

Facultad de Tecnología de Construcción

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD  
PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO  
DE CARRETERA EMPALME DE  
TERRABONA - TERRABONA (17.9  
KM) EN EL DEPARTAMENTO DE  
MATAGALPA.**

Trabajo del Taller Monográfico para optar al título de  
Ingeniero civil

**Elaborado por:**

**Tutor:**

Br. Katerin Vanessa  
Ledesma Hernández  
Carnet: 2013-44533

Br. Erling Antonio  
Rocha Carrión  
Carnet: 2003-18996

Alejandro Mauricio  
Navarro Umaña  
Carnet: 2010-35029

Msc. Ing. Juan  
Carlos Mendoza

27 de marzo de 2023  
Managua, Nicaragua

## **Contenido**

<b>I</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>II</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>2</b>
2.1	Objetivo general .....	2
2.2	Objetivos específicos .....	2
<b>III</b>	<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>3</b>
3.1	Diagnóstico de la situación actual.....	4
3.1.1	Identificación del problema y sus alternativas de solución. ....	4
3.2	Estudio técnico del proyecto .....	5
3.2.1	Estudio de la localización. ....	5
3.2.2	Estudio del tamaño .....	5
3.2.3	Estudio de la Ingeniería .....	5
3.2.4	Estudio del proceso productivo .....	15
3.3	Análisis financiero del proyecto .....	16
3.3.1	Costos de inversión.....	16
3.3.2	Inversión en activos diferidos. ....	17
3.3.3	Beneficios del proyecto.....	17
3.4	Análisis económico del proyecto .....	17
3.4.1	Factores a incluir en una evaluación económica financiera del proyecto .....	18
3.4.2	Evaluación económica del proyecto. ....	19
<b>IV</b>	<b>DISEÑO METODOLÓGICO</b> .....	<b>20</b>
4.1	Elementos del diseño de investigación .....	21
4.1.1	Descripción del diseño de investigación .....	21
4.1.2	Descripción del tipo de investigación .....	21
4.1.3	Descripción del universo de estudio. ....	21
4.3	Metodología para el diagnóstico de la situación actual .....	21
4.3.1	Recopilación de datos por encuestas .....	22
4.4	Metodología para el estudio técnico .....	24

4.4.1	Estudio de localización.....	24
4.4.2	Tamaño del proyecto.....	25
4.4.3	Ingeniería del proyecto.....	25
<b>4.5</b>	<b>Metodología para el estudio financiero.....</b>	<b>27</b>
<b>4.6</b>	<b>Metodología para el estudio económico.....</b>	<b>28</b>
4.6.1	Evaluación económica.....	28
<b>V</b>	<b>DESARROLLO DEL DISEÑO METODOLOGICO.....</b>	<b>32</b>
<b>5.1</b>	<b>Diagnóstico de la situación actual del Municipio de Terrabona.....</b>	<b>33</b>
5.1.1	Descripción de las fuentes de información.....	33
5.1.2	Economía del Municipio de Terrabona.....	33
5.1.3	Tasa de Crecimiento Anual 2005 – 2020.....	35
5.1.4	Nivel de migración e inmigración de la Población en el municipio.....	37
5.1.5	Análisis Social de Ocupantes del derecho de vía.....	38
5.1.6	Identificación de impactos positivos y negativos del proyecto.....	39
<b>5.2</b>	<b>Desarrollo del estudio Técnico del Proyecto.....</b>	<b>41</b>
5.2.1	Estudio de Localización.....	41
5.2.1.1	Macro Localización.....	42
5.2.1.2	Micro localización.....	43
5.2.2	Tamaño del proyecto.....	43
5.2.3	Estudio de Topografía.....	44
5.2.4	Estudio Geotécnico.....	47
5.2.5	Estudio Hidrológico.....	50
5.2.6	Estudio Hidráulico.....	52
5.2.7	Estudio de Transito.....	54
5.2.8	Diseño de estructura de pavimento.....	63
5.2.9	Estudio de Diseño Geometrico.....	70
<b>5.3</b>	<b>Estudio socioeconómico.....</b>	<b>82</b>
5.3.1	Evaluación financiera y económica del proyecto.....	86
5.3.2	Parámetros de Rentabilidad Financiera.....	87
<b>VI</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>93</b>
<b>VII</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>95</b>

VIII BIBLOGRAFIA.....	96
IX CRONOGRAMA DE EJECUCION .....	97

## LISTADO DE ILUSTRACIONES

<i>Ilustración No. 1 Niveles de pobreza en el Municipio de Terrabona.....</i>	37
<i>Ilustración No. 2 Mapa de Macro localización.....</i>	42
<i>Ilustración No. 3 Mapa de Micro localización.....</i>	43
<i>Ilustración No. 4 Mapa 1 de ubicación puntos GPS 1,2,3 y 4 .....</i>	44
<i>Ilustración No. 5 Mapa 2 de ubicación puntos GPS 5 y 6 .....</i>	45
<i>Ilustración No. 6 Mapa de Ubicación de Bancos de Materiales.....</i>	48
<i>Ilustración No. 7 Mapa de Cuenca hidrográfica No. 55.....</i>	50
<i>Ilustración No. 8 Mapa 3 ubicación Cuenca 069 San Isidro.....</i>	51
<i>Ilustración No. 9.Diseño de pavimento propuesto .....</i>	69
<i>Ilustración No. 10 Características del vehículo de diseño, BUS .....</i>	71

## LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Criterios de decisión del VANE.....	31
Tabla 2. Crecimiento Poblacional desde 2010-2020 .....	35
Tabla 3 Distribución por sexo .....	35
Tabla 4 Distribución por edad.....	36
Tabla 5 Propiedades afectadas .....	38
Tabla 6 Matriz de Impactos Positivos .....	39
Tabla 7 Matriz de Impactos Negativos .....	40
Tabla 8 Coordenadas UTM de GPS colocados.....	45
Tabla 9 Áreas y caudales estimados en los cruces de drenaje mayor .....	52
Tabla 10 Obras de drenaje mayor tipo puente .....	52
Tabla 11 Conteo vehicular clasificado y redondeado total y promedio.....	55

Tabla 12 Conteo vehicular clasificado como porcentaje por tipo de vehículo direccional .....	56
Tabla 13 Conteo de 12 horas nocturnas y clasificación .....	57
Tabla 14 Clasificación Vehicular.....	57
Tabla 15 Proyección vehicular para el periodo de diseño .....	58
Tabla 16 Encuesta vehicular .....	60
Tabla 17 Velocidades de punto de vehículos clasificados (KPH) .....	60
Tabla 18 Resumen de velocidades de marcha método del vehículo en movimiento .....	61
Tabla 19 Total ambas direcciones y promedio .....	62
Tabla 20 Tasas de crecimiento en Estaciones Permanentes.....	62
Tabla 21 Ejes equivalentes para el periodo de diseño .....	64
Tabla 22 Niveles de confiabilidad R en función del tipo de carretera.....	66
Tabla 23 Valores de Confiabilidad y Factores de Seguridad.....	67
Tabla 24 Valores requeridos de Número Estructural (SN) sobre la sub-rasante...	68
Tabla 25 Valores para el diseño de Pavimento propuesto .....	69
Tabla 26 Velocidades de diseño en kilómetros por hora en función .....	72
Tabla 27 Dimensiones de los vehículos de diseño.....	74
Tabla 28 Pendientes Máximas y Mínimas por Tipo de Carreteras. ....	77
Tabla 29 Factores de sobreelevación para diferentes tipos de área donde se localicen las carreteras.....	77
Tabla 30. Distancia de Visibilidad de Parada en Caminos Planos .....	79
Tabla 31 Controles de diseño de curvas verticales en Cresta basados en las Distancias de Visibilidad de Parada y de adelantamiento .....	80
Tabla 32 controles de Diseño de Curvas Verticales en Columpio basados en la Distancia de Visibilidad de PARADA. DVP. ....	81
Tabla 33 NORMAS DE DISEÑO GEOMETRICO DE LA CARRETERA .....	81
Tabla 34 Flujo evaluativo marginal económico: alternativa adoquinada (dólares)	84
Tabla 35 Flujo evaluativo marginal financiero: alternativa adoquinado (dólares) ..	85
Tabla 36 Costos de construcción y supervisión financiero y económico .....	86

Tabla 37 Precios sociales de Nicaragua vigentes al 2015 .....	87
Tabla 38 Resumen de Rentabilidad financiera .....	87
Tabla 39 Factores de conversión utilizados .....	88
Tabla 40 Resumen de Rentabilidad económica .....	88
Tabla 41 Evaluación económica.....	89
Tabla 42 Rentabilidad financiera .....	91
Tabla 43 Análisis de sensibilidad económico .....	92

## **ANEXO**

Anexo 1	Encuesta a Posibles Afectados
Anexo 2	Fotografías del recorrido
Anexo 3	Levantamiento de secciones transversales
Anexo 4:	Resultados de laboratorio
Anexo 5	Resumen CBR de Bancos de Materiales
Anexo 6	Cruces de drenaje existentes que pasaran a cajas
Anexo 7	Cruces de drenaje existentes que pasaran a puentes
Anexo 8	Conteo vehicular clasificado
Anexo 9	Encuesta origen y destino en el camino y dentro del bus
Anexo 10	Estudio de Velocidad de Recorrido y demoras
Anexo 11	TPDA Pronosticado 20 años (sin proyecto)
Anexo 12	TPDA Pronosticado 20 años (con proyecto)
Anexo 13	Producción total en toneladas tráfico generado
Anexo 14	Sección Típica del Adoquinado
Anexo 15	Costos de mantenimiento financiero
Anexo 16	Presupuesto de Obra

## I INTRODUCCIÓN

Históricamente en Nicaragua la red vial ha requerido atención de las autoridades competente, es así que en la actualidad el Gobierno de Unidad y Reconciliación Nacional por medio del Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI) mantiene planes de mejoramiento y rehabilitación de carreteras, calles y caminos para el mejoramiento de la producción, principalmente en aquellas zonas donde el comercio crece a un ritmo acelerado y por existir un acceso vial de baja calidad muchos productos no salen al mercado.

El acceso al municipio de Terrabona se realiza a través de una carretera de tierra macadán compactada de doble vía y de todo tiempo (invierno y verano).

Se desarrollará este estudio de prefactibilidad para la construcción de 17.9 km del tramo de carretera que se ubica en el departamento de Matagalpa, entre los municipios de Ciudad Darío y Terrabona. Su inicio se da en la intersección de la carretera Panamericana en el km 87.44 y finaliza en el pueblo de Terrabona, donde inicia el adoquinado. Está ubicado en una zona productora de granos básicos, hortalizas y una ganadería sin mucho desarrollo.

Un camino óptimo significará un aumento de producción y agilizar la comercialización de productos en todas sus áreas agrícolas mencionadas, lo que vendrá a reactivar más las zonas de producción de este municipio.

Se contempla determinar zona de influencia, los beneficios y beneficiarios del proyecto. Se realizará un análisis técnico de la alternativa más conveniente para el mejoramiento de la carretera, además se desarrollará un estudio económico que permita determinar la mejor alternativa desde el punto vista socioeconómica.

## **II OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo general**

- Desarrollar el estudio de prefactibilidad para la construcción del tramo de carretera Empalme de Terrabona - Terrabona (17.9 km) en el departamento de Matagalpa.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Realizar el diagnóstico de la situación actual para determinar la demanda social del proyecto, beneficios y beneficiarios.
- Elaborar el estudio técnico del proyecto para determinar la mejor alternativa de ingeniería y proceso de desarrollo del proyecto.
- Elaborar el estudio socioeconómico para conocer la inversión, costos y beneficios del proyecto, así como evaluar la rentabilidad económica del proyecto.

### **III MARCO TEÓRICO.**

### **3.1 Diagnóstico de la situación actual**

El diagnóstico de la situación actual de un proyecto, es la compilación sistemática de los datos históricos y actuales de la necesidad del proyecto para un área determinada que permite estimar el comportamiento futuro de sus elementos básicos.

#### **3.1.1 Identificación del problema y sus alternativas de solución.**

Características: Determinar las características generales del proyecto. El estrato social al cual está dirigido.

Usos y usuarios: El proyecto permite la circulación de personas y vehículos con tranquilidad y de forma segura.

Determinación del problema que soluciona el proyecto: análisis adecuado de la problemática relacionada al proyecto.

Caracterización de los beneficios e impactos del proyecto, así como de los beneficiarios del mismo.

Abastecimiento de insumos: El aseguramiento de insumos humanos, materiales, y financieros asegura el cumplimiento de los objetivos de la etapa operativa.

Identificación del producto: Interesa conocer las características físicas, propiedades del mismo, normas y especificaciones técnicas en su ejecución y reglamentaciones sobre su uso.

Cuantificación de los beneficios del proyecto: determinar y cuantificar los beneficios generados por el proyecto una vez ejecutado el mismo.

## **3.2 Estudio técnico del proyecto**

Realiza una descripción de los elementos que conforman el estudio técnico para el desarrollo del tramo de carretera en el lugar para solventar las necesidades de la población en general con la calidad que requiera según los estándares determinados.

### **3.2.1 Estudio de la localización.**

El estudio de la localización, es para determinar la ubicación exacta o más probable del proyecto, teniendo en cuenta, la parte técnica, económica y social del mismo.

### **3.2.2 Estudio del tamaño**

Debe determinarse el tamaño que permite alcanzar los objetivos del proyecto al costo mínimo o que maximice sus utilidades. Para la definición del tamaño, es necesario tener como referencia la demanda de la población y los recursos con los que podría contar la alcaldía para desarrollar el proyecto.

### **3.2.3 Estudio de la Ingeniería**

Se refiere principalmente a la Infraestructura del proyecto. Se deben considerar las áreas o espacios donde se realizarán las obras principales y la infraestructura complementaria.

La ingeniería del proyecto, considerada como parte del estudio técnico, contribuirá a proporcionar en mayor detalle la información sobre los costos y, por consiguiente, a brindar más elementos de juicio a la hora de analizar alternativas tecnológicas, las que a su vez plantean alternativas financieras y económicas.

### **3.2.3.1 Estudio de Topografía.**

Estudio topográfico considerando plani altimetria, trazo de la sub rasante y cálculo de volúmenes de corte y relleno.

Topografía: es la ciencia que estudia el conjunto de procedimientos para determinar las posiciones de puntos sobre la superficie de la tierra, por medio de medidas según los tres elementos del espacio.

### **3.2.3.2 Estudio hidrológico**

Cuenca Hidrográfica: 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.

Área de escurrimiento: Es el espacio de recarga de agua de lluvia superficial o subterránea hacia un punto determinado.

Intensidad media de precipitación: Lámina de precipitación caída en una unidad de tiempo, se obtiene por la lectura directa en la curva de intensidad duración frecuencia (IDF).

Coeficiente de escorrentía: El coeficiente C de escorrentía define la proporción de la componente superficial de la precipitación de intensidad I, y depende de la razón entre la precipitación diaria correspondiente al período de retorno y el umbral de escorrentía a partir del cual se inicia ésta.

### **5.2.3.3 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.

Bombeo de calzada: Generalmente, la sección típica de una carretera la convierte en un parte aguas, ya que a partir del eje se le proporciona una pendiente lateral geoméricamente igual para ambos lados, a lo cual se le llama bombeo.

Hombros: Justo en la línea donde termina la calzada, se inicia una franja de protección de la carretera conocida como "hombros" en cada lado de la vía, a la que se le debe proveer una pendiente, ya que sobre ella escurren las aguas provenientes del rodamiento.

Drenaje transversal: Son conductos que permiten el paso al agua procedente de ríos, arroyos, canales o cunetas a través del terraplén de la carretera como tubo, cajones, alcantarilla y el bombeo de la corona.

Cunetas: Son canales de drenaje generalmente de sección triangular y se proyectan para todos los tramos al pie de los taludes de corte, longitudinales a ambos lados de la calzada, incluyendo hombros.

#### **3.2.3.4 Estudio de Transito**

Para determinar el transito existente, el índice medio de tránsito y la proyección de tránsito en el futuro. Constituye el instrumento que sirve al ingeniero de tráfico para cumplir con sus objetivos, definido como la planificación de la red vial y la circulación del tránsito vehicular.

Aforo vehicular: Se denomina aforo al proceso de conteo de vehículos que pasan en un determinado punto de una vía determinada de un camino, carretera o intersección, en una unidad de tiempo.

Capacidad de la vía: El número máximo de vehículos por unidad de tiempo que razonablemente puede esperarse que pasen por un tramo de una carretera, en un sentido o en dos sentidos, bajo las condiciones imperantes del camino y del tráfico.

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

Tránsito: Es la variable más importante en el diseño de pavimentos. Para el dimensionamiento de un pavimento es necesario determinar los efectos que las cargas de estos vehículos causarían sobre el pavimento.

Volumen de tránsito: Se entiende por volumen de tránsito a la cantidad de vehículos que transitan sobre una sección de vía durante un período de tiempo.

Tránsito promedio diario: Es el tránsito total registrado por día, dividido por los siete días de la semana.

Tránsito promedio diario anual (TPDA): Tránsito promedio diario anual o TPDA, es el promedio de 24 horas de conteo efectuado cada día en un año. Se utiliza en varios análisis de tráfico y transporte.

Tasa de crecimiento vehicular: Representa el crecimiento promedio anual del TPDA. Generalmente las tasas de crecimiento son diferentes para cada tipo de vehículo, la que se encuentra directamente propensa al crecimiento poblacional en la zona

Proyecciones de tránsito: El tránsito puede proyectarse en el tiempo en forma aritmética con un crecimiento constante o exponencial mediante incrementos anuales.

Tránsito de diseño:

Período de diseño: Es el tiempo para el cual se estima que un sistema va a funcionar satisfactoriamente.

Factor de crecimiento: Este crecimiento depende del número de años al que se proyectara el tránsito, lo cual reflejara el aumento en el flujo de vehículos en el período de diseño.

Factor direccional (FD): Es un valor que proporciona el manual centroamericano de normas para el diseño de carreteras regionales (SIECA), normalmente su valor es de 0.5, ya que se estudia una vía donde los vehículos circulan en ambas direcciones.

### **3.2.3.5 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 físico-mecánicas de los suelos donde se pretende cimentar la obra.

Propiedades físico-mecánicas: Son características propias de cada tipo de suelo las cuales se generalizan en: textura, estructura, color, permeabilidad, porosidad, drenaje, consistencia, profundidad efectiva.

#### Actividades de laboratorio

- Análisis granulométrico de los suelos: El análisis granulométrico es una prueba para determinar cuantitativamente la distribución de los diferentes tamaños de partículas del suelo
- Límites de Atterberg o límites de consistencia: Se basan en el concepto de que los suelos finos presentes en la naturaleza pueden encontrarse en diferentes estados, dependiendo del contenido de agua. Así un suelo se puede encontrar en un estado sólido, semisólido, plástico, semilíquido y líquido.

- Limite líquido: Se define como el contenido de humedad expresado en porcentaje con respecto al peso seco de la muestra, que debe tener un suelo moldeado para una muestra del mismo en que se haya moldeado una ranura de dimensiones estándar, al someterla al impacto de 25 golpes bien definidos se cierre sin resbalar en su apoyo.
- Limite plástico: Se define como el contenido de humedad, expresado en porcentaje, cuando comienza agrietarse un rollo formado con el suelo de 3 mm de diámetro, al rodarlo con la mano sobre una superficie lisa y absorbente.
- Clasificación de los suelos: Consiste en agrupar a los suelos que presentan casi la misma característica de granulometría y consistencia. Los dos principales métodos de clasificación de suelos son:
  - Método AASHTO (HRB): La clasificación se realiza basada en el tamaño del grano y en la plasticidad, de acuerdo con este sistema y con base en su comportamiento, los suelos están clasificados en ocho grupos designados por los símbolos del A-1 al A-8. En este sistema de clasificación los suelos inorgánicos se clasifican en 7 grupos que van del A-1 al A-7. Estos a su vez se dividen en una total de 12 subgrupos. Los suelos con elevada proporción de materia orgánica se clasifican como A-8. Esta clasificación puede ser utilizada cuando se requiere una clasificación geotécnica precisa, especialmente para la construcción de carreteras.
  - Método SUCS (Sistema unificado de clasificación): Permite la identificación de los suelos en el terreno, los agrupa de acuerdo a su comportamiento como material para construcción en función de sus propiedades de granulometría y plasticidad.

- Método Proctor estándar: Para la determinación del método Proctor estándar se realizarán los siguientes ensayos:
- Humedad Natural: es la relación del peso del agua y el peso seco, de un suelo, la humedad natural de un suelo permite estimar su posible comportamiento como subrasante.
- Ensayo de CBR: Mide la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo y para poder evaluar la calidad del terreno para subrasante, sub base y base de pavimentos.
- Subrasante: Es la capa de terreno de una carretera que soporta la estructura de pavimento y que se extiende hasta una profundidad que no afecte la carga de diseño que corresponde al tránsito previsto.
- Base: Es la capa que se encuentra bajo la capa de rodadura de un adoquinado. Debido a su proximidad con la superficie debe poseer alta resistencia a la deformación.
- Sub base: Es la capa que se encuentra entre la base y la subrasante en un adoquinado. Debido a que está sometida a menores esfuerzos que la base, su calidad puede ser inferior y generalmente está constituida por materiales locales granulares o marginales.

### **3.2.3.6 Diseño estructural de pavimento**

El Índice de serviciabilidad Inicial (po): Es la función del diseño de pavimentos y del grado de calidad durante la construcción.

El Índice de serviciabilidad final (pt): Es el valor más bajo que puede ser tolerado por los usuarios de la vía antes de que sea necesario el tomar acciones de

rehabilitación, reconstrucción o repavimentación, y generalmente varía con la importancia o clasificación funcional de la vía cuyo pavimento se diseña.

Pérdida de serviciabilidad ( $\Delta$ PSI): Es la diferencia entre la serviciabilidad inicial y la final.

ESAL´S (Wt18): Es la transformación de ejes de un tránsito mixto que circula por una vía a ejes equivalentes haciendo uso del factor de equivalencia de carga acumulado durante el período de diseño (8.2 ton).

Número Estructural (SN): Es capacidad de la estructura para soportar las cargas bajo las condiciones (variables independientes) de diseño.

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

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

Módulo de resiliente (MR): Es la propiedad utilizada para caracterizar el suelo de las funciones del camino y otras capas.

### **3.2.3.7      Diseño geométrico**

Sección típica: La sección típica de calle estará conformada por los siguientes elementos:

Derecho de vía, Carril, Calzada, andén, espesores de la capa estructural, Bordillo, Caite estos dos últimos conforman lo que es la cuneta.

Vehículo de diseño: Los vehículos de diseño son los vehículos automotores predominantes y de mayores exigencias en el tránsito que se desplaza por las carreteras, por lo que, al tipificar las dimensiones, pesos y características de operación de cada uno de ellos, se brinda al diseñador los controles y elementos a los que se deben ajustar los diseños para posibilitar y facilitar su circulación irrestricta.

Clasificación funcional: La clasificación funcional de las vías agrupa a las carreteras según la naturaleza del servicio que están supuestas a brindar y tiene estrecha relación con la estructura y categorización de los viajes.

Derecho de vía: Faja de terreno cuyo ancho es determinado por la autoridad y que es necesario para la construcción, conservación, reconstrucción, ampliación, protección y en general, para el uso adecuado de una vía.

Velocidad de diseño: La velocidad de diseño o Velocidad Directriz, es la velocidad seleccionada para determinar varias características geométricas de la carretera. Esta debe ser consistente con la topografía, el uso de la tierra adyacente y la clasificación funcional de la carretera.

Coeficiente de fricción transversal: El factor de fricción transversal depende principalmente de las condiciones de los neumáticos de los vehículos, del tipo y estado de la superficie de rodamiento y de la velocidad del vehículo. Para elegir el máximo factor de fricción transversal recomendado para el diseño debemos fijar su control en la falta de comodidad que percibe el conductor cuando recorre una curva a una velocidad determinada. La AASHTO ha adoptado un coeficiente que ofrece un buen margen de seguridad y su variación obedece a una función lineal en función de la velocidad de diseño:

**Ecuación N°1**       $f + 0.000626V - 0.19 = 0$

Donde:

f: coeficiente de fricción transversal

V: velocidad en kilómetros por hora.

Radio de curvatura mínimo: Los radios de curvatura mínimos son los valores límites de la curvatura para la velocidad de diseño adoptada y está relacionada con la sobreelevación máxima y la máxima fricción lateral seleccionada para el diseño. Utilizando los valores de fricción lateral recomendados y la super-elevación máxima en función de la velocidad de diseño los radios mínimos de curvatura horizontal pueden calcularse utilizando la formula descrita a continuación:

**Ecuación N°2**

$$R_{\min} = \frac{V^2}{127(e_{\max} + f_{\max})}$$

Donde:

R = Radio mínimo de curva, metros

e = Tasa de sobreelevación, en fracción decimal

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

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

Distancia de Visibilidad de Parada: Esta es la distancia requerida por un conductor para detener su vehículo en marcha, cuando surge una situación de peligro o percibe un objeto imprevisto adelante de su recorrido.

Distancia de Visibilidad de Adelantamiento: se define como la mínima distancia de visibilidad requerida por el conductor de un vehículo para adelantar a otro vehículo que, a menor velocidad relativa, circula en su mismo carril y dirección, en condiciones cómodas y seguras, invadiendo para ello el carril contrario, pero sin afectar la velocidad del otro vehículo que se le acerca, el cual es visto por el conductor inmediatamente después de iniciar la maniobra de adelantamiento.

### **3.2.4 Estudio del proceso productivo**

El proceso de ejecución estará definido por la forma en que una serie de insumos son transformados en servicio mediante la participación de una tecnología determinada, o sea, una combinación de la definición de los insumos y de los productos, de los recursos humanos requeridos, de la maquinaria necesaria, de los métodos y de los procedimientos de operación.

En el proceso se deben considerar una serie de elementos como:

- Máquinas y equipos, constituidos por los tractores, las herramientas, equipo de mano y los vehículos que se usan en el proceso. Estos se especifican de acuerdo al proceso elegido para el desarrollo de las alternativas, la disponibilidad y el costo.

- La obra física cuya necesidad se determinan principalmente en función de los requerimientos de almacenamiento de los materiales y equipos en el espacio físico.
- Los recursos humanos, los que corresponden a todo el personal requerido, tanto en el nivel gerencial, técnico y mano de obra para el desarrollo de la carretera.
- Los materiales, son los elementos que son necesarios para las alternativas estudiadas como: material selecto, arena, madera, cemento, asfalto, concreto y adoquines, que se incorporan físicamente en cada fase del proceso para obtener la carretera.

### **3.3 Análisis financiero del proyecto**

Su objetivo es ordenar y sistematizar la información de carácter monetario que proporcionan las etapas anteriores y elaborar los cuadros analíticos que sirven de base para la evaluación financiera.

Incluye un detalle de las inversiones del proyecto, clasificación en inversiones fijas y diferidas de capital de trabajo y estimaciones en cuanto a beneficios, costos de producción, de administración, financieros y pagos de impuestos. Además de las proyecciones financieras incluye balance, estados de pérdidas y ganancias y flujos de efectivos proyectados.

#### **3.3.1 Costos de inversión.**

Estos costos contribuyen los conjuntos de recursos necesarios, en la forma de activos corrientes, para la operación normal del proyecto durante su ciclo operativo, para una capacidad y tamaño determinados calculados para el período

de vida útil del proyecto que son el resultado de la superposición de activos fijos más activos diferidos, más capital de trabajo que en este caso no existe.

### **3.3.2 Inversión en activos diferidos.**

Son todos aquellos gastos que se realizan en bienes y servicios intangibles que son necesarios para la iniciación del proyecto, pero no intervienen en la producción del mismo. Los gastos de formulación y estudios técnicos tales como el de suelos y topográficos del proyecto.

### **3.3.3 Beneficios del proyecto.**

Por ser este un proyecto de tipo social, no existe bajo ningún concepto la remuneración por la construcción de la vía en los sectores, pues no habrá peaje u otra forma de recuperación de la inversión.

Sin embargo, hay beneficios asociados a la construcción de la misma, tales como: ahorro en el gasto de enfermedades para el municipio, el aumento del valor de las viviendas beneficiadas, reducción en el costo de mantenimiento y gasto de combustible vehicular, debido a mejores condiciones de la vía.

## **3.4 Análisis económico del proyecto**

Al aplicar los factores de conversión al flujo de caja financiero, se obtiene el flujo de caja económico. Estos resultados económicos permiten concluir que, desde el punto de vista económico-social, si el proyecto es conveniente para la sociedad y por ende debe llevarse a cabo o si no lo es.

### 3.4.1 Factores a incluir en una evaluación económica financiera del proyecto.

- Definir el horizonte de planificación: esto es, establecer el periodo de tiempo que abarcará el estudio.
- Determinar el rendimiento del dinero: La cuantificación de los ingresos y los egresos se hace con base en las sumas de dinero que el inversionista recibe, entrega o deja de recibir, generalmente se utilizan los precios de mercado para valorar los requerimientos y productos del proyecto. En estos el grado de incertidumbre puede ser abordado mediante la especificación del rendimiento del dinero, o sea una rentabilidad mínima aceptable.
- Determinación de los precios sociales: El proceso de asegurar una distribución óptima de los recursos incluye el cálculo y uso de los precios sociales en la evaluación socioeconómica de los proyectos de inversión pública. En atención de esto el Sistema Nacional de Inversiones Públicas (SNIP) ha venido realizando esfuerzos para determinar precios sociales de factores básicos de producción: Tasa Social de Descuento (TSD), mano de obra y precio social de la divisa.

Los precios sociales deben ser usados por los proyectistas y/o formuladores en la evaluación socioeconómica del proyecto, estos representan valores oficiales que reflejan el costo real para la sociedad.

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

### **3.4.2 Evaluación económica del proyecto.**

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

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

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

#### **Valor Actual Neto (VAN)**

Se define como el valor obtenido actualizando, separadamente para cada año, la diferencia entre todas las entradas y salidas del efectivo que suceden durante la vida de un proyecto a una tasa de interés fija predeterminada. Los VAN que se obtiene para los años de la vida del proyecto se suman para obtener el VAN del proyecto.

# **IV DISEÑO METODOLÓGICO**

## **4.1 Elementos del diseño de investigación**

### **4.1.1 Descripción del diseño de investigación**

El tipo de diseño de investigación a utilizar será de no experimental porque no se hace manipulación de variables, más bien se aplica un conocimiento a un caso específico, en este caso la metodología de formulación y evaluación en la construcción del tramo de carretera Empalme de Terrabona – Terrabona.

### **4.1.2 Descripción del tipo de investigación**

La investigación es de tipo descriptiva porque este estudio busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Se medirá, evaluará o recolectará datos sobre la situación actual de la comunidad y sus principales problemáticas para ser estudiadas en un documento a nivel de factibilidad.

### **4.1.3 Descripción del universo de estudio.**

El universo de estudio que se identifica son las familias del área de influencia del tramo de carretera Empalme de Terrabona – Terrabona, las condiciones socioeconómicas y los servicios que la población del área de influencia tiene.

## **4.3 Metodología para el diagnóstico de la situación actual**

Para el diagnóstico de la situación actual se requiere una recopilación de datos y el análisis de los mismos.

Los datos primarios son los que se obtienen directamente del usuario. Para obtener datos primarios se realizarán entrevistas y encuestas a pobladores de la zona de estudio, a funcionarios y técnicos de instituciones como la Alcaldía de

Terrabona y Ciudad Darío MTI, MINSA, ENACAL, FISE y otras instituciones relacionadas al sector.

Los datos secundarios son los que se obtiene de estudios que se han hecho. Para obtener datos secundarios se revisarán estadísticas, informes y textos especializados en el tema. Se revisarán datos de proyectos similares que han desarrollado Se investigará por medio de Internet para contactar empresas nacionales e internacionales interesadas y obtener más información.

#### **4.3.1 Recopilación de datos por encuestas**

Para obtener datos de una encuesta se debe determinar cuántas se deben realizar, esto se logra mediante la determinación de una muestra.

##### Determinación de la muestra

Para determinar el tamaño de la muestra cuando los datos son cualitativos es decir para el análisis de fenómenos sociales o cuando se utilizan escalas nominales para verificar la ausencia o presencia del fenómeno a estudiar, se recomienda la utilización de la siguiente formula:

$$\text{Ecuación N°3} \quad n = \frac{n'}{1+n'/N}$$

$$\text{Ecuación N°4} \quad n' = \frac{s^2}{\sigma^2}$$

Sabiendo que:

$\sigma^2$  : es la varianza de la población respecto a determinadas variables.

$s^2$  : es la varianza de la muestra, la cual podrá determinarse en términos de probabilidad como  $s^2 = p(1 - p)$

$se$  : es error estándar que está dado por la diferencia entre  $(\mu - \bar{x})$  la media poblacional y la media muestral.

$(se)^2$  : es el error estándar al cuadrado, que nos servirá para determinar  $\sigma^2$ , por lo que  $\sigma^2 = (se)^2$  es la varianza poblacional.

Las encuestas serán usadas para estudiar características socio económicas de la población de la zona de influencia del proyecto e incidencias de enfermedades y efectos negativos de la carretera en mal estado.

### Proyección de los datos

Mecánica de Proyección: Puede realizarse formulando hipótesis a base de experiencia anteriores o recurriendo a métodos matemáticos.

Método Matemático: El método más común es el método de los mínimos cuadrados.

Desarrollo del Método: El método se basa en la ecuación de la línea recta o tendencia ajustada.

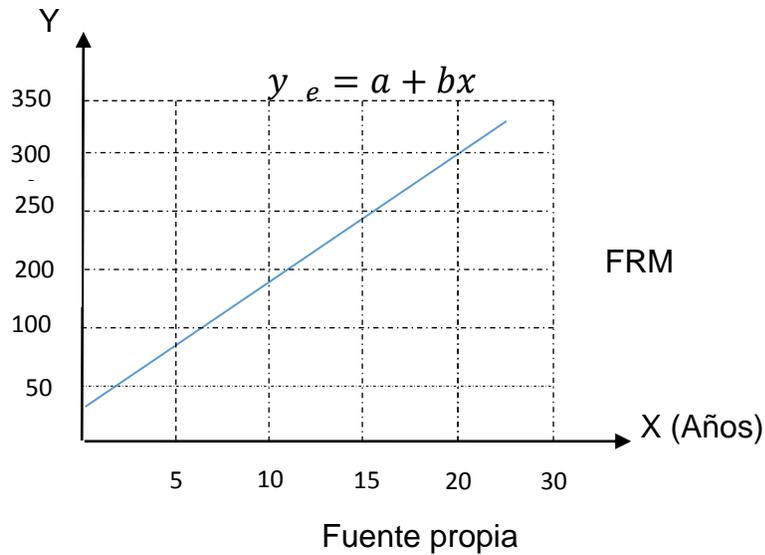
**Ecuación N°5:**  $y_e = a + bx$

$y_e$  : es la variable dependiente, es la información que obtenemos vía registros estadísticos o producto de la investigación de campo.

$a$  y  $b$  : son coeficientes constantes cuyo valor se debe encontrar para obtener las proyecciones.

$X$  : es la variable independiente cuyo valor correspondiente quiere buscarse en cada uno de los años, para los que se pretende encontrar el comportamiento futuro de la variable o variables estudiadas.

Representación gráfica de la línea de tendencia.



Para ajustar una “línea recta” por el método de los mínimos cuadrados, es preciso obtener y resolver dos ecuaciones normales (de primer grado), ya que hay que encontrar dos constantes o incógnitas “a” y “b”

**Ecuación N°6:**  $\sum y = Na + b \sum x$

**Ecuación N°7:**  $\sum xy = a \sum x + b \sum x^2$

#### 4.4 Metodología para el estudio técnico

##### 4.4.1 Estudio de localización

La localización del proyecto se dará, tomando en cuenta la trayectoria o ruta que resulte más servicial y/o más económica en cuanto a su construcción, debido a las condiciones está ya esta dada en el trayecto de la carretera existente.

#### **4.4.2 Tamaño del proyecto**

La carretera Empalme Terrabona - Terrabona inicia en el Km 87.5 de la Nic -1 en el municipio de Ciudad Darío, este camino de 17.16 Km, sirve de comunicación vía terrestres a varias comarcas y comunidades entre las comarcas están: Maunica, El Jícaro, La Joya, Monte Grande, Cuajiniquil y las comunidades de: El Hato, San Esteban, El Achote, Ojo de Agua.

#### **4.4.3 Ingeniería del proyecto.**

Se definirá y especificará técnicamente los factores fijos (edificios, equipos, etc.) y los variables (mano de obra, materia prima, etc.) que componen el sistema.

Se considerará como parte del análisis o estudio técnico, que contribuye a proporcionar en mayor detalle, la información sobre los costos, y por consiguiente, a brindar más elementos de juicio a la hora de analizar alternativas tecnológicas, las que a su vez plantean alternativas financieras y económicas.

Las especificaciones de las áreas, de los volúmenes y de dimensiones, describen la cantidad de espacio requerido, además, es necesario determinar la calidad de este espacio.

##### **4.4.3.1 Estudio de topografía**

Este estudio se hará un levantamiento topográfico con la ayuda de puntos geodésicos especificados en la cercanía del proyecto, se levantarán perfiles longitudinales y perfiles transversales, derechos de vías y otros detalles de la línea del proyecto.

#### **4.4.3.2 Estudio geotécnico**

En este estudio se realizarán muestreo de campo y laboratorio con el propósito de determinar la estratigrafía, características físicas mecánicas de las muestras extraídas tanto de la terracería como de los bancos y el nivel freático.

#### **4.4.3.3 Estudio Hidrológico**

Este estudio estara basado en las siguientes fase:

- Recopilación de la cartografía básica y de los datos pluviométricos.
- Verificación de dichos datos y definición de los tiempos de retorno previstos en el proyecto.
- Realización de visitas de campo al proyecto para localizar las áreas de aportación a cada cruce.
- Identificación de la cuenca Hidrografica
- Obtención de los datos de intensidad de lluvia

#### **4.4.3.4 Estudio Hidráulico**

Este estudio consistirá en determinar el comportamiento Hidráulico de los cauces a su paso por la zona del proyecto, por lo cual será necesario realizar un levantamiento del sistema de drenaje existente por medio de visitas de campo.

#### **4.4.3.5 Estudio de tránsito**

El estudio de tránsito constituye un insumo fundamental para el desarrollo general del proyecto, el cual comprende las siguientes etapas:

- Volumen y clasificación de vehículos
- Distribución del trafico

- Máximo Volumen horario
- Encuesta de origen y destino
- Factor de Ajuste
- Estudio de Velocidades
- Proyección de tráfico

#### 4.5 Metodología para el estudio financiero

Evaluación financiera: En esta etapa se hace uso de los indicadores necesarios para efectuar la evaluación financiera del proyecto, los cuales son:

Tasa Mínima de Rendimiento Aceptable (TMR): Para iniciar un proyecto o empresa se debe realizar una inversión inicial, esta inversión puede venir de varias fuentes, de inversionistas, de otras empresas, de bancos, o una combinación estos, como sea que haya sido, cada uno de ellos tiene un costo asociado al capital que aporte, de tal forma que la empresa formada tendrá un costo de capital propio.

#### Valor presente neto (VPN)

El valor presente neto está dado por:

**Ecuación N°8:** 
$$VPN = \sum_{t=0}^n (B_t - C_t) / (1 + i)^t$$

Donde

$B_t$  y  $C_t$ : son ingresos y costos incluyendo las inversiones en cada año  $t$ ,

$i$ : es la tasa de descuento y  $n$  es la vida del proyecto.

Para una empresa, la correcta tasa de descuento es el costo promedio en el cual cada fondo adicional puede ser obtenido de todas las fuentes, los costos de capital de la empresa.

En el caso cuando  $VPN = 0$ , la tasa de descuento tiene un nombre especial, la tasa interna de retorno (TIR). Si el valor presente neto, es positivo entonces el proyecto puede cubrir todos sus costos financieros con algún beneficio sobrante para la empresa. Si es negativo el proyecto no puede cubrir sus costos financieros y no debe ser emprendido.

Tasa interna de retorno (TIR): es aquella tasa de descuento que hace igual a cero el valor actual de un flujo de beneficios netos, es decir, los beneficios actualizados iguales a los costos actualizados, esta debe compararse con la tasa de descuento que mida el mejor rendimiento alternativo no aplicado o la tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR). Ahora si tomamos en cuenta el análisis que nos proporciona la TIR podría ser de mucha ayuda para una toma de decisión correcta, para ello se presentan a continuación tres condiciones bajo las cuales se evaluarán en este proyecto.

$TIR > TMAR$  El proyecto se acepta

$TIR = TMAR$  Es Indiferente realizar el proyecto

$TIR < TMAR$  El proyecto se rechaza

## **4.6 Metodología para el estudio económico**

### **4.6.1 Evaluación económica**

La evaluación financiera y la económica presentan sus diferencias, el análisis financiero de un proyecto determina la utilidad o beneficio monetario que percibe la institución que opera el proyecto, en cambio el análisis económico mide el efecto que ejerce el proyecto en la sociedad. Estos conceptos diferentes se reflejan en las diferentes partidas consideradas como costos y beneficios, así como en su valoración. Así, el análisis económico incluye en el flujo de costos y beneficios el cálculo de las externalidades, pero excluye los impuestos y transferencias del gobierno.

### Precios de mercado y precios económicos – sociales.

En la evaluación financiera / privada se utilizan los precios de mercado; en la evaluación económica en contraste, se utilizan precios económicos (sociales), los cuales incluyen el verdadero costo de oportunidad de los bienes para la sociedad.

Los precios económicos (sociales) miden el costo alternativo de los recursos para la sociedad, estableciendo las divergencias que tanto a nivel de ingresos como de costos se manifiestan en una economía, atribuible en parte a las imperfecciones del mercado.

Los precios económicos más utilizados son:

- Mano de obra no calificada
- Tasa social de descuento
- Precio social de la divisa

### Ajustes para pasar de la valoración Financiera a la Económica

Al efectuar el análisis financiero y el económico, es conveniente seguir el análisis en los pasos en que está dividido: financiero y económico. No es conveniente comenzar con el flujo de caja económico, ya que la determinación de dichos precios se deriva de los precios de mercado. Por lo tanto, el comienzo de toda evaluación es la financiera.

Para transformar un flujo financiero en flujo económico es necesario establecer factores de conversión de precios financieros a precios económicos, para ello, es necesario subdividirlo en rubros de inversión y de operaciones. A la maquinaria, equipo y materiales importados se le deduce los impuestos de introducción y se

ajusta por el precio económico de la divisa, según el porcentaje de componente importado que tiene el rubro.

### Indicadores de Evaluación

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

La evaluación se hace en base cualquiera de los siguientes criterios:

#### 1. Análisis costo-beneficio

El análisis costo-beneficio es una comparación sistemática entre todos los costos inherentes a determinado curso de acción y el valor de los bienes, servicios o actividades emergentes de tal acción. Poder realizar estas comparaciones exige que el proyectista reduzca todas las alternativas a un mismo patrón común que sea cuantificable objetivamente.

Como su nombre lo indica, se define por, el coeficiente entre los beneficios actualizados y los costos actualizados, descontados a la tasa de descuento (i %).

Se expresa mediante la siguiente fórmula:

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

**Ecuación N°9:**

2. Criterios de rentabilidad.
3. Valor actual neto económico (VANE)

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

**Ecuación N°10:** 
$$VANE = \sum_{t=1}^n \left( \frac{Vt}{(1+k)^t} \right) - I_0$$

Dónde:

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

I0 = es el valor del desembolso de la inversión.

n = es el número de períodos considerados.

K = es el tipo de interés.

La siguiente tabla muestra los criterios de decisión del VANE.

Tabla 1. Criterios de decisión del VANE

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

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

#### 4. Tasa interna de retorno económico (TIRE).

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

**Ecuación N°11:** 
$$VANE = \sum_{i=0}^n \left( \frac{Ft}{(1+TIRE)^t} \right) = 0$$

Ft = Flujo de caja en el tiempo t.

I0 = es el valor del desembolso de la inversión.

n = es el número de periodos considerados.

# **V DESARROLLO DEL DISEÑO METODOLOGICO**

## **5.1 Diagnóstico de la situación actual del Municipio de Terrabona**

Terrabona es un municipio del departamento de Matagalpa en la República de Nicaragua, tiene una población de 14,513 habitantes en el año 2020 y una superficie de 248.89 km<sup>2</sup>, cuenta con una Cabecera Municipal del mismo nombre y 13 comarcas, subdivididas en 52 comunidades.

El municipio de Terrabona se encuentra a 116 KM de distancia de la ciudad de Managua, cuenta con camino de todo tiempo, 18 km de camino de macadán y 98 km de asfalto.

Matagalpa es la Cabecera departamental y se sitúa a una distancia de 62 km. De Terrabona se llega al municipio prácticamente por la carretera panamericana donde se transita por carretera de pavimento hasta el municipio de Darío y 18 km por carretera de doble vía y de camino de Macadán.

### **5.1.1 Descripción de las fuentes de información**

- Las fuentes primarias son las familias de la zona de influencia, los datos levantados del tráfico vehicular y cualquier otra información obtenida en el sitio.
- Las fuentes secundarias son datos de la Alcaldía de Terrabona, Ministerio de Salud, INIDE, Sistema Nacional de Inversión Pública y otras instituciones.

### **5.1.2 Economía del Municipio de Terrabona.**

Este municipio tiene como principal fuente de ingresos la agricultura. La economía de Terrabona está fundamentada en los cultivos de granos básicos como el maíz, frijol y trigo, los otros cultivos de mayor prevalencia son las legumbres dentro de las que tienen mayor participación están el tomate, chiltoma y cebolla.

### **5.1.2.1 Infraestructura socioeconómica**

**Vialidad y transporte:** El acceso a este municipio se realiza a través de una carretera de tierra macadán compactada de doble vía y de todo tiempo (invierno y verano).

En tanto de las 52 comunidades existentes, más de 20 son de camino a pie únicamente. Solo 7 comunidades son de tránsito vehicular en verano, apenas 23 comunidades son de todo tiempo.

**Infraestructura Vial:** En la zona urbana, las calles en su mayoría han reducido el uso de material de balastro (macadán) y las que están se encuentran en regular estado físico. Actualmente existen 400 ml de cunetas. Y 2.9 km de adoquín en el casco urbano. Pero también se cuenta con un Bulevar, que posee más de 300 ml de adoquín. La que se encuentra en la entrada del municipio.

### **5.1.2.2 Infraestructura Productiva**

Este municipio cuenta únicamente con centros de Acopio en la comunidad El Bonete, existe un centro de acopio de granos básicos. Otro ubicado en La Pita, la que tiene una capacidad de 140 quintales de Maíz y 200 quintales de Frijoles. También se cuenta con centro de acopio de Hortalizas en la comunidad del Cuajiniquil.

**Agricultura:** La población agricultora alcanza un 73% de su gran total y se encuentra entre las áreas de 20 a 50 manzanas, seguido por las parcelas de 10 a 20 manzanas y son estas categorías las que siembran la mayor cantidad de cultivos anuales o temporales entre los que se encuentran los granos básicos, las hortalizas representando así la base de los alimentos del Municipio. Existen 1,075

Productores según el MAG-FOR, los que poseen un área de 26,902.79 Mz, los que son aprovechadas en diferentes utilidades del agro.

Hay un área de 7,873.19 Mz en descanso, lo cual incrementa aún más la pobreza a pesar de estar a solo menos de 17 km de la carretera panamericana que abre las posibilidades para un comercio mejor y amplio. El área de Pastos Naturales es de 11,409.99 Mz, Y se cuenta en el municipio con un área de 861.15 Mz destinada a la conservación de bosques.

### 5.1.3 Tasa de Crecimiento Anual 2005 – 2020.

La tasa Anual de crecimiento (TAC) para los últimos 24 años del 0.90% y en el 2000 la población aumentó a 14,771. Lo que representa una Tasa Anual de crecimiento (TAC) para los últimos 4 años del 2.5%. Según el Instituto Nicaragüense de Estadísticas INIDE 2005, es de 0.7 para ambos sexos, 0.6 es la Tasa Anual de Crecimiento para hombres y 0.7 para las mujeres.

Tabla 2. Crecimiento Poblacional desde 2010-2020

<b>Año</b>	<b>2005-2010</b>	<b>2010-2020</b>
Población	13 257	13 749

Fuente. INIDE.

La población del Municipio está distribuida en 85% rural y 16.15 % urbana. En las tablas 3 y 4 se muestra la distribución de la población por edades y por sexo.

Tabla 3 Distribución por sexo

<b>Municipio, Año y Taza de Crecimiento</b>	<b>Ambos Sexos</b>	<b>Hombre</b>	<b>Mujer</b>
2005-2010	13 257	6 830	6 427
2010 – 2020	13 749	7 037	6 712
<b>Tasa de Crecimiento</b>			
2005 – 2010	0.7	0.6	0.9

Fuente. INIDE.

Tabla 4 Distribución por edad

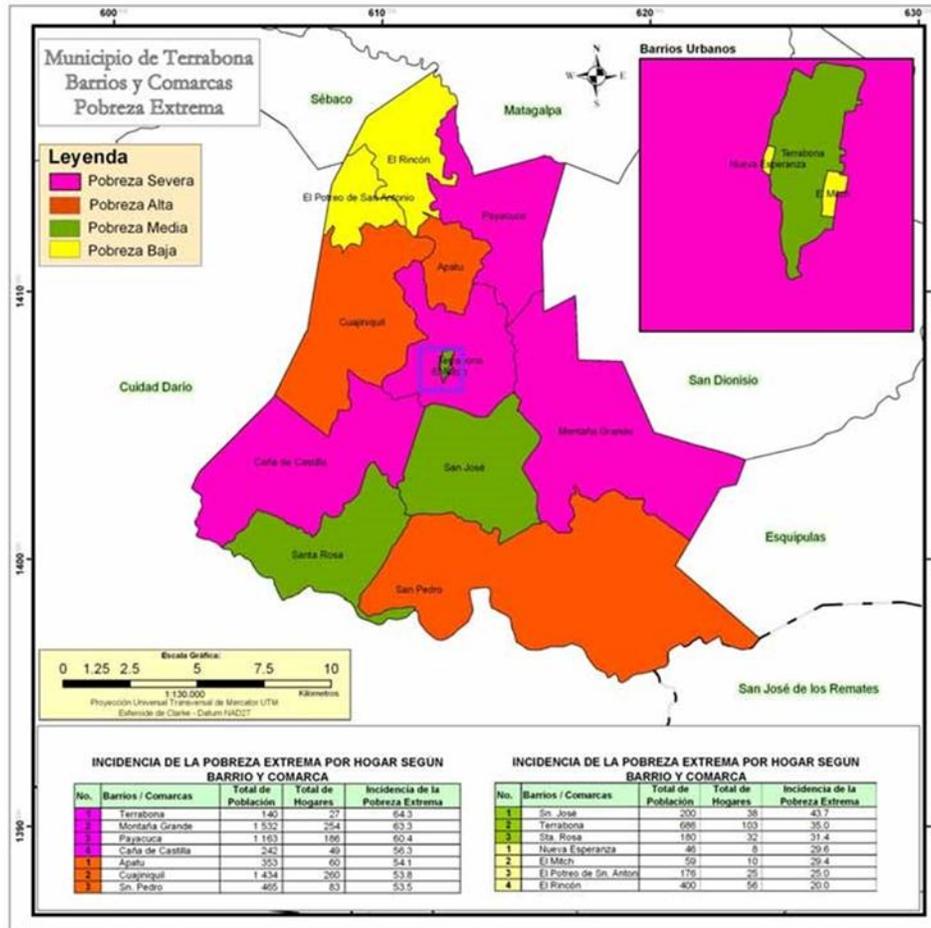
<b>Edad en Años</b>	<b>Población.</b>
0	292
1	304
01- 04	1,270
02-04	966
00-05	1,891
01-05	1,599
06-09	1,353
05-10	2,025
05-12	2,711
10-14	1,712
10-19	3,348
00-14	4,956
15 a mas	8,705
15-59	7,822
60-64	250
65- y mas	633

Fuente. MINSA

Según las recaudaciones que percibe este municipio anualmente, está establecido en la categoría de **G**.

Los niveles de pobreza en base al NBI son de los más altos del país, un 75 % de los hogares están por debajo de la línea de la pobreza, mientras el 25 % es decir prácticamente la mitad de la población vive bajo la línea de extrema pobreza, en el Municipio de Terrabona.

**Ilustración No. 1 Niveles de pobreza en el Municipio de Terrabona**



Fuente. (INIDE, 2007)

### 5.1.4 Nivel de migración e inmigración de la Población en el municipio

La migración es un fenómeno que afecta en su mayoría a los hombres de la comunidad, un 60% de las familias tiene algún miembro, principalmente hombres, trabajando fuera de la comunidad. Durante las temporadas muertas del año (diciembre, enero, febrero, marzo y abril) no hay opciones de trabajo dentro de la agricultura, que es su actividad más importante por lo cual muchas personas optan por migrar hacia otros departamentos e inclusive fuera del país (Costa Rica, El Salvador y Guatemala) en busca de alternativas de trabajo, estos se

desenvuelven en actividades como cortes de café y construcción. Caracterización Municipal 2008.

### 5.1.5 Análisis Social de Ocupantes del derecho de vía

De acuerdo a los levantamientos de la información de campo y a los resultados obtenidos de afectación del derecho de vía, el detalle de los propietarios que serán afectados por la obra, es el siguiente:

Tabla 5 Propiedades afectadas

No	Área (m <sup>2</sup> )	Margen	Propietario
1	151.76	Izq.	Dolores Flores
2	96.51	Izq.	Tomas Gutiérrez
3	63.99	Izq.	
4	233.53	Izq.	
5	362.68	Izq.	
6	97.18	Izq.	Urden Manzanares
7	1,743.00	Der.	Secundino Leiva
8	415.35	Izq.	Diomar Aguinaga
9	434.35	Der.	Xenobia Aguinaga
10	828.67	Der.	Marlon Aguinaga
11	188.60	Der.	Chano Sequeira
12	711.51	Izq.	
13	251.27	Der.	
14	84.69	Der.	Juan Castillo
15	68.45	Izq.	Manuel Hernández
16	96.22	Der.	Juan Castillo
17	569.88	Izq.	Baltazar Hernández
18	286.65	Izq.	Ramiro Hernández

Fuente. (Estudio de tránsito)

Las propiedades cuya afectación serían en su mayoría cercas y terreno con un promedio aproximado a 3 metros lineales, manifiestan consentimiento a fin de que se construya la vía. En el anexo 1, se encuentran las encuestas a los posibles afectados por la recuperación del derecho de vía.

### 5.1.6 Identificación de impactos positivos y negativos del proyecto

En el proceso de identificar los potenciales impactos derivados de la ejecución del proyecto, se realizó reconocimiento del área de influencia, también se observó las condiciones de vida de la población y se entrevistaron a autoridades y pobladores locales, a continuación, se presentan los impactos.

Tabla 6 Matriz de Impactos Positivos

Etapa de Proyecto	Propuesta de Acciones	Naturaleza
Ejecución	Creación de empleo temporal al contratarse mano de obra local durante la ejecución de la carretera.	Directo
Operación y Mantenimiento	Disminución del tiempo de traslado de bienes de consumo y personas entre las diferentes comunidades de la zona.	Directo
	Reducción en el costo de mantenimiento vehicular, debido a mejores condiciones de la vía.	Directo
	Posible aumento del precio terrenos y bienes inmuebles ubicados en el área cercana a la vía.	Indirecto
	Incentivo a la generación de empleo permanente y temporal en las actividades relacionada con la producción de granos, hortalizas y el comercio local.	Indirecto
	Implementación de nuevas ideas de negocios, debido a la mayor demanda de servicios por empresas y personas visitando la zona.	Indirecto
	Mayor acceso a mercados para la comercialización de productos explotados en la zona, favorece al clima de inversión nacional y extranjera.	Indirecto
	Mejor acceso a servicios de educación, salud, agua potable, energía eléctrica, telecomunicación y recreación de la población.	Indirecto

Tabla 7 Matriz de Impactos Negativos

Etapa del Proyecto.	Propuesta de Acción	Naturaleza
Ejecución	Alteración temporal de la calidad de vida de los pobladores, producto de la generación de polvo, emanaciones de gases, ruido de la maquinaria que opere durante la ejecución del proyecto	Directo
	Restricción temporal del acceso de viviendas y negocios adyacentes a la vía.	Indirecto
	Retraso o incumplimiento en el intercambio de bienes y servicios por el desvío y demoras del tráfico temporalmente	Indirecto
Operación y Mantenimiento	Depredación de los recursos forestales y fauna por parte de pobladores en situación de pobreza, para el comercio ilegal.	Indirecto
	Personas y/o familias en situación de pobreza de la zona o emigrantes se ubiquen en el derecho de vía en la etapa de operación.	Indirecto
	Incremento del índice de accidentalidad debido a la mayor cantidad y velocidad de los automóviles circulando en la vía, durante la etapa de operación.	Directo

Se realizó un estudio de tránsito promedio diario, ya que está dentro de la demanda social, pero se reflejará en el estudio técnico, específicamente en el estudio de tránsito, para determinar, así como también las necesidades de la población en cuanto al transporte de los trabajadores, traslado de la producción agrícola hacia otros departamentos y transporte de la población a centros de estudios u otros establecimientos.

El municipio cuenta con 32 escuelas, tres institutos de Secundaria y 18 preescolares. El centro de educación superior, más cercano está a 40 Km. Tiene

112 maestros formales para 2165 estudiantes en diferentes niveles. Cuenta con 791 estudiantes de secundarias a distancia.

El mejoramiento del tramo de carretera Terrabona – El Empalme Terrabona, tendrá una repercusión significativa en el sector productivo favoreciendo a los pequeños y medianos productores de ganado, leche y otros rubros lo que impactará en la generación de empleo y de ingreso a los pobladores de la zona, reduciendo así los índices de pobreza, exclusión social y marginalidad que viven los habitantes de este sector.

El proyecto consiste en el Estudio de prefactibilidad para la construcción del tramo de carretera empalme de Terrabona - Terrabona (17.9 km) por un periodo de 20 años, con el objetivo de promover el desarrollo socio-económico del país, específicamente en el área de influencia del proyecto, al reducir los costos de transporte para los movimientos locales de las personas y productos, facilitando el intercambio comercial y el acceso a los centros de desarrollo social, educación y de salud pública.

## **5.2 Desarrollo del estudio Técnico del Proyecto**

### **5.2.1 Estudio de Localización**

Terrabona, limita: al norte, con los municipios de Sébaco y Matagalpa; al sur, con el municipio de San José de Los Remates al este, con los municipios de San Dionisio y Esquipulas y al oeste, con el municipio de Ciudad Darío. El municipio de Terrabona cuenta con una Cabecera Municipal del mismo nombre y 13 Comarcas, subdivididas en 52 comunidades de acuerdo al Plan de Inversión Municipal.

### 5.2.1.1 Macro Localización

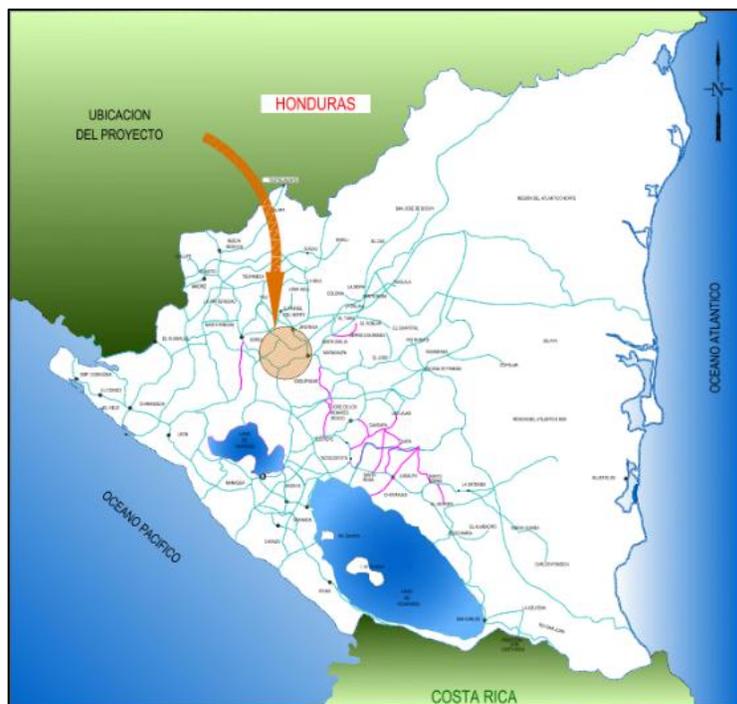
El proyecto se localiza en el departamento de Matagalpa que está ubicado en el centro de Nicaragua, a una distancia de 128 km al noroeste de la ciudad de Managua (capital del país), con una extensión territorial 619.4 km<sup>2</sup> y altitud promedio de 680.21 msnm. Geográficamente se localiza:

- Entre los 12 grados 55'32.1" de latitud Norte
- Entre los 85 grados 55.048'0" de longitud Oeste.

El departamento de Matagalpa tiene como límites municipales:

- Al norte: con el departamento de Jinotega
- Al sur: con los departamentos: Boaco y Managua
- Al este: con los departamentos: Región Autónoma Atlántico Norte, Región Autónoma Atlántico Sur
- Al oeste con los departamentos: Estelí, León.

**Ilustración No. 2 Mapa de Macro localización**

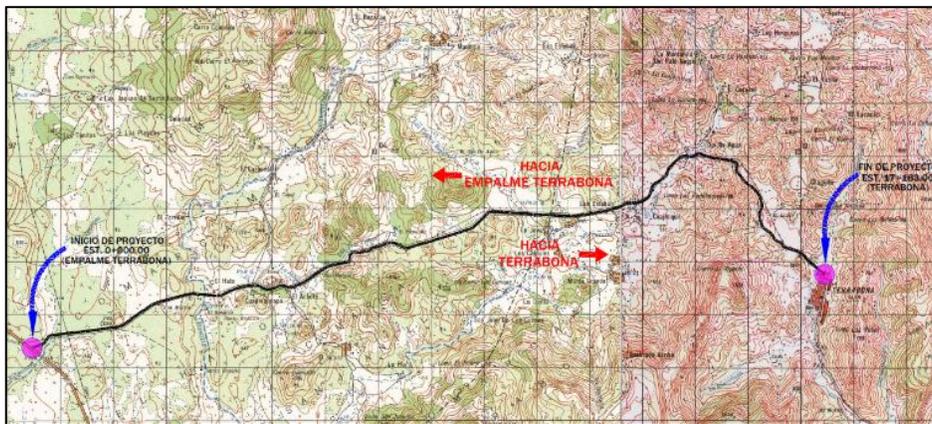


Fuente: Propia

### 5.2.1.2 Micro localización

El proyecto se ubica en la región VI de nuestro país, específicamente en el departamento de Matagalpa y comunica los municipios de Ciudad Darío y Terrabona. La Ciudad de Darío se encuentra ubicada a 90 km de la capital Managua, y se ubica entre las coordenadas 12°43' Latitud Norte y 86°07' Longitud oeste. El Municipio de TERRABONA está ubicado en el sector suroeste del Departamento de Matagalpa, a 116 km de la capital Managua y a 62 km de su cabecera departamental. Se sitúa entre las coordenadas 12°43' latitud norte y 85°58' longitud oeste.

Ilustración No. 3 Mapa de Micro localización



Fuente INETER

### 5.2.2 Tamaño del proyecto

El proyecto consiste en el Estudio de prefactibilidad para la construcción del tramo de carretera empalme de Terrabona - Terrabona (17.9 km), por un periodo de 20 años; con el objetivo de promover el desarrollo socio-económico del país, específicamente en el área de influencia del proyecto, al reducir los costos de transporte para los movimientos locales de las personas y productos, facilitando el intercambio comercial y el acceso a los centros de desarrollo social, educación y de salud pública.

## 5.2.3 Estudio de Topografía

### 5.2.2.1 Levantamiento topográfico

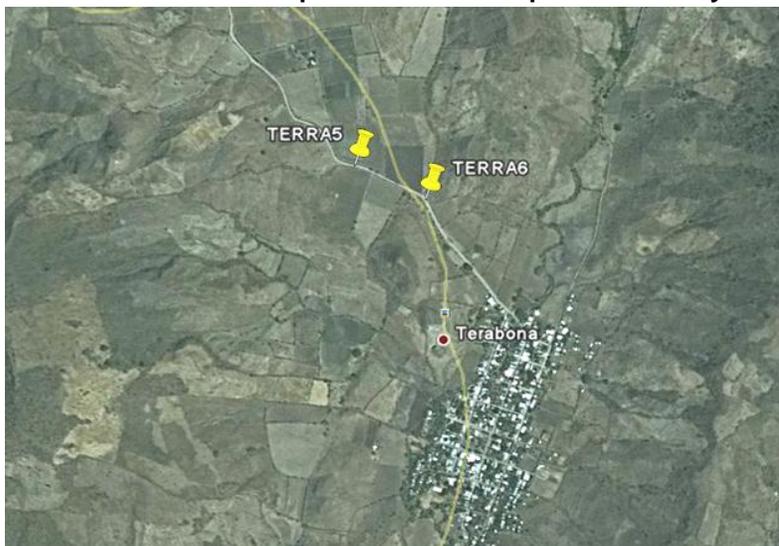
Para conocer la topografía del terreno, fue necesaria la realización de estudios topográficos de campo a partir de 6 puntos georreferenciados, dos en el inicio del proyecto, dos a la mitad del proyecto y 2 al final del mismo en las cercanías de la entrada al municipio de Terrabona, estos puntos de control fueron fijados en mojoneros de concreto de 20 x 20 x 60 cm y en su parte superior se colocó un disco de aluminio de 6 cm que lleva grabado la siguiente identificación GPS1, GPS2, GPS3, GPS4, GPS5 y GPS6 respectivamente.

**Ilustración No. 4 Mapa 1 de ubicación puntos GPS 1,2,3 y 4**



**Fuente. Estudios Topográficos**

**Ilustración No. 5 Mapa 2 de ubicación puntos GPS 5 y 6**



Fuente. Estudios Topográficos

**Tabla 8 Coordenadas UTM de GPS colocados**

Datum: WGS 84				
Sistema: Universal Transverse Mercator (UTM)				
Punto	Norte	Este	Altitud	Observaciones
TERRA1	1,406,331.275	597,824.794	463.090	Mojón de concreto con placa de aluminio al centro
TERRA2	1,406,582.404	597,436.681	461.244	Mojón de concreto con placa de aluminio al centro
TERRA3	1,408,513.265	604,747.909	538.968	Mojón de concreto con placa de aluminio al centro
TERRA4	1,408,600.507	605,075.425	522.347	Mojón de concreto con placa de aluminio al centro
TERRA5	1,408,458.212	611,773.996	546.875	Mojón de concreto con placa de aluminio al centro
TERRA6	1,408,370.183	612,043.000	546.492	Mojón de concreto con placa de aluminio al centro

Fuente. Estudios Topográficos

### **5.2.2.2 Levantamiento del Perfil y Secciones Transversales**

El levantamiento de las secciones transversales de la vía se realizó en intervalos de 20 metros y en una faja de 20 metros, a cada lado del eje central existente; en una longitud aproximada de 17.90 km. El levantado de las secciones transversales

cubre todos los detalles de propiedades, cercos, cunetas, muros, postes de electricidad, postes telefónicos, corrales localizados dentro del derecho de vía. Ver Anexo 3.

### **5.2.2.3 Levantamiento del Derecho de Vía y otros Detalles**

Auxiliados por la red de mojones de replanteo, se realizó el levantamiento de las construcciones privadas o públicas en las inmediaciones del derecho de vía o susceptibles a ser afectadas por la obra, con énfasis en cercos, casas, pozos, comercios, poste de energía eléctrica, teléfonos, tuberías de agua potable, sanitaria, pozos de visita, entre otros, todo con el fin de plasmar en los planos del proyecto, los servicios e infraestructura existente a lo largo de la vía, y considerar, cuando sea el caso, los costos o indemnizaciones que se requieran cuando sea inevitable que el proyecto ocasione afectaciones.

Se puede llegar a concluir que la vía discurre por un terreno montañoso con constantes subidas y bajadas. El trazado horizontal de la vía, presenta un total de 133 curvas con radios bastantes reducidos en algunos sectores. Existe un alineamiento vertical superior al 12% lo que genera problemas principalmente de visibilidad y pérdida de trazado.

La sección del derecho de vía existente varía entre los 11.00 a los 20.00m y la superficie de la carretera está formado, por material de terracería, proveniente de bancos existentes en la zona. El ancho de rodamiento es variable y fluctúa entre los 4.00 a los 6.00m.

#### 5.2.4 Estudio Geotécnico

Se realizaron de 30 sondeos de líneas (manuales) de 1.50 m de profundidad, distribuidos a lo largo de los 17.163 km del camino investigado. En los sondeos realizados se tomaron 86 muestras de los estratos de suelos encontrados. El tramo en estudio está cimentado sobre un manto de roca dacítica, a profundidades que oscila entre los 0.70m a 1.00m, dichas profundidades están detalladas en la Hoja de Resultado de Ensayes de Suelos en los Sondeos Nos. SL-2 y SL-3. En el Anexo 4 se encuentra la tabla de resultados de laboratorio de los sondeos.

Los niveles freáticos se encuentran a poca profundidad, siendo detectados en las siguientes estaciones: 0+994.83 y 0+192.83 a la profundidad de 60cm.

El camino se encuentra en regular estado, ya que su capa de rodamiento está compuesta por una grava areno limosa; que clasifica como A-1-a y A-1-b, soportada por materiales grava areno limo arcilloso que clasifican como A-2-4, A-2-5 y A-2-6; apareciendo la roca a poca profundidad en las estaciones: 0+994.83 y 0+192.83; exceptuando ciertos tramos en donde aparece una arcilla negra de alta plasticidad, que clasifica como A-6, A-7-5 y A-7-6. Este material deberá ser extraído para evitar asentamiento y evitar zona de inestabilidad.

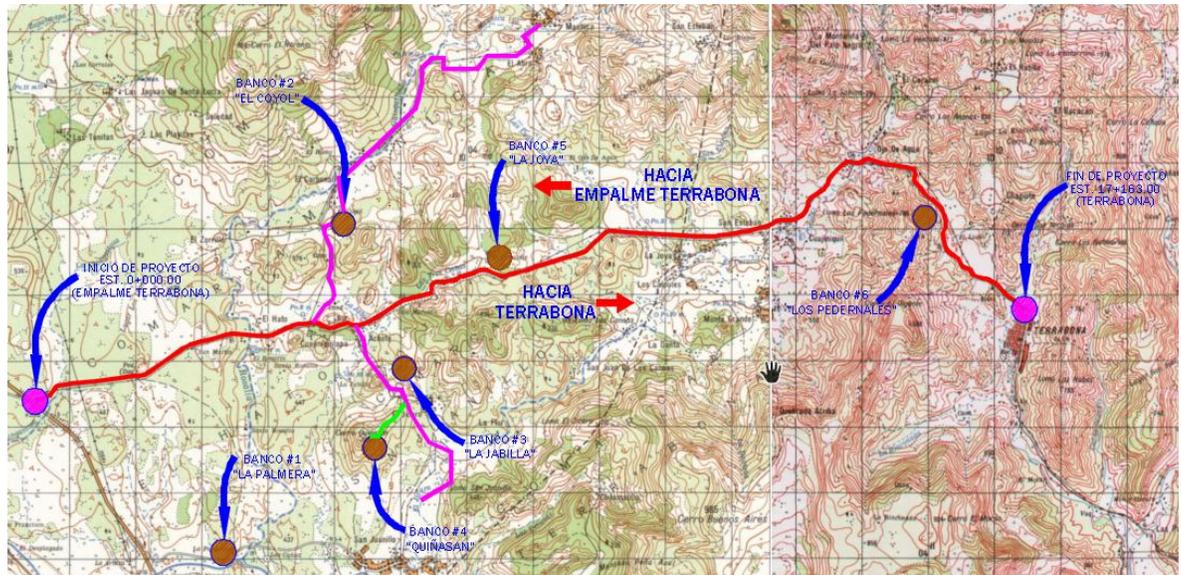
Durante las inspecciones de campo, se localizaron seis fuentes de materiales a lo largo o en las cercanías de la vía.

Los bancos localizados están ubicados de acuerdo al siguiente listado:

1. **Banco El Coyol:** Ubicado en la Comunidad “Cuajiniquilapa” 1,200 m Izquierda Camino hacia “El Carbonal” y “Maunica” que se encuentra a 200 m Derecha.
2. **Banco La Joya:** Ubicado en la Comunidad “La Joya”.

3. **Banco Quiñason:** Ubicado en la Comunidad “El Achote” a la derecha 1 km. Camino hacia “El Jícara” 300 m derecha.
4. **Banco Los Pedernales:** Ubicado en la Comunidad “Ojo de Agua”, 100 m Derecha.

**Ilustración No. 6 Mapa de Ubicación de Bancos de Materiales**



Fuente. Estudios Geotécnicos

### 5.2.3.1 Resultados de los ensayos de los bancos

En base a las muestras obtenidas de calicatas efectuadas en los bancos de préstamos de materiales, se analizaron 15 muestras en el laboratorio y de acuerdo a su clasificación HRB, clasificaron de la siguiente forma:

- Banco El Coyal (A-1-b) (0)
- Banco La Joya (A-2-7) (0)
- Banco Quiñason (A-1-a (0)), (Banco de Roca)
- Banco Los Pedernales (A-2-5 (0)) y (A-2-7 (0)).

El Banco El Coyal que presenta una clasificación de A-1-b (0), y un índice de plasticidad igual a no plástico, se mezcló al 50 % con el Banco La Joya que

presenta una clasificación A-2-7 (0), y un índice de plasticidad igual a 12, de la mezcla resulta una clasificación de A-1-a (0) con un índice de plasticidad igual a 5.

De acuerdo a la tabla de calificación de los suelos del manual del Instituto del Asfalto, de 1962, capítulo 5, el Banco “EL COYOL”, que clasifica como A-1-b (0) en su calificación general es bueno y puede ser utilizado como base o sub base. El Banco “QUIÑAZON” que clasifica como A-1-a puede ser utilizado como material de base triturada y agregados para concreto, que de acuerdo a su calificación general clasifica como excelente como material de base. El Banco “LA JOYA” que clasifica como A-2-7 (0) en su calificación general, clasifica como regular como base, pero mezclado al 50% con el Banco “EL COYOL”, clasifica como A-1-a y su calificación es excelente como base o sub base. Banco “Los Pedernales” este clasifica como A-2-5 y A-2-7 de acuerdo a la calificación general, son regulares como subbase.

En cuanto a los bancos de préstamo de materiales, éstos presentan buenas características físico mecánicas, clasificando como gravas arena limo arcillosas (clasificando como un A-2-4, A-2-6 y A-2-7) su extracción puede hacerse con un tractor pesado, ya que la roca es sumamente fracturada.

Como material selecto (terracerías) pueden utilizarse los bancos en su forma natural los bancos estudiados.; éste deberá colocarse en capas no mayores de 20 cm y compactadas al 100% mínimo del Proctor Estándar, debiendo eliminársele las partículas mayores de 3” antes de su conformación y compactación.

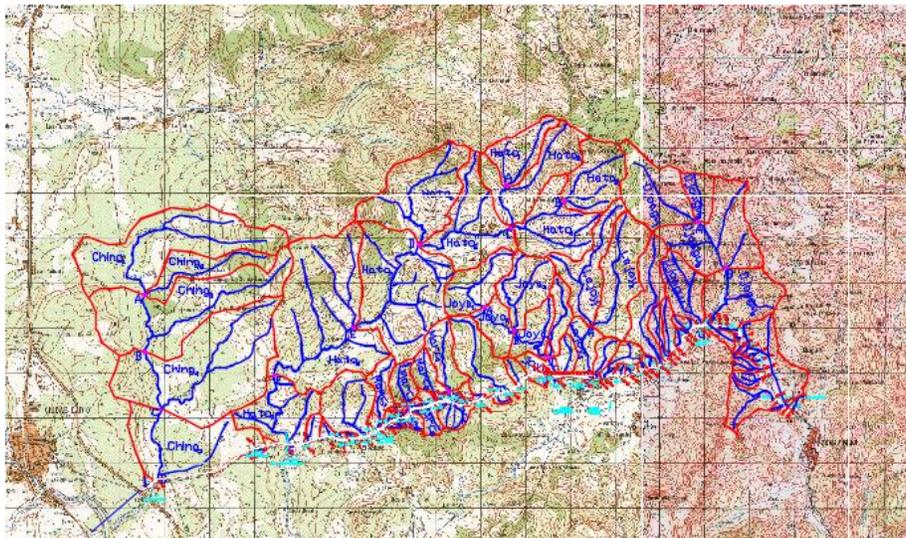
En el anexo 5 se muestran los resultados de densidad máxima, peso volumétrico seco, humedad optima, % de compactación reproducida, valor CBR (%) e hinchamiento (%) promedio de los bancos de materiales

### 5.2.5 Estudio Hidrológico

Las alcantarillas que existen están bien ubicadas con respecto a los cruces de agua, en ciertas alcantarillas el flujo de agua está pasando sobre la vía, además que el camino carece del bombeo que debe tener la calzada y así el agua escurra hacia los lados y sacar el agua más rápidamente a través de las cunetas, las cuales van a ir a descargar a las alcantarillas del tramo o por medio de salidas laterales con bajantes.

El 50% del drenaje del camino drena de Derecha a izquierda y el otro 50% drena Izquierda a Derecha. En este camino existen en total 20 obras de cruce de drenaje transversal (17 alcantarillas de TCR y 3 Vados). Las cuencas de drenaje de este proyecto están dentro de la cuenca hidrográfica No. 55, con el nombre del Rio Grande de Matagalpa.

**Ilustración No. 7 Mapa de Cuenca hidrográfica No. 55**

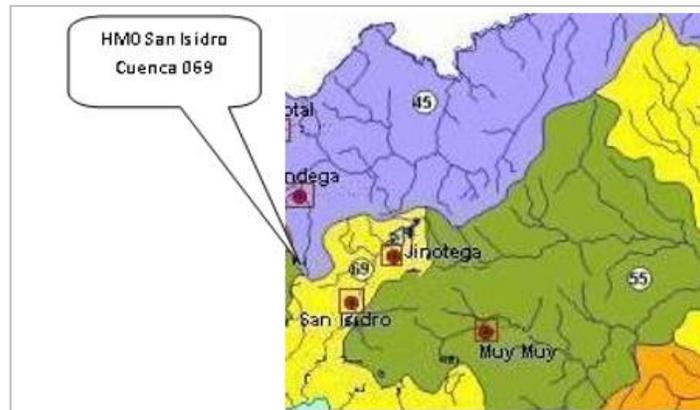


**Fuente. Estudios Hidro técnico**

### 5.2.4.1 Información Hidrometeorológica

Los datos de las intensidades máximas anuales se obtienen de INETER (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales). Para el tramo Empalme Terrabona - Terrabona, se selecciona la estación meteorológica principal de San Isidro que pertenece a la cuenca 069 Río San Juan, esta estación tiene 33 años de registro continuo que va desde el año de 1977 al año 2009. Los datos de intensidad máxima anuales se obtienen mediante la compra de las curvas IDF (Intensidad-Duración-Frecuencia) en INETER.

Ilustración No. 8 Mapa 3 ubicación Cuenca 069 San Isidro



Fuente: INETER

El clima del municipio de Ciudad Darío es de Sabana Tropical, la temperatura varía entre los 28° y 25° C. La precipitación oscila entre los 800 y 1000 mm. El municipio de TERRABONA se caracteriza por tener un clima cálido y su temperatura oscila entre 24° y 26°grados centígrados. La precipitación anual varia de 800 – 2,300 mm. El Municipio presenta un periodo lluvioso que abarca los meses de mayo a octubre.

Los resultados de los estudios Hidrológicos de los cruces de drenaje mayor en lo que concierne a las cajas No: 11, 26, y 27 (**ver anexo 6**), se realiza con metodología de Transito de Avenidas y la obra No.53 (**ver anexo 7**), se determina por Método Racional. En la tabla 9 se presentan un resumen de las áreas y caudales estimados en los cruces de drenaje mayor con obras tipo cajas.

Tabla 9 Áreas y caudales estimados en los cruces de drenaje mayor

Número y Estación del cruce	Área de Drenaje (Km <sup>2</sup> )	Caudal de Diseño para Tr = 50 años (m <sup>3</sup> /seg)
No.11, Est. 5+719.13	3.78	29.22
No.26, Est 10+117.46	5.61	38.64
No.27, Est 10+711.96	4.37	38.68
No.53, Est 16+952.36	2.70	25.30

Fuente: Estudio Hidráulico

En el caso de la caja No.53, Est 16+952.36, el caudal se estima por método Racional para un periodo de retorno de 50 años, no se hace aplica el método de Transito de Avenidas de Muskingum por ser un área menor a 3.0 Km<sup>2</sup>.

En la tabla 10, se presenta las obras de Drenaje Mayor Tipo Puente que son las obras: No.2, La Chingastosa; No.4, El Hato y No.40, Ojo de Agua, (**ver anexo 3**) El caudal de Diseño de estas obras se realiza con la metodología de Transito de Avenidas de Muskingum.

Tabla 10 Obras de drenaje mayor tipo puente

Número y Estación del cruce	Área de Drenaje (Km <sup>2</sup> )	Caudal de Diseño para Tr = 100 años (m <sup>3</sup> /seg)
No.2, Est. 0+471.10	20.42	122.39
No.4, Est 3+548.35	25.62	100.90
No.40, Est 13+845.95	8.49	85.31

Fuente: Estudio Hidráulico

### 5.2.6 Estudio Hidráulico

El proyecto en estudio tiene actualmente 20 obras de drenaje transversal existentes, compuestas de tuberías de sección circular de concreto reforzados y una de ellas de metal corrugado, además de 3 estructuras tipo vado. De los

estudios hidro técnicos, se determina que el 85 % de las obras transversales presentan incapacidad hidráulica. Por tanto, el sistema de drenaje a lo largo del camino es considerado malo.

Se van remover totalmente 7 alcantarillas, 3 Vados y 1 Puente vado; 1 de esta alcantarilla pasa a estructuras de caja de concreto reforzado (Drenaje Mayor); otros 7 restantes pasan a obras de drenaje de mayor capacidad hidráulica (mayores dimensiones).

El puente vado será reemplazado por un puente de 20m de claro, así mismo el cruce No.40 que tiene una estructura de 189 plg de diámetro compuesta por tubería circular de metal corrugado, será reemplazado por un puente de 20m de claro.

En resumen, de las 20 obras de drenaje transversales existentes; así va quedar la situación cuando se ejecute el proyecto: 3 alcantarillas se mantienen y se tiene que alargar su longitud al nuevo ancho de rodamiento; 5 alcantarillas existentes se les debe anexar una obra a la par del mismo diámetro para mejorar su capacidad hidráulica y 12 obras de drenaje se van remover totalmente.

Cuando se ejecute el proyecto tendrá 56 obras de drenaje transversal; 3 de ellas puentes, 4 cajas de concreto reforzado y 49 alcantarillas entre sencillas y múltiples. Todas las alcantarillas serán de concreto Reforzado y el menor diámetro instalado ya con la ejecución del proyecto será de 36 plg y el diámetro máximo es 72 plg. En las fotografías No. 1 y 2 se muestran los tipos de obras encontrados.



**Fotografía 1. Drenaje Menor**



**Fotografía 2. Drenaje Mayor**

### **5.2.7 Estudio de Transito**

Para este estudio se realizaron las siguientes encuestas: conteo Vehicular clasificado, encuesta origen, destino en el camino y dentro del bus y estudio de velocidad de recorrido y demoras. Ver Anexos del 8 al 10.

Los resultados obtenidos de las encuestas de trafico registraron 265 vehículos predominando los camiones C2 de 5 toneladas, las camionetas de 3.5 toneladas, los buses de 60 pasajeros y las motocicletas, los automóviles prácticamente no tuvieron participación notoria, como consecuencia del mal estado del camino, ya que los carros son numerosos en todo el país.

Los autobuses como predominantes en el transporte de pasajeros movieron 543 pasajeros en los cinco días de encuesta y el tráfico promedio diario fue de 289 vehículos ya expandido por el tráfico nocturno encuestado el viernes 17 de junio del 2015. También fue relevante la falta de movilidad de vehículos entre la 1 y 3 de la madrugada. La producción básica registrada fue de frijol, maíz, arroz, cebolla, rábano, remolacha, lechuga, chiltoma, tomate, carne de res y carne de cerdo; el clima se caracterizo durante las encuestas como lluvioso y soleado.

En el estudio de Origen y Destino, se registraron 3026 pasajeros viajando entre 33 orígenes y 28 destinos, siendo los más numerosos Ciudad Darío y Terrabona, siendo Terrabona el de mayor atracción de viajes con 916 y Ciudad Darío como origen tiene 735. Los vehículos se movieron desde Ciudad Darío 117 y desde Terrabona 107.

### 5.2.6.1 Resultado de las investigaciones del estudios de tráfico

#### Cálculo del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA)

La estimación de este importante indicador de tráfico se basa en los conteos de 5 días continuos durante 12 horas entre las 6 am y 6 pm haciéndose en 1 día de los 5, un conteo de 24 horas.

Para alcanzar la realidad de esta vivencia sobre ruedas hay que encontrar resultados del orden siguiente.

- Aplicar factores de ajuste de conteos de 12 horas a 24 horas.
- Utilizar factores de expansión semanal, mensual y anual, para establecer el TPDA base de las proyecciones.

Tabla 11 Conteo vehicular clasificado y redondeado total y promedio

No.	Tipo Vehículo	Total, vehículos	promedio 5 días	Prom. redondeado	% Promedio redondeado
1	Carro	28	5.6	6	2
2	Utilitario	7	1.4	1	1
3	Microbús	6	1.2	1	0
4	Bus	83	16.6	17	6
No.	Tipo Vehículo	total, vehículos	promedio 5 días	Prom. redondeado	% Promedio redondeado
5	Camión liv.2.5	32	6.4	6	2
6	C2	143	28.6	29	11
7	C3	1	0.2	0	0
8	Camioneta	495	99	99	38
9	Bici	228	45.6	46	17
10	Moto	282	56.4	56	22
11	Tráiler	0	0	0	0
12	Agrícola	0	0	0	0
<b>Total 5 días</b>		<b>1,305</b>	<b>261</b>	<b>261</b>	<b>100%</b>

Nota: Cifras redondeadas fuente propia

Se nota claramente que las motocicletas con el 22% y las camionetas de tina con el 38% alcanzan el 60% del total. Los automóviles compiten solo con el 2% situación contraria a los registros de vías de mejores condiciones que alcanzan valores superiores al 60%.

En los anexos 11 y 12 se encuentra el TPDA Pronosticado 20 años (sin proyecto) y el TPDA Pronosticado 20 años (con proyecto).

Tabla 12 Conteo vehicular clasificado como porcentaje por tipo de vehículo direccional

No.	Tipo Vehículo	Sentido		Total	%
		Empalme Terrabona-Terrabona	Terrabona-Empalme Terrabona		
1	Carro	14	15	29	2%
2	Utilitario	7	0	7	1%
3	Microbús	4	2	6	0%
4	Bus	40	43	83	6%
5	Camión liv. 2.5	11	21	32	2%
6	C2	113	30	143	11%
7	C3	1	0	1	0%
8	Camioneta	238	247	495	38%
9	Bicicleta	138	90	228	17%
10	Moto	144	138	282	22%
<b>Total</b>		<b>710</b>	<b>596</b>	<b>1306</b>	<b>100%</b>
<b>%</b>		<b>54%</b>	<b>46%</b>	<b>100%</b>	

Fuente. Estudio de tráfico

#### a) Conteos nocturnos

Para completar un día de 24 hrs de conteos de tráfico, se hizo un conteo nocturno de 12 hrs, entre las 6pm del día 17 junio y las 6 am del día 18 de junio; dando como resultado un total de vehículos cuya distribución horaria y tipología se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 13 Conteo de 12 horas nocturnas y clasificación

HORA	VIERNES 17/06/15		SABADO 18/06/15		TOTAL
	SALIDAS	ENTRADAS	SALIDAS	ENTRADAS	
6-7pm	1	2	-	-	3
7-8pm	6	2	-	-	8
8-9pm	3	-	-	-	3
9-10pm	6	-	-	-	6
10-11pm	1	-	-	-	1
11-12pm	0	-	-	-	0
12-1am	-	-	0	-	0
1-2am	-	-	0	-	0
2-3am	-	-	0	-	0
3-4am	-	-	0	-	0
4-5am	-	-	2	-	2
5-6am	-	-	2	-	2
Total, Veh.	17	4	4	-	25

Fuente. Estudio de tráfico

Tabla 14 Clasificación Vehicular

TIPO	CANTIDAD
Bus	6
Camioneta	7
Bici	1
Moto	11
<b>TOTAL</b>	<b>25</b>

Fuente Propia

Al TPD de la encuesta hay que ajustarlo a la representación anual o TPDA. Se ajustará del día a la semana, de la semana al mes y de este último al año. Para cada uno existen factores que se remontan a la época de conteos de 24 horas continuas para todo el año que en este caso se ha seleccionado 1970, por ser un año de una época estable, política económica y socialmente.

Tabla 15 Proyección vehicular para el periodo de diseño

Año	Moto	Veh. Liv.	Pesados de Pasajeros		Pesados de Carga				TPDA (vpd)
			MBus	Bus	C3	C2	C2 Liv.	Otros	
2015		9	1	21		108	154		293
2016		10	1	22		111	158		302
2017		10	1	22		115	163		311
2018		10	1	23		118	168		320
2019		10	1	24		122	173		330
2020		11	1	24		125	179		340
2021		11	1	26		132	187		357
2022		12	2	27		135	196		372
2023		13	2	28		140	205		388
2024		13	2	30		144	215		404
2025		14	2	31		148	226		421
2026		15	2	33		156	239		445
2027		15	2	35		165	252		469
2028		16	2	37		174	266		495
2029		17	2	39		183	281		522
2030		18	2	41		193	297		551
2031		19	3	43		204	312		581
2032		20	3	45		215	330		613
2033		21	3	48		227	348		647
2034		22	3	50		240	367		682
2035		24	3	53		253	387		720

Fuente Propia

**b) Factores de ajuste para cálculo del TPDA base de las proyecciones de diseño, en conjunto con tráfico desarrollado**

<u>Identificación</u>	<u>Año base para ajustes</u>
	<b><u>1970</u></b>
- Transito promedio 5 días de encuesta 261 veh/día	261
- Transito promedio del 17/06/15vpd	146
- El 17/06/15 Conteo Nocturno 35 veh, (12hrs)	25
- Vehículos totales diurno + nocturno 146+25= 171	171
- Porcentaje Nocturno 25/146=	17%
- Volumen de tránsito diario semanal 1.17x 261	305
- Factor de expansión mensual y anual	0.95
Transito Promedio Diario Anual 305x0.95	289 Veh.

**Factor de Expansión Anual.**

FEMA= NC

**Ecuación N0 12:**

$$\text{Factor "N"} = \frac{\text{Promedio de días laborales de junio de 1970}}{\text{Promedio Meses del año}} = 0.966$$

**Ecuación N0 13:**

$$C = \frac{5 + M_1 + M_2}{7} = \frac{5 + 0.967 + 0.877}{7} = 0.98$$

$$NC = 0.96 \times 0.98 = 0.95$$

Transito Promedio Diario Anual. TPDA= 305x0.95= 289 Vehículos, base de las proyecciones del tráfico actual

**c) Factores de ajuste del MTI estaciones de control**

				<b>Expansión</b>
C	104	Km.56	C. Norte	0.967
C	105	Km.80		0.967
C	107	Km.109		0.967
C	701	Km.55	C. Al Rama	0.898
C	702	Km.87		<u>0.920</u>

Nótese que estos factores son similares a los utilizados en el cálculo anterior del TPDA.

**\*1970:** Volúmenes de Tránsito en las Estaciones Permanentes de Control y Sumarias División de Planificación MOP. Cuadro 45. Pag.61

Los conteos de tráfico llevados a cabo entre el 16 y 20 de junio de 2015, durante 5 días del mes de junio, arrojaron un TPD de 261 vehículos que agregándole 25 vehículos del conteo nocturno de 12 horas arroja 286 VPD.

**Estudio de Velocidades**

**a) Velocidades de Punto**

Para obtener las velocidades de punto, se registraron 1014 vehículos de todo tipo durante los 5 días de 12 horas diarias; según se puede notar en la tabla siguiente.

Tabla 16 Encuesta vehicular

Fecha	Vehículos	%
16.06.15	160	15.8
17.06.15	250	24.1
18.06.15	108	10.1
19.06.15	272	26.8
20.06.15	224	22.2
<b>Total</b>	<b>1014</b>	<b>100.0</b>

Fuente propia

El día con mayor volumen fue el día 19 de junio del 2015, con 272 unidades que representa el 26.8 % del total y el 17 del mes de junio con el 24.1%.

La velocidad encontrada como promedio de vehículos clasificados fue de 27.17 kph. Esta cifra corresponde al promedio de todos los días; por aparte se nota que el día domingo 19, fue superada con 32.32kph y la moto desarrollo 36.32 kph. En el siguiente cuadro, se presentan los detalles de esta variable por tipo de vehículo y cada día del periodo de estudio.

Tabla 17 Velocidades de punto de vehículos clasificados (KPH)

Tipo de vehículo	16/06/15	17/06/15	18/06/15	19/06/15	20/06/15	PROM. %
Bus	19.82	26.09	24.59	38.35	23.54	26.5
C2	26.41	30.71	27.70	26.25	28.51	27.9
Moto	48.07	36.43	34.08	32.50	30.53	36.32
Camioneta	24.95	23.85	23.33	26.75	21.90	24.15
Camión Liv.	11.6	-	25.39	35.75	18.40	22.78
Carro	-	22.96	23.59	31.36	-	25.97
Microbús	-	22.13	-	35.33	21.06	26.17
Promedio total	26.17	27.02	26.44	32.32	23.90	27.17

Fuente propia

## b) Velocidades de marcha por El método del Vehículo en Movimiento

Se realizaron 24 recorridos en el periodo de estudio, para conocer la Velocidad Promedio Diaria y de todos los días, para tener una idea de la influencia que tiene la planimetría y altimetría de la vía en conjunto con su estado físico y medio ambiente. De los 24 recorridos 12 fueron por sentido de circulación resultando un promedio de 26 km por hora. En la siguiente tabla pueden observarse los registros Promedios Diarios y Global.

Tabla 18 Resumen de velocidades de marcha método del vehículo en movimiento

	<b>Velocidades</b>					
<b>Ítem/Fechas</b>	<b>16/06/15</b>	<b>17/06/15</b>	<b>18/06/15</b>	<b>19/06/15</b>	<b>20/06/15</b>	<b>Total</b>
1	26.32	26.32	27.12	25.57	25.21	26.10
2	27.53	27.12	23.86	26.32	23.86	25.73
3	27.12	25.21	24.52	25.57	24.52	25.38
4	25.57	21.56	22.94	30.86	27.12	25.61
5	26.32	-	33.77	-	-	30.04
6	23.86	-	25.57	-	-	24.71
<b>Vel. Prom.</b>	<b>26.12</b>	<b>25.05</b>	<b>26.29</b>	<b>27.08</b>	<b>25.17</b>	<b>26.00</b>

Fuente propia

La velocidad máxima se presentó el domingo 19 de junio del 2015.

## c) Volúmenes Horarios por Estaciones y Total

Durante el período de estudio se registraron los volúmenes que se presentan en la tabla siguiente.

Tabla 19 Total ambas direcciones y promedio

Hora	Total	Promedio por estación
6-7am	96	48
7-8am	150	75
8-9am	161	81
9-10am	84	42
10-11am	116	58
11-12M	100	50
12-1pm	86	43
1-2pm	80	40
2-3pm	102	51
3-4pm	123	62
4-5pm	129	65
5-6pm	79	40
<b>TOTAL</b>	<b>1306</b>	<b>653</b>

Fuente propia

### Proyecciones de tráfico

A continuación, se presenta información oficial sobre tasa de Crecimiento de las Estaciones Permanentes de Conteos de Tráfico y de la Carretera Ciudad Darío – Terrabona.

Tabla 20 Tasas de crecimiento en Estaciones Permanentes

No.	Estación Permanente	Tasas de Crecimiento
100	Punta de plancha- Emp. San Benito	6.21%
107	Sébaco- Em. San Isidro	1.60 %
111	Condega-Shell Palacaguina	3.38%
200	Ent. INCAE – El Crucero	1.92%
206	Nandaime -Rivas	8.15%
300	Sébaco -Quebrada Honda	6.68%
400	Ent. Esquipulas -Emp. Ticuantepe	4.84%
405	Emp. Guanacaste -Emp. Nandaime	1.66%
700	Emp. Camoapa -Tecolostote	3.90%
902	Boaco- El Portón	2.00%
1100	Emp. Coyotepe - Emp. Zambrano	3.95%
1200	Auto Hotel Nejapa - Emp. Santa Rita	5.43%
1205	Emp. Chichigalpa- Chinandega	5.25%
2400	Chinandega (Rotonda) - Ranchería	5.76%
2603	Malpaisillo -Los Zarzales	6.48%
2800	Los Brasiles -Nagarote	5.53%

Fuente. MTI

## Proyecciones de Tráfico Normal

En base a la información de tasas de crecimientos de conteos en el país y utilizados en diferentes proyectos nacionales, complementadas con información utilizada del MTI se han seleccionado las siguientes tasas de crecimiento que serán utilizadas en el proyecto de este estudio:

<u>Sin Proyecto</u>		<u>Con Proyecto</u>	
Años	%	Años	%
0-10	2.5%	0-5	3%
10-20	5%	6-10	5%
		11-20	5.5%

### 5.2.8 Diseño de estructura de pavimento

#### 5.2.7.1 Metodo de AASHTO – 93

La ecuación de Diseño de la AASHTO-93 para pavimento flexible toma la expresión siguiente:

**Ecuación N0 14:**

$$\log w_{18} = Z_r S_o + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[ \frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10} MR - 8.07$$

En donde:

- $W_{18}$  = Número de cargas de ejes simples equivalentes de 18 kips (80 kN) calculadas conforme el tránsito vehicular.
- $Z_r$  = Es el valor de Z (área bajo la curva de distribución) correspondiente a la curva estandarizada para una confiabilidad R.
- $S_o$  = Desviación estándar de todas las variables.
- $\Delta PSI$  = Pérdida de serviciabilidad.
- $M_r$  = Módulo de resiliencia de la subrasante.
- $SN$  = Número Estructural

## Estructura de pavimento flexible a base de adoquín

### a) Transito de diseño

En la siguiente tabla se muestran las cargas equivalentes acumuladas para el período de diseño de 20 años para este tramo.

Tabla 21 Ejes equivalentes para el periodo de diseño

	Veh. Liv.	Pesados de Pasajeros		Pesados de Carga				
		Utilitarios	Bus	C3	C2	C2 Liv.	Otros	
<b>Totales</b>	301	39	681	-	3,300	4,949	-	9,270
<b>FE</b>	0.0003	0.3400	2.2570		2.2570	0.3400		
<b>fds</b>		0.54						
<b>DIAS AÑO</b>		365.00						
<b>fuc</b>		1.0						
<b>A</b>	1.0	1.0						
<b>REE</b>	18	2,614	302,946	-	1468,021	331,652	-	
<b>REE total</b>		<b>ESALs DE DISEÑO</b>					<b>2105,250</b>	

Fuente propia

En esta tabla se han empleado los siguientes valores:

- 1) Factor de distribución por sentido (fds) = 0.54, obtenido del estudio de tráfico.
- 2) Factor de utilización de canal (fuc) = 1.0, ya que, por ser la vía de un solo canal por sentido, todos los vehículos que van en un sentido circulan obligatoriamente por ese único canal.
- 3) Factor de tráfico balanceado = 1.0. Este valor se asume en función de la recomendación del Método AASHTO-93, de que se empleen solo “valores promedios” y no “valores conservadores” para las diferentes variables independientes (Guía AASHTO-93, Capítulo II (Requisitos de Diseño), Aparte 2.1.3 (Confiabilidad), Página II-9).

- 4) Tasa de crecimiento inmersa en la vida útil, al acumular todos los tipos de vehículos que circularan en el periodo de la vida útil. Se suman todos los vehículos por tipo en los 20 años.

#### **b) Superficie de concreto asfáltico**

Los adoquines tienen un comportamiento similar al del concreto asfáltico por lo que el coeficiente de capa que normalmente se utiliza para este tipo de carpeta (adoquín) es de 0.45.

#### **c) Índice de Serviciabilidad**

El índice de serviciabilidad se califica entre 0 (malas condiciones) y 5 (perfecto).

Para el diseño de pavimentos debe asumirse la serviciabilidad inicial y la serviciabilidad final; la inicial ( $P_o$ ) es función directa del diseño de la estructura de pavimento y de la calidad con que se construye la carretera, la final ó terminal ( $P_t$ ) va en función de la categoría del camino y se adopta en base a esto y al criterio del diseñador; los valores que se recomiendan por experiencia son:

- Serviciabilidad inicial.

$P_o = 4.5$  para pavimentos rígidos

$P_o = 4.2$  para pavimentos flexibles

- Serviciabilidad final.

$P_t = 2.5$  ó más para caminos principales

$P_t = 2.0$  para caminos de tránsito menor

Para el diseño de espesores de pavimento se tomaron los valores siguientes:

### Serviciabilidad

inicial  $P_o = 4.2$

Serviciabilidad final

$P_t = 2.0$

### Perdida de Servicios (ΔPSI)

#### **Ecuación N0 15:**

$$\Delta PSI = P_o - P_t$$

$$\Delta PSI = 4.2 - 2.0 = 2.2$$

#### **d) Confiabilidad (R)**

Este valor se refiere al grado de seguridad o veracidad de que el diseño de la estructura de un pavimento, puede llegar al fin de su período de diseño en buenas condiciones.

Debido a la importancia de esta carretera, sea adoptado el valor de: **Confiabilidad (R) = 75%**, este valor es coherente con el Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI), que clasifica esta ruta desde el punto de vista funcional como COLECTORA SECUNDARIA, además conforme al TPDA del Proyecto resultante del Estudio de Tráfico, que inicia en el año cero con 293 vehículos promedios diarios (vpd) y en el año 20 llega a 720 vpd.

Tabla 22 Niveles de confiabilidad R en función del tipo de carretera

Tipo de carretera	Niveles de confiabilidad R	
	Suburbanas	Rurales
Autopista Regional	85–99.9	80–99.9
Troncales	80-99	75–95
Colectoras	80-95	50-80

Fuente: Manual Centroamericano de Normas Para el Diseño Geométrico de las Carreteras Regionales, SIECA, 2,001

Se tomará 75% de confiabilidad (R) para el diseño.

### e) Desviación estándar (So)

Según la Guía AASHTO-93 y el Manual SIECA, el valor de la “desviación estándar del sistema (So)”, para pavimentos flexibles, oscila entre 0.40 y 0.50, para este proyecto utilizaremos 0.45. El efecto combinado de los términos Zr y so resulta en la realidad, en la aplicación de un “factor de seguridad” en el diseño de pavimentos. Para un valor de So de 0.45, estos factores de seguridad serían:

Tabla 23 Valores de Confiabilidad y Factores de Seguridad

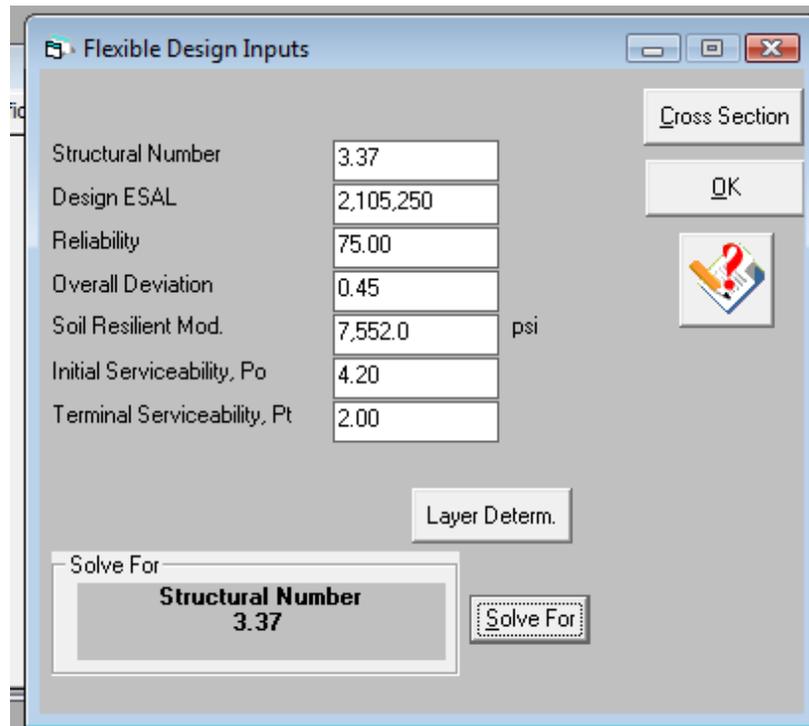
VALOR DE LA CONFIABILIDAD	ZR	SO	FACTOR DE SEGURIDAD
50	0.000	<b>0.45</b>	1.00
60	- 0.253		1.30
70	- 0.524		1.72
<b>75</b>	<b>- 0.674</b>		<b>2.01</b>
85	- 1.037		2.93
95	- 1.645		5.50

Fuente propia

### Determinación del Número Estructural (SN)

La solución de la Ecuación de Diseño AASHTO-93, sustituyendo cada una de las diferentes variables independientes y aplicando el Programa “Pavement Analysis System (PAS)”, desarrollado por la Asociación Americana de Pavimentadores de Concreto (ACPA), permite definir los valores de SN sobre la subrasante, tal como se indica:

**Captura N°1- Programa Pavement Analysis System Calculo del SN**



Fuente Elaboración Propia

En la siguiente tabla se resume el resultado obtenido en el Programa “Pavement Analysis System (PAS)”.

Tabla 24 Valores requeridos de Número Estructural (SN) sobre la sub-rasante

<b>VIDA UTIL (años)</b>	<b>Cargas de diseño</b>	<b>MR sub-rasante psi</b>	<b>SN/sub-rasante</b>
20	<u>2,105,250</u>	7552	3.37

Fuente propia

Tabla 25 Valores para el diseño de Pavimento propuesto

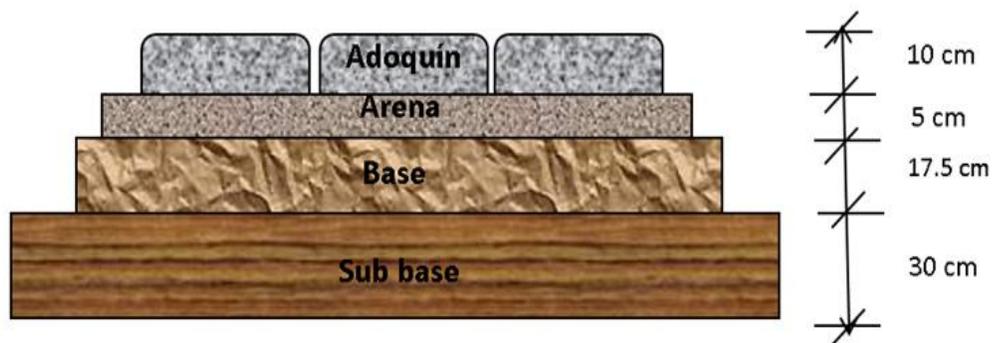
CBR subrasante al 90% de compactación											
So=0.45, Po=4.2, Pf=2.00, Confiabilidad del 75%											
Capa	Material	Espesor (cm)	Resistencia/Estabilidad	MR (psi)	Coficiente estructural	Coficiente de drenaje	SN(i)	SN/I (cálculo)	SN/I (diseño)	Cumple	wt18/(i)
Rodamiento	ADOQUIN	10	Fc= 3500 psi	450,000	0.44	1.00	1.73				
Base Estabilizada	Material seleccionado más cemento	17.5	fc=30 Kg/cm2	40,622	0.16	1.00	1.10	1.73			
Subbase	Subbase. +ajuste	30	10% CBR	24,249	0.06	1.00	0.71	2.83			2,105,250
Subrasante			7.25% CBR	<b>7,552</b>				3.54	3.37	<b>ok</b>	
			VIDA UTIL								20 AÑOS

Fuente: Memoria de calculo de diseño de pavimento

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

- Adoquín = 10 cm
- Arena = 3 a 5 cm
- Base Suelo-Cemento = 17.50 cm
- Sub base Suelo-Cal = 30.00 cm

Ilustración No. 9. Diseño de pavimento propuesto



Fuente: Propia

### 5.2.9 Estudio de Diseño Geométrico

El proceso de diseño geométrico de este tramo de carretera, está basado en las recomendaciones de diseño contempladas en la secretaria de Integración Económica Centroamericana, SIECA y en las Normas de Diseño Geométrico de carreteras de la AASHTO, "A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, 2001.

El tramo Empalme de Terrabona – Terrabona, corresponde a un tramo de carretera secundaria clasificada como Colectora Rural o Colectora Secundaria.

#### 5.2.7.1 Datos Básicos con proyecto

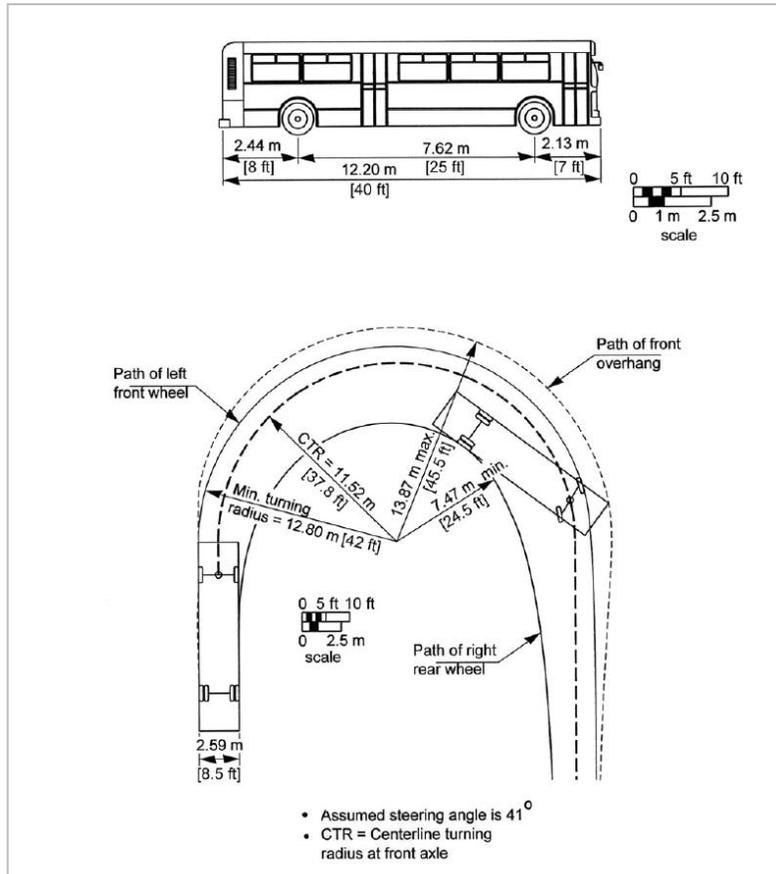
##### Datos Básicos

Longitud	17.163 km = 10.66 millas
Pendiente máxima	12 % se utilizará 6% en el cálculo
Visibilidad Restringida	60%
Ancho de Carril	11`
Dist. Direccional (D/D)	58/42%
Velocidad de Diseño	30 mph – 50 kph
TPDA de Diseño	720 vehículos promedio por día y por año
Buses	6.4%
Camión (3.5 ton)	53.1%
Camión C2 (5 ton)	34.8%
Camión liviano (2.5 ton)	2.5%
Liviano pasajeros.	3.2%
Vol. Horario máximo.	11.5%

#### 5.2.8.2 Vehículo de diseño

En correspondencia con los resultados de tráfico, se estableció el vehículo tipo BUS, como vehículo tipo de diseño. En la siguiente figura, se muestran las características típicas del vehículo de diseño, BUS.

**Ilustración No. 10 Características del vehículo de diseño, BUS**



**Fuente: Propia**

### 5.2.8.3 Clasificación funcional

De acuerdo a la clasificación de las carreteras regionales del Manual Centroamericano de Normas (SIECA), y basados en el TPDA el tramo de carretera en estudio se denomina Colectora rural o Colectora Secundaria.

De acuerdo al TPDA calculado y cuya tendencia para el año horizonte, se espera no supere los 2000 vpd, en el caso del estudio, indicaría que la Clasificación de Colectora Secundaria es adecuada y suficiente para el camino.

#### 5.2.8.4 Derecho de vía

Para las carreteras colectoras la norma Centroamérica SIECA considera suficiente disponer de un derecho de vía de 20 metros mínimo. Tomando en cuenta los problemas que afectan la región y los problemas sociales que generan las afectaciones a la propiedad privada; se recomienda mantener el derecho de vía existente, a excepción de aquellos sitios donde se proyecten corte y/o rellenos donde se excedan los límites del derecho de vía. En estos casos se estableció el derecho de vía un metro más allá del pie de talud.

#### 5.2.8.5 Velocidad de diseño

Las normas SIECA establecen para este tipo de caminos una velocidad de diseño de 50. K.P.H. Dado que la configuración topográfica de la vía la ubica en una zona de montaña con pendientes promedio de subida 7.40% y pendiente promedio de bajada del 8.02% se considera que la velocidad de diseño seleccionada es adecuada para el proyecto. En el cruce por las zonas pobladas la velocidad de diseño a implementar es de 40 kph.

En la siguiente tabla se muestran las Velocidades de diseño en kilómetros por hora en función del TPDA y Topografía del terreno.

Tabla 26 Velocidades de diseño en kilómetros por hora en función

Tipo de Terreno	Volúmenes de tránsito Diario o TPDA, en vpd			
	>20,000	20,000 a 10,000	10,000 a 3,000	3,000 a 500
Plano	110	90	80	70
Ondulado	90	80	70	60
Montañoso	70	70	60	50

Fuente: Normas para el Diseño Geométrico de las Carreteras Regionales, 2da. Edición 2004. Pag 4-3

#### **5.2.8.6 Número de carriles**

Para proveer a la vía de una circulación vehicular en ambos sentidos, el número de carriles a utilizar será de 2.

#### **5.2.8.7 Carga de diseño**

El diseño de carga vehicular según la AASHTO 94 es la HS20-44+25%, normativa internacional para el diseño de estructuras y vías. Normativa adoptada por el MTI; para el diseño estructural del drenaje mayor.

#### **5.2.8.8 Ancho de carril**

En vista que el vehículo tipo a utilizar es un BUS, las normas AASHTO indican que los vehículos de carga y pasajeros tienen un ancho máximo para diseño de 2.60m. Dado que es necesario introducir un ancho de reserva para permitir que conveniente y ligeramente los vehículos se separen del borde de la calzada se está proponiendo un ancho de 3.10 metros por carril; que se justifican por la velocidad de diseño seleccionada y las restricciones del derecho de vía.

#### **5.2.8.9 Ancho de rodamiento**

El ancho total de rodamiento de la vía es de 6.20 m. para un ancho de 3.10 m. por carril.

#### 5.2.8.10 Ancho de cuneta

Tomando en cuenta la importancia que representa la adopción de un buen sistema de drenaje para la evacuación rápida de las aguas; y basados en los estudios hidrológicos el ancho de cuneta propuesto es de 1.00m. La cuneta a utilizar es del tipo triangular de mampostería de 15 cm. de espesor.

#### 5.2.8.11 Vehículo de diseño

De acuerdo a los estudios realizados de tráfico se observa que predominan en la zona los vehículos tipo camionetas, motos, camiones (C2). Dado que el vehículo de mayores dimensiones que transita por la vía son los buses de pasajeros, se adoptará este como vehículo de diseño.

#### 5.2.8.12 Distancia entre ejes

De acuerdo al vehículo tipo seleccionado la distancia entre ejes del mismo es de 7.60m. En la tabla 27, se muestran características del vehículo de diseño seleccionado.

Tabla 27 Dimensiones de los vehículos de diseño

	P	BUS	SU	WB-15	WB-19	WB-20
Altura	1.3(1.3)	4.1	4.1(4.1)	4.1(4.1)	4.1	4.1
Ancho	2.1(2.1)	2.6	2.6(2.6)	2.6(2.6)	2.6	2.6
Longitud	5.8(5.89)	12.1	9.1(9.2)	16.7 (16.8)	21.0	22.5
Voladizo delantero	0.9(0.9)	2.1	1.2(1.2)	0.9(0.9)	1.20	1.20
Voladizo trasero	1.5(1.5)	2.4	1.8(1.8)	0.6(0.6)	0.9	0.9
Distancias entre ejes extremos, WB1	3.4(3.4)	7.6	6.1(6.1)	6.1(6.1)	6.1	6.1
Distancias entre ejes extremos, WB2				9.1(9.2)	12.8	14.3

Fuente: AASHTO. A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, 1994. P21

### 5.2.8.13 Coeficiente de fricción transversal (50 k.h.p)

El factor de fricción transversal depende principalmente de las condiciones de los neumáticos de los vehículos, del tipo y estado de la superficie de rodamiento y de la velocidad del vehículo. La AASHTO ha adoptado un coeficiente que ofrece un buen margen de seguridad y su variación obedece a una función lineal en función de la velocidad de diseño:

**Ecuación N0 16:**

$$f + 0.000626V - 0.19 = 0$$

Donde:

f: coeficiente de fricción transversal

V: velocidad en kilómetros por hora.

### 5.2.8.14 Radio de curvatura mínimo

Los radios de curvatura mínimos son los valores límites de la curvatura para la velocidad de diseño adoptada y está relacionada con la sobreelevación máxima y la máxima fricción lateral seleccionada para el diseño. Utilizando los valores de fricción lateral recomendados y la super elevación máxima en función de la velocidad de diseño los radios mínimos de curvatura horizontal pueden calcularse utilizando la formula descrita a continuación:

**Ecuación N0 17:**

$$R_{\min} = \frac{V^2}{127(e_{\max} + f_{\max})}$$

Donde:

R = Radio mínimo de curva, metros

e = Tasa de sobreelevación, en fracción decimal

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

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

#### **5.2.8.15 Pendiente transversal**

Con el propósito de evacuar eficientemente las aguas superficiales, las calzadas deben tener una inclinación transversal mínima o bombeo, que depende del tipo de superficie de rodadura y de los niveles de precipitación de la zona. Debido a que las juntas transversales del adoquinado reducen la eficiencia de la evacuación del flujo superficial se propone la utilización del 3% para el bombeo.

#### **5.2.8.16 Pendiente longitudinal mínima**

Debido a su importancia, es necesario proveer una pendiente longitudinal del orden 0.50% a fin de asegurar en todo punto de la calzada un eficiente drenaje de las aguas superficiales.

#### **5.2.8.17 Pendiente longitudinal máxima**

Tomando en cuenta estas consideraciones la Norma Centroamericana recomiendan la utilización de las pendientes máximas y mínimas mostradas en la figura 2.3. La pendiente máxima a utilizar en el proyecto es del 12%, a excepción de los sitios en donde el alineamiento vertical existente obligue la ejecución de grandes cortes; se empleará la pendiente máxima recomendada del 14%.

Dado que actualmente existen tramos con pendientes longitudinales superior al 14% recomendado, el diseño contempla mantener las pendientes existentes para

evitar grandes cortes en sitios donde hay presencia de roca, y evitar sobre todo afectaciones al derecho de vía.

Tabla 28 Pendientes Máximas y Mínimas por Tipo de Carreteras.

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

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

### 5.2.8.18 Supe relevación máxima

Debido a que las condiciones topográficas y climáticas de la zona de emplazamiento de la vía imponen condiciones particulares en el diseño, el Manual de Centroamericano recomienda la utilización de factores de sobreelevación para diferentes tipos de área, en la tabla 28 se muestran los valores de sobreelevación en porcentaje, en función de la topografía del terreno.

Tabla 29 Factores de sobreelevación para diferentes tipos de área donde se localicen las carreteras

Tasa de sobreelevación, "e" en (%)	Tipo de Área
10	Rural montañoso
8	Rural plana
6	Suburbana
4	Urbana

Fuente: Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras Regionales, SIECA 2004, pág. 127.

La sobreelevación máxima a emplear es del 8% dadas las condiciones restrictivas del derecho de vía; evitando así mayores zonas de ocupación. En el cruce por zonas pobladas la sobreelevación máxima a utilizar es del 6%.

#### **5.2.8.19 Grado máximo de curvatura (D)**

El grado máximo de curvatura, tiene estricta relación con el radio mínimo y la máxima fricción lateral escogida para el diseño. El grado de curvatura se calcula en función de la formula siguiente para arcos de 20m.

***Ecuación N0 18:***

$$D_{20} = \frac{1145.92}{R}$$

#### **5.2.8.20 Sobre ancho máximo**

Dada la importancia que reviste la utilización del sobreaño en curvas de radios pequeños que se combinan con carriles angostos, se adoptará para el proyecto el sobreaño calculado; a excepción del cruce por las zonas pobladas donde se empleará sección típica urbana. El sobreaño a utilizar es de 0.50 metros debido a las restricciones al derecho de vía existente.

A fin de garantizar el empleo de adoquines completos en la construcción del sobre ancho en curvas el sobreaño mínimo a utilizar es de 40 cm (dos adoquines); evitando de esta manera la constante formación de cuchillas y el desperdicio de adoquines. Por lo tanto, el sobreaño será múltiplo de 20 cm., iniciando con 40 cm.

### 5.2.8.21 Distancia de visibilidad de parada

Los valores recomendados por la AASHTO tomando en cuenta la distancia total recorrida por el vehículo durante tres intervalos de tiempo: 1. Tiempo necesario por el conductor para ver el peligro 2. Tiempo para reaccionar ante este peligro y el tiempo para detener el vehículo después de aplicar los frenos; La distancia de visibilidad de parada para una velocidad de 50 K.P.H es de 65m.

Tabla 30. Distancia de Visibilidad de Parada en Caminos Planos

Velocidad de diseño (Km/h)	Distancia de reacción (m)	Distancia de frenado (m)	Distancia de visibilidad de parada	
			Calculada	De diseño
30	20.9	10.3	31.2	35
40	27.8	18.4	46.2	50
<b>50</b>	<b>34.8</b>	<b>28.7</b>	<b>63.5</b>	<b>65</b>
60	41.7	41.3	83.0	85
70	48.7	56.2	104.9	105

Fuente: AASHTO A Policy on Geometric Design of Highways and Streets 2011.

### 5.2.8.22 Distancia de visibilidad de rebase

La distancia de visibilidad de adelantamiento recomendada para una velocidad de diseño de 50. Kph es de 345 metros.

### 5.2.8.23 Sobrancho de relleno mayores de 6.0 m

En aquellos sitios donde se proyecte rellenos superiores a los 6.0 metros, la plataforma o calzada debe contar con un sobrancho que permita una compactación uniforme, y sin riesgos para el operador de la maquinaria.

Por otro lado, la utilización de este sobreebanco cumple una función defensora al brindarle a la calzada un soporte lateral y proveerla de espacio para la colocación de elementos de seguridad vial (barreras, señalización e iluminación). A fin de no encarecer las obras del movimiento de tierras, se considera aceptable que el sobreebanco a emplear sea de 0.50m, ya que se ha considerado la colocación de flex beams en la proximidad de los puentes y cajas y en curvas cerradas.

#### 5.2.8.24 Longitud mínima de curva vertical

Dadas las características restrictivas del proyecto sea usado como criterio de diseño la distancia de visibilidad de parada. En los cuadros a continuación se muestran controles de diseño para curvas verticales. Dada las condiciones topográficas del proyecto se ha fijado como longitud mínima de curva vertical en 40m.

Tabla 31 Controles de diseño de curvas verticales en Cresta basados en las Distancias de Visibilidad de Parada y de adelantamiento

Velocidad de Diseño Km/h	Velocidad de marcha Km/h	Distancia de parada para diseño (m)	Tasa de curvatura vertical K, long (m) por % de G*	Distancia mínima de adelantam. para Diseño (m)*	Tasa de curvatura vertical, K, long (m) por % de G*
30	30-30	30-30	3-3	217	50
40	40-40	45-45	5-5	285	90
50	47-50	60-65	9-10	345	130
60	55-60	75-85	14-18	407	180
70	67-70	95-110	22-31	482	250
80	70-80	115-140	32-49	541	310
90	77-90	130-170	43-71	605	390
100	85-100	160-205	62-105	670	480
110	91-110	180-245	80-151	728	570

\* Valores redondeados

Tabla 32 controles de Diseño de Curvas Verticales en Columpio basados en la Distancia de Visibilidad de PARADA. DVP.

Velocidad de diseño Km/h	Rango de velocidad de marcha Km/h	Coeficiente de fricción	Valores DVP (m)		Factor K de diseño *
			Menores	Mayores	
30	30-30	0.40	30	30	4-4
40	40-40	0.38	45	45	8-8
50	47-50	0.35	60	65	11-12
60	55-60	0.33	75	85	15-18
70	63-70	0.31	95	110	20-25
80	70-80	0.30	115	140	25-32
90	77-90	0.30	130	170	30-40
100	85-100	0.29	160	205	37-51
110	91-110	0.28	180	245	43-62

\* Cifras redondeadas

Tabla 33 NORMAS DE DISEÑO GEOMETRICO DE LA CARRETERA

PARAMETROS	UNIDAD	VALORES	
		50.K.P.H	40 K.P.H
Derecho de vía	m	20.00	20.00
Velocidad de diseño	K.P.H	50.00	40.00
Número de carriles	Unidad	2.00	2.00
Carga de diseño	S/D	HS20-44+25%	HS20-44+25%
Ancho de carril	m	3.10	3.10
Ancho de rodamiento	m	6.20	6.20
Ancho de cuneta	m	1.00	1.20
Vehículo de diseño*	Tipo	<b>BUS</b>	
Distancia entre ejes	m	7.60	7.60
Coeficiente de fricción transversal (50	S/D	0.16	0.17
Radio de curvatura mínimo	m	80.00	50.00
Pendiente Transversal	%	3.00	3.00
Pendiente longitudinal mínima	%	0.50	0.50
Pendiente longitudinal máxima	%	12.00	12.00
Super-elevación máxima	%	8.00	6.00
Grado máximo de curvatura	grados	14°19'	22°55'
Sobreechancho máximo	m	2.00	2.00
Distancia de visibilidad de parada	m	65.00	45.00
Distancia de visibilidad de rebase	m	345.00	285.00
Sobreechancho de relleno mayores de 6.0m	m	%H	%H
Longitud mínima de curva vertical	m	40.00	40.00
Pendientes en taludes de relleno			
		0>H<1.20 m; 3:1	0>H<1.20 m; 3:1
		1.20<H<2.0 m; 2:1	1.20<H<2.0 m; 2:1
		H>2.0, 1.5:1	H>2.0, 1.5:1
Pendientes en taludes en corte			
		1:1	
Normas de diseño Vial a usar		NORMAS AASHTO	NORMAS AASHTO 94
Ancho de rodamiento en puentes		7.30	7.30

En el Anexo 14 se encuentra la sección Típica del Adoquinado.

### **5.3 Estudio socioeconómico**

En la preparación del presente estudio se consideró la implementación de un enfoque mixto, esto presume una combinación de los enfoques del excedente del Productor, y el cálculo de los ahorros por el volumen de tráfico. Por esta razón se ha tomado esta combinación, debido a la cantidad de vehículos que circulan, que no es suficiente para su justificación económica. De manera que, se cuantificó la producción agrícola y pecuaria que se desarrolla en el área de influencia y se adicionó los ahorros por beneficios de tráfico y de costos de mantenimiento.

Con esto proyecto de construcción de carretera se pretende obtener la mejora de circulación para la población, que conecta la carretera Panamericana Norte y demás comarcas pertenecientes a Terrabona. Se logrará que los productores se le facilite utilizar la tecnología actual para incrementar un volumen de producción y comercialización en sus zonas de actividades económicas (agrícola y ganadera) con esto se determinará el cambio y el bienestar que puede traer dicho proyecto. Identificando así el cumplimiento de múltiples objetivos.

Se evaluará el rendimiento que determine los recursos monetarios y sociales que incluyen servicios de salud, seguridad, educación bienestar familiar que contribuya directamente a la población. Generando así una respuesta positiva a los impactos de este proyecto, siendo este el reflejo de la **ACCION, INVERSION Y RESULTADO** de las actividades programadas. Desarrollando nuevas técnicas de alternativa de análisis en las zonas seleccionadas.

El análisis de rentabilidad financiera se hizo considerando una alternativa de construcción del tramo carretero y para 2 horizontes de vida 15 y 20 años, debido a que se considera que los proyectos de carretera deben evaluarse a largo plazo.

a) Adoquinado

La evaluación financiera aborda el análisis del proyecto tomando los beneficios y costos a precios de mercado vigentes, imputando los impuestos y las diferentes transferencias que se dan entre los diferentes sectores económicos.

En el anexo 15 se encuentra el presupuesto de la obra.

Tabla 34 Flujo evaluativo marginal económico: alternativa adoquinada (dólares)

AÑOS/ CONCEPTO	Ingresos Marginales Agropecuarios	Ahorros en costos de transporte	Ahorros en costos de mantenimiento	Valor residual	Total Ingresos	Costos de construcción	Costos de supervisión	Costos de mitigación	Costos Marginales Agropecuarios	Total Costos	Flujo Evaluativo
0	-	-	-		-	7,195,258.10	280,659.00	243,536.50	-	7,719,453.60	7,719,453.60
1	-	193,473.10	189,146.00		382,619.10	-	-	-	-	-	382,619.10
2	-	196,336.20	7,519.80		188,816.40				-	-	188,816.40
3	-	170,106.90	7,519.80		162,587.10				-	-	162,587.10
4	2,456,628.10	192,934.70	14,175.80		2,635,387.10				707,822.70	707,822.70	1,927,564.40
5	2,594,137.40	192,621.70	72,692.50		2,714,066.60				714,857.30	714,857.30	1,999,209.30
6	2,626,741.20	180,008.90	7,519.80		2,799,230.20				722,135.50	722,135.50	2,077,094.70
7	2,705,411.40	152,108.40	7,519.80		2,850,000.00				732,410.80	732,410.80	2,117,589.20
8	2,767,867.30	138,942.20	7,519.80		2,899,289.70				742,863.50	742,863.50	2,156,426.20
9	2,824,928.10	120,258.20	-14,175.80		2,931,010.40				753,617.40	753,617.40	2,177,393.00
10	2,900,522.60	110,830.10	-36,224.90		2,975,127.90				765,849.80	765,849.80	2,209,278.10
11	2,970,185.10	103,188.00	-7,519.80		3,065,853.20				778,865.60	778,865.60	2,286,987.60
12	3,041,755.80	93,724.60	-7,519.80		3,127,960.60				792,694.60	792,694.60	2,335,266.00
13	3,109,182.90	96,880.10	-7,519.80		3,198,543.20				807,768.10	807,768.10	2,390,775.10
14	3,180,733.10	97,707.20	-14,175.80		3,264,264.40				823,817.00	823,817.00	2,440,447.40
15	3,256,963.70	101,383.00	-21,974.10		3,336,372.60				841,070.80	841,070.80	2,495,301.80
16	3,339,011.80	95,919.40	-7,519.80		3,427,411.40				859,650.00	859,650.00	2,567,761.40
17	3,427,330.40	104,900.70	-7,519.80		3,524,711.20				879,676.20	879,676.20	2,645,035.00
18	3,522,868.30	94,732.30	-7,519.80		3,610,080.80				901,431.20	901,431.20	2,708,649.60
19	3,625,166.10	97,988.10	-14,175.80		3,708,978.40				924,017.40	924,017.40	2,784,960.90
20	3,735,437.30	95,108.70	-21,974.10	1,798,814.50	5,607,386.50				949,892.70	949,892.70	4,657,493.80
VAN	1,525,342	5,930,142	9,716,921								
TIR	11.11%	15.93%	17.66%								
VAN INGRESOS	12,267,088	18,163,352	23,082,290								
VAN EGRESOS	10,741,746	12,233,210	13,365,369								
R B/C	1.14	1.48	1.73								

Fuente: Elaboración propia

Tabla 35 Flujo evaluativo marginal financiero: alternativa adoquinado (dólares)

AÑOS/ CONCEPTO	Ingresos Marginales Agropecuarios	Ahorros en costos de transporte	Ahorros en costos de mantenimiento	Valor residual	Total Ingresos	Costos de construcción	Costos de supervisión	Costos de mitigación	Costos Marginales Agropecuarios	Total Costos	Flujo Evaluativo
0	-	-	-		-	10,379,080.6	386,645.0	290,820.1	-	11,056,545.8	11,056,545.8
1	-	196,419.4	260,237.3		456,656.7				-	-	456,656.7
2	-	199,326.1	10,346.2		188,980.0				-	-	188,980.0
3	-	172,697.4	10,346.2		162,351.2				-	-	162,351.2
4	2,436,836.5	195,872.8	19,503.8		2,613,205.5				844,015.0	844,015.0	1,769,190.5
5	2,572,613.3	195,555.0	69,250.2		2,698,918.1				853,203.9	853,203.9	1,845,714.2
6	2,604,615.5	182,750.1	10,346.2		2,777,019.5				862,792.6	862,792.6	1,914,226.9
7	2,683,061.9	154,424.7	10,346.2		2,827,140.4				876,579.2	876,579.2	1,950,561.3
8	2,744,994.5	141,058.1	10,346.2		2,875,706.3				890,529.8	890,529.8	1,985,176.5
9	2,801,618.4	122,089.5	19,503.8		2,904,204.0				905,019.4	905,019.4	1,999,184.6
10	2,876,588.2	112,517.9	69,250.2		2,919,855.9				921,224.4	921,224.4	1,998,631.5
11	2,945,728.9	104,759.3	10,346.2		3,040,142.1				938,574.5	938,574.5	2,101,567.6
12	3,016,765.0	95,151.9	10,346.2		3,101,570.6				957,118.2	957,118.2	2,144,452.4
13	3,083,752.7	98,355.4	10,346.2		3,171,761.9				977,302.9	977,302.9	2,194,459.0
14	3,154,836.2	99,195.1	19,503.8		3,234,527.4				998,896.2	998,896.2	2,235,631.2
15	3,230,564.0	102,926.9	103,484.5		3,230,006.4				1,022,172.2	1,022,172.2	2,207,834.3
16	3,312,060.8	97,380.1	10,346.2		3,399,094.7				1,047,291.2	1,047,291.2	2,351,803.6
17	3,399,776.0	106,498.2	10,346.2		3,495,928.0				1,074,420.3	1,074,420.3	2,421,507.8
18	3,494,647.7	96,174.9	10,346.2		3,580,476.4				1,103,894.2	1,103,894.2	2,476,582.2
19	3,596,226.6	99,480.3	19,503.8		3,676,203.0				1,134,308.8	1,134,308.8	2,541,894.2
<b>20</b>	<b>3,705,712.4</b>	<b>96,557.1</b>	<b>103,484.5</b>	<b>2,594,770.2</b>	<b>6,293,555.1</b>				<b>1,169,849.7</b>	<b>1,169,849.7</b>	<b>5,123,705.5</b>
VAN	-2,443,452	1,573,510	5,222,469								
TIR	3.90%	9.74%	12.22%								
VAN											
INGRESOS	12,229,893	18,051,147	23,086,254								
VAN											
EGRESOS	14,673,345	16,477,637	17,863,785								
R/B/C	0.83	1.10	1.29								

Fuente: Elaboración propia

Tabla 36 Costos de construcción y supervisión financiero y económico

ALTERNATIVA/AÑO	FINANCIERO	ECONOMICO
<b>Alternativa Adoquinado</b>	-	-
Costos construcción	10,379,080.65	7,195,258.09
Costos supervisión	386,645.03	280,659.0

Fuente: Elaboración propia

Los costos de mantenimiento para el proyecto (ver anexo 15 ) fueron calculados tomando en cuenta las actividades que deben ser realizadas anualmente y que se denomina como mantenimiento rutinario y las que se realizan de forma periódica llamado el mantenimiento periódico.

### 5.3.1 Evaluación financiera y económica del proyecto

Se calculó el Valor Actualizado Neto de los ingresos financieros y económicos, para dos horizontes de vida, 15 y 20 años. Utilizando una tasa de actualización del 12%. Los datos resultantes muestran rentabilidad financiera para la alternativa de Adoquinado. Desde el punto de vista de los resultados económicos, presenta el VANE con saldos positivos, siendo el adoquín el que presenta los mayores niveles de rentabilidad. La tasa de descuento (TSD) vigente, según las Normas para Presentación de Iniciativas de Inversión, PII 2011, dictaminadas por el SNIP de Nicaragua, indican que la TSD vigente es del 12% anual y constante en el tiempo. Esta TSD fue calculada hace algunos años en un contexto económico diferente al actual, cuya característica principal era un bajo grado de apertura al mercado de capitales internacional, situación que ha cambiado radicalmente en el presente, lo cual hace pertinente su revisión.

### 5.3.2 Parámetros de Rentabilidad Financiera

Se calculó el Valor Actualizado Neto de los ingresos financieros, para dos horizontes de vida, 15 y 20 años. Utilizando una tasa de actualización del 12%. Los datos resultantes a los 20 años, muestra la rentabilidad para la alternativa de adoquín, siendo los valores para el Adoquín de U.S. \$5, 222,469. Desde el punto de vista de los resultados económicos, el cual presenta VANE con saldos positivos.

Tabla 37 Precios sociales de Nicaragua vigentes al 2015

Tasa social de Descuento	12.0%
Precio Social de la Divisa	1.27
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

Fuente: SNIP

La Tasa Interna de Retorno, corrobora estos con resultados del 12.22% para el Adoquín.

En la siguiente tabla se muestra en resumen los resultados de rentabilidad financiera para la alternativa de adoquinado y para cada uno de los horizontes de vida del proyecto.

Tabla 38 Resumen de Rentabilidad financiera

Parámetros	Adoquinado	
	15 AÑOS	20 AÑOS
VAN (US\$)	1,573,510	5,222,469
TIR (%)	9.74%	12.22%
R B/C	1.10	1.29

Fuente: Elaboración propia

### 5.3.1.2 Rentabilidad Económica

Estimados los flujos financieros, se procedió a la realización de la evaluación económica para lo cual se hizo uso de los factores de conversión tanto para los costos como para los beneficios para convertir los flujos a precios económicos, los factores utilizados son los siguientes.

Tabla 39 Factores de conversión utilizados

<b>Concepto</b>	<b>Factor de Conversión</b>
Costos de Construcción y Mantenimiento, agrícolas y pecuarios	
Viático	0.985
Equipos	1.015
Depreciación	0.985
Reparación/llantas	1.015
Combustible	1.015
Materiales	
Nacionales	0.985
Importados	1.015
Supervisión	0.985

*Fuente: Factores utilizados por el SNIP*

Transformados los flujos marginales financieros al aplicarles los factores, se realizó la Rentabilidad Económica con los parámetros antes mencionados y con tasa de actualización del 12%. Los resultados obtenidos para el Valor Actualizado de los ingresos Netos Económicos, para la alternativa de adoquín alcanzaron valores de US\$ 7, 195,258.09. Los resultados de la tasa de rendimiento implícito de la inversión son del 15.24%. En la siguiente tabla se muestra el resumen de rentabilidad económica.

Tabla 40 Resumen de Rentabilidad económica

<b>Parámetros</b>	<b>Adoquinado</b>	
	<b>15 AÑOS</b>	<b>20 AÑOS</b>
VANE (US\$)	5,930,142	9,716,921
TIR (%)	15.93%	17.66%
R B/C	1.48	1.73

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 41 Evaluación económica

<b>Costos Económicos</b>							
Cto const s/impuesto	15,299,580.7	17,223,079.9	5,009,832.7	14,650,373.1	20,576,915.6	21,008,635.9	106,819,842.1
Factor conversión	1	0.82	0.985	0.985	1.015	1.015	0.985
Total, const econom C\$	15,299,581	14,122,926	4,934,685	14,430,618	20,885,569	21,323,765	105,217,544
Tipo Cambio	27.27	27.27	27.27	27.27	27.27	27.27	27.27
	<b>561,040.74</b>	<b>517,892.41</b>	<b>180,956.55</b>	<b>529,175.58</b>	<b>765,880.78</b>	<b>781,949.58</b>	<b>3,858,362.45</b>
<b>Total, Costos Económicos</b>	<b>7,195,258.09</b>						
<b>Factor Conversión</b>	<b>0.693</b>						

Fuente: Elaboración propia

### **5.3.1.3 Determinación del Flujo de Beneficios y Costos**

La determinación del flujo de beneficios del proyecto inició con la cuantificación del excedente comercializable de las actividades agropecuarias. Dentro de esta se ha considerado los costos de producción tanto para la actividad agrícola como ganadera, los costos de operación vehicular y los costos de mantenimiento de la carretera, así también en este flujo se ha considerado los costos de construcción para la situación con proyecto.

Como resultado, se ha elaborado los flujos marginales que son la resultante de restar los ingresos de la situación con proyecto (estos incluyen además de los ingresos agropecuarios, los ahorros en los costos de operación vehicular, los ahorros por mantenimiento y el valor residual) menos los ingresos de la situación sin proyecto, igualmente para los costos, resultando de la diferencia de ambos, el flujo de beneficios netos marginales.

### **5.3.1.4 Análisis de Sensibilidad**

Para conocer la sensibilidad del proyecto, se consideró un total de 9 supuestos o escenarios para saber a cuál de ellas y en que porcentajes es más sensible el proyecto. Este análisis se hizo financiera y económicamente.

En las tablas siguientes se presentan los resultados de la sensibilidad financiera y económica.

Tabla 42 Rentabilidad financiera

<b>Análisis de Sensibilidad</b>	<b>15 AÑOS</b>	<b>20 AÑOS</b>
<b>1. -10% En Beneficios</b>		
VAN (US\$)	231,605	2,969,514
TIR (%)	7.73%	10.52%
R B/C	0.99	1.17
<b>2. +20% en Beneficios</b>		
VAN (US\$)	2,036,719	716,559
TIR (%)	5.46%	8.64%
R B/C	0.88	1.04
<b>3 +25% en Beneficios</b>		
VAN (US\$)	-2,939,277	-409,918
TIR (%)	4.19%	7.62%
R B/C	0.82	0.98
<b>4. +10% Costos Construcción</b>		
VAN (US\$)	-74,254	3,436,091
TIR (%)	7.92%	10.65%
R B/C	1.00	1.17
<b>5- -20% Costos Construc</b>		
VAN (US\$)	-1,722,017	1,649,712
TIR (%)	6.25%	9.22%
R B/C	0.91	1.08
<b>6. -25% Costos Construc</b>		
VAN (US\$)	-2,545,899	756,523
TIR (%)	5.46%	8.55%
R B/C	0.88	1.03
<b>7-+10% Costos Construc -10% En Beneficios</b>		
VAN (US\$)	-1,879,368	1,183,136
TIR (%)	5.89%	8.96%
R B/C	0.90	1.06
<b>8- +20% Costos Construc -20% En Beneficios</b>		
VAN (US\$)	-5,332,247	-2,856,198
TIR (%)	1.83%	5.65%
R B/C	0.73	0.87
<b>9- +25% Costos Construc -25% En Beneficios</b>		
VAN (US\$)	-7,058,686	-4,875,865
TIR (%)	-0.37%	3.93%
R B/C	0.66	0.78

Fuente: Elaboración en base a los resultados de evaluación

Tabla 43 Análisis de sensibilidad económico

<b>Análisis de Sensibilidad</b>	<b>15 AÑOS</b>	<b>20 AÑOS</b>
<b>1. -10% E<sup>n</sup> Beneficios</b>		
VAN (US\$)	4,113,807	7,447,285
TIR (%)	13.81%	15.77%
R B/C	1.34	1.56
<b>2. -20% en Beneficios</b>		
VAN (US\$)	2,297,471	5,177,649
TIR (%)	11.45%	13.71%
R B/C	1.19	1.39
<b>3 -25% en Beneficios</b>		
VAN (US\$)	1,389,304	4,042,831
TIR (%)	10.16%	12.59%
R B/C	1.11	1.30
<b>4. +10% Costos Construcción</b>		
VAN (US\$)	4,706,821	8,380,384
TIR (%)	14.01%	15.94%
R B/C	1.35	1.57
<b>5- +20% Costos Construcción</b>		
VAN (US\$)	3,483,500	7,043,847
TIR (%)	12.27%	14.38%
R B/C	1.24	1.44
<b>6. +25% Costos Construcción</b>		
VAN (US\$)	8925,41	4,512,678
TIR (%)	8.99%	11.53%
R B/C	1.05	1.24
<b>7-+10% Costos Construcción -10% En Beneficios</b>		
VAN (US\$)	2,871,839	6,375,579
TIR (%)	11.45%	13.66%
R B/C	1.19	1.38
<b>8- +20% Costos Construcción -20% En Beneficios</b>		
VAN (US\$)	-149,171	2,504,575
TIR (%)	7.79%	10.53%
R B/C	0.99	1.16
<b>9- +25% Costos Construcción -25% En Beneficios</b>		
VAN (US\$)	-1,668,999	701,489
TIR (%)	5.64%	8.72%
R B/C	0.89	1.04

Fuente: Elaboración propia

## **VI CONCLUSIONES**

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

### **1. DIAGNOSTICO DE LA SITUACION ACTUAL**

Según el diagnóstico de la situación actual del municipio de Terrabona, los cuerpos de agua que atraviesan la vía en la época de invierno aíslan al municipio y comarcas vecinales, influyendo de esta manera en el desarrollo económico y social de la población.

La población será beneficiada porque sus tierras adquirirían mayor plusvalía , debido a la construcción de este tramo de carretera.

### **2. ESTUDIO TECNICO**

Según los resultados del estudio técnico del proyecto y debido a la importancia de esta carretera el cual el Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI), la clasifica desde el punto de vista funcional como COLECTORA SECUNDARIA y conforme al TPDA del Proyecto resultante del Estudio de Tráfico, que inicia en el año cero con 293 vehículos promedios diarios (vpd) y en el año 20 llega a 720 vpd la mejor alternativa de ingeniería sugerida es construir el tramo de carretera Empalme de Terrabona (17.9 KM) con la utilización del pavimento Adoquín, pues se considera económica y técnicamente viable.

### **2. ESTUDIO SOCIOECONOMICO**

Según el estudio socioeconómico por las actividades que se realizan en la zona de influencia del proyecto, este es sostenible, en la evaluación financiera y económica, presenta una mayor rentabilidad con la alternativa de construcción con adoquín. El análisis de rentabilidad financiera se hizo considerando esta alternativa de construcción del tramo carretero, para 2 horizontes de vida: a 15 y 20 años, dando

como resultados la VANE de \$ 1, 573,510 y \$ 5, 222,469, debido a que se considera que los proyectos de carretera deben evaluarse a largo plazo.

Desde el punto de vista de los resultados económicos, presenta el VANE con saldos positivos de \$ 5,930, 142 y \$ 9716,921 para dos horizontes de vida 15 y 20 años, la relación beneficios costos mayor que 1.

Con la construcción del tramo habrá un ahorro en los costos por traslados de la producción, reducción de los costos de mantenimiento vehicular y los tiempos de viajes de la población usuaria.

## **VII RECOMENDACIONES**

La ejecución del proyecto es importante para el desarrollo económico del país porque los rubros producidos en el área de influencia del tramo del estudio, forman parte de la dieta básica de los hogares nicaragüense, además la posición geográfica que tiene el municipio, en cuanto a su cercanía a la carretera panamericana, de alto tráfico vehicular, posibilita una mayor inserción a los mercados por su fácil interconexión con importantes ciudades del país, principalmente con la capital Managua por lo que se recomienda a las autoridades de la alcaldía municipal de Terrabona emplear el presente estudio como referencia para construcción de este y otros proyectos similares.

## VIII BIBLOGRAFIA.

1. Caracterización del municipio de Terrabona, Alcaldía Municipal de Terrabona, 2020.
2. Baca Urbina, Gabriel Fundamentos de Ingeniería Económica Mc Graw Hill, México, 1999, 2da Ed.
  - Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito. Resumen técnico. Convenio de Donación, SIECA / USAID No. 596 – 0184. 20 Agosto de 2,004
  - Plan Nacional de Desarrollo. Gobierno de Nicaragua. 2,002.
  - Normas para el diseño geométrico de las carreteras regionales. 2da. Edición. Raúl Leclair. SIECA, Marzo 2004
3. Diseño de pavimentos por método AASHTO-93. Versión en español. Washington, DC: Autor Lechair Raúl.
4. Fondo de Inversión Social de Emergencia. Módulo de Costos y Presupuestos Catálogo de Etapas y Sub-Etapas.
5. Fondo de Inversión Social de Emergencia. Módulo de Costos y Presupuestos. Catálogo de Etapas y Sub-Etapas. Maestro de costos complejos.
6. Fondo de Mantenimiento Vial. Planeación.
7. Guía de costos–Fise. División de Desarrollo Institucional. Oficina de Regulación, Investigación y Desarrollo. 2008.
8. Ministerio de Transporte e Infraestructura división general de planificación. Anuario de aforos de tráfico año 2008-2016.
9. Manual centroamericano de normas para el diseño de geométrico de carreteras regionales. Guatemala 2004, 2da edición.
10. <https://www.inide.gob.ni/docu/censos2005/CifrasMun/Matagalpa/Terrabona.pdf>

## IX CRONOGRAMA DE EJECUCION

Actividades	Enero			Febrero				Marzo		
	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Semana 10
Recopilación de la Información	■									
Procesamiento de la Información	■									
Análisis de la Información	■	■								
Visita al Sitio	■									
Estudio del Sitio	■									
Discusión de Resultados		■								
Elaboración de Marco Teórico			■							
Diseño Metodológico				■	■					
Desarrollo de Diseño Metodológico					■	■				
Redacción de Informe Final							■	■		
Revisión del Documento									■	
Presentación de Trabajo Final										■

# **ANEXOS**

## Anexo 1

## Encuesta a Posibles Afectados.

### Encuesta No. 1

#### I. DATOS GENERALES

Nombre del encuestado (a): Dolores Flores

Dirección: Cuajiniquilapa Estación No. 04 + 671

Barrio/Comunidad: Cuajiniquilapa Ciudad: Darío

¿Tiempo tiene de residencia en este lugar?:            más de 65 años

Lugar de origen: Esta misma comunidad.

#### II. CUADRO FAMILIAR:

Tipo de Familia: Nuclear  Extendida  Matriarcal  Patriarcal  Compuesta

Nombre y Apellido	Sexo		Edad	Edo. Civil	Parentesco	Escolaridad						Ocupación u Oficio	Actividad que realiza	Ingreso
	M	F				A	p	P	S	U	T			
	Dolores Flores	X					70	C	Padre	X				
Herminia Rivas		X	64	C	Esp	X						Ama Casa		
Jacinto	X		42	S	Hijo		X					Agricultor	Cosechas	
Angelino	X		40	S	Hijo		X					Agricultor	Cosechas	
Rita		X	30	S	Hija		X					Ama Casa		

#### III.- VIVIENDA

¿La vivienda en que habita es:

Propia  Alquilada  Cuidada  otro

¿Si es propia, tiene documento de soporte? Si  No

Qué tipo de documento posee: Escritura  Otro:

Materiales con que está construida su vivienda: Ladrillo:  Bloque

Madera  Zinc  otros  Talquezal

¿Cuál es el área de construcción de la vivienda? 80 Mtrs<sup>2</sup>

¿Área estimada de construcción afectada? \_\_\_ Mtrs<sup>2</sup>

¿En el caso en que tenga que trasladarse de vivienda, usted posee otro local en donde pueda residir? Si \_\_\_\_\_ No  X

¿Cuánto es el valor estimado de la vivienda? \_\_\_\_\_

**Nota:** *La afectación a su propiedad consiste en una franja de terreno y cerca.*

#### IV. SERVICIOS BASICOS

¿De dónde se abastece de agua?

Pozo domiciliar  X  Pozo Comunal \_\_\_ Río \_\_\_\_\_ Conexión Domiciliar  X

Fuente de Energía

Energía Eléctrica  X  Kerosene \_\_\_\_\_ Otro \_\_\_\_\_

Servicio Telefónico:

Convencional: \_\_\_\_\_ Celular: \_\_\_\_\_ No  X  Internet \_\_\_\_\_

Disponen de transporte público: Si  X  No \_\_\_\_\_

Cómo elimina la basura: La entierra \_\_\_\_\_ La quema:  X  Otro \_\_\_

#### V. DATOS DE SALUD

¿Cuáles son las enfermedades más frecuentes que padecen los miembros de la familia?

Enfermedades diarreicas agudas \_\_\_ Infecciones respiratorias agudas  X

Enfermedades de la piel, mucosas y venéreas \_\_\_\_\_ Tuberculosis \_\_\_ Asma \_\_\_\_\_ Alergias \_\_\_\_\_

Otras  X

¿A dónde acuden los miembros de la familia para recibir atención médica?

C/S  X  P/S \_\_\_ Hospital \_\_\_ Clínica Privada \_\_\_ Otro \_\_\_\_\_

#### VI. DATOS DE CENTROS EDUCATIVOS

¿Cuántos centros educativos existen en el barrio/comunidad?  Uno

¿Los estudiantes atraviesan la carretera para asistir a clases? Si  X  No \_\_\_

¿A qué distancia de la carretera se encuentran ubicados los centros educativos?

Esta larguito, pero la necesidad hace que los niños caminen hasta alla.

#### **VII.- Consideraciones sobre el impacto Socioeconómico del Proyecto**

- ✓ ¿Qué impacto tendría la rehabilitación y mejoramiento de la Carretera, en su Familia?

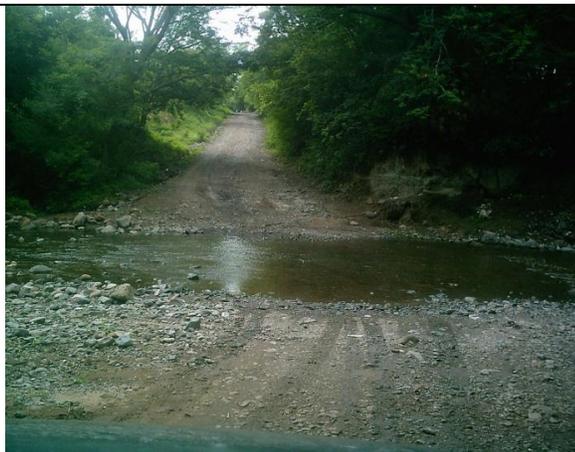
Les da mayor valor a las propiedades y mejora las condiciones que tiene actualmente la carretera y sería bueno que se hiciera.

- ✓ ¿Qué sugerencia puede brindar para que la implementación del Proyecto se realice de manera exitosa?

Que se tenga mucho cuidado con el ganado que va andar aguando y usamos la carretera para que ninguna maquinaria lo vaya a dañar.

## Anexo 2

## Fotografías del recorrido



Paso de la quebrada El Hato (Est. 3 +



Mujeres lavando ropa en la Quebrada El Hato



Ganando circulando en la vía pública.



Centro Escolar El Hato



Frente al C/ E El Hato, sin señalización



Lugar en donde los transeuntes esperan buses en Cuajiniquilapa.



Comunidad El Ojo de Agua



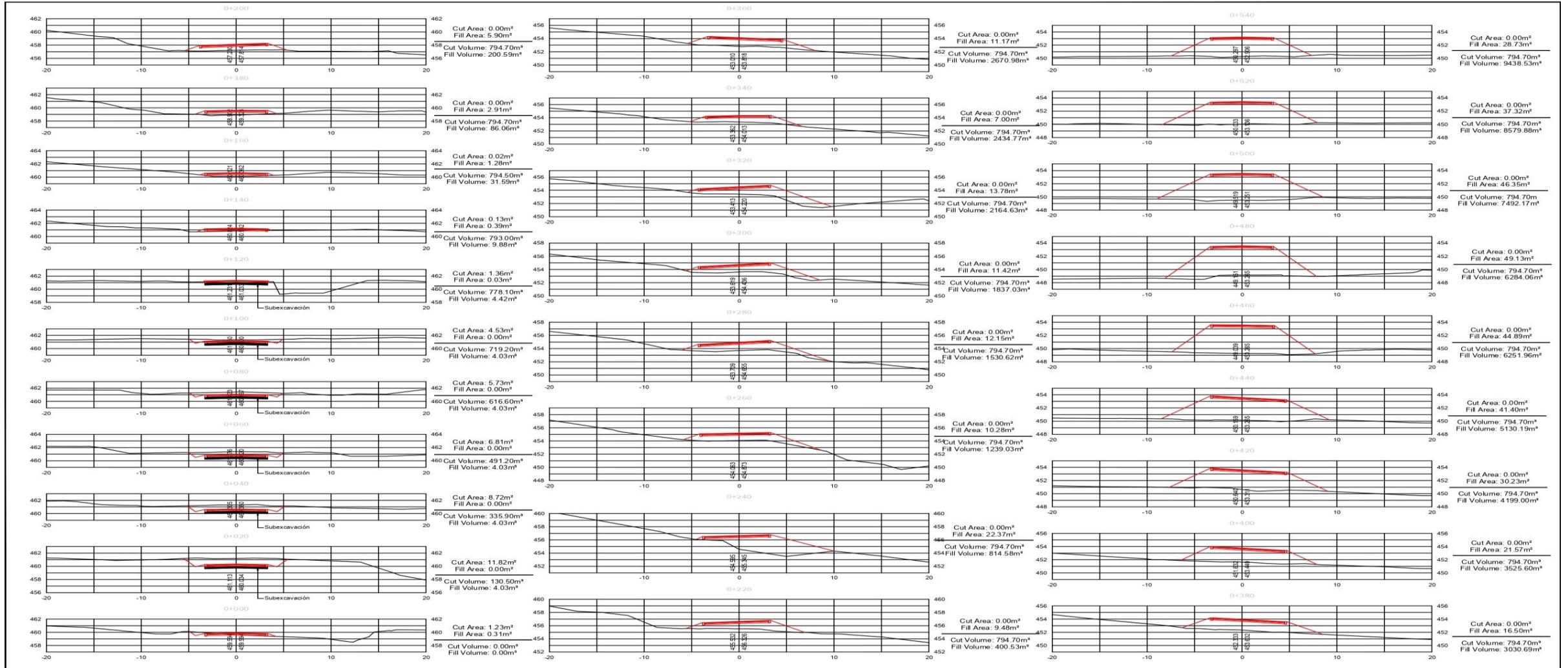
Necesidad de andenes peatonales en lugar de tradición religiosa.



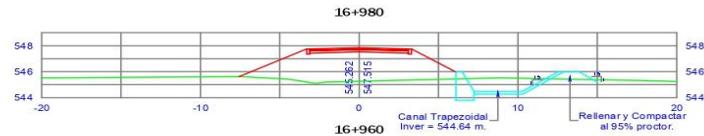
Paso peatonal sobre el puente Ojo de Agua (Est. 14+00)

# Anexo 3 Levantamiento de secciones transversales

## ESTACION 0+000 a 0 +540



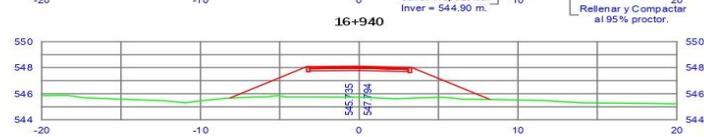
## ESTACION 16+800 a 17+163



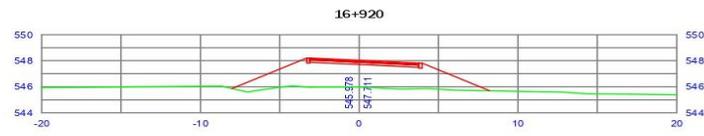
Cut Area: 0.00m<sup>2</sup>  
Fill Area: 25.14m<sup>2</sup>  
Cut Volume: 33952.70m<sup>3</sup>  
Fill Volume: 122162.38m<sup>3</sup>



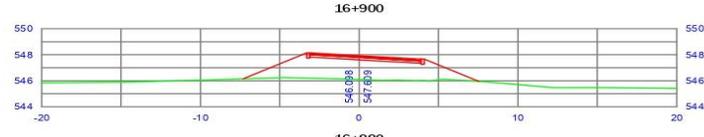
Cut Area: 0.00m<sup>2</sup>  
Fill Area: 28.66m<sup>2</sup>  
Cut Volume: 33952.70m<sup>3</sup>  
Fill Volume: 121462.98m<sup>3</sup>



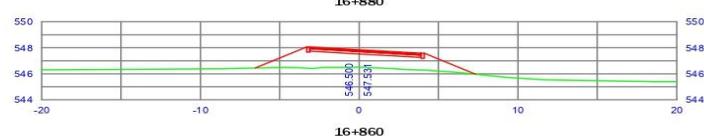
Cut Area: 0.00m<sup>2</sup>  
Fill Area: 24.65m<sup>2</sup>  
Cut Volume: 33952.70m<sup>3</sup>  
Fill Volume: 120769.95m<sup>3</sup>



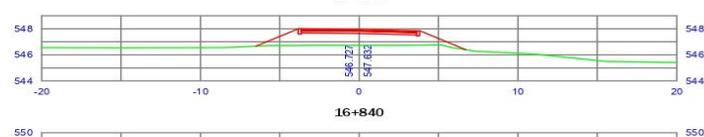
Cut Area: 0.00m<sup>2</sup>  
Fill Area: 22.60m<sup>2</sup>  
Cut Volume: 33952.70m<sup>3</sup>  
Fill Volume: 120155.70m<sup>3</sup>



Cut Area: 0.00m<sup>2</sup>  
Fill Area: 17.42m<sup>2</sup>  
Cut Volume: 33952.70m<sup>3</sup>  
Fill Volume: 119635.44m<sup>3</sup>



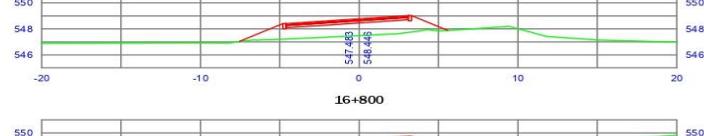
Cut Area: 0.00m<sup>2</sup>  
Fill Area: 12.52m<sup>2</sup>  
Cut Volume: 33952.70m<sup>3</sup>  
Fill Volume: 119246.22m<sup>3</sup>



Cut Area: 0.00m<sup>2</sup>  
Fill Area: 9.79m<sup>2</sup>  
Cut Volume: 33952.70m<sup>3</sup>  
Fill Volume: 118956.19m<sup>3</sup>



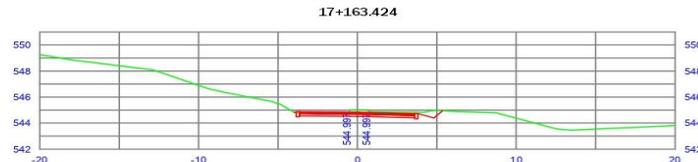
Cut Area: 0.00m<sup>2</sup>  
Fill Area: 8.15m<sup>2</sup>  
Cut Volume: 33952.70m<sup>3</sup>  
Fill Volume: 118722.97m<sup>3</sup>



Cut Area: 0.00m<sup>2</sup>  
Fill Area: 10.48m<sup>2</sup>  
Cut Volume: 33952.70m<sup>3</sup>  
Fill Volume: 118480.78m<sup>3</sup>



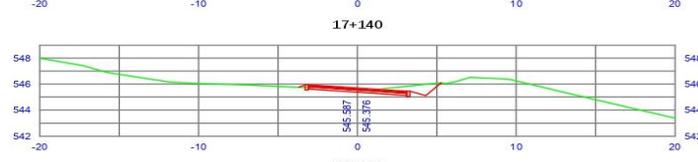
Cut Area: 0.00m<sup>2</sup>  
Fill Area: 16.53m<sup>2</sup>  
Cut Volume: 33952.70m<sup>3</sup>  
Fill Volume: 118129.65m<sup>3</sup>



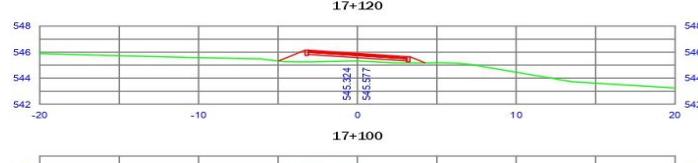
Cut Area: 0.09m<sup>2</sup>  
Fill Area: 0.51m<sup>2</sup>  
Cut Volume: 34016.94m<sup>3</sup>  
Fill Volume: 124135.25m<sup>3</sup>



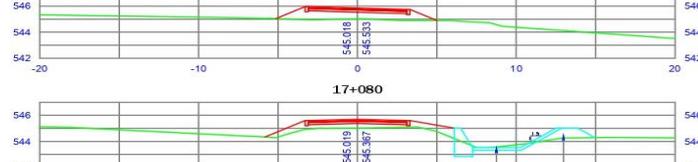
Cut Area: 0.26m<sup>2</sup>  
Fill Area: 0.87m<sup>2</sup>  
Cut Volume: 34016.50m<sup>3</sup>  
Fill Volume: 124133.31m<sup>3</sup>



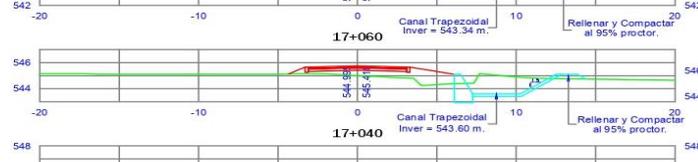
Cut Area: 3.06m<sup>2</sup>  
Fill Area: 0.04m<sup>2</sup>  
Cut Volume: 33983.30m<sup>3</sup>  
Fill Volume: 124121.48m<sup>3</sup>



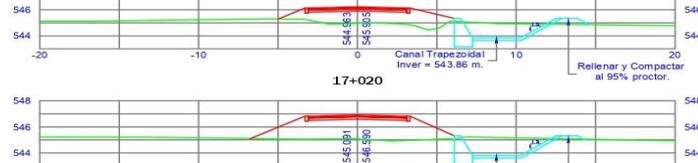
Cut Area: 0.00m<sup>2</sup>  
Fill Area: 3.07m<sup>2</sup>  
Cut Volume: 33952.70m<sup>3</sup>  
Fill Volume: 124081.05m<sup>3</sup>



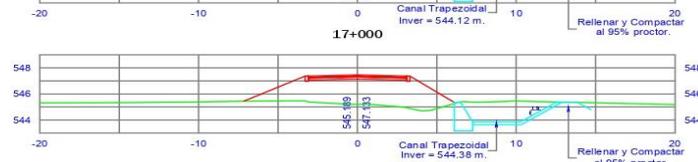
Cut Area: 0.00m<sup>2</sup>  
Fill Area: 5.29m<sup>2</sup>  
Cut Volume: 33952.70m<sup>3</sup>  
Fill Volume: 123972.37m<sup>3</sup>



Cut Area: 0.00m<sup>2</sup>  
Fill Area: 3.68m<sup>2</sup>  
Cut Volume: 33952.70m<sup>3</sup>  
Fill Volume: 123855.76m<sup>3</sup>



Cut Area: 0.00m<sup>2</sup>  
Fill Area: 4.26m<sup>2</sup>  
Cut Volume: 33952.70m<sup>3</sup>  
Fill Volume: 123752.54m<sup>3</sup>



Cut Area: 0.00m<sup>2</sup>  
Fill Area: 8.79m<sup>2</sup>  
Cut Volume: 33952.70m<sup>3</sup>  
Fill Volume: 123582.89m<sup>3</sup>



Cut Area: 0.00m<sup>2</sup>  
Fill Area: 16.20m<sup>2</sup>  
Cut Volume: 33952.70m<sup>3</sup>  
Fill Volume: 123258.02m<sup>3</sup>



Cut Area: 0.00m<sup>2</sup>  
Fill Area: 21.47m<sup>2</sup>  
Cut Volume: 33952.70m<sup>3</sup>  
Fill Volume: 122768.31m<sup>3</sup>

**Anexo 4 RESULTADOS DE LABORATORIO**

SONDEO No.	MUESTRA No.	'PROF. CM	TOTAL CM	% QUE PASA POR EL TAMIZ												L.L	L.P	I.P	CLASIFICACIÓN	PROCTOR STANDAR		CBR			DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL
				3 "	2 1/2 "	2 "	1 1/2 "	1 "	3/4 "	1/2 "	3/8 "	No. 4	No. 10	No. 40	No. 200					%	%	%	H.R. B	PVS max	
SL-9	23	0 - 17	17	100	100	100	90	86	75	65	55	39	33	27	22	37	17	20	A-2-6 (1)	1626	21.6	5	7	10	GRAVA ARENO ARCILLOSA
	24	17 - 110	93	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98	95	93	78	29	49	A-7-6(20)	1521	23.9	4	9	12	SUELO ARCILLOSO
	25	110 - 150	260	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	97	95	92	80	37	43	A-7-5(20)	1248	33.2	2	2	2
SL-10	26	0 - 15	15	100	100	100	100	88	83	77	67	49	38	27	22	36	18	18	A-2-6 (1)	1626	21.6	5	7	10	GRAVA ARENO ARCILLOSA
	27	15 - 35	20	100	100	100	100	94	89	83	82	67	55	38	30	38	17	21	A-2-6 (2)	1626	21.6	5	7	10	GRAVA ARENO ARCILLOSA
	28	35 - 110	75	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98	95	93	78	29	49	A-7-6(20)	1521	23.9	4	9	12	SUELO ARCILLOSO
	29	110 - 150	140	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	97	95	92	80	37	43	A-7-5(17)	1248	33.2	2	2	2
SL-11	30	0 - 30	30	100	100	100	90	86	75	65	55	39	33	27	22	37	17	20	A-2-6 (1)	1626	21.6	5	7	10	GRAVA ARENO ARCILLOSA
	31	30 - 120	90	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98	95	93	78	29	49	A-7-6(20)	1521	23.9	4	9	12	SUELO ARCILLOSO
	32	120 - 150	30	100	100	100	100	100	100	100	100	100	97	95	92	80	37	43	A-7-5(17)	1248	33.2	2	2	2	SUELO ARCILLOSO
SL-12	33	0 - 25	25	100	100	100	94	90	83	75	68	58	53	43	25	39	21	18	A-2-6(1)	1626	21.6	5	7	10	GRAVA ARENA ARCILLOSA
	34	25 - 120	95	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98	95	93	78	29	49	A-7-6(20)	1521	23.9	4	9	12	SUELO ARCILLOSO
	35	120-150	30	100	100	100	100	100	100	100	100	100	94	89	70	81	42	39	A-7-5(20)	1248	32.3	2	2	2	SUELO ARCILLOSO
SL-13	36	0 - 25	25	100	100	100	88	81	76	71	63	49	43	36	27	36	23	13	A-2-6(0)	1626	21.6	5	7	10	GRAVA ARENA ARCILLOSA
	37	25 - 140	115	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98	95	93	78	29	49	A-7-6(20)	1521	23.9	4	9	12	SUELO ARCILLOSO
	38	140 - 150	10	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99	96	91	80	34	46	A-7-5(20)	1248	32.3	2	2	2	SUELO ARCILLOSO
SL-14	39	0 - 30	30	100	100	100	93	87	80	74	68	56	46	27	13	39	22	17	A-2-6 (0)	1626	21.6	5	7	10	GRAVA ARENA ARCILLOSA
	40	30 - 80	50	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98	95	93	78	29	49	A-7-6(20)	1521	23.9	4	9	12	SUELO ARCILLOSO
	41	80 - 150	70	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98	88	78	80	36	44	A-7-5(20)	1248	32.3	2	2	2	SUELO ARCILLOSO
SL-15	42	0 - 06	6	100	100	100	88	81	76	71	63	49	43	36	27	36	23	13	A-2-6(0)	1626	21.6	5	7	10	GRAVA ARENA ARCILLOSA
	43	6 - 18	12	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98	95	93	78	29	49	A-7-6(20)	1521	23.9	4	9	12	SUELO ARCILLOSO
	44	18 - 60	42	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98	88	78	80	36	44	A-7-5(20)	1248	32.3	2	2	2	SUELO ARCILLOSO
SL-16	45	0 - 150	150	100	100	100	92	81	73	66	56	40	21	11	7	25	7	18	A-2-4 (0)	1893	13.9	9	21	25	GRAVA ARENO LIMOSA

SONDEO No.	MUESTRA No.	PROF. CM	TOTAL CM	% QUE PASA POR EL TAMIZ												L.L	L.P	I.P	CLASIFICACION	PROCTOR STANDAR		CBR			DESCRIPCION DEL MATERIAL
				3 "	2 1/2 "	2 "	1 1/2 "	1 "	3/4 "	1/2 "	3/8 "	No. 4	No. 10	No. 40	No. 200					%	%	%	H.R. B	PVS max	
SL-1	46	0 - 15	15	100	100	100	100	94	91	84	71	52	45	33	23	31	9	22	A-2-6 (1)	1626	21.6	5	7	10	GRAVA ARENA ARCILLOSA
	47	15 - 70	55	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98	95	93	78	29	49	A-7-6(20)	1521	23.9	4	9	12	SUELO ARCILLOSO
	48	70 -150	80	100	100	92	81	67	61	52	42	26	20	15	13	42	22	20	A-2-7 (0)	1805	13.8	8	17	27	GRAVA ARENA ARCILLOSA
SL-18	49	0 - 25	25	100	100	100	93	78	68	55	44	28	22	16	12	33	10	23	A-2-6 (0)	1626	21.6	5	7	10	GRAVA ARENA ARCILLOSA
	50	25 - 150	125	100	100	92	81	67	61	52	42	26	20	15	13	42	22	20	A-2-7 (0)	1805	13.8	8	17	27	GRAVA ARENA ARCILLOSA
SL-19	51	0 - 20	20	100	100	100	100	94	91	84	71	52	45	33	23	31	9	22	A-2-6 (1)	1626	21.6	5	7	10	GRAVA ARENA ARCILLOSA
	52	20 - 70	50	100	100	100	100	91	85	77	70	48	43	40	38	29	13	16	A-6 (1)	1613	17.9	7	17	23	SUELO ARCILLOSO
	53	70- 150	80	100	100	92	81	67	61	52	42	26	20	15	13	42	22	20	A-2-7 (0)	1805	13.8	8	17	27	GRAVA ARENA ARCILLOSA
SL-20	54	0 - 35	35	100	100	92	82	65	59	53	46	35	29	20	13	33	8	25	A-2-4 (0)	1893	13.9	9	21	25	GRAVA ARENO LIMOSA
	55	35 - 110	75	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98	95	93	78	29	49	A-7-6(20)	1521	23.9	4	9	12	SUELO ARCILLOSO
	56	110 - 150	40	100	100	91	88	77	70	56	44	21	14	9	7	56	26	30	A-2-7 (0)	1805	13.8	8	17	27	GRAVA ARENA ARCILLOSA
SL-21	57	0 - 10	10	100	100	100	100	94	91	84	71	52	45	33	23	31	9	22	A-2-6 (1)	1626	21.6	5	7	10	GRAVA ARENA ARCILLOSA
	58	10 - 80	70	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98	95	93	78	29	49	A-7-6(20)	1521	23.9	4	9	12	SUELO ARCILLOSO
	59	80 - 150	70	100	100	90	82	74	66	60	52	43	34	24	13	46	15	31	A-2-7 (0)	1805	13.8	8	17	27	GRAVA ARENA ARCILLOSA
SL-22	60	0 - 20	20	100	100	96	91	85	77	68	59	41	32	20	13	35	13	22	A-2-6 (0)	1626	21.6	5	7	10	GRAVA ARENA ARCILLOSA
	61	20 - 150	130	100	100	90	82	74	66	60	52	43	34	24	13	46	15	31	A-2-7 (0)	1805	13.8	8	17	27	GRAVA ARENA ARCILLOSA
SL-23	62	0 - 20	20	100	100	91	86	79	74	69	65	54	50	42	32	47	13	34	A-2-7 (1)	1805	13.8	8	17	27	GRAVA ARENA ARCILLOSA
	63	20 - 80	60	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98	95	93	78	29	49	A-7-6(20)	1521	23.9	4	9	12	SUELO ARCILLOSO
	64	80 - 130	50	100	100	100	100	100	100	100	90	51	-	50	45	59	26	33	A-7-5 (8)	1248	32.3	2	2	2	SUELO ARCILLOSO
	65	130 - 150	20	100	100	100	100	100	100	100	79	44	36	33	20	56	17	39	A-2-7 (0)	1805	13.8	8	17	27	GRAVA ARENA ARCILLOSA

SONDEO No.	MUESTRA No.	PROF. CM	TOTAL CM	% QUE PASA POR EL TAMIZ												L.L	L.P	I.P	CLASIFICACION	PROCTOR STANDAR		CBR			DESCRIPCION DEL MATERIAL
				3 "	2 1/2 "	2 "	1 1/2 "	1 "	3/4 "	1/2 "	3/8 "	No. 4	No. 10	No. 40	No. 200					%	%	%	H.R. B	PVS max	
SL-24	66	0 - 20	20	100	100	95	87	80	69	60	51	36	30	20	12	38	18	20	A-2-6 (0)	1626	21.6	5	7	10	GRAVA ARENA ARCILLOSA
	67	20 - 50	30	100	100	96	91	85	77	68	59	41	32	20	13	35	13	22	A-2-6 (0)	1626	21.6	5	7	10	GRAVA ARENA ARCILLOSA
	68	50 - 120	70	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99	97	95	72	10	62	A-5 (12)	1324	31.3	3	5	5	SUELO LIMOSO
	69	120 - 150	30	100	100	96	91	85	77	68	59	41	32	20	13	35	13	22	A-2-6 (0)	1626	21.6	5	7	10	GRAVA ARENA ARCILLOSA
SL-25	70	0 - 35	35	100	100	100	100	98	94	91	89	85	80	79	64	41	4	37	A-5 (6)	1324	31.3	3	5	5	SUELO LIMOSO
	71	35 - 110	75	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98	95	93	78	29	49	A-7-6(20)	1521	23.9	4	9	12	SUELO ARCILLOSO
	72	110 - 150	40	100	100	100	100	84	74	68	63	54	48	41	38	66	44	22	A-7-6 ( 6)	1521	23.9	4	9	12	SUELO ARCILLOSO
SL-26	73	0 - 25	25	100	100	100	100	97	93	87	81	73	70	49	33	43	20	23	A-2-7 (2)	1805	13.8	8	17	27	GRAVA ARENA ARCILLOSA
	74	25 - 150	125	100	100	100	100	100	100	100	9	96	86	49	36	44	16	28	A-7-6( 6)	1521	23.9	4	9	12	SUELO ARCILLOSO
SL-27	75	0 - 30	30	100	100	100	91	81	73	68	62	59	55	40	31	43	20	23	A-2-7 (2)	1805	13.8	8	17	27	GRAVA ARENA ARCILLOSA
	76	30 - 150	120	100	100	100	100	96	92	88	81	67	50	27	21	40	18	22	A-2-6 (0)	1626	21.6	5	7	10	GRAVA ARENA ARCILLOSA
SL-28	77	0 - 20	20	100	100	100	100	96	89	84	76	63	53	40	34	50	2	48	A-2-5 (0)	1621	18	7	9	15	GRAVA ARENA LIMOSA
	78	20 - 50	30	100	100	100	96	88	84	81	77	67	58	49	45	47	18	29	A-7-6 (5)	1521	23.9	4	9	12	SUELO ARCILLOSO
	79	50 - 100	50	100	100	100	100	96	89	84	76	63	53	40	34	50	2	48	A-2-5 (0)	1621	18	7	9	15	GRAVA ARENA LIMOSA
	80	100-150	50	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99	96	84	74	9	65	A-5 (12)	1324	31.3	3	5	5	SUELO LIMOSO
SL-29	81	0 - 15	15	100	100	100	100	97	95	90	85	74	68	51	37	23	7	16	A-4 (0)	1846	16.3	5	7	9	SUELO LIMOSO
	82	15 - 80	65	100	100	100	100	98	97	96	93	76	61	35	29	36	13	23	A-2-6 (0)	1626	21.6	5	7	10	GRAVA ARENA ARCILLOSA
	83	80 - 150	70	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98	95	93	78	29	49	A-7-6 (20)	1521	23.9	4	9	12	SUELO ARCILLOSO
SL-30	84	0 - 35	35	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	97	89	43	16	27	A-7-6 (11)	1385	28.2	4	7	9	GRAVA ARENA ARCILLOSA
	85	35 - 70	35	100	100	100	95	91	89	86	81	66	63	60	58	49	2	47	A-5 (5)	1324	31.3	3	5	5	SUELO LIMOSO
	86	70 - 150	80	100	100	100	95	91	89	86	81	66	63	60	58	49	2	47	A-5 (5)	1324	31.3	3	5	5	SUELO LIMOSO

## Anexo 5 Resultados CBR de Bancos de Materiales

BANCO	DENSIDAD MAXIMA (Kg/m <sup>3</sup> )	PESO VOLUMETRICO SECO Kg / m <sup>3</sup>	HUMEDAD OPTIMA (%)	% DE COMPACTACION REPRODUCIDA	VALOR CBR (%)	HINCHAMIENTO (%) PROMEDIO
Banco De Materiales El Coyol + Sondeo No 3	1907	1,681	12.4	90	22.9	0.23
		1,706		95	32.1	
		1,753		100	63.4	
Banco De Materiales El Coyol, La Joya No 2 + Muestra No 2	1979	1,702	13.1	90	15.96	0.04
		1,697		95	40.02	
		1,849		100	71.49	
Banco De Materiales El Coyol, Sondeo No 5 + Muestra No 2	2160		9.7	90		0.28
		1,656		95	31.47	
				100		

Fuente. Estudio de suelos

## Anexo 6 Cruces de drenaje existentes que pasaran a cajas

Nombre de la Obra	Foto de la Obra de Drenaje existente
<p>No.11, Est. 5+719.13 Alcantarilla Sencilla de 36 plg. Concreto Reforzado</p>	
<p>No.26, Est. 10+117.46 No existe ningún tipo de obra</p>	
<p>No.27, Est. 10+711.96 No existe ningún tipo de obra</p>	
<p>No.53, Est. 16+952.36 No existe ningún tipo de obra</p>	

Fuente. Estudio Hidráulico

## Anexo 7 Cruces de drenaje existentes que pasaran a puentes

Nombre de la Obra	Foto de la Obra de Drenaje existente
<p>No.2, Est. 0+471.10; Existe un puente-vado compuesto por 5-42plg TCR</p>	
<p>No.4, Est. 3+548.35 No existe ningún tipo de obra</p>	

No.40, Est. 13+845.95  
Alcantarilla Sencilla  
de 189 plg.  
Metal Corrugado



**Fuente. Estudio Hidráulico**

# Anexo 8

# Conteo vehicular clasificado

MINISTERIO DE TRANSPORTE E INFRAESTRUCTURA

CONTEO VEHICULAR CLASIFICADO 12 HORAS

TIPO DE ESTUDIO: trafico PROYECTO: empalme terrabona - terrabona

ENCUESTADOR: \_\_\_\_\_ PUNTO DE CONTEO: terrabona

Punto de Encuesta: terrabona entrada													Punto de Encuesta:														
HORA	CARRO	UTILITARIO	MICROBUS	BUS	CAMION LIVIANO 2.5T	C2	C3	CMTA	BICI	MOTO	TRAILER	VEHIC AGRIC	TOTAL	HORA	CARRO	UTILITARIO	MICROBUS	BUS	CAMION LIVIANO 2.5T	C2	C3	CMTA	BICI	MOTO	TRAILER	VEHIC AGRIC	TOTAL
6-7am				2				1	3	2			8	6-7am			2						1				3
7-8am	1			2				5	1				9	7-8am			5					2		1	1		9
8-9am					1			6	1	3			11	8-9am									4	1	5		10
9-10am				1				1		2			4	9-10am													0
10-11am				1				3	3	2			9	10-11am								2	1				3
11-12M								4		1			5	11-12M					1			2	1				4
12-1pm								4	4	2			10	12-1pm					1	1		1					3
1-2pm								1	1	1			3	1-2pm								1					1
2-3pm					1			4		2			7	2-3pm					1	1			2				4
3-4pm					1			6	2				9	3-4pm					1			6		2			9
4-5pm				1	1			5		1			8	4-5pm					1			7					8
5-6pm					1			3	4				8	5-6pm					1	1		5		3			10
<b>TOTAL</b>			0	1	4		0			10		12	27	<b>TOTAL</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
			0												0	0	0	0	0	0	0	38	4	0	0	0	0

Nota: Bicicletas y Motos no formaran parte del TPDA

Fuente. Estudio de Trafico

MINISTERIO DE TRANSPORTE E INFRAESTRUCTURA

CONTEO VEHICULAR CLASIFICADO 24 HORAS  
COMPLEMENTO 12 HORAS NOCTURNAS

TIPO DE ESTUDIO: trafico

PROYECTO: empalme terrabona - terrabona

ENCUESTADOR: PUNTO DE CONTEO: terrabona salida

Punto de Encuesta: terrabona entrada

HORA	CARRO	UTILITARIO	MICROBUS	BUS	CAMION LIVIANO 2.5T	C2	C3	CMTA	BICI	MOTO	TRAILER	VEHIC AGRIC	TOTAL
6-7am													0
7-8am													0
8-9am													0
9-10am													0
10-11am													0
11-12M													0
12-1pm													0
1-2pm													0
2-3pm													0
3-4pm													0
4-5pm													0
5-6pm													0
<b>TOTAL</b>			0	1	4					10		12	27

Punto de Encuesta:

HORA	CARRO	UTILITARIO	MICROBUS	BUS	CAMION LIVIANO 2.5T	C2	C3	CMTA	BICI	MOTO	TRAILER	VEHIC AGRIC	TOTAL
6-7am					1	2		1	1	2			7
7-8am						3		2	2	1			8
8-9am					1	1		1	1				4
9-10am						2				4			6
10-11am						3		4	4				11
11-12M						2		3	2	1			8
12-1pm						1		2	1				4
1-2pm						1		1	2	3			7
2-3pm						3		2	2	2			9
3-4pm					1	3	2	2					8
4-5pm						3		1	2	2			8
5-6pm						1		1		4			6
<b>TOTAL</b>	0	0	0	0	3	0	25	2	20	21	15	0	86

Nota: Bicicletas y Motos no formaran parte del TPDA

Fuente. Estudio de Trafico

## Anexo 9

# Encuesta origen y destino en el camino y dentro del bus

Fuente. Estudio de Trafico

ENCUESTA ORIGEN Y DESTINO EN EL CAMINO Y DENTRO DEL BUS															
				Proyecto: <b>Emp. Terrabona - Terrabona</b>											
				Punto de Encuesta: <b>Emp. Terrabona</b>						Encuestador: <b>ALEJANDRO NAVARRO</b>					
				Estado del Tiempo: <b>Soleado</b>											
No.	Clase de Vehiculo	No. de Ejes	Placa	Origen		Destino		Motivo de Viaje	Tipo de Carga	Capacidad Vehiculo	No. Pasajeros	Cantidad Carga	Peso Carga	Hora h:m:s	Distrib. Carga
1	H	2	NS0883	TERRABONA	Matagalpa	N SEGOVIA	JINOTEGA	2	19	2Ton.	10			6:03.31	21
2	J	2	S/P	HATO	Matagalpa	DARIO	JINOTEGA	2	19		2			6:12.13	21
3	D	2	MT290	TERRABONA	Matagalpa	MATAGALPA	JINOTEGA	6	19	60 Psj	56			6:30	21
4	J	2	S/P	MONTEGDE	Matagalpa	DARIO	JINOTEGA	2	19		2			6:55	21
5	D	2	M2247	TERRABONA	Matagalpa	M ORIENTAL	MANAGUA	6	19	60 Psj	40			6:58.13	21
6	H	2	MT0453	TERRABONA	Matagalpa	SEBACO	Matagalpa	6	19	1 Ton.	8			7:23.7	21
7	D	2						2	19	60 Psj				7:23.7	21
8	H	2	MT04858	DANTO	Matagalpa	SN JUANILLO	Matagalpa	2	19	1 Ton.	9			7:24.8	21
9	D	2	MT243	TERRABONA	Matagalpa	MATAGALPA	Matagalpa	6	19	60 Psj	50			7:27.3	21
10	H	2	M023184	TERRABONA	Matagalpa	SEBACO	Matagalpa	2	19	1 Ton.	8			7:36.12	21
11	H	2	MT12823	JICARO	Matagalpa	DARIO	Matagalpa	2	19	2.5 Ton.	8			7:45.13	21
12	H	2	CZ1797	TERRABONA	Matagalpa	SEBACO	Matagalpa	2	19	2.5 Ton.	2			7:53.12	22
13	H	2			Matagalpa	DARIO	Matagalpa	2	19	2.5 Ton.	6			8:01	21
14	H	2	M043645	MAUNICA	Matagalpa	DARIO	Matagalpa	2	19	2.5 Ton.	6			8:02.1	21
15	H	2	M055409	SN SEBASTIAN	Matagalpa	DARIO	Matagalpa	2	17 - 19	2.5 Ton.	8	30 Cajas		8:03.30	22
16	H	2	M022215	HATO	Matagalpa	DARIO	Matagalpa	2	19	2.5 Ton.	2			8:13.12	22
<b>Codigo Vehiculos</b>		<b>Pasaj y Carga</b>		<b>Tipo de Carga</b>						<b>Motivo del Viaje</b>		<b>Distribucion Carga</b>			
A Carro		H Camioneta		1 Product Lacteos		8 Cerveza/Bebida		15 Arroz		1 Comercio		20 Lleno			
B Utilitario(turismo)		I Bicicleta		2 Ganado en pie		9 Petróleo		16 Maiz		2 Trabajo		21 Parcialmente lleno			
C Microbus		J Moto		3 Carne		10 Cemento		17 Product Varios		3 Estudio		22 Vacio			
D Bus		K Trailer		4 Trigo		11 Acero		18 Bananos		4 Salud		<b>Observaciones</b>			
E C2 (2ejes)		L Vehiculo Agricola		5 Café		12 Mat. Construccion		19 Pasajeros		5 Social-Paseo					
F C3(3 ejes)		M Equipo Constr.		6 Azucar		13 Aceite de Cocina				6 Negocio					
G Camion liviano (2.5t)				7 Madera		14 Frijoles				7 A Casa					

Fuente. Estudio de Trafico

**Anexo 10****Estudio de Velocidad de Recorrido y demoras**

PROYECTO: Empalme Terrabona - Terrabona								
Velocidad de Recorrido y Demoras por Tramo								
Estación:	Empalme Terrabona							
Encuestador:	ALEJANDRO NAVARRO			Estado del Tiempo: Soliado				
No.	Clase de Vehículo	Cod.	Placa	H. Inicial	H.Final	Demoras	Diferencia seg	Total
1	Camioneta	H	M 002-807		11:07:10			
2	Camión	C2	MT 13-543	11:10:05				
3	Camioneta	H	M 157-989		11:12:08			
4	Camioneta	H	MT 02-679		11:20:05			
5	Bus	D	MT 138	11:48:30				
6	Camioneta	H	GR 1401		11:52:16			
7	Moto	J	SP		11:56:50			
8	Camioneta	H	SP		11:57:54			
9	Moto	J	SP		12:12:45			
10	Moto	J	SP		12:18:11			
11	Camioneta	H	ME 0452		12:32:04			
12	Camioneta	H	RN 1138		12:43:33			
13	Camioneta	H	M 152-984		12:47:07			
14	Camioneta	H	M 080-970		12:52:35			
15	Camioneta	H	SP		12:54:40			
16	Camioneta	H	M 022-215		13:01:04			
17	Moto	J	SP		13:12:02			
18	Camioneta	H	MT 10-436		13:22:30			
19	Bus	D	MT 290		13:24:40			
20	Camión	C2	MT 04-752		13:33:00			
21	Camioneta	H	SP		13:35:11			
22	Camioneta	H	NS 0883	13:45:50				
23	Camioneta	H	SP		13:48:10			
24	Camión	C2	M 086-764		13:52:44			
25	Moto	J	SP		14:00:00			

Fuente. Estudio de Trafico

## Anexo 11 Producción total en toneladas tráfico generado

AÑO	SIN PROYECTO								CON PROYECTO							
	PRODUCCION AGRICOLA Y PECUARIA				VEHICULOS GENERADOS CON % DE UTILIZACION				PRODUCCION AGRICOLA Y PECUARIA				VEHICULOS GENERADOS			
	PRODUCCION AGRICOLA	PRODUCCION TOMATE Y CHILTOMA	PROD. PECUARIA	TOTAL PROD.	CAMION LIV 3.5 TON	CAMION C2 5 TON	TPDA 3.5 Ton	TPDA 5 Ton	PROD. AGRICOLA	PRODUCCION TOMATE Y CHILTOMA	PRODUCCION PECUARIA	TOTAL PROD.	CAMION LIV 3.5 TON	CAMION C2 5 TON	TPDA 3.5 Ton	TPDA 5 Ton
0	8,740	4,668	205	13,613	1,334	1,789	47	21	8,740	4,668	205	13,613	1,334	1,789	47	21
1	8,784	4,691	243	13,718	1,340	1,805	47	21	8,784	4,691	243	13,718	1,340	1,805	47	21
2	8,828	4,714	280	13,822	1,347	1,822	47	22	8,828	4,714	280	13,822	1,347	1,822	47	22
3	8,872	4,738	330	13,940	1,354	1,840	48	22	8,872	4,738	330	13,940	1,354	1,840	47	22
4	8,916	4,762	308	13,986	1,360	1,845	48	22	9,813	6,696	318	16,827	1,913	2,026	47	24
5	8,961	4,785	311	14,057	1,367	1,854	48	22	9,862	6,729	368	16,959	1,923	2,046	67	24
6	9,005	4,809	382	14,197	1,374	1,877	48	22	9,911	6,763	392	17,066	1,932	2,061	67	24
7	9,051	4,833	391	14,275	1,381	1,888	48	22	9,961	6,797	509	17,267	1,942	2,094	68	25
8	9,096	4,858	399	14,352	1,388	1,899	49	22	10,011	6,831	549	17,390	1,952	2,112	68	25
9	9,141	4,882	408	14,431	1,395	1,910	49	23	10,061	6,865	588	17,514	1,961	2,130	68	25
10	9,187	4,906	418	14,511	1,402	1,921	49	23	10,111	6,899	646	17,656	1,971	2,151	69	25
11	9,233	4,931	427	14,591	1,409	1,932	49	23	10,162	6,934	703	17,798	1,981	2,173	69	26
12	9,279	4,956	437	14,672	1,416	1,943	50	23	10,212	6,968	764	17,945	1,991	2,195	70	26
13	9,325	4,980	447	14,753	1,423	1,954	50	23	10,264	7,003	831	18,098	2,001	2,219	70	26
14	9,372	5,005	457	14,834	1,430	1,966	50	23	10,315	7,038	904	18,257	2,011	2,244	71	26
15	9,419	5,030	468	14,917	1,437	1,977	50	23	10,366	7,073	983	18,423	2,021	2,270	71	27
16	9,466	5,055	478	14,999	1,444	1,989	51	23	10,418	7,109	1,069	18,596	2,031	2,297	71	27
17	9,513	5,081	489	15,083	1,452	2,000	51	24	10,470	7,144	1,162	18,777	2,041	2,326	72	27
18	9,561	5,106	501	15,168	1,459	2,012	51	24	10,523	7,180	1,264	18,967	2,051	2,357	72	28
19	9,609	5,132	512	15,252	1,466	2,024	51	24	10,575	7,216	1,374	19,165	2,062	2,390	72	28
20	9,657	5,157	524	15,338	1,473	2,036	52	24	10,628	7,252	1,494	19,374	2,072	2,424	73	29

Fuente: Elaboración CINASE en base a proyecciones de producción agrícola y ganadera

## Anexo 12 TPDA Pronosticado 20 años (sin proyecto)

Nº	Año	Carro	Utilitario	Bus	Camión 2.5 ton	Camión 3.5ton	C2 5ton	Total	% de Crecimiento
	TPDA Base	6	1	17	6	99	29		
<b>0</b>	<b>2011</b>	<b>9</b>	<b>1</b>	<b>21</b>	<b>8</b>	<b>139</b>	<b>100</b>	<b>279</b>	
1	2012	10	1	22	9	142	103	286	
2	2013	10	1	22	9	146	105	293	
3	2014	10	1	23	9	150	108	300	
4	2015	10	1	23	9	153	110	308	2.50%
5	2016	11	1	24	9	157	113	316	
6	2017	11	1	24	10	161	116	323	
7	2018	11	1	25	10	165	119	332	
8	2019	11	1	26	10	169	122	340	
9	2020	12	2	26	10	173	125	348	
10	2021	12	2	27	11	178	128	357	
11	2022	13	2	28	11	187	134	375	
12	2023	13	2	30	12	196	141	394	
13	2024	14	2	31	12	206	148	413	
14	2025	15	2	33	13	216	156	434	
15	2026	15	2	34	14	227	163	456	5.00%
16	2027	16	2	36	14	238	172	478	
17	2028	17	2	38	15	250	180	502	
18	2029	18	2	40	16	263	189	527	
19	2030	19	2	42	17	276	199	554	
20	2031	19	3	44	17	290	209	581	

Fuente. Estudio de Trafico

### Anexo 13 TPDA Pronosticado 20 años (con proyecto)

Nº	Año	Carro	Utilitario	Bus	Camión 2.5 ton	Camión 3.5ton	C2 5ton	Total	% de Crecimiento
	TPDA Base	6	1	17	6	99	29		
<b>0</b>	<b>2011</b>	<b>9</b>	<b>1</b>	<b>21</b>	<b>8</b>	<b>145</b>	<b>108</b>	<b>293</b>	
1	2012	10	1	22	9	149	111	302	
2	2013	10	1	22	9	154	115	311	3.00%
3	2014	10	1	23	9	158	118	320	
4	2015	10	1	24	9	163	122	330	
5	2016	11	1	24	10	168	125	340	
6	2017	11	1	26	10	176	132	357	
7	2018	12	2	27	11	185	135	372	
8	2019	13	2	28	11	194	140	388	5.00%
9	2020	13	2	30	12	204	144	404	
10	2021	14	2	31	12	214	148	421	
11	2022	15	2	33	13	226	156	445	
12	2023	15	2	35	14	239	165	469	
13	2024	16	2	37	15	252	174	495	
14	2025	17	2	39	15	266	183	522	
15	2026	18	2	41	16	280	193	551	5.50%
16	2027	19	3	43	17	296	204	581	
17	2028	20	3	45	18	312	215	613	
18	2029	21	3	48	19	329	227	647	
19	2030	22	3	50	20	347	240	682	
20	2031	24	3	53	21	366	253	720	

Fuente. Estudio de Trafico

## Anexo 14 Sección Típica del Adoquinado Zona Urbana

2.5.- SECCION TÍPICA DE DISEÑO

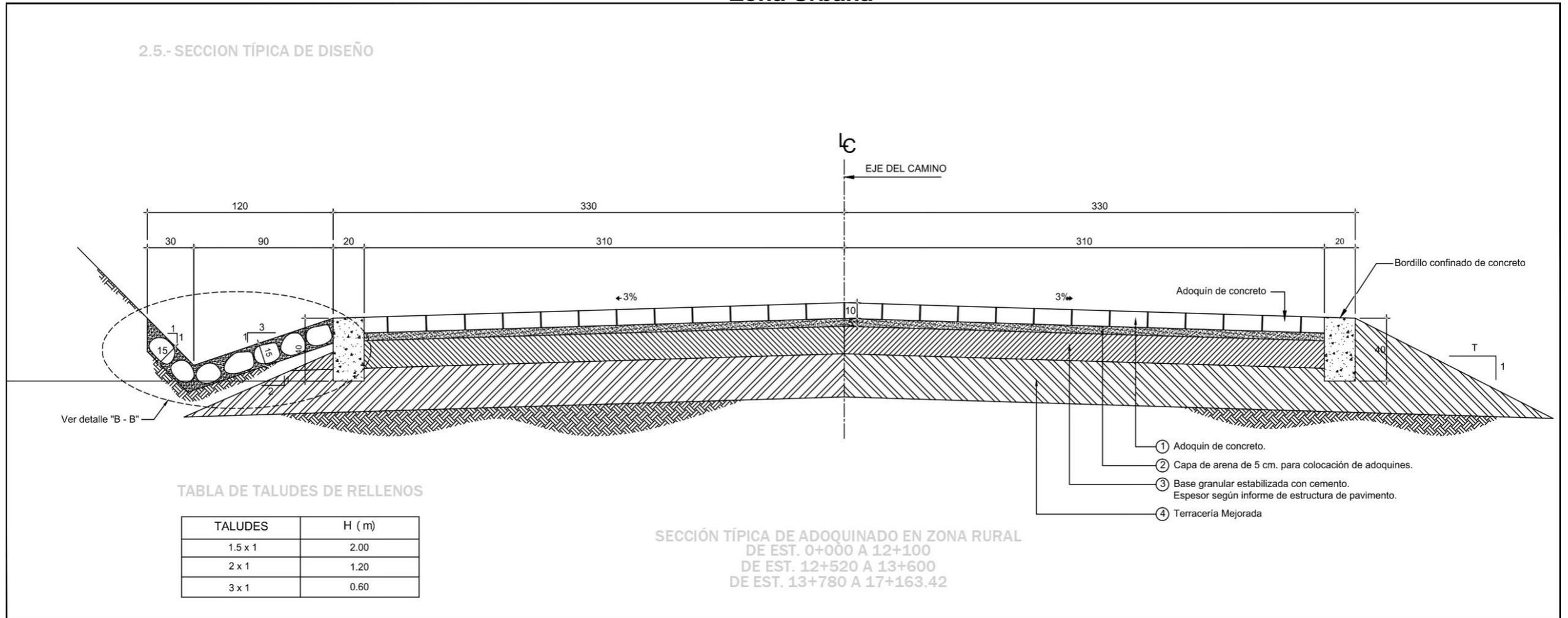


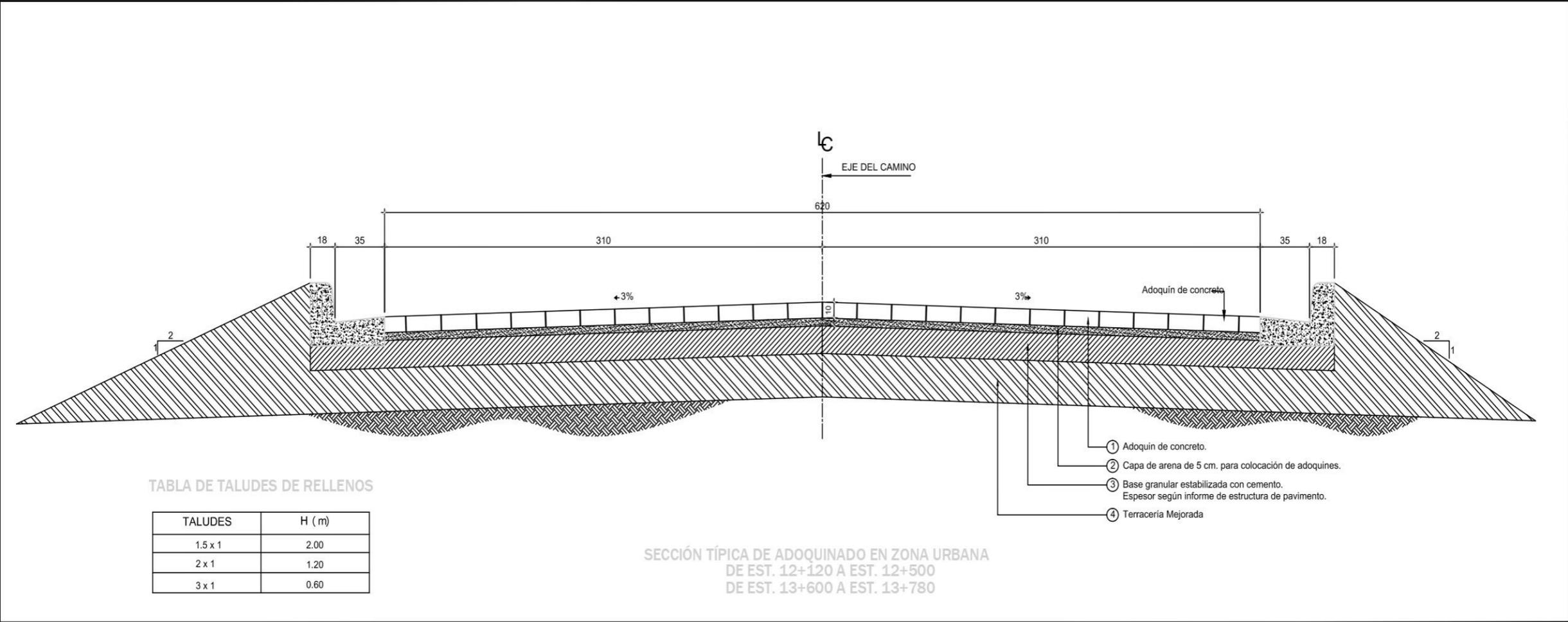
TABLA DE TALUDES DE RELLENOS

TALUDES	H ( m )
1.5 x 1	2.00
2 x 1	1.20
3 x 1	0.60

Fuente. Estudio de Diseño Geométrico

# Sección Típica del Adoquinado

## Zona Rural



Fuente. Estudio de Diseño Geométrico

**Anexo 15 Costos de mantenimiento financiero (dólares)**

<b>Alternativa Adoquinado</b>		
<b>Año</b>	<b>Sin Proyecto</b>	<b>Con Proyecto</b>
1	268,365.6	8,128.3
2	23,759.8	34,105.9
3	23,931.7	34,277.9
4	23,931.7	43,435.6
5	194,512.3	263,762.5
6	23,931.7	34,277.9
7	23,931.7	34,277.9
8	23,931.7	34,277.9
9	23,931.7	43,435.6
10	251,696.8	320,947.0
11	23,931.7	34,277.9
12	23,931.7	34,277.9
13	23,931.7	34,277.9
14	23,931.7	43,435.6
15	308,881.4	412,365.8
16	23,931.7	34,277.9
17	23,931.7	34,277.9
18	23,931.7	34,277.9
19	23,931.7	43,435.6
20	308,881.4	412,365.8

Anexo 16 Presupuesto de Obra

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO DE CARRETERA EMPALME DE TERRABONA - TERRABONA (17.9 KM) EN EL DEPARTAMENTO DE MATAGALPA.  
PAVIMENTO DE ADOQUINES TIPO TRAFICO  
Estación 0+000 a la Estación 17+900  
Ancho de Carril, 3.10 m  $\pm$  6.20 m de Calzada**

COD.	CONCEPTO	U/M	CANTIDAD	COSTOS UNITARIOS (C\$)					COSTO TOTAL (C\$)				
				MATERIALES	MANO DE OBRA	TRANSPORTE Y EQUIPOS	SUB-CONTRATOS	COSTO UNITARIO	MATERIALES	MANO DE OBRA	TRANSPORTE Y EQUIPOS	SUB-CONTRATOS	COSTO TOTAL
<b>TRABAJOS ADMINISTRATIVOS</b>													
110(06)	Trabajos por Administración	Global	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15,361,784.60	4,212,579.00	1,633,449.00	2,665,101.00	85,971.00	8,597,099.99
<b>TRABAJOS DE MOVIMIENTO DE TIERRA</b>													
201(1)	Abra y Destronque	Ha.	14.45	0.00	11,562.42	104,148.51	0.00	115,710.94	0.00	167,077.01	1,504,946.01	0.00	1,672,023.02
203(1)	Excavación en la Vía	m <sup>3</sup>	35,717.79	0.00	6.84	97.21	0.00	104.05	0.00	244,215.36	3,472,064.83	0.00	3,716,280.19
203(2)	Excavación de Suelos Inadecuados	m <sup>3</sup>	4,000.00	0.00	16.35	95.39	0.00	111.74	0.00	65,405.11	381,563.34	0.00	446,968.45
206(1)	Excavación de Préstamo Caso II	m <sup>3</sup>	123,826.68	15.55	18.81	123.58	0.00	157.93	1,925,526.57	2,328,630.56	15,302,307.96	0.00	19,556,465.09
206(5)	Sobre acarreo Largo (Desperdicio)	m <sup>3</sup> -Km.	11,905.93	0.00	2.89	22.66	0.00	25.55	0.00	34,440.23	269,788.83	0.00	304,229.06
<b>TRABAJOS DE PAVIMENTO CONCRETO HIDRAULICO</b>													
304(2)	Base Granular Estabilizada con Cemento e=0.15	m <sup>3</sup>	22,600.00	722.24	208.32	394.21	0.00	1,324.77	16,322,528.32	4,708,074.63	8,909,233.14	0.00	29,939,836.08
501(4)	Pavimento con Adoquines de Concreto, incluye vigas de remate	m <sup>2</sup>	128,000.00	347.10	146.02	157.28	0.00	650.40	44,429,260.75	18,690,135.45	20,132,312.63	0.00	83,251,708.84
<b>TRABAJOS DE DRENAJE MENOR TRANSVERSAL</b>													
202(2)	Remoción de Alcantarillas	Unidad	11.00	0.00	1,382.53	8,216.43	0.00	9,598.96	0.00	15,207.87	90,380.69	0.00	105,588.56
202(6)	Remoción de Cabezales y Aletones	Unidad	29.00	1,251.44	3,440.17	20,736.23	0.00	25,427.84	36,291.69	99,764.97	601,350.60	0.00	737,407.27
203(14)	Canales Menores de 4 m.	m <sup>3</sup>	705.00	0.00	7.07	60.67	0.00	67.73	0.00	4,983.23	42,769.44	0.00	47,752.67
207(1A)	Excavación de Estructuras para Drenaje Menor	m <sup>3</sup>	3,633.00	3.58	27.12	76.32	0.00	107.02	12,989.92	98,525.66	277,283.51	0.00	388,799.10
608(5)	Mampostería Clase "A" para Drenaje Menor	m <sup>3</sup>	1,061.00	970.10	939.24	600.23	0.00	2,509.57	1,029,276.26	996,532.52	636,841.49	0.00	2,662,650.27
701(16)	Lecho Clase "B"	m <sup>3</sup>	174.00	21.85	74.43	138.66	0.00	234.94	3,801.88	12,950.03	24,127.09	0.00	40,879.00
701(18)	Relleno de Alcantarillas	m <sup>3</sup>	2,298.00	25.39	45.43	201.40	0.00	272.22	58,348.93	104,391.15	462,815.72	0.00	625,555.80
702(1-B)	Tubería de Concreto Reforzado 36" clase II	m.	293.75	3,954.65	526.68	1,523.24	0.00	6,004.57	1,161,678.93	154,712.95	447,451.32	0.00	1,763,843.20
702(1-C)	Tubería de Concreto Reforzado 42" clase II	m.	80.00	4,090.90	621.33	1,672.42	0.00	6,384.66	327,272.31	49,706.66	133,793.67	0.00	510,772.65
702(1-D)	Tubería de Concreto Reforzado 48" clase II	m.	287.50	6,208.30	704.65	1,838.10	0.00	8,751.06	1,784,887.38	202,587.37	528,454.76	0.00	2,515,929.51
702(1-E)	Tubería de Concreto Reforzado 60" clase II	m.	15.00	9,572.12	1,016.49	2,871.23	0.00	13,459.84	143,581.74	15,247.39	43,068.40	0.00	201,897.54
702(1-F)	Tubería de Concreto Reforzado 72" clase II	m.	80.00	13,270.44	1,215.05	3,319.68	0.00	17,805.17	1,061,635.01	97,204.09	265,574.53	0.00	1,424,413.63

COD.	CONCEPTO	U/M	CANTIDAD	COSTOS UNITARIOS (C\$)					COSTO TOTAL (C\$)				
				MATERIALES	MANO DE OBRA	TRANSPORTE Y EQUIPOS	SUB-CONTRATOS	COSTO UNITARIO	MATERIALES	MATERIALES	MANO DE OBRA	SUB-CONTRATOS	COSTO TOTAL
<b>TRABAJOS DE DRENAJE MENOR LONGITUDINAL</b>													
203(10)	Contracuneta	m	360.15	465.03	410.17	126.98	0.00	1,002.18	167,481.12	147,722.17	45,731.40	0.00	360,934.69
207(1A)	Excavación de Estructuras para Drenaje Menor	m <sup>3</sup>	3,750.00	3.58	27.12	76.32	0.00	107.02	13,408.26	101,698.66	286,213.37	0.00	401,320.29
913(4)	Cunetas Revestidas de Mampostería Triangular	m	471.45	573.88	273.58	121.52	0.00	968.98	270,554.39	128,978.12	57,291.76	0.00	456,824.27
913(5)	Cunetas Revestidas de Mampostería Pie de Terraplen	m	3,297.13	686.36	282.47	139.58	0.00	1,108.41	2,263,034.17	931,336.61	460,213.79	0.00	3,654,584.58
913(6D)	Canales revestidos de mampostería Clase A	m <sup>3</sup>	431.40	1,256.79	384.44	215.49	0.00	1,856.73	542,178.98	165,848.83	92,963.38	0.00	800,991.19
913(6E)	Canales revestidos de mampostería Clase A	m <sup>2</sup>	3,112.84	168.05	70.74	38.79	0.00	277.58	523,100.31	220,217.25	120,734.24	0.00	864,051.79
704(6)	Tubería Colectora para Subdren e PVC de 20 cm Ranurada	m	4,000.00	710.69	127.55	97.81	0.00	936.05	2,842,752.77	510,215.90	391,251.17	0.00	3,744,219.85
704(21)	Relleno Granular Filtrante para Subdrenes	m <sup>3</sup>	3,750.00	481.86	228.45	316.80	0.00	1,027.11	1,806,957.92	856,699.29	1,188,007.85	0.00	3,851,665.07
<b>TRABAJOS DE DRENAJE MAYOR (CAJA)</b>													
202(02)	Remoción de estructuras de drenaje	Unidad	2.00	1,251.44	3,440.17	20,736.23	0.00	25,427.84	2,502.88	6,880.34	41,472.46	0.00	50,855.67
203(14)	Canales menores de 4m	m3	325.00	0.00	7.07	60.67	0.00	67.73	0.00	2,297.23	19,716.41	0.00	22,013.64
207(2A)	Excavación de Estructuras para Drenaje Mayor	m3	4,087.00	3.58	32.36	110.39	0.00	146.32	14,613.22	132,244.55	451,162.74	0.00	598,020.51
207(5A)	Mejoramiento de Suelo Cemento	m3	760.00	773.02	169.34	443.82	0.00	1,386.18	587,494.49	128,697.59	337,304.88	0.00	1,053,496.96
602(1A)	Concreta clase "A" en colados IN SITU f'c=280 kg/cm <sup>2</sup>	m3	75.09	8,243.84	1,273.44	2,475.19	0.00	11,992.46	619,030.01	95,622.45	185,861.74	0.00	900,514.19
602(1B)	Concreta clase "D" en colados IN SITU f'c=350 kg/cm <sup>2</sup>	m3	603.96	8,726.90	1,304.82	2,595.02	0.00	12,626.74	5,270,695.73	788,061.21	1,567,287.36	0.00	7,626,044.31
604(1B)	Acero reforzado Grado 60, fy=4200 kg/cm <sup>2</sup>	kg	63,707.67	35.20	13.37	0.77	0.00	49.35	2,242,607.91	851,957.80	49,272.44	0.00	3,143,838.15
605(5)	Junta de Expansión de acero ASTM A-36 de 7.50 m de longitud	Unidad	12.00	24,453.52	13,046.74	6,266.83	0.00	43,767.09	293,442.29	156,560.83	75,202.01	0.00	525,205.13
606(3)	Baranda Metálica (ASTM A-36)	m	133.76	3,383.95	129.64	530.84	0.00	4,044.43	452,636.75	17,341.06	71,004.71	0.00	540,982.53
608(1B)	Mampostería Clase "A" para Drenaje Mayor	m3	2,826.00	797.09	729.47	401.80	0.00	1,928.36	2,252,566.40	2,061,477.72	1,135,493.46	0.00	5,449,537.58
611(1A)	Placas de Neopreno Dureza Shore 60 de 7.5 cm x 53.5 cm x 30.5 cm	Unidad	54.00	9,349.05	56.22	20.04	0.00	9,425.32	504,848.92	3,035.94	1,082.28	0.00	508,967.15
704(11)	Drenes de Acero Galvanizado de 10 cm dia. X 60 cm ó 100 cm	Unidad	84.00	845.31	118.17	4.74	0.00	968.22	71,006.07	9,926.02	398.03	0.00	81,330.11
704 (14)	Drenes de Tubo PVC de 10 cm dia. X 380 cm.	Unidad	42.00	709.33	805.31	28.78	0.00	1,543.43	29,791.98	33,822.96	1,208.95	0.00	64,823.89
	Drenes de Tubo PVC de 10 cm dia. X 145 cm.	Unidad	34.00	377.21	41.53	13.51	0.00	432.25	12,825.25	1,411.96	459.30	0.00	14,696.52
910(5)	Zampeado de Piedra Bolón	m3	57.93	1,833.10	255.57	444.35	0.00	2,533.03	106,191.62	14,805.32	25,741.48	0.00	146,738.42
924(3)	Capa de piedra triturada de 3/4"	m3	169.50	622.02	115.44	727.53	0.00	1,464.99	105,432.71	19,567.57	123,316.11	0.00	248,316.39
928(1A)	Viga de Concreto Pretensada tipo "I" de 0.97 m x 20.25m	Unidad	27.00	0.00	0.00	0.00	479,388.33	479,388.33	0.00	0.00	0.00	12,943,484.89	12,943,484.89

COD.	CONCEPTO	U/M	CANTIDAD	COSTOS UNITARIOS (C\$)					COSTO TOTAL (C\$)				
				MATERIALES	MANO DE OBRA	TRANSPORTE Y EQUIPOS	SUB-CONTRATOS	COSTO UNITARIO	MATERIALES	MANO DE OBRA	TRANSPORTE Y EQUIPOS	SUB-CONTRATOS	COSTO TOTAL
<b>SEÑALIZACION</b>													
800(1)	Señales Restrictivas de 120 cms x 61 cms	Unidad	25.00	0.00	0.00	0.00	2,691.60	2,691.60	-	-	-	67,290.00	67,290.00
800(1A)	Señales Restrictivas de 76 cms x 76 cms	Unidad	2.00	0.00	0.00	0.00	3,122.90	3,122.90	-	-	-	6,245.79	6,245.79
800(1B)	Señales Restrictivas de 61 cm x 30 cm.	Unidad	1.00	0.00	0.00	0.00	590.73	590.73	-	-	-	590.73	590.73
800(1C)	Señales Preventivas de 76 cm x 76 cm.	Unidad	38.00	0.00	0.00	0.00	3,122.90	3,122.90	-	-	-	118,670.04	118,670.04
800(1D)	Señales Preventivas de 90 cm x 30 cm.	Unidad	22.00	0.00	0.00	0.00	4,304.91	4,304.91	-	-	-	94,708.05	94,708.05
800(1E)	Señales de Información General de 240.0 cms x 40.0 cms	Unidad	20.00	0.00	0.00	0.00	5,823.53	5,823.53	-	-	-	116,470.52	116,470.52
800(1F)	Señales de Información Destino de 120.0 cms x 91.0 cms	Unidad	1.00	0.00	0.00	0.00	2,390.63	2,390.63	-	-	-	2,390.63	2,390.63
800(1G)	Señales de Información Destino de 120.0 cms x 61.0 cms	Unidad	3.00	0.00	0.00	0.00	4,943.45	4,943.45	-	-	-	14,830.34	14,830.34
800(1H)	Señales de Información Destino de 240.0 cms x 120.0 cms	Unidad	6.00	0.00	0.00	0.00	2,471.72	2,471.72	-	-	-	14,830.34	14,830.34
800(1I)	Señales Indicativas de 120.0 cms x 30.0 cm	Unidad	1.00	0.00	0.00	0.00	2,451.66	2,451.66	-	-	-	2,451.66	2,451.66
802(IA)	Línea Continua Amarilla de 12 cm	m	15,953.00	0.00	0.00	0.00	18.39	18.39	-	-	-	293,319.40	293,319.40
802(1B)	Línea Discontinua Amarilla de 12 cm	m	1,210.00	0.00	0.00	0.00	14.34	14.34	-	-	-	17,345.61	17,345.61
802(1C)	Línea Continua Blanca de 10 cm	m	0.00	0.00	0.00	0.00	15.89	15.89				-	0.00
802(1D)	Línea Discontinua Blanca de 10 cm	m	930.00	0.00	0.00	0.00	12.78	12.78				11,882.65	11,882.65
802(2)	Marcas de Transito Reflectorizadas	m <sup>2</sup>	200.00	0.00	0.00	0.00	202.56	202.56				40,512.57	40,512.57
802(5)	Marcadores Reflectivos Captaluces (Ojos de Gatos)	Unidad	1,430.00	0.00	0.00	0.00	87.26	87.26				124,778.71	124,778.71
902 (8)	Defensa Lateral Metálica (Flex Bean)	m	510.00	3,396.80	122.64	121.83	0.00	3,641.27	1,732,367.63	62,548.18	62,131.46	0.00	1,857,047.27
<b>MISCELANEOS</b>													
202(3)	Remoción de Cercas de Alambre de Púas	m	2,130.70	0.00	41.45	5.18	0.00	46.64	0.00	88,327.98	11,044.01	0.00	99,371.99
801(6)	Postes Indicadores de Salida de Sub-dren	Unidad	20.00	1,627.59	151.42	118.99	0.00	1,898.00	32,551.85	3,028.33	2,379.72	0.00	37,959.90
903(4)	Cercas y Portones de Alambre de Púas	m	20,130.00	134.29	41.79	9.54	0.00	185.63	2,703,332.70	841,322.31	192,003.49	0.00	3,736,658.50
904(2)	Andenes de Concreto para Bahía de Buses ( f" c=210 kg/cm <sup>2</sup> )	m <sup>2</sup>	1,850.00	220.61	88.29	194.63	0.00	503.54	408,137.23	163,340.16	360,062.66	0.00	931,540.04
905(4)	Bordillo de Concreto para Bahía de Buses ( f" c=210 kg/cm <sup>2</sup> )	m	1,050.00	375.32	94.34	230.36	0.00	700.01	394,082.81	99,057.40	241,874.31	0.00	735,014.52
928(1)	Casetas para Bahías de Buses	Unidad	20.00	207,676.81	30,752.00	29,185.57	0.00	267,614.38	4,153,536.26	615,039.93	583,711.41	0.00	5,352,287.61
931(1)	Losas de Acceso Vehiculares de 0.15 m de Espesor	Unidad	20.00	7,726.34	1,173.66	938.45	0.00	9,838.45	154,526.79	23,473.24	18,769.04	0.00	196,769.07
931(2)	Losas de Acceso Peatonales de 0.10 m de Espesor	Unidad	6.00	2,871.59	494.61	497.34	0.00	3,863.53	17,229.51	2,967.66	2,984.04	0.00	23,181.21
<b>TOTAL</b>		<b>LONGITUD</b>	<b>17.163</b>	<b>KM</b>					<b>103,100,577.64</b>	<b>39,008,773.84</b>	<b>64,394,580.42</b>	<b>13,955,772.91</b>	<b>220,459,704.81</b>

Fuente.Propia