

Facultad de Tecnología de la Construcción

“ESTUDIO DE PRE-FACTIBILIDAD PARA EL  
MEJORAMIENTO DEL CAMINO EL JÍCARO-LA  
MIA EN EL MUNICIPIO DE EL JÍCARO (5.00KM)  
DEPARTAMENTO DE NUEVA SEGOVIA”.

Trabajo del Taller Monográfico para optar al título de  
Ingeniero Civil

**Elaborado por**

**Tutor:**

Br. Geovanny Bladimir  
López Mairena  
Carnet: 2008-15009

Br. Manuel Antonio  
Medrano Funez  
Carnet: 2003-12032

Br. Carlos Alberto  
Dávila Real  
Carnet: 2008-22407

MSc. Ing. Juan  
Carlos Mendoza

27 de abril de 2023  
Managua, Nicaragua



## ÍNDICE

<b>I GENERALIDADES</b> .....	1
1.1 Introducción.....	1
<b>II OBJETIVOS</b> .....	3
2.1 Objetivo General .....	3
2.2 Objetivos Específicos .....	3
<b>III MARCO TEÓRICO</b> .....	5
3.1 GENERALIDADES DE PAVIMENTOS .....	5
3.1.1 Tipos de pavimentos: .....	5
3.1.2 Clasificación de los baches .....	6
3.1.3 Tipos de Mejoramiento de Carreteras (Clasificación).....	7
3.1.4 Definición de Proyecto .....	8
3.1.5 Estudio a nivel de pre factibilidad .....	9
3.1.6 Estudio de mercado social.....	9
3.1.7 Componentes del estudio técnico.....	10
3.1.8 Estudios Topográficos .....	10
3.1.9 Clasificación de los terrenos en función de sus pendientes naturales .....	11
3.1.10 Tránsito .....	11
3.1.11 Volumen de tránsito.....	12
3.1.12 Aforo vehicular (conteo) .....	13
3.1.13 Estudio de suelo .....	15
3.1.14 Estudio Hidrológico .....	15
3.1.15 Estudio Hidráulico .....	15
3.1.16 Espesores de pavimento .....	15
3.2 Evaluación socio económico del proyecto.....	16
3.2.1 Evaluación económica.....	16
3.3 Evaluación Social.....	16
3.3.1 Precios Sociales .....	17
3.4 Costo Social .....	17

3.4.1 Tipos de Coste Social .....	17
3.4.2 Beneficios sociales.....	18
3.5 Tasa Social de descuento (TSD) .....	18
<b>IV DISEÑO METODOLÓGICO .....</b>	<b>20</b>
4.1 Diagnóstico de la situación actual .....	20
4.1.1 Análisis de la demanda social.....	20
4.1.2 Identificación Del Proyecto .....	20
4.2 Estudio Técnico.....	21
4.2.1 Tamaño.....	21
4.2.2 Localización .....	21
4.2.3 Ingeniería de Proyecto .....	21
4.3 Evaluación socio económica. ....	25
4.3.1 Tasa interna de retorno económico (TIRE) .....	25
4.3.2 Valor actual neto económico (VANE).....	26
<b>V DESARROLLO DEL DISEÑO METODOLÓGICO .....</b>	<b>28</b>
5.1 Diagnóstico de la situación actual .....	28
5.1.1 Descripción del Proyecto.....	28
5.1.2 Identificación de Amenazas .....	30
5.1.3 Identificación Del Proyecto .....	31
5.1.4 Características Socioeconómicas .....	32
5.1.5 Análisis de la demanda social.....	41
5.1.6 Análisis de la Oferta.....	41
5.2 Estudio Técnico.....	42
5.2.1 Tamaño y localización del Proyecto .....	42
5.2.2 Ingeniería del proyecto .....	42
5.3 Evaluación Económica.....	62
5.3.1 Cálculo de los Precios Sociales .....	62
5.3.2 Costos de Construcción.....	70
5.3.3 Beneficios del Proyecto.....	71

5.3.4 Costo de producción .....	73
5.3.5 Costos de operación vehicular .....	77
5.3.6 Análisis de Sensibilidad (Adoquín) .....	83
<b>VI CONCLUSIONES</b> .....	<b>85</b>
<b>VII RECOMENDACIONES</b> .....	<b>87</b>
<b>VIII BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>88</b>
<b>IX CRONOGRAMA DE EJECUCION</b> .....	<b>89</b>
<b>X. ANEXOS</b> .....	<b>90</b>
Anexo I: Encuesta. ....	90
Anexo II. Datos del levantamiento topográfico .....	92
Anexo III. Aforo Vehicular.....	93
Anexo IV: Presupuesto de la Obra. ....	97
Anexo V: Productores entrevistados .....	100
Anexo VI: Imágenes de estado del tramo de estudio .....	103

# I GENERALIDADES

## 1.1 Introducción

El mejoramiento de una vía eficiente incluye no sólo la correcta construcción de las carreteras, sino también su preservación una vez construidas. Las carreteras son dañadas a través de una fase de lento deterioro con fallas poco perceptibles para pasar a una fase en la que el deterioro se acelera presentando un colapso de las estructuras para finalmente producir su destrucción total. Por esta razón, el mantenimiento de las carreteras es esencial.

Entre los proyectos más emblemáticos que viene desarrollando de manera estratégica el Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional de la República de Nicaragua (GRUN), están la construcción de hospitales, escuelas, sistemas de agua potable y saneamiento y en pasos muy acelerados los proyectos de carreteras urbanas y rurales, siendo posible dentro del marco estratégico de desarrollo de la Red Vial Nacional, el realizar el presente **“Estudio de Prefactibilidad para el Mejoramiento de 5.00 Kms. del Camino El Júcaro - La Mía en el municipio de El Júcaro”**; que forma parte del proyecto de conexión a los corredores principales, lo cual potenciará el desarrollo económico a nivel nacional y departamental, al facilitar y agilizar el movimiento de carga y pasajeros, mejorando el nivel de servicio, reduciendo los tiempos de viaje de carga y pasajeros y costos de operación vehicular.

En lo referente a las vías de comunicación que forman parte de la red vial del país, el GRUN ha acordado desarrollar una serie de operaciones en el sector vial enmarcadas en el apoyo al sector transporte, a fin de estimular la actividad económica y el bienestar de la población, facilitando la integración de las diferentes regiones del país, con el objeto de coadyuvar a mejorar la red vial del departamento de Nueva Segovia, mejorar el acceso a la ciudad de El Júcaro, coadyuvar al desarrollo económico agrícola, pecuario y comercial de la región, reducir costos de operación vehicular y tiempos de viaje de los usuarios.

Por tanto, es necesario analizar la viabilidad técnica – económica de la mejora de este tramo de camino, en armonía con las estrategias gubernamentales, que permita la circulación de los vehículos en el departamento de Nueva Segovia de una manera más ágil y en todo tiempo, reduciendo los tiempos de viaje de los usuarios, al igual que los costos de operación vehicular, aumentando las velocidades de operación.

El proyecto que se propone, es el estudio a nivel de pre factibilidad de lo que suponemos ayudaría a mejorar la calidad de vida de los habitantes, beneficiando directamente a la población aledaña la cual se estima un aproximado de 11,373 habitantes del municipio. La finalidad de este trabajo de culminación de estudio es analizar la situación actual para obtener la demanda social, generando estudios técnicos en el ámbito de la construcción para lograr percibir las variables, metodología de construcción y determinar rentabilidad de la obra acorde a los indicadores de la VAN y TIR.

## **II OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo General**

Realizar el estudio a nivel de prefactibilidad para el mejoramiento de 5.00 Kms de camino del tramo El Júcaro – La Mía en el municipio de El Júcaro, Departamento Nueva Segovia”.

### **2.2 Objetivos Específicos**

Analizar el estado de la situación actual para la obtención correcta de la demanda social del mismo, que satisfaga las necesidades y expectativas en cuanto a la prestación de servicios de transporte.

Evaluar el estudio técnico, en el ámbito de la construcción de la carretera, que perciba las variables como tamaño, localización, ingeniería, costos, y organización del proyecto.

Determinar la rentabilidad de la inversión en base el estudio socio económico del proyecto, utilizando los indicadores del VANE y la TIRE, tomando en cuenta los beneficios directos e indirectos.



# MARCO TEÓRICO

### III MARCO TEÓRICO

#### 3.1 GENERALIDADES DE PAVIMENTOS

Estructura de las vías de comunicación terrestre, formada por una o más capas de materiales elaborados o no, colocados sobre el terreno acondicionado, que tiene como función el permitir el tránsito de vehículos. Es importante tener en cuenta que el pavimento puede revestirse con diferentes materiales, como piedras o maderas. El término, sin embargo, suele asociarse en algunos países al asfalto, el material utilizado para construir calles, rutas y otras vías de comunicación.

##### 3.1.1 Tipos de pavimentos:

- **Pavimentos Asfálticos o Flexibles:** Un pavimento flexible es una estructura que mantiene un contacto íntimo con las cargas, y las distribuye a la subrasante; su estabilidad depende del entrelazamiento de los agregados, de la fricción de las partículas y de la cohesión siendo construidos con materiales asfálticos y materiales granulares.
- **Pavimentos de Concreto o Rígidos:** Pavimentos construidos con hormigón de cemento portland y materiales granulares. Poseen una resistencia considerable a la flexión, y son afectados grandemente por los cambios de temperatura.
- **Otros:** Adoquines, empedrados, suelo cemento; al pavimento de adoquines se le coloca una base que se diseña para que resista cualquier tipo de tránsito desde el peatonal, hasta de camiones. Su capa de rodamiento está conformada por adoquines de hormigón; es decir piezas prefabricadas y colocados sobre una capa de arena y con un sello de arena entre juntas.

Es importante tener en cuenta que el pavimento puede revestirse con diferentes materiales, como piedras o maderas. *Este término, sin embargo, suele asociarse en algunos países al asfalto, el material utilizado para construir calles, rutas y otras vías de comunicación.* (Mora, 2008).

La superficie de rodadura es un factor que influye directamente en el tráfico, es así que la velocidad que desarrolla un vehículo que circula por una trocha carrozable, difiere tremendamente de la velocidad que este puede desarrollar a la circular en una vía pavimentada. Entre los deterioros más frecuentes podemos mencionar:

- Bache con Pérdida de Base
- Exudación de Asfalto
- Ahuellamientos
- Canalizaciones
- Ondulaciones
- Hinchamiento
- Hundimiento
- Huecos
- Encalaminado

### **3.1.2 Clasificación de los baches**

Los baches son fallas localizadas en la superficie del pavimento, cuya longitud mínima es de 15 centímetros, es una porción del pavimento que ha sido removida y colocada con o sin material adicional después de la construcción original del pavimento. Estas fallas ocurren comúnmente dentro de un área reparada previamente.

En general, los baches se clasifican por su severidad (profundidad), la cual puede ser baja, media y alta.

Los baches se pueden formar por diferentes causas, pero destacan las siguientes:

- Carpetas de mala calidad
- Capas de base de baja calidad o espesor insuficiente
- Fatiga por el tránsito pesado
- Humedad excesiva en el pavimento por lluvia y/o drenajes insuficientes
- Desgranamiento superficial
- Tránsito vehicular.

### **3.1.3 Tipos de Mejoramiento de Carreteras (Clasificación)**

El realizar mejoramiento a las carreteras y caminos (Mejoramiento de vías terrestres) es importante ya que de esta manera se asegura el tiempo de vida útil previsto de los mismos, manteniendo un funcionamiento adecuado de la vía.

Los tipos de mejoramientos de carreteras que se pueden realizar son los siguientes:

- Mejoramiento rutinario
- Mejoramiento preventivo
- Mejoramiento periódico
- Mejoramiento de emergencia

#### **3.1.3.1 Mejoramiento rutinario**

Es aquel que se realiza durante el transcurso del año, el fin de este mejoramiento es evitar el inicio de los deterioros en la vía en cuestión.

Las actividades a realizar son las siguientes:

- Limpieza de cunetas
- Limpieza de alcantarillas
- Limpieza de derrumbes menores
- Desbroce de las cunetas y áreas laterales
- Reparación de la señalización vertical
- Repintado de la señalización horizontal
- Rellenado de Baches en la vía

#### **3.1.3.2 Mejoramiento preventivo**

Se realiza antes de la época con mayor presencia de precipitaciones pluviales.

Las actividades a realizar son las siguientes:

- Limpieza de cunetas
- Limpieza de alcantarillas
- Limpieza de los cauces

### **3.1.3.3 Mejoramiento periódico**

Se hace cada 1 a 5 años, de esta manera aseguramos la vida útil de la carretera.

Las actividades a realizar son las siguientes:

- Reconfiguración de la plataforma
- Sellado asfáltico
- Capa de refuerzo asfáltico
- Reposición de ripio
- Perfilado y nivelado

### **3.1.3.4 Mejoramiento de emergencia**

Es aquel que se realiza durante la época de precipitaciones pluviales, ya que en este periodo pueden presentarse casos de emergencia.

Las actividades a realizar son las siguientes:

- Limpieza de derrumbes
- Reposición de la plataforma
- Construcción de variantes
- Estabilización de taludes

### **3.1.4 Definición de Proyecto**

Es una propuesta técnica y económica para resolver un problema de la sociedad utilizando los recursos humanos, materiales y tecnológicos disponibles, mediante un documento escrito que comprende una serie de estudios que permiten al inversionista saber si es viable su realización.

Existen diferentes tipos o clasificaciones de proyectos, entre los que podemos destacar los de tipo productivo o empresarial, que buscan unos beneficios económicos, y los de tipo público o social, que lo que pretenden es mejorar la calidad de vida de las personas.

*Independientemente del tipo de proyecto, todos tienen una característica común, y es que buscan dar respuesta a una necesidad (económica, social, personal). (Baca Urbina, 1991).*

### **3.1.5 Estudio a nivel de pre factibilidad**

Un estudio de pre factibilidad se lleva a cabo con el fin de obtener información que nos permita obtener diferentes alternativas con las que se cuenta para poder desarrollar un proyecto. *El estudio de pre factibilidad profundiza la investigación en fuentes secundarias y primarias en investigación de mercado, detalla la tecnología que se empleará, determina los costos totales y la rentabilidad económica del proyecto, y es la base en la que se apoyan los inversionistas para tomar una decisión. (Baca Urbina, 1991).*

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

### **3.1.6 Estudio de mercado social**

El propósito de analizar el contexto del mercado es para dar una idea al dueño del proyecto o institución que realizara la inversión, sobre el posible comportamiento de las variables y su grado de incertidumbre, pero siempre desde el punto de vista costo/beneficio que cada una de estas variables pudiesen tener sobre la rentabilidad del proyecto. Este comprende la existencia de una necesidad insatisfecha; establecer la cantidad de bienes o servicios provenientes del posible proyecto y que la comunidad estaría dispuesta adquirir a determinados precios o tarifas, e identificar los medios por el cual la oferta (productor) y la demanda (usuarios) logran conectarse.

El estudio de mercado para un proyecto puede presentar un conjunto de rasgos que es necesario tener presente para poder participar en él, y con un buen conocimiento, incidir de manera tal que los inversionistas no pierdan esfuerzos ni recursos. Los proyectos

públicos tienen finalidad de alcanzar un impacto positivo sobre la calidad de vida de la población, el cual no necesariamente se expresa en dinero. Siendo algunos promotores de estos proyectos el estado, organismos multilaterales, entre otras.

### **3.1.6.1 Demanda social**

Su finalidad es determinar y plantear a la comunidad las diferentes alternativas de solución, para el problema persistente en la zona. El estudio se enfocará en la población y es el resultado de un proceso mediante el cual se determinaron los factores y condiciones que afectan de un bien o servicio.

### **3.1.6.2 Oferta**

La oferta es la contraparte de la Demanda, pero se puede definir de la siguiente manera: Son las diversas cantidades de bienes, productos o servicios que se ofrecen en un mercado bajo unas determinadas condiciones.

### **3.1.7 Componentes del estudio técnico**

El estudio técnico o de ingeniería del proyecto aporta los datos determinantes y económicos que faciliten establecer sus costos de construcción. Deben identificarse problemas de carácter técnicos en la ejecución o aquellos que limiten la concreción del proyecto. La ingeniería del proyecto se refiere a aquella parte del estudio que se relaciona con su fase técnica, es decir, con la participación de los ingenieros en la parte de estudio, instalación, puesta en marcha y funcionamiento del proyecto.

Tiene como finalidad diseñar de realización que optimice el uso de recursos para obtener el producto deseado, demostrando técnicamente que el proyecto es factible justificando la alternativa técnica seleccionada.

### **3.1.8 Estudios Topográficos**

El levantamiento topográfico es la primera fase del estudio técnico y descriptivo de un terreno. Se trata de examinar la superficie cuidadosamente teniendo en cuenta las características físicas, geográficas y geológicas del terreno, pero también las

alteraciones existentes en el terreno y que se deban a la intervención del ser humano (construcción de taludes, excavaciones, canteras...). *En un levantamiento topográfico se toman los datos necesarios para la representación gráfica o elaboración del mapa del área en estudio. (Márquez, 2003).*

El método de campo a utilizar para el levantamiento y representación de superficies depende de múltiples factores entre los cuales se pueden mencionar:

- Área de estudio.
- Tipo de terreno.
- Equidistancia de las curvas de nivel.

De acuerdo con la finalidad de los trabajos topográficos existen varios tipos de levantamientos, que, aunque aplican los mismos principios, cada uno de ellos tiene procedimientos específicos para facilitar el cumplimiento de las exigencias y requerimientos propios. **(Márquez, 2003).**

### **3.1.9 Clasificación de los terrenos en función de sus pendientes naturales**

**Terreno Llano:** Es aquel en el cual se dan condiciones topográficas favorables para los levantamientos de campo y permite seleccionar el emplazamiento del trazado.

**Terreno ondulado:** Presenta frecuentes pendientes de subida y bajada, ocasionalmente ofrece algunas dificultades y restricciones en el alineamiento horizontal y vertical de las carreteras.

**Terreno montañoso:** Ofrece dificultades y altos costos en la construcción por la frecuencia de cortes y rellenos, que se requieren para lograr alineamientos horizontales y verticales aceptables.

### **3.1.10 Tránsito**

Se define como el número de ejes que pasan por el carril de diseño, clasificado por tipo y carga por eje. Este es el parámetro que influye más en el cálculo de espesores. Para determinarlo se toma en cuenta lo siguiente:



- La distribución de pesos por ejes por cada 1,000 vehículos.
- Las tasas de crecimiento.
- Los factores de distribución del tránsito se relacionan a como se distribuye el tránsito pesado en un camino de varios carriles, tal como ocurre en el caso de autopistas.

### **3.1.11 Volumen de tránsito**

Se define como el número de vehículos que pasan por un punto a lo largo de una carretera o de un carril, durante una unidad de tiempo determinada. La cantidad de flujo de tránsito, el volumen, se mide normalmente en unidades de vehículos por día, vehículos por hora, vehículos por minuto etcétera. Dos medidas de volumen de tránsito tienen un significado especial para el ingeniero de carreteras: el tránsito promedio diario anual (TPDA) y el volumen horario máximo (VHM).

El tránsito promedio diario anual es el número de vehículos que pasan por un punto particular en una carretera durante un periodo de 24 horas consecutivas durante un periodo de 365 días.

El TPDA es una medida de tránsito fundamental utilizada para determinar las millas-vehículos o kilometro-vehículos, recorridos en las diferentes categorías de los sistemas de carreteras. Es importante tener en cuenta los volúmenes de tránsito para el financiamiento y para establecer las tarifas de las carreteras, para evaluar los programas de seguridad y para medir el servicio proporcionado por el sistema de transporte en carretera.

Normalmente los tránsitos promedios diarios anuales (TPDA) pueden ser conocidos a partir de aforos vehiculares. Estos valores, sin embargo, deberán ser afectados por los factores distribución por carril y los direccionales, así como los de crecimiento. Sobre este último se hace las siguientes consideraciones:

Los factores por los cuales se deberán multiplicar los TPDA actuales son para reflejar las tasas de crecimiento anuales. Teniendo en cuenta que el factor de crecimiento se ve influenciado por los siguientes factores:

- **Impacto de obra nueva:** el tránsito se desviará a la nueva vialidad o tramo carretero sabiendo de la existencia de una superficie de rodamiento más segura y cómoda.
- **Crecimiento normal de usuarios:** corresponde al incremento normal del número de usuarios, debido sencillamente a que la población y número de vehículos aumentan.
- **Tránsito inducido:** es aquel tránsito que viene a la nueva instalación por recomendación de usuarios ordinarios o comunes a la misma. Este tránsito no se hubiese generado de no existir esta obra.
- **Tránsito nuevo generado:** este tránsito es el que nace ante la nueva redistribución del uso de suelo al construir la velocidad.

Será conveniente entonces que las dependencias encargadas de la planeación y ejecución de carreteras o vialidades realicen estudios de impacto vial, a fin de obtener un factor de crecimiento realista.

### **3.1.12 Aforo vehicular (conteo)**

- **Tránsito Anual (TA):** es el número de vehículos que pasan durante un año.
- **Tránsito Mensual (TM):** es el número de vehículos que pasan durante un mes.
- **Tránsito Semanal (TS):** es el número de vehículos que pasan durante una semana.
- **Tránsito Diario (TD):** es el número total de vehículos que pasan durante un día
- **Tránsito Horario (TH):** es el número de vehículos que pasan durante una hora.
- **Volúmenes de Tránsito:** Es el número de vehículos que pasa un punto determinado durante un periodo específico de tiempo.
- **Densidad de Tránsito:** Es el número de vehículos que ocupan una unidad de longitud de carretera en un instante dado. Por lo general se expresa en vehículos por kilómetro.

- **Intensidad o Volumen Medio Diario (VMD):** Es el volumen total que pasa por una sección transversal o por un segmento de una carretera, en ambos sentidos, durante un año, dividido entre el número de días en el año. Se puede obtener también para un solo sentido.
- **Volumen Horario de Diseño (VHD):** Es el volumen horario futuro utilizado para diseño.
- **Relación entre el Volumen Horario de Diseño (VHD) y el Volumen Medio Diario (VMD):** El volumen horario de diseño se expresa a menudo como un porcentaje del volumen medio diario. El rango normal está entre un 12% y un 18 % para ambos sentidos, y un 16% a un 24% para un solo sentido.
- **Distribución Direccional:** Es el volumen durante una hora en particular en el sentido predominante expresado como un porcentaje del volumen en ambos sentidos durante la misma hora.
- **Composición del Tránsito:** Vehículos pesados o de transporte público expresados (excluyendo vehículos livianos, con una relación peso/potencia similar a vehículos privados) como un porcentaje del volumen horario de diseño.
- **Volumen Horario:** Es el número de vehículos que pasan por un punto en un periodo de tiempo de una hora. El volumen horario de máxima demanda es el máximo número de vehículos que transcurren durante 60 minutos consecutivos, denominados también "Horas Punta". Estos volúmenes proyectados se emplean para planificar obras, proyectar los detalles geométricos de las vías, determinar su posible deficiencia en capacidad y planear programas para regular el tránsito, de acuerdo al nivel de servicio que se le asigne.
- **Composición de los Volúmenes:** Los volúmenes de tránsito están compuestos por unidades muy heterogéneas, cuyas características afectan al flujo de tránsito e intervienen en el diseño geométrico y estructural de las vías.
- **Tramo homogéneo:** sección de la carretera con características geométricas o volumen de tránsito similar.

### **3.1.13 Estudio de suelo**

En los proyectos de ingeniería, tanto en obras horizontales como en obras verticales, se necesita tener información veraz acerca de las propiedades físicas mecánicas de los suelos donde se pretende cimentar la obra.

### **3.1.14 Estudio Hidrológico**

Es el espacio de territorio delimitado por la línea divisoria de las aguas, conformado por un sistema hídrico que conducen sus aguas a un río principal, a un río muy grande, a un lago o a un mar.

### **3.1.15 Estudio Hidráulico**

El sistema de drenaje es un escudo de protección el cual se debe proveer la estructura de las carreteras contra los efectos erosivos e inundación de las aguas superficiales o subterráneas.

### **3.1.16 Espesores de pavimento**

La estructura de un pavimento obedece a las características de los materiales empleados en su construcción los cuales pueden ofrecer una variedad de posibilidades tanto en características físicas como en mecánicas. Dichos diseños como antes se mencionó dependen de diversos factores a los cuales estará sometido a lo largo de su vida útil o mediante este vaya perdiendo su serviciabilidad como son: las solicitudes de tránsito, el tipo de suelo, el punto de localización de la vía, las condiciones de drenaje.

Las solicitudes de tránsito se utilizan para tener en cuenta el efecto de deterioro en el pavimento producido por las cargas de los ejes de los vehículos pesados y para definir estas cargas se hace uso de las ecuaciones de la AASHTO y de ciertos elementos esenciales que permiten determinar estos parámetros. Existe la posibilidad en los pavimentos de adoquines de levantar sus piezas deterioradas cuando sea necesario un pequeño tramo de reparación en el casco urbano o sea en la zona rural.

### **3.2 Evaluación socio económico del proyecto**

En el caso de las diferentes instituciones, estas tienen sus propias expectativas de un proyecto, considerando los beneficios como el conjunto de bienes o servicios que deberá producir el proyecto y por medio del cual se obtendrá un lucro financiero. En los proyectos de carácter social el análisis financiero no resulta suficiente para determinar los beneficios de la inversión, de hecho, este análisis podría arrojar resultados desfavorables para el proyecto, en cambio el análisis económico si logra medir efectivamente los beneficios que el proyecto produciría en el área de influencia.

#### **3.2.1 Evaluación económica**

En el análisis económico se evalúan los costos y las ganancias de un proyecto desde la perspectiva de la sociedad como un todo. Se asume que la realización de un proyecto ayudará al desarrollo de la economía y que su contribución social justifica el uso de los recursos que necesitará. La evaluación económica busca identificar el aporte de un proyecto al bienestar social. Es decir, la evaluación pretende medir la contribución del proyecto al desarrollo y cumplimiento de múltiples objetivos socioeconómicos: la generación de empleo, mejoramiento de la salud y educación.

La perspectiva de la evaluación económica es la sociedad como un todo, o sea, el de la comunidad. La evaluación económica, llamada análisis costo beneficio, se caracteriza no sólo por el lineamiento de la economía o sociedad, sino por medir el impacto del proyecto sobre el bienestar social de la población. La rentabilidad que se pretende medir ya no es financiera, sino una rentabilidad más intangible, en base al bienestar de la población.

### **3.3 Evaluación Social**

Tanto la evaluación de un proyecto social como la evaluación de un proyecto de inversión privado utilizan criterios de evaluación similares y los mismos estudios de factibilidad y viabilidad para determinar si es conveniente o no llevarlos a cabo, difiriendo solo en la valoración de las variables utilizadas para realizar dicha evaluación.

Es así como la evaluación de un proyecto de inversión privado utiliza los precios del mercado para realizar su análisis de costos y beneficios, mientras que la evaluación social de un proyecto considera los precios sombra o sociales para dicho cálculo, pues buscan medir el efecto, tanto directo como indirecto, que tendrá dicho proyecto para la sociedad o comunidad en la que estará inserto.

La evaluación social de un proyecto se ocupa de identificar y valorar los beneficios y costos sociales de un proyecto en particular, de manera de determinar la rentabilidad en términos sociales, es decir, el aumento del bienestar social que traerá dicho proyecto para la comunidad. Por lo que el objetivo final de esta evaluación es determinar si es conveniente o no llevar a cabo un proyecto de carácter social.

### **3.3.1 Precios Sociales**

Es el aporte que los bienes y/o servicios generados por el proyecto otorgan al producto nacional. Los precios de mercado no representan necesariamente el valor que el bien y/o servicio tiene para la sociedad, ni el valor que tienen los recursos necesarios para llevarlo a cabo. Es por esto que se utiliza el concepto de precio sombra o precio social, y, para traer los flujos de fondos basados en dichos precios a valor presente, es necesario utilizar también una tasa de descuento social o tasa de costo de capital social.

### **3.4 Costo Social**

El costo social, es la suma del costo alternativo de los recursos utilizados por una empresa o el Estado para producir un bien, así como los costos externos derivados a la sociedad que tiene producir ese bien.

#### **3.4.1 Tipos de Coste Social**

Los costes sociales pueden medirse de dos formas. En este sentido, hablamos de una medición, por un lado, económica. Medición que tiene como objetivo el calcular monetariamente el coste social de una producción determinada. De la misma forma, por otro lado, tenemos la medición en la política económica. Esta es una medición más subjetiva.

- **Coste social desde el punto de vista de la evaluación económica:** Se obtiene al multiplicar los recursos utilizados por sus respectivos precios sociales; o lo que se conoce como precios sombra.
- **Coste social desde el punto de vista de la política económica:** Es una medición más subjetiva. Se refiere a la ganancia de bienestar que se produce en la sociedad cuando se adopta una medida y no la alternativa.

### 3.4.2 Beneficios sociales

- **Beneficios directos:** Considerados en la evaluación social de proyectos, miden el aumento en el ingreso nacional que provocará llevar a cabo dicho proyecto. En términos monetarios, el precio sombra corresponde al precio de mercado ajustado por un factor social. Asimismo, los costos directos corresponden a las compras de insumos y materiales directos, cuyo precio de mercado también es corregido por un factor.
- **Beneficios y costos sociales indirectos:** Son los cambios o variaciones en la producción y consumo de bienes y/o servicios relacionados, es decir complementarios y suplementarios, provocados al llevar a cabo el proyecto.
- **Beneficios y costos intangibles:** Son aquellos que no se pueden cuantificar, por lo que se consideran en la evaluación, pero de manera cualitativa y en donde normalmente tienen que ver con el bienestar de la comunidad respecto del proyecto.

### 3.5 Tasa Social de descuento (TSD)

La Tasa Social de Descuento (TSD) representa el costo de oportunidad en que incurre el país cuando utiliza recursos para financiar sus proyectos. Las Normas para Presentación de Iniciativas de Inversión, dictaminadas por el SNIP de Nicaragua, indican que la TSD vigente es del 8% anual y constante en el tiempo.

La clave para determinar la TSD es la forma en que el sector público financia sus inversiones adicionales.

# DISEÑO METODOLÓGICO



## **IV DISEÑO METODOLÓGICO**

### **4.1 Diagnóstico de la situación actual**

Para determinar el diagnóstico de la situación actual se utilizará fuentes primarias y secundarias. Estas comprenden información obtenidas de encuestas realizadas a productores e información de instituciones que faciliten la realización de demostrar el estado actual de la carretera.

#### **4.1.1 Análisis de la demanda social**

Para determinar la demanda social, se determinarán los siguientes indicadores.

- TPDA (transito promedio diario anual)
- Aumento de la producción agrícola.
- Deterioro vehicular
- Aumento de combustible.
- Entre otros.

#### **4.1.2 Identificación Del Proyecto**

##### **4.1.2.1 Diagnóstico del Área de Influencia**

El Área de Influencia del Proyecto es el espacio geográfico, incluyendo todos sus factores ambientales, que pudieran sufrir cambios cuantitativos y/o cualitativos en sus atributos debido a las acciones realizadas en las diferentes etapas del mismo. Para este caso en particular el área de influencia de este proyecto resulta que no solamente es comunitario si no que su importancia trasciende a nivel regional por su desarrollo urbano y pecuario (agrícola, ganadero y pesquero), entre los más importantes.

Área Influencia Directa: se asocia a los factores del ambiente como vegetación, relieve, asentamientos humanos, población entre otros, en las que el proyecto puede tener algún impacto directo durante las etapas de construcción, operación y mantenimiento de la obra.

Área Influencia Indirecta: El área de influencia Indirecta es aquella comprendida por aquellas localidades y áreas geográfica y socialmente vinculadas por la misma, las cuales en forma indirecta y/o más difusa pueden verse beneficiadas o perjudicadas por el desarrollo de las distintas etapas del proyecto.

#### **4.1.2.2 Beneficiarios del proyecto**

Serán determinados, con el estudio del área de influencia del proyecto directa o indirectamente.

### **4.2 Estudio Técnico**

#### **4.2.1 Tamaño**

El tamaño del proyecto ya está definido por el presupuesto del gobierno de Nicaragua, son 5Km de carretera.

#### **4.2.2 Localización**

En la etapa de construcción del presente proyecto, no se necesitará abrir camino ya que este existe, además, considerando las viviendas edificadas en el tramo de estudio, nuestro trabajo consiste primeramente en replantear (redefinir geoméricamente) el alineamiento tanto vertical como horizontal que más se adapte al camino existente. Este se encuentra en el tramo del Jícaro-La Mia, en el municipio el Jícaro, departamento de Nueva Segovia.

#### **4.2.3 Ingeniería de Proyecto**

En esta etapa del proyecto se valorará la parte técnica, con los diferentes estudios especializados para que el proyecto una vez se ha ejecutado tenga un correcto funcionamiento y cumpla con las normas existentes.

#### **4.2.3.1 Parámetros del proceso**

Comprende la etapa para la evaluación de la línea definitiva, la cual estará sujeta a las alineaciones verticales, horizontales y la sección de la vía, además de las especificaciones establecidas para la misma. La conformación y aprobación de la red de carreteras y/o vías nacionales lleva la implícita necesidad de que su diseño, construcción, mantenimiento y operación se rija por normas y procedimientos para asegurar su coherencia y uniformidad funcional.

Para obtener las condiciones adecuada en el estudio se tomará en consideración los siguientes aspectos:

- Tipo de área
- Condiciones de terreno (Topografía y geotecnia)
- Volumen de tránsito
- Condiciones ambientales
- Consistencias en vías similares
- Velocidad de diseño

Los criterios básicos a considerarse en el estudio son: conocer las características físicas y mecánicas del subsuelo donde se cimentará la obra, las características topográficas del terreno en estudio, Los anchos y el número de carriles proyectados, depende del tipo y tamaño de los vehículos (composición vehicular), Volúmenes de tránsito, velocidad de diseño y niveles de servicio requeridos. La determinación del ancho del derecho de vía de una carretera y por consiguiente la determinación del ancho óptimo de los componentes de la sección transversal típica es para un período de diseño de 20 años según AASHTO Art. 8.2.1 “Variable de tiempo”, y también por la vida útil del adoquín.

#### **4.2.3.2 Diseño de espesores de pavimento.**

Con la ayuda del TPDA proyectado y las características del suelo de la zona, se determinará los espesores de la estructura de pavimento, adoquín, cama de arena, base, subbase (si lo amerita), el terreno natural o existente.

#### **4.2.3.3 Ancho de Carril**

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

#### **4.2.3.4 Distancia de visibilidad en curvas horizontales**

Para uso general en el caso de una curva horizontal, la línea de visibilidad es una cuerda de la curva y la distancia de visibilidad de parada aplicable es medida a lo largo de la línea central de la curva del carril interno. Se aplica cuando la longitud de las curvas circulares es mayor que la distancia de visibilidad de parada para la velocidad de diseño en consideración; en este caso la distancia de visibilidad es mayor que las longitudes de curvas horizontales.

#### **4.2.3.5 Alineamiento Horizontal y Vertical**

El alineamiento horizontal y vertical no debe ser diseñado independientemente. En áreas en desarrollo el alineamiento debe ser diseñado para minimizar molestias a la población. El diseño óptimo será aquel que conjugue la curvatura y la rasante, ofreciendo seguridad, capacidad, facilidad y uniformidad de operación y apariencia placentera entre los límites de terreno y áreas de recorrido.

#### **4.2.3.6 Alineamiento Horizontal**

Será la proyección sobre un plano horizontal del eje de la sub-corona de la carretera. Los elementos que conforman el alineamiento horizontal son: las tangentes, las curvas circulares y las curvas de transición.

#### **4.2.3.7 Rasante**

Aquí se designará la posición vertical de la superficie del camino en relación a la superficie del terreno. La localización final de la rasante está afectada por la topografía, así, en terrenos planos la mayor consideración para el establecimiento de la rasante es usualmente el drenaje.

#### **4.2.3.8 Bombeo**

Es la pendiente que se da a la corona en las tangentes del alineamiento horizontal hacia uno y otro lado de la rasante para evitar la acumulación del agua sobre la carretera.

#### **4.2.3.9 Peralte o sobre elevación**

Es la pendiente que se da a la corona hacia el centro de la curva para contrarrestar parcialmente el efecto de la fuerza centrífuga de un vehículo en las curvas horizontales. Existen valores de la sobre elevación que se consideran como valores máximos, los cuales dependen del tipo de tránsito y de las condiciones climáticas. El peralte máximo evaluado para este estudio es del 6%.

#### **4.2.3.10 Niveles de Servicio**

Al seleccionar el nivel de servicio, que mejor se adecue a la realidad del proyecto que se propone desarrollar y no suponer irrealidades absurdas que, más bien conllevan a errores. La selección de un determinado nivel de servicio conduce a la adopción de un flujo vehicular de servicio para diseño, que al ser excedido indica que las condiciones operativas se han desmejorado con respecto a dicho nivel. Como criterio de análisis se expresa que el flujo vehicular de servicio para diseño, debe ser mayor que el flujo de tránsito durante el período de 15 minutos de mayor demanda durante la hora de diseño. La AASHTO ha determinado una manera para seleccionar el nivel de servicio de una carretera, en función de su tipología y las características del terreno

Tabla 1: Nivel de servicio según el tipo de carretera.

Tipo de Carretera	Tipo de área y nivel de servicio			
	Rural plano	Rural ondulado	Rural montañoso	Urbano-suburbano
Autopista especial	B	B	C	C
Troncales	B	B	C	C
Colectoras	C	C	D	D
Locales	D	D	D	D

Fuente: AASHTO, A Policy on Geometric Design of Rural Highways and Streets, 2008

### 4.3 Evaluación socio económica.

La metodología para el estudio de la evaluación económica consiste en determinar la rentabilidad del proyecto obteniendo el presupuesto del mismo y aplicando todos los precios sociales y los beneficios indirecto del proyecto, para posteriormente encontrar los indicadores que determinarán dicha rentabilidad como son el VANE y la TIRE.

#### 4.3.1 Tasa interna de retorno económico (TIRE)

La tasa interna de retorno económico del proyecto será la tasa efectiva anual compuesto de retorno o tasa de descuento que hace que el valor actual neto de todos los flujos de efectivo (tanto positivos como negativos) de una determinada inversión sea igual a cero.

En este caso, cuanto mayor sea la tasa interna de retorno de un proyecto, más deseable será llevar a cabo el proyecto. Suponiendo que todos los demás factores iguales entre los diferentes proyectos, el proyecto de mayor TIRE probablemente sería considerado el primer y mejor realizado. En general, si la TIRE es mayor que la tasa de descuento del proyecto, el proyecto tendrá VANE positivo. Es por esto que la regla de la TIRE recomienda hacer un proyecto si su TIRE es mayor a su tasa de descuento.

La Tasa Interna de Retorno se expresará en porcentaje y debe compararse con la tasa de descuento ( $k$ ), así se obtiene la rentabilidad neta del proyecto ( $TIRE - k$ ). En términos

generales, puede entenderse como la tasa de interés máxima a la que es posible endeudarse para financiar el proyecto, sin que genere pérdidas.

$$TIRE = \sum_{T=0}^n \frac{Fn}{(1+i)^n} = 0 \quad (\text{Ecuación N}^\circ 1)$$

#### 4.3.2 Valor actual neto económico (VANE)

Valor actual neto económico también conocido como VANE, se refiere al criterio de inversión que pasa por actualizar los cobros y pagos de un proyecto para conocer si esa inversión resulta rentable o no.

El Valor Actual Neto económico nos permitirá afrontar un par de decisiones. Por un lado, conocer si las inversiones a realizar merecen la pena por la obtención de beneficios y por otro comprobar qué inversión es la más ventajosa. Para ello hay que tener en cuenta los siguientes parámetros.

- VANE superior a 0: el proyecto de inversión permite conseguir ganancias y beneficios.
- VANE inferior a 0: debe rechazarse la inversión al provocar pérdidas.
- VANE igual a 0: el proyecto de inversión no genera ni pérdidas ni beneficios, por lo que su ejecución provoca indiferencia.

Luego de analizar el comportamiento del VANE con la tasas de descuento asumidas se concluyó que el valor más adecuado es del 8% ya que este nos genera un valor positivo el cual nos indica que el proyecto es factible.

Fórmula para determinar el valor actual neto económico

$$VANE = -I + \sum_{n=1}^N \frac{Qn}{(1+r)^n} \quad (\text{Ecuación N}^\circ 2)$$

Qn: Representa los flujos de caja de cada periodo I:  
inversión inicial  
n: número de periodos considerados  
r: tasa de descuento

# DESARROLLO DEL DISEÑO METODOLÓGICO



## V DESARROLLO DEL DISEÑO METODOLÓGICO

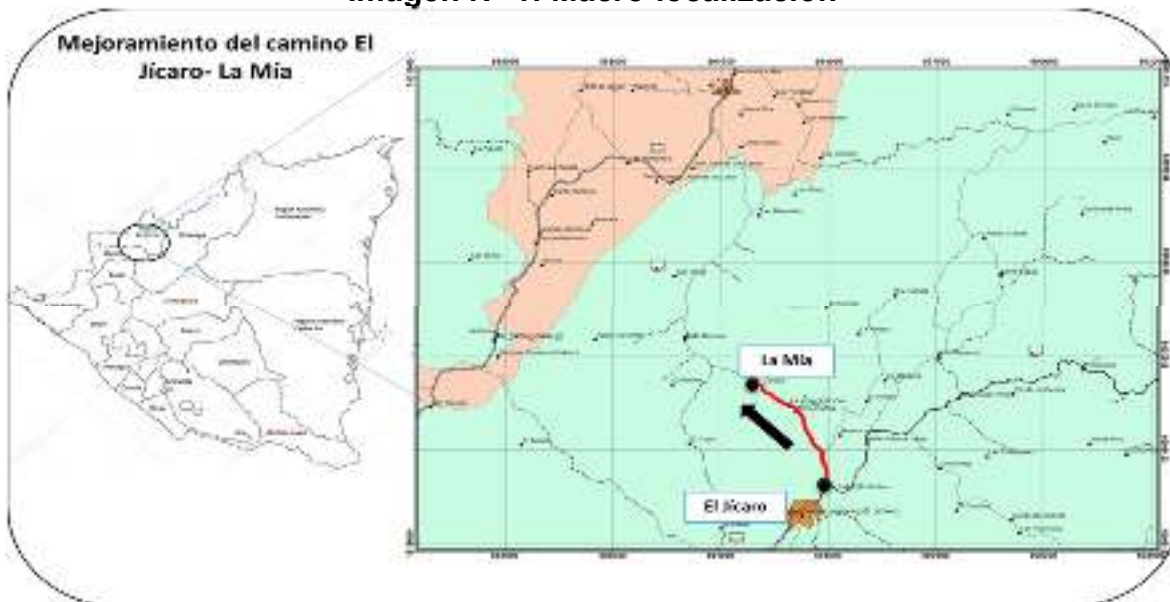
### 5.1 Diagnóstico de la situación actual

#### 5.1.1 Descripción del Proyecto

El proyecto consiste en el mejoramiento del tramo El Jícara – La Mía de 5 kms. de longitud mediante la colocación de carpeta de rodamiento con adoquines de concreto, colocados sobre una capa de arena y con un sello de arena entre sus juntas. La geometría proyectada permitirá la circulación de las diferentes tipologías vehiculares, pero se proyecta un [Bus – 14](#) como vehículo de diseño.

El tramo se localiza en el municipio de El Jícara en el departamento de Nueva Segovia, forma parte de la NN-19 clasificada funcionalmente como una colectora secundaria, el tramo inicia en la salida oeste del poblado de Jícara donde se intercepta con la carretera Nic-55, luego se dirige hacia el norte, 5 Kms. hacia el poblado de La Mía que es también conocido como San Judas donde se intercepta con la Nic-29, carretera entre Ocotol – Jalapa con el KM 282+230.

**Imagen N° 1: Macro-localización**



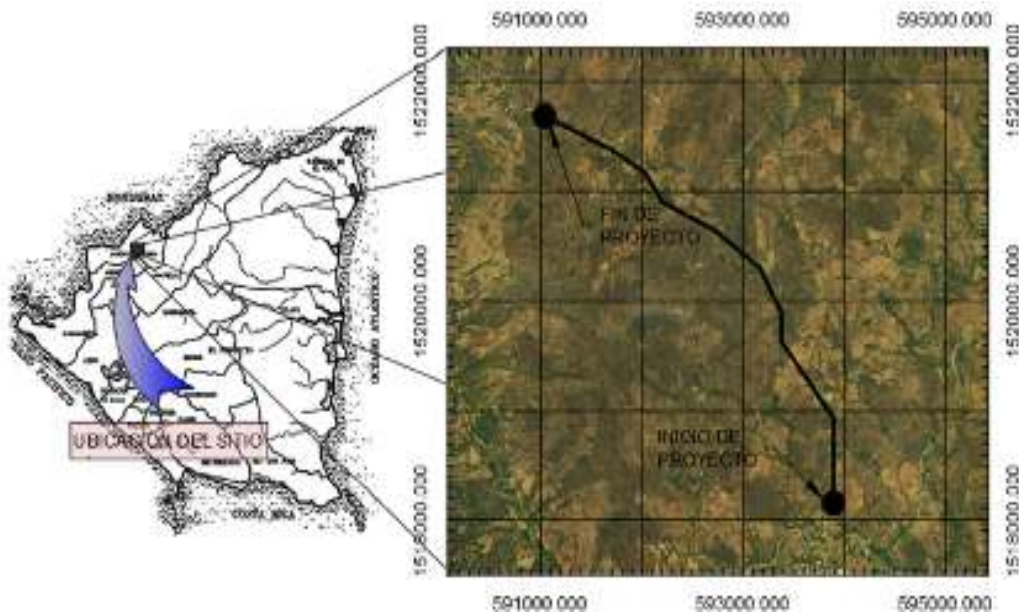
Fuente: MTI

**Tabla N° 2: Inicio y Fin del Proyecto**

		Coordenadas UTM Zona	
INICIO	Sector El Jícaro	X= 593915	Y= 1518134
FIN	Sector La Mía	X= 591055	Y= 1521679

Fuente: Elaboración propia

**Imagen N° 2: Micro-localización del sitio**



Fuente: Google Map

La franja del derecho de vía del camino actual es variable en casi toda su trayectoria, se observan anchos desde 7 a 13 metros aproximadamente.

Los municipios, comunidades, comarcas, barrios, identificadas en el área de influencia del proyecto son directamente afectados por cualquier intervención de la Red Vial de la zona y está constituida por pequeños grupos de poblaciones rurales que utilizan la red existente, para transportarse y satisfacer necesidades básicas, para comercio o recreación.

- Beneficiarios del proyecto

El proyecto beneficiará a una población directa de 11,373 habitantes del municipio de El Jícaro de los cuales el 49% corresponde a hombres y un 51% a mujeres. Se estima que la población beneficiada indirectamente es de 8,895 habitantes también del municipio de El Jícaro.

## **5.1.2 Identificación de Amenazas**

### **5.1.2.1 Amenazas naturales**

Durante todos los años el municipio se encuentra amenazado por varios factores, entre los que se mencionan, inundaciones, deslaves y sequías. Las principales causas que provocan estas alteraciones en el ecosistema son las prácticas culturales de producción, así como el despale indiscriminado por parte de los habitantes de este municipio, así como por parte de las empresas madereras y el contrabando o extracción de forma ilegal del bosque, situación que se pone de manifiesto a diario y donde las autoridades (INAFOR) no cuentan con los recursos que le permitan controlar estas irregularidades.

### **5.1.2.2 Amenazas por inundación en el área urbana y rural**

El grado de peligro por inundación es relativamente bajo, salvo en casos excepcionales como el huracán Mitch. Las causas principales de inundación se deben a la topografía propia del municipio y causas antropogénicas y los peligros más significantes son las crecidas repentinas de las cuales están relacionadas a la intensidad y duración de las precipitaciones, a la cobertura vegetal del suelo y a la configuración y tamaño del área de drenaje. También se caracteriza por un rápido y súbito ascenso de los niveles del agua, altas velocidades de las corrientes y por el arrastre de grandes cantidades de escombros.

### **5.1.2.3 Amenaza Sísmica**

Según estudios previos de INETER, el municipio de El Jícaro, se encuentra en la zona de amenaza media ante sismos y no tiene un historial reciente de consecuencias catastróficas producto de la actividad sísmica; sin embargo, esta dentro de un sistema regional que puede provocar sismos de baja magnitud, pero no se descarta la posibilidad de que puedan ser percibidos y provocar alarma en la población del municipio.

#### **5.1.2.4 Amenaza de Deslizamientos**

Los deslizamientos peliculares son los más frecuentes y se fraccionan en todo el municipio indistintamente de cuál sea la composición del suelo. De acuerdo con las actividades agropecuarias, en áreas forestales se combinan técnicas silvopastoriles, aunque también se encuentran áreas sobre pastoreadas, producto de la ganadería extensiva; práctica que propicia este tipo de deslizamiento, representando una amenaza latente por ser más susceptibles a producir coladas.

#### **5.1.3 Identificación Del Proyecto**

##### **5.1.3.1 Diagnóstico del Área de Influencia**

El área de influencia directa e indirecta del proyecto es la siguiente:

Área Influencia Directa: El área de influencia directa se demarco tomando una distancia de 2.5 Km. a partir del eje central del tramo de carretera a ambos lados. El área de influencia indirecta se extiende 1.5 Km más a continuación del área directa con lo cual completan 4 km a lo largo del tramo.

Área Influencia Indirecta: El área de influencia indirecta se extiende 1.5 Km más a continuación del área directa con lo cual completan 4 km a lo largo del tramo.

##### **5.1.3.2 Características Geográficas del área de influencia**

El Jícaro es un municipio del departamento de Nueva Segovia en la República de Nicaragua y se ubica en el extremo central – este del departamento. Tiene un área total de 428,8 Km<sup>2</sup> y está ubicado a 278 kilómetros de la capital Managua. Tiene clima de sabana tropical con temperaturas que oscilan de 23 a 24 °C.

##### **5.1.3.3 Organización territorial**

El municipio está organizado en doce microrregiones:

**Tabla N° 3: Microrregiones del Municipio**

Jícaro Urbano, Susucayán, San Albino, El Espino
Sabana Larga, Siapalí, Muyuca, Coyol, La Jumuyca
Guana Castillo, Las Vueltas, San Jerónimo

Fuente: Elaboración Propia

#### **5.1.3.4 Economía**

Su economía se centra en la agricultura principalmente maíz, café, caña, frijoles y hortalizas.

#### **5.1.4 Características Socioeconómicas**

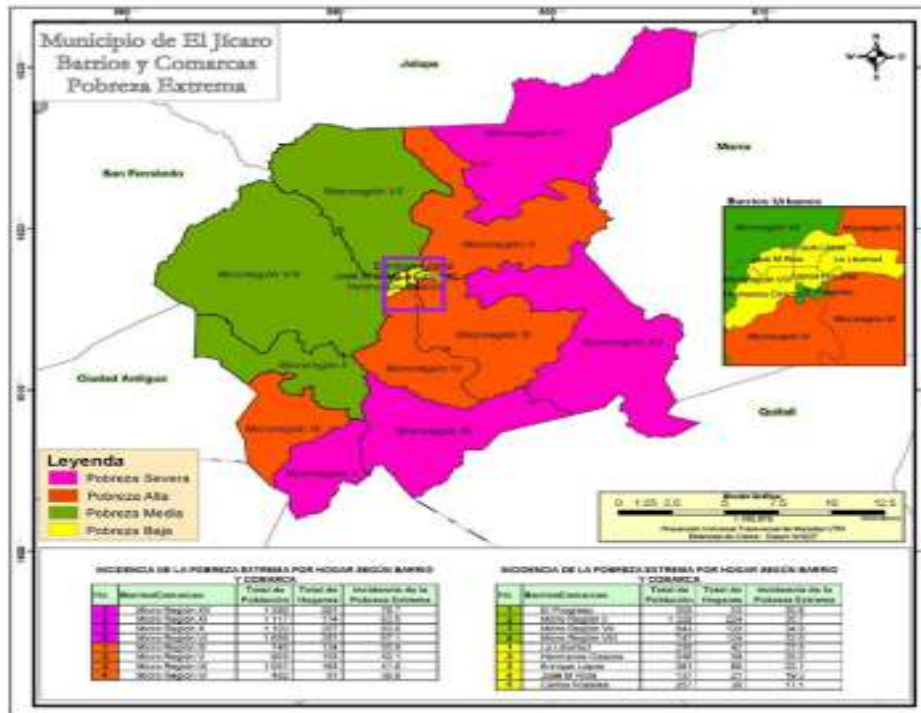
##### **5.1.4.1 Población y Densidad Poblacional**

Según proyección del censo 2005, el Instituto Nacional de Información y Desarrollo (INIDE), el municipio contaba en el 2020 con una población de 29,268 habitantes, de los cuales, 14,805 son hombres y 14,463 son mujeres.

##### **5.1.4.2 Nivel de pobreza**

Según el Mapa de Pobreza Extrema Municipal elaborado a partir de los datos del VIII Censo de Población y IV de Vivienda 2005 y en base a la metodología de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) del INIDE el municipio de El Jícaro tiene un nivel de pobreza extrema del 42.2% y un 33.8% de pobres. En el siguiente mapa se presenta la incidencia de la pobreza extrema por barrios y comarcas.

**Imagen N°3: Incidencia de la pobreza extrema por hogar según barrio y comarca**



### **5.1.4.3.3 Transporte**

El Jícaro cuenta con 8 unidades de transporte colectivo intermunicipal, las que cubren las rutas.

### **5.1.4.4 Principales actividades económicas en el municipio de El Jícaro**

#### **5.1.4.4.1 Ganadería**

La producción ganadera ha estado destinada, de por vida, al consumo interno, tanto la producción de leche y sus derivados como la carne. Sin embargo, la producción de aves de corral a significado una de las principales fuentes de ingresos ya que en su mayoría los habitantes poseen criaderos de aves y cerdos, los que están destinados para el autoconsumo y la comercialización, esta última en menor grado.

#### **5.1.4.4.2 Agricultura**

La producción de granos básicos, café, caña de azúcar, ganado, hortalizas, explotación de la madera y en menor escala la producción Hortícola. Este último tipo de producción no se extiende en mayores magnitudes debido a que las condiciones topográficas como la poca cantidad del recurso agua con que se cuenta en el territorio, aunque si es meritorio mencionar la calidad de la tierra que existe.

#### **5.1.4.4.3 Comercio**

La actividad comercial en este municipio representa una importancia relevante ya que de ella depende la manutención de muchas familias, así como la posición económica del municipio, en esta actividad intervienen un 30% de la población de forma intermitente, ya que, por las características productivas del municipio, basada sobre la producción agrícola, donde el 90% de los productores comercializan al menos un 20 - 25% de la producción total que obtienen. Los ingresos obtenidos por esta actividad son utilizados para la adquisición de productos tales como materia prima para la producción, alimentos para la familia y vestuario. Los establecimientos comerciales que existen en el área urbana del municipio se han ubicado por categorías, estas dependen del tipo de

negocio donde fundamentalmente se toma en consideración la cantidad de capital con que cuentan, se hace de esta manera para que el pago del impuesto sea más justo, ya que en la mayoría la tarifa es fija, siendo esta una política municipal del gobierno local.

De la información recopilada mediante la encuesta socioeconómica realizada por “El Consultor” en el área de influencia del proyecto, así como de fuentes secundarias para complementar y/o confirmar los resultados, se han obtenido los principales indicadores agropecuarios para medición del impacto que tendrá la mejora del camino, los cuales podrán ser utilizados como línea de base en la situación sin proyecto y podrán ser medidos o evaluados después que se haya realizado la construcción de la circunvalación.

#### **5.1.4.5 Indicadores agrícolas**

La producción para el tramo El Jícaro-La Mía se ha estimado teniendo como insumo principal los resultados de la encuesta socio económica realizada a 101 productores. De los resultados obtenidos se utilizó el uso de la tierra, áreas de siembra, rendimiento, tecnologías, mermas por pérdida o consumo. Para la determinación de las áreas de cultivo se tomó el uso actual de la tierra, el área sembrada de cultivos con mayor porcentaje de participación encontrado.

En cuanto al uso de la tierra los 101 productores entrevistados tienen un total de 680 manzanas, de las cuales un 41.6% (283 mz) está dedicado a las actividades agrícolas, el 40% (272 mz) para la siembra de pastos, de estos el 34.9% es pasto cultivado y el 5.1% pasto natural. El área de bosque representa un 13.8%, el 2.9% son áreas baldías y el 1.7% para vivienda o infraestructura de la finca. En la siguiente tabla se presenta el detalle del uso de la tierra encontrado.



**Tabla N°4: Uso de suelo encontrado debido a la encuesta de 101 productores**

Uso	Áreas (ha)	Porcentaje
Agrícola	242.00	41.3%
Pastos cultivados o seminados	297.00	50.9%
Pastos naturales	25.00	4.1%
Diques	98.50	16.4%
Montes	10.00	1.7%
Vivienda o infraestructura de la finca	11.50	1.9%
<b>Total</b>	<b>584.00</b>	<b>100%</b>

Fuente elaboración propia

#### 5.1.4.6 Proyección de la Producción

Para proyectar los cambios en la producción de los cultivos en un período de 20 años en la situación con proyecto se consideró las siguientes fuentes de información:

- a) Se utilizó la media geométrica de la tasa de crecimiento del PIB agrícola, utilizando la base Estadística del BCN, para estimar la producción de los principales cultivos encontrados en el área de influencia del proyecto. Dicha tasa es de 0.032%
- b) Se estimaron proyecciones de crecimiento utilizando como base la tasa de crecimiento CENAGRO 2001 y 2011 para las comarcas, poblados dentro del eje de la carretera.
- c) En base a los resultados de las encuestas a los productores en la zona de influencia del proyecto, se estimó el crecimiento de áreas (manzanas) de siembra o mejora de tecnologías para la siembra de cultivos en la zona, siendo esto el resultado de la intervención del proyecto y una adición al crecimiento normal proyectado para el rubro.
- d) Indicadores Pecuarios

Para estimar la producción pecuaria en el área de influencia del tramo El Júcaro – La Mía se ha tomado como fuente de información los resultados de la encuesta socioeconómica aplicada a 101 productores, siendo el 79% hombres y el 21% mujeres. Según los datos recopilados en la encuesta se ha encontrado que los tipos de

pastos que predominan son: Jaragua, Bracaria y Gamba, en la siguiente tabla se muestra las áreas de pastos encontrados y su capacidad receptiva.

**Tabla No. 5: Principales Indicadores Agrícolas para Medición de Impacto**

DESCRIPCION	SITUACIÓN SIN PROYECTO		SITUACION CON PROYECTO	
	FRIJOL	MAIZ	FRIJOL	MAIZ
Área Encontrada (mz)	165.00	110.00	165.00	110.00
<b>Área Proyectada (mz)</b>	867.46	578.31	867.46	578.31
<b>Tecnología de Siembra</b>				
Tradicional	61.5%	65.0%	59.2%	61.7%
Semi tecnificado	20.3%	35.0%	25.0%	34.5%
Tecnificado	18.2%	0.0%	15.84%	3.79%
<b>No. De siembras por año</b>	1.78	1.34	1.78	1.34
<b>RENDIMIENTO (en qq)</b>				
Tradicional	52.30	38.26	52.30	38.26
Semi tecnificado	29.15	45.88	29.15	45.88
Tecnificado	31.40	0.00	31.40	0.00
<b>COSTO (en dólares/MZ)</b>				
Tradicional	272.97	224.83	272.97	224.83
Semi tecnificada	171.60	161.67	171.60	161.67
Tecnificado	162.56	0.00	162.56	0.00
<b>Excedente Comercializable</b>	80.50%	50.34%	80.54%	51.34%
<b>tasa de crecimiento</b>	1.01877	1.01251	1.24301	1.21251

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla No. 6: Tipos De Pastos Encontrados**

TIPO DE PASTO	AREA (mz)	CAPACIDAD RECEPTIVA		UNIDADES GANADERAS		PROMEDIO
		INVIERNO	VERANO	INVIERNO	VERANO	
Pasto Natural	35.0	1.8	1.2	63.0	42.0	52.5
Pasto Cultivado	237.0	-	-	-	-	-
Bracaria	32.0	1.8	1.2	57.6	38.4	48.0
Gamba	25.0	1.8	1.2	45.0	30.0	37.5
Cultivado	50.0	1.8	1.5	90.0	75.0	82.5
Jaragua	130.0	2.0	1.8	260.0	234.0	247.0

Fuente: Elaboración Propia

La estimación de la producción pecuaria estuvo precedida por la cantidad de ganado existente (354 cabezas) y se proyectó la evolución del hato utilizando los coeficientes técnicos encontrados en la situación actual y mejorados un poco para la situación con proyecto, proponiendo mejoras en la sanidad animal y en la alimentación complementaria.

Para la obtención del total de vientres en el año 1 en adelante se suman las vacas cubiertas, vacas paridas, vacas secas y vaquillas de más de 3 años, a esto se le resta el 3% de la mortalidad de ganado adulto y un 10% de descarte de vientres y se le suma las vaquillas de 2-3 años que pasan al siguiente.

La proyección de la producción de leche y carne, se estimó en base a los coeficientes técnicos propuestos (Tabla No. 4) para el horizonte del proyecto, 20 años. Se trabajó con 354 cabezas encontradas, al momento de la realización de la encuesta socioeconómica en el área de influencia. De manera que al aplicar estos coeficientes dio como resultado el movimiento del hato proyectado, determinando con estos resultados el excedente comercializable.

Realizada la evolución del hato utilizando los coeficientes anteriores se estimó el excedente comercializable de la producción pecuaria. Para la estimación del excedente comercializable de carne se multiplica el total de cabezas a venta por su peso en kilogramos y se le resta las mermas y/o consumo que se estima en 10% para la situación sin proyecto y 5% para la situación con proyecto.

e) Producción total para Tráfico

Finalmente se procedió a consolidar la producción agrícola y ganadera, esta se presenta en toneladas, convirtiendo los resultados del maíz y frijol mediante división entre 22 quintales que tiene una tonelada, así como la producción de carne pasando de Kg a Toneladas y la leche utilizando su peso específico (1,030 Kg/m<sup>3</sup>). La siguiente tabla muestra dichos resultados.

**Tabla No. 7: Producción Total En Toneladas**

AÑO/ CONCEPTO	SIN PROYECTO			CON PROYECTO			PRODUCCION INCREMENTAL
	PRODUCCION AGRICOLA	PRODUCCION GANADERA	TOTAL PRODUCCION	PRODUCCION AGRICOLA	PRODUCCION GANADERA	TOTAL, PRODUCCION	
2020	3,200.39	74.06	3,274.45	3,200.39	74.06	3,274.45	0.00
2021	3,255.90	79.88	3,335.79	3,255.90	79.88	3,335.79	0.00
2022	3,312.41	117.14	3,429.55	3,312.41	117.14	3,429.55	0.00
2023	3,369.91	157.78	3,527.69	3,369.91	157.78	3,527.69	0.00
2024	3,428.44	154.57	3,583.01	4,107.17	177.30	4,284.47	701.46
2025	3,488.00	160.82	3,648.82	5,077.87	186.56	5,264.43	1,615.61
2026	3,548.62	174.56	3,723.19	6,278.64	205.26	6,483.90	2,760.71
2027	3,610.32	185.17	3,795.49	6,388.21	221.16	6,609.36	2,813.87
2028	3,673.12	195.81	3,868.93	6,499.72	237.65	6,737.38	2,868.44
2029	3,737.03	207.94	3,944.97	6,613.23	256.25	6,869.48	2,924.51
2030	3,802.08	220.77	4,022.86	6,728.76	276.68	7,005.44	2,982.58
2031	3,868.29	234.25	4,102.54	6,846.35	298.51	7,144.86	3,042.32
2032	3,935.68	248.58	4,184.26	6,966.04	322.03	7,288.07	3,103.82
2033	4,004.26	263.81	4,268.07	7,087.87	347.45	7,435.32	3,167.25
2034	4,074.07	279.97	4,354.03	7,211.87	374.88	7,586.75	3,232.72
2035	4,145.12	297.11	4,442.22	7,338.09	404.47	7,742.55	3,300.33
2036	4,217.43	315.30	4,532.73	7,466.56	436.39	7,902.95	3,370.21
2037	4,291.03	334.61	4,625.64	7,597.32	470.83	8,068.15	3,442.51
2038	4,365.95	355.10	4,721.05	7,730.43	507.99	8,238.42	3,517.37
2039	4,442.20	376.84	4,819.04	7,865.91	548.08	8,413.99	3,594.95
2040	4,519.81	399.92	4,919.73	8,003.81	591.34	8,595.15	3,675.42
2041	4,598.80	424.41	5,023.21	8,144.18	638.01	8,782.19	3,758.98
2042	4,679.21	450.39	5,129.60	8,287.06	688.37	8,975.43	3,845.83

Fuente: Elaboración Propia

f) Ingreso bruto e ingreso neto

El ingreso bruto se obtiene en base al excedente comercializable, es decir, a la producción bruta de cada producto se le resta las mermas, tanto por consumo como por pérdida. Una vez obtenido el excedente comercializable, se multiplica por el precio estimado.

**Tabla No. 8: Ingreso Bruto Sin Y Con Proyecto (dólares)**

AÑOS	INGRESOS BRUTOS SIN PROYECTO			INGRESOS BRUTOS CON PROYECTO			INGRESOS BRUTOS INCREMENTALES
	Agrícolas	Ganaderos	Total	Agrícolas	Ganaderos	Total	
2021	1,692,363.86	31,353.45	1,723,717.30	1,692,363.86	31,353.45	1,723,717.30	0.00
2022	1,723,312.45	47,621.84	1,770,934.29	1,723,312.45	47,621.84	1,770,934.29	0.00
2023	1,754,831.67	69,660.93	1,824,492.60	1,754,831.67	69,660.93	1,824,492.60	0.00
2024	1,786,932.11	93,226.38	1,880,158.49	1,786,932.11	93,226.38	1,880,158.49	0.00
2025	1,819,624.55	92,619.45	1,912,244.01	2,187,155.16	104,836.95	2,291,992.11	379,748.11
2026	1,852,919.97	102,356.43	1,955,276.39	2,713,771.51	116,910.81	2,830,682.33	875,405.93
2027	1,886,829.54	117,458.92	2,004,288.46	3,367,322.82	135,205.90	3,502,528.72	1,498,240.26
2028	1,921,364.67	128,278.59	2,049,643.26	3,429,040.29	149,603.00	3,578,643.29	1,529,000.04
2029	1,956,536.95	140,345.36	2,096,882.31	3,491,897.51	166,029.86	3,657,927.37	1,561,045.05
2030	1,992,358.21	154,704.79	2,147,063.00	3,555,915.62	185,264.22	3,741,179.84	1,594,116.84
2031	2,028,840.48	170,298.40	2,199,138.88	3,621,116.18	207,749.36	3,828,865.54	1,629,726.66
2032	2,065,996.04	187,297.97	2,253,294.01	3,687,521.14	232,583.76	3,920,104.91	1,666,810.90
2033	2,103,837.36	206,085.05	2,309,922.41	3,755,152.87	260,300.06	4,015,452.93	1,705,530.53
2034	2,142,377.18	226,792.94	2,369,170.12	3,824,034.14	291,429.82	4,115,463.96	1,746,293.84
2035	2,181,628.47	249,581.26	2,431,209.73	3,894,188.15	326,311.73	4,220,499.87	1,789,290.14
2036	2,221,604.41	274,678.72	2,496,283.13	3,965,638.54	365,373.59	4,331,012.13	1,834,729.00
2037	2,262,318.47	302,326.31	2,564,644.78	4,038,409.38	409,140.33	4,447,549.72	1,882,904.94
2038	2,303,784.35	332,781.92	2,636,566.27	4,112,525.21	458,185.30	4,570,710.51	1,934,144.24
2039	2,346,015.99	366,333.69	2,712,349.68	4,188,011.00	513,144.94	4,701,155.94	1,988,806.26
2040	2,389,027.62	403,300.56	2,792,328.18	4,264,892.20	574,737.48	4,839,629.68	2,047,301.50
2041	2,432,833.71	444,033.75	2,876,867.45	4,343,194.72	643,769.75	4,986,964.47	2,110,097.02
2042	2,477,449.01	488,920.88	2,966,369.89	4,422,944.98	721,146.28	5,144,091.26	2,177,721.37
2043	2,522,888.56	538,390.05	3,061,278.60	4,504,169.87	807,882.26	5,312,052.13	2,250,773.53

Fuente: Elaboración Propia

A las proyecciones del ingreso bruto se le restan los costos de producción y esto da como resultado el ingreso neto en cada producto. En la tabla se muestra los beneficios marginales de la actividad agrícola y pecuaria que se espera obtener con la ejecución del proyecto.

Para las carreteras clasificadas como Colectoras Rurales o Colectoras Secundarias la norma ASSHTO 2011 (Green Book), considera suficiente disponer de un derecho de vía de entre 20 - 30 metros mínimo. El camino de acceso que estamos analizando se encuentra por debajo del límite inferior de estas normas de diseño, aun así, se han tomado como referencia dichas indicaciones. Por otro lado, tomando en cuenta los

problemas sociales que generan las afectaciones a la propiedad privada; se recomienda mantener el derecho de vía lo más aproximado al existente y se propone un derecho de vía continuo de 20 m en toda su longitud y variable en las zonas corte en alturas mayores a 5 metros, a fin de evitar grandes afectaciones que conlleven al encarecimiento del proyecto.

Se trazó una Velocidad de Diseño de 30 Km/h a 40 Km/h, con una sobreelevación máxima de 4% a 6% respectivamente, con longitudes de transición que fácilmente se acomodarán al trazo del camino existente. El ancho correspondiente sobre el cual circula el tránsito vehicular, y en este caso en particular estará constituido por un carril de 3.50 m de ancho a cada lado. El carril es la unidad de medida transversal, para la circulación de una sola fila de vehículos, el ancho total de rodamiento para el proyecto que nos ocupa es de 7.00 m.

#### **5.1.5 Análisis de la demanda social**

A como se menciona en el diseño metodológico de este documento el análisis de la demanda conlleva a un sinnúmero de indicadores que empiezan desde la situación actual, como el aumento de producción hasta el estudio del TPDA mencionados anteriormente. El TPDA será determinado en el estudio técnico de este documento.

#### **5.1.6 Análisis de la Oferta**

Este tramo de carretera permite el traslado de la producción agropecuaria a centros de acopio y el transporte de pasajeros a localidades aledañas. En todo el trayecto se hacen visibles socavamientos en la vía y en la ladera de los terrenos colindantes, carencia de drenaje longitudinal y presencia de infraestructuras como postes de tendido eléctrico y obras de drenaje transversal La franja del derecho de vía del camino actual es variable en casi toda su trayectoria, se observan anchos desde 11 a 23 metros aproximadamente.

El camino El Júcaro - La Mía, se caracteriza por ser un camino de todo tiempo, con una superficie de rodamiento de material granular con trazo planimétrico de curvas y

tangente en su trayectoria. Desde inicio a final del tramo las pendientes predominantes en el alineamiento vertical estarán en el orden del 7% al 14%. La velocidad de ruedo en el sitio será aproximadamente de 30 y 40 Km/h. La mayor afluencia de tráfico proviene de vehículos particulares, camiones C2 y autobuses en menor porcentaje al anterior.

La topografía del sitio es accidentada, con pendientes que oscilan en promedio de 18% al 40%, esto nos da una perspectiva del relieve del lugar, el cual será un factor muy importante a la hora de tomar cualquier decisión al momento de emplazar una obra civil, ya que esto repercute en los volúmenes de corte y relleno de la misma. El mejoramiento del tramo en estudio ayudará a garantizar una transitabilidad permanente entre El Jícaro y las comunidades asentadas a lo largo del camino NN-19, que finaliza en la comunidad La Mía, interceptando la carretera Ocotol – Santa Clara – Jalapa, NIC-29.

## **5.2 Estudio Técnico**

### **5.2.1 Tamaño y localización del Proyecto**

En la imagen N°1 y N°2, se muestra tanto el tamaño como también la localización del proyecto.

### **5.2.2 Ingeniería del proyecto**

#### **5.2.2.1 Estudio geotécnico**

Para realizar el estudio, se efectuó un total de cuarenta y seis (46) sondeos manuales, con profundidades máximas de 1.5 metros. La ubicación de los sondeos fue a cada cien metros. La ubicación de los sondeos se indica en los planos constructivos del Proyecto.

El muestreo de los sondeos se hizo con posteadora y barra, clasificándose el material en el sitio visualmente y al tacto, seleccionándose de esta manera un total de ochenta y cinco (85) muestras, las cuales luego fueron trasladadas al laboratorio para su clasificación definitiva.

Se estudió 2 banco en total, en los que se realizaron 3 sondeos a cielo abierto de 1.5 m x 1.5 m x 3.0 m. El objetivo es de confirmar con mayor exactitud su uso potencial y la cantidad disponible a explotar.

**Tabla N°9: Designaciones de ensayos realizados a las muestras de suelos extraídas en la línea del proyecto y bancos de materiales**

N°	Prueba	Ensayo o Norma ASTM o AASHTO
1	Análisis Granulométrico	ASTM D-422 ó AASHTO T-88
2	Límite Líquido	ASTM D-423 ó AASHTO T-89
3	Límite Plástico e Índice de Plasticidad	ASTM D-424 ó AASHTO T-90
4	Clasificación HRB	ASTM D-3282 ó AASHTO M-145
5	Proctor Estándar	ASTM D-698 ó AASHTO T-99
6	Proctor Modificado	ASTM D-1557 ó AASHTO T-180
7	Pesos Volumétricos y Varillado	ASTM C-29 ó AASHTO T-19
8	Humedad Natural	ASTM D-2216
9	CBR	ASTM D-1883 ó AASHTO T-193
10	Intemperismo acelerado	ASTM C-88 ó AASHTO T-104
11	Desgaste de los ángulos	ASTM C-131 ó AASHTO T-96
12	Absorción	ASTM C-45 ó AASHTO T-25

Fuente: Elaboración propia

- Ensayos de líneas

Se elaboraron los ensayos de laboratorio de 6.00 km (46 sondeos), los suelos recobrados presentan de manera general las características siguientes:

Se encontró a una profundidad promedio de 1.00 m, en su mayoría suelos de tipo arcilla arenosa y arcilla grava arenosa clasificada por el método AASHTO M 145 de tipo A-7-5 y A-7-6, y en menor cantidad arena arcillosa con grava y grava con poca arena tipo A-2-4, A-2-6 y A-2-7. Los límites de consistencia de estos suelos varían desde 23 a 84% de Límite Líquido y de 3 a 64% de Índice de Plasticidad.

Los granos de estos suelos pasan entre 11 y 100% el tamiz No.4 y entre 4 y 94% el tamiz No.200.

Los resultados de los ensayos de CBR obtenidos en muestras compactadas al 95% y 100% Proctor Estándar, para suelos tipo A-2-4 fueron del orden de 20.36 a 21.28% para



95% y de 25.45 a 26.14% para 100% de compactación, para A-2-6 fueron de 13.19% para 95% y de 16.66% para 100%, para suelos tipo A-2-7 fueron de 11.34 a 12.49% para el 95% y de 15.73 a 17.35% para compactación del 100%, para suelos tipo A-7-5 fueron de 2.01 a 3.49% para el 95% y de 34.14 a 4.37% para compactación del 100% y para suelo tipo A-7-6 fueron de 11.11 a 2.79% para el 95% y de 3.20 a 3.96% para compactación del 100%

No se encontraron niveles de aguas freáticas (NAF) en los sondeos realizados.

- Bancos de Materiales

En la siguiente tabla se muestra la información de los bancos estudiados en la línea del proyecto.

**Tabla N°10: Información de los bancos estudiados.**

INFORMACION	BANCO N°1 LIBIEL SEAS	BANCO N°2 ENIC - NTU
PROPIETARIO	LIBIEL SEAS	JUAN JOSE UBEDA
TIPO DE MATERIAL	A-2-7 y A-1-a	A-1-a
UTILIZACION	Sub base	Base
UBICACION DEL BANCO	{X = 587227.00, Y = 1419226.00}	{X = 598607.14, Y = 1420252.43}
COORDENADAS XUTM DE EJES DE REFERENCIA DE 1.971.500m	GAL1 {X = 587227.00, Y = 1419226.00} GAL2 {X = 587227.00, Y = 1419226.00} GAL3 {X = 587227.00, Y = 1419226.00}	Coordenadas XUTM de Referencia {X = 598607.14, Y = 1420252.43}
VOLUMEN APROXIMADO	Vol. = 100,000 m <sup>3</sup>	Vol. = 100,000 m <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N°11 Resultados de las calicatas del Banco Uriel Seas**

<b>Calicata 1</b>	
<b>Tipo</b>	<b>Características</b>
Grava arenosa con poca arcilla, color café oscuro (A-2-7 (0)).	De 0.00 a 1.20 m los suelos tienen 41% de límite líquido y 14% de índice de plasticidad. Sus granos pasan 36% el tamiz No 4, y 8% pasan el tamiz No 200.
Grava arenosa con poco limo, color gris (A-1-a (0))	De 1.20 m a 3.00 m los suelos tienen 22% de límite líquido y 5% de índice de plasticidad. Sus granos pasan 26% el tamiz No 4, y 5% pasan el tamiz No 200.

<b>Calicata 2</b>	
<b>Tipo</b>	<b>Características</b>
Grava con arena y poca arcilla color gris (A-2-7 (0))	De 0.00 a 1.50 m los suelos tienen 41% de límite líquido y 13% de índice de plasticidad. Sus granos pasan 19% el tamiz No 4, y 2% pasan el tamiz No 200.
Grava arcillo arenoso color gris (A-2-6 (0))	De 1.50 m a 3.00 m los suelos tienen 39% de límite líquido y 11% de índice de plasticidad. Sus granos pasan 30% el tamiz No 4, y 2% pasan el tamiz No 200.

<b>Calicata 3</b>	
<b>Tipo</b>	<b>Características</b>
Grava arcilla arenosa color rojizo claro (A-2-6 (0))	De 0.00 a 1.00 m los suelos tienen 35% de límite líquido y 16% de índice de plasticidad. Sus granos pasan 64% el tamiz No 4, y 34% pasan el tamiz No 200.
Grava areno arcilloso color rojizo claro (A-2-7 (0))	De 1.00 m a 3.00 m los suelos tienen 41% de límite líquido y 14% de índice de plasticidad. Sus granos pasan 48% el tamiz No 4, y 19% pasan el tamiz No 200.

Fuente: Elaboración propia

Se encontró Grava arenosa con arcilla A-2-7 en la mayoría de las calicatas hasta una profundidad de 1.50 m y luego suelos A-2-6 y A-1-a. El CBR para A-1-a y A-2-6 36.55 al 95% de compactación y para el Tipo A-2-7 35.63 al 95% de compactación. El resultado del ensayo de Desgaste Los Ángeles para el tipo A-1-a es de 16.15% e Intemperismo acelerado de 4.24%.

**Tabla N°12: Resultados del banco ENIC-MTI**

<b>Corte Lado Noroeste</b>	
<b>Tipo</b>	<b>Características</b>
Grava arenosa con poco limo color gris (A-1-a (0))	Del corte noroeste muestra 1, los suelos tienen 20% de límite líquido y 5% de índice de plasticidad. Sus granos pasan 31% el tamiz No 4, y 2% pasan el tamiz No 200.
Grava arenosa con poco limo, color gris (A-1-a (0))	Del corte noroeste muestra 2, los suelos tienen 19% de límite líquido y 6% de índice de plasticidad. Sus granos pasan 30% el tamiz No 4, y 2% pasan el tamiz No 200.

Fuente: Elaboración propia

### 5.2.2.2 Estudio Topográfico

Con respecto al levantamiento topográfico realizado en el tramo de carretera de El Jícaro-La Mía, el listado de puntos presentados corresponden a toda la geometría vial, secciones transversales cada 10 metros, cercos o linderos, postes de energía, postes de telefonía, arboles, rótulos, obras de drenaje pluvial, construcciones existentes, levantamiento de 100 metros aguas arriba y 100 metros de aguas abajo de secciones transversales en afluentes (aquí mismo se detallan los bordes, pie, centro, nivel de aguas máxima observado) y la colocación de cuatro puntos GPS.

Todo el levantamiento físico realizado en campo ha sido registrado mediante fichas o formatos de levantamiento, las que posteriormente fueron digitalizadas. De acuerdo al levantamiento topográfico realizado se puede concluir lo siguiente: —

- Se ha ejecutado el levantamiento topográfico de 6.00 Km de carretera en el tramo Jícaro – La Mía. Para ello se tomaron como puntos de control las coordenadas del GPS 01 hasta el GPS 04; esto permitió obtener mayor precisión en el levantamiento de la infraestructura vial circundante, en el detallado de cada una de las construcciones existentes, sistema de drenaje pluvial, viviendas, postes de energía, etc. Todo el levantamiento realizado en campo fue la base para el procesamiento en gabinete de la altimetría y planimetría del terreno.
- A partir del modelo tridimensional realizado y el recorrido efectuado por el terreno, se puede afirmar que la topografía del sitio es plana, con pendientes que oscilan en promedio en 0.54% y 18.45%.
- En el área definida, se identificaron todos los accidentes geomorfológicos como zonas de inundación y así realizar las debidas consideraciones en la etapa de diseño de este cuando se vaya a ejecutar.
- La colocación de los puntos GPS ha sido avalado por el INETER, los que previamente fueron enlazados con la red geodésica nacional, utilizando el banco maestro de referencia (MANA), localizado en Managua, Nicaragua.

***Ver anexo II, Datos del levantamiento topográfico Cuadro 1.***

### **5.2.2.3 Estudio de tránsito**

#### **5.2.2.3.1 Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA)**

Para efectuar cálculo del TPDA del proyecto, se efectuó conteo vehicular en un punto: 50 metros después de la intersección de El Júcaro hacia La Mía, sobre la NN – 19. Los conteos vehiculares fueron realizados en el periodo del martes 12 al jueves 14 de enero de 2021, en un periodo de 12 horas, desde las 06:00 am a las 06:00 pm.

Una vez efectuada la recopilación del conteo vehicular se procede a efectuar el cálculo del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) del tramo. El procedimiento para el cálculo del TPDA se basa en la aplicación de factores de expansión que son dados por el MTI en el Anuario de Tráfico, en donde a cada tramo de carretera/camino se le asigna dependencia a una determinada Estación de Mayor Cobertura (EMC), de la cual se retoman dichos factores de expansión, en dependencia del cuatrimestre en donde se hayan efectuado los conteos vehiculares.

- Tráfico Promedio Diario de 12 horas (TPD 12 h):

De la información de campo se obtienen los volúmenes de tráfico existente de 12 horas, por tipología vehicular.

- Tráfico Promedio Diario de 24 Horas (TPD 24 h):

A los TPD 12 h se les aplica el Factor Día por tipo de vehículo y se obtienen los volúmenes de tráfico expandido a 24 horas.

- Tráfico Promedio Diario Semanal (TPDS):

En vista que se efectuaron los conteos durante los 7 días de la semana, no se aplicará el factor Semana a la tipología vehicular, dado que el TPDS se obtiene únicamente al calcular el promedio de los 7 días de conteos realizados. El factor Semana se aplica cuando se realizan conteos menores a los 7 días consecutivos.

- Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA):

Una vez obtenido el TPDS se procede a aplicarle el factor expansión por tipo de vehículo para calcular el TPDA.

- Factores de expansión

Tomando en cuenta la dependencia del tramo de carretera en estudio, se presentan los factores de expansión, correspondientes al primer cuatrimestre, en vista que los conteos fueron realizados en el mes de enero 2020.

**Tabla N°13: Tramo: La Mía-El Jícara. EMC 1802.**

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	1.48	1.39	1.34	1.29	1.39	1.21	1.38	1.25	1.25	1.18	1.00	1.18	1.00	1.00	1.00	1.00	1.30
Factor Semana	0.96	1.07	1.08	1.04	0.98	0.97	0.97	0.93	0.89	0.90	1.00	0.92	1.00	1.00	1.00	1.00	1.21
Factor Fin de Semana	1.11	0.86	0.84	0.91	1.06	1.09	1.10	1.25	1.47	1.36	1.00	1.29	1.00	1.00	1.00	1.00	0.70
Factor Expansión a TPDA	0.98	0.94	1.02	0.97	0.96	0.99	0.96	0.98	0.84	0.69	1.00	0.82	1.00	1.00	1.00	1.00	0.66

Fuente: MTI

Los resultados del conteo vehicular realizado se presentan en las siguientes tablas:

**Tabla N°14: Flujo de movimiento vehicular El Jícara – La Mía**

Día	BICIC.	VEHICULOS LIVIANOS				VEHICULOS DE PASAJEROS			VEHICULOS DE CARGA			EQUIPO PESADO		Total
		MOTO	AUTO	JEEP	Camionetas Pick Ups	Mbus	MB>15 p	Bus	C2 Liv	C2 > 5 ton	C3	VA	OTROS	
MARTES 12/01/2021	8	362	10	2	61	-	-	5	12	2	4	-	-	458
MIERCOLES 13/01/2021	5	338	11	5	57	1	-	5	7	8	7	1	1	441
JUEVES 14/01/2021	17	356	13	4	43	-	-	5	6	5	6	-	-	438
TPDS 12 H	10.00	352	11	4	54	0	-	5	8	5	5.67	0.33	0.33	446
Aplicación Factor Día:	-	521	16	5	69	0	-	7	10	6	7	0	0	642
Aplicación de Factor Semana	-	500	17	5	72	0	-	7	10	6	6	0	1	607
Aplicación Factor TPDA	0	490	16	5	70	0	0	6	9	5	4	0	0	607
% TPDA	-	80.73	2.61	0.89	11.50	0.07	-	1.06	1.56	0.77	0.66	0.05	0.06	100.00
%					95.74			1.13			3.02	0.05	0.06	100.00

TPDA Mov. EL JICARO LA MIA		VEHICULOS LIVIANOS				VEHICULOS DE PASAJEROS			VEHICULOS DE CARGA			EQUIPO PESADO		Total
		Motos	Autos	Jeep	Cta	Mbus	MB>15 p	Bus	C2 Liv	C2 > 5 ton	C3	VA	Otros	
		490	16	5	70	0	0	6	9	5	4	0	0	607
Composición del TPDA (%)		80.73	2.61	0.89	11.50	0.07	-	1.06	1.56	0.77	0.66	0.05	0.06	100.00
%					95.74			1.13			3.02	0.05	0.06	100.00

Fuente: Elaboración propia



**Tabla N°15: Flujo de movimiento vehicular La Mia - El Jícara**

Dia	BICIC.	VEHÍCULOS LIVIANOS				VEHÍCULOS DE PASAJEROS			VEHÍCULOS DE CARGA			Total
		MOTO	AUTO	JEEP	Camionetas Pick UPs	Mbus	MB >15 P	Bus	C2 Liv	C2 > 5 ton	C3	
MARTES 12/01/2021	10	293	8	7	58	3	-	5	8	17	3	402
MIERCOLES 13/01/2021	9	283	13	4	71	1	-	5	11	18	5	411
JUEVES 14/01/2021	10	325	18	4	60	2	-	5	6	15	7	442
TPDS 12 H	10	300	13	5	63	2	-	5	8	17	5	418
Aplicación Factor Día:	-	444	18	7	81	3	-	7	10	21	6	597
Aplicación de Factor Semana	-	427	19	7	85	3	-	7	10	19	5	
Aplicación Factor TPDA	0	418	18	7	82	3	0	8	9	16	4	563
% TPDA	-	74.21	3.23	1.31	14.55	0.46	-	1.14	1.68	2.76	0.65	100.00
%					93.30			1.80			5.10	100.00

TPDA Mov. LA MÍA EL JICARO		VEHÍCULOS LIVIANOS				VEHÍCULOS DE PASAJEROS			VEHÍCULOS DE CARGA			Total
		Motos	Autos	Jeep	Cta	Mbus	Mb > 15 P	Bus	C2 Liv	C2 > 5 ton	C3	
		418	18	7	82	3	0	8	9	16	4	563
Composición del TPDA (%)		74.21	3.23	1.31	14.55	0.46	-	1.14	1.68	2.76	0.65	100.00
%					93.30			1.80			5.10	100.00

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N°16: TPDA El Jícara – La Mia**

	VEHÍCULOS LIVIANOS				VEHÍCULOS DE PASAJEROS			VEHÍCULOS DE CARGA			Total
	Motos	Autos	Jeep	Cta	Mbus	Mb > 15 P	Bus	C2 Liv	C2 > 5 ton	C3	
2021	908	34	13	152	3	0	13	19	20	8	1,170

Fuente: Elaboración propia

Este TPDA lo conforman los movimientos 1 y 2 (El Jícara-La Mía y La Mía-El Jícara)

Para la estimación de las tasas de crecimiento del tráfico normal se ha considerado el análisis del comportamiento de una serie de variables socioeconómicas de importancia, entre ellas el crecimiento económico nacional (PIB), crecimiento vehicular de los tramos en estudio y de las EMC asociadas. Asimismo, se analizó el crecimiento poblacional y el parque vehicular dentro del área de influencia del proyecto.

Se debe recordar que el crecimiento del tráfico normal debe ser el mismo con o sin proyecto, todo viaje adicional como consecuencia de la implementación del proyecto forma parte de los otros tipos de tráfico a determinarse. Asimismo, se debe tomar en consideración las afectaciones derivadas de la situación socioeconómica y de la pandemia del coronavirus (COVID-19), las cuales pueden tener repercusiones en las actividades económicas y por ende en la movilidad de bienes y personas. Se debe estimar este efecto en las futuras proyecciones.

### 5.2.2.3.1.1 Proyección del Tráfico Normal

En el análisis se han determinado variables que tienen correspondencia y validez para el proyecto.

- PIB Nacional

Se analizó el crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB) del país, ya que es una medida del valor de la actividad económica del país, que incluye la producción, que da paso exportaciones, y el consumo, que da paso a las importaciones.

**Tabla N°17: Tasas Producto Interno Bruto de Nicaragua**

PIB (precios constantes)	
Año	% de crecimiento
2019	-3.90%
2018	-4.00%
2017	4.60%
2016	4.60%
2015	4.8%
2014	4.8%
2013	4.92%
2012	6.49%
2011	6.31%
2010	4.41%
2009	-3.29%
2008	3.43%
2007	5.07%
2006	3.80%
<b>Promedio</b>	<b>3.00%</b>

Fuente: [www.bcn.gob.ni](http://www.bcn.gob.ni)

La tasa media es del **3.0%**, incluyendo el dato publicado por el BCN del año 2019.

- Resumen de las variables analizadas

En base a lo descrito anteriormente y la pertinencia de las variables socioeconómicas analizadas, se propone utilizar para las tasas de crecimiento de cada tipología vehicular, el promedio de las siguientes variables:

- a) Liviano: Parque vehicular Liviano del departamento (sin motos), TPDA de las EMC asociada al tramo.

- b) Pasajeros: Parque vehicular de Pasajeros del departamento, TPDA de las EMC asociada al tramo, Población del departamento.
- c) Carga: Parque vehicular de Carga del departamento, TPDA de las EMC asociada al tramo, PIB Nacional.

Las tasas de crecimiento propuestas para el tráfico normal del tramo en análisis se muestran a continuación:

**Tabla N°18: Tasas de crecimiento vehicular promedio a utilizar en el proyecto por tipología vehicular y variables más considerables de estudio.**

VARIABLE	LIVIANO					PASAJERO					CARGA				
	2021-2023	2024-2028	2029-2033	2034-2038	2039-2043	2021-2023	2024-2028	2029-2033	2034-2038	2039-2043	2021-2023	2024-2028	2029-2033	2034-2038	2039-2043
ECS 8303	2.47%	2.47%	2.47%	2.47%	2.47%	1.03%	1.03%	1.03%	1.03%	1.03%	2.65%	2.65%	2.65%	2.65%	2.65%
EMC 1002	1.62%	1.62%	1.62%	1.62%	1.62%	0.71%	0.71%	0.71%	0.71%	0.71%	-0.06%	-0.06%	-0.06%	-0.06%	-0.06%
PIB											2.20%	2.40%	2.70%	2.70%	2.70%
PARQUE VEHICULAR NUEVA SEGONA	4.14%	4.96%	5.79%	7.02%	8.27%	2.57%	3.00%	3.50%	4.25%	5.00%	4.18%	5.01%	5.68%	7.10%	8.35%
POBLACIÓN NUEVA SEGONA						2.57%	2.57%	2.50%	2.50%	2.50%					
<b>PROMEDIO</b>	<b>2.74%</b>	<b>3.02%</b>	<b>3.29%</b>	<b>3.71%</b>	<b>4.12%</b>	<b>1.69%</b>	<b>1.81%</b>	<b>1.94%</b>	<b>2.12%</b>	<b>2.21%</b>	<b>2.24%</b>	<b>2.54%</b>	<b>2.78%</b>	<b>3.10%</b>	<b>3.41%</b>

Fuente: MTI – anuario 2020

Dichas tasas se consideran adecuadas y conservadoras, en vista de prever cualquier cambio en los factores que inciden en los índices de movilización en el proyecto. Como se explicó anteriormente, cualquier propuesta de tasas de crecimiento tiende a incluir cierto grado de incertidumbre, por lo que es recomendable siempre proponer tasas de crecimiento conservadoras que permitan evaluar el proyecto con criterios que tengan un alto porcentaje de cumplimiento.

- Proyección del Tráfico Normal

Para efectos de este estudio, las proyecciones de tráfico se efectúan a través de la definición de las hipótesis que a continuación se describen:

- a) Se establecieron las contribuciones de los diferentes tráficos que se definirán en el análisis a realizar y apoyados por el estudio económico del proyecto. Para el año de inicio de operación del camino se considera potencialmente que manifestará los tipos de tráfico normal, desarrollado y generado.



- b) Sobre el análisis de variables socioeconómicas relevantes se determinaron tasas de crecimiento del TPDA por tipología vehicular.
- c) Los volúmenes proyectados son presentados cronológicamente año a año, a fin de presentar el crecimiento del tráfico a lo largo de su vida útil.

Se presentan las proyecciones del tráfico normal para el tramo analizado. Se estima que el año de entrada en operación del proyecto es el 2024.

**Tabla N°19: Proyecciones de tráfico normal tramo El Jícaro - La Mia**

	VEHÍCULOS LIVIANOS				VEHÍCULOS DE PASAJEROS			VEHÍCULOS DE CARGA			Total
	Motos	Autos	Jeep	Cta	Mbus	Mb> 15 P	Bus	C2 Liv	C2 > 5 ton	C3	
2021	908	34	13	152	3	0	13	19	20	8	1,170
2022	933	35	13	156	3	0	13	19	21	8	1,202
2023	961	36	14	161	3	0	13	20	21	8	1,238
2024	990	37	14	166	3	0	14	20	22	8	1,275
2025	1,020	38	14	171	3	0	14	21	22	9	1,313
2026	1,051	39	15	176	3	0	14	21	23	9	1,352
2027	1,086	41	15	181	3	0	14	22	23	9	1,396
2028	1,121	42	16	187	3	0	15	23	24	9	1,441
2029	1,158	43	16	194	4	0	15	23	25	10	1,488
2030	1,196	45	17	200	4	0	15	24	26	10	1,536
2031	1,236	46	17	207	4	0	15	25	26	10	1,586
2032	1,281	48	18	214	4	0	16	25	27	10	1,645
2033	1,329	50	19	222	4	0	16	26	28	11	1,705
2034	1,378	52	19	230	4	0	16	27	29	11	1,767
2035	1,429	54	20	239	4	0	17	28	30	11	1,832
2036	1,482	56	21	248	4	0	17	29	31	12	1,899
2037	1,543	58	22	258	4	0	18	30	32	12	1,976
2038	1,607	60	23	269	4	0	18	31	33	13	2,057
2039	1,673	63	24	280	4	0	18	32	34	13	2,141
2040	1,742	65	25	291	4	0	19	33	35	13	2,228
2041	1,814	68	26	303	5	0	19	34	36	14	2,319
2042	1,888	71	27	316	5	0	20	35	37	14	2,413
2043	1,966	74	28	329	5	0	20	36	39	15	2,511

Fuente: MTI – anuario 2020

### 5.2.2.3.2 Tráfico Desarrollado

Debido a que el tramo se mantiene generalmente en mal estado se prevé una proyección de tráfico desarrollado, en vista que actualmente el estado de la vía es una restricción para efectuar actividades productivas. Una vez mejorado el camino se espera que exista una producción excedente producto del levantamiento de dicha

restricción. A continuación, se presentan las proyecciones de volúmenes de producción para el proyecto, tanto en la situación Sin Proyecto como Con Proyecto.

**Tabla N°20: Proyecciones de volúmenes de producción**

AÑO		DATOS DE PRODUCCIÓN				Asignación de Carga		
		Sin Proyecto	Con Proyecto	Producción Neta en Toneladas	Toneladas Diarias	Camión Liv	C2	C3
						40.35%	43.03%	16.61%
1	2024	3,566.30	4,256.83	690.53	1.89	0	0	0
2	2025	3,625.86	5,228.25	1,602.39	4.39	1	0	0
3	2026	3,693.85	6,438.79	2,744.94	7.52	1	0	0
4	2027	3,758.90	6,554.73	2,795.83	7.66	1	0	0
5	2028	3,824.51	6,672.25	2,847.74	7.80	1	0	0
6	2029	3,892.20	6,792.42	2,900.22	7.95	1	0	0
7	2030	3,961.08	6,915.35	2,954.26	8.09	1	0	0
8	2031	4,031.04	7,040.44	3,009.40	8.24	1	0	0
9	2032	4,102.31	7,167.87	3,065.56	8.40	1	0	0
10	2033	4,174.89	7,297.79	3,122.91	8.56	1	0	0
11	2034	4,248.79	7,430.22	3,181.43	8.72	1	1	0
12	2035	4,324.01	7,565.20	3,241.19	8.88	1	1	0
13	2036	4,400.61	7,702.77	3,302.16	9.05	1	1	0
14	2037	4,478.59	7,843.01	3,364.42	9.22	1	1	0
15	2038	4,558.01	7,985.97	3,427.96	9.39	2	1	0
16	2039	4,638.85	8,131.70	3,492.85	9.57	2	1	0
17	2040	4,721.16	8,280.26	3,559.10	9.75	2	1	0
18	2041	4,804.99	8,431.72	3,626.73	9.94	2	1	0
19	2042	4,890.31	8,586.13	3,695.82	10.13	2	1	0
20	2043	4,977.16	8,743.38	3,766.22	10.32	2	1	0

Fuente: Alcaldía de El Jícara

### 5.2.2.3.3 Tráfico Generado

La superficie de rodamiento se encuentra en mal estado (IRI: 17 m/km), por lo cual se prevé que una vez mejorado (IRI: 4.0 en Adoquín), exista un incremento de los viajes de usuarios, uno de los objetivos de este proyecto es mejorar el camino, reducir los costos de operación de los usuarios, tiempos de viaje y mejorar la seguridad vial.

El tráfico generado, se calcula haciendo uso de la elasticidad de la demanda de transporte, sin embargo, en Nicaragua no se han realizado estudios que permitan determinar cómo incide la reducción del Costo Generalizado de Viaje en el incremento de viajes del tráfico normal. Cuantificar el tráfico generado es importante ya que es hecho que mejorando las condiciones de un camino los usuarios actuales, que aplican una restricción en la cantidad de viajes que realizan, pueden liberar esta restricción al contar con una vía en óptimas condiciones.

Al no contar con resultados de estudios de Elasticidad de la Demanda de Transporte en Nicaragua; se optó por utilizar datos de elasticidad de la demanda aplicados en otros estudios, realizados en otros países como suerte de zonas testigos que permitan, ante la ausencia de información local, poder cuantificar un valor con los rangos resultantes en los estudios relacionados con el tema.

En el presente estudio se han empleado elasticidades de; 0.5 para vehículos livianos y de 0.25 para transporte de carga y de pasajeros. Se aplica a aquellos vehículos que se movilizan cotidianamente a lo largo del tramo en estudio y que, por ahorros en los costos de operación vehicular y la reducción de los tiempos de viajes, se generarán una cantidad de viajes adicionales; que en la situación sin proyecto no se producen, debido a las condiciones físicas y geométricas del tramo en estudio.

El tráfico generado es el resultado de multiplicar el tráfico normal por el diferencial de los costos de operación vehicular por la elasticidad de la demanda por tipo de vehículo. A continuación, se presentan los costos de operación vehicular en la situación sin proyecto y con las alternativas de pavimento analizadas.

**Tabla N°21: Costo de operación vehicular (VOC)**

TIPO VEHÍCULO		VOC - IRI	
		17.0	4.0
		SIN PROYECTO	ADOQUIN
1	Motocicleta	0.0636	0.0351
2	Automóvil	0.3645	0.2009
3	Camioneta	0.5556	0.2597
4	Jeep	0.3444	0.1543
5	Camión Liviano	0.5313	0.2409
6	Camión Mediano	0.7042	0.3251
7	Camión Pesado	1.0751	0.5056

Fuente: MTI - 2006

Una vez aplicados los factores de reducción de costo de operación vehicular, se obtienen los TPDA para la alternativa Adoquín, para el proyecto. Los resultados se presentan a continuación.

**Tabla N°22: Tramo Generado El Jícaro – La Mia**

AÑO	VEHICULOS LIVIANOS				VEHICULOS DE CARGA			Total
					CAMIÓN			
	Motos	Autos	Jeep	Cta	C2 Liv	C2	C3	
2024	222	8	4	44	3	3	1	284
2025	228	9	4	45	3	3	1	292
2026	235	9	4	47	3	3	1	301
2027	243	9	4	48	3	3	1	311
2028	251	9	4	50	3	3	1	321
2029	259	10	5	52	3	3	1	332
2030	268	10	5	53	3	3	1	343
2031	277	10	5	55	3	4	1	354
2032	287	11	5	57	3	4	1	367
2033	298	11	5	59	4	4	1	380
2034	309	12	5	61	4	4	1	395
2035	320	12	6	64	4	4	2	409
2036	332	12	6	66	4	4	2	424
2037	346	13	6	69	4	4	2	442
2038	360	14	6	72	4	4	2	460
2039	375	14	7	74	4	5	2	479
2040	390	15	7	78	4	5	2	498
2041	406	15	7	81	5	5	2	519
2042	423	16	7	84	5	5	2	540
2043	440	17	8	88	5	5	2	562

Fuente: Elaboración Propia

#### 5.2.2.3.4 Tráfico Total

El tráfico total del proyecto es el tráfico normal más el tráfico generado más el tráfico desarrollado en el análisis.

**Tabla N°23: Tráfico total Jícaro – La Mia**

AÑO	Motos	Vehiculos livianos			Vehículo de pasajeros			Vehiculos de Cargas			Total
								Camión			
		Auto	Jeep	Cmta	Mbus	Mediano	Bus	C2 Liv	C2	C3	
2021	908	34	13	152	3	-	13	19	20	8	1,170
2022	933	35	13	156	3	-	13	19	21	8	1,202
2023	961	36	14	161	3	-	13	20	21	8	1,238
2024	1,212	45	18	210	3	-	14	23	25	10	1,580
2025	1,249	47	18	216	3	-	14	24	26	10	1,607
2026	1,286	48	19	222	3	-	14	26	26	10	1,656
2027	1,329	50	20	230	3	-	14	26	27	10	1,710
2028	1,372	51	20	237	3	-	15	27	28	11	1,765
2029	1,418	53	21	245	4	-	15	28	29	11	1,823
2030	1,464	55	22	253	4	-	15	28	29	11	1,882
2031	1,512	57	22	262	4	-	15	29	30	12	1,943
2032	1,568	59	23	271	4	-	16	30	31	12	2,015
2033	1,627	61	24	281	4	-	16	31	32	12	2,089
2034	1,687	63	25	292	4	-	16	32	33	13	2,165
2035	1,749	65	26	303	4	-	17	33	34	13	2,245
2036	1,814	68	27	314	4	-	17	34	35	14	2,327
2037	1,889	71	28	327	4	-	18	35	36	14	2,422
2038	1,967	74	29	340	4	-	18	36	38	14	2,520
2039	2,048	77	30	354	4	-	18	38	39	15	2,623
2040	2,132	80	31	369	4	-	19	39	40	15	2,730
2041	2,220	83	33	384	5	-	19	40	42	16	2,841
2042	2,311	87	34	400	5	-	20	41	43	16	2,957
2043	2,407	90	35	416	5	-	20	43	44	17	3,078

Fuente: Elaboración Propia

### 5.2.2.3.5 Análisis de Capacidad y Nivel de Servicio

Según los resultados el proyecto iniciaría con un Nivel de Servicio (NS) B, mantendría ese mismo NS durante el periodo 2024-2039, ya en el año 2043 baja a NS C. Los resultados obtenidos nos indican que, en vista que el tramo es un camino Clase II, de segundo orden, que los volúmenes de tráfico son bajos y las velocidades de operación altas no son un objetivo a alcanzar, el NS C con que concluye el periodo de análisis es adecuado para el proyecto, por tanto, la sección típica analizada es suficiente para albergar los volúmenes de tráfico esperados.

### 5.2.2.4 Diseño de espesores de pavimentos.

Este diseño de estructuras de pavimento, se realizó siguiendo metodologías ampliamente utilizadas en la región como AASHTO 93 y guías empírico mecanicistas (MEPDG) desarrolladas por AASHTO.

**Tabla N°24: Índice de serviciabilidad (PSI)**

Índice de Serviciabilidad (PSI)	Calificación
5 – 4	Muy buena
4 – 3	Buena
3 – 2	Regular
2 – 1	Mala
1 – 0	Muy mala

Fuente: AASHTO 93

#### 5.2.2.4.1 Desviación estándar

De esta forma los errores se representan mediante una desviación estándar  $S_o$ , para compatibilizar los dos comportamientos. El factor de ajuste entre las dos curvas se define como el producto de la desviación normal  $Z_R$ , por la desviación estándar  $S_o$ . Los factores de desviación normal  $Z_R$  se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla N°25: Valores de Confiabilidad**

Confiabilidad R	Desviación estándar normal, Z
50%	0.000
60%	-0.253
70%	-0.524
75%	-0.674
80%	-0.842
85%	-1.036
90%	-1.282
91%	-1.341
92%	-1.405
93%	-1.476
94%	-1.555
95%	-1.645
96%	-1.751
97%	-1.881
98%	-2.054
99%	-2.326
99.90%	-3.090
99.99%	-3.719

Fuente: AASHTO 93

Una vez elegido un nivel de confianza y obtenidos los resultados del diseño, éstos deberán ser corregidos por dos tipos de incertidumbre: la confiabilidad de los parámetros de entrada, y de las propias ecuaciones de diseño basadas en los tramos de prueba.

**Tabla N°26: Valores de Desviación estándar recomendados**

Condición de Diseño	Desviación Estándar
Variación de la predicción de la capacidad de los pavimentos (siempre que sea posible)	0.25
Variación total en la predicción del comportamiento del pavimento y en la estimación de tráfico	0.35 — 0.58 (0.45 para recomendación)

Fuente: AASHTO 93

#### 5.2.2.4.2 Confiabilidad

Para elegir el valor de este parámetro se considera la importancia del camino, la confiabilidad de la resistencia de cada una de las capas y el tránsito de diseño pronosticado.

**Tabla N°27: Valores de confiabilidad según la importancia del camino**

Tipo de camino	Importancia alta	Importancia baja
Carreteras	95 - 99	90 - 95
Carreteras de primer orden	90 - 95	85 - 90
Carreteras secundarias	85 - 90	80 - 85
Carreteras terciarias	80 - 85	75 - 80

Fuente: AASHTO

**5.2.2.4.3 Procedimiento de diseño de pavimento (Fuente elaboración propia)**

- Tipo de calle: Calle secundaria.
- Periodo de diseño: 20 años

**Tabla N°28: Condiciones de drenaje y porcentaje de saturación**

Calidad de Drenaje	Niveles de Humedad aproximándose a la saturación			
	<1%	1 a 5 %	5 a 25 %	> 25%
Excelente	3	3	3	2
Bueno	3	3	2	2
Regular	3	2	2	1
Pobre	2	2	1	1
Muy Pobre	2	1	1	1

Fuente: Elaboración Propia

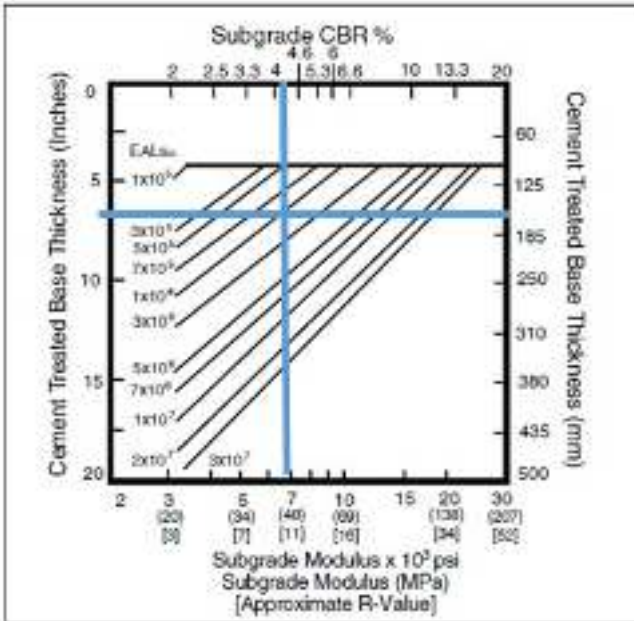
**Tabla N°29: Datos de entrada**

TPDA:	3.073
EALo:	0.91677216
DS:	50%
LF:	100%
Zr:	1.036
So:	0.45
FR:	2.92549931
Confiabilidad:	80%
EALs:	284,480.99

Fuente: Elaboración propia



Imagen N°4: Determinación del módulo resiliente de la subrasante



<u>T<sub>min-base</sub>:</u>	150.00mm
Se propone 30.0 cm para fin de evaluar los resultados	
<u>M<sub>r</sub></u>	7000.00psi

Fuente: AASHTO 93

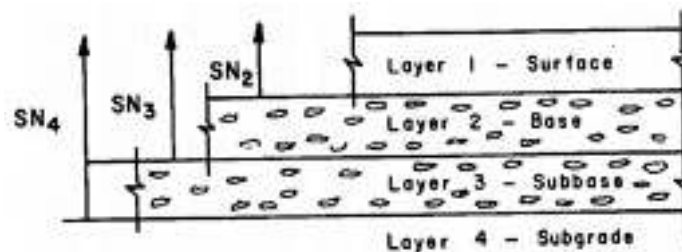
Tabla N°30: Determinación del coeficiente de capa

Tipo de Base	$k_1$	$k_2$	$a_1$ Modulo	$\beta$ sistema de eje	Alto Expositor Permissible
Base Flexible	1.45	1.25	0.5	0.2	3"
Base Rígida	2.0	1.75	0.72	1.0	4"
Base Granular	1.65	1.45	0.7	0.25	4 a 6"
Subrasante Granular	1.35	1.25	0.7	0.2	4 a 6"

si base flexible  $k_1 = 1.45$   $k_2 = 1.25$   $a_1 = 0.5$   $\beta = 0.2$   $h = 3"$   
 si base rígida  $k_1 = 2.0$   $k_2 = 1.75$   $a_1 = 0.72$   $\beta = 1.0$   $h = 4"$   
 si base granular  $k_1 = 1.65$   $k_2 = 1.45$   $a_1 = 0.7$   $\beta = 0.25$   $h = 4 a 6"$   
 si subrasante granular  $k_1 = 1.35$   $k_2 = 1.25$   $a_1 = 0.7$   $\beta = 0.2$   $h = 4 a 6"$

Fuente: Elaboración propia

Imagen N°5: Determinación del número estructural



Fuente: Desconocida



**Tabla N°31: Calculo del número estructural**

$S_N = a_1 D_1 + a_2 D_2^m + a_3 D_3^m =$

Capa	Espesor de Capa	Coefficiente de Drenaje	Espesor Estructural (in)	SN
ADOQUIN	4.44in	1	4	1.78
BASE	6.22in	1	6	1.32
<b>SN total requerida</b>				<b>3.08</b>

Fuente: Elaboración propia

$$\text{Log}(W_{18} * Fr) = 9.36 \times \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \times \log_{10}(M_R) - 8.07$$

Ecuación N°3

Log(W18*Fr)=	5.45405324464
Mr(Subrasante)=	<b>7000.00psi</b>
SN=	3.08
Zr x So =	0.4662
9.36log(SN+1)-0.2 =	5.515779127
$\frac{\log(\Delta PSI/4.2 - 1.5)}{0.40 + (1094/(SN+1)^{5.19})}$ =	0.097733381
2.32log(Mr)-8.07=	0.850627453
log(w18)Calculado=	6.93033996

Este valor es mayor al requerido en condiciones de serviciabilidad, estructura de pavimento adecuada

**Tabla N°32: Resultados**

SIMBOLOGIA	TIPO CAPA	Espesor (in)	Espesor (cm)
	ADOQUIN	4.00in	10.16
	ARENA	2.00in	5.08
	BASE	6.00in	15.24
<b>Total Paquete Estructural</b>		12.00	30.48

Fuente: Elaboración propia

#### 5.2.2.4.4 Ingeniería desarrollada del Proyecto

El actual componente se enmarca en la descripción del diseño seleccionado para la pavimentación con adoquín del camino El Júcaro-La Mía el tramo inicia en la salida oeste del poblado de Júcaro donde se intersecta con la carretera Nic-55, luego se dirige hacia el norte 5 km hacia el poblado de La Mía que es también conocido como San Judas donde se intersecta con la Nic-29, carretera entre Ocotlán – Jalapa con el KM 282+230.

**Imagen N°5: Sección típica propuesta para el sitio**



Fuente: Elaboración propia

**Imagen N°6: Sección típica en la sección urbana**



Fuente: Elaboración propia

## 5.3 Evaluación Económica

### 5.3.1 Cálculo de los Precios Sociales

Los precios sociales representan valores oficiales que reflejan el costo real para la sociedad de usar unidades adicionales de los factores de producción en la generación de unidades de bienes y servicios. Para la evaluación económica del proyecto se han estimado los costos y beneficios del proyecto a precios económicos, tomando en cuenta los factores que, de acuerdo a la normativa establecida por la Dirección General de Inversión Pública, órgano rector del Sistema Nacional de Inversiones Públicas (SNIP), deben utilizarse para la evaluación económica de los proyectos de inversión pública. Los factores utilizados son los siguientes:

**Tabla N°33: Precios Sociales de Nicaragua Vigentes desde 2011<sup>1</sup>**

Tasa Social de Descuento	8%
Precio Social de la Divisa	1.015
Precio Social de la Mano de Obra	
- Calificada con desempleo involuntario	0.82
- No calificada con desempleo involuntario	0.54
- Calificada con pleno empleo	1.00
- No calificada con pleno empleo	0.83
Factor Estándar de Conversión (FSC)	0.985

A continuación, se presenta el detalle del cálculo de los precios sociales y los resultados obtenidos por el SNIP.

#### 5.3.1.1 Tasa Social de Descuento (TSD)

En Nicaragua el sector público financia preferentemente sus inversiones a través de:

- i) donaciones;
- ii) créditos externos de Gobierno e instituciones multilaterales;

<sup>1</sup> <http://www.snip.gob.ni/Normativa/Preinversion.aspx>

- iii) créditos externos de instituciones financieras privadas
- iv) endeudamiento interno vía emisión de bonos propios o documentos del Banco Central de Nicaragua.

El cálculo de la TSD requiere conocer de las siguientes variables:

- Impuestos a las utilidades del capital.
- Impuestos al ahorro de las personas.
- Ahorro interno como porcentaje del PIB
- Inversión privada como porcentaje del PIB
- Ahorro externo como porcentaje del PIB
- Estructura Ahorro Externo
- Tasas de interés préstamos externos de Gobierno y organismos multilaterales
- Tasas de interés activas endeudamiento externo sistema financiero privado.
- Tasas de interés internas del sistema financiero pasivas y activas
- Rentabilidad inversiones privadas desplazadas
- Elasticidad tasa de interés del ahorro interno
- Elasticidad tasa de rendimiento de la inversión
- Elasticidad tasa de interés del ahorro externo

#### **5.3.1.1.1 Cálculo de la Tasa Social de Descuento**

Los valores de los diferentes parámetros requeridos para el cálculo de la TSD son los siguientes:

i) **Aumento Ahorro Interno:** el costo social del aumento del ahorro interno que demanda el proyecto adicional se ha asociado a la tasa de interés de papeles emitidos por el Gobierno y el Banco Central para captar ahorros privados cuyo costo anual según se señaló en el cuadro N°3 es el 5% real anual. Dada la tasa de impuestos del 10% sobre los intereses, la tasa relevante debe considerarse después de impuestos pues así refleja la tasa de preferencia temporal del ahorrante, con lo cual queda en 4.5% anual.

ii) **Sustitución inversiones privadas:** el valor relevante es la TIR antes de impuesto a las utilidades (rentabilidad renunciada) de esas inversiones. El escaso desarrollo del mercado de capitales de Nicaragua no permite disponer de información sobre las rentabilidades de las empresas que operan en Nicaragua; alternativamente de las cuentas nacionales es posible obtener la remuneración del capital, pero el Banco Central no dispone del valor del stock de capital agregado, lo que impide obtener la rentabilidad promedio buscada: remuneración del capital/stock de capital agregado. Bajo estas circunstancias se utilizará la tasa de interés activa del ahorro externo de largo plazo incrementada en el impuesto a las utilidades, pues representa la mínima rentabilidad exigida a un proyecto para su realización, es decir, el proyecto marginal desplazado por el proyecto adicional del Gobierno.

Las tasas anuales activas del ahorro externo de largo plazo son 10.47%, 13.98% y 11.86%, en los años 2007, 2008 y 2009, las que, al ajustarse por la inflación interna y la tasa de devaluación del córdoba, entregan un monto de 9.41%, 12.9% y 12.34% respectivamente, con un promedio de 11.55%.

Dada la tasa de impuestos a las utilidades del 30%, se obtiene una rentabilidad anual del 16.50% para las inversiones marginales desplazadas.

iii) **Endeudamiento externo:** en el evento de un proyecto marginal se deberá complementar el financiamiento de Gobiernos y organismo multilaterales, dadas las restricciones señaladas, con financiamiento del sistema financiero internacional de tipo privado. La tasa promedio de los préstamos de Gobierno y organismos multilaterales fue de 2.06% para el periodo 2007 - 2009 según se mostró en cuadro N° 2, valor que si se corrige por diferencia entre inflación interna y devaluación se llega a tasa anual promedio de 1.96%. Por su parte, la tasa de interés activa de ahorro externo de largo plazo es un buen indicador del costo de ese financiamiento en instituciones financieras internacionales privadas, que, como se indicó en el punto anterior, cobra una tasa promedio de 11.55%.

La interrogante por resolver consiste en establecer la participación de cada una de estas dos fuentes de financiamiento, cuestión no posible de estimar a través de elasticidades,

dado, según se señaló, la inexistencia de un mercado propiamente tal para los préstamos de Gobierno e instituciones multilaterales.

La experiencia de Nicaragua de la última década muestra un claro predominio de las fuentes de Gobierno e instituciones multilaterales, por lo que se supondrá que un 55% proviene de esa fuente y el 45% restante de instituciones financieras privadas. Dada la importancia de dicho supuesto, será objeto de sensibilización.

Por lo tanto, el costo promedio del financiamiento externo será de 6.28% anual. El Costo marginal del endeudamiento externo variará entre un 7.61% y un 8.18% en función de la elasticidad ahorro externo utilizada: 4.7 y 3.3 respectivamente, según parámetros del BCN.

Sobre la base de los valores de parámetros anteriores, en el siguiente cuadro se presentan los valores obtenidos para la TSD.

**Tabla N°34: Rango de valores de ponderadores**

Ponderador	Valor Mínimo	Valor Máximo
a	0.000630161	0.001799895
b	0.052561812	0.105999319
c	0.892356352	0.946757462

Fuente: SNIP

**iv) Impuestos a las utilidades del capital**

Como se señaló, el impuesto a las utilidades de las empresas alcanza al 30%.

**v) Impuestos a los intereses generados por el ahorro.**

Si bien existe una tasa de impuesto a la renta de las personas variable según el ingreso, a los intereses provenientes del ahorro nacional se les aplica una tasa de impuestos del 10%.

**Tabla N°35: Tasa de descuento social calculada**

Valor mínimo	2.10%
Valor máximo	7.20%
Valor promedio	4.65%

Fuente SNIP

Sobre la base de los resultados obtenidos se recomienda utilizar una **TSD de 8% anual.**

### 5.3.1.2 Precio social de la divisa

#### 5.3.1.2.1 Valores estimados, parámetros, fórmula de cálculo

Básicamente, el cálculo requiere conocer en esta modalidad:

- Recaudación total de impuestos a las importaciones y valor importaciones (en ambos valores deben excluirse las recaudaciones de importaciones sujetas a cuotas). Esto es equivalente al arancel efectivo.
- Egreso total de subsidio a las exportaciones y valor exportaciones. Esto es equivalente al subsidio efectivo que es de 1,5% del valor FOB exportaciones.
- Elasticidad precio de la demanda de divisas
- Elasticidad precio de la oferta de divisas

#### 5.3.1.2.2 Arancel efectivo a las importaciones

Es un esquema de aranceles diferenciados a las importaciones y con presencia de acuerdos de libre comercio el dato que interesa es el arancel efectivo a las importaciones que corresponde al cociente entre la recaudación por aranceles a las importaciones y el valor CIF de las importaciones:  $AM/M$  de nuestra fórmula de la tasa de cambio social.

La Dirección General de Servicios Aduaneros (DGA) del Ministerio de Hacienda y Crédito Público calcula y publica el arancel efectivo, siendo los valores para los últimos años los que muestran en el siguiente cuadro

**Tabla N°36: Arancel Efectivo a las Importaciones**

Arancel efectivo	2007	2008	2009 (primer semestre)
	1.49%	1.98%	1.13%

Fuente: División de Planificación, Dirección General de Servicios Aduaneros.

Se utilizará el promedio aritmético del período 2007-2009: **1.53%**.

#### b) Subsidio efectivo a las exportaciones

El subsidio a las exportaciones consiste en un reintegro fijo y parejo del 1.5% del valor FOB de las exportaciones, por lo que por definición el subsidio efectivo es del 1.5%.

### **c) Elasticidad precio de la demanda de divisas**

Se efectuó un amplio número de regresiones con el objeto de estimar la elasticidad tipo de cambio de la demanda por divisas, obteniéndose finalmente un valor de -0.7994, mediante una regresión que satisface los signos esperados y cumple con las diversas pruebas estadísticas. Como método de validación se consideró la elasticidad estimada en México para el cálculo del FCS del tipo de cambio que alcanzó un valor de  $-0.964^2$

### **d) Elasticidad precio de la oferta de divisas**

Al igual que en el caso anterior, se efectuó un amplio número de regresiones con el objeto de estimar la elasticidad tipo de cambio de la oferta por divisas, obteniéndose finalmente un valor de +0.72, mediante una regresión que satisface los signos esperados y cumple con las diversas pruebas estadísticas. La elasticidad estimada en México para el cálculo del tipo de cambio que alcanzó un Valor de  $0.314^3$ .

### **ii) FCS del tipo de cambio estimado**

Sobre la base de la fórmula de cálculo y los valores estimados de los diferentes parámetros se obtiene un FCS de la divisa de **1.015**.

#### **5.3.1.3 Precio social de la Mano de obra**

La aplicación de la metodología, requiere distinguir escenarios económicos y un cálculo por separado para la Mano de obra no calificada (MONC) y la Mano de obra calificada (MOC).

#### **Escenario 1: Economía con desempleo involuntario**

El cálculo del FCS requiere conocer en esta modalidad lo siguiente:

- Salario líquido promedio para MONC con empleo.
- Salario de reserva mínimo Número de trabajadores totales categoría MONC.
- Número de trabajadores desempleados número de trabajadores sector informal.

---

<sup>2</sup> “El costo social de la Divisa en México”, Héctor Cervini I. y Javier Gala P., Depto. De Economía, ITAM, México, julio 1995.

<sup>3</sup> “El costo social de la Divisa en México”, Héctor Cervini I. y Javier Gala P., Depto. de Economía, ITAM, México, julio 1995.



- Salario trabajadores sector informal.
- Porcentaje absoluto de los impuestos previsional y de salud que es valorado Como beneficio por el trabajador.
- Porcentaje de trabajadores empleados por el proyecto que provienen de los Desempleados.
- Porcentaje de trabajadores empleados por el proyecto que provienen del Sector informal.

Las estimaciones para cada una de las variables señaladas es la siguiente:

- a) Salario líquido promedio para MONC con empleo: **C\$ 3,767 por mes.**
- b) Salario de reserva mínimo: **C\$ 1,913 por mes.**
- c) Número de trabajadores desempleados más informales categoría MONC: **2,061,440.**
- d) Número de trabajadores desempleados: **177,626**
- e) Número de trabajadores sector informal: **1,883,814**
- f) Salario líquido trabajadores sector informal: **C\$ 2,971 por mes.**
- g) Porcentaje absoluto de los impuestos previsional y de salud que es valorado como beneficio por el trabajador: **1.5625%.**
- h) Porcentaje de trabajadores empleados por el proyecto que provienen de los desempleados: **8.6%.**
- i) Porcentaje de trabajadores empleados por el proyecto que provienen del sector informal: **91.4%.**

$$FCS = \frac{COS}{W_{mercado}} = \frac{2,479}{4,605} = 0.54$$

## Escenario 2: Economía con pleno empleo

El cálculo del FCS requiere conocer en esta modalidad lo siguiente:

- Salario de demanda mensual promedio MONC
- Porcentaje absoluto del impuesto previsional que es valorado como beneficio por el trabajador
- Elasticidad Oferta salario de la mano de obra
- Elasticidad Demanda salario de la mano de obra

Las estimaciones para cada una de las variables señaladas es la siguiente:

- i. Salario de demanda mensual promedio MONC: **C\$ 4,605 por mes.**
- ii. Porcentaje absoluto de las cotizaciones previsional y de salud que es valorado como beneficio por el trabajador: **1.5625%**
- iii. Elasticidad Oferta salario de la mano de obra: **0.60**
- iv. Elasticidad Demanda salario de la mano de obra: **- 0.14**

$$FCS = \frac{COS}{W_{mercado}} = \frac{3,832}{4,605} = 0.83$$

El siguiente cuadro muestra el resumen de los FCS del salario de mercado (salario de demanda) obtenidos.

**Tabla N°37: Resumen FCS Estimados para Nicaragua**

	<b>MONC</b>	<b>MOC</b>
Escenario con desempleo involuntario	0.54	0.82
Escenario con pleno empleo	0.83	1.0

Fuente: SNIP

#### **5.3.1.4 Factor de corrección para los materiales de construcción**

Los factores de corrección para los materiales de construcción utilizados son los que rigen en las pautas metodológicas del SNIP para los diferentes factores, previamente enunciadas. En cuanto a los insumos de transporte como combustibles, lubricantes, llantas y vehículos, los costos económicos o de eficiencia se estiman deduciendo a los precios pagados, de mercado o financieros las transferencias al Sector Público, tales como: impuestos, aranceles de aduana y otros derechos, así como los subsidios si los hubiera. El factor se calculó dividiendo el costo económico entre el costo financiero de cada uno de ellos. Para el presente estudio se utilizaron los siguientes:

**Tabla N°38: Factores de corrección para materiales de construcción**

FACTORES DE CORRECCIÓN PARA MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN		
MANO DE OBRA	Calificada	0.820
	No Calificada	0.540
	Viáticos	0.985
EQUIPO	Depreciación	1.015
	Intereses Financieros	0.985
	Reparaciones Generales	1.015
	Combustible	0.890
	Lubricantes	0.790
	Llantas	0.770
	Batería	1.015
	Accesorios /Mantenimiento	1.015
MATERIALES	Nacionales	0.985
	Importados	1.015

Fuente: SNIP

### 5.3.2 Costos de Construcción

Los costos de construcción de las dos opciones con proyecto que se analizaron para el camino en análisis, Adoquinado y Mezcla Asfáltica en Caliente, fueron calculados y suministrados por la Oficina de Costos Unitarios de la División General de Planificación.

En la siguiente tabla se presentan los costos de construcción por kilómetro para las opciones de construcción que fueron analizadas:

**Tabla N°39: Costos de Construcción y supervisión**

Alternativa de Intervención	Construcción	Supervisión	Costo Total	Costo/KM US\$
	US\$	US\$	US\$	
Adoquín	3971,792.85	278,025.50	4249,818.35	849,963.67
Mezcla Asfáltica	4882,805.48	341,796.38	5224,601.86	1044,920.37

Nota: La Supervisión corresponde al 7% del valor de las obras.

Fuente: Elaboración Propia

**Ver anexo IV costo del proyecto para 5km, los costos en la tabla N°39 están para 6.3km por las mejoras que se tienen que hacer en el inicio y final del camino.**

### 5.3.2.1 Gastos de operación y mantenimiento

Para la evaluación económica se estimaron los siguientes costos de mantenimiento para cada una de las alternativas de construcción evaluadas.

**Tabla N°40: Costos de mantenimiento U\$/Kms**

	<b>Alternativa</b>	<b>Costo de Mantenimiento U\$ / kms.</b>
0	Sin Proyecto	\$ 16,620.00
1	<b>Adoquinado</b>	\$ 4,800.00
2	Mezcla Asfáltica en Caliente	\$ 7,462.30

Fuente: Elaboración Propia

Al igual que los costos de construcción, los costos de mantenimiento han sido estimados tomando en cuenta los costos en que el Ministerio de Transporte e Infraestructura ha incurrido en los últimos años.

### 5.3.3 Beneficios del Proyecto

#### 5.3.3.1 Beneficios Esperados y Beneficiarios

Los beneficios esperados son:

- Reducción de los costos de operación vehicular.
- Reducción de los costos de tiempo de viaje.
- Reducción de los costos de transportación.
- Reducción de los costos de mantenimiento
- Reducción en el tiempo de viaje de la población a los servicios de salud y educación
- Reducción de los precios de los productos que llegan a la zona

- Disminución en las pérdidas de los productos perecederos
- Mayor abastecimiento de productos básicos a la población

### 5.3.3.2 Beneficiarios

#### Población del Área de Influencia

Para efecto de la presente evaluación se ha tomado como área de influencia directa, todas las comunidades que se encuentran a lo largo del camino.

- **Los Beneficiados Directos:** serán todos los habitantes de los poblados cercanos a la vía, entre El Jícaro y La Mia, ya que se garantizará un camino transitable por lo que los pobladores podrán tener acceso a otras comunidades y de esta manera comercializar sus productos en un menor tiempo y de manera cómoda.

**Tabla N°41: Identificación del área de influencia**

Municipio de El Jícaro				Municipio de Jalapa			
Comunidades	Hombres	Mujeres	Total	Comunidades	Hombres	Mujeres	Total
El Limón	100	98	198	Las Uvas	223	322	545
El Camizal	100	97	197	San Judas	80	115	195
Buenos Aires	148	144	293	San José de los Lirios	175	253	428
El Natoso	136	133	269	Santa Cruz	378	546	924
Valle de Mayuca	595	578	1173	La Mia	441	638	1079
San Diego	349	339	687				
El Jícaro Urbano	3206	3114	6320				
<b>Total</b>	<b>4635</b>	<b>4502</b>	<b>9137</b>	<b>Total</b>	<b>1297</b>	<b>1874</b>	<b>3171</b>
<b>Total Beneficiarios</b>	<b>Hombres</b>		<b>Mujeres</b>		<b>Total</b>		
	5933		6375		12308		

Fuente: Elaboración Propia

- **Beneficios exógenos considerados**

En la evaluación económica se ha considerado los beneficios exógenos o valor agregado de la producción como elemento importante de impacto del proyecto sobre la producción.

El cálculo de la producción agropecuaria se estimó en relación al área de influencia del proyecto, con un área de aproximadamente 76.40 km<sup>2</sup> lo que equivale a unas 7,640 Ha. Para el sector agrícola se consideraron los principales cultivos de granos

básicos, maíz, frijol, aplicando los porcentajes del uso de suelo municipal al área correspondiente para esta actividad representado por el 36.33 % del total del área de influencia, considerándose para ello, los niveles de rendimiento de cultivo, área sembrada, costos de producción, porcentaje de comercialización y precios de venta. El ingreso neto de producción agrícola Sin proyecto y Con Proyecto se proyectó durante los 20 años de vida útil del proyecto, obteniendo entre ellos un ingreso marginal o beneficios exógenos.

La estimación de la producción agrícola se realizó en el diagnóstico de la situación actual presente en este trabajo. Así como la proyección de área de cultivos.

### 5.3.4 Costo de producción

Los costos de producción para cada cultivo a explotar por hectárea es el resultado de las diferentes labores que realizan los productores a nivel tradicional, semi tecnificado y tecnificado respectivamente. Estos fueron calculados tomando en cuenta la información de estudios realizados recientemente por las firmas consultoras, más las investigaciones realizadas en las instituciones estatales ligadas a la producción.

**Tabla N°42: Costo de producción por hectáreas maíz (tradicional)**

ACTIVIDAD	UNIDAD MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL	FACTOR DE	COSTO
					CORRECCION	ECONOMICO
					(1 -20)	(1 -20)
<b>A. OPERACIONES</b>						
1. Preparación Suelo						
Chapoda Manual		3	4.9	14.78	1.00	14.8
Siembra Manual		3	4.9	14.78	1.00	14.8
2. Cultivo						
Fertilizacion Manual	D/H	2	4.9	9.85	1.00	9.9
3. Tratamiento Cultural						
Limpia y Aporque	D/H	2	4.9	9.85	1.00	9.9
Control de plagas	D/H	2	4.9	9.85	1.00	9.9
4. Cosecha						
Doblado	D/H	2	4.9	9.85	1.00	9.9
Cosecha y Acarreo	D/H	2	4.9	9.85	1.00	9.9
Desgrane	D/H	2	4.9	9.85	0.70	6.9
Sub Total A				<b>88.67</b>		<b>85.7</b>
<b>B. INSUMOS Y MATERIALES</b>						
Semilla	Kg	15	0.7	9.85	1.00	9.9
Fertilizante						0.0
Completo 15-15-15	QQ	1	21.3	21.35	0.70	14.9
Urea 46%	QQ	0	19.7	0.00	0.00	0.0
Insecticida						0.0
Cipermetrina	LT	1	2.8	2.79	0.00	0.0
Sacos	UDES	15	0.2	2.46	0.50	1.2
Equipos (depreciación)				1.67	0.50	0.8
Sub Total B				<b>38.12</b>		<b>26.9</b>
TOTAL A+B				<b>126.79</b>		<b>112.6</b>

Fuente: Elaboración propia

Nota 1: los factores de corrección social fueron calculados por consultorías de estudios económicos de proyectos con similares características.

**Tabla N°43: Costo de producción por hectáreas frijol (tradicional)**

ACTIVIDAD	UNIDAD MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL	FACTOR DE CORRECCION	COSTO ECONOMICO
					(1 -20)	(1 -20)
<b>A. OPERACIONES</b>						
1. Preparación Suelo						
Chapoda y Limpia	D/H	4	4.9	19.7	1.00	19.7
Siembra al espeque	D/H	3	4.9	14.8	1.00	14.8
2. Cultivo						
Fertilización	D/H	3	4.9	14.8	1.00	14.8
3. Tratamiento Cultural						
Limpia y Aporque	D/H	3	4.9	14.8	1.00	14.8
Control de plagas	D/H	3	4.9	14.8	1.00	14.8
4. Cosecha						
Arranque	D/H	2	4.9	9.9	1.00	9.9
Acarreo	D/H	2	4.9	9.9	0.50	4.9
Aporreo y Ensacado	D/H	2	4.9	9.9	0.50	4.9
Sub Total A				<b>108.4</b>		<b>98.5</b>
<b>B. INSUMOS Y MATERIALES</b>						
Semilla	Kg	31.82	0.82	26.1	0.50	13.1
<b>Fertilizante</b>						
Urea	QQ	0	19.7	0.0	0.00	0.0
Completo 15-15-15	QQ	1	21.3	21.3	0.50	10.7
<b>Insecticida</b>						
Cipermetrina	LTS	1	2.8	2.8	0.50	1.4
<b>Herbicida</b>						
2 - 4 - D	LTS	1	3.4	3.4		0.0
Sacos	UDES	13	0.1	1.7	0.50	0.9
Equipos (depreciación)				1.8	0.50	0.9
Sub Total B				<b>57.2</b>		<b>26.9</b>
<b>TOTAL A+B</b>				<b>165.6</b>		<b>125.4</b>

### 5.3.4.1 Precios

En lo que se refiere a los precios se investigó mediante los trabajos de campo de las empresas consultoras el precio de venta por quintal de los rubros en estudio. Cabe mencionar que estos mismos serán los utilizados para la situación sin proyecto y con proyecto.

**Tabla N°44: Precios por cultivo**

Cultivos	Precio U\$/Ton	Precio U\$/QQ
Maíz	\$ 405.66	\$ 18.40
Frijol	\$ 676.09	\$ 30.67

Fuente: Elaboración propia

### **5.3.4.2 Producción Pecuaria**

De igual manera se procedió al cálculo de producción en el sector Pecuario aplicando un porcentaje de 36.89 % del área total, donde se consideró el hato ganadero del área de influencia del proyecto, por categoría de ganado, definiéndose para ello el movimiento del hato ganadero durante la vida útil del proyecto, para lo cual fue necesario aplicar coeficientes técnicos pecuarios a partir de la capacidad receptiva de los suelos (área sembrada de pastos) en las dos estaciones del año. Estos cálculos se aplicaron en dos posibles escenarios, Situación Sin Proyecto y Situación Con Proyecto, siendo más eficientes los coeficientes técnicos en la situación con proyecto, que es lo que define el aumento de ingresos en esta situación (Ingreso Marginal), lo que significa que hay un aumento en la producción de carne, leche y sus derivados que es un impacto atribuible al proyecto.

La sumatoria de los beneficios agrícolas y pecuarios, totalizan los beneficios exógenos que fueron utilizados en la evaluación económica en términos monetarios y que forma parte de la metodología del excedente del productor.

El cálculo de esta producción estuvo precedida por la cantidad de ganado existente (2,226 cabezas) y se proyectó su evolución utilizando los coeficientes técnicos encontrados en la situación actual, y mejorados un poco, en la situación con proyecto, tomando en consideración que en el tramo testigo se observó cambios en los parámetros como rendimiento en litros de leche, incremento de hato ganadero, cambio en el área de pasto mejorado, dado que con esta implementación se obtiene un mejor manejo del hato, y por consiguiente, un mejoramiento en los niveles productivos.

Los coeficientes técnicos para el movimiento del Hato Ganadero en la situación sin proyecto y con proyecto se muestran a continuación:



**Tabla N°45: Coeficiente técnicos pecuarios, situación sin proyecto**

<b>Coeficientes Técnicos Pecuarios. Situación Sin Proyecto</b>				
<b>Concepto/Años</b>	<b>2020 - 2024</b>	<b>2024 - 2030</b>	<b>3031 - 2035</b>	<b>2036 - 2043</b>
Nacimientos %	48%	48%	48%	48%
Mort. terneros y terneras %	6%	6%	6%	6%
Mort. Adultos%	3%	3%	3%	3%
Descarte de vientres%	3%	3%	3%	3%
Descarte de vaquillas%	3%	3%	3%	3%
Descarte de Toros %	3%	3%	3%	3%
Venta de terneros %	1%	1%	1%	1%
Venta de terneras %	3%	3%	3%	3%
Venta de Novillos %	90%	90%	90%	90%
Días lactancia	220	220	220	220
Litros leche / vaca / día (promedio diario anual)	4	4	4	4
Vacas en ordeño%	48%	48%	48%	48%

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla N°46: Coeficiente técnicos pecuarios, situación con proyecto**

<b>Concepto/Años</b>	<b>2020 - 2024</b>	<b>2024 - 2030</b>	<b>3031 - 2035</b>	<b>2036 - 2043</b>
Nacimientos %	48%	49%	49%	49%
Mort. terneros y terneras %	6%	3%	3%	3%
Mort. Adultos%	3%	2.5%	2%	2%
Descarte de vientres%	3%	2%	2%	2%
Descarte de vaquillas%	3%	1%	1%	1%
Descarte de Toros %	3%	2.5%	2.5%	2.5%
Venta de terneros %	1%	1%	1%	1%
Venta de terneras %	3%	2%	2%	1%
Venta de Novillos %	90%	90%	90%	90%
Días lactancia	220	260	260	260
Litros leche / vaca / día (promedio diario anual)	4	6	6	6
Vacas en ordeño%	48%	49%	49%	49%

Fuente: Elaboración Propia

Los beneficios exógenos considerados en la evaluación económica son los siguientes:

**Tabla N°47: Ingresos netos de la producción agrícola y pecuaria**

Proyecto: Tramo "El jícaro - La Mía" - Área de Influencia Directa								
Flujo de Beneficios por Producción Agrícola y Pecuaria								
Agrícola				Pecuario				Total
Sin Pro	Con Pro	Marginal	Millones	Sin Pro	Con Pro	Marginal	Millones	
\$ 1,852,298.25	\$ 1,852,298.25	-	\$ -	\$ 212,157.56	\$ 212,157.56	\$ -	\$ -	\$ -
\$ 1,852,298.25	\$ 1,852,298.25	-	\$ -	\$ 293,648.51	\$ 293,648.51	\$ -	\$ -	\$ -
\$ 1,852,298.25	\$ 2,591,503.75	\$ 739,205.50	\$ 0.74	\$ 257,151.33	\$ 320,778.30	\$ 63,626.97	\$ 0.06	\$ <b>0.80</b>
\$ 1,852,298.25	\$ 2,665,873.76	\$ 813,575.51	\$ 0.81	\$ 334,145.38	\$ 411,549.63	\$ 77,404.25	\$ 0.08	\$ <b>0.89</b>
\$ 1,852,298.25	\$ 2,742,315.66	\$ 890,017.41	\$ 0.89	\$ 298,870.06	\$ 391,768.07	\$ 92,898.01	\$ 0.09	\$ <b>0.98</b>
\$ 1,852,298.25	\$ 2,820,887.17	\$ 968,588.92	\$ 0.97	\$ 379,619.75	\$ 490,470.69	\$ 110,850.94	\$ 0.11	\$ <b>1.08</b>
\$ 1,852,298.25	\$ 2,901,647.61	\$ 1,049,349.36	\$ 1.05	\$ 349,471.81	\$ 481,322.24	\$ 131,850.44	\$ 0.13	\$ <b>1.18</b>
\$ 1,852,298.25	\$ 2,984,657.96	\$ 1,132,359.71	\$ 1.13	\$ 436,331.29	\$ 592,804.46	\$ 156,473.16	\$ 0.16	\$ <b>1.29</b>
\$ 1,852,298.25	\$ 3,069,980.91	\$ 1,217,682.66	\$ 1.22	\$ 413,185.65	\$ 598,534.11	\$ 185,348.46	\$ 0.19	\$ <b>1.40</b>
\$ 1,852,298.25	\$ 3,157,680.88	\$ 1,305,382.63	\$ 1.31	\$ 507,970.77	\$ 730,087.88	\$ 222,117.11	\$ 0.22	\$ <b>1.53</b>
\$ 1,852,298.25	\$ 3,247,824.10	\$ 1,395,525.85	\$ 1.40	\$ 493,758.79	\$ 759,038.66	\$ 265,279.87	\$ 0.27	\$ <b>1.66</b>
\$ 1,852,298.25	\$ 3,340,478.63	\$ 1,488,180.38	\$ 1.49	\$ 598,599.84	\$ 914,673.45	\$ 316,073.61	\$ 0.32	\$ <b>1.80</b>
\$ 1,852,298.25	\$ 3,435,714.43	\$ 1,583,416.18	\$ 1.58	\$ 595,701.77	\$ 971,556.70	\$ 375,854.94	\$ 0.38	\$ <b>1.96</b>
\$ 1,852,298.25	\$ 3,533,603.42	\$ 1,681,305.17	\$ 1.68	\$ 713,270.06	\$ 1,159,442.34	\$ 446,172.28	\$ 0.45	\$ <b>2.13</b>
\$ 1,852,298.25	\$ 3,634,219.51	\$ 1,781,921.26	\$ 1.78	\$ 724,688.36	\$ 1,253,505.57	\$ 528,817.21	\$ 0.53	\$ <b>2.31</b>
\$ 1,852,298.25	\$ 3,737,638.68	\$ 1,885,340.43	\$ 1.89	\$ 858,360.29	\$ 1,484,231.88	\$ 625,871.59	\$ 0.63	\$ <b>2.51</b>
\$ 1,852,298.25	\$ 3,843,939.01	\$ 1,991,640.76	\$ 1.99	\$ 887,892.49	\$ 1,627,649.96	\$ 739,757.47	\$ 0.74	\$ <b>2.73</b>
\$ 1,852,298.25	\$ 3,953,200.78	\$ 2,100,902.53	\$ 2.10	\$ 1,041,939.50	\$ 1,915,232.62	\$ 873,293.12	\$ 0.87	\$ <b>2.97</b>
\$ 1,852,298.25	\$ 4,065,506.49	\$ 2,213,208.24	\$ 2.21	\$ 1,094,390.19	\$ 2,124,147.45	\$ 1,029,757.26	\$ 1.03	\$ <b>3.24</b>
\$ 1,852,298.25	\$ 4,180,940.94	\$ 2,328,642.69	\$ 2.33	\$ 1,274,216.59	\$ 2,487,179.86	\$ 1,212,963.27	\$ 1.21	\$ <b>3.54</b>

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla anterior, existe un valor agregado que resulta del supuesto de la comparación de la situación **sin proyecto** versus la situación **con proyecto**, obteniendo US\$ 3.54 millones de dólares al final de la vida útil del proyecto, los cuales fueron tomados en cuenta al momento de cálculo del VANE y TIRE. Para determinar estos beneficios se determinó la extensión territorial del área de influencia directa así como el uso de los suelos, producción de los municipios y del hato ganadero. En anexos se adjunta el cálculo de los beneficios de manera detallada y los resultados obtenidos.

### 5.3.5 Costos de operación vehicular

El cálculo de los costos de operación vehicular se hizo mediante el RED MODEL, versión 3.2 con el Módulo VOC, el cual emplea los diferentes componentes tanto del

camino como del vehículo que intervienen en el costo de operación vehicular. Este fue realizado tanto para la situación Sin y Con proyecto.

En dicho cálculo se tomó en cuenta las especificaciones técnicas del camino, los costos de cada uno de los vehículos que conforman el TPDA del eje vial, así también se consideró los impuestos y aranceles correspondientes a su internación y venta dentro del país.

En la siguiente tabla se muestra los costos tanto de vehículos como de combustible, lubricantes, llantas y el costo de la mano de obra de la tripulación como la que realiza labores de mantenimiento de los vehículos.

**Tabla N°48: Costo de operación vehicular**

**Características de la Flota de Vehículos**

	Vehículos con								
	Motocicleta	Automóvil Mediano	Tracción en las Cuatro Ruedas	Vehículo de Reparto	Autobús Mediano	Autobús Pesado	Camión Liviano	Camión Mediano	Camión Pesado
<b>Costos Económicos Unitarios</b>									
Costo de Vehículo Nuevo (\$/vehículo)	1195	17990	19500	28990	23980	193683	32700	58500	153380
Costo del Combustible (\$/litro para TM, \$/MJ para TNM)	0.93	0.93	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81
Costo del Lubricante (\$/litro)	4.29	4.29	4.29	4.29	4.29	4.29	4.29	4.29	4.29
Costo de Neumático Nuevo (\$/neumático)	32.35	67.55	186.67	186.67	66.97	277.82	112.69	168.04	168.04
Costo de Labor de Mantenimiento (\$/hora)	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Costo de la Tripulación (\$/hora)	0.00	0.00	0.00	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94
Tasa de Interés (%)	9.50	9.50	9.50	9.50	9.50	9.50	9.50	9.50	9.50
<b>Utilización y Carga</b>									
Kilómetros Conducidos por Año (km)	18000	35000	80000	80000	80000	50000	30000	30000	30000
Horas Conducidas por Año (hr)	500	1100	2000	2000	2000	1300	1800	2000	2000
Vida útil (años)	5	9	9	9	9	9	10	10	10
Porcentaje de Tiempo para Uso Privado (%)	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso Bruto de Vehículo (toneladas)	0.12	1.20	1.80	1.50	3.50	17.50	4.96	12.34	18.18

Fuente: Elaboración propia

- **Resumen de los costos de operación vehicular**

Para la estimación de los costos de operación vehicular se tomó en cuenta las características de la zona, predominando el terreno montañoso. El IRI considerado para la situación actual es de 20, mientras que para las alternativas evaluadas, Adoquín y Mezcla Asfáltica en Caliente de 4.5 y 2.5.

**Tabla N°49: Costo de operación vehicular/Ahorro de operación vehicular**

TIPO DE VEHICULO	COSTO DE OPERACIÓN VEHICUALR		AHORRO DE OPERACIÓN VEHICUALR	
	SIN PROYECTO	ADOQUIN	ADOQUIN	ASFATLO
	\$/KM/VEH	\$/KM/VEH	\$/KM/VEH	\$/KM/VEH
Motocicleta	0.068	0.050	0.017	0.021
Automóvil Mediano	0.340	0.202	0.138	0.153
Vehículos con Tracción	0.318	0.175	0.142	0.161
Vehículo de Reparto	0.459	0.249	0.210	0.233
Autobús Mediano	0.375	0.227	0.149	0.17
Autobús Pesado	2.156	1.157	0.999	1.118
Camión Liviano	0.595	0.328	0.267	0.301
Camión Mediano	1.044	0.612	0.432	0.49
Camión Pesado	2.401	1.321	1.079	1.204

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, al comparar estas alternativas de intervención en relación a la condición actual de camino, se obtiene un ahorro diferenciado por cada alternativa y por tipo de vehículo. El asfalto es la alternativa que muestra mejores ahorros en los costos de operación de toda la tipología vehicula, en comparación a el adoquín, lo cual es atribuible a que su IRI es de 2.5. Sin embargo el programa Red cuántica los beneficios por COV y arrojara los resultados definitivos a la alternativa que presente mayor rentabilidad. En el siguiente cuadro se muestran los porcentajes de decrecimiento de los costos de operación vehicular para obtener una mejor aclaración para este comportamiento.

**Tabla N°50: Porcentaje de decrecimiento de los costos de operación vehicular**

Porcentaje de Decrecimiento de los Costos de Operación Vehicular			
TIPO DE VEHICULO		Adoquín	Mezcla Asf.
Motocicleta		25.64%	31.63%
Automóvil Mediano		44.87%	44.87%
Vehículos con Tracción en las Cuatro Ruedas		50.69%	50.69%
Vehículo de Reparto		50.82%	50.82%
Autobús Mediano		45.36%	45.36%
Autobús Pesado		51.86%	51.86%
Camión Liviano		50.50%	50.50%
Camión Mediano		46.91%	46.91%
Camión Pesado		50.14%	50.14%

Fuente: Elaboración Propia

- **Resultados de la Evaluación Económica**

La Evaluación Económica del Proyecto fue realizada con el Software del Banco Mundial Modelo de Decisión Económica para Caminos (RED por sus siglas en inglés.)

Este modelo realiza la evaluación económica de las opciones de Inversión que se desean realizar en el tramo, utilizando el método del excedente del consumidor el cual mide los beneficios del usuario y los consumidores de los costos reducidos del transporte.

En la evaluación, el modelo compara las alternativas de Inversión con una situación Sin Proyecto, aportando los indicadores económicos necesarios para seleccionar la opción más rentable y cuantificar sus beneficios económicos.

- **Principales supuestos de evaluación.**

Al realizarse una Evaluación Económica de un proyecto, el objetivo primario es cuantificar los beneficios económicos de varias alternativas, identificar cuál reúne los mejores indicadores y por ende seleccionar la opción más deseable. Sin embargo, no solo se debe seleccionar la mejor alternativa económica, sino también determinar la conveniencia de ésta.

Tanto los costos de mantenimiento como de construcción fueron corregidos internamente por el Programa RED por un factor de 0.8385, corrigiendo las distorsiones de estos costos, como son los subsidios, mano de obra calificada, mano de obra no calificada, transferencias entre sectores etc.

La información necesaria para la corrida del programa fue la siguiente:

1. El Trafico Promedio Diario Anual (TPDA) del tramo.
2. La característica geométrica de camino “con” y “sin” proyecto (secciones transversales, pendiente, curvatura, longitud. Etc.).

3. Condiciones del Camino “con” y “sin” proyecto (Superficie de Rodamiento, Índice de Rugosidad, etc.).
4. Costos de Mantenimiento
5. Costos de Operación de vehículos.
6. Costos de construcción para cada alternativa y período de construcción.

- **La evaluación se realizó tomando en consideración las siguientes suposiciones:**

- a.- La vida útil del proyecto será de 20 años.
- b.- Para propósito de descuento, se asume que los valores anuales ocurren al final de cada año.
- c.- Se considera que la Tasa Interna mínima de Retorno económica (T.I.R.E) aceptable para proyectos viales es del 8%, de acuerdo a las normativas del país.
- d.- El Valor Actual Neto (V.A.N.E) aceptable debe ser mayor que 0.

A continuación se presentan los resultados obtenidos luego de evaluar las posibles alternativas para el tramo de camino El Júcaro – La Mia.

**Tabla N°51: Indicadores de rentabilidad**

<b>Alternativa</b>	<b>VAN Millones US\$</b>	<b>TIR %</b>
<b>Adoquín</b>	\$ 13.247	35%
Mezcla Asfáltica en Caliente	\$ 12.594	30%

Según estos parámetros económicos el proyecto se considera aceptable, al superar los supuestos establecidos anteriormente, siendo la alternativa 1, o bien alternativa de adoquín la que presenta los indicadores de rentabilidad más atractivos, con un Valor Actual Neto (VANE) de \$ 13.247 millones de dólares y una Tasa Interna de Retorno (TIRE) del 35 %.

**Tabla N°52: Flujo de beneficios netos del proyecto**

Año	Tránsito Diario Anual Normal (veh/día)	Tránsito Diario Anual Generado (veh/día)	Tránsito Diario Anual Inducido (veh/día)	Beneficios Económicos Netos									Análisis de Sensibilidad			
				Beneficios de Agencia		User Benefits						Total	A	B	A & B	
				Costos de Inversión	Costos de Mantenimiento	Tránsito Normal		Tránsito Generado		Seguridad del Camino	Otros Beneficios		Agencia *	Usuario*		
						VOC	Tiempo	VOC	Tiempo				1.2	0.8		
(M\$/año)	(M\$/año)	(M\$/año)	(M\$/año)	(M\$/año)	(M\$/año)	(M\$/año)	(M\$/año)	(M\$/año)	(M\$/año)	(M\$/año)	(M\$/año)	(M\$/año)	(M\$/año)	(M\$/año)		
2023	351	0	0	-1.055	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-1.055	-1.265	-1.055	-1.265
2024	377	0	0	-2.461	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-2.461	-2.953	-2.461	-2.953
2025	404	28	0	0.000	0.050	0.089	0.065	0.004	0.003	0.000	0.803	1.013	1.023	0.820	0.830	
2026	434	30	0	0.000	0.050	0.096	0.069	0.005	0.003	0.000	0.891	1.113	1.123	0.900	0.910	
2027	466	32	0	0.000	0.050	0.103	0.074	0.005	0.003	0.000	0.983	1.218	1.228	0.984	0.994	
2028	501	35	0	0.000	0.050	0.110	0.080	0.005	0.003	0.000	1.079	1.328	1.338	1.072	1.082	
2029	538	37	0	0.000	0.050	0.118	0.086	0.006	0.004	0.000	1.181	1.445	1.454	1.166	1.175	
2030	577	40	0	0.000	0.050	0.127	0.092	0.006	0.004	0.000	1.289	1.568	1.578	1.264	1.274	
2031	620	43	0	0.000	0.050	0.136	0.099	0.007	0.004	0.000	1.403	1.699	1.709	1.369	1.379	
2032	666	46	0	0.000	0.050	0.146	0.106	0.007	0.005	0.000	1.527	1.842	1.852	1.483	1.493	
2033	715	50	0	0.000	0.050	0.157	0.114	0.008	0.005	0.000	1.661	1.995	2.004	1.606	1.615	
2034	768	53	0	0.000	0.050	0.169	0.123	0.008	0.005	0.000	1.804	2.159	2.169	1.737	1.747	
2035	824	57	0	0.000	0.050	0.181	0.132	0.009	0.006	0.000	1.959	2.337	2.346	1.879	1.889	
2036	885	61	0	0.000	0.050	0.195	0.141	0.010	0.006	0.000	2.127	2.529	2.539	2.033	2.043	
2037	950	66	0	0.000	0.050	0.209	0.152	0.010	0.007	0.000	2.311	2.738	2.748	2.200	2.210	
2038	1021	71	0	0.000	0.050	0.225	0.163	0.011	0.007	0.000	2.511	2.966	2.976	2.383	2.393	
2039	1096	76	0	0.000	0.050	0.241	0.175	0.012	0.008	0.000	2.731	3.217	3.227	2.583	2.593	
2040	1177	82	0	0.000	0.050	0.259	0.188	0.013	0.008	0.000	2.974	3.492	3.501	2.803	2.813	
2041	1264	88	0	0.000	0.050	0.278	0.202	0.014	0.009	0.000	3.243	3.795	3.805	3.046	3.056	
2042	1357	94	0	0.000	0.050	0.299	0.217	0.015	0.009	0.000	3.542	4.131	4.140	3.314	3.324	
												Valor Actual Neto (millones de \$) a una Tasa de Descuento del 8%	13.247	12.667	10.017	9.437
												Tasa Interna de Retorno (%)	35%	30%	25%	26%
												Beneficios Netos Anuales Equivalentes (\$/km) a una Tasa de Descuento del 8%	249864	238914	188941	177991
												Tasa de Retorno Modificada a una Tasa de Reinversión del 8% (%)	18%	16%	15%	15%
												Valor Actual Neto por Costos Financieros de Inversión (proporción)	3.77	3.60	2.85	2.68
												Beneficios del Primer Año por Costos Económicos de Inversión (proporción)	0.27	0.23	0.22	0.19

7.4% Crecimiento

Período de Evaluación (años)  
20

Fuente: Elaboración propia

Este flujo es el resultado de la aplicación de diversas variables en el Software RED, en este se visualizan el tráfico normal, generado e inducido, esto como insumo principal, en la que se incluyen los costos de inversión y mantenimiento versus beneficios netos de los usuarios como son el Costo de Operación Vehicular y Costo de Tiempo de Viaje, entre la condición sin proyecto y con proyecto. El resultado final indica un Valor Actual Neto de US\$ 13.247 millones y una Tasa Interna de Retorno del 35 %.

### 5.3.6 Análisis de Sensibilidad (Adoquín)

Con la finalidad de prever algunas situaciones de riesgo relacionadas a cambios en algunas variables utilizadas en el proyecto, así como los costos de construcción y de mantenimiento de la alternativa propuesta, en el tráfico normal y en las tasas propuestas de crecimiento de éste, o bien una combinación de ambas, se realizaron simulaciones afectando estas variables, las cuales inciden directamente en la rentabilidad o no rentabilidad del proyecto, para hacer un análisis más completo y conocer hasta qué grado este es sensible a dichas variaciones.

**Tabla N°53: Análisis de Sensibilidad (Adoquín)**

Alternativa	Resultado Indicadores Base		20% Incremento Costos Construcción		20% Disminución Beneficios		20% Combinación De Ambos	
	VANE	TIRE	VANE	TIRE	VANE	TIRE	VANE	TIRE
	Millones US	%	Millones US	%	Millones US	%	Millones US	%
Adoquín	13.247	35	12.667	30 %	10.017	29%	9.437	26 %

Fuente: Elaboración propia

Como se observó a través del sistema RED, de acuerdo a estos resultados en las situaciones supuesta de sensibilidad del proyecto, la alternativa de construcción de pavimento adoquín, obtiene los indicadores económicos mayores a los mínimos considerados para evaluar económicamente el proyecto, es decir una TIR igual o mayor al 8%, y un VAN mayor que 0.



Además de esto, la alternativa igualmente arroja indicadores positivos, aun efectuándose los supuestos cambios que se realizaron en el análisis de sensibilidad, ya que aun y con la combinación de dichos supuestos está por encima de los requisitos mínimos del plan resultando una TIR del 35% y un Valor Actual Neto de \$ 13.247 millones de dólares, por tanto sigue siendo considerada rentable para ejecutar el proyecto.

## VI CONCLUSIONES

De acuerdo a la situación actual del sitio del estudio; se identificaron las principales preocupaciones y necesidades de la población, así como las malas condiciones del tramo, los que ocasiona gran deterioro de los vehículos y la poca accesibilidad de transporte públicos y varios aledaños.

Se realizó 101 en cuesta a productores de la zona, **Ver anexo V “productores encuestados”**. De los resultados de la encuesta, se obtuvo, las proyecciones de la producción situación con proyecto y sin proyecto, así como el aumento de tecnificación según los mismos productores.

En el desarrollo del diagnóstico de la situación actual, se observa que hay muchos beneficios indirectos debido a la realización del proyecto, como aumento de producción, plusvalía, disminución de enfermedades, reducción de desgaste vehicular, entre otros.

El tránsito liviano compuesto por automóvil, camioneta y moto representan el 98% y solo el 2% corresponde al tránsito pesado. También fue posible calcular la tasa de crecimiento vehicular en esta zona que se estima en un 3.18%.

De acuerdo al estudio técnico, la proyección vehicular es de 3078 vehículos, a los 20 años proyectado según AASHTO 93, en los bancos de materiales (de préstamos) predomina el suelo A-2-7, A-2-6 y A-1-a, con un CBR promedio del 35% al 95% Proctor.

La capa de adoquín será de 10cm de espesor y con 3500psi de resistencia, una cama de arena de 5cm, una base estabilizada de 35cm de espesor.

La vía en su condición sin proyecto, es necesario un mejoramiento del diseño de todo el drenaje pluvial, para evitar socavaciones, u otro tipo de anomalías que puedan suceder en la misma.

Se obtuvieron los costos del proyecto ya finalizado, así como también se proyectaron los costos de mantenimiento del mismo para un periodo de 20 años. Se proyectaron los beneficios del proyecto y se obtuvo un incremento en la plusvalía y ahorro en diversos gastos sociales principalmente.

Se calculó VANE, TIRE para determinar la viabilidad del proyecto utilizando una tasa social de descuento del 8%, estos parámetros revelaron resultados positivos para el proyecto, VANE=C\$13.247 millones es viable la inversión, TIRE=35% por lo que se concluye pasar a la otra etapa del proyecto. Lo cual indica que es rentable y si se debe de invertir en este.

En el análisis de sensibilidad se pudo observar que, en una condición óptima para la alternativa de Adoquín, en el horizonte de evaluación (20 años): al combinar en  $\pm 20\%$  Costos & Beneficios, se obtuvo un VANE = C\$ 9.437; TIRE = 26%;

## VII RECOMENDACIONES

- De ejecutarse este proyecto, se deberá poner mayor énfasis en los mejoramientos viales de manera permanente, debido a que estas vías son la base de integración de acceso a las comunidades de La Mia con el resto del municipio y los daños superficiales y garantizar su vida útil proyectada.
- Se recomienda que las entidades encargadas (MTI, Alcaldía de El Jícaro) realicen inspecciones rutinarias permanentemente, con el fin de que el mantenimiento preventivo y correctivo y evaluar las vías frecuentemente, estableciendo el grado de severidad de los deterioros, con el fin de implementar reparaciones técnicas adecuadas, garantizando así la vida útil de la estructura del pavimento.
- Se deberá vigilar las sobrecargas en vehículos pesados que pueden llegar a transitar en la vía, a fin de ajustarse a la normativa de transporte regulada por el Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI).
- Se recomienda realizar todo el diseño hidrológico e hidráulico para diseñar correctamente todas las alcantarillas o sistemas de drenajes a lo largo de todo el proyecto.
- En un análisis mas profundo, en un estudio de factibilidad, se tome en cuenta los beneficios indirectos debido a enfermedades.
- Se debe de verificar la tasa de descuento utilizada, que es la que se recomendó en el 2011, por la situación ocurrida en el país en el 2018 y el covid en el 2019, lo que hizo que esta pudiera variar, por todas las condiciones económicas afectadas.

## VIII BIBLIOGRAFIA

- Alcaldía Municipal de El Jícaro. Información para el proyecto.
- Baca Urbina, Gabriel Fundamentos de Ingeniería Económica Mc Graw Hill, México, 1999, 2da Ed.
- Gallarda Cervantes, Juan Formulación y evaluación de Proyectos de Inversión Mc Graw Hill, México, 1998.
- Guía de costos – FISE. División de Desarrollo Institucional. Oficina de Regulación, Investigación y Desarrollo. 2016.
- INETER 2005, Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales. Mapa Climático de Nicaragua, Dirección General de Meteorología, Managua, Nicaragua, 2005.
- Márquez, f. g. (2003). curso básico de topografía.
- Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI). Octubre 2018. Manual para la revisión de estudios Perfiles de Proyectos.
- Mora, Q. S. (2008). "PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRAULICO". FIC- UNI. ASOCEM.
- MTI, M. d. (2014). Red Vial de Nicaragua. Managua-Nicaragua.
- Padilla, m. o. (s.f.). formulación y evaluación de proyectos. En m. o. padilla, formulación y evaluación de proyectos (pág. 2).
- Villalaz, C. C. (2004). Mecánica de Suelos y Cimentaciones. México: EDITORIAL LIMUSA S.A. DE C.V GRUPO NORIEGA EDITORES.
- Wright, P., & Dixon, K. (2011). Ingeniería de Carreteras. En P. H. Wright, Ingeniería de Carreteras (pág. 565). México: LIMUSA, S.A de C.V.



## X. ANEXOS

### Anexo I: Encuesta.

Hola, somos estudiantes de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), la presente encuesta tiene como objetivo, indagar acerca del nivel de satisfacción o insatisfacción que le podría ocasionar el mejoramiento del tramo El Júcaro con la comunidad La Mia con las demás comarcas y municipios y la información que nos brinde serán de gran ayuda.

Edad \_\_\_\_\_ Sexo: M\_\_F\_\_

1. ¿Cree usted que el mejoramiento de estas calles facilitará el acceso a su vivienda u otras calles de difícil camino?

Si\_\_\_ No\_\_\_

2. ¿Cree usted que el mejoramiento de estas calles mejorará el acceso del transporte público y privado en la zona?

Si \_\_\_ No\_\_\_

3. ¿Cree usted que el mejoramiento de estas calles mejorará la afluencia de actividades económicas en su barrio y las comarcas aledañas?

Si \_\_\_No\_\_\_

4. ¿Qué medio utiliza para transportarse?

Vehículo propio \_\_\_\_\_ Transporte privado \_\_\_\_\_ A pie \_\_\_\_\_ Otros \_\_\_\_\_

5. ¿Tiene alguna dificultad para trasladarse a su destino cuando circula este tramo de carretera?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

Si su respuesta es positiva, ¿Qué dificultad tiene?

Deterioro de las calles \_\_\_\_\_

Mal diseño de las vías \_\_\_\_\_

Falta de señalización \_\_\_\_\_

Obstrucciones \_\_\_\_\_

Otro (Especifique) \_\_\_\_\_

6. ¿Mencione que problemas trae consigo las condiciones el tramo de carretera en malas condiciones?

Enfermedades \_\_\_\_\_

Deterioro de vehículos \_\_\_\_\_

Retardo en la circulación \_\_\_\_\_

Otro \_\_\_\_\_

7. ¿Qué beneficios traería a su familia la construcción de la carretera?

a) Reducción de enfermedades

b) Mayores beneficios económicos

c) Disminución en tiempos de viajes

d) Aumento de la Plusvalía de las propiedades

e) Mayor seguridad

f) Incremento de la Producción (Trabajo)

g) Todas las anteriores



## Anexo II. Datos del levantamiento topográfico

Cuadro 1. Levantamiento topográfico

Lados	$\varphi_{int}$ Angulo de alineamientos	Rumbos	Distancia Long(m)	Formula	Derecho de via	
					izq	Der
1	*324°06'20"	35°53'40" NW		$360 - \varphi_{int}$	4.00	5.81
2	181°41'20"	34°12'20" NW	67.60	$180 + A - \varphi_{int}$	4.40	4.30
3	175°02'20"	39°10'00" NW	75.83	$180 + R - \varphi_{int}$	5.10	4.30
4	183°42'30"	42°52'30" NW	119.94	$180 + R - \varphi_{int}$	4.30	4.02
5	181°58'30"	44°51'00" NW	67.42	$180 + R - \varphi_{int}$	4.00	3.65
6	176°22'40"	41°13'40" NW	71.60	$180 + R - \varphi_{int}$	3.24	3.70
7	173°36'40"	34°50'20" NW	29.17	$180 + R - \varphi_{int}$	3.85	3.96
8	193°29'10"	21°21'10" NW	21.13	$180 + R - \varphi_{int}$	3.30	3.60
9	199°26'50"	01°54'20" NW	26.00	$180 + R - \varphi_{int}$	4.14	5.75
10	186°17'10"	04°22'50" NE	29.33	$\varphi_{int} + R - 180$	3.65	3.60
11	175°16'10"	00°21'00" NW	140.26	$180 + R - \varphi_{int}$	3.75	3.60
12	192°19'20"	12°40'20" NW	32.53	$180 + R - \varphi_{int}$	4.55	5.10
13	187°43'40"	20°24'00" NW	48.07	$180 + R - \varphi_{int}$	5.40	5.80
14	158°22'20"	01°13'40" NE	90.30	$180 + R - \varphi_{int}$	5.94	6.65
15	166°49'40"	14°24'00" NE	29.35	$\varphi_{int} + R - 180$	4.00	5.40
16	193°20'10"	01°03'50" NE	79.35	$\varphi_{int} + R - 180$	4.50	5.88
17	190°56'40"	09°52'50" NW	48.45	$\varphi_{int} + R - 180$	4.30	5.58
18	196°13'00"	26°05'50" NW	32.74	$180 + R - \varphi_{int}$	4.00	5.25
19	195°09'50"	41°15'40" NW	47.35	$180 + R - \varphi_{int}$	5.63	5.65
20	175°07'50"	46°07'50" NW	133.74	$180 + R - \varphi_{int}$	4.15	4.65
21	198°56'50"	27°11'00" NW	73.96	$180 + R - \varphi_{int}$	5.60	4.60
22	177°30'20"	29°40'40" NW	47.26	$180 + R - \varphi_{int}$	4.03	4.25
23	177°38'50"	32°01'50" NW	60.42	$180 + R - \varphi_{int}$	4.34	6.00
24	225°47'40"	13°45'50" NE	57.92	$180 + R - \varphi_{int}$	6.30	5.54
25	209°54'20"	43°40'10" NE	37.16	$\varphi_{int} + R - 180$	3.70	3.90
26	166°41'00"	30°21'10" NE	75.91	$\varphi_{int} + R - 180$	2.23	3.48

## Anexo III. Aforo Vehicular

### Aforo N.º 1

TRAMO DE CAMINO - LUNES 07 DE JUNIO DE 2021								
Intervalo de tiempo		Vehiculos de Pasajeros			Vehiculo de carga			
De:	A:	Moto-taxi	Automovil	Camioneta Liviano	Camion C-2	Motos		
06:00	06:15	12	2	2	0	0		1
06:15	06:30	11	0	2	0	0		1
06:30	06:45	8	2	2	0	0		1
06:45	07:00	8	2	2	0	0		1
07:00	07:15	8	2	2	0	0		2
07:15	07:30	8	3	1	1	0		1
07:30	07:45	11	0	3	0	0		0
07:45	08:00	9	0	3	0	0		0
08:00	08:15	6	2	1	0	0		0
08:15	08:30	7	1	1	0	0		0
08:30	08:45	6	2	1	0	0		1
08:45	09:00	5	2	1	0	0		0
09:00	09:15	3	0	2	0	0		0
09:15	09:30	5	2	0	0	1		0
09:30	09:45	4	1	2	0	0		1
09:45	10:00	2	2	1	0	0		0
10:00	10:15	2	2	1	0	1		0
10:15	10:30	3	0	1	0	0		0
10:30	10:45	4	2	1	1	0		1
10:45	11:00	8	1	1	0	0		1
11:00	11:15	6	0	3	0	0		1
11:15	11:30	8	2	3	0	0		1
11:30	11:45	5	0	3	0	0		0
11:45	12:00	9	0	0	0	0		0
12:00	12:15	8	3	0	0	1		1
12:15	12:30	8	1	3	0	0		0
12:30	12:45	8	2	3	0	0		0
12:45	01:00	5	2	3	0	0		1
01:00	01:15	7	2	0	0	0		0
01:15	01:30	6	2	1	0	1		1
01:30	01:45	5	1	1	0	0		0
01:45	02:00	5	1	1	0	0		1
02:00	02:15	6	2	1	0	0		1
02:15	02:30	3	1	2	1	0		0
02:30	02:45	8	2	0	0	0		0

02:45	03:00	5	0	2	0	0	0
03:00	03:15	4	2	1	0	0	1
03:15	03:30	3	0	2	0	0	1
03:30	03:45	6	2	2	0	0	0
03:45	04:00	8	2	0	0	0	1
04:00	04:15	9	4	0	1	1	0
04:15	04:30	13	3	1	1	0	0
04:30	04:45	9	3	4	0	0	0
04:45	05:00	12	3	1	0	0	1
05:00	05:15	8	1	1	0	0	0
05:15	05:30	10	1	1	0	0	0
05:30	05:45	13	5	1	2	0	0
05:45	06:00	9	1	1	0	0	1
TOTAL		336	76	71	7	5	23

## Aforo N.º 2

Intervalo de tiempo		TRAMO DE CAMINO: - MARTES 08 DE JUNIO DE 2021						
De:	A:	Vehiculos de Pasajeros			Vehiculo de carga		Motos	
		Moto-taxi	Automovil	Camioneta Liviano	Camion C-2			
06:00	06:15	6	0	2	0	0	2	
06:15	06:30	8	0	2	0	0	2	
06:30	06:45	9	2	2	0	0	2	
06:45	07:00	8	2	2	0	0	1	
07:00	07:15	8	2	2	0	0	2	
07:15	07:30	8	3	1	1	0	2	
07:30	07:45	9	0	3	0	0	0	
07:45	08:00	9	0	3	0	0	0	
08:00	08:15	7	2	1	0	0	0	
08:15	08:30	4	1	1	0	0	0	
08:30	08:45	6	2	1	0	0	1	
08:45	09:00	5	2	1	0	0	0	
09:00	09:15	3	0	2	0	0	0	
09:15	09:30	3	2	0	0	1	0	
09:30	09:45	4	0	2	0	0	1	
09:45	10:00	2	2	1	0	0	0	
10:00	10:15	4	2	1	0	0	0	
10:15	10:30	3	0	1	0	0	0	
10:30	10:45	4	2	1	1	0	1	
10:45	11:00	2	1	1	0	0	1	
11:00	11:15	6	0	3	0	0	1	
11:15	11:30	8	2	3	0	0	1	
11:30	11:45	5	0	3	0	0	0	
11:45	12:00	9	0	0	0	0	0	
12:00	12:15	8	3	0	0	1	1	
12:15	12:30	8	1	3	0	0	0	
12:30	12:45	8	2	3	0	0	0	

12:45	01:00	5	2	3	0	0	1
01:00	01:15	7	2	0	0	0	0
01:15	01:30	2	2	0	0	1	1
01:30	01:45	3	0	0	0	0	0
01:45	02:00	5	0	0	0	0	1
02:00	02:15	6	0	0	0	0	1
02:15	02:30	3	1	2	1	0	0
02:30	02:45	2	2	0	0	0	0
02:45	03:00	0	0	2	0	0	0
03:00	03:15	4	2	0	0	0	1
03:15	03:30	3	0	2	0	0	1
03:30	03:45	4	2	2	0	0	0
03:45	04:00	6	2	0	0	0	1
04:00	04:15	7	4	0	1	1	0
04:15	04:30	8	3	2	1	0	0
04:30	04:45	7	3	0	0	0	0
04:45	05:00	9	3	1	0	0	1
05:00	05:15	7	1	0	0	1	0
05:15	05:30	10	0	1	0	1	0
05:30	05:45	9	0	0	0	0	0
05:45	06:00	7	1	1	0	0	1
TOTAL		278	63	61	5	6	27

### Aforo N.º3

Intervalo de tiempo		TRAMO DE CAMINO: MIERCOLES 09 DE JUNIO DE 2021						
De:	A:	Vehiculos de Pasajeros			Vehiculo de carga			
		Moto-taxi	Automovil	Camioneta Liviano	Camion C-2	Motos		
06:00	06:15	6	0	2	0	0	0	2
06:15	06:30	14	0	2	0	0	0	0
06:30	06:45	9	2	2	0	0	0	2
06:45	07:00	8	2	2	0	0	0	1
07:00	07:15	8	2	2	0	0	0	2
07:15	07:30	8	3	1	1	0	0	2
07:30	07:45	9	0	3	0	0	0	0
07:45	08:00	9	0	3	0	0	0	0
08:00	08:15	7	2	1	0	0	0	0
08:15	08:30	4	1	1	0	0	0	0
08:30	08:45	6	2	1	0	0	0	1
08:45	09:00	5	2	1	0	0	0	0
09:00	09:15	3	0	2	0	0	0	0
09:15	09:30	3	2	0	0	0	0	0
09:30	09:45	4	0	2	0	0	0	1
09:45	10:00	7	2	1	0	0	0	0
10:00	10:15	4	2	1	0	0	0	0
10:15	10:30	3	4	1	0	0	0	0
10:30	10:45	4	2	1	1	0	0	0
10:45	11:00	2	1	1	0	0	0	1
11:00	11:15	6	0	3	0	0	0	1
11:15	11:30	8	2	3	0	0	0	0
11:30	11:45	5	0	3	0	0	0	0

11:45	12:00	9	0	0	0	0	0
12:00	12:15	8	3	0	0	1	1
12:15	12:30	8	1	3	0	0	0
12:30	12:45	8	2	3	0	0	0
12:45	01:00	5	2	3	0	0	1
01:00	01:15	7	2	0	0	0	0
01:15	01:30	2	2	0	0	1	1
01:30	01:45	7	0	0	0	0	0
01:45	02:00	5	0	0	0	0	1
02:00	02:15	6	0	0	0	0	1
02:15	02:30	3	1	2	1	0	0
02:30	02:45	2	2	0	0	0	0
02:45	03:00	2	0	2	0	0	0
03:00	03:15	4	2	0	0	0	1
03:15	03:30	6	4	2	0	0	1
03:30	03:45	4	2	2	0	0	0
03:45	04:00	6	2	0	0	0	1
04:00	04:15	7	4	0	0	0	0
04:15	04:30	8	3	2	1	0	0
04:30	04:45	7	3	0	0	0	0
04:45	05:00	10	3	1	0	0	0
05:00	05:15	7	1	0	0	1	0
05:15	05:30	10	0	1	0	0	0
05:30	05:45	9	0	3	0	0	0
05:45	06:00	7	1	1	0	0	1
TOTAL		299	71	64	4	3	22

## Anexo IV: Presupuesto de la Obra.

DESCRIPCION	U/M	CANTIDAD	COSTO TOTAL EN C\$	COSTO TOTAL EN US\$
<b>SECCION MOVIMIENTO DE TIERRA</b>			<b>16,262,801.66</b>	<b>466,234.01</b>
Abra y Destronque	Ha	2.50	190,212.20	5,453.14
Excavación en la Vía	M <sup>3</sup>	21,966.24	2,834,962.93	81,274.81
Subexcavación de Suelos Inadecuados	M <sup>3</sup>	3,300.00	607,243.00	14,642.02
Préstamo No Clasificado, Caso II	M <sup>3</sup>	34,880.63	12,730,383.53	364,964.04
<b>SECCION ESTRUCTURA DE PAVIMENTO</b>			<b>59,366,543.22</b>	<b>1,701,963.90</b>
Base Natural Estabilizada con Cemento, $f_c = 21 \text{ kg/cm}^2$ ( $t=17.5 \text{ cm}$ )	M <sup>3</sup>	7,140.30	9,929,729.60	284,672.82
Adoquines de Concreto, $350 \text{ kg/cm}^2$ (3500 PSI)	M <sup>2</sup>	38,330.18	45,371,817.37	1,300,752.77
Bordillos de Concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (15 cm x 30 cm)	M	7,687.50	4,054,996.25	116,538.31
<b>SECCION ALCANTARILLAS</b>			<b>8,833,457.12</b>	<b>253,244.06</b>
Remoción de Alcantarillas	cu	16.00	303,789.12	8,709.25
Canales Menores de 4 m	M <sup>3</sup>	997.50	84,867.30	2,433.04
Excavación para Estructuras	M <sup>3</sup>	1,242.00	245,282.58	7,031.94
Mampostería Clase "A"	M <sup>3</sup>	745.50	3,728,118.77	106,880.46
Zampeado de Mampostería en Cortinas	M <sup>3</sup>	108.15	450,870.86	12,925.90
Tubería de Concreto Reforzado Perforación, $\phi=30 \text{ in}$ , Clase II, Grasa "B"	M	1,872.64	1,872,641.90	53,686.28
Tubería de Concreto Reforzado Perforación, $\phi=42 \text{ in}$ , Clase II, Grasa "B"	M	2,379.26	2,379,261.26	68,250.08
Tubería de Concreto Reforzado Perforación, $\phi=60 \text{ in}$ , Clase II, Grasa "B"	M	6,180.00	6,180,000.00	178,500.00
Ladrillos "B"	M <sup>3</sup>	2,379.26	2,379,261.26	68,250.08
Refracción en Alcantarillas	M <sup>3</sup>	1,872.64	1,872,641.90	53,686.28
<b>SECCION OBRAS DE OBRAS</b>				



CAJA 3x3m			8,621,327.07	247,162.59
Remoción de Estructura Existente	c/u	3.00	86,082.48	2,467.88
Excavación para estructuras	MP	945.00	313,484.85	8,987.22
Mejoramiento de Suelo Cemento, t = 50cm, $f_c$ = 21 kg/cm <sup>2</sup>	MP	157.50	205,657.20	5,895.93
Concreto Clase "P" $f_c$ = 350 kg/cm <sup>2</sup>	MP	315.00	4,311,414.45	123,602.81
Acero de refuerzo grado 60, $f_u$ = 4,200 kg/cm <sup>2</sup>	kg	40,425.00	2,894,025.75	82,968.07
Mampostería Clase "A"	MP	84.00	420,069.72	12,042.87
Zampeado de Mampostería en Cortinas	MP	63.00	262,643.22	7,529.65
Dren PVC 2 1/2" Ø	c/u	76.00	20,007.00	573.58
Filtro de Piedra Triturada 3/4" Ø	MP	20.79	63,275.40	1,814.03
Canales Menores de 4m	MP	525.00	44,667.00	1,280.55
<b>SECCION SENALIZACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL</b>			<b>14,864,788.38</b>	<b>426,154.73</b>
Señales Preventivas de 76.2 cm. X76.2 cm.	c/u	138.00	648,130.80	18,581.09
Instalación de Señales de 90 cm x 30 cm	c/u	12.00	50,737.56	1,454.58
Instalación de Señales de 91 cm x 61 cm	c/u	25.00	117,415.00	3,366.14
Instalación de Señales - octogono (ALTO)	c/u	3.00	15,830.52	453.84
Instalación de Señales de Triángulo Invertido de 100 cm X 100 cm	c/u	13.00	52,022.58	1,498.14
Instalación de Señales de Triángulo Invertido de 100 cm X 100 cm	c/u	13.00	52,022.58	1,498.14
Instalación de Señales de Triángulo Invertido de 100 cm X 100 cm	c/u	6.00	24,234.60	698.10
Instalación de Señales de Triángulo y Rectángulo	c/u	2.00	99,035.00	2,879.70
Mano de Obrero para Señales, Pintura convencional tipo "A", t = 10 cm	M	4,125.00	115,650.00	3,349.10
Mano de Obrero para Señales, Pintura convencional tipo "A", t = 12 cm	M	1,100.00	59,950.00	1,735.15
Línea Continua Blanca en Ambas Bandas, Pintura convencional tipo "A", t = 10 cm	M	8,250.00	215,737.50	6,184.92
Demarcación Horizontal de Pavimento	MP	275.00	81,741.00	2,343.41
Defensa metálica flex beam	M	3,900.00	11,381,409.00	326,290.64
Postes Guías	c/u	334.00	638,584.62	18,307.42
Postes de kilometraje	c/u	5.00	10,998.40	315.31

<b>SECCION MISCELANEOS</b>			<b>9,980,657.12</b>	<b>286,132.85</b>
Remoción de Poste de Tendido Eléctrico	c/u	39.00	2,829,586.50	81,120.68
Demolición de Cunetas y Canales	M	830.50	264,796.62	7,591.39
Instalación de Cerca de Alambres de Púas	M	3,300.00	714,747.00	20,490.89
Remoción de Cercos de Alambres de Púas	M	2,200.00	160,996.00	4,615.55
Revestimiento de Cunetas de Mampostería Clase "A"	M	4,400.00	5,287,216.00	151,577.81
Sistema de Subdrén tipo Frances	M	500.00	723,315.00	20,736.53
<b>SECCION TRABAJOS AMBIENTALES Y SOCIALES</b>			<b>484,517.28</b>	<b>13,920.00</b>
Afectaciones al derecho de vía	M²	8,000.00	331,040.00	9,520.00
Talleres Ambientales/sociales	c/u	1.00	34,881.20	1,000.00
Especialista Ambiental	Mes	2.00	69,762.40	2,000.00
Reunión Comunitaria	c/u	1.00	34,881.20	1,000.00
Permisos Ambientales	Glb.	1.00	13,952.48	400.00
<b>Voluntariado (100%)</b>			<b>1,200,000.00</b>	<b>2,200,000.00</b>
<b>Asesoramiento (100%)</b>			<b>5,200,000.00</b>	<b>20,000.00</b>
<b>Voluntariado (100%) - Mantenimiento</b>			<b>2,000,000.00</b>	<b>2,000,000.00</b>
<b>Impuestos Municipales</b>			<b>1,200,000.00</b>	<b>20,000.00</b>
<b>Impuestos al Valor Agregado (IVA)</b>			<b>1,200,000.00</b>	<b>20,000.00</b>
<b>Monto Total Ingresos e Ingresos</b>			<b>10,800,000.00</b>	<b>2,240,000.00</b>



## Anexo V: Productores entrevistados

No.	NOMBRE DEL ENCUESTADO	Comarca/Comunidad	X GPS	Y GPS
1	IGNACIO GONZALES	EL NATOZO		
2	MARIA SALZERO	EL NATOZO	13°76.77'10.6"	86°16.57'36.6"
3	CARMEN MARADIAGA	EL NATOZO	13°45'56.1"	86°09'41.7"
4	MARIBEL GARCIA	EL NATOZO	13°45'55.4"	86°09'38.6"
5	OSMIN SALINAS	EL NATOZO	13°46'00.3"	86°09'52.6"
6	JOSE ADAN GONZALES	EL NATOZO	13°45'58.1"	86°09'42.6"
7	RAMON SALGADO	EL NATOZO	13°45'57.2"	86°09'46.6"
8	ADA LUZ DUARTE	EL NATOZO	13°45'57.1"	86°09'42.5"
9	ENIDA SALINAS QUINTAILLA	EL NATOZO	13°45'52.7"	86°09'39.7"
10	ROGER ZOLZERO	EL NATOZO	13°46'03.9"	86°09'51.6"
11	LAURA SALINAS	EL NATOZO	13°46'02.2"	86°09'47.2"
12	FABRICIO HUDIEL	EL NATOZO	13°46'00.7"	86°09'52.9"
13	ROGER SALINAS	EL NATOZO		
14	BYRON SALINAS	EL NATOZO	13°45'59.9"	86°09'54.6"
15	RICHARD HERNANDEZ	EL NATOZO	13°46'00.5"	86°09'57.7"
16	JUAN CARLOS OLIVAS	EL NATOZO	18°45'58.8"	86°09'54.8"
17	ABRAM QUINTANILLA	EL NATOZO		
18	HOLMAN PINEDA	EL NATOZO	13°45'57.6"	86°09'55.5"
19	RAUL SALGADO	EL NATOZO	13°45'52.4"	86°09'40.6"
20	CARLA AGUIRRE	EL NATOZO	86°09'53.1"	86°09'53.1"
21	MARCOS SALGADO	EL NATOZO	13°45'52.7"	86°09'39.7"
22	ANABELLE REYES	EL NATOZO	13°46'03.7"	86°09'56.9"
23	SANDER MONTIEL	EL NATOZO	13°46'02.6"	86°09'54.5"
24	SANDER JOSE GARCIA	EL NATOZO	13°46'05.1"	86°09'54.1"
25	LESTER PINEDA	EL NATOZO	13°46'01.3"	86°09'50.0"
26	FLAVIO SALINAS	EL NATOZO	13°45'58.0"	86°09'43.9"
27	ILDE BRADON GARCIA	EL NATOZO		
28	DENIS SUAREZ	MUYUCA	13°46'33.7"	86°10'12.0"
29	JULIO CESAR PICADO	EL NATOZO	13°45'59.3"	86°09'54"
30	FANOR GARCIA	EL NATOZO	13°46'03.9"	86°09'58.2"
31	FELIPE SALINAS	EL NATOZO	13°45'58.4"	86°09'57.2"
32	ORLIN PAGUAGA	MUYUCA	13°46'44.6"	86°09'59.8"
33	OMAR ALFONZO ROSALES	CALLETON	13°43'17.2"	86°08'23.8"
34	ISAREL BELLORIN ORTEZ	MUYUCA	13°79'50"	86.16°70'48"
35	DARVIN GUTIERREZ	EL NATOZO	13°46'01.1"	86°09'14.5"
36	HERMILENDA GARCIA	EL NATOZO	13°77'77.08"	86°16'50.81"

37	ANABEL MONCAD	EL NATOZO	13°76'77.04"	86°09'56.9"
38	ANA GARCIA	EL NATOZO	13°46'03.8"	86°09'54.3"
39	YESSENIA ESPINOZA	EL NATOZO	13°45'58.9"	86°09'43.9"
40	KENIA CENTENO	EL NATOZO	13°45'58.9"	86°09'43.9"
41	JULIO PINEDA	EL NATOZO	13°45'52.1"	86°09'39.8"
42	ROGER RODRIGUEZ	MUYUCA	13.77°38'97.4"	86°16.56'51.8"
43	BOANERGE BLANDON	MUYUCA	13.62°41'44"	86.13°89'20.1"
44	DANILO TORREZ ROCHA	MUYUCA	13.77°49'27.1"	86.16°76'19.2"
45	LUIS UBEDA OROZCO	MUYUCA	13.70°86'28.9"	86.16°66'0.77"
46	YADILSIA ESPINOZA	MUYUCA	13.77°86'18.7"	86.16°65'89.2"
47	ELVIRA MARADIAGA	MUYUCA	13.77°77'70.1"	86.16°72'46.0"
48	JOSE ANTONIO GARCIA		13.77°54'71"	86.6°72'19.0"
49	MARGINIA RODRIGUEZ	MUYUCA	13.77°48'44.3"	86.16°75'91.7"
50	DORI ORDOÑEZ	MUYUCA	13.77°42'77.4"	86.16°69'50.3"
51	LUIS OROZCO	MUYUCA	13°77'34.70"	86°16'10.2"
52	JAVIER HERRERA	MUYUCA		
53	MANUEL REYES	MUYUCA	13°43'12.5"	86°08'16.3"
54	NARCIZO CHAVEZ	MUYUCA	13°43'12.5"	86°08'16.3"
55	ANTONIO GARCIA	MUYUCA	13.77°38'47.3"	86.16°71'18.0"
56	NORMA SALGADO	MUYUCA	13.76°86'28.3"	86.16°66'87.1"
57	LUZ HERNANDEZ	MUYUCA	13°46'30.7"	86°10'16.5"
58	ANGELA BELLORIN	MUYUCA	13°46'33.7"	86°10'12.0"
59	YARMAN SALINAS	MUYUCA	13°46'33.7"	86°10'12"
60	HANIER SALZEDO	MUYUCA	13°46'33.7"	86°10'12"
61	LEONEL GONZALES	MUYUCA	13°46'33.7"	86°10'12"
62	MARTIN SALZEDO	MUYUCA	13°46'33.7"	86°10'12"
63	JOSE CHAVEZ	MUYUCA	13.72°10'86"	86.13°82'84"
64	JOSE ZELAYA	EL JICARO	13°43'27.0"	86°08'10.5"
65	LUCIA VELASQUEZ	MUYUCA	13°46'30.7"	86°10'16.5"
66	ERIC BOANERGE BLANDON	EL JICARO	13°72'30.59"	86°13'87.11"
67	CARLOS PEREZ	MUYUCA	13°46'33.7"	86°10'12.0"
68	ROBERTO CARLOS GARCIA	MUYUCA	13°46'12.6"	86°09'59.5"
69	FRANCISCO ANTONIO BELLORIN	MUYUCA	13°46'23.9"	86°10'00.5"
70	GEREMY GOMEZ	MUYUCA	13°46'56.9"	86°10'02.1"
71	ALBERTO VELASQUEZ	MUYUCA	13°46'14"	86°10'02"
72	PRESENTACION GARCIA	MUYUCA	13°46'23.0"	86°09'59.0"
73	NICOLAS PAGUAGA	MUYUCA	13°46'44.9"	86°10'00.3"
74	REYNALDO VELASQUEZ	MUYUCA	13°46'10.2"	86°09'57.4"
75	LIEZER MONTIEL	MUYUCA		
76	YUIER VELASQUEZ	MUYUCA	13°46'10.8"	86°09'58.4"

77	SANTOS ROBERTO CASCO	MUYUCA	13°46'13.3"	86°09'59.3"
78	DIEGO MENDEZ	SABANA GRANDE		
79	SANTOS MAUEL CENTENO	MUYUCA	13°77.43'58.2"	86°16.50'34.5"
80	SABINO ORDOÑEZ	MUYUCA	13°77.42'15.2"	86°16.62'61.0"
81	URIEL SALCEDO	MUYUCA	13°46'33.7"	86°10'12.0"
82	SALVADOR SALINA	EL NATOZO	13°46'03.8"	86°09'54.32"
83	SIDOR SALINAS	EL NATOZO	13°76.77'80.3"	86°16.48'41.4"
84	BLADIMIR MARADIAGA	EL NATOZO	13°45'55.9"	86°04'40.8"
85	JULIO LOPEZ	EL JICARO	13°47'01.5"	86°09'53.6"
86	CRISTIDES SARANTES	SABANA GRANDE	13°43'20.6"	86°08'23.9"
87	DELVIN JOSUE GARCIA	MUYUCA		
88	ELIEZER MONCADA	MUYUCA		
89	ANGELA GOMEZ	MUYUCA	13°46'33.77"	86°10'12.0"
90	DANIEL BELLORIN	MUYUCA	13°46'33.7"	86°10'12.0"
91	ISRAEL	MUYUCA	13.77°79'50"	86.16°70'48"
92	JOSE CERRATO	ARGELIA	13°43'01.7"	86°08'24.2"
93	ALONSO CERRATO	EL JICARO	13°43'01.7"	86°08'24.6"
94	IVAN ANTONIO LOPEZ	MUYUCA	13°46'57.7"	86°10'01.8"
95	DARVIN ANTOINIO BLANDON	MUYUCA	13°43'18.6"	86°08'23.8"
96	HERMOGENES QUINTANILLA	MURRA	13°43'19.2"	86°08'24.4"
97	OCTAVIO ESPINOZA	MUYUCA	13°77.43'56.2"	86°16.73'10.5"
98	LUIS SALINAS	EL NATOZO	13°46'0.30"	86°09'53.0"
99	JORGE SALINAS	EL NATOZO	13°45'52.9"	86°09'40.7"
100	ARMANDO HERNANDEZ	EL NATOZO	13°46'03.8"	86°09'56.3"
101	JUAN MARTINEZ	EL NATOZO	13°45'38.9"	86°09'43.9"

**Anexo VI: Imágenes de estado del tramo de estudio**

