



# Universidad de las Regiones Autónomas de la Costa Caribe Nicaragüense

## URACCAN-BILWI

### Proyecto Innovador para el Desarrollo con Identidad

### ESTUDIO TÉCNICO Y DISEÑO DE PAVIMENTO SEMIRRÍGIDO DEL TRAMO DE CARRETERA, VÍA “RETEN – COMUNIDAD KAMLA”.

Para Optar al Título de Ingeniero Civil.

#### **Autores**

Br. Kersting Yasenca Gutiérrez Matus

Br. Francisco Javier Pelman Pineda

Br. Nesly Elena Dixon Campbell

Br. Stainer Ocampo Rivera

#### **Tutor**

Ing. Guidian Vladimir Wilson Williams



**Universidad de las Regiones Autónoma de la Costa  
Caribe Nicaragüense  
URACCAN-BILWI**

**Proyecto Innovador para el Desarrollo con Identidad**

**ESTUDIO TÉCNICO Y DISEÑO DE PAVIMENTO SEMIRRÍGIDO DEL  
TRAMO DE CARRETERA, VÍA “RETEN – COMUNIDAD KAMLA”.**

Para Optar al Título de Ingeniero Civil.

**Autores**

Br. Kersthing Yasenca Gutiérrez Matus

Br. Francisco Javier Pelman Pineda

Br. Nesly Elena Dixon Campbell

Br. Stainer Ocampo Rivera

**Tutor**

Ing. Guidian Vladimir Wilson Williams

**Bilwi Puerto Cabezas 2021**

Ante todo, a nuestro **Dios Jehová y a su hijo Jesucristo** en cuyas manos está nuestra vida, por regalarnos lo más preciado que tenemos, la vida; y dotarnos de intelecto y sabiduría.

Dedicamos este trabajo a los seres de quienes recibimos más amor y cariño, por su sacrificio en su afán por convertirnos en profesionales de éxitos, en personas útiles para la sociedad. No importando los momentos adversos, siempre estuvieron a nuestro lado, brindándonos su apoyo para que lográramos culminar nuestros estudios.

**A nuestros padres:**

Tairon Gutiérrez Castillo y Yessenia Matus Spears.

José Pelman Pedro y Jordina Pineda Poveda.

Leslye Dixon Serapio y Elena Campbell López.

Ascensión Ocampo Gonzales y Juana Isabel Rivera Tacio.

Ahora queremos decirles que estamos felices de haber alcanzado la meta propuesta y todo es gracias a ustedes, a la educación brindada desde la infancia, inculcando los valores morales y espirituales que nos formaron como persona de provecho para la sociedad, al apoyo económico que oportunamente permaneció durante todos los años de estudio. Gracias por la confianza depositada en nosotros, no ha sido en vano el sacrificio.

De manera especial a nuestro **Tutor Ing. Guidian Vladimir Wilson Williams**, por brindarnos su guía y apoyo hasta culminar el proyecto.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por su bondad, por darnos tanta fuerza y coraje para hacer este sueño realidad.

A nuestros padres por enseñarnos todo el valor de la educación, que dentro de sus preocupaciones nos dieron la posibilidad de brillar.

Al Ing. Guidian Wilson, MSc. Noé Guadamuz, Ing. Marco Vigil, Ing. Josué Zelaya por su apoyo y confianza en nuestro trabajo y su capacidad para guiar nuestras ideas que han sido un aporte invaluable, no solamente en el desarrollo de este trabajo final, sino también en nuestra formación como Ingenieros.

A todos nuestros familiares y amigos que de una u otra manera estuvieron pendientes a lo largo de este proceso, brindado su apoyo incondicional.

Todo esto nunca hubiera sido posible sin el amparo incondicional de nuestras familias, padres, hermanos, amigos, compañeros y sin el estímulo de nuestros Docentes. Esto también es su triunfo.

## ÍNDICE GENERAL

<b>I.</b>	<b>DESCRIPCIÓN CONTEXTUAL</b> .....	1
<b>II.</b>	<b>JUSTIFICACIÓN</b> .....	4
<b>III.</b>	<b>OBJETIVOS DEL PROYECTO</b> .....	5
3.1.	General .....	5
3.1.1.	Específicos .....	5
<b>IV.</b>	<b>METODOLOGÍA</b> .....	6
4.1.	ESTUDIOS TECNICOS DE INGENIERIA .....	6
4.1.1.	Estudio Topográfico .....	6
4.1.2.	Estudio Geotécnico .....	7
4.1.3.	Estudio de Transito .....	13
4.1.4.	Estudio Hidrológico .....	17
<b>V.</b>	<b>ESTUDIO DE MERCADO</b> .....	21
5.1.	Descripción de los beneficiarios del proyecto .....	22
5.2.	Análisis de la demanda del proyecto .....	25
5.3.	Análisis de la oferta del proyecto .....	25
<b>VI.</b>	<b>ESTUDIO TECNICO DEL PROYECTO</b> .....	26
6.1.	DISEÑO DE PAVIMENTO .....	26
6.1.1.	PAVIMENTO CON ADOQUINES DE CONCRETO .....	28
6.1.2.	CARPETA DE RODAMIENTO .....	29
6.1.3.	CONSIDERACIONES GENERALES DE TRANSITO PARA EL DISEÑO	29
6.1.4.	DISEÑO ESTRUCTURAL .....	31
6.2.	DISEÑO HIDRAULICO .....	33
6.2.1.	SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL .....	33

6.2.2.	CONSIDERACIONES DE DISEÑO.....	34
6.2.3.	CRITERIOS Y ECUACIONES.....	34
6.2.4.	CALCULO DEL CAUDAL.....	37
6.2.5.	CALCULO DEL CAUDAL DE DISEÑO .....	38
<b>VII.</b>	<b>ESTUDIO DE ASPECTOS ORGANIZATIVOS Y LEGALES.....</b>	<b>39</b>
7.1.	ESPECIFICACIONES TECNICAS .....	39
7.2.	PRESUPUESTO .....	52
7.3.	CRONOGRAMA DE EJECUCION FISICA.....	54
7.4.	PLANOS GENERALES Y DETALLADOS .....	89
<b>VIII.</b>	<b>ESTUDIO FINANCIERO Y ECONÓMICO .....</b>	<b>55</b>
<b>IX.</b>	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....</b>	<b>59</b>
<b>X.</b>	<b>LISTA DE REFERENCIAS .....</b>	<b>63</b>
<b>XI.</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>64</b>
11.1.	Matriz de Actividades .....	64
11.2.	Cuadro de Análisis de Involucrados .....	64
11.3.	Resultados y graficas de estudio de suelo .....	67
11.4.	Resultados del Aforo Vehicular .....	70
11.5.	Tablas generales usados para el diseño de pavimento.....	74
11.6.	Registros Fotográficos de la vía Reten - Kamla .....	78

## **RESUMEN**

El presente trabajo de graduación describe en forma detallada el procedimiento a través del cual se desarrolló el diseño y estudio técnico de pavimento semirrígido del tramo Reten - Comunidad Kamla.

Este proyecto contempla una solución técnica para la problemática que atraviesan los comunitarios de Kamla y la población estudiantil de la universidad URACCAN, este diseño se llevó a cabo mediante el método Murillo López de Souza, considerando todos los estudios necesarios como son: estudio topográfico, estudio geotécnico, estudio hidráulico y el estudio de tránsito los cuales son de mucha importancia para llevar a cabo un diseño de calidad.

Además, presentamos detalles de mucha importancia como, presupuesto, plano de planta, perfil, secciones típicas, señalizaciones, especificaciones técnicas, cronograma de ejecución física, estudio de impacto ambiental, estudio de mercado.

**Presupuesto:** contempla las etapas y sub etapas de cada actividad a ejecutarse y a la vez el monto total del proyecto.

**Planos:** se muestra un conjunto de planos en donde reflejamos cada detalle que contempla el diseño.

**Especificaciones técnicas:** indica todas las especificaciones del proyecto a cumplirse desde la limpieza inicial hasta la limpieza final.

**Cronograma de ejecución física:** presenta los días calendarios en donde se ejecutará el proyecto completo.

**Estudio de impacto ambiental:** se presentan los posibles daños que aran al medio ambiente y la forma de mitigación de las mismas.

## **DATOS GENERALES DEL PROYECTO**

**Nombre del Proyecto:** Estudio técnico y diseño de pavimento semirrígido del tramo de carretera, “reten – comunidad Kamla”.

### **Autores:**

Br. Kersting Yasenca Gutiérrez Matus

Br. Francisco Javier Pelman Pineda

Br. Nesly Elena Dixon Campbell

Br. Stainer Ocampo Rivera

### **Monto total del Proyecto:**

El proyecto contempla con un monto total de: veinte siete millones quinientos ochenta y cuatro mil cuarenta y nueve córdobas con setenta y cinco centavos.

(C\$ 27,584,049.75).

### **Entidades a cargo de su ejecución:**

Las posibles instancias para la ejecución de esta propuesta de proyecto es la **Alcaldía de la Ciudad de Bilwi y el Gobierno Regional Autónomo Costa Caribe Norte (R.A.C.C.N)**, mediante la gestión de la Comunidad de Kamla en Coordinación con la Universidad URACCAN.

### **Fecha de inicio y finalización del proyecto:**

Dicho proyecto tiene contemplado para su ejecución, 8 meses contando desde el primer día de su ejecución.

## **RESUMEN EJECUTIVO**

Las carreteras son elementos esenciales para generar el flujo de bienes y servicios que promueven el desarrollo económico, la salud pública y la educación, así como una ayuda en la administración del uso del suelo y de los recursos naturales.

La red vial Reten Comunidad Kamla de la ciudad Bilwi, está conformado por 3.5km lineal de los cuales 3km de la misma se tomó para el diseño de la vía. El suelo predominante es de limo con arcilla de naturaleza, durante el invierno la vía se vuelve casi intransitable y en verano se encuentra en buen estado aparentemente, esto por el mantenimiento que le brinda con material selecto.

La presente propuesta de proyecto tiene como objetivo Diseñar la estructura de pavimento con adoquín del tramo Reten - Comunidad Kamla de la Ciudad de Bilwi, utilizando el método de Murillo López de Souza.

Para lo antes descrito, se analizarán los estudios de suelo de quince muestras tomadas a lo largo de la vía en estudio y un banco de material, así como el estudio de tránsito y cálculos de los espesores de la estructura de pavimento con carpeta de rodamiento de adoquín, mediante el método antes descrito por último el diseño hidráulico.

Mediante la ejecución de la presente propuesta de proyecto, se permitirá satisfacer la demanda económica - social de la comunidad de Kamla y de la Universidad de las Regiones Autónomas de la Costa Caribe Nicaragüense perteneciente a la Ciudad de Bilwi, estas se encuentran localizado en la Comunidad de Kamla ocupando la misma vía de acceso, los beneficiarios de forma directa son los pobladores de la Comunidad de Kamla y la URACCAN y de forma indirecta pobladores de la Ciudad de Bilwi que se dedican a la extracción de material y acarreo público.

El proyecto de carretera es de 3,000 ml en el cual durante el itinerario atraviesa tres puentes, tres pegaderos, dos de gran magnitud y uno pequeño, para esto las principales actividades que se llevaran a cabo son:

**Estudio Topográfico**, el levantamiento topográfico se realizó ya que esta fue la base para empezar la formulación correcta de la propuesta de proyecto.

**Estudio de Tránsito**, se llevó acabo el estudio de tránsito, ya que al proyectar una carretera o calle la selección del tipo de vía, las intersecciones, los accesos y los servicios dependen fundamentalmente del volumen de tránsito o demanda que circula durante un intervalo de tiempo dado, de su variación, de su tasa de crecimiento y de su composición.

**Estudio Geotécnico**, este trabajo se realizó con el propósito de obtener las principales características del suelo del tramo de carretera Reten-Comunidad Kamla.

**Diseño de Pavimento**, para el diseño de la carpeta se utilizó el método de López Murillo de Souza, en donde los datos requeridos por dicho método son: tipo de tránsito, carga por rueda de 4, 5 o 6 ton, CBR de la rasante y la precipitación anual.

**Diseño Hidráulico**, para este diseño se utilizó el método racional, ya que es uno de los factores primordiales durante el diseño de una vía, con esto, se busca eliminar las aguas excedentes entre las calles, carreteras y áreas adyacentes a la misma, por medio de los elementos que lo componen como son, cunetas y el sistema de bombeo.

Las principales actividades que se llevará a cabo son:

- 1). Preliminares
- 2). Trazo y nivelación
- 3). Movimiento de tierra
- 4). Construcción de cunetas
- 5). Vigas longitudinales
- 6). Carpeta de adoquines
- 7). Pinturas
- 8). Limpieza final y entrega.

Para esto se llevó acabo el costo y presupuesto de la obra tomando en cuenta estas actividades antes planteada, el cual contemplo con una suma de veinti siete millones quinientos ochenta y cuatro mil cuarenta y nueve córdobas con setenta y cinco centavos. (C\$ 27,584,049.75)

La ejecución de la presente propuesta de proyecto, dependerá de los líderes de la Comunidad de Kamla, en coordinación con la Universidad URACCAN, para solicitar su posterior financiamiento a la Alcaldía Municipal de Bilwi y el Gobierno Regional.

El principal factor ambiental impactado, es la calidad del aire, afectara directamente a la población de la Comunidad de Kamla, con polvo y ruidos provocados por maquinarias y equipos de construcción, en donde se usará varias formas de control para disminuir lo más que pueda el impacto.

## I. DESCRIPCIÓN CONTEXTUAL

Los desbalances identificados en la comunidad de Kamla son numerosos, especialmente en los temas políticos, económicos, sociales y ambientales; requiriendo, por lo tanto, de una acción sustancial y una inversión relativamente importante.

Puerto Cabezas es un Municipio de la Región Autónoma de la Costa Caribe Norte (R.A.C.C.N). Se ubica en la franja costera del Caribe Nicaragüense, entre las coordenadas 14 grados 03' latitud norte y los 83 grados 22' longitud oeste.

Bilwi es su ciudad, cabecera municipal y sede del Gobierno Regional Autónomo de la Costa Caribe Norte (R.A.C.C.N), muchas veces se denomina a esta ciudad con el nombre de Puerto Cabezas, lo que es erróneo, ya que su verdadero nombre es Bilwi y distancia de 560 km de la ciudad de Managua, Capital del país.

A tan solo 12 km de la cabecera municipal, se encuentra ubicado la comunidad de Kamla en donde se encuentra el sitio de la propuesta del proyecto formulado, **“Diseño de pavimento semirrígido del tramo de carretera, Reten – Comunidad Kamla”**.

En las últimas décadas en la comunidad de Kamla, no se han ejecutado grandes obras civiles, sin embargo, es una de las comunidades vecinas de la ciudad de Bilwi bien poblada, lo cual existe mucha demanda en cuanto a la mejora en el sector vial, salud, educación entre otros.

La producción agropecuaria primaria, el traslado de arena, y el desplazamiento de los y las estudiantes se refleja como la base principal de la economía de la comunidad de Kamla, sin embargo, una alta proporción de los resultados de esta actividad está en función de una economía de subsistencia.

Además de esto también existen otras formas de economías como son: la pesca artesanal, silvicultura, comercio, los cuales son la base fundamental de la economía de dicha comunidad (*Fuente: Entrevista a los comunitarios de la comunidad de Kamla*).

Por el aumento de la población ha generado necesidades básicas e importantes principalmente en una buena infraestructura vial, ya que tienden a trasladarse los pobladores de dicha comunidad a la ciudad de Bilwi para varias necesidades básicas, como; recibir clases, acudir al centro de salud entre otros.

El municipio de Bilwi el 75% de las calles se encuentran en malas condiciones (Red Vial de Nicaragua – MTI, 2017). Y una de ellas es el caso del tramo en estudio que inicia del retén hasta la comunidad de Kamla en donde está involucrado la URACCAN.

Desde el ámbito social, una parte significativa de la población de la Comunidad de Kamla no cuenta con los servicios sociales básicos (vivienda en buenas condiciones, alimentos, salud, educación, vías de carreteras adecuadas, agua potable y saneamiento), causas que motivan la presencia de reclamos y tensiones permanentes (*Fuente: FISE*).

Los principales problemas de salud que presenta la comunidad tenemos: Altas tasas de desnutrición infantil, Mortalidad infantil, Embarazos en adolescentes, Mortalidad materna (*Encuesta, SILAIS-BILWI, 2014*).

En cuanto al sector educación muchos jóvenes solo terminan sus estudios de primaria a pesar del distanciamiento del viaje a la zona urbana de Bilwi y no logran terminar su secundaria debido a la distancia y malas condiciones de la carretera, gracias a la URACCAN que brinda los servicios de la escuela de liderazgo un porcentaje significativo de los jóvenes han logrado culminar sus estudios.

Sabiendo que la educación es un derecho básico fundamental y un determinante del desarrollo y esta permite a las personas cultivar sus capacidades y en la medida que estas se potencializan, se amplían el sentido crítico, analítico y propositivo.

Por otro lado, el costo de la vida en la comunidad es muy elevado debido al costo de los productos perecederos como alimentos y bebidas los cuales son trasladados desde la ciudad de Bilwi por una vía terrestre, lo que significa que el mal estado de la carretera de todo tiempo incrementa significativamente el precio de los servicios de transporte.

El sistema de distribución de agua potable es deficiente en toda la población comunitaria, ya que el servicio no se brinda de manera regular, por lo general la población se abastece de aguas superficiales (ojos de aguas y ríos), desconociendo la calidad de las mismas. Esta deficiencia de cobertura y calidad del servicio de agua está en relación directa con el alto índice de enfermedades diarreicas (*Reportes por el MINSA-Bilwi, 2014*), con sospechas de que podrían deberse a la calidad del agua.

Gran parte de la población comunitaria de Kamla se abastece de agua a través de pozos excavados manualmente, los que están expuestos en gran medida a la contaminación subterránea y superficial.

Muchas letrinas están ubicadas cercanas a los pozos y por la inadecuada infraestructura se da la introducción de objetos y el arrastre del viento. Se aprovecha también el agua proporcionada por las lluvias, sobre todo, para el consumo humano (*Informe de Estudiantes de Ingeniería Civil III Año, Asignatura de Ingeniería Sanitaria I, 2015*).

Por el lado ambiental, el incremento rápido de la población en Bilwi, del sector comercio (mercados, pulperías, restaurantes, bares, discotecas u otros.) y del sector empresarial ha contribuido a la generación e incremento de disposiciones incontroladas de una cantidad considerable de residuos sólidos.

El botadero de todos estos desechos se encuentra a tan solo 8 km de la comunidad de Kamla, lo que provoca un incremento de riesgo de brotes epidémicos por enfermedades de origen vectorial. Sumado a todo lo anterior, aparecen los constantes conflictos políticos, económicos, sociales y ambientales.

Esto ocasiona una frecuente inestabilidad socioeconómica y bloqueo de los flujos vehiculares que perjudica el desarrollo de la comunidad, y toda la población estudiantil en general, irrespetando la libre expresión y opinión de los ciudadanos violando los derechos de aquellos pobladores que se dedican al comercio y a los estudiantes que se trasladan hasta la Ciudad de Bilwi para sus Centros de estudio.

## II. JUSTIFICACIÓN

Con el diseño, estudio técnico y ejecución de la estructura de rodamiento, más las obras de drenaje superficial que se estime conveniente realizar en esta vía (Reten-Kamla), del municipio de Puerto Cabezas, se pretende en lo general brindar una mejor calidad de vida para sus habitantes y la comunidad universitaria que se encuentra en dicho sector.

La Alcaldía de Puerto Cabezas lograría de esta manera dar respuesta a las familias que habitan en la comunidad de Kamla y una buena accesibilidad a los estudiantes de la URACCAN. De forma indirecta el proyecto de adoquinado contribuirá significativamente al incremento de la red de infraestructura vial y desarrollo del municipio. Los principales logros directos que percibirán la población universitaria y la comunidad de Kamla, serán:

Solucionar el problema de comunicación entre la vía Reten – Kamla y el casco urbano del municipio de Puerto Cabezas, mejorando así la accesibilidad en época de invierno a los tramos antes mencionado, así dándole solución a uno de los problemas de transitabilidad de la zona mediante la activación del transporte y evitar posibles accidentes para la comunidad universitaria como también los comunitarios de Kamla.

Esta propuesta de proyecto es de mucha importancia para la comunidad de Kamla y la URACCAN, ya que a través de dicho proyecto se superaría los problemas del mal estado del camino, la cual causa grandes problemas a la comunidad universitaria, ya que ellos tienden viajar en buses debido a la distancia.

De igual forma se ven afectado los habitantes de Kamla quienes en esta situación no pueden llevar a cabo sus actividades cotidianas; como son, trasladarse a la zona urbana para recibir atención médica de emergencia en los centros de salud y hospital, siendo los más afectados niños, ancianos y mujeres en estado de gestación. Tampoco podemos obviar las afectaciones a adolescentes y niños, que muchas veces se ven imposibilitados a asistir a sus centros de estudios por falta de medios de transportes.

### **III. OBJETIVOS DEL PROYECTO**

#### **3.1. General**

Diseñar el tramo de carretera de pavimento semirrígido para el tramo Reten – Comunidad de Kamla, del Municipio de Puerto Cabezas.

##### **3.1.1. Específicos**

- a) Elaborar los estudios técnicos de ingeniería necesarios, para obtener un diseño adecuado.
- b) Diseñar la estructura de pavimento semirrígido a través del método Murillo López de Souza, tomando en cuenta las estructuras hidráulicas de drenaje pluvial a lo largo del tramo.
- c) Cuantificar el costo total del proyecto Adoquinado del tramo de carretera, vía “Reten – Comunidad Kamla”.

## **IV. METODOLOGÍA**

Para alcanzar los objetivos establecidos se implementaron procedimientos, técnicos y métodos detallados por cada estudio que se requiere para el diseño de la estructura de pavimento.

Las principales herramientas para la obtención de la información básica fueron a partir de Visitas de Campos, Entrevistas, Encuestas y Visitas a las Entidades Pertinentes, tales como la Alcaldía Municipal de Puerto Cabezas, Secretaría de Infraestructuras e Inversión Pública (SITIMP) y el Fondo de Inversión Social de Emergencia (Nuevo FISE).

Se detalla a continuación los procedimientos a seguir:

### **4.1. ESTUDIOS TECNICOS DE INGENIERIA**

#### **4.1.1. Estudio Topográfico**

El levantamiento topográfico es el conjunto de diversas operaciones realizadas con instrumentos especiales, cuya finalidad es la determinación de la posición relativa de los puntos relevantes localizados sobre la superficie de la tierra o a poca altura sobre ella. El resultado de dichas operaciones es la medición de distancias y ángulos horizontales y verticales, así como la ubicación de puntos sobre el terreno; todo ello representado gráficamente a través de un mapa topográfico.

Se realizó un levantamiento topográfico del tramo de carretera Reten – Kamla con el método planimetría triangular para conocer la planimetría y altimetría de la vía, esto se realizó en un lapso de una semana se levantó todos los datos necesarios.

Esto se ejecutó a lo ancho y largo de toda la calle definida para el proyecto, se levantó los puentes y la entrada de la URACCAN hasta llegar a la administración.

Además, las entradas de calles y detalles como sistemas de drenajes naturales denominados zanjas, con el fin de obtener una mejor definición de la calle disponible para el diseño vial.

Específicamente en el diseño vías de carreteras, el topógrafo proporciono al ingeniero o arquitecto para dicho estudio toda la información topográfica y el levantamiento topográfico brindo los siguientes datos para la formulación del proyecto:

- En primer lugar, definió la forma dimensional del terreno, lo cual se logró levantando una poligonal abierta a lo largo del eje central de la carretera.
- Se describió el relieve del terreno, para su configuración se efectuó una nivelación, generalmente en los puntos más relevantes y a ambos lados del eje central.
- Se brindó la localización topográfica o detalles de interés tales como: tendido eléctrico, tendido telefónico, drenaje de aguas servidas y pluviales, red de agua potable, pozos de visita o manjoles y tragantes de aguas pluviales existentes, localización de derecho de vía, mojones (BM), arboles de gran tamaño, arroyos o cauces, vías de acceso, construcciones existentes.
- Se presentó los datos topográficos en un plano denominado de conjunto y dibujado a la escala solicitada.

En conclusión, el levantamiento topográfico es uno de los estudios principales en la formulación de cualquier proyecto tanto horizontal como vertical, y su elaboración debe ser realizada con mucho detenimiento y precisión. Cualquier error en los datos registrados afectará considerablemente los diseños y por ende la formulación entera no estará bien. Por esta razón hemos efectuado este levantamiento topográfico con personal capacitado en esta área.

#### **4.1.2. Estudio Geotécnico**

En este capítulo se presentó los resultados de la investigación efectuada a partir de los sondeos manuales con muestras alteradas. Este trabajo se realizó con el propósito de obtener las principales características del suelo del tramo de carretera Reten-Kamla, en donde se requiere realizar el diseño de estructuras de pavimento.

Todas las muestras alteradas obtenidas de los sondeos manuales además de la caracterización visual y manual, se clasificaron, rotularon y fueron trasladados al laboratorio para su posterior evaluación, ensaye de acuerdo a los procedimientos y normas establecidas.

Se recopilaron los estudios de suelo mediante la realización de visita de campo al sitio de los cuales se obtuvo:

1. Sondeos manuales sobre la línea, de estos sondeos se efectuaron:

- Análisis Granulométrico. ASTM-D422 o AASHTO T-88
- Limite Líquido. ASTM-D423 o AASHTO T-89
- Limite Plástico e Índice de Plasticidad. ASTM-D424 o AASHTO T-90
- Clasificación HRB. ASTM-D3282 o AASHTO T-145
- CBR ASTM-D1883 o ASHTO T-193.

El trabajo de campo consistió en tomas de muestras de sondeos manuales (15 Estaciones) distribuidos cada 250m aproximadamente de la cual se obtuvo muestras alteradas las cuales fueron sometidas a los respectivos ensayos de laboratorio anteriormente mencionado.

La profundidad de cada sondeo fue de 1.50 metros, tomando muestra del suelo a cada 0.30 m, suficiente para obtener muestras de los componentes y estratigrafía del camino. ***(Guía para muestreo de suelos en el marco del decreto Supremo N° 002-2013-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo).***

2- Sondeos de los Bancos de Materiales por medio de pozos a cielo abierto, de estos sondeos se obtuvieron sus localizaciones y ubicaciones, así como:

- Análisis Granulométrico. ASTM-D422 o ASHTO T-88
- Limite Líquido. ASTM-D423 o AASHTO T-89
- Limite Plástico e Índice de Plasticidad. ASTM-D424 o ASHTO T-90
- Clasificación HRB. ASTM-D3282 o AASHTO T-145
- Proctor Standard. ASTM-D698 o AASHTO T-99

Del banco de Tuapi se tomó tres (3) muestras alteradas de acopio y cortes existentes en el banco de préstamo y conforme al procedimiento descrito en la designación ASTM-D75. Las muestras se clasificaron en el campo por procedimiento de vista y tacto principalmente luego fueron almacenadas adecuadamente y trasladadas al laboratorio de la Empresa METALMECASA S-A para la realización de los ensayos de laboratorio.

Con el objetivo de hacer una caracterización completa de los componentes estructurales de las capas de la vía y evaluar su calidad como material selecto, se procedió a realizar muestras para CBR de la siguiente manera;

En total se preparó 3 grupos de muestras los cuales fueron ejecutados los ensayos de CBR, se compacto las muestras con la energía aplicada para las capas superficiales de acuerdo a la norma ASHTO T-180. De esa manera se determinó si el Banco esta adecuado para componer la base.

Tabla 1: se presenta la identificación, estación y profundidad investigada de los sondeos manuales realizados.

IDENTIFICACIÓN DEL SONDEO	ESTACIÓN	PROFUNDIDAD (M)
M1	0+000	1.50
M2	0+250	1.50
M3	0+350	1.50
M4	0+500	1.50
M5	0+750	1.50
M6	1+000	1.50
M7	1+150	1.50
M8	1+250	1.50
M9	1+500	1.50
M10	1+750	1.50
M11	2+000	1.50
M12	2+250	1.50
M13	2+500	1.50
M14	2+750	1.50
M15	3+000	1.50
<b>Tabla 1 INFORMACION DE LOS SONDEOS MANUALES</b>		

Tabla 2: Banco de préstamo

Nombre del B Préstamo	Ubicación del Banco	Propietario del Banco
Tuapi	Del empalme de Tuapi a 2 km.	Comunidad de Tuapi

Del banco de Tuapi se tomó tres (3) muestras alteradas de acopio y cortes existentes en el banco de préstamo y conforme al procedimiento descrito en la designación ASTM-D75.

Las muestras se clasificaron en el campo por procedimiento de vista y tacto principalmente luego fueron almacenadas adecuadamente y trasladadas al laboratorio de la Empresa METALMECAS S-A para la realización de los ensayos de laboratorio.

Con el objetivo de hacer una caracterización completa de los componentes estructurales de las capas de la vía y evaluar su calidad como material selecto, se procedió a realizar muestras para CBR de la siguiente manera;

En total se preparó 3 grupos de muestras los cuales fueron ejecutados los ensayos de CBR, se compacto las muestras con la energía aplicada para las capas superficiales de acuerdo a la norma ASHTO T-180. De esa manera se determinó si el Banco esta adecuado para componer la base.

**Tabla 3:Tipos y designación estándar del ensayo de laboratorio**

<b>N°</b>	<b>TIPO DE ENSAYO</b>	<b>DESIGNACIÓN ESTÁNDAR DE EJECUCIÓN</b>
01	Granulometría	ASTM D-422
02	Límites de Atterberg	ASTM D-4318
03	Humedad Natural	ASTM C-2216
04	CBR	ASTM D-1883
05	Proctor Modificado	ASTM D-1557
06	Resistencia a la compresión	AASHTO T 134 y T135

**Tabla 4:Resultados de ensayos de laboratorio – Banco Tuapi**

N°	ENSAYE	MUESTRA N° 1	MUESTRA N°2	MUESTRA N°3
0 1	Ubicación	Toma de Muestra lado Norte	Toma de Muestra lado Este	Toma de Muestra lado Oeste
0 2	Tamices	Granulometria (% en peso que pasa las mallas)		
	3°			
	2°			
	1 ½"			
	1"			
	¾"			
	3/8"			
	No.4	49	46	90
	No.10	30	27	81
	No.40	20	18	58
	No.200	3	3	15
0 3	Limites de Atterberg			
	Limite Liquido (%)	N.V	N.V	N.V
	Limite Plastico (%)	N.P	N.P	N.P
0 4	Clasificacion ASTM D-3282	A-1-a (0)	A-1-a (0)	A-2-4 (0)
0 5	Clasificacion ASTM D-2487	GP	GP	SM
0 6	Peso volumetrico seco suelto (kg/m3)	1623		
0 7	Peso volumetrico seco Maximo (kg/m3)	2127		
0 8	Humedad optima (%)	6.9		
	Hinchamiento			
	90%	0.00		
	95%	0.00		
	100%	0.00		
0 9	CBR (Proctor Modificado)			
	90%	45		
	95%	95		
	100%	145		

Una vez realizado los diferentes ensayos de laboratorio a muestras alteradas extraídas del subsuelo a lo largo de la vía, podemos concluir en base a ello que predomina un suelo limo-arcilloso, (SM) según la clasificación SUCS (sistema unificado de Clasificación de suelo) y de acuerdo a la clasificación HRB A-5-2. Según la AASHTO este tipo de suelo se considera de mala calidad para rasante.

El ensayo de CBR realizado a la muestra, confirma la calidad del suelo, el cual arroja valores de CBR 52%, a un nivel de compactación de 100 % Proctor modificado y en condiciones críticas de saturación.

Dichos resultados tanto de CBR como de granulometría son suficientes para asegurar de acuerdo a las normas AASHTO (Tablas anexas) que el material es de excelente calidad para conformar la rasante.

#### **4.1.3. Estudio de Transito**

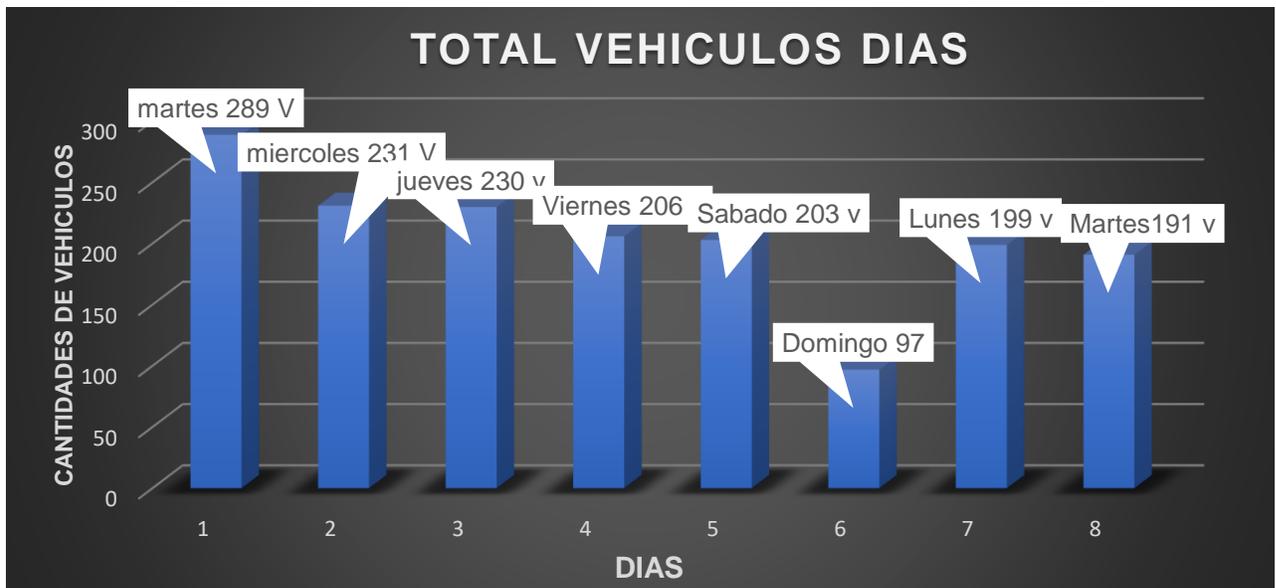
Se realizó mediciones de flujos vehiculares en el tramo Reten - Kamla y se recopiló datos del estudio de tránsito, se procedió de la siguiente manera:

- Se estableció un Periodo de Diseño dependiendo del grado de importancia de la vía.
- Mediante registros históricos del tráfico vehicular se obtuvo la tasa de crecimiento.
- Se calculó el tránsito de diseño a partir de conteos de tránsito (TPD) y factor de crecimiento vehicular.
- Se estableció la serviciabilidad inicial y final y se calculó la pérdida de serviciabilidad del tramo de estudio.
- Se obtuvo los factores de carga de ejes equivalentes haciendo uso de las tablas de la AASHTO a partir de un Numero Estructural asumido, las cargas por ejes y serviciabilidad final del proyecto.
- Se calculó las cargas de eje equivalente (W18 o ESAL) por medio del tránsito de diseño y factores de cargas de ejes equivalentes.

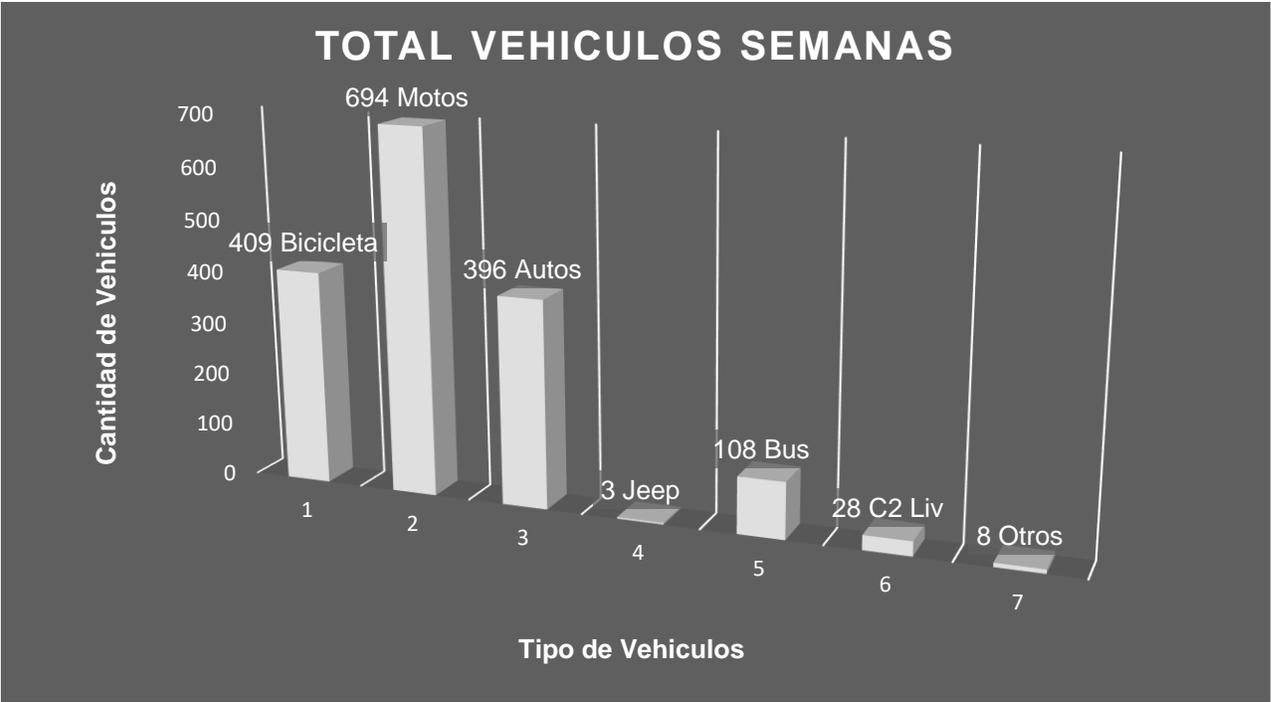
Todo esto con el único objetivo de conocer el volumen de tránsito y los tipos de vehículos predominantes en la vía, de esta forma elegimos el vehículo de diseño, con el cual fue diseñado la carpeta de rodamiento.

### Resultados obtenidos en campo:

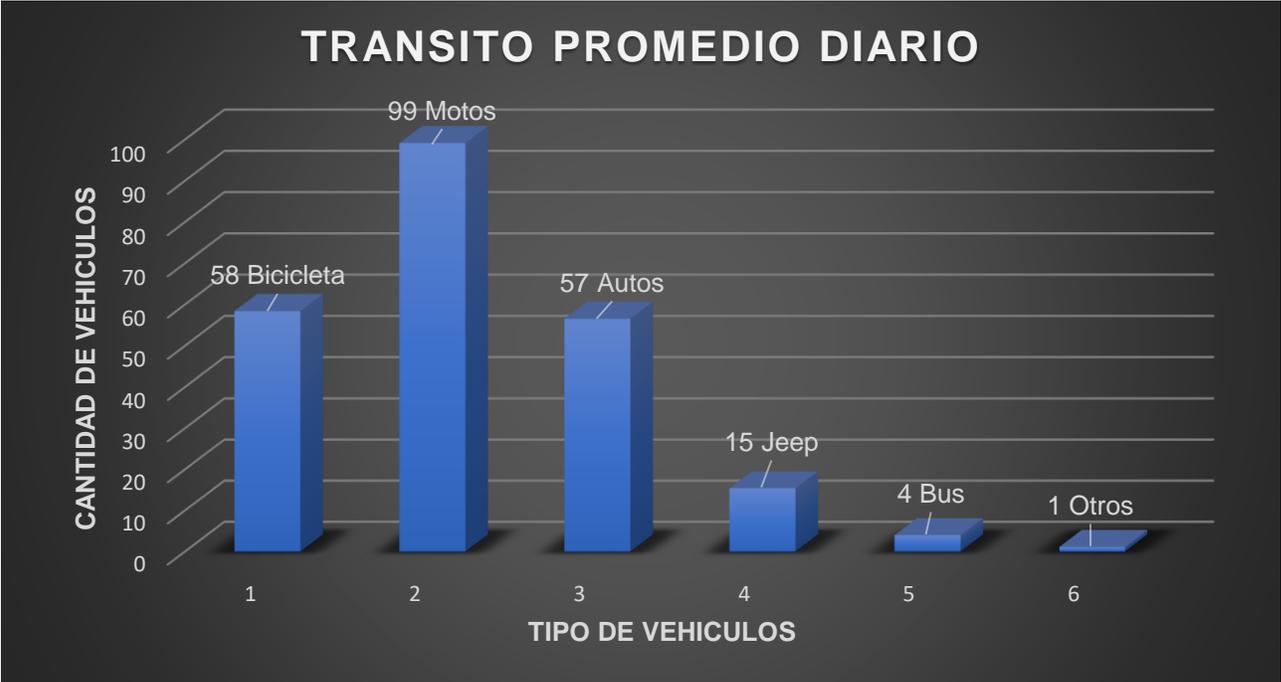
A continuación



Grafica 1: flujo vehicular vs días



**Grafica 2: Total de vehículos en una semana, cantidad de vehículo vs tipo de vehículos.**



### **Grafica 3: Transito Promedio Diario, (TPD), determinación del promedio de vehículos por cada día.**

Los datos recabados en base al aforo vehicular realizado en el tramo de camino “Reten - Kamla”, nos suministró la información necesaria para clasificar en primera instancia los diferentes tipos de vehículos que circulan en la vía, en ambos sentidos de circulación.

Siendo la moto y el taxi, el vehículo que más utiliza la vía con un porcentaje alto del tráfico total. El transito liviano compuesto por los vehículos antes mencionados, automóvil, camioneta y moto representan la mayor parte y solo una pequeña parte corresponde al tránsito pesado.

El cálculo del tráfico promedio diario (TPD) de 235 veh. Mixtos/día determina que el transito que circula por este camino se clasifica como “tránsito liviano”, cuyo valor está comprendido en 250 o menos vehículos, Comerciales por día, con un máximo de 20% de vehículos pesados. **(Ver detalles del aforo vehicular en anexo).**

Por consiguiente, nuestro tramo de carretera diseñado para 15 años de acuerdo al tipo de infraestructura vial, tendrá un nivel de servicio aceptable al final de su vida útil.

#### **Lo anteriormente planteado es a base del criterio de que el tránsito se divide en tres categorías:**

Tránsito liviano: Cuando el número de vehículos comerciales por día fuera igual o inferior a 250, con un máximo de 20% de camiones, con cargas por rueda igual a la máxima.

Tránsito medio: Cuando el número de vehículos comerciales por día estuviere comprendido entre 250 - 750, con un máximo de 20% de camiones, con cargas por rueda igual a la máxima.

Tránsito pesado: Cuando el número de vehículos comerciales excediere de 750 o cuando hubiera más de 250 camiones por día, con carga por rueda igual a la máxima. Los espesores determinados por medio de las tablas, deberán ser incrementados en función de la densidad media anual de lluvia

#### **4.1.4. Estudio Hidrológico**

En el objetivo del estudio hidrológico, se determinó el caudal, que debe evacuar cada elemento, del desagüe superficial, ya sea longitudinal o transversal. Este caudal se determinó para cada una de las cuencas cruzadas por la traza (desagüe transversal), así como para cada uno de los recintos hidrológicos que vierten al sistema de desagüe longitudinal (procede del desagüe de la plataforma y de la afluencia de aguas hacia ellas desde los desmontes).

Para esta determinación se pudo partir de datos de precipitaciones (lo que es adecuado para cuencas pequeñas e inevitable siempre que no exista datos de caudales) o de caudales aforados (en cuenca importantes).

**Definiciones:** Es conveniente definir ciertos conceptos para tener una mejor comprensión de los datos y cálculos requeridos para la realización del estudio hidrológico.

Por ejemplo, es importante tener claro las definiciones de duración, intensidad y frecuencia, ya que no es la cantidad total de agua que cae sobre una zona lo que interesa en el diseño de drenaje.

La estructura de drenaje se diseña para conducir las máximas descargas producidas, siendo el resultado de la relación duración-intensidad de las lluvias.

**Duración de la lluvia:** Es el tiempo que tarda está en precipitarse sobre la superficie terrestre. La mayor parte de las precipitaciones fluye por encima de la superficie a lo cual se le denomina “escurrimiento superficial”, y se desplaza en la forma de una delgada lámina hasta que llega a las corrientes o a los canales.

**Intensidad:** Es la mayor o menor cantidad de agua que cae en un lapso de tiempo determinado. Generalmente la duración se expresa en minutos o en horas y la intensidad en milímetros, centímetros o pulgadas por hora.

**Frecuencia:** Un dato indispensable para el diseño del drenaje superficial es la frecuencia, que es la mayor o menor ocurrencia con que una lluvia de determinada intensidad puede precipitarse.

En el diseño de frecuencia de recurrencia de lluvias de magnitud específica recibe el nombre de periodo de retorno.

**Coefficiente de escorrentía (C):** El escurrimiento superficial viene a ser el caudal o exceso de precipitación y se expresa como un porcentaje del agua de precipitación. El coeficiente fraccionario por el cual se multiplica el aporte total de lluvia para obtener el escurrimiento se denomina "coeficiente de escorrentía y está afectado por las condiciones mismas del área de recogimiento para una cuenca de área conocida, con un curso de agua superficial aforadas constantemente, se puede determinar el coeficiente de escorrentía si se tienen datos de las lluvias caídas sobre esa cuenca.

**Intensidad de diseño (I):** La intensidad de la lluvia está en función de la frecuencia con que se presenta el evento para el cual se diseña y del tiempo de concentración.

**Periodo de diseño:** El periodo de diseño depende del valor de las obras a implementar y de la calidad del servicio que se desee prestar. Los factores que intervienen en la selección del periodo de diseño son:

- 1.- Vida útil de las estructuras y equipo tomando en cuenta obsolescencia, desgaste y daños.
- 2.- Ampliaciones futuras y planeación de las etapas de construcción del proyecto.
- 3.- Cambios en el desarrollo social y económico de la población.
- 4.- Comportamiento hidráulico de las obras cuando éstas no estén funcionando a su plena capacidad.

**Tiempo de concentración (TC):** Es el tiempo transcurrido desde el final de la lluvia neta hasta el final de la escorrentía superficial provocada en la cuenca.

Este tiempo está formado por dos componentes, el tiempo de entrada o sea el tiempo requerido para que el escurrimiento llegue a la alcantarilla y el tiempo recorrido dentro de las alcantarillas.

## Resultados y Visita de Campo

El estudio hidrológico se llevó a cabo mediante el método racional, para esto se tomó en cuenta los siguientes parámetros:

1. Determinación del caudal Q sobre la superficie transversal y longitudinal.
2. Duración de la lluvia, (tiempo que tarda en precipitarse de la superficie).
3. Intensidad.
4. Frecuencia.
5. Coeficiente de escorrentía.
6. Tiempo de concentración.
7. Intensidad de diseño.
8. Periodo de diseño.
9. Tomando en cuenta todos los parámetros de diseño antes mencionados se procedió al cálculo y resultados finales.

### Formula a utilizar:

$$Q = E \cdot A$$

Siendo **A** la superficie total de la cuneta, estabilizándose el caudal a partir de entonces. La intensidad de lluvia neta **E** será igual a la de la lluvia total **I** si el terreno impermeable. Sin embargo, en los casos reales:

$$(E / I = C) < 1$$

Siendo **C** el coeficiente de escorrentía.

El caudal máximo se dará en el equilibrio y su valor será:

$$Q = E \cdot A = C \cdot I \cdot A / K \quad \text{Siendo:}$$

**C**: Coeficiente medio de escorrentía de la superficie drenada.

**A**: Área de la superficie drenada, salvo que ésta presente aportaciones o pérdidas importantes, tales como resurgencias o sumideros, en cuyo caso el cálculo del caudal Q deberá justificarse convenientemente.

Conforme la visita del sitio y aplicando el método racional se logró determinar el máximo caudal que discurre por las cunetas propuestas, ver en la tabla N° 4.1, resultados del caudal de diseño y el caudal.

**Tabla 5: Caudal vs Caudal de diseño**

<b>Caudal</b>	<b>Caudal de Diseño</b>
0.59m <sup>3</sup> /s	0.040m <sup>3</sup> /s

Llevando a cabo el análisis observamos que el caudal es mayor que el caudal de diseño, lo que nos conlleva a diseñar cunetas de 0.40m, para el perfecto escurrimiento del agua hacia los desagües. (ver detalles de cálculo del diseño hidrológico en el capítulo “**VI Estudio técnico del proyecto**”).

## V. ESTUDIO DE MERCADO

El estudio de mercado es el conjunto de acciones que se ejecutan para saber la respuesta del mercado (demanda) y proveedores, competencia (oferta) ante un producto o servicio. Se analiza la oferta y la demanda, así como los precios y los canales de distribución, el objetivo de todo estudio de mercado ha de ser terminar teniendo una visión clara de las características del producto o servicio que se quiere introducir en el mercado, y un conocimiento exhaustivo de los interlocutores del sector.

Para el estudio de mercado del proyecto de Carretera Reten – Kamla, tomamos factores existentes como fuentes de información que:

- Compara.
- Analizan.
- sintetizan las teorías y concepciones, con el cual dimos inicio a nuestro proyecto.

Para poder llevar a cabo el estudio de mercado se realizó encuestas a los comunitarios de Kamla y las familias que viven entre el retén y la Comunidad de Kamla, el método de muestreo que se aplicó es el muestreo probabilístico. El cual establece que se seleccionan las personas al azar, y cualquier individuo tiene la misma posibilidad de ser escogido.

**Población:** La población de estudio, está conformada por 3500 personas que incluyen familias de la comunidad de Kamla, familias que viven entre reten y Kamla la URACCAN y algunas personas dedicadas al transporte público.

**Muestra:** Se seleccionó el 4.4% del total de la población, que equivale a 154 personas entre ellos a 60 personas de la comunidad de Kamla, 10 personas que viven entre reten y Kamla, 70 personas de la URACCAN de diferentes carreras y 14 persona que se dedican al trabajo de transporte colectivo (Taxis y Areneros). La muestra se escogió por conveniencia.

## 5.1. Descripción de los beneficiarios del proyecto

### 5.1.1. Directos

Una vez ejecutado el proyecto, los beneficiarios directos serán la población de la comunidad de Kamla y la URACCAN.

### 5.1.2. Indirectos

A parte de los beneficiarios directos, también serán beneficiada, las personas que se dedican al transporte público y colectivo (Taxis y Extracción de material selecto).

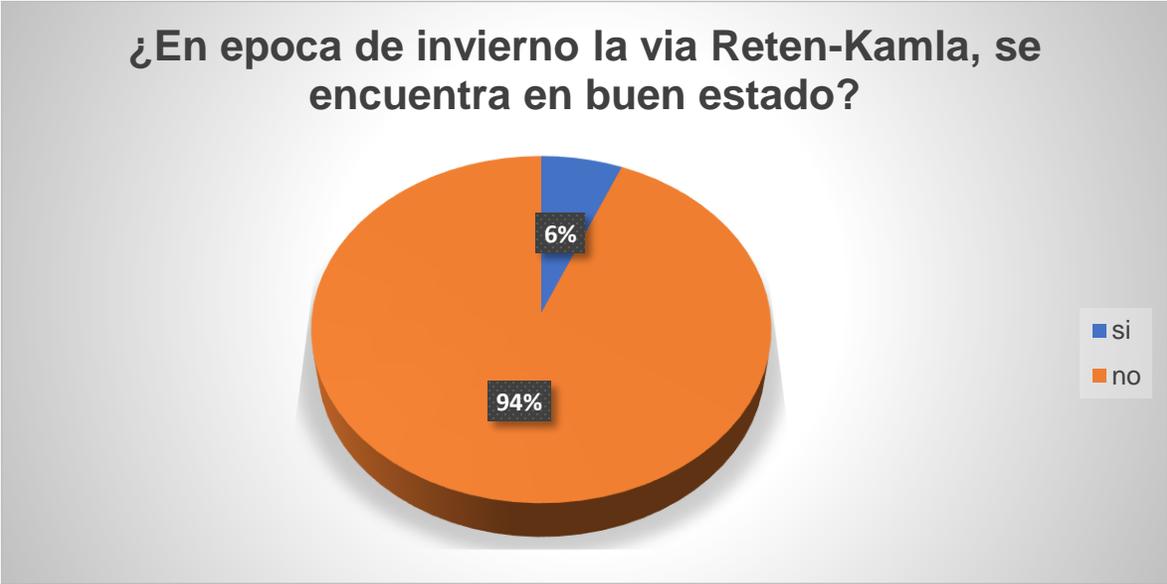
Se realizó encuestas de mercado para identificar la necesidad que tiene los pobladores de Kamla y la URACCAN para la ejecución de la presente propuesta de proyecto, esto ayudo a definir la viabilidad del proyecto.

1. ¿Actualmente la vía Reten Comunidad Kamla se encuentra en Buen estado?



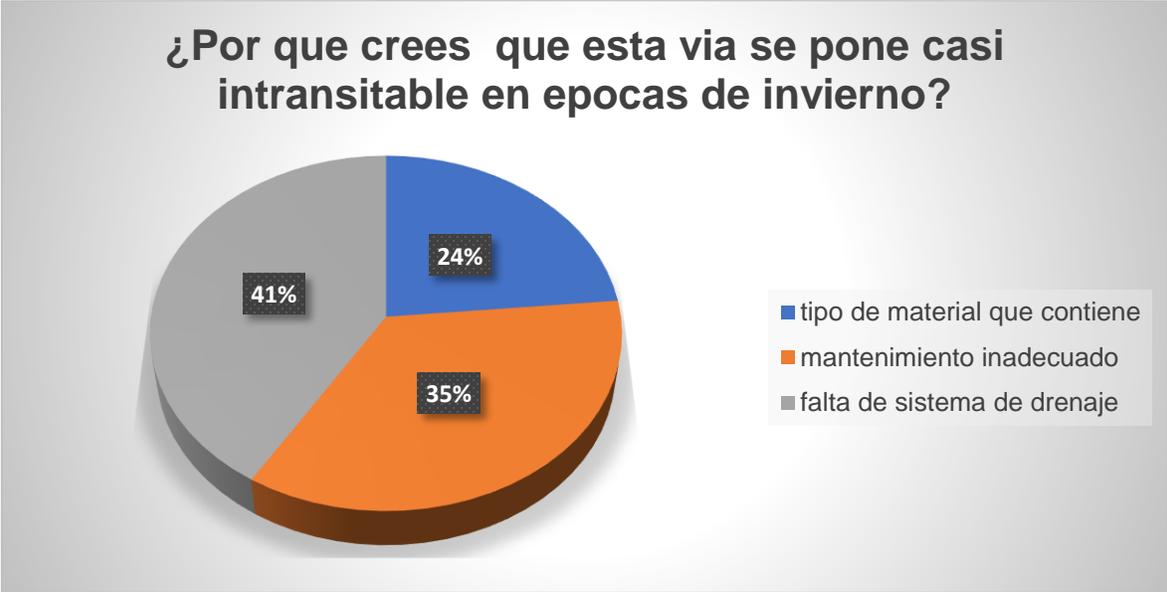
**Grafica 4: Encuesta sobre el estado de la vía Reten-Kamla**

2. ¿En época de invierno la vía Reten Comunidad Kamla se encuentra en buen estado?



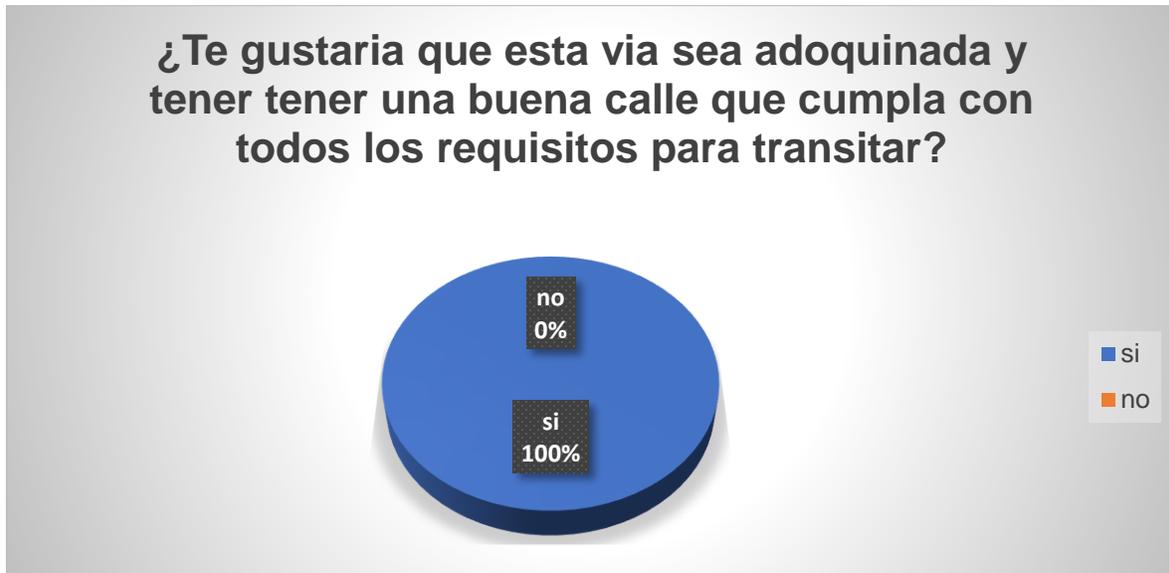
Grafica 5: Encuesta sobre el estado de la vía Reten-Kamla

3. ¿Por qué crees que esta vía se pone casi intransitable en épocas de invierno?



Grafica 6: Encuesta sobre el estado de la vía Reten-Kamla

4. ¿Te gustaría que esta vía sea adoquinada y tener una buena calle que cumpla con todos los requisitos para transitar?



**Grafica 7: Encuesta sobre el estado de la vía Reten-Kamla**

## **5.2. Análisis de la demanda del proyecto**

### **Demanda**

Es la cantidad de bienes y servicios que los consumidores estarían dispuestos a comprar a los distintos precios en el mercado. La demanda es sinónimo de consumidor y de comprador. El análisis de las encuestas nos permite identificar que el mercado potencial son los 3,500 beneficiarios del proyecto de Pavimento semirrígido de la Vía Reten-Kamla ya que la vía actual se encuentra en mal estado, pues el tramo no cumple con las condiciones adecuadas de una carretera.

## **5.3. Análisis de la oferta del proyecto**

### **Oferta**

Es la cantidad de bienes y servicios que los productores estarían dispuestos a vender a los diversos precios del mercado. La oferta es el lado del productor o del vendedor.

De acuerdo a la encuesta realizada se establece que la mejor solución al problema es llevar a cabo la ejecución de la presente propuesta de proyecto el cual consiste en el diseño de pavimento semirrígido del tramo Reten-Kamla, ya que esta vía se encuentra en malas condiciones empeorándose en épocas lluviosas.

## **VI. ESTUDIO TÉCNICO DEL PROYECTO**

### **6.1. DISEÑO DE PAVIMENTO**

En Nicaragua no existe una norma o ley que establezca el método de diseño que se debe seguir para el diseño estructural de carreteras con pavimentos de adoquines, lo que se hace normalmente es basarse en construcciones anteriores, quedando a criterio del diseñador o consultor los cambios que sean necesarios, pero independientemente del método que se use, se ha observado que los espesores de la estructura varían entre 40 y 55cm, dependiendo de la calidad de la terracería, entre otros parámetros.

Un Método que ha sido generalmente utilizado en nuestro medio para la determinación de espesores de pavimento en caminos rurales, es el método brasileño de Murillo López de Souza, derivado del Método W.H. Mills, el cual rige para carreteras con pavimento de adoquín en Brasil y que se adapta a las condiciones de las carreteras en Nicaragua. Los datos requeridos por dicho método son:

- Tipo de tránsito
- Carga por rueda de 4, 5 ó 6 ton
- CBR de la rasante
- Precipitación anual.

Estos datos se obtienen a partir de tablas predefinidas: Para rasante con CBR < 5% Se coloca un espesor entre 10 y 45cm de terracería mejorada, dependiendo del valor del CBR correspondiente a la subrasante la precipitación pluvial de la zona donde se desarrollará la obra de infraestructura vial.

#### **Espesor de la estructura**

La determinación del espesor total del pavimento se hace en función del índice soporte de la rasante (IS), que será determinada en las condiciones de peso volumétrico máximo y humedad óptima.

El método para el diseño de pavimento está basado en el CBR como medida de capacidad de soporte de los materiales del pavimento, siendo el valor del CBR corregido el que se denomina (IS) índice de soporte, para no confundirla con el índice de soporte California.

**Los materiales utilizados en el pavimento se dividen en tres categorías:**

1.- Materiales de rasante: Los que, en las condiciones de compactación especificada, los que indican un índice de soporte inferior a 20.

2.- Materiales de Base: Los que, en las condiciones de compactación, poseen un índice de soporte igual o superior a 30, dependiendo del tipo de tránsito y de la carga máxima de rueda.

El índice de soporte (IS) que se debe adaptar en el diseño será el promedio de los valores suministrados por la igualdad  $IS = CBR$  y la tabla siguiente

**Tabla 6: Valores del IS según el IG.**

<b>Índice De Grupo</b>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9,10	11,12	13,14	15,17	18,20
<b>Índice De Soporte</b>	20	18	15	13	12	10	9	8	7	6	5	4	3	2

**NOTA:** El IS que se adaptará en el diseño no deberá ser superior al valor del CBR ( $IS \leq CBR_{diseño}$ ). Además, en la sección de anexos se presenta la tabla 20, los datos sombreados se utilizaron para este diseño. Debe tenerse en cuenta que estos valores deben ser incrementados según la tabla 21.

### 6.1.1. PAVIMENTO CON ADOQUINES DE CONCRETO

Los adoquines de concreto son elementos individuales, que, colocados en un patrón definido, constituyen un pavimento flexible con grandes ventajas constructivas y de gran durabilidad. Además de la apariencia, y facilidad en el manejo y mantenimiento, que presenta este tipo de estructura de adoquín.

**Ventajas constructivas:** La instalación es simple y requiere de poca maquinaria. No intervienen procesos térmicos ni químicos. Se puede construir y dar servicio en un mismo día. Al ser elementos pequeños y al no estar unidos rígidamente, se adaptan a cualquier variación en el alineamiento vertical y horizontal de la vía.

**Durabilidad:** Por la calidad que se exige de los adoquines de concreto se garantiza su durabilidad y resistencia a la abrasión del tránsito y acciones de la intemperie. El adoquín por si solo tiene una vida útil casi ilimitada.

La estructura de un pavimento puede sufrir deterioros después de estar en servicio por más de veinte años; con una reparación menor, el pavimento puede alcanzar una vida útil mucho mayor, y los adoquines en condiciones de servir por muchos años más.

**Apariencia:** al ser elementos simétricos, inducen un sentimiento de orden en la vía se puede fabricar adoquines de diferentes colores que permiten formar figuras, señales y demarcaciones duraderas que dan una mayor belleza al pavimento.

**Manejo y mantenimiento:** la capa de rodadura en todo pavimento es quizás el elemento más costoso. Al hacer reparaciones, esta capa se debe destruir y retirar. En el caso de los pavimentos de adoquines todo el material es recuperable, se puede almacenar y volver a colocar.

Esto los hace particularmente especiales en proyectos donde las redes servicio, alcantarillados, acueductos y líneas eléctricas subterráneas no estén completas.

### 6.1.2. CARPETA DE RODAMIENTO

La capa de rodadura para este tramo en estudio estará conformada por adoquines de concreto colocados sobre una capa de arena y con un sello de arena entre sus juntas. La forma del adoquín no influye mucho en el funcionamiento del pavimento, pero por facilidad para su producción, transporte y colocación, se prefieren adoquines pequeños, que no tengan más de 25cm de longitud para manejarlos con facilidad y para que no se partan bajo las cargas del tránsito.

### 6.1.3. CONSIDERACIONES GENERALES DE TRANSITO PARA EL DISEÑO

El estudio de tránsito provee información importante para el diseño geométrico y estructural de la carretera.

El peso de los vehículos influye en gran manera sobre la estructura del pavimento, por lo cual se debe tener en cuenta el tipo de tránsito y la carga máxima por rueda. El tránsito se divide en tres categorías:

**Tránsito liviano:** Cuando el número de vehículos comerciales por día fuera igual o inferior a 250, con un máximo de 20% de camiones, con cargas por rueda igual a la máxima.

**Tránsito medio:** Cuando el número de vehículos comerciales por día estuviere comprendido entre 250 - 750, con un máximo de 20% de camiones, con cargas por rueda igual a la máxima.

**Tránsito pesado:** Cuando el número de vehículos comerciales excediere de 750 o cuando hubiera más de 250 camiones por día, con carga por rueda igual a la máxima. Los espesores determinados por medio de las tablas, deberán ser incrementados en función de la densidad media anual de lluvia, dicho incremento se muestra en la tabla 9.2 de anexos.

### **Carga máxima de 4 toneladas**

- a. Tránsito liviano: I.S. mínimo de 30 (CBR mínimo de 40)
- b. Tránsito medio: I.S. mínimo de 30 (CBR mínimo de 40)
- c. Tránsito pesado: I.S. mínimo de 35 (CBR mínimo de 50)

### **Carga máxima de 5 toneladas**

- a. Tránsito liviano: I.S. mínimo de 30 (CBR mínimo de 40)
- b. Tránsito medio: I.S. mínimo de 35 (CBR mínimo de 50)
- c. Tránsito pesado: I.S. mínimo de 40 (CBR mínimo de 60)

### **Carga máxima de 6 toneladas**

- a. Tránsito liviano: I.S. mínimo de 35 (CBR mínimo de 50)
- b. Tránsito medio: I.S. mínimo de 40 (CBR mínimo de 60)
- c. Tránsito pesado: I.S. mínimo de 45 (CBR mínimo de 70)

**Volúmenes de tránsito futuro:** Los volúmenes de tránsito futuro para efectos de proyecto se derivan a partir del tránsito actual del incremento del tránsito esperado al final del año del período de diseño. Para el diseño estructural se determina un flujo de tránsito de 1.5 veces el tránsito actual, esto se debe a consideraciones de diseño tomadas del método que se utilizará.

**Vehículos de Diseño:** Los vehículos de diseño son los vehículos predominantes y de mayores exigencias en el tránsito que se desplaza por la carretera. De acuerdo al estudio de tránsito realizado para el tramo de carretera Reten-Kamla, tenemos un tránsito liviano, donde circulan en mayor proporción los vehículos livianos, sin embargo, los camiones (C-2) representan un factor importante en el diseño estructural, por esta razón se considera como vehículo de diseño el tipo C-2.

#### **6.1.4. DISEÑO ESTRUCTURAL.**

Método de Diseño: Murillo López de Souza.

Tipo de tránsito: Liviano (235Veh/día ambos sentidos de circulación)

Carga máxima por rueda: 5 toneladas

Intensidad de lluvia anual: Entre 1500 y 3000 mm/año

Incremento por la pluviosidad: 20 %

Para Base se tiene disponible un material con CBR = 52 % (banco de material selecto Tuapi), con índice de grupo de (0) y nula plasticidad. Las características gravo arenoso del material son suficientes para conformar en una sola capa la base de la estructura de pavimento. Cabe señalar que el banco es uno de los que está siendo explotado actualmente y se encuentra a tres kilómetros del proyecto (Adoquinado Reten - Kamla). El pavimento será dimensionado para un tránsito diario de:  $TPD = 1.5 (235) = 352 \text{veh/día}$ .

#### **Cálculo del espesor de la Base**

La carga máxima de diseño es de 5 toneladas, la tabla 9.1 de anexos muestra que este flujo vehicular se clasifica como tránsito liviano, aunque por factores de seguridad y de diseño se consideró para el diseño como tránsito medio, considerando una precipitación mayor a los 1500 mm/año y un IS = 20 (Aunque nuestro valor de IS es superior, se toma 20 por ser el máximo planteado por el método de diseño), por lo tanto, se obtiene un espesor 22cm. Este valor incluye base.

#### **Espesores requeridos.**

Se incrementará en 20% los espesores por la intensidad de lluvia que se presenta en la región, esto se especifica en la tabla 9.2 de anexos, así:

$$\text{Base} = (1.2) * (22\text{cm})$$

$$\text{Base} = 26.4\text{cm} \Rightarrow 27\text{cm}$$

Se ha redondeado a la unidad superior más cercano porque es más difícil lograr un espesor de 26.4cm que quizás de 27cm, además se asegura que la estructura tenga mayor resistencia.

No se redondeó a 26 cm porque se estaría debilitando la estructura. Teniendo en cuenta que el espesor de la cama de arena no presta ninguna aportación como estructura.

En el siguiente esquema se muestra los espesores mínimos requeridos de acuerdo a las cualidades mecánicas de los suelos y a las condiciones en la que la calle quedara expuesta en los próximos 15 años.

**Tabla 7: Espesores requeridos**

<b>ESPESOR</b>	<b>COMPONENTE</b>	<b>DESCRIPCION</b>
10 CM	Adoquín	Tipo de tráfico 3500 psi
5 CM	Cama Arena	Arena fina (Tuapi)
27 CM	Base	Material de Banco Tuapi, compactado al 100 Proctor modificado

## 6.2. DISEÑO HIDRÁULICO

### 6.2.1. SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL

Las obras del sistema de drenaje son obras de ingeniería civil, y al mismo tiempo, obras de ingeniería ambiental, destinadas a la recolección y disposición del agua de las lluvias. El sistema de drenaje es de singular importancia para la conservación de una vía. De ahí que tanto su diseño como su construcción se deban hacer con el mayor esmero posible.

El agua de lluvia puede causar directa o indirectamente una grave erosión en las pendientes, hombros, cunetas, canales o puede obstruir las salidas de las alcantarillas. El diseño de un buen drenaje depende en anticipar cuándo, en qué magnitud y cómo, el escurrimiento y el agua subterránea será un problema y en hacer por consiguiente las provisiones necesarias para remover tales excesos de agua tan rápido como sea posible para evitar interrupciones en el tránsito o excesivo costo de mantenimiento.

Mediante el diseño del drenaje pluvial se busca eliminar las aguas excedentes entre las calles, carreteras y áreas adyacentes a las mismas, se incluyen también las precipitaciones que caen sobre las calles y carreteras, las aguas superficiales en las áreas adyacentes y el agua que asciende por capilaridad del nivel freático. Cabe señalar que las cunetas serán usadas por las aguas servidas que la población adyacente deja fluir sobre la calle.

**Drenaje Longitudinal:** El drenaje longitudinal está compuesto por las cunetas laterales, las contra cunetas en la parte alta de los cortes, los cauces longitudinales; los subdrenes para interceptar y evacuar el agua subterránea y demás obras y dispositivos tales como bocatomas, tragantes y aliviaderos.

Las cunetas se construyen a los lados de la carretera para conducir el agua hacia las alcantarillas, cajas o puentes, para así alejarlas de la carretera en concordancia con la configuración topográfica de su localización.

## Drenaje Transversal

El objetivo del drenaje transversal es dar paso a las aguas de escorrentía a través de la vía y llevarlas a descargar en lugares apropiados. Un ejemplo de estos son los vados utilizados en las intercepciones de calles urbanas.

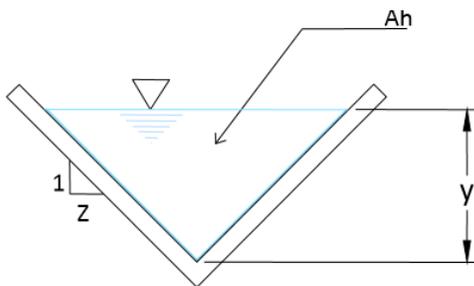
### 6.2.2. CONSIDERACIONES DE DISEÑO

Para el diseño de elementos menores se utilizó los caudales de diseño calculados a través del método racional, basado en la curva de intensidad – duración – frecuencia (Curva IDF) de la estación meteorológica de la Ciudad de Puerto Cabezas con un periodo de retorno de 15 – 25 años.

### 6.2.3. CRITERIOS Y ECUACIONES

En los cálculos se utilizó algunos términos que a continuación se enuncian

1.- El drenaje será superficial, las secciones propuestas se presentan en la siguiente gráfica.



#### Grafica 8: Grafica

2.- Perímetro mojado ( $P_m$ ): Línea de intersección entre las paredes de canal y la sección del flujo. Para secciones triangulares se tiene:  $P_m = 2y \sqrt{1+z^2}$  (6.1)

3.- Área hidráulica ( $A_h$ ): Es la sección transversal por donde circula el flujo. Para secciones triangulares se tiene:  $A_h = zy^2$  (6.2)

4.- Radio hidráulico (Rh): Es la relación entre el área de la cuneta y el perímetro mojado, dado por:  $R = A_H/P_M$  (6.3)

5.-Ancho superficial (T): Es el ancho superior de la cuneta:  $T=2zy$  (6.4)

6.- Las velocidades calculadas deben encontrarse en el rango de  $0.6 \leq V \leq 7$  m/s.

La velocidad media en la cuneta se puede calcular por medio de la fórmula de:

$$\text{Manning. } V = 1 / \eta r^{2/3} S^{1/2} \quad (6.5)$$

Dónde:

V Velocidad media (m/s)

R Radio Hidráulico (m)

S Pendiente de la cuneta

$\eta$  Coeficiente de rugosidad de Manning.

6.- El coeficiente de rugosidad que se utilizará para el cálculo de la velocidad media es:  $\eta = 0.015$  para la cuneta.

**Tabla 8: Coeficiente de rugosidad**

TIPO DE MATERIAL	$\eta$
Canales de tierra con grama	0.030
Superficial de mortero pulido	0.013
Canales de tierra	0.025
Tubos de concreto	0.013
Canales de concreto	0.015
Canales de asfalto	0.016
Canales de adoquín	0.019
Piedra cantera repellada	0.017
Canales de ladrillo de barro	0.013

7.- El sistema de drenaje que se colocará estará basado en correspondencia con las calles anexas que ya tienen su propio sistema de drenaje, el cual consiste en cunetas, las cuales drenan las aguas a las alcantarillas existentes y estas a su vez desembocan en canales hidráulicos.

8.- Los patrones, dirección y sentido del drenaje seguirán el mismo curso que actualmente recorre la corriente (drenaje respecto a la topografía existente), a excepción de los lugares en que sea impertinente o no adecuado. Al presentarse esta situación se propondrá una trayectoria segura, de modo que no cambie en gran manera el curso existente.

9.- Se revisarán las cunetas y contra cunetas para comprobar su funcionamiento y hacer las obras de protección necesarias para su mejoramiento.

10.- El diseño se realizará utilizando las condiciones más críticas, es decir la menor y mayor pendiente y con el área de mayor drenaje.

11.- Los cálculos hidráulicos se realizaron para revisar las capacidades de conducción de las secciones típicas de las cunetas, estos cálculos fueron realizados con el empleo de la ecuación de movimiento uniforme o ecuación de Manning:

$$Q=1/n * AR^{2/3}S^{1/2} \quad (6.6)$$

Donde:

Q= caudal en m<sup>3</sup>/s

A= Área de la sección hidráulica expresada en m<sup>2</sup>.

R= radio hidráulico en metros

S= pendiente hidráulica sin unidad métrica.

n= coeficiente de rugosidad de acuerdo al tipo de material y otras características (0.015 para concreto).

A partir de esto, se propone la cuneta con las siguientes dimensiones.

$$Z = 0.80$$

$$y = 0.30$$

$$\eta = 0.015$$

### 1.- Área hidráulica Ecuación (6.2):

$$A_h = zy^2$$

$$0.80 (0.3)^2 = 0.072$$

### 2.- Perímetro mojado Ecuación (6.1):

$$2\sqrt{1+z^2}$$

$$2(0.30) \sqrt{1+0.80^2} = 0.7684 \text{ m}$$

### 3.- Radio hidráulico Ecuación (6.3):

$$R_h = A_h / P_m$$

$$R_h = 0.072 / 0.7684$$

$$R_h = 0.093.$$

## 6.2.4. CALCULO DEL CAUDAL

**Ahora se calcula el caudal de diseño con los siguientes criterios:**

Para suelo arcilloso y sin vegetación su coeficiente de escorrentía es de 0.60 (según el Manual de Hidrología Hidráulica Aplicada Tabla N° 23).

La intensidad de lluvia en la región es de 1,500 a 3,000 mm/h (INITER-Bilwi)

Las pendientes de las cunetas serán del 2% en ambos lados de la vía.

La intensidad de lluvia es de 3,000 mm/h

$$3,000 \text{ mm/h} = 1 \text{ h} / 3600 \text{ s} = (1 \text{ m} / 1000 \text{ mm})$$

$$= 0.00083 \text{ m/s}$$

## 6.2.5. CALCULO DEL CAUDAL DE DISEÑO

- El caudal de diseño será

$$Q_d = C \cdot I \cdot A$$

$$Q_d = (0.60) (0.00083 \text{ m/s}) (80.00 \text{ m}^2)$$

$$Q_d = 0.040 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Ahora se utiliza la ecuación de Manning, para cálculo del caudal.

$$Q = 1/n \cdot A R^{2/3} S^{1/2}$$

$$Q = 1/0.015 (0.72 \text{ m}^2 \times 0.93)^{2/3} (0.020)^{1/2}$$

$$Q = 0.59 \text{ m}^3/\text{s} > Q_d = 0.040 \text{ m}^3/\text{s}$$

Al llevar a cabo los cálculos de los caudales de diseño y los caudales naturales, comparamos y vemos que los caudales de diseño son menores que los caudales naturales, lo que significa se utilizara para todo el tramo de cuneta bordillos de 0.40m. esto debido a los principios de comparación  $Q_D$  vs  $Q$  para cada tramo, debiéndose cumplir que:  $Q_D < Q$

## **VII. ESTUDIO DE ASPECTOS ORGANIZATIVOS Y LEGALES**

### **7.1. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

#### **00-PRELIMINARES**

Una vez realizada la entrega del sitio del proyecto al contratista, será el encargado de la limpieza inicial, trazo y nivelación, construcciones temporales, demoliciones, fabricación de obras de madera, instalación de servicios temporales y otros trabajos preliminares.

Esta etapa de la construcción es la que da inicio al proyecto, una vez realizado el sitio, dando así misma apertura al libro de bitácora.

El contratista, antes de iniciar la obra, deberá examinar cuidadosamente todos los trabajos adyacentes, de los cuales afectan esta obra, de acuerdo a las intenciones de estas especificaciones, informando por escrito al inspector de la obra cualquier condición que evite al contratista realizar el trabajo requerido.

No se eximirá al contratista de ninguna responsabilidad por trabajos adyacentes incompletos o defectuosos, a menos que tales hayan sido notificados al supervisor por escrito y este los haya aceptado antes de que el contratista inicie cualquier parte de la obra.

#### **01-LIMPIEZA INICIAL**

El contratista debe ubicar en el sitio del proyecto, los límites de la obra y especificarán los árboles, arbustos, plantas y objeto que deben conservarse. En caso contrario deberán ser indicados por el supervisor y por escrito en el libro de bitácora.

Todos los objetos que se encuentren en la superficie como: los árboles, troncos, raíces y fundaciones viejas de concreto, y cualquier obstrucción saliente, deberán ser quitadas de los últimos 40 centímetros superficiales.

Cuando se proceda a quemar los robles, raíces, troncos y cualquier otro material que provenga de la limpieza del sitio deberá quemarse bajo la vigilancia del contratista de tal manera que la propiedad o vegetación adyacente no sean expuestas al peligro, siendo responsabilidad suya cualquier daño ocasionado a terceros.

Los materiales de desechos que no puedan ser quemados, podrán ser retirados al área del “Botadero Municipal”. En cualquier otro caso, previa aprobación del supervisor de obras, el contratista deberá hacer todos los arreglos necesarios con los dueños de los predios donde se colocarán los desperdicios. El costo correspondiente deberá ser incluido en el precio en la limpieza inicial.

Todos los escombros no inflamables como trozos de bloque o ladrillo, concreto o material sobrante de los corte serán botados en el botadero municipal o donde el supervisor lo indique, no así trozos de materiales de asbesto cemento el que debe ser enterrado a una profundidad de 1.20 metros previamente quebrando en trozos no mayores de 25 centímetros de diámetro; en caso que el nivel de aguas superficiales sea menor a 1.20 metros de profundidad, el contratista los enterrará en un sitio donde el manto freático sea más profundo de 1.20 metros.

Todos los utensilios o útiles movibles, que estén en uso por el dueño el contratista, los pondrá en un lugar seguro, donde no queden a la intemperie o provoquen accidentes.

## **02-TRAZADO Y NIVELACIÓN**

El contratista trazará su trabajo partiendo de las líneas bases y bancos de nivel o puntos topográficos de referencia establecidos en el terreno y de las elevaciones indicadas en los planos, siendo responsable por todas las medidas que así tome.

El contratista será responsable por la ejecución del trabajo en conformidad con las líneas y cotas de elevación indicadas en los planos o establecidas por el Ingeniero supervisor.

Los bancos de nivel y las niveletas deberán ser cuidadosamente conservados por el contratista hasta la aceptación final del trabajo, y si son destruidos o aterrados, su reinstalación o construcción será hecha por cuenta del contratista.

Cualquier trazado erróneo será corregido por el contratista por su cuenta, en caso que haya obras construidas erróneamente por este motivo será perdida para el contratista.

Para evitar errores el trazado de las obras el contratista colocará las suficientes niveletas sencillas, así como dobles en los lugares donde se formen vértices en la construcción, indicando los niveles tomando como referencia los puntos indicados en el plano o indicados por el Ingeniero Supervisor.

En caso que el contratista, encontrare errores en el nivel del punto de referencia, lo indicará por escrito en el libro de bitácora, antes de comenzar cualquier obra; el supervisor contestará de la misma manera indicando el nivel correcto; en caso que el contratista haya incurrido en avances de obras con niveles incorrectos, los costos de reparación serán asumidos por su cuenta la corrección de la obra.

Para el trazado de las obras el contratista usará niveletas de madera o metálicas, de cuartones de 2"x2" y 0.50 metros de alto con reglas de 1"x3" debidamente cepillada en canto superior donde se referirá el nivel. Las niveletas sencillas llevarán dos cuartones de apoyo de la regla del nivel espaciados a 1.10 metros, para niveletas dobles será tres cuartones espaciados a 1.10 metros, pero formando ángulo recto, la madera podrá ser de pino o madera blanca.

Las obras que se construirán deberán quedar finalmente con los niveles que se muestran en los planos constructivos con un máximo de error permisible de 2 mm de diferencia en una observación directa a 20 m.

El contratista comprobará las medidas en los planos, localizando la construcción con precisión en el sitio, de acuerdo con los documentos del contrato. Las niveletas, estacas de nivelación permanecerán en su posición hasta que todas las obras hayan sido establecidas permanentemente.

El contratista será responsable de proteger de daños ocasionados, a todas las líneas, niveles y puntos de referencia. Si se destruyen deberán ser reparadas y respuestas por cuenta del contratista, notificando al supervisor. Cuando el trazo esté sustancialmente terminado se consultará si se pueden eliminar.

El contratista antes de proceder a realizar el trazo y nivelación tiene que ver las condiciones del terreno, en este caso tiene que cumplir con las condiciones siguientes:

a)-Se debe tomar en cuenta las recomendaciones suministradas por el dueño, sobre estudios geológicos y de suelos, los cuales serán entregados al contratista como parte de los Documentos contractuales.

b)-El contratista será el responsable por el cumplimiento de tales recomendaciones y por las pruebas de verificación que contratará por su cuenta con un laboratorio de suelos por el supervisor.

Es igualmente obligación del contratista notificar al dueño por medio del supervisor, sobre las condiciones inesperadas o sospechosas que se detecten en el terreno durante el proceso de la construcción, en el caso que esto se presente, el contratista podrá contratar los servicios de ingeniería de suelos para realizar estudio complementario y presentarlo al dueño, y será opción del dueño contratar los servicios de éste u otro ingeniero, especialista en geotecnia para la realización de un estudio de suelos complementario.

Así mismo, el contratista desviará y canalizará correctamente cualquier corriente o inclinación del terreno que pueda resultar en perjuicio de la obra tanto superficialmente como subterránea. Dicho trabajo se hará sin recargo para el dueño.

### **03-CONSTRUCCIONES TEMPORALES**

Las construcciones temporales refieren a las champas que el contratista usará como bodegas y oficinas, éstas podrán ser de madera rústica o cualquier otro material que el contratista estime conveniente, así como bodegas móviles montadas sobre tráiler.

Para los proyectos donde el tiempo de ejecución es mayor a los cinco meses, el contratista tendrá que hacer campas para bodega y oficina siendo el área mínima de 9.00 metros cuadrados y la altura mínima de 2.50 metros. En la oficina temporal quedará el libro de bitácora.

El libro de bitácora no podrá ser sacado fuera de ella cuando el proyecto esté en ejecución. En el caso que no haya oficina temporal, será el supervisor el que decidirá donde permanecerá el libro de bitácora.

Una vez terminado y entregado el proyecto el contratista demolerá todas las construcciones temporales que haya construido, dejando limpio el sitio, apegándose a lo especificado en la limpieza final.

#### **04-FABICACIÓN DE OBRAS DE MADERA**

Se refiere a las construcciones de madera que el contratista realizará para realizar la obra requerida como formaletas, bateas, canales de madera, etc. Generalmente están incluidos en las obras temporales.

#### **05-INSTALCIÓN DE SERVICIOS TEMPORALES**

Se refieren estos a la instalación temporales de los servicios públicos como: Agua potable, electricidad entre Otros.

Estas instalaciones serán solicitadas por el contratista por cuenta propia, para el tiempo que dure la construcción del proyecto, y serán instalados en las construcciones temporales.

#### **06-MOVIMINETO DE TIERRA**

Este trabajo consistirá en cortes y relleno, rellenos con material selecto (material de préstamo), acarreo de material selecto, excavaciones especiales, rellenos especiales y otros trabajos relacionados con el movimiento de tierras, la eliminación y remoción de toda la vegetación y desechos dentro de los límites señalados excepto de los objetos y árboles que se hayan especificado que queden en sus lugares o que tengan que ser quitados de acuerdo con lo indicado en estas Especificaciones.

El contratista deberá deshacerse satisfactoriamente de todo el material que resultó de la limpieza del área indicada en los planos o mostrada por el supervisor.

Comprenderá todo el trabajo de excavación, relleno y compactación que sea requerida para la construcción de bases, la extracción de materiales inadecuados en las calles o zonas donde se construirá; la colocación del material excavado, así como la excavación y compactación hasta los niveles de obra antes mostrados en los planos o indicados en los documentos complementarios Estudios Geológicos y Estudio de Suelos.

## **07-CORTES Y RELLENO**

El contratista tiene la obligación de examinar los planos, estudio geológico y de suelos si los hubiera, efectuado en el sitio de la obra y asumir completa responsabilidad en el uso y disponibilidad del suelo desde el punto de vista constructivo.

El contratista comprobará las medidas indicadas en los planos, localizando los niveles de referencia, para indicar los cortes y rellenos que tengas que hacer en la obra, se le recomienda visitar el banco de material selecto antes de pasar su oferta, una vez adjudicado el proyecto corre por cuenta de todo gasto que incurra dejar la infraestructura del pavimento y obras conexas debidamente concluidas y listas para el adoquinado o embaldosado según sea el caso. Se debe costar la profundidad que el plano indique, en caso que no indiquen los planos. El material sobrante del corte será botado en el botadero municipal o donde lo indique el supervisor, y tiene que ser escrito en el librito de Bitácora.

Una vez efectuado los cortes indicados en los planos, o en estas especificaciones, se procederá al relleno con material selecto, el que compactará de manera mecánica.

La compactación tiene que obtenerse el 100% PROCTOR Estándar para la capa que conforma la base y 100% PROCTOR Modificado para la capa que conforma la base efectuándose de la manera siguiente:

Para el caso específico del canal de desagüe pluvial la compactación será al 95% de PROCTOR Estándar en los espesores mostrados en los planos constructivos.

La compactación se hará en capas de 15 centímetros dando no menos de cinco pasadas o las que recomiende el fabricante de equipo de compactación, después de darle la humedad óptima.

El equipo usado por el contratista, no tiene ninguna restricción siempre y cuando los rellenos cumplan con la compactación mencionada anteriormente, el supervisor hará las pruebas de compactación, en los lugares que estime conveniente y sean de densidad dudosa corriendo los costos por cuenta del contratista.

Se procederá a rellenar con material de banco mencionado en los planos o el que sea aprobado por el supervisor.

Una vez concluido los rellenos, éstos deben quedar compactados y con los niveles indicados en los planos. Para empezar la construcción el contratista debe tener la aprobación del supervisor.

Cuando no existe nivel de referencia el contratista debe ponerlos hasta que la obra concluya y con la aprobación del supervisor.

Previamente a la iniciación de los trabajos, el contratista, deberá someter a la aprobación del supervisor un Plan o Programa de Trabajo, que señale la forma en que se llevarán a efecto los mismos. Este programa podrá ser modificado durante el desarrollo de la obra, si las condiciones del trabajo lo requieren, debiéndose notificar al dueño con la debida anticipación de dichos cambios.

El contratista deberá evitar la inundación de las excavaciones, procurando mantener los niveles del suelo con las pendientes adecuadas. Cualquier acumulación de agua que se presente debe ser removida al costo del contratista quien tomará las precauciones necesarias u usará el equipo adecuado para evitar derrumbes, hundimientos y soterramientos de las construcciones existentes. El fondo de la excavación deberá quedar a nivel y libre de material suelto.

El contratista será responsable por la perfecta estabilidad del relleno y reparará por su propia cuenta cualquier porción fallada o que haya sido dañada por la lluvia, descuido o negligencia de su parte.

## **08-RELLENOS CON MATERIALES DE PRÉSTAMOS**

Métodos: El costo del transporte del material para relleno, debe correr por cuenta del contratista. El contratista podrá utilizar cualquier otro material de relleno siempre y cuando éste no tenga un Índice de Plasticidad mayor a 6, ni un CBR menor de 20%. Será el supervisor el que aprobará el cambio de otra fuente de materiales y así mismo de tener características mecánicas.

## **09-ACARREO DE MATERIALES**

Este artículo se refiere al acarreo del material selecto, y al acarreo del material sobrante de las excavaciones o cortes de suelos, que hay que eliminar del área de la construcción. El contratista acarreará del banco de material selecto al proyecto por cuenta y riesgo de él, en cantidad suficiente, teniendo en cuenta el abudamiento y encogimiento del material. Este material lo transportará de los bancos que él estime conveniente siempre que cumplan con lo mencionado anteriormente.

El contratista transportará fuera del sitio del proyecto, todo material de suelo sobrante de excavación o de relleno, así como el material arcilloso de los cortes que no tengan uso en la obra. Estos los trasladará o botará donde no hagan daño a terceros o donde lo indique el supervisor.

## **10-ADOQUINADO**

Una vez terminado el proceso de cortes, rellenos y compactación para conformar la estructura de pavimento se procederá a colocar una capa de 5 centímetros de arena. La arena que se utilizará deberá ser pasada el 100% por la malla No. 4 y deberá estar libre de terrones de arcilla, basura o cualquier otro material inadecuado, libre de material orgánico.

Antes de proceder a colocar los adoquines el contratista deberá obtener el visto bueno por escrito del supervisor, quien antes hará una revisión minuciosa del colchón de arena y ordenará el retiro, por cuenta del Contratista de todo pedrusco, pedazos de madera, ripios, lodo, etc., que afloren en la arena.

El tamaño de los adoquines deberá ser uniformes para evitar irregularidades o juntas muy anchas, después de colocadas. El adoquín a usarse es el “TIPO TRÁFICO”, de concreto de 3500 PSI, sin rajaduras ni defectos en las aristas, sin orificios en sus partes planas y de buena contextura.

Se procederá a colocar las unidades de adoquín haciéndolo según se indica en los planos y de acuerdo a la geometría de los adoquines y cuchilladas de adoquines. El supervisor verificará dicho trabajo y vigilará que la junta entre unidades sea entre 1cm y 2.5 cm. Luego los espacios (Juntas) entre adoquines y entre adoquines y cuchillas se rellenarán con arena del banco Tuapi, pasada por el tamiz N° 4.

Los espacios que queden entre el adoquinado y las cunetas se rellenarán con concreto de 3000 PSI. Según el ancho y una profundidad igual al espesor del adoquín.

Después de esta operación y cuando el supervisor lo autorice por escrito, se humedecerá la superficie adoquinada y se compactará con una aplanadora adecuada que cuente con la autorización escrita del supervisor. La Compactación se efectuará hasta obtener una debida trabazón entre adoquines. Todo adoquín que resulte fracturado será retirado y cambiado por cuenta del contratista no haciéndosele pago ni compensación alguna por esto.

El dueño no hará pago adicional por adoquines que resulten de mala calidad, es obligación del Contratista adquirir adoquines de la calidad especificada que sean a entera satisfacción del dueño. La superficie adoquinada, una vez terminada deberá tener un bombeo del 3% lateral para facilitar el escurrimiento del agua.

## **11-ACTIVIDADES RELACIONADAS CON CUNETAS**

**BORDILLOS** La construcción de las cunetas serán donde los planos la indiquen y esta será generalmente para reemplazar las existentes o para definir un trazado mejor del área de rodamiento de las calles.

Las cunetas serán de las formas y dimensiones indicadas en los planos. Las cunetas según el caso, deberán ser construidas con concreto de más de 2,500 PSI o como se indiquen en los planos y tendrán un acabado escobado, natural, siendo vibradas con el objeto de evitar agujeros o ratoneras mayores de  $\frac{3}{4}$ " en diámetro. El supervisor podrá ordenar la restitución si encontrase estos defectos constructivos.

En las intersecciones de cunetas a 90°, estas llevarán un radio de giro de 2.00 metros. En caso que las intersecciones afecten las casas o propiedades el radio de giro será definido por el supervisor en el caso que éste no esté definido en los planos.

El contratista removerá toda agua que se colecte en las zanjas, antes y durante se ejecuten los trabajos de construcción. En ningún caso se permitirá que el agua escurra sobre la estructura de pavimento no finalizado o por propiedades privadas o públicas o por otro sitio no previsto sin permiso del Supervisor del Proyecto.

Si fuese necesario, el contratista deberá tomar las medidas necesarias, incluyendo la instalación de conexiones temporales, para no interrumpir el servicio de agua y desagüe a las viviendas.

Cuando se considere necesario, las zanjas y otras excavaciones, deberán ser estibadas y arriestradas, a fin de prevenir cualquier movimiento de tierra, evitar daños a la superficie de rodamiento, estructuras vecinas (casetas, tubos, etc.) y proteger a los trabajadores en la zanja. El contratista asume plena responsabilidad por todo estibado y arrostramiento y por cualquier daño que pueda ocasionar por su falta, falla, uso, mantenimiento o remoción.

## **12- CONCRETO EN GENERAL**

La resistencia mínima del concreto en general a los 28 días, será de 2,500 PSI. La cantidad de agregados deberá calcularse para usar en cada batida uno o más sacos completos de cemento. No se permitirán batidas en que se usen fragmentos o fracciones de sacos.

El tiempo de mezclado se medirá a partir de que todos los materiales sólidos se encuentren en la mezcladora o batea. No se permitirá, que la colocación de la mezcla dure más de una hora después de iniciada sino es con ingredientes que retarden el proceso.

Se debe colocar el concreto de conformidad con los requisitos de la norma ACI318 y de acuerdo en lo indicado a los planos.

El concreto deberá vibrarse en capas no mayores de 20 cm, y vibrarse de tal forma que permita al aire entrampado escapar a la superficie sin dejar cavidades interiores. El vaciado deberá ser continuo entre las juntas de la construcción previamente fijadas, las que deberán prepararse de acuerdo a las indicaciones de los planos.

El tiempo de mezcla debe mantenerse al mínimo necesario para una mezcla efectiva del concreto. El concreto debe colocarse dentro de una hora o de una hora y media del mezclado.

Curar y proteger el concreto de acuerdo a la norma ACI 318.

Durante el período de cura, en ningún momento la temperatura del concreto deberá exceder los 32° C; cuando sea posible deberá mantenerse durante la cura una temperatura de 10° C.

Después de la colocación del concreto deben protegerse todas superficies expuestas a los efectos de la intemperie sobre todo al sol. El curado deberá iniciarse tan pronto el concreto haya endurecido suficientemente a criterio del supervisor del proyecto.

Todo el concreto deberá mantenerse húmedo durante un mínimo de ocho (8) días después del vaciado. El contratista deberá acatar las indicaciones del Supervisor del Proyecto al respecto.

No se hará ninguna lechada hasta que todos los materiales necesarios para la cura estén en el sitio y listos para usarse.

Concreto que no cumpla con las líneas, detalle y pendiente especificados en este o según los planos deberá ser modificado y reemplazado por cuenta del Contratista y a satisfacción del Supervisor del Proyecto.

Las líneas acabadas, dimensiones y superficies deben ser correctas y alineadas dentro de las tolerancias especificadas en éste y en la sección de entramado de estas especificaciones.

### **13- REFUERZO DEL CONCRETO**

Esta incluye el suministro e instalación y todo el trabajo de forma general relacionado al acero de refuerzo, de acuerdo a indicaciones en los planos. El acero de refuerzo a utilizar en cualquier estructura será grado 40 con un límite de fluencia de 2,800 Kg/cm<sup>2</sup>.

Realizar el trabajo de refuerzo de concreto de conformidad con el ACI-318(19) y del Código Nicaragüense de la Construcción del 2000 (NIC2019).

Colocar el acero de refuerzo de conformidad con las ubicaciones mostradas en los dibujos revisados y según los establece la norma ACI 318.

La separación entre varillas paralelas se ajustará a lo indicado en los planos. Se revisará la correcta disposición del acero de refuerzo, antes de proceder a la llena.

Antes de proceder al colado de concreto, el Supervisor del Proyecto revisará la correcta disposición del acero de refuerzo, los recubrimientos, soportes del refuerzo, etc., y anotará en la Bitácora todas las modificaciones ordenadas o autorizadas por él.

### **14-ACTIVIDADES PARA MITIGACIÓN Y PREVENCIÓN DE ACCIDENTES**

**1-Construcción de letrinas:** La letrina provisional, es la letrina que el contratista construye para ser usada por los obreros que construyen la obra, es de carácter provisional porque una vez que sea concluida la obra, esta debe ser demolida y sellado el foso con suelo natural.

**2-Pipa para riego de material de excavación:** Esta actividad será apropiada donde para proyectos donde hay excavación en zanjas, pasando mucho tiempo abiertas, o suelos sueltos esperando su remoción o traslado. El suelo excavado de no ser colocado o desalojado, será regado con pipa cada 2.5 horas, teniéndolo empapado para evitar que el viento haga tolvaneras que afecten la salud de los pobladores y trabajadores de la construcción. El material se regará cada vez que lo requiera o cuando el supervisor lo indique.

## **15-PINTURA (SEÑALIZACIÓN)**

Esta etapa se refiere a todas las actividades de pintura de tráfico a aplicar en este caso a toda la línea central del carril y las cunetas.

Todo material será entregado en la obra en sus envases originales, con etiqueta intacta sin abrir, y deberá contar con la aprobación del supervisor.

Antes de comenzar trabajos se deberá efectuar una revisión de las superficies que se cubrirán de todo desperfecto que se encuentre. Las superficies además deberán estar completamente secas.

## **16-LIMPIEZA FINAL Y ENTREGA**

Esta etapa se refiere a la entrega del proyecto debidamente concluido y funcionando correctamente todas y cada una de las partes que lo integran con las pruebas debidamente concluida y aprobadas por el supervisor.

## 7.2. PRESUPUESTO

Tabla 9: Presupuesto

PRESUPUESTO					
PROYECTO: ESTUDIO TÉCNICO Y DISEÑO DE PAVIMENTO SEMIRRÍGIDO DEL TRAMO DE CARRETERA, "RETEN – COMUNIDAD KAMLA".					
ETAPA	DESCRIPCION	U/M	CANTIDAD	PRECIO UNIT	TOTAL
<b>1</b>	<b>PRELIMINARES</b>				<b>C\$ 12,000.00</b>
1.1	Limpieza Inicial	GBL	1	C\$ 12,000.00	C\$ 12,000.00
<b>2</b>	<b>TRAZO Y NIVELACION</b>				<b>C\$ 126,000.00</b>
2.1	Trazo y Nivelacion	M2	21,000	C\$ 6.00	C\$ 126,000.00
<b>3</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRA</b>				<b>C\$ 5,502,000.00</b>
3.1	Cortes de 0,15m a 0.45 de espesor	M3	6300	C\$ 200.00	C\$ 1,260,000.00
3.2	Botar materiales sobrantes de cortes	M3	8190	C\$ 300.00	C\$ 2,457,000.00
3.3	Compactación de la base y sub base	M2	21,000	C\$ 85.00	C\$ 1,785,000.00
<b>4</b>	<b>Construcción de Cunetas 0,072m2 área de sección transversal; 2500PSI</b>				<b>C\$ 2,690,100.00</b>
4.1	Cunetas (incluye excavación, formateado, elaboración y fundido de concreto, desencofrado y curado por 14 días)	ML	5978	C\$ 450.00	C\$ 2,690,100.00
<b>5</b>	<b>Vigas Longitudinales 0,15m x 0,15m; 3000PSI</b>				<b>C\$ 538,560.00</b>
5.1	Vigas longitudinales (incluye excavación, formateado, elaboración y fundido de concreto, desencofrado y curado por 14 días)	ML	5984	C\$ 90.00	C\$ 538,560.00
<b>6</b>	<b>Carpeta de adoquines Tipo I de 3,500PSI</b>				<b>C\$ 12,294,676.80</b>
6.1	Adoquinado (incluye colchón de adoquines, colocación de adoquines, encalchado y compactación)	M2	16,114	C\$ 763.00	C\$ 12,294,676.80
<b>7</b>	<b>Otros</b>				<b>C\$ 143,648.00</b>
7.1	Pintura del eje central con pintura tipo tráfico amarilla	ML	2984	C\$ 16.00	C\$ 47,744.00
7.2	Pintura de bordes laterales con tipo trafico amarilla.	ML	5994	C\$ 16.00	C\$ 95,904.00
7.3	Señalización de 1.20 x 80		16	C\$ 2,500.00	C\$ 40,000.00
<b>8</b>	<b>Limpieza y Entrega Final</b>				<b>C\$ 42,000.00</b>
8.1	Limpieza y entrega final	M2	21,000	2	C\$ 42,000.00
<b>a)</b>	<b>costo total directo</b>				<b>C\$ 21,348,984.80</b>
b)	Costo total indirecto (5% sobre a)		5%		C\$ 1,067,449.24
c)	Costo administrativo(4% sobre a+b)		4%		C\$ 896,657.36
d)	Utilidades (2% sobre a+b+c)		2%		C\$ 466,261.83
<b>e)</b>	<b>Sub Total</b>				<b>C\$ 23,779,353.23</b>
IMPUESTO					
f)	I.V.A (15% sobre e)		15%		C\$ 3,566,902.98
g)	I.M.I (1% Sobre e)		1%		C\$ 237,793.53
<b>h)</b>	<b>GRAN TOTAL</b>				<b>C\$ 27,584,049.75</b>

**PRESUPUESTO DETALLADO**

**PROYECTO: ESTUDIO TÉCNICO Y DISEÑO DE PAVIMENTO SEMIRRÍGIDO DEL TRAMO DE CARRETERA, "RETEN – COMUNIDAD KAMLA".**

ETAPA	DESCRIPCION	U/M	CANT	COSTOS UNITARIOS (C\$)					COSTOS TOTALES (C\$)					
				Materiales	Mano de obra	Trans y equipo	Sub Contrato	Total	Materiales	Mano de obra	Trans y equipo	Sub Contrato	Total	
<b>1</b>	<b>PRELIMINARES</b>													C\$ 12,000.00
1.1	Limpieza Inicial	GBL	1	C\$ 6,000.00	C\$ 3,600.00	C\$ 2,400.00	C\$ -	C\$ 12,000.00	C\$ 6,000.00	C\$ 3,600.00	C\$ 2,400.00	C\$ -	C\$ -	C\$ 12,000.00
<b>2</b>	<b>TRAZO Y NIVELACION</b>													C\$ 126,000.00
2.1	Trazo y Nivelación	M2	21,000	C\$ 3.00	C\$ 1.80	C\$ 1.20	C\$ -	C\$ 6.00	C\$ 63,000.00	C\$ 37,800.00	C\$ 25,200.00	C\$ -	C\$ -	C\$ 126,000.00
<b>3</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRA</b>													C\$ 5,502,000.00
3.1	Cortes de 0,15m a 0.45 de espesor (Mecanizado)	M3	6300	C\$ 100.00	C\$ 60.00	C\$ 40.00	C\$ -	C\$ 200.00	C\$ 630,000.00	C\$ 378,000.00	C\$ 252,000.00	C\$ -	C\$ -	C\$ 1,260,000.00
3.2	Botar materiales sobrantes de cortes (Mecanizado)	M3	8190	C\$ 150.00	C\$ 90.00	C\$ 60.00	C\$ -	C\$ 300.00	C\$1,228,500.00	C\$ 737,100.00	C\$ 491,400.00	C\$ -	C\$ -	C\$ 2,457,000.00
3.3	Compactación de la base y sub base	M2	21,000	C\$ 42.50	C\$ 25.50	C\$ 17.00	C\$ -	C\$ 85.00	C\$ 892,500.00	C\$ 535,500.00	C\$ 357,000.00	C\$ -	C\$ -	C\$ 1,785,000.00
<b>4</b>	<b>Construcción de Cunetas 0,072m2 área de sección transversal; 3000PSI</b>													C\$ 2,690,100.00
4.1	Cunetas (incluye excavación, formateado, elaboración y fundido de concreto, desencofrado y curado por 14 días)	ML	5978	C\$ 225.00	C\$ 135.00	C\$ 90.00	C\$ -	C\$ 450.00	C\$1,345,050.00	C\$ 807,030.00	C\$ 538,020.00	C\$ -	C\$ -	C\$ 2,690,100.00
<b>5</b>	<b>Vigas Longitudinales 0,15m x 0,15m; 3000PSI</b>													C\$ 538,560.00
5.1	Vigas longitudinales (incluye excavación, formateado, elaboración y fundido de concreto, desencofrado y curado por 14 días)	ML	5984	C\$ 45.00	C\$ 27.00	C\$ 18.00	C\$ -	C\$ 90.00	C\$ 269,280.00	C\$ 161,568.00	C\$ 107,712.00	C\$ -	C\$ -	C\$ 538,560.00
<b>6</b>	<b>Carpeta de adoquines Tipo I de 3,500PSI</b>													C\$ 12,294,676.80
6.1	Adoquinado (incluye colchón de adoquines, colocación de adoquines, encalichado y compactación)	M2	16,114	C\$ 381.50	C\$ 228.90	C\$ 152.60	C\$ -	C\$ 763.00	C\$6,147,338.40	C\$ 3,688,403.04	C\$ 2,458,935.36	C\$ -	C\$ -	C\$ 12,294,676.80
<b>7</b>	<b>Otros</b>													C\$ 143,648.00
7.1	Pintura del eje central con pintura tipo tráfico amarilla	ML	2984	C\$ 8.00	C\$ 4.80	C\$ 3.20	C\$ -	C\$ 16.00	C\$ 23,872.00	C\$ 14,323.20	C\$ 9,548.80	C\$ -	C\$ -	C\$ 47,744.00
7.2	Pintura de bordes laterales con tipo tráfico amarilla.	ML	5994	C\$ 8.00	C\$ 4.80	C\$ 3.20	C\$ -	C\$ 16.00	C\$ 47,952.00	C\$ 28,771.20	C\$ 19,180.80	C\$ -	C\$ -	C\$ 95,904.00
7.3	Señalización de 1.20 x 80		16	C\$ 10.00	C\$ 20.00	C\$ 10.00	C\$ -	C\$ 12.00	C\$ 20,000.00	C\$ 15,000.00	C\$ 5,000.00			C\$ 40,000.00
<b>8</b>	<b>Limpieza y Entrega Final</b>													C\$ 42,000.00
8.1	Limpieza y entrega final	M2	21,000	C\$ 1.00	C\$ 0.60	C\$ 0.40	C\$ -	C\$ 2.00	C\$ 21,000.00	C\$ 12,600.00	C\$ 8,400.00	C\$ -	C\$ -	C\$ 42,000.00
<b>a)</b>	<b>costo total directo</b>													C\$ 21,348,984.80

### 7.3. CRONOGRAMA DE EJECUCION FISICA

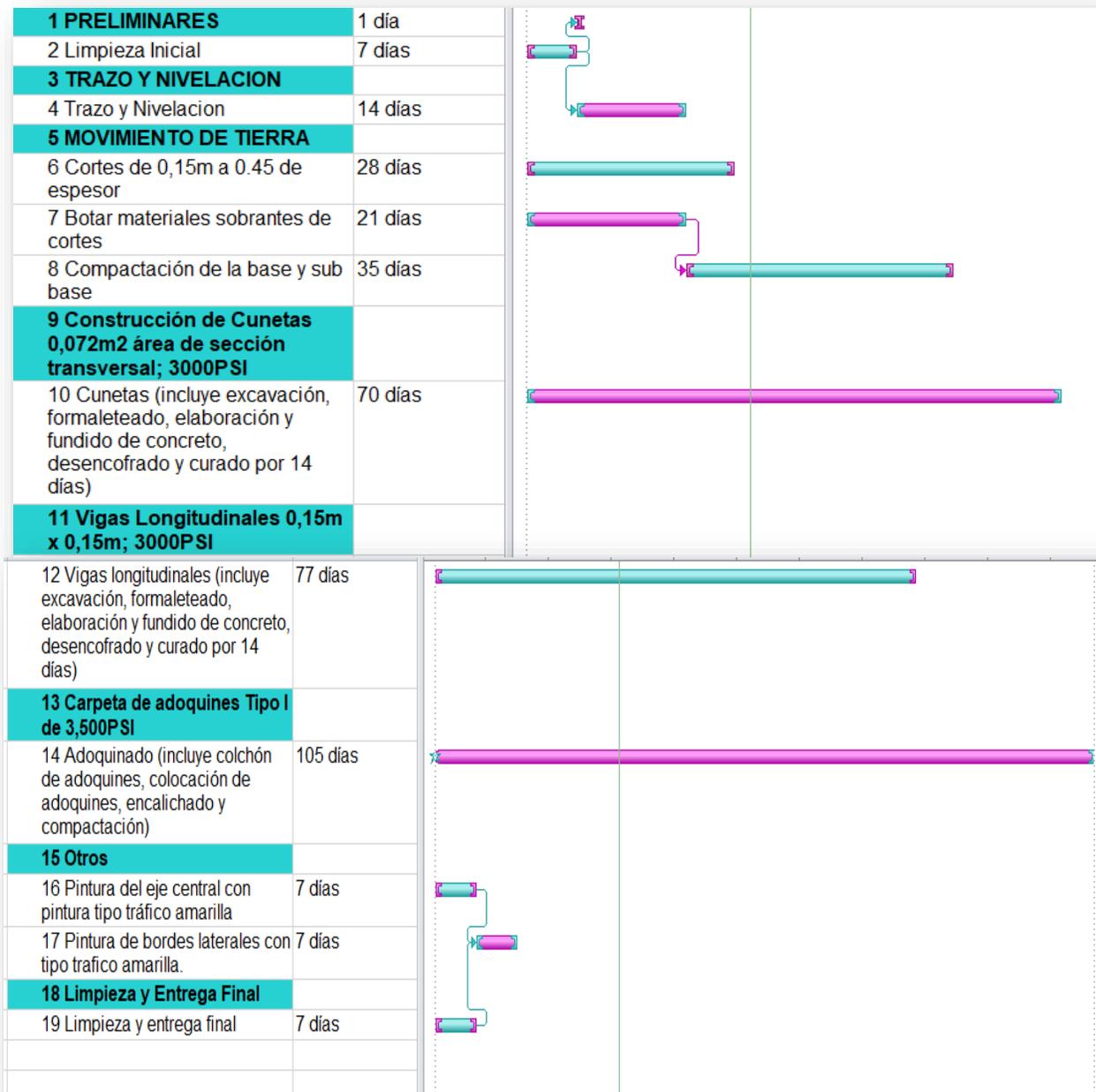


Tabla 10: Cronograma

## **VIII. ESTUDIO FINANCIERO Y ECONÓMICO**

El diseño de un proyecto constructivo no está terminado sin antes haber resuelto uno de los puntos más importantes para el dueño el estudio financiero y económico, el cual en este proyecto corresponde al costo de la obra, Mediante el cual se llegará a la decisión de ejecutar o no el proyecto en cuestión. El interés financiero que supone un proyecto de cualquier magnitud es el que vendrá a colaborar para la realización del mismo. Es por eso que presentamos un informe detallado de los costos de cada uno de los recursos, estableciendo en conjunto lo que se conoce como presupuesto.

### **Variables que se consideró para calcular el presupuesto del proyecto:**

Al momento de preparar el costo del proyecto, se consideró, todas las variables que afectan su ejecución, entre estas se mencionó las siguientes:

- Ubicación geográfica del proyecto.
- Condiciones climáticas.
- Tipo y condiciones de acceso hasta el sitio del proyecto.
- Distancia de los principales centros de distribución de materiales.
- Disponibilidad de mano de obra calificada en la zona del proyecto.
- Dimensión del proyecto.
- Capacidad técnica y financiera a utilizar.
- Riesgos asumidos con sus diferentes variables.
- Condiciones específicas y contractuales del proyecto.

### **Costos indirectos por administración y utilidad:**

En la estimación de los costos de venta, se llevó a cabo el correspondiente cálculo de los costos indirectos, a continuación, se presenta en la tabla 11.

**Tabla 11: Costo indirecto**

Costo indirecto = 5% sobre el costo directo
Costo directo = 21,384,984.80
Costo Indirecto = 1,067,449.24

Costos Administrativo, el cual corresponde al pago del personal clave que estará interactuando en el proyecto además para algunos gastos de papeleos, refiriéndose a toda la administración, ver Tabla 12.

**Tabla 12: Costo Administrativo**

Costo Administrativo = 4 % sobre el costo directo + costo indirecto
Costo directo = C\$ 21,384,984.80
Costo Indirecto = C\$ 1,067,449.24
Costo Administrativo = C\$ 896, 657.36

Costos por Utilidad, el cual corresponde las posibles ganancias del contratista o sub contratista, ver Tabla 13.

**Tabla 13: Costo por Utilidad**

Costos por Utilidad = 2% sobre CD + CI + CA
Costo directo = C\$ 21,384,984.80
Costo Indirecto = C\$ 1,067,449.24
Costo Administrativo = C\$ 896, 657.36
Costos por Utilidad = C\$ 466,261.83

El fin de determinar estos factores es para identificar el sobre costo, que se aplicará a los costos directos del proyecto. La suma de todos los factores antes planteados nos da un sub total, ver Tabla 14.

**Tabla 14: Sub Total**

Sub Total = CD + CI + CA + CU
Costo directo = C\$ 21,384,984.80
Costo Indirecto = C\$ 1,067,449.24
Costo Administrativo = C\$ 896, 657.36
Costos por Utilidad = C\$ 466,261.83
Sub Total = C\$ 23,779, 353.23

Además, se debe tener en consideración que los impuestos también forman parte de la estructura de costos indirectos. En este caso solamente se presenta en los alcances lo que son los impuestos:

- I.V.A (15% sobre el sub total).
- I.M.I (1% sobre el sub total).

**Tabla 15: I.V.A**

I.V.A = 15% sobre sub total
Sub Total = C\$ 23,779, 353.23
I.V.A = C\$ 3,566,902.98

**Tabla 16: I.M.I**

I.M.I = 1% Sobre sub total
Sub Total = C\$ 23,779, 353.23
I.M.I = C\$ 237,793.53

En fin, se llega al gran total, es uno de los datos de prioridad ya que depende de esta que se llega a la decisión de ejecutar o no el proyecto en cuestión. Por tal razón es de mucha importancia el estudio financiero y económico de los proyectos ya sean estas de gran o de menor magnitud siempre se lleva a cabo dicho estudio, para beneficio del dueño. La conclusión del estudio financiero y económico, ver Tabla 17.

**Tabla 17: Gran Total**

Gran Total = Sub Total + Impuestos
Sub Total = C\$ 23,779, 353.23
I.V.A = C\$ 3,566,902.98
I.M.I = C\$ 237,793.53
Gran Total = C\$ 27,584,049.75

## **IX. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

El estudio de impacto ambiental es la evaluación que permite planificar ambientalmente los programas y proyectos, para tomar decisiones no solo con criterios financieros, sino bajo parámetros sociales y ambientales como elemento vital del diseño.

El estudio de impacto ambiental deberá contener los aspectos más sobresalientes del proyecto en el medio natural, así como la jerarquización de los efectos ambientales positivos y negativos, una breve reseña de las acciones que se implementaran con el fin de prevenir, corregir o minimizar los daños ambientales del resumen en el plan de manejo ambiental conteniendo un programa de contingencia, monitoreo y seguimiento.

### **Plan de manejo ambiental**

El plan de manejo ambiental debe estar orientado a implementar las acciones preventivas u correctivas que permitan evitar, mitigar, corregir y compensar los daños ocasionados por el proyecto en sus distintas fases (construcción, operación y mantenimiento).

El plan de manejo ambiental incluirá un plan de contingencia o su plan de monitoreo y seguimiento. Plan de contingencia: se elabora para el control de eventos indeseados, también deberá establecer medidas de prevención personal e institucional, requerimientos de comunicación de los equipos en la planificación de fuentes de trabajo.

Plan de monitoreo y seguimiento: se realiza un seguimiento de las condiciones iniciales, de la calidad ambiental en los impactos ambientales que se presentan. Se debe identificar los sistemas afectados, los tipos de impacto o los indicadores como el agua, aire, suelo, ecosistema, aspectos sociales, económicos y culturales.

A continuación, presentamos el detalle de los Impactos que generaran por los trabajos preliminares de ejecución y mantenimiento del proyecto de adoquinado.

**Tabla 18: Detalles de Impacto**

Estudio del proyecto	Estudio del proyecto	Acciones Impactantes	Efectos	Factor Ambiental Afectado
Proyecto Adoquinado tramo reten-comunidad KAMLA	Contruccion	Trabajos preliminares (Limpieza y descapote)	Produccion de polvo	Calidad de Aire
			Produccion de ruido	Ruido
			Produccion de Excretas humanas	Suelo/Agua superficial
		Infraestructura Horizontal (Movimiento de tierra y carpeta de rodamiento)	Riesgo de accidente	Poblacion
			Produccion de ruido	Ruido
			Producciones de Desechos	Suelo
	Emision de Polvo		Calidad de Aire	
	Oferacion	Funcionamiento	Aumento de los niveles de emision de contaminantes por el incremento del transito vehicular	Calidad de Aire
			Deterioro de la via por falta de mantenimiento	Accesibilidad
			Aumento en los niveles de ruidos por incremento del transito vehicular	Ruido
Aumento de riesgo de accidentes de transito			Poblacion	

**Tabla 19: Programa de Mitigación Y Contingencia del Proyecto Reten Comunidad Kamla.**

Acciones Impactantes	Efectos	Medidas de Mitigacion	Costo de la Medida	Responsables por el Cumplimiento
Trabajos preliminares (Limpieza y descapote)	Produccion de Polvo	Humedecer la Tierra	Directo	Contratista
	Produccion de ruidos	Colocacion de Barreras	Directo	Contratista
	Produccion de desechos Organicos e Inorgaticos	Ubicar sitio receptor de desechos	Directo	Contratista
	Produccion de extretas Humanas	Coatruccion de Letrinas Provisionales	Directo	Contratista
Ifraestructura Horizontal (Movimiento de Tierra, carpeta de rodamiento)	Riesgo de Accidentes	Colocar señales preventivas	C/U	Contratista
	Emision de polvo	Humedecer la Tierra	Directo	Contratista

Después de calcular la importancia de los impactos, se ha considerado utilizar la importancia de impacto como una función directamente proporcional al grado de alteración producido por un impacto ambiental en el medio ambiente y expresar la importancia como un porcentaje de alteración con respecto máxima posible.

En conclusión, se puede observar generalmente, que los impactos negativos son moderados en su mayoría, a excepción de los que origina la actividad de movimiento de tierra que afecta directamente la calidad del aire, el cual es una situación crítica y que será controlado regando agua constantemente con cisterna.

Este impacto al medio causado por construcciones horizontales se hace más relevante dependiendo de la magnitud del proyecto, en nuestro caso se trata de un proyecto pequeño, sin embargo, se debe tomar las medidas necesarias para reducir al mínimo las afectaciones causadas en el medio.

El principal factor ambiental impactado, que es la calidad del aire, afectara directamente a los moradores con polvo y ruidos provocados por maquinarias y equipos de construcción, así como a la población en general que transita por la ruta Reten – Kamla.

Pero cabe destacar que este efecto es temporal y luego en su fase de operación será completamente lo opuesto, ya que se tendrá una vía pavimentada, libre de polvo que deterioran la salud de los comunitarios. Otro de los componentes que se afectara temporalmente es el paisaje, el cual será afectado por los desechos de construcción, obras civiles en el movimiento de tierra. Pero una vez ejecutada la construcción se logrará limpiar y embellecer la vía, erradicando charcas que dañan la vista.

El transporte será entorpecido en la etapa de construcción de la obra de adoquinado, pero este efecto también es temporal y será eliminado una vez que empiece a funcionar la vía de carretera.

Podemos decir que los impactos negativos que afectaran temporalmente al medio ambiente son aceptables, si consideramos los innumerables beneficios que trae consigo esta construcción horizontal, en desarrollo socioeconómico. *(ver cuadro N 20)*

Estamos seguros que la comunidad entera de **Kamla** y la **Universidad URACCAN-RECINTO BILWI**, estará dispuesta a tolerar estas necesarias molestias para su propio beneficio. A esto hay que sumarle, como impacto positivo la generación de empleo debido a la construcción de la nueva carretera de 3,000 metros lineales.

## **X. LISTA DE REFERENCIAS**

- AASHTO 93. Diseño de Pavimento, basado en La 3ra Edición del Manual de Diseño de Pavimento. Traducido en La Paz Bolivia, junio de 2006.
- Carlos Kraemer, José María Pardillo Mcgranhill. Ingeniería de Carreteras, Volumen I.
- Elmer Bervis. Diseño hidráulico para caminos rurales de Nicaragua (PASTDANIDA), Documento del programa de apoyo al sector transporte, septiembre de 2004.
- Juárez Badillo Eulalio, Rico Rodríguez Alfonso. Fundamentos de mecánica de suelos, tomo Editorial: Limusa. México 2007.
- José Antonio Milán Pérez. Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de tecnología de la construcción Maestría en Vías terrestres, I modulo. Enero de 2009.
- Raúl Benítez. Topografía para ingenieros Civiles, tomo II. Editorial: Pueblo y educación 1978.
- Consultor: Raúl Leclair. PROALCA II, Secretaría de Integración Económica Centroamericana SIECA, Consultor: Manual Centroamericano de Normas para el Diseño de Las Carreteras Regionales SIECA, marzo 2004.
- Ministerio de Transporte e Infraestructura. Red Vial de Nicaragua 2008, Oficina de Inventario Vial. Abril de 2009.
- PAST- DANIDA. Estructuras de drenaje, Documento del programa de apoyo al sector transporte, versión 3, mayo de 2005.

## XI. ANEXOS

### 11.1. Matriz de Actividades

OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECIFICOS	FUENTE DE INFORMACION	INSTRUMENTOS USADOS PARA RECOPIACION DE INFORMACION	FORMA DE PROCESAR LA INFORMACION
Diseñar el tramo de carretera de pavimento semirrígido para el tramo Reten – Comunidad de Kamla, del Municipio de Puerto Cabezas.	a) Elaborar los estudios técnicos de ingeniería necesarios, para obtener un diseño adecuado.	Libros, Propuestas de proyectos, visita de sitio, Encuestas, Visita al sitio Web entre otros.	Estacion total, tripode, prisma, cinta metrica, tableta de campo, pala, pico, varra, Tamiz, Balanza, Casa grande, Maso de goma, Bandeja de acero, Horna,	Terminado con el levantamiento topografico, aforo vehicular, sondeos de suelo, test. Reflejar los datos obtenidos mediante cuadros y parrafos escritos.
	b) Diseñar la estructura de pavimento semirrígido a través del método Murillo López de Souza, tomando en cuenta las estructuras hidráulicas de drenaje pluvial a lo largo del tramo.	1) Murillo Lopez de Souza. Diseño de Pavimento semirrígido, basado en La 3ra Edición del Manual de Diseño de Pavimento semirrígido. Traducido en La Paz Bolivia, junio de 2006. 2) PAST- DANIDA. Estructuras de drenaje, Documento del programa de apoyo al sector transporte, versión 3, mayo de 2005.	Computadora, Calculadora, Word, Excel, AutoCad, Civil 3D.	Reflejar mediante calculos el diseño de la estructura de rodamiento y el diseño hidrológico a la vez presentar en paginas A3 los planos de la vía.
	c) Cuantificar el costo total del proyecto Adoquinado del tramo de carretera, vía "Reten – Comunidad Kamla".	SITTIMP - GRACCN (Guia de Costos por etapas y sub-etapas),	Calculadora, Lapiz, Lapicero, Computadora, Pginas.	Reflejar mediante Excel el costo total del proyecto, presupuesto detallado y la ejecucion financiera. A la vez presenta por medio de proyect la ejecucion financiera de la obra en propuesta.

### 11.2. Cuadro de Análisis de Involucrados

GRUPOS INVOLUCRADOS	BENEFICIO	PROBLEMAS PERCIBIDO	SOLUCION
<b>Directos</b>			
Comunidad Kamla	1) Calle en condiciones optima para transitar.	1) Calle en estado de deterioro.	Ejecucion del proyecto: Diseño de pavimento semirrígido de la vía Reten-Kamla.
	2) Prevencion de accidentes de transito.		
	3) Activacion constante del flujo vehicular.		
Universidad URACCAN	1) Mejor condicion de calle para el transporte de estudiantes.	2) Mantenimiento inadecuado de la vía.	Dar mantenimiento con material adecuado que no contenga mucha arcilla.
	2) Prevencion de accidentes de transito.		
	3) menor tiempo de recorrido de los transportes.		
<b>Indirectos</b>			
Transporte Publicos	1) Mejor condicion de villa.	3) Produccion constante de baches.	Aplicación de bolones antes de llenar con material selecto.
	2) Menor tiempo de viaje.		
	3) Evitar accidentes de transito.		
Transporte Privados	1) Mejor condicion de villa.	4) Falta de sistemas de drenes.	Construccion de cunetas adecuados que desemboquen las aguas de lluvia.
	2) Menor tiempo de viaje.		
	3) Evitar accidentes de transito.		

### 11.3. Resultado Topográfico

		<b>TRAMO: RETEN- COMUNIDAD KAMLA</b>				
<b>DATOS GEOMETRICOS DE EJE PRINCIPAL</b>						
Length	Radius	Direction	Start Station	End Station		
39.927m		N20° 39' 10"E	0+000.00m	0+039.93m		
57.459m	1691.076m		0+039.93m	0+097.39m		
3.391m		N18° 42' 22"E	0+097.39m	0+100.78m		
59.640m	738.847m		0+100.78m	0+160.42m		
1.876m		N14° 04' 52"E	0+160.42m	0+162.29m		
30.290m	359.748m		0+162.29m	0+192.58m		
5.541m		N9° 15' 25"E	0+192.58m	0+198.12m		
62.896m	150.052m		0+198.12m	0+261.02m		
37.855m		N14° 45' 33"W	0+261.02m	0+298.88m		
40.941m	864.425m		0+298.88m	0+339.82m		
36.027m		N12° 02' 44"W	0+339.82m	0+375.84m		
6.176m	244.875m		0+375.84m	0+382.02m		
246.282m		N13° 29' 26"W	0+382.02m	0+628.30m		
34.856m	1665.725m		0+628.30m	0+663.16m		
47.987m		N14° 41' 23"W	0+663.16m	0+711.14m		
177.691m		N13° 15' 45"W	0+711.14m	0+888.84m		
99.222m	3229.128m		0+888.84m	0+988.06m		
169.165m		N15° 01' 23"W	0+988.06m	1+157.22m		
17.555m	610.736m		1+157.22m	1+174.78m		
81.689m		N13° 22' 34"W	1+174.78m	1+256.47m		
20.594m	1058.588m		1+256.47m	1+277.06m		
26.556m		N14° 29' 27"W	1+277.06m	1+303.62m		
15.429m	250.931m		1+303.62m	1+319.05m		
21.705m		N18° 00' 50"W	1+319.05m	1+340.75m		
50.492m	414.768m		1+340.75m	1+391.24m		
37.042m		N11° 02' 20"W	1+391.24m	1+428.28m		
12.210m	277.999m		1+428.28m	1+440.49m		
279.394m		N13° 33' 20"W	1+440.49m	1+719.89m		
453.099m	1437.280m		1+719.89m	2+172.99m		
124.968m		N31° 37' 04"W	2+172.99m	2+297.95m		
113.294m	731.548m		2+297.95m	2+411.25m		
97.197m		N40° 29' 28"W	2+411.25m	2+508.45m		
185.658m	2420.804m		2+508.45m	2+694.10m		
91.708m		N44° 53' 07"W	2+694.10m	2+785.81m		
65.580m	1606.592m		2+785.81m	2+851.39m		
16.318m		N42° 32' 48"W	2+851.39m	2+867.71m		
32.065m	1005.178m		2+867.71m	2+899.78m		
23.392m		N44° 22' 28"W	2+899.78m	2+923.17m		

<b>LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO</b>	
<b>Cantidad</b>	<b>Personal topografico</b>
1	Topografo
1	cadenero
<b>Equipos de trabajo</b>	
1	Estacion total marca sokkia, modelo cx-105
1	Mini prisma leica Gmp111 mini jalon estacion total
1	Niveleta Angular con abrojo de sujecion para baston
1	Tripode Topografico parta baston con bolsa
50	Estacas de madera
2	Machete
1	Cuaderno de campo
1	Calculadora
1	Sombrilla

## 11.4. Resultados y graficas de estudio de suelo

### REPORTE DE ENSAYO ANALISIS DE LIMITE DE CONSISTENCIA ( LIMITE ATTERBEG) TEST METHODS: AASHTO T 89, T90 ; ASTM D4318

#### RETEN - KAMLA

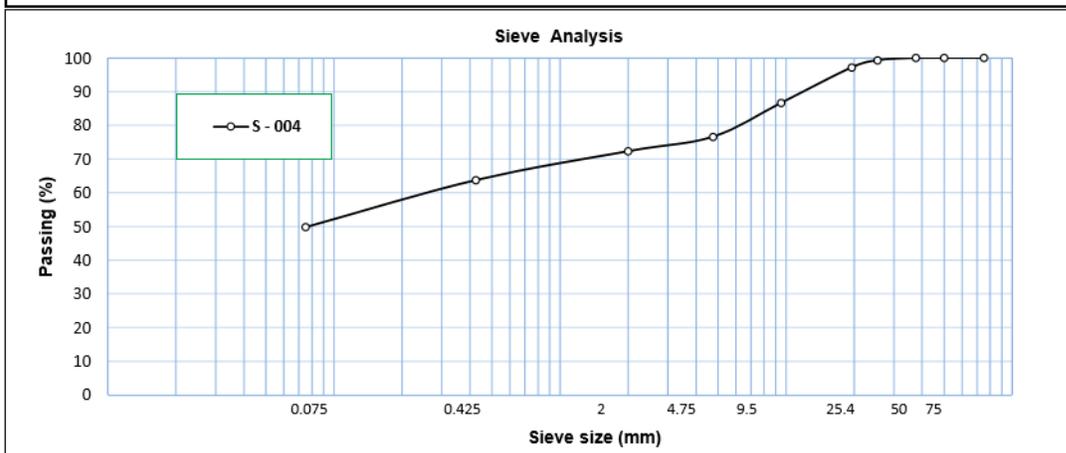
Descripción de muestra: SONDEO DE LINEA ( C - 1 )			
Localización ( Estación )		0+000	
Muestra n°	4	Prof. cm	

Número de ensayo	S - 004
Fecha de ensayo	6-ago-19
Muestreado por	

#### Limite Líquido

Tara Número	L-1	L-2	L-3	
Peso de Tara	7.67	7.53	6.78	
Número de Golpes	15	25	35	
Peso de muestra húmeda + tara (gr)	42.56	42.79	42.12	
Peso de muestra seca + tara (gr)	32.55	33.10	32.90	
Contenido de agua (gr)	10.01	9.69	9.22	
Peso de suelo seco (gr)	24.88	25.57	26.12	
Porcentaje del contenido de agua del suelo	40.23	37.90	35.30	
Factor de corrección según N° de golpes	0.940	1.000	1.042	
Porcentaje del contenido de agua corregido	37.82	37.90	36.78	

Comentarios: Arena arcillosa con grava SC



**REPORTE DE ENSAYO**  
**ANALISIS GRANULOMETRICO & CONTENIDO DE HUMEDAD**  
**TEST METHODS: AASHTO T 11, T27 & T255 ; ASTM D422**

**RETEN - KAMLA**

Descripción de muestra: SONDEO DE LINEA ( C - 1 )	
Localización	<b>0+000</b>
Muestra nº	<b>4</b>
Prof. cm	

Número de ensayo	<b>S - 004</b>
Fecha de ensayo	6-ago-19
Muestreado por	

**Tamizando**

Tamiz size (mm)	Peso Acum. Ret. (g)	Acum %	% Pasante
75	0.0	0.0	100.0
50	0.0	0.0	100.0
37.5	0.0	0.0	100.0
25.4	19.6	0.7	99.3
19.5	83.2	2.8	97.2
9.5	395.2	13.3	86.7
4.75	692.5	23.4	76.6
<4.75	2962.5	100.0	

Peso suelo seco después lavado < 4.75mm			<b>97.5</b>
Tamiz size (mm)	Peso Acum. Ret. (g)	Acum % Retenido	% Pasante
2	15.3	4.3	72.3
0.425	45.8	12.9	63.8
0.075	95.6	26.8	49.8
<0.075 (g)	96.5		
Perdido (g)	<b>174.6</b>		

**Contenido de Humedad (ASTM D2216)**

Tara nº	2
Tara (g)	0.0
S hum+T (g)	300.0
S seco + T (g)	273.1
Humedad (%)	<b>9.8</b>

**Peso unitarios ( ASTM C 29 )**

seco suelto $kn/cm^2$	
-----------------------	--

Factor de Abundamiento	
------------------------	--

**Resumen**

Limite Liquido ( LI )	38
Indice Plástico ( IP )	<b>14</b>
Modulo plástico ( MP )	917

**Clasificación**

H.R.B ( AASHTO M 145 )	<b>A-6 ( 0 )</b>
S.U.C.S ( ASTM D 2487 )	<b>SC</b>

**REPORTE DE ENSAYO**  
**ANALISIS GRANULOMETRICO & CONTENIDO DE HUMEDAD**  
**TEST METHODS: AASHTO T 11, T27 & T255 ; ASTM D422**

**RETEN - KAMLA**

Descripción de muestra: SONDEO DE LINEA ( C - 4 )	
Localización	<b>0+430</b>
Muestra nº	<b>5</b>
Prof. cm	

Número de ensayo	<b>S - 005</b>
Fecha de ensayo	5-ago-19
Muestreado por	

**Tamizando**

Tamiz size (mm)	Peso Acum. Ret. (g)	Acum %	% Pasante
75	0.0	0.0	100.0
50	0.0	0.0	100.0
37.5	0.0	0.0	100.0
25.4	99.6	3.7	96.3
19.5	192.7	7.1	92.9
9.5	516.6	19.0	81.0
4.75	980.8	36.0	64.0
<4.75	2720.8	100.0	

Peso suelo seco después lavado < 4.75mm			<b>155.6</b>
Tamiz size (mm)	Peso Acum. Ret. (g)	Acum % Retenido	% Pasante
2	22.9	5.4	58.5
0.425	70.5	16.7	47.3
0.075	152.2	36.0	28.0
<0.075 (g)	153.8		
Perdido (g)	<b>113.1</b>		

**Contenido de Humedad (ASTM D2216)**

Tara nº	2
Tara (g)	0.0
S hum+T (g)	300.0
S seco + T (g)	270.5
Humedad (%)	<b>10.9</b>

**Peso unitarios ( ASTM C 29 )**

seco suelto $ka/cm^2$	
-----------------------	--

Factor de Abundamiento	
------------------------	--

**Resumen**

Limite Liquido ( LI )	40
Indice Plástico ( IP )	<b>13</b>
Modulo plástico ( MP )	636

**Clasificación**

H.R.B ( AASHTO M 145 )	<b>A-2-6 ( 0 )</b>
S.U.C.S ( ASTM D 2487 )	<b>GM</b>

**Limite Plástico**

	L-4	L-5
Tara Número		
Peso de Tara	6.88	7.51
Peso de muestra húmeda + tara (gr)	40.32	40.95
Peso de muestra seca + tara (gr)	34.00	34.64
Contenido de agua (gr)	6.32	6.31
Peso de suelo seco (gr)	27.12	27.13
Porcentaje del contenido de agua del suelo	<b>23.30</b>	<b>23.26</b>

**Porcentajes que pasa tamices**

Tamiz N° < 2 mm	72.3
Tamiz N° < 0,425 mm	63.8
Tamiz N° < 0,075 mm	49.8

**Resumen**

Limite Liquido ( LL)	<b>37.7</b>
Limite Plástico ( LP)	23.3
Indice Plástico ( IP)	<b>14.4</b>
Clasificación	H.R.B A-6 ( 0 )
	S.U.C.S SC
Indice de Grupo ( IG)	4
Módulo Plástico ( MP)	917

CONTRACCION LINEAL	Lectura inicial (mm)	
	Lectura Final (mm)	
	% de contracción Lineal	



Comentario: Arena arcillosa con grava SC

**REPORTE DE ENSAYO**  
**ANALISIS DE LIMITE DE CONSISTENCIA ( LIMITE ATTERBEG)**  
 TEST METHODS: AASHTO T 89, T90 ; ASTM D4318

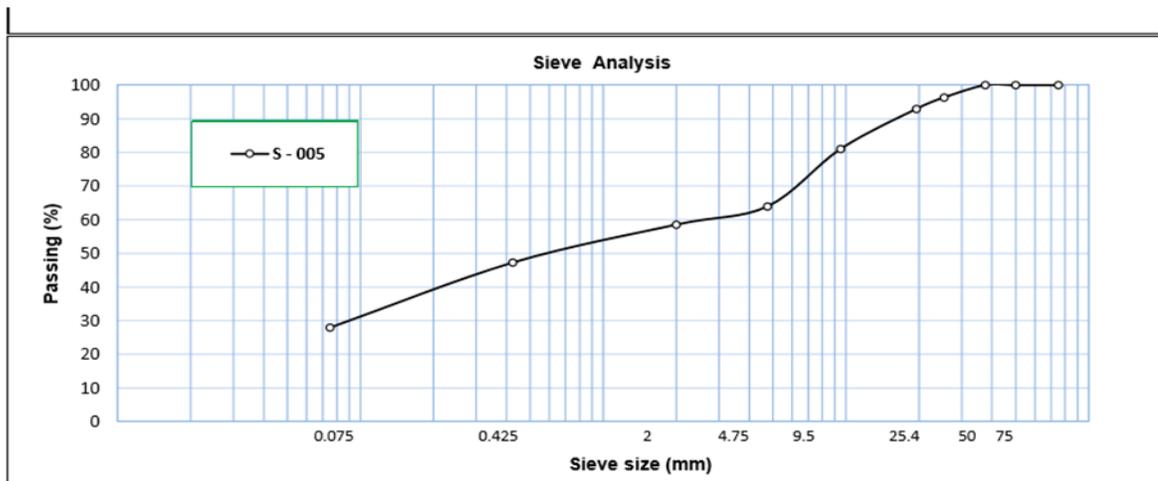
**RETEN - KAMLA**

Descripción de muestra: SONDEO DE LINEA ( C - 4 )	
Localización ( Estación )	0+430
Muestra n°	5
Prof. cm	

Número de ensayo	S - 005
Fecha de ensayo	5-ago-19
Muestreado por	

**Limite Liquido**

	L-6	L-7	L-8
Tara Número			
Peso de Tara	8.42	8.10	8.12
Número de Golpes	<b>14</b>	<b>24</b>	<b>34</b>
Peso de muestra húmeda + tara (gr)	40.28	40.97	40.31
Peso de muestra seca + tara (gr)	30.63	31.53	31.41
Contenido de agua (gr)	9.65	9.44	8.90
Peso de suelo seco (gr)	22.21	23.43	23.29
Porcentaje del contenido de agua del suelo	<b>43.45</b>	<b>40.29</b>	<b>38.21</b>
Factor de corrección según N° de golpes	0.932	0.995	1.038
Porcentaje del contenido de agua corregido	<b>40.49</b>	<b>40.09</b>	<b>39.67</b>



## 11.5. Resultados del Aforo Vehicular

Estudio de Tráfico: Reten - Kamla																			
TRAMO: Reten-Kamla										FECHA: Martes 11/06/2019									
Sentido: Ambos										CONTADOR: Grupo									
Hora	Bic.	Moto	Vehículos Livianos		Pesados de Pasajeros			Pesados de Carga						Veh. Pesados		Otros	Total		
			Autos	Jeep	Mbus	MB>15 P	Bus	C2 Liv	C2 > 5 ton	C3	C3R2	C2R2	T2S2	T3S2	T3S3			Veh. Agric	Veh. Const
06:00 - 07:00	9	7	6	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	24
07:00 - 08:00	12	24	18	1	0	0	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	61
08:00 - 09:00	8	15	10	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34
09:00 - 10:00	10	10	6	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28
10:00 - 11:00	3	7	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
11:00 - 12:00	4	6	3	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
12:00 - 13:00	2	13	8	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31
13:00 - 14:00	3	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
14:00 - 15:00	4	7	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
15:00 - 16:00	2	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
16:00 - 17:00	4	8	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
17:00 - 18:00	7	15	7	0	0	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34
Total (vpd)	68	121	70	2	0	0	18	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	289

Estudio de Tráfico: Reten - Kamla																			
TRAMO: Reten-Kamla										FECHA: Miércoles 12/06/2019									
Sentido: Ambos										CONTADOR: Grupo									
Hora	Bic.	Moto	Vehículos Livianos		Pesados de Pasajeros			Pesados de Carga						Veh. Pesados		Otros	Total		
			Autos	Jeep	Mbus	MB>15 P	Bus	C2 Liv	C2 > 5 ton	C3	C3R2	C2R2	T2S2	T3S2	T3S3			Veh. Agric	Veh. Const
06:00 - 07:00	7	6	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
07:00 - 08:00	8	17	13	0	0	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43
08:00 - 09:00	2	10	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
09:00 - 10:00	4	10	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
10:00 - 11:00	5	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10
11:00 - 12:00	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
12:00 - 13:00	6	10	7	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31
13:00 - 14:00	4	3	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
14:00 - 15:00	1	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
15:00 - 16:00	3	6	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
16:00 - 17:00	4	8	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
17:00 - 18:00	9	16	7	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36
Total (vpd)	56	96	60	0	0	0	16	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	231

Estudio de Tráfico: Reten - Kamla																			
TRAMO: Reten-Kamla										FECHA: Jueves 13/06/2019									
Sentido: Ambos										CONTADOR: Grupo									
Hora	Bic.	Moto	Vehículos Livianos		Pesados de Pasajeros			Pesados de Carga						Veh. Pesados		Otros	Total		
			Autos	Jeep	Mbus	MB>15 P	Bus	C2 Liv	C2 > 5 ton	C3	C3R2	C2R2	T2S2	T3S2	T3S3			Veh. Agric	Veh. Const
06:00 - 07:00	8	4	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
07:00 - 08:00	4	15	10	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33
08:00 - 09:00	3	8	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
09:00 - 10:00	5	8	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	20
10:00 - 11:00	8	6	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
11:00 - 12:00	1	8	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
12:00 - 13:00	8	15	8	0	0	0	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40
13:00 - 14:00	3	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
14:00 - 15:00	8	4	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
15:00 - 16:00	3	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
16:00 - 17:00	3	5	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
17:00 - 18:00	5	14	6	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	30
Total (vpd)	59	97	51	0	0	0	16	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	230

Estudio de Tráfico: Reten - Kamla																		
TRAMO: Reten-Kamla														FECHA: Viernes 14/06/2019				
Sentido: Ambos														CONTADOR: Grupo				
Hora	Bic.	Moto	Vehículos Livianos		Pesados de Pasajeros			Pesados de Carga						Veh. Pesados		Otros	Total	
			Autos	Jeep	Mbus	MB>15 P	Bus	C2 Liv	C2 > 5 ton	C3	C3R2	C2R2	T2S2	T3S2	T3S3			Veh. Agric
06:00 - 07:00	4	7	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
07:00 - 08:00	3	13	9	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29
08:00 - 09:00	6	5	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
09:00 - 10:00	4	7	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
10:00 - 11:00	5	7	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	18
11:00 - 12:00	4	7	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
12:00 - 13:00	4	12	4	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28
13:00 - 14:00	4	7	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
14:00 - 15:00	3	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
15:00 - 16:00	5	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
16:00 - 17:00	1	5	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
17:00 - 18:00	6	10	6	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	27
Total (vpd)	49	84	54	0	0	0	16	3	0	0	0	0	0	0	0	0	2	208

Estudio de Tráfico: Reten - Kamla																		
TRAMO: Reten-Kamla														FECHA: Sabado 15/06/2019				
Sentido: Ambos														CONTADOR: Grupo				
Hora	Bic.	Moto	Vehículos Livianos		Pesados de Pasajeros			Pesados de Carga						Veh. Pesados		Otros	Total	
			Autos	Jeep	Mbus	MB>15 P	Bus	C2 Liv	C2 > 5 ton	C3	C3R2	C2R2	T2S2	T3S2	T3S3			Veh. Agric
06:00 - 07:00	3	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
07:00 - 08:00	1	28	19	1	0	0	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	57
08:00 - 09:00	5	3	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
09:00 - 10:00	3	7	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
10:00 - 11:00	1	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	8
11:00 - 12:00	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
12:00 - 13:00	4	12	5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22
13:00 - 14:00	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
14:00 - 15:00	0	3	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
15:00 - 16:00	3	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
16:00 - 17:00	4	7	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
17:00 - 18:00	9	17	15	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44
Total (vpd)	37	91	59	1	0	0	8	5	0	0	0	0	0	0	0	0	2	203

Estudio de Tráfico: Reten - Kamla																		
TRAMO: Reten-Kamla														FECHA: Domingo 16/06/2019				
Sentido: Ambos														CONTADOR: Grupo				
Hora	Bic.	Moto	Vehículos Livianos		Pesados de Pasajeros			Pesados de Carga						Veh. Pesados		Otros	Total	
			Autos	Jeep	Mbus	MB>15 P	Bus	C2 Liv	C2 > 5 ton	C3	C3R2	C2R2	T2S2	T3S2	T3S3			Veh. Agric
06:00 - 07:00	4	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
07:00 - 08:00	6	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
08:00 - 09:00	3	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	9
09:00 - 10:00	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
10:00 - 11:00	1	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	8
11:00 - 12:00	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
12:00 - 13:00	3	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
13:00 - 14:00	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
14:00 - 15:00	3	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
15:00 - 16:00	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
16:00 - 17:00	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
17:00 - 18:00	5	8	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19
Total (vpd)	35	42	16	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	97

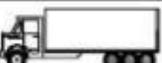
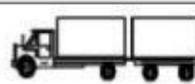
Estudio de Tráfico: Reten - Kamla																			
TRAMO: Reten-Kamla											FECHA: Lunes 17/06/2019								
Sentido: Ambos			CONTADOR: Grupo																
Hora	Bic.	Moto	Vehículos Livianos		Pesados de Pasajeros			Pesados de Carga							Veh. Pesados		Otros	Total	
			Autos	Jeep	Mbus	MB >15 P	Bus	C2 Liv	C2 > 5 ton	C3	C3R2	C2R2	T2S2	T3S2	T3S3	Veh. Agric			Veh. Const
06:00 - 07:00	3	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
07:00 - 08:00	5	14	5	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28
08:00 - 09:00	7	5	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
09:00 - 10:00	2	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
10:00 - 11:00	6	8	6	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21
11:00 - 12:00	6	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
12:00 - 13:00	5	7	4	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24
13:00 - 14:00	3	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
14:00 - 15:00	6	4	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
15:00 - 16:00	2	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
16:00 - 17:00	5	7	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
17:00 - 18:00	7	15	10	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36
Total (vpd)	57	81	42	0	0	0	18	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	199

Estudio de Tráfico: Reten - Kamla																			
TRAMO: Reten-Kamla											FECHA: Martes 18/06/2019								
Sentido: Ambos			CONTADOR: Grupo																
Hora	Bic.	Moto	Vehículos Livianos		Pesados de Pasajeros			Pesados de Carga							Veh. Pesados		Otros	Total	
			Autos	Jeep	Mbus	MB >15 P	Bus	C2 Liv	C2 > 5 ton	C3	C3R2	C2R2	T2S2	T3S2	T3S3	Veh. Agric			Veh. Const
06:00 - 07:00	2	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
07:00 - 08:00	3	13	4	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24
08:00 - 09:00	3	7	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
09:00 - 10:00	5	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
10:00 - 11:00	2	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
11:00 - 12:00	2	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
12:00 - 13:00	5	4	1	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18
13:00 - 14:00	7	8	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19
14:00 - 15:00	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
15:00 - 16:00	5	3	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
16:00 - 17:00	3	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
17:00 - 18:00	9	18	15	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46
Total (vpd)	48	82	44	0	0	0	16	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	191

Resumen Semanal por Tipo de Vehículo																			
Camino: Reten - Kamla																			
Dia	Bicic.	Motos	Vehículos Livianos		Pesados de Pasajeros			Pesados de Carga							Veh. Pesados		Otros	Total (vpd)	
			Autos	Jeep	Mbus	Mb > 15 P	Bus	C2 Liv	C2 > 5 ton	C3	C3R2	C2R2	T2S2	T3S2	T3S3	Veh. Agric			Veh. Const
Martes	68	121	70	2	0	0	18	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	289
Mercoles	56	96	60	0	0	0	16	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	231
Jueves	59	97	51	0	0	0	16	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	230
Viernes	49	84	54	0	0	0	16	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	206
Sabado	37	91	59	1	0	0	8	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	203
Domingo	35	42	16	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	97
Lunes	57	81	42	0	0	0	18	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	199
Martes	48	82	44	0	0	0	16	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	191
Total	409	694	396	3	0	0	108	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	1,646
TPD (vpd)	58	99	57	0	0	0	15	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	235
Porc. por tipo de Vehículo	24.85	42.16	24.06	0.18	0	0	6.56	1.70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.49	100.00

**REPUBLICA DE NICARAGUA**  
**MINISTERIO DE TRANSPORTE E INFRAESTRUCTURA**  
**DIRECCION GENERAL DE VIALIDAD**

**DIAGRAMA DE CARGAS PERMISIBLES**  
**PESOS MAXIMOS PERMISIBLES POR TIPO DE VEHICULOS**

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

NOTA: El peso máximo permisible será el menor entre el especificado por el fabricante y el contenido en esta columna.  
*a* : Eje sencillo llanta sencilla.  
*b* : Eje sencillo llanta doble.

## 11.6. Tablas generales usados para el diseño de pavimento

**Tabla 20: Índice de Soporte**

**Fuente:** Diseño de Pavimento semirrígido, basado en La 3ra Edición del Manual de Diseño de Pavimento Semirrígido.

Índice de soporte	Tránsito liviano			Tránsito medio			Tránsito pesado		
	9000 lb/rueda, menos de 250 veh comerciales por día, 20% con carga máx.			11,000 lb/rueda, menos de 750 veh com. por día, 20% con carga máx.			14,000 lb/rueda, más de 750 veh com. por día.		
IS	A	B	C	A	B	C	A	B	C
2	61	67	73	68	75	82	76	84	91
3	50	55	60	55	61	66	60	66	71
4	43	47	52	47	52	57	51	56	61
5	38	42	46	42	46	50	46	51	55
6	35	39	42	38	42	46	41	45	49
7	32	35	38	35	39	42	38	42	46
8	30	33	36	32	35	38	35	39	42
9	28	31	24	30	33	36	32	35	38
10	26	29	31	28	31	34	30	33	36
11	25	28	30	27	30	33	29	32	35
12	24	26	39	26	29	31	28	31	34
13	29	25	28	25	28	30	27	30	33
14	22	24	26	24	27	29	26	29	31
15	21	23	25	23	25	28	25	28	30
16	20	22	24	22	24	27	24	26	29
17	19	21	23	21	23	25	23	25	28
18	18	20	22	20	22	24	22	24	26
19	18	20	22	19	21	23	21	23	25
20	17	19	21	18	20	22	20	22	24

Espesores en Centímetros:

Espesores A: para una intensidad media anual de lluvia hasta 800 mm.

Espesores B: para una intensidad media anual de lluvia hasta 800 - 1500 mm.

Espesores C: para una intensidad media anual de lluvia mayor de 1500 mm.

**Tabla 21: Porcentaje de Incremento de los espesores según lluvia.**

**Fuente:** Diseño de Pavimento semirrígido, basado en La 3ra Edición del Manual de Diseño de Pavimento Semirrígido.

<b>Intensidad Media anual de lluvia</b>	<b>Incremento</b>
Poca Lluvia 800	0
Lluviosa 800 a 1500	10
Muy lluviosa más de 1500	20

## 11.7. Resultado ambiental

Matriz causa efecto de impacto negativos								
		Etapas de construcción						
Factores del medio		despale	limpieza inicial	movimiento de tierra	traslado de	excavación	obras de drenaje	pavimentación
Factor	COD	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
Clima	M1							
calidad del aire	M2		X	X	X	X	X	X
ruidos y vibraciones	M3		X	X	X			
geología y geomorfología	M4							
suelo	M5			X			X	
Vegetación	M6							
fauna	M7							
paisaje	M8							
relaciones ecológicas	M9							
transporte y vialidad	M10				X			
Acueductos	M11						X	
tratamientos de solidos	M12							
habitat humano	M13							
espacios públicos	M14							
equipamiento de servicios	M15							
regulaciones URB y ARQ	M16							
Salud calidad de vida	M17			X				
factores socioculturales	M18							
vulnerabilidad	M19							
economía	M20			X		X	X	
relaciones dependencia	M21							
fuentes energéticas	M22							

Matriz causa - efecto								
		Etapas de construcción						
Factores del medio		Desbroce	Movimiento de tierra	Movimiento de maquina	Pavimentación	Trafico automotor	Explotación de cantaras	Proceso de construcción general
Factor	COD	11	12	13	14	15	16	17
calidad del aire	M1		x	x	x			x
ruidos y vibraciones	M2		X	X	X	X	x	X
salud e higiene	M3		X	X	X		x	
geología y geomorfología	M4							
suelo	M5			X			X	
Vegetación	M6							
fauna	M7							
paisaje	M8							
relaciones ecológicas	M9			x				
economía	M10				X			
Población	M11							

**11.8. Registros Fotográficos de la vía Reten - Kamla**



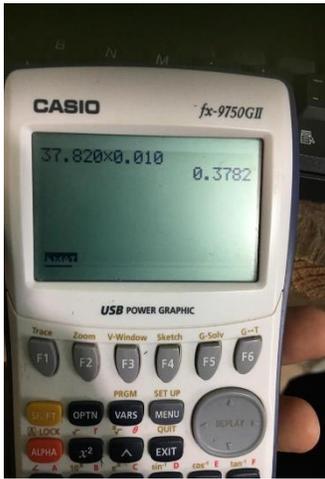
Vía reten-kamla en mala condición en tiempos de invierno.



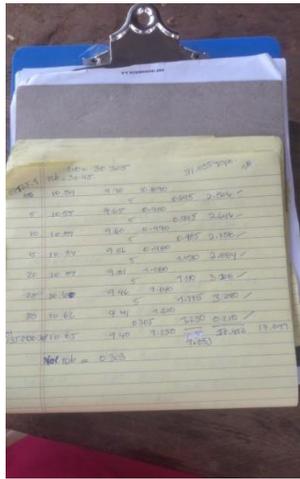
## LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE TODA LA VÍA.



## Herramientas usadas durante el levantamiento topográfico



Calculadora



Cuaderno de campo



Estación total



Prisma leica (jalón)



Machete



Estaca de madera

**SONDEO MANUAL PARA PRUEBAS DE LABORATORIO.**



## MUESTRAS PARA PRUEBAS DE LABORATORIO.



Selección del tipo de suelo.



## HERRAMIENTAS USADAS DURANTE LA PRUEBA.



Tamices



Triple beam balance



Lavado



Secado del material húmedo



Casa Grande



Churos

**CONTEO VEHICULAR**





Conteo vehicular de entrada y salida



## Encuesta de mercado

*Autoridad Kamla*



**Encuesta a beneficiarios directos e indirectos vía Reten-Uraccan**

1. ¿Actualmente la vía Reten Comunidad Kamla se encuentra en Buen estado?

A) Si  
 B) No

2. ¿En épocas de invierno la vía Reten Comunidad Kamla se encuentra en buen estado?

A) Si  
 B) No

3. ¿Por qué crees que esta vía se pone casi intransitable en épocas de invierno?

*por el mal sistema de drenaje con el que cuenta la carretera.*

4. ¿Te gustaría que esta vía sea adoquinada y tener una buena calle que cumpla con todos los requisitos para transitar?

A) Si  
B) No

Estudiante Kamla



Encuesta a beneficiarios directos e indirectos vía  
Reten-Uraccan

1. ¿Actualmente la vía Reten Comunidad Kamla se encuentra en Buen estado?

- A) Si  
B) No

2. ¿En épocas de invierno la vía Reten Comunidad Kamla se encuentra en buen estado?

- A) Si  
B) No

3. ¿Por qué crees que esta vía se pone casi intransitable en épocas de invierno?

*Por el mal mantenimiento que se encuentra en la trayectoria en el destino*

4. ¿Te gustaría que esta vía sea adoquinada y tener una buena calle que cumpla con todos los requisitos para transitar?

- A) Si  
B) No

## 11.9. PLANOS GENERALES Y DETALLADOS

