente: propia

Cuadro 33 Matriz de Leopold

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DE 4,702 MTS DE CALLE DEL BARRIO BOSQUES DE JUIGALPAN								
MATRIZ CAUSA-EFECTO DE IMPACTOS POSITIVOS Y NEGATIVOS								
FACTORES DEL MADIO AFECTADOS POR EL PROYECTO		ETAPA DE CONSTRUCCION Y ACCIONES IMPACTANTES DEL PROYECTO						
		Movilizacion y Desmovilizacion	Plantel	Excavacion y Movimientos tierra	Botar material de excavacion	Estabilizacio n de la calzada	Pavimento de adoquines	Corte en los bancos
Aire	Calidad del aire	-	-	-	-	-	-	-
	Nivel de particulas	-	-	-	-	-	-	-
	Nivel de Ruidos	-	-	-	-	-	-	-
Suelo	Contaminacion	-	-	-	-	-		
	Erosion			-				-
	Valores geologicos							-
Agua	Recursos Hidricos Superficiales		-		-	-		
	Recursos Hidricos Subterraneos		-			-		
Flora	Especies Herbaceas		-		-			-
	Especies Arboreas		-		-			-
	Cultivos							
Fauna	Aves	-	-	-	-	-	-	-
	Mamiferos	-	-		-	-	-	-
	Reptiles y anfibios	-	-	-	-	-	-	-
Paisajes	Calidad paisajstica	-	-	-	-	-	-	-
	Fragilidad paisajstica		-	-	-			-
Territorio	Cambio de uso de tierra							
	Desarrollo turistico	-	-	-	-	-	-	-
	Desarrollo urbano							

Fuente: propia

Cuadro 34 Matriz de Leopold

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DE 4,702 MTS DE CALLE DEL BARRIO BOSQUES DE JUIGALPAN								
MATRIZ CAUSA-EFECTO DE IMPACTOS POSITIVOS Y NEGATIVO								
FACTORES DEL MEDIO AFECTADOS POR EL PROYECTO		ETAPA DE CONSTRUCCION Y ACCIONES IMPACTANTES DEL PROYECTO.						
		Movilización y Desmovilización	Plantel	Excavación y Movimiento de tierra	Botar material de excavación	Estabilización de la calzada	Pavimento de adoquines	Corte en los bancos
Cultura	Zona comercial	+	+					
	Educación							
	Estilos de vida	-	-	-	-	-	-	
Infraestructura	Comunicación			-		-	-	
Aspectos humanos	Calidad de vida	-		-		-	-	
	Seguridad ciudadana	-		-	+	-	-	
	Salud e higiene		-		+			-
	Densidad poblacional							
	Nivel de empleo	+	+	+	+	+	+	+
	Desplazamiento poblacional							
Economía	Ingresos	+	+	+	+	+	+	+
	Economía local	+	+	+	+	+	+	+
	Niveles de consumo	+	+					

Fuente: propia

Cuadro 35 Valoraciones de importancia de impacto potenciales

Actividad del Proyecto	Impacto Generado	Valores de Importancia
Movilización y Desmovilización	-Nivel de empleo -Generación de ruidos -Accidentes laborales -Seguridad ciudadana -Calidad de agua -Calidad del aire -Calidad de vida -Impacto a la fauna	+1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1
Plantel	-Nivel de empleo -Accidentes laborales -Salud e higiene -Calidad del agua -Fauna silvestre -Vegetación	+1 -1 -1 -1 -1 -1
Excavaciones y movimientos de tierra	-Nivel de empleo -Calidad del aire -Calidad el agua -Calidad de vida -Generación de ruido -Seguridad ciudadana -Accidentes laborales	+1 -1 -1 -1 -1 -1 -1
Botar material de excavación	-Nivel de empleo -Calidad del aire -Generación de ruido -Accidentes laborales -Seguridad ciudadana -Valor paisajístico	+1 -1 -1 -1 -1 -1
Estabilización de la calzada	-Nivel de empleo -Calidad del aire -Calidad el agua -Calidad de vida -Generación de ruido -Seguridad ciudadana	+1 -1 -1 -1 -1 -1
Pavimento de adoquines	-Nivel de empleo -Generación de ruido -Accidentes laborales -Seguridad ciudadana -Calidad del aire -Calidad de vida	+1 -1 -1 -1 -1 -1
Corte en los bancos	-Nivel de empleo -Calidad del aire -Calidad del agua	+1 -1 -1

	-Generación de ruido	-1
	-Valor paisajístico	-1
	-Fauna silvestre	-1
	-Vegetación	-1
	-Erosión	
	-Accidentes laborales	

Fuente: Propia

5.6.4 Impacto positivo

- Empleo

Causa:

- Necesidad de mano de obra.

❖ Impacto Esperado.

Vendrá a mejorar la economía de la zona donde se realizará dicho proyecto tanto de los individuos (obreros) involucrados directamente en la construcción de la vía; así como también los habitantes aledaños a la vía ya que estos podrían prestar servicios básicos al personal.

El comercio local (restaurantes, pulperías) también se verá beneficiado económicamente al haber mayor demanda de sus productos lo cual incrementará los ingresos.

5.6.5 Impacto negativo y medidas de mitigación

➤ Generación de ruidos

Causa:

- Uso de maquinarias y equipos.

❖ Impacto esperado

El uso de equipos y maquinarias a horas no adecuadas perturba la tranquilidad de las personas cercanas a la obra, este uso es perjudicial en todas las actividades de construcción.

Maquinarias y equipos en mal funcionamiento genera mayor cantidad de ruidos afectando al personal laboral como a los pobladores aledaños.

❖ **Medida ambiental**

El uso de la maquinaria y equipo se tendrá que hacer entre el lapso de las 6 de la mañana hasta las 6 de la tarde después deberán encontrarse en un sitio de estacionamiento fuera de la vía, este sitio debe contener las señalizaciones respectivas.

Para reducir el ruido generado por las máquinas y el equipo es necesario que su estado mecánico este en óptimas condiciones.

➤ **Accidentes laborales**

Causas:

- Personal no calificado.
- Maquinarias y equipos en mal estado mecánico.
- Falta de señalización.
- No usar equipos de protección

❖ **Impactos esperados**

Riesgo de accidentes en los trabajadores en el manejo de maquinarias y equipos, donde pueden tener una afectación temporal o permanentemente en el individuo.

❖ **Medidas ambientales**

- Las personas encargadas o designadas para la realización de cualquier actividad, deben estar debidamente capacitadas para ello.
- Los obreros que ejecuten las actividades constructivas del proyecto, deberán contar con las medidas de seguridad respectivas.
- Los equipos deben estar en óptimas condiciones mecánicas. Se debe señalar mediante rótulos que sean visibles sin luz diurna y

nocturna, la existencia de obreros y operaciones de máquinas pesadas sobre la vía, para que los usuarios tomen las medidas correspondientes.

- Las señales deberán ser de acuerdo a las características del trabajo que se está realizando.
- Los operarios de los equipos y maquinarias deben contar con las medidas de seguridad, según las normas del Ministerio del trabajo.

➤ **Seguridad ciudadana**

Causa:

- Uso de transporte inadecuado.
- Falta de señalización.
- Desactualización de la población acerca de las obras en construcción.

❖ **Impactos Esperados.**

- La población verse involucrada en accidentes, en la acción de movilización y desmovilización.
- Obstáculos a peatones, desviaciones y cierre total del camino cuando se están dando las diferentes actividades como: excavación y movimiento de tierra, estabilización de la calzada y pavimentación.
- Las fuentes de agua existentes están comprometidas por el uso humano para labores domésticas (lavados y consumo) algunas de ellas se aprecian fuertemente contaminadas por aguas residuales, otras con muy bajo caudal.

❖ **Medida ambiental.**

- El transporte debe estar en óptimas condiciones, así como transportar cargas adecuadas a su diseño.
- Se debe colocar rótulos luminosos preventivos, de color naranja brillante a 100 metros previos al estacionamiento donde se está trabajando.

- Durante la noche se debe colocar faros de destellos, linterna, rótulos fluorescentes, a fin de guiar y prevenir la circulación vehicular y peatonal del peligro.
- Se debe regular la velocidad del tráfico a un mínimo de 15 km/h en los estacionamientos donde se esté trabajando a fin de reducir la vibración y por ende el derrumbe.
- Se deberán crear carriles alternos debidamente señalizados para no obstaculizar el paso. Notificar a los pobladores de la duración de cierre del acceso y recomendación de caminos alternos.
- Se tiene que planificar con el contratista la extracción de agua especificando las fuentes previa inspección por la supervisión ya sea para la etapa de construcción del proyecto y consumo humano.

➤ **Calidad del agua**

Causa:

- El uso indispensable

❖ **Impactos esperados**

- Contaminación por medio de la extracción del agua de una fuente natural, sin sus debidas precauciones ya que se esta será utilizada para usos necesarios en las diferentes actividades constructivas.
- El plantel es el sitio donde se les da mantenimiento a los vehículos, maquinaria y equipos utilizados en la construcción de la obra, el mantenimiento más común es el cambio de lubricantes, este, por el mal manejo puede llegar al suelo.
- Producto de las precipitaciones en la zona del proyecto, la calidad del agua superficial (ríos y quebradas), se puede ver comprometidas debido al incremento de disponibilidad de material sedimentable que se tiene que extraer en algunos estacionamientos y bancos.

❖ **Medidas ambientales**

- Extraer el agua de manera adecuada haciendo uso de bombas o motores de riego, para que este succione el agua sin que este contamine, construyendo un tipo de represa temporal durante la construcción.
- Los desechos provenientes del mantenimiento de los vehículos, maquinaria y equipos, generalmente son derivados de hidrocarburos, estos pueden ser colectados en recipientes (barriles) herméticos, para su posterior eliminación fuera del área.
- Si existe un alto volumen de trabajo y el proyecto lo justifica, el piso del área de mantenimiento debe ser cubierta por un embaldosado e instalación de un bordillo en sus límites para la retención de derrames u otras eventualidades.
- No se pueden utilizar los cuerpos de agua naturales o artificiales para la disposición final de los desechos sólidos provenientes del área de mantenimiento, los desechos serán depositados en el basurero municipal.
- Se exigirá al contratista un diseño de la distribución del taller de mantenimiento, patio de maquinaria, la propuesta de ubicación y los depósitos de saneamiento. También deberá especificar el método de recolección de los desechos sólidos.
- Se dejará un área de lavado de maquinarias con sus respectivos canales y fosas sépticas para el tratamiento de las aguas residuales e impermeabilizar el suelo.
- Los tanques de almacenamiento de combustibles deberán de estar protegidos en caso de derrame, se deberá construir muro de contención perimetral y pila colectora, para evitar el derrame sobre el suelo.
- Se deberá garantizar la señalización preventiva, restrictiva e informativa en las áreas del plantel (tales como área de peligro, solo personal autorizado, entre otras)

- Si hay material suelto sedimentable que puede ser arrastrado a un río o quebrada debido a precipitación, este debe ser cubierto con plástico.

➤ **Calidad del Aire**

Causa:

- Movimiento de tierra
- Uso de maquinaria y equipos

❖ **Impactos esperados:**

- Maquinarias en mal funcionamiento afecta a la salud de los trabajadores y a los habitantes aledaños al proyecto (contaminación del aire por mayor emisión de gases)
- La calidad del aire se verá afectada por el incremento de las partículas de polvo y aditivos a usarse, disueltas en el ambiente, que podría ocasionar daños a la salud de los pobladores y trabajadores.

❖ **Medidas ambientales:**

- Los vehículos deberán estar en óptimas condiciones para que la cantidad de emisión sea dentro de los parámetros establecidos por el MARENA; aunque los vehículos de construcción están exentos a cumplir estas normas. El límite de velocidad en las cercanías de las áreas habitadas será de 20 km/h.
- Para preservar la calidad del aire y reducir la cantidad de material suspendido (polvo), se deberá aplicar riego continuo y constante en las áreas donde se presenten los movimientos y cortes de tierra.
- Los obreros se les debe garantizar los instrumentos adecuados de protección, como mascarillas y gafas para evitar las partículas de polvo en su organismo.

➤ **Calidad de vida**

Causa

- Construcción del proyecto.

❖ **Impacto esperado**

- Las actividades cotidianas de las personas aledañas a la construcción se verán afectadas debido a la realización de todas las obras requeridas por el proyecto, ya que esta le provocara problema de movilización, generación de ruidos y emisión de gases y gran cantidad de polvo penetrado en las viviendas.

❖ **Medida ambiental**

- Se deberán dejar rutas alternas para la libre y espontánea circulación de los habitantes aledaños a la construcción.
- La maquinaria a utilizar debe estar en condiciones óptimas de operación para evitar mayor generación de ruidos y emisiones de gases; así también como laborar en horario diurno.
- Riego constante para evitar o reducir las partículas de polvos esparcidas en el aire.

➤ **Salud e Higiene.**

Causa:

- Necesidades biológicas
- Necesidades básicas
- No usar equipos de protección adecuados y necesarios para el desarrollo de actividades que lo ameriten.

❖ **Impactos esperados:**

- Cuando el plantel tenga que ser movilizadado a otro sitio, puede ser objeto de dejar desechos sólidos que pondrían en riesgo la salud de los pobladores y/o recursos naturales de la zona.

- Se puede ver afectada la salud de los obreros por las partículas de polvo y ruido excesivo y constante

❖ **Medidas ambientales:**

- Los desechos sólidos orgánicos, deberán ser seleccionados previamente y colocados en recipientes adecuados para ser soterrados. Los desechos sólidos inorgánicos deberán ser almacenados en recipientes debidamente herméticos y eliminados en el basurero municipal de la localidad.
- Todos los recipientes de latas, desperdicios, construcciones de servicios sanitarios y cualquier otro material deberán ser removido y eliminados. Se les debe aplicar desinfectantes a las fosas sanitarias y rellenarlos con tierra.
- Los obreros se les deben garantizar los instrumentos adecuados de protección, como mascarillas, gafas, tapones para protección de los oídos, para evitar las partículas de polvo en su organismo y los perjuicios causados por el ruido.

➤ **Fauna silvestre Causa:**

- Instalación del plantel.
- Corte en los bancos.

❖ **Impactos esperados**

- La fauna silvestre puede afectarse por los ruidos que ocasionaran las maquinarias.
- Se verán afectados debido a la invasión de su habitat natural.
- Alteración del medio natural, flora y fauna, estos desarrollan su vida utilizando el suelo para sobrevivir en su habitat natural.

❖ **Medidas ambientales**

- Usar maquinarias en óptimas condiciones para reducir los decibeles de ruidos y apagar los motores cuando no se estén operando.

- La tierra vegetal debe ser extraída a una profundidad de 15 cm y colocados en sitios resguardados para evitar su pérdida y para su posterior uso en el cierre del banco.

➤ **Vegetación**

Causa:

- Instalación del plantel.
- Corte en los bancos.

❖ **Impacto esperado:**

- Pérdida de la capa superficial vegetal.
- Descapote para la extracción de material y erosión del suelo.
- Acumulación de polvo sobre la vegetación circundante al banco en explotación.

❖ **Medidas ambientales:**

- Una vez desmantelado el plantel se debe garantizar la siembra de la vegetación que existía en el sitio.
- La tierra vegetal debe ser extraída a una profundidad de 15 cm y colocados en sitios resguardados para evitar su pérdida y para su posterior uso en el cierre del banco.
- Se debe regar constantemente durante se esté cortando material, para evitar la suspensión de partículas de polvo que pueden perjudicar la vegetación.

➤ **Valor paisajístico**

Causa:

- Corte de material en los bancos.
- Botar material de excavación.

❖ **Impacto esperado:**

- El paisaje se verá afectado debido al cambio que presentará la geología en los bancos a explotarse
- Alteración del paisaje al botar material de excavación ya que este material quedara en un lugar donde no existía.

❖ **Medidas ambientales:**

- Cuando se trate de bancos de préstamo nuevos, los suelos orgánicos existentes en la corteza deberán ser conservados acopiándolos apropiadamente para recubrir con ellos el banco y recuperar la vegetación autóctona.
- Establecer un lugar determinado para botar el material de excavación, donde no haya presencia de vida humana, animal y vegetal regida por las leyes ambientales.

➤ **Erosión**

Causa:

- Corte de material en los bancos

❖ **Impacto esperado:**

- Debido al descapote para retirar el material orgánico que cubre la parte superficial de los bancos a explotar, esto permite que queden expuestos a efectos de erosión provocados por fenómenos naturales como el agua y el viento

❖ **Medidas ambientales:**

- Una vez concluida la explotación de los bancos se procederá a la reforestación

5.7 Estudio socio-económico

En este capítulo se presenta el estudio socio-económico del proyecto de pavimento articulado en las calles del barrio Bosques de Juigalpan del municipio de Juigalpa, Chontales. Esto con la obtención de los costos de inversión del proyecto y posteriormente la valoración social con el fin de evaluar la viabilidad del mismo.

5.7.1 Costos de inversión

Cuadro 18 Costo y presupuesto del proyecto

Presupuesto del proyecto: Pavimento articulado en las calles del barrio Bosques de Juigalpan del municipio de Juigalpa, Chontales					
ITEM	DESCRIPCION	U.M	CANTIDAD	C. UNIT	C. TOTAL
					C\$55,069,170.95
05	PRELIMINARES				C\$ 268,207.38
02	REPLANTEO TOPOGRAFICO				C\$ 197,125.94
932760	REPLANTEO TOPOGRAFICO	M2	30,562.16	C\$ 6.45	C\$ 197,125.94
05	CONSTRUCCIONES TEMPORALES				C\$ 50,365.12
922040	CHAMPA DE MADERA (INCL. PISO + TECHO DE LAM ZINC) PARA OFICINA GALERON CERRADO	M2	16.00	C\$ 3,147.82	C\$ 50,365.12
06	ROTULO				C\$ 20,716.32
04277	ROTULO TIPO FISE DE 1.22 m x 2.44 m (ESTRUCTURA METALICA & ZINC LISO) CON BASES DE CONCRETO REF.	C/U	1.00	C\$ 20,716.32	C\$ 20,716.32
15	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION				C\$ 869,849.50
01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION				C\$ 869,849.50
941760	MOVILIZACION Y DESM. DE EQUIPO PARA MOVIMIENTO DE TIERRAS (MODULO DE MOV. TIERRA)	KM	130.00	C\$ 6,691.15	C\$ 869,849.50
20	MOVIMIENTO DE TIERRA				C\$ 9,370,864.08
01	DESCAPOTE				C\$ 146,056.57
936720	DESCAPOTE (CON TRACTOR SOBRE ORUGAS)	M3	4,584.32	C\$ 31.86	C\$ 146,056.57
02	CORTES				C\$ 1,554,636.03
942760	EXCAVACION EN LA VIA CON TRACTOR	M3	13,752.97	C\$ 113.04	C\$ 1,554,636.03
04	RELLENO Y COMPACTACION CON EQUIPO (MODULO)				C\$ 5,806,601.45
959940	RELLENO Y COMPACTACION CON MATERIAL DE SITIO EN TERRAZAS (CON MODULO)	M3	10,050.25	C\$ 325.56	C\$ 3,271,959.15
98122	RELLENO Y COMPACTACION CON MATERIAL SELECTO DIST=1.5 KM, CON MODULO (INCL. TODO)	M3	6,112.43	C\$ 414.67	C\$ 2,534,642.30
05	CONFORMACION Y COMPACTACION				C\$ 650,668.42
94275	NIVELACION Y CONFORMACION DE TERRENO (CON MOTONIVELADORA) NOTA: SECCIONES EN TERRAPLEN	M2	30,562.16	C\$ 21.29	C\$ 650,668.42
09	BOTAR TIERRA SOBRANTE DE EXCAVACION				C\$ 1,212,901.61
98184	DESALOJO DE TIERRA DE EXCAVACION A 2 KM (CARGA EQUIPO)	M3	9,535.39	C\$ 127.20	C\$ 1,212,901.61

Fuente: Proopia

Cuadro 19 Costo y presupuesto del proyecto

30	BASE Y SUB-BASE				C\$ 20,353,054.82
01	BASE DE AGREGADO NATURALES				C\$ 20,353,054.82
	BASE ESTABILIZADA MATERIAL SELECTO + 4% DE CEMENTO	M3	6,112.43	C\$ 3,329.78	C\$ 20,353,054.82
35	CARPETA DE RODAMIENTO				C\$ 10,488,933.83
02	CARPETA DE ADOQUINADO				C\$ 10,488,933.83
95167	ADOQUINADO Resistencia=3,500 PSI Ancho=0.22m,Largo=0.24m,Alto=0.10m CON CAMA DE ARENA DE 5 cms	M2	30,562.16	C\$ 343.20	C\$ 10,488,933.83
45	CUNETAS ANDENES Y BORDILLO				C\$ 12,232,246.54
09	ANDENES DE CONCRETO				C\$ 12,232,246.54
06822	ANDEN DE CONCRETO DE 3000 PSI DE 3" COLOR NATURAL CORTADO Y SELLADO (INCL. FORMALETA, CONCRETO, COLADO, TRAZO, CONFORMACION, TODO)	M2	14,105.61	C\$ 867.19	C\$ 12,232,246.54
290	OBRAS DE DRENAJE				C\$ 48,652.84
	VADOS DE CONCRETO 3000 PSI	M3	6.80	C\$ 7,154.83	C\$ 48,652.84
60	SEÑALIZACION HORIZONTAL Y VERTICAL				C\$ 775,996.79
01	SEÑALIZACION HORIZONTAL Y VERTICAL				C\$ 775,996.79
932610	PINTURA DE LINEA CONTINUA 10 CM TIPO TRAFICO	ML	4,701.87	C\$ 65.60	C\$ 308,442.74
961690	PINTURA EN CUNETAS Y BORDILLOS (TIPO TRAFICO)	ML	4,701.87	C\$ 99.44	C\$ 467,554.05
70	LIMPIEZA FINAL Y ENTREGA				C\$ 661,365.17
01	LIMPIEZA FINAL				C\$ 661,365.17
958770	LIMPIEZA FINAL (CON DESALOJO)	M2	30,562.16	C\$ 21.64	C\$ 661,365.17
				SUB - TOTAL =	C\$ 55,069,170.95
				IVA 15% =	C\$ 8,260,375.64
				TOTAL DEL PRESUPUESTO =	C\$ 63,329,546.59

Fuente: Propia

❖ Inversión fija

Para el análisis de la inversión fija se realizó un presupuesto, por lo general entran las etapas y sub etapas descritas en el cuadro de presupuesto, preliminares, movilización y desmovilización de equipos, explotación de banco de material, carpeta de rodamiento entre otros. Se realizó un presupuesto con el fin de obtener los alcances de obras que intervendrán en el proyecto, dicho cálculo se determinó utilizando la herramienta Microsoft Excel.

El cuadro 38 muestra el resumen de los costos de las etapas del proyecto, el cual asciende a un costo directo de C\$ 55,069,170.95.

En este presupuesto, los costos directos del proyecto se tomaron referenciados de los costos unitarios de la guía de costos del fondo de inversión social de emergencia (FISE) del año 2021. El cuál es el que establece los costos para este tipo de proyectos en el país.

Cuadro 20 Resumen de costos por etapa del proyecto

ITEM	DESCRIPCION	C. TOTAL
05	PRELIMINARES	C\$ 268,207.38
15	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION	C\$ 869,849.50
20	MOVIMIENTO DE TIERRA	C\$ 9,370,864.08
30	BASE Y SUB-BASE	C\$ 20,353,054.82
35	CARPETA DE RODAMIENTO	C\$ 10,488,933.83
45	CUNETAS ANDENES Y BORDILLO	C\$ 12,232,246.54
290	OBRAS DE DRENAJE	C\$ 48,652.84
60	SEÑALIZACION HORIZONTAL Y VERTICAL	C\$ 775,996.79
70	LIMPIEZA FINAL Y ENTREGA	C\$ 661,365.17
	SUB-TOTAL	C\$ 55,069,170.95

Fuente: Propia

Los costos indirectos de un proyecto se asumen como la administración, la utilidad, impuesto al valor agregado, impuesto municipal e impuesto sobre la renta, sumando un 31 % del costo directo. Se obtiene un valor de C\$ 72,140,613.94 (ver cuadro 39).

El costo total del proyecto no es más que la suma de costos indirectos y costos directos, realizando la suma se obtiene el monto de C\$ 72,140,613.94 (ver cuadro 39), esto respecto a los costos de inversión fija del proyecto, lo cual aún no se refiere a la inversión total que se tendrá que realizar, se detallaran en los siguientes puntos de este documento.

IVA: este pago es el 15% del impuesto al valor agregado sobre el valor de los bienes y servicios consumidos.

IR: las personas jurídicas están obligadas a retener sobre los honorarios por servicios profesional el 2%.

Utilidad: En general, el 5% es bajo, el 10% es promedio y el 20% se puede considerar bueno.

Cuadro 21 Costos indirectos y costo total del proyecto

Costos Directos	C\$ 55,069,170.95
Costos Indirectos	C\$ 17,071,442.99
Administración (5 %)	C\$ 2,753,458.55
Utilidad (8 %)	C\$ 4,405,533.68
IVA (15 %)	C\$ 8,260,375.64
IR (2 %)	C\$ 1,101,383.42
IM (1 %)	C\$ 550,691.71
COSTO TOTAL	C\$ 72,140,613.94

Fuente: Propia

❖ Inversión diferida

Para la formulación y la supervisión respectivamente, se considera un 3 % del monto de construcción ya que estas son las etapas iniciales de todo proyecto de construcción, ya sea en el sector público o privado, la formulación es la que definirá la viabilidad del proyecto en cualquiera de sus etapas.

El 3 % antes indicado, está en base a los cálculos del costo directo más los indirectos del proyecto, la cual se estima en un monto de C\$ 72,140,613.94 extrayendo el 3 % de este monto para cada una de las actividades se obtiene un total para la inversión diferida de C\$ 4,328,436.84 (ver cuadro 40).

Cuadro 22 Inversión diferida

Descripción	Porcentaje	Monto (C\$)
Formulación del Proyecto	3%	C\$ 2,164,218.42
Supervisión del Proyecto	3%	C\$ 2,164,218.42
Total		C\$ 4,328,436.84

Fuente: Propia

❖ Inversión total

La inversión total contempla los montos de inversión fija y diferida necesarios para que el proyecto se desarrolle.

El período de vida útil de la calle es de 20 años por el tipo de material a utilizar, recomendada por la guía sectorial de calles, como inversión total inicial se calculó un monto de C\$ 76,469,050.78 (ver cuadro 41), cabe destacar que este se toma como una inversión total de forma inicial, por el motivo que este proyecto puede estar sujeto a cambios.

Como es una propuesta a nivel de perfil se pueden presentar cambios, al momento de obtener el estudio completo de factibilidad, se ha contemplado, solamente gastos de inversión del proyecto, esto se refiere a los gastos de operación inicial.

Cuadro 23 Inversión total del proyecto

Descripción	Monto (C\$)
Activos Fijos	C\$ 72,140,613.94
Activos Diferidos	C\$ 4,328,436.84
Total	C\$ 76,469,050.78

Fuente: Propia

5.7.2 Costos de operación

Una vez que el proyecto entre en funcionamiento, se tendrán que tomar en cuenta como son los gastos de mantenimiento, que tendrán que proyectarse a lo largo de su vida útil.

Se pretende destinar un monto anual de C\$ 1,755,443.54 el cual puede tener una pequeña variación, como se muestra en el cuadro 42, este valor que se pretende

destinar es para realizar las actividades, de limpieza de derecho de vía periódicamente, dar mantenimiento a la carpeta de pavimento articulado, la señalización y los gastos administrativos correspondientes.

Cuadro 24 Costo de mantenimiento periódico

Descripción	U/M	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total (C\$)
Carpeta de Rodamiento	M²	30,562.16	C\$ 30.00	C\$ 916,864.85
Derecho de vía (limpieza)	MI	14,105.61	C\$ 30.00	C\$ 423,168.39
Señalización	GLB	1.00		C\$ -
Costo Total Directo				C\$ 1,340,033.24
Administración		5%		C\$ 67,001.66
Utilidades		8%		C\$ 107,202.66
IVA-15 %		15%		C\$ 201,004.99
IMI-1 %		1%		C\$ 13,400.33
IR-2 %		2%		C\$ 26,800.66
Costo Total Indirecto				C\$ 415,410.30
Directo+Indirecto				C\$ 1,755,443.54

Fuente: Propia

5.7.3 Beneficios del proyecto

Como es un proyecto social sus beneficios se calculan en base a los beneficios que le otorgarán a la comunidad beneficiaria como: aumento en el valor de las propiedades, disminuir enfermedades respiratorias y dengue en la población, además disminuir costos de operación de los vehículos que traficarán y mejorar la calidad de vida de los habitantes. Entre los beneficios más importantes se encuentran: la plusvalía de las propiedades y la disminución de gastos por enfermedades más comunes (Formulación y Evaluación de Proyectos. Modulo: Evaluación Económica y Social de Proyectos, 2013).

❖ Plusvalía generada por la propiedad

Una vez ejecutado el proyecto este beneficiará de forma directa e indirecta a las viviendas del barrio Bosques de Juigalpan el cual actualmente tienen un costo por vivienda de C\$ 918,750.00, lo cual se espera que las mismas generen un valor mayor del que se cotiza actualmente.

Cabe mencionar que estas propiedades se estima que aumente su valor hasta un 98 % del valor inicial resultando un costo de C\$ 1,819,125.00, la proyección anual se realizó aplicando la ecuación geométrica y una tasa de crecimiento anual del 4.19 % (ver cuadro 43 y cuadro 44 de proyección de plusvalía de viviendas).

Costo de incremento de plusvalía de vivienda = 918,750.00 X 98 = C\$ 1,819,125

Cuadro 25 Incremento de costo de viviendas

Descripción	Año	Monto en dólares	Monto en córdobas	Incremento de plusvalía %	Costo de incremento en plusvalía de vivienda
Incremento de costo por cada vivienda	2008	\$ 13500	C\$ 496,125.00		
	2018	\$ 17000	C\$ 624,750.00		
	2023	\$ 25000	C\$ 918,750.00	98	C\$ 1,819,125.00

Fuente propia

Incremento de plusvalía por vivienda = Costo de incremento plusvalia X tasa de crecimiento anual^{I# Año}

Incremento de plusvalía por vivienda = C\$1,819,125.00 X (1+(4.19/100))¹ = C\$ 1,895,346.34

Cuadro 44 porcentaje de crecimiento anual de costo

Año	Monto
2023	C\$ 1,819,125.00
2024	C\$ 1,895,346.34
2025	C\$ 1,974,761.35
2026	C\$ 2,057,503.85
2027	C\$ 2,143,713.26
2028	C\$ 2,233,534.85
2029	C\$ 2,327,119.96
2030	C\$ 2,424,626.28
2031	C\$ 2,526,218.12
2032	C\$ 2,632,066.66
2033	C\$ 2,742,350.26
2034	C\$ 2,857,254.73
2035	C\$ 2,976,973.71
2036	C\$ 3,101,708.90
2037	C\$ 3,231,670.51
2038	C\$ 3,367,077.50
2039	C\$ 3,508,158.05
2040	C\$ 3,655,149.87
2041	C\$ 3,808,300.65
2042	C\$ 3,967,868.45
2043	C\$ 4,134,122.14

Fuente: Propia

❖ Ahorro por disminución de enfermedades

Sin el proyecto, las condiciones ambientales que prevalecen en la zona de estudio, ocasionan enfermedades en la población tales como: Infecciones respiratorias, intestinales, de piel, dengue, malaria, así como infecciones renales. Para el cálculo de los ahorros en concepto de gastos por enfermedades.

El ahorro por enfermedad es fundamental en los beneficios encontrados en el proyecto conducen al siguiente flujo de valores que deben ser considerados en el análisis. Se realizó la proyección de ahorros por enfermedad al período de diseño del proyecto con una tasa de crecimiento poblacional de 0.50 % (INIDES 2008- municipio de Juigalpa), con esto se logra reducir el índice de enfermedades hasta un 90 % (ver cuadro 45de Anexos).

Cuadro 26 Ahorro por disminución de enfermedades

Descripción	Casos	Gastos por enfermedades	Ahorro	Ahorro total
Enfermedades respiratorias	92	C\$ 2,900.00	90%	C\$ 240,120.00
Enfermedades diarreicas	15	C\$ 2,450.00	90%	C\$ 33,075.00
Dengue	220	C\$ 5,250.00	90%	C\$ 1,039,500.00
Total				C\$ 1,312,695.00

Fuente: Propia

En el cuadro 46, se observa el cálculo de proyección de ahorro por enfermedad se aplicó una tasa del 0.5% según documento (INIDE 2008)

Ahorro por enfermedad 2023: C\$ 1,312,695.00

Proyección de ahorro por enfermedad 2024: $C\$1,312,695.00 \times (1+(0.5/100))^1 = 1,319,258.48$

Cuadro 27 Proyección de ahorro por enfermedad

Año	Monto
2023	C\$ 1,312,695.00
2024	C\$ 1,319,258.48
2025	C\$ 1,325,854.77
2026	C\$ 1,332,484.04
2027	C\$ 1,339,146.46
2028	C\$ 1,345,842.19
2029	C\$ 1,352,571.40
2030	C\$ 1,359,334.26
2031	C\$ 1,366,130.93
2032	C\$ 1,372,961.59
2033	C\$ 1,379,826.40
2034	C\$ 1,386,725.53
2035	C\$ 1,393,659.16
2036	C\$ 1,400,627.45
2037	C\$ 1,407,630.59
2038	C\$ 1,414,668.74
2039	C\$ 1,421,742.08
2040	C\$ 1,428,850.80

2041	C\$ 1,435,995.05
2042	C\$ 1,443,175.02
2043	C\$ 1,450,390.90

Fuente: Propia

❖ Ahorro por gastos en deterioro del parque vehicular

Para realizar una determinación aproximada del ahorro en el gasto por deterioro del vehículo que se produce por un tramo de carretera 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 concentración tributaria). También como precio promedio de \$ 2,900 dólares americanos equivalente a C\$ 106,575 córdobas que corresponde a un vehículo liviano. Se atribuyó un ahorro del 2.13 % anual como un valor aproximado asignado al tránsito del tramo de carretera en estudio. Este valor es aproximado considerando que de todo su recorrido anual transitará 2.13 % en los extremos de dicho tramo, a continuación, se muestra su cálculo.

$$\begin{aligned} \% \text{ de ahorro por gastos en deterioro del parque vehicular} &= \frac{100 \text{ m}}{4701.8710 \text{ m}} \times 100 \\ &= 2.13 \% \end{aligned}$$

Depreciación anual de vehículo_{Año}: TPDA X Costo promedio

Depreciación anual de vehículo₂₀₂₃: 1881 X C\$ 106,575 = C\$ 200,467,575.00

Ahorro del 2.13%_{año} = Depreciación anual de vehículo X % ahorro de gastos en deterioro del parque vehicular

Ahorro de 2.13%₂₀₂₃ = 200,467,575.00 X 2.13% = C\$ 4,269,959.35

Cuadro 47 ahorro en depreciación de vehículo

Año	Vehículo por año (Según TPDA proyectado)	Depreciación anual de vehículos C\$	Ahorro del 2.13 %
2023	1881	C\$ 200,467,575.00	C\$ 4,269,959.35
2024	1936	C\$ 206,341,274.95	C\$ 4,395,069.16
2025	1993	C\$ 212,387,074.30	C\$ 4,523,844.68
2026	2051	C\$ 218,610,015.58	C\$ 4,656,393.33
2027	2111	C\$ 225,015,289.04	C\$ 4,792,825.66
2028	2173	C\$ 231,608,237.01	C\$ 4,933,255.45
2029	2237	C\$ 238,394,358.35	C\$ 5,077,799.83
2030	2302	C\$ 245,379,313.05	C\$ 5,226,579.37
2031	2370	C\$ 252,568,926.92	C\$ 5,379,718.14
2032	2439	C\$ 259,969,196.48	C\$ 5,537,343.89
2033	2511	C\$ 267,586,293.94	C\$ 5,699,588.06
2034	2584	C\$ 275,426,572.35	C\$ 5,866,585.99
2035	2660	C\$ 283,496,570.92	C\$ 6,038,476.96
2036	2738	C\$ 291,803,020.45	C\$ 6,215,404.34
2037	2818	C\$ 300,352,848.95	C\$ 6,397,515.68
2038	2901	C\$ 309,153,187.42	C\$ 6,584,962.89
2039	2986	C\$ 318,211,375.81	C\$ 6,777,902.30
2040	3073	C\$ 327,534,969.12	C\$ 6,976,494.84
2041	3163	C\$ 337,131,743.72	C\$ 7,180,906.14
2042	3256	C\$ 347,009,703.81	C\$ 7,391,306.69
2043	3351	C\$ 357,177,088.13	C\$ 7,607,871.98

Fuente propia

❖ Beneficios ahorro en gasto de transporte selectivo (taxi)

De la población total del barrio Bosques de Juigalpan de 1992 habitantes un 40 % (797 habitantes) ocupa el servicio de taxi, el costo del mismo es de C\$ 25 córdobas, pero por las condiciones actuales de los tramos de calles de dicho barrio el costo incrementa a C\$ 50 córdobas, es decir el doble del valor real, realizado el proyecto el valor se mantendrá al costo inicial de C\$ 25 córdobas ver cuadro 48 y 49 se pueden observar los resultados.

Cuadro 48 Beneficio ahorro gastos transporte selectivo (taxi)

Descripción	Población	%	Total	Costo normal del servicio de taxi en la zona de estudio	Incremento en el costo del servicio taxi en la zona de estudio	Ahorro	Ahorro total
Población que ocupan el servicio de transporte selectivo (taxi)	1992	40	797	C\$ 25.00	C\$ 50.00	50.00%	C\$ 19,925.00

Fuente propia

Ahorro total Taxi 2023: $797 \times \text{C\$ } 50.00 \times 50.00\% = \text{C\$ } 19,925.00$

Proyección beneficio ahorro Taxi 2024:

$\text{C\$ } 19,925.00 \times (1 + (0.5/100))^1 = \text{C\$ } 20,024.63$

Cuadro 28 Proyección Beneficios ahorro en gasto de transporte selectivo (taxi)

Año	Monto
2023	C\$ 19,925.00
2024	C\$ 20,024.63
2025	C\$ 20,124.75
2026	C\$ 20,225.37
2027	C\$ 20,326.50
2028	C\$ 20,428.13
2029	C\$ 20,530.27
2030	C\$ 20,632.92
2031	C\$ 20,736.09
2032	C\$ 20,839.77
2033	C\$ 20,943.97
2034	C\$ 21,048.69
2035	C\$ 21,153.93
2036	C\$ 21,259.70
2037	C\$ 21,366.00
2038	C\$ 21,472.83

2039	C\$ 21,580.19
2040	C\$ 21,688.09
2041	C\$ 21,796.53
2042	C\$ 21,905.52
2043	C\$ 22,015.04

Fuente: Propia

❖ Beneficios al acceso del transporte público (bus)

La población tendrá el acceso al transporte público (bus) con un costo por pasaje de C\$ 5 córdobas de ida y regreso con el mismo valor, del total de los habitantes el 30 % (598 habitantes) ocupa este servicio, el costo anual será de C\$ 3,600.00 por cada habitante para un total de (598xC\$3,600.00= C\$ 2,152,800.00) (ver cuadro 50), con este resultado se realizó su proyección aplicando una tasa de crecimiento del 0.50 % (ver cuadro 50 y 51 en Anexos).

Cuadro 50 beneficio acceso transporte Publico (bus)

Descripción	Población	%	Total	Costo del pasaje	Ida y regreso	Anual	Costo del servicio de transporte público
Población que ocupan el servicio de transporte público (bus)	1992	30	598	C\$ 5.00	C\$ 10.00	C\$ 3,600.00	C\$ 2,152,800.00

Fuente: Propia

Costo del servicio de transporte público: $598 \times \text{C\$ } 3,600.00 = \text{C\$ } 2,152,800.00$

Proyección beneficio al acceso transporte publico Bus 2024: $\text{C\$ } 2,152,800 \times$

$(1+(0.5/100))^1 = \text{C\$ } 2,163,564.00$

Cuadro 51 Proyección beneficio al acceso de transporte público

Año	Monto
2023	C\$ 2,152,800.00
2024	C\$ 2,163,564.00
2025	C\$ 2,174,381.82
2026	C\$ 2,185,253.73
2027	C\$ 2,196,180.00
2028	C\$ 2,207,160.90
2029	C\$ 2,218,196.70
2030	C\$ 2,229,287.69
2031	C\$ 2,240,434.12
2032	C\$ 2,251,636.29
2033	C\$ 2,262,894.48
2034	C\$ 2,274,208.95
2035	C\$ 2,285,579.99
2036	C\$ 2,297,007.89
2037	C\$ 2,308,492.93
2038	C\$ 2,320,035.40
2039	C\$ 2,331,635.57
2040	C\$ 2,343,293.75
2041	C\$ 2,355,010.22
2042	C\$ 2,366,785.27
2043	C\$ 2,378,619.20

Fuente: propia

❖ **Beneficios totales**

Estos serán la suma de todos los beneficios individuales considerados, en la página VII de Anexos se muestran el costo anual de los beneficios.

5.7.4 Análisis de los precios sociales

Posteriormente de haber presentado los costos relacionados con el mercado actual, se procedió a realizar una comparación con los costos sociales, ya que este tipo de proyecto se denomina que serán inversiones por parte del estado de Nicaragua, el Ministerio de Hacienda y Crédito Público, establece en su metodología general para la preparación y evaluación de proyectos de inversión pública.

Lo que se denominan los factores para convertir los costos del proyecto en el mercado común a un precio social, es decir que con estos nuevos costos que se canalizaran a través del estado, se logrará un descuento, para los diferentes tipos de proyectos, tanto en materiales como en mano de obra., estos se establecen de la siguiente manera.

Cuadro 29 Precios sociales básicos en Nicaragua

Recurso	Factor de corrección (o precio social)
Mano de obra calificada (MOC)	0.82
Mano de obra no calificada (MOSC)	0.54
Divisa	1.015
Capital (Tasa Social de Descuento)	8 %

Fuente. Metodología General para la preparación y evaluación de proyectos de inversión pública, pág. 81, (Ministerio de Hacienda y Crédito Público)

Una vez definido los factores de corrección al precio social para las actividades del proyecto, se procederá a realizar el análisis de la inversión fija del proyecto (ver cuadro 53).

Como se logra observar en el cuadro 53, se realiza una comparación lo que es el precio base (ver cuadro 39 Costos indirectos y costo total del proyecto), en otras palabras, el precio del mercado actual de los bienes, servicios como se han cotizado y en la última columna del cuadro se han definido, lo que son los precios de corrección o los precios sociales multiplicando los costos de precio base con el factor de 0.82 de mano de obra calificada (ver cuadro 52).

Se logra observar que al aplicar la tasa de precio social el proyecto pasó de costar en inversión fija de C\$ 72,140,613.94 a C\$ 59,155,303.43 es decir se obtuvo una reducción de C\$ 12,985,310.51

Cuadro 30 Costo total social del Proyecto

Costos Directos	C\$ 55,069,170.95	C\$ 45,156,720.18
Costos Indirectos	C\$ 17,071,442.99	C\$ 13,998,583.26
Administración (5 %)	C\$ 2,753,458.55	C\$ 2,257,836.01
Utilidad (8 %)	C\$ 4,405,533.68	C\$ 3,612,537.61
IVA (15 %)	C\$ 8,260,375.64	C\$ 6,773,508.03
IR (2 %)	C\$ 1,101,383.42	C\$ 903,134.40
IM (1 %)	C\$ 550,691.71	C\$ 451,567.20
COSTO TOTAL	C\$ 72,140,613.94	C\$ 59,155,303.43

Fuente: Propia

En el caso de la inversión diferida como antes se mencionó se estima un 3 % del monto total del proyecto para lo que es formulación y supervisión del proyecto, ya aplicando la tasa de corrección a precio social se obtiene un costo de C\$ 3,549,318.21 (ver cuadro 54), adquiriendo una disminución ya que sin aplicar el factor de corrección este costo es de C\$ 4,328,436.84 (ver cuadro 40)

Cuadro 31 Inversión diferida a precio social

Descripción	Porcentaje	Monto (C\$)
Formulación del Proyecto	3%	C\$ 1,774,659.10
Supervisión del Proyecto	3%	C\$ 1,774,659.10
Total		C\$ 3,549,318.21

Fuente: Propia

La suma de los activos fijos más los diferidos, se obtendrá el precio total del proyecto, esto ya con las correcciones a precio social del mismo. La inversión social total de este es de C\$ 62,704,621.64 (ver cuadro 55), la cual se presenta una reducción de C\$ 13,764,429.14, con respecto a una inversión total de proyecto sin tomar en cuenta los factores de reducción.

Cuadro 32 Costo total social del proyecto

Descripción	Monto (C\$)
Activos Fijos	C\$ 59,155,303.43
Activos Diferidos	C\$ 3,549,318.21
Total	C\$ 62,704,621.64

Fuente: Propia

De igual manera se realizó la comparación con los costos de mantenimiento del proyecto ya que estos entran como egresos del proyecto a precios sociales. Obteniendo una reducción a C\$ 1,439,463.70 (ver cuadro 56).

Cuadro 33 Costos de mantenimiento

Costos de Mantenimiento Anual				
Descripción	U/M	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total (C\$)
Carpeta de Rodamiento	M²	30,562.16	C\$ 30.00	C\$ 751,829.17
Derecho de vía (limpieza)	MI	14,105.61	C\$ 30.00	C\$ 346,998.08
Señalización	GLB	1.00		C\$ -
Costo Total Directo				C\$ 1,098,827.25
Administración	5%			C\$ 54,941.36
Utilidades	8%			C\$ 87,906.18
IVA-15 %	15%			C\$ 164,824.09
IMI-1 %	1%			C\$ 10,988.27
IR-2 %	2%			C\$ 21,976.55
Costo Total Indirecto				C\$ 340,636.45
Directo+Indirecto				C\$ 1,439,463.70

Fuente: Propia

5.7.5 Análisis de flujo de caja con precios sociales

En el cuadro 57, se observa el comportamiento del flujo de caja en el período de diseño de los tramos de calles de pavimento articulado en estudio, este se proyecta a 20 años, este flujo de caja se estructura de la siguiente manera: primeramente, se muestran los ingresos generados por la obra los cuales están dados por incremento de plusvalía de viviendas, ahorro en gastos por enfermedades, ahorro en depreciación de vehículos, población que ocupan el servicio de transporte selectivo (taxis) y población que ocupan el servicio de transporte público (bus), luego aparecen los egresos compuestos por la inversión inicial y costos de mantenimiento, también se muestra el flujo neto (diferencia entre ingresos y egresos) y un valor del 10 % de la inversión total el cual resultado de C\$ 62,704,621.64.

Cuadro 34 Flujo de caja del proyecto

Año	Ingresos	Egresos	Flujo Neto
2023			C\$ (59,155,303.43)
2024	C\$ 9,793,262.59	C\$ 1,439,463.70	C\$ 8,353,798.89
2025	C\$ 10,018,967.37	C\$ 1,439,463.70	C\$ 8,579,503.67
2026	C\$ 10,251,860.32	C\$ 1,439,463.70	C\$ 8,812,396.62
2027	C\$ 10,492,191.88	C\$ 1,439,463.70	C\$ 9,052,728.17
2028	C\$ 10,740,221.52	C\$ 1,439,463.70	C\$ 9,300,757.82
2029	C\$ 10,996,218.17	C\$ 1,439,463.70	C\$ 9,556,754.47
2030	C\$ 11,260,460.52	C\$ 1,439,463.70	C\$ 9,820,996.82
2031	C\$ 11,533,237.41	C\$ 1,439,463.70	C\$ 10,093,773.71
2032	C\$ 11,814,848.20	C\$ 1,439,463.70	C\$ 10,375,384.50
2033	C\$ 12,105,603.16	C\$ 1,439,463.70	C\$ 10,666,139.46
2034	C\$ 12,405,823.89	C\$ 1,439,463.70	C\$ 10,966,360.19
2035	C\$ 12,715,843.75	C\$ 1,439,463.70	C\$ 11,276,380.04
2036	C\$ 13,036,008.28	C\$ 1,439,463.70	C\$ 11,596,544.58
2037	C\$ 13,366,675.71	C\$ 1,439,463.70	C\$ 11,927,212.01
2038	C\$ 13,708,217.36	C\$ 1,439,463.70	C\$ 12,268,753.66
2039	C\$ 14,061,018.21	C\$ 1,439,463.70	C\$ 12,621,554.50
2040	C\$ 14,425,477.35	C\$ 1,439,463.70	C\$ 12,986,013.65
2041	C\$ 14,802,008.60	C\$ 1,439,463.70	C\$ 13,362,544.90
2042	C\$ 15,191,040.95	C\$ 1,439,463.70	C\$ 13,751,577.25
2043	C\$ 15,593,019.26	C\$ 1,439,463.70	C\$ 14,153,555.55

Fuente: Propia

5.7.6 Evaluación socio-económico del proyecto

❖ Tasa interna de retorno económico (TIRE)

Ecuación 11:

$$TIRE = VANE = 0 = -I + \sum_{n=1}^N \frac{Q_n}{(1 + TIRE)^n}$$

Donde:

VANE: Es el valor actual neto económico;

I: Es la inversión.

Qn: Es el flujo de caja del año n.

N: Es el número de años de la inversión.

r: Es la tasa social de descuento.

Cuadro 35 Criterio de decisiones TIR

RESULTADO	DECISION
Mayor (TIR > 15%)	Se acepta
Igual (TIR = 15%)	Indiferente
Menor (TIR < 15%)	Se rechaza

Al realizar el cálculo la tasa de interés de retorno económico tiene un valor de 16% por lo tanto al ser mayor a 15% se acepta tomando en cuenta los criterios de decisiones para el Tir.

❖ **Valor actual neto económico**

La VANE se calcula a través de la siguiente ecuación:

Ecuación 12:

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

Donde:

Vt: Representa los flujos de caja en cada período t.

I0: Es el valor del desembolso de la inversión.

n: Es el número de períodos considerados.

K: Es el tipo de interés.

En el siguiente cuadro muestra los criterios de decisión del VANE

Cuadro 2 Criterios de decisión del VANE

Resultado	Decisión
Positivo (VANE >0)	Se acepta
Nulo (VANE = 0)	Indiferente
Negativo (VANE <0)	Se rechaza

Al realizar el cálculo del valor actual neto económico del cual se obtuvo C\$ 38,320,574.66 por lo tanto al ser mayor a cero se acepta lo cual indica que se obtendrá beneficios a lo largo de los años.

Cuadro 36 Resultados de indicadores a precios sociales

TASA SOCIAL DE DESCUENTO(TSD)	8%
VANE	C\$ 38,320,574.66
TIRE	16%
R B/C	1.38

Fuente: Propia

El manual de costos del FISE, establece las tasas de descuento que utilizan para estos proyectos de interés social entre un 8 % y 9 %, para este caso se ha tomado una tasa de descuento del 8 %.

5.7.7 Evaluación socio-económica del proyecto

La evaluación del flujo de caja a precios económicos muestra que utilizando la tasa social de descuento (TSD) de 8 %, el proyecto tiene un valor actual neto (VANE) de más (+) C\$ 38,320,574.66 córdobas. Este valor es positivo por lo que el proyecto es viable desde el punto de vista económico.

Cuadro 3 Criterios de decisión de la R B/C

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

Fuente: Propia

La tasa interna de retorno (TIRE) del flujo de caja económico del proyecto muestra un valor de 16%, resultando mayor que el 8 % de la TSD, por lo que el proyecto pueda aceptarse como beneficioso desde el punto de análisis económico.

La relación beneficio costo es mayor que $1.38 > 1$, por lo tanto, el proyecto se acepta en base a la tabla de criterio de decisión lo cual indica que la relación beneficio-costo es superior a la unidad y por lo tanto el proyecto va generar ganancias a lo largo de su vida útil.

VI. CONCLUSIONES

1. El tramo tiene una demanda de 489 viviendas para el estudio de mercado, los que serán beneficiados con este proyecto y también las que transiten por la misma tramos de calles de pavimento articulado ya que el tránsito proyectado de este tramo será de 1881 Vehículo por día.
2. El estudio de tránsito que se realizó durante una semana por periodo de 12 horas, y utilizando el método del Ministerio de Transporte e Infraestructura MTI, de estaciones sumarias, se determinó un tránsito de diseño de **36,141,264** vehículos proyectado para el año 2043 y un ESAL's de diseño **3,400,364**.
3. Los espesores para el diseño de la estructura del pavimento por cada capa calculados mediante el método de la AASHTO en este caso tendrán espesores de 3.94 plg (10 cm) de la carpeta de rodamiento con adoquín de 3500 PSI, 1.97 plg (5.00 cm capa de arena), 8.83 plg (22 cm de base estabilizada con cemento), la estructura de pavimento tendrá un espesor total de 0.37 m. Esta carpeta resulta de fácil mantenimiento.
4. Los impactos ambientales que generaría la ejecución del proyecto son considerados con una baja significancia, ya que no representan un riesgo a largo plazo, las afectaciones son mínimas en los componentes geológicos, hidrológicos, social como se muestra en la evaluación de emplazamiento y solamente tendrán efecto durante la ejecución de la obra.
5. El resultado del estudio socio-económico muestra que existe una factibilidad económica para la inversión pública. Esto debido a que los dos indicadores para el análisis socio-económico del proyecto resultaron mayor a la unidad. En el caso del Valor Actual Neto Económico es de C\$ 38,320,574.6 córdobas > 0 y la tasa interna de retorno económica con un valor del 16%, es decir, un punto porcentual por encima de la tasa social de descuento establecida por el Sistema Nacional De Inversión Pública (SNIP) en 8 %.

VII. RECOMENDACIONES

1. Los estudios descritos en este documento son de carácter preliminar al ser un documento de taller monográfico, si se quieren obtener mejores resultados se deben profundizar más los temas aquí mencionados.
2. Se sugiere realizar un estudio de suelo para mejorar los cálculos del diseño de pavimento articulado ya que el valor del CBR es hipotético:
 - Para nuestro caso son calles de adoquín, las perforaciones pueden realizarse entre cada 250 – 500mts de separación a una profundidad de 1.50mts.
 - En cada perforación ejecutada deberán tomarse muestras representativas de las diferentes capas de suelos encontradas, las cuales suelen ser de dos tipos; alteradas e inalteradas.
3. Se sugiere darle continuidad al diseño de la estructura del pavimento para verificar los valores del numero estructural por lo el Modulo de resiliencia esta en dependencia del valor del CBR hipotético:
 - Para asegurar una mayor resistencia y durabilidad de la estructura del pavimento es recomendable estabilizar la base con material selecto más 4 % de cemento.
 - Utilizar un adoquín tipo tráfico y que este cumpla con su resistencia de 3,500 PSI según la NIC-2000 y esgrimir la materia prima, procedentes de fábricas certificadas y reconocidas a nivel nacional. El adoquín, debe estar confinado en sus bordes laterales por bordillos o cunetas de concreto simple, cuyo objeto es el proteger y respaldar debidamente la estructura.
 - Realizar una buena compactación en la preparación del terreno tanto en la base como en la sub-rasante, para que no se generen deformaciones o hundimientos en la superficie de rodadura.

4. Se recomienda dar mantenimiento rutinario a la carretera cuando se presenten zonas inestables que interrumpan con la seguridad y el confort que ofrece la carretera, estando acorde con la última versión del Manual Centroamericano de Mantenimiento de Carreteras
5. Se recomienda hacer el estudio hidro técnico para el diseño del drenaje menor para las cunetas.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

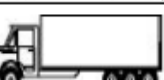
- American Association of State Highway and Transportation Officials. (1993). *Manual de diseño de pavimentos*.
- Corea y Asociados S.A. (CORASCO), & Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI). (2008). *Manual para la Revisión de Diseños de Pavimentos*. Managua, Nicaragua.
- Corea y Asociados S.A. (CORASCO), & Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI). (2008). *Manual para la Revisión de Estudios de Impacto Ambiental*. Managua, Nicaragua.
- Corea y Asociados S.A. (CORASCO), & Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI). (2008). *Manual para la Revisión de Estudios Hidrotécnicos de Drenaje Menor*. Managua, Nicaragua.
- Dirección General de Inversiones Públicas, M. d. (s.f.). *Metodología para la preparación y evaluación de proyectos de infraestructura vial*. Managua, Nicaragua. Obtenido de <http://www.snip.gob.ni>
- Espinales Centeno, D. E., Sobalvarro Lazo, F. G., & Urbina Álvarez, J. D. (2019). *Monografía: ESTUDIO DE PREFECTIBILIDAD PARA EL ADOQUINADO DE 1.2 KM DE LONGITUD DE CALLE EN EL MUNICIPIO DE ACOYAPA DEPARTAMENTO DE CHONTALES*. Managua.
- Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI). (2019). *Anuario de aforos de tráfico*. Managua.
- Navarro Hudiel, M. (2017). *Ingeniería de Transito*. Managua, Nicaragua: Universidad Nacional de Ingeniería UNI-RUACS.
- SIECA. (2002). *Manual Centroamericano para el diseño de pavimentos*. Guatemala.
- Universidad Nacional de Ingeniería (UNI). (2001). *Normativa de Culminacion de Estudios (FTC)*. Managua, Nicaragua.

IX. CRONOGRAMA

FASE I	FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE			
	SEMANAS				SEMANAS				SEMANAS				SEMANAS				SEMANAS				SEMANAS				SEMANAS				SEMANAS				SEMANAS				SEMANAS			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Formacion de los grupos de investigacion																																								
Coordinacion para la elaboracion del proyecto																																								
Selección y delimitacion de tema																																								
Redaccion del plantamiento del proyecto																																								
Redaccion de objetivos																																								
FASE II																																								
Diseño metodologico																																								
Introduccion, Antecedentes																																								
Desarollo estudio tecnico y financiero																																								
Analisis de resultados																																								
Elaboracion de conclusion, recomendación, anexos																																								
FASE III																																								
Elaboracion del documento																																								
Redaccion y Revision																																								
Correccion del documento																																								
Aprovision del documento																																								
Entrega del documento final																																								

Anexos

Cuadro 37 Diagrama de cargas máximas permisibles por tipo de vehículo

TIPO DE VEHICULOS	ESQUEMAS DE VEHICULOS	PESO MAXIMO AUTORIZADO						Peso Máximo Total (1) Ton - Met.
		1er. Eje	2do. Eje	3er. Eje	4to. Eje	5to. Eje	6to. Eje	
C2 11		4.50	9.00					13.50
C3 12		5.00	16.00					21.00
			8.00	8.00				
C4 Tx-Sx<4		5.00	20.00					25.00
			6.67	6.66	6.66			
T2-S1 Tx-Sx<4		5.00	9.00	9.00				23.00
T2-S2 Tx-Sx<4		5.00	9.00	16.00				30.00
				8.00	8.00			
T2-S3 Tx-Sx>5		5.00	9.00	20.00				34.00
				6.67	6.66	6.66		
T3-S1 Tx-Sx<4		5.00	16.00		9.00			30.00
			8.00	8.00				
T3-S2 Cx-Rx<4		5.00	16.00		16.00			37.00
			8.00	8.00	8.00	8.00		
T3-S3 Cx-Rx>5		5.00	16.00		20.00			41.00
			8.00	8.00	6.67	6.66	6.66	
C2-R2 Cx-Rx<4		4.50	9.00	4.0 a	4.0 a			21.50
		4.50	9.00	6.5 b	6.5 b			26.50
C3-R2 Cx-Rx>5		5.00	16.00		4.0 a	4.0 a		29.00
		5.00	8.00	8.00	6.5 b	6.5 b		34.00
C3-R3 Cx-Rx>5		5.00	16.00		4.0 a	5.0 a	5.0 a	35.00
		5.00	8.0 b	8.0 b	6.5 b	5.0 b	5.0 b	37.50

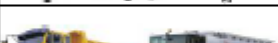
NOTA: El peso máximo permisible será el menor entre el especificado por el fabricante y el contenido en esta columna.

a : Eje sencillo llanta sencilla.

b : Eje sencillo llanta doble.

Fuente: Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI)

Cuadro 61 Tipología y descripción vehicular de conteos de tráfico de la oficina de diagnóstico, evaluación de pavimentos y puentes

CLASIF. VEHICULAR	TIPOS DE VEHICULOS	ESQUEMA VEHICULAR	DESCRIPCIÓN DE LA TIPOLOGÍA VEHICULAR
VEHICULOS DE PASAJEROS	MOTOCICLETAS		Incluye todos los tipos de Motocicleta tales como, Minimoto, Cuadracillos, Moto Taxis, Etc. Este último fue modificado para que pudiera ser adaptado para el traslado de personas, se encuentran más en zonas Departamentales y Zonas Urbanas. Moviliza a 3 personas incluyendo al conductor.
	AUTOMOVILES		Se consideran todos los tipos de automóviles de cuatro y dos puertas, entre los que podemos mencionar, vehículos coupe y station wagon.
	JEEP		Se consideran todos los tipos de vehículos conocidos como 4*4. En diferentes tipos de marcas, tales como TOYOTA, LAND ROVER, JEEP, ETC.
	CAMONETA		Son todos aquellos tipos de vehículos con ltnas en la parte trasera, incluyendo las que transportan pasajeros y aquellas que por su diseño están diseñadas a trabajos de carga.
	MICROBUS		Se consideran todos aquellos microbuses, que su capacidad es menor o igual a 14 pasajeros sentados.
	MINIBUS		Son todos aquellos con una capacidad de 15 a 30 pasajeros sentados.
	BUS		Se consideran todos los tipos de buses, para el transporte de pasajeros con una capacidad mayor de 30 personas sentadas.
VEHICULOS DE CARGA	LIVIANO DE CARGA		Se consideran todos aquellos vehículos, cuyo peso máximo es de 4 toneladas o menores a ellas.
	CAMIÓN DE CARGA C2 - C3		Son todos aquellos camiones tipos C2 (2 Ejes) y C3 (3 Ejes), con un peso mayor de 5 toneladas. También se incluyen las furgonetas de carga liviana.
	CAMIÓN DE CARGA PESADA Tr-Six=4		Camiones de Carga Pesada, son vehículos diseñados para el transporte de mercancía liviana y pesada y son del tipo Tr-Six=4.
	Tr-Six=5		Este tipo de camiones son considerados combinaciones Tractor Camión y semi-Remolque, que sea igual o mayor que 5 ejes.
	Cx-Rx=4		Camión Combinado, son combinaciones camión remolque que sea menor o igual a 4 ejes y están clasificados como Cx-Rx=4
	Cx-Rx=5		Son combinaciones iguales que las anteriores pero iguales o mayores cantidades a 5 ejes.
EQUIPO PESADO	VEHICULOS AGRICOLAS		Son vehículos provistos con llantas especiales de hule, de gran tamaño. Muchos de estos vehículos poseen arados u otros tipos de equipos, con los cuales realizar las actividades agrícolas. Existen de diferentes tipos (Tractores - Arados - Cosechadoras)
	VEHICULOS DE CONSTRUCCIÓN		Generalmente estos tipos de vehículos se utilizan en la construcción de obras civiles. Pueden ser de diferentes tipos, Motoniveladoras, retroexcavadoras, Recuperador de Caminos/Mezclador, Pavimentadora de Asfalto, Tractor de Cadenas, Cargador de Ruedas y Compactadoras.
OTROS	REMOLQUES Y/O TRAILERS		Se incluye remolques o trailers pequeños halados por cualquier clase de vehículo automotor, también se incluyen los halados por tracción animal (Sempientes).

Fuente: Anuario de Aforos de Tráfico, MTI (2017)

Cuadro 38 Factores equivalentes de carga para pavimentos flexibles, ejes simples, pt = 2

Carga p/eje (kips) ⁶	Número estructural SN					
	1	2	3	4	5	6
2	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002
4	0.002	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002
6	0.009	0.012	0.011	0.010	0.009	0.009
8	0.03	0.035	0.036	0.033	0.031	0.029
10	0.075	0.085	0.090	0.085	0.079	0.076
12	0.165	0.177	0.189	0.183	0.174	0.168
14	0.325	0.338	0.354	0.350	0.338	0.331
16	0.589	0.598	0.613	0.612	0.603	0.596
18	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
20	1.61	1.59	1.56	1.55	1.57	1.59
22	2.49	2.44	2.35	2.31	2.35	2.41
24	3.71	3.62	3.43	3.33	3.40	3.51
26	5.36	5.21	4.88	4.68	4.77	4.96
28	7.54	7.31	6.78	6.42	6.52	6.83
30	10.4	10.0	9.2	8.6	8.7	9.2
32	14.0	13.5	12.4	11.5	11.5	12.1
34	18.5	17.9	16.3	15.0	14.9	15.6
36	24.2	23.3	21.2	19.3	19.0	19.9
38	31.1	29.9	27.1	24.6	24.0	25.1
40	39.6	38.0	34.3	30.9	30.0	31.2
42	49.7	47.7	43.0	38.6	37.2	38.5
44	61.8	59.3	53.4	47.6	45.7	47.1
46	76.1	73.0	65.6	58.3	55.7	57.0
48	92.9	89.1	80.0	70.9	67.3	68.6
50	113.	108.	97.	86.	81.	82.

Fuente: Guía para el diseño de Pavimentos AASHTO 1993.

**Cuadro 39 Factores equivalentes de carga para pavimentos flexibles, ejes
tándem, pt = 2**

Carga p/eje (kips)	Número estructural SN					
	1	2	3	4	5	6
2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4	0.0003	0.0003	0.0003	0.0002	0.0002	0.0002
6	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
8	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.002
10	0.007	0.008	0.008	0.007	0.006	0.006
12	0.013	0.016	0.016	0.014	0.013	0.012
14	0.024	0.029	0.029	0.026	0.024	0.023
16	0.041	0.048	0.050	0.046	0.042	0.040
18	0.066	0.077	0.081	0.075	0.069	0.066
20	0.103	0.117	0.124	0.117	0.109	0.105
22	0.156	0.171	0.183	0.174	0.164	0.158
24	0.227	0.244	0.260	0.252	0.239	0.231
26	0.322	0.340	0.360	0.353	0.338	0.329
28	0.447	0.465	0.487	0.481	0.466	0.455
30	0.607	0.623	0.646	0.643	0.627	0.617
32	0.810	0.823	0.843	0.842	0.829	0.819
34	1.06	1.07	1.08	1.08	1.08	1.07
36	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38
38	1.76	1.75	1.73	1.72	1.73	1.74
40	2.22	2.19	2.15	2.13	2.16	2.18
42	2.77	2.73	2.64	2.62	2.66	2.70
44	3.42	3.36	3.23	3.18	3.24	3.31
46	4.20	4.11	3.92	3.83	3.91	4.02
48	5.10	4.98	4.72	4.58	4.68	4.83
50	6.15	5.99	5.64	5.44	5.56	5.77
52	7.37	7.16	6.71	6.43	6.56	6.83
54	8.77	8.51	7.93	7.55	7.69	8.03
56	10.4	10.1	9.3	8.8	9.0	9.4
58	12.2	11.8	10.9	10.3	10.4	10.9
60	14.3	13.8	12.7	11.9	12.0	12.6
62	16.6	16.0	14.7	13.7	13.8	14.5
64	19.3	18.6	17.0	15.8	15.8	16.6
66	22.2	21.4	19.6	18.0	18.0	18.9
68	25.5	24.6	22.4	20.6	20.5	21.5
70	29.2	28.1	25.6	23.4	23.2	24.3
72	33.3	32.0	29.1	26.5	26.2	27.4
74	37.8	36.4	33.0	30.0	29.4	30.8
76	42.8	41.2	37.3	33.8	33.1	34.5
78	48.4	46.5	42.0	38.0	37.0	38.6
80	54.4	52.3	47.2	42.5	41.3	43.0
82	61.1	58.7	52.9	47.6	46.0	47.8
84	68.4	65.7	59.2	53.0	51.2	53.0
86	76.3	73.3	66.0	59.0	56.8	58.6
88	85.0	81.6	73.4	65.5	62.8	64.7
90	94.4	90.6	81.5	72.6	69.4	71.3

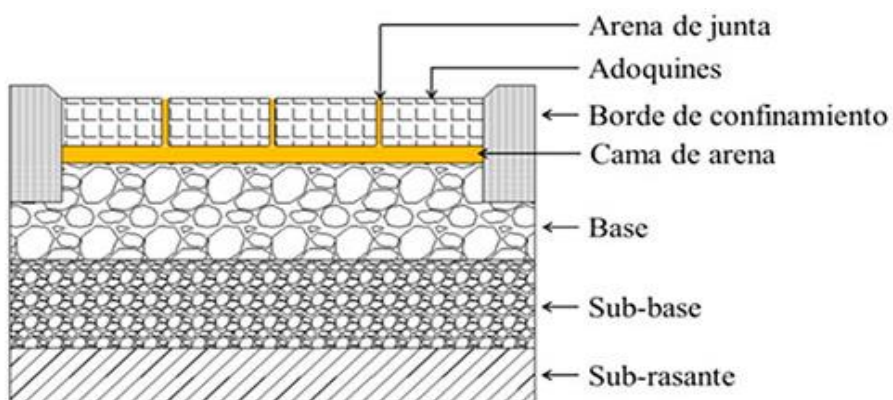
Fuente: Guía para el diseño de Pavimentos AASHTO 1993.

Cuadro 64 Crecimiento de tránsito vehicular a nivel nacional

Año	Troncal Principal	Troncal Secundaria	Colectora Principal	Colectora Secundaria	Vecinal	TPDA Total	Crecimiento
2007	741,529	50,018	83,265	54,286	42,650	971,748	
2008	762,653	51,334	97,085	62,547	46,214	1019,833	4.95%
2009	801,352	51,248	99,305	67,913	51,213	1071,031	5.02%
2010	804,874	56,492	102,666	77,776	52,362	1094,170	2.16%
2011	818,768	58,106	108,665	80,935	55,120	1121,594	2.51%
2012	840,981	62,576	115,099	81,176	55,778	1155,610	3.03%
2013	830,012	65,041	132,331	87,741	60,312	1175,437	1.72%
2014	863,450	71,371	143,697	92,370	62,755	1233,643	4.95%
2015	951,313	75,100	144,071	96,862	68,780	1336,126	8.31%
2016	997,692	87,742	149,198	100,260	68,393	1403,286	5.03%
2017	1139,926	91,463	160,037	106,315	67,714	1565,456	11.56%
2018	1132,215	104,214	164,959	101,124	74,433	1576,945	0.73%
2019	1212,742	115,418	186,968	120,892	78,398	1714,418	8.72%
2020	1167,966	135,189	196,529	132,730	96,066	1728,481	0.82%

Fuente: Anuario 2020 Tabla N°8 TPDA por clasificación Vehicular Pág. 25

Figura 3 Sección típica de los pavimentos articulados



Fuente: Google https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-915X2013000300002

Cuadro 65 Beneficios totales

BENEFICIOS						
Año	Ahorro en gastos por enfermedades	Ahorro en depreciación de vehículos	Población que ocupan el servicio de transporte selectivo (taxi)	Población que ocupan el servicio de transporte público (bus)	Incremento de plusvalía de viviendas	Total
2023	C\$ 1,312,695.00	C\$ 4,269,959.35	C\$ 19,925.00	C\$ 2,152,800.00	C\$ 1,819,125.00	C\$ 9,574,504.35
2024	C\$ 1,319,258.48	C\$ 4,395,069.16	C\$ 20,024.63	C\$ 2,163,564.00	C\$ 1,895,346.34	C\$ 9,793,262.59
2025	C\$ 1,325,854.77	C\$ 4,523,844.68	C\$ 20,124.75	C\$ 2,174,381.82	C\$ 1,974,761.35	C\$ 10,018,967.37
2026	C\$ 1,332,484.04	C\$ 4,656,393.33	C\$ 20,225.37	C\$ 2,185,253.73	C\$ 2,057,503.85	C\$ 10,251,860.32
2027	C\$ 1,339,146.46	C\$ 4,792,825.66	C\$ 20,326.50	C\$ 2,196,180.00	C\$ 2,143,713.26	C\$ 10,492,191.88
2028	C\$ 1,345,842.19	C\$ 4,933,255.45	C\$ 20,428.13	C\$ 2,207,160.90	C\$ 2,233,534.85	C\$ 10,740,221.52
2029	C\$ 1,352,571.40	C\$ 5,077,799.83	C\$ 20,530.27	C\$ 2,218,196.70	C\$ 2,327,119.96	C\$ 10,996,218.17
2030	C\$ 1,359,334.26	C\$ 5,226,579.37	C\$ 20,632.92	C\$ 2,229,287.69	C\$ 2,424,626.28	C\$ 11,260,460.52
2031	C\$ 1,366,130.93	C\$ 5,379,718.14	C\$ 20,736.09	C\$ 2,240,434.12	C\$ 2,526,218.12	C\$ 11,533,237.41
2032	C\$ 1,372,961.59	C\$ 5,537,343.89	C\$ 20,839.77	C\$ 2,251,636.29	C\$ 2,632,066.66	C\$ 11,814,848.20
2033	C\$ 1,379,826.40	C\$ 5,699,588.06	C\$ 20,943.97	C\$ 2,262,894.48	C\$ 2,742,350.26	C\$ 12,105,603.16
2034	C\$ 1,386,725.53	C\$ 5,866,585.99	C\$ 21,048.69	C\$ 2,274,208.95	C\$ 2,857,254.73	C\$ 12,405,823.89
2035	C\$ 1,393,659.16	C\$ 6,038,476.96	C\$ 21,153.93	C\$ 2,285,579.99	C\$ 2,976,973.71	C\$ 12,715,843.75
2036	C\$ 1,400,627.45	C\$ 6,215,404.34	C\$ 21,259.70	C\$ 2,297,007.89	C\$ 3,101,708.90	C\$ 13,036,008.28
2037	C\$ 1,407,630.59	C\$ 6,397,515.68	C\$ 21,366.00	C\$ 2,308,492.93	C\$ 3,231,670.51	C\$ 13,366,675.71
2038	C\$ 1,414,668.74	C\$ 6,584,962.89	C\$ 21,472.83	C\$ 2,320,035.40	C\$ 3,367,077.50	C\$ 13,708,217.36
2039	C\$ 1,421,742.08	C\$ 6,777,902.30	C\$ 21,580.19	C\$ 2,331,635.57	C\$ 3,508,158.05	C\$ 14,061,018.21
2040	C\$ 1,428,850.80	C\$ 6,976,494.84	C\$ 21,688.09	C\$ 2,343,293.75	C\$ 3,655,149.87	C\$ 14,425,477.35
2041	C\$ 1,435,995.05	C\$ 7,180,906.14	C\$ 21,796.53	C\$ 2,355,010.22	C\$ 3,808,300.65	C\$ 14,802,008.60
2042	C\$ 1,443,175.02	C\$ 7,391,306.69	C\$ 21,905.52	C\$ 2,366,785.27	C\$ 3,967,868.45	C\$ 15,191,040.95
2043	C\$ 1,450,390.90	C\$ 7,607,871.98	C\$ 22,015.04	C\$ 2,378,619.20	C\$ 4,134,122.14	C\$ 15,593,019.26

Fuente: Propia

Cuadro 66 Aforo vehicular día Lunes

AFORO Y CLASIFICACION VEHICULAR DE LAS CALLES DE BOSQUES DE JUIGALPAN (ambos lados)											
PUNTO DE CONTROL						FECHA		LUNES-DIA 1			
SENTIDO		DERECHO				CONTADOR		DAZIA			
UBICACIÓN		ENTRADA									
	VEHICULOS LIVIANOS				PESADOS DE PASAJEROS				PESADOS DE CARGA		
Hora	Moto	Autos	Jeep	Cmta.	Mbus	MB>15 P	Bus	Camion C2	C2 Liv	C2> 5 Ton	C3
06:00-07:00	83	25	2	16	0	0	1	0	2	0	0
07:00-08:00	85	20	1	20	0	0	0	0	1	0	0
08:00-09:00	92	21	1	18	1	0	0	0	3	1	0
09:00-10:00	75	23	2	14	0	0	0	1	2	0	0
10:00-11:00	83	12	0	13	0	1	0	0	3	0	0
11::00-12:00	30	12	1	11	0	0	0	0	0	0	0
12:00-01:00	81	26	1	10	2	0	1	0	1	1	0
01:00-02:00	95	18	0	10	0	0	0	0	0	0	0
02:00-03:00	95	28	2	11	0	2	1	0	1	0	0
03:00-04:00	74	34	1	12	1	0	0	0	1	2	0
04:00-05:00	49	11	0	8	0	0	0	0	0	0	0
05:00-06:00	73	22	1	12	1	0	1	1	3	0	0
TOTAL	915	252	12	155	5	3	4	2	17	4	0

Fuente: Propia

Cuadro 67 Aforo vehicular día Martes

AFORO Y CLASIFICACION VEHICULAR DE LAS CALLES DE BOSQUES DE JUIGALPAN (ambos lados)											
PUNTO DE CONTROL					FECHA		MARTES-DIA 2				
SENTIDO		DERECHO/IZQUIERDA			CONTADOR		RITO				
UBICACIÓN		ENTRADA									
	VEHICULOS LIVIANOS				PESADOS DE PASAJEROS				PESADOS DE CARGA		
Hora	Moto	Autos	Jeep	Cmta	Mbus	MB>15 P	Bus	Camión C2	C2 Liv	C2> 5 Ton	C3
06:00-07:00	65	18	0	12	2	1	0	1	3		0
07:00-08:00	68	15	0	18	1	1	1	1	2	0	0
08:00-09:00	58	12	1	15	0	0	1	2	3		1
09:00-10:00	75	20	0	11	1	0	0	0	2	0	0
10:00-11:00	69	16	1	15	2	0	0	0	2	0	0
11::00-12:00	57	13	0	12	0	1	1	1	1	0	0
12:00-01:00	71	17	1	8	2	1	0	1	2	0	0
01:00-02:00	64	20	1	12	1	0	1	0	1	0	1
02:00-03:00	75	25	2	9	1	1	1	1	1	0	0
03:00-04:00	74	26	1	10	1	1	0	0	1	0	0
04:00-05:00	58	11	1	12	1	0	1	0	1	0	0
05:00-06:00	73	23	1	13	0	1	1	1	2	0	0
TOTAL	807	216	9	147	12	7	7	8	21	0	2

Fuente: Propia

Cuadro 68 Aforo vehicular día Miércoles

AFORO Y CLASIFICACION VEHICULAR DE LAS CALLES DE BOSQUES DE JUIGALPAN (ambos lados)											
PUNTO DE CONTROL					FECHA		MIERCOLES-DIA 3				
SENTIDO		DERECHO/IZQUIERDA			CONTADOR		SIGRID				
UBICACIÓN		ENTRADA									
	VEHICULOS LIVIANOS				PESADOS DE PASAJEROS				PESADOS DE CARGA		
Hora	Moto	Autos	Jeep	Cmta	Mbus	MB>15 P	Bus	Camión C2	C2 Liv	C2> 5 Ton	C3
06:00-07:00	64	27	1	10	1	0	1	0	2	1	0
07:00-08:00	62	25	1	14	2	0	0	0	1	0	0
08:00-09:00	56	24	2	13	1	0	0	0	2	2	1
09:00-10:00	65	21	0	13	1	0	0	0	1	1	0
10:00-11:00	61	22	1	17	0	0	1	0	0	0	0
11::00-12:00	58	24	0	10	2	0	0	0	1	0	0
12:00-01:00	55	25	0	7	1	0	0	0	0	1	0
01:00-02:00	63	28	1	12	0	0	0	0	2	0	0
02:00-03:00	70	23	0	9	2	0	1	0	2	2	0
03:00-04:00	58	29	2	10	1	0	0	0	1	0	0
04:00-05:00	67	32	2	13	2	0	0	0	2	0	0
05:00-06:00	78	28	3	11	2	0	1	0	2	0	0
TOTAL	757	308	13	139	15	0	4	0	16	7	1

Fuente: Propia

Cuadro 69 Aforo Vehicular día Jueves

AFORO Y CLASIFICACION VEHICULAR DE LAS CALLES DE BOSQUES DE JUIGALPAN (ambos lados)											
PUNTO DE CONTROL					FECHA		JUEVES-DIA 4				
SENTIDO	DERECHO/IZQUIERDA				CONTADOR		DAZIA				
UBICACIÓN	ENTRADA										
	VEHICULOS LIVIANOS				PESADOS DE PASAJEROS				PESADOS DE CARGA		
Hora	Moto	Autos	Jeep	Cmta	Mbus	MB>15 P	Bus	Camión C2	C2 Liv	C2> 5 Ton	C3
06:00-07:00	75	26	2	13	0	0	0	0	1	0	0
07:00-08:00	77	27	1	12	0	0	2	0	1	1	0
08:00-09:00	71	28	3	10	0	0	1	0	0	1	0
09:00-10:00	74	28	2	11	0	1	0	0	2	2	0
10:00-11:00	73	25	2	15	0	0	0	0	1	0	0
11::00-12:00	72	25	0	12	0	0	1	1	2	1	0
12:00-01:00	73	27	2	11	0	0	1	0	1	1	0
01:00-02:00	71	26	0	12	0	1	0	0	2	0	0
02:00-03:00	73	32	2	11	0	0	0	0	1	2	0
03:00-04:00	81	27	1	13	0	0	2	0	2	0	0
04:00-05:00	83	29	0	15	0	0	2	0	3	0	0
05:00-06:00	85	28	2	14	0	0	1	0	1	0	0
TOTAL	908	328	17	149	0	2	10	1	17	8	0

Fuente: Propia

Cuadro 70 Aforo Vehicular día Viernes

AFORO Y CLASIFICACION VEHICULAR DE LAS CALLES DE BOSQUES DE JUIGALPAN (ambos lados)											
PUNTO DE CONTROL					FECHA		VIERNES-DIA 5				
SENTIDO		DERECHO/IZQUIERDA			CONTADOR		RITO				
UBICACIÓN		ENTRADA									
	VEHICULOS LIVIANOS				PESADOS DE PASAJEROS				PESADOS DE CARGA		
Hora	Moto	Autos	Jeep	Cmta	Mbus	MB>15 P	Bus	Camión C2	C2 Liv	C2> 5 Ton	C3
06:00-07:00	65	17	1	11	0	0	1	1	2	1	0
07:00-08:00	63	19	0	13	2	0	0	0	2	0	0
08:00-09:00	67	18	0	10	0	1	0	1	1	1	0
09:00-10:00	68	18	3	9	1	0	0	0	3	2	1
10:00-11:00	72	19	0	13	0	0	0	0	1	1	0
11::00-12:00	69	18	1	12	1	2	0	0	2	0	0
12:00-01:00	68	16	0	11	0	0	0	0	2	0	0
01:00-02:00	61	16	2	12	2	0	0	1	0	1	0
02:00-03:00	65	14	0	10	0	0	0	0	3	0	0
03:00-04:00	62	19	2	12	1	0	0	1	3	1	0
04:00-05:00	61	19	1	13	0	0	0	0	2	1	0
05:00-06:00	62	18	0	15	0	0	0	0	2	2	0
TOTAL	783	211	10	141	7	3	1	4	23	10	1

Fuente: Propia

Cuadro 71 Aforo Vehicular día Sábado

AFORO Y CLASIFICACION VEHICULAR DE LAS CALLES DE BOSQUES DE JUIGALPAN (ambos lados)											
PUNTO DE CONTROL					FECHA		SABADO-DIA 6				
SENTIDO		DERECHO/IZQUIERDA			CONTADOR		SIGRID				
UBICACIÓN		ENTRADA									
	VEHICULOS LIVIANOS				PESADOS DE PASAJEROS				PESADOS DE CARGA		
Hora	Moto	Autos	Jeep	Cmta	Mbus	MB>15 P	Bus	Camión C2	C2 Liv	C2> 5 Ton	C3
06:00-07:00	68	19	0	13	2	1	0	0	1	0	0
07:00-08:00	67	21	1	14	1	2	0	0	0	2	0
08:00-09:00	62	17	2	15	1	1	0	0	1	1	1
09:00-10:00	70	16	0	11	1	0	0	1	2	0	0
10:00-11:00	68	21	2	12	3	3	1	1	1	0	0
11::00-12:00	72	17	1	13	2	1	0	0	1	1	0
12:00-01:00	74	19	1	15	0	2	0	1	2	1	1
01:00-02:00	66	24	0	14	1	1	0	0	1	0	0
02:00-03:00	68	27	2	12	2	0	1	0	1	1	0
03:00-04:00	63	20	0	14	3	2	0	0	1	0	0
04:00-05:00	63	21	0	11	1	3	0	2	2	1	1
05:00-06:00	63	19	0	17	1	3	0	0	1	0	0
TOTAL	804	241	9	161	18	19	2	5	14	7	3

Fuente: Propia

Cuadro 72 Aforo Vehicular día Domingo

AFORO Y CLASIFICACION VEHICULAR DE LAS CALLES DE BOSQUES DE JUIGALPAN (ambos lados)											
PUNTO DE CONTROL					FECHA		DOMINGO-DIA 7				
SENTIDO		DERECHO/IZQUIERDA			CONTADOR		DAZIA/RITO				
UBICACIÓN		ENTRADA									
	VEHICULOS LIVIANOS				PESADOS DE PASAJEROS				PESADOS DE CARGA		
Hora	Moto	Autos	Jeep	Cmta	Mbus	MB>15 P	Bus	Camión C2	C2 Liv	C2> 5 Ton	C3
06:00-07:00	58	14	1	12	0	1	0	0	0	0	0
07:00-08:00	46	12	0	15	0	0	0	0	0	1	0
08:00-09:00	55	13	0	14	0	0	0	0	1	0	0
09:00-10:00	53	18	1	8	0	1	0	0	1	1	0
10:00-11:00	51	15	1	9	0	0	0	0	1	1	0
11::00-12:00	56	18	0	10	0	0	0	0	0	0	0
12:00-01:00	55	17	1	11	0	0	0	0	1	0	0
01:00-02:00	53	18	0	12	0	1	0	0	0	0	0
02:00-03:00	51	22	0	10	0	0	0	0	0	0	0
03:00-04:00	48	17	1	9	0	0	0	0	2	0	0
04:00-05:00	50	16	1	10	0	0	0	0	1	1	0
05:00-06:00	47	18	1	12	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	623	198	7	132	0	3	0	0	7	4	0

Fuente: Propia

Encuesta 1 dirigida a los transeúntes que circulan por las calles del barrio de Bosques de Juigalpan

Indicación: por favor conteste el siguiente cuestionario según su criterio

Marque con una (X) su respuesta.

1.- Su generó

Masculino ☐ Femenino ☐

2.- ¿Considera usted que las calles barrio son seguras?

☐ Mucho ☐ Poco ☐ Nada

3.- ¿Cree usted que el mal estado de las calles provoca una imagen desfavorable al barrio?

☐ Mucho ☐ Poco ☐ Nada

4.- ¿En los últimos años se le ha dado el mantenimiento necesario a las calles?

☐ Mucho ☐ Poco ☐ Nada

5.- ¿Qué tipo de transporte utiliza?

☐ Transporte urbano colectivo (ruta) ☐ Transporte urbano colectivo (taxi)

☐ Vehiculó propio ☐ Motocicleta ☐ Ninguna de las anteriores

6.- ¿Qué parte del vehículo sufre mayor daño por el mal estado de las calles?

☐ Amortiguadores ☐ Resortes ☐ Llantas ☐ Tren delantero.

7.- ¿El deterioro de las calles le ha conllevado a accidentes de tránsito?

☐ Mucha frecuencia ☐ Poca frecuencia ☐ Nunca

8.- ¿Qué tipo de malestar le provoca el transitar por las vías en mal estado?

☐ Stress ☐ Fatiga ☐ Dolor de cabeza

9.- ¿Con que tipo de material le gustaría a usted que se construyera la calle?

☐ Asfalto ☐ Adoquín ☐ Concreto Hidráulico

10.- ¿Qué sugerencia le daría usted como transeúnte a las autoridades competentes con respecto a las condiciones de las calles?

Plano

Documentos Académicos