



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA  
UNAN-MANAGUA  
FACULTAD CIENCIAS E INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN  
INGENIERIA CIVIL**

MEJORAMIENTO VIAL DE 910 METROS LINEALES CON CONCRETO HIDRAULICO DE LA CALLE CENTRAL DEL MUNICIPIO DE MOYOGALPA, ISLA DE OMETEPE, DEPARTAMENTO DE RIVAS.



**AUTORES:**

BR. KASSANDRA YOKASTA JARQUÍN ROSSMAN.

BR. HÉCTOR FAJARDO GUTIERREZ.

**TUTOR:** MSC. WILBER JAVIER PÉREZ FLORES.

MANAGUA-NICARAGUA, 26 DE ENERO DEL 2017.

## INDICE

AGRADECIMIENTOS .....	1
DEDICATORIA.....	3
I. CAPITULO I. ASPECTOS GENERALES.....	5
1.1. INTRODUCCIÓN .....	5
1.2. ANTECEDENTES .....	7
1.3. JUSTIFICACIÓN .....	9
1.4. OBJETIVOS.....	11
1. 4.1 General:.....	11
1. 4.2 Específicos: .....	11
II. CAPITULO 2. INFORMACIÓN DEL SITIO EN ESTUDIO.....	12
2.1. DATOS DEL SITIO EN ESTUDIO.....	12
2.2. MACROLOCALIZACIÓN DEL ÁREA EN ESTUDIO.....	13
2.3. MICROLOCALIZACIÓN DEL SITIO EN ESTUDIO.....	13
2.4. CARACTERÍSTICA DEL SITIO EN ESTUDIO.....	14
III. CAPITULO 3. ESTUDIOS DE INGENIERÍA.....	19
3.1. ESTUDIO TOPOGRAFICO.....	19
3.2. ESTUDIO GEOTECNICO .....	23
3.3. ESTUDIO DE TRANSITO .....	37
3.4. ESTUDIO HIDROLOGICO.....	55
IV. CAPITULO 4. ESTUDIOS TÉCNICOS.....	65
4.1. CALCULO DE ESPESORES PARA LA ESTRUCTURA DE UN PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRAULICO.....	65
4.2. DISEÑO HIDRAULICO .....	81
V. CAPITULO 5. CARACTERISTICAS DEL CONCRETO HIDRAULICO.....	85
5.1. FACTIBILIDAD DE UTILIZAR PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRÁULICO PARA LA CALLE.....	85
5.2. USOS Y APLICACIONES DEL PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRÁULICO PERMEABLE.....	85
5.3. ENSAYOS QUE SE LE PUEDEN REALIZAR AL CONCRETO HIDRÁULICO.....	87
5.4. PRINCIPALES CARACTERISTICAS Y VENTAJAS DEL CONCRETO HIDRAULICO.....	88
VI. CAPITULO 6.ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	90
VII. CAPITULO 7. PRESUPUESTO DE LA OBRA.....	98

7.1.	EQUIPO PARA EL MOVIMIENTO DE TIERRA: .....	98
7.2.	CONSIDERACIONES EN EL MANEJO DE EQUIPOS EN EL PROYECTO: 99	
7.3.	EQUIPO A UTILIZAR EN LA OBRA:.....	99
7.4.	CÁLCULOS PARA EL PRESUPUESTO:.....	100
7.5.	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	120
VIII.	CAPITULO 8. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	121
8.1.	CONCLUSIONES.....	121
8.2.	RECOMENDACIONES.....	124
IX.	CAPITULO 9. REFERENCIAS.....	126
9.1.	BIBLIOGRAFÍA .....	126
9.2.	GLOSARIO.....	127
	ANEXOS .....	128



## AGRADECIMIENTOS

Primeramente a **DIOS** que nos dio la fuerza para no darnos por vencidos y seguir adelante hasta el final, por darnos la sabiduría necesaria para culminar con éxito nuestra carrera y abrirnos todas las puertas necesarias para pasar todos los obstáculos que se nos presentaron en estos 5 años, la verdad que si no hubiéramos puesto nuestras fuerzas en DIOS no hubiéramos logrado llegar hasta aquí. “Porque Jehová da la sabiduría, Y de su boca viene el conocimiento y la inteligencia”.

A mis padres, **Carmen Rossman Tejada** y **Sergio Jarquín Bellorin**, por su amor y apoyo incondicional, por estar siempre ahí en los momentos más importantes de mi vida y porque me apoyaron siempre en cada paso de mi carrera, estuvieron ahí en todo momento bueno y malo y fueron de mucho apoyo en esta última etapa ya que sin ellos todo lo que he logrado no hubiera sido posible. También a mis abuelos, **Gustavo Rossman** y **Cristina Tejada** que me apoyaron emocional y económicamente en todo el paso de mi carrera y me han brindado su apoyo a lo largo de mi vida. Siempre con mucho sacrificio y esfuerzo dándome palabras de aliento para no darme por vencida, los amo y no lo hubiera logrado sin su apoyo. **(Kassandra Yokasta Jarquín Rossman)**.

A mis padres y hermana **Roberto Fajardo Alfaro**, **Rosa Gutiérrez López** y **Yahaira Fajardo Gutiérrez** y a mis tíos **Armando Martínez** y **Mirian Martínez** por su apoyo económico y consejos que me ayudaron a poder lograr unas de mis metas de culminar mi carrera, sé que con mucho sacrificio y esfuerzo cubrieron mis gastos en lo largo de mi vida como estudiante y por eso hoy les agradezco de corazón. También les agradezco a los responsables de becas de la UNAN-Managua al **Lic. Gerardo Mendoza** y **Lic. Vicente Pérez**, por su apoyo con mi beca interna y sus consejos que me ayudaron a lo largo de los 5 años que estuve en la universidad. **(Héctor Fajardo Gutiérrez)**.



Mejoramiento vial de 910 metros lineales con concreto hidraulico de la calle central del Municipio de Moyogalpa, Isla de Ometepe, Departamento de Rivas.

A nuestro tutor **MSc. Wilber Javier Pérez Flores** por la dedicación que empleo para que pudiéramos terminar nuestro trabajo investigativo de seminario de graduación y por todos las ideas y conocimientos que transmitió como docente universitario durante los años de estudio en esta prestigiosa universidad. Y de igual manera a cada uno de los docentes que fueron parte de nuestra formación como profesionales, que con el aporte de sus conocimientos contribuyeron en el crecimiento de nuestra educación.



## DEDICATORIAS

A nuestro amado **DIOS**, quien es el proveedor de nuestras vidas y dador de la sabiduría, por habernos dado las herramientas necesarias para culminar esta importante etapa de nuestras vidas.

También a todas aquellas personas que confiaron en nosotros y formaron parte de nuestra lucha diaria, siempre dándonos esas palabras de alientos que nos ayudaron y alentaron a seguir adelante sin importar los obstáculos que se nos presentaron, por todo su amor y cariño que nos brindaron siempre.

A nuestros padres:

**Sergio Jarquín Bellowín y Carmen Rossman Tejada.**

**Roberto Fajardo Alfaro y Rosa Gutiérrez López**

Por todo el esfuerzo, sacrificio y la confianza que nos brindaron para podernos ayudar a culminar unas de las etapas más importantes de nuestras vidas, por luchar día a día para formarnos como profesionales, el día de hoy ha valido cada uno de sus sacrificios y estamos felices de decirles que hemos alcanzado nuestra meta y que las palabras de ánimo y los valores morales y espirituales que nos han venido inculcando día a día han sido de mucha importancia para nosotros, por eso queremos darles las gracias dedicándoles el resultado de nuestro esfuerzo por medio de este trabajo.

También de manera especial le dedicamos este trabajo a tres personas especiales para nosotros que tenían las mismas metas y sueños, pero por circunstancias de la vida hoy no están con nosotros, **Josué Gonzales Villanueva, Emilio Olivero Morales y Lubi Torrez García**, por formar parte de nuestros primeros años de lucha y porque hoy estuvieran dando este importante paso con nosotros. Los recordamos siempre con mucho amor y cariño.



Mejoramiento vial de 910 metros lineales con concreto hidraulico de la calle central del Municipio de Moyogalpa, Isla de Ometepe, Departamento de Rivas.



**“MEJORAMIENTO VIAL DE 910 METROS LINEALES CON CONCRETO HIDRAULICO DE LA CALLE CENTRAL DEL MUNICIPIO DE MOYOGALPA, ISLA DE OMETEPE, DEPARTAMENTO DE RIVAS”.**

**CAPITULOS:**

- I. CAPITULO I. ASPECTOS GENERALES.**
- II. CAPITULO 2. INFORMACIÓN DEL SITIO EN ESTUDIO.**
- III. CAPITULO 3. ESTUDIOS DE INGENIERIA.**
- IV. CAPITULO 4. ESTUDIOS TÉCNICOS.**
- V. CAPITULO 5. CARACTERISTICAS DEL CONCRETO HIDRAULICO.**
- VI. CAPITULO 6. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.**
- VII. CAPITULO 7. PRESUPUESTO DE LA OBRA.**
- VIII. CAPITULO 8. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.**
- IX. CAPITULO 9. REFERENCIAS.**
- X. ANEXOS.**



## **I. CAPITULO I. ASPECTOS GENERALES.**

### **1.1. INTRODUCCIÓN**

En el presente trabajo se propone realizar el mejoramiento vial con concreto hidráulico de la calle central del Municipio de Moyogalpa en la Isla de Ometepe, departamento de Rivas, que va del puerto de Moyogalpa a salir al parque que cubre una longitud total de 910 metros lineales. Actualmente esta calle presenta una estructura de pavimento articulado (adoquines), el cual por su limitado mantenimiento a causado su deterioro que también ha sido producto de las fuertes lluvias y también por los vehículos pesados y cargados de productos básicos que produce el municipio, que por ella transitan.

Por lo tanto como finalidad se pretende explorar todo lo que concierne al mal estado de la calle central de Moyogalpa, para determinar el mal nivel de servicio que se les ofrece a los ciudadanos y que sufre la población en su vida diaria, así como los peligros que sufren los conductores y peatones que circulan por esta vía.

Por lo cual se propone darle un mejoramiento utilizando pavimento de concreto hidráulico ya que brinda una mejor calidad y durabilidad. Se pretende realizar una serie de estudios previos que permitirán conocer toda el déficit de la calle, estos serían un estudio topográfico de planimetría utilizando el programa Google Earth que determine la localización de la superficie del terreno sobre la tierra, un estudio geotécnico que determine el tipo de suelo, su resistencia y capacidad, así mismo permite dar a conocer sus características físicas y mecánicas, un estudio de tránsito que nos brinda un análisis de volumen a través de un aforo vehicular, tipo y peso actual y su variación a futuro, estableciendo los niveles adecuados de servicio en la carretera y que el mismo no sea rebasado posteriormente ocasionando problemas a esta y estudios hidrotécnicos los cual nos permitirán determinar la escorrentía que traspasa por el área donde se va a efectuar la construcción y por lo cual nos permitirá diseñar las cunetas.



Una de las principales ventajas de utilizar el concreto hidráulico es el costo de mantenimiento y la vida útil que este presenta. Un pavimento de concreto hidráulico tiene una vida útil de 25 años, aunque la experiencia en otros países ha demostrado que puede ser de hasta más de 25 años. Entonces la ventaja es la durabilidad que tienen los pavimentos de concreto a demás por el confort que este brinda a sus usuarios. En este caso el turismo en el municipio aumentara al brindar un mejor servicio a los turistas tanto nacionales y extranjeros que visitan a diario. Demostrando así la factibilidad que este presenta ya que la duración de un concreto hidráulico permeable es muy superior a la de un pavimento de asfalto o adoquín, su mantenimiento es casi nulo y su aspecto es muy agradable. Esto hace que una inversión que de entrada se sabe es de un alto costo con el tiempo sea menor ya que el mantenimiento del asfalto es constante y su duración es muy corta.



## 1.2. ANTECEDENTES

A partir del año 1955, existían en Nicaragua 3,687 kms de carretera, contando con 280 kms de carreteras pavimentadas. Ya en 1965 se tenían 6,475 kms, de los cuales 811 eran pavimentadas. La red vial de Nicaragua está constituida por carreteras de pavimento flexible, pavimento articulado (adoquines), caminos revestidos y caminos de verano, en la actualidad ante la necesidad de que nuestro país cuente con opciones racionales de calidad se ha venido impulsando la opción de pavimento rígido, normalmente este pavimento se está utilizando en barrios y en zonas de tráfico pesado especialmente en la zona del atlántico donde el clima y el transporte es un factor directo de afectación.

Según investigación realizadas anteriormente, en el año 2014 se dice que Nicaragua tenía una red vial de aproximadamente 23,897 kms de carretera entre los cuales 3,282 kms son pavimentados, de estos 2,319 kms son de carpeta de rodamiento asfáltica, 882 kms de carretera con carpeta de rodamiento de adoquín y 80 kms de pavimento rígido, implementándose por primera vez el pavimento rígido en el año 2009. En zonas donde el volumen de tránsito está constituido por vehículos de carga se están construyendo carreteras de pavimento rígido, también en vías interurbanas donde se requiere que el pavimento dure muchos años ya que este pavimento tiene mayor vida útil y es más resistente al paso de cargas ocasionadas por los vehículos, además tiene menos costos de mantenimiento.

La calle central del Municipio de Moyogalpa en la Isla de Ometepe del Departamento de Rivas. Fue diseñada y construida unas partes con adoquines y otra con losa de concreto, por la alcaldía municipal de Moyogalpa. Cuenta con 910 metros lineales. Con el paso del tiempo se ha ido deteriorando y ahora en la actualidad afecta a los pobladores y vehículos ya que produce accidentes de tráfico y deterioro en los vehículos. Es por esto que se propone un mejoramiento con pavimento de concreto hidráulico ya que es un pavimento rígido más durable y los



Mejoramiento vial de 910 metros lineales con concreto hidraulico de la calle central del Municipio de Moyogalpa, Isla de Ometepe, Departamento de Rivas.

costos de mantenimiento del concreto hidráulico son sumamente bajos y mantiene su valor a lo largo de varias décadas.

Los proyectos que se han estado llevando a cabo en el país, en su capacidad para atraer inversión extranjera, y los proyectos que se desarrollan para cumplir las satisfacciones de las necesidades que hay en los habitantes de Nicaragua, en términos de construcción de carreteras durables en concreto hidráulico, hacen pensar que el crecimiento de la industria de la construcción, que ha estado entre el catorce y quince por ciento anual en los últimos tres años, mantendrá un ritmo creciente.



### 1.3. JUSTIFICACIÓN

El mal estado en la calle central del Municipio de Moyogalpa, Isla de Ometepe, da una mala vista en la entrada principal en donde circulan con frecuencia los turistas y habitantes del lugar en donde se mueve el comercio, porque es una de las calles que conecta el principal puerto de la isla de Ometepe, que es por donde se transportan todos los productos necesarios para la población, en la actualidad esta calle tiene una longitud de 910 metros, en lo cual un 70 % está dañada por que todos los adoquines ya están hundidos y levantados por que el mantenimiento que se le da a la calle no dura mucho tiempo, por la constante circulación de los vehículos y las altas lluvias en temporadas lluviosas, desde entonces el deterioro que se ha venido presentando en esta calle es muy alto, el cual ocasiona un peligro para los conductores que circulan en esta vía.

La presente investigación también tomara en cuenta la determinación de los factores que influyeron y causaron el mal estado de la calle central de Moyogalpa y el malestar que provoca en los conductores, habitantes y peatones, y así realizar una propuesta de mejoramiento para que una de las calles de la zona urbana de un ambiente propicio y una imagen favorable de Moyogalpa. Los habitantes de Moyogalpa son los principales beneficiarios directos ya que si se mejora la vialidad en esta calle habría menos daños en los vehículos, mayor facilidad de transporte no solo público sino privado y los peatones más seguros de transitar por esta vía.

En definitiva que este proyecto de rediseño es factible porque se cuenta con el sustento teórico necesario, y por parte de los autores de la propuesta hay mucho interés y predisposición para determinar los factores que influyen en el deterioro de las vías y así dar a conocer la incidencia que trae el mal estado de las calles de la zona urbana del municipio de Moyogalpa.



La preocupación por parte de las autoridades de esta ciudad es poca ya que no le dan el mantenimiento debido a las calles, lo que ha ocasionado el deterioro y una gran presencia de baches en estas calles causando peligro y malestar a los pobladores y los usuarios de estas vías. El municipio de Moyogalpa, su territorio comparado con los de los municipio de Nicaragua es pequeño lo que implica un déficit económico lo cual no le permite desarrollar un proyecto de mejoramiento de sus calles año con año para que los fuertes inviernos con sus correntias no deterioren las calles del municipio que es donde circula la población y transporte en general.

En la calle central es donde se transportan un volumen de tránsito en las horas picos compuesto de motocicletas, automóviles, microbuses, buses y moto taxi que es donde transportan a todos los turista que a diario visitan y a la población del municipio en general.



## **1.4. OBJETIVOS**

### **1.4.1 General:**

Proponer el mejoramiento vial de 910 metros lineales con concreto hidráulico de la calle central del Municipio de Moyogalpa, Isla de Ometepe, Departamento de Rivas, Año 2017.

### **1.4.2 Específicos:**

1. Realizar los estudios de ingeniería necesarios (Topográfico, Geotécnico, Tránsito e Hidrológico) para el mejoramiento de la calle central de Moyogalpa, Isla de Ometepe, Departamento de Rivas.
2. Diseñar un sistema hidráulico (cunetas), que permita el drenaje de las aguas que ayude a garantizar una mayor durabilidad de la estructura evitando su deterioro.
3. Definir los espesores que componen la estructura de pavimento de concreto hidráulico.
4. Determinar los costos unitarios por avance de obra para el mejoramiento vial de la calle central del Municipio de Moyogalpa.



## **II. CAPITULO 2. INFORMACIÓN DEL SITIO EN ESTUDIO.**

### **2.1. DATOS DEL SITIO EN ESTUDIO.**

Moyogalpa es una ciudad y municipio de Nicaragua, en la isla de Ometepe, perteneciente al departamento de Rivas, es conocida como la ciudad del comercial de Ometepe. Sus coordenadas son 11°32'00" de latitud Norte y 85°42'00" de longitud Oeste. Limita al norte, sur y oeste con el Gran Lago de Nicaragua o lago Cocibolca, y al este con el municipio de Altagracia. La cabecera municipal está ubicada a 131 kms de la ciudad de Managua y tiene una Distancia de 17 kms hacia el Puerto de San Jorge, ubicado en las costas Rivenses del Gran Lago de Nicaragua.

El municipio posee una precipitación anual que varía entre los 1.400mm y 1.600 mm, caracterizándose por una buena distribución durante todo el año. Su temperatura oscila entre los 27° y 27.5° C, lo que define al clima como Semi húmedo (sabana tropical).

Existen un total de 7 comarcas rurales: Esquipulas, Los Ángeles, San Lázaro, Sacramento, La Concepción, La Flor y San José del Sur, así como dos núcleos urbanos: Moyogalpa y La Paloma. El sitio en estudio en el cual se pretende realizar el mejoramiento con concreto hidráulico de la calle central Moyogalpa, Isla de Ometepe es la cabecera Municipal del sitio y por lo tanto la población se goza de todos los servicios públicos.

La calle central del Municipio de Moyogalpa que cubre los 910 metros lineales en estudio está actualmente con adoquinado, posee un ancho estimado de vía de 8 metros. El estado en el que se encuentra el tramo actualmente es regular ya que le dieron mantenimiento el año anterior (2016), pero aun así quedaron baches en ciertas partes del camino y se deteriorara nuevamente con facilidad con el paso de los vehículos que pasan a diario por el sitio.



Mejoramiento vial de 910 metros lineales con concreto hidraulico de la calle central del Municipio de Moyogalpa, Isla de Ometepe, Departamento de Rivas.

## 2.2. MACROLOCALIZACIÓN DEL ÁREA EN ESTUDIO.

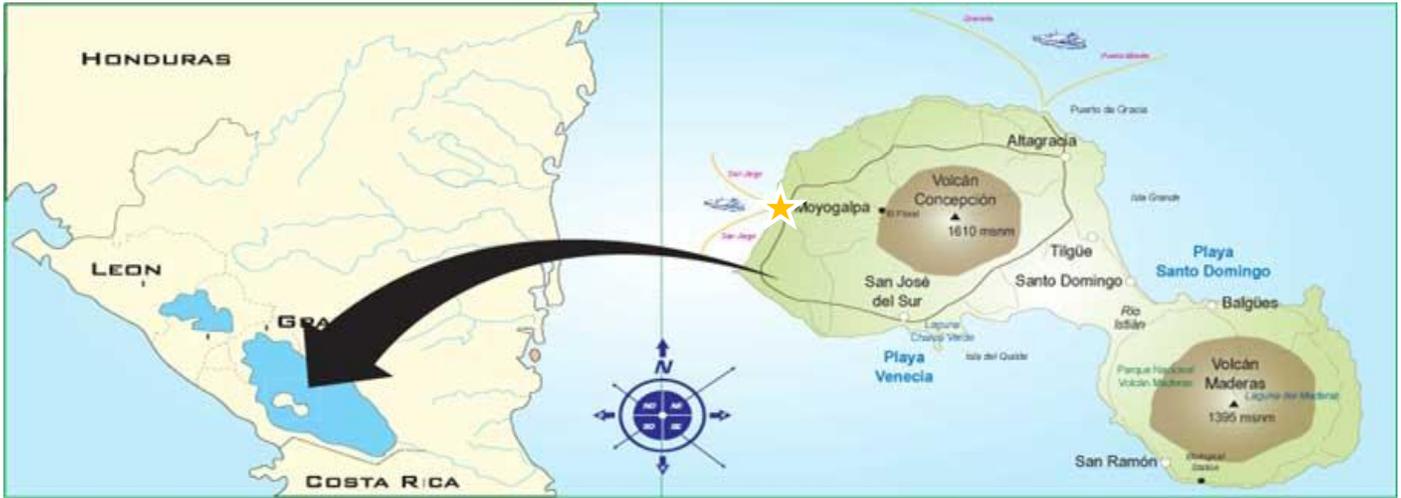


Figura II.2.1. Macrolocalización del área de estudio.

## 2.3. MICROLOCALIZACIÓN DEL SITIO EN ESTUDIO.



Figura II.2.2. Microlocalización del sitio en estudio con vista del Municipio de Moyogalpa.



**Figura II.2.3. Microlocalización del sitio en estudio con vista de los 910 metros lineales de la calle en estudio.**

## **2.4. CARACTERÍSTICA DEL SITIO EN ESTUDIO.**

### **A. Extensión:**

La superficie total es de 65 Km<sup>2</sup>.

### **B. Población:**

La población de Moyogalpa es de 11,576 aproximadamente, Y se estimó así:

- a) 11,576: Total de habitantes.
- b) 5,862 (51%): Masculino.
- c) 5,714 (49%): Femenino.
- d) 3,206 (28%): Habitantes urbanos.
- e) 8,370 (72%): Habitantes Rurales.

### **C. Poblaciones principales:**

Los principales centros poblados son:

Moyogalpa cabecera municipal, La Flor, Esquipulas, Los Ángeles, Sacramento y San José del Sur. Está dividido en 8 comarcas y dos barrios en el casco urbano. Entre las comarcas se encuentran Los Ángeles, Esquipulas, La Paloma, San José del Sur, Sacramento, La Concepción, La Flor y San Lázaro.



#### **D. Carreteras:**

- a) Total de vías: 41 Km.
- b) Vías primarias: 18 Km, (43%).
- c) Vías secundarias: 23 Km, (57%).
- d) Densidad total: 630 m/Km<sup>2</sup>.

#### **E. Aspectos Administrativos:**

Está dirigido por un Concejo Municipal el cual está conformado por 5 Concejales Propietarios, 5 Concejales Suplentes.

#### **F. Aspectos Socioeconómicos:**

Las principales actividades económicas son la agrícola y pecuaria, dependiendo en mayor proporción de los cultivos básicos como: arroz, frijol, maíz y plátano. Además cultivos de ajonjolí y sandía, Pesca, Sector Comercio y Turismo. El municipio de Moyogalpa es uno de los mayores productores de plátanos del país.

Sector Pecuario: Existen 665 cabezas de ganado las cuales tienen un rendimiento de 8 litros de leche por cabeza de ganado, el producto se utiliza para el consumo local.

#### **G. Clima:**

Tiene un clima Semi húmedo conocido como tropical de sabana, en este territorio la temperatura promedio es 27° C y 27.5° C. Su precipitación anual varía de 1400 y 1600 mm.

#### **H. Regiones Ecológicas:**

La Región Ecológica I (Sector del Pacífico) cubre toda el área (65 Km<sup>2</sup>) de Moyogalpa. Esta se caracteriza por la más seca y caliente del país, comprende diferentes categorías de vegetación y una gran diversidad de especies vegetales nativas y de asociaciones vegetales cuya presencia en cada localidad responde a



los factores ecológicos de clima, geología, topografía y actividades humanas.

Es cálida en las bajuras con una temperatura media anual de 24 a 28° C y en las prominencias la temperatura desciende de 24 a 18° C. La época de invierno dura 6 meses con variaciones locales debido a la cadena de montañas existentes en esta región, comprende una gran diversidad de suelos que se han originado a partir de materiales volcánicos, así como también de tierras aluvionales y de tierras sedimentarias antiguas localizadas a lo largo de las costas marítimas y del Lago de Nicaragua, sector del poblado la virgen y del Volcán Mombacho.

#### **I. Formaciones Vegetales:**

La formación vegetal Bosques medianos o bajos subcaducifolios de zonas cálidas y semihúmedas cubre los 65 Km<sup>2</sup> que tiene de área Moyogalpa. Es una formación vegetal zonal del trópico y una de las principales formaciones forestales. En esta formación vegetal se da una precipitación de 1200 a 1900 mm, temperaturas de 26 a 28° C, altitud de 0 a 500 msnm y llueve de Mayo a Noviembre.

#### **J. Tipos de suelos:**

Los suelos que predominan de acuerdo al Orden y área que cubren son los siguientes:

- 1) Inceptisoles: 46.13 Km<sup>2</sup>, (71%).
- 2) Entisoles: 17.49 Km<sup>2</sup>, (27%).
- 3) Molisoles: 1.38 Km<sup>2</sup>, (2%).

Orden Inceptisoles: Estos suelos se forman en un tiempo relativamente corto, estos no muestran Iluviación o Eluviación significativa o meteorización extrema. Se encuentran generalmente en superficies jóvenes, pero no recientes.

Orden Entisoles: Son suelos de desarrollo reciente y superficial. Son comunes en superficies geomórficas recientes, con pendientes escarpadas que están sujetas a



erosión activa, o en abanicos o planicies aluviales en donde se han depositado materiales recientemente erosionados.

Orden Molisoles: Son suelos que tienen un epipedón móllico. Este se define como un horizonte mineral superficial, con un mínimo de 1.5 % de materia orgánica, generalmente tiene un espesor de 18 a más de 25 cm. Este horizonte se forma con la descomposición dentro del perfil de residuos orgánicos en presencia de cationes bivalentes.

#### **K. Uso Actual de la tierra:**

Se encuentran las siguientes clases:

- a) Agropecuario: 59 Km<sup>2</sup>, (91%).
- b) Bosque alto Latifoliado: 6 Km<sup>2</sup>, (9%).

#### **L. Uso Potencial de la Tierra:**

Se encuentran en el municipio las categorías siguientes de vocación:

- a) Agrícola I: 50 Km<sup>2</sup>, (77%).
- b) Pastoreo intensivo: 9 Km<sup>2</sup>, (14%).
- c) Áreas protegidas: 6 Km<sup>2</sup>, (9%).

#### **M. Curvas de Nivel:**

Se localizan cotas que van de 35 msnm a 400 msnm.

#### **N. Amenazas volcánicas:**

Hay un área de 8.66 Km<sup>2</sup>, (13.36%) afectada por colapso sectorial, 39.02 Km<sup>2</sup>, (60%) de área afectada por lava y 17.32 Km<sup>2</sup>, (26.64%) con riesgo muy alto.

#### **O. Amenazas por sequía:**

En Moyogalpa se presenta amenaza por sequía definida en 60.48 Km<sup>2</sup>, (93%).



**P. Aspecto Cultural:**

Moyogalpa significa pueblo de mosquitos o zancudos, de las voces moyotl, que significa mosquito o zancudos y calla o calli, que indica pueblo o casas, y del adverbio del lugar pan o apán. (Lengua mexicana, antiguo nahuatlaca). Uno de los pueblos aborígenes más antiguos del país, residió en este municipio, el cual constituyo un importante señorío indígena del cacique Nicaragua, señor de la región del Istmo de Rivas, cuya residencia estuvo en San Jorge actual.

La población de este municipio mantiene todavía los rasgos y la cultura indígena, sobre todo en lo concerniente a las tradiciones culturales, trabajo y alimentación.



### **III. CAPITULO 3. ESTUDIOS DE INGENIERÍA.**

#### **3.1. ESTUDIO TOPOGRAFICO**

La topografía (de topos, "lugar", y grafos, "descripción") es la ciencia que estudia el conjunto de principios y procedimientos que tienen por objeto la representación gráfica de la superficie de la Tierra, con sus formas y detalles, tanto naturales como artificiales (planimetría y altimetría). Esta representación tiene lugar sobre superficies planas, limitándose a pequeñas extensiones de terreno, utilizando la denominación de geodesia para áreas mayores. De manera muy simple, puede decirse que para un topógrafo la Tierra es plana, mientras que para un geodesta no lo es.

El principal objetivo de un levantamiento topográfico es determinar la posición relativa entre varios puntos sobre un plano horizontal, es decir define las inclinaciones del terreno. Esto se realiza mediante un método llamado planimetría. Determina la altura entre varios puntos en relación con el plano horizontal definido anteriormente. Esto se lleva a cabo mediante la nivelación directa. Luego de realizarse este trabajo, es posible trazar planos y mapas a partir de los resultados obtenidos consiguiendo un levantamiento topográfico.

Es indispensable un estudio topográfico en el ámbito de la ingeniería civil ya que el conocimiento de las características graficas del terreno en estudio permite formular correctamente a detalle los puntos a tratar de un determinado proyecto.

##### **3.1.1. Planimetría.**

La planimetría es la parte de la topografía que estudia el conjunto de métodos y procedimientos que tienden a conseguir la representación a escala de todos los detalles interesantes del terreno sobre una superficie plana (plano geometría), prescindiendo de su relieve y se representa en una proyección horizontal.



### 3.1.2. Resultados del estudio topográfico

Para el estudio topográfico se utilizó el método de planimetría, los datos se obtuvieron con la ayuda del programa Google Earth ya que no se contaba con los equipos necesarios para hacer un levantamiento en el terreno. Y la alcaldía del Municipio de Moyogalpa no tenía datos de un levantamiento topográfico realizado en la calle en estudio.

En la tabla siguiente se presentan los datos obtenidos del programa Google Earth para el estudio topográfico que determina los ángulos en cada punto tomado a cada 10 m, la elevación y una descripción de las partes donde se realizara corte o relleno para mejorar las condiciones del terreno.

	Norte	Oeste	Cota	Descripción
1	11°32'27.16"	85°41'49.44"	54 m	Sobre rasante
2	11°32'27.11"	85°41'49.73"	53 m	Sobre rasante
3	11°32'27.06"	85°41'50.06"	53 m	Sobre rasante
4	11°32'27.04"	85°41'50.42"	52 m	Relleno
5	11°32'27.02"	85°41'50.74"	52 m	Relleno
6	11°32'26.88"	85°41'51.03"	52 m	Relleno
7	11°32'26.91"	85°41'51.35"	51 m	Corte
8	11°32'26.92"	85°41'51.71"	51 m	Corte
9	11°32'26.79"	85°41'52.02"	51 m	Corte
10	11°32'26.75"	85°41'50.36"	50 m	Sobre rasante
11	11°32'26.71"	85°41'52.72"	50 m	Sobre rasante
12	11°32'26.69"	85°41'53.04"	49 m	Sobre rasante
13	11°32'26.64"	85°41'53.35"	49 m	Sobre rasante
14	11°32'26.59"	85°41'53.65"	49 m	Sobre rasante
15	11°32'26.53"	85°41'54.02"	48 m	Sobre rasante
16	11°32'26.43"	85°41'54.30"	48 m	Sobre rasante
17	11°32'26.33"	85°41'54.62"	48 m	Sobre rasante
18	11°32'26.30"	85°41'54.97"	48 m	Sobre rasante
19	11°32'26.28"	85°41'55.30"	47 m	Sobre rasante
20	11°32'26.25"	85°41'55.56"	47 m	Sobre rasante
21	11°32'26.21"	85°41'55.93"	47 m	Sobre rasante
22	11°32'26.17"	85°41'56.24"	46 m	Sobre rasante
23	11°32'26.12"	85°41'56.54"	46 m	Sobre rasante
24	11°32'26.03"	85°41'56.90"	46 m	Sobre rasante
25	11°32'25.99"	85°41'57.21"	45 m	Sobre rasante
26	11°32'25.96"	85°41'57.56"	45 m	Sobre rasante



27	11°32'26.02"	85°41'57.92"	44 m	Sobre rasante
28	11°32'25.95"	85°41'58.22"	44 m	Sobre rasante
29	11°32'25.86"	85°41'58.55"	44 m	Sobre rasante
30	11°32'25.87"	85°41'58.88"	44 m	Sobre rasante
31	11°32'25.75"	85°41'59.23"	43 m	Relleno
32	11°32'25.71"	85°41'59.53"	43 m	Relleno
33	11°32'25.66"	85°41'59.86"	43 m	Relleno
34	11°32'25.62"	85°42'00.17"	42 m	Relleno
35	11°32'25.57"	85°42'00.52"	42 m	Corte
36	11°32'25.48"	85°42'00.83"	41 m	Corte
37	11°32'25.43"	85°42'01.16"	40 m	Corte
38	11°32'25.38"	85°42'01.48"	40 m	Corte
39	11°32'25.34"	85°42'01.80"	39 m	Sobre rasante
40	11°32'25.29"	85°42'02.13"	39 m	Sobre rasante
41	11°32'25.28"	85°42'02.48"	38 m	Sobre rasante
42	11°32'25.22"	85°42'02.69"	37 m	Sobre rasante
43	11°32'24.90"	85°42'02.73"	37 m	Sobre rasante
44	11°32'24.56"	85°42'02.77"	37 m	Sobre rasante
45	11°32'24.25"	85°42'02.82"	37 m	Sobre rasante
46	11°32'23.92"	85°42'02.84"	37 m	Sobre rasante
47	11°32'23.60"	85°42'02.90"	37 m	Sobre rasante
48	11°32'23.27"	85°42'02.90"	37 m	Sobre rasante
49	11°32'23.00"	85°42'02.98"	37 m	Sobre rasante
50	11°32'22.94"	85°42'02.66"	38 m	Sobre rasante
51	11°32'22.88"	85°42'02.33"	39 m	Sobre rasante
52	11°32'22.97"	85°42'02.02"	40 m	Relleno
53	11°32'22.92"	85°42'01.68"	41 m	Relleno
54	11°32'22.85"	85°42'01.37"	41 m	Sobre rasante
55	11°32'22.84"	85°42'01.05"	42 m	Sobre rasante
56	11°32'22.86"	85°42'00.71"	42 m	Sobre rasante
57	11°32'22.82"	85°42'00.37"	43 m	Sobre rasante
58	11°32'22.76"	85°42'00.05"	43 m	Sobre rasante
59	11°32'22.77"	85°41'59.73"	44 m	Sobre rasante
60	11°32'22.73"	85°41'59.38"	44 m	Sobre rasante
61	11°32'22.77"	85°41'59.03"	45 m	Sobre rasante
62	11°32'22.74"	85°41'58.75"	45 m	Relleno
63	11°32'22.69"	85°41'58.35"	45 m	Relleno
64	11°32'22.68"	85°41'58.06"	46 m	Relleno
65	11°32'22.67"	85°41'57.73"	46 m	Sobre rasante
66	11°32'22.63"	85°41'57.42"	47 m	Sobre rasante
67	11°32'22.61"	85°41'57.06"	47 m	Sobre rasante
68	11°32'22.55"	85°41'56.74"	47 m	Sobre rasante
69	11°32'22.57"	85°41'56.42"	48 m	Sobre rasante
70	11°32'22.56"	85°41'56.09"	48 m	Sobre rasante



71	11°32'22.55"	85°41'55.78"	48 m	Sobre rasante
72	11°32'22.50"	85°41'55.44"	49 m	Sobre rasante
73	11°32'22.49"	85°41'55.09"	49 m	Sobre rasante
74	11°32'22.47"	85°41'54.47"	50 m	Sobre rasante
75	11°32'22.43"	85°41'54.46"	50 m	Sobre rasante
76	11°32'22.44"	85°41'54.12"	50 m	Sobre rasante
77	11°32'22.46"	85°41'53.80"	51 m	Relleno
78	11°32'22.47"	85°41'53.47"	51 m	Relleno
79	11°32'22.46"	85°41'53.15"	52 m	Relleno
80	11°32'22.39"	85°41'52.76"	52 m	Sobre rasante
81	11°32'22.45"	85°41'52.49"	52 m	Sobre rasante
82	11°32'22.41"	85°41'52.14"	53 m	Sobre rasante
83	11°32'22.37"	85°41'51.84"	53 m	Sobre rasante
84	11°32'22.39"	85°41'51.51"	54 m	Sobre rasante
85	11°32'22.42"	85°41'51.18"	54 m	Sobre rasante
86	11°32'22.38"	85°41'50.84"	54 m	Sobre rasante
87	11°32'22.45"	85°41'50.52"	55 m	Sobre rasante
88	11°32'22.41"	85°41'50.15"	55 m	Sobre rasante
89	11°32'22.37"	85°41'49.84"	55 m	Sobre rasante
90	11°32'22.35"	85°41'49.51"	56 m	Sobre rasante
91	11°32'22.35"	85°41'49.17"	56 m	Sobre rasante
92	11°32'22.32"	85°41'48.84"	57 m	Sobre rasante
93	11°32'22.33"	85°41'48.55"	57 m	Sobre rasante

Tabla III.3.1. Datos del levantamiento topográfico obtenidos del programa Google Earth.

**Tabla III.3.1.1. Calculo de corte y relleno para mejorar la estratigrafía del terreno, calculo atravez de los perfiles longitudinales de la calle.**

estación	Área m <sup>2</sup>	Altura m	Volumen m <sup>3</sup>
0 +040 a la 0+090	480	0.20	96
0 +310 a la 0+380	640	0.10	64
0 +520 a la 0+530	160	0.15	24
0 +620 a la 0+640	240	0.10	24
0 +770 a la 0+790	240	0.15	36
		total	<b>244 m<sup>3</sup> en relleno</b>



### 3.2. ESTUDIO GEOTECNICO

Todas las obras de ingeniería civil se apoyan sobre el suelo de una u otra forma y en el caso de un mejoramiento vial de una calle con pavimento de concreto hidráulico es indispensable mencionar porque su estructura toda en general se apoya o se asienta sobre el suelo, además, utilizan la tierra como elemento de construcción para terraplenes y rellenos en general; por lo que, en consecuencia, su estabilidad y comportamiento funcional y estético estarán determinados, entre otros factores, por el desempeño del material de asiento situado dentro de las profundidades de influencia de los esfuerzos que se generan, o por el del suelo utilizado para conformar los rellenos.

Si se sobrepasan los límites de la capacidad resistente del suelo o si, aún sin llegar a ellos, las deformaciones son considerables, se pueden producir esfuerzos secundarios en los miembros estructurales, que no se pudieron haber considerado en el diseño, productores a su vez de deformaciones importantes, fisuras, grietas, alabeo o desplomos que pueden producir, en casos extremos, el colapso de la obra o su inutilización y abandono.

Por tanto en esta parte se presentan los resultados obtenidos de la investigación efectuada a partir de los sondeos manuales realizados en la calle principal del Municipio de Moyogalpa, isla de Ometepe. Realizando las principales pruebas a cada muestra de suelo tomada de cada sondeo, en el ministerio de transporte e infraestructura (MTI), y así obteniendo las principales características del suelo para la realización del mejoramiento vial de la calle con concreto hidráulico.

#### 3.2.1. Características de los suelo

**Análisis Granulométrico:** Distribución porcentual en masa de los distintos tamaños de partículas que constituyen una muestra de suelo, la cual consiste en



hacer pasar una muestra de suelos por tamices ordenados en forma descendente con respecto a su tamaño y pesando cada uno de los retenidos en los tamices.

**Ecuaciones para la granulometría grande.**

$$\% \text{ retenido parcial} = \frac{\text{peso retenido parcial}}{\sum \text{peso retenido parcial}} \times 100.$$

$$\% \text{ retenido acumulado} = \% \text{ retenido parcial 1} + \% \text{ retenido parcial 2.}$$

$$\% \text{ que pasa por el tamiz} = 100 - \% \text{ retenido acumulado.}$$

**Ecuaciones para la granulometría chica.**

$$\% \text{ retenido parcial} = FC \times \text{peso retenido parcial.}$$

$$\% \text{ retenido acumulado} = \% \text{ retenido parcial 1} + \% \text{ retenido parcial 2.}$$

$$\% \text{ que pasa por el tamiz} = 100 - \% \text{ retenido acumulado.}$$

Todo esto para luego calcular.

$$Fc = \frac{\% \text{ QP N}^\circ 4}{\sum \text{muestra chica}}$$

**Funciones de la sub-rasante:** La función de la sub-rasante es dar un apoyo razonablemente uniforme, sin cambios bruscos en el valor soporte, es decir, mucho más importante es que la sub-rasante brinde un apoyo estable a que tenga una alta capacidad de soporte. Por lo tanto, se debe tener mucho cuidado con la expansión de suelos.

Granulometría de materiales de sub-base				% que pasa por el tamiz		
2"	1"	3/8"	#4	#10	#40	#200
100	100	60-100	50-85	40-70	20-50	5-20



**Granulometría de los suelos de sub-rasante:** Según la clasificación de la AASHTO, la granulometría y la plasticidad son las principales variables que se deben analizar en los suelos de sub-rasante, clasificados de la siguiente manera:

**Grava:** el tamaño de las partículas rocosas debe ser menor a 76.2 mm (3") hasta el tamiz número 10 (2mm)

**Arena gruesa:** debe ser de un tamaño menor a 2 mm hasta tamiz no. 40 (0.425 mm)

**Arena fina:** de un tamaño menor a 0.425 mm hasta tamiz no. 200 (0.075mm)

**Limos y arcillas:** tamaños menores de 0.075 mm

**Estados de Consistencia (De Atterberg):** Los límites de Atterberg o límites de consistencia se utilizan para caracterizar el comportamiento de los suelos finos, aunque su comportamiento varía a lo largo del tiempo.

Los límites se basan en el concepto de que en un suelo de grano fino solo pueden existir cuatro estados de consistencia según su humedad. Así, un suelo se encuentra en estado sólido cuando está seco. Al agregársele agua poco a poco, va pasando sucesivamente a los estados de semisólido, plástico y, finalmente líquido. Los contenidos de humedad en los puntos de transición de un estado al otro son los denominados límites de Atterberg.

Los ensayos se realizan en el laboratorio y miden la cohesión del terreno y su contenido de humedad, para ello se forman pequeños cilindros de espesor con el suelo. Siguiendo estos procedimientos se definen tres límites:

- **Límite líquido:** cuando el suelo pasa de un estado plástico a un estado líquido. Para la determinación de este límite se utiliza la cuchara de Casagrande.
- **Límite plástico:** cuando el suelo pasa de un estado semisólido a un estado



plástico.

- **Límite de retracción o contracción:** cuando el suelo pasa de un estado semisólido a un estado sólido y se contrae al perder humedad.

Además, se define el índice de plasticidad (IP) como la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico ( $IP = LL - LP$ ). Desde el punto de vista ingenieril es el parámetro más importante en lo que se refiere a consistencia de los suelos.

Conforme la AASHTO, un suelo fino es el que tiene más del 35% que pasa el tamiz no. 200 (0.075mm), los cuales se clasifican como A-4, A-5, A-6 o A-7. Dos suelos considerados finos que tengan granulometrías similares, pueden llegar a tener propiedades diferentes dependiendo de su plasticidad, cualidad que se analiza en el suelo que pasa el tamiz no.40, dichas propiedades de plasticidad se analizan conforme las pruebas de límites de ATTERBERG.

En general, para suelos finos si el límite líquido es mayor al 50% se dice que posee un CBR de 2 a 5%, Si el límite líquido es menor a 50% el CBR es de 5 a 15%.

**Clasificación de los suelos:** La clasificación de los suelos consiste en agrupar al mismo en grupos y/o subgrupos de suelos que presentan un comportamiento semejante. En este trabajo se utilizaran para dicha clasificación los dos métodos más utilizados por la mayor parte de los ingenieros los cuales son:

⇒ **Método HRB (AASHTO)**

⇒ **Método SUCS (Sistema unificado de clasificación de suelos)**

El método HRB está especialmente hecho para la construcción de carreteras, en cambio el sistema Unificado de clasificación de suelos SUCS, no está limitado a ninguna clase de proyectos en particular y es usado para toda obra de ingeniería civil.



Tanto el sistema de clasificación Unificado como el AASHTO consideran como suelo (conjunto de partículas sólidas, con líquido y agua en sus poros) a la parte que pasa por el tamiz de 3" (75 mm.), ya que las partículas más grandes a este diámetro son consideradas como partículas aisladas que ya no forman parte del suelo.

Para la clasificación de suelos por el **Método HRB** es necesario determinar primero el porcentaje que pasa la malla #200, #10 y #40, así mismo los límites de Atterberg (Limite líquido y Limite plástico), también encontrar el Índice de plasticidad y Índice de grupo para poder cumplir con los criterios establecidos y hacer uso de la tabla A.2 que se presenta en anexos.

Para calcular el Índice de grupo se necesita la siguiente formula:

$$IG = 0.2 a + 0.005 ac + 0.01 bd$$

Donde:

a=exceso sobre 35% de la cantidad que pasa por el tamiz nº 200, sin pasar de 75%, expresado como número entero y positivo (de 0 a 40).

b = exceso sobre 15% de la cantidad que pasa por el tamiz nº 200, sin pasar de 55%, expresado como número entero y positivo (de 0 a 40).

c = exceso de límite líquido sobre 40 %, sin pasar de 60%, expresado como número entero y positivo (de 0 a 20).

d = exceso del índice de plasticidad sobre 10%, no pasando de 30%, expresado como número entero y positivo (de 0 a 20).

Para la clasificación del suelo con el **Método SUCS** el cual es usado en ingeniería para describir la textura y el tamaño de las partículas de un suelo se puede aplicar a la mayoría de los materiales sin consolidar y se representa mediante un símbolo con dos letras. Cada letra es descrita debajo (con la excepción de Pt). Para clasificar el suelo hay que realizar previamente una granulometría del suelo



mediante tamizado u otros. También se le denomina clasificación modificada de Casagrande.

Para este es necesario determinar el porcentaje que pasa por el tamiz #200 y #4, también su límite líquido y plástico, para luego hacer uso de la tabla A.1 que se presenta en anexos.

**Compactación del suelo:** Es el proceso artificial por el cual las partículas de suelo son obligadas a estar más en contacto las unas con las otras, mediante una reducción del índice de vacíos, empleando medios mecánicos.

- **Tipo de suelo:** Tiene influencia la granulometría del suelo, forma de sus partículas, contenido de finos, cantidad y tipo de minerales arcillosos, gravedad específica, entre otros. En laboratorio, un suelo grueso alcanzará densidades secas altas para contenidos óptimos de humedad bajos, en cambio los suelos finos presentan valores bajos de densidades secas máximas y altos contenidos óptimos de humedad.
- **Contenido de Humedad:** La humedad que nos permite alcanzar una compactación óptima es el óptimo contenido de humedad, la cual nos permitirá alcanzar la densidad seca máxima. Si el contenido de humedad está por debajo del óptimo, el suelo es rígido y difícil de comprimir, originando densidades bajas y contenidos de aire elevados. Cuando está por encima del óptimo, el contenido de aire se mantiene pero aumenta la humedad produciendo la disminución de la densidad seca.
- **Energía específica:** La energía específica es la presión aplicada al suelo por unidad de volumen, durante cualquier proceso de compactación. En laboratorio, la compactación por impacto queda definida por:



$$E_c = \frac{NnWh}{V}$$

Donde:

- E : Energía Específica
- N : Número de golpes del pisón por capas
- n : Número de capas
- W : Peso del pisón compactador
- h: Altura de caída del pisón
- V: Volumen total del molde de compactación.

El empleo de una mayor energía de compactación permite alcanzar densidades secas mayores y óptimos contenidos de humedad menores, esto se comprueba al analizar los resultados obtenidos con las pruebas Proctor Estándar y Proctor Modificado.

### 3.2.2. Resultados del estudio geotécnico:

Para definir los espesores en la capa de rodamiento y localizar las fuentes de materiales apropiados para que sean colocados en la superficie del camino se elaboran los siguientes ensayos que comprenden el Estudio Geotécnico:

#### Ensayos de laboratorio:

El trabajo realizado en el laboratorio de materiales y suelos consistió en realizar las siguientes pruebas:

N°	Tipo de Ensayo	Normas de Referencia	Cantidad
1	Cuarteo del material	ASTM C702-98	5
2	Humedad Natural	ASTM D2216	5
3	Análisis Granulométrico	ASTM D422	5
4	Límites de Atterberg (LL,LP,IP)	ASTM D4318	5
5	Clasificación AASHTO Y SUCS	AASHTO M145-91(2000)	5
6	Proctor	AASHTO T-99/T-180	3

Tabla III.3.2. Ensayos de laboratorio.



**Sondeos manuales:** El trabajo de campo consistió en tomar muestras de los 3 sondeos manuales que se realizaron el primero a 100m del punto de inicio, el segundo a 400m del primero y el último a 250m del segundo, así se obtuvieron un total de 5 muestras a las cuales se les practicaron los respectivos ensayos de laboratorio. La profundidad del segundo sondeo fue de 1.20m y la de los otros dos sondeos fue de 1m. Cada muestra obtenida del sondeo después de la caracterización visual y manual, se clasificó, se rotuló y trasladó al laboratorio del MTI para su evaluación y ensayo de acuerdo a los procedimientos y normas establecidas (Las tablas y gráficos obtenidos en el MTI se adjuntaron en Anexos).

#### **Comentarios de las muestras según su clasificación:**

- **Sondeo 1 Estación 0+100**

##### **Capa 1, Muestra M-1**

Material fino pasando el tamiz N°200 el 9%, presentando un contenido de humedad natural del 10.99%, con Límite Líquido de 35.2 y un Índice Plástico de 5.2; por lo que según sus resultados obtenidos tiene una clasificación según AASHTO M-145 de A-1-b (0) (Fragmentos de roca, grava y arena) y según SUCS: SM (Arena arcillosa con grava).

- **Sondeo 2 Estación 0+500**

##### **Capa 1, Muestra M-2**

Material fino pasando el tamiz N°200 el 29%, presentando un contenido de humedad natural del 18.12%, con Límite Líquido de NP y un Índice Plástico de NP; por lo que según sus resultados obtenidos tiene una clasificación según AASHTO M-145 de A-2-4 (0) (grava y arena arcillosa o limosa) y según SUCS: SM (Arena limosa).



### **Capa 2, Muestra M-2**

Material fino pasando el tamiz N°200 el 12%, presentando un contenido de humedad natural del 11.98%, con Límite Líquido de NP y un Índice Plástico de NP; por lo que según sus resultados obtenidos tiene una clasificación según AASHTO M-145 de A-1-b (0) (Fragmento de roca, grava y arena) y según SUCS: SP-SM (Arena mal graduada limosa).

### **Capa 3, Muestra M-2**

Material fino pasando el tamiz N°200 el 30%, presentando un contenido de humedad natural del 15.17%, con Límite Líquido de NP y un Índice Plástico de NP; por lo que según sus resultados obtenidos tiene una clasificación según AASHTO M-145 de A-2-4 (0) (Gravas y arenas arcillosas limosas) y según SUCS: SM (Arena limosa).

#### **○ Sondeo 3 Estación 0+750**

### **Capa 1, Muestra M-3**

Material fino pasando el tamiz N°200 el 44%, presentando un contenido de humedad natural del 27.87%, con Límite Líquido de NP y un Índice Plástico de NP; por lo que según sus resultados obtenidos tiene una clasificación según AASHTO M-145 de A-4 (0) (suelos limosos) y según SUCS: SM (Arena limosa).

Como se puede apreciar las clasificaciones que arroja este tipo de suelo son A-1-b (0), A-2-4 (0) y A-4 (0) con comportamientos en su mayoría NP.

Las tablas que se mostraran a continuación contienen los cálculos finales realizados para determinar el tipo de suelo encontrado en el sitio de estudio (calle central del Municipio de Moyogalpa, Isla de Ometepe). Los diferentes ensayos realizados en el laboratorio se presentaran en los anexos.

En la siguiente tabla (Tabla III.3.3. Clasificación del tipo de suelo tomado de los



sondeos realizados en la calle central del Municipio de Moyogalpa), se mostrara la clasificación del tipo de suelo de los estratos encontrados en la sub-rasante por lo métodos de clasificación disponible (HRB Y SUCS). También se presentara la estratigrafía de las muestras de la sub-rasante, para una mayor comprensión del suelo que predomina en la calle central del Municipio de Moyogalpa. En la estratigrafía de las muestras se puede apreciar que en los primeros 100 metros de la calle hay un suelo A-1-b. En el segundo tramo que está a 500 metros hay un tipo de suelo A-2-4 y un poco de A-1-b. Y en el último sondeo que se realizó en el tramo de 750 metros se encontró un suelo A-4. (Figuras III.3.3. y III.3.4. Estratigrafía de las muestras del suelo encontradas en la Subrasante). Finalmente se presentan las tablas y graficas resultantes de los ensayos de Proctor Estándar para determinar la Máxima densidad seca y el porcentaje de Humedad Óptima que presenta el suelo. (Tablas III.3.4, III.3.5 y III.3.6 Ensayes de Proctor Estándar), y (Graficas III.3.1, III.3.2 y III.3.3. Curvas de compactación).

Estratigrafías de las muestras del suelo encontradas en la sub-rasante (calle central del Municipio de Moyogalpa, Isla de Ometepe).

Estratigrafías de muestras encontradas en la Subrasante		
profundidad cm	sondeo 1	sondeo 3
10	A-1-b (0)	A-4(0)
20		
30		
40		
50		
60		
70		
80		
90		
100		
Estación (metros)	0+100	0+750

Figura III.3.4. Estratigrafía de muestras encontradas en la sub-rasante obtenida en el sondeo 1 y 3.

profundidad cm	sondeo 2
10	A-2-4 (0)
20	
30	
40	A-1-b (0)
50	
60	
70	
80	A-2-4 (0)
90	
100	
110	
120	
Estación (metros)	0+500

Figura III.3.5. Estratigrafía de muestra encontrada en la sub-rasante obtenida en el sondeo 2.



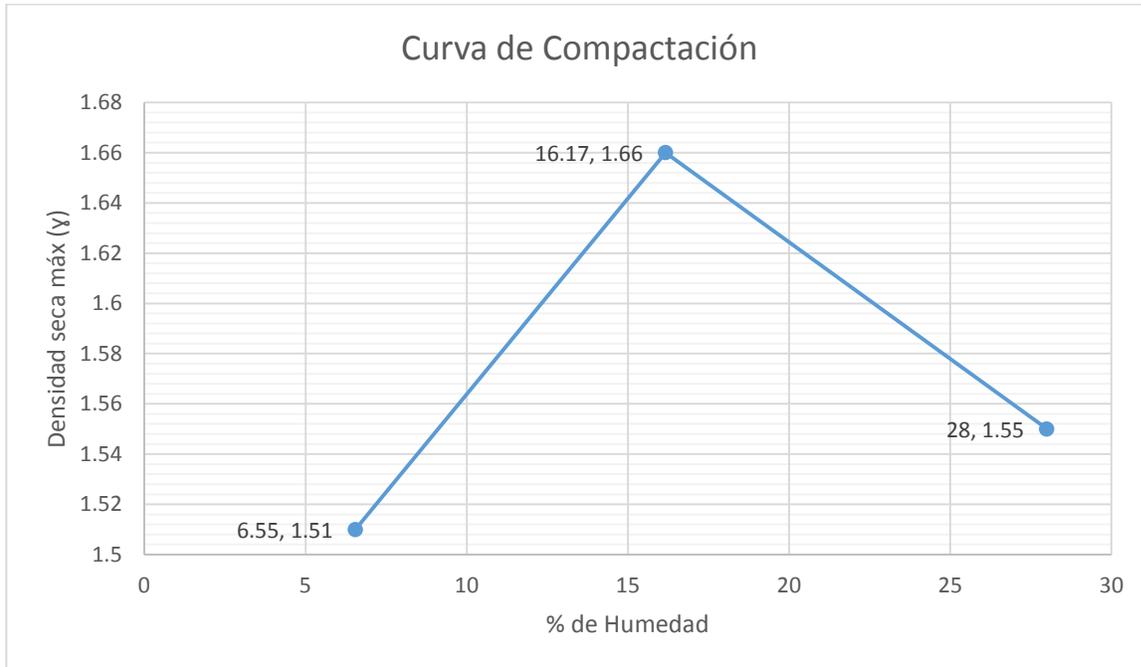
Estación	sondeo N°	Profundidad (cm)	Muestra N°	porcentaje que pasa por tamiz						L.L (%)	L.P (%)	I.P (%)	CLASIFICACIÓN HRB	CLASIFICACIÓN SUCS	
				3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	No. 10	No.40						No.200
0+100	1	0-100	1	97	96	95	92	81	48	9	35.2	30.0	5.2	A-1-b (0)	SP-SM
0+500	2	0-40	1	99	98	96	95	87	63	29	NP	NP	NP	A-2-4 (0)	SM
0+500	2	40-80	2	99	99	98	94	79	39	12	NP	NP	NP	A-1-b (0)	SP-SM
0+500	2	80-120	3	100	100	99	95	83	56	30	NP	NP	NP	A-2-4 (0)	SM
0+750	3	0-100	1	100	100	99	95	88	74	44	NP	NP	NP	A-4 (0)	SM

Tabla III.3.3. Resultados de los ensayos de suelos para su clasificación de la calle central del Municipio de Moyogalpa.

#### Ensayo de Proctor Estándar (Para tipo de suelo A-1-b (0))

		1	2	3	4	5
Vol. Cilindro	(1)	926.7	926.7	926.7	926.7	926.7
peso del cilindro (PC)	(2)	4000	4000	4000	4000	4000
P.M +PC	(3)	5500	5700	5800	5720	5850
Peso material (PM)	(3)-(2)=(4)	1500	1700	1800	1720	1850
Tara N°		S-213	DL-24	N-20	J210	OP34
Peso de tara (PT)	(5)	31.6	30.3	41.2	38.7	40.1
Peso seco + PT	(6)	153.6	154.3	177.2	172.7	180.1
Peso húmedo + PT	(7)	161.6	172.3	199.2	196.9	219.3
% humedad	$\frac{((7)-(6))}{((6)-(5))} * 100 = (8)$	6.55%	14.52%	16.17%	18.05%	28%
PVH (yh)	(4)/(1)=(9)	1.61	1.83	1.94	1.85	1.99
PVS (y <sub>dmax</sub> )	(9)/(1+((8)/100))	1.51	1.59	1.66	1.56	1.55

Tabla III.3.4. Ensayo de Proctor (Suelo A-1-b (0)).



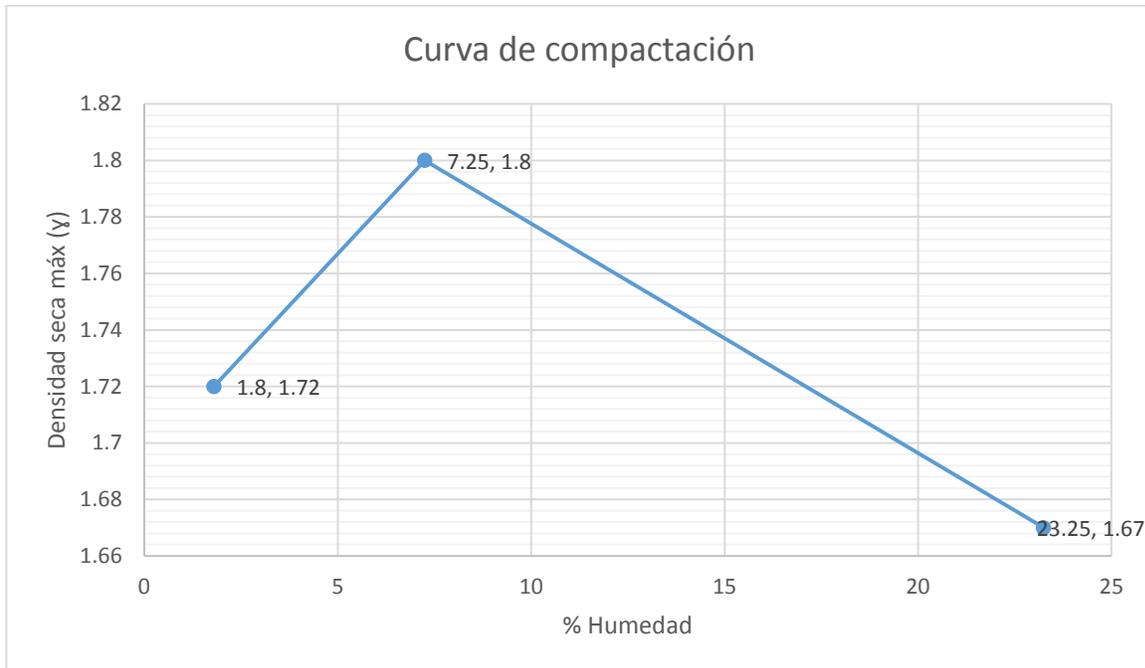
Grafica III.3.1. Curva de compactación del ensaye del suelo A-1-b (0).

Densidad Máxima	Humedad Optima
1.66	16.7%

**Ensaye de Proctor Estándar (Para tipo de suelo A-2-4 (0))**

		1	2	3	4	5
Vol. Cilindro	(1)	926.7	926.7	926.7	926.7	926.7
peso del cilindro (PC)	(2)	4000	4000	4000	4000	4000
P.M +PC	(3)	5630	5750	5800	5822	5910
Peso material (PM)	(3)-(2)=(4)	1630	1750	1800	1822	1910
Tara N°		K-21	D121	M12	L19	F23
Peso de tara (PT)	(5)	33.7	31	39	42	45.3
Peso seco + PT	(6)	196.7	177	152.3	190	202.7
Peso húmedo + PT	(7)	199.7	187	160.52	211.5	239.3
% humedad	$\frac{((7)-(6))}{((6)-(5))} * 100 = (8)$	1.8%	6.8%	7.25%	14.52%	23.25%
PVH (γh)	$(4)/(1) = (9)$	1.75	1.88	1.94	1.96	2.06
PVS (γdmax)	$(9)/(1 + ((8)/100))$	1.72	1.76	1.80	1.71	1.67

Tabla III.3.5. Ensaye de Proctor (Suelo A-2-4 (0)).



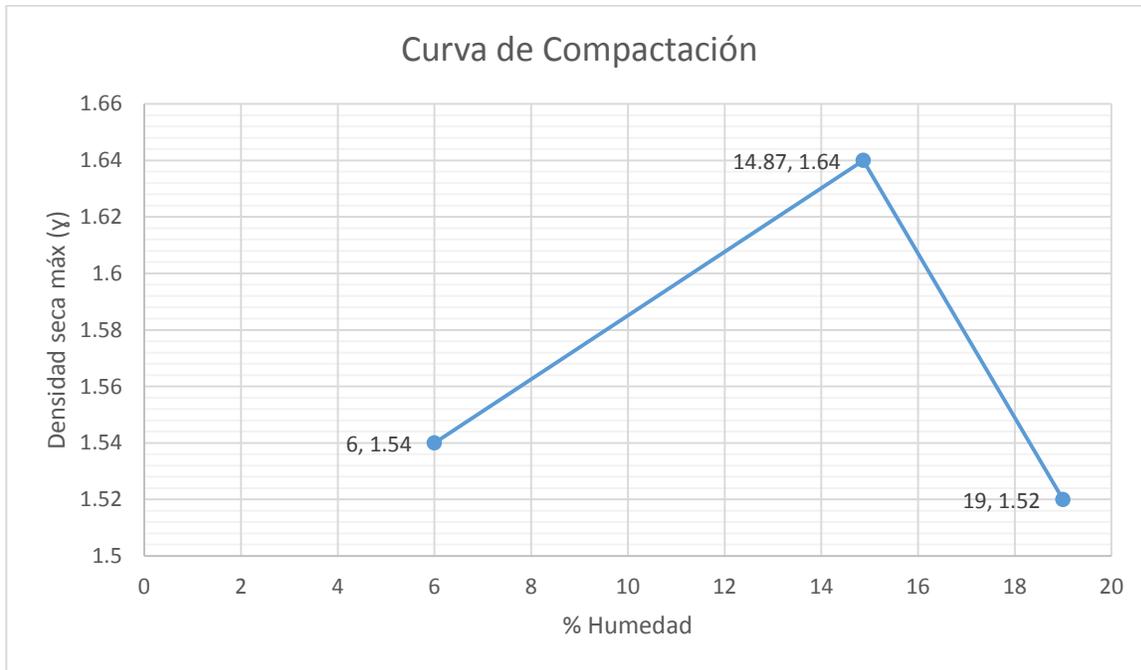
Grafica III.3.2. Curva de compactación del ensaye del suelo A-2-4 (0).

Densidad Máxima	Humedad Optima
1.8	10.7%

### Ensaye de Proctor Estándar (Para tipo de suelo A-4 (0))

		1	2	3	4	5
Vol. Cilindro	(1)	926.7	926.7	926.7	926.7	926.7
peso del cilindro (PC)	(2)	4000	4000	4000	4000	4000
P.M +PC	(3)	5510	5680	5760	5720	5680
Peso material (PM)	(3)-(2)=(4)	1510	1680	1760	1720	1680
Tara N°		R12	L4	W17	M143	RT12
Peso de tara (PT)	(5)	33.7	31	42	37	43.2
Peso seco + PT	(6)	175.7	167	215.4	173.6	222.6
Peso húmedo + PT	(7)	184.7	182	241.2	193.3	256.7
% humedad	$\frac{((7)-(6))}{((6)-(5))} * 100 = (8)$	6%	11.02%	14.87%	14.42%	19%
PVH (γ <sub>h</sub> )	(4)/(1)=(9)	1.63	1.81	1.89	1.85	1.81
PVS (γ <sub>dmax</sub> )	(9)/(1+((8)/100))	1.54	1.63	1.64	1.61	1.52

Tabla III.3.6. Ensaye de Proctor (Suelo A-4 (0)).



Gráfica III.3.3. Curva de compactación del ensaye del suelo A-4 (0).

Densidad Máxima	Humedad Optima
1.64	13.1%



### 3.3. ESTUDIO DE TRANSITO

Para ver los comportamiento del tráfico en el lugar de trabajo o la realización del proyecto es necesario un estudio de transito que es donde se obtienen los volúmenes de tránsito para lo que es necesario realizar un aforo de tránsito que consiste en lo siguiente.

#### 3.3.1. Aforo de tránsito

Para la obtención de volúmenes de transito existen los métodos de aforo vehicular. El aforo vehicular es una muestra de los volúmenes para el periodo que se realizan y tienen por objeto cuantificar el número de vehículos que pasan por un punto, sección de un camino o una intersección. El método que se utiliza frecuentemente para estimar el transito anual es el aforo mecánico.

En cambio para la realización del aforo que se realizará en el proyecto propuesto se realizara un aforo manual, porque es el tipo de aforo que se puede realizar en Nicaragua por condiciones de economía y de tecnología no capacitada para brindar ese tipo de cálculos que se tendría que calcular en este caso sería una cámara de una alta resolución o a través de radares electrónicos que pueden clasificar los tipos de vehículos.

**Aforos Manuales:** Son aquellos que registran a vehículos haciendo trazos en un papel o con contadores manuales. Mediante éstos es posible conseguir datos que no pueden ser obtenidos por otros procedimientos, como clasificar a los vehículos por tipo, número de ellos que giran u ocupantes de los mismos. Los recuentos pueden dividirse en 30 minutos e incluso 15 cuando el tránsito es muy denso. Para hacer los recuentos se deben preparar hojas de campo.

Se tendrá que realizar el aforo por que el MTI no tiene datos de ese tramo de carretera donde se pretende rediseñar la calle, Porque en Nicaragua los aforos vehiculares están bajo la responsabilidad del Ministerio de transporte e infraestructura (MTI), la recopilación de la clasificación vehicular en las estaciones



anteriormente detalladas, es efectuada a través de clasificadores manuales, utilizados por el personal de Conteos de Tráfico. Según información dada por personal de conteo estos equipos datan desde aproximadamente el año 1996, cuando la empresa Carl Bro, realizó la implementación del PMS, Pavement Management System, Sistema de Administración de Pavimentos. Desde esa fecha la herramienta esencial en la recopilación del tráfico ha sido el personal de conteo y su clasificador manual, los cuales brindan la mayor información exacta de los diferentes tipos de vehículos que circulan por el País.

Los estudios sobre volúmenes de tránsito son realizados con el propósito de obtener información relacionada con el movimiento de vehículos y/o personas sobre puntos específicos de un sistema vial. Estos datos de volúmenes de tránsito son expresados con respecto al tiempo, y de su conocimiento se hace posible el desarrollo de estimaciones razonables de la calidad del servicio prestado a los usuarios.

### **3.3.2. Volumen de tránsito.**

El volumen de tránsito es el número de vehículos que pasan por un tramo de carretera en un intervalo de tiempo dado; los intervalos más usuales son el día y la hora, teniéndose el tránsito diario “TD” y el tránsito horario “TH”.

Expresándose así:  $V_t = N / T$ .

Entendiéndose:

$V_t$  = Vehículos que pasan por unidad de tiempo (Vehículos / Periodo).

$N$  = Número total de vehículos que pasan.

$T$  = Periodo determinado (unidades de tiempo).

#### **- Volumen de tránsito promedio diario (TPD)**

Se llama tránsito promedio diario al promedio de los volúmenes de tránsito que circulan durante 24 horas en un cierto periodo igual o menor a un año y mayor que un día, dividido entre el número de días de periodo. Siendo los más usuales:



- **Tránsito promedio diario anual (TPDA)**

Se denomina TPDA al número total de vehículos que circulan por un punto determinado en un año completo entre número total de días del año, y se expresa de la siguiente manera:

$$TPDA = TA / 365$$

- **Tránsito promedio diario mensual (TPDM)**

Se denomina TPDM al número total de vehículos que circulan por un punto determinado en un mes completo entre número total de días del mes, y se expresa de la siguiente manera:

$$TPDM = TA / 30$$

- **Tránsito promedio diario semanal (TPDS)**

Se denomina TPDS al número total de vehículos que circulan por un punto determinado en una semana completa entre número total de días de la semana, y se expresa de la siguiente manera:

$$TPDS = TA / 7$$

**3.3.3. Volúmenes horarios.**

Se utilizan para proyectar detalles geométricos de la vía, efectuar análisis de circulación y regular el tránsito. Con base a la hora seleccionada se definen los siguientes volúmenes de tránsito horario, dado en vehículos por hora:

- **Volumen Horario Máximo Anual (VHMA):** Es el máximo volumen horario que ocurre en un punto o sección de un carril o de una calzada durante un año determinado, en otras palabras es la hora de mayor volumen de las 8,760 horas del año.
  
- **Volumen horario de máxima demanda (VHMD):** Es el máximo número de vehículos que pasan por un tramo del camino durante una hora completa para un lapso establecido de observación. Es el representativo



de los periodos de máxima demanda que se pueden presentar durante un día en particular.

#### - **Transito futuro**

Los volúmenes de tránsito futuro para efectos de proyecto se derivan a partir del valor utilizado en el pronóstico de tránsito futuro para nuevas vías, sobre la base de un periodo de proyectos de 20 años, está en el intervalo de 1.5 a 2.5. Conocido el factor de proyección se calcula mediante la siguiente expresión:

$TF = FP (TPDS)$  Siendo:

TF: tránsito futuro

FP: factor de proyección

TPDS: volumen de tránsito que usará la carretera

#### **Variaciones en los volúmenes de tránsito**

Es fundamental en la planeación y operación de la circulación vehicular, conocer las variaciones periódicas de los volúmenes de tránsito dentro de las horas de máxima demanda, en las horas del día, en los meses del año, en los días de la semana.

#### - **Variación del volumen de tránsito en la hora de máxima demanda**

Un volumen horario de máxima demanda a menos que tenga una distribución uniforme, no necesariamente significa que el flujo sea constante durante toda la hora. Esto significa que existen periodos cortos dentro de la hora con tasas de flujo muchos mayores a las de la hora misma. Factor de la hora de máxima demanda, FHMD, o factor de hora pico, a la relación que existe entre el volumen horario de máxima demanda, VHMD, y el flujo máximo,  $q_{\text{máx.}}$ , que se presenta durante un período dado dentro de dicha hora, matemáticamente se expresa como:

**N:** número de periodos durante la hora de máxima demanda (HMD)

**$q_{\text{máx.}}$ :** flujo máximo (número de vehículos)



El **FHMD** es un indicador de las características del flujo de tránsito en periodos máximos. Indica cómo están distribuidos los flujos máximos dentro de la hora. Su mayor valor es la unidad ( $FHMD = 1$ ), lo que significa que existe una distribución uniforme de flujos máximos durante toda la hora. Valores bastante menores que la unidad indican concentraciones de flujos máximos en períodos cortos dentro de la hora.

Una vez determinado el volumen del tránsito se podrá determinar las características del tránsito. De las características del tránsito y la topografía del terreno depende el dimensionamiento de una carretera, entre las características se tiene.

### **A. Velocidad**

Según la física se define la velocidad como la relación entre el espacio recorrido y el tiempo que se tarda en recorrerlo, una relación de movimiento que se expresa para velocidad constante mediante la fórmula:

$$V = d / t$$

Como la velocidad que desarrolla un vehículo queda afectada por las características del conductor y de la vía, por el volumen de tránsito y por las condiciones atmosféricas imperantes, quiere decir que la velocidad a que se mueve varía constantemente, lo que obliga a trabajar con valores medios de velocidad.

### **B. Velocidad de marcha**

La velocidad de marcha es el resultado de dividir la distancia recorrida entre el tiempo durante el cual el vehículo estuvo en movimiento. En un viaje normal para obtener la velocidad de marcha, se descontará del tiempo total de recorrido todo aquel tiempo que el vehículo se hubiese detenido por cualquier causa.

Distancia recorrida

$V_{marcha} = \text{Tiempo recorrido} - \text{Tiempo detenido}$



### **C. Velocidad de proyecto**

Una velocidad que es de suma importancia es la llamada velocidad de proyecto o velocidad directriz, que es la velocidad máxima a la cual los vehículos pueden circular con seguridad sobre un camino, cuando las condiciones atmosféricas y del tránsito son favorables. Como su nombre lo indica, se utiliza para proyectar el alineamiento horizontal y el alineamiento vertical y la sección transversal de un camino, procurando alcanzar un equilibrio entre sus diferentes elementos.

**Distribución direccional de las corrientes de tránsito:** La intensidad del tránsito durante la hora pico en una carretera de dos carriles muestra el volumen del tránsito en ambos sentidos de circulación de ahí que resulte necesario afectarlo por un factor adicional, que refleje la desigual distribución a lo largo del día de las corrientes del tránsito en ambas direcciones.

**Composición del Tránsito:** Depende del tipo de servicio y la localización de una carretera, es indispensable tomar en debida cuenta que los vehículos pesados pueden llegar a alcanzar una incidencia significativa en la composición del flujo vehicular influenciando según su relevancia porcentual en forma más o menos determinante, el diseño geométrico de las carreteras y espesores de pavimentos.

**Las proyecciones de la demanda del tránsito:** En las carreteras regionales se recomienda adoptar un periodo de proyección de 15 años como la base para el diseño, aunque se acepta que para proyectos de reconstrucción o rehabilitación de las carreteras se puede reducir dicho horizonte a un máximo de 10 años.

### **Tipos de estaciones de conteo vehicular**

**Estaciones permanentes:** Se realizan aforos dos veces al año durante 24 horas, de esta forma se conoce la intensidad del tráfico durante los periodos de verano e invierno. Estas estaciones permiten un conocimiento de las variaciones típicas del tráfico (estacionales, semanales y diarias) y de las frecuencias de las intensidades



horarias a lo largo del año, así como la obtención de las tendencias del tráfico.

**Estaciones sumarias:** Se realiza como mínima un aforo anual durante doce horas diarias (de 6:00am a 6:00 pm) en periodos de tres días generalmente en todo el transcurso del año, y se efectúa en época de verano o invierno. Se realiza aforos en caminos que aún no han sido pavimentados, pero que tienen afluencia de vehículos moderado.

**Estaciones de control:** Tienen por objeto conocer las variaciones diarias, semanales y estacionales para establecer leyes que pueden aplicarse a un grupo de estaciones similares o afines. En nuestro país estas estaciones se realizan en camino de adoquinado y asfalto, en tramos donde el tráfico es menor que en una estación permanente. Su principal función es de llevar un control de las estaciones permanentes.

#### **3.3.4. Resultados del estudio de transito:**

A continuación se presenta la memoria de cálculos del aforo manual que se realizó en la calle central del municipio de Moyogalpa (Isla de Ometepe), que determino el volumen vehicular en un periodo de 12 horas por día (de 6 am a 6 pm), para cuantificar el número de vehículos que circulan por ese punto. Se realizó durante 3 días (jueves, viernes, sábado) de la semana del 28 de abril y se proyectó para una semana.

Con el aforo manual se clasificaron los vehículos por su tipo y numero de ellos, el recuento se dividió en 30 minutos y así se llenaron las hojas de campos para la clasificación de ellos, siendo las motos las que más destacaron en el recuento. También se determinó la cantidad de vehículos que transitan por sentido de circulación (De oeste-este o este-oeste), teniendo presente el tipo de vehículo. Esto con el fin de determinar el factor de distribución direccional.



Primeramente se presentan las siguientes tablas (Tabla III.3.7, III.3.8 y III.3.9. Aforo vehicular realizado en la calle central del Municipio de Moyogalpa, Isla de Ometepe), las cuales contienen los datos obtenidos de los volúmenes de tránsito durante los tres días de aforo en intervalos de 30 minutos, luego la siguiente tabla (Tabla III.3.10. Tráfico promedio diario) presenta el cálculo del tráfico promedio diario de 12 horas en intervalos de 30 minutos, según el tipo de vehículo y en total de vehículos mixtos.

También en la siguiente tabla (Tabla III.3.11. Vehículos por sentido de circulación), se presentó la cantidad de vehículos que transitan por sentido de circulación (De oeste-este o este-oeste). Para así determinar el factor de distribución que se presenta en la tabla (Tabla III.3.12. Determinación del factor de distribución).

Luego se muestra en dos gráficos la distribución del tránsito según su clasificación y en la otra el flujo vehicular vs tiempo (Gráfica III.3.4. Distribución del tránsito según su clasificación y Gráfica III.3.5. Flujo vehicular vs tiempo), para poder determinar el VHMD Y el FHMD respectivamente.

$$FHMD = \frac{VHMD}{N(q_{max})} = \frac{99 + 110 + 116 + 92}{(4)(116)} = \frac{417}{464}$$

$$FHMD = 0.89$$
$$VHMD = 417$$

Y para concluir se calculó una tasa de crecimiento vehicular proyectada a 25 años, que es la vida útil de este tipo de pavimento para determinar la cantidad de vehículos que circulan al año aproximadamente.



Jueves 28 de abril

INTERVALO DE TIEMPO		MOTOS	VEHICULO DE PASAJEROS					VEHICULO DE CARGA				OTROS	TOTAL MIXTOS
DE:	A:		AUTO	JEEP	CAMIONETA	MICROBUS	BUS	LIVIANO DE CARGA	C-2	C-3	Tx-Sx<4		
06:00	06:30	18	2	0	1	0	2	1	0	0	0	15	39
06:30	07:00	37	2	1	2	2	2	3	0	0	0	17	66
07:00	07:30	41	7	0	0	3	4	0	0	0	0	20	75
07:30	08:00	41	3	0	4	2	0	2	0	0	0	26	78
08:00	08:30	45	9	0	2	0	2	0	1	0	0	22	81
08:30	09:00	48	3	0	2	0	6	2	0	0	0	21	82
09:00	09:30	40	2	1	0	2	2	1	0	2	0	23	73
09:30	10:00	37	1	0	8	0	6	0	0	0	1	24	77
10:00	10:30	46	5	0	3	0	4	2	0	0	0	17	77
10:30	11:00	50	6	2	1	4	0	1	0	0	0	22	86
11:00	11:30	37	4	0	0	0	2	2	0	0	0	24	69
11:30	12:00	44	4	1	0	2	4	0	1	0	0	25	81
12:00	12:30	67	2	1	7	2	2	1	0	0	0	25	107
12:30	13:00	62	8	2	2	2	6	5	0	0	0	20	107
13:00	13:30	41	4	2	4	2	0	2	0	0	0	30	85
13:30	14:00	47	6	0	0	0	2	0	0	1	0	27	83
14:00	14:30	50	2	2	2	2	2	2	0	0	1	23	86
14:30	15:00	44	4	3	6	0	6	0	0	0	0	26	89
15:00	15:30	37	3	0	6	1	0	2	0	0	0	17	66
15:30	16:00	54	1	0	0	2	4	1	0	0	0	26	88
16:00	16:30	42	7	3	8	0	4	0	0	0	0	33	97
16:30	17:00	56	4	0	2	0	2	3	0	0	1	22	90
17:00	17:30	48	2	1	0	2	4	1	0	0	0	28	86
17:30	18:00	52	4	0	2	0	0	2	0	0	0	22	82
SUB-TOTAL=		1084	95	19	62	28	66	33	2	3	3	555	1950

Tabla III.3.7. Aforo vehicular realizado el jueves 28 de abril del 2016 en la calle central del Municipio de Moyogalpa, Isla de Ometepe.



Viernes 29 de abril													
INTERVALO DE TIEMPO		MOTOS	VEHICULO DE PASAJEROS					VEHICULO DE CARGA				OTROS	SUMA TOTAL
DE:	A:		AUTO	JEEP	CAMIONETA	MICROBUS	BUS	LIVIANO DE CARGA	C-2	C-3	Tx-Sx<4		
06:00	06:30	26	1	0	0	0	0	2	0	0	0	22	51
06:30	07:00	34	2	0	1	12	2	1	0	0	0	22	74
07:00	07:30	28	2	1	2	2	2	2	0	0	1	35	75
07:30	08:00	33	5	2	2	0	2	1	0	0	0	24	69
08:00	08:30	42	3	1	3	2	0	3	0	0	0	36	90
08:30	09:00	35	2	0	2	2	3	0	0	0	0	34	78
09:00	09:30	41	4	0	0	2	2	0	0	0	0	24	73
09:30	10:00	42	3	0	2	0	2	2	0	0	0	28	79
10:00	10:30	48	7	1	3	2	2	0	1	0	0	22	86
10:30	11:00	46	4	0	4	0	0	0	0	0	0	26	80
11:00	11:30	52	3	0	0	3	4	2	0	0	0	30	94
11:30	12:00	66	2	0	2	0	2	2	0	0	0	26	100
12:00	12:30	45	2	2	2	2	2	3	0	0	0	34	92
12:30	13:00	61	4	1	2	2	4	2	0	0	0	28	104
13:00	13:30	48	3	2	4	0	0	1	0	0	0	30	88
13:30	14:00	52	0	2	0	2	2	0	1	0	0	20	79
14:00	14:30	44	3	0	1	3	0	1	0	0	0	27	79
14:30	15:00	42	2	0	0	0	2	3	0	0	0	23	72
15:00	15:30	52	3	0	1	3	0	0	0	0	0	24	83
15:30	16:00	42	2	0	0	0	2	0	0	0	0	32	78
16:00	16:30	48	2	1	2	2	2	2	0	0	0	25	84
16:30	17:00	46	2	0	2	0	0	3	0	0	0	28	81
17:00	17:30	46	4	0	5	2	2	2	0	0	0	26	87
17:30	18:00	64	2	0	6	0	4	0	0	0	0	33	109
SUB-TOTAL=		1083	67	13	46	41	41	32	2	0	1	659	1985

Tabla III.3.8. Aforo vehicular realizado el viernes 29 de abril del 2016 en la calle central del Municipio de Moyogalpa, Isla de Ometepe.



Sábado 30 de abril

INTERVALO DE TIEMPO		MOTOS	VEHICULO DE PASAJEROS					VEHICULO DE CARGA				OTROS	SUMA TOTAL
DE:	A:		AUTO	JEEP	CAMIONETA	MICROBUS	BUS	LIVIANO DE CARGA	C-2	C-3	Tx-Sx<4		
06:00	06:30	23	0	0	1	0	0	1	0	0	0	24	49
06:30	07:00	24	3	1	0	2	2	2	0	0	0	29	63
07:00	07:30	34	1	0	1	3	4	3	0	2	0	30	78
07:30	08:00	27	2	1	2	0	4	2	0	0	0	34	72
08:00	08:30	43	4	2	3	0	0	1	0	0	0	28	81
08:30	09:00	37	2	0	2	3	4	0	0	0	1	32	81
09:00	09:30	34	2	1	0	0	3	2	0	0	0	28	70
09:30	10:00	43	3	0	1	2	4	3	0	0	0	32	88
10:00	10:30	44	1	1	2	4	5	0	2	0	0	24	83
10:30	11:00	35	2	0	1	0	0	0	0	0	0	32	70
11:00	11:30	44	3	3	0	3	2	0	0	0	0	37	92
11:30	12:00	52	4	0	2	0	4	2	0	1	0	36	101
12:00	12:30	56	2	2	1	3	3	0	0	0	0	53	120
12:30	13:00	64	4	1	1	5	4	2	1	0	0	45	127
13:00	13:30	50	1	2	0	2	0	3	0	0	0	37	95
13:30	14:00	44	0	1	1	0	2	0	0	0	0	31	79
14:00	14:30	46	1	0	1	2	0	2	0	0	0	30	82
14:30	15:00	46	2	0	0	0	2	1	0	0	0	34	85
15:00	15:30	53	2	2	0	2	0	2	0	0	0	26	87
15:30	16:00	42	1	0	0	0	4	0	0	0	0	32	79
16:00	16:30	38	3	2	2	3	3	4	0	0	0	37	92
16:30	17:00	46	0	0	2	0	0	5	0	0	0	32	85
17:00	17:30	43	3	1	2	4	4	2	0	0	0	40	99
17:30	18:00	50	0	0	3	0	3	0	0	0	0	39	95
SUB-TOTAL=		1018	46	20	28	38	57	37	3	3	1	802	2053

Tabla III.3.9. Aforo vehicular realizado el sábado 30 de abril del 2016 en la calle central del Municipio de Moyogalpa, Isla de Ometepe.



Tabla III.3.10. Trafico promedio diario.

TPD														
INTERVALO DE TIEMPO		MOTOS	VEHICULO DE PASAJEROS					VEHICULO DE CARGA					OTROS	SUMA TOTAL
DE:	A:		AUTO	JEEP	CAMIONETA	MICROBUS	BUS	LIVIANO DE CARGA	C-2	C-3	Tx-Sx<4			
06:00	06:30	23	1	0	1	0	1	2	0	0	0	21	49	
06:30	07:00	32	3	1	1	6	2	2	0	0	0	23	70	
07:00	07:30	35	4	1	1	3	4	2	0	1	1	29	81	
07:30	08:00	34	4	1	3	1	2	2	0	0	0	28	75	
08:00	08:30	44	6	1	3	1	1	2	1	0	0	29	88	
08:30	09:00	40	3	0	2	2	5	1	0	0	1	29	83	
09:00	09:30	39	3	1	0	2	3	1	0	1	0	25	75	
09:30	10:00	41	3	0	4	1	4	2	0	0	1	28	84	
10:00	10:30	46	5	1	3	2	4	1	1	0	0	21	84	
10:30	11:00	44	4	1	2	2	0	1	0	0	0	27	81	
11:00	11:30	45	4	1	0	2	3	2	0	0	0	31	88	
11:30	12:00	54	4	1	2	1	4	2	1	1	0	29	99	
12:00	12:30	56	2	2	4	3	3	2	0	0	0	38	110	
12:30	13:00	63	6	2	2	3	5	3	1	0	0	31	116	
13:00	13:30	47	3	2	3	2	0	2	0	0	0	33	92	
13:30	14:00	48	2	1	1	1	2	0	1	1	0	26	83	
14:00	14:30	47	2	1	2	3	1	2	0	0	1	27	86	
14:30	15:00	44	3	1	2	0	4	2	0	0	0	28	84	
15:00	15:30	48	3	1	3	2	0	2	0	0	0	23	82	
15:30	16:00	46	2	0	0	1	4	1	0	0	0	30	84	
16:00	16:30	43	4	2	4	2	3	2	0	0	0	32	92	
16:30	17:00	50	2	0	2	0	1	4	0	0	1	28	88	
17:00	17:30	46	3	1	3	3	4	2	0	0	0	32	94	
17:30	18:00	56	2	0	4	0	3	1	0	0	0	32	98	
SUB-TOTAL=		1071	78	22	52	43	63	43	5	4	5	680	2066	

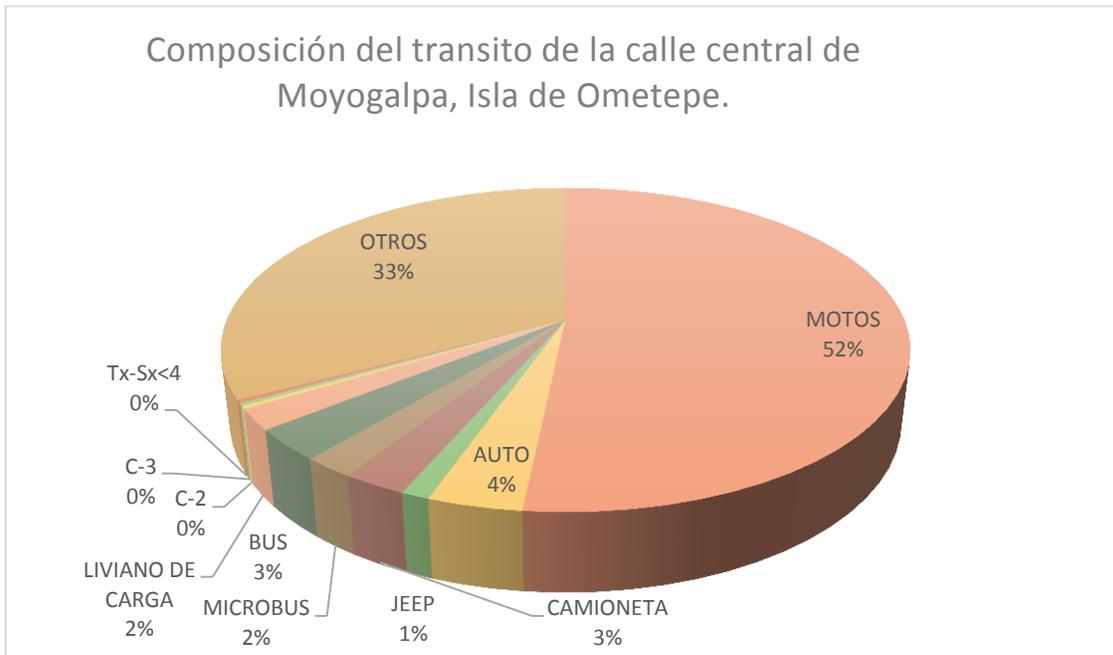


Tipo de vehículo	MOTOS		VEHICULO DE PASAJEROS										VEHICULO DE CARGA						OTROS		VEHÍCULOS MIXTOS			
			AUTO		JEEP		CAMIONETA		MICROBUS		BUS		LIVIANO DE CARGA		C-2		C-3					Tx-Sx<4		
sentido	E-O	O-E	E-O	O-E	E-O	O-E	E-O	O-E	E-O	O-E	E-O	O-E	E-O	O-E	E-O	O-E	E-O	O-E	E-O	O-E	E-O	O-E	E-O	O-E
Aforo 1	554	530	52	43	10	9	30	32	15	13	33	33	17	16	1	1	2	1	2	1	277	278	1950	
Aforo 2	543	540	35	32	8	5	23	23	21	20	21	20	16	16	1	1	0	0	1	0	330	329	1985	
Aforo 3	509	509	23	23	10	10	14	14	19	19	29	28	19	18	2	1	2	1	1	0	401	401	2053	
Sub-total	1606	1579	110	98	28	24	67	69	55	52	83	81	52	50	4	3	4	2	4	1	1008	1008	5988	
Total	5988 Vehículos mixtos durante los tres días de aforo																							
Cantidad de vehículos en el sentido E-O: 3,021 ; VEHÍCULOS: 51%																								
Cantidad de vehículos en el sentido O-E: 2,967 ; VEHÍCULOS: 49%																								

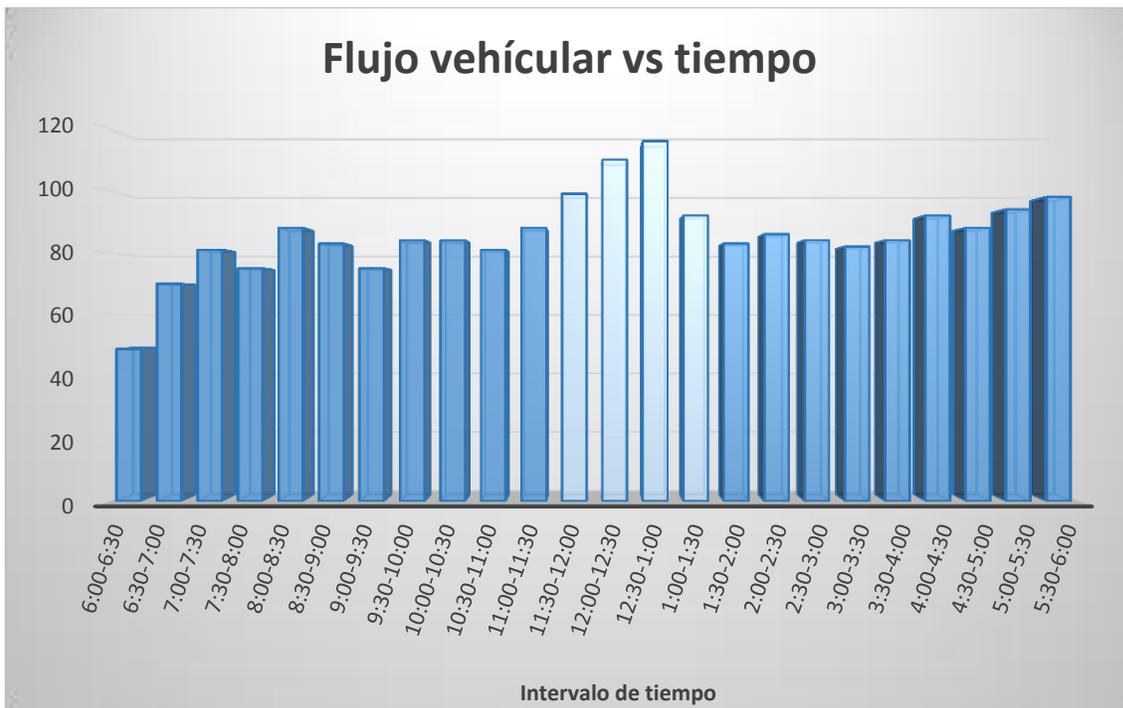
Tabla III.3.11. Vehículos por sentido de circulación

PROMEDIO TOTAL DE VEHÍCULOS DIARIOS											
	MOTOS	VEHICULO DE PASAJEROS					VEHICULO DE CARGA				OTROS
		AUTO	JEEP	CAMIONETA	MICROBUS	BUS	LIVIANO DE CARGA	C-2	C-3	Tx-Sx<4	
TP(D) AMBOS SENTIDOS	1071	78	22	52	43	63	43	5	4	5	680
FACTOR DISTRIBUCIÓN DIRECCIONAL (FC)	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51
TP(D)POR SENTIDO DE CIRCULACIÓN	547	40	12	27	22	33	22	3	3	3	347

Tabla III.3.12. Determinación del factor de distribución.



Grafica III.3.4. Distribución del tránsito según su clasificación.



Grafica III.3.5. Flujo vehicular vs tiempo.



Mejoramiento vial de 910 metros lineales con concreto hidraulico de la calle central del Municipio de Moyogalpa, Isla de Ometepe, Departamento de Rivas.

TRAMO: CALLE CENTRAL DEL MUNICIPIO DE MOYOGALPA; DÍAS AFORADOS: 3; MES: MAYO 2016.												
GRUPOS	MOTOS	VEHÍCULOS DE PASAJEROS					OTROS	VEHÍCULOS DE CARGA				TOTAL
		AUTOS	JEEP	CAMIONETA	MICROBUS	BUS		L.C	C-2	C-3	Tx-Sx<4	
TP(D)	547	40	12	27	22	33	347	22	3	3	3	1059
FACTOR DÍA	1.26	1.45	1.24	1.28	1.29	1.25	1.09	1.21	1.22	1.11	1.13	
FACTOR SEMANA	0.98	1.08	1.12	1.03	0.99	0.95	0.99	0.94	0.86	0.84	1	
FACTOR TEMPORADA	1	1.02	1.05	1.05	1.01	1	1.28	1.16	1.09	0.94	1	

Tabla III.3.13. Factores de aforo de tránsito vehicular realizado por el MTI.

LOS FACTORES DE EXPANSIÓN FUERON TOMADOS DE EL ESTUDIO DE TRANSITO REALIZADO POR EL MTI EN EL 2014.

TRAFICO PROMEDIO DIARIO (TPD) Correspondiente a los años 2000, 2005, 2008 y 2014.					
AÑO	2000	2005	2008	2014	2016
TPD	254	285	845	1604	2053

**Fuente:** Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI), Anuario de aforos 2014.

CALCULO DE TAZA DE CRECIMIENTO VEHÍCULAR

$$T_c = ((TPD_a / TPD_o)^{(1/n)}) - 1$$

Tc(2000-2005)=	0.02
Tc(2005-2008)=	0.43
Tc(2014-2008)=	0.11
Tc(2016-2014)=	0.13

Se promediaron los valores obtenidos en Tc, y se obtuvo un valor de 0.17 que será utilizado como el valor de la tasa de crecimiento.



Se proyectara el tráfico promedio diario anual a 25 años, ya que se considera la vida útil que el pavimento de concreto hidráulico presenta.

$$Fs_n = FS (1 + i)^n$$

$$Fs_{25} = 1996 (1 + 0.17)^{25} = 101,114 \text{ Veh/año.}$$

Flujo de máxima demanda actual:

$$FS = VHMD / FHMD * fc$$

$$FS = 417 / 0.89 = (469) * (0.51) = 240 \text{ Veh/h.}$$

Nivel de servicio proyectado a 25 años (Tasa de crecimiento vehicular  $i=0.17$ ):

$$Fs_n = FS (1 + i)^n$$

$$Fs_{25} = 240 (1 + 0.17)^{25} = 12,158 \text{ Veh/h.}$$

Nivel de servicio de la calle.

Características de la vía:

Velocidad de proyecto	30KPH
Terreno	Plano
Longitud de rebase restringida	40 %
Distribución direccional	51/49
Ancho de carril	3.5

Características del tráfico:

VHMD 417 Veh/h.

FHDM 0.89.

Composición del tráfico:

Livianos	95%
Camiones (PT)	2%
Buses (PB)	3%



Determinación de la relación volumen/capacidad ( $v/c$ ).

$$(v/c)_A = 0.09$$

$$(v/c)_B = 0.21$$

$$(v/c)_C = 0.36$$

$$(v/c)_D = 0.60$$

$$(v/c)_E = 1.00$$

Factor de distribución direccional ( $f_d$ )

$$f_{d(51/49)} = 1.00 \quad \text{El valor más próximo es (50/50)}$$

Factor de ajuste por ancho de carril ( $f_w$ )

Se trabajó con los valores más próximos a 3.5 m, que es el valor correspondiente al ancho de carril. Por lo tanto:

$$f_{wA-D} = 0.75.$$

$$f_{wE} = 0.88.$$

Factor de vehículos pesados ( $f_{hv}$ )

$$f_{hv} = \frac{1}{1 + PT(ET - 1) + PB(EB - 1) + PR(ER - 1)}$$

Porcentaje de camiones:  $PT = 0.02$ .

Porcentaje de auto buses:  $PB = 0.03$ .

Porcentaje de vehículos recreativos:  $PR = 0$ .

Por tanto la ecuación se reduce a:  $f_{hv} = \frac{1}{1 + PT(ET - 1) + PB(EB - 1)}$

$$ET_A = 2.0.$$

$$ET_{B-C} = 2.2.$$

$$ET_{D-E} = 2.0.$$



Mejoramiento vial de 910 metros lineales con concreto hidraulico de la calle central del Municipio de Moyogalpa, Isla de Ometepe, Departamento de Rivas.

$$EB_A = 1.8.$$

$$EB_{B-C} = 2.0.$$

$$EB_{D-E} = 1.6.$$

Utilizando la ecuación modificada  $f_{hv} = \frac{1}{1+PT(ET-1)+PB(EB-1)}$ , se obtiene:

$$f_{hv}(A) = 0.958$$

$$f_{hv}(B - C) = 0.949$$

$$f_{hv}(D - E) = 0.963$$



### **3.4. ESTUDIO HIDROLOGICO.**

Como en todo proyecto vial estará sometido a los daños que ocasionan los fenómenos naturales en lo cual se tiene que estudiar diferentes aspectos como por ejemplo, la ocurrencia de inundación es gobernada por cambios. El cambio de inundación es descrito por un análisis estadístico de historia de inundación en la cuenca en materia o en cuencas similares. Porque no es económicamente factible diseñar una estructura para la escorrentía máxima posible de una Cuenca, el diseñador debe escoger una frecuencia de diseño apropiada a la estructura.

Ha habido muchas metodologías desarrolladas para estimar el volumen de escorrentía, la tasa pico de la lluvia y el hidrograma de escorrentía, de la superficie de la tierra bajo una variedad de condiciones. Hay una amplia variedad de programas y modelos de computadora disponibles para realizar los cálculos de caudales de lluvia. Los modelos de computadora usan uno o más metodologías de cálculos para estimar las características de la escorrentía. Los procedimientos más comúnmente usados en los modelos de computadora son los mismos que se presentaran abajo. En el análisis hidrológico de un sitio de desarrollo, hay un número de factores variables que afectan la naturaleza de la escorrentía de lluvia del sitio. Algunos de los factores que necesitan ser considerados incluye:

- Cantidad de escorrentía y distribución de la lluvia.
- Tamaño del área de drenaje, forma y orientación.
- Cobertura vegetal y tipo de suelo.
- Pendientes del terreno y canales de corriente.
- Potencial de almacenaje.
- Desarrollo potencial de la Cuenca.
- Características del sistema de drenaje local.



**Cuenca:** Se define como cuenca hidrológica a la zona del terreno en la que el agua, los sedimentos y los materiales disueltos drenan hacia un punto en común. La medición de la cuenca se determina con planos topográficos o preferiblemente planos geodésicos está delimitada por una línea imaginaria llamada parte aguas, que es el lugar geométrico de todos los puntos de mayor nivel topográfico que divide el escurrimiento entre cuencas adyacentes.

- **Características físicas de una cuenca:**

**Área:** El área de la cuenca está definida como la proyección horizontal de toda la cuenca delimitada por la divisoria de aguas, conocida también como área de recepción o drenaje. Se expresa en hectáreas si la cuenca es pequeña o en kilómetros cuadrados cuando es mayor, generalmente se trabaja con una sola cifra decimal.

**Perímetro:** El perímetro de la cuenca se refiere a la longitud de la divisoria de aguas. Es característico para cada cuenca, pues su magnitud será diferente aun cuando su área sea igual a otra.

**Elevaciones máximas y mínimas:** La influencia de la respuesta hidrológica de la cuenca es importante, puesto que a mayores pendientes corresponden mayores velocidades del agua en las corrientes y menor será el tiempo de concentración de la cuenca.

**Longitud del cauce principal:** Es la longitud del canal natural o superficial más largo dentro de la cuenca.

**Criterios para el trazo del parte aguas:**

- 1.-Seleccionar los puntos más elevados del entorno físico de la cuenca.
- 2.-Definición del sistema de drenaje superficial y del cauce más largo.



3.-Determinación del punto de interés.

4.- La línea divisoria corta ortogonalmente a las curvas de nivel.

5.- Cuando la divisoria va aumentando su altitud, corta las curvas de nivel por su parte convexa.

6.- Cuando la altitud va disminuyendo, la divisoria corta las curvas de nivel por su parte cóncava.

7.- Como comprobación la línea divisoria nunca debe cortar a un río, arrollo o vaguada, excepto en el punto en el que se quiere obtener su divisoria o punto de interés.

El método que se va a utilizar para determinar la escorrentía que pasa por la calle en estudio es el método racional que es utilizado para áreas menores a los 10 Km<sup>2</sup>.

**Caudal:** Se define como caudal al volumen de agua que circula por el cauce de un río en un lugar y tiempo determinados. Se refiere fundamentalmente al volumen hidráulico de la escorrentía de una cuenca hidrográfica concentrada en el río principal de la misma.

### METODO RACIONAL

Estima el caudal máximo a partir de la precipitación, abarcando todas las abstracciones en un solo coeficiente  $c$  (coeficiente de escorrentía) estimado sobre la base de las características de la cuenca. Para calcular el Caudal máximo de aguas de lluvias de acuerdo con el Método racional se utiliza la ecuación:

$$Q = 0.2778 CiA$$

Donde:

$Q$  = Caudal máximo de aguas lluvias (L/s).

$C$  = Coeficiente de escorrentía (adimensional).



$i$  = Intensidad de la Lluvia de Diseño, con duración igual al tiempo de concentración de la cuenca y con frecuencia igual al período de retorno seleccionado para el diseño (Curvas de I-D-F) [mm/h].

$A$  = Área tributaria (ha).

El coeficiente de escorrentía tiene en cuenta el Coeficiente de impermeabilidad que está relacionado con el tipo de superficie del área de drenaje, además de involucrar la pendiente promedio de la cuenca de drenaje como se muestra en la ecuación:

$$C = 0.14 + 0.65 * I + 0.05 * S$$

Donde:

$I$  = Coeficiente de impermeabilidad (adimensional).

$S$  = Pendiente promedio del área tributaria (m/m).

El valor del coeficiente de escorrentía se establecerá de acuerdo a las características hidrológicas y geomorfológicas de las quebradas cuyos cursos interceptan el alineamiento de la carretera en estudio. En virtud a ello, los coeficientes de escorrentía variarán según dichas características.

El Método Racional es aceptable para áreas de drenaje menores de 10 km<sup>2</sup>, Para sistemas de drenaje grandes son necesarios los métodos de hidrógrafos (TR-55, HEC-1 o TR-20) y Servicio de Conservación de Suelos (SCS, ahora conocido como Natural Resources Conservation Service) de escorrentía, número de curva. Hay dos excepciones para los 10 km<sup>2</sup> para el Método Racional. Una excepción es si el Método Racional es usado para la modelación hidrológica e hidráulica y diseño de una red de alcantarillas de lluvia y la red de alcantarillado pluvial. La segunda excepción es para el cálculo de una descarga pico versus la capacidad hidráulica de una calle. El Método Racional está basado en las siguientes suposiciones para la determinación de la descarga pico:



- La duración de la lluvia es igual al tiempo de concentración.
- El período de retorno, o frecuencia, de la descarga pico calculada, es el mismo, Como el período de retorno para la tormenta de diseño.
- El coeficiente de escorrentía no varía durante una lluvia y las características necesarias de la cuenca pueden ser identificadas.
- La intensidad de la lluvia es constante durante la duración de la lluvia, y es uniforme sobre toda el área de drenaje bajo consideración.
- La descarga pico calculada en el punto de diseño está en función de la tasa de lluvia promedio durante el tiempo de concentración de ese punto.

**Duración de la lluvia:** Es el tiempo que tarda esta 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.

**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.

### **3.4.1. Resultados del Estudio Hidrológico:**

#### **Cálculo del caudal de diseño a través del método racional**

Para poder calcular el caudal de diseño hay que encontrar el coeficiente de escorrentía medio ponderado de la cuenca, la intensidad de lluvia media máxima y el área tributaria de la cuenca.

El coeficiente de escorrentía se obtuvo de la tabla basada en la naturaleza del área drenada por nuestro tipo de suelo, la pendiente del terreno y el tipo de uso del suelo que se presenta a continuación:



Los datos obtenidos de la tabla A.3 de anexos fueron los siguientes:

Uso de suelo: 0.2.

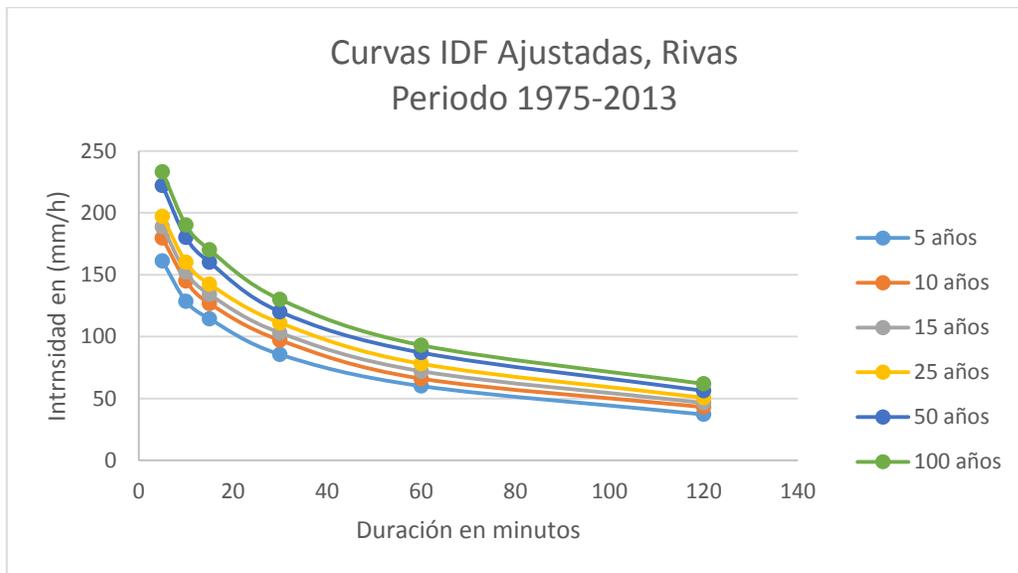
Tipo de suelo: 1,25.

Pendiente del terreno: 1.5.

Por lo tanto nuestro coeficiente de escorrentía es:

$$C = Us \times Ts \times Pt = 0.2 * 1.25 * 1.5 = 0.375.$$

La Intensidad de lluvia se toma en base a los registros Pluviográficos y Curvas IDF de la Estación Pluviométrica de Rivas, con período de 1975 a 2013, tomando una intensidad máxima para un período de retorno de 15 años y un tiempo de 5 minutos. Ya que es la más cercana a la zona de estudio.



Grafica III.3.6. Curvas IDF Ajustadas, Rivas. (Periodo 1975-2013).



Intensidad en (mm/h) obtenidas del ajuste						
Periodo de Retorno	Duración en minutos					
	5	10	15	30	60	120
5 años	161	128.5	114.31	85.5	60	37.05
10 años	179.5	145	126.68	97	66	43.04
15 años	188.5	152	134	103	72	46.41
25 años	197	160	142.3	111	78	50.59
50 años	222	180	160	120	87	56.2
100 años	233	190	170	130	93	61.77

Tabla III.3.14. Intensidad en (mm/h) obtenidos del ajuste.

Se obtuvieron los siguientes parámetros de ajuste a partir de la curva de Intensidad, Duración y Frecuencia IDF de la estación meteorológica de Rivas, para el tiempo de retorno de 15 años.

T: Años	A	b	d
15 Años	1200.807	0.675	11.0

Y se implementaron en la ecuación siguiente:

$$I = \frac{A}{(Tr + d)^b}$$

$$I = \frac{1200.807}{(15 + 11)^{0.675}} = 133.16 \frac{mm}{h}$$

El Área de la cuenca, se obtuvo una vez delimitada la cuenca en ArcGIS que se presenta en los anexos (figura A.11), esto nos permitió conocer también el perímetro, la longitud y las pendientes máximas y mínimas. Y se obtuvieron los datos siguientes:

A = 0.048 Km<sup>2</sup>; 48000 m<sup>2</sup>; 4.8 hectáreas.

P=1,059 m; 1.1 Km.



$L = 520 \text{ m}; 0.52 \text{ Km.}$

$H_{\text{máx}} = 58\text{m}; H_{\text{min}} = 35\text{m.}$

Con los datos anteriores se calcularon los siguientes factores para poder encontrar el tiempo de concentración:

$$Kc = 0,282 \left( \frac{P}{\sqrt{A}} \right)$$

$$Kc = 0,282 \left( \frac{1,1}{\sqrt{0.048}} \right)$$

$$Kc = 0,282 \left( \frac{1059}{220} \right)$$

$$Kc = 0,282 (4.8)$$

$$Kc = 1.354.$$

Factor de forma:

$$Kf = \frac{A}{L^2}$$

$$Kf = \frac{0.048}{(0.52)^2} = 0.18.$$

Pendiente:

$$Sc = \frac{H_{\text{máx}} - H_{\text{min}}}{Lc}$$

$$Sc = \frac{58\text{m} - 35\text{m}}{520\text{m}}$$

$$Sc = 0.04 * 100 = 4\%$$

Ecuación del PHC (Tiempo de concentración):

$$tc = 0.0041 \left( \frac{3.28 * L}{\sqrt{Sc}} \right)^{0.77}$$

$$tc = 0.0041 \left( \frac{3.28 * 520}{\sqrt{0.04}} \right)^{0.77}$$



Mejoramiento vial de 910 metros lineales con concreto hidráulico de la calle central del Municipio de Moyogalpa, Isla de Ometepe, Departamento de Rivas.

$$tc = 0.0041 \left( \frac{1705.6}{0.2} \right)^{0.77}$$

$$tc = 0.0041 (8528)^{0.77}$$

$$tc = 4.4 = 5 \text{ min.}$$

Por último se calculó el caudal de diseño que dio:

$$Q = 0.2778 (0.375) (133.16) (0.048) = 0,66 \text{ m}^3/\text{s.}$$

En conclusión los datos obtenidos para determinar el caudal de diseño de la superficie de aporte en el tramo de estudio del Municipio de Moyogalpa son los siguientes:

Estación	Área	L	Hmáx	Hmin	Sc	Tc	I	C	Caudal
De 0+000	(m <sup>2</sup> )	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(min)	(mm/h)		(m <sup>3</sup> /seg)
A 0+910	48000	520	58	35	0.04	4.4	133.16	0.375	0.66

Tabla III.3.15. Datos obtenidos por el estudio hidrológico.



#### IV. CAPITULO 4. ESTUDIOS TÉCNICOS.

##### 4.1. CALCULO DE ESPESORES PARA LA ESTRUCTURA DE UN PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRAULICO.

###### 4.1.1. Método de Diseño estructural (AASHTO-93)

Para calcular los espesores para la estructura de pavimento de concreto hidráulico se tomó en cuenta el método de diseño de la AASHTO-93. Las capas que conforman el pavimento rígido son: Subrasante, subbase, y losa o superficie de rodadura como se muestra en la siguiente figura:

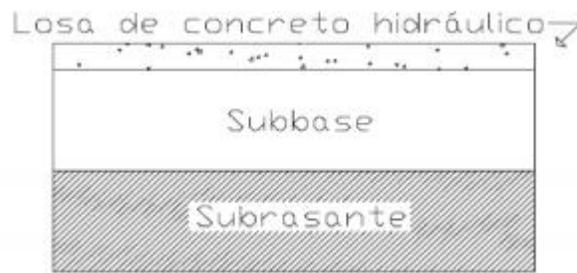


Figura IV.4.6. Capas de una estructura de pavimento con concreto hidráulico.

**Subrasante.-** Es la capa de terreno de una carretera que soporta la estructura de pavimento y que se extiende hasta una profundidad que no afecte la carga de diseño que corresponde al tránsito previsto. Esta capa puede estar formada en corte o relleno y una vez compactada debe tener las secciones transversales y pendientes especificadas en los planos finales de diseño. El espesor de pavimento dependerá en gran parte de la calidad de la subrasante, por lo que ésta debe cumplir con los requisitos de resistencia, incompresibilidad e inmunidad a la expansión y contracción por efectos de la humedad, por consiguiente, el diseño de un pavimento es esencialmente el ajuste de la carga de diseño por rueda a la capacidad de la subrasante. Se considera como la cimentación del pavimento y una de sus funciones principales es la de soportar



las cargas que transmite el pavimento y darle sustentación, así como evitar que el terraplén contamine al pavimento y que sea absorbido por las terracerías.

**Subbase.-** Es la capa de la estructura de pavimento destinada fundamentalmente a soportar, transmitir y distribuir con uniformidad las cargas aplicadas a la superficie de rodadura de pavimento, de tal manera que la capa de subrasante la pueda soportar absorbiendo las variaciones inherentes a dicho suelo que puedan afectar a la subbase. La subbase debe controlar los cambios de volumen y elasticidad que serían dañinos para el pavimento.

**Losa (superficie de rodadura).-** Es la capa superior de la estructura de pavimento, construida con concreto hidráulico, por lo que debido a su rigidez y alto módulo de elasticidad, basan su capacidad portante en la losa, más que en la capacidad de la subrasante, dado que no usan capa de base.

Para el procedimiento de diseño de pavimento rígido se seguirá el método AASTHO que se presenta a continuación: La fórmula general para el diseño de pavimentos rígidos está basada en los resultados obtenidos de la prueba **AASHTO-93**.

El procedimiento de diseño normal es suponer un espesor de pavimento e iniciar a realizar tanteos, con el espesor supuesto calcular los ejes equivalentes y posteriormente evaluar todos los factores adicionales de diseño, si se cumple en equilibrio en la ecuación el espesor supuesto es resultado del problema, de lo contrario se debe de seguir haciendo tanteos.

**Las variables de diseño de un pavimento rígido son:**

- a) Espesor.
- b) Serviciabilidad.



- c) Tránsito.
- d) Transferencia de carga.
- e) Propiedades del concreto.
- f) Resistencia a la sub-rasante.
- g) Drenaje.
- h) Confiabilidad.

**El espesor** del pavimento de concreto es la variable que se pretende determinar al realizar un diseño, el resultado del espesor se ve afectado por todas las demás variables que interviene en los cálculos.

**La serviciabilidad** se define como la habilidad del pavimento de servir al tipo de tráfico (Autos y camiones) que circulan en la vía, se mide en una escala del 0 al 5 en donde 0 (Cero) significa una calificación para pavimento intransitable y 5 (cinco) para un pavimento excelente. La serviciabilidad es una medida subjetiva de la calificación del pavimento, sin embargo la tendencia es poder definirla con parámetros medibles.

Índice de servicio	Calificación
5	excelente
4	Muy bueno
<b>3</b>	<b>Bueno</b>
2	Regular
1	Malo
0	Intransitable

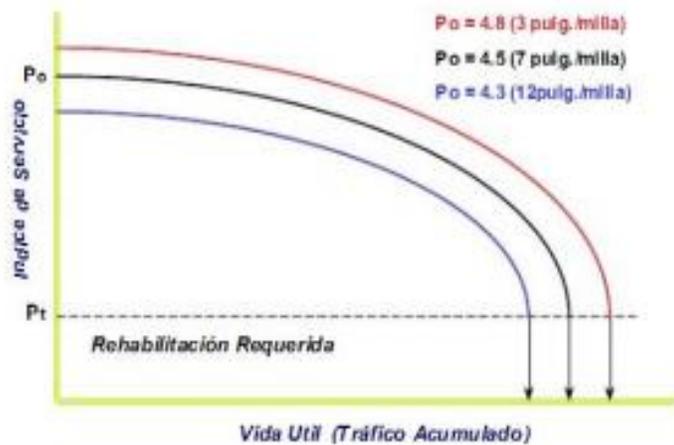
Tabla IV.4.1. Tabla de índices de servicio.

El índice de serviciabilidad inicial ( $P_o$ ) es la condición que tiene un pavimento inmediatamente después de la construcción del mismo, para su elección es



necesario considerar los métodos de construcción, ya que de esto depende la calidad del pavimento. Usando buenas técnicas de construcción, el pavimento de concreto puede tener una serviciabilidad  $P_o = 4.7$  o  $4.8$ .

En la siguiente se puede observar que mientras mejor se construya inicialmente un pavimento, o bien, mientras mejor índice de serviciabilidad inicial tenga mayor será su vida útil.



Grafica IV.4.7. Comparación del pavimento de acuerdo al índice de serviciabilidad inicial ( $p_o$ )

El índice de serviciabilidad final ( $P_t$ ) tiene que ver con la calificación que esperamos tenga el pavimento al final de su vida útil, o bien, el valor más bajo que pueda ser admitido, antes de que sea necesario efectuar una rehabilitación, un refuerzo o la reconstrucción del pavimento.

Tipo de camino	Serviciabilidad final ( $p_t$ )
Autopista	2.5
Carretera	2.0
Zona industriales	1.8
<b>Pavimento urbanos principales</b>	<b>1.8</b>
Pavimento urbanos secundarios	1.5

Tabla IV.4.2. Valores de serviciabilidad final ( $P_t$ ) en función del tipo de camino.



La diferencia entre ambos índices es:  $\Delta PSI = P_o - P_t$ , que se define como pérdida de serviciabilidad.

**El tránsito** es una de las variables más significativas del diseño del pavimento y sin embargo es una de las que más incertidumbre presenta al momento de estimarse. Es importante hacer notar que debemos contar con la información más precisa posible del tráfico para el diseño, ya que de no ser así podríamos tener diseños inseguros o con un grado importante de sobre diseño, debido a esto, en este trabajo se tratará de manera sencilla esta parte.

La metodología AASHTO considera la vida útil de un pavimento relacionada al número de repeticiones de carga que podrá soportar el pavimento antes de llegar a las condiciones de servicio final predeterminadas para el camino. El método AASHTO utiliza en su formulación el número de repeticiones esperadas de carga de Ejes Equivalentes, es decir, que antes de entrar a las fórmulas de diseño, debemos transformar los Ejes de la tabla anterior. Pesos Normales de los vehículos que circulan por el camino, en Ejes Sencillos Equivalentes de 18 kips (8.2Ton) también conocidos como ESAL's.

Lo conducente es realizar los cálculos para el carril de diseño, seleccionado para estos fines por ser el que mejor representa las condiciones críticas de servicio de la calle o camino. Existen algunos factores que nos ayudan a determinar con precisión el tráfico que circula en el carril de diseño, estos factores se muestran en la tabla siguiente:

Número de carriles en una dirección	Porcentajes de ejes simples equivalentes de 82 KN en el carril de diseño
1	100
2	80-100
3	60-80
4	50-75

Tabla IV.4.3. Porcentaje de ejes en el carril de diseño según el número de carriles.



La AASTHO diseña los pavimentos por fatiga. La fatiga se entiende como el número de repeticiones o ciclos de carga y descarga que actúan sobre un elemento. En realidad al establecer una vida útil de diseño, lo que estamos haciendo es tratar de estimar, en un periodo de tiempo, el número de repeticiones de carga a las que estará sometido el pavimento.

La vida útil mínima con la que se debe diseñar un pavimento rígido es de 20 años, es común realizar diseños para 30, 40 o más de 50 años. Otro factor que hay que tomar en cuenta es la tasa de crecimiento anual, que depende del desarrollo económico – social, de la capacidad de la vía, tipo de vehículo que pueden ser más de un tipo que de otro.

Es conveniente prever este crecimiento del tráfico, tomando en consideración una tasa de crecimiento anual con la que se calcula un factor de crecimiento de tráfico.

Es importante investigar adecuadamente la tasa de crecimiento apropiada para el caso en particular que se esté considerando. A continuación se presentan algunos valores típicos de tasas de crecimiento, sin embargo estos pueden variar según el caso.

#### Valores comunes de tasa de crecimiento

Caso	Tasa de crecimiento
Crecimiento normal	1% a 3%
Vías completamente saturadas	0% a 5%
Con tráfico inducido*	4% a 5%
Alto crecimiento*	Mayor al 5%

Tabla IV.4.4. Valores de tasa de crecimiento.



El factor de crecimiento del tráfico considerada los años de la vida útil más un número de años adicionales debidos al crecimiento propio de la vía.

$$FCT = \frac{(1+g)^n - 1}{g}$$

Donde:

g= tasa de crecimiento

n=años de vida útil

**Transferencia de carga** también se conoce como coeficiente de transmisión de carga (J) y es la capacidad que tiene una losa del pavimento de transmitir las fuerzas cortantes con sus losas adyacentes, con el objetivo de minimizar las deformaciones y los esfuerzos en la estructura del pavimento. Mientras mejor sea la transferencia de cargas, mejor será el comportamiento de las losa del pavimento.

La efectividad de la transferencia de carga entre las losas adyacentes depende de varios factores:

- Cantidad de tráfico
- Utilización de pasa juntas
- Soporte lateral de las losas

La utilización de pasa juntas es la manera más conveniente de lograr la efectividad en la transferencia de cargas, por lo que se recomienda su utilización cuando:

- El tráfico pesado sea mayor al 25% del tráfico total.
- El número de ejes equivalentes de diseño sea mayor de 5.0 millones de ESAL's.



Esta transferencia de cargas se realiza a través de los extremos de las losas (juntas o grietas) y su valor depende del tipo de pavimento, del tipo de borde u hombro y de la colocación de los elementos de transmisión de carga.

En la siguiente tabla se muestran los valores del coeficiente de transmisión de carga en función de estos parámetros:

Valores de coeficiente de transmisión de carga J.

Tipo de pavimento	Hombro de elementos de transmisión de carga en concreto hidráulico	
	Si	No
No reforzado o armado con juntas	2.5-3.2	3.6-4.2
Armado continuo	2.3-2.9	-

Fuente: guía para el diseño de estructuras de pavimento, AASHTO-93

El coeficiente de transmisión de carga considera el esfuerzo de transferencia a través de la grieta como se observa en las siguientes figuras.

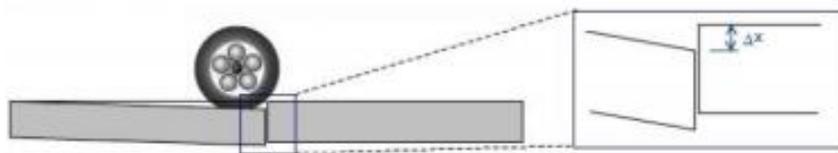


Figura 3.3. Junta 0% efectiva. La carga la soporta una sola losa.

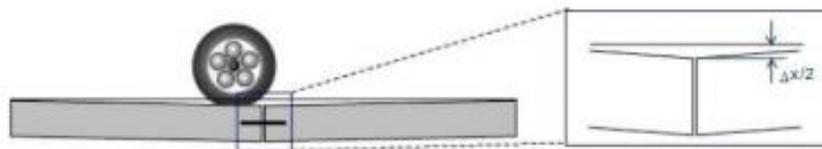


Figura IV.4.7. Considerando el esfuerzo de transferencia a través de la grieta como se observa en las figuras.



Las pasa juntas son barras de acero redondo liso con un  $f_y = 4,200\text{kg/cm}^3$ , la cual no se debe adherir al concreto permitiendo el libre movimiento de las losas longitudinalmente, pero si debe de transferir verticalmente parte de la carga aplicada en una losa adyacente. Se colocan perfectamente alineadas a la mitad del espesor de la losa.

### **Propiedades del concreto**

Son dos las propiedades del concreto que influyen en el diseño y en su comportamiento a lo largo de su vida útil.

- Resistencia a la tensión por flexión o Módulo de Ruptura (MR)
- Módulo de elasticidad del concreto ( $E_c$ )

Debido a que los pavimentos de concreto trabajan principalmente a flexión es recomendable que su especificación de resistencia sea acorde con ello, por eso el diseño considera resistencia del concreto trabajando a flexión, que se conoce como resistencia a la flexión por tensión ( $S'c$ ) o Módulo de ruptura (MR) normalmente especificada a los 28 días.

Existe una prueba normalizada por la ASTM C78 para la obtención del módulo de ruptura la cual consiste en aplicar carga a la viga de concreto en los tercios de su claro de apoyo (en la siguiente figura). Se puede realizar otra prueba similar aplicándole carga el centro del claro; los resultados obtenidos son diferentes aproximadamente entre 15% a 20% mayores.



En la siguiente tabla se muestra el módulo de ruptura (MR) recomendado:

TIPO DE PAVIMENTO	MR	RECOMENDADO
	KG/CM <sup>2</sup>	PSI
autopistas	48.0	682.7
Carreteras	48.0	682.7
zonas industriales	45.0	640.1
Urbanas principales	45.0	640.1
Urbanas secundarias	42.0	597.4

Tabla IV.4.5. Módulo de ruptura según el tipo de pavimento.

La AASHTO permite utilizar la resistencia a la flexión promedio que se haya obtenido del resultado de ensayos a flexión de las mezclas diseñadas para cumplir la resistencia especificada del proyecto.

MR promedio = MR especificado + Zr \*(desviación estándar del MR)

		Promedio
Concreto premezclado	6% a 12%	9.0%
Material central	5% a 10%	7.5%

Tabla IV.4.6. Valores típicos utilizados para la desviación estándar (Zr) son.



La desviación normal estándar ( $Z_r$ ) define que, para un conjunto de variables (espesor de las capas, características de los materiales, condiciones de drenaje, etc.) que intervienen en un pavimento, el tránsito que puede soportar el mismo a lo largo de un periodo de diseño. A continuación se muestra en la Tabla, la desviación normal estándar en función de la confiabilidad ( $R$ ).

Tabla IV.4.7. Valores para  $Z_r$  en función de la confiabilidad  $R$ .

Confiabilidad $R$ , %	Desviación normal estándar, $Z_r$	Confiabilidad $R$ , %	Desviación normal estándar, $Z_r$
50	-0.000	93	-1.476
60	-0.253	94	-1.555
70	-0.524	95	-1.645
75	-0.674	96	-1.881
80	-0.841	97	-2.054
85	-1.037	98	-2.054
90	-1.282	99	-2.327
91	-1.340	99.9	-3.090
92	-1.405	99.99	-3.750

Guía para el diseño de estructuras de pavimentos, AASHTO-93

El módulo de elasticidad del concreto ( $E_c$ ) está relacionado con su módulo de ruptura y se determina mediante la norma ASTM C469. En su defecto correlacionarlo con otras características del material como puede ser su resistencia a la compresión ( $f'_c$ ). Esto es:

$$E_c = 21000 * F'_c^{1/2}$$

**La Resistencia a la subrasante** se obtiene mediante el módulo de reacción del suelo ( $K$ ) por medio de la prueba de placa.



El módulo de reacción del suelo corresponde a la capacidad portante que tiene el terreno natural en donde se soportará el cuerpo del pavimento. El valor del módulo de reacción se puede obtener directamente del terreno mediante la prueba de placa ASTM D1195 Y D1196 siguiente figura. El resultado de la prueba indica la característica de resistencia que implica la elasticidad del suelo. Esto es igual al coeficiente del esfuerzo aplicado por una placa entre las deformaciones correspondientes, producida por este esfuerzo. Dado que la prueba de placa es tardada y cara, el valor de  $k$ , es usualmente estimado por correlación a una prueba simple, tal como la Relación de Soporte de California (CBR). El resultado es válido ya que no se requiere una determinación exacta del valor de  $k$ ; las variaciones normales de un valor estimado no afectan apreciablemente los requerimientos del espesor del espesor del pavimento.

Cuando se diseña un pavimento es probable que tenga diferentes valores de  $K$  a lo largo del tramo por diseñar, por lo que se recomienda utilizar el valor promedio de los módulos  $K$  para el diseño. Si no se cuenta con información geotécnica del sitio, la próxima tabla proporciona órdenes de magnitud en los módulos de reacción de las capas de apoyo.

Tabla IV.4.8. Tabla de los tipos de suelo de sub-rasante y valores aproximados de  $K$ .

Tipos de suelo	soporte	Rango de valores de $k$ (PCI)
Suelo de grano fino en lo cual el tamaño de las partículas de limo y arcilla predominan	Bajo	75-120
Arenas y mezclas de arena con gravas, con una cantidad considerable de limo y arcilla	Medio	130-170
Arena y mezclas de arena con grava, relativamente libre finos.	Alto	180-220
Sub-base tratada con cemento	Muy alto	250-400

Salazar Rodríguez Aurelio. Guía para diseño y construcción de pavimentos rígidos.



**Drenaje** en cualquier tipo de pavimento, el drenaje es un factor importante en el comportamiento de la estructura del pavimento a lo largo de su vida útil y por lo tanto en el diseño del mismo. Se puede evaluar mediante el coeficiente de drenaje ( $C_d$ ) el cual depende de:

- Calidad del drenaje.

Viene determinado por el tiempo que tarda el agua infiltrada en ser evacuada de la estructura del pavimento.

- Exposición a la saturación.

Porcentaje de tiempo durante el año en que un pavimento está expuesto a niveles de humedad que se aproximan a la saturación. Este valor depende de la precipitación media anual y de las condiciones del drenaje. Para el caso se definen varias condiciones del drenaje:

Calidad de drenaje	Tiempo en que tarda el agua en ser evacuada
Excelente	El suelo libera el 50% de agua en 2 horas
Bueno	El suelo libera el 50% de agua en 1 días
Mediano	El suelo libera el 50% de agua libre en 7 días
Malo	El suelo libera el 50% de agua libre en 1 mes
Muy malo	El agua no evacua

Guía para el diseño de estructuras de pavimento AASHTO-93

Combinando todas las variables que interviene para llegar a determinar el coeficiente de drenaje  $C_d$ , se llega a los valores de la siguiente Tabla:



Tabla IV.4.9. Valores Para El Coeficiente De Drenaje Cd.

Calidad del drenaje	Porcentaje del tiempo en que la estructura del pavimento esta expuesta a niveles de humedad próximos a la saturación			
	Menos del 1%	1% - 5%	5% - 25%	más del 25%
<b>Excelente</b>	1.25 - 1.20	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10
<b>Bueno</b>	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00
<b>Mediano</b>	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90
<b>Mala</b>	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80
<b>Muy malo</b>	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0.70

Guía para el diseño de estructuras de estructuras de pavimento, AASTO-93.

Es importante evitar que exista presencia de agua, dado que en caso de presentarse afectará en gran medida a la respuesta estructural del pavimento.

El agua atrapada puede producir efectos nocivos como:

- ✓ Reducción de la resistencia de materiales granulares.
- ✓ Reducción de la resistencia de la sub-rasante.
- ✓ Expulsión de finos.
- ✓ Levantamientos diferenciales de suelos expansivos.
- ✓ Expansión por congelamiento del suelo.

**Confiabilidad** Los factores estadísticos que influyen en el comportamiento de los pavimentos son: Confiabilidad R y Desviación estándar.

La confiabilidad está definida como la probabilidad de que el sistema de pavimento se comporte de manera satisfactoria durante su vida útil en condiciones adecuadas para su operación. Otra manera de interpretar este concepto sería aquélla que la probabilidad de que los problemas de deformación y resistencia estén por debajo de los permisibles durante la vida de diseño del pavimento.



Mejoramiento vial de 910 metros lineales con concreto hidraulico de la calle central del Municipio de Moyogalpa, Isla de Ometepe, Departamento de Rivas.

En la siguiente tabla se muestran los valores recomendados del nivel de confianza atendiendo al tipo de camino.

Tabla IV.4.10. Valores recomendados del nivel de confianza atendiendo al tipo de camino.

Clasificación del camino	Urbano	Rural
Autopistas	85% - 99.9%	80% - 99.9%
Arterias principales	80% - 99%	75% - 99%
Colectoras	80% - 95%	75% - 95%
Locales	50% - 80%	50% - 80%

La confiabilidad puede relacionarse con un Factor de Seguridad y va asociada con la desviación estándar ( $S_o$ ) o también llamado error estándar. Este último representa el número de ejes que puede soportar el pavimento hasta que su índice de serviciabilidad descienda por debajo de un determinado índice de servicio final ( $P_t$ ).

La desviación estándar ( $S_o$ ) relacionada con la confiabilidad ( $R$ ) se muestra a continuación:

Tabla IV.4.11. Desviación estándar y confiabilidad.

Desviación estándar ( $S_o$ )	Confiabilidad ( $R$ )					
	50%	60%	70%	80%	90%	95%
0.30	1.00	1.19	1.44	1.79	2.42	3.12
0.35	1.00	1.23	1.53	1.97	2.81	3.76
0.39	1.00	1.26	1.60	2.13	3.16	4.38
0.40	1.00	1.26	1.62	2.17	3.26	4.55



Ecuación para definir el espesor de la losa de pavimento rígido de concreto hidráulico según el diseño y conservación de pavimento rígidos de la AASTHO-93.

$$\log_{10} (E18) = (Z_r \cdot S_0 + 7.35 \cdot \log_{10} (D+1) - 0.006 + \frac{\log_{10} \left( \frac{\Delta PSI}{24.5 - 1.5} \right)}{1 + \frac{1.624 \cdot 10^7}{(D+1)^{8.46}}}) + (4.22 -$$

$$0.32 \cdot Pt) \cdot \log_{10} \left[ \frac{(s'c \cdot Cd \cdot (D^{0.75} - 1.132))}{215.63 \cdot J \left[ D^{0.75} - \frac{18.42}{(Ec/k)^{0.25}} \right]} \right]$$

$$\log_{10} (E18) = (-0.253 \cdot 0.39 + 7.35 \cdot \log_{10} (18+1) - 0.006 + \frac{\log_{10} \left( \frac{1.2}{24.5 - 1.5} \right)}{1 + \frac{1.624 \cdot 10^7}{(18+1)^{8.46}}}) + (4.22 -$$

$$0.32 \cdot 1.8) \cdot \log_{10} \left[ \frac{(640.1 \cdot 1.15 \cdot (18^{0.75} - 1.132))}{215.63 \cdot 2.5 \left[ 18^{0.75} - \frac{18.42}{(5 \times 10^6 / 200)^{0.25}} \right]} \right] = 22 \text{ cm.}$$

Nomenclaturas	Variables	valores
Zr	Desviación normal estándar	-0.253
So	Desviación estándar	0.39
D	Espesor por tanteo	18
ΔPSI	Perdida de serviciabilidad	1.2
Pt	Índice de serviciabilidad final	1.8
S'c	Resistencia a la flexión por tensión o Módulo de ruptura (MR)	640.1
Cd	Coefficiente de drenaje	0.015
J	Coefficiente de transmisión de carga	2.5
Ec	Módulo de elasticidad del concreto	5 × 10 <sup>6</sup>
K	Módulo de reacción del suelo	200
Log10 (E 18)	Espesor	22

Tabla IV.4.12. Variables de diseño para el cálculo del espesor de losa de concreto.



## 4.2. DISEÑO HIDRAULICO

### **SISTEMA HIDRAULICO (CUNETAS):**

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 previsiones necesarias para remover tales excesos de agua tan rápido como sea posible para evitar interrupciones en el tránsito o excesivo costo de mantenimiento.

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.

## CONSIDERACIONES DE DISEÑO.

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

## CRITERIOS Y ECUACIONES

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

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

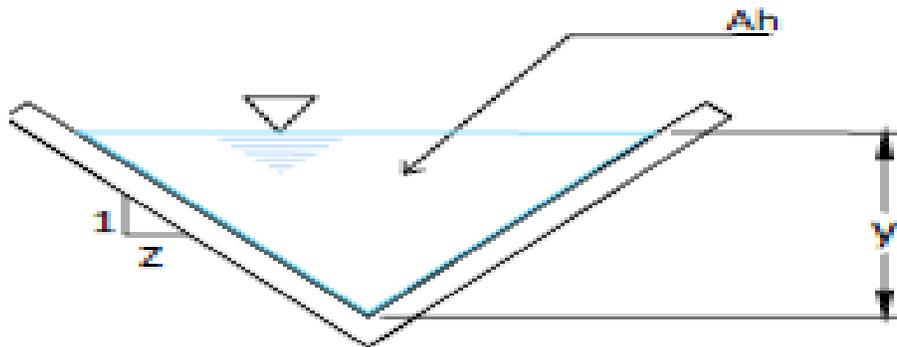


Figura IV.4.8. Secciones de una cuneta.

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

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



**Radio hidráulico (Rh):** Es la relación entre el área de la cuneta y el perímetro

mojado, dado por:  $A = \frac{An}{Pm}$

**Ancho superficial (T):** Es la el ancho superior de la cuneta:  $T = 2ZY$

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:

$$\text{Manning. } V = \frac{1}{\eta} R^{2/3} S^{1/2}$$

**Donde:**

V= Velocidad media (m/s)

R= Radio Hidráulico (m)

S =Pendiente de la cuneta

$\eta$  =Coeficiente de rugosidad de Manning.

El coeficiente de rugosidad que se utilizara para el cálculo de la velocidad media es:  $\eta = 0.017$  para la cuneta y  $0.015$  para los vados, obtenido de la siguiente tabla.

Tipo de material	n
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
Canales de bolones	0.025

Tabla IV.4.13. Coeficiente de rugosidad para calcular la velocidad media según tipo de material.



Para el diseño de las cunetas se realizaron con el programa h canales. Para disminuir el porcentaje de error y que sean más exactos los cálculos.

De los cálculos obtenidos se calculó la velocidad del flujo con un valor de 6.75 m/s que está en el rango de velocidades.

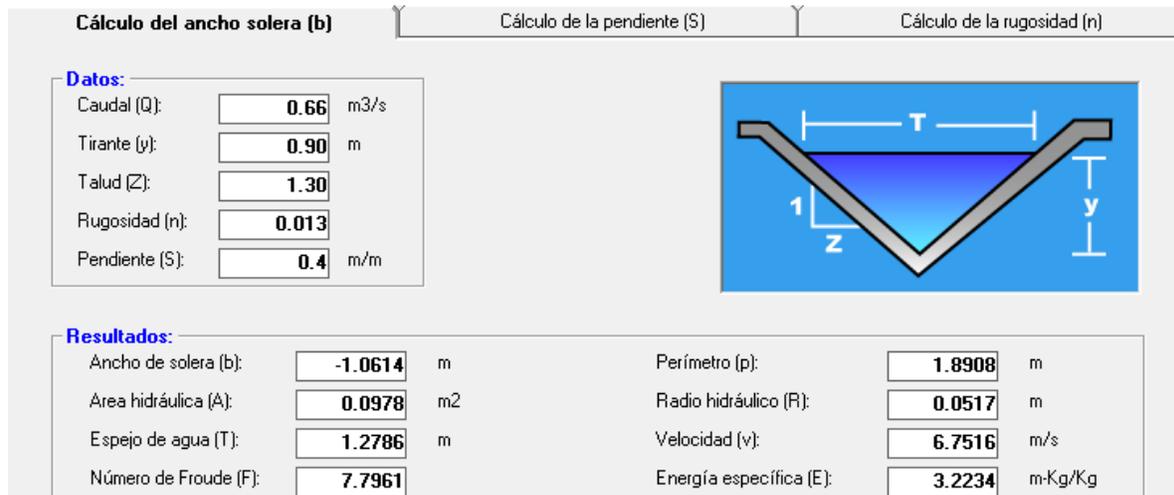


Figura IV.4.9. Cálculo de la velocidad de flujo.



## **V. CAPITULO 5. CARACTERISTICAS DEL CONCRETO HIDRAULICO.**

### **5.1. FACTIBILIDAD DE UTILIZAR PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRÁULICO PARA LA CALLE.**

La duración de un concreto hidráulico permeable es muy superior a la de un pavimento de asfalto o adoquín, su mantenimiento es casi nulo y su aspecto es muy agradable. Esto hace que una inversión que de entrada se sabe superior en el tiempo sea inferior ya que el mantenimiento del asfalto es carísimo y constante y su duración es muy corta.

Por otro lado está el hecho del beneficio real que se logra para el medio ambiente al usar concreto hidráulico permeables por la importante cantidad de agua que se infiltra al subsuelo. Por otro lado se elimina casi el 60% de la inversión en drenajes pluviales debido al descenso en el volumen de agua que llega a este, lo que también es un ahorro.

### **5.2. USOS Y APLICACIONES DEL PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRÁULICO PERMEABLE.**

Tiene diversos colores dependiendo del uso de cemento gris o blanco y del pigmento que se le aplique y en distintas texturas dependiendo del tamaño del agregado pétreo que se use de 3 a 8 mm. de diámetro, Se puede hacer en forma de adoquín en varios espesores o simplemente aplicarse como un colado de concreto.

Hay dos variedades:

Superficie lavada: En donde la piedra o agregado se ve en su color natural con un acabado tipo barniz. Este material se recomienda para pisos decorativos o



residenciales y en superficies en donde vaya a estar sometido a un tráfico muy pesado.

Base cemento: En donde se usan distintos tamaños de agregados pétreos de granulometría variable y cemento. Este material es mucho más resistente, fácil de usar y económico para ser usado en obras grandes como calles, banquetas, andadores, muros de contención, Guarniciones, etc. Además se puede usar cemento blanco, logrando un aspecto diferente en los pisos terminados.

Es una capa (o capas) de muy alta estabilidad y densidad. Su principal propósito es el de distribuir o "repartir" los esfuerzos creados por las cargas rodantes que actúan sobre la superficie de rodamiento para que los esfuerzos transmitidos a la sub-rasante no sean tan grandes que den por resultado una excesiva deformación o desplazamiento de la capa de cimentación.

Las características de la base no pueden permitir que sea dañada por el agua capilar ni por la acción de las heladas, ya sea que actúen por separado o en forma conjunta. Los materiales de que disponga la localidad se utilizaran ampliamente en la construcción de la base, y los materiales preferidos para este tipo de construcción varían de manera notable en las partes diferentes del país.

#### **Sub-rasante:**

La sub-rasante es el soporte natural, preparado y compactado, en la cual se puede construir un pavimento. La función de la sub-rasante es dar un apoyo razonablemente uniforme, sin cambios bruscos en el valor soporte, es decir, mucho más importante es que la sub-rasante brinde un apoyo estable a que tenga una alta capacidad de soporte. Por lo tanto, se debe tener mucho cuidado con la expansión de suelos.



### **Superficie de rodadura:**

La superficie de rodadura del pavimento Rígido consiste básicamente en una losa de concreto simple o armado, apoyada directamente sobre una base o sub-base. La losa, debido a su rigidez y alto módulo de elasticidad, absorbe gran parte de los esfuerzos que se ejercen sobre el pavimento lo que produce una buena distribución de las cargas de rueda, dando como resultado tensiones muy bajas en la sub-rasante. Todo lo contrario sucede en los pavimentos flexibles, que al tener menor rigidez, transmiten los esfuerzos hacia las capas inferiores lo cual trae como consecuencias mayores tensiones en la sub-rasante. (Método AASHTO 93 para el diseño de pavimento rígido, 1993).

Las mezclas de concreto hidráulico se pueden diseñar de tal manera que tengan una amplia variedad de propiedades mecánicas y de durabilidad que cumplan con los requerimientos de diseño de la estructura de pavimento.

### **5.3. ENSAYOS QUE SE LE PUEDEN REALIZAR AL CONCRETO HIDRÁULICO.**

#### **Ensayo de Resistencia a la Compresión.**

La resistencia a la compresión del concreto hidráulico es la medida más común de desempeño que se emplea para diseñar las estructuras de concreto hidráulico. Se calcula a partir de la carga de ruptura dividida por el área de la sección que resiste a la carga y se reporta en unidades de libras por pulgada cuadrada. Para cumplir con los requerimientos de resistencia de una especificación de proyecto se aplican los siguientes dos criterios de aceptación:

1. El promedio de tres ensayos consecutivos es igual o supera a la resistencia especificada,  $f'c$ .



2. Ninguno de los ensayos de resistencia deberá arrojar un resultado inferior a  $f'c$  en más de 3.45 MPa, ni ser superior en más de  $0.10 f'c$ , cuando  $f'c$  sea mayor de 35 MPa.

#### **5.4. PRINCIPALES CARACTERISTICAS Y VENTAJAS DEL CONCRETO HIDRAULICO.**

- Deterioro mínimo durante su Vida útil.
- Duración de 20 a 30 años.
- Mantenimiento mínimo.
- Deformación mínima de su superficie.
- Índice de servicio alto durante su vida útil.
- Mayor velocidad de construcción.
- Disminución de Costos de Operación.
- Mejor drenaje superficial.
- Mayor reflexión de la luz.
- Requiere menor estructura de soporte.

### **VENTAJAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO**

#### **A) DURABILIDAD**

##### **1.- VIDA ÚTIL**

Ventajas del Concreto Hidráulico Ventajas del Concreto Hidráulico

Concreto Hidráulico: 25 AÑOS

##### **2.- RESISTENCIA**

Concreto Hidráulico: Gana hasta un 10% adicional de resistencia después del primer mes



Mejoramiento vial de 910 metros lineales con concreto hidraulico de la calle central del Municipio de Moyogalpa, Isla de Ometepe, Departamento de Rivas.

### 3.- MANTENIMIENTO

Concreto Hidráulico: Sello de grietas, sustitución de sello en juntas, cada 5 años.

## **B) SEGURIDAD**

### 1.- MEJOR VISIBILIDAD

El concreto hidráulico refleja la luz proporcionando una mejor visibilidad.

Separación de Arbotantes:

Concreto Hidráulico: 60 m.

### 2.- LIBRE DE DEFORMACIONES

- Superficie Rígida Indeformable.
- No se forman roderas.
- Se evita acuaplaneo.
- Menor riesgo de accidentes.



## **VI. CAPITULO 6.ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.**

### **01-PRELIMINARES:**

Una vez realizada la entrega del sitio del proyecto al ingeniero residente o contratista, comienzo para la ejecución limpieza inicial, trazo y nivelación, construcciones temporales bodegas, oficinas, 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 mismo apertura al libro de bitácora.

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. También la revisión de acuerdos o documentos legales del proyecto.

### **02-LIMPIEZA INICIAL:**

El contratista debe ubicar en el sitio del proyecto, los límites de la obra y especificaran 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.

### **03-TRAZADO Y NIVELACION:**

El contratista trazara 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. El contratista tendrá la responsabilidad de mantener y preservar todos los mojones otras, marcas hasta cuando el Ingeniero supervisor lo autorice para removerlas. En caso negligencia del Contratista o de sus empleados que resultare en la destrucción de dichos mojones, antes de su remoción autorizada, el contratista las reemplazara si así lo exigiere 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.

En caso que el contratista, encontrare errores en el nivel del punto de referencia, lo indicara por escrito en el libro de bitácora, antes de comenzar cualquier obra; el supervisor contestara 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.

El contratista comprobara 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 danos 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. Cuándo el trazo este sustancialmente terminado se consultara 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 contratara por su cuenta con un laboratorio de suelos por el supervisor.

#### **04-CONSTRUCCIONES TEMPORALES:**

Las construcciones temporales refieren a las edificaciones que el contratista usara como bodegas y oficinas, estas podrán ser de madera rustica, de zinc cualquier otro material que el contratista estime conveniente, así como bodegas móviles montadas sobre tráiler (contenedores).

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 quedara 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.

#### **05-FABRICACION DE OBRAS DE MADERA:**

Se refiere a las construcciones de madera que el contratista realizara para realizar la obra requerida como formaletas, bateas, canales de madera, etc.

#### **06-INSTALACIÓN 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.

#### **07-MOVIMINETO DE TIERRA:**

Este 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.

El contratista deberá deshacerse satisfactoriamente de todo el material que resulto 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.

### **08-CORTES Y RELLENO:**

El contratista tiene la obligación de examinar los planos, estudio geológicos 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 concluido los rellenos, estos 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 llevaran 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.



### **09-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 este no tenga un Índice de Plasticidad mayor a 6, ni un CBR menor de 20%. Sera el supervisor el que aprobara el cambio de otra fuente de materiales y así mismo de tener características mecánicas, se deberá rediseñar los espesores del pavimento.

### **10-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 abundamiento y encogimiento del material. Este material lo transportará de los bancos que el 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.

### **11-CONCRETO HIDRÁULICO EN GENERAL:**

La resistencia mínima del concreto en general a los 28 días, será de 4000 PSI. La cantidad de agregados deberá calcularse para usar en cada batida uno o más bolsas completas 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 solidos se



encuentren en la mezcladora o camión mixer. 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 ACI-318 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.

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 este y en la sección de entramado de estas especificaciones.

## **12-ACTIVIDADES PARA MITIGACION 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 regara cada vez que lo requiera o cuando el supervisor lo indique.

### **13-PINTURA (SENALIZACION):**

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 y 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.

### **14-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 supervisora. En caso de que el proyecto tenga defectos a juicio del ingeniero supervisor, estos deben ser subsanados. Después de haber cumplido con las especificaciones técnicas, se tiene que firmar un acta de recepción final, así como en el libro de bitácora, en original y tres copias, donde se de fe del final de la obra concluida técnicamente bien.



## VII. CAPITULO 7. PRESUPUESTO DE LA OBRA.

### 7.1. EQUIPO PARA EL MOVIMIENTO DE TIERRA:

**Limpieza o descapote:** Si la capa orgánica es menor a los 15cm se usan las medidas en m<sup>2</sup>, pero si la capa es mayor a los 15cm, se calcula en términos de volumen (m<sup>3</sup>). Este trabajo se realiza con el tractor de hoja empujador (D-4, D-5, D-6, D-7 o D-8).

**Extracción del material excavado:** Se utilizan cargadores frontales (pala mecánica) que carga a los camiones de acarreo (camiones Volquetes).

**Suministro de material selecto:** En este proceso se utiliza un cargador frontal o retroexcavadora y el camión Volquete que transporta el material. Para que el movimiento de tierra sea técnica y económicamente rentable, el banco de material a explotar no debe tener una distancia mayor de 20 km al sitio de construcción.

**Nivelación del terreno:** Esta actividad es asumida por la moto niveladora, la cual nivela y conforma la zona etc. proporcionando las pendientes del bombeo de la carretera.

**Riego:** esta actividad es suministrada por cisternas que rocían el agua en tramos previamente establecidos.

**Compactación:** Este proceso debe efectuarse tal y como se señala en el capítulo. Equipo utilizado en la compactación.

- Vibro compactadora: En este proyecto de pavimento de concreto hidráulico se utilizara la vibro compactadora y en caso de ser necesario se utilizaran compactadoras manuales.



## 7.2. CONSIDERACIONES EN EL MANEJO DE EQUIPOS EN EL PROYECTO:

**Efecto de la pendiente:** El efecto de una pendiente positiva es el de incrementar la tracción o disminuirla si la pendiente es negativa. Este aumento o disminución de la potencia está dado en 20 lb/tn de peso por cada 1% de pendiente.

**Tiempo de ciclo:** Es el tiempo que necesita un equipo para realizar una actividad completa.

**Productividad real o efectiva:** Es la producción teórica del equipo multiplicado Por el factor tiempo y el factor de operación.

## 7.3. EQUIPO A UTILIZAR EN LA OBRA:

La maquinaria que se utilizara para la ejecución de este proyecto fue seleccionada según el MTI la cual brindo la siguiente lista e información del equipo disponibles para este tipo de construcción:

- Camión Volquete DT 466E (International)
- Tractor D-7 LGP (Caterpillar)
- Excavadora 318B L (Caterpillar)
- Cargador frontal 928G (Caterpillar)
- Moto niveladora 120H (Caterpillar)
- Vibro compactadora de rodillo CS 533D (Caterpillar)
- Cisterna de 3000gln
- mezcladora (CAMION MIXER)
- Trompo (mezcladora) con capacidad de 1.5 bolsas de cemento.
- Apisonador (placa vibratoria) de 6HP



Entre las herramientas que se utilizaran para la ejecución del proyecto se pueden mencionar: Carretillas, Palas, Picos, Mazos, Cinceles, Cuerdas, Mangueras para nivelar, cinta métricas, cucharas de albañilería, etc.

#### 7.4. CÁLCULOS PARA EL PRESUPUESTO:

##### - Movimiento de tierra

Cálculo para el descapote y limpieza inicial del proyecto se tomara toda el área del proyecto y se multiplicara por el espesor uniforme en todo el área del proyecto.

Capas que componen el grosor del descapote:

8 cm de adoquín

5 cm de mortero de juntas

20 cm de sub-base \* 1.07 del abundamiento del material=21.4 cm

Longitud = 910 m

Ancho de la calle =8 m

Grosor de la capa de descapote =0.344 m

Volumen de descapote= (910 m)\*(8m)\*(0.344 m)=2504.32 m<sup>3</sup>.

Maquinaria necesaria para ejecutar esta fase del proyecto.

TRACTOR D-7 DIST DE TRANSPORTE 30 M,CON EMPUJADOR ANGULAR			
	ESPECIFICACIONES TECNICAS		
Q=2.5 M3	2.5		
E=80 %	0.8	RENDIMIENTO=Q*F*60*E/CM	
F=1.25	1.25	RENDIMIENTO	98.0392157
V de retorno=4 KM/H			
V de trabajo=2.4KM/H		RENDIMIENTO=(98 M3/H)	
CM=1.53 MIN	1.53		

Tabla VI.6.1. Especificaciones Técnicas de tractor D-7.



Operaran 2 tractores D-7 en el proyecto.

Cantidad de horas por cada equipo =6 h/día

Cantidad de horas necesarias =  $(2504.32 \text{ m}^3) / (98.039 \text{ m}^3/\text{h})=25.54 \text{ horas}$

Horas necesarias por equipo=  $(25.54 \text{ h}) / (2)=12.77 \text{ h}$

Cantidad de días necesarios=  $(12.77\text{h})/(6\text{h}/\text{dia})=2.13 \text{ días.}$

VOLQUETE						
FACTOR DE EFICIENCIA G=		0.83		RENDIMIENTO=Q*G*60/Cm*F		
CAPACIDAD	Q=	10	M <sup>3</sup>			
DISTANCIA DE TRANSP =		2	KM	rendimiento=	45.2727273	M3/H
FACTOR DE ESPONJAMI= F		1.1				
VELOCIDAD CARGADO		35	KM/H			
VELOCIDAD DESCARGADO		45	KM/H			
TF=DESCARGAR+CARGAR		4	MINT			
CM=TF+TV		10	MINT			

Tabla VI.6.2. Especificaciones Técnicas de Volquete.

Operaran 5 volquetes en el proyecto.

Cantidad de horas por cada equipo =5 h/día

Cantidad de horas necesarias =  $(2504.32 \text{ m}^3) / (45.27 \text{ m}^3/\text{h})=55.31 \text{ hora}$

Horas necesarias por equipo=  $(55.31 \text{ h}) / (5)=11.06 \text{ h}$

Cantidad de días necesarios=  $(11.06 \text{ h}) / (5 \text{ h}/\text{dia})=2.21 \text{ días.}$



### CARGADORES FRONTAL O PALA MECANICAS NESESARIA

CALCULO DE NUMERO DE VOLQUETES PARA UN CARGADOR FRONTAL O PALA MECANICA			
D=TIEMPO DE DESCARGA EN MINUTOS	3 MIN		
Y=COEFICIENTE DE MATERIAL	30	N=Y(T+D+L)/(60*C*E)	
C=CAPACIDAD DE CARGA DEL VOLQUET	10 M <sup>3</sup>		
N=NUMERO DE VOLQUETES	¿		
L=TIEMPO DE CARGA EN MINT	5 MIN	N=	4.85714286
T=TIEMPO DE VIAJE	60 MIN	N= 5 Volquetes	
E=EFICIENCIA, APROXIMADAMENTE	0.7		

Tabla IV.6.3. Especificaciones Técnicas de cargadores frontal.

### Volumen necesario para estabilizar el suelo y crear el nivel de rasante. Con un espesor de 0.1 metros

Tabla VI.6.4. Volumen necesario para estabilizar el suelo y crear nivel de rasante.

MATERIAL DE RELLENO PARA MEJORAR EL SUELO Y FORMAR EL NIVEL DE RASANTE									
AREA=	7280	M <sup>2</sup>	ESPESOR=	0.1	M				
CANTIDAD DE MATERIAL	728	M <sup>3</sup>							
<b>VOLQUETE</b>									
FACTOR DE EFICIENCIA G=	0.83					RENDIMIENTO POR HORA		Q*G*60/Cm*F	
CAPACIDAD	QU=	10	M <sup>3</sup>						
DISTANCIA DE TRANSP =	20	KM				RENDIMIENTO	6.965034965	M <sup>3</sup> /H	
FACTOR DE ESPONJAMI=	1.1								
VELOCIDAD CARGADO	35	KM/H			5	VOLQUETES	34.82517483	M <sup>3</sup> /H	
VELOCIDAD DESCARGAD	45	KM/H			1	CARGADORES FRONTAL			
TF=DESCARGAR+CARGAR	4	MINT				CANTIDAD DE M <sup>3</sup> /DI=8 H	278.6013986	M <sup>3</sup> /DIA	
CM=TF+TV	65	MINT							
						CANTIDAD DE DIAS=	2.613052209	DIA	



**Para nivelar el material que vacíen los volquetes se utilizara una moto niveladora.**

MOTO NIVELADORA MODELO 120 G									
LONGITUD POR PERFILAR EN METROS		910	M						
ANCHO DE CALZADA MAS BERMAS		8	M	CALCULO DEL RENDIMIENTO=L*ANCHO/TIEMPO*3					
NUMERO DE PASADA		6		3 PASASAS PARA CUBRIR LA CALLE					
VELOCIDADES POR PASADAS 1		2	KM/H	RENDIMIENTO		177.78	M <sup>2</sup> /H		
		2	2	KM/H					
		3	4	KM/H	CANTIDAD DE AREA A TRABAJAR =		910 M*8 M=		
		4	4	KM/H	AREA=		7280		
		5	5	KM/H	HORAS DE LA MOTO NEVELADORA =		40.95		
		6	5	KM/H					
EFICIENCIA		0.75							
TIEMPO TOTAL POR 6 PASADAS		13.65	H						

Tabla VI.6.5. Capacidades de una Moto niveladora.

**Para la compactación se utilizara un rodillo o compactadora.**

COMPACTADORA O RODILLO									
LONGITUD A COMPACTAR EN METROS		910	M	TRAMOS NESESARIOS PARA CUBRIR LA CALLE					3
ANCHO DE LA CALZADA MAS BERMAS		8	M						
NUMERO DE PASADAS 5				RENDIMIENTO=L*ANCHO/TIEMPO*3					
VELOCIDAD POR PASADA		1	6						
		2	6	RENDIMIENTO		119.0709846	M <sup>2</sup> /H		
		3	6						
		4	7	CANTIDAD DE AREA A TRABAJAR=910 M*8 M					
		5	7	AREA=		7280			
EFICIENCIA		0.7							
TIEMPO TOTAL PARA 5 PASADAS		20.38	HORAS	HORAS NESESARIAS A TRABAJAR=		61.14			

Tabla VI.6.6. Capacidades de una Compactadora.



### Volumen de material granular con cemento para sub-base de 20 cm de espesor.

Para Sub-base de material granular con cemento se tiene disponible un material con CBR = 77 % (banco de material selecto Sinacapa), 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.

	AREAS M	ESPESOR M	VOLUMEN M <sup>3</sup>	UNIDAD
TRAMO I	3280	0.2	656	M <sup>3</sup>
TRAMO II	544	0.2	108.8	M <sup>3</sup>
TRAMO III	3480	0.2	695	M <sup>3</sup>
		Σ	1460.8	M <sup>3</sup>

Tabla IV.6.7. Volumen del material para sub-base de 20cm de espesor.

Ancho de la calle =8 m

Largo del tramo I =410 m

Largo del tramo II=68 m

Largo del tramo III=435 m

Espesor de la capa granular con cemento=0.20 m

Volumen necesario para cubrir los 910 metros lineales, toda la área de la calle es 1460.8 m<sup>3</sup>.

Para la dosificación de la base se tomaran en cuenta las siguientes proporciones para un metro cubico; cemento, agua y material granular con un peso volumétrico de 2003 kg/m<sup>3</sup>. Tipo de porciones 1; 6.



PARA UN METRO CUBICO DE MATERIAL PARA SUB-BASE					
CEMENTO	210	KG	10.48%	0.1048	
GRANULAR	1600	KG	79.88%	0.7988	
AGUA	193	KG	9.63%	0.0963	
PESO TOTAL	2003	KG/M <sup>3</sup>			

Tabla IV.6.8. Proporciones para un metro cubico de material para sub-base.

Cantidad de material para el volumen requerido (1460.8 m<sup>3</sup>) (2003 kg/m<sup>3</sup>)=2560234.6 kg \* 1.05 de desperdicio=3072281.52 kg.

Cemento= ((3072281.52 kg)(0.1048))/(42.5kg\*bolsas)=7576 bolsas.

Granular= ((3072281.52 kg) (0.7988))/(1600 kg/m<sup>3</sup>)=1533.83 m<sup>3</sup>

Agua= (3072281.52) (0.0963) (1 litro/kg)=295860.7 litros=78167 galones

### Explotación del banco de préstamo Sinacapa

#### Calculo de acarreo del material granular.

VOLQUETE				
FACTOR DE EFICIENCIA G=	0.83			R=(Q*G*60)/(CM*F)
CAPACIDAD QU=	10	M <sup>3</sup>		
DISTANCIA DE TRANSP =	20	KM		R=6.965 M <sup>3</sup> /H
FACTOR DE ESPONJAMI=	1.1			
VELOCIDAD CARGADO	35	KM/H		
VELOCIDAD DESCARGAD	45	KM/H		
TF=DESCARGAR+CARGAR	4	MINT		
CM=TF+TV	65	MINT		

Tabla VI.6.9. Cálculo de acarreo del material granular con volquete.

#### Operaran 5 volquetes en el proyecto para un cargador frontal.

Cantidad de horas por cada equipo =6 h/día

Cantidad de material en los 5 volquetes por hora= (6.965 m<sup>3</sup>/h) (5)=34.82 m<sup>3</sup>/h

Cantidad de horas necesarias = (1460 m<sup>3</sup>)/ (34.82 m<sup>3</sup>/h)=41.92 horas



Cantidad de días necesarios= (61.67 h)/ (6 h/día)=7 días.

**Calculo de días para dos camiones mezcladores mixer operando las 6 horas de trabajo por día. Para la mezcla del material granular con cemento.**

PREPARACIÓN DE LA MEZCLA DEL MATERIAL DE SUB-BASE.					
	CANTIDAD	UNIDAD			
MESCLADOR MIXER CAPACIDAD	8	M <sup>3</sup>			
DURACIÓN DE PREPARACIÓN	10	MINUTOS	DIA=	6	HORAS
DURACIÓN DE DESCARGUE	35	MINUTOS			
CANTIDAD DE MIXER	2				
POR CADA 3/4 HORA CANTIDAD DE M <sup>3</sup>	16	M <sup>3</sup>			
CANTIDAD DE M <sup>3</sup> POR CADA DIA	160	M <sup>3</sup> /DIA			
CANTIDAD DE DIAS PARA SUB-BASE	12.17	DIAS			

Tabla IV.6.10. Cantidades para la mezcla del material granular con cemento.

Tabla VI.6.11. Rendimiento de un Camión cisterna de 3000 galones.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
1 Gal.=	3.7854	lts.
Camion cisterna 3000 Glns.	1	
3000 Glns.	11.36	m <sup>3</sup>
Velocidad cargado	20	km/h
descargado	35	km/h
Distancia media (D <sub>m</sub> ):	1.85	km.
Tiempo de carga:	16	min.
Tiempo empleado cuando esta cargado (min.):	5.55	min.
Tiempo empleado cuando esta descargado (min.):	3.17	min.
Nº de ciclos efectivo por día (100%):	480	
Efectividad	80.00%	384 min.
Nº de ciclos por día:	15.53	
<b>Volumen transportado:</b>		<b>176 m<sup>3</sup></b>

Para el cálculo de las cisternas de agua se tendrá dos pipas por todo el mes de la construcción con una capacidad de 3000 galones, para que se encargue de regar las losas y otras actividades que necesiten agua, la captación del agua va



ser del lago Cocibolca a una distancia de 1 km en la parte donde se puede extraer el agua para el llenado de las pipas.

### **Calculo del volumen del material para la carpeta de rodamiento con pavimento de concreto hidráulico.**

En la siguiente tabla se obtienen las áreas para calcular la cantidad de material que se utilizara en los 7 metros de la calle.

	AREAS M <sup>2</sup>	ESPESOR M	VOLUMEN M <sup>3</sup>	UNIDAD
TRAMO I	2870	0.22	631.4	M <sup>3</sup>
TRAMO II	476	0.22	104.7	M <sup>3</sup>
TRAMO III	3045	0.22	669.9	M <sup>3</sup>
		Σ	1406	M <sup>3</sup>

Tabla VI.6.12. Áreas para calcular la cantidad de material que se utilizara en los 7 metros de la calle.

Datos para determinar los valores de la tabla anterior.

ANCHO DE LA CALLE=	7 M
LARGO DEL TRAMO I	410 M
LARGO DEL TRAMO II	68 M
LARGO DEL TRAMO III	435 M
ESPESOR	0.22 M

**Calculo de la dosificación para un volumen de 1150.38 m<sup>3</sup> de pavimento de concreto hidráulico. Para este cálculo se obtuvieron los porcentajes de cada material según las proporciones 1:1.29:2.12 para concreto de 4000 psi.**



PARA CADA	M <sup>3</sup> DE CONCRETO HIDRULICO DE 4000 PSI, PROPORCIONES 1:1.29:2.12				
CEMENTO	386.7	KG	15.50%	0.155	
ARENA	638.4	KG=0.456 M <sup>3</sup>	25.53%	0.2553	
GRAVA	1277.1	KG=0.774 M <sup>3</sup>	51.10%	0.511	
AGUA	198	LITROS	7.92%	0.0792	
ADITIVOS	0				
	2500.2	KG			

Tabla VI.6.13. Cálculo de dosificación para un volumen de 1150.38 m<sup>3</sup> de pavimento de concreto hidráulico.

A continuación se muestra el peso volumétrico tomado para cada uno de los componentes del concreto.

BOLSA	42.5 KG
ARENA M <sup>3</sup>	1400 KG/M <sup>3</sup>
GRAVA M <sup>3</sup>	1650 KG/M <sup>3</sup>

Calculo de material por el porcentaje de cada material según las proporciones 1:1.29:2.12

Peso del concreto=2500 kg/M<sup>3</sup>

Cantidad del volumen necesario de concreto=1406 M<sup>3</sup>

Peso total= (2500 kg/ M<sup>3</sup>) (1406 M<sup>3</sup>) =3515000 kg\*1.05 factor de desperdicio

Peso total= (3515000) (1.05) =3690750 kg

CEMENTO= (3690750 kg) (0.155)=572066.2 kg/ (42.5 kg/bolsas)=13460.38 bolsas

ARENA= (3690750 kg) (0.2553) = 942248.47 kg/ (1400kg/m<sup>3</sup>)=673 m<sup>3</sup>

GRAVA= (3690750 kg) (0.511) =1885973.25 kg/ (1650kg/m<sup>3</sup>)=1143 m<sup>3</sup>

AGUA= (3690750 kg) (0.0792) = 292307.4 litr/ (3.785 litr/gal)=77228 gal



Para la preparación del concreto de la capa de rodamiento se utilizarán dos camiones mezcladores mixer con una capacidad de 8 m<sup>3</sup>.

PREPARACION DEL CONCRETO EN CAMION MIXER DE 8 M <sup>3</sup>								
							DIA = 6	
MESCLADOR MIXER CAPACIDAD M <sup>3</sup>		8					HORAS	
DURACION DE PREPARACION		10	MINT					
DURACION DE DESCARGUE		40	MINT					
CANTIDAD DE MIXER		2						
POR CADA 5/6 HORA CANTIDAD DE M <sup>3</sup>		16						
CANTIDAD DE M <sup>3</sup> POR CADA DIA		111.936	M <sup>3</sup> /DIA					
CANTIDAD DE DIAS PARA LA PREPARACION DEL TOTAL DE CONCRETO EN LA CALLE							12.56	DIAS

Tabla VI.6.14. Capacidades de camiones mezcladores mixer.

### Cantidad de reglas y cuarterones para losas de la base pavimento concreto hidráulico.

Dimensiones de las losas según las normas de diseños para pavimento de concreto hidráulico se recomienda losas de pequeñas dimensiones.

Áreas de ancho 3.5 m \* 5 m de largo. Luego dividimos por la cantidad de m<sup>3</sup> que realizan por cada día los mezcladores de concreto (mixer).

Cantidad de metros lineales en un carril por cada día, al día siguiente se quitan y se vuelven a colocar para economizar madera y que no haya retraso en la obra.

Datos:

Ancho de carril o de la loza= 3.5m

Cantidad de concreto por día = 111.936 m<sup>3</sup>

Espesor de la losa= 0.18 m

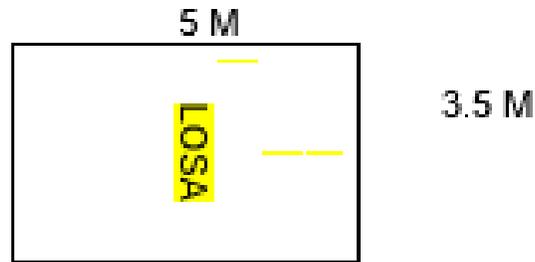


Mejoramiento vial de 910 metros lineales con concreto hidraulico de la calle central del Municipio de Moyogalpa, Isla de Ometepe, Departamento de Rivas.

$$\text{Cantidad de metros lineales} = \frac{111.936}{3.5 \times 0.18} = 177.67 \text{ m}$$

Largo de los cuartones 3.5 m, 2" x 7" dos por cada losa.

Largo de las reglas 5 m, 1" x 7" dos por cada losa.



Cantidad de cuartones =  $(177.67)/(5) = 36 \times 2$  cada losa = 72 cuartones

Cantidad de reglas =  $36 \times 2 = 72$  reglas

Cantidad de clavos =  $20 \text{ clavos} \times 36 \text{ losa} \times 13 \text{ días} = 9360 \text{ clavos} / 315 \text{ lb} = 30$  libras.

Tabla VI.6.15. Cálculo de acarreo del agua para la preparación del concreto de la carpeta de concreto hidráulico.

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
1 Gal.=	3.7854	lts.
Camion cisterna 3000 Glns.	1	
3000 Glns.	11.36	m <sup>3</sup>
Velocidad cargado	20	km/h
descargado	35	km/h
Distancia media (D <sub>m</sub> ):	1.85	km.
Tiempo de carga:	16	min.
Tiempo empleado cuando esta cargado (min.):	5.55	min.
Tiempo empleado cuando esta descargado (min.):	3.17	min.
Nº de ciclos efectivo por día (100%):	480	
Efectividad 80.00%	384	min.
Nº de ciclos por día:	15.53	
<b>Volumen transportado:</b>	<b>176</b>	<b>m<sup>3</sup></b>

Para el cálculo de las cisternas de agua se tendrá dos pipas por todo el mes de la construcción con una capacidad de 3000 galones, para que se encargue de regar



las losas y otras actividades que necesiten agua, la captación del agua va ser del lago Cocibolca a una distancia de 1 km en la parte donde se puede extraer el agua para el llenado de las pipas.

### **CALCULO DE MATERIAL PARA LA GUARNICIÓN O BORDILLO DE LA CALLE.**

En la siguiente tabla se obtienen las áreas para calcular la cantidad de material que se utilizara en los 0.5 metros de bordillo a ambos lado de la calle.

	AREAS M <sup>2</sup>	ESPESOR M	VOLUMEN M <sup>3</sup>	UNIDAD
TRAMO I	407	0.22	89.54	M <sup>3</sup>
TRAMO II	68	0.22	14.96	M <sup>3</sup>
TRAMO III	435	0.22	95.7	M <sup>3</sup>
		Σ	200.2	M <sup>3</sup>

Tabla VI.6.16. Áreas para calcular la cantidad de material que se utilizara en 0.5 m de bordillo.

Datos para determinar los valores de la tabla anterior.

ANCHO DE DEL BORDILLO	0.5+0.5 M
LARGO DEL TRAMO I	410 M
LARGO DEL TRAMO II	68 M
LARGO DEL TRAMO III	435 M
ESPESOR	0.22 M

Calculo de la dosificación para un volumen de 164 m<sup>3</sup> de pavimento de concreto hidráulico. Para este cálculo se obtuvieron los porcentajes de cada material según las proporciones 1:1.29:2.12 para concreto de 4000 psi.



PARA CADA M <sup>3</sup> DE CONCRETO HIDRULICO DE 4000 PSI, PROPORCIONES 1:1.29:2.12					
CEMENTO	386.7	KG	15.50%	0.155	
ARENA	638.4	KG=0.456 M <sup>3</sup>	25.53%	0.2553	
GRAVA	1277.1	KG=0.774 M <sup>3</sup>	51.10%	0.511	
AGUA	198	LITROS	7.92%	0.0792	
ADITIVOS	0				
	2500.2	KG			

Tabla VI.6.17. Cálculo de la dosificación para un volumen de 164 m<sup>3</sup> de pavimento de concreto hidráulico para concreto de 4000 psi.

A continuación se presenta el peso volumétrico tomado para cada uno de los componentes del concreto.

BOLSA	42.5 KG
ARENA M <sup>3</sup>	1400 KG/M <sup>3</sup>
GRAVA M <sup>3</sup>	1650 KG/M <sup>3</sup>

Calculo de material por el porcentaje de cada material según las proporciones 1:1.29:2.12

Peso del concreto=2500 kg/M<sup>3</sup>

Cantidad del volumen necesario de concreto=202.2 M<sup>3</sup>

Peso total= (2500 kg/ M<sup>3</sup>) (202.2 M<sup>3</sup>) =505500 kg\*1.05 factor de desperdicio =

Peso total= (505500 kg) (1.05) =530775 kg

CEMENTO= (530775 kg) (0.155)=82270.12 kg/ (42.5 kg/bolsas)=1935.76 bolsas

ARENA= (530775 kg) (0.2553) = 135506 kg/ (1400kg/m<sup>3</sup>)=97 m<sup>3</sup>

GRAVA= (530775 kg) (0.511) =271226 kg/ (1650kg/m<sup>3</sup>)=164 m<sup>3</sup>

AGUA= (530775 kg) (0.0792) = 42037 litr / (3.785 litr /gal)=11106 gal



Para la preparación del concreto de la capa de rodamiento en los bordillos se utilizaran dos camiones mezcladores mixer con una capacidad de 8 m<sup>3</sup>.

PREPARACION DE LA MESCLA DEL MATERIAL DE SUB-BASE.					
MESCLADOR MIXER CAPACIDAD M <sup>3</sup>	8				
DURACIÓN DE PREPARACION	10	MINT	DIA=	6	HORAS
DURACIÓN DE DESCARGUE	35	MINT			
CANTIDAD DE MIXER	2				
POR CADA 5/6 HORA CANTIDAD DE M <sup>3</sup>	16	M <sup>3</sup>			
CANTIDAD DE M <sup>3</sup> POR CADA DIA	111.93	M <sup>3</sup> /DIA			
CANTIDAD DE DIAS PARA SUB-BASE	1.87	DIAS			

Tabla VI.6.18. Preparación de la mescla del material de sub-base para 111.93 metros cúbicos por día.

PREPARACION DE LA MESCLA DEL MATERIAL DE SUB-BASE.					
MESCLADOR MIXER CAPACIDAD M <sup>3</sup>	8				
DURACION DE PREPARACION	10	MINT	DIA=	6	HORAS
DURACION DE DESCARGUE	35	MINT			
CANTIDAD DE MIXER	2				
POR CADA 3/4 HORA CANTIDAD DE M <sup>3</sup>	16	M <sup>3</sup>			
CANTIDAD DE M <sup>3</sup> POR CADA DIA	160	M <sup>3</sup> /DIA			
CANTIDAD DE DIAS PARA SUB-BASE	10.65	DIAS			

Tabla VI.6.19. Preparación de la mescla del material de sub-base para 160 metros cúbicos por día.



Tabla VI.6.20. Cálculo de acarreo del agua para la preparación del concreto de la carpeta de concreto hidráulico 3 viajes de la cisterna.

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
1 Gal.=	3.7854	lts.
Camion cisterna 3000 Glns.	1	
3000 Glns.	11.36	m <sup>3</sup>
Velocidad cargado	20	km/h
descargado	35	km/h
Distancia media (D <sub>m</sub> ):	1.85	km.
Tiempo de carga:	16	min.
Tiempo empleado cuando esta cargado (min.):	5.55	min.
Tiempo empleado cuando esta descargado (min.):	3.17	min.
Nº de ciclos efectivo por día (100%):	480	
Efectividad 80.00%	384	min.
Nº de ciclos por día:	15.53	
<b>Volumen transportado:</b>		<b>176 m<sup>3</sup></b>

Para el cálculo de las cisternas de agua se tendrá dos por todo el mes de la construcción con una capacidad de 3000 galones, para que se encargue de regar las losas y otras actividades que necesiten agua, la captación del agua va ser del lago Cocibolca a una distancia de 1 km en la parte donde se puede extraer el agua para el llenado de las pipa.

### COSTO Y PRESUPUESTO (COSTOS INDIRECTOS Y DIRECTOS DE LA OBRA).

#### ANALISIS DE COSTOS INDIRECTOS DE LA CONSTRUCCION DE LA CALLE.

ITEM	DESCRIPCION	U.M.	CANTIDAD	MESES	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
<b>0.10</b>	<b>ADMINISTRACION DE PLANTEL O PROYECTO.</b>					
01	INGENIERO GERENTE DE PROYECTO	MES	0.5	1	33,600.00	C\$ 16,800
02	INGENIEROS RESIDENTES DE OBRAS CIVILES.	MES	1.0	1	C\$ 16,800.00	C\$ 16800



Mejoramiento vial de 910 metros lineales con concreto hidraulico de la calle central del Municipio de Moyogalpa, Isla de Ometepe, Departamento de Rivas.

04	ADMINISTRADOR / CONTADOR DEL PROYECTO)	MES	1.0	0.5	C\$ 7,000.00	C\$ 3,500
05	MAESTROS DE OBRAS DE OBRAS CIVILES.	MES	1	1	C\$ 14,000.00	C\$ 14,000
06	BODEGUERO DE PROYECTO DIA	MES	1.0	1	C\$ 9,100.00	C\$ 9,100
07	BODEGUERO DE PROYECTO NOCHE	MES	1.0	1	C\$ 4,620.00	C\$ 4,620
08	FISCAL GENERAL DEL PROYECTO	MES	1.0	1	C\$ 9,100.00	C\$ 9,100
09	ASITENTE DE FISCAL DE PROYECTO.	MES	1.0	1	C\$ 4,620.00	C\$ 4,620
10	VIGILANTES DE PROYECTO	MES	2.0	1	C\$ 4,620.00	C\$ 4,620
11	CHOFER DE EQUIPO LIVIANO	MES	1.0	1	C\$ 8,400.00	C\$ 8,400
12	SEGURO SOCIAL DE ADMINISTRACION DE PROYECTO.	GLB	1.0	1.0	C\$ 53,202.98	C\$ 53,202.98
13	HORAS EXTRAS, BONIFICACIONES Y PREST. SOCIALES DE ADMN DE CAMPO	GLB	1.0	1.0	C\$ 80,090.50	C\$ 80,090.50
<b>020</b>	<b>OFICINA Y GASTOS DE PLANTEL</b>					<b>C\$</b>
01	PAPELERIA, UTILES Y EQUIPO DE OFICINA EN EL PROYECTO.	MES	1.0	1	C\$ 3,360.00	C\$ 3,360.00
02	RADIO COMUNICADORES	PAR	2.0	1.0	C\$ 5,600.00	C\$ 5,600
03	IMPRESORA MULTIFUNCIONAL (escáner y fotocopiadora)	C.U.	1.0	1.0	C\$ 4,200.00	C\$ 4,200.00
04	BOTIQUIN Y GASTOS MEDICOS DEL PROYECTO	MES	1.0	1.0	C\$ 10,500.00	C\$ 10,500.00
<b>030</b>	<b>PAGO DE TRANSPORTE DE ADMN, PERSONAL Y EQUIPOS.</b>					<b>C\$ -</b>
01	PAGO DE VAJE DE ADMINISTRACION Y OBREROS	VIAJES		1.0	C\$ 4,000.00	C\$ 4,000
<b>040</b>	<b>SERVICIOS PUBLICOS DEL PROYECTO.</b>					<b>C\$</b>
01	CONSUMO DE TELEFONO EN EL PROYECTO.	MES	5.0	1	C\$ 1,680.00	C\$ 8,400



Mejoramiento vial de 910 metros lineales con concreto hidraulico de la calle central del Municipio de Moyogalpa, Isla de Ometepe, Departamento de Rivas.

02	SISTEMAS PROVICIONALES Y CONSUMOS MENSUALES DE AGUA POTABLE Y ENERGIA ELECTRICA EN EL PROYECTO PARA PROCESO DE CONSTRUCCION.	MES	1.0	1	C\$ 8,400.00	C\$ 8,400
<b>050</b>	<b>FACILIDADES Y CONSTRUCCIONES TEMPORALES.</b>					<b>C\$ -</b>
01	COMPRA DE CAMAS PARA ADMON DEL PROYECTO.	C.U.		1.0	C\$ 2,500.00	C\$ 2,500
02	COMPRA DE CATRES O LITERAS PARA PERSONAL DEL PROYECTO.	C.U.		1.0	C\$ 400.00	C\$ 400
03	COMPRA DE COLCHONES UNIPERSONALES	C.U.		1.0	C\$ 300.00	C\$ 300
04	ALQUILER DE CASA PARA ADMINISTRACION DEL PROYECTO Y OFICINA.	MES		1.0	C\$ 8,400.00	C\$ 8,400
05	ALQUILER DE CASA PARA OBREROS Y OPERADORES DE EQUIPO.	MES		1.0	C\$ 7,000.00	C\$ 7,000
<b>060</b>	<b>GASTOS VARIOS AMINISTRATIVOS.</b>				<b>C\$</b>	<b>C\$</b>
05	PAGO DE SEGUROS A TERCEROS.	GLB	1.0	1.0	C\$ 1.00	C\$ 25,500.00
06	PAGOS DE SEGUROS A LA PROPIEDAD.	GLB	1.0	1.0	C\$ 1.00	C\$ 25,500.00
<b>070</b>	<b>EQUIPOS MENORES Y HERRAMIENTAS.</b>					<b>C\$</b>
01	CIRCULARES DE 7" DE MANO PARA CORTAR MADERA.	C.U.	1.0	1.0	C\$ 4,000.00	C\$ 4,000.00
02	TALADROS ELECTRICOS DE 1/4" A 5/8".	C.U.	1.0	1.0	C\$ 2,500.00	C\$ 2,500.00
03	PULIDORA PARA CORTAR CONCRETO Y METAL DE 7".	C.U.	1.0	1.0	C\$ 4,000.00	C\$ 4,000.00
04	BOMBA ELECTRICA SUBCIONADORA DE	C.U.	1.0	1.0	C\$ 33,600.00	C\$ 33,600.00



Mejoramiento vial de 910 metros lineales con concreto hidraulico de la calle central del Municipio de Moyogalpa, Isla de Ometepe, Departamento de Rivas.

	AGUA.					
05	MEZCLADORAS DE CONCRETO.	C.U.	1.0	1.0	C\$ 70,000.00	C\$ 70,000.00
06	VIBRADOR DE CONCRETO.	C.U.	1.0	1.0	C\$ 21,600.00	C\$ 21,600.00
07	JUEGO DE HERRAMIENTAS TIPO RAID Y COPAS.	JGO	1.0	1.0	C\$ 4,200.00	C\$ 4,200.00
08	RENTA O DEPRECIACION DE CAMION KIA PEQUEÑO PARA VIAJES VARIOS EN EL PROYECTO.	C.U.	0.5	1.0	C\$ 182,250.00	C\$ 91,125.00
09	JUEGO DE HERRAMIENTAS DE CONSTRUCCION.	GLB	1.0	1.0	C\$ 22,400.00	C\$ 22,400.00
<b>080</b>	<b>SERVICIOS PROFESIONALES DEL PROYECTO.</b>					<b>C\$</b>
01	LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES Y SUELOS.	MES	1.0	\$4.00	C\$ 70,000.00	C\$ 280,000.00
02	SERVICIO DE CUADRILLA DE TOPOGRAFIA.	MES	1.0	\$0.50	C\$ 70,000.00	C\$ 35,000.00
03	ELABORACION DE PLANOS AS BUILT	GLB	1.0	\$1.00	C\$ 16,000.00	C\$ 16,000.00
<b>090</b>	<b>VIATICOS DE ALIMENTACION Y EQUIPO DE SEGURIDAD.</b>					<b>C\$ 75,000.00</b>
01	EQUIPO DE SEGURIDAD DE LA ADMON Y PERSONAL	C.U.	25.0	1.0	C\$ 3,000.00	C\$ 75,000.00
<b>SUMA TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS:</b>						<b>C\$ 998,338.48</b>

Tabla VI.6.21. Costos indirectos de la obra.



### COSTOS DIRECTOS DE LA OBRA.

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
<b>OBRAS DE MEJORAMIENTO DE 910 M DE LA CALLE CENTRAL DE MOYOGALPA</b>				
<b>PRELIMINARES</b>				
Movilización y construcciones temporales(equipo y mano de obra)	c/u	1.00	204,980	204980
Desmovilización equipo y mano de obra	c/u	1.00	86,000	86000
<b>MATERIAL(acarreo)</b>			<b>C\$</b>	
Cemento(ACARREO +IVA)	bolsas	20,056	285	5715960
Regla de pino para losas de 5 metros 1"x 7"	c/u	76	150	11400
Cuartones de pino para losa de 3.5 metros 2"x 7"	c/u	76	200	15200
Clavos 1"1/2	libras	30	25	750
Clavos de 2" y 4"	libras	20	28	560
Piedras 10 cm-25 cm @	M <sup>3</sup>	10	400	4000
Rotulo de 2.40*2.40 m	c/u	1	25000	25000
Arena (Motastepe)	M <sup>3</sup>	630	500	315000
Grava	M <sup>3</sup>	1069	700	748300
Material selecto(banco de préstamo Sinacapa)	M <sup>3</sup>	2876	300	862800
<b>EQUIPO(incluye operario y gasolina)</b>			<b>C\$</b>	
CAMION PIPA(sin conductor)	Hora	448	800	358400
CAMION VOLQUETE(sin conductor)	Hora	370	620	229400
CAMION MIXER(sin conductor)	Hora	294	6424	1888656
Cargador frontal(con conductor)	Hora	74	3504	259296
Pala mecánica(con conductor)	Hora	50	3650	182500
Tractor D-7 con un empujador angular.	Hora	26	3796	98696
<b>MANO DE OBRA</b>			<b>C\$</b>	
Oficial ayudante	días	720	250	180000
Albañil	días	320	350	112000
Carpintero	días	80	350	28000
Conductor de pipa	días	80	400	32000
Conductores de volquete	horas	370	100	37000
Conductor de mixer(mesclador)	horas	294	150	44,100.00



Mejoramiento vial de 910 metros lineales con concreto hidraulico de la calle central del Municipio de Moyogalpa, Isla de Ometepe, Departamento de Rivas.

<b>COSTOS UNITARIOS DE OBRAS DE SISTEMA HIDRAULICO</b>			<b>C\$</b>	
Excavación de zanja	M <sup>3</sup>	1,064.7	50	53,235
Cuneta	m	3,476	1,100	3,823,600.00
			<b>%</b>	<b>TOTAL</b>
<b>ESTIMACION TOTAL DE COSTOS DIRECTOS DE LA OBRA</b>				<b>C\$ 15,316,833</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS TOTALES DEL PROYECTO</b>			<b>6.41 %</b>	<b>C\$998,338.48</b>
<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO</b>				<b>C\$16,315,171.48</b>

Tabla VI.6.22. Costos directos de la obra.



Mejoramiento vial de 910 metros lineales con concreto hidraulico de la calle central del Municipio de Moyogalpa, Isla de Ometepe, Departamento de Rivas.

**7.5. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.**

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES																																									
NOMBRE DEL PROYECTO:MEJORAMIENTO VIAL DE 910 EN LA CALLE CENTRAL DEL MUNICIPIO DE MOYOGALPA																																									
ACTIVIDAD EN DIAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	
PRELIMINARES	■	■																																							
MOVIMIENTO DE TIERRA			■	■	■	■																																			
CUNETAS								■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
BASE Y PAVIMENTO														■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
SEÑALIZACION Y LIMPIEZA																																					■	■	■	■	■



## **VIII. CAPITULO 8. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.**

### **8.1. CONCLUSIONES.**

El presente trabajo de seminario de graduación con el título de “mejoramiento vial de 910 metros lineales con concreto hidráulico de la calle central del municipio de Moyogalpa, isla de Ometepe departamento de Rivas” se da por concluido con satisfacción en aprendizaje y un grado de experiencia, debido a los diferentes estudios realizados para poder efectuar lo planteado como título, entre los principales (Geotécnico, Topográfico, Transito, Hidrológico, Diseño hidráulico, Diseño vial), los cuales permitieron diseñar una estructura de pavimento rígido (pavimento de concreto hidráulico).

La principal situación crítica de estudio es la falta de un estudio Topográfico detallado ya que es uno de los estudios principales al formular en cualquier proyecto y la alcaldía de Moyogalpa solo brindo acceso al levantamiento que solo posee cotas y niveles de la calle actual y por lo tanto se tuvo que realizó un levantamiento de planimetría con ayuda del programa Google Earth para levantar el eje preliminar del camino, por falta de lo equipos necesarios para realizar el levantamiento de forma manual. Los estudios tales como geotécnico e hidrológico definieron un diseño capaz de soportar los fenómenos naturales (sismos, deslaves, terremotos, inundaciones etc.). De igual manera su diseño estructural, basado en el estudio de tránsito, está en condiciones de soportar las cargas móviles de vehículos, y poder funcionar con un buen nivel de servicio aun, hasta un tiempo futuro de 25 años (vida útil considerada para este tipo de calle), cuando se produzca un incremento del tránsito vehicular en este tramo de carretera.

También no podemos pasar por alto que el estudio hidrológico fue diseñado con el objetivo de mejorar las correntadas que eran principales problemas en la calle en tiempo lluvioso, con un sistema hidráulico este nuevo diseño todo el agua que



circulará por las cunetas lo cual no permitirá el encharcamiento de la calle a lo vez también evitara el deterioro de la calle una vez construida. En la factibilidad del mejoramiento vial con pavimentos de concreto una vez más comprueba que aunque los gastos en la construcción de la obra son altos es recompensado por la duración y el mantenimiento casi nulo durante los años de duración por los cuales fue diseñada la calle.

En el estudio geotécnico se obtuvo por medio de las muestras ensayadas de los sondeos realizados en la calle central del municipio de Moyogalpa, Isla de Ometepe en el laboratorio de suelos del MTI (Ministerio de transporte e infraestructura) ubicado en Managua. Que el suelo que predomina es arena limosa (SM) según la clasificación SUCS (sistema unificado de Clasificación de suelo) y (A-2-4(0), A-1-b(0)) de acuerdo a la clasificación HRB, según la AASHTO este tipo de suelo se considera de excelente calidad para sub-rasante. Aunque hay partes donde se presenta un tipo de suelo A-4(0), el cual no se recomienda para sub-rasante y por lo tanto se recomendamos una capa sub-rasante de material local de 20 cm en los sitios donde se presenta ese tipo de suelo.

El estudio de tránsito que se llevó a cabo por medio de un aforo vehicular nos brindó la información necesaria para determinar los diferentes tipos de vehículos que circulan en la vía, siendo las motos las que más se destacan con un 52% del tráfico total. También se calculó el trafico promedio diario TP (D) que nos dio de 2066 vehículos mixtos/día que se clasifica como “tránsito pesado” que se presenta cuando son más de 750 vehículos/día. Luego se calculó el Trafico promedio diario anual (TPDA) que se estimó en 1996 Veh. Mixtos/año. Estos datos se pudieron calcular a través de los factores de expansión obtenidos del aforo vehicular del MTI (2014). Finalmente al proyectarse el transito futuro a 25 años con una tasa de crecimiento del 17% nos dio un TPDA de 101,114 veh/año.



Mejoramiento vial de 910 metros lineales con concreto hidraulico de la calle central del Municipio de Moyogalpa, Isla de Ometepe, Departamento de Rivas.

Luego se determinó por medio del diseño de estructura de pavimento de concreto hidráulico de la AASHTO 93, un espesor para la losa de concreto hidráulico de 22 cm. Dependiendo de los criterios establecidos por nuestra calle en estudio.

Para concluir finalmente se realizó el cálculo del costo total que llevara el mejoramiento vial de la calle central del Municipio de Moyogalpa, Isla de Ometepe, Departamento de Rivas que nos dio de **C\$ 16,315,171.48**, el costo indirecto fue de C\$ 998,338.48 y el costo directo de C\$ 15,316,833.



## **8.2. RECOMENDACIONES.**

### **Sistema hidráulico**

Como aspecto importante se señala lo siguiente: se tiene que mantener las cunetas limpias y sin ninguna materia que dañe la circulación para lo que fueron diseñadas lo cual no permitirá que la calle sufra deterioro por el agua, por lo que las aguas en tiempo lluvioso son las principales causa de deterioro en las obras horizontales de la ingeniería constructiva.

### **Ejecución de proyecto.**

El ingeniero supervisor tendrá que vigilar que la compactación cumpla con las normas NIC 2000, así mismo tendrá que inspeccionar que todos los materiales que se utilicen cumplan con las normas para lo cual se utilizara cada de uno (arena, grava, material granular).

También que el agua que se utilice para la mezcla de concreto de 4000 psi tenga un grado de contaminación mínimo para que el concreto no tenga problemas con la dosificación que se especifica en las tablas de porcentajes de cada material.

### **Aspecto de mantenimiento.**

Conservar una cuadrilla de mantenimiento preventivo que se encargue de restaurar las deficiencias que se puedan presentar en la construcción y presérvenla geometría transversal de la vía, principal en el drenaje del agua de las lluvias.

Se deberá vigilar las sobrecargas en vehículos pesados. Los tipos de vehículos con su respectiva carga que circulen en la vía deberán ajustarse a la normativa de transporte regulada por el Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI).

Aspecto ambiental.



Mejoramiento vial de 910 metros lineales con concreto hidraulico de la calle central del Municipio de Moyogalpa, Isla de Ometepe, Departamento de Rivas.

En general el diseño de pavimentos con pavimento de concreto hidráulico las nuevas obras son orientadas a la construcción de pavimentos sobre una calle en las que se prevé obras de protección contra la erosión. En ese sentido deberán tomarse todas las medidas de prevención y mitigación que sean necesarias.

### **Aspecto de Factibilidad.**

Se puede afirmar que desde el punto de vista económico es bueno por que mejorara la circulación de los transportistas ofreciéndoles confort, eliminara el mantenimiento que era uno de los principales problemas por los cuales la alcaldía de Moyogalpa tenía gastos cada vez que necesita mantenimiento la calle, además que el presupuesto de la calle anda en el rango por km 1000000.00 \$ en Nicaragua es lo estandarizado.



## **IX. CAPITULO 9. REFERENCIAS.**

### **9.1. BIBLIOGRAFÍA**

AASHTO 93 Para el diseño de pavimento rígido. (1993).

Arroyo Hilton, N. F. (2012-04-13). *Diseño y conservación de pavimentos rígidos*. (2004). *documento brindado por la empre cemex*.

Infraestructura, M. d. (2014). *Anuario de Aforo de traficos año 2014*. Managua.

Iturbide, I. J. (2002). *Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos*.

(2008). *Manual de carreteras: Hidrología, Hidráulica y drenaje*.

*Normativa para el sistema de drenaje pluvial*. (s.f.).

Officials, A. A. (1993). *Guía AASHTO para diseño de estructuras de pavimentos*.



## 9.2. GLOSARIO.

### **Rasante**

Es la línea obtenida al proyectar sobre un plano vertical, el desarrollo del eje de la corona de la carretera. En la sección transversal está representada por un punto.

### **Subrasante**

La Subrasante se refiere a la capa de suelo situada debajo del pavimento. El material de esta capa, además, del material natural puede incluir su mezcla con material de banco o con aditivos; así como también el material agregado a esta capa de material nuevo u obtenido de las cunetas y taludes de las bermas laterales.

### **Pavimento**

ES el conjunto de subbase, base y superficie de rodamiento colocada sobre la subrasante, cuya función es la de soportar los esfuerzos que les transmiten las cargas directas del tráfico, distribuir las a las subrasante, y a la vez resistir el desgaste y proveer una superficie que permita una circulación cómoda y segura.

### **Sub-base**

Parte de la carretera destinado para conformar y servir de soporte a la base y a la superficie de rodamiento. Puede ser del terreno natural o de un material seleccionado. Una de las funciones principales de la sub base es de carácter económico, ya que se usa para disminuir el espesor del material de base y desde el punto de vista estructural su función es similar a la de la base.

### **Carpeta de rodamiento**

Es la capa superior de la estructura de un pavimento diseñada para soportar las cargas de tránsito y resistir los efectos abrasivos del tránsito, así como el



interperismo. Además, debe ser una capa prácticamente impermeable, constituyendo una protección para la base.

Terracería: Es el volumen de material que hay que cortar o terraplenar para formar el camino hasta la subcorona. La diferencia de cotas entre el terreno natural y la subcorona define los espesores de corte o terraplén.

### **Corona**

Es la superficie de la carretera terminada, que queda comprendida entre los hombros de la carretera, o sea las aristas superiores de los taludes del terraplén y/o los interiores de la cuneta. Los elementos que definen la corona son: la rasante, la pendiente transversal, la calzada y los acotamientos.

### **Bombeo**

Es la pendiente transversal que se da a la corona en las tangentes de alineamiento horizontal hacia uno y otro lado de la rasante para evitar la acumulación del agua sobre la carretera. Sobre elevación o peralte: Es la pendiente transversal que se da a la corona hacia el centro de la curva para contrarrestar parcialmente el efecto de la fuerza centrífuga de un vehículo en las curvas del alineamiento horizontal.

### **Cuneta**

Las cunetas son zanjas que se construyen en los tramos en corte a uno o ambos lados de la corona contiguas a los hombros con el objeto de recibir en ellas el agua que escurre por la corona y los taludes del corte.

### **Mampostería**

Es la mezcla de piedra bolón, arena, cemento y agua; que se utiliza para construir estructuras simples sin refuerzo. Ejemplo los pozos de vistas del drenaje pluvial.



Mejoramiento vial de 910 metros lineales con concreto hidraulico de la calle central del Municipio de Moyogalpa, Isla de Ometepe, Departamento de Rivas.

### **Bajura**

Falta de elevación.

### **Prominencia**

Abultamiento, elevación de una cosa con respecto a lo que está a su alrededor.

### **Alabeo**

Comba de cualquier cuerpo o superficie; en especial, la que toma la madera al alabearse.

### **Epidón móllico**

Horizonte superficial de color oscuro, rico en materia orgánica bien humificada, saturado en cationes bivalentes, estructurados y espesos.

### **Aluvionales**

Suelos de origen fluvial, poco evolucionados aunque profundos.

### **Iluviación**

Proceso de acumulación en un horizonte del suelo de elementos procedentes de otro.

### **Latifoliado**

Refiérase a una vegetación o un ecosistema con predominancia de plantas con hojas anchas.



Mejoramiento vial de 910 metros lineales con concreto hidraulico de la calle central del Municipio de Moyogalpa, Isla de Ometepe, Departamento de Rivas.

# ANEXOS



Mejoramiento vial de 910 metros lineales con concreto hidraulico de la calle central del Municipio de Moyogalpa, Isla de Ometepe, Departamento de Rivas.

**MINISTERIO DE TRANSPORTE E INFRAESTRUCTURA**  
**DIRECCIÓN GENERAL DE NORMAS DE CONSTRUCCIÓN**  
**DIRECCIÓN DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES**



**DEPARTAMENTO DE LABORATORIO**

**INFORME DE ESTUDIO DE SUELOS**

**PROYECTO: Calle Central de Moyogalpa**  
**BANCO: Sondeos de línea**

**Fecha: 17 Octubre de 2016**



Mejoramiento vial de 910 metros lineales con concreto hidraulico de la calle central del Municipio de Moyogalpa, Isla de Ometepe, Departamento de Rivas.

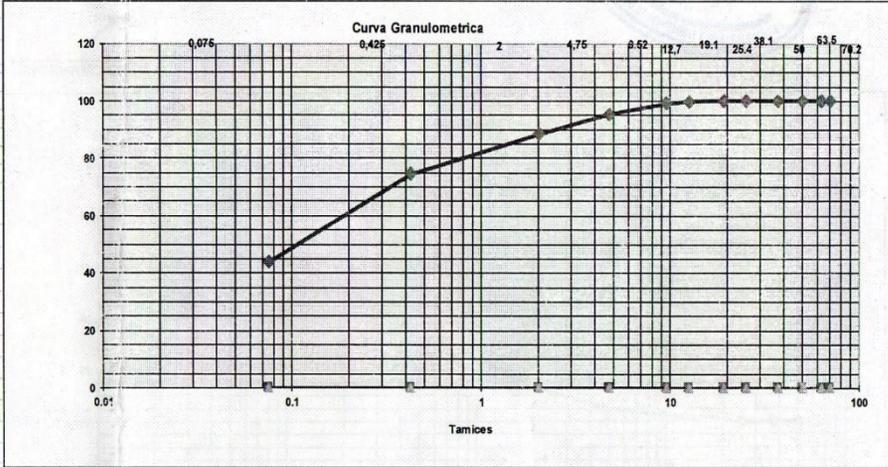


**MINISTERIO DE TRANSPORTE E INFRAESTRUCTURA**  
**DIRECCION DE NORMAS DE LA CONSTRUCCION Y DESARROLLO URBANO**  
**DIVISION DE CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES**

**SECCION SUELOS**

PROYECTO: calle central moyogalpa (ometepe)				RECEPCION DE MUESTRA: 06/10/2016	
SONDEO N°:	CAPA N°:	ESPESOR cm:	MUESTRA N°: <b>M-1</b>	ESTACION N°: 0+100	CARRIL:
NORMA AASHTO T 11, T 27, ASTM D 136, D 117					
PESO SUCIO	1564	gr	HUMEDAD NATURAL (NORMA ASTM D2216-10)		
PESO SECO LAVADO	883	gr	% W 27.87		
PESO DEL MAT HUMEDO:	156		RETIENE LA N°4 5		
PESO DEL MAT SECO:	122		PASA LA N°4 95		
Peso del Recipiente:	0		PASA LA N°200 44		

MALLA	Retenido	% Retenido	%	% PERMISIBLE	%	% PERMISIBLE	
mm	pulg	Parcial	Parcial	Acumulado	MINIMO	Que Pasa	MAXIMO
70.2	3"	0	0	0.00	0	100	0
63.5	2½"	0	0	0.00	0	100	0
50	2"	0	0	0.00	0	100	0
37.5	1½"	0	0.00	0.00	0	100	0
25.4	1"	0	0.00	0.00	0	100	0
19.1	¾"	0	0.00	0.00	0	100	0
12.5	½"	4	0.26	0.26	0	100	0
9.52	3/8"	10	0.64	0.90	0	99	0
4.75	N°4	60	3.84	4.73	0	95	0
2	N°10	108	6.91	11.64	0	88	0
0.425	N°40	219	14.00	25.64	0	74	0
0.075	N°200	480	30.69	56.33	0	44	0



**Curva Granulometrica**

**OBSERVACIONES**

Ensayo Realizado:

*Elvin Mayorga*  
Elvin Mayorga  
Técnico en Laboratorio de Suelos

Revisó:



Ing. Elvin Mayorga  
Resp. Del Laboratorio

Aprobó:



Ing. Evert Rivera  
Director de Control de Calidad



Mejoramiento vial de 910 metros lineales con concreto hidraulico de la calle central del Municipio de Moyogalpa, Isla de Ometepe, Departamento de Rivas.



**MINISTERIO DE TRANSPORTE E INFRAESTRUCTURA**  
**DIRECCION DE NORMAS DE LA CONSTRUCCION Y DESARROLLO URBANO**  
**DIVISION DE CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES**  
**SECCION SUELOS**

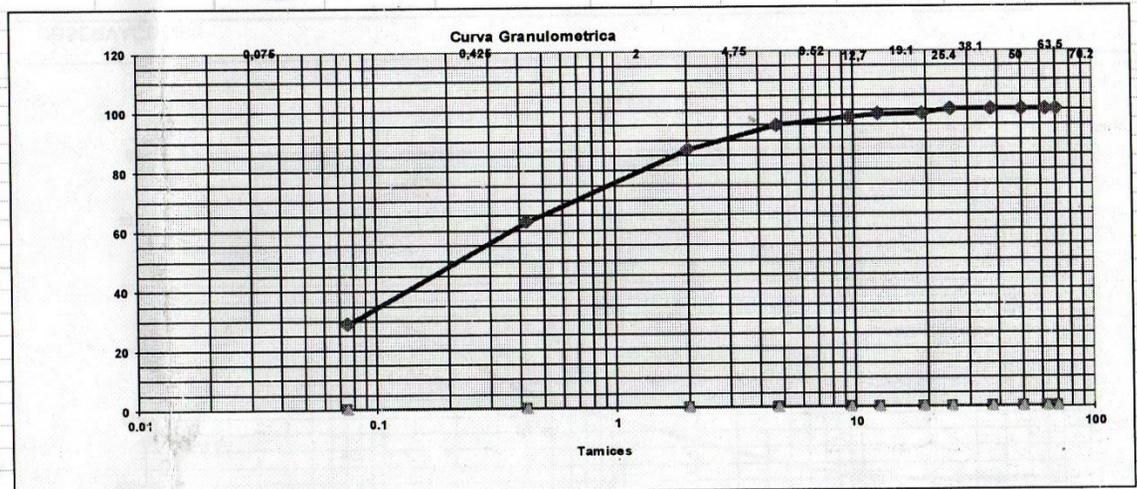
PROYECTO: Calle Central Moyogalpa

RECEPCION DE MUESTRA: 06/10/2016

SONDEO N°: 2 CAPA N°: 1 ESPESOR cm: 0-40 MUESTRA N°: **M-1** ESTACION N°: 0+500 CARRIL:

NORMA AASHTO T 11, T 27, ASTM D 136, D 117

PESO SUCIO	1948	gr	HUMEDAD NATURAL (NORMA ASTM D2216-10)	
PESO SECO LAVADO	1393	gr	% W	18.12
PESO DEL MAT HUMEDO:	163		RETIENE LA N°4	5
PESO DEL MAT SECO:	138		PASA LA N°4	95
Peso del Recipiente:	0		PASA LA N°200	29



MALLA mm	puig	Retenido Parcial	% Retenido Parcial	% Acumulado	% PERMISIBLE MINIMO	% Que Pasa	% PERMISIBLE MAXIMO
70.2	3"	0	0	0.00	0	100	0
63.5	2 1/2"	0	0	0.00	0	100	0
50	2"	0	0	0.00	0	100	0
37.5	1 1/2"	0	0.00	0.00	0	100	0
25.4	1"	0	0.00	0.00	0	100	0
19.1	3/4"	26	1.33	1.33	0	99	0
12.5	1/2"	5	0.26	1.59	0	98	0
9.52	3/8"	17	0.87	2.46	0	98	0
4.75	N°4	54	2.77	5.24	0	95	0
2	N°10	156	8.01	13.24	0	87	0
0.425	N°40	465	23.87	37.11	0	63	0
0.075	N°200	665	34.14	71.25	0	29	0

OBSERVACIONES

Ensayo Realizado:

*Elvin Mayorga*  
 Elvin mayorga  
 Técnico en Laboratorio de Suelos

Revisó:

*Jimmy Perez*  
 Ing. Jimmy Perez  
 Resp. Dept. Laboratorio  
 Laboratorio de Materiales de Construcción y Suelos  
 Managua, Nicaragua

Aprobó:

*Ever Rivera*  
 Ing. Ever Rivera  
 Director de Control de Calidad



Mejoramiento vial de 910 metros lineales con concreto hidraulico de la calle central del Municipio de Moyogalpa, Isla de Ometepe, Departamento de Rinco



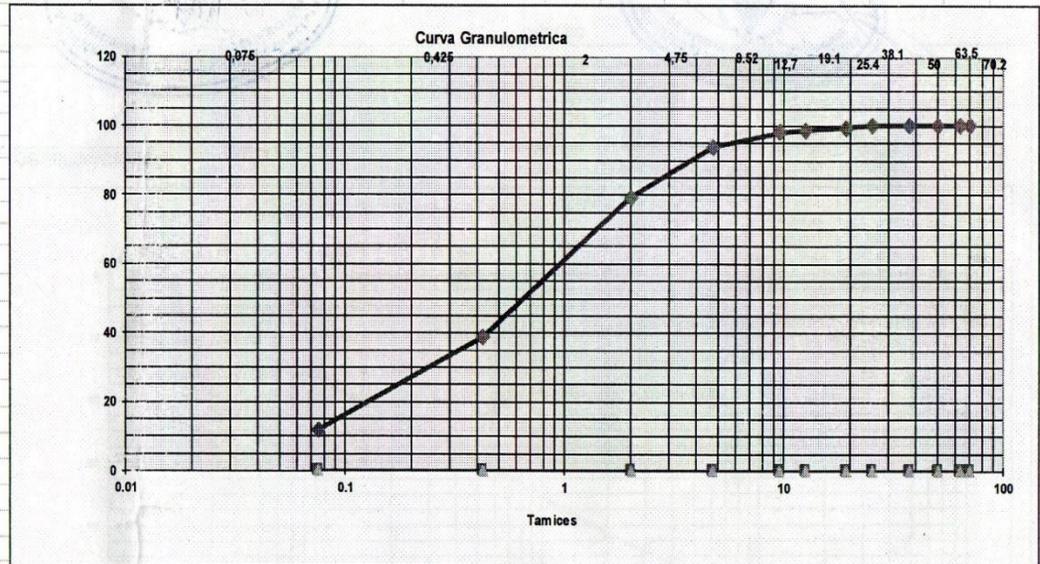
**MINISTERIO DE TRANSPORTE E INFRAESTRUCTURA**  
**DIRECCION DE NORMAS DE LA CONSTRUCCION Y DESARROLLO URBANO**  
**DIVISION DE CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES**  
**SECCION SUELOS**

PROYECTO: calle central moyogalpa (ometepe) RECEPCION DE MUESTRA: 06/10/2016

SONDEO N°: 2 CAPA N°: ESPESOR cm: MUESTRA N°: **M-2** ESTACION N°: 0+500 CARRIL:

NORMA AASHTO T 11, T 27, ASTM D 136, D 117

PESO SUCIO	1964	gr	HUMEDAD NATURAL (NORMA ASTM D2216-10)	
PESO SECO LAVADO	1734	gr	% W	11.98
PESO DEL MAT HUMEDO:	167		RETIENE LA N°4	6
PESO DEL MAT SECO:	167		PASA LA N°4	94
Peso del Recipiente:	0		PASA LA N°200	12



MALLA	Retenido	% Retenido	%	% PERMISIBLE	%	% PERMISIBLE	
mm	pulg	Parcial	Parcial	Acumulado	MINIMO	Que Pasa	MAXIMO
70.2	3"	0	0	0.00	0	100	0
63.5	2½"	0	0	0.00	0	100	0
50	2"	0	0	0.00	0	100	0
37.5	1½"	0	0.00	0.00	0	100	0
25.4	1"	0	0.00	0.00	0	100	0
19.1	¾"	12	0.61	0.61	0	99	0
12.5	½"	17	0.87	1.48	0	99	0
9.52	3/8"	11	0.56	2.04	0	98	0
4.75	N°4	82	4.18	6.21	0	94	0
2	N°10	288	14.66	20.88	0	79	0
0.425	N°40	795	40.48	61.35	0	39	0
0.075	N°200	527	26.83	88.19	0	12	0

**OBSERVACIONES**

Ensayo Realizado: *Elvin Mayorga*  
 Elvin mayorga  
 Técnico en Laboratorio de Suelos

Revisó: *Jimmy Pérez*  
 Ing. Jimmy Pérez  
 Resp. Depto. Laboratorio  
 Materiales de Construcción y Suelos  
 Managua, Nicaragua

Aprobó: *Ever Rivera*  
 Ing. Ever Rivera  
 Director de Control de Calidad  
 Managua, Nicaragua



Mejoramiento vial de 910 metros lineales con concreto hidraulico de la calle central del Municipio de Moyogalpa, Isla de Ometepe, Departamento de Rivas.

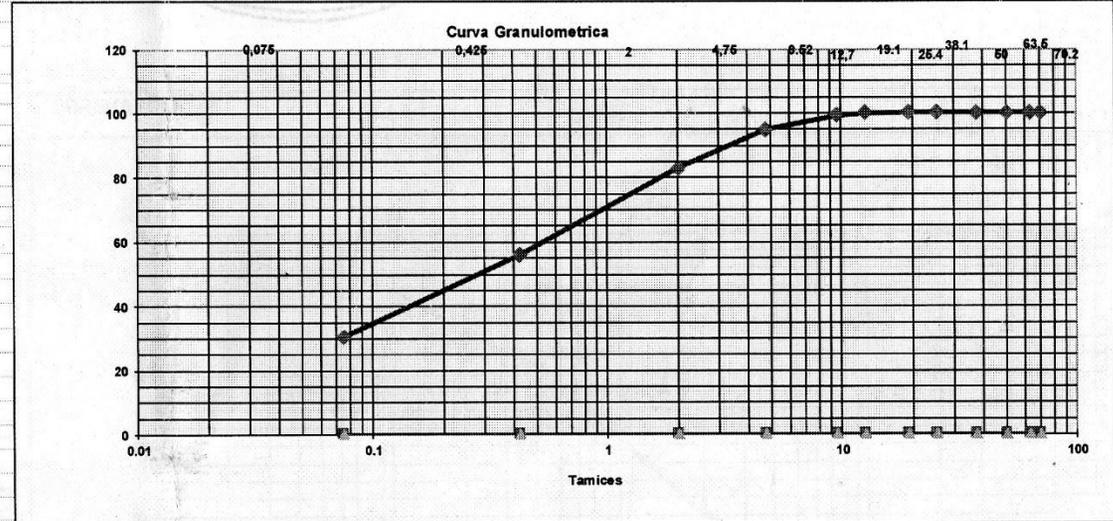


**MINISTERIO DE TRANSPORTE E INFRAESTRUCTURA**  
**DIRECCION DE NORMAS DE LA CONSTRUCCION Y DESARROLLO URBANO**  
**DIVISION DE CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES**  
**SECCION SUELOS**

PROYECTO: calle central moyogalpa (ometepe) RECEPCION DE MUESTRA: 06/10/2016  
 SONDEO N°: CAPA N°: ESPESOR cm: MUESTRA N°: **M-3** ESTACION N°: 0+500 CARRIL:

**NORMA AASHTO T 11, T 27, ASTM D 136, D 117**  
 PESO SUCIO 2100 gr HUMEDAD NATURAL (NORMA ASTM D2216-10)  
 PESO SECO LAVADO 1466 gr **%W 16.17**  
 PESO DEL MAT HUMEDO: 167 RETIENE LA N°4 5  
 PESO DEL MAT SECO: 145 PASA LA N°4 95  
 Peso del Recipiente: 0 PASA LA N°200 30

MALLA	Retenido	%Retenido	%	% PERMISIBLE	%	% PERMISIBLE	
mm	pulg	Parcial	Parcial	Acumulado	MINIMO	Que Pasa	MAXIMO
70.2	3"	0	0	0.00	0	100	0
63.5	2½"	0	0	0.00	0	100	0
50	2"	0	0	0.00	0	100	0
37.5	1½"	0	0.00	0.00	0	100	0
25.4	1"	0	0.00	0.00	0	100	0
19.1	¾"	0	0.00	0.00	0	100	0
12.5	½"	2	0.10	0.10	0	100	0
9.62	3/8"	17	0.81	0.90	0	99	0
4.75	N°4	88	4.19	5.10	0	95	0
2	N°10	254	12.10	17.19	0	83	0
0.425	N°40	565	26.90	44.10	0	56	0
0.075	N°200	536	25.52	69.62	0	30	0



**OBSERVACIONES**

Observaciones area (empty box)

Ensayo Realizado: *E. Mayorga*  
 E. Mayorga  
 Técnico en Laboratorio de Suelos

Revisó: *[Signature]*  
 Ing. Jimmy Perez  
 Resp. Dept. Laboratorio  
 de Materiales de Construcción  
 Managua, Nicaragua

Aprobó: *[Signature]*  
 Ing. Evert Rivera  
 Director de Control de Calidad



Mejoramiento vial de 910 metros lineales con concreto hidraulico de la calle central del Municipio de Moyogalpa, Isla de Ometepe, Departamento de Rivas.

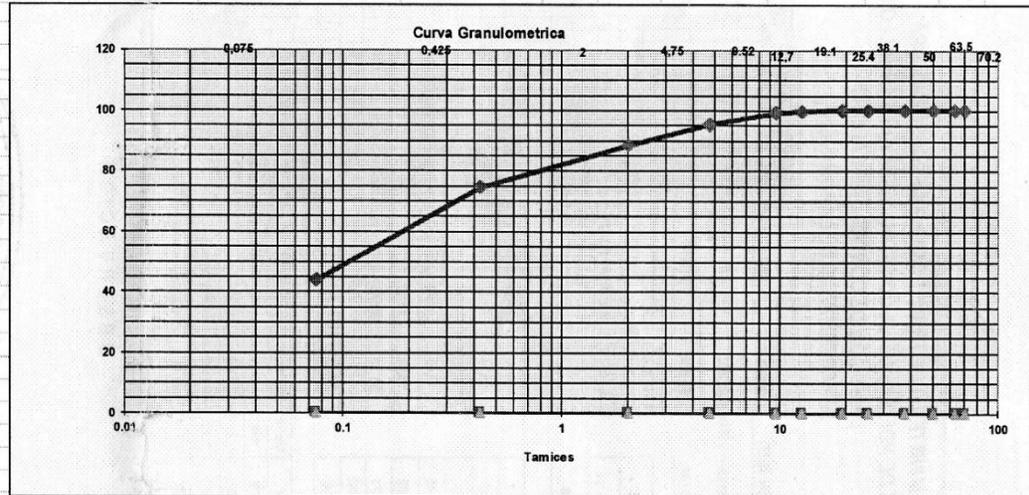


**MINISTERIO DE TRANSPORTE E INFRAESTRUCTURA**  
**DIRECCION DE NORMAS DE LA CONSTRUCCION Y DESARROLLO URBANO**  
**DIVISION DE CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES**  
**SECCION SUELOS**

PROYECTO: calle central moyogalpa (ometepe) RECCION DE MUESTRA: 06/10/2016  
 SONDEO N°: 3 CAPA N°: ESPESOR cm: MUESTRA N°: **M-1** ESTACION N°: 0+750 CARRIL:

NORMA AASHTO T 11, T 27, ASTM D 136, D 117  
 PESO SUCIO 1564 gr HUMEDAD NATURAL (NORMA ASTM D2216-10)  
 PESO SECO LAVADO 883 gr % W 27.87  
 PESO DEL MAT HUMEDO: 156 RETIENE LA N°4 5  
 PESO DEL MAT SECO: 122 PASA LA N°4 95  
 Peso del Recipiente: 0 PASA LA N°200 44

MALLA	Retenido	% Retenido	%	% PERMISIBLE	%	% PERMISIBLE	
mm	pulg	Parcial	Parcial	Acumulado	MINIMO	Que Pasa	MAXIMO
70.2	3"	0	0	0.00	0	100	0
63.5	2½"	0	0	0.00	0	100	0
50	2"	0	0	0.00	0	100	0
37.5	1½"	0	0.00	0.00	0	100	0
25.4	1"	0	0.00	0.00	0	100	0
19.1	¾"	0	0.00	0.00	0	100	0
12.5	½"	4	0.26	0.26	0	100	0
9.52	3/8"	10	0.64	0.90	0	99	0
4.75	N°4	60	3.84	4.73	0	95	0
2	N°10	108	6.91	11.64	0	88	0
0.425	N°40	219	14.00	25.64	0	74	0
0.075	N°200	480	30.69	56.33	0	44	0



OBSERVACIONES

Ensayo Realizado: *Elvin Mayorga*  
 Revisó: *Elvin Mayorga*  
 Aprobó: *Ever RIVERA*

Elvin Mayorga  
 Técnico en Laboratorio de Suelos





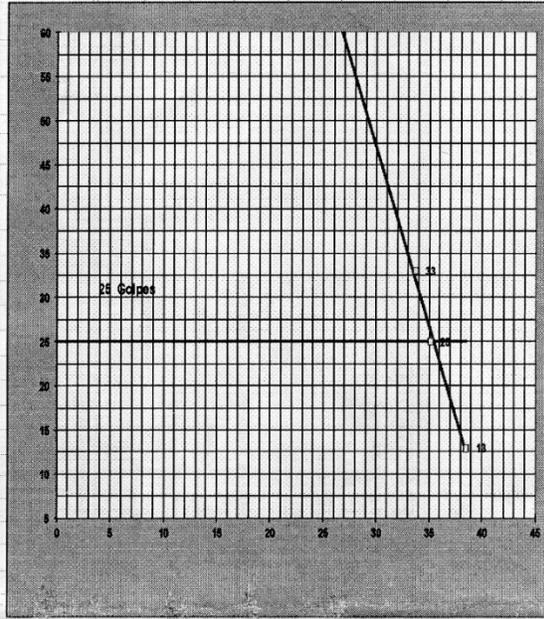
Mejoramiento vial de 910 metros lineales con concreto hidraulico de la calle central del Municipio de Moyogalpa, Isla de Ometepe, Departamento de Rivas.



**MINISTERIO DE TRANSPORTE E INFRAESTRUCTURA  
DIRECCION DE NORMAS DE LA CONSTRUCCION Y DESARROLLO URBANO  
DIRECCION DE CONTROL DE CALIDAD  
DEPARTAMENTO DE LABORATORIO**

Carretera: CALLE CENTRAL MOYOGALPA OMETEPE (ORDEN 1627)      Código No: M-1  
 Norma: ASTM D 4318      Capa No:      Sondeo y Muestra No: 1  
 Técnico: Elvin Mayorga      Profundidad: 0-100 CM      Fecha: 11/10/16

ENSAYE	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
	Numero de Golpes	10 - 19	20 - 25 - 29		
Tara No:	n.				
Peso del Suelo Humedo + Tara	g.	31.96	34.26	31.7	38.21    36.36
Peso del Suelo Seco + Tara	g.	27.93	29.93	28.07	33.39    32.07
Peso del Agua	g.	4.03	4.33	3.58	4.82    4.29
Peso del Pesafiltro	g.	17.47	17.6	17.46	17.45    17.64
Peso del Suelo Seco	g.	10.46	12.33	10.62	15.94    14.43
Porcentaje de Humedad	%	38.53	35.12	33.71	30.24    29.73
Factor K		0.9239	1.0000	1.0342	
Limite Liquido		35.6	35.1	34.9	<b>35.2</b>



LIMITE LIQUIDO (LL)	35.2	Tamiz	Malla	Que Pasa	CLASIFICACION
LIMITE PLASTICO (LP)	30.0	ASTM	mm	%	M 145-91
INDICE PLASTICO (IP)	5.2	10	2	88.00	GRUPO
MODULO PLASTICO (MP)	385	40	0.42	74.00	SUCS
INDICE DE GRUPO (IG)	0	200	0.074	44.00	Compt.

**OBSERVACION**

Ensayo Realizado: *Elvin Mayorga*  
 Tec. Elvin Mayorga  
 Técnico en Laboratorio de Suelos

Revisó: *Jimmy Pérez*  
 Resp. Laboratorio de Construcción y Suelos  
 Managua, Nicaragua

Aprobó: *Enrique Rivera*  
 Director de Control de Calidad



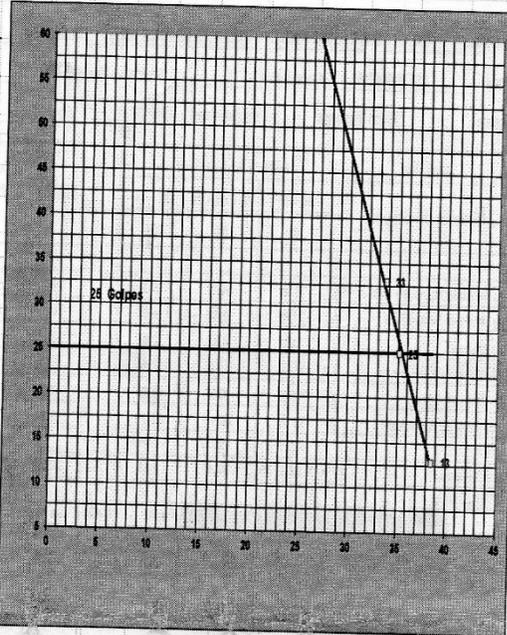
Mejoramiento vial de 910 metros lineales con concreto hidraulico de la calle central del Municipio de Moyogalpa, Isla de Ometepe, Departamento de Rivas.



**MINISTERIO DE TRANSPORTE E INFRAESTRUCTURA**  
**DIRECCION DE NORMAS DE LA CONSTRUCCION Y DESARROLLO URBANO**  
**DIRECCION DE CONTROL DE CALIDAD**  
**DEPARTAMENTO DE LABORATORIO**

Carretera: **CALLE CENTRAL MOYOGALPA OMETEPE (ORDEN 1627)** Codigo No: **M-2**  
 Norma: **ASTM D 4318** Capa No:  Sondeo y Muestra No: **2**  
 Técnico: **Elvin Mayorga** Profundidad: **0.040 CM** Fecha: **11/10/16**

ENSAYE	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
	10 - 19	20 - 25 - 29	30 - 39		
Numero de Golpes	13	25	33		
Tara No:	n.				
Peso del Suelo Humedo + Tara	g. 31.96	34.26	31.7	38.21	36.36
Peso del Suelo Seco + Tara	g. 27.93	29.93	28.07	33.39	32.07
Peso del Agua	g. 4.03	4.33	3.58	4.82	4.29
Peso del Pesafiltro	g. 17.47	17.6	17.46	17.45	17.64
Peso del Suelo Seco	g. 10.46	12.33	10.62	15.94	14.43
Porcentaje de Humedad	% 38.53	35.12	33.71	30.24	29.73
Factor K	0.9239	1.0000	1.0342		
Limite Liquido	35.6	35.1	34.9	<b>35.2</b>	



LIMITE LIQUIDO (LL)	0	Tamiz	Malla	Que Pasa	CLASIFICACION
LIMITE PLASTICO (LP)	0	ASTM	mm	%	M 145-91
INDICE PLASTICO (IP)	0	10	2	87.00	GRUPO
MODULO PLASTICO (MP)	0	40	0.42	63.00	SUCS
INDICE DE GRUPO (IG)	0	200	0.074	29.00	Compt.

**OBSERVACION**

Ensayo Realizado:

*Elvin Mayorga*  
 Tec. Elvin mayorga  
 Técnico en Laboratorio de Suelos

Revisó:

*Jimmy Perez*  
 Ing. JIMMY PEREZ  
 Resp. Dept. Laboratorio

Aprobó:

*Eng. Efraim Rivas*  
 Director de Control de Calidad



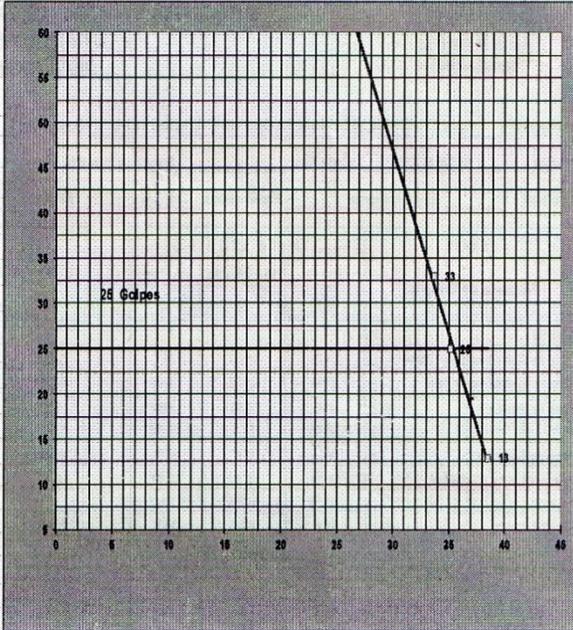
Mejoramiento vial de 910 metros lineales con concreto hidraulico de la calle central del Municipio de Moyogalpa, Isla de Ometepe, Departamento de Rivas.



**MINISTERIO DE TRANSPORTE E INFRAESTRUCTURA**  
**DIRECCION DE NORMAS DE LA CONSTRUCCION Y DESARROLLO URBANO**  
**DIRECCION DE CONTROL DE CALIDAD**  
**DEPARTAMENTO DE LABORATORIO**

Carretera: CALLE CENTRAL MOYOGALPA OMETEPE (ORDEN 1627)   Codigo No: M-3  
 Norma: ASTM D 4318   Capa No:   Sondeo y Muestra No: 2  
 Técnico: Elvin Mayorga   Profundidad: 0.040 CM   Fecha: 11/10/16

ENSAYE	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
	Numero de Golpes	10 - 19	20 - 25 - 29		
Tara No:	n				
Peso del Suelo Humedo + Tara	g.	31.96	34.26	31.7	38.21   36.36
Peso del Suelo Seco + Tara	g.	27.93	29.93	28.07	33.39   32.07
Peso del Agua	g.	4.03	4.33	3.58	4.82   4.29
Peso del Pesafiltro	g.	17.47	17.6	17.45	17.45   17.64
Peso del Suelo Seco	g.	10.46	12.33	10.62	15.94   14.43
Porcentaje de Humedad	%	38.53	35.12	33.71	30.24   29.73
Factor K		0.9239	1.0000	1.0342	
Limite Liquido		35.6	35.1	34.9	35.2



LIMITE LIQUIDO (LL)	0	Tamiz	Malla	Que Pasa	CLASIFICACION
LIMITE PLASTICO (LP)	.0	ASTM	mm	%	M 145-91
INDICE PLASTICO (IP)	.0	10	2	87.00	GRUPO
MODULO PLASTICO (MP)	0	40	0.42	63.00	SUCS
INDICE DE GRUPO (IG)	0	200	0.074	29.00	Compt

**OBSERVACION**

Ensayo Realizado: *Elvin Mayorga*  
 Tec. Elvin mayorga  
 Técnico en Laboratorio de Suelos

Revisó: *Jimmy Pérez*  
 Ing. JIMMY PEREZ  
 Resp. Dept. Laboratorio  
 Managua, Nicaragua

Aprobó: *Everth Rivera*  
 Ing. Everth Rivera  
 Director de Control de Calidad



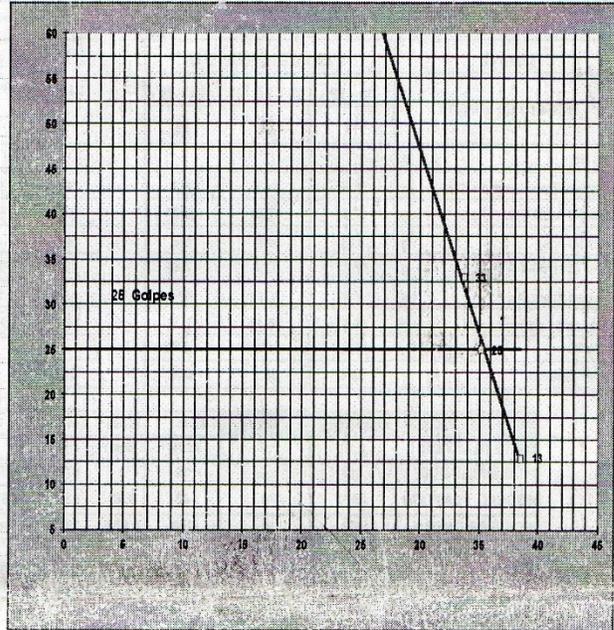
Mejoramiento vial de 910 metros lineales con concreto hidraulico de la calle central del Municipio de Moyogalpa, Isla de Ometepe, Departamento de Rivas.



**MINISTERIO DE TRANSPORTE E INFRAESTRUCTURA**  
**DIRECCION DE NORMAS DE LA CONSTRUCCION Y DESARROLLO URBANO**  
**DIRECCION DE CONTROL DE CALIDAD**  
**DEPARTAMENTO DE LABORATORIO**

Carretera: CALLE CENTRAL MOYOGALPA OMETEPE (ORDEN 1627)      Codigo No: M-1  
 Norma: ASTM D 4318      Capa No:      Sondeo y Muestra No: 3  
 Técnico: Elvin Mayorga      Profundidad: 0-100 CM      Fecha: 11/10/16

ENSAYE	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
	10 - 19	20 - 25 - 29	30 - 39		
Numero de Golpes	13	25	33		
Tara No:	n.				
Peso del Suelo Humedo + Tara	g. 31.96	34.26	31.7	38.21	36.36
Peso del Suelo Seco + Tara	g. 27.93	29.93	28.07	33.39	32.07
Peso del Agua	g. 4.03	4.33	3.58	4.82	4.29
Peso del Pesafiltro	g. 17.47	17.6	17.46	17.45	17.64
Peso del Suelo Seco	g. 10.46	12.33	10.62	15.94	14.43
Porcentaje de Humedad	% 38.53	36.12	33.71	30.24	29.73
Factor K	0.9239	1.0000	1.0342		
Limite Liquido	36.6	36.1	34.9	35.2	



LIMITE LIQUIDO (LL)	.0	Tamiz	Malla	Que Pasa	CLASIFICACION
LIMITE PLASTICO (LP)	.0	ASTM	mm	%	M 145-91
INDICE PLASTICO (IP)	.0	10	2	78.00	GRUPO
MODULO PLASTICO (MP)	0	40	0.42	34.00	SUCS
INDICE DE GRUPO (IG)	0	200	0.075	5.00	Cont. pl.

**OBSERVACION**

Ensayo Realizado:	Revisó:	Aprobó:
 Tec. Elvin mayorga Técnico en Laboratorio de Suelos	 Ing. JIMMY PEREZ Resp. Dept. Laboratorio Laboratorio de Materiales de Construcción Suelos Managua, Nicaragua	 Ing. Ewen Herrera Director de Control de Calidad



Tabla A.1. Clasificación de los suelos para subrasante por el método (SUCS).

**SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (S.U.C.S.)**  
INCLUYENDO IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN

DIVISIÓN MAYOR		NOMBRES TÍPICOS		CRITERIO DE CLASIFICACIÓN EN EL LABORATORIO			
<b>SUELOS DE PARTÍCULAS GRUESAS</b> Más de la mitad del material es retenido en la malla número 200 @	<b>GRAVAS</b> Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por la malla No. 4 PARA CLASIFICACIÓN VISUAL PUEDE USARSE 1/5 cm. COMO EQUIVALENTE A LA ABERTURA DE LA MALLA No. 4	GW	Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena con poco material de finos	COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD $C_u$ : mayor de 4. COEFICIENTE DE CURVATURA $C_c$ : entre 1 y 3. $C_u = D_{60} / D_{10}$ $C_c = (D_{30})^2 / (D_{10})(D_{60})$  NO SATISFACEN TODOS LOS REQUISITOS DE GRADUACIÓN PARA GW.  LÍMITES DE ATTERBERG ABAJO DE LA "LÍNEA A" O I.P. MENOR QUE 4.  LÍMITES DE ATTERBERG ARRIBA DE LA "LÍNEA A" CON I.P. MAYOR QUE 7.  $C_u = D_{60} / D_{10}$ mayor de 6 ; $C_c = (D_{30})^2 / (D_{10})(D_{60})$ entre 1 y 3.  No satisfacen todos los requisitos de graduación para SW  LÍMITES DE ATTERBERG ABAJO DE LA "LÍNEA A" O I.P. MENOR QUE 4.  LÍMITES DE ATTERBERG ARRIBA DE LA "LÍNEA A" CON I.P. MAYOR QUE 7.	DETERMINESE LOS PORCENTAJES DE GRAVA Y ARENA DE LA CURVA GRANULOMÉTRICA DEPENDIENDO DEL PORCENTAJE DE FINOS (fracción que pasa por la malla No. 200) LOS SUELOS GRUESOS SE CLASIFICAN COMO SIGUE: Menos del 5%: GW, GP, SW, SP; más del 12%: GM, GC, SM, SC. Entre 5% y 12%: Casos de frontera que requieren uso de símbolos dobles =		
		GP	Gravas mal graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos				
		* GM	Gravas limosas, mezclas de grava, arena y limo				
		GC	Gravas arcillosas, mezclas de gravas, arena y arcilla				
	<b>ARENAS</b> Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por la malla No. 4 PARA CLASIFICACIÓN VISUAL PUEDE USARSE 1/5 cm. COMO EQUIVALENTE A LA ABERTURA DE LA MALLA No. 4	SW	Arenas bien graduadas, arena con gravas, con poca o nada de finos				
		SP	Arenas mal graduadas, arena con gravas, con poca o nada de finos				
	<b>ARENA CON FINOS</b> Cantidad apreciable de partículas finas	* SM	Arenas limosas, mezclas de arena y limo				
		SC	Arenas arcillosas, mezclas de arena y arcilla				
	<b>SUELOS DE PARTÍCULAS FINAS</b> Más de la mitad del material pasa por la malla número 200 @ Las partículas de 0.075 mm de diámetro (la malla No. 200) son, aproximadamente, las más pequeñas visibles a simple vista.	<b>LIMOS Y ARCILLAS</b> Límite Líquido menor de 50	ML			Limos inorgánicos, polvo de roca, limos arcillosos o arcillosos ligeramente plásticos.	G – Grava, S – Arena, O – Suelo Orgánico, P – Turba, M – Limo C – Arcilla, W – Bien Graduada, P – Mal Graduada, L – Baja Compresibilidad, H – Alta Compresibilidad  <b>CARTA DE PLASTICIDAD (S.U.C.S.)</b> 
			CL			Arcillas inorgánicas de baja o media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pétreas.	
OL		Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad.					
<b>LIMOS Y ARCILLAS</b> Límite Líquido Mayor de 50		MH	Limos inorgánicos, limos micáceos o diafánicos, más elásticos.				
		CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas francas.				
		OH	Arcillas orgánicas de media o alta plasticidad, limos orgánicos de media plasticidad.				
<b>SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS</b>		P	Turbas y otros suelos altamente orgánicos.				

\*\* CLASIFICACIÓN DE FRONTERA - LOS SUELOS QUE POSEAN LAS CARACTERÍSTICAS DE DOS GRUPOS SE DESIGNAN CON LA COMBINACIÓN DE LOS DOS SÍMBOLOS, POR EJEMPLO GW-GC, MEZCLA DE ARENA Y GRAVA BIEN GRADUADAS CON CEMENTANTE ARCILLOSO.  
 @ TODOS LOS TAMAÑOS DE LAS MALLAS EN ESTA CARTA SON LOS U.S. STANDARD.  
 \* LA DIVISIÓN DE LOS GRUPOS GM Y SM EN SUBDIVISIONES d y u SON PARA CAMINOS Y AEROPUERTOS ÚNICAMENTE, LA SUB-DIVISIÓN ESTA BASADA EN LOS LÍMITES DE ATTERBERG EL SUFJO d SE USA CUANDO EL LL ES DE 28 O MENOS Y EL LP ES DE 6 O MENOS. EL SUFJO u ES USADO CUANDO EL LL ES MAYOR QUE 28.



Mejoramiento vial de 910 metros lineales con concreto hidraulico de la calle central del Municipio de Moyogalpa, Isla de Ometepe, Departamento de Rivas.

Geología y Geotecnia - FCEIA – UNR

**HRB - CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS PARA SUBRASANTES (CON SUBGRUPOS)**

CLASIFICACION GENERAL	SUELOS GRANULARES Pasa tamiz IRAM 75 micrómetros (N° 200) hasta el 35 %							SUELOS ARCILLOSO - LIMOSO Pasa tamiz IRAM 75 micrómetros (N° 200) más del 35 %			
	A - 1		A - 3	A - 2				A - 4	A - 5	A - 6	A - 7
CLASIFICACION POR GRUPOS	A - 1 - a	A - 1 - b		A - 2 - 4	A - 2 - 5	A - 2 - 6	A - 2 - 7				
Ensayo de tamizado por vía húmeda. Porcentaje que pasa por:											
Tamiz IRAM de 2 mm. N° 10	Máx 50										
Tamiz IRAM de 425 micrómetros N° 40	Máx 30	Máx 50	Mín 51								
Tamiz IRAM de 75 micrómetros N° 200	Máx 15	Máx 25	Máx 10	Máx 35	Máx 35	Máx 35	Máx 35	Min 35	Min 35	Min 35	Min 35
Características de la fracción que pasa por tamiz IRAM 425 micrómetros N° 40											
Límite Líquido $\omega_L$ (%)	-	-	-	Máx 40	Mín 41	Máx 40	Mín 41	Máx 40	Min 41	Máx 40	Min 41
Índice de Plasticidad $I_p$ (%)	Máximo 6		No plástico	Máx 10	Máx 10	Mín 11	Mín 11	Máx 10	Máx 10	Min 11	Min 11
Índice de Grupo IG	0	0	0	0	0	Máx 4	Máx 4	Máx 8	Máx 12	Máx 16	Máx 20
CONSTITUYENTES PRINCIPALES DE TIPOS MAS COMUNES	Fragmentos de rocas, grava y arena		Arena fina	Gravas y arenas arcillosas limosas				Suelos limosas		Suelos arcillosos	
COMPORTAMIENTO GENERAL COMO SUBRASANTE	Excelente a bueno						Regular a pobre				

El índice plástico del Sub - Grupo A - 7 - 5 es igual o menor que Límite Líquido menos 30. ( $I_p \leq (\omega_L - 30)$ ).

El índice plástico del Sub - Grupo A - 7 - 6 es mayor que Límite Líquido menos 30. ( $I_p > (\omega_L - 30)$ ).

El índice de Grupo debe ser indicado entre paréntesis después del símbolo del grupo (ej.: A-2-6 (3)) y debe ser un número entero, si da menor que cero el IG es igual a cero. El IG no tiene límite pero se lo suele acotar a un valor máximo de 20.

$$IG = (F - 35) (0,2 + 0,005 (\omega_L - 40)) + 0,01 (F - 15) (I_p - 10)$$

$$F = \% \text{ que pasa el tamiz IRAM 75 micrómetros (N° 200)}$$

$$I_p = \omega_L - \omega_p \quad \therefore \omega_p = \text{Límite Plástico}$$

Tabla A.2. Clasificación de los suelos para subrasante con el método HRB.



Mejoramiento vial de 910 metros lineales con concreto hidraulico de la calle central del Municipio de Moyogalpa, Isla de Ometepe, Departamento de Rivas.

<b>Uso del Suelo</b>	<b>Us</b>	<b>%</b>	<b>Valor</b>
1) Vegetación densa, bosque, cafetal con sombra, pastos	0.04	0	0
2) Maleza, arbustos, (solar baldío), cultivos perennes, parques,	0.06	1	0.06
3) Sin vegetación o cultivos anuales	0.1	0	0
4) Zonas Suburbanas (viviendas, negocios)	0.2	0	0
5) Casco Urbano y zonas industriales	0.4	0	0
		1	0.06
<b>Factores de Ajuste</b>			
<b>Tipo de suelo</b>	<b>Ts</b>		
1) Permeable (terreno arenoso, ceniza volcánica, pómez)	1	0	0
2) Semipermeable (terreno arcilloso - arenoso)	1.25	1	1.25
3) Impermeable (terreno arcilloso, limoso, marga)	1.5	0	0
		1	1.25
<b>Pendiente del terreno (%)</b>	<b>Pt</b>		
de 0.0 a 3.0	1	1	1
de 3.1 a 5.0	1.5	0	0
de 5.0 a 10.0	2	0	0
de 10.1 a 20	2.5	0	0
de 20.1 y más	3	0	0
		1	1
La presente tabla es basada en el Plan Maestro de Drenaje Pluvial Superficial			
<b>C = Us * Ts * Pt</b>	0.1		

Tabla A.3. Tabla para determinar el coeficiente de escorrentía para determinar caudal de diseño.



Mejoramiento vial de 910 metros lineales con concreto hidráulico de la calle central del Municipio de Moyogalpa, Isla de Ometepe, Departamento de Rivas.

## MAQUINARIA UTILIZADA EN LA OBRA

TRACTOR D-7R 3306 T. CAT.



### Tren de rodaje

Presión específica sobre el suelo	71 kPa
Área de contacto con el suelo	2.8 m <sup>2</sup>
Tamaño de una zapata estándar	508 mm
Número de cojinetes a cada lado	6
Ancho de vía	198 0 mm



Mejoramiento vial de 910 metros lineales con concreto hidraulico de la calle central del Municipio de Moyogalpa, Isla de Ometepe, Departamento de Rivas.

## Transmisión

Tipo de transmisión	cambio de fuerza de velocidades
Número de marchas adelante	3
Número de marchas atrás	3
Velocidad máxima hacia adelante	9.9 km/h
Velocidad máxima marcha atrás	11.9 km/h

## Motor

Fabricante	Caterpillar
Modelo	3306 T
Potencia total	149.1 kW
Potencia medida en	2000 RPM.
Cilindrada	10.5 l.
Número de cilindros	6
Aspiración	Turboalimentación

## Explotación



Mejoramiento vial de 910 metros lineales con concreto hidraulico de la calle central del Municipio de Moyogalpa, Isla de Ometepe, Departamento de Rivas.

Peso útil	20230 kg
Volumen de combustible	435.3 l.

### Dimensiones

Longitud sin cuchilla	4190 mm
Longitud con cuchilla	5280 mm
Distancia entre las cadenas de la oruga	2620 mm
Altura hasta la parte superior de la cabina	3250 mm
Longitud de la cadena de la oruga a nivel del suelo	2700 mm
Despeje sobre el suelo	347 mm

### Cuchilla de serie

Ancho	3660 mm
-------	---------



## MOTO NIVELADORA 120 H



**Longitud efectiva de la hoja\***

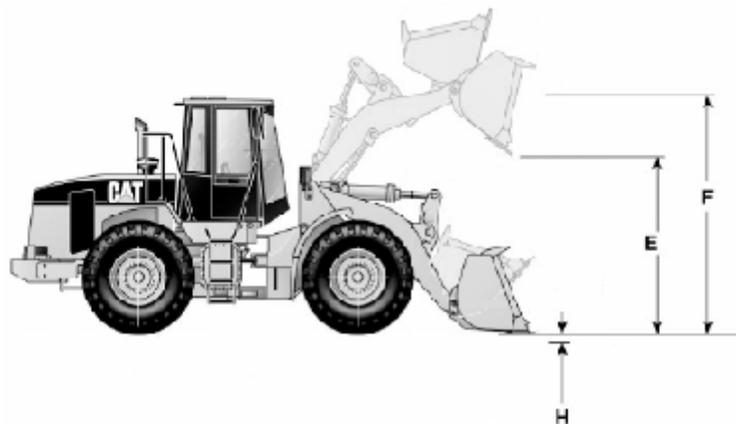
		Vertedera							
		3,66 m (12')		4,27 m (14')		4,88 m (16')		7,32 m (24')	
Angulo°		m	pies	m	pies	m	pies	m	pies
	0°	3,66	12,00	4,27	14,00	4,88	16,00	7,32	24,00
	5°	3,64	11,95	4,25	13,95	4,86	15,94	7,29	23,91
	10°	3,60	11,82	4,20	13,79	4,80	15,76	7,21	23,64
	15°	3,53	11,59	4,12	13,52	4,71	15,45	7,07	23,18
	20°	3,44	11,28	4,01	13,16	4,58	15,04	6,87	22,55
	25°	3,32	10,88	3,87	12,69	4,42	14,50	6,63	21,75
	30°	3,17	10,39	3,69	12,12	4,22	13,86	6,33	20,78
	35°	3,00	9,83	3,50	11,47	4,00	13,11	5,99	19,66
	40°	2,80	9,19	3,27	10,72	3,74	12,26	5,61	18,39
45°	2,59	8,49	3,02	9,90	3,45	11,31	5,17	16,97	

\*La longitud efectiva de la hoja es la cobertura de la hoja que se puede obtener cuando la hoja está a un ángulo determinado.



Mejoramiento vial de 910 metros lineales con concreto hidráulico de la calle central del Municipio de Moyogalpa, Isla de Ometepe, Departamento de Rivas.

## CARGADOR FRONTAL



E	Altura de descarga a 45°, a levantamiento máximo	2,84 m	9'4"
F	Altura al pasador del cucharón en levantamiento máximo	3,87 m	12'8"
H	Profundidad máxima de excavación	86 mm	3,4"



Mejoramiento vial de 910 metros lineales con concreto hidraulico de la calle central del Municipio de Moyogalpa, Isla de Ometepe, Departamento de Rivas.

*Minutos a sumar (+)  
o a restar (-) del  
ciclo básico*

**Máquina**

— Manipulador de materiales . . . . . -0,05

**Materiales**

— Mezclados . . . . . +0,02

— Hasta 3 mm (1/8 pulg) . . . . . +0,02

— De 3 mm (1/8 pulg) a  
20 mm (3/4 pulg) . . . . . -0,02

— De 20 mm (3/4 pulg) a  
150 mm (6 pulg) . . . . . 0,00

— Más de 150 mm (6 pulg) . . . . . +0,03 y más

— Banco o fracturado . . . . . +0,04 y más

**Pila**

— Apilado por Transportador o Topadora  
a más de 3 m (10 pies) . . . . . 0,00

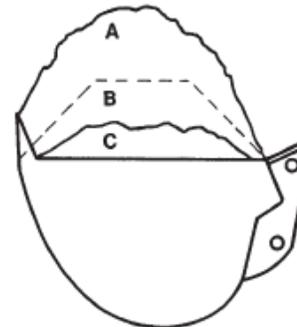
— Apilado por Transportador o Topadora  
a menos de 3 m (10 pies) . . . . . +0,01

— Descargado por camión . . . . . +0,02

**Varios**

**CARGA UTIL DEL CUCHARON**

Material	Factor de llenado (Porcentaje de la capacidad colmada del cucharón)
Marga mojada o arcilla arenosa	A — 100-110%
Arena y grava	B — 95-110%
Arcilla dura y compacta	C — 80-90%
Roca bien fragmentada por voladura	60-75%
Roca mal fragmentada por voladura	40-50%



**VOLQUETE DE 10 M<sup>3</sup>**





Mejoramiento vial de 910 metros lineales con concreto hidraulico de la calle central del Municipio de Moyogalpa, Isla de Ometepe, Departamento de Rivas.

### CAMION MESCALDOR MIXER DE 8 M<sup>3</sup>



### CAMION CISTERNA DE 3000 GALONES





Mejoramiento vial de 910 metros lineales con concreto hidraulico de la calle central del Municipio de Moyogalpa, Isla de Ometepe, Departamento de Rivas.

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
1 Gal.=	3.7854	lts.
Camion cisterna 3000 Gins.	1	
3000 Gins.	11.36	m <sup>3</sup>
Velocidad cargado	20	km/h
descargado	35	km/h
Distancia media (D <sub>m</sub> ):	1.85	km.
Tiempo de carga:	16	min.
Tiempo empleado cuando esta cargado (min.):	5.55	min.
Tiempo empleado cuando esta descargado (min.):	3.17	min.
Nº de ciclos efectivo por día (100%):	480	
Efectividad 80.00%	384	min.
Nº de ciclos por día:	15.53	
<b>Volumen transportado:</b>	<b>176</b>	<b>m<sup>3</sup></b>

### Cuenca delimitada en ArcGIS

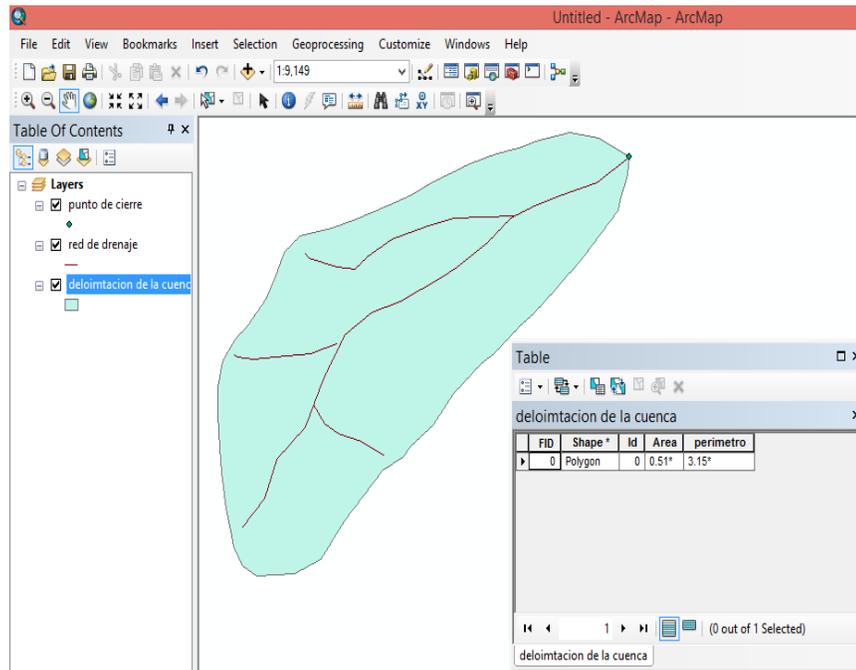


Figura A.11. Delimitación de la cuenca en ArcGIS.



Mejoramiento vial de 910 metros lineales con concreto hidráulico de la calle central del Municipio de Moyogalpa, Isla de Ometepe, Departamento de Rivas.

### FOTOS DEL SITIO EN ESTUDIO



Figura A.12. Calle central del Municipio de Moyogalpa.



Figura A.13. Deterioro de la calle por las corrientillas.



Mejoramiento vial de 910 metros lineales con concreto hidráulico de la calle central del Municipio de Moyogalpa, Isla de Ometepe, Departamento de Rivas.



Figura A.14. Final de la calle central del Municipio de Moyogalpa.



Figura A.15. Daño de las rampas.



Mejoramiento vial de 910 metros lineales con concreto hidraulico de la calle central del Municipio de Moyogalpa, Isla de Ometepe, Departamento de Rivas.



Figura A.16. Baches en las calles.



Figura A. 17. Realizando el Aforo vehicular.



Mejoramiento vial de 910 metros lineales con concreto hidráulico de la calle central del Municipio de Moyogalpa, Isla de Ometepe, Departamento de Rivas.



Figura A.18. Uso de la cuchara Casagrande para determinar límite líquido.



Figura A.19. Mezcla de material para encontrar límite líquido.



Mejoramiento vial de 910 metros lineales con concreto hidraulico de la calle central del Municipio de Moyogalpa, Isla de Ometepe, Departamento de Rivas.



Figura A.20. Preparación para muestra de límite líquido.



Mejoramiento vial de 910 metros lineales con concreto hidraulico de la calle central del Municipio de Moyogalpa, Isla de Ometepe, Departamento de Rivas.



Figura A.21. Realizando sondeo para extraer la muestra de suelo.



Figura A.22. Banco de materiales SINACAPA.



## DISEÑO GEOMETRICO.

Comprende el diseño óptimo de la línea definitiva, la cual estará sujeta a las alineaciones vertical, horizontal y al derecho de vía.

### Normas, criterios y especificaciones

La conformación y aprobación de la red de carreteras y/o vías nacionales lleva la implícita necesidad de que su diseño, construcción, mantenimiento y operación se rija por normas y procedimientos para asegurar su coherencia y uniformidad funcional.

### Distancia de Visibilidad

Es la longitud máxima de la carretera que puede un conductor ver continuamente delante de él cuándo las condiciones atmosféricas y del tránsito son favorables; por lo tanto la carretera ha de tener en todos sus puntos, tanto en la alineación de trazado, como en las curvas verticales de la rasante, las condiciones de visibilidad precisas para que el conductor pueda tomar a tiempo las pertinentes durante su recorrido. Las tres consideraciones importantes en la distancia de visibilidad para el diseño de vías son:

- Distancia de visibilidad de parada.
- Distancia de visibilidad de rebase
- Distancia de visibilidad en intersecciones.

**Distancia de visibilidad de parada:** Es la distancia de visibilidad mínima que debe proporcionarse en cualquier punto de la carretera, necesaria para que un conductor que transita a la velocidad de proyecto o cercana a esa velocidad, pueda ver un



Mejoramiento vial de 910 metros lineales con concreto hidraulico de la calle central del Municipio de Moyogalpa, Isla de Ometepe, Departamento de Rivas.

objeto en su trayectoria, y parar su vehículo antes de llegar a él. La distancia de visibilidad de parada está formada por la suma de dos distancias: la distancia recorrida por el vehículo, desde el instante en que el conductor ve el objeto hasta que coloca el pie en el pedal del freno y la distancia recorrida por el vehículo durante la aplicación de los frenos. A la primera se le llama distancia de reacción y a la segunda distancia de frenado.

**Distancia de visibilidad de adelantamiento o de rebase:** Se dice que un tramo de carretera tiene distancia de velocidad de rebase, cuando la distancia de visibilidad en ese momento es suficiente para que el conductor de un vehículo pueda adelantar a otro que circula por el mismo carril, sin peligro de interferir con un tercer vehículo que venga en sentido contrario y se haga visible al iniciarse la maniobra.

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

### Niveles de Servicio

Los diseñadores deben seleccionar el nivel de servicio que mejor se adecue a la realidad del proyecto que se propone desarrollar y no suponer irrealidades absurdas que, más bien conllevan a errores. La selección de un determinado nivel de servicio conduce a la adopción de un flujo vehicular de servicio para diseño, que al ser excedido indica que las condiciones operativas se han desmejorado con respecto a



dicho nivel.

Como criterio de análisis se expresa que el flujo vehicular de servicio para diseño, debe ser mayor que el flujo de tránsito durante el período de 15 minutos de mayor demanda durante la hora de diseño. La AASHTO ha determinado una manera para seleccionar el nivel de servicio de una carretera, en función de su tipología y las características del terreno.

Tipo de área y nivel de servicio				
Tipo de carretera	Rural plano	Rural ondulado	Rural montañoso	Urbano-suburbano
Autopista especiales	B	B	C	C
Troncales	B	B	C	C
colectoras	C	D	D	D
Locales	D	D	D	D

Tabla IV.4.14. Nivel de servicio para diseño según el tipo de carretera.

## CURVAS HORIZONTALES.

### Alineamiento Horizontal

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

### Rasante

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



### **Bombeo**

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

**Curvas horizontales continuas:** Dos curvas horizontales continuas pueden presentarse de la siguiente manera:

- En curvas inversas.
- Lomo roto.

La primera está compuesta por dos curvas en sentido contrario contiguas y con tangente común en el punto de unión. La distancia mínima entre ambas curvas debe ser igual a la suma de las transiciones de ambas curvas. El segundo caso es cuando dos curvas consecutivas giran en el mismo sentido, pero que deben estar separadas por al menos una tangente de 500m.

### **Elementos geométricos necesarios de una curva horizontal.**

#### **Puntos notables.**

PI: Es el punto donde se interceptan las dos tangentes horizontales.

PC: Es el punto de tangencia entre la tangente horizontal y la curva al comienzo de esta.

PT: Es el punto de tangencia entre la tangente y la curva al final de esta.

PM: Punto medio de la curva horizontal.

PSC: Indica un punto sobre la curva.

#### **Puntos geométricos.**

R: Es el radio de la circunferencia en la que la curva es un segmento de esta, de ahí



que la curva horizontal es una curva circular.

T: Tangente de la curva, es el segmento de recta que existe entre el PI y el PC y también entre PI y PT.

CM: Cuerda Máxima, es el segmento de recta que une al PC con el PT.

LC: Longitud del arco o desarrollo (D). comprendido entre PC y el PT.

M: Ordenada a la curva desde el centro de la cuerda máxima.

E: Distancia desde el centro de la curva al punto de Inflexión.

$\Delta$ : Ángulo de inflexión o de deflexión formado por las tangentes al interceptarse en el PI.

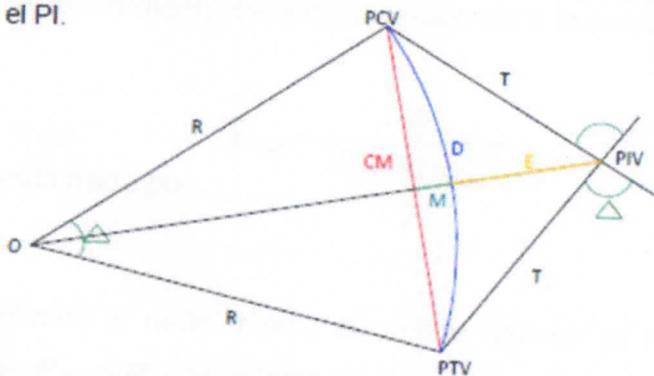


Figura IV.4.10. Elementos geométricos que se toman en cuenta en una curva horizontal.

### ECUACIONES.

Cálculo de los elementos geométricos de la curva horizontal.

Radio: Está determinado según los datos que se tengan y la aplicación de las ecuaciones del resto de los elementos geométricos.

Tangente  $T_c = R \tan (\Delta/2)$



Cuerda Máxima  $CM = 2R \text{ sen } (\Delta/2)$

Externa  $Ec = R (\text{sec } (\Delta/2) - 1)$

Mediana  $M = R (1 - \text{cos } (\Delta/2))$

Desarrollo  $Dc = \frac{\pi R \Delta}{180^\circ}$

Antes de calcular el radio de la curva circular simple, debe establecerse primero un valor mínimo con el que el diseñador se guía, este valor consiste en el radio mínimo que evita el deslizamiento del vehículo viajando a la velocidad de diseño.

$$R_{min} = \frac{V^2}{127.14(e_{max} + f)}$$

Este valor está dado por:

Una vez definido el radio minino se puede calcular el radio de la curva circular y verificar que:  $R_{min} \leq R$ ; Los valores de  $F$  varían según la velocidad, las condiciones de los neumáticos y el estado de la superficie de rodamiento de la carretera. La AASHTO recomienda los siguientes valores para  $f$ :

V(KPH)	50	65	80	110	115
$f$	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12

Tabla IV.4.15. Valores para  $f$ .



**NOTA:** según la velocidad de diseño 35 km/h para la calle central del municipio de Moyogalpa para el diseño geométrico no permite encontrar un valor  $F$ , no está definido, por lo tanto el  $R_{min}$  no se puede definir para la calle en construcción. Además hay una gran cantidad de factores que no permite calcular y diseñar las curvas horizontales en la calle, la curva que presenta la calle no cumple con los valores máximos de curvatura por lo tanto se propone seguir el mismo trazado de la calle existente. Para poder realizar este cálculo de diseño se tendría que movilizar viviendas existentes en la calle lo cual no es factible para el proyectista y formulador del proyecto según un propósito por lo cual se pretende mejorar la calle central de Moyogalpa.

### **CURVAS VERTICALES.**

Son las que se utilizan para servir de acuerdo entre la rasante de distintas pendientes, en los ferrocarriles, carreteras y otros caminos. Tiene como objetivo suavizar el cambio en el movimiento vertical, es decir, que en su longitud se efectúe el paso gradual de la pendiente de la tangente de entrada a la de la tangente de salida. Casi siempre se usan arcos parabólicos, en vez de arcos circulares como en las curvas horizontales. La longitud de una curva vertical es su proyección horizontal. Se caracterizan por proporcionar un camino seguro, confortable y por permitir el drenaje adecuado a la vía.

#### **Longitud crítica de una tangente vertical.**

Es la longitud máxima en la que un camión cargado puede ascender sin reducir su velocidad más allá de un límite previamente establecido.

**Alineamiento Vertical:** Es la proyección sobre un plano vertical del desarrollo del eje de la sub corona. Al trazado en perfil del eje de la sub corona se le llama línea sub



rasante. Los elementos que integran el alineamiento vertical son: las tangentes y las curvas.

**Tangente vertical:** Se caracterizan por su longitud y sus pendientes. Se miden horizontalmente entre el fin de la curva anterior y el principio de la siguiente. La pendiente de la tangente vertical es la relación entre el desnivel o la distancia entre dos puntos de la misma.

**Pendiente:** La pendiente influye sobre el costo del transporte, por ejemplo en una curva vertical muy inclinada los usuarios tienen mayores dificultades en su recorrido y además disminuye la capacidad de la vía y más aún cuando hay un alto porcentaje de camiones. Al disminuir las pendientes, aumentan los volúmenes de excavación y por ende también los costos de construcción.

**Pendiente máxima:** Es la mayor pendiente que se permite en el proyecto y está en dependencia del volumen y la composición del tránsito, las características del terreno y la velocidad de diseño. Dicha pendiente siempre debe reservarse para aquellos lugares más difíciles del terreno.

TIPO DE TERRENO	POR CIENTO DE PENDIENTE MAXIMA PARA DISTINTAS VELOCIDADES DE DISEÑO EN KPH						
	50	60	70	80	90	100	110
LLANO	6	5	4	4	3	3	3
ONDULADO	7	6	5	5	4	4	4
MONTAÑOSO	9	8	7	7	6	5	5

Tabla IV.4.16. Pendiente Máxima.

**Pendiente minima:** Es la menor pendiente que se permite en el proyecto, para que el agua pueda correr por las cunetas, la línea de fondo de estas deberá tener como mínimo una pendiente de 0.5%, la línea de fondo de las cunetas deberá tener la



misma pendiente que la sub rasante de la vía.

**Pendiente gobernadora:** Es la pendiente media que teóricamente puede darse a la línea sub-rasante para dominar un desnivel determinado, en función de la característica del tránsito y la configuración del terreno, la mejor pendiente gobernadora para cada caso será aquella que al conjugar esos conceptos permita obtener el menor costo de construcción, conservación y operación. Sirve de norma reguladora a la serie de pendientes que se deben de proyectar para ajustarse en lo posible al terreno.

#### **Tipos de curvas verticales.**

Pueden ser cóncavas hacia abajo, las cuales se denominan *Curvas en columpio*, o cóncavas hacia arriba, a las que se les llama *Curvas en Cresta*. Para determinar si una curva vertical está en columpio o en cresta se calcula la diferencia algebraica de las pendientes, este resultado se representa con la letra A.

$$A = Pd - Pi.$$

Si  $A < 0$  se trata de una curva en cresta.

Si  $A > 0$  se trata de una curva en columpio.

Desde otro punto de vista, las curvas verticales pueden ser simétricas o asimétricas, las primeras son las que se proyectan simétricamente con respecto al punto de intersección de las pendientes, es decir, las proyecciones horizontales son iguales. Las curvas verticales asimétricas disponen de proyecciones horizontales distintas, tal es el caso presentado en este proyecto.

#### **Longitud de curvas verticales.**

Al elegir la longitud de las curvas verticales, la diferencia algebraica entre sus



pendientes interviene en los cálculos de diseño. En el diseño de carreteras los criterios determinantes son la visibilidad<sub>20</sub> y el grado de cambio de pendiente (comodidad y aspecto). Una curva larga tiene un aspecto más agradable que una corta, es preferible una línea con pendiente suave en cambios graduales, a otra con numerosos cambios de pendientes y longitudes de rampas cortas. Aun con todo esto, la longitud de la curva vertical está en dependencia íntima con la velocidad de diseño y el grado de inclinación de la misma, teniendo en cuenta la distancia de visibilidad de parada, la cual se mencionó anteriormente. En base a los resultados de diversos estudios se ha determinado una fórmula que proporciona la distancia de parada que puede ser utilizada para el diseño de curvas verticales, esta ecuación es:

$$D_p = 0.278Vt + \frac{V^2}{254(f_i - P_m)}$$

**Donde:**

$D_p$ : Distancia de parada o frenado.

$V$ : Velocidad de diseño

$T$ : Tiempo de reacción (2.5seg)

$f_i$ : Coeficiente de fricción longitudinal.

$P_m$ : Representa la pendiente de mayor inclinación en valor absoluto.

Aunque existen otros criterios para el cálculo de la longitud de una curva vertical, aquí se utilizara solamente el *criterio de seguridad*, este criterio exige que la longitud de la curva deba ser tal, que en toda la curva la distancia de visibilidad sea mayor o igual que la de parada. De modo que:

$$L = \frac{A \times D_p^2}{120 + 3.5D_p}$$

**Donde:**

$L$ : Longitud de la curva vertical

$A$ : Diferencia algebraica de las pendientes en tanto por ciento



$D_p$ : Distancia de parada.

La AASHTO para satisfacer las necesidades mínimas de parada, comodidad y aspecto, recomienda un valor de L no menor de  $K \cdot A$ , donde A es la diferencia algebraica de las pendientes en tanto por ciento y los valores de K, para obtener L en metros, son los siguientes:

Tabla IV.4.16. Valores de K para el cálculo de L.

Velocidad (KPH)		50	65	80	95	110
Valor mínimo de K para	Curvas en cresta	9	15	24	46	73
	Curvas en columpio	11	15	21	43	30

Según lo anterior la longitud mínima de una curva vertical que cumpla con el criterio de seguridad está dado por:  $L = K \cdot A$ .

Cuando la diferencia algebraica entre las pendientes a unir sea menor de 0.5%, Las curvas verticales no son necesarias, ya que el cambio es tan pequeño que en el terreno se pierde durante la construcción. Numéricamente se representa así.

$$\| p_2 - p_1 \| \leq 0.5 \%$$

NOTA: por lo tanto no será necesario el diseño de curvas verticales en la obra. La pendiente del terreno es de 4 % y tiene una sola pendiente en toda la longitud de la calle, lo cual se hace innecesario este procedimiento ya que el cambio es tan pequeño que en el terreno se pierde durante la construcción de cada una de las componentes de la calle (capas de la estructura).



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTONOMA DE  
NICARAGUA  
UNAN -MANAGUA

FACULTAD DE CIENCIAS E  
INGENIERIAS

DEPARTAMENTO DE  
CONSTRUCCION

PLANO DE PERFILES  
TRANSVERSALES  
DEL DISEÑO ACTUAL  
Y PROPUESTA

ELABORADO POR:  
HECTOR FAJARDO  
KASSANDRA JARQUIN

REVISADO POR:  
ING. WILBER PEREZ

CONTENIDO:  
PERFIL TRANSVERSAL

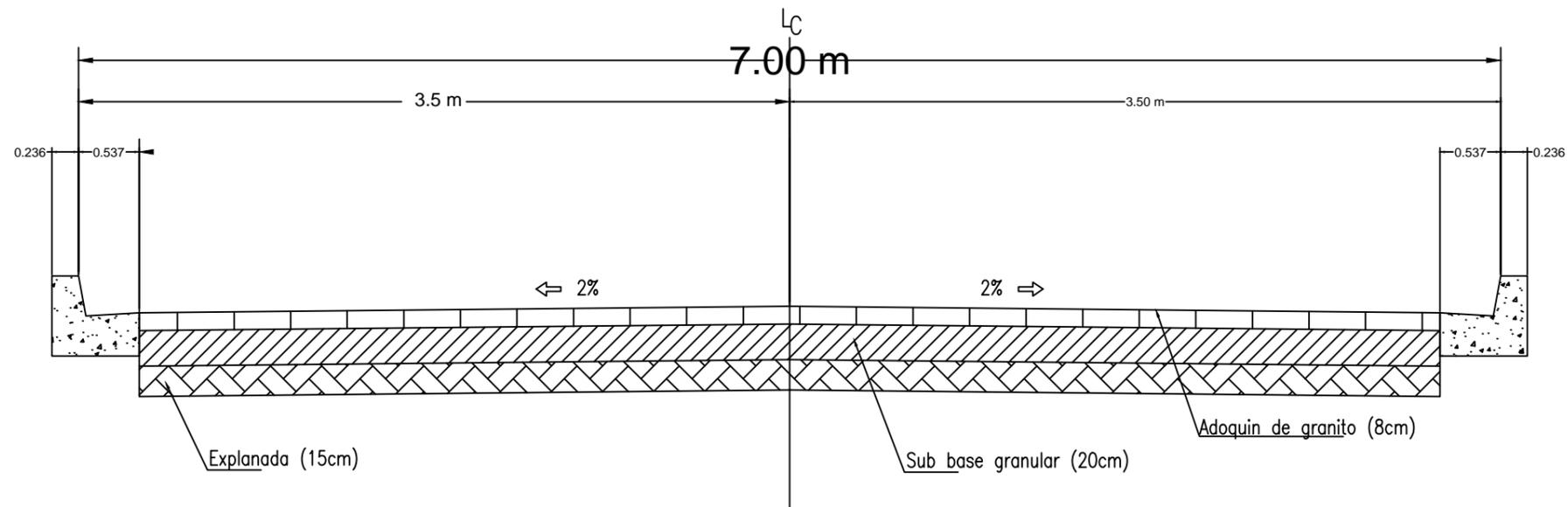
ESCALA:  
INDICADA

FECHA:  
26 ENERO DEL 2017

LAMINA

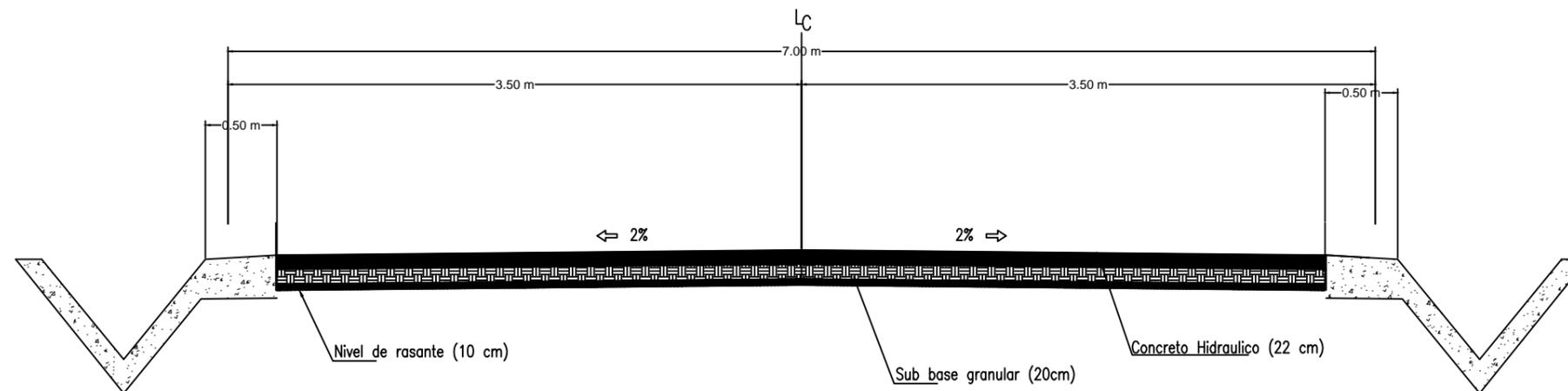
1

De:  
5



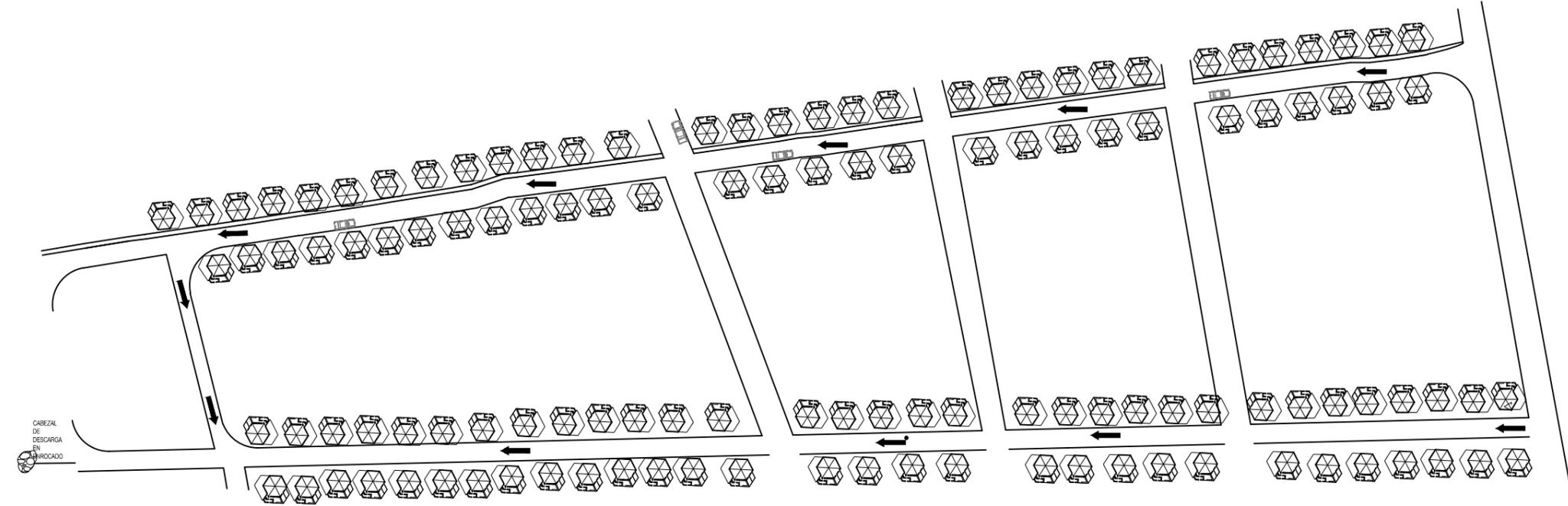
SECCION TRANSVERSAL ACTUAL CALLE CENTRAL,  
EST 01010 A EST 01009

1:40



PROPUESTA DE SECCION TRANSVERSAL CALLE CENTRAL, EST  
01010 A EST 01009

1:40



**SIMBOLOGIA DE DRENAJES PLUVIALES**

REPRESENTACION DE LAS CASAS	
VEHICULO	
DIRECCION DEL AGUA	



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTONOMA DE  
NICARAGUA  
UNAN -MANAGUA

FACULTAD DE CIENCIAS E  
INGENIERIAS

DEPARTAMENTO DE  
CONSTRUCCION

REPRESENTACION  
DE LAS CALLES

ELABORADO POR:  
HECTOR FAJARDO  
KASSANDRA JARQUIN

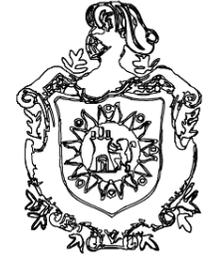
REVISADO POR:  
ING. WILBER PEREZ

CONTENIDO:  
MAPA DE LAS CALLES

ESCALA:  
INDICADA

FECHA:  
26 DE ENERO 2017

LAMINA  
**2**  
De:  
5



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTONOMA DE  
NICARAGUA  
UNAN -MANAGUA

FACULTAD DE CIENCIAS E  
INGENIERIAS

DEPARTAMENTO DE  
CONSTRUCCION

ELABORADO POR:  
HECTOR FAJARDO  
KASSANDRA JARQUIN

REVISADO POR:  
ING. WILBER PEREZ

CONTENIDO:  
PERFILES  
LONGITUDINALES

ESCALA:  
INDICADA

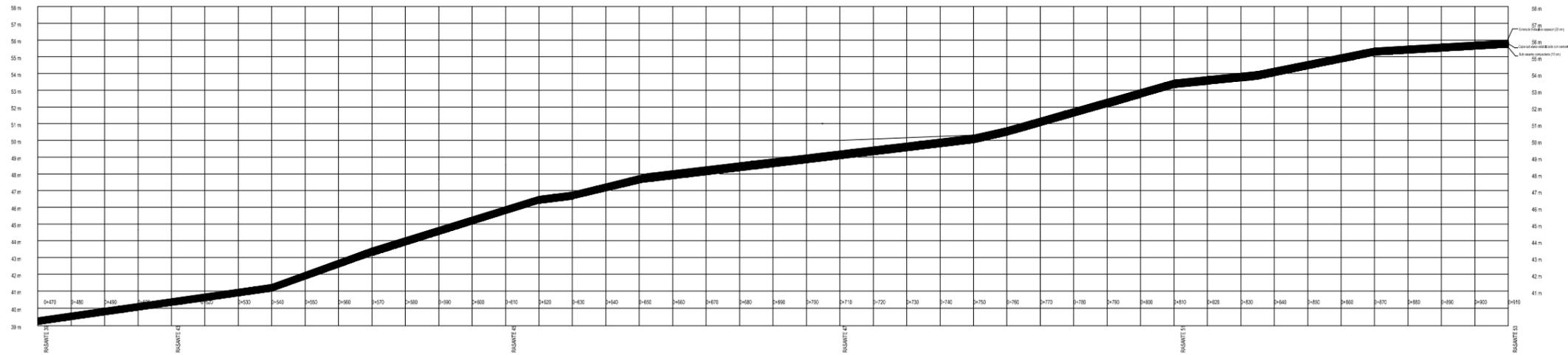
FECHA:  
26 DE ENERO 2017

LAMINA

5

De:  
5

### DISEÑO ACTUAL DE LA CALLE ADOQUINADA

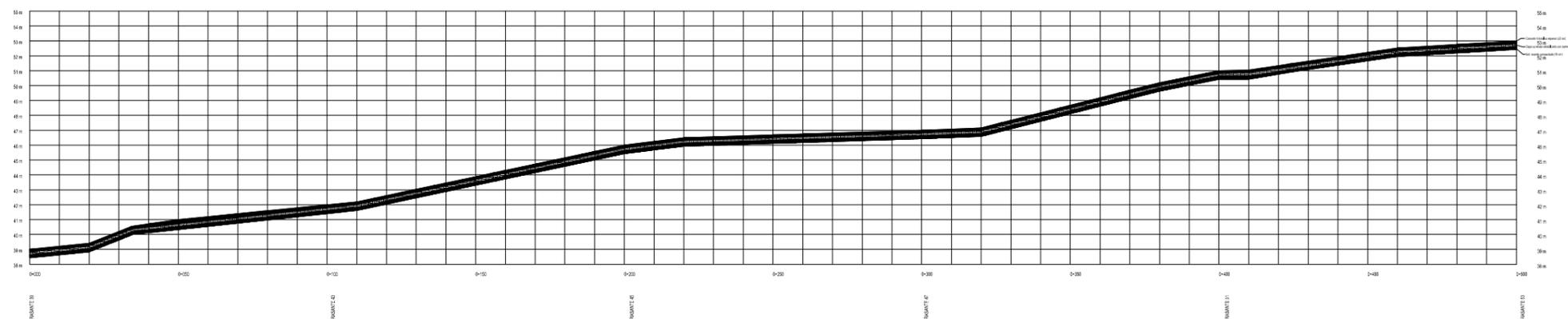


### PERFIL LONGITUDINAL CALLE CENTRAL

#### TRAMO III

ESCALA-HOR.....1:1000  
ESCALA-VER.....1:25

### PROPUESTA DE DISEÑO VIAL CON PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRAULICO



### PERFIL LONGITUDINAL CALLE CENTRAL

#### TRAMO I

ESCALA-HOR.....1:1000  
ESCALA-VER.....1:25



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTONOMA DE  
NICARAGUA  
UNAN -MANAGUA

FACULTAD DE CIENCIAS E  
INGENIERIAS

DEPARTAMENTO DE  
CONSTRUCCION

ELABORADO POR:  
HECTOR FAJARDO  
KASSANDRA JARQUIN

REVISADO POR:  
ING. WILBER PEREZ

CONTENIDO:  
PERFIL  
LONGITUDINAL

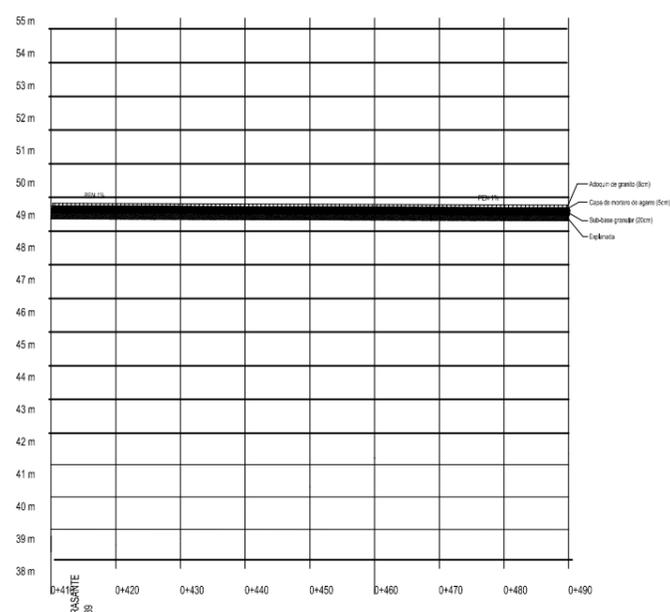
ESCALA:  
INDICADA

FECHA:  
26 DE ENERO 2017

LAMINA

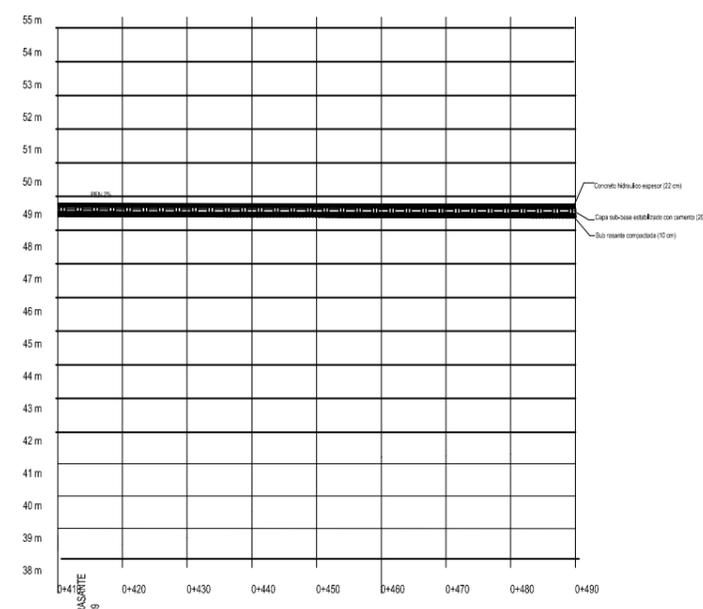
4

De:  
5



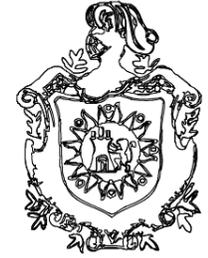
### PERFI LONGITUDINAL CALLE CENTRAL TRAMO II

ESCALA-HOR.....1:1000  
ESCALA-VER.....1:25



### PERFIL LONGITUDINAL CALLE CENTRAL TRAMO II

ESCALA-HOR.....1:1000  
ESCALA-VER.....1:25



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTONOMA DE  
NICARAGUA  
UNAN -MANAGUA

FACULTAD DE CIENCIAS E  
INGENIERIAS

DEPARTAMENTO DE  
CONSTRUCCION

ELABORADO POR:  
HECTOR FAJARDO  
KASSANDRA JARQUIN

REVISADO POR:  
ING. WILBER PEREZ

CONTENIDO:  
PERFILES  
LONGITUDINALES

ESCALA:  
INDICADA

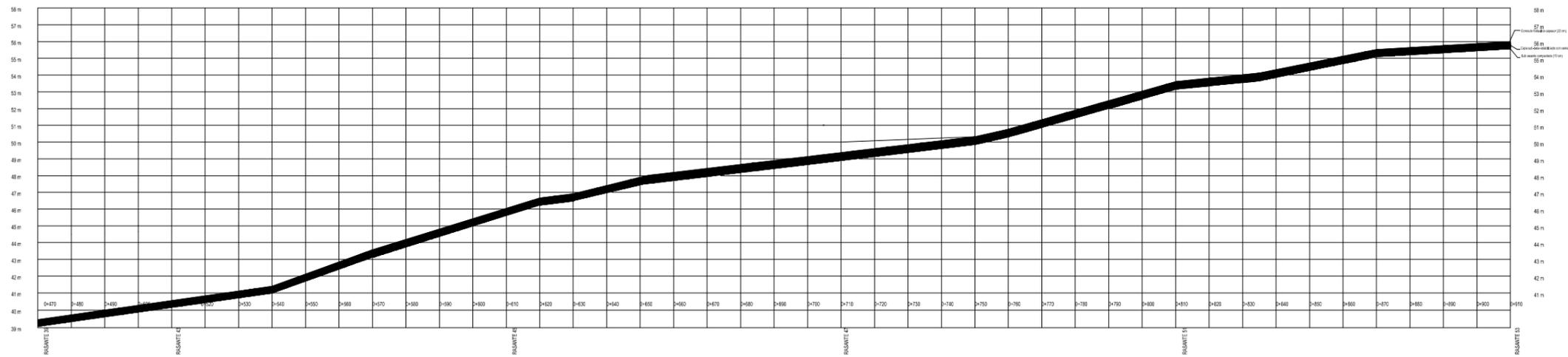
FECHA:  
26 DE ENERO 2017

LAMINA

5

De:  
5

### DISEÑO ACTUAL DE LA CALLE ADOQUINADA

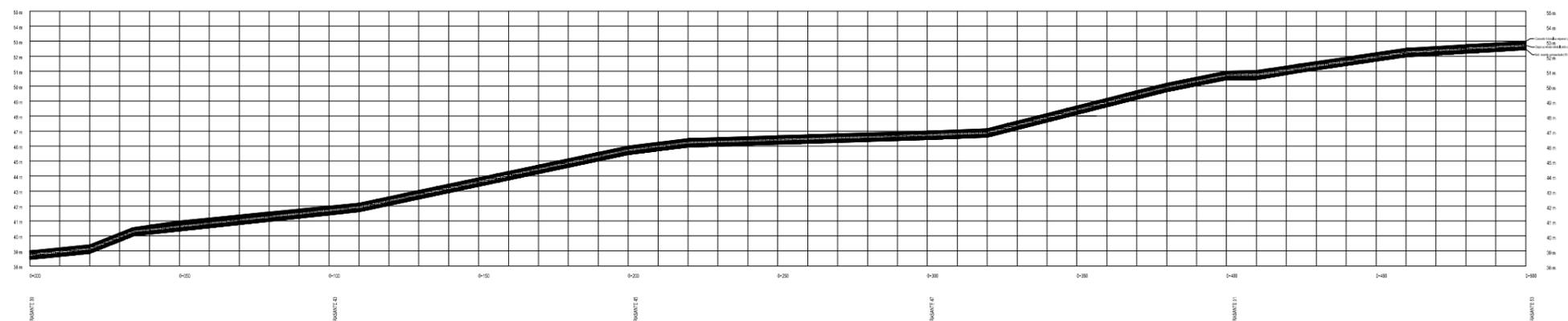


### PERFIL LONGITUDINAL CALLE CENTRAL

#### TRAMO III

ESCALA-HOR.....1:1000  
ESCALA-VER.....1:25

### PROPUESTA DE DISEÑO VIAL CON PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRAULICO



### PERFIL LONGITUDINAL CALLE CENTRAL

#### TRAMO I

ESCALA-HOR.....1:1000  
ESCALA-VER.....1:25