

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA**  
**UNAN MANAGUA**  
**RECINTO UNIVERSITARIO “RUBEN DARIO”**  
**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIAS**  
**DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN**  
**SEMINARIO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR AL TITULO DE:**  
**INGENIERO CIVIL**



**TEMA:**

**“Diseño de 1,063 metros lineales de adoquinado de calles en los barrios San Martín, Pedro Joaquín Chamorro y El Carmen en el casco urbano del Municipio de Camoapa, Departamento de Boaco; Febrero - Julio 2010.”**

**AUTORES:**

***BRA. YASOHARA CLARIBEL JUÁREZ PANIAGUA***

***BR. CRISTOPHER ADALÍ LEÓN***

***BR. FERNANDO JAVIER SOLANO TORRES***

**TUTOR:**

***ING. ERNESTO CUADRA CHEVEZ***

**ASESOR:**

***ING. LÁZARO SÁNCHEZ***

**CAMOAPA, BOACO; NICARAGUA.**

**TEMA:**

**“Diseño de 1,063 metros lineales de adoquinado de calles en los barrios San Martín, Pedro Joaquín Chamorro y El Carmen en el casco urbano del Municipio de Camoapa, Departamento de Boaco”**

## **DEDICATORIA**

*A Dios todopoderoso, por proporcionarme la vida, la sabiduría y la fuerza necesaria para culminar con éxito la coronación de mi carrera profesional, por llenarme de fortaleza, por permitirme luchar y superarme, sobre todo en aquellos momentos que en los cuales se me presentaron obstáculo, y con confianza en Él pude vencerlos.*

*A mis abuelos, Sr GABRIEL LEON SOLANO y Sra. MARIA ELSA ARGUELLO ALVARADO, por haberme criado en el seno de corazón, y por cada una de las millones de veces que han estado pendiente de mi vida, y porque si él estuviera a mi lado en estos momentos me diría “Estoy orgulloso de mi hijo”,*

*A mí madre, Prof. NORA PATRICIA LEON ARGUELLO por su amor y esfuerzo y por haberme permitido luchar y abrir mi propio camino, y sobre todo por apoyarme en cada momento de mi carrera.*

*A mis tías Prof. MIRIAM INCER ARGUELLO y Prof. MARIA ESMIRNA LEON ARGUELLO por su amor incondicional, el cual me permite ser una persona feliz, triunfar en cada obstáculo de mi vida y luchar por cada una de las metas que me permiten mejorar mi vida personal y profesional.*

*A cada uno de los DOCENTES que contribuyeron en mi educación, les doy las gracias, por que sin ellos no hubiese logrado solidificar mis conocimientos y transformarme en un profesional.*

*A cada uno de mis amigos, y a mis compañeros de clases pero en especial a Yuri, Herli, Yasohara, Fernando, Heberth, Claudia, José Efraín, Darwin, Escarleth y Alexa con quienes compartí momentos inolvidables.*

***Cristopher Adalí León***

## **DEDICATORIA**

*A mi buen DIOS por darme vida, salud, sabiduría y fortaleza para vencer los obstáculos que se presentaron a lo largo de estos cinco años de carrera y por su amor para conmigo ya que sin el nada podemos hacer.*

*A mi madre EMMA ROSA PANIAGUA RUIZ que con su dedicación, sacrificio y amor mantuvo mis estudios y me permitió abrir mi propio camino, sin esperar nada a cambio sino solo la satisfacción de verme realizada como una profesional de bien y que nunca le podre pagar todo lo que hace por mí.*

*A mi abuela EMMA RUIZ por su apoyo a lo largo de toda mi vida ya que sin ella no hubiese logrado nada en mi vida porque ella es el pilar de mi vida y la de mi familia.*

*A mis hermanas VERÓNICA, IBIS Y GRETTEL a quienes amo y respeto mucho y que siempre me brindaron su amor y apoyo a pesar de nuestras diferencias y limitaciones diarias.*

*A mis amigos MERCEDES OCAMPO, LOLI CHÁVEZ, XENIA MONCADA, YADIRA MIRANDA, ALEXA MOLINA y mis compañeros de tesis y amigos CRISTOPHER LEÓN y FERNANDO SOLANO por su cariño y apoyo incondicional y por todos y cada uno de esos momentos memorables que compartí con ellos y que llevare siempre conmigo.*

*A todas AQUELLAS PERSONAS que directa o indirectamente influenciaron mi vida tanto profesional como personal haciendo más llevadores esos momentos difíciles.*

*A los PROFESORES de esta Universidad por sus conocimientos y comprensión en el transcurso de estos años en especial a nuestro tutor el ING. ERNESTO CUADRA por su tiempo y conocimientos en la realización de este trabajo de tesis.*

***Yasohara Claribel Juárez Paniagua.***

## **DEDICATORIA**

*Le dedico este trabajo primeramente a DIOS por darme salud, entendimiento, fuerza de voluntad y de superación para poder terminar este trabajo.*

*A mis padres; MYRIAM RAQUEL TORRES y BLAS SOLANO MARÍN, quienes estuvieron a mi lado apoyándome en todo momento aun con sus dificultades.*

*A mis hermanos; FÁTIMA y MYRIAM REBECA a quienes quiero mucho y que siempre me han brindado su cariño.*

*A mi novia, FÁTIMA SEQUEIRA que siempre estuvo a mi lado brindándome todo su amor, cariño y comprensión.*

*A todos los profesores que aportaron todos sus conocimientos y tiempo en mi educación y en la de todos mis compañeros.*

*A mis compañeros de tesis CRISTOPHER y YASOHARA por compartir conmigo los momentos difíciles en la elaboración de este trabajo.*

*No puedo cerrar esta página sin mencionar a aquellas personas que me acogieron en sus hogares como parte de ellos, a mi Tía PETRONA TORRES, mi padrino SIDAR RIVERA, a mi Abuela ASUNCIÓN y mis demás tías.*

***Fernando Javier Solano Torres***

## **AGRADECIMIENTOS**

*A DIOS, quien se merece el primer lugar, por su amor, su misericordia, su protección, y por permitirnos la vida y la sabiduría para culminar nuestra carrera y alcanzar las metas que un día nos propusimos.*

*A nuestros PADRES que con su amor y sacrificio y sin esperar nada a cambio, nos enviaron a las aulas de clases a adquirir el conocimiento que nos permitiría convertirnos en profesionales útiles a la patria; estando conscientes que la única herencia verdaderamente importante en nuestras vidas es la educación.*

*A nuestro tutor Ing. FRANCISCO ERNESTO CUADRA CHEVEZ por la dedicación y paciencia que empleó en la elaboración de esta tesis monográfica y por todos su apoyo brindado durante mis estudios universitarios.*

*Al director de obras públicas de la Alcaldía de Camoapa, ING. LAZARO SANCHEZ por su disponibilidad, voluntad y tiempo para ayudarnos a través de sus conocimientos y experiencias.*

*A cada uno de los docentes que han contribuyeron en nuestra educación, por que sin ellos no hubiésemos logrado solidificar nuestros conocimientos y transformarnos profesionalmente.*

*A cada uno de nuestros compañeros de clases con quienes compartimos momentos inolvidables durante los años que duro nuestra carrera universitaria.*

*Y a cada una de aquellas personas que directa o indirectamente formaron parte de la superación de momentos difíciles que afrontamos durante estos años en especial en la realización de este trabajo.*

---

***Br. Cristopher León - Bra. Yasohara Juárez - Br Fernando Solano***

## INDICE

<b>RESUMEN</b>	<b>8</b>
<b>INTRODUCCION</b>	<b>11</b>
<b>ANTECEDENTES</b>	<b>12</b>
<b>JUSTIFICACION</b>	<b>14</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<b>16</b>
<b>CAPÍTULO I: ALCANCES Y LIMITACIONES</b>	<b>17</b>
1.1 ALCANCES	17
1.2 LIMITACIONES	17
<b>CAPÍTULO II: GENERALIDADES DEL MUNICIPIO DE CAMOAPA</b>	<b>18</b>
2.1 FICHA MUNICIPAL	18
2.2 RESEÑA HISTORICA	19
2.3 HABITAD HUMANO: DIAGNÓSTICO DE INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS	21
<b>CAPÍTULO III: GENERALIDADES DE PAVIMENTOS SEMIRIGIDOS</b>	<b>23</b>
3.1 TIPOS DE PAVIMENTOS	23
3.2 RESEÑA HISTORICA DEL USO DE LOS PAVIMENTOS SEMIRRIGIDOS	24
3.3 APLICACIÓN DE LOS PAVIMENTOS SEMIRÍGIDOS	25
3.4 VENTAJAS QUE OFRECEN LOS PAVIMENTOS DE ADOQUIN	25
3.5 LIMITANTE QUE SE PRESENTAN LOS PAVIMENTOS DE ADOQUINES	29
3.6 COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS DE ADOQUINES	30
<b>CAPITULO IV: ESTUDIOS TECNICOS</b>	<b>31</b>
4.1 ESTUDIO TOPOGRAFICO	31
4.1.3 ALTIMETRÍA	36
4.1.4 MEMORIA DE CÁLCULO	44
4.2 ESTUDIO DE SUELO	49
4.2.1 ESTUDIOS DE CAMPO	53
4.2.3 RESULTADOS OBTENIDOS	54
4.3 ESTUDIO DE TRANSITO	60
4.3.1 TIPOS DE TRÁNSITO	65
4.3.2 VOLUMEN DE TRANSITO	66
4.3.4 MEMORIA DE CÁLCULO	72
4.4 ESTUDIO HIDROLOGICO	76
4.4.1 MEMORIA DE CÁLCULO	77
4.5 ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	79
4.5.1 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS ORIGINADOS POR EL PROYECTO	84
4.5.2 FACTIBILIDAD AMBIENTAL DEL PROYECTO:	85
4.5.3 MEDIDAS DE MITIGACIÓN	86

**CAPÍTULO V: DISEÑOS ----- 89**

5.1 DISEÑO GEOMETRICO-----	89
5.1.1 NORMAS, CRITERIOS Y ESPECIFICACIONES-----	89
5.1.2 NORMAS, CRITERIOS Y ESPECIFICACIONES UTILIZADAS EN EL DISEÑO DEL PROYECTO.-----	90
5.1.3 CURVAS HORIZONTALES.-----	94
5.1.4 CRITERIOS PARA PROYECTAR CURVAS CIRCULARES EN EL CAMPO.-----	96
5.1.6 REPLANTEO DE CURVAS HORIZONTALES.-----	101
5.1.7 CURVAS VERTICALES.-----	103
5.1.8 MEMORIA DE CÁLCULO.-----	108
5.2 DISEÑO ESTRUCTURAL-----	125
5.2.1 ESPESOR DE LA ESTRUCTURA.-----	126
5.2.2 DISEÑO DE LA CARPETA DE RODAMIENTO-----	127
5.3 DISEÑO HIDRAULICO-----	131
5.3.1 SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL.-----	131
5.3.2 CUNETAS-----	131
5.3.3 MEMORIA DE CÁLCULO DE CUNETAS Y VADOS:-----	133
5.3.4 ALCANTARILLA-----	135

**CAPÍTULO VI: BALANCEO DE EQUIPO ----- 137**

6.1 MOVIMIENTO DE TIERRA-----	137
6.1.2 EQUIPO PARA EL MOVIMIENTO DE TIERRA.-----	137
6.2 RENDIMIENTOS DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS-----	139
6.2.1 CONSIDERACIONES PARA EL USO DE EQUIPO.-----	139
6.2.3 EQUIPO A UTILIZAR.-----	139
6.3 MEMORIA DE CALCULOS-----	141

**CAPÍTULO VII: PLANEACION Y PRESUPUESTO----- 149**

7.1 PRESUPUESTO-----	149
7.2 EL PROCESO DE PLANEACIÓN-----	150
7.2.1 TÉCNICAS DE PROGRAMACIÓN.-----	150
7.4 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES-----	186
7.5 DIAGRAMA DE RED-----	187

**CONCLUSIONES ----- 188**

**RECOMENDACIONES ----- 189**

**BIBLIOGRAFIA----- 191**

**ESPECIFICACIONES TECNICAS----- 192**

11.1 ESPECIFICACIONES GENERALES:-----	192
11.2 ESPECIFICACIONES DETALLADAS.-----	193

**ANEXOS----- 213**

I. CUADROS Y TABLAS-----	213
II. FICHAS DE IMPACTO AMBIENTAL-----	224
III. FOTOS-----	228
IV. MAPAS-----	237
V. PLANOS-----	238



## RESUMEN

Este trabajo, el cual ha sido titulado por los autores como: **“Diseño de 1,063 metros lineales de adoquinado de calles en los barrios San Martín, Pedro Joaquín Chamorro y El Carmen en el casco urbano de la ciudad de Camoapa, Departamento de Boaco”**, el cual se ha presentado como proyecto de Seminario de Graduación en la facultad de ciencias e ingenierías de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, la (UNAN – Managua) a fin de que los autores obtengan el título de Ingenieros Civiles.

Dicho trabajo se ha elaborado mediante los conocimientos que los autores han adquirido tanto en las aulas de clases como de sus prácticas profesionales, el presente informe se puede utilizar como un complemento para manejar con soltura los aspectos teóricos y técnicos referentes al diseño de obras horizontales con carpeta de rodamiento a base de pavimento semirrígido.

Este trabajo está estructurado en ocho capítulos:

En el capítulo I, “Alcances y limitaciones”, se exponen los alcances y las limitaciones que se presentaron durante la elaboración de este trabajo.

En el capítulo II, “Generalidades del Municipio de Camoapa”, se presentan las características del municipio tales como posición geográfica, relieve, población, actividades económicas, etc.

En el capítulo III, “Generalidades de los pavimentos semirrígidos”, se presenta la historia y el desarrollo del uso que se le ha venido dando a los pavimentos semirrígidos a través de la historia, así como las aplicaciones, ventajas, desventajas, limitaciones y comportamientos de este sistema constructivo.

En el capítulo IV, “Estudios Técnicos”, que a su vez comprende los estudios: *Topográfico, de Suelos, de Transito, Hidrológico y de Impacto Ambiental*.

En el *Estudio topográfico*, se evalúan los criterios de la topografía existente de la zona en estudio, en este proyecto el levantamiento topográfico se realizó mediante una cuadrilla y su respectivo equipo topográfico facilitado por la UNAN- Managua, siendo los autores los responsables de la recopilación de los datos, para conocer la planimetría y altimetría de la situación actual de la zona.

En el *Estudio de Suelos*, se presentan los datos obtenidos a través de los sondeos manuales del subsuelo que existe a lo largo del tramo en estudio, las muestras se han clasificado según los métodos HBR y SUCS, siendo el HRB el utilizado para este tipo de construcciones.

En el *Estudio de Tránsito*, comprende el estudio de tránsito vehicular por medio de dos aforos realizados en un punto específico del tramo, en donde el flujo vehicular se considera de mayor demanda, para determinar el tránsito promedio diario y el tipo de tránsito del tramo en estudio.

En el *Estudio Hidrológico*, abarca la determinación del caudal de agua que tendrán que soportar las estructuras de drenaje menor, así como, las intensidades promedio de lluvias en la zona del proyecto, las direcciones de las aguas, las pendientes de desagües, todo esto para utilizarlos posteriormente para el Diseño Hidráulico.

En el *Estudio de Impacto Ambiental*, se especifican todas aquellas normas a cumplir durante el proceso de construcción del tramo de calle en estudio, así como las medidas de mitigación que se deben cumplir para aminorar los efectos que causara la ejecución del proyecto.

En el capítulo V, "Diseños", contiene los diseños *Geométricos, Estructural e Hidráulico*,

En el *Diseño Geométrico*, se realiza el diseño dimensional en cuanto a ancho de calzada, curvas verticales, horizontales. Este diseño está regido según las normas NIC-2000, la ASSHTO, la SIECA, así como los criterios particulares de los autores y de la dirección de obras públicas de la alcaldía de Camoapa.

En el *Diseño Estructural*, se presenta el diseño de la estructura de pavimento de adoquín mediante el método Murillo López de Souza, el cual se ha elaborado a partir de los resultados obtenidos del capítulo anterior, con el fin de lograr una vida útil para el diseño se ha propuesto emplear los mejores recursos dentro factores económicos razonables y de manera que se obtenga una estructura homogénea y con el espesor que resulte mediante el diseño.

En el *Diseño Hidráulico*, se presenta la memoria de cálculo del diseño de cunetas, vados y un puente tipo loza, porque la alcantarilla existente esta en mal estado, para así permitir drenar libremente la escorrentía durante las precipitaciones. Para estos cálculos se ha tenido en cuenta las obras de drenaje existente (cauces naturales aledaños al sitio) y las pendientes de cada tramo, debido a que es necesario respetar la velocidad de las corrientes y el volumen de agua que se puede drenar en un tiempo determinado.

En el capítulo VI, "Balanceo de equipos", se presentan los volúmenes de tierras a mover ya sean corte o relleno, la maquinaria y el equipo que se utilizará en la ejecución del proyecto, así como cantidad de obra a realizar.

En el capítulo VII, "Planeación y Presupuesto", se elabora el presupuesto de la obra y se presenta la planeación del proyecto, donde se utilizan las normas de rendimiento horario para el cálculo de las duraciones de cada actividad, en la elaboración del presupuesto se utilizó la guía de costos del FISE de Agosto del 2009, además de consultar en algunas ferreterías y ventas de materiales de construcción de la ciudad de Camoapa.

## INTRODUCCION

Las carreteras son parte fundamentales del entorno que rodea a la sociedad de manera que afectan al hombre en sus actividades diarias; la economía que es el factor primordial para la supervivencia del hombre y esta estrechamente relacionada con la infraestructura vial y el desarrollo que posea la comunidad.

Para una mejor comprensión se aclara que todo el trabajo realizado se conocerá como: **“Diseño de 1,063 metros lineales de adoquinado de calles en los barrios San Martín, Pedro Joaquín Chamorro y El Carmen en el casco urbano del Municipio de Camoapa, Departamento de Boaco”**

Para facilitación el estudio y cálculos en este trabajo, el proyecto, se ha dividido en siete ejes. Para la elaboración del diseño de estos tramos es necesario realizar diversos estudios tales como: suelo, tránsito, hidráulico, levantamiento topográfico, etc., cuyos resultados serán manipulados mediante métodos y normas de diseño tales como el Método Murillo López de Souza y las Normas NIC-2000, AASHTO y la SIECA que son los más utilizados para diseño de calles y carreteras de nuestro país.

Mediante los conocimientos adquiridos en la universidad y con el apoyo de la dirección de planificación y desarrollo local de la alcaldía municipal de Camoapa, se elaborará el diseño correspondiente del proyecto, así, para cumplir con los objetivos propuestos se requiere de la aplicación de los conocimientos adquiridos tanto en las aulas de clases como en las prácticas de campo, lo cual permitirá realizar una correcta aplicación y adaptación de los conceptos básicos de la infraestructura vial.

## **ANTECEDENTES**

Desde el principio de la existencia del ser humano se ha observado su necesidad por comunicarse por lo cual fue desarrollando diversos métodos para la construcción de caminos, desde los caminos a base de piedra y aglomerantes hasta nuestra época con métodos perfeccionados basándose en la experiencia que conducen a grandes autopistas de pavimentos flexibles o rígidos.

La historia nos habla de existencia de caminos desde antes de la llegada de Jesucristo al mundo. El historiador Herodoto relata como el Faraón Keops llevaba a través “de un camino”, quizás el primero del que se tenga noticia, los materiales con los cuales se construyeron la famosa gran pirámide de Keops, unos 300 años antes de Cristo.

De conformidad con el mismo Herodoto se cree que fue Babilonia la ciudad donde por primera vez se utilizó el asfalto como material de pavimentación, para rejunter las lozas de Vía Sacra. Sin embargo parece ser que fue el Imperio Romano quien primero dio al mundo verdaderos caminos cuya perfección se dice que ha sido igualada por la humanidad en el siglo antepasado.

Los romanos construyeron una inmensa red de calzada que unía la metrópolis con los rincones más apartados del imperio. Concibieron caminos con grandes alineaciones rectas pese a los obstáculos y no solamente dotaron esos caminos de una base suficientemente estable, sino que la superficie de rodado era de primera calidad. Además de todo eso, se construyeron verdaderamente los primeros “Puentes”, donde fueron precisos, y lo que es un mas idearon también sitios al lado del camino en donde el viajero podía descansar o cambiar de caballo.

Al derrumbarse el Imperio Romano hubo un periodo en el que el desarrollo de los caminos prácticamente se paralizó, al extremo que durante la Edad Media los caminos fueron deplorables, y no fue sino hasta en el siglo XVIII que Francia e Inglaterra se dedicaron a la tarea de construir caminos.

Se dejaron oír en Inglaterra los nombres de Telford y Macadam, personajes que contribuyeron a introducir mejoras en los sistemas viales y muy pronto se puso en amplia aplicación los llamados “Firmes de Macadam” los cuales poco tiempo después se hizo necesario mejorar, debido al desarrollo inesperado de los vehículos de combustión interna, que desarrollaban velocidades cada vez mayores.

La guerra de 1914 a 1918, sirvió para consagrar al automóvil como medio de transporte y a partir de ahí tanto Italia como España, Inglaterra y Estados Unidos, se dieron a la tarea de construir nuevas vías especiales para el tránsito rápido. Quedo a partir de entonces quedo abierta al mundo una nueva rama de la ciencia: la Ingeniería de Caminos, que a su vez hoy tiende a subdividirse, de conformidad a las exigencias del tránsito y los modernos sistemas constructivos.

El desarrollo del Sistema Vial de Nicaragua ha ocupado un lugar fundamental en el marco de la economía nacional. Su mayor auge se registró durante las décadas de los años 50 y 60, pasando de 590 Km. de carreteras (pavimentadas y no pavimentadas) en 1950 a un total de 11,201 Km. en 1969, es decir que se construyeron 10,021 Km. en ese período, de los cuales 906 Km. fueron carreteras pavimentadas.

El patrimonio de la red vial nacional de Nicaragua cuenta aproximadamente con unos 23,045Km. de los cuales 3,456.36 Km. son pavimentados y los 9,588.64 no son pavimentados.

A medida que la ciudad de Camoapa ha sufrido un crecimiento demográfico en las últimas décadas, esta requiere de una infraestructura que brinde un buen nivel de servicio a los usuarios, para la realización de sus actividades diarias.

## **JUSTIFICACION**

El presente trabajo titulado **“Diseño de 1,063 metros lineales de adoquinado de calles en los barrios San Martín, Pedro Joaquín Chamorro y El Carmen en el casco urbano del Municipio de Camoapa, Departamento de Boaco”**, se ha elaborado, con el fin obtener el título de ingenieros civiles, de así como también que futuras generaciones puedan utilizarlo en la elaboración de trabajos de cursos o ya sea como material de consulta para la realización del diseño de pavimento con carpeta de adoquín.

Mediante la pavimentación de los tramos de calles en los barrios San Martín y Pedro Joaquín Chamorro así también en la intercepción con el barrio El Carmen, en el municipio de Camoapa, se logrará dar fin a la problemática que sufren los usuarios de dichas vías de transporte. El flujo vehicular de estos tramos se debe en su mayoría, al tráfico de vehículos comerciales los cuales utilizan estos tramos de calles para cargar ó descargar los productos comerciales provenientes de los departamentos así también de las comunidades rurales, además de estos, también se debe mencionar que por la vía principal (eje 2) circula a diario transporte colectivo provocando de esta manera un mayor flujo vehicular.

De ahí la necesidad de eliminar las malas condiciones en que se encuentran estas calles, además de que estos tramos servirán de empalme entre el adoquinado de calles ya existentes en algunos sectores del casco urbano del municipio, y esto se hará a través de un diseño tanto geométrico como estructural que permita eliminar esos problemas durante un periodo de entre 15 a 20 años (periodo de diseño). Estas mejoras permitirán que los usuarios puedan circular con libertad ahorrando tiempo y evitando el deterioro de sus unidades de transporte provocado por el mal estado de dichas calles en estudio.

Con la ejecución del proyecto no solo se beneficiará a los comerciantes y al sector transporte que tiene por destino importar y exportar productos comerciales desde las comunidades y las grandes ciudades cercanas al municipio, así como la circulación de

personas a estas ciudades; sino también se beneficiara a la comunidad estudiantil ya que a diario se traslada al Instituto Nacional de Camoapa por la calle del tramo 2. Y a los pobladores que tienen sus viviendas en el sector donde se realizará el proyecto, con la pavimentación de estos tramos de calles se reducirá gran parte del polvo producto de la erosión de la calle durante el verano provocado por el flujo vehicular o los charcos durante el invierno que dificultan el tráfico vehicular y peatonal, además de la posibilidad de enfermedades provocadas por la acumulación de agua en estos charcos.



## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

- ❖ Diseñar el proyecto de 1,063 metros lineales de adoquinado de calles en los barrios San Martín, Pedro Joaquín Chamorro y El Carmen en el casco urbano de la Municipio de Camoapa, Departamento de Boaco”.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Elaborar el diseño geométrico del adoquinado de calles en los barrios San Martín, Pedro Joaquín Chamorro y el Carmen, en el municipio de Camoapa, departamento de Boaco.
2. Determinar los espesores de pavimento del adoquinado de 1,063 metros lineales de calles en los barrios San Martín, Pedro Joaquín Chamorro y El Carmen en el casco urbano del Municipio de Camoapa, Departamento de Boaco; mediante método Murillo López de Souza.
3. Calcular el presupuesto de las cantidades de obras para la elaboración de la programación del adoquinado en el municipio de Camoapa.
4. Diagnosticar el posible impacto ambiental se que generara al momento de la ejecución del proyecto de adoquinado de calles en el Municipio de Camoapa, Departamento de Boaco.

## **CAPÍTULO I: ALCANCES Y LIMITACIONES**

### **1.1 ALCANCES**

Análisis de las condiciones de las calles existentes para las elecciones de las características geométricas del diseño (alineamientos, pendientes, ancho de la superficie de rodamiento, bombeo, etc.).

Identificación de los beneficios que se generarían como consecuencia de la realización del proyecto.

Elaboración de los diseños geométricos y de estructura de pavimento aplicando los conocimientos de ingeniería para la ejecución del proyecto,

Identificación de los posibles impactos ambientales directos e indirectos de la implementación del proyecto.

Estimación de la cantidad de materiales de construcción y de los volúmenes de tierra que necesitara dicha ejecución.

### **1.2 LIMITACIONES**

La principal limitación presente es el apoyo económico por parte de la alcaldía municipal de Camoapa, para sufragar gastos de transportes para los autores de este trabajo así como también para la elaboración de las pruebas de suelos requeridas para el diseño de la carpeta de rodamiento, por cual, se realizaron solamente cuatro pruebas representativas o sondeos manuales.

## CAPÍTULO II: GENERALIDADES DEL MUNICIPIO DE CAMOAPA

### 2.1 FICHA MUNICIPAL

<b>Nombre del Municipio</b>	<b>Camoapa</b>
<b>Nombre del Departamento</b>	Boaco
<b>Fecha de Fundación</b>	Fue fundada el 23 de agosto de 1858.
<b>Posición Geográfica</b>	El territorio de Camoapa está ubicado entre las coordenadas 12° 23' de latitud norte y 85° 30' de longitud oeste.
<b>Límites</b>	Norte: Con el Municipio de Boaco, el Municipio de Matiguás y el Municipio de Paiwas. Sur: Con Cuapa y Comalapa.  Este: Con los Municipios del Rama y La Libertad.  Oeste: Con el Municipio de San Lorenzo y el Municipio de Boaco.
<b>Extensión Territorial</b>	La extensión territorial es de 1,483.29 Km <sup>2</sup> .
<b>Clima y Precipitación</b>	El clima es variado, su temperatura promedio anual es de 25.2 grados centígrados, y en algunos períodos logra descender 23° centígrados. La precipitación pluvial alcanza desde los 1200 hasta los 2000 milímetros en el año, sobre todo en la parte noroeste del Municipio.
<b>Densidad Poblacional</b>	La densidad poblacional Total es de 28 habitantes /Km <sup>2</sup> .  La densidad poblacional Rural es de 16 habitantes /Km <sup>2</sup> . La densidad poblacional Urbana es de 12 habitantes / Km <sup>2</sup> .
<b>Características Orográficas del Relieve</b>	El paisaje se encuentra caracterizado por un relieve ondulado ocupado principalmente por áreas cubiertas de pastizales con árboles aislados. La vegetación arbórea se reduce a las márgenes de los ríos corriendo paralela al curso de estos.
<b>Religión</b>	Existen tres religiones: Católica, Evangélica y Testigos de Jehová.
<b>Distancia a la Capital y a la cabecera</b>	A la capital, 115 Km. y a la cabecera departamental, 30 Km.
<b>Altitud sobre el nivel del mar</b>	Tiene una altura aproximada de 520 m.s.n.m.

**Cuadro II.1 Ficha Municipal de Camoapa - INIFOM**

## **2.2 RESEÑA HISTORICA**

El Municipio de CAMOAPA según la Ley de División Política Administrativa publicada en Octubre de 1989 Y Abril de 1990 pertenece al Departamento de Boaco, Región Central de Nicaragua.

Camoapa, en lengua mexicana significa "Lugar de las Lapas", según Dávila Bolaños, ó "Lugar del Río de los Camotes o Batatas", si preferimos la interpretación de valle o de mántica.

El poblado primitivo de los antiguos camuapas, descendientes de las tribus de los Boajos o Boacos, ocupó una región montañosa entre los ríos Codorniz y Cakla. El nombre Camuapa proviene la voz nahatlaca o mexicana antigua Camoapan es una de las antiguas poblaciones del antiguo chontales, su asiento es relativamente moderno.

Por causa de las incursiones de zambos, mískitos e ingleses, la ciudad se vio forzada a cambiar de asiento en varias ocasiones. En 1749 el primer asentamiento fue destruido por una invasión de los montañeses, nombres con que se llamaba a los zambos, mískitos e ingleses que incursionaban las regiones del interior del país.

El segundo asiento se estableció en las tierras de El Pochote, en la comarca del Divisadero, cerca del Molinito de Cuisaltepe en el año de 1752 en el pueblo que hoy se llama EL VIEJO.

En 1768 los CAMOAPA se trasladan a su actual asiento bajo el nombre de San Francisco de Camoapán. La Ciudad de Camoapa fue elegida como villa por la Ley del 4 de Marzo de 1895 y se le confirió el título de ciudad por la Ley del 2 de Marzo de 1926.

### **Población**

La población total del Municipio es de 36,577 habitantes los que están divididos en el área rural con 21,840 habitantes y en el área urbana 14,737 habitantes. El Municipio de Camoapa posee una superficie de 1,438 Km<sup>2</sup>, con una densidad poblacional de

8Hab./Km<sup>2</sup>. Habitan aproximadamente 40,382 habitantes, según datos estadísticos INECALCALDIA, distribuidos de la siguiente manera:

- Población Urbana: 16,710 habitantes (41.38 %) la conforman 11 barrios urbanos.
- Población Rural: 23,672 habitantes (58.62 %) conformada por 52 comarcas.

### **Geomorfología**

Al igual que los demás municipios del departamento este presenta dos tipos de suelos:

- limos arcillosos de profundo a muy profundo.
- arcilloso de poca plasticidad y limoso.

### **Flora**

El Municipio de Camoapa se encuentra según la clasificación representada por tres formaciones forestales zonales.

- Bosque bajos o medianos caducifolios de zonas cálidas y secas, con precipitaciones de 750 a 1,250 mm, temperatura de 26° a 29° c y elevaciones de 0 a 1,500 m.s.n.m.
- Bosques medianos o bajos subcaducifolios de zonas cálidas y semi -húmedas con precipitaciones de 1,200 a 1900 mm,, temperaturas de 20 a 28° c y elevaciones de 0 a 500 m.s.n.m.
- Bosques medianos o altos perennifolios de zonas muy frescas y húmedas, con precipitaciones de 800 a 1,880 mm, temperatura de 22° a 24° c y elevaciones desde los 300 a 1,550 m.s.n.m.

### **Fauna**

En el Municipio está delimitada, en la zona se caracteriza un ecosistema antropogenizados (ecosistemas culturales), rodeados de fincas ganaderas por lo que la fauna silvestre ha sido sometida por varias décadas a una serie de factores que han reducido las poblaciones y presencia de estas especies (caza destrucción de hábitat naturales por deforestación, prácticas agrícolas y pastizales).

## **2.3 HABITAD HUMANO: DIAGNÓSTICO DE INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS**

### **Educación**

El sector educación del municipio está organizado por un Delegado Municipal, la administración y el equipo técnico. Todo el municipio está organizado en cinco sectores, existen tres Núcleos Educativos Rurales Autónomos (NERA), estos centros aglutinan a un número de escuelas alrededor de cada comarca, son los encargados de la capacitación, y les son transferidos recursos financieros para pagar a los profesores y demás personal.

Existe la Educación de Adultos A,B,C (rural), está la Educación de Adultos Básica I, II, III, Educación de Adultos CEDA, también Primaria acelerada nocturna.

Entre los principales problemas que enfrenta este sector está la falta de interés que presentan los padres de familias de las comunidades en querer educar a sus hijos, a pesar que la deserción escolar ha disminuido un 90% en este año.

### **Recreación**

En el año 2,000 se realizó la construcción de la Biblioteca Municipal con fondos del Gobierno de Japón, donde se le da atención a la población con una existencia de más de 500 volúmenes siendo utilizados mayormente por los escolares. A nivel urbano existe 1 campo de béisbol (estadio), parque, 1 cancha de béisbol, canchas de basketball y en las Comunidades Rurales existen 9 campos de béisbol.

### **Tradición y Cultura**

Camoapa tiene una tradición cultural muy característica, sus raíces indígenas son muy antiguas y arraigadas en sus habitantes por ser descendientes de las tribus de los boajos o boacos. El mestizaje es un rasgo característico de sus actuales pobladores. Las principales fiestas del Municipio son el 4 de octubre en honor al Santo Patrono de Camoapa San Francisco de Asís. Camoapa cuenta con un nuevo templo a San Francisco de Asís ubicado en el centro de la ciudad.

## Economía Municipal

### Población Económicamente Activa

La población económicamente activa, se calcula alrededor de 11,000 personas, de las cuales, el 48% es ocupada, el restante 52% se considera en condiciones de desocupación.

Del total de la PEA ocupada, el 17% se dedica a la agricultura, el 34% a la ganadería y a la Industria, el 16% a la Artesanía y el 33% a Servicios.

### Principales Actividades Económicas

Son la Ganadería, la Agricultura, el Comercio y la Economía de patio.

Ganadería: Considerando que la principal actividad es la ganadería, se calcula que alrededor de 105 mil manzanas están dedicadas a los pastos para el ganado, siendo las variedades tradicionales más comunes India, Asia y Jaragua. Actualmente los rendimientos promedios de leche es de 13 mililitros, bajando un poco en verano, la mortalidad en terneros oscila entre el 5% y 7% anual.

En el municipio existen 2 grandes centros de acopio de leche.

Lugar	Producción x día	Nº de producto	Comercializa
San Francisco	8000 Gl	101	Vende a Mercado Managua
Masiguito	10000 Gl	330	Vende a Mercado Managua

Cuadro II.2 Acopios de Lácteos del Municipio de Camoapa - INIFOM

### Comercio y otras Actividades Económicas.

El municipio tiene una actividad artesanal de trabajo con cuero, hierro y pita. Estos son generadores de empleos variados que se trasladan de generación en generación.

Actualmente existen Artesanos de Pita: 39, Talabartería: 34, Artesanos de Metal: Acero 40, Bronce: 2.

## **CAPÍTULO III: GENERALIDADES DE PAVIMENTOS SEMIRIGIDOS**

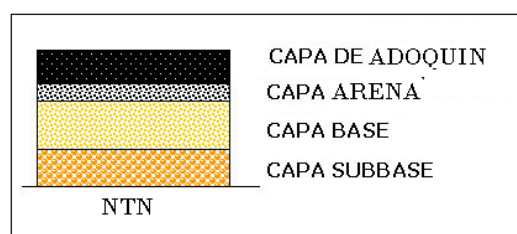
### **3.1 TIPOS DE PAVIMENTOS**

Un pavimento es un piso construido por el hombre, con el fin de mejorar la calidad del terreno existente, para que el tránsito sobre este sea más rápido, cómodo, seguro y económico.

Los materiales se escogen según su costo y disponibilidad y mientras más superficiales sean ubicados en el pavimento, su resistencia debe ser mayor, así la capa superior es la que está en contacto directo con el tránsito y debe poseer las mejores características de las capas que conforman la estructura. Los pavimentos se nombran de acuerdo a su comportamiento como rígidos, semirrígidos y flexibles, o según el material utilizado en su capa de rodadura como pavimentos asfálticos, pavimentos de concretos, y pavimentos de adoquines.

Para construir un pavimento se colocan los materiales en orden ascendente, sobre el terreno al que se le denomina sub rasante, la sub base, la base y la capa de rodadura que soporta directamente al tráfico.

La base y la sub base generalmente están conformadas por material pétreo, suelos estabilizados, concreto pobre o concreto asfáltico. La capa de rodadura, que es la que le da el nombre de pavimento, casi siempre está hecha de uno de los tres materiales siguientes: concreto asfáltico, concreto de cemento o adoquines de concreto.



**Figura III.1 Estructura de pavimento semi-rígido**



### **3.2 RESEÑA HISTORICA DEL USO DE LOS PAVIMENTOS SEMIRRIGIDOS**

La historia de los pavimentos de adoquines se inicia prácticamente con nuestra civilización; cuando se construyeron las Vías Romanas se emplearon bloques de piedras trabajados especialmente para obtener una superficie lisa. La duración de estas vías, muchas de las cuales todavía se pueden visitar, es el mejor testimonio de la calidad de ejecución de dichos trabajos, y de la factibilidad del sistema constructivo de pavimentos segmentados.

Posteriormente aparecieron las superficies para el rodamiento de vehículos constituidas por adoquines de granito, ejecutadas durante muchos años en diversos países de Europa y luego en América, incluyendo nuestro país.

Los adoquines de concreto son elementos macizos prefabricados, de espesor uniforme e iguales entre sí, con forma de prisma recto tal que al colocarlos sobre una superficie, encajen unos con otros de manera que solamente queden juntas entre ellos.

La historia de pavimentos de adoquines, se confunde con la historia del primer pavimento que se construyó con superficie limpia y duradera, hace unos veinticinco siglos, el empedrado, su aparición se debió a la necesidad del hombre de tener vías durables, que permitieran el desplazamiento rápido y seguro por ellas en cualquier época del año.

A medida que se fueron refinando los carros de tracción animal se buscó una superficie de rodadura más continua que permitiera un tránsito más cómodo; para lograr esto se abandonó la práctica de colocar las piedras en estado natural y se comenzó a tallarlas en forma de bloques para obtener un mejor ajuste entre ellas. Puede decirse que con esto aparece el primer pavimento de adoquines pues la palabra española Adoquín proviene del árabe “ad-dukkân” que quiere decir “*Piedra Escuadrada*”.

Los pavimentos de piedra se siguieron construyendo hasta comienzos del siglo XX y el hecho que gran cantidad de ellos aun se encuentre en servicio y en buen estado atestigua su durabilidad y buen comportamiento.

### **3.3 APLICACIÓN DE LOS PAVIMENTOS SEMIRÍGIDOS**

Los pavimentos de adoquines de concreto tienen un rango de aplicación casi tan amplio como el de los otros tipos de pavimentos; se pueden utilizar en andenes, zonas peatonales y plazas, donde el tráfico es básicamente peatonal; en vías internas de urbanizaciones, calles y avenidas, con tráfico vehicular que pueden ir desde unos cuantos vehículos livianos hasta gran número de vehículos pesados en zonas de carga, patios de puertos, plataformas de aeropuertos y zonas donde se tiene cargas muy altas e inclusive tráfico de vehículos montado sobre orugas.

Este rango amplio de aplicaciones implica la necesidad de formular diseños diferentes para la estructura de pavimento según el tráfico que va a soportar y las características del suelo sobre el cual se va a construir, con variación en los espesores del adoquín y en el material y espesor de la base. Este diseño se puede elaborar con métodos apropiados que garanticen el buen desempeño y durabilidad del pavimento, lo que se refuerza con unos adecuados procedimientos y controles durante su construcción.

### **3.4 VENTAJAS QUE OFRECEN LOS PAVIMENTOS DE ADOQUIN**

Los pavimentos de adoquines poseen unas características particulares que se traducen en ventajas, sobre los otros tipos de pavimento, en varios aspectos específicos:

#### **Ventajas debidas al proceso de construcción:**

Los adoquines que conforman la capa de rodadura son elementos prefabricados que llegan listos al lugar de la obra. La construcción de la capa de rodadura involucra, además de la colocación de los adoquines, el llenado de las juntas y la compactación de la capa terminada.

Sin embargo el de adoquines es un pavimento de muy fácil terminado, donde no intervienen procesos térmicos, ni químicos, ni periodos de espera.

Debido a la sencillez del proceso constructivo, toda la estructura del pavimento se puede construir y dar al servicio en un mismo día, por lo cual las interrupciones en el tráfico son mínimas y se logran economías en tiempo, equipos, materiales, costos financieros y sociales; además, como se trabaja con pequeñas zonas a la vez, cualquier área se puede adoquinar por etapas con lo cual no se altera ninguna economía de escala, cosa que si ocurriría con otros tipos de pavimento; esto resulta especialmente útil para la pavimentación de unas cuantas vías cuando no se dispone de los recursos completos para acometer un plan a gran escala; se puede; por lo tanto, adoquinar en varias etapas, a medida que se vayan produciendo las piezas o se obtengan los recursos.

Todos los procesos que intervienen en la construcción son sencillos y requieren de la utilización de poca maquinaria.

Como la labor de colocación de las piezas es fundamentalmente artesanal, se utiliza mano de obra, que, según se organice el proceso constructivo, se puede multiplicar al crear varios frentes de trabajo simultáneamente.

Como los adoquines son piezas pequeñas que no se están unidas rígidamente unas con otras el pavimento de adoquines se adapta a cualquier variación en el alineamiento horizontal o vertical de la vía sin necesidad de elaborar juntas de construcción.

### **Ventajas debidas al manejo del pavimento:**

La capa de rodadura es quizá el elemento más costoso de cualquier pavimento. Cuando se presenta una falla en los pavimentos o cuando hay que instalar o reparar las redes de servicios que van enterrados por la vía es indispensable retirar, y con esto destruir, las distintas capas del pavimento. Cuando se tiene un pavimento de adoquines la capa de rodadura es recuperable, pues como no van pegados unos con otros se

puede retirar y almacenar ordenadamente para reutilizarlos luego, en el mismo o en otro lugar, para la construcción de un nuevo pavimento. Esta propiedad es la que hace que el pavimento de adoquines sea espacial, pues se puede reparar fácilmente y por lo tanto resulta ideal para pavimentar aquellas vías que aun no tengan completas las redes de servicios.

El mantenimiento de los pavimentos de adoquines es muy simple. Además de la reparación de las zonas que por problemas constructivos puedan presentar algún hundimiento, el pavimento de adoquines solo requiere que se le retire la vegetación que pueda aparecer dentro de las juntas, en aquellas zonas abandonadas o por donde no exista tráfico permanente, y del llenado, mediante barrido de arena fina, de las juntas que se hayan vaciado. Nunca requiere de sobre capas para mantener un buen nivel de servicio.

### **Ventajas debidas a su apariencia**

Por estar conformado por muchas piezas iguales el pavimento de adoquines induce un cierto sentido de orden en la vía. Además la existencia de las juntas entre los adoquines elimina la monotonía que presenta la superficie continua de los otros pavimentos.

Los adoquines se pueden fabricar de diferentes colores, adicionando colorantes minerales a la mezcla y utilizando cemento gris o cemento blanco.

Con algunos adoquines de color diferente al del resto, se pueden incorporar en la superficie del pavimento señales y demarcaciones tan duraderas como este, pero que a la vez puedan ser removidas fácilmente; se pueden colorear zonas para diferenciar su utilización o incorporar dibujos decorativos.

### **Ventajas relativas a la seguridad:**

Los pavimentos de adoquines se prestan para incorporar señales, o se pueden colocar en medio de otros pavimentos sirviendo como zonas de aviso para disminución de velocidad o zonas permanentes de velocidad restringida.

Además, por su rugosidad, los pavimentos de adoquines tienen distancia de frenado menor que otros tipos de pavimentos, lo que se traduce en seguridad tanto para los peatones como para quienes se desplazan en los vehículos.

**Ventajas relativas a la durabilidad:**

La calidad que se le exige a los adoquines de concreto garantiza su durabilidad, de manera que sean resistentes a la abrasión del tráfico de llantas, a la acción de la intemperie y al derrame de combustibles y aceites, lo que hace ideales para la pavimentación de estacionamientos, estaciones de servicio, patios industriales, etc.

Un adoquín, como tal, tiene una vida casi ilimitada. Aunque la estructura del pavimento puede sufrir algún deterioro después de estar en servicio por 20 o más años, con una reparación menor el pavimento de adoquines puede alcanzar una vida útil de 40 años y los adoquines estar todavía en condiciones de servir por muchos más.

**Ventajas relativas al costo de construcción:**

La construcción de un pavimento de adoquines no requiere de mano de obra especializada.

Para la fabricación de los adoquines y para la compactación se utiliza maquinaria de la cual existe producción nacional de buena calidad y rendimiento.

Los materiales que se requieren para su construcción se consiguen en cualquier lugar del país y no consume derivados del petróleo.

La competencia con otros tipos de pavimentos, desde el punto de vista de los costos, se debe plantear siempre, entre alternativas equivalentes, para unas determinadas condiciones locales de precios y disponibilidad de materiales y servicios. Nunca se debe generalizar.

El pavimento de adoquines de concreto en la ciudad, resulta especialmente competitivo en vías de tráfico liviano y medio, donde pueden tener un costo inicial similar o inferior al de un pavimento equivalente de asfalto, aun sin tener en cuenta las ventajas adicionales ya enumeradas para el pavimento de adoquines; en un centro urbano pequeño o en zonas semi-rurales y rurales su costo es por lo general muy inferior al de otros tipos de pavimento.

Toda labor, desde la fabricación de los adoquines hasta el terminado del pavimento, puede incorporar gran cantidad de recursos comunitarios y mano de obra local. Esta hace que sea realmente económica en planes de acciones comunales o patrocinadas por entidades de fomento.

### **3.5 LIMITANTE QUE SE PRESENTAN LOS PAVIMENTOS DE ADOQUINES**

De la misma manera que con los otros tipos de pavimentos, la estructura del pavimento de adoquines se debe apartar del nivel freático del terreno.

Si la capa de adoquines queda bien colocada, sellada y compactada no debe perder su sello y su estabilidad ante la caída de lluvias, por copiosas que estas sean; pero nunca se debe poner a trabajar un pavimento de adoquines como canal colector de aguas, que pueda llegar a soportar corrientes voluminosas y rápidas tipo “arroyo”.

Los pavimentos de adoquines nunca se deben someter a la acción de un chorro de agua a presión. Si esto se hace intencionalmente puede ocasionar la pérdida del sello de las juntas, por lo cual no se recomienda para zonas de lavado de automóviles. Por estar compuesto por un gran número de piezas, el tráfico sobre un pavimento de adoquines genera más ruido que sobre los otros tipos de pavimentos, e induce mayor vibración al vehículo; por estas razones no es aconsejable para velocidades superiores a los 80 km/hora.

### **3.6 COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS DE ADOQUINES**

Desde el punto de vista estructural, los pavimentos de adoquines de hormigón constituyen un caso intermedio entre los pavimentos rígidos y los flexibles, con respecto a estos últimos fundamentalmente en lo que se refiere a las propiedades de distribución de tensiones y desarrollo de deformaciones. Por ello la falla típica de los pavimentos de adoquines de hormigón intertrabados es la acumulación de deformaciones permanentes (ahuellamiento).

Los métodos de diseño propuestos se basan, en general, en los usados para pavimentos flexibles o en extrapolaciones de los resultados obtenidos en pavimentos urbanos y conducen a diseños que mostraron muy buen comportamiento en la práctica.

Las capas que constituyen el pavimento de adoquines, son las siguientes:

1. Capa de rodamiento constituida por los adoquines de hormigón.
2. Capa de nivelación de arena para el asiento adecuado de los adoquines y el drenaje de las aguas que puedan acumularse debajo de los mismos.
3. Capa de base y/o sub-base para transferir las cargas a la subrasante.

Los espesores de estas capas dependen de las condiciones de tránsito (cargas y frecuencia) y del valor soporte del suelo de la subrasante. Puede decirse con carácter general que las condiciones del tránsito determinan el espesor de la capa de rodamiento (adoquines), y las de la subrasante las características y espesores de las capas de base y/o sub-base.

## **CAPITULO IV: ESTUDIOS TECNICOS**

### **4.1 ESTUDIO TOPOGRAFICO**

En este estudio se determinaran las posiciones geográficas de los puntos sobre la superficie del terreno donde se realizará el proyecto de adoquinado, a través de un *levantamiento topográfico que* consiste en determinar, a través de instrumentos especiales, los puntos más sobresalientes del terreno o sitio los cuales permitirán obtener una representación gráfica que proporcione las características del relieve mediante un mapa topográfico.

#### **Equipo topográfico.**

El **Teodolito** es un aparato universal utilizado en los levantamientos topográficos. Puede usarse para medir y trazar ángulos horizontales, verticales, diferencias de elevaciones, etc.

La **Plomada**: Es una pera metálica terminada en punta y suspendida de una cuerda muy fina, sirve para marcar la proyección de un punto a cierta altura sobre el suelo.

La **Cinta**: Se utiliza en la medición de distancias tales como el levantamiento de secciones transversales, son de longitud variable.

El **Nivel**: Los niveles son instrumentos constituidos básicamente por un telescopio y un nivel de burbuja, dispuestos en forma tal que la visual (o línea de colimación definido por la intercepción de los hilos de la retícula) puede fijarse horizontalmente.

La **Estadía**: Es una regla graduada de sección rectangular, es utilizada para hacer nivelaciones con auxilio del nivel. Es una regla dividida en metros y fracciones de metro generalmente de colores vivos; blanco, negro y rojo para que resalten y puedan leerse con precisión a la mayor distancia posible.



## **Desarrollo de un levantamiento topográfico.**

En los trazos para construcción, el topógrafo proporciona todas las marcas de referencia necesarias para que cada parte de la nueva obra se ubique correctamente dentro del terreno en que se construye.

El topógrafo prepara los planos del sitio de construcción en el cual muestra las relaciones entre el terreno y la obra que será creada, se encarga de marcar sus posiciones horizontales y elevaciones.

El trabajo del topógrafo debe hacerse a un ritmo tal que proporcione las marcas necesarias justo antes del momento en que las va a requerir el constructor en las operaciones de cada día. El topógrafo no debe adelantarse demasiado, ya que las marcas podrían destruirse por la misma construcción. A este proceso topográfico se denomina topografía de la construcción.

Antes de iniciar el diseño de una construcción se debe proporcionar a los ingenieros o arquitectos toda clase de información topográfica relativa al sitio donde se va a efectuar la obra.

- 1.- En primer lugar, se requiere definir la forma dimensional del terreno, lo cual se logra levantando una poligonal abierta a lo largo del eje central de la carretera.
- 2.- Se debe describir el relieve del terreno, para su configuración se efectúa una nivelación, generalmente en los puntos más relevantes y a ambos lados del eje central.
- 3.- Se debe brindar la localización topográfica o detalles de interés tales como:
  - Tendido eléctrico y de Tendido telefónico.
  - Red de agua potable.
  - Drenaje de aguas servidas y pluviales
  - Pozos de visita o manjoles y tragantes de aguas pluviales existentes.
  - Localización de derecho de vía.
  - BM.
  - Árboles de gran tamaño, arroyos o cauces.
  - Vías de acceso y Construcciones existentes.

4.- La manera que se acostumbra para presentar los datos topográficos es plasmándolos en un plano denominado de conjunto y dibujado a la escala solicitada, para esto se utilizan hojas de dimensiones estandarizadas.

### **Levantamiento topográfico con teodolito y cinta**

Uno de los métodos más empleados en los levantamientos topográficos y quizás uno de los más precisos, es el levantamiento con cinta y teodolito (método utilizado en este estudio), estos se aplican en general a la mayor parte de los levantamientos de precisión ordinaria, excluyendo la nivelación.

En las poligonales abiertas lo primero que el topógrafo debe definir es el sentido del itinerario, el cual puede ser positivo (en sentido de las manecillas de reloj) o negativo (anti horario). Una vez definido el itinerario, se procede a hacer una descripción general del trabajo para trazar la poligonal, se debe elegir las estaciones de forma ventajosa para poder avanzar en el levantamiento. En este tipo de poligonales no se obtiene ningún cierre, no se puede determinar el error angular acumulativo, excepto por observaciones astronómicas o empezando y cerrando en líneas establecidas con anterioridad, cuyas direcciones y posiciones se conocen.

### **Procedimiento de campo para el levantamiento topográfico del proyecto.**

El equipo utilizado para realizar el levantamiento topográfico fue facilitado por la Coordinación de la carrera de Ingeniería civil de la UNAN-Managua, bajo la autorización del Ingeniero Ernesto Cuadra Chévez, siendo los autores de este documento los que realizaron el levantamiento topográfico con la asesoría del Director de proyectos de la Alcaldía de Camoapa, el Ingeniero Lázaro Sánchez.

Medición con teodolito:

Se llevó a cabo para medir la distancia de los estacionamientos ubicados a cada 20m,

Para realizar el levantamiento de secciones transversales se consideraron los siguientes pasos:

- 1.- Se instaló el equipo sobre el eje central de la calle.
- 2.- Se eligió un azimut respecto al norte geográfico en la estación 0+000.
- 3.- Se procedió a realizar un alineamiento con cinta, de centro de calle a centro de calle para determinar el eje central de la calle.
- 4.- Se efectuaron lecturas de los ángulos horizontales a 90 grados del eje central y se midieron dos puntos a cada lado, con una distancia de 3.30 m y 4.8 m respectivamente.
- 5.- Luego se alineó la siguiente estación y se realizó este procedimiento de forma cíclica hasta llegar a la última estación requerida.

**4.1.2.1 DATOS DE CAMPO DE PLANIMETRÍA**

A continuación se presentan los datos obtenidos en el levantamiento planimétrico de los tramos de calles que conforman nuestro proyecto de adoquinado en el municipio de Camoapa.

Tramo	Estación	Número Est.	Angulo	Vértices	Observación
1 Calle 1	0 + 000	1	150°13'15"	----	Azimut
	0 + 020	2	180°00'00"	1-2-3	
	0 + 040	3	180°00'00"	2-3-4	
	0 + 060	4	180°00'00"	3-4-5	
	0 + 071.65	5	198°48'02"	4-5-6	

3 Calle 2 y 3	0 + 201.175 I <sub>1</sub>	42	187°55'41"	13-42-43	Intersección 1 Izquierda
	0 + 214.975 I <sub>1</sub>	43	180°00'00"	42-43-44	
	0 + 234.975 I <sub>1</sub>	44	180°00'00"	43-44-45	
	0 + 254.975 I <sub>1</sub>	45	180°00'00"	44-45-46	
	0 + 274.975 I <sub>1</sub>	46	180°00'00"	45-46-47	
	0 + 294.975 I <sub>1</sub>	47	180°00'00"	46-47-48	
	0 + 305.275 I <sub>1</sub>	48	180°00'00"	47-48-49	
	0 + 320.975 I <sub>1</sub>	49	179°41'05"	48-49-50	
	0 + 334.275 I <sub>1</sub>	50	180°00'00"	49-50-51	
	0 + 354.275 I <sub>1</sub>	51	180°00'00"	50-51-52	
	0 + 374.275 I <sub>1</sub>	52	180°00'00"	51-52-53	
	0 + 381.615 I <sub>1</sub>	53	180°00'00"	52-53-	

2 Avenida 1	0 + 085.15	6	180°34'27"	5-6-7	
	0 + 100	7	180°00'00"	6-7-8	
	0 + 120	8	180°00'00"	7-8-9	
	0 + 140	9	180°00'00"	8-9-10	
	0 + 160	10	180°00'00"	9-10-11	
	0 + 180	11	180°00'00"	10-11-12	
	0 + 188.20	12	180°00'00"	11-12-13	
	0 + 194.975	13	209°09'52"	12-13-14	Intersección 1
	0 + 201.75	14	180°00'00"	13-14-15	
	0 + 220	15	180°00'00"	14-15-16	
	0 + 240	16	180°00'00"	15-16-17	
	0 + 260	17	179°01'57"	16-17-18	
	0 + 280	18	180°00'00"	17-18-19	
	0 + 292.74	19	180°00'00"	18-19-20	
	0 + 302.315	20	178°52'03"	19-20-21	Intersección 2
	0 + 311.975	21	180°00'00"	20-21-22	
	0 + 320	22	180°00'00"	21-22-23	
	0 + 340	23	180°00'00"	22-23-24	
	0 + 360	24	180°00'00"	23-24-25	
	0 + 371.24	25	183°39'24"	24-25-26	
	0 + 376.56	26	179°58'20"	25-26-27	Intersección 3
	0 + 381.88	27	180°01'40"	26-27-28	
	0 + 400	28	180°00'00"	27-28-29	
	0 + 420	29	180°00'00"	28-29-30	
	0 + 438	30	180°00'00"	29-30-31	
	0 + 443	31	180°00'00"	30-31-32	
	0 + 460	32	180°00'00"	31-32-33	
	0 + 480	33	180°00'00"	32-33-34	
	0 + 500	34	180°00'00"	33-34-35	
	0 + 510	35	180°00'00"	34-35-36	
	0 + 520	36	180°00'00"	35-36-37	Intersección 4
	0 + 540	37	166°33'38"	36-37-38	
0 + 548.52	38	180°00'00"	37-38-39		
0 + 560	39	193°36'35"	38-39-40		
0 + 568.65	40	180°00'00"	39-40-41		
0 + 576.23	41	95°04'21"	40-41-	Intersección 5	

4 Calle 4	0 + 201.395 D <sub>1</sub>	54	171°24'53"	13-54-55	Intersección 1 Derecha
	0 + 214.975 D <sub>1</sub>	55	180°00'00"	54-55-56	
	0 + 234.975 D <sub>1</sub>	56	180°00'00"	55-56-57	
	0 + 254.975 D <sub>1</sub>	57	180°00'00"	56-57-58	
	0 + 274.675 D <sub>1</sub>	58	180°00'00"	57-58-	

5 Calle 6 y 5	0 + 309.685 I <sub>2</sub>	59	166°56'38"	20-59-60	Intersección 2 Izquierda
	0 + 322.315 I <sub>2</sub>	60	180°00'00"	59-60-61	
	0 + 342.315 I <sub>2</sub>	61	180°00'00"	60-61-62	
	0 + 362.315 I <sub>2</sub>	62	180°00'00"	61-62-63	
	0 + 382.315 I <sub>2</sub>	63	180°00'00"	62-63-64	
	0 + 387.755 I <sub>2</sub>	64	180°00'00"	Entrada Puente	
	0 + 395.905 I <sub>2</sub>	65	180°00'00"	Salida Puente	
	0 + 402.315 I <sub>2</sub>	66	180°00'00"	65-66-67	
	0 + 422.315 I <sub>2</sub>	67	180°00'00"	66-67-68	
	0 + 428.315 I <sub>2</sub>	68	185°52'39"	67-68-69	
	0 + 433.165 I <sub>2</sub>	69	180°00'00"	68-69-70	
	0 + 438.015 I <sub>2</sub>	70	180°00'00"	69-70-71	
	0 + 442.315 I <sub>2</sub>	71	180°00'00"	70-71-72	
	0 + 462.315 I <sub>2</sub>	72	180°00'00"	71-72-73	
	0 + 482.315 I <sub>2</sub>	73	180°00'00"	72-73-74	
0 + 490.075 I <sub>2</sub>	74	180°00'00"	73-74-		

6 Calle 7	0 + 530 I <sub>4</sub>	75	182°42'52"	35-75-76	Intersección 4 Izquierda
	0 + 547 I <sub>4</sub>	76	180°00'00"	75-76-PUENTE	

#### 4.1.3 ALTIMETRÍA

La altimetría tiene por objeto estimar las elevaciones de puntos respecto a una superficie de nivel, mediante la nivelación que consiste determinar las altitudes de los diversos puntos. Existen dos tipos de nivelación: Simples y Compuestas.

La nivelación compuesta es la más corriente y de más frecuente uso en la práctica diaria y no es más que una sucesión de varias nivelaciones simples, en este tipo de nivelación el aparato no permanece en un mismo sitio sino que va trasladándose a diversos puntos desde cada uno de los cuales se toman nivelaciones simples que van ligándose entre sí por los llamados Puntos de Cambio (PC) o Puntos de Liga (PL). Es de vital importancia la escogencia del PC, ya que de esto depende en gran parte la precisión del trabajo. Este debe ser estable y de fácil identificación, por lo general se utilizan pines o planchas metálicas para esto.

Se define como Punto de Cambio o de Liga (PC o PL), al punto donde se ejecutan las lecturas de frente y de espalda para calcular la nueva altura del instrumento y la vez el enlace entre dos nivelaciones simples.

Una Lectura de Espalda (LE), es una lectura de hilo central efectuada en la mira sobre un punto de elevación conocida, como por ejemplo la lectura del BM que se toma como referencia para nivelar los puntos restantes.

Una Lectura de Frente (LF), es la lectura de hilo central efectuada en la mira sobre un punto cuya elevación se desea conocer o bien un punto de cambio.

### Precisión en la Nivelación

Esta precisión depende probablemente de más factores que ningún otro trabajo topográfico y aunque influye mucho el instrumento empleado, es decisivo el grado de exactitud con que opera y la experiencia del observador, las condiciones atmosféricas también ejercen gran influencia sobre la precisión deseada. Las prácticas nos dicen que en circunstancias normales con un nivel bien corregido, el máximo de precisión se puede mantener dentro de los siguientes límites:

- 1.- *Nivelación Aproximada*
- 2.- *Nivelación Ordinaria*
- 3.- *Nivelación de Precisión*
- 4.- *Nivelación de Alta Precisión*

Los *levantamientos viales*, son de carácter ordinario, se consideran levantamientos planos y se ejecutan como tal. La nivelación ordinaria se requiere en construcción de carreteras, vías férreas u otras construcciones civiles. Con visuales hasta de 190m y permite un error máximo permisible de  $0.02\sqrt{k}$ , donde  $k$  es la distancia total del recorrido de la nivelación expresada en KM.

### **Procedimiento para levantamiento elevaciones**

Para determinar las elevaciones del perfil longitudinal y secciones transversales se tomaron en cuenta los siguientes aspectos:

- 1.- Se definió la línea central de la obra a levantar con ayuda del teodolito.
- 2.- Se eligió un BM, se refirió a la línea y se le asignó cota.
- 3.- Se estacionó la línea cada 20m.

- 4.- Se plantó el nivel en un punto adecuado de tal forma que permitiera observar el mayor número de estaciones desde el mismo sitio.
- 5.- Se ubicó la estadia en el BM y se efectuó la lectura de espalda.
- 6.- Se definió las secciones transversales perpendiculares a la línea central en cada estación y en las intersecciones espaciándolas según fuera conveniente.
- 7.- Se anotó lectura de hc(hilo central) en el centro de las secciones a la izquierda y derecha del eje y se registraron debidamente.
- 8.- Se efectuaron puntos de cambio cuando no se podía observar más lecturas en la estadia por variaciones bruscas en el terreno, que en nuestro caso por lo accidentado del terreno fueron muy frecuentes.
- 9.- Se realizó el trabajo de gabinete correspondiente.

#### **DATOS DE ALTIMETRIA**

A continuación se presenta la tabla de resumen de datos y resultados del levantamiento altimétrico:

##### **A. EJE LONGITUDINAL**

<b>Eje longitudinal</b>					
<b>Tramo 1</b>					
<b>Dirección Norte a Sur</b>					
<b>Estación</b>	<b>Lectura de espalda</b>	<b>A.I</b>	<b>CL</b>	<b>Elevación</b>	<b>Observación</b>
BM	1,825	101,825		100,000	Poste de Luz
0 + 000			1,410	100,415	
0 + 020			1,245	100,580	
0 + 040			1,100	100,725	
0 + 060			0,650	101,175	
0 + 071.65			1,040	100,785	

<b>Eje longitudinal</b>					
<b>Tramo 2</b>					
<b>Dirección Norte a Sur</b>					
<b>Estación</b>	<b>Lectura de espalda</b>	<b>A.I</b>	<b>CL</b>	<b>Elevación</b>	<b>Observación</b>
PC1	0.89	101,825		100,935	Detalle poste teléf.
0 + 085.15			1,310	100,515	
0 + 100			1,205	100,620	
0 + 120			1,320	100,505	
PC2	1,570	102,075			Cambio 0 +120

*Diseño de adoquinado de calles en los barrios San Martín, Pedro Joaquín y El Carmen; Camoapa, Boaco*

0 + 140			1,700	100,375	
0 + 160			1,580	100,495	
PC3	1,250	101,745			
0 + 180			1,610	100,135	
0 + 188.20			1,620	100,125	
0 + 194.975			1,373	100,372	
PC4	3,640	104,012			
0 + 201.75			3,350	100,662	Cambio 0 + 194.975
0 + 220			2,680	101,332	
PC5	1,458	102,790			
0 + 240			1,410	101,380	
0 + 260			1,370	101,420	
0 + 280			1,660	101,130	
0 + 292.74			2,520	100,270	
PC6	0,200	100,470			
0 + 302.315			0,720	99,750	Cambio 0+240
0 + 311.975			1,300	99,170	
0 + 320			2,147	98,323	
0 + 340			4,160	96,310	
PC7	0,325	96,635			
0 + 360			2,110	94,525	cambio 0+340
0 + 371.24			3,050	93,585	
0 + 376.56			4,350	92,285	
PC8	0,220	92,505			
0 + 381.88			0,560	91,945	cambio 0+376,56
0 + 400			1,200	91,305	
0 + 420			2,620	89,885	
PC9	3,200	86,685			
0 + 438			1,090	85,595	
0 + 443			1,150	85,535	
0 + 460			1,032	85,653	
0 + 480			0,090	86,595	
PC10	1,440	88,035			
0 + 500			1,650	86,385	
PC11	0,200	86,585			
0 + 510			0,190	86,395	
PC10	4,620	91,005			
0 + 520			4,030	86,975	
0 + 540			1,720	89,285	
0 + 548.52			0,510	90,495	
PC12	4,880	95,375			
0 + 560			3,310	92,065	
PC13	1,705	93,770			



0 + 568.65			0,740	93,030	
0 + 576.23			0,463	93,307	

<b>Altimetría Eje Principal Tramo 3</b>					
<b>Dirección Oeste a Este</b>					
<b>Estación</b>	<b>Lectura de espalda</b>	<b>A.I</b>	<b>CL</b>	<b>Elevación</b>	<b>Observación</b>
PC14	1,250	101,622			
0 + 201.175			1,765	99,857	
0 + 214.975			2,280	99,342	
0 + 234.975			2,720	98,902	
0 + 254.975			3,140	98,482	
0 + 274.975			3,530	98,092	
0 + 294.975			3,820	97,802	
0 + 305.275			3,880	97,742	
PC15	1,470	99,212			
0 + 320.975			1,570	97,642	
0 + 334.275			1,430	97,782	
0 + 354.275			1,280	97,932	
0 + 374.275			1,545	97,667	
0 + 381.615			1,430	97,782	

<b>Altimetría Eje Principal Tramo 4</b>					
<b>Dirección Este a Oeste</b>					
<b>Estación</b>	<b>Lectura de espalda</b>	<b>A.I</b>	<b>CL</b>	<b>Elevación</b>	<b>Observación</b>
PC16	2,770	103,142			
0 + 201.395			2,660	100,482	
0 + 214.975			2,113	101,029	
0 + 234.975			0,950	102,192	
0 + 254.975			0,301	102,841	
0 + 274.675			0,700	102,442	

<b>Altimetría Eje Principal Tramo 5</b>					
<b>Dirección Oeste a Este</b>					
<b>Estación</b>	<b>Lectura de espalda</b>	<b>A.I</b>	<b>CL</b>	<b>Elevación</b>	<b>Observación</b>
PC17	0,26	100,010			
0 + 309.685			0,49	99,520	
0 + 322.315			0,82	99,190	
0 + 342.315			2,405	97,605	

PC18	0,101	97,706			
0 + 362.315			2,37	95,336	
0 + 382.315			4,095	93,611	
0 + 387.755			4,2	93,506	entrada puente
0 + 395.905			4,190	93,516	salida puente
0 + 402.315			3,980	93,726	
0 + 422.315			1,600	96,106	
0 + 428.315			0,810	96,896	
0 + 433.165			0,210	97,496	Centro de Intersección
PC19	3,190	100,686			
0 + 438.015			2,690	97,996	
0 + 442.315			2,248	98,438	
0 + 462.315			0,338	100,348	
PC20	2,000	102,348			
0 + 482.315			1,478	100,870	
0 + 490.075			1,725	100,623	

Altimetría Eje Principal Tramo 5					
Dirección Oeste a Este					
Estación	Lectura de espalda	A.I	CL	Elevación	Observación
PC11	0,200	86,585			
0 + 530			2,880	83,705	
0 + 547			3,325	83,260	

## B. SECCIONES TRANSVERSALES

Eje transversal						
Registro de Campo para la secciones transversales						
Tramo 1						
Estación	F11	F12	CL	FD1	FD2	Observación
0 + 000	1,488	1,530	1,410	1,455	1,500	
0 + 020	1,310	1,430	1,245	1,350	1,250	
0 + 040	1,140	1,130	1,100	1,900	1,740	
0 + 060	0,610	0,580	0,650	0,710		
0 + 071.65	1,020	1,400	1,040			

<b>Eje transversal</b>						
<b>Registro de Campo para la secciones transversales</b>						
<b>Tramo 2</b>						
<b>Estación</b>	<b>FI1</b>	<b>FI2</b>	<b>CL</b>	<b>FD1</b>	<b>FD2</b>	<b>Observación</b>
0 + 085.15	1,230	1,310	1,310	1,260	1,182	
0 + 100	1,730	1,772	1,205	1,650	1,180	
0 + 120	1,570	1,340	1,320	1,390	1,320	
0 + 140	1,700	1,940	1,700	1,710	1,830	
0 + 160	1,387	2,330	1,580	1,530	1,430	
0 + 180	1,830	1,825	1,610	1,480	1,370	
0 + 188.20	2,050	1,910	1,620	1,437	1,350	
0 + 194.975			1,373			
0 + 201.75	3,820	3,670	3,350	3,370	3,270	
0 + 220	2,620	2,630	2,680	2,390	0,680	
0 + 240	0,340	2,200	1,410	1,810	1,640	
0 + 260	1,430	1,400	1,370	1,370	1,300	
0 + 280	1,460	1,760	1,660	1,670	1,380	
0 + 292.74	2,570	2,730	2,520	2,620	2,220	
0 + 302.315			0,720			
0 + 314.475	1,502	1,450	1,300	1,380	1,310	
0 + 320	2,165	2,180	2,147	2,300	2,010	
0 + 340	4,020	4,040	4,160	4,230	4,020	
0 + 360	2,060	2,220	2,110	2,186	2,120	
0 + 371.24	2,850	3,120	3,050	3,270	3,340	
0 + 376.56			4,350			
0 + 381.88	0,530	0,490	0,560	0,690	0,700	
0 + 400	1,610	1,590	1,200	1,770	1,790	
0 + 420	2,650	2,620	2,620	2,610	2,760	
0 + 438	1,610	1,270	1,090	1,590	1,844	
0 + 443	2,755	2,120	1,150	1,390	1,850	
0 + 460	1,800	1,200	1,032	1,050	1,020	
0 + 480	0,150	0,150	0,090	0,080	1,186	
0 + 500	2,210	2,050	1,650	1,460	1,190	
0 + 510			0,190			
0 + 520	4,310	4,200	4,030	3,730	3,600	
0 + 540	1,840	1,820	1,720	1,500	0,855	
0 + 548.52	0,370	0,567	0,510	0,560	1,829	
0 + 560	3,250	3,290	3,310	3,370	2,640	
0 + 568.65	1,780	1,778	0,740	1,663	1,755	
0 + 576.23			0,463			

<b>Eje transversal</b>						
<b>Registro de Campo para la secciones transversales</b>						
<b>Tramo 3</b>						
<b>Estación</b>	<b>FI1</b>	<b>FI2</b>	<b>CL</b>	<b>FD1</b>	<b>FD2</b>	<b>Observación</b>
0 + 201.175	1,968	1,952	1,765	1,720	1,710	
0 + 214.975	2,302	2,420	2,280	2,283	2,080	
0 + 234.975	2,850	2,820	2,720	2,820	2,650	
0 + 254.975	3,190	3,300	3,140	3,340	3,440	
0 + 274.975	3,600	3,620	3,530	3,720	3,700	
0 + 294.975	3,890	3,940	3,820	3,920	4,010	
0 + 305.275	3,830		3,880		3,870	Entrada al Puente
0 + 320.975	1,610		1,570		1,510	Salida del Puente
0 + 334.275	1,652	1,540	1,430	1,230	1,170	
0 + 354.275	1,408	1,365	1,280	1,182	1,075	
0 + 374.275	1,780	1,590	1,545	1,482	1,310	
0 + 381.615	1,510		1,430		1,300	Empalme a Calle Adoquinada

<b>Eje transversal</b>						
<b>Registro de Campo para la secciones transversales</b>						
<b>Tramo 4</b>						
<b>Estación</b>	<b>FI1</b>	<b>FI2</b>	<b>CL</b>	<b>FD1</b>	<b>FD2</b>	<b>Observación</b>
0 + 201.395	2,600	2,660	2,660	2,730	1,410	
0 + 214.975	1,900	2,110	2,113	1,950	1,980	
0 + 234.975	0,695	0,994	0,950	1,110	1,070	
0 + 254.975	0,340	0,120	0,301	0,330	0,230	
0 + 274.675	0,810		0,700		0,770	Empalme de Calle Adoquinada

<b>Eje transversal</b>						
<b>Registro de Campo para la secciones transversales</b>						
<b>Tramo 5</b>						
<b>Estación</b>	<b>FI1</b>	<b>FI2</b>	<b>CL</b>	<b>FD1</b>	<b>FD2</b>	<b>Observación</b>
0 + 309.685	0,262	0,430	0,490	0,850	0,950	
0 + 322.315	0,571	0,800	0,820	0,940	0,830	
0 + 342.315	2,190	2,430	2,405	2,480	2,545	
0 + 362.315	2,275	2,375	2,370	2,465	2,480	

0 + 382.315	4,300	4,170	4,095	4,140	4,120	
0 + 387.755			4,200			Entrada al Puente
0 + 395.905			4,190			Salida del Puente
0 + 402.315	4,110	3,990	3,980	4,160	4,180	
0 + 422.315	1,600	1,480	1,600	1,640	1,570	
0 + 428.315	0,720	0,690	0,810	0,890	0,640	
0 + 433.165	0,120		0,210		0,200	Intersección
0 + 438.015	2,322	2,399	2,690	2,840	2,770	
0 + 442.315	1,810	1,939	2,248	2,320	2,030	
0 + 462.315	0,605	0,274	0,338	0,485	0,275	
0 + 482.315	1,410	1,380	1,478	1,428	1,145	
0 + 490.075	1,840		1,725		1,598	Empalme de Calle Adoquinada

<b>Eje transversal</b>						
<b>Registro de Campo para la secciones transversales</b>						
<b>Tramo 6</b>						
<b>Estación</b>	<b>FI1</b>	<b>FI2</b>	<b>CL</b>	<b>FD1</b>	<b>FD2</b>	<b>Observación</b>
0 + 530	2,810	2,850	2,880	2,960	2,840	
0 + 547	3,470		3,325		3,610	Puentecito

#### **4.1.4 MEMORIA DE CÁLCULO**

##### **Consideraciones**

El proyecto a pavimentar tiene una longitud de 1,063 metros y está formado por seis tramos:

- El tramo 1, situado sobre la calle 1, inicia en la estación 0+000 y finaliza en la estación 0+71.65 del eje 1, en dirección norte-sur, este tramo no posee ningún revestimiento asfáltico.
- El tramo 2, comprende la avenida 1, inicia en la estación 0+000 y finaliza en la estación 0+483.11 del eje 2, y se intercepta con la carretera a Managua - Camoapa y con la entrada al Instituto Nacional de Camoapa. Este tramo está sobre la calle principal del proyecto y su dirección es norte-sur.

- El tramo 3, comprende las calles 2 y 3, inicia en la estación 0+000 del eje 4 y finaliza en el PI-4 (intersección del eje 3 con el eje 2). Este tramo está conectado a la calle principal mediante la intersección 1 en dirección este-oeste.
- El tramo 4, situado en la calle 4, inicia en el PI-4 y termina en la estación 0+189.83 el eje 4.
- El tramo 5, comprende las calles 5 y 6, inicia en la estación 0+000 del eje 6 y concluye en la estación 0+ 085.28 del eje 5 (PI-5), donde se da la intersección del eje 5 con el eje 2.
- El tramo 6, es el más corto de todos los tramos, comprende la calle 7, inicia en el extremo oeste del puente 3 y finaliza en el PI-7 de la intersección 4.

**Nota:** Las tablas presentadas en este capítulo corresponden al levantamiento de sitio, pero al momento de procesar los datos en gabinete se utilizó el programa Land Desktop 2004, el cual secciona el levantamiento en ejes iniciando todos en estaciones 0 + 000.

### **Fórmulas**

Calculo de la Altura del instrumento

$$AI = BM + LE \quad (4.1)$$

Calculo de cotas

$$COTA = AI - LF \quad (4.2)$$

Puntos de Cambio

$$AI = Cota + LE \quad (4.3)$$

## Resultados

<b>Eje transversal</b>						
<b>Elevaciones de secciones transversales</b>						
<b>Tramo 1</b>						
<b>Estación</b>	<b>FI1</b>	<b>FI2</b>	<b>CL</b>	<b>FD1</b>	<b>FD2</b>	<b>Observación</b>
0 + 000	100,337	100,295	100,415	100,370	100,325	
0 + 020	100,515	100,395	100,580	100,475	100,575	
0 + 040	100,685	100,695	100,725	99,925	100,085	
0 + 060	101,215	101,245	101,175	101,115	101,113	
0 + 071.65	100,805	100,425	100,785	100,685	100,756	

<b>Eje transversal</b>						
<b>Elevaciones de secciones transversales</b>						
<b>Tramo 2</b>						
<b>Estación</b>	<b>FI1</b>	<b>FI2</b>	<b>CL</b>	<b>FD1</b>	<b>FD2</b>	<b>Observación</b>
0 + 085.15	100,595	100,515	100,515	100,565	100,643	
0 + 100	100,095	100,053	100,620	100,175	100,645	
0 + 120	100,255	100,485	100,505	100,435	100,505	
0 + 140	100,375	100,135	100,375	100,365	100,645	
0 + 160	100,688	99,745	100,495	100,545	100,705	
0 + 180	99,915	99,920	100,135	100,265	100,375	
0 + 188.20	99,965	99,835	100,125	100,308	100,395	
0 + 194.975			100,372			
0 + 201.75	100,192	100,342	100,662	100,642	100,742	
0 + 220	101,392	101,382	101,332	101,622	101,675	
0 + 240	102,450	100,590	101,380	100,980	101,150	
0 + 260	101,360	101,390	101,420	101,420	101,490	
0 + 280	101,330	101,030	101,130	101,120	101,410	
0 + 292.74	100,220	100,060	100,270	100,170	100,570	
0 + 302.315			99,750			
0 + 314.475	98,968	99,020	99,170	99,090	99,160	
0 + 320	98,305	98,290	98,323	98,170	98,460	
0 + 340	96,450	96,430	96,310	96,240	96,450	
0 + 360	94,250	94,090	94,525	94,124	94,190	
0 + 371.24	93,785	93,515	93,585	93,365	93,295	
0 + 376.56			92,285			
0 + 381.88	91,975	92,015	91,945	91,815	91,805	
0 + 400	90,895	90,915	91,305	90,735	90,715	
0 + 420	89,855	89,885	89,885	89,895	89,745	
0 + 438	85,075	85,415	85,595	85,095	84,841	
0 + 443	83,930	84,565	85,535	85,295	84,835	

0 + 460	84,885	85,485	85,653	85,635	85,665	
0 + 480	86,535	86,535	86,595	86,605	85,499	
0 + 500	85,825	85,985	86,385	86,575	86,845	
0 + 510	86,575	86,455	86,395			
0 + 520	86,695	86,805	86,975	87,275	87,405	
0 + 540	89,165	89,185	89,285	89,505	90,150	
0 + 548.52	90,635	90,438	90,495	90,445	90,236	
0 + 560	92,125	92,085	92,065	92,005	92,735	
0 + 568.65	91,990	91,992	93,030	92,107	92,015	
0 + 576.23			93,307			

<b>Eje transversal</b>						
<b>Elevaciones de secciones transversales</b>						
<b>Tramo 3</b>						
<b>Estación</b>	<b>FI1</b>	<b>FI2</b>	<b>CL</b>	<b>FD1</b>	<b>FD2</b>	<b>Observación</b>
0 + 201.175	99,654	99,670	99,857	99,902	99,912	
0 + 214.975	99,320	99,202	99,342	99,339	99,542	
0 + 234.975	98,772	98,802	98,902	98,802	98,972	
0 + 254.975	98,432	98,322	98,482	98,282	98,182	
0 + 274.975	98,022	98,002	98,092	97,902	97,922	
0 + 294.975	97,732	97,682	97,802	97,702	97,612	
0 + 305.275	97,792		97,742		97,752	Entrada al Puente
0 + 320.975	97,602		97,642		97,702	Salida del Puente
0 + 334.275	97,560	97,672	97,782	97,982	98,042	
0 + 354.275	97,804	97,847	97,932	98,030	98,137	
0 + 374.275	97,432	97,622	97,667	97,730	97,902	
0 + 381.615	97,702		97,782		97,912	Empalme a Calle Adoquinada

<b>Eje transversal</b>						
<b>Elevaciones de secciones transversales</b>						
<b>Tramo 4</b>						
<b>Estación</b>	<b>FI1</b>	<b>FI2</b>	<b>CL</b>	<b>FD1</b>	<b>FD2</b>	<b>Observación</b>
0 + 201.395	100,542	100,482	100,482	100,412	101,732	
0 + 214.975	101,242	101,032	101,029	101,192	101,162	
0 + 234.975	102,447	102,148	102,192	102,032	102,072	
0 + 254.975	102,802	103,022	102,841	102,812	102,912	
0 + 274.675	102,332		102,442		102,372	Empalme de Calle Adoquinada



<b>Eje transversal</b>						
<b>Elevaciones de secciones transversales</b>						
<b>Tramo 5</b>						
<b>Estación</b>	<b>FI1</b>	<b>FI2</b>	<b>CL</b>	<b>FD1</b>	<b>FD2</b>	<b>Observación</b>
0 + 309.685	99,748	99,580	99,520	99,160	99,060	
0 + 322.315	99,439	99,210	99,190	99,070	99,180	
0 + 342.315	97,820	97,580	97,605	97,530	97,465	
0 + 362.315	93,406	93,536	95,336	93,566	93,586	
0 + 382.315			93,611			
0 + 387.755			93,506			Entrada al Puente
0 + 395.905			93,516			Salida del Puente
0 + 402.315	93,596	93,716	93,726	93,546	93,526	
0 + 422.315	96,106	96,226	96,106	96,066	96,136	
0 + 428.315	96,986	97,016	96,896	96,816	97,066	
0 + 433.165	97,586		97,496		97,506	Intersección
0 + 438.015	98,364	98,287	97,996	97,846	97,916	
0 + 442.315	98,876	98,747	98,438	98,366	98,656	
0 + 462.315	100,081	100,412	100,348	100,201	100,411	
0 + 482.315	100,938	100,968	100,870	100,920	101,203	
0 + 490.075	100,508		100,623		100,750	Empalme de Calle Adoquinada

<b>Eje transversal</b>						
<b>Elevaciones de secciones transversales</b>						
<b>Tramo 6</b>						
<b>Estación</b>	<b>FI1</b>	<b>FI2</b>	<b>CL</b>	<b>FD1</b>	<b>FD2</b>	<b>Observación</b>
0 + 530	83,775	83,735	83,705	83,625	83,745	
0 + 547	83,115		83,260		82,975	Puentecito

Con estos resultados obtenidos se prosiguió a construir el plano de la situación actual del relieve del terreno (ver anexos Planos: Hoja 3) y los planos de secciones trasversales y perfiles longitudinales (ver anexos Planos: Hoja 5-9), para la determinación de los volúmenes de cortes y rellenos, los cuales se trabajaron con el programa Land Desktop 2004.

## **4.2 ESTUDIO DE SUELO**

Los estudios de suelos proporcionan los elementos necesarios para identificar y valorar el comportamiento futuro del terreno de cimentación al ser sometidos a las cargas impuestas por el tráfico.

Para conocer este comportamiento deben efectuarse recorridos a lo largo del trazo del proyecto, realizando una exploración mediante sondeos, lo cual permitirán definir la estratigrafía y características del subsuelo través de extracción de muestras representativas. Además se debe localizar y estudiar los bancos de materiales que pueden cubrir las necesidades del proyecto.

En la ingeniería se define el suelo como cualquier material no consolidado compuesto de distintas partículas sólidas con gases o líquidos incluidos; el suelo contiene una amplia variedad de material tales como la grava, arena, mezclas arcillosas, limos, etc. Existen dos problemas al analizar los suelos en la naturaleza:

- 1.-Como se encuentran los suelos en la naturaleza.
- 2.-Como se transforman estos materiales naturales en nuevos materiales estructurales.

Ante esto se hace indispensable realizar pruebas de laboratorio que consisten analizar muestras de suelo mediante procedimientos y mecanismos especiales. Las muestras pueden ser recolectadas mediante tres tipos de sondeos:

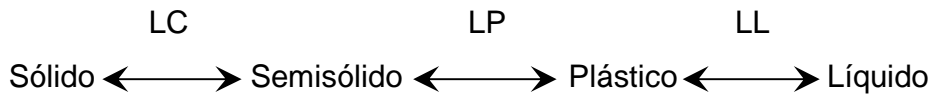
- Manuales
- A percusión
- A rotación

### **Límites de consistencia (de Atterberg).**

Una de las pruebas a realizar consiste en la granulometría del suelo, en la que se determina si el suelo es granular o fino y así posteriormente obtener los límites de consistencia de dicho suelo. Los Límites de Consistencia principales son:

- Límite de Concentración (LC)
- Límite Plástico (LP)
- Límite Líquido (LL)

Estos se utilizan para saber cuándo un suelo está por pasar de un estado a otro con respecto al porcentaje de humedad. El siguiente esquema representa con mayor claridad lo que se quiere decir:



Otra propiedad que debe ser analizada en el estudio de suelos es el *Índice de Plasticidad* (IP) el cual consiste en la diferencia algebraica entre el LL (Límite Líquido) y el LP (Límite Plástico). Desde el punto de vista ingenieril es el parámetro más importante en lo que se refiere a consistencia de los suelos.

**CBR\* (Valor relativo soporte):** Se define como la relación entre el esfuerzo requerido para introducir un pistón normalizado dentro del suelo que se ensaya y el esfuerzo requerido para introducir el pistón hasta la misma profundidad en una muestra patrón de piedra triturada. CBR para:

- Subbase: 25% - 80%
- Base: 80% ó más.
- Subrasante No menor del 10%.

El CBR de diseño depende del tránsito:

Tránsito.	Nº de ejes Equivalentes de 1800lb	CBR en Percentil.
Liviano	$< 10^4$	60%
Medio	$10^4 - 10^6$ .	75%
Pesado	$>10^6$	87%

**Tabla IV.2.1: CBR de diseño según tipo de tránsito.**

---

\* Por sus iniciales en ingles de "California Bearing Ratio"

## CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS.

Consiste en agrupar a los suelos que presentan casi la misma característica de granulometría y consistencia. Los dos principales métodos de clasificación de suelos son:

- 1.- Método HRB (AASHTO)
- 2.- Método SUCS (Sistema unificado de clasificación)

El primero tiene su principal aplicación en los suelos que se van a clasificar para ser utilizados en obras horizontales, mientras que el segundo se utiliza para clasificar suelos que serán utilizados en obras verticales.

Para la clasificación de suelos se necesita de la siguiente información:

- 1.- Porcentaje que pasa la malla #200, #40 y #10.
- 2.- Límite líquido y límite plástico (LL, LP)
- 3.- Índice de plasticidad  $IP = LL - LP$  (4.4)
- 4.- Índice de Grupo.  $IG = 0.2a + 0.05ac + 0.01bd$  (4.5)

Donde:

$$a = \%QP\#200 - 35 \quad b = \%QP\#200 - 15 \quad (4.6)$$

$$a_{\min} = 0 \quad b_{\min} = 0$$

$$a_{\max} = 40 \quad b_{\max} = 40$$

$$c = LL - 40 \quad d = IP - 10 \quad (4.7)$$

$$c_{\min} = 0 \quad d_{\min} = 0$$

$$c_{\max} = 20 \quad d_{\max} = 20$$

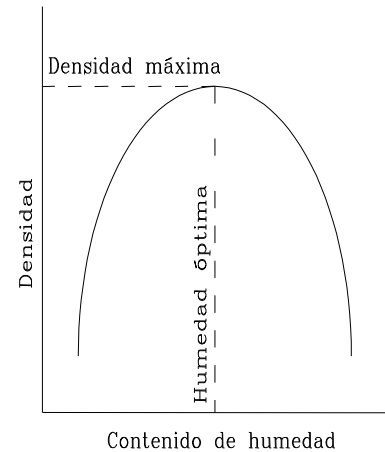
- 5.- Tabla de clasificación de suelos (ASSHTO) Ver Tabla 8, en anexos.

El método del HRB plantea que si el 35% del material pasa por la malla #200 es de tipo fino, de lo contrario se considera de tipo grueso.

## COMPACTACIÓN DE SUELOS.

Al proceso mecánico de comprimir el suelo para reducir los vacíos, aumentar la capacidad soporte, impermeabilizar el suelo, reducir su volumen y aumentar la densidad se le llama *compactación de los suelos*.

## FACTORES QUE AFECTAN LA COMPACTACIÓN DE LOS SUELOS:



### 1.- Contenido de Humedad.

Se trata la cantidad de agua existente en el suelo, este tiene gran importancia en el momento de la compactación. El agua mejora la unión entre las partículas de arcilla, que es lo que da cohesividad a diversas materias, sin embargo el exceso puede ser fatal puesto que produce el efecto de licuefacción siendo desfavorable para cualquier tipo de construcción. Se ha demostrado que para casi cualquier tipo de suelo corresponde un cierto contenido de agua, denominado *grado óptimo de humedad*<sup>\*</sup>, con el que es posible obtener la densidad máxima con una fuerza determinada de compactación.

**2.- Energía de compactación:** Se refiere al método que se utiliza con una máquina de compactación a fin de aplicar energía mecánica en el suelo. Los compactadores se diseñan para utilizar una o varias de las formas siguientes de energía de compactación:

- Peso estático
- Acción de amasamiento
- Percusión
- Vibración

<sup>\*</sup> Ver en anexos Tabla 7.

**3.- Tipo de suelo:** Esto es cuanto a la granulometría del suelo: se considera que un suelo está bien granulado si contiene una distribución buena y uniforme de tamaños de partículas. Cuanto menos espacio vacío exista entre las partículas, mejor grado de compactación tendrá.

#### **4.2.1 ESTUDIOS DE CAMPO**

Como parte de los estudios para la rehabilitación en el “Diseño de 1,063 metros lineales de adoquinado de calles en los barrios San Martín, Pedro Joaquín Chamorro y El Carmen en el casco urbano de la ciudad de Camoapa, Departamento de Boaco”, se realizó estudios de suelos que comprendieron sondeos manuales de línea, exploraciones en banco de préstamo de materiales, y los ensayos de laboratorios pertinentes de las muestras obtenidas.

Se ejecutaron sondeos manuales con profundidades hasta 1.5 m. en la tabla siguiente se muestra la información obtenida de los sondeos de suelo:

<b>Sondeo No. 1</b>	<b>Estación</b>	<b>Lado</b>	<b>Profundidad</b>
1	0 + 040	Derecho	1.5 m
2	0 + 260	Izquierdo	1.5 m
3	0 + 460	Derecha	1.5 m
4	0 + 274.975 l1	Derecha	1.5 m

**Nota:** Estos estacionamientos son con respecto al levantamiento topográfico original

De la tabla anterior hemos extraído la siguiente información:

Cantidad de sondeos: 4  
Distancia entre cada Sondeo: variable  
Profundidad explorada: 1.5 m  
Total de muestras analizadas: 12

Las muestras obtenidas fueron enviadas al Laboratorio de Suelo Ingeniería, Desarrollo e Inversiones S.A (IDISA), en la ciudad de Managua, a las cuales se efectuaron los siguientes ensayos de laboratorio:

1. Granulometría por tamizado y por vía humedad, desde 2 hasta la malla N° 200
2. Determinación del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad.
3. CBR
4. Clasificación CBR
5. Clasificación con el criterio del HRB

Las muestras obtenidas de los sondeos fueron sometidas a los ensayos siguientes:

CANTIDAD	TIPO DE ENSAYE	DESIGNACION	
		ASTM	AASHTO
12	Análisis Granulométrico de los suelos	D-422	T-88
12	Límite líquido de los suelos	D-424	T-89
12	Límite Plástico e Índice de los suelos	D-424	T-90
12	CBR	D-1883	T-193

**Tabla VI.2.2. Designación tipos de ensaye.**

Así mismo se realizaron estudios de suelo al banco de Préstamo “Rancho Rojo”, a través de exploración pozo a cielo abierto a una profundidad de 2 metros.

#### **4.2.3 RESULTADOS OBTENIDOS**

Los resultados de los ensayos que se realizaron en los sondeos fueron como máximo hasta los 76 cm debido a que la estratigrafía del suelo muestra que a mayores profundidades existen extractos de rocas bien definidas, a continuación se muestran los resultados de los estudios de suelos según se clasificación por AASHTO.

**A- Clasificación por AASHTO M-145:** Los suelos encontrados en su mayoría eran del tipo A-4 y A-5 representando el 33.3% respectivamente del total de sondeos realizados, seguido por el tipo A-1-a, A-1b y A-2-5 con un 16.8%, 8,3% y 8.3% respectivamente, los suelos predominantes son los limos por lo tanto presentan valores de plasticidad relativamente bajos.

**B- Determinación del CBR:** Se determinó el CBR de los suelos en las calles del proyecto, a partir de los 15 cm de profundidad.

**C- Banco de Préstamo “Rancho Rojo”**

Esta fuente se encuentra conformada por materiales granulares, correspondientes a gravas arcillosas de mala graduación, según el sistema de clasificación de suelos de la AASHTO, se clasifica del tipo A-2-6, su índice de grupo es cero. La fracción fina que contiene este material es de baja compresibilidad y de media plasticidad, su CBR es de 60 %, su densidad seca máxima es de 1,739 Kg/m<sup>3</sup> y su humedad óptima es de 10.4 %.

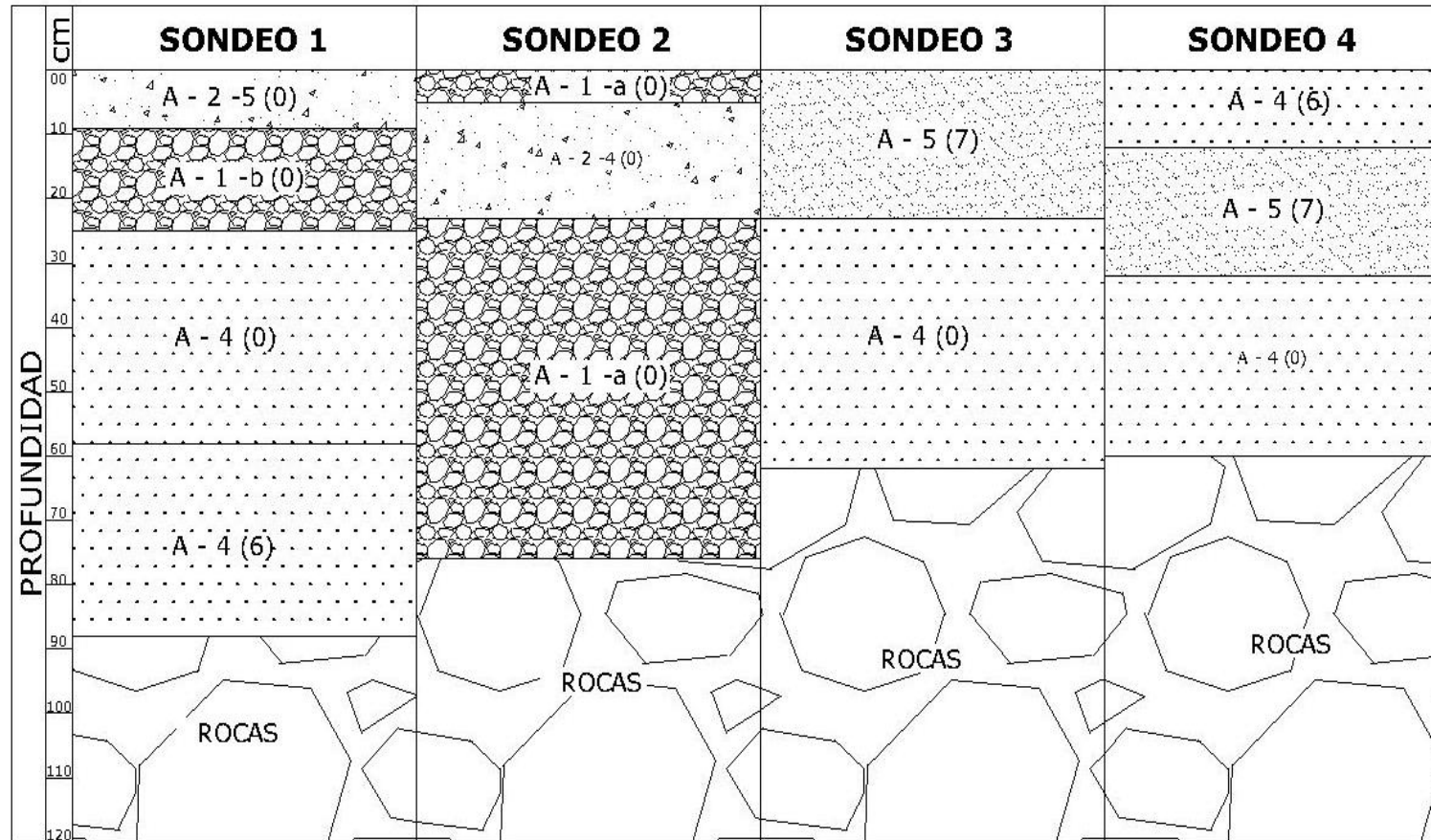


sondeo	Muestra N°	Prof. (cm)	Muestra No										LL	LP	Clasificación AASHTO	CBR
			2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N°10	N° 40	N° 200				
S-1	1	9							100	72	48	34	51.8	8.5	A-2-5(0)	75%
	2	25	100	96	77	72	62	54	41	32	25	21	38.8	6	A-1-b(0)	58%
	3	58							100	76	54	41	38.4	5.8	A-4(0)	27%
	4	88							100	93	83	72	29	7.7	A-4(6)	3%
	-	Mas 88	ROCAS										-	-	-	-
S-2	1	5		100	89	67	48	39	27	23	18	13	-	NP	A-1-a(0)	75%
	2	23							100	93	83	72	41.4	8.4	A-2-4(0)	48%
	3	76		100	94	83	71	61	44	15	10	5	-	NP	A-1-a(0)	75%
	4	Mas 76	ROCAS										-	-	-	-
S-3	1	23							100	97	91	79	41	6.8	A-5(7)	4%
	2	62							100	90	79	67	39.7	10	A-4(0)	27%
	3	Mas 62	ROCAS										-	-	-	-
S-4	1	14							100	80	56	41	-	NP	A-4(6)	3%
	2	34							100	80	61	46	55.6	6.1	A-5 (7)	4%
	3	60							100	84	65	53	42.6	8.6	A-4(0)	27%
Banco Rancho Rojo	1		92	72	51	39	30	25	18	13	10	7	-	NP	A-1-a (0)	60%

**Tabla IV.2.3 -Resultados de Laboratorios por los Métodos AASHTO<sup>\*</sup>.**

<sup>\*</sup> Fuente Laboratorio IDISA, Ver anexos Tabla 8 de Clasificación de Suelo.

**Estratigrafía de los Suelos Obtenidos en los Sondeos**



**Tabla IV.2.4-Estratigrafía de las muestras de suelo\***

\* Fuente Laboratorio IDISA, Ver anexos Tabla 8 de Clasificación de Suelo.

Los resultados de los sondeos permitieron evaluar la posibilidad de aprovechar el suelo existente y emitir las recomendaciones para el adoquinado de las calles que comprende este proyecto. Las prospecciones en el banco de materiales, a su vez, permitieron conocer exactamente la calidad de los materiales.

Con respecto al sistema de clasificación de suelo de la AASHTO, el material del banco Rancho Rojo se caracteriza de regular para ser utilizado como material de base y de buena calidad para sub base en terracería.

En base a los resultados obtenidos, el laboratorio de materiales recomienda:

La fuente de materiales denominada “Banco Rancho Rojo” puede ser utilizada como material de sub base de buena calidad. Antes de colocar el material, se deberá eliminar las partículas de diámetro superior a 1 ½” para el material de sub base.

Para utilizar la fuente de materiales denominada “Banco Rancho Rojo”, como material de base de buena calidad, deberá ser estabilizada con cemento o cal:

- Se deberá elaborar una mezcla de suelo – cemento, utilizando 3.5 bolsas de cemento (de 42.5 kg de peso cada una), por cada metro cubico del material del “Banco Rancho Rojo” deberá quedar con una consistencia un poco seca, utilizando para tal efecto la humedad correspondiente a la optima y se deberá colocar en capas no mayores de 0.20 metros.
- Se deberá elaborar una mezcla de suelo – cal, utilizando 67 kg de cal por cada metro cubico del material del “Banco Rancho Rojo”, deberá quedar con una consistencia un poco seca, utilizando para tal efecto la humedad correspondiente a la optima y se deberá colocar en capas no mayores de 0.20 metros.
- Se deberá llevar un estricto control de compactación de campo al momento de colocar el material del “**Banco Rancho Rojo**”.

Como se mencionó anteriormente el material de banco Rancho Rojo, se puede utilizar para material de base y subbase, además de esto por encontrarse localizado a menos de 5 km (4.2 km del sitio) y el próximo banco está ubicado a 10 km, resulta factiblemente económico trasladar el material del banco Rancho Rojo y estabilizarlo para base.

### **4.3 ESTUDIO DE TRANSITO**

La capacidad de una sección de carretera se define como el número máximo de vehículos que tienen una probabilidad razonable de atravesarla durante un periodo dado de tiempo (generalmente, quince minutos) en unas condiciones determinadas de la carretera y del tráfico, expresado en vehículos/hora, que es el parámetro que utiliza para determinar el funcionamiento de la carretera, y por ende el objeto del estudio de tránsito.

Para que se alcance la capacidad de una sección de carreteras es necesario:

- Que haya una demanda de tráfico suficiente en el acceso a la sección.
- Que no exista una sección anterior de menor capacidad, que implica que la intensidad del tráfico se mantenga en la entrada.
- Que no exista una sección posterior de menor capacidad que dé lugar a la formación de una cola de vehículos que llegue a impedir la salida de los mismos de la sección considerada.

Debido a la fluctuación aleatoria del tráfico pueden presentarse valores muy altos de la intensidad durante periodos muy cortos, por lo que normalmente interesa más definir la capacidad mediante el número de vehículos que pasan durante un periodo suficientemente largo para eliminar estas oscilaciones aleatorias, por ejemplo, quince minutos o una hora.

La capacidad depende de las condiciones existentes. Estas condiciones se refieren fundamentalmente a las características de la sección (trazado, estado del pavimento) y las del tráfico (especialmente su composición). Además, hay que tener en cuenta las regulaciones de la circulación (limitaciones de velocidad, prohibiciones de adelantamiento) que influyen sobre el tráfico.

## **Nivel de Servicio**

El conocimiento de la capacidad de una sección de carreteras es absolutamente necesario para diseñarla de forma que permita hacer frente a la demanda prevista. Sin embargo, no es suficiente en la práctica, porque las condiciones de circulación cuando se alcanza la capacidad son muy deficientes.

Ahora bien, una carretera que se construye con una capacidad mucho mayor que la demanda de tráfico prevista representa un despilfarro que se puede evitar. Por consiguiente, para escoger la relación entre la intensidad de tráfico prevista y la capacidad de la carretera hay que ponderar, por otro lado, el coste de la carretera. Para ello, sería necesario conocer la relación existente entre la intensidad de tráfico que circula y diversos factores como la velocidad media, el número de accidentes, la sensación de comodidad de los conductores; y esto para cada tipo de carretera y para sus diferentes elementos. Además, haría falta valorar todos estos factores en términos monetarios.

En la práctica es necesario proceder de una forma más sencilla. Para ello hay que definir unas condiciones de la circulación que se consideran aceptables, teniendo en cuenta los factores que intervienen en ella, velocidad, seguridad, comodidad.

Por ello hace falta establecer una escala de condiciones de circulación, de mejores a peores, desde el punto de vista del usuario de la vía, y elegir las que parezcan más adecuadas a la situación en estudio. Para permitir esta elección, el Manual de Capacidad introdujo el concepto de nivel de servicio.

El nivel de servicio es una medida puramente cualitativa de las condiciones de circulación, que tiene en cuenta el efecto de varios factores como la velocidad y el tiempo de recorrido, la seguridad, la comodidad de conducción y los costes de funcionamiento. La manera de combinar estos factores depende del tipo o elemento de carretera que se esté considerando, por lo que la definición de cada nivel de servicio particular es distinta en intersecciones, en tramos de carreteras de dos carriles, en

autopistas. Se emplean seis niveles de servicio que se designan, de mejor a peor, por las letras mayúsculas de la A a la F. Como ejemplo de las descripciones cualitativas de estos niveles se pueden mencionar las correspondientes a tramos de carreteras con circulación ininterrumpida.

- **Nivel de servicio A:** La velocidad de los vehículos es prácticamente igual a la que libremente erigirían sus conductores si no se vieran obligados a modificarla a causa de otros vehículos. Cuando un vehículo alcanza a otro más lento puede adelantarlo prácticamente sin sufrir ninguna demora, por lo que los conductores no se sienten estorbados por otros vehículos. Este nivel de servicio corresponde a unas condiciones de circulación libre, con gran comodidad física y psicológica para los conductores. Los incidentes menores que se puedan producir son amortiguados rápidamente sin que influyeran en la circulación general.
- **Nivel de servicio B:** Representa una condición razonablemente buena dentro del régimen de circulación libre. La velocidad de los vehículos, especialmente la de los rápidos, se ve influida por otros vehículos, y pueden verse demostrado durante ciertos intervalos por otros más lentos, pero no se llegan a formarse colas porque hay oportunidades de adelantamiento, siendo fácilmente absorbibles los incidentes menores, aunque los deterioros locales del servicio pueden ser mayores que en el nivel anterior. Este nivel de servicio corresponde a unas condiciones de circulación estable.
- **Nivel de servicio C:** La mayor parte de los conductores deberán ajustar su velocidad teniendo en cuenta la de los vehículos que les preceden, porque las posibilidades de adelantamiento son reducidas y se forman grupos de vehículos que circulan a la misma velocidad. La circulación sigue siendo estable, porque las perturbaciones debidas a los cambios de velocidad se suelen disipar sin llegar a producir una detención total. Sin embargo, en algunos casos se pueden presentar durante cortos intervalos de tiempo puntas de tráfico que produzcan situaciones inestables. El conductor se ve obligado a un notable aumento de la tensión para mantener la necesaria atención para circular con seguridad.

- **Nivel de servicio D:** Todos los vehículos deben regular su velocidad teniendo en cuenta la marcha de los vehículos precedentes. La velocidad media se reduce y se forman largas caravanas, ya que resulta difícil adelantar a otros vehículos. La circulación se aproxima a la inestabilidad, y cualquier incremento en la intensidad del tráfico puede dar lugar a la detención de la circulación. Estas condiciones de circulación solo resultan tolerables durante cortos periodos de tiempo.
- **Nivel de servicio E:** Corresponde a condiciones de circulación en las que la intensidad de tráfico llega a alcanzar la capacidad de la carretera. La velocidad media de todos los vehículos es prácticamente igual, y se forman largas caravanas con separaciones muy pequeñas entre vehículos, ya que resulta imposible cualquier maniobra de adelantamiento o cambio de carril. Son frecuentes las detenciones bruscas debidas a cualquier tipo de incidente. Es una situación límite que solo puede mantenerse durante periodos cortos, ya que a la larga se producirá alguna detención, y se circulara con detenciones y arranques sucesivos.
- **Nivel de servicio F:** Corresponde a la situación de congestión, producida cuando la intensidad del tráfico que entra en un tramo de carretera sobrepasa la capacidad en la salida del mismo. Mientras se mantenga esa situación se ira formando una cola de vehículos, que avanzaran muy lentamente y con frecuentes paradas hasta conseguir atravesar la zona congestionada. En estas condiciones la velocidad media es muy baja y dependerá del tiempo transcurrido desde que empezó la congestión, ya que al ir aumentando la longitud de la cola de vehículos, se tardara más tiempo en recorrer la zona congestionada. La situación resulta completamente inaceptable, y denota la existencia de una sección cuya capacidad es insuficiente para la demanda.

En la práctica, resulta muy difícil tener en cuenta todos los factores que intervienen en la descripción del nivel de servicio; por ello el Manual de Capacidad relaciona los niveles de servicio con uno o dos parámetros que pueden medirse, y que son los mas representativos del estado de la circulación para el tipo de elemento de carretera que se este estudiando.



### **Intensidad de Servicio**

Para un determinado nivel de servicio, se llama intensidad de servicio correspondiente a dicho nivel al máximo número de vehículos que pueden atravesar por unidad de tiempo una sección de carretera, de forma que no se sobrepase dicho nivel, expresado en vehículo/hora. Es decir, que si la intensidad del tráfico que circula por la carretera es mayor que esta intensidad de servicio, las condiciones de circulación no corresponderían al nivel de servicio considerado, sino a otro peor. Como en el caso de la capacidad, estas intensidades de servicio dependerán de las condiciones de la carretera, del tráfico, de los sistemas de control de la circulación y de las condiciones ambientales.

### **Métodos para el cálculo de capacidades y niveles de servicio.**

En un tramo de calle con intersecciones existe la regulación que obliga a detenerse a los vehículos. Se dice que en este tramo es la circulación discontinua o interrumpida. Sin embargo en condiciones de circulación continua pueden presentarse problemas similares que afecten la circulación fluida de los vehículos.

Para determinar la capacidad y los niveles de servicios en tramos de carreteras con circulación continua, el procedimiento empleado en el Manual de Capacidad sigue los siguientes pasos:

- Determinar la capacidad o la intensidad de servicio en condiciones ideales. Se calcula en primer lugar la capacidad que tendría un tramo del mismo tipo que el estudiado, pero en el que las condiciones de tráfico y trazado fueran ideales. Estas condiciones ideales varían de unos tipos de vías a otros, pero generalmente suponen anchura de carriles de 3.6 m, ausencia de obstáculos laterales, tráfico formado exclusivamente por coche. El Manual incluye unas tablas de las que se obtienen directamente la capacidad y las intensidades de servicio en condiciones ideales.

- Determinar los factores de corrección que hay que aplicar a la capacidad o intensidad de servicio en condiciones ideales, para tener en cuenta las condiciones de la vía en estudio. Para ello se utilizan unas tablas que dan los valores de los factores de corrección en función de las características reales de las carreteras.
- Calcular el valor real de la capacidad o las intensidades de servicio. Para ello bastará multiplicar el valor de la capacidad (o intensidad de servicio) en condiciones ideales por los factores de corrección.

Siguiendo estos procedimientos se pueden resolver 3 tipos de problemas:

1. Calcular la intensidad máxima que puede pasar por una carretera cuyas características se conocen, manteniendo un nivel de servicio establecido.
2. Determinar cuál es el nivel de servicio que se alcanza en una carretera de la que se conocen las características y la intensidad del tráfico que circula por ella durante una determinada.
3. Determinar cuáles deben ser las características de una vía para que se circule en un determinado nivel de servicio, conociendo la intensidad horaria.

#### **4.3.1 TIPOS DE TRÁNSITO**

El tránsito se divide en tres categorías:

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

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

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

Carga máxima de 4 toneladas

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

Carga máxima de 5 toneladas

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

Carga máxima de 6 toneladas

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

#### **4.3.2 VOLUMEN DE TRANSITO**

El buen diseño de una carretera solamente puede lograrse si se dispone de la adecuada información sobre la intensidad del movimiento vehicular que la utiliza y utilizara hasta el término del periodo de diseño, sea que se trate de una calle existente o en rehabilitación.

La medición de los volúmenes de flujo vehicular se obtiene normalmente y a veces de manera sistemática, por medios mecánicos y/o manuales a través de conteos o aforos volumétricos del tránsito en las propias carreteras.

El Volumen de Tránsito es el número de vehículos que pasan por un punto o sección transversal de un carril o de una calzada, durante un periodo determinado de tiempo.

Matemáticamente se expresa:  $Q = \frac{N}{T}$  (4.8)

Donde:  $Q$  Vehículos que pasan por unidad de tiempo.

$N$  Número total de vehículos que pasan (Vehículos)

$T$  Periodo determinado (Unidad de tiempo)

### **Tránsito promedio diario (TPD)**

Es el número total de vehículos que pasan durante un periodo dado igual o menor a un año y mayor que un día, dividido entre el número de días del periodo.

### **Volúmenes horarios**

Se utilizan para proyectar detalles geométricos de la vía, efectuar análisis de circulación y regular el tránsito.

### **Factor de la hora de máxima demanda (FHMD)**

Es un indicador de las características del flujo de Tránsito en periodos máximos. Indica cómo se dividen los flujos máximos en una hora. Su mayor valor es la unidad (FHMD=1). Valores bastante menores que la unidad indican concentraciones de flujos máximos en periodos cortos dentro de la hora. En general se considera que cuando el FHMD es menor que 0.85, las condiciones operativas de la carretera variarán sustancialmente.

$$FHMD = \frac{VMHD}{4q_{m\acute{a}x}} \quad (4.9)$$

Donde:

$VMHD$ : Volumen horario de máxima demanda.

$q_{m\acute{a}x}$ : Flujo máximo

### **Vehículos de Diseño**

Los vehículos de diseño son los vehículos predominantes y de mayores exigencias en el tránsito que se desplaza por la carretera, en este tramo de calle considerada como una calle de tránsito comercial, circulan en mayor proporción los vehículos livianos, sin embargo los camiones (C2 y C3) representan un factor importante en el diseño estructural, por esta razón se considera como vehículo de diseño el tipo C3.

### **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 período de proyección de 20 años como la base para el diseño, aunque igualmente se acepta que para proyectos de reconstrucción o rehabilitación de las carreteras se puede reducir dicho horizonte a un máximo de 10 años.

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

El aforo de tránsito realizado al proyecto en estudio se llevó a cabo en dos días de una misma semana (Viernes y Sábado), debido a que en estos días se da la mayor afluencia de vehículos que ingresan de otros departamentos además de los comerciantes que realizan los pagos y cobros de los productos comerciales en la zona; iniciando a las 7:30 am y terminando a las 3:00pm; se eligió en un punto estratégico donde se podía visualizar la mayor cantidad de vehículos y se consideró que el flujo vehicular es representativo. Al final se elaboró una tabla que representa el tránsito promedio diario que se obtuvo a partir del aforo realizado.

A continuación se presentan las tablas (VI.3.1 y VI.3.2) el conteo de vehículos livianos y pesados de cada día estudiado:

<b>FORO VEHICULAR</b>					
"Diseño de 1,063 metros lineales de adoquinado de calles en los barrios San Martín, Pedro Joaquín Chamorro y El Carmen en el casco urbano de la ciudad de Camoapa, Departamento de Boaco"					
<b>Fecha:</b> 23-04-10			<b>Tramo:</b> 2		
<b>Intervalos</b>	<b>Livianos</b>	<b>Pesados</b>	<b>Intervalos</b>	<b>Livianos</b>	<b>Pesados</b>
07:30-07:45	29	3	11:15-11:30	21	0
07:45-8:00	18	4	11:30-11:45	18	1
08:00-08:15	22	3	11:45-12:00	14	2
08:15-08:30	16	4	12:00-12:15	12	0
08:30-08:45	16	1	12:15-12:30	13	1
08:45-09:00	19	1	12:30-12:45	9	1
09:00-09:15	14	0	12:45-01:00	13	2
09:15-09:30	20	1	01:00-01:15	15	1
09:30-09:45	19	2	01:15-01:30	14	2
09:45-10:00	34	2	01:30-01:45	9	2
10:00-10:15	16	3	01:45-02:00	14	1
10:15-10:30	21	1	02:00-02:15	13	0
10:30-10:45	21	0	02:15-02:30	18	0
10:45-11:00	11	0	02:30-02:45	15	1
11:00-11:15	11	0	02:45-03:00	18	2
<b>TOTALES</b>	<b>287</b>	<b>25</b>	<b>TOTALES</b>	<b>216</b>	<b>16</b>

**Tabla IV.3.1: Aforo Vehicular 1**

<b>AFORO VEHICULAR</b>					
"Diseño de 1,063 metros lineales de adoquinado de calles en los barrios San Martín, Pedro Joaquín Chamorro y El Carmen en el casco urbano de la ciudad de Camoapa, Departamento de Boaco"					
<b>Fecha:</b> 24-01-10			<b>Tramo:</b> 2		
<b>Intervalos</b>	<b>Livianos</b>	<b>Pesados</b>	<b>Intervalos</b>	<b>Livianos</b>	<b>Pesados</b>
07:30-07:45	30	4	11:15-11:30	14	2
07:45-8:00	18	2	11:30-11:45	12	1
08:00-08:15	21	3	11:45-12:00	16	3
08:15-08:30	19	0	12:00-12:15	14	1
08:30-08:45	20	3	12:15-12:30	19	1
08:45-09:00	20	1	12:30-12:45	16	1
09:00-09:15	11	2	12:45-01:00	20	1
09:15-09:30	18	0	01:00-01:15	11	1
09:30-09:45	21	2	01:15-01:30	12	2
09:45-10:00	23	1	01:30-01:45	15	1
10:00-10:15	18	2	01:45-02:00	19	0
10:15-10:30	16	3	02:00-02:15	11	0
10:30-10:45	23	0	02:15-02:30	16	0
10:45-11:00	14	1	02:30-02:45	11	2
11:00-11:15	16	1	02:45-03:00	20	0
<b>TOTALES</b>	<b>288</b>	<b>25</b>	<b>TOTALES</b>	<b>326</b>	<b>16</b>

**Tabla IV.3.2: Aforo Vehicular 2**

En base a la definición de TPD se tiene la siguiente tabla que muestra el TPD de la calle analizada:

Intervalo	Liviano	Pesado	Mixto	Intervalo	Liviano	Pesado	Mixto
07:30-07:45	30	4	34	11:15-11:30	18	1	19
07:45-8:00	18	3	21	11:30-11:45	15	1	16
08:00-08:15	22	3	25	11:45-12:00	15	2	17
08:15-08:30	18	2	20	12:00-12:15	13	1	14
08:30-08:45	18	2	20	12:15-12:30	16	1	17
08:45-09:00	20	1	21	12:30-12:45	13	1	14
09:00-09:15	13	1	14	12:45-01:00	17	2	19
09:15-09:30	19	1	20	01:00-01:15	13	2	15
09:30-09:45	20	2	22	01:15-01:30	13	2	15
09:45-10:00	29	2	31	01:30-01:45	12	1	13
10:00-10:15	17	2	19	01:45-02:00	17	1	18
10:15-10:30	20	2	22	02:00-02:15	12	0	12
10:30-10:45	22	0	22	02:15-02:30	17	0	17
10:45-11:00	13	1	14	02:30-02:45	13	2	15
11:00-11:15	14	1	15	02:45-03:00	19	1	20
<b>TOTALES</b>	<b>293</b>	<b>27</b>	<b>320</b>	<b>TOTALES</b>	<b>223</b>	<b>18</b>	<b>241</b>

**Tabla IV.3.3 Tránsito Promedio Diario.**

La tabla IV.3.4 se muestra el número promedio de los vehículos que transitan a diario por las calles que forman parte de los tramos en estudio.

AFORO	Veh.	Veh.
	Livianos	Pesados
Aforo 1	503	41
Aforo 2	614	41
Total (veh.)	1,117	82
Veh. Mixtos	1,199	
<b>TPD (Veh/día)</b>	<b>599</b>	

**Tabla IV.3.4: Tránsito Promedio Diario.**



Según la definición de tipo tránsito y con TPD calculado se tiene para esta carretera urbana *un tránsito medio*. Además se tomará la carga máxima por rueda de 5 toneladas por ser una carretera urbana donde el vehículo de carga de diseño es un C3.

#### 4.3.4 MEMORIA DE CÁLCULO.

##### Factor horario de máxima demanda.

Las áreas sombreadas en la tabla (IV.3.3) representan el flujo máximo de vehículos que transitaron entre las 07:30 y las 08:30 de la mañana y entre las 12:00 y 01:00 de la tarde, por tanto el volumen horario de máxima demanda para el estudio realizado es:

$$VHMD = 34 + 21 + 25 + 20 = 100 \text{ Veh. Mixto / hora. (am)}$$

$$VHMD = 14 + 17 + 14 + 19 = 64 \text{ Veh. Mixto / hora. (pm)}$$

El VHMD con el que se trabajará es el mayor, de modo que el flujo máximo ( $q_{max}$ ) para periodos de 15 minutos corresponde al de las 07:30 y 08:30, con un valor de 34 vehículos mixtos.

Por tanto el factor horario de máxima demanda (FHMD) Ec. 4.9 es:

$$FHMD = \frac{100}{4 \cdot 34} = 0.735$$

$$FHMD = 0.735 < 0.85$$

Este valor indica que en este período hay mayor concentración de vehículos que en el resto del día, puede considerarse como un valor crítico con respecto al flujo vehicular.

##### Nivel de servicio de la calle.

###### Características de la vía:

Velocidad de Proyecto	45KPH
Terreno	Ondulado
Long de rebase restringida	40%
Distribución direccional	50/50
Ancho de carril	3.30m

Características del tráfico:

VHMD 100veh/h

FHMD 0.735

Composición del tráfico:

88 livianos	88%
12 camiones (PT)	12%

Se utilizarán las Tablas 11, 12, 13 y 14 de anexos para calcular la Relación volumen/capacidad, Factor de distribución direccional, Factor de ajuste por ancho de carril y Factor de vehículos pesado

**1. Determinación de la relación volumen/capacidad (v/c).** (Ver Tabla11)

$(v/c)_A = 0.07$                        $(v/c)_C = 0.35$                        $(v/c)_E = 0.92$

$(v/c)_B = 0.19$                        $(v/c)_D = 0.52$

**2. Factor de distribución direccional ( $f_d$ )** (Ver Tabla 12)

$f_{d(50/50)} = 1.00$

**3. Factor de ajuste por ancho de carril ( $f_w$ )** (Ver Tabla 13)

Se trabajó con los valores más próximos a 3.30m, es decir con los valores correspondientes al ancho de carril de 3.35m

Por tanto:

$f_{w A-D} = 0.65$

$f_{w E} = 0.82$

**4. Factor de vehículos pesados ( $f_{hv}$ )** (Ver Tabla 14)

$$f_{hv} = \frac{1}{1+PT(ET-1)+PB(EB-1)-PR(ER-1)} \quad (4.10)$$

Porcentaje de camiones:                      PT = 0.12

Porcentaje de auto buses:                      PB = 0

Porcentaje de vehículos recreativos:                      PR = 0

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

$$ET_A = 4.0$$

$$ET_{B-C} = 5.0$$

$$ET_{D-E} = 5.0$$

Utilizando la ecuación modificada para  $f_{hv}$  se obtienen:

$$f_{hvA} = \frac{1}{1+0.12(4-1)} = 0.735$$

$$f_{hvD, E} = \frac{1}{1+0.12(5-1)} = 0.676$$

$$f_{hvB, C} = \frac{1}{1+0.12(5-1)} = 0.676$$

### 5. Nivel de Servicio (SF)

El flujo de servicio (SF) para Terreno ondulado esta dado por:

$$SF = 2800(v/c)(f_d)(f_w)(f_{hv}) \tag{4.11}$$

$$SF_A = 2800 (0.07)(1.0)(0.65)(0.735) = 94 \text{ Veh/h}$$

$$SF_B = 2800 (0.19)(1.0)(0.65)(0.676) = 234 \text{ Veh/h}$$

$$SF_C = 2800 (0.35)(1.0)(0.65)(0.676) = 431 \text{ Veh/h}$$

$$SF_D = 2800 (0.52)(1.0)(0.65)(0.676) = 640 \text{ Veh/h}$$

$$SF_E = 2800 (0.92)(1.0)(0.82)(0.676) = 1,428 \text{ Veh/h}$$

### 6. Flujo de máxima demanda actual

$$FS = \frac{VHMD}{FHMD} \quad FS = \frac{100}{0.735} = 136 \text{ Veh/h} \tag{4.12}$$

Se verifica por comparación que:

$$FS < SF_A \quad 136 \text{ Veh/h} < 234 \text{ Veh/h}$$

Esto indica que el tramo de calle está operando en el *nivel de servicio B*.

## **7.- Nivel servicio proyectado a 15 años.**

Tasa de crecimiento vehicular  $i = 6\%$  (aplicado a zonas urbanas)

Proyección para 15 años

$$FS_n = FS (1 + i)^n \quad (4.13)$$

$$FS_{10} = 136(1+0.06)^{10}$$

$$FS_{10} = 326 \text{ Veh/h}$$

Se verifica por comparación que:

$$FS_{15} < SF_B$$

$$326 \text{ Veh/h} > 234 \text{ Veh/h}$$

Esto indica que el tramo de calle dentro de 15 años estará operando en el nivel de servicio C, basándose un tránsito promedio medio actual de 599 veh/día lo que lo clasifica como un tránsito medio.

#### **4.4 ESTUDIO HIDROLOGICO**

En este estudio se presentan la información básica sobre los métodos de hidrología y determinación de corrientes de drenaje pequeñas utilizando la fórmula racional. La información mencionada incluye el coeficiente de correntia para el área local, datos de intensidad de precipitación y el área de la cuenca.

Las estructuras de drenaje de las calles deben tener capacidad adecuada para acomodar esta cantidad de agua.

##### **Método racional:**

Fórmula para calcular escorrentías superficiales de una cuenca hidrográfica:

La fórmula racional es una herramienta muy utilizada para medir descarga de pequeños drenajes. Se adapta muy bien para la determinación de las escorrentías para drenajes superficial de caminos, calles y descargas para alcantarillas de pequeñas cuencas.

La fórmula para el método racional es la siguiente:

$$Q = \frac{CIA}{362} \quad (4.14)$$

Donde

Q = la cantidad de escorrentías, en m<sup>3</sup>/s

C = coeficiente de correntias. El coeficiente seleccionado para reflejar las características de la cuenca como topografía, tipo de suelo, vegetación y liso de la tierra.

I = intensidad promedio de lluvia para la frecuencia seleccionada y para la duración igual al tiempo de concentración en mm/hora.

A = área de la cuenca en Hectáreas.

#### 4.4.1 MEMORIA DE CÁLCULO

Usando el levantamiento topográfico tenemos:

$$\text{AREA} = 6,538.4 \text{ m}^2 \quad (\text{Ver Plano Hoja 12})$$

$$\text{AREA} = \frac{6538.4 \text{ m}^2}{10,000} = 0.6538 \text{ Ha}$$

El punto máximo de aporte será:

$$L = 167.075 \text{ m}$$

$$\text{Elevación} = 15.613 \text{ m}$$

$$S = 10.7\%$$

$$\text{AREA}_{\text{vados}} = 15.12 \text{ m}^2 = 1.512 \cdot 10^{-3} \text{ Ha}$$

Debido a que no se cuenta con datos de las estaciones meteorológicas de INETER, para la evaluación del tiempo de concentración se utilizará la fórmula de B. W. Taylor y Argüello, para el cálculo de tiempos de concentración e intensidades de lluvias.

$$T_c = \frac{0.01947 \cdot L^{0.77}}{S^{0.385}} \quad (4.15)$$

$$T_c = \frac{0.0194 \cdot 167.075^{0.77}}{0.107^{0.385}} = 0.999 \text{ min}$$

Para vados:

$$T_c = \frac{0.0194 \cdot 97.52^{0.77}}{0.107^{0.385}} = 1.56 \text{ min}$$

Para el cálculo de la intensidad de precipitación sobre la cuneta en un periodo de retorno de 10 años se utilizará la fórmula:

$$I = \frac{1083.74}{(T_c + 9.32)^{0.6189}} \quad (4.16)$$

$$I = \frac{1,083.74}{(0.999 + 9.32)^{0.6189}} = 256.15 \text{ mm/h}$$

Para la intensidad sobre los vados se utilizará:

$$I = \frac{304.0327}{Tc^{0.3463475}}$$

$$I = \frac{304.0327}{1.56^{0.3463475}} = 260.64 \text{ mm/h}$$

**Calculo del caudal de diseño:**

$$C = 0.7 \qquad Q = \frac{CIA}{362}$$

Para cunetas:  $Q = \frac{0.7 \cdot 256.15 \cdot 0.6538}{2 \cdot 362} = 0.162 \text{ m}^3/\text{s}$  cada cuneta

Para los vados:  $Q = \frac{0.7 \cdot 260.64 \cdot 2.36 \times 10^{-3}}{362} = 0.00119 \text{ m}^3/\text{s}$

Es datos obtenidos de caudal de cunetas y vados serán utilizados para el diseño hidráulico en el capítulo 5 sección 3.

**Para la alcantarilla:**

Área de dotación 7,854.48 m<sup>2</sup> = 0.785 Ha (Ver Plano Hoja No. 13)

Coeficiente de escorrentía 0.7

Pendiente 5%

Longitud 464.80 m

Calculo de tiempo de concentración:

$$Tc = \frac{0.0194 \cdot 464.80^{0.77}}{0.05^{0.385}} = 16.88 \text{ min}$$

Calculo de intensidad:

$$I = \frac{1,083.74}{(16.88 + 9.32)^{0.618}} = 143.58 \text{ mm/h}$$

Calculo del caudal de diseño:

$$Q = \frac{0.7 \cdot 143.58 \cdot 0.785}{362} = 0.22 \text{ m}^3/\text{s}$$

#### **4.5 ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

En este estudio se aborda la incidencia que traerá la ejecución de este proyecto al medio ambiente de la ciudad de Camoapa y de acuerdo a lo establecido en el DECRETO No. 76-2006 de la República de Nicaragua, el proyecto de adoquinado que se realizara en la ciudad de Camoapa se posiciona en la Categoría III que corresponde a Impactos ambientales moderados.

Estos proyectos considerados en la Categoría Ambiental III son proyectos que pueden causar impactos ambientales moderados, aunque pueden generar efectos acumulativos por lo que quedarán sujetos a una Valoración Ambiental, como condición para otorgar la autorización ambiental correspondiente. El proceso de Valoración Ambiental y emisión de la autorización ambiental quedarán a cargo de las Delegaciones Territoriales del MARENA o Consejos Regionales en el ámbito de su territorio. Clasifican en esta categoría los siguientes tipos de proyectos:

1. Explotación de Bancos de material de préstamo y Proyectos de exploración y explotación de minería no metálica con un volumen de extracción inferior a cuarenta mil kilogramos por día (40000 kg/día). En el caso de minerales que poseen baja densidad la unidad de medida será cuarenta metros cúbicos (40 m<sup>3</sup>).
2. Modificaciones al trazado de carreteras, autopistas, vías rápidas y vías sub-urbanas preexistentes, medido en una longitud continua de menos de diez kilómetros (10 km) y nuevas vías intermunicipales.
3. Nuevas construcciones de Muelles y Espigones, que incorporen dragados menores de un mil metros cuadrados (1000 m<sup>2</sup>) o que no impliquen dragados.
4. Reparación de muelles y espigones.



5. Marinas recreativas o deportivas no incluidas en la categoría II.
6. Aeródromos no incluidos en la categoría II.
7. Dragados de mantenimiento de vías navegables.
8. Antenas de comunicación.
9. Uso de manglares, humedales y otros recursos asociados.
10. Hoteles y complejos de hoteles entre cincuenta (50) y cien (100) habitaciones o desarrollos habitacionales dentro de instalaciones turísticas entre cincuenta (50) y cien (100) viviendas u Hoteles y complejos de hoteles hasta de cincuenta (50) habitaciones que lleven integrados actividades turísticas tales como, campos de golf, áreas de campamento o excursión, ciclo vías, turismo de playa y actividades marítimas y lacustre.
11. \*como es nuestro caso
12. Hoteles y desarrollo turístico con capacidad menor a 30 habitaciones en zonas ambientalmente frágiles.
13. Proyectos eco turístico.
14. Desarrollo habitacionales de interés social.
15. Desarrollo urbano entre veinte (20) y cien (100) viviendas.
16. Oleoductos y gasoductos de cualquier diámetro que con longitudes iguales menores de cinco kilómetros (5 km) de longitud y ampliación y rehabilitación de oleoductos y gasoductos.

17. Otros conductos (excepto agua potable y aguas residuales) que atraviesen áreas ambientalmente frágiles.
18. Sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas que generen un caudal entre 150 y 750 m<sup>3</sup>/día.
18. Sistemas de tratamiento de aguas residuales industriales que generen un caudal inferior a los 200 m<sup>3</sup>/día, siempre y cuando el efluente no contenga sustancias tóxicas, peligrosas y similares.
19. Generación de energía eléctrica:
  - 19.1 Hidroeléctrica inferior a 10 MW
  - 19.2 Eólica
  - 19.3 A partir de biomasa menores de 10 MW
20. Líneas de distribución eléctrica de la red nacional entre 13.8 y 69 KW.
21. Presas menores de cien hectáreas (100 ha), micro-presas y reservorios.
22. Proyectos de captación y conducción de aguas pluviales para cuencas cuyas superficies sean entre 10 y 20 km<sup>2</sup>.
23. Canales de trasvases cuyo caudal sea entre 50 y 150 m<sup>3</sup>/seg.
24. Trapiches.
25. Tenerías artesanales y tenerías industriales inferior de cincuenta pieles diarias.
26. Mataderos Industriales y Rastros municipales.

27. Fábricas de la industria química en cuyo proceso tecnológico no se generen sustancias tóxicas, peligrosas y similares.
28. Plantas industriales procesadoras de pescados y mariscos.
29. Industria láctea y sus derivados.
30. Elaboración y procesamiento de concentrados para animales.
31. Fabricación de jabones, detergentes, limpiadores y desinfectantes.
32. Manejo de residuos no peligrosos resultantes de la producción de fertilizantes.
33. Cualquier Zona Franca Operaria y Zonas Francas de almacenamiento y manipulación de productos que no contengan sustancias tóxicas, peligrosas y similares, bajo techo y a cielo abierto, de armadura de piezas de acero y aluminio laminadas en frío, ensamblaje de artículos de fibra de vidrio, ensamblaje de artículos sobre piezas de madera, confecciones textiles sin lavado ni teñido, artículos y productos de arcilla y vidrio, confecciones de calzados.
34. Elaboración de artículos de fibra de vidrio.
35. Manipulación, procesamiento y transporte de aceites usados.
36. Fábricas y establecimientos dedicados a la reutilización del caucho.
37. Producción industrial de cal y yeso.
38. Gasolineras, planes de cierre, remodelación y rehabilitación.

39. Hospitales.

40. Zoológicos y zoo-criaderos.

41. Centros de acopio lechero.

42. Granjas porcinas.

43. Granjas avícolas.

44. Rellenos sanitarios de Desechos Sólidos no Peligrosos con un nivel de producción inferior a las 500,000 kg/día.

45. Prospección geotérmica y geológica.

46. Obra abastecimiento agua potable. Planta potabilizadora con poblaciones mayores de cien mil (100,000) habitantes y campos de pozos.

47. Aserraderos.

En cuanto al Plazo de aprobación para proyectos comprendidos en la Categoría III, las Delegaciones Territoriales del MARENA y en las Regiones Autónomas los Consejos Regionales dispondrán de un plazo máximo de treinta días hábiles para proceder a su revisión técnica y emitir la resolución correspondiente para los proyectos Categoría Ambiental III

Estos Estudios de Impacto Ambiental podrán ser elaborados por personas naturales o jurídicas debidamente certificadas por la Dirección General de Calidad Ambiental de MARENA, de acuerdo a los requisitos y procedimiento administrativo que emita MARENA por medio de Resolución Ministerial.

Para recibir el permiso de construcción el MARENA requiere que el encargado del proyecto llene una ficha. (Ver Ficha en anexo).

Este estudio de impacto ambiental en la ejecución del proyecto, busca reflejar mediante un análisis cuantitativo, los diversos impactos causados al ambiente mediante la etapa de construcción del proyecto. Aunque estos impactos no se pueden eliminar por completo, se pueden atenuar de tal manera que los efectos constructivos y post-constructivos sean mínimos.

El objetivo central de este proyecto es solventar la problemática que sufren los usuarios de dicha vía de transporte permitiéndoles ahorrar tiempo y evitando el deterioro de sus unidades de transporte provocado por el mal estado de la calle en estudio de tal forma que contribuya a mejorar la calidad de vida de la población aledaña a la zona, aunque si no se consideran todos los factores ambientales del medio este objetivo pudiera revertirse y causar un efecto adverso.

#### **4.5.1 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS ORIGINADOS POR EL PROYECTO**

Las Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos, Calles, y Puentes (NIC-2000), detallan la manera de construir las obras para la mitigación de impactos; en la siguiente tabla se muestran las especificaciones de los impactos negativos que se pueden generar mediante la construcción del proyecto "Diseño de 1,063 metros lineales de adoquinado de calles en los barrios San Martín, Pedro Joaquín Chamorro y El Carmen en el casco urbano de la ciudad de Camoapa, Departamento de Boaco", posteriormente se realiza un análisis para plantear una solución a los impactos negativos de mayor relevancia y la elaboración de un programa de contingencia de riesgos. Dentro de los parámetros ambientales para la formulación y la ejecución del proyecto se han identificado los siguientes impactos en el medio ambiente mostrados en la siguiente tabla:

<b>IMPACTOS O ACCIONES DEL PROYECTO</b>	<b>FACTOR DEL MEDIO AFECTADO</b>	<b>EFEECTO DIRECTO</b>	<b>GRADO DE AFECTACION</b>	
<b>Limpieza</b>	Clima	Reduce la cubierta vegetal	Leve	
	Calidad del aire	Pérdida de la humedad relativa por la disminución de la vegetación	Severo	
	Geología y Geomorfología	Altera la topografía de la tierra	Leve	
<b>Movimiento de Tierra</b>	Calidad del aire	Origina polvo en suspensión	Severo	
	Ruidos	Ruido ocasionado por la maquinaria	Severo	
	Geología y Geomorfología	Altera la topografía de la tierra	Leve	
	Suelo	Desconsolida el estado natural del suelo	Severo	
	Vegetación	Se pierde el área de vegetación en el área de movimiento de tierra	Leve	
	Paisaje	Cambia el medio físico	Leve	
	Transporte	Se afecta por excavaciones que atraviesan el camino	Leve	
	<b>Relleno</b>	Calidad del aire	Origina polvo en suspensión	Severo
		Ruidos	Ruido propio de la actividad	Severo
Geología y Geomorfología		Altera la topografía de la tierra	Leve	
Suelo		Desconsolida el estado natural del suelo	Severo	
Vegetación		Pérdida momentánea de la vegetación	Leve	
Paisaje		Cambia el medio físico	Leve	
	Transporte	Afecta el tráfico mientras se trabaja	Leve	

**Tabla IV.5.1- Posibles Impactos provocados por la ejecución del proyecto**

**4.5.2 FACTIBILIDAD AMBIENTAL DEL PROYECTO:**

¿Es factible desde el punto de vista ambiental el proyecto?

SI       NO

¿El proyecto contribuye a mejorar o restaurar la calidad ambiental del entorno del proyecto?

SI       NO

### **4.5.3 MEDIDAS DE MITIGACIÓN**

Se debe tener claro que las construcciones horizontales (caminos, ferrocarriles, canales, líneas de transmisión, oleoductos, etc.), en mayor o menor grado, afectan negativamente al medio ambiente al extenderse sobre terrenos de variadas características y condiciones, alterando ecosistemas y recursos naturales. Estos efectos se producen de varias maneras, entre ellas podemos citar:

- Alteración de los patrones de drenaje de la zona de emplazamiento.
- Concentración de escorrentía, erosión de suelos y sedimentación.
- Perturbación del hábitat de la flora y la fauna.
- Reubicación de asentamientos humanos y/o irrupción en la vida de las comunidades aledañas.
- Contaminación del aire, el suelo, el agua (ríos, lagos, agua freática, mares, etc.).

Para contrarrestar los efectos negativos de la construcción de la vía sobre su entorno natural es requerido por ley que quien planifica y financia las obras realice previamente un estudio de Impacto Ambiental.

De este último resultan obligaciones para el Emprendedor de la obra a fin de evitar daños mayores en el entorno del Proyecto y obras de mitigación de los impactos negativos inevitables. El Emprendedor del Proyecto traspassa estas obligaciones al Ejecutor de las obras, el Contratista, quien recibe compensación por realizar las obras viales y las obras de protección, provisionales y permanentes, para mitigar los daños.

La mitigación se hace de tres maneras:

- 1.- Ejecutar las obras viales atendiendo las normas a seguir en las operaciones constructivas.
- 2.- Construcción de obras de protección previstas en los planos.
- 3.- Construcción de obras provisionales y toma de medidas eventuales que permiten una ejecución de las obras viales evitando que fenómenos naturales como la lluvia, el viento, el fuego, afecten al medio ambiente y los recursos naturales.

<b>FACTOR DEL MEDIO</b>	<b>IMPACTO</b>	<b>MEDIDA DE MITIGACIÓN</b>
Transporte	Causa retrasos e incomodidad al transporte a causa de los trabajos propios de la construcción.	Exigir al contratista el desvío necesario para no interrumpir el tráfico normal durante la ejecución del proyecto.
Hidrología Superficial	Aumento del caudal natural del agua de lluvia y aguas servidas que circulan debido al incremento del coeficiente de escorrentía superficial	Aplicación de la reglamentación de la disposición final de aguas servidas a las calles, educación pública.
Suelo	Erosión e infertilidad del suelo en la zona aledaña al Boulevard	Reforestar con especies gramíneas en la zona de la mediana del Boulevard.
Vegetación	Pérdida de la cubierta vegetal	Reforestar y proteger la zona de mayor deterioro de la cubierta vegetal.
Calidad de Aire	Polvo en suspensión	Regar agua constantemente con una cisterna.
Geología y Geomorfología	Altera la topografía del terreno	Mantener en lo posible las condiciones topográficas del terreno (Pelo a tierra)

**Tabla IV.5.2- Medidas de Mitigación de los Posibles Impactos provocados por la ejecución del Proyecto.**

En las medidas de atenuación se debe tener en cuenta que no se puede perjudicar a la población en el desempeño de sus actividades económicas, procurando que las operaciones de construcción no obstruyan el acceso de las viviendas, la infraestructura social o el sitio de trabajo de la comunidad. Cuando esto no se pueda evitar, el contratista deberá proveer accesos equivalentes o alternativos a los que existían.

En la Etapa de construcción se deben crear accesos alternativos a las calles del proyecto, reubicación de pequeños negocios próximos a la vía, reubicación de actividades en áreas aledañas. La alteración de la calidad del aire por las emisiones de



los motores del equipo de construcción debe ser controlada mediante el buen funcionamiento mecánico de dichos motores. La alteración causada por el polvo se controlará mediante la aplicación de riegos de agua o de productos aprobados.

Para que los dispositivos de seguridad del tránsito prevengan efectivamente los accidentes, será indispensable advertir a los conductores y pobladores por medio de diversas señales preventivas y obligatorias que permitan disminuir al máximo los posibles accidentes tanto peatonales como vehiculares.

El Contratista tomará las siguientes provisiones que garanticen la seguridad del tráfico vehicular y peatonal:

- Colocar señales preventivas que alerten a los pobladores y conductores sobre el riesgo existente al acercarse al área de construcción.
- Establecer límites de velocidad en las cercanías de áreas habitadas.
- Colocar señales de desvío en los tramos donde estén trabajando las máquinas.
- Controlar el tráfico mediante señales, marcas y delineadores en la vía. Estos dispositivos serán adecuados a las características de cada tramo de trabajo.

Las medidas de seguridad que el contratista tiene que implementar, dependerá en gran medida de la presencia de postes, árboles, zanjas y barreras al lado de la vía. Además de controlar las señales, marcas, ubicación de intersecciones, arreglos para acceso a la vía, estacionamiento, y paradas de buses, provisiones para peatones, ciclistas y usuarios no motorizados.

## **CAPÍTULO V: DISEÑOS**

### **5.1 DISEÑO GEOMETRICO**

Comprende el diseño óptimo de la línea definitiva, la cual estará sujeta a las alineaciones vertical, horizontal y al derecho de vía, además del criterio del ingeniero diseñador y de las especificaciones establecidas para la misma.

#### **5.1.1 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.

**En todo diseño de pavimento se debe tener en consideración los siguientes aspectos.**

- 1.- Ninguna norma debe sustituir el buen criterio y juicio explícito del diseñador.
- 2.- El mejor diseño geométrico de una carretera puede ser rechazado si, en el análisis de sus elementos justificativos, no se incorporan uniformemente los componentes ambientales de su impacto en el medio natural y social.
- 3.- Las normas de diseño no deben ser una camisa de fuerza, únicamente deben ser utilizadas como una guía sólida y técnicamente aceptable sobre las soluciones más deseables para el diseño geométrico.
- 4.- El buen funcionamiento de la red vial es crucial para el desarrollo seguro y eficiente de las actividades socio - económicas.
- 5.- El diseño de una carretera debe ser consistente, esto es, evitar los cambios considerables en las características geométricas de un segmento dado, manteniendo la coherencia de todos los elementos del diseño con las expectativas del conductor promedio.

---

\* Manual Centroamericano, Normas para el diseño geométricos de las carreteras regionales. Sección 4 Págs. 22- 71

6.- En el diseño debe presentarse la debida atención a las necesidades de los peatones, de los ciclistas y motociclistas que circulan por la carretera.

7.- En el diseño del pavimento de las carreteras es esencial facilitar la efectiva interacción entre la superficie de rodamiento y las llantas de los vehículos para el control y el frenado de los mismos.

### **5.1.2 NORMAS, CRITERIOS Y ESPECIFICACIONES UTILIZADAS EN EL DISEÑO DEL PROYECTO.**

Para obtener las condiciones adecuada en el diseño a realizar se tomará en consideración los siguientes aspectos:

- Tipo de área: Urbano
- Condiciones de terreno: Ondulado
- Volumen de tránsito
- Condiciones ambientales
- Consistencias en el diseño de carreteras similares.

La velocidad máxima permitida para los vehículos que circulan en calles urbanas es de 45 km/h<sup>\*</sup>, para elaborar el diseño de las curvas, se seleccionó una velocidad de diseño de 30 KPH.

Por norma de la Alcaldía de Camoapa, en cada intersección (bocacalle) el ángulo de giro de las cunetas será de 3, 4 o 6 metros, según sea la condición geométrica que se adapte a la vía.

En la etapa de construcción del presente proyecto, no se necesitará abrir camino ya que este existe, además, considerando las viviendas edificadas en el tramo de estudio, nuestro trabajo consiste primeramente en replantear (redefinir geoméricamente) el alineamiento tanto vertical como horizontal que más se adapte a la calle existente.

---

<sup>\*</sup> Complemento de ley 431, pagina 125.

El desarrollo de una calle urbana está influenciado por el tráfico vehicular, peatonal o semoviente, la topografía, uso de la tierra, costo de construcción y mantenimiento, diseño de intersecciones o futuras ampliaciones. Los criterios básicos a considerarse en el diseño de la vía son: Los anchos y el número de carriles requeridos, el diseño de ambos depende del tipo y tamaño de los vehículos (composición vehicular), Volúmenes de tránsito, velocidad de diseño y niveles de servicio requeridos. La determinación del ancho del derecho de vía de una carretera y por consiguiente la determinación del ancho óptimo de los componentes de la sección transversal típica es para un *período de diseño de 20 años*.

**Ancho de Carril:** La escogencia del ancho de los carriles es una decisión que tiene incidencia determinante en la capacidad de las carreteras. Como parámetro de referencia durante el diseño, se debe tener a la vista la estructura del tránsito proyectado, que a su vez y en la medida de la importancia relativa del tránsito pesado dentro del mismo, hará necesario que la dimensión de cada carril sea habilitada para que los camiones y las combinaciones de vehículos de diseño, con tres metros de ancho, se puedan inscribir cómodamente dentro de la franja de circulación que les ha sido habilitada, en este diseño por criterios de la alcaldía de Camoapa se adaptara un ancho de carril de 6.60 metros.

**Distancia de Visibilidad:** Es la longitud máxima de la carretera que puede un conductor ver continuamente delante de él cuando las condiciones atmosféricas y del tránsito son favorables. Las tres consideraciones más importantes en la distancia de visibilidad para el diseño de vías son:

- 1.- Distancia de visibilidad de parada.
- 2.- Distancia de visibilidad de rebase
- 3.- Distancia de visibilidad en intersecciones.

**Distancia de visibilidad de parada\*** es la distancia mínima que debe proporcionarse en cualquier punto de la carretera. Esta debe ser provista continuamente en toda la vía. Los

---

\* Ver anexos Tabla 4.

camiones usualmente requieren distancias de visibilidad de parada más largas para una velocidad dada que los vehículos de pasajeros pero debido a la mayor altura del ojo y bajas velocidades de los camiones, la misma distancia es aplicable.

**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.

### **Criterios para el diseño del alineamiento vertical.**

- En pendientes largas es preferible colocar las pendientes mayores al pie de la pendiente y aliviarlas hacia el final.
- Evitar el efecto de montaña rusa que ocurre en alineamientos relativamente rectos.
- En la pendiente se opera al nivel de servicio E ó F, o sea a plena capacidad o cercana a ella.
- Es preferible una rasante con cambios graduales a una línea con Numerosos quiebres.
- En las subidas es preferible emplear las pendientes fuertes abajo, disminuyéndolas en la parte superior.
- Ajustar la línea de rasante de acuerdo con los controles de diseño (pendientes máximas y mínimas, etc.).
- Se considera que la elevación de la rasante no sobrepase el nivel o elevación de las aceras de las propiedades adyacentes, altura o rasante del puente y alcantarillas obteniendo así una buena coordinación entre planimetría y altimetría.

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

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

**Tabla V.1.1: Nivel de servicio para diseño según el tipo de carretera.**

### **5.1.3 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 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.

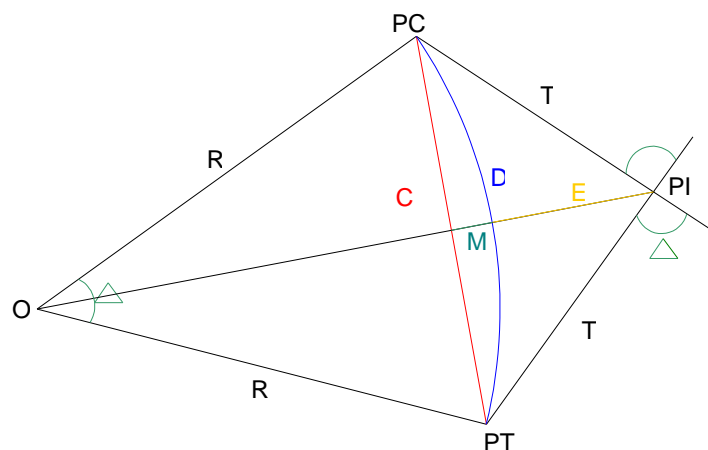
CM: Cuerda Máxima, es el segmento de recta que une al PC con el PT.

LC: Longitud del arco comprendido entre PC y el PT. Se conoce también como desarrollo (D).

M: Ordenada a la curva desde el centro de la cuerda máxima.

E: Distancia desde el centro de la curva al punto de Inflexión.

: Ángulo de inflexión o de deflexión formado por las tangentes al interceptarse en el PI.



**Figura V.1.1: Elementos geométricos de una curva horizontal**

**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 
$$T_c = R \tan\left(\frac{\Delta}{2}\right) \tag{5.1}$$



Cuerda Máxima  $CM = 2R \operatorname{sen}\left(\frac{\Delta}{2}\right)$  (5.2)

Externa  $Ec = R\left(\sec\left(\frac{\Delta}{2}\right) - 1\right)$  (5.3)

Mediana  $M = R\left(1 - \cos\left(\frac{\Delta}{2}\right)\right)$  (5. 1)

Desarrollo  $Dc = \frac{\pi R \Delta}{180^\circ}$  (5.5)

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. Este valor esta

dado por:  $R_{\min} = \frac{V^2}{127.14(e_{\max} + f)}$  (5.6)

Una vez definido el radio mínimo 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 V.1.2: Valores de  $f$  en función de la Velocidad de diseño.

#### 5.1.4 CRITERIOS PARA PROYECTAR CURVAS CIRCULARES EN EL CAMPO.

Existen dos maneras de proyectar las curvas horizontales:

- 1.- Consiste en trazar la curva que mejor se adapte al terreno y posteriormente se calcula el grado de curvatura con su radio respectivo.
- 2.- Consiste en emplear curvas de determinados grados y calcular los demás elementos de ellos, siendo este último uno de los más recomendados, debido a la facilidad de cálculos y al cómodo trazado en el terreno.

**Grado máximo de curvatura ( $G_{max}$ ):** Es el que permite a un vehículo recorrer con seguridad la curva con el peralte máximo a la velocidad de diseño y se define según la

siguiente expresión: 
$$G_{max} = \frac{145692.26(e_{max} + f)}{V^2} \quad (5.7)$$

Donde:

$e_{max}$  : Es el peralte máximo en decimal.

$f$ : Representa el coeficiente de fricción lateral.

$V$ : Es la velocidad de diseño.

**Grado de curvatura ( $G$ ):** La longitud de una circunferencia es  $2\pi R$ , para un ángulo central de  $360^\circ$ , si el arco es de 20m, el ángulo central es el valor que adopta  $G$ , en otras palabras el grado de curvatura es el ángulo que subtende un arco de 20m en la curva circular.

**Relaciones fundamentales del grado de curvatura.**

Relación  $G - R$  
$$G = \frac{1145.92}{R} \quad (5.8)$$

Relación  $G - Dc$  
$$G = \frac{20\Delta}{Dc} \quad (5.9)$$

**Condiciones que debe cumplir  $G$ .**

$G \geq G_{max}$

$G = \frac{20\Delta}{Dc}$  Para  $G > 5^\circ$ , "Dc" se calcula mediante la ecuación (5.5), si  $G \leq 5^\circ$ , el

valor "Dc" se toma de la tabla siguiente.

	5	4	3	2	1
Dc	150	180	210	240	270

**Tabla V.1.3: Valores de DC con respecto a**

**Sobre ancho:** Es el ancho que se adiciona en el extremo interior de la calzada en una curva horizontal, la cual facilita a los conductores mantenerse dentro de su vía. Una de las razones por la cual se hace necesario diseñar el sobre ancho, es que las ruedas traseras de un vehículo describe una trayectoria más corta que las delanteras cuando se recorre una curva.

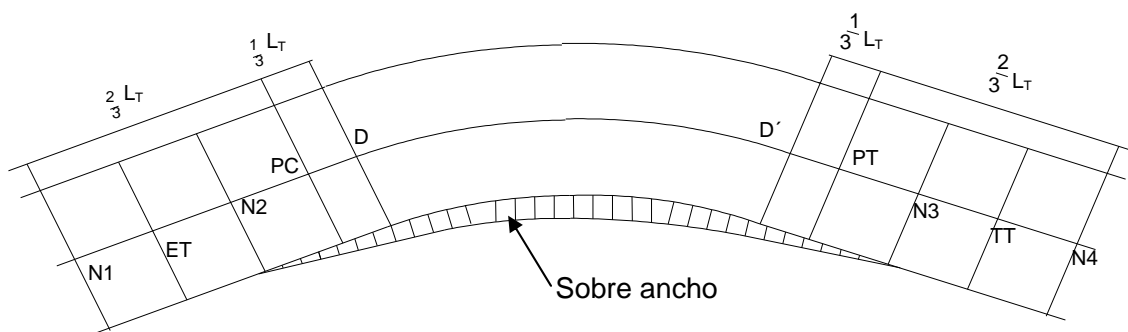


Figura V.1.2: Curva de transición.

### Cálculo del sobre ancho de diseño.

Para calcular el sobre ancho se utilizará la siguiente fórmula general:

$$Sa = n \left( R - \sqrt{R^2 - Lc^2} \right) + \frac{V}{10\sqrt{R}} \quad (5.10)$$

Donde:

$n$     Números de carriles.

$R$     Radio de la curva.

$Ld$     Distancia entre los ejes más distantes del vehículo de diseño (C3)

$V$     Velocidad de diseño (KPH)

### Transición del bombeo a la sobre elevación.

Es el procedimiento de cambio de la pendiente de la corona desde el bombeo hasta la sobre elevación, al pasar de una tangente horizontal a una curva, este cambio se hace gradualmente desde antes de entrar a la curva. Se ha determinado empíricamente que las transiciones pueden introducirse dentro de las curvas hasta en un 50%, siempre que

por lo menos la tercera parte de la longitud de la curva quede en sobre elevación completa. Aunque existen tres procedimientos para realizar la transición del bombeo al peralte, aquí sólo se menciona el que se utilizará en el diseño.

### **Desarrollo del peralte por el borde interior.**

Es el segundo método más usado sobre todo en los cortes, en los que se facilita el drenaje al mantener el borde interior una pendiente longitudinal uniforme; también disminuye el Volumen de excavación por elevarse el resto de la calzada con respecto al borde interior. El borde interior es la línea base al rededor de la cual va girando la sección transversal de la calzada, o parte de ella hasta alcanzar la inclinación necesaria (peralte). El peralte, puede desarrollarse en sobre la tangente y dentro de la curva, manteniéndose en su mayor valor hasta reducirse nuevamente.

### **Peralte de diseño**

Este está dado por la siguiente expresión: 
$$e = \frac{e_{\max}}{G_{\max}^2} (2G_{\max} - G)G \quad (5.11)$$

Para calcular el *Desarrollo del peralte* en cualquier punto X de la transición se tiene:

$$e_x = \frac{e}{L_T} (Est.X - Est.ET) \quad (5.12)$$

Para calcular el *Desarrollo del sobre ancho* en cualquier punto X se tiene:

$$Sa_x = \frac{Sa}{L_T} (Est.X - Est.ET) \quad (5.13)$$

Donde:

$e_{\max}$  Peralte máximo.

$G_{\max}$  Grado de curvatura máxima.

G Grado de curvatura.

Sa Sobre ancho de diseño.

$L_T$  Longitud de la curva de transición.

Est.X Estación de un punto X ubicado en el tramo comprendido entre los puntos ET y D.

$$Est.ET = Est. PC - L_T \quad (5.14)$$

### Transición del bombeo (Valor “N”)

**Normas nicaragüenses** 
$$N = \frac{L_T \times b}{e} \quad (5.15)$$

**ASSHTO** 
$$N = a \times b \times m \quad (5.16)$$

Donde:

*b* Es el valor en decimal del bombeo.

*a* Es el semiancho de la calzada.

*m* Se calcula mediante la ecuación (5.12)

### Longitud mínima de una curva de transición.

Según la AASHTO la longitud mínima de una curva de transición\* debe ir acorde con el aspecto estético, su método consiste en igualar la longitud de la espiral a la longitud necesaria para dar la sobre elevación correspondiente a la curva circular. En base a lo anterior la AASHTO determinó la siguiente ecuación:  $L_T \text{ min} = m \times a \times e \quad (5.17).$

Donde:

*L<sub>T</sub> min.* Es la longitud de la curva de transición

*m* Está dado por: 
$$m = 1.5625V + 75 \quad (5.18)$$

*a* Es el semiancho de la calzada en tangente.

*e* Es el peralte de la curva circular en decimales.

Para la longitud de diseño (*L<sub>T</sub>*) de la curva de transición se deberá redondear a un número mayor múltiplo de 20m.

### Calculo de los elementos de una curva en transición.

**Tangente** 
$$T = T_p + T_c + mt \quad (5.19)$$

Donde:

*T<sub>c</sub>*: Es la tangente de la curva circular simple.

$$T_p = p \times \tan\left(\frac{\Delta}{2}\right) \quad (5.20)$$

\* Véase anexos Tabla 1

$$p = \frac{L_T^2}{24R} \left( 1 - \frac{L_T^2}{112R^2} + \frac{L_T^4}{21120R^4} \right) \quad (5.21)$$

$$m_t = \frac{L_T}{2} \left( 1 - \frac{L_T^2}{120R^2} + \frac{L_T^4}{17280R^4} \right) \quad (5.22)$$

Desarrollo  $D = D_c + L_T$  (5.23)

Donde:

$D_c$ : Es el desarrollo de la curva circular simple.

$L_T$ : Es la longitud de la curva de transición.

Externa  $E = E_c + E_p$  (5.24)

Donde:

$E_c$ : es la externa de la curva circular.

$$E_p = p \times \sec\left(\frac{\Delta}{2}\right) \quad (5.25)$$

### 5.1.6 REPLANTEO DE CURVAS HORIZONTALES.

Al replantear una curva circular la distancia a medir tiene que hacerse sobre la curva (desarrollo), técnicamente no es posible realizar la medición sobre ésta; es por ello que en vez de medir segmentos de arco, se miden *segmentos de cuerda*. Al medir sobre la curva existe una diferencia de longitud entre el arco y la cuerda que lo subtiende, lo que implica una diferencia entre la longitud calculada de la curva y la longitud del trazo de la curva, ésta diferencia puede disminuirse, haciendo que la longitud de la cuerda sea sensiblemente igual a la longitud del arco, esto se logra ejecutando la *operación corte de cadena*.

**Longitud de la cuerda para el replanteo:** La longitud necesaria para replantear una curva horizontal está en dependencia del radio y del grado de curvatura. Aunque ya hay valores establecidos para determinados grados de curvatura\*, y su ecuación es la

$$\text{siguiente: } C = 2R \operatorname{sen}\left(\frac{G}{2}\right) \quad (5.26)$$

---

\* Ver anexo Tabla 3

Donde:

$R$  Radio de la curva en metros

$G$  Grado de curvatura de la curva.

**Ángulos de deflexión:** La localización de las curvas circulares en el terreno se hace generalmente por medio de ángulos de deflexión y cuerdas, dichos ángulos son los que forman con la tangente cada una de las cuerdas que salen del PC a los diversos puntos donde se van a colocar estacas, que son puntos de abscisas múltiplos de 20m. Tales

ángulos se representan por el símbolo  $\delta$  : 
$$\delta = \frac{1.5G_c \times l}{60} \quad (5.27)$$

Donde:

$\delta$  Es el ángulo de deflexión.

$G_c$  Grado de curvatura.

$l$  Longitud de arco de la sub-cuerda.

El valor de cada ángulo de deflexión es la mitad del ángulo central que intercepta el mismo arco, puesto que es un ángulo de los llamados semi-inscritos en Geometría. El

ángulo de deflexión total para la curva será: 
$$\delta = \frac{\Delta}{2} \quad (5.28)$$

### **5.1.7 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.

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:  $\|P_2 - P_1\| \leq 0.5\%$

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 del diseño.

TIPO DE TERRENO*	POR CIENTO DE PENDIENTE MÁXIMA 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 V.1 1: Relación entre pendiente máxima y velocidad de diseño.**

**Pendiente mínima:** Es la menor pendiente que se permite en el proyecto, para que el agua pueda correr por las cunetas, la línea de fondo de éstas deberá tener como mínimo una pendiente de 0.5%<sup>†</sup>, 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 será aquella que al conjugar esos conceptos permita obtener el menor costo de construcción, conservación y operación.

### **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.  $A = P_d - P_i$  (5.29)

Si  $A < 0$  se trata de una curva en cresta

Si  $A > 0$  se trata de una curva en columpio

---

\* Véase en Anexo Tabla 2

† Nic 2000, pág 644.

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.

### **Longitud de las 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 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. Aún 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:

$$D_p = 0.28Vt + \frac{V^2}{254(f \pm p)} \quad (5.30)$$

Donde:

$D_p$ : Distancia de parada o frenado.

$V$ : Velocidad de diseño

$t$ : Tiempo de reacción (2.5 seg)

$f_j$ : 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 utilizará 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:

$$L = \frac{Ax D_p^2}{120 + 3.5 D_p} \quad (5.31)$$

Donde:

L: Longitud de la curva vertical

A: Diferencia algebraica de las pendientes en tanto por ciento

$D_p$ : Distancia de parada.

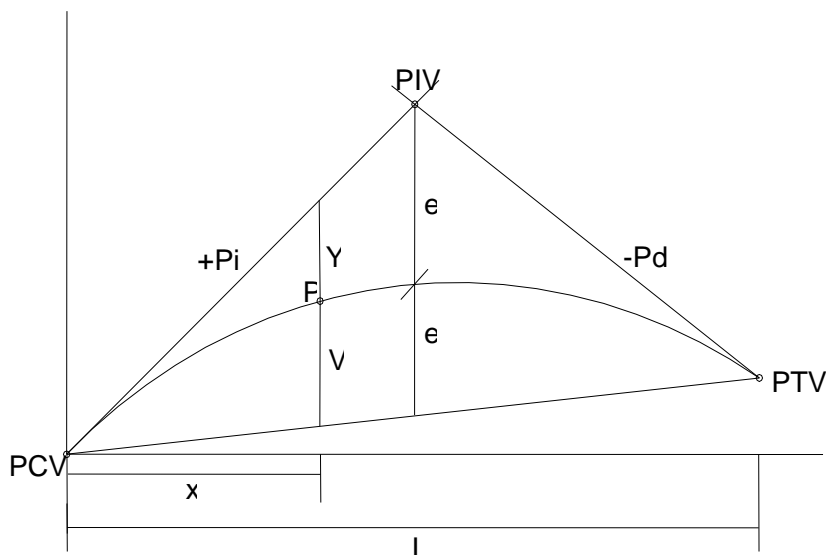
La AASHTO para satisfacer las necesidades mínimas de parada, comodidad y aspecto, recomienda un valor de L no menor de  $K \cdot A$ , donde A es la diferencia algebraica de las pendientes en tanto por ciento y los valores de K, para obtener L en metros, son los siguientes:

Velocidad (KPH)		50	65	80	95	110
Valor mínimo de K para curvas verticales	Curvas en cresta	9	15	24	46	73
	Curvas en columpio	11	15	21	43	30

**Tabla V.1.6: Valores de K para el cálculo de L.**

Según lo anterior la longitud mínima de una curva vertical que cumpla con el criterio de seguridad está dado por:  $L = K \times A$  (5.32)

**Elementos de la curva vertical.**



**Figura V.1.4: Elementos de una curva vertical.**

PCV: Punto de comienzo de la curva vertical

PTV: Punto de terminación de la curva vertical

PIV: Punto de intersección vertical de las tangentes

$P_i, P_d$ : Pendientes de las tangentes de entrada y salida respectivamente

$L_i, L_d$ : Longitudes de la rama izquierda y derecha respectivamente.

$L$ : Longitud total de la curva vertical ( $L_i + L_d$ )

$V$ : Ordenada a un punto  $P$  de la curva vertical.

$Y$ : Ordenada vertical desde la prolongación de la tangente a un punto  $P$  de la curva.

$e$ : Ordenada vertical desde el vértice a la curva.

$x$ : Distancia del PV a un punto  $P$  de la curva.

## ECUACIONES

### Cálculo de los valores de los elementos de la curva vertical.

$$\text{Ordenada vertical} \quad e = \frac{(P_d - P_i)}{2L} \times L_i L_d \quad (5.33)$$

#### **Rama izquierda**

#### **Rama derecha**

Ordenadas

$$V_i = \frac{P_d - P_i}{2L} \times \frac{L_d}{L_i} \times x_i^2 \quad V_d = \frac{P_d - P_i}{2L} \times \frac{L_i}{L_d} \times x_d^2 \quad (5.34)$$

Elevación sobre la tangente

$$E_{s/t} = E_{PCV} + P_i x_i \quad E_{s/t} = E_{PTV} + P_d x_d \quad (5.35)$$

Elevación sobre la curva.

$$E_{s/c} = E_{s/t} + V_i \quad E_{s/c} = E_{s/t} + V_d \quad (5.36)$$

Ubicación del punto más alto

$$X_{PAi} = \left\| \frac{P_i L_i^2}{2e} \right\| \quad X_{PA d} = \left\| \frac{P_d L_d^2}{2e} \right\| \quad (5.37)$$

Si  $X_{PAi} > L_i$  entonces el

Punto más alto está en

$L_d$ . Luego:  $X_{PA} = L - X_i$

Si  $X_{PA d} > L_d$  entonces el

Punto más alto está en

$L_i$ . Luego:  $X_{PA} = L - X_d$

### 5.1.8 MEMORIA DE CÁLCULO.

#### Consideraciones a tomar.

Para seleccionar el radio ha considerado la topografía del terreno, también se han respetado los linderos de las propiedades privadas aledañas. Para elaborar el diseño no se consideró un peralte por ser calles en una zona urbana, ya que solo poseen pendiente transversal (bombeo) de 3% a ambos lados, además las curvas están próximas a una intersección principal, donde el conductor se ve obligado a disminuir la velocidad. El valor de  $f$  se determinó mediante la interpolación de los datos de la tabla V.1.3.

### DISEÑO DE CURVAS HORIZONTALES

#### CURVA HORIZONTAL 1

Coeficiente de fricción lateral:	$f = 0.17$
Long. Tangente considerada:	$T_c = 3.535\text{m}$
Ángulo de deflexión:	$= 13^{\circ}26'22''$
Velocidad de diseño:	$V = 30 \text{ KPH}$
Externa	$E=2.10 \text{ m}$

Debido a que no existen puntos obligados en las curvas, realizaremos los cálculos de los elementos de la curvas como curvas horizontales simples.

#### 1.- Cálculo del radio.

$$R = \frac{3.535}{\tan\left(\frac{13^{\circ}26'22''}{2}\right)} = 29.92 \quad 30 \text{ m}$$

#### 2.- Cálculo del grado de curvatura.

$$G = \frac{1145.92}{30} = 38^{\circ}11'50.4''$$

### 5.- Cálculo de los elementos de la curva.

Desarrollo de la curva:

$$D = \frac{\pi(30)(13^{\circ}26'22'')}{180^{\circ}} = 7.037 \text{ m}$$

Cuerda máxima:

$$C_{max} = 2(30)\text{Sen}\left(\frac{13^{\circ}26'22''}{2}\right) = 6.972 \text{ m}$$

Mediana:

$$M = (30) \left(1 - \text{Cos} \frac{13^{\circ}26'22''}{2}\right) = 15.41 \text{ m}$$

Externa:

$$E = (30) \left\{ \text{Sec} \frac{13^{\circ}26'22''}{2} - 1 \right\} = 0.21 \text{ m}$$

### TRANSICIÓN DE LA CURVA 1.

En páginas anteriores se explicó que las curvas de transición no se diseñan cuando se trata de calles urbanas así que no se calcularon curvas de transición.

### 6.- Cálculo de los estacionamientos de la curva 1.

$$\text{Est. PC} = \text{Est. PI} - T_c \quad \text{Est. PC} = (0+427.345) - 3.535 \quad \text{Est. PC} = 0 + 423.81$$

$$\text{Est. PM1} = \text{Est. PC} + D_c/2 = (0+423.81 + (7.037/2)) \quad \text{Est. PM1} = 0 + 427.33$$

$$\text{Est. PT} = \text{Est. PC} + D_c \quad \text{Est. PT} = (0+423.81) + 7.037 \quad \text{Est. PT} = 0 + 430.85$$

### 7.- Replanteo de la curva.

La longitud de cuerda máxima correspondiente es de 10m dado que el grado de curvatura está entre 6° y 15° teniendo en cuenta lo que señala la tabla 3, de anexos, pero como la longitud de la curva es corta se puede tomar como cuerda máxima una longitud de 5m con el fin de proporcionar un mejor resultado en el replanteo:

De modo que:

$$\delta = \frac{1.5(38^{\circ}11'50.4'')(5)}{60} = 4^{\circ}46'28.8''$$

$$\delta = \frac{1.5(38^{\circ}11'50.4'')(1.19)}{60} = 1^{\circ}08'10.9''$$

$$\delta = \frac{1.5(38^{\circ}11'50.4'')(2.33)}{60} = 2^{\circ}13'30''$$

$$\delta = \frac{1.5(38^{\circ}11'50.4'')(0.85)}{60} = 0^{\circ}48'42.1''$$

Así se obtienen, los resultados planteados en la siguiente tabla:

Punto	Estación.	Cuerda	Deflexión	Deflexión acumulada
PC	0+423.81	0.00	00°00'00''	00°00'00''
	0+425	1.19	1°08'10.90''	1°08'10.90''
PM	0+427.33	2.33	2°13'30.00''	3°21'40.90''
	0+430	2.67	2°32'58.80''	5°54'39.7''
PT	0+430.85	0.85	0°48'42.10''	6°43'21.8''

**Tabla V.1.7: Replanteo de la curva horizontal 1.**

Se puede comprobar que la deflexión acumulada final se aproxima al valor del ángulo de deflexión media, es decir:

$$6^{\circ}43'21.8'' \quad \frac{\Delta}{2} = 6^{\circ}43'11''$$

## CURVA HORIZONTAL 2

Coeficiente de fricción lateral:  $f = 0.17$   
 Long. Tangente considerada:  $T_c = 11.933 \text{ m}$   
 Ángulo de deflexión:  $= 13^{\circ}36'35''$   
 Velocidad de diseño:  $V = 25\text{KPH}$

### **1.- Cálculo del radio.**

$$R = \frac{11.933}{\tan\left(\frac{13^{\circ}36'35''}{2}\right)} = 100 \text{ m}$$

## 2.- Cálculo del grado de curvatura.

$$G = \frac{1145.92}{100} = 11^{\circ}27'33.12''$$

## 5.- Cálculo de los elementos de la curva.

Desarrollo de la curva:

$$D = \frac{\pi(100)(13^{\circ}36'35'')}{180^{\circ}} = 23.753 \text{ m}$$

Cuerda máxima:

$$C_{max} = 2(100)\text{Sen}\left(\frac{13^{\circ}36'35''}{2}\right) = 23.70 \text{ m}$$

Mediana:

$$M = (100) \left(1 - \text{Cos} \frac{13^{\circ}36'35''}{2}\right) = 0.70 \text{ m}$$

Externa:

$$E = (100) \left\{ \text{Sec} \frac{13^{\circ}36'35''}{2} - 1 \right\} = 0.71 \text{ m}$$

## 6.- Cálculo de los estacionamientos de la curva 2.

$$\text{Est. PC} = \text{Est. PI} - T_c \quad \text{Est. PC} = (0+455.833) - 11.933 \quad \text{Est. PC} = 0 + 443.90$$

$$\text{Est. PM2} = \text{Est. PC} + D_c/2 = (0+443.90 + (23.753/2)) \quad \text{Est. PM2} = 0 + 455.78$$

$$\text{Est. PT} = \text{Est. PC} + D_c \quad \text{Est. PT} = (0+443.90) + 23.753 \quad \text{Est. PT} = 0 + 467.65$$

## 7.- Replanteo de la curva.

La longitud de cuerda máxima correspondiente es de 10m dado que el grado de curvatura está entre  $6^{\circ}$  y  $15^{\circ}$  teniendo en cuenta lo que señala la tabla 3, de anexos, pero como la longitud de la curva es corta se puede tomar como cuerda máxima una longitud de 5m con el fin de proporcionar un mejor resultado en el replanteo:



De modo que:

$$\delta = \frac{1.5(11^{\circ}27'33.12'')(5)}{60} = 1^{\circ}25'56.64''$$

$$\delta = \frac{1.5(11^{\circ}27'33.12'')(4.22)}{60} = 1^{\circ}12'32.2''$$

$$\delta = \frac{1.5(11^{\circ}27'33.12'')(1.10)}{60} = 0^{\circ}18'54.46''$$

$$\delta = \frac{1.5(11^{\circ}27'33.12'')(2.65)}{60} = 0^{\circ}45'33.02''$$

$$\delta = \frac{1.5(11^{\circ}27'33.12'')(0.78)}{60} = 0^{\circ}13'24.44''$$

Así se obtienen, los resultados planteados en la siguiente tabla:

Punto	Estación.	Cuerda	Deflexión	Deflexión acumulada
PC	0+443.90	0.00	00°00'00''	00°00'00''
	0+445	1.10	0°18'54.46''	0°18'54.46''
	0+450	5.00	1°25'56.64''	1°44'51.10''
	0+455	5.00	1°25'56.64''	3°10'47.64''
PM2	0 + 455.78	0.78	0°13'24.44''	3°24'12.08''
	0+460	4.22	1°12'32.2''	4°36'44.28''
	0+465	5.00	1°25'56.64''	6°02'40.92''
PT	0+467.65	2.65	0°45'33.02''	6°48'13.94''

Tabla V.1.8: Replanteo de la curva horizontal 2.

Se puede comprobar que la deflexión acumulada final se aproxima al valor del ángulo de deflexión media, es decir:

$$6^{\circ}48'13.94'' \frac{\Delta}{2} = 6^{\circ}48'17.5''$$

## DISEÑO DE CURVAS VERTICALES

Para seleccionar el radio ha considerado la topografía del terreno, también se han respetado los linderos de las propiedades privadas aledañas. Para elaborar el diseño se consideró una pendiente transversal (bombeo) de 3%.

## **CURVA VERTICAL 1.**

### **Datos:**

$V = 30 \text{ KPH}$                        $P_i = -0.06199 = -6.199\%$                        $P_d = -0.18997 = -18.997\%$   
 $\text{Est. PIV} = 0 + 320$                        $\text{Elev. PIV} = 90.41\text{m}$                        $b = 0.03 = 3\%$   
 $t = 1 \text{ Segundo por ser vía urbana}$                        $f: 0.4$

### **1.- Diferencia algebraica de las pendientes.**

$$A = (-18.997) - (-6.199) \quad A = -12.798 \%$$

Es necesario diseñar la curva vertical ya que  $A = // -12.798 // > 0.5\%$ , por otro lado, la curva está en cresta, porque  $A$  es negativa.

### **2.- Cálculo de la distancia de parada.**

$$D_p = 0.28(30)(2.5) + \frac{(30)^2}{254(0.4 - 0.18997)} = 37.87\text{m}$$

### **3.- Cálculo de la longitud de la curva vertical.**

$$L = \frac{(0.12798)(37.87)^2}{120 + 3.5(37.87)} = 0.727\text{m}$$

Redondeando a términos de veinte metros  $L = 20\text{m}$ .

Según la AASHTO: Primeramente se estipula el valor de  $K$ , esto se consigue realizando una interpolación cuadrática a los valores de la Tabla V.1.6 obteniéndose así:  $K = 1.563$

$$\text{Luego:} \quad L = (1.563)(12.798) \quad L = 20 \text{ m}$$

Como se puede observar, en ambos casos la longitud de la curva vertical es la misma, por tanto la longitud de la curva será de 20m.

### **4.- Estaciones.**

Est. PIV = 0 + 320

La curva se diseñó como simétrica, por tanto:

$$\begin{aligned} \text{Est PCV} &= \text{Est PIV} - \frac{L}{2} & \text{Est PCV} &= (0 + 320) - \frac{20}{2} = 0 + 310 \\ \text{Est PTV} &= \text{Est PIV} + \frac{L}{2} & \text{Est PCV} &= (0 + 320) + \frac{20}{2} = 0 + 330 \end{aligned}$$

Entonces la longitud de cada rama es:

$$Lr = \frac{L}{2} \quad Lr = \frac{20}{2} \quad Lr = 10m$$

### 5.- Elevaciones.

$$\text{Elev. PIV} = 90.41m$$

$$\text{Elev. PCV} = 90.41 + 0.06199(10) \quad \text{Elev. PCV} = 91.03m.$$

$$\text{Elev. PTV} = 90.41 - (0.18997)(10) \quad \text{Elev. PTV} = 88.51m.$$

### 6.- Cálculo de las ordenadas.

Para ambas ramas:

$$V_{i,d} = \frac{(-0.18997) - (-0.06199)}{2(20)} \cdot \frac{10}{10} \cdot x_{i,d}^2 \quad V_{i,d} = 3.20 \times 10^{-3} X_{i,d}^2$$

Ordenada vertical.

$$e = \frac{(-0.18997) - (-0.06199)}{2(20)} \cdot (10)(10) = 0.32m$$

### 7.- Cálculo de las elevaciones sobre tangente.

Para la rama izquierda:

$$Ex_{s/t} = 91.03 - (0.06199)(X_i)$$

Para la rama derecha:

$$Ex_{s/t} = 88.51 - (0.18997)(X_d)$$

### 8.- Cálculo de las elevaciones sobre la curva.

$$\text{Para la rama izquierda: } E_{s/c} = (91.03 - (0.06199)(X_i)) + (3.20 \times 10^{-3} X_{i,d}^2)$$

$$\text{Para la rama derecha: } E_{s/c} = (88.51 - (0.18997)(X_d)) + (3.20 \times 10^{-3} X_{i,d}^2)$$

### 9.- Punto más bajo (PB) de la curva.

Obviamente este punto se encuentra al final de la curva, por tanto sus coordenadas coinciden con las del PTV:

$$\text{Est. PB} = 0 + 330$$

$$\text{Elev. PB} = 88.51m$$

**10.- Elevaciones de la curva vertical sobre la orilla interior.**

Punto	Estación	X	V	Elev S/T	Elev S/C
PCV	0+310	0	0.000	-	-
PIV	0+320	10	0.096	90.41	90.73
PTV(PB)	0+230	0	0.000	-	-

Tabla V.1.9: Elevaciones de la curva vertical 1.

**CURVA VERTICAL 2.**

**Datos:**

V = 30 KPH	P <sub>i</sub> = -0.18997 = -18.997%
Est. PIV = 0 + 345.35	P <sub>d</sub> = 0.01994 = 1.994%
Elev. PIV = 85.60 m	b = 0.03 = 3%
t: 1 Segundo por ser vía urbana	f: 0.4

**1.- Diferencia algebraica de las pendientes.**

$$A = (1.994) - (-18.997) \quad A = 20.991 \%$$

Es necesario diseñar la curva vertical ya que  $A = //20.991// > 0.5\%$ , por otro lado, la curva está en columpio, porque A es positiva.

**2.- Cálculo de la distancia de parada.**

$$D_p = 0.28(30)(2.5) + \frac{(30)^2}{254(0.4 - 0.18997)} = 37.87m$$

**3.- Cálculo de la longitud de la curva vertical.**

$$L = \frac{(0.20991)(37.87)^2}{120 + 3.5(37.87)} = 1.192m$$

Redondeando a términos de veinte metros  $L = 20m$ .

Según la AASHTO: Primeramente se estipula el valor de K, esto se consigue realizando una interpolación cuadrática a los valores de la Tabla V.1.6 obteniéndose así:  $K= 0.953$

Luego:  $L = (0.953) (20.991) \quad L = 20 \text{ m}$

#### 4.- Estaciones.

Est. PIV = 0 + 345.35

La curva se diseñó como simétrica, por tanto:

$$Est\ PCV = Est\ PIV - \frac{L}{2} \quad Est\ PCV = (0 + 345.35) - \frac{20}{2} = 0 + 335.35$$

$$Est\ PTV = Est\ PIV + \frac{L}{2} \quad Est\ PTV = (0 + 345.35) + \frac{20}{2} = 0 + 355.35$$

Entonces la longitud de cada rama es:

$$Lr = \frac{L}{2} \quad Lr = \frac{20}{2} \quad Lr = 10\text{m}$$

#### 5.- Elevaciones.

Elev. PIV = 85.60m

$$Elev. PCV = 85.60 + (0.18997)(10) \quad Elev. PCV = 87.49\text{m.}$$

$$Elev. PTV = 85.60 - (0.01994)(10) \quad Elev. PTV = 85.79\text{m.}$$

#### 6.- Cálculo de las ordenadas.

Para ambas ramas:

$$V_{i,d} = \frac{(0.01994) - (-0.18997)}{2(20)} \cdot \frac{10}{10} \cdot x_{i,d}^2 \quad V_{i,d} = 5.248 \times 10^{-3} X_{i,d}^2$$

Ordenada vertical. Ec. (5.32)

$$e = \frac{(0.01994) - (-0.18997)}{2(20)} \cdot (10)(10) = 0.525\text{m}$$

#### 7.- Cálculo de las elevaciones sobre tangente.

Para la rama izquierda:

$$Ex_{s/t} = 87.49 - (0.18997)(X_i)$$

Para la rama derecha:

$$Ex_{s/t} = 85.79 - (0.01994)(X_d)$$

**8.- Cálculo de las elevaciones sobre la curva.**

Para la rama izquierda:  $E_{s/c} = (87.49 - (0.18997)(X_i)) + (5.248 \times 10^{-3} X_{i,d}^2)$

Para la rama derecha:  $E_{s/c} = (85.79 - (0.01994)(X_d)) + (5.248 \times 10^{-3} X_{i,d}^2)$

**9.- Punto más bajo (PB) de la curva.**

$$X_{APd} = \left\| \frac{(0.01994)(10^2)}{(2)(0.525)} \right\| = 1.90 \text{ A partir del PTV}$$

$$PB = E \text{ PTV} - X_{APd} = (0 + 355.35) - 1.90 = 0 + 353.45$$

**10.- Elevaciones de la curva vertical sobre la orilla interior.**

Punto	Estación	X	V	Elev S/T	Elev S/C
PCV	0+335.35	0	0.000	87.49	87.49
	0+340	4.65	0.11	86.61	86.72
PIV	0+345.35	10	0.525	85.59	86.11
PB	0+353.45	1.90	0.019	85.75	85.78
PTV	0+355.35	0	0.000	85.79	85.79

Tabla V.1.10: Elevaciones de la curva vertical 2.

**CURVA VERTICAL 3.**

**Datos:**

V = 30 KPH

$$P_i = 0.01994 = 1.994\%$$

Est. PIV = 0 + 430

$$P_d = 0.12534 = 12.534\%$$

Elev. PIV = 87.28 m

$$b = 0.03 = 3\%$$

t: 1 Segundo por ser vía urbana

$$f: 0.4$$

**1.- Diferencia algebraica de las pendientes.**

$$A = (12.534) - (1.994) \quad A = 10.54 \%$$

Es necesario diseñar la curva vertical ya que  $A = //10.54// > 0.5\%$ , por otro lado, la curva está en columpio, porque A es positiva.

## 2.- Cálculo de la distancia de parada.

$$D_p = 0.28(30)(2.5) + \frac{(30)^2}{254(0.4 + 0.12534)} = 27.745m$$

## 3.- Cálculo de la longitud de la curva vertical.

$$L = \frac{(10.54)(27.745)^2}{120 + 3.5(27.745)} = 37.371m$$

Redondeando a términos de veinte metros  $L = 40m$ .

Según la AASHTO: Primeramente se estipula el valor de K, esto se consigue realizando una interpolación cuadrática a los valores de la Tabla V.1.6 obteniéndose así:  $K= 3.795$

Luego:  $L = (3.795) (10.54) \quad L = 40 m$

## 4.- Estaciones.

Est. PIV = 0 + 430

La curva se diseñó como simétrica, por tanto:

$$Est\ PCV = EstPIV - \frac{L}{2} \qquad Est\ PCV = (0 + 430) - \frac{40}{2} = 0 + 410$$

$$Est\ PTV = EstPIV + \frac{L}{2} \qquad Est\ PTV = (0 + 430) + \frac{40}{2} = 0 + 450$$

Entonces la longitud de cada rama es:

$$Lr = \frac{L}{2} \quad Lr = \frac{40}{2} \quad Lr = 20m$$

## 5.- Elevaciones.

Elev. PIV = 87.28m

$$Elev. PCV = 87.28 - (0.01994) (20) \qquad Elev. PCV = 86.88 m.$$

$$Elev. PTV = 87.28 + (0.12534) (20) \qquad Elev. PTV = 89.79 m.$$

## 6.- Cálculo de las ordenadas.

Para ambas ramas:

$$V_{i,d} = \frac{(0.12534)-(0.01994)}{2(40)} \cdot \frac{20}{20} \cdot x_{i,d}^2 \qquad V_{i,d} = 1.318x10^{-3} X_{i,d}^2$$

Ordenada vertical.

$$e = \frac{(0.12534) - (0.01994)}{2(40)} \cdot (20)(20) = 0.523m$$

**7.- Cálculo de las elevaciones sobre tangente.**

Para la rama izquierda:

$$Ex_{s/t} = 86.88 + (0.01994)(X_i)$$

Para la rama derecha:

$$Ex_{s/t} = 89.79 - (0.12534)(X_d)$$

**8.- Cálculo de las elevaciones sobre la curva.**

Para la rama izquierda:  $E_{s/c} = (86.88 + (0.01994)(X_i)) + (1.318 \times 10^{-3} X_{i,d}^2)$

Para la rama derecha:  $E_{s/c} = (89.79 - (0.12534)(X_d)) + (1.318 \times 10^{-3} X_{i,d}^2)$

**9.- Punto más bajo (PB) de la curva.**

Obviamente este punto se encuentra al inicio de la curva, por tanto sus coordenadas coinciden con las del PCV:

*Est. PB = 0 + 410*

*Elev. PB = 86.88m*

**10.- Elevaciones de la curva vertical sobre la orilla interior.**

Punto	Estación	X	V	Elev S/T	Elev S/C
PCV	0+410	0	0.000	86.88	86.88
	0+ 420	10	0.132	87.08	87.21
PIV	0+430	20	0.523	87.28	87.80
	0+440	10	0.132	88.53	88.66
PTV	0+450	0	0.000	89.79	89.79

**Tabla V.1.11: Elevaciones de la curva vertical 3.**



## **CURVA VERTICAL 4.**

### **Datos:**

V = 30 KPH	$P_i = -0.00991 = -0.991\%$
Est. PIV = 0 + 027.76	$P_d = -0.10299 = -10.299\%$
Elev. PIV = 100.35 m	b = 0.03 = 3%
t: 1 Segundo por ser vía urbana	f: 0.4

### **1.- Diferencia algebraica de las pendientes.**

$$A = (-10.299) - (-0.991) \quad A = -9.308 \%$$

Es necesario diseñar la curva vertical ya que  $A = //9.308// > 0.5\%$ , por otro lado, la curva está en cresta, porque  $A$  es negativa.

### **2.- Cálculo de la distancia de parada.**

$$D_p = 0.28(30)(2.5) + \frac{(30)^2}{254(0.4 + 0.10299)} = 28.04m$$

### **3.- Cálculo de la longitud de la curva vertical.**

$$L = \frac{(9.308)(28.04)^2}{120 + 3.5(28.04)} = 33.54m$$

Redondeando a términos de veinte metros  $L = 40m$ .

Según la AASHTO: Primeramente se estipula el valor de  $K$ , esto se consigue realizando una interpolación cuadrática a los valores de la Tabla V.1.6 obteniéndose así:  $K = 4.297$

Luego:  $L = (4.297) (9.308) \quad L = 40 m$

### **4.- Estaciones.**

Est. PIV = 0 + 027.76

La curva se diseñó como simétrica, por tanto:

$$Est\ PCV = Est\ PIV - \frac{L}{2} \quad Est\ PCV = (0 + 027.76) - \frac{40}{2} = 0 + 007.76$$

$$Est\ PTV = Est\ PIV + \frac{L}{2} \quad Est\ PTV = (0 + 027.76) + \frac{40}{2} = 0 + 047.76$$

Entonces la longitud de cada rama es:

$$Lr = \frac{L}{2} \quad Lr = \frac{40}{2} \quad Lr = 20m$$

### 5.- Elevaciones.

Elev. PIV = 100.35m

$$Elev. PCV = 100.35 + (0.00991)(20) \quad Elev. PCV = 100.55m.$$

$$Elev. PTV = 100.35 - (0.10299)(20) \quad Elev. PTV = 98.29m.$$

### 6.- Cálculo de las ordenadas.

Para ambas ramas:

$$V_{i,d} = \frac{(-0.10299) - (-0.00991)}{2(40)} \cdot \frac{20}{20} \cdot x_{i,d}^2 \quad V_{i,d} = 1.173 \times 10^{-3} X_{i,d}^2$$

Ordenada vertical.

$$e = \frac{(-0.10299) - (-0.00991)}{2(40)} \cdot (20)(20) = 0.465m$$

### 7.- Cálculo de las elevaciones sobre tangente.

Para la rama izquierda:

$$Ex_{s/t} = 100.55 + (-0.00991)(X_i)$$

Para la rama derecha:

$$Ex_{s/t} = 98.29 - (-0.10299)(X_d)$$

### 8.- Cálculo de las elevaciones sobre la curva.

$$\text{Para la rama izquierda: } E_{s/c} = (100.55 + (-0.00991)(X_i)) + (1.173 \times 10^{-3} X_{i,d}^2)$$

$$\text{Para la rama derecha: } E_{s/c} = (98.29 - (-0.10299)(X_d)) + (1.173 \times 10^{-3} X_{i,d}^2)$$

### 9.- Punto más bajo (PB) de la curva.

Obviamente este punto se encuentra al final de la curva, por tanto sus coordenadas coinciden con las del PTV:

$$Est. PB = 0 + 047.76$$

$$Elev. PB = 98.29m$$

**10.- Elevaciones de la curva vertical sobre la orilla interior.**

Punto	Estación	X	V	Elev S/T	Elev S/C
PCV	0+007.76	0	0.000	100.55	100.55
	0+020	12.24	0.176	100.43	100.61
PIV	0+027.76	20	0.469	100.35	100.82
	0+040	7.76	0.071	99.09	99.16
PTV	0+047.76	0	0.000	98.29	98.29

**Tabla V.1.12: Elevaciones de la curva vertical 4.**

**CURVA VERTICAL 5.**

**Datos:**

V = 30 KPH

$P_i = 0.02618 = 2.618\%$

Est. PIV = 0 + 017

$P_d = 0.16974 = 16.974\%$

Elev. PIV = 83.70 m

$b = 0.03 = 3\%$

t: 1 Segundo por ser vía urbana

f: 0.4

**1.- Diferencia algebraica de las pendientes.**

$$A = (16.974) - (2.618) \quad A = 14.356 \%$$

Es necesario diseñar la curva vertical ya que  $A = //14.356// > 0.5\%$ , por otro lado, la curva está en columpio, porque A es positiva.

**2.- Cálculo de la distancia de parada.**

$$D_p = 0.28(30)(2.5) + \frac{(30)^2}{254(0.4 + 0.16974)} = 27.22m$$

**3.- Cálculo de la longitud de la curva vertical.**

$$L = \frac{(14.356)(27.22)^2}{120 + 3.5(27.22)} = 49.42m$$

Redondeando a términos de veinte metros  $L = 60m$ , pero debido a una obra existente ubicada en este tramo no permite construir un curva vertical de más de 30 m; por tanto se asumirá un  $L=30 m$ .

#### 4.- Estaciones.

Est. PIV = 0 + 017

La curva se diseñó como simétrica, por tanto:

$$\begin{aligned} Est\ PCV &= EstPIV - \frac{L}{2} & Est\ PCV &= (0 + 017) - \frac{30}{2} = 0 + 002 \\ Est\ PTV &= EstPIV + \frac{L}{2} & Est\ PCV &= (0 + 017) + \frac{30}{2} = 0 + 032 \end{aligned}$$

Entonces la longitud de cada rama es:

$$Lr = \frac{L}{2} \quad Lr = \frac{30}{2} \quad Lr = 15m$$

#### 5.- Elevaciones.

Elev. PIV = 83.70m

Elev. PCV = 83.70 - (0.02618) (15)      Elev. PCV = 83.31m.

Elev. PTV = 83.70 + (0.16974) (15)      Elev. PTV = 86.25 m.

#### 6.- Cálculo de las ordenadas.

Para ambas ramas:

$$V_{i,d} = \frac{(0.16974)-(0.02618)}{2(30)} \cdot \frac{15}{15} \cdot x_{i,d}^2 \quad V_{i,d} = 2.393x10^{-3} X_{i,d}^2$$

Ordenada vertical.

$$e = \frac{(0.16974) - (0.02618)}{2(30)} \cdot (15)(15) = 0.538m$$

#### 7.- Cálculo de las elevaciones sobre tangente.

Para la rama izquierda:

$$Ex_{s/t} = 83.31 + (0.02618)(X_i)$$

Para la rama derecha:

$$Ex_{s/t} = 86.25 - (0.16974)(X_d)$$

**8.- Cálculo de las elevaciones sobre la curva.**

Para la rama izquierda:  $E_{s/c} = (83.31 + (0.02618)(X_i)) + (2.393 \times 10^{-3} X_{i,d}^2)$

Para la rama derecha:  $E_{s/c} = (86.25 - (0.16974)(X_d)) + (2.393 \times 10^{-3} X_{i,d}^2)$

**9.- Punto más bajo (PB) de la curva. (5.37)**

El punto más bajo se encuentra al inicio de la curva, por tanto sus coordenadas coinciden con las del PCV:

*Est. PB = 0 + 002*

*Elev. PB = 83.31m*

**10.- Elevaciones de la curva vertical sobre la orilla interior.**

<b>Punto</b>	<b>Estación</b>	<b>X</b>	<b>V</b>	<b>Elev S/T</b>	<b>Elev S/C</b>
PCV	0+002	0	0.000	83.31	83.31
PIV	0+017	15	0.538	83.70	84.24
	0+020	12	0.345	84.21	84.56
PTV	0+032	0	0.000	86.25	86.25

**Tabla V.1.13: Elevaciones de la curva vertical 5.**

## **5.2 DISEÑO ESTRUCTURAL**

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

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

Los datos requeridos por el método brasileño de Murillo López de Souza son:

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

Estos datos se obtienen a partir de tablas predefinidas:

### **Para subrasante con CBR < 5%**

Se coloca un espesor entre 10 y 45 cm de terracería mejorada, dependiendo del valor del CBR y la precipitación pluvial de la zona.

## Para subrasante con CBR 5%

Precipitación	800	800 a 1500	1500
Adoquín	10	10	10
Arena	3 a 5	3 a 5	3 a 5
Base	20	20	20
Subbase	12	14	16
Espesor total (cm.)	42	46	50

**Tabla V.2.1: Espesores de la estructura según Precipitación.**

### 5.2.1 ESPESOR DE LA ESTRUCTURA.

La determinación del espesor total del pavimento se hace en función del índice soporte de la subrasante (IS), que será determinada en las condiciones de peso volumétrico máximo y humedad óptima. El método para el diseño de pavimento está basado en el CBR como medida de capacidad de soporte de los materiales del pavimento, siendo el valor del CBR corregido el que se denomina (IS) índice de soporte, para no confundirla con el índice de soporte California. El espesor de pavimento sobre la subbase será siempre el espesor mínimo de base + revestimiento (B + R).

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

- 1.- Materiales de subrasante: Los que, en las condiciones de compactación especificada, los que indican un índice de soporte inferior a 20.
- 2.- Materiales de sub base: Los que, en las condiciones de compactación especificadas, tienen un índice de soporte igual o superior a 20.
- 3.- Materiales de Base: Los que, en las condiciones de compactación, poseen un índice de soporte igual o superior a 30, dependiendo del tipo de tránsito y de la carga máxima de rueda.

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

<b>Índice de grupo</b>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9-10	11-12	13-14	15-17	18-20
<b>Índice de soporte</b>	20	18	15	13	12	10	9	8	7	6	5	4	3	2

**Tabla V.2.2: Valores del IS según el IG.**

NOTA: *El IS que se adaptará en el diseño no deberá ser superior al valor del CBR (IS CBR<sub>diseño</sub>). Además, en la sección de anexos se presenta la Tabla 10, los datos sombreados se utilizaron para este diseño. Debe tenerse en cuenta que estos valores deben ser incrementados según la Tabla 9.*

### 5.2.2 DISEÑO DE LA CARPETA DE RODAMIENTO

Datos

Tipo de tránsito medio

Carga por rueda de 4, 5 ó 6 ton 5 ton.

CBR de la sub-rasante 3%

Precipitación anual.

Clasificación AASHTO	Prueba de CBR
A-2-5(0)	75%
A-1-b(0)	58%
A-4(0)	27%
A-4(6)	3%
-	-
A-1-a(0)	75%
A-2-4(0)	48%
A-1-a(0)	75%
-	-
A-5(7)	4%
A-4(0)	27%
-	-
A-4(6)	3%
A-5 (7)	4%
A-4(0)	27%

**Tabla V.2.3: Valores de CBR\* según tipo de suelos**

\* Fuente: Laboratorio IDISA



Para Base y Subbase se tiene disponible un material con CBR = 60% (Banco rancho Rojo) y con IG = 0, y sus partículas finas con plasticidad media, se estima que es necesario colocar sub base puesto que el banco de préstamo es de un CBR muy bajo. El pavimento será dimensionado para un tránsito diario de:  $TPD = 1.5 (599) = 899$  veh/día.

CBR	Frecuencia	valores	porcentaje	
3	2	12	1	100%
4	2	10	0.83	83%
27	3	8	0.67	67%
48	1	5	0.42	42%
58	1	4	0.33	33%
75	3	3	0.25	25%
suma	12			

Tabla V.2.4: Valores de CBR con sus percentiles

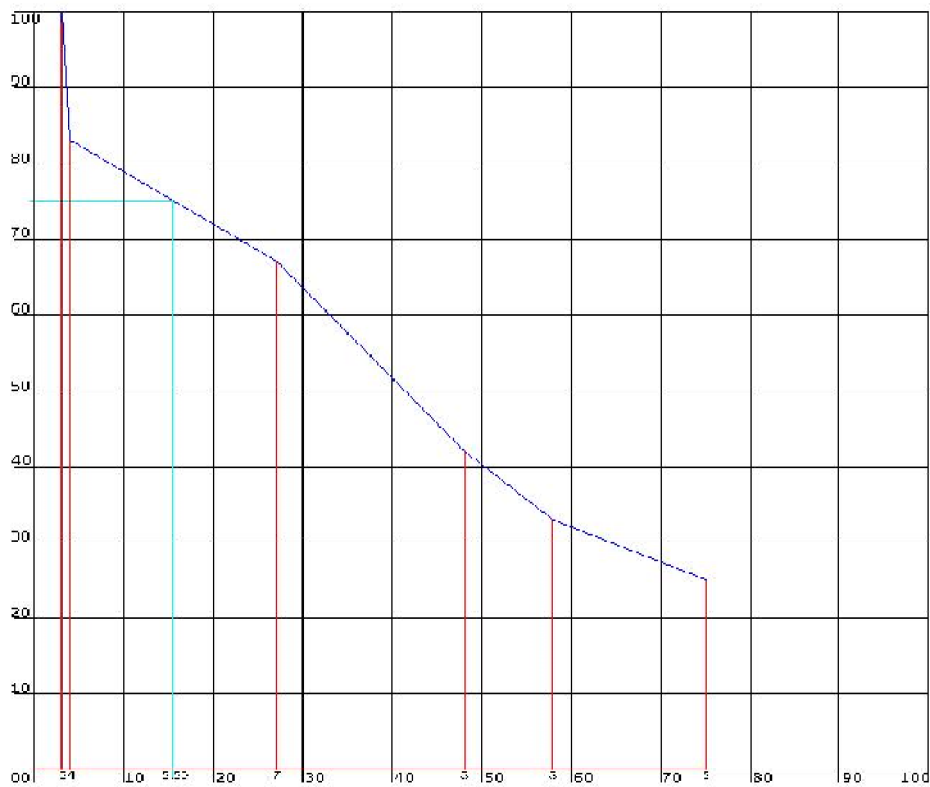


Figura V.2.1: Valores de CBR con sus percentiles

Teniendo en cuenta que el flujo vehicular en los tramos en estudio se clasifica en tránsito medio se requiere de un percentil del 75%\*, además, considerando los valores obtenidos en la tabla anterior se tiene para la subrasante existente un CBR de 15.50%

## 2.- Cálculo del índice de grupo de la subrasante (IGsr)

CBR = 15.50 % >de 10% OK

Utilizando los datos representados en la tabla de CBR se determinó el tipo de suelo predominante en la subrasante, se puede concluir que el suelo tipo A- 4 es el de mayor frecuencia, rango de IG está entre 3 y 27:

<u>CBR</u>	<u>IG</u>
3	0
15.50	IGsr
<u>27</u>	<u>8</u>

Interpolando estos valores se tiene:  $IGsr = 4.17$

## 3.- Cálculo del índice de soporte de la subrasante (ISsr)

La tabla V.2.2 indica que el IS de la subrasante está entre 1 y 2, por tanto se obtiene:

<u>IG</u>	<u>IS</u>
4	12
4.17	ISsr
<u>5</u>	<u>10</u>

Interpolando nuevamente:  $ISsr = 11.66$

El índice de soporte promedio es:  $IS = \frac{15.50+11.66}{2} = 13.58$  14. Este número representa el menor valor para el CBR de diseño (15.50%), cumpliendo así con que *el IS que se adaptará en el diseño no deberá ser superior al valor del CBR (IS  $\leq$  CBR<sub>diseño</sub>)*.

## 3.- Espesor de la Base

Teniendo una carga máxima de diseño es de 5 toneladas, un tránsito medio, una precipitación de 1,894 mm/año (Tabla 24 anexo) y un IS =14, entonces usando la tabla 10 de anexos se obtiene un espesor 29 cm. Generalmente este valor incluye Base y una Subbase.

\* Vease en la Tabla IV.2.1 Los percentiles según el Tipo de Tránsito.

#### 4.- Espesores requeridos.

Se incrementará en 20% los espesores por la intensidad de lluvia, esto se especifica en la tabla 9, así:

$$\text{Base} = (1.2) (29\text{cm})$$

$$\text{Base} = 34.8 \Rightarrow 35\text{cm}$$

Se ha redondeado a la unidad superior múltiplo más cercano porque es más fácil lograr un espesor de 35 cm que el de 34.8 cm, además se asegura que la estructura tenga mayor resistencia, y teniendo en cuenta que se utilizara el material del banco Rancho rojo se considera utilizar una Base de 22 cm y un sub base de 13 cm.

Teniendo en cuenta que el espesor de la cama de arena no presta ninguna aportación como estructura, se tiene finalmente que los espesores son:

Adoquín	10 cm
Arena	5 cm
Base	22 cm
Sub base	13 cm
TOTAL	50 cm

**Tabla V.2.5: Espesores requeridos.**

## **5.3 DISEÑO HIDRAULICO**

### **5.3.1 SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL.**

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

El agua de lluvia puede causar directa o indirectamente una grave erosión en las pendientes, hombros, cunetas, canales o puede obstruir las salidas de las alcantarillas.

El diseño de un buen drenaje depende en anticipar cuándo, en qué magnitud y cómo, el escurrimiento y el agua subterránea será un problema y en hacer por consiguiente las provisiones necesarias para remover tales excesos de agua tan rápido como sea posible para evitar interrupciones en el tránsito o excesivo costo de mantenimiento.

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

### **5.3.2 CUNETAS**

Las cunetas son zanjas que se hacen a ambos lados del camino con el propósito de recibir y conducir el agua pluvial de la mitad del camino (o de todo el camino en las curvas), el agua que escurre por los cortes y a veces la que escurre de pequeñas áreas adyacentes. Cuando las cunetas pasan del corte al terraplén, se prolongan a lo largo del pie del terraplén dejando una berma convencional entre dicho pie y el borde de la cuneta para evitar que se remoje el terraplén lo cual es causa de asentamientos.

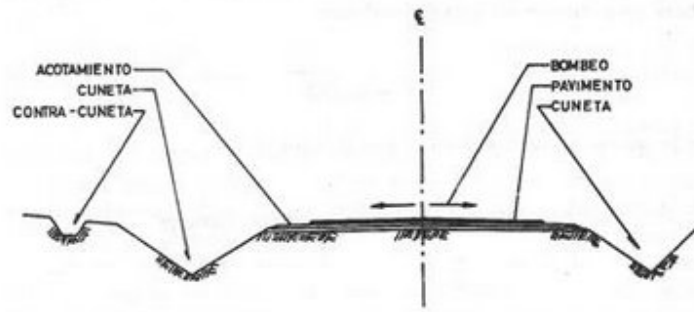


Figura V.3.1: Representación de Cunetas

Debido a que el área a drenar por las cunetas es relativamente pequeña, generalmente se proyectan éstas para que den capacidad a fuertes aguaceros de 10 a 20 minutos de duración. Se puede decir que se considera suficientemente seguro proyectar cada cuneta para que tomen el 80 % de la precipitación pluvial que cae en la mitad del ancho total del derecho de vía. Las dimensiones, la pendiente y otras características de las cunetas, se determinan mediante el flujo que va a escurrir por las mismas. Las cunetas generalmente se construyen de sección transversal triangular o trapezoidal y su diseño se basa en los principios del flujo en los canales abiertos.

En un flujo uniforme, las relaciones básicas se indican mediante la conocida fórmula de Manning:

$$V = (1/n) * R^{2/3} * S^{1/2}$$

En la que:

V = Velocidad promedio en metros por segundo

n = Coeficiente de rugosidad de Manning

R = Radio hidráulico en metros (área de la sección transversal entre perímetro mojado)

S = Pendiente del canal en metros por metro

La fórmula de Manning antes expuesta se obtiene de la fórmula de Chezy para canales en régimen uniforme:

$$V = C \sqrt{RS}$$

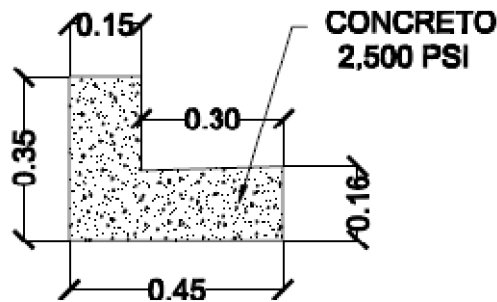
En la que se ha reemplazado C por el valor de:

$$C = (1/n) * R^{1/6} \text{ que fue propuesto por Manning}$$

### 5.3.3 MEMORIA DE CÁLCULO DE CUNETAS Y VADOS:

De acuerdo a los resultados obtenidos en el estudio hidrológico se propone a partir del caudal de diseño, dimensionar la cuneta que drenará dicho caudal. Se diseñará considerando las condiciones más críticas, es decir el mayor caudal obtenido, posteriormente se hará una comparación  $Q_D$  vs  $Q$ , debiéndose cumplir que:  $Q_D < Q$ .

Se proponen cuneta tipo caite, porque es la más común utilizada en calles urbanas, con las siguientes especificaciones:



### **CUNETA DE CONCRETO**

Se considerará para el diseño los datos del tramo más crítico:

$$Q_D = 0.015 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$S_{\min} = 2\%, \text{ usando } S = 3\%$$

$$= 0.015$$

### Por Máxima Eficiencia

#### **Área hidráulica**

Utilizando la ecuación:

$$Ah = Y^2 = (0.30)^2 = 0.09 \text{ m}^2$$

#### **Perímetro mojado**

$$Ph = 2Y \bar{2} = 0.8485 \text{ m}$$

#### **Radio hidráulico**

$$Rh = \frac{0.5Y}{\bar{2}} \quad Rh = \frac{0.5(0.30)}{\bar{2}} = 0.1061 \text{ m}$$

#### **Velocidad media**

$$V = \frac{1}{\eta} R^{2/3} S^{1/2} \quad V = \frac{1}{0.017} \left(0.1061^{2/3}\right) (0.03)^{1/2} = 2.283 \text{ m/s}$$

#### **Caudal drenado**

$$Q = V \cdot A = 1.863 \cdot 0.09 = 0.2055 \text{ m}^3/\text{s} > Q_D \checkmark$$

### **VADOS**

Con los datos obtenidos en el estudio hidrológico

Área a drenar = 2.30 Ha

Tiempo de Concentración = 1.56 min

Intensidad = 260.64 mm/h

$Q_d = 0.00119 \text{ m}^3/\text{s}$

Se proponen vados con las siguientes especificaciones:

$y = 0.15 \text{ m}$

$T = 1.20 \text{ m}$

$S_{\min} = 1 \%$

### 1. Área hidráulica

$$A = Y = \frac{1}{2}(1.2)(0.15) = 0.09m^2$$

### 2. Perímetro mojado

$$P = 2Y \cdot \bar{2} = 2(0.15)(\bar{2}) = 0.424m$$

### 3. Radio hidráulico:

$$Rh = \frac{0.5Y}{\bar{2}} \quad Rh = \frac{0.5(0.15)}{\bar{2}} = 0.053m$$

### 4. Velocidad media

$$V = \frac{1}{\eta} R^{2/3} S^{1/2} \quad V = \frac{1}{0.017} (0.053^{2/3}) (0.01)^{1/2} = 0.83 \text{ m/s}$$

### 5. Caudal drenado

$$Q = V \cdot A = 0.83 \cdot 0.09 = 0.0747 \text{ m}^3/\text{s} > Q_D \checkmark$$

#### 5.3.4 ALCANTARILLA

Una alcantarilla es una estructura que tiene por objeto sortear pequeñas corrientes de agua, en la mayoría de los casos se aplica cuando el flujo es interceptado por un camino, cuando se realiza el diseño geométrico de un camino, normalmente se interpone en el movimiento natural de escurrimiento de las aguas de la zona de desplazamiento.

#### Diseño de la alcantarilla:

Haciendo uso del nomograma (Ver Anexos Tabla 25), para diseño de alcantarillas y con un caudal de diseño de  $0.22 \text{ m}^3/\text{s}$  previamente determinado en el estudio hidrológico se diseña la alcantarilla:

- o Con el caudal de diseño de  $0.22 \text{ m}^3/\text{s}$ , se busca en la primera columna del nomograma las dimensiones de la alcantarilla a verificar y proponemos dimensiones de B y D de  $0.76m \cdot 0.50 m$  (30" \* 20") respectivamente.



- Se traza una recta que una ambos puntos, y se prolonga hasta que se intercepte la primera con el trío de rectas que están a la derecha del nomograma. Luego se traza una horizontal, y se elige el valor de  $H_e/D$  que corresponde al tipo de entrada que para nuestro caso es el tipo 2 entonces:

$$H_e/D = 0.70 \text{ por tanto } H_e = 0.392 \text{ m} < 0.91 \text{ m}$$

Está claro que este valor no es demasiado grande pues no llega siquiera a 0.91 m por lo tanto se concluye que la alcantarilla va a funcionar bien.

Es importante aclarar que el valor de  $H_e$  al que se refiere el nomograma no es exactamente el tirante de agua en la sección de entrada, sino la suma de este más la energía de velocidad.

**Condiciones finales:** Se usará un tubo de concreto de 36" de diámetro, además la alcantarilla será construida con alerones de piedra bolón a 45° en la entrada y salida de la misma.

## **CAPÍTULO VI: BALANCEO DE EQUIPO**

El balanceo de equipo consiste en el proceso de selección de la maquinaria en función de un programa de ejecución de la obra que resulte capaz de cumplir con los plazos estipulados por el mismo, previendo incluso causas de fuerza mayor. Los pasos a seguir en el balanceo de equipo son:

- 1.- Juzgar y elegir el equipo de construcción necesario para cada actividad de la obra.
- 2.- Elaborar la selección de maquinaria conforme a la existencia de estas.
- 3.- Fijar los tiempos de ejecución de cada parte de la obra en base a los manuales de cada tipo y/o de acuerdo a experiencias vividas en el campo.

### **6.1 MOVIMIENTO DE TIERRA**

En toda construcción por muy pequeña que sea se deben realizar movimientos de tierra, ya sea que se corte o rellene alguna zona donde el nivel del terreno no esté de acuerdo al nivel requerido.

El movimiento de tierra es un proceso que exige esfuerzo y tiempo por el cual se han determinado algunas especificaciones que son de mucha ayuda al momento de calcular las cantidades de obras. Por otro lado debe considerarse que durante este proceso pueden salir perjudicadas propiedades privadas y causar un impacto ambiental considerable.

#### **6.1.2 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-6)

**Extracción del material excavado:** Se utilizan cargadores frontales (pala mecánica) que carga a los camiones de acarreo (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 5 km al sitio de construcción.

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

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

**Compactación:** Este proceso debe efectuarse tal como establece en las especificaciones técnicas (Pág. 177).

Equipo utilizado en la compactación.

- |                                   |                              |
|-----------------------------------|------------------------------|
| 1.- Vibrocompactadora de rodillo. | 4.- Apisonadores neumáticos. |
| 2.- Unidad de llantas neumáticas. | 5.- Pisones.                 |
| 3.- Rodillos de ruedas lisas.     |                              |

La mayoría del equipo anteriormente mencionado se utiliza en carreteras de carpeta asfáltica, en este proyecto de adoquinado se utilizará la vibrocompactadora de rodillo y en caso de ser necesario se utilizarán compactadoras manuales

La siguiente tabla se muestra los resultados que se obtuvieron al calcular los volúmenes de tierra en cada uno de los ejes del proyecto bajo estudio.

Eje	Areas		Volúmenes	
	Corte	Relleno	Corte (m <sup>3</sup> )	Relleno (m <sup>3</sup> )
1	17.526	0.000	244.449	0.000
2	74.492	5.634	1414.979	104.851
3	13.476	14.751	201.921	295.230
4	20.649	0.000	257.405	0.000
5	26.999	0.644	372.572	12.888
6	26.845	0.000	435.990	0.000
7	5.471	0.061	67.300	6.548
<b>Total</b>	<b>185.458</b>	<b>21.090</b>	<b>2994.616</b>	<b>419.517</b>

**Tabla VI.1.1: Resumen de Volúmenes de tierra.**

\* Los volúmenes de corte y relleno se obtuvieron mediante el programa Autodesk Land Desktop 2004.

## 6.2 RENDIMIENTOS DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS

### 6.2.1 CONSIDERACIONES PARA EL USO DE EQUIPO.

**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 20lb/ton 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.

### 6.2.3 EQUIPO A UTILIZAR.

El rendimiento de los equipos para la ejecución de este proyecto fue seleccionado según la experiencia del Ministerio de la Construcción, el cual brindó la siguiente lista de actividades e información de los equipo para este tipo de construcción:

#### Abra y destronque:

Tractor D6	1200 m <sup>2</sup> /h
Cargador Frontal	105 m <sup>3</sup> /h
Volquetes	Según Ciclos

#### Excavación común:

Tractor D6	112 m <sup>3</sup> /h
Pala	105 m <sup>3</sup> /h
Volquete	Según ciclo
Motoniveladora	187.5 m <sup>3</sup> /h
Cisterna de Agua	Igual Horas Patrol
Compactadora de Rodillo	700 m <sup>3</sup> /h

Prestamos de Bancos de Material Selecto:

Tractor	75 m <sup>3</sup> /h
Pala	103 m <sup>3</sup> /h
Cargador	120 m <sup>3</sup> /h
Volquete	Según ciclo
Patrol	35 m <sup>3</sup> /h
Cisterna de Agua	Igual Horas Patrol
Compactadora	700 m <sup>3</sup> /h

Rehabilitación de caminos:

Patrol, Niveladora y conformadora	375 m <sup>2</sup> /h
Forja de cuneta:	105.75 ml/h
Cisterna de agua	Igual horas Patrol + Horas Compactadora
Compactadora	700 m <sup>3</sup> /h

$$\text{No. Camiones} = Q_{\text{Pala}} / Q_{\text{Camión}}$$

Además, las herramientas que se utilizaran para la ejecución del proyecto dentro de las cuales se pueden mencionar:

- Carretillas
- Palas
- Picos
- Mazos
- Cinceles
- Cuerdas
- Mangueras para nivelar
- Entre otras.

## 6.3 MEMORIA DE CALCULOS

### Maquinaria para Corte, relleno y conformación.

#### 1. Descapote.

Longitud total = 1021.78 m

Ancho = 7.50 m

Área a limpiar =  $1021.68 \times 7.50 = 7662.60 \text{ m}^2$

Equipo a utilizar: Motoniveladora 120H con 5 Vástagos

Producción:  $1200 \text{ m}^2/\text{h}$

Duración =  $\frac{7662.60 \text{ m}^2}{1200 \text{ m}^2/\text{h}} = 6.39 \text{ h}$

#### 2. Acopiar material de Corte.

Equipo a utilizar: Tractor D6

Rendimiento =  $112.5 \text{ m}^3/\text{h}$

Volumen de corte:  $2994.616 \text{ m}^3$

Volumen de corte abundado =  $2994.616 \times 1.3 = 3893.00 \text{ m}^3$

Duración de corte =  $\frac{3893.00 \text{ m}^3}{112.5 \text{ m}^3/\text{h}} = 34.6 \text{ h}$     35 horas

Suponiendo un uso mínimo de 6 horas diarias se tiene:

Duración máxima de posesión =  $\frac{35 \text{ h}}{6 \text{ h/d}} = 6 \text{ dias}$

#### 3. Carga de material sobrante de corte.

Equipo a utilizar: Cargador frontal

Rendimiento:  $105 \text{ m}^3/\text{h}$

Capacidad del cucharón:  $2 \text{ m}^3$

Duración de carga =  $\frac{3893.00 \text{ m}^3 - (419.517 \times 1.3)}{105 \text{ m}^3/\text{h}} = 31.88 \text{ h}$     32 horas

Suponiendo un uso mínimo de 6 horas diarias se tiene:

Duración máxima de posesión =  $\frac{32 \text{ h}}{6 \text{ h/d}} = 5.33 \text{ dias}$

#### 4. Transporte de material sobrante.

Equipo a utilizar: asumiendo un Camión Volquete DT 466E.

Capacidad: A ras =  $12\text{m}^3$                       Colmado =  $13.7\text{m}^3$ .

Distancia de acarreo: 2 Km hacia el vertedero +  $\frac{578.26\text{ m}}{1000} = 2.58\text{ Km}$

Velocidad Máxima de cargado = 56KPH

No. de ciclos que necesita el cargador para llenar el camión.  $\frac{12\text{ m}^3}{2\text{m}^3/\text{ciclo}} = 6\text{ ciclos}$

Tiempo de carga = (0.50 min / ciclo) (6 ciclos) = 3.12 minutos

Tiempo fijo descrito = 0.8 min (maniobras)

Tiempo de descarga = 1min

Velocidades medias:

V ida = 30KPH

V reg = 50KPH

Tiempo de viaje

Tiempo de ida =  $\frac{2.58\text{ Km}}{30\text{ KPH}} = 0.086\text{ horas} = 5.16\text{ minutos}$

Tiempo de regreso. =  $\frac{2.58\text{ Km}}{50\text{ KPH}} = 0.052\text{ horas} = 3.1\text{ minutos}$

Tiempo de viaje = 5.16 + 3.1 = 8.26 min.

Tiempo de ciclo = 3.12 + 0.8 + 1 + 8.26 = 13.18 min

No. de camiones necesarios para que el cargador no tenga tiempos muertos.

Camiones =  $\frac{13.18\text{ min}}{3.12\text{ min/camion}} = 5\text{ camiones}$

Número de viajes requeridos =  $\frac{3347.63\text{m}^3}{12\text{ m}^3/\text{viaje}} = 279\text{ viajes}$

Número de viajes por camión =  $\frac{279\text{ viajes}}{5\text{ camiones}} = 56\text{ viajes/camion}$

Tiempo de uso por camión =  $\frac{(56\frac{\text{viajes}}{\text{camion}})(13.18\text{min}/\text{viajes})}{60\text{min/h}} = 12.3\text{ h/camion}$

Duración de posesión =  $\frac{12.30\text{h}}{6\text{h/d}} = 2.5\text{ dias}$

## 5. Conformación del bombeo sobre la subrasante.

Equipo a utilizar: Motoniveladora 120H

Hoja estándar: 3.66 m de largo

Velocidad de operación: 4 KPH = 4000m/h

Ángulo de vertedera de trabajo: 30°

Longitud efectiva de hoja (Le): 3.17m

Eficiencia: 0.80

Altura de corte según bombeo = 9.9 cm

Espesor promedio de capa a cortar =  $\frac{9.9}{2 \times 100} = 0.0495m$

Producción = 187.5 m<sup>3</sup>/h

Volumen de material cortado =  $1021.68 \times 2 (0.5 \times 0.099 \times 3.3) = 333.78m^3$

Se estima que con 3 pasadas se logra un acabado uniforme en la conformación de ahí que: N = 3

Se considera que la máquina retrocede cada 50m a una velocidad promedio de 6KPH por lo cual existe un tiempo de retroceso (Tr).

$$Tr = \frac{1021.68m}{6000m/h} = 0.17 \text{ horas}$$

El operador labora un tiempo de 40min cada hora (Ftr) =  $\frac{40min}{60min} = 0.67$

Duración de conformación =  $N \frac{Vol}{R \times Ftr} + Tr$

Duración de conformación =  $3 \times \frac{333.78}{187.5 \times 0.67} + 0.17 = 8.15 \text{ horas}$

Duración en días =  $\frac{8.15 h}{6h/d} = 1.36 \text{ días}$

## 6. Cargar material cortado durante la conformación.

Equipo a utilizar: Cargador frontal

Rendimiento: 105 m<sup>3</sup>/h

Capacidad del cucharón: 2 m<sup>3</sup>

Duración de carga =  $\frac{333.78m^3 \times 1.3}{105m^3/h} = 4.13h$



Suponiendo un uso mínimo de 6 horas diarias se tiene:

$$\text{Duración máxima de posesión} = \frac{4.13\eta}{6\eta/d} = 0.70 \text{ días}$$

## 7. Transporte de material cortado durante la conformación.

Camión Volquete

Capacidad = 12 m<sup>3</sup>.

Número de camiones = 5

Tiempo de ciclo = 13.18 min

Volumen a transportar = 333.78 x 1.30 = 433.91 m<sup>3</sup>.

$$\text{Duración de transporte} = \frac{433.91 \text{ m}^3}{12 \text{ m}^3/\text{camion}} \times \frac{13.18 \text{ min}}{5 \text{ camiones}} = 95.31 \text{ min} \quad 1.60 \text{ horas}$$

$$\text{Duración máxima de posesión} = \frac{1.60\eta}{6\eta/d} = 0.30 \text{ días}$$

### Maquinaria para terraplén.

#### 1. Explotación de banco de materiales.

Área transversal de la base y sub base = (7.5) (0.35) = 2.63 m<sup>2</sup>.

Volumen compacto de material selecto = 2.63 m<sup>2</sup> x 1021.68 m = 2681.91 m<sup>3</sup>

Volumen suelto de material selecto requerido =  $\frac{2681.91 \times 1.30}{3} = 1162.16 \text{ m}^3$

Volumen de material selecto abundado = 3486.48 m<sup>3</sup>.

Se ha multiplicado por 1.30 debido al factor de abundamiento y se divide entre 3 ya que la base se conformará en tres capas una de 13 cm de Subbase, otra 10 cm y una de 20 cm para completar los 22 cm de base.

Equipo a utilizar para la explotación de banco:

Excavadora

Capacidad del cucharón colmado = 1.2 m<sup>3</sup>.

Velocidad máxima de desplazamiento = 4.6KPH

Producción = 120 m<sup>3</sup>/h

Tiempo de ciclo aproximado = 0.5 min

$$\text{Duración de la extracción del material selecto} = \frac{3486.48 \text{ m}^3}{120 \text{ m}^3/\text{h}} = 29.05 \text{ h.}$$

$$\text{Duración de posesión} = 4.84 \text{ días.}$$

## 2. Transporte de material selecto.

Se utilizarán los mismos camiones que en el corte.

$$\text{Distancia de acarreo} = 4.5 \text{ Km} + \frac{578.26 \text{ m}}{1000} = 5.08 \text{ Km}$$

$$\text{No. de ciclos que necesita la excavadora para llenar el camión.} = \frac{12 \text{ m}^3}{1.2 \text{ m}^3/\text{ciclo}} = 10 \text{ ciclos}$$

Velocidad de ida = 30KPH (Cargado)

Velocidad de regreso = 50KPH (Vacío)

Tiempo de ciclo:

$$\text{Tiempo de ida} = \frac{5.08 \text{ Km}}{30 \text{ KPH}} = 0.169 \text{ horas} = 10.16 \text{ min}$$

$$\text{Tiempo de regreso.} = \frac{5.08 \text{ Km}}{50 \text{ KPH}} = 0.102 \text{ horas} = 6.12 \text{ min}$$

$$\text{Tiempo de carga} = 10 \text{ ciclos} \times \frac{0.50 \text{ min}}{\text{ciclo}} = 5 \text{ min}$$

Tiempo de maniobra = 1.5min

Tiempo descarga = 1min

$$\text{Tiempo de ciclo del camión} = 10.16 + 6.12 + 5 + 1.5 + 1 = 23.86 \text{ min}$$

$$\text{Número de camiones} = \frac{23.86 \text{ min}}{5 \text{ min/camion}} = 5 \text{ camiones}$$

$$\text{Número total de viaje} = \frac{3486.48 \text{ m}^3}{12 \text{ m}^3} = 291 \text{ viajes}$$

$$\text{Viajes por camión} = \frac{291 \text{ viajes}}{5 \text{ camiones}} = 59 \text{ viajes /camion}$$

$$\text{Tiempo transporte material} = (59 \text{ viajes /camión})(23.86 \text{ min/viajes}) = 1407.74 \text{ min/camión}$$

Tiempo transporte material = 23.46 horas

Duración de posesión = 3.91 días

### 3. Tendido y humectación de material selecto.

Equipo a utilizar: Motoniveladora 120H

Espesor de la capa (e) = 13 cm compactados

Velocidad de operación (V) = 4KPH

Producción = 187.5 m<sup>3</sup>

Eficiencia (E) = 0.75

Número de pasadas a lo ancho de la sub base

$$N = \frac{\text{ancho del tramo}}{\text{Le x Traslape}} = \frac{7.5 \text{ m}}{3.17 \text{ m (0.8)}} = 2.37 \quad 3$$

Total de pasadas:

- Para Tender material      3 pasadas

- Para homogenizar          6 pasadas

- Para conformar            3 pasadas

Total                          12 pasadas

$$\text{Tiempos de retroceso: } Tr = \frac{\text{Distancia a conformar}}{V} \times N = \frac{1021.68 \text{ m}}{4000 \text{ m/h}} \times 12 = 3.07 \text{ horas}$$

Material a tender y a humectar:

$$\text{Para base} = (7.50 \text{ m}) (0.22 \text{ m}) (1021.68 \text{ m}) (1.3) = 2191.50 \text{ m}^3$$

$$\text{Para Subbase} = (7.50 \text{ m}) (0.13 \text{ m}) (1021.68 \text{ m}) (1.3) = 1294.98 \text{ m}^3$$

Cada metro cubico de material para base se necesita ser estabilizado con 3.5 bolsas de Cemento.

$$2191.50 \text{ m}^3 \times 3.5 \frac{\text{bolsas}}{\text{m}^3} = 7370.26 \text{ bolsas}$$

$$7.5 \text{ bolsas} = \text{m}^3 \text{ por tanto } \frac{7370.26 \text{ m}^3}{7.5 \text{ bolsas/m}^3} = 1022.70 \text{ m}^3$$

$$\text{Entonces la cantidad de material a tender} = 2191.50 + 1294.98 + 1022.70 = 4509.18 \text{ m}^3$$

$$\text{Duración} = \frac{4509.18 \text{ m}^3}{187.5 \text{ m}^3/\text{h}} + 3.07 \text{ horas} = 27.12 \text{ horas}$$

Duración = 4.52 días.

#### **4. Compactación de capa Subbase:**

Equipo a utilizar: Compactador vibratorio

Ancho de tambor estándar = 2.13m

Espesor de la capa (e) = 13 cm

Velocidad de operación = 5KPH

Eficiencia (E) = 0.75

Traslape o superposición = 15cm

Para alcanzar un grado de compactación del 95% Proctor Estándar se requiere de 6 pasadas sobre la misma banda. (N = 6)

Ancho de compactación por pasada (A):  $A = 2.13 \text{ m} - 0.15 \text{ m} = 1.98 \text{ m}$

$$\text{Producción real} = \frac{1.98 \times 5000 \times 0.13}{6} \times 0.75 = 160.712 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Tiempo para compactar una banda} = \frac{1294.98 \text{ m}^3}{160.712 \text{ m}^3/\text{h}} = 8.06 \text{ horas}$$

$$\text{Número de bandas} = \frac{7.5 \text{ m}}{1.98 \text{ m}} = 4$$

Duración total de compactación = 4 x 8.05 horas = 32.19 horas

$$\text{Duración de posesión} = \frac{32.19 \text{ h}}{6 \text{ h/d}} = 5.37 \text{ días}$$

Con los mismos parámetros de compactación de la Subbase, se compactara las dos capas de base.

#### **5. Compactación de la primera capa de la base con espesor de 12 cm.**

$$\text{Producción real} = \frac{1.98 \times 5000 \times 0.12}{6} \times 0.75 = 148.5 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Tiempo para compactar una banda} = \frac{1546 \text{ m}^3}{148.5 \text{ m}^3/\text{h}} = 10.41 \text{ horas}$$

$$\text{Número de bandas} = \frac{7.5 \text{ m}}{1.98 \text{ m}} = 4$$

Duración total de compactación = 4 x 10.41 horas = 41.64 horas

$$\text{Duración de posesión} = \frac{41.64 \text{ h}}{6 \text{ h/d}} = 6.94 \text{ días}$$

## **6. Compactación de la segunda capa de la base con espesor de 10 cm.**

$$\text{Producción real} = \frac{1.98 \times 5000 \times 0.10}{6} \times 0.75 = 123.75 \text{ m}^3/\text{h}.$$

$$\text{Tiempo para compactar una banda} = \frac{1288.34 \text{ m}^3}{123.75 \text{ m}^3/\text{h}} = 10.41 \text{ horas}$$

$$\text{Número de bandas} = \frac{7.5 \text{ m}}{1.98 \text{ m}} = 4$$

$$\text{Duración total de compactación} = 4 \times 10.41 \text{ horas} = 41.64 \text{ horas}$$

$$\text{Duración de posesión} = \frac{41.64 \text{ h}}{6 \text{ h/d}} = 6.94 \text{ días}$$

Nota: Las horas de la cisterna para humectar el material de la base y subbase a compactar es igual a las horas de la Motoniveladora.

ACTIVIDAD	EQUIPO	CANTIDAD	DURACION	
			HORAS	DIAS
Descapote	Motoniveladora	1	6.39	1.06
Humectación	Cisterna	1	6.39	1.06
Acopio Mat Corte	Tractor	1	35.00	6.00
Carga Mat Sobrante	Cargador F.	1	32.00	5.36
Transp. Mat Sobrante	Camiones	5	12.30	2.50
Conform. Bombeo	Motoniveladora	1	5.83	1.00
Carga Mat. Conformación	Cargador F.	1	4.13	0.70
Humectacion Conformacion	Cisterna	1	5.83	1.00
Trans Mat Sobr. Conformación	Camión	5	1.60	0.30
Explot. Banco Materiales	Excavadora	1	29.05	4.84
Transporte Mat Selecto	Camiones	5	23.46	3.91
Tendido Material Selecto	Motoniveladora	1	27.12	4.52
Humectación de Mat. Selecto	Cisterna	1	26.16	4.36
Compactacion Base y Subbase	Compactadora	1	115.47	19.25

Tabla VI.3.1: Resumen de tiempos de equipos por actividad\*

\* Ver Costo de Renta Horaria de Balanceo de Equipo en el Presupuesto

## **CAPÍTULO VII: PLANEACION Y PRESUPUESTO**

### **7.1 PRESUPUESTO**

El diseño de un proyecto constructivo no está terminado sin antes haber resuelto uno de los puntos más importantes para el dueño, el *costo de la obra*, ya que es por medio de este que se llegará a la decisión de ejecutar o no el proyecto en cuestión.

El interés financiero que supone un proyecto de cualquier magnitud es el que vendrá a colaborar para la realización del mismo. Es por eso que debe presentarse un informe detallado de los costos de cada uno de los recursos, estableciendo en conjunto lo que se conoce como *presupuesto*.

#### **Variables que se deben considerar para calcular el presupuesto de un proyecto.**

Al momento de preparar los costos de un proyecto, se deben considerar, todas las variables que afectan su ejecución, entre estas se pueden mencionar las siguientes:

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

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

En la estimación de los costos de venta, se debe hacer el correspondiente cálculo de los costos indirectos, costos por admón., márgenes de utilidad e imprevistos a fin de determinar el factor de sobre costo que se aplicará a los costos directos del proyecto, además, se debe tener en consideración que los impuestos también forman parte de la estructura de costos indirectos.

## **7.2 EL PROCESO DE PLANEACIÓN**

La planeación no es una etapa independiente, es decir, no se puede hablar de un antes y un después al proceso de planificación puesto que según avance el proyecto será necesario modificar tareas, reasignar recursos, etc.

Durante la ejecución del proyecto, la planeación permite la revisión sistemática de situaciones actuales de forma que pueden concederse tolerancias en cuanto a los efectos de incertidumbres en la planeación original, a la vez que permite llevar a cabo una reevaluación de incertidumbres futuras y las medidas iniciadas como remedio para las operaciones que requieren corrección o aceleración.

Muchas de las grandes empresas elaboran la programación de los proyectos mediante el uso de software, sin embargo esto no significa que dicha planeación se halla elaborado en forma eficiente ya que ciertos datos digitados requieren de cálculos manuales, un ejemplo adecuado son las normas de rendimiento horarias.

### **7.2.1 TÉCNICAS DE PROGRAMACIÓN.**

Las técnicas de planificación se ocupan de estructurar las tareas a realizar dentro del proyecto definiendo la duración y el orden de ejecución de las mismas, mientras que las técnicas de programación tratan de ordenar las actividades de forma que se pueden identificar las relaciones temporales lógicas entre ellas, determinando el calendario o los instantes de tiempo en que debe realizarse cada una. La programación debe ser coherente con los objetivos perseguidos y respetar las restricciones existentes (recursos, costos, cargas de trabajo, etc.)

La programación consiste por lo tanto en fijar, de modo aproximado, los instantes de inicio y terminación de cada actividad. Algunas actividades pueden tener holgura y otras no (actividades críticas).

### **Diagrama de Gantt.**

Muestra las fechas de comienzo y finalización de las actividades y las duraciones estimadas.

El gráfico de Gantt es la forma habitual de presentar el plan de ejecución de un proyecto, recogiendo en las filas la relación de actividades a realizarse y en las columnas la escala de tiempos que se está manejando, mientras la duración y situación en el tiempo de cada actividad se representa mediante una línea dibujada en el lugar correspondiente.

### **Camino o ruta crítica.**

El camino crítico en un proyecto es la sucesión de actividades que dan lugar al máximo tiempo acumulativo. Determina el tiempo más corto que se puede tardar en hacer el proyecto si se dispone de todos los recursos necesarios.

### **Actividades críticas.**

Una actividad es crítica cuando no se puede cambiar sus instantes de comienzo y finalización sin modificar la duración total del proyecto. La concatenación de actividades críticas es el camino crítico. En una actividad crítica la fecha más temprana de inicio coincide con la más tardía de comienzo. La holgura para estas actividades es cero.



**MEMORIA DE CALCULO DE PRESUPUESTO DE ADOQUINADO  
COMOAPA-NICARAGUA**

**Cantidades de obra:**

<b>Longitud total de calle del proyecto</b>	1063	ml		
<b>Longitud total de calle a adoquinar</b>	1021,68	ml		
<b>Área a adoquinar</b>	6.436,58		Área cunetas	Área de adoq
<i>MI de cunetas:</i>	2.000,30	ml	900,14	6436,58
<i>M² de vados mamp. REF. 1.20m</i>	121,20	m²	Área Vigas long.	300
<i>No. de vados=</i>	8,00	c/u	Área Radio de Giros	25,84
			7662,60	m2 total
			ML de vados	101
Base de material selecto:	0,22	m	Sección relleno:	Área total
Sub base de material selecto:	0,13	m	0,35	7.662,60
			M3 compacto	Mas % abund 1.3
<b>Material p/relleno en total</b>	3.486,48	m³	2681,91	3486
<i>Explotación Banco/Préstamo</i>	3.486,48	m³	Banco a utilizar "Rancho Rojo" ubicado a 4.5 kms del sitio	
<i>Conformación y compact</i>	7.662,60	m²		
<i>Acarreo de material selecto</i>	3.486,48	m³		
<i>Corte de tierra con excavadora</i>	2.681,91	m³		
<i>Material sobrante de excavación</i>	3.486,48	m³		

**Etapa :** 250 **PRELIMINARES**  
**Sub Etapa : 01** **Trazo y Nivelación** m² = 7663

**1) Nivelación para adoquinado:** 6437 m2

Nylon 080 Rendimiento: 1 rollo x cada 1000 m2.  
 Total= **6 rollos**

Para nivelacion en la construccion de terracería se colocan 1 estaca de 1.20 ml (long) a/c 20.00 ml ambas bandas

Long. De calles: **1.021,68** **Total piezas: 51**

**Lista de Materiales**

Descripción	U.M.	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Nylon No. 080	rollos	6,00	40,00	240,00
Pino de 2"x2"x5 vrs	c/u	51,00	90,00	4.590,00
Pino de 1"x 3" x 2vrs	pza	26,00	27,00	702,00
				<b>C\$ 5.532,00</b>

**B. TRANSPORTE:**

77,00 (Reglas) x C\$ 2,50 C\$ 192,50

Total= C\$ 192,50

Descripción	U.M.	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Nivelación para adoquinado	m2	6436,58	1,46	9397,41264
				<b>C\$ 9.397,41</b>

**RESUMEN**

<b>COSTO DE MATERIALES :</b>	<b>C\$ 5.532,00</b>
<b>COSTO DE MANO DE OBRA :</b>	<b>C\$ 9.397,41</b>
<b>TRANSPORTE:</b>	<b>C\$ 192,50</b>
<b>COSTO UNITARIO :</b>	<b>C\$ 2,35</b>
<b>COSTO TOTAL:</b>	<b>C\$ 15.121,91</b>

**2) Nivelación para cunetas:**

Las niveletas se colocarán a cada 10mt y con un factor de uso de 3

Nº de niveletas = distancia total de cunetas/10+1 =

201	niveletas	<b>= 67,00</b>
3	(factor de uso)	<b>niveletas</b>

**A) MATERIALES**

Para 1 niveleta sencilla

1 lb de clavos de 2" tiene clavos	245
1 lb de clavos de 1" tiene clavos	560

**Nota: El desperdicio va incluido en los materiales.**

Pino de 2"x 4" x 4vrs	pza	1,00
Pino de 1"x 3" x 2vrs	pza	1,00
Clavos de 2"	c/u	4,00
Clavos corrientes de 1"	c/u	3,00

**Lista de Materiales**

Descripción	U.M.	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Pino de 2"x4"x4vrs	pza	67,00	144,00	9648
Pino de 1"x3"x2vrs	pza	67,00	27,00	1809
Clavos de 2"	lb	3,00	13,50	40,50
Clavos de 1"	lb	0,82	13,50	11,08
				<b>C\$ 11.508,58</b>

**B. TRANSPORTE:**

134 (Reglas) x C\$ 2,50 C\$ 335,00

Total= C\$ 335,00

**C. MANO DE OBRA**

Costo Mano de Obra

p/niveleta: C\$ 12,00

**Costo total mano de obra:** C\$ 804,00

**RESUMEN**

<b>COSTO DE MATERIALES :</b>	<b>C\$ 11.508,58</b>
<b>COSTO DE MANO DE OBRA :</b>	<b>C\$ 804,00</b>
<b>TRANSPORTE:</b>	<b>C\$ 335,00</b>
<b>COSTO UNITARIO :</b>	<b>C\$ 1,65</b>
<b>COSTO TOTAL:</b>	<b>C\$ 12.647,58</b>

<b>Etapa :</b>	<b>250</b>	<b>PRELIMINARES</b>
<b>Sub Etapa : 01</b>	<b>Trazo y Nivelacion</b>	m <sup>2</sup> = 7.662,60

**3) Hacer y colocar niveleta sencilla**

Nº de niveletas = = 67,00 niveletas

Costo Mano de Obra p/colocar niveleta: C\$ 12,00

**Costo total mano de obra:** C\$ 804,00

<b>COSTO DE MANO DE OBRA</b>	<b>C\$ 804,00</b>
<b>COSTO UNITARIO :</b>	<b>C\$ 10,00</b>
<b>COSTO TOTAL:</b>	<b>C\$ 804,00</b>

**4) Trazo y nivelación para vados**

Total ml de vado x 25 C\$/ ml = 101,00

Costo de mano de obra por ml: C\$ 25,00

Costo total mano de obra: C\$ 2.525,00

<b>COSTO DE MANO DE OBRA :</b>	<b>C\$ 2.525,00</b>
<b>COSTO UNITARIO:</b>	<b>C\$ 25,00</b>
<b>COSTO TOTAL:</b>	<b>C\$ 2.525,00</b>

**5) Hacer y colocar niveleta sencilla para vados.**

Las niveletas se colocarán 2 por cada vado

Factor de uso= 3

Total No. de vado 8,00

Nº de niveletas = 5 niveletas

**MATERIALES**

Para 1 niveleta sencilla

**Nota: El desperdicio va incluido en los materiales.**

1 lb de clavos de 2" tiene	245
1 lb de clavos de 1" tiene	560

Pino de 2"x 4" x 4vrs	pza	1,00
Pino de 1"x 3" x 2vrs	pza	1,00
Clavos de 2"	c/u	4,00
Clavos corrientes de 1"	c/u	3,00

### Lista de Materiales

Descripción	U.M.	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Pino de 2"x4"x4vrs	pza	5,00	144,00	720,00
Pino de 1"x3"x2vrs	pza	5,00	27,00	135,00
Clavos de 2"	lb	0,02	13,50	0,22
Clavos de 1"	lb	0,01	13,50	0,07
				<b>855,29</b>

#### MANO DE OBRA

Costo Mano de Obra p/niveleta: C\$ 12,00  
**Costo total mano de obra:** C\$ 60,00

#### TRANSPORTE:

10 (Tablas y/o reglas) x C\$ 2,5 C\$ 25,00

<b>COSTO DE MATERIALES :</b>	<b>C\$ 855,29</b>
<b>COSTO DE MANO DE OBRA :</b>	<b>C\$ 60,00</b>
<b>TRANSPORTE:</b>	<b>C\$ 25,00</b>
<b>COSTO UNITARIO :</b>	<b>C\$ 117,54</b>
<b>COSTO TOTAL:</b>	<b>C\$ 940,29</b>

**Sub Etapa : 02                      Hacer batea de 2,5 vrs x 2,5vrs**

#### MATERIALES

Para 1 batea

**Nota: El desperdicio va incluido en los materiales.**

Pino de 2"x2" x5vrs	pza	4,00	
Pino de 2"x 4" x2,5vrs	pza	7,00	1 lb de clavos de 2" tiene 245 clavos
Pino de 1"x 3" x2vrs	pza	1,00	1 lb de clavos de 2 1/2" tiene 80 clavos
Pino de 1"x12" x2,5vrs	pza	11,00	1 lb de clavos de 3" tiene 60 clavos
Pino de 1"x3" x5vrs	pza	3,00	
Clavos de 2"	c/u	16,00	
Clavos de 2 1/2"	c/u	80,00	
Clavos de 3"	c/u	120,00	

Descripción	U.M.	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Pino de 2"x2"x5vrs	pza	4,00	90,00	360,00
Pino de 2"x4"x5 vrs	pza	7,00	180,00	1260,00
Pino de 1"x3"x 2vrs	pza	1,00	27,00	27,00
Pino de 1"x12"x5vrs	pza	11,00	270,00	2970,00
Pino de 1"x 3"x 5vrs	pza	3,00	67,50	202,50
Clavos de 2"	lb	0,07	13,50	0,88
Clavos de 3"	lb	1,50	15,00	22,50
Clavos de 2 1/2"	lb	1,50	15,00	22,50
<b>TOTAL</b>				<b>4.865,38</b>

**TRANSPORTE:**

26,00 (Tablas y reglas) x	C\$ 2,50	C\$ 65,00
3,00 (clavos) x =	C\$ 0,50	C\$ 1,50

**MANO DE OBRA**

C\$ 66,50

Costo Mano de Obra/ batea:	C\$ 180,00
<b>Costo total mano de obra:</b>	<b>C\$ 180,00</b>

<b>COSTO DE MATERIALES :</b>	<b>C\$ 4.865,38</b>
<b>COSTO DE MANO DE OBRA :</b>	<b>C\$ 180,00</b>
<b>COSTO UNITARIO:</b>	<b>C\$ 5.111,88</b>
<b>TRANSPORTE:</b>	<b>C\$ 66,50</b>
<b>COSTO TOTAL:</b>	<b>C\$ 5.111,88</b>

**Sub Etapa : 03                      Hacer zaranda de 1.80 x 1,20 m**

**MATERIALES**

Para 1 zaranda

Nota: El desperdicio va incluido en los materiales.

Malla Nº 4	ml	2,00
Pino de 1"x 3" x 2,5vrs	pza	8,00
Pino de 1"x 3" x 1,5vrs	pza	7,00
Clavos de 2"	lb	0,25
Alambre galvanizado	lb	1,00

Descripción	U.M.	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Pino de 1"x3"x2,5vrs	pza	8,00	33,75	270,00
Pino de 1"x3"x1,5vrs	pza	7,00	20,25	141,75
Clavos de 2"	lb	0,25	13,50	3,38
Alambre galvanizado Nº 16	lb	2,00	15,00	30,00
Malla #4	ml	2,00	45,00	90,00
<b>TOTAL</b>				<b>535,13</b>

Costo de mano de obra por zaranda:	C\$ 60,00
<b>Costo total mano de obra:</b>	<b>C\$ 60,00</b>

**TRANSPORTE:**

15,00 (Tablas y reglas) X	C\$ 2,50	C\$ 37,50
0,25 (clavos) x	C\$ 0,50	C\$ 0,13
2,00 lbs(alambre) x	C\$ 0,50	C\$ 1,00
2,00 ml (malla) x	C\$ 0,50	C\$ 1,00
		C\$ 39,63

<b>COSTO DE MATERIALES :</b>	<b>C\$ 535,13</b>
<b>COSTO DE MANO DE OBRA :</b>	<b>C\$ 60,00</b>
<b>TRANSPORTE:</b>	<b>C\$ 39,63</b>
<b>COSTO UNITARIO:</b>	<b>C\$ 634,75</b>
<b>COSTO TOTAL:</b>	<b>C\$ 634,75</b>

**Sub Etapa : 04 Replanteo topográfico**

Longitud de replanteo ml = 1063 ml

Costo Mano de Obra /ml C\$ 4,50

**Costo total mano de obra:** C\$ 4.783,50

<b>COSTO DE MANO DE OBRA :</b>	<b>C\$ 4.783,50</b>
<b>COSTO UNITARIO :</b>	<b>C\$ 4,50</b>
<b>COSTO TOTAL:</b>	<b>C\$ 4.783,50</b>

**Sub Etapa : 05 Hacer rótulo**

**Costo de rótulo =** C\$ 3.000,00 Cantidad =

Costo Mano de Obra y material /rótulo C\$ 3.000,00

**Costo total mano de obra y material:** C\$ 3.000,00

<b>COSTO DE MATERIAL :</b>	<b>C\$ 3.250,00</b>
<b>COSTO DE M/O:</b>	<b>C\$ 3.000,00</b>
<b>TRANSPORTE</b>	<b>C\$ 150,00</b>
<b>COSTO UNITARIO :</b>	<b>C\$ 6.400,00</b>
<b>COSTO TOTAL:</b>	<b>C\$ 6.400,00</b>

**Sub Etapa : 7 Instalar rótulo**

Costo Mano de Obra /instalar rótulo C\$ 65,00

**Costo total mano de obra:** C\$ 65,00

<b>COSTO DE MANO DE OBRA :</b>	<b>C\$ 65,00</b>
<b>COSTO UNITARIO :</b>	<b>C\$ 65,00</b>
<b>COSTO TOTAL:</b>	<b>C\$ 65,00</b>

### RESUMEN ETAPA 250 PRELIMINARES

#### Materiales

Descripción	U.M.	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Nylon 080	rollo	6,00	C\$ 40,00	C\$ 240,00
Pino de 1"x3"x2vrs	c/u	99,00	C\$ 27,00	C\$ 2.673,00
Pino de 2"x4"x4vrs	c/u	72,00	C\$ 144,00	C\$ 10.368,00
Pino de 2"x4"x5vrs	c/u	7,00	C\$ 180,00	C\$ 1.260,00
Pino de 2"x2"x5vrs	c/u	55,00	C\$ 90,00	C\$ 4.950,00
Pino de 1"x12"x5vrs	c/u	11,00	C\$ 270,00	C\$ 2.970,00
Pino de 1"x3"x 5vrs	c/u	3,00	C\$ 67,50	C\$ 202,50
Pino de 1"x3"x 1.5vrs	c/u	7,00	C\$ 20,25	C\$ 141,75
Pino de 1"x3"x 2.5vrs	c/u	8,00	C\$ 33,75	C\$ 270,00
Clavos de 3"	lbs	1,50	C\$ 15,00	C\$ 22,50
Clavos de 2 1/2"	lbs	1,50	C\$ 15,00	C\$ 22,50
Clavos de 2"	lbs	3,33	C\$ 13,50	C\$ 44,98
Clavos corrientes de 1"	lbs	0,83	C\$ 13,50	C\$ 11,15
Alambre galvanizado No. 16	lbs	2,00	C\$ 15,00	C\$ 30,00
Malla #4	yarda	2,00	C\$ 45,00	C\$ 90,00
RÓTULO DE 1,22 M X 2,44 M (ESTRUCTURA METÁLICA & ZINC LISO)	glb	1,00	3.250,00	C\$ 3.250,00
<b>Total</b>				<b>C\$ 26.546,37</b>

#### Mano de obra

Descripción	U.M.	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
1) Nivelación para adoquinado:	m2	6.436,58	C\$ 1,46	C\$ 9.397,41
2) Nivelación para cunetas:	ML	67,00	C\$ 12,00	C\$ 804,00
3) Hacer y colocar niveleta sencilla	c/u	67,00	C\$ 12,00	C\$ 804,00
4) Trazo y nivelación para vados	ML	101,00	C\$ 25,00	C\$ 2.525,00
5) Hacer y colocar niveleta sencilla para vados.	c/u	5,00	C\$ 12,00	C\$ 60,00
Hacer batea de 2,5 vrs x 2,5vrs	c/u	1,00	C\$ 180,00	C\$ 180,00
Hacer zaranda de 1.80 x 1,20 m	c/u	1,00	C\$ 60,00	C\$ 60,00
Replanteo topográfico	ml	1.063,00	C\$ 4,50	C\$ 4.783,50
Hacer rótulo	c/u	1,00	C\$ 3.000,00	C\$ 3.000,00
Instalar rótulo	c/u	1,00	C\$ 65,00	C\$ 65,00
<b>Total</b>			<b>TOTAL DE MANO DE OBRA</b>	<b>C\$ 21.678,91</b>

**ETAPA: 260 MOVIMIENTO DE TIERRA**

**SUB ETAPA**

**1.- DESCAPOTE CON MOTONIVELADORA 120 H**

RENTA HORARIA	US\$	50,00	NORMA /HR/M <sup>3</sup>	120,00
RENDIMIENTO	M <sup>2</sup> /H	1.200,00	FACTOR REND.	93,75%
ANALISIS	M <sup>2</sup>	7.662,60	TCO=	C\$ 21,35
DURACION	HORAS	6,39	Fecha:	30/06/2010

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CANTIDAD	US\$/HORA	HORAS	TOTAL
OPERADOR	1,00	3,25	6,39	20,75
AYUDANTE	1,00	0,96	6,39	6,13
PRESTACIONES SOCIALES			18,50%	4,97
<b>SUBTOTAL</b>				<b>31,86</b>

**VIATICOS**

CONCEPTO	TRABAJ.	US\$/DIA	DIAS	TOTAL
VIATICOS	2,00	5,12	1,06	10,90
<b>SUBTOTAL</b>				<b>10,90</b>

**SUBTOTAL M/O Y VIATICOS 42,75**

**EQUIPO**

DESCRIPCION	CANTIDAD	US\$/HORA	HORAS	TOTAL
MOTONIVELADORA	1,00	50,00	6,39	319,28
<b>TOTAL EQUIPO</b>				<b>319,28</b>

**TOTAL GENERAL \$362,03**  
**TOTAL GENERAL C\$ 7.729,33**

**ANALISIS DE COSTO UNITARIO**

DESCRIPCION	TOTAL GRAL.	ANALISIS	COSTO/M <sup>2</sup>
COSTO UNITARIO DIRECTO	7.729,33	7.662,60	1,01
FACTOR DE SOBRECOSTO	1,33		0,33
<b>COSTO UNITARIO TOTAL</b>			<b>C\$ 1,34</b>



**2.- ACOPIO DE MATERIAL DE CORTE CON TRACTOR D6**

RENTA HORARIA	US\$	50,00	NORMA /HR/M <sup>3</sup>	120,00
RENDIMIENTO	M <sup>3</sup> /H	112,50	FACTOR REND.	93.75%
ANALISIS	M <sup>3</sup>	3.893,00		
DURACION	HORAS	34,60		

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CANTIDAD	US\$/HORA	HORAS	TOTAL
OPERADOR	1,00	3,25	34,60	112,46
AYUDANTE	1,00	0,96	34,60	33,22
PRESTACIONES SOCIALES			18,50%	26,95
	2,00			
<b>SUBTOTAL</b>				<b>172,64</b>

**VIATICOS**

CONCEPTO	TRABAJ.	US\$/DIA	DIAS	TOTAL
VIATICOS	2,00	5,12	5,77	59,06
<b>SUBTOTAL</b>				<b>59,06</b>
<b>SUBTOTAL M/O Y VIATICOS</b>				<b>231,69</b>

**EQUIPO**

DESCRIPCION	CANTIDAD	US\$/HORA	HORAS	TOTAL
TRACTOR	1,00	50,00	34,60	1.730,22
<b>TOTAL EQUIPO</b>				<b>1.730,22</b>
<b>TOTAL GENERAL</b>				<b>\$1.961,92</b>
<b>TOTAL GENERAL</b>				<b>C\$ 41.886,92</b>

**ANALISIS DE COSTO UNITARIO**

DESCRIPCION	TOTAL GRAL.	ANALISIS	COSTO/M <sup>3</sup>
COSTO UNITARIO DIRECTO	41.886,92	3.893,00	10,76
FACTOR DE SOBRECOSTO	1,33		3,55
<b>COSTO UNITARIO TOTAL</b>			<b>C\$ 14,31</b>

**3.- CARGAR DE MATERIAL DE CORTE CON CARGADOR FRONTAL**

RENTA HORARIA	US\$	65,00	NORMA /HR/M <sup>3</sup>	120,00
RENDIMIENTO	M <sup>3</sup> /H	105,00	FACTOR REND.	87,50%
ANALISIS	M <sup>3</sup>	3.347,62		
DURACION	HORAS	31,88		

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CANTIDAD	US\$/HORA	HORAS	TOTAL
OPERADOR	1,00	3,25	31,88	103,62
AYUDANTE	1,00	0,96	31,88	30,61
PRESTACIONES SOCIALES			18,50%	24,83
<b>SUBTOTAL</b>	2,00			<b>159,06</b>

**VIATICOS**

CONCEPTO	TRABAJ.	US\$/DIA	DIAS	TOTAL
VIATICOS	2,00	5,12	5,31	54,41
<b>SUBTOTAL</b>				<b>54,41</b>

**SUBTOTAL M/O Y VIATICOS** **213,47**

**EQUIPO**

DESCRIPCION	CANTIDAD	US\$/HORA	HORAS	TOTAL
GARGADOR FRONTAL	1,00	65,00	31,88	2.072,34
<b>TOTAL EQUIPO</b>				<b>2.072,34</b>

**TOTAL GENERAL** **\$2.285,81**  
**TOTAL GENERAL** **C\$ 48.801,97**

**ANALISIS DE COSTO UNITARIO**

DESCRIPCION	TOTAL GRAL.	ANALISIS	COSTO/M <sup>3</sup>
COSTO UNITARIO DIRECTO	48.801,97	3.347,62	14,58
FACTOR DE SOBRECOSTO	1,33		4,81
<b>COSTO UNITARIO TOTAL</b>			<b>C\$ 19,39</b>

**4.- ACARREO MATERIAL SOBRENTE A 2.58 KM**

RENTA HORARIA	US\$	45,00	NORMA /HR/M <sup>3</sup>	12,00
RENDIMIENTO	M <sup>3</sup> /H	54,45	FACTOR REND.	100,00%
ANALISIS	M <sup>3</sup>	3.347,62	No. Camiones	5
DURACION	HORAS	12,30		

<b>MANO DE OBRA</b>				
DESCRIPCION	CANTIDAD	US\$/HORA	HORAS	TOTAL
CONDUCTORES	5,00	2,50	12,30	153,70
PRESTACIONES SOCIALES			18,50%	28,43
<b>SUBTOTAL</b>	<b>5,00</b>			<b>182,14</b>

<b>VIATICOS</b>				
CONCEPTO	TRABAJ.	US\$/DIAS	DIAS	TOTAL
VIATICOS	5,00	5,12	2,05	52,46
<b>SUBTOTAL</b>				<b>52,46</b>

**SUBTOTAL M/O Y VIATICOS** **234,60**

<b>EQUIPO</b>				
DESCRIPCION	CANTIDAD	US\$/HORA	HORAS	TOTAL
CAMIONES VOLQUETE 12M3	5,00	45,00	12,30	2.766,63
<b>TOTAL EQUIPO</b>				<b>2.766,63</b>

**TOTAL GENERAL** **\$3.001,23**  
**TOTAL GENERAL** **C\$ 64.076,22**

<b>ANALISIS DE COSTO UNITARIO</b>				
DESCRIPCION		TOTAL GRAL.	ANALISIS	COSTO/M <sup>3</sup>
COSTO UNITARIO DIRECTO		64.076,22	3.347,62	19,14
FACTOR DE SOBRECOSTO	1,33			6,32
<b>COSTO UNITARIO TOTAL</b>				<b>C\$ 25,46</b>

**5.- CONFORMACION CON MOTONIVELADORA Y CISTERNA**

RENTA HORARIA	US\$	50,00	NORMA /HR/M <sup>3</sup>	200,00
RENDIMIENTO	M <sup>3</sup> /H	187,50	FACTOR REND.	93,75%
ANALISIS	M <sup>3</sup>	333,78	No. Pasadas	3
DURACION	HORAS	8,15	TR (min)	0,18

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CANTIDAD	US\$/HORA	HORAS	TOTAL
OPERADOR	2,00	3,25	8,15	52,98
AYUDANTES	2,00	0,96	8,15	15,65
PRESTACIONES SOCIALES			18,50%	9,80
<b>SUBTOTAL</b>	<b>4,00</b>			<b>78,43</b>

**VIATICOS**

CONCEPTO	TRABAJ.	US\$/DIAS	DIAS	TOTAL
VIATICOS	4,00	5,12	1,36	27,82
<b>SUBTOTAL</b>				<b>27,82</b>

**SUBTOTAL M/O Y VIATICOS** **106,25**

**EQUIPO**

DESCRIPCION	CANTIDAD	US\$/HORA	HORAS	TOTAL
MOTONIVELADORA	1,00	50,00	8,15	407,54
CISTERNA	1,00	25,00	8,15	203,77
<b>TOTAL EQUIPO</b>				<b>611,31</b>

**TOTAL GENERAL** **\$717,57**  
**TOTAL GENERAL** **C\$ 15.320,08**

**ANALISIS DE COSTO UNITARIO**

DESCRIPCION	TOTAL GRAL.	ANALISIS	COSTO/M <sup>3</sup>
COSTO UNITARIO DIRECTO	15.320,08	333,78	45,90
FACTOR DE SOBRECOSTO	1,33		15,15
<b>COSTO UNITARIO TOTAL</b>			<b>C\$ 61,05</b>

**6.- CARGAR DE MATERIAL DE CONFORMACION CON CARGADOR FRONTAL**

RENTA HORARIA	US\$	65,00	NORMA /HR/M <sup>3</sup>	120,00
RENDIMIENTO	M <sup>3</sup> /H	105,00	FACTOR REND.	87,50%
ANALISIS	M <sup>3</sup>	433,91		
DURACION	HORAS	4,13		

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CANTIDAD	US\$/HORA	HORAS	TOTAL
OPERADOR	1,00	3,25	4,13	13,43
AYUDANTE	1,00	0,96	4,13	3,97
PRESTACIONES SOCIALES			18,50%	3,22
	2,00			
<b>SUBTOTAL</b>				<b>20,62</b>

**VIATICOS**

CONCEPTO	TRABAJ.	US\$/DIA	DIAS	TOTAL
VIATICOS	2,00	5,12	0,69	7,05
<b>SUBTOTAL</b>				<b>7,05</b>

**SUBTOTAL M/O Y VIATICOS** **27,67**

**EQUIPO**

DESCRIPCION	CANTIDAD	US\$/HORA	HORAS	TOTAL
GARGADOR FRONTAL	1,00	65,00	4,13	268,61
<b>TOTAL EQUIPO</b>				<b>268,61</b>

**TOTAL GENERAL** **\$296,28**

**TOTAL GENERAL** **C\$ 6.325,64**

**ANALISIS DE COSTO UNITARIO**

DESCRIPCION	TOTAL GRAL.	ANALISIS	COSTO/M <sup>3</sup>
COSTO UNITARIO DIRECTO	6.325,64	433,91	14,58
FACTOR DE SOBRECOSTO	1,33		4,81
<b>COSTO UNITARIO TOTAL</b>			<b>C\$ 19,39</b>

**7.- ACARREO MATERIAL SOBRENTE A 2.58 KM**

RENTA HORARIA	US\$	45,00	NORMA /HR/M <sup>3</sup>	12,00
RENDIMIENTO	M <sup>3</sup> /H	54,45	FACTOR REND.	100,00%
ANALISIS	M <sup>3</sup>	433,91	No. Camiones	5
DURACION	HORAS	1,59		

<b>MANO DE OBRA</b>				
DESCRIPCION	CANTIDAD	US\$/HORA	HORAS	TOTAL
CONDUCTORES	5,00	2,50	1,59	19,92
PRESTACIONES SOCIALES			18,50%	3,69
<b>SUBTOTAL</b>	<b>5,00</b>			<b>23,61</b>

<b>VIATICOS</b>				
CONCEPTO	TRABAJ.	US\$/DIAS	DIAS	TOTAL
VIATICOS	5,00	5,12	0,27	6,80
<b>SUBTOTAL</b>				<b>6,80</b>

**SUBTOTAL M/O Y VIATICOS** **30,41**

<b>EQUIPO</b>				
DESCRIPCION	CANTIDAD	US\$/HORA	HORAS	TOTAL
CAMIONES VOLQUETE 12M3	5,00	45,00	1,59	358,61
<b>TOTAL EQUIPO</b>				<b>358,61</b>

**TOTAL GENERAL** **\$389,02**  
**TOTAL GENERAL** **C\$ 8.305,47**

**ANALISIS DE COSTO UNITARIO**

DESCRIPCION	TOTAL GRAL.	ANALISIS	COSTO/M <sup>3</sup>
COSTO UNITARIO DIRECTO	8.305,47	433,91	19,14
FACTOR DE SOBRECOSTO	1,33		6,32
<b>COSTO UNITARIO TOTAL</b>			<b>C\$ 25,46</b>

**SUB ETAPA**

**7**

**1- EXPLOTACION BANCO MATERIALES CON EXCAVADORA**

RENTA HORARIA	US\$	60,00	NORMA /HR/M <sup>3</sup>	150,00
RENDIMIENTO	M <sup>3</sup> /H	120,00	FACTOR REND.	80,00%
ANALISIS	M <sup>3</sup>	3.486,48		
DURACION	HORAS	29,05		

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CANTIDAD	US\$/HORA	HORAS	TOTAL
OPERADOR	1,00	3,25	29,05	94,43
PRESTACIONES SOCIALES			18,50%	17,47
<b>SUBTOTAL</b>	1,00			<b>111,89</b>

**VIATICOS**

CONCEPTO	TRABAJ.	US\$/DIA	DIAS	TOTAL
VIATICOS	1,00	5,12	4,84	24,79
<b>SUBTOTAL</b>				<b>24,79</b>
<b>SUBTOTAL M/O Y VIATICOS</b>				<b>136,69</b>

**EQUIPO**

DESCRIPCION	CANTIDAD	US\$/HORA	HORAS	TOTAL
TRACTOR	1,00	60,00	29,05	1.743,24
<b>TOTAL EQUIPO</b>				<b>1.743,24</b>

**MATERIALES**

Por cada m3 de material selecto del banco Rancho Rojo para la base se gastaran estabilizandolo 3.5 bolsas de cemento

$$7.50 \times 0.22 \times 1021.68 \times 1.3 = 2192$$

Descripción	U.M.	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Cemento	bolsas	2192	160	350.720,00
Material Selecto Rancho Rojo	m3	3486,48482	350	1.220.269,69
<b>TOTAL DE MATERIALES EN CORDOBAS</b>				<b>C\$ 350.720,00</b>
<b>TOTAL DE MATERIALES EN DOLARES</b>				<b>C\$ 16.427,17</b>

**TOTAL GENERAL** **\$18.307,10**  
**TOTAL GENERAL** **C\$ 390.856,50**

**ANALISIS DE COSTO UNITARIO**

DESCRIPCION	TOTAL GRAL.	ANALISIS	COSTO/M <sup>3</sup>
COSTO UNITARIO DIRECTO	390.856,50	3.486,48	112,11
FACTOR DE SOBRECOSTO	1,33		37,00
<b>COSTO UNITARIO TOTAL</b>			<b>C\$ 149,10</b>

**2.- ACARREO MATERIAL SELECTO A 5.08 KM**

RENTA HORARIA	US\$	45,00	NORMA /HR/M <sup>3</sup>	12,00
RENDIMIENTO	M <sup>3</sup> /H	29,69	FACTOR REND.	100,00%
ANALISIS	M <sup>3</sup>	3.482,30	No. Camiones	5
DURACION	HORAS	23,46		

DESCRIPCION	MANO DE OBRA CANTIDAD	US\$/HORA	HORAS	TOTAL
CONDUCTORES	5,00	2,50	23,46	293,22
PRESTACIONES SOCIALES			18,50%	54,25
<b>SUBTOTAL</b>	<b>5,00</b>			<b>347,47</b>

CONCEPTO	VIATICOS TRABAJ.	US\$/DIAS	DIAS	TOTAL
VIATICOS	5,00	5,12	3,91	100,09
<b>SUBTOTAL</b>				<b>100,09</b>

**SUBTOTAL M/O Y VIATICOS** **447,55**

DESCRIPCION	EQUIPO CANTIDAD	US\$/HORA	HORAS	TOTAL
CAMIONES VOLQUETE 12M3	5,00	45,00	23,46	5.277,99
<b>TOTAL EQUIPO</b>				<b>5.277,99</b>

**TOTAL GENERAL** **\$5.725,54**  
**TOTAL GENERAL** **C\$ 122.240,35**

**ANALISIS DE COSTO UNITARIO**

DESCRIPCION	TOTAL GRAL.	ANALISIS	COSTO/M <sup>3</sup>
COSTO UNITARIO DIRECTO	122.240,35	3.482,30	35,10
FACTOR DE SOBRECOSTO	1,33		11,58
<b>COSTO UNITARIO TOTAL</b>			<b>C\$ 46,69</b>



**SUB ETAPA**

**9**

**1.- CONFORMACION CON MOTONIVELADORA Y CISTERNA**

RENTA HORARIA	US\$	50,00	NORMA /HR/M <sup>3</sup>	200,00
RENDIMIENTO	M <sup>3</sup> /H	187,50	FACTOR REND.	93,75%
ANALISIS	M <sup>3</sup>	4.509,18	TR (min)	3,19
DURACION	HORAS	27,24		

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CANTIDAD	US\$/HORA	HORAS	TOTAL
OPERADOR	2,00	3,25	27,24	177,05
AYUDANTES	2,00	0,96	27,24	52,30
PRESTACIONES SOCIALES			18,50%	32,75
<b>SUBTOTAL</b>	<b>4,00</b>			<b>262,11</b>

**VIATICOS**

CONCEPTO	TRABAJ.	US\$/DIAS	DIAS	TOTAL
VIATICOS	4,00	5,12	4,54	92,98
<b>SUBTOTAL</b>				<b>92,98</b>

**SUBTOTAL M/O Y VIATICOS** **355,08**

**EQUIPO**

DESCRIPCION	CANTIDAD	US\$/HORA	HORAS	TOTAL
MOTONIVELADORA	1,00	50,00	27,24	1.361,95
CISTERNA	1,00	25,00	27,24	680,97
<b>TOTAL EQUIPO</b>				<b>2.042,92</b>

**TOTAL GENERAL** **\$2.398,00**  
**TOTAL GENERAL** **C\$ 51.197,40**

**ANALISIS DE COSTO UNITARIO**

DESCRIPCION	TOTAL GRAL.	ANALISIS	COSTO/M <sup>3</sup>
COSTO UNITARIO DIRECTO	51.197,40	4.509,18	11,35
FACTOR DE SOBRECOSTO	1,33		3,75
<b>COSTO UNITARIO TOTAL</b>			<b>C\$ 15,10</b>

## 2.- COMPACTACION

### Compactacion de sub base

RENTA HORARIA	US\$	45,00	NORMA /HR/M <sup>3</sup>	200,00
RENDIMIENTO	M <sup>3</sup> /H	160,88	NO. Bandas	4,00
ANALISIS	M <sup>3</sup>	1.294,98	Pasadas	6
DURACION	HORAS	32,20	Ancho Compactacion	1,98
Veloc. Trabajo (m/h)	5000,00		Espesor	0,13

### MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	US\$/HORA	HORAS	TOTAL
OPERADOR	2,00	3,25	32,20	209,29
AYUDANTES	2,00	0,96	32,20	61,82
PRESTACIONES SOCIALES			18,50%	38,72
<b>SUBTOTAL</b>	<b>4,00</b>			<b>309,83</b>

### VIATICOS

CONCEPTO	TRABAJ.	US\$/DIAS	DIAS	TOTAL
VIATICOS	4,00	5,12	5,37	109,90
<b>SUBTOTAL</b>				<b>109,90</b>

**SUBTOTAL M/O Y VIATICOS** **419,73**

### EQUIPO

DESCRIPCION	CANTIDAD	US\$/HORA	HORAS	TOTAL
MOTONIVELADORA	1,00	45,00	32,20	1.448,93
CISTERNA	1,00	25,00	32,20	804,96
<b>TOTAL EQUIPO</b>				<b>2.253,89</b>

**TOTAL GENERAL** **\$2.673,62**

**TOTAL GENERAL** **C\$ 57.081,83**

### ANALISIS DE COSTO UNITARIO

DESCRIPCION	TOTAL GRAL.	ANALISIS	COSTO/M <sup>3</sup>
COSTO UNITARIO DIRECTO	57.081,83	32,20	1772,82
FACTOR DE SOBRECOSTO	1,33		585,03
<b>COSTO UNITARIO TOTAL</b>			<b>C\$ 2.357,84</b>

Compactación de base con espesor de 12 cm

RENTA HORARIA	US\$	45,00	NORMA /HR/M <sup>3</sup>	200,00
RENDIMIENTO	M <sup>3</sup> /H	148,50	NO. Bandas	4,00
ANALISIS	M <sup>3</sup>	1.546,00	Pasadas	6
DURACION	HORAS	41,64	Ancho Compactacion	1,98
Veloc. Trabajo (m/h)	5000,00		Espesor	0,12

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CANTIDAD	US\$/HORA	HORAS	TOTAL
OPERADOR	2,00	3,25	41,64	270,68
AYUDANTES	2,00	0,96	41,64	79,95
PRESTACIONES SOCIALES			18,50%	50,08
<b>SUBTOTAL</b>	<b>4,00</b>			<b>400,71</b>

**VIATICOS**

CONCEPTO	TRABAJ.	US\$/DIAS	DIAS	TOTAL
VIATICOS	4,00	5,12	6,94	142,14
<b>SUBTOTAL</b>				<b>142,14</b>

**SUBTOTAL M/O Y VIATICOS** **542,85**

**EQUIPO**

DESCRIPCION	CANTIDAD	US\$/HORA	HORAS	TOTAL
MOTONIVELADORA	1,00	45,00	41,64	1.873,94
CISTERNA	1,00	25,00	41,64	1.041,08
<b>TOTAL EQUIPO</b>				<b>2.915,02</b>

**TOTAL GENERAL** **\$3.457,87**  
**TOTAL GENERAL** **C\$ 73.825,51**

**ANALISIS DE COSTO UNITARIO**

DESCRIPCION	TOTAL GRAL.	ANALISIS	COSTO/M <sup>3</sup>
COSTO UNITARIO DIRECTO	73.825,51	41,64	1772,82
FACTOR DE SOBRECOSTO	1,33		585,03
<b>COSTO UNITARIO TOTAL</b>			<b>C\$ 2.357,84</b>

Compactación de base con espesor de 10 cm

RENTA HORARIA	US\$	45,00	NORMA /HR/M <sup>3</sup>	200,00
RENDIMIENTO	M <sup>3</sup> /H	123,75	NO. Bandas	4,00
ANALISIS	M <sup>3</sup>	1.288,34	Pasadas	6
DURACION	HORAS	41,64	Ancho Compactación	1,98
Veloc. Trabajo (m/h)	5000,00		Espesor	0,1

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CANTIDAD	US\$/HORA	HORAS	TOTAL
OPERADOR	2,00	3,25	41,64	270,68
AYUDANTES	2,00	0,96	41,64	79,96
PRESTACIONES SOCIALES			18,50%	50,08
<b>SUBTOTAL</b>	<b>4,00</b>			<b>400,71</b>

**VIATICOS**

CONCEPTO	TRABAJ.	US\$/DIAS	DIAS	TOTAL
VIATICOS	4,00	5,12	6,94	142,14
<b>SUBTOTAL</b>				<b>142,14</b>

**SUBTOTAL M/O Y VIATICOS** **542,86**

**EQUIPO**

DESCRIPCION	CANTIDAD	US\$/HORA	HORAS	TOTAL
MOTONIVELADORA	1,00	45,00	41,64	1.873,95
CISTERNA	1,00	25,00	41,64	1.041,08
<b>TOTAL EQUIPO</b>				<b>2.915,03</b>

**TOTAL GENERAL** **\$3.457,89**

**TOTAL GENERAL** **C\$ 73.825,89**

**ANALISIS DE COSTO UNITARIO**

DESCRIPCION	TOTAL GRAL.	ANALISIS	COSTO/M <sup>3</sup>
COSTO UNITARIO DIRECTO	73.825,89	41,64	1772,82
FACTOR DE SOBRECOSTO	1,33		585,03
<b>COSTO UNITARIO TOTAL</b>			<b>C\$ 2.357,84</b>

Etapa :		270	CARPETA DE RODAMIENTO		
Sub Etapa : 01			Adoquinado 3500 psi, c/cama arena 0.05m		
			Longitud	Área	
Área Eje 1	Calle 1		71,36	449,57	m <sup>2</sup>
Área Eje 2	Avenida 1		483,43	3045,61	m <sup>2</sup>
Área Eje 3	Calle 4		60,64	382,03	m <sup>2</sup>
Área Eje 4	Calle 2 y 3		189,82	1195,87	m <sup>2</sup>
Área Eje 5	Calle 5		85,28	537,26	m <sup>2</sup>
Área Eje 6	Calle 6		94,15	593,15	m <sup>2</sup>
Área Eje 7	Calle 7		37	233,10	m <sup>2</sup>
Área total a adoquinar		A=		<b>6.436,58</b>	<b>m<sup>2</sup></b>

**1) Total adoquines colocados**

**a) Adoquines enteros**

1 m<sup>2</sup> agarra 20 adoquines completos + 1 de desperdicio = 21 adoquines en total x m<sup>2</sup>.

$$T \text{ adoq} = \text{Área total} \times 21 \text{ adoq/m}^2 = \boxed{135.168 \text{ Adoquines}}$$

**b) Medios adoquines**

\*Los medios adoquines van en la línea de eje central de calle y en la orilla de la margen izq y derecha de la carpeta

1 ml lineal (orilla cuneta) agarra 3 medios adoquines y 3 adoquines en la línea central de la calle

Total ml de cunetas y adoq colocado

$$= 2.000,30$$

$$T1/2 \text{ adoq} = (\text{ml total adoq.} \times 4) \text{ en orilla de encun} \quad \boxed{\text{Total} \quad 12.002}$$

$$\text{en línea central} \quad 6001$$

**c) Arena utilizada**

El colchon de arena fue indicado de 5 cm de espesor

Total arena p/cama adoquinado = (Área adoquinada x 5cm espesor) =

	321,83	m <sup>3</sup>
Mas el 30% de desp =	96,55	
Total arena =	<b>418,38</b>	

**d) Arena para encalichar:**

$$\boxed{0,00044 \text{ 1 adoquin} \\ 0,00924 \text{ m}^3 = 21 \text{ adoquin} = 1 \text{ m}^2}$$

$$\text{Norma} = 0.00924 \text{ m}^3 \text{ arena} \times \text{m}^2 = 59,47$$

$$\text{Mas 30\% desp.} = 77 \text{ m}^3$$

**1) MATERIALES ETAPA 270**

<b>ADOQUINES ENTEROS</b>	C/U	<b>135.168</b>
<b>MEDIOS ADOQUINES</b>	C/U	<b>6.001</b>
<b>ARENA</b>	M <sup>3</sup>	<b>496</b>



**Sub Etapa : 02**

**Acabado integral de Cunetas**

Porcentajes de desperdicios:

Arena	30	%
Cemento	5	%

**a) Area repellada en cunetas:**

Area lateral = 0.15 ml alto	0,15	300,045	m2	
area posterior = 0.15 ml ancho	0,15	300,045	m2	
Caite cara superior cunetas=	0,4	800,12	m2	
Longitud total = ml	<u>2000,3</u>	1400,21	<b>1400,21</b>	m <sup>2</sup>

c) Area total de repello **1400,21** m<sup>2</sup>

Volumen a repellar: (1400.21 m<sup>2</sup> x 1cm) 14,00 m<sup>3</sup>

Dosificación (1:4)

<u>Volumen</u>	<u>Factor</u>	+	<u>% desp.</u>	<u>Total</u>
14,00 =	8,50	+	5% =	125,00
14,00 =	1,16	+	30% =	21,00

**Lista de Materiales**

Descripción	U.M.	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Cemento	bolsas	125,00	160,00	20000
Arena	bolsas	21,00	300,00	6300
				<b>C\$ 26.300,00</b>

**COSTO DE TRANSPORTE**

Descripción	U.M.	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Traslado de cemento	bolsas	125,00	15,00	1875
Arena	m3	21,00	180,00	3780
				<b>C\$ 5.655,00</b>

**COSTO DE MANO DE OBRA**

Descripción	U.M.	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Hacer mortero para repello	m3	14,00	550,00	7701,155
Repello integral en cunetas	m3	14,00	12,00	168,0252
				<b>C\$ 7.869,18</b>

<b>Sub Etapa : 03</b>	<b>Viga transversal en adoquinado</b>
	Viga de remate transversal 0.15mx 0.30m 3000 psi

Long viga transversal =	6,6	ml
Cantidad de Vigas longitudinales	12	
Long Total viga transversal =	79,2	ml
Porcentajes de desperdicios:		
Concreto	5	%
Cemento	5	%
Arena	30	%
Grava	8	%

**Volumen de concreto:** 3,56 m<sup>3</sup>

**Concreto 3000 psi = 1:2:3**

Cemento = 9 bolsas x m <sup>3</sup> =	32,08	<i>Mas el 5% desp</i>	Total 34	bolsas
Arena = 0.56 m <sup>3</sup> x m <sup>3</sup> =	2,00	<i>Mas el 30% desp</i>	0,48	m <sup>3</sup>
Grava = 0.84 m <sup>3</sup> x m <sup>3</sup> =	2,99	<i>Mas el 8% desp</i>	3,14	m <sup>3</sup>

**Lista de Materiales**

Descripción	U.M.	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Cemento	bolsas	34,00	160,00	5440
Arena	bolsas	0,48	300,00	144
Grava	m3	3,14	450,00	1414,55
				<b>C\$ 6.998,55</b>

**COSTO DE TRANSPORTE**

Descripción	U.M.	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Traslado de cemento	bolsas	34,00	15,00	510
Transporte de arena	m3	0,48	200,00	96
Transporte de grava	m3	0,48	250,00	120
				<b>C\$ 726,00</b>

**COSTO DE MANO DE OBRA**

Descripción	U.M.	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Hacer concreto 1:2:3 para repello	m3	3,56	500,00	1782
Encofrado y fraguado del concreto	m3	3,56	150,00	534,6
				<b>C\$ 2.316,60</b>





**Etapa : 290 Obras de drenajes**

Mampostería de Concreto Reforzado .

Área Vados                      121,20 m<sup>2</sup>

Porcentajes de desperdicios:

Concreto	5 %		
Cemento	5 %		
Arena	30 %		
Grava	8 %		
Hierro No. 3	3 %	No. Varillas	176
Alambre de amarre	10 %		

Total M2=                      121,20                      Vol. De vado                      16,16                      m<sup>3</sup>

Concreto 2500 psi = 1:3:3

Cemento = 7 bolsas x m <sup>3</sup> =	113,12	Mas el 5% desp	119,000	bolsas
Arena = 0.72 m <sup>3</sup> x m <sup>3</sup> =	11,64	Mas el 30% desp	12,000	m <sup>3</sup>
Grava = 0.92 m <sup>3</sup> x m <sup>3</sup> =	14,87	Mas el 8% desp	16,000	m <sup>3</sup>
Hierro No 3	19,58	Mas 3% desp	20,165	Quintales
Alambre de Amarre No. 18	0,98	Mas 10% desp	1,08	Libras

**Lista de Materiales**

Descripción	U.M.	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Cemento	bolsas	119,00	160,00	19040
Arena	bolsas	12,00	300,00	3600
Grava	m3	16,00	450,00	7200
Hierro No. 3	qq	20,16	740,00	14921,82425
Alambre de amarre No. 18	Lbs	1,08	15,00	16,1512792
				<b>C\$ 29.840,00</b>

**COSTO DE TRANSPORTE**

Descripción	U.M.	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Traslado de cemento	bolsas	119,00	15,00	1785,00
Transporte de arena	m3	12,00	200,00	2400,00
Transporte de grava	m3	16,00	250,00	4000,00
Transporte de Hierro	qq	20,16	220,00	4436,22
Transporte de alambre	Lbs	1,08	2,00	2,15
				<b>C\$ 12.623,37</b>

**COSTO DE MANO DE OBRA**

Descripción	U.M.	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Hacer concreto 2,500 psi	m3	16,16	500,00	8080
Col. y fraguado del concreto	m3	16,16	150,00	2424
				<b>C\$ 10.504,00</b>

**ALCANTARILLA**

Mampostería de piedra bolon Clase B.

Mampostería de piedra bolon Clase B

Volumen Total                      **6,31 m<sup>3</sup>**

Porcentajes de desperdicios:

Concreto	5 %	
Cemento	5 %	
Arena	30 %	
Piedra bolon: 70%	4,42 m <sup>3</sup>	
Concreto 30%	<u>1,89</u> m <sup>3</sup>	
	6,31 m <sup>3</sup>	

Concreto 2500 psi = 1:3:3

Cemento = 7 bolsas x m <sup>3</sup> =	13,25	Mas el 5% desp	14,000	bolsas
Arena = 0.72 m <sup>3</sup> x m <sup>3</sup> =	1,36	Mas el 30% desp	1,000	m <sup>3</sup>
Piedra bolon =	4,42	Mas el 5% desp	5,000	m <sup>3</sup>

**Losa de concreto simple**

**Concreto 3000 psi = 1:2:3**

	Ancho	Largo	Espesor
	2,87	9,6	0,150
<b>Volumen =</b>	<b>4,1328</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	Total
Cemento = 9 bolsas x m <sup>3</sup> =	37,20	Mas el 5% desp	39
Arena = 0.56 m <sup>3</sup> x m <sup>3</sup> =	2,31	Mas el 30% desp	0,48
Grava = 0.84 m <sup>3</sup> x m <sup>3</sup> =	3,47	Mas el 8% desp	3,65

**1) MATERIALES ETAPA 290**

**Lista de Materiales**

Descripción	U.M.	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Cemento	bolsas	53,00	160,00	8480,00
Arena	bolsas	1,48	300,00	444,00
Grava	m <sup>3</sup>	3,65	450,00	1640,31
Piedra Bolon	m <sup>3</sup>	5,00	400,00	2000,00
Tubos de concreto	ml	9,60	4100,00	39360,00
				<b>C\$ 12.564,31</b>

**COSTO DE TRANSPORTE**

Descripción	U.M.	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Traslado de cemento	bolsas	53,00	15,00	795
Transporte de arena	m <sup>3</sup>	1,48	200,00	296
Transporte de grava	m <sup>3</sup>	3,65	250,00	911,2824
Transporte de piedra bolon	m <sup>3</sup>	5,00	250,00	1250
				<b>C\$ 3.252,28</b>

**COSTO DE MANO DE OBRA**

Descripción	U.M.	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Hacer concreto de piedra bolon	m <sup>3</sup>	6,31	450,00	2839,5
Col. y fraguado del concreto mampost bolon	m <sup>3</sup>	6,31	150,00	946,5
				<b>C\$ 3.786,00</b>

**ESTRUCTURAS MENORES DE CONCRETO (DISIPADORES)**

Mampostería de piedra bolon Clase B.

Mampostería de piedra bolon Clase B

Volumen Total                      **7,52 m<sup>3</sup>**

Porcentajes de desperdicios:

Concreto	5 %
Cemento	5 %
Arena	30 %
Grava	8 %

Piedra bolon: 70%	5,26 m <sup>3</sup>
Concreto 30%	<u>2,26</u> m <sup>3</sup>
	7,52 m <sup>3</sup>

Concreto 2500 psi = 1:3:3

Cemento = 7 bolsas x m <sup>3</sup> =	15,79 Mas el 5% desp	17,000 bolsas
Arena = 0.72 m <sup>3</sup> x m <sup>3</sup> =	1,62 Mas el 30% desp	2,000 m <sup>3</sup>
Piedra bolon =	5,26 Mas el 5% desp	6,000 m <sup>3</sup>

**1) MATERIALES ETAPA 290**

**Lista de Materiales**

Descripción	U.M.	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Cemento	bolsas	17,00	160,00	2720
Arena	bolsas	2,00	300,00	600
Piedra Bolon	m3	6,00	400,00	2400
				<b>C\$ 5.720,00</b>

**COSTO DE TRANSPORTE**

Descripción	U.M.	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Traslado de cemento	bolsas	17,00	15,00	255
Transporte de arena	m3	2,00	200,00	400
Transporte de piedra bolon	m3	6,00	250,00	1500
				<b>C\$ 2.155,00</b>

**COSTO DE MANO DE OBRA**

Descripción	U.M.	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Hacer concreto de piedra bolon	m3	2,26	450,00	1015,2
Col. y fraguado del concreto mampost bolon	m3	7,52	150,00	1128
				<b>C\$ 2.143,20</b>

### ESTRUCTURAS DE GAVIONES

Estructura con Gaviones rellenos de piedras bolon de 6 a 8 pulg y revestidos de concreto con piedras bolon en proporción 1:3:3

**Total de gaviones = 22,5 m<sup>3</sup>**

Recubrimiento de piedra bolon

Volumen Total                    **3,60 m<sup>3</sup>**

Porcentajes de desperdicios:

Concreto	5 %
Cemento	5 %
Arena	30 %
Grava	8 %

Piedra bolon: 70%	2,52 m <sup>3</sup>
Concreto 30%	<u>1,08 m<sup>3</sup></u>
	<b>3,60 m<sup>3</sup></b>

Concreto 2500 psi = 1:3:3

Cemento = 7 bolsas x m <sup>3</sup> =	7,56 Mas el 5% desp	8,000 bolsas
Arena = 0.72 m <sup>3</sup> x m <sup>3</sup> =	0,78 Mas el 30% desp	1,000 m <sup>3</sup>
Piedra bolon =	2,52 Mas el 5% desp	3,000 m <sup>3</sup>

#### 1) MATERIALES ETAPA 290

##### Lista de Materiales

Descripción	U.M.	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Gaviones*	m3	22,5	4000,00	90000
Cemento	bolsas	8,00	160,00	1280
Arena	bolsas	1,00	300,00	300
Piedra Bolon	m3	3,00	400,00	1200
				<b>C\$ 92.780,00</b>

\*Incluye relleno, ubicación y transporte

##### COSTO DE TRANSPORTE

Descripción	U.M.	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Traslado de cemento	bolsas	8,00	15,00	120
Transporte de arena	m3	1,00	200,00	200
Transporte de piedra bolon	m3	3,00	250,00	750
				<b>C\$ 1.070,00</b>

##### COSTO DE MANO DE OBRA

Descripción	U.M.	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Hacer concreto de piedra bolon	m3	1,08	450,00	486
Col. y fraguado del concreto mampost bolon	m3	3,60	150,00	540
				<b>C\$ 1.026,00</b>

**Etapa : 291 SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL**

**SUBETAPA 02 SEÑALES DE INFORMACION**

Costo de rótulo = C\$ 1.750,00 Cantidad = 20

Costo Mano de Obra y material /rótulo C\$ 1.750,00

**Costo total mano de obra y material:** C\$ 1.750,00

<b>COSTO DE MATERIAL :</b>	<b>C\$ 35.000,00</b>
<b>COSTO DE M/O:</b>	<b>C\$ 35.000,00</b>
<b>TRANSPORTE</b>	<b>C\$ 1.750,00</b>
<b>COSTO UNITARIO :</b>	<b>C\$ 1.837,50</b>
<b>COSTO TOTAL:</b>	<b>C\$ 36.750,00</b>

**Sub Etapa : 04 SEÑALES VIALES PERMANENTES**

SEÑALES VIAL PERMANENTE PINTADA CON EQUIPO 1.063,30 ML

**Costo total mano de obra:** C\$ 1,40

<b>COSTO DE MANO DE OBRA :</b>	<b>C\$ 1.488,62</b>
<b>COSTO UNITARIO :</b>	<b>C\$ 1,40</b>
<b>COSTO TOTAL:</b>	<b>C\$ 1.488,62</b>

**COSTOS INDIRECTOS DEL PROYECTO**

DETALLE DE COSTO	Total Costos Directos U.M	3983650,561 MONTO	%
<b>Administración de Plantel</b>		<b>1285922,40</b>	<b>32,28</b>
Residente Comunitario	mes	363707,30	9,13
Fiscal de obras	mes	145403,25	3,65
Prestaciones sociales	%	178467,55	4,48
Hospedaje Direct + Resid. Comunitario	Glb	139826,13	3,51
Alimentación directivos Comunitarios	Glb	353748,17	8,88
Transporte Direct + Resid. Comunitario	Glb	104770,01	2,63
<b>Gastos de plantel</b>		<b>25495,36</b>	<b>0,64</b>
Papelería y útiles de oficina	mes	25495,36	0,64
<b>Fianzas, Seguros e Impuestos</b>		<b>1471958,88</b>	<b>36,95</b>
Impuestos materiales (IVA)	%	1471958,88	36,95
<b>Equipos y herramientas</b>		<b>167711,69</b>	<b>4,21</b>
Caja básica armador	mes	39039,78	0,98
Caja básica albañil	mes	67722,06	1,7
Caja básica carpintero	mes	28283,92	0,71
Otras herramientas	mes	32665,93	0,82
<b>Utilidad</b>		<b>0,00</b>	<b>0</b>
Utilidad	%	0,00	0
<b>Imprevistos</b>		<b>1032562,23</b>	<b>25,92</b>
Imprevistos	%	1032562,23	25,92

**Costos Indirectos Totales 2511691,68**

La tabla de los costos indirectos son basados en los partidas utilizadas por el FISE

**ALCALDIA MUNICIPAL DE CAMOAPA**  
**DIRECCION DE OBRAS PUBLICAS Y DESARROLLO LOCAL**  
**PRESUPUESTO DESGLOSADO POR RUBROS**

**Proyecto: Adoquinado de 1063 ml en los barrios San Martín, Pedro Joaquín y El Carmen**

Etapa	Descripción	U/M	Cantidad	Costo Mano Obra	Costo Materiales	Costo de Transporte	Costo de equipo	Costo Unitario	Costo Total
<b>250</b>	<b>PRELIMINARES</b>	<b>M<sup>2</sup></b>	<b>6.436,58</b>	<b>30.046,47</b>	<b>26.546,37</b>	<b>808,63</b>		<b>8,92</b>	<b>57.401,47</b>
	<b>01 LIMPIEZA INICIAL</b>	<b>M<sup>2</sup></b>	<b>6.436,58</b>	<b>8.367,56</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>		<b>1,30</b>	<b>8.367,56</b>
	LIMPIEZA INICIAL	M <sup>2</sup>	6.436,58	8.367,56	0,00	0,00		1,30	8.367,56
	<b>02 TRAZO Y NIVELACION</b>	<b>M<sup>2</sup></b>	<b>6.436,58</b>	<b>13.590,41</b>	<b>17.895,87</b>	<b>552,50</b>		<b>4,98</b>	<b>32.038,78</b>
	TRAZO Y NIVELACION PARA ADOQUINADO	M <sup>2</sup>	6.436,58	9.397,41	5.532,00	192,50		2,35	15.121,91
	TRAZO Y NIVELACIÓN PARA CUNETAS	ML	2.000,30	804,00	11.508,58	335,00		6,32	12.647,58
	HACER Y COLOCAR NIVELETA SENCILLA	C/U	67,00	804,00	0,00	0,00		12,00	804,00
	TRAZO Y NIVELACIÓN DE VADO	ML	101,00	2.525,00	0,00	0,00		25,00	2.525,00
	HACER Y COLOCAR NIVELETAS PARA VADOS	C/U	5,00	60,00	855,29	25,00		188,06	940,29
	<b>03 HACER BATEA DE 2.50 VRS X 2.50 VRS</b>	<b>C/U</b>	<b>1,00</b>	<b>180,00</b>	<b>4.865,38</b>	<b>66,50</b>		<b>5111,88</b>	<b>5.111,88</b>
	HACER BATEA DE 2.50 VRS X 2.50 VRS	C/U	1,00	180,00	4.865,38	66,50		5111,88	5.111,88
	<b>04 HACER ZARANDA DE 1.80 M X 1.20M</b>	<b>C/U</b>	<b>1,00</b>	<b>60,00</b>	<b>535,13</b>	<b>39,63</b>		<b>634,75</b>	<b>634,75</b>
	HACER ZARANDA DE 1.80 M X 1.20M	C/U	1,00	60,00	535,13	39,63		634,75	634,75
	<b>05 REPLANTEO TOPOGRAFICO</b>	<b>ML</b>	<b>1.063,00</b>	<b>4.783,50</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>		<b>4,50</b>	<b>4.783,50</b>
	REPLANTEO TOPOGRAFICO	ML	1.063,00	4.783,50	0,00	0,00		4,50	4.783,50
	<b>06 HACER ROTULO</b>	<b>C/U</b>	<b>1,00</b>	<b>3.000,00</b>	<b>3.250,00</b>	<b>150,00</b>		<b>6400,00</b>	<b>6.400,00</b>
	RÓTULO DE 1,22 M X 2,44 M (ESTRUCTURA METÁLICA & ZINC LISO)	C/U	1,00	3.000,00	3.250,00	150,00		6400,00	6.400,00
	<b>07 INSTALAR ROTULO</b>	<b>C/U</b>	<b>1,00</b>	<b>65,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>		<b>65,00</b>	<b>65,00</b>
	INSTALAR ROTULO	C/U	1,00	65,00	0,00	0,00		65,00	65,00

Etapa	Descripción	U/M	Cantidad	Costo Mano Obra	Costo Materiales	Costo de Transporte	Costo de equipo	Costo Unitario	Costo Total
<b>251</b>	<b>MOVILIZACION</b>	<b>GLB</b>	<b>1,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>750,00</b>		<b>86.250,00</b>	<b>86.250,00</b>
	01 MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO	KM	115,00	0,00	0,00	750,00		750,00	86.250,00
	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO	KM	115,00	0,00	0,00	750,00		750,00	86.250,00
<b>260</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>	<b>M<sup>3</sup></b>	<b>10.588,24</b>	<b>71.129,91</b>	<b>350.720,00</b>	<b>0,00</b>	<b>539.623,19</b>	<b>90,81</b>	<b>961.473,11</b>
	01 DESCAPOTE	M <sup>2</sup>	7.662,60	912,80	0,00	0,00	6.816,52	1,34	7.729,33
	DESCAPOTE	M <sup>2</sup>	7.662,60	912,80	0,00	0,00	6.816,52	1,34	7.729,33
	02 CORTE Y RELLENOS	M <sup>3</sup>	10.588,24	14.512,92	0,00	0,00	140.252,20	59,16	154.765,11
	ACOPIO DE MATERIAL DE CORTE	M <sup>3</sup>	3.893,00	4.946,68	0,00	0,00	36.940,24	14,31	41.886,92
	CARGAR MATERIAL SOBRENTE DE CORTE	M <sup>3</sup>	3.347,62	4.557,53	0,00	0,00	44.244,44	19,39	48.801,97
	TRANSPORTE MATERIAL SOBRENTE A 2.8 KM	M <sup>3</sup>	3.347,62	5.008,71	0,00	0,00	59.067,51	25,46	64.076,22
	05 CONFORMACIÓN DE BOMBEO DE LA SUBRASANTE	M <sup>3</sup>	333,78	3.508,47	0,00	0,00	26.442,72	105,89	29.951,19
	CONFORMACIÓN	M <sup>3</sup>	333,78	2.268,51	0,00	0,00	13.051,57	61,05	15.320,08
	CARGAR MATERIAL DE CONFORMACION	M <sup>3</sup>	433,91	590,74	0,00	0,00	5.734,90	19,39	6.325,64
	TRANSPORTE MATERIAL SOBRENTE DE COMFORMACION	M <sup>3</sup>	433,91	649,22	0,00	0,00	7.656,25	25,46	8.305,47
	07 EXPLOTACION DE BANCO DE PRESTAMO	M <sup>3</sup>	3.486,48	12.473,55	350.720,00	0,00	149.903,30	195,79	513.096,84
	EXPLOTACIÓN DE BANCO CON EXCAVADORA	M <sup>3</sup>	3.486,48	2.918,27	350.720,00	0,00	37.218,23	149,10	390.856,50
	TRANSPORTE DE MATERIAL SELECTO	M <sup>3</sup>	3.482,30	9.555,28	0,00	0,00	112.685,07	46,69	122.240,35
	09 CONFORMACIÓN DE LA CARPETA	M <sup>3</sup>	3.482,39	39.722,18	0,00	0,00	216.208,46	97,75	255.930,63
	TENDIDO Y HUMECTACION DE MATERIAL	M <sup>3</sup>	3.482,39	7.581,01	0,00	0,00	43.616,38	19,55	51.197,40
	COMPACTACION DE LA CARPETA	M <sup>3</sup>	3.482,39	32.141,16	0,00	0,00	172.592,07	78,19	204.733,24



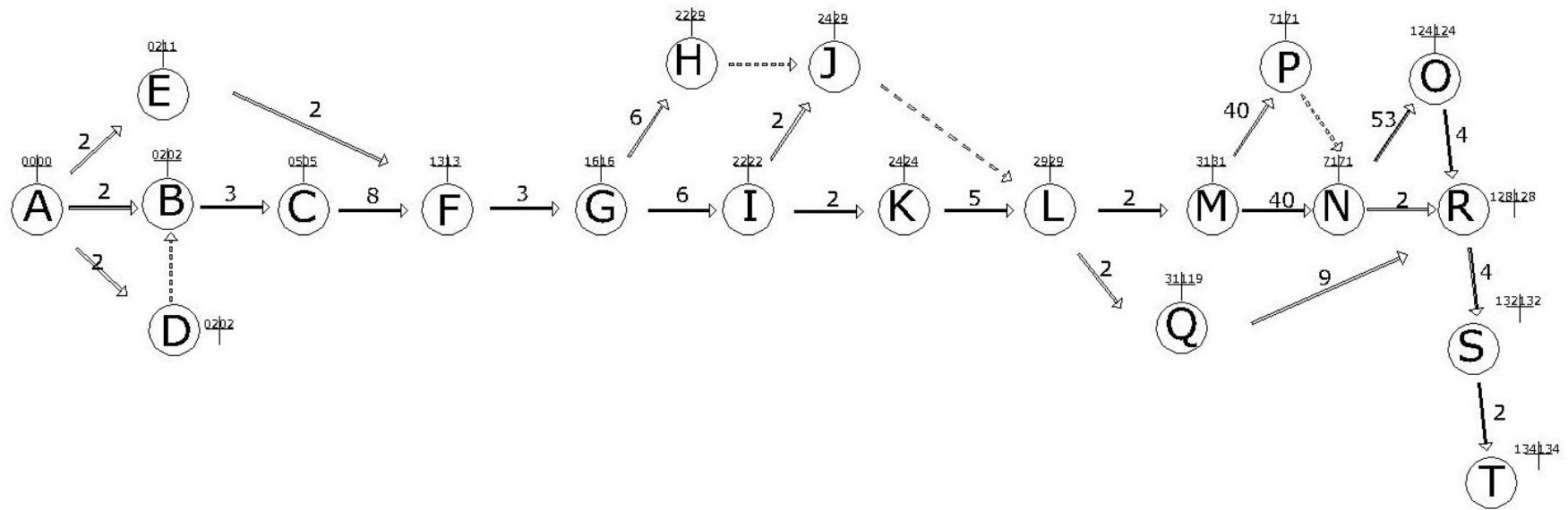
Etapa	Descripción	U/M	Cantidad	Costo Mano Obra	Costo Materiales	Costo de Transporte	Costo de equipo	Costo Unitario	Costo Total
<b>280</b>	<b>CUNETAS, ANDENES Y BORDILLOS</b>	<b>ML</b>	<b>2.000,30</b>	<b>123.109,11</b>	<b>424.173,55</b>	<b>97.723,00</b>		<b>322,45</b>	<b>645.005,66</b>
	<b>01 CUNETA DE CAITES DE CONCRETO</b>	<b>ML</b>	<b>2.000,30</b>	<b>114.291,53</b>	<b>398.720,00</b>	<b>91.960,00</b>		<b>302,44</b>	<b>604.971,53</b>
	CUNETA DE CAITE DE CONCRETO	ML	2.000,30	106.422,35	372.420,00	86.305,00		282,53	565.147,35
	ACABADO INTEGRAL DE CUNETA	ML	2.000,30	7.869,18	26.300,00	5.655,00		19,91	39.824,18
	<b>05 VIGA DE REMATE PARA ADOQUINES</b>	<b>ML</b>	<b>79,20</b>	<b>2.316,60</b>	<b>6.998,55</b>	<b>726,00</b>		<b>126,78</b>	<b>10.041,15</b>
	VIGA DE REMATE TRANSVERSAL 15 X 30 CMS	ML	79,20	2.316,60	6.998,55	726,00		126,78	10.041,15
	CONC. 2,500 PSI PARA ADOQUIN								
	<b>06 VIGA LONGITUDINAL DE CONCRETO</b>	<b>ML</b>	<b>2.000,30</b>	<b>6.500,98</b>	<b>18.455,00</b>	<b>5.037,00</b>		<b>14,99</b>	<b>29.992,98</b>
	VIGA DE REMATE PARA ADOQUINES 15 X 15 CMS	ML	2.000,30	6.500,98	18.455,00	5.037,00		14,99	29.992,98
<b>290</b>	<b>OBRAS DE DRENAJE</b>	<b>GLB</b>	<b>1,00</b>	<b>17.459,20</b>	<b>140.904,31</b>	<b>18.445,65</b>		<b>176.809,16</b>	<b>176.809,16</b>
	<b>26 VADO DE CONCRETO</b>	<b>M<sup>3</sup></b>	<b>8,00</b>	<b>10.504,00</b>	<b>29.840,00</b>	<b>12.623,37</b>		<b>6.620,92</b>	<b>52.967,37</b>
	VADO DE CONCRETO B = 1.2 M, T = 0,15 M	M <sup>3</sup>	8,00	10.504,00	29.840,00	12.623,37		6.620,92	52.967,37
	<b>44 ALCANTARILLA DE TUBERIA DE CONCRETO</b>	<b>ML</b>	<b>9,60</b>	<b>3.786,00</b>	<b>12.564,31</b>	<b>3.252,28</b>		<b>2.041,94</b>	<b>19.602,59</b>
	ALCANARILLA DE DIAM 36" (NO INCLUYE EXCAVACION)	ML	9,60	3.786,00	12.564,31	3.252,28		2.041,94	19.602,59
	<b>44 ESTRUCTURAS MENORES DE CONCRETO</b>	<b>M<sup>3</sup></b>	<b>7,52</b>	<b>2.143,20</b>	<b>5.720,00</b>	<b>1.500,00</b>		<b>1.245,11</b>	<b>9.363,20</b>
	DISIPADORES DE ENERGIA EN PUENTES	M <sup>3</sup>	7,52	2.143,20	5.720,00	1.500,00		1.245,11	9.363,20
	<b>44 MUROS DE RETENCION</b>	<b>M<sup>3</sup></b>	<b>22,50</b>	<b>1.026,00</b>	<b>92.780,00</b>	<b>1.070,00</b>		<b>4.216,71</b>	<b>94.876,00</b>
	MUROS DE GAVIONES	M <sup>3</sup>	22,50	1.026,00	92.780,00	1.070,00		4.216,71	94.876,00

Etapa	Descripción	U/M	Cantidad	Costo Mano Obra	Costo Materiales	Costo de Transporte	Costo de equipo	Costo Unitario	Costo Total
<b>291</b>	<b>SEÑALIZACION HORIZONTAL Y VERTICAL</b>	<b>C/U</b>	<b>20,00</b>	<b>0,00</b>	<b>35.000,00</b>	<b>1.750,00</b>		<b>1.837,50</b>	<b>38.238,62</b>
	<b>01 SEÑALES DE INFORMACION</b>	<b>C/U</b>	<b>20,00</b>	<b>0,00</b>	<b>35.000,00</b>	<b>1.750,00</b>		<b>1.837,50</b>	<b>36.750,00</b>
	SEÑAL INFORMATIVA (RÓTULO ESTRUCT METALICA ALTO)	C/U	20,00	0,00	35.000,00	1.750,00		1.837,50	36.750,00
	<b>02 SEÑALES VIALES PERMANENTES</b>	<b>ML</b>	<b>1.063,30</b>	<b>1.488,62</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>		<b>1,40</b>	<b>1.488,62</b>
	SEÑALIZACION HORIZONTAL	ML	1.063,30	1.488,62	0,00	0,00		1,40	1.488,62
<b>300</b>	<b>LIMPIEZA Y ENTREGA</b>	<b>GLB</b>	<b>1,00</b>	<b>2.275,00</b>	<b>0,00</b>	<b>6.500,00</b>		<b>8.775,00</b>	<b>8.775,00</b>
	<b>01 LIMPIEZA FINAL</b>	<b>GLB</b>	<b>1,00</b>	<b>2.275,00</b>	<b>0,00</b>	<b>6.500,00</b>		<b>8.775,00</b>	<b>8.775,00</b>
	LIMPIEZA FINAL DE RESIDUOS DE CONSTRUCCION	GLB	1,00	2.275,00	0,00	6.500,00		8.775,00	8.775,00
	<b>TOTALES</b>	<b>M2</b>	<b>6.436,58</b>	<b>506.103,00</b>	<b>2.283.859,41</b>	<b>451.047,68</b>	<b>539.623,19</b>	<b>587,37</b>	<b>C\$ 3.780.633,28</b>
	<b>COSTO TOTAL DE EJECUCIÓN (EN CÓRDOBAS)</b>					450.297,68			<b>C\$ 3.867.621,90</b>
	<b>IMPREVISTOS (3%)</b>					-750,00			<b>C\$ 116.028,66</b>
	<b>COSTO TOTALES DIRECTOS DEL PROYECTO EN CÓRDOBAS</b>								<b>C\$ 3.983.650,56</b>
	<b>COSTO TOTALES INDIRECTOS DEL PROYECTO EN CÓRDOBAS</b>								<b>C\$ 2.511.691,68</b>
	<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO EN CORDOBAS</b>								<b>C\$ 6.495.342,24</b>
	<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO EN DÓLARES</b>								<b>\$304.231,49</b>
	(CON UNA TASA OFICIAL DE CAMBIO AL 30/JUNIO/2010 DE C\$ 21,3500 X US \$ 1,00								
								<b>Costo Unitario de adoquinado</b>	<b>C\$ 1.009,13</b>
	<i>Impuesto Municipal 1%</i>								<b>C\$ 64.953,42</b>
	<i>Impuesto IVA 15%</i>								<b>C\$ 974.301,34</b>
	<b>COSTO TOTAL C/ IMPUESTOS DEL PROYECTO EN CÓRDOBAS</b>								<b>C\$ 7.534.597,00</b>
	<b>COSTO TOTAL C/IMPUESTOS DEL PROYECTO EN DÓLARES</b>								<b>\$ 352.908,52</b>

## 7.4 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Actividad	Designación	Duración (Días)	Antes	Después
Limpieza Inicial	A	2		B
Replanteo Topográfico	B	3	A	C
Trazo y Nivelación	C	8	B	F
Hacer y colocar Rotulo	D	1	A	
Movilización de Equipo	E	2	A	F
Descapote	F	3	C,E	G
Corte y Relleno	G	6	F	H
Botar Mat. Corte y relleno	H	6	G	
Conformación de Bombeo	I	2	G	J
Cargar y Transportar Mat. Conformac. Sobrante	J	1	I	
Explotación de Banco de Materiales	K	5	I	L
Conformación y Compactación de calles	L	2	I,K	M
Cuneta, Andenes y Bordillos	M	40	L	N,P
Carpeta de Rodamiento	N	53	L,M	O
Hacer Viga Longitudinal y Transversal	O	4	N	R
Hacer vado de Concreto	P	10	N	
Hacer Puente	Q	15	L	R
Colocar señales de Información	R	4	O,Q	S
Limpieza	S	2	R	T
Entrega Final	T	1	S	

### 7.5 DIAGRAMA DE RED



Ruta Crítica: A-B-C-F-G-I-K-L-M-N-O-R-S-T (————→)  
 Duración Total: 134 días.

## **CONCLUSIONES**

En el diseño geométrico se respetó al máximo la topografía existente para la selección del radio para las curvas horizontales, con la ventaja que el derecho de vía permitía seleccionar un radio partiendo de una velocidad de diseño de 30Km/h. Mientras que en el diseño de las cuatro curvas verticales se respetó en lo posible, el relieve de la zona, debido a que se debía tener en cuenta el escurrimiento pluvial aprovechando las pendientes y drenajes naturales.

En el diseño del nivel de la rasante se procuró obtener un nivel adecuado respecto a las viviendas existentes porque en todo diseño de calles urbanas el nivel de la rasante debe quedar a pelo de tierra, para evitar las afectaciones en los drenajes de las casas.

La estructura de pavimento diseñada se elaboró mediante el método brasileño Murillo López de Souza, con el que se obtuvo un diseño de pavimento con un espesor de 50 centímetros, de los cuales 22 cm para base, considerando el empleo de la sub-base con 13 cm, el espesor de adoquín es de 10 centímetros y una capa de arena de 5 centímetros. Los aspectos que inciden en el diseño de pavimento como lo especifica el método utilizado son: el tipo de suelo encontrado en el sitio de estudio, que en su mayoría se caracterizan por ser de bueno a excelentes como sub-rasante; la zona geográfica es lluviosa con una intensidad de 1,894 mm/año; el tipo de tránsito que a partir del aforo vehicular resultó caracterizarse como tránsito medio, del cual se determinó que la capacidad máxima por rueda era de 5 toneladas.

El presupuesto para la obra a construir es de **C\$ 6, 495,342.24** (sin impuestos) de los cuales **C\$3, 983,650.56** son por costos directos y **C\$ 2, 511,691.68** son por costos indirectos, estos últimos antes de impuestos; también se procedió a elaborar el diagrama de Red para la ejecución del proyecto, obteniéndose una duración total de 134 días, a partir del inicio del proyecto.

Se determinaron todos aquellos efectos provocados por la construcción de la obra, a los que se trató de minimizar su impacto al medio ambiente.

## **RECOMENDACIONES**

- Se recomienda realizar el estudio de suelo en sondeo manual a cada 50 metros, esto permitirá obtener una idea más clara del cambio estratigráfico del suelo.
- Utilizar material selecto del banco Rancho Rojo, aunque este material tenga un CBR bajo, se estabiliza con cemento o cal, debido a que es más viable económicamente porque está a menor distancia que traerlo de otro banco.
- Mantener la línea de la sub rasante al nivel propuesto, debido que está a "Pelo de Tierra", y si se varía puede que afecte el NPT de las casas en sitio del proyecto. Además variaría las pendientes y las cuales afectarían directamente el diseño de drenaje longitudinal (cuneta).
- Para colocar la estructura del pavimento deberá retirarse todo el material existente hasta la profundidad indicado en los planos del perfil longitudinal y reponerlo con el material selecto recomendado, este se debe compactar en capas no mayores de 20cm y al 95% de su densidad seca máxima, luego colocar el espesor indicado.
- Se recomienda llevar un estricto control en la compactación del material selecto que conformara la estructura del pavimento y deberá eliminarse las partículas mayores de una pulgada y así obtener la densidad requerida.
- Se recomienda las estabilizaciones de taludes donde sean perjudiciales para la colocación de las cunetas y andenes, según sea el caso como se muestren en las secciones transversales.
- Se colocara un muro de contención a base de gaviones en las estación 0 + 420 del eje 2, el cual permitirá estabilizar el talud que se presenta, el cual evitara la erosión y el socavamiento debido al drenaje pluvial.

- Se colocaran vados en estaciones próximas a la alcantarillas con el fin de captar las aguas pluviales de las casas aledañas que quedaran bajo el nivel de calzada, para encausarlas hacia la alcantarilla.
  
- Se recomienda colocar las señales de tránsito indicadas en este documento, además, de alguna otra que indique la especialidad de tránsito con el fin eliminar al máximo cualquier riesgo de accidente.
  
- Se recomienda cumplir al máximo con las especificaciones técnicas propuestas en este diseño, y en caso que fuese necesario modificar algunas de estas, que a criterio del constructor.

## **BIBLIOGRAFIA**

- Código del Trabajo de la República de Nicaragua.
- Diseño para la rehabilitación de un tramo de calle de 0.5 km en el casco urbano del municipio de Jalapa, departamento de Nueva Segovia; Caballero Martínez Yemill Fabricio, Rodríguez Martínez Erving Bayardo;, Octubre 2006.
- DECRETO No. 76-2006, Medidas de Protección y de mitigación de los impactos ambientales en las construcciones, La GACETA 2006.
- Estudio técnico económico del adoquinado de las calles MEBASA-La aguja-Bo 26 de febrero, Márquez Carlos Iván, Urrutia Pérez Melvin René. 2007
- Especificaciones Generales para la construcción de caminos, calles y puentes Nic 2000 publicado por el Ministerio de Transporte e Infraestructura, Julio de 1999.
- Folleto de “Transporte”, diseño geométrico unidad II.
- Folleto de ingeniería de Tránsito, Volumen de Tránsito, capacidad y niveles de servicio.
- Leyes No. 40 y 261 Reformas e incorporaciones a la ley 40 “Ley de municipios”.
- Manual de proyecto geométrico de carreteras de la secretaría de obras públicas de México.
- Mecánica de suelos, JUAREZ BADÍLLO, tomo I.
- Normas y Procedimientos de Ejecución para Mantenimiento Vial, publicado por SIECA, autor, Ing. Jorge Coronado I, Consultor, Guatemala Dic. 2000
- Topografía, MIGUEL MONTES DE OCA, Alfa Omega 1996, 4ta edición.
- Vías de Comunicación. Caminos, Ferrocarriles, Aeropuertos, Puentes y Puertos. CRESPO VILLALAZ, Carlos. Limusa - Noriega Editores. México. 1999.



## **ESPECIFICACIONES TECNICAS\***

### **11.1 ESPECIFICACIONES GENERALES:**

Todas las obras deberán ser ejecutadas conforme los planos y especificaciones técnicas proporcionadas por el dueño, los volúmenes de obra se pagarán por unidad de medida totalmente terminada, conforme se indique en los planos, especificaciones técnicas y los precios establecidos en el presupuesto de la oferta presentada. Por lo tanto cualquier alcance de obra complementario que no este considerado deberá de ser notificado por escrito al supervisor del proyecto y esperar orientaciones al respecto.

El CONTRATISTA debe incluir todos los costos que sean necesarios, sin omitir alguna actividad, para evitar que sus costos presenten errores.

Cada Oferente, antes de presentar su oferta, tiene la obligación de visitar el sitio y lugar del proyecto para que pueda considerar todos los factores que influyan tanto en los costos, como en la calidad de las obras.

En caso de que existan contradicciones en los planos y especificaciones técnicas, el Ingeniero supervisor (Designado por la Alcaldía Municipal de Camoapa), decidirá tal incongruencia, dejando por escrito en el libro de Bitácora del proyecto la solución correcta. El CONTRATISTA debe solicitar por escrito tal decisión antes de empezar cualquier actividad, ya que si incurre en obras defectuosas, que castiguen la calidad o la seguridad estructural y se compruebe mal intención de su parte, será responsabilidad suya demoler y construir sin costo adicional para el dueño. Las Especificaciones Técnicas, Planos y Bitácora tienen el mismo peso.

El CONTRATISTA será responsable de los daños que ocasione a tuberías, cables, pavimentos, cunetas, aceras y estructura sobre y bajo la tierra, sean que estén o no

---

\* NIC-2000

indicadas en los planos; además, deberá por su cuenta asumir los gastos de protección de las mismas, repararlas o reemplazarlas de ser necesario.

El CONTRATISTA tomará todas las precauciones necesarias para prevenir daños a terceros en la ejecución de la obra, esto en cualquier tipo de estructura sobre o bajo la tierra, este deberá de proteger y preservar la propiedad privada. Todo daño a terceros e infraestructura ocasionado por el CONTRATISTA correrá por su cuenta el total reparo de los daños. Además deberá garantizar la señalización preventiva del proyecto según la naturaleza del mismo. Además El CONTRATISTA deberá de leer todas las especificaciones técnicas planteadas en este documento. Las especificaciones técnicas se apoyaran en el Nic-2000.

## **11.2 ESPECIFICACIONES DETALLADAS.**

### **PRELIMINARES**

#### **Art. 1. Medidas de Pago.**

Todos los trabajos preliminares se pagarán mediante unidades de medidas completamente terminadas, de acuerdo a los avances de los avalúos los cuales deberán de tener un avance mínimo del 15 % del monto del contrato, así como también con los precios y conceptos establecidos en el desglose de actividades (Etapas y Sub.-Etapas) en que se presente el presupuesto ofertado.

#### **Art. 2. Construcciones e Instalaciones Temporales.**

Las construcciones e instalaciones temporales que el CONTRATISTA requiera para la ejecución del proyecto, deberán ser consideradas en sus costos indirectos, con el fin de reducir costos, ya que lo que cobrará será el alquiler de las mismas y una vez finalizado el proyecto, podrán ser desinstaladas y regresadas a las bodegas del CONTRATISTA.

#### **Art. 3. Demoliciones.**

Consiste en la demolición de todas aquellas aceras, accesos vehiculares o peatonales que se encuentren dentro del ancho de rodamiento, debido a que si al realizar el chequeo con topografía los niveles de las cunetas se encuentran ya sea por debajo o

por encima de la rasante trazada tendrán que ser demolidos y contruidos nuevamente.

El costo de esta actividad deberá incluir carga y descarga de escombros así como el transporte del mismo que se incluirá en la actividad de demolición que aparece en los alcances del presente proyecto.

#### **Art. 4. Limpieza Inicial.**

El CONTRATISTA debe ubicar el sitio del Proyecto; los Planos que señalan los límites de la Obra y especifican los árboles, arbustos, plantas y objetos que deben conservarse. En caso contrario deberán ser indicados por el Supervisor y por escrito en el Libro de Bitácora.

Todos los objetos de la superficie y todos los árboles, troncos, raíces y fundaciones viejas de concreto y cualquier obstrucción saliente, deberán ser quitados de los últimos 50 centímetros superficiales

Los materiales de desecho que no puedan ser quemados, podrán ser retirados del área deshaciéndose de ellos en lugares alejados del Proyecto y fuera de los límites visibles de éste, mediante permiso escrito del Supervisor y del Dueño de la Propiedad en la que se depositarán dichos desperdicios. El CONTRATISTA deberá hacer todos los arreglos necesarios con los dueños de los predios donde se colocarán los desperdicios. El costo correspondiente deberá ser incluido en el precio de la limpieza inicial.

En caso de que El CONTRATISTA no pueda quemar ó retirar los deshechos en un tiempo razonable, del área del Proyecto y los mismos estorben para las subsecuentes operaciones de construcción, será responsabilidad de él trasladar dichos desperdicios a lugares provisionales donde no estorben las maniobras de construcción.

Todos los escombros producidos por la ejecución de las Obras del Proyecto serán depositados en el Vertedero Municipal o en el lugar que indique el Supervisor.

## **Art. 5. Trazo y Nivelación.**

Una vez limpia el área de trabajo donde se desarrollará el proyecto, EL CONTRATISTA deberá realizar el replanteo topográfico de todo el proyecto, para verificar todo lo concerniente a la planimetría y la altimetría indicada en planos, incluyendo la elevación de los BM ubicados en el sitio. En caso de encontrarse con alguna discrepancia o que los BM indicados en planos han sido removidos o afectados en su posición original, El CONTRATISTA deberá restablecerlos trasladando el nivel desde el BM más cercano aprobado por la supervisión.

Se hará el Trazo del Eje Central del Proyecto, el Trazo de Cunetas con un sólo alineamiento horizontal y Secciones en general para el Adoquinado, Vados indicados en los Planos o de las Secciones que se requieran y que sean exigidas por el Supervisor. El CONTRATISTA dispondrá el Equipo Topográfico necesario.

El CONTRATISTA trazará su trabajo partiendo de las líneas bases y bancos de nivel, o puntos topográficos de referencia establecidos en el terreno y de las elevaciones indicadas en los planos, siendo responsable por todas las medidas que así tome. El CONTRATISTA será responsable por la ejecución del trabajo en conformidad con las líneas y cotas de elevación indicadas en los planos o establecidas por el Supervisor.

El CONTRATISTA comprobará las medidas en los planos, localizando la construcción con precisión en el sitio, de acuerdo con los Documentos del Contrato. Niveletas, estacas de nivelación, tacos, etc., permanecerán en su posición hasta que el área de la construcción haya sido establecida permanentemente. El CONTRATISTA será responsable de proteger de daños todas las líneas, niveles y puntos de referencia y si se destruyen deberán ser reparados y repuestos por su cuenta, notificando al Supervisor. Cuando el trazo esté sustancialmente terminado solicitará si puede eliminarlos.

Si el CONTRATISTA tiene alguna inquietud sobre estos puntos, los Topógrafos de la Municipalidad revisará su trabajo, para que éste construya los bancos de nivelación y compactación tal como se describe en estas especificaciones, no obstante el

CONTRATISTA asumirá el resguardo de estos puntos una vez revisado por dichos Topógrafos y el Supervisor.

#### **Art. 6. Rótulo.**

El CONTRATISTA deberá instalar un rótulo, en el punto donde lo indique el Supervisor, este será metálico según diseño y especificaciones suministrados por el Dueño. El Costo del rótulo será asumido por el CONTRATISTA y será su responsabilidad mantenerlo en buen estado durante la Ejecución del Proyecto, este rótulo deberá ser instalado al iniciar la obra y debe garantizar el cuidado del mismo.

### **MOVIMIENTO DE TIERRA**

#### **Art. 1. Trabajos Requeridos.**

Los trabajos requeridos para el movimiento de tierra de este proyecto deberá ser ejecutado de acuerdo a los procedimientos establecidos en el Nic.- 2,000 utilizando para ello el equipo adecuado, a excepción de aquellos sitios o áreas en que por las características propias de obras propuestas a ejecutarse tengan que realizarse con equipo manual. Los trabajos incluidos en esta sección son:

- a) Preparación y limpieza del sitio.
- b) Trazo y Nivelación
- c) Corte y excavación.
- d) Nivelación y Conformación Compactada.
- e) Explotación de los Bancos de Materiales.
- f) Rellenos y Compactación con Mezcla de Hormigón y Material Selecto.
- g) Limpieza y Acarreo del material de desecho.

#### **Art. 2. Conocimiento del Estudio de Suelos.**

Es de ineludible responsabilidad por parte de EL CONTRATISTA conocer a fondo el estudio de suelos y en caso de cualquier situación diferente que resulte y/o se observe en el terreno que pueda poner en riesgo la estabilidad de las obras del proyecto, estas deberán ser puestas a su debido tiempo en conocimiento del DUEÑO y/o LA SUPERVISIÓN para analizar la situación y de ser necesario tomar las medidas adecuadas al respecto.

### **Art. 3. Preparación y Limpieza del Sitio de la Obra.**

El sitio será entregado a como se encuentra y el CONTRATISTA será responsable de llevar a cabo en él todos los trabajos de demolición y limpieza de todas aquellas estructuras que existan y que afecten el desarrollo del proyecto, así como también la limpieza, el acarreo y el transporte de los materiales de desechos que resulten de las demoliciones y limpieza del área donde se propone ejecutar el proyecto.

### **Art. 4. Alcances.**

Los trabajos de movimiento de tierra, comprenden el descapote, cortes y/o excavación, explotación de bancos de materiales; carga, descargue y transporte del material selecto, así como el procesamiento, compactación de terraza, sub-base y base, tienen que retirarse del sitio de la obra todo el material sobrante y desechos.

El CONTRATISTA hará todo lo necesario para llevar a cabo en forma técnica y apropiada la construcción de las obras de movimiento de tierra de acuerdo a los niveles indicados en los planos constructivos y cumpliendo a cabalidad con todas las disposiciones técnicas indicadas en el NIC-2,000.

### **Art. 5. Descapote, Corte y/o Excavación.**

Los diferentes cortes (descapote, corte y/o excavación), consiste en el trabajo necesario para remover el material existente en el terreno hasta los niveles de desplante indicados en los planos constructivos, es aplicable para la construcción de calles, áreas de maniobra, estacionamiento y cualquier otro tipo de construcción horizontal y vertical a construirse en el proyecto.

El nivel de corte deberá ser respetado para así realizar el relleno con material selecto compactado que se requieren tanto en las terrazas para las edificaciones como para la base y subbase que se requiere en las calles, áreas de maniobra y otros según lo indicado en planos constructivos y estas especificaciones técnicas. Los niveles expresados en las secciones transversales para el corte tienen contemplado dejar la terracería con el bombeo. Los niveles expresados en las secciones transversales para el corte tienen contemplado dejar la terracería con el bombeo.

En caso de encontrarse material inestable o depósitos de desechos orgánicos (basura) ésta será extraída y sustituido con material selecto compactado como mínimo al 95% Proctor. El fondo de toda excavación o corte deberá quedar de acuerdo al nivel indicado en los planos, *se deberá de escarificar 10 cm. y compactar como mínimo al 95% Proctor Estándar* donde se construirá el Adoquinado, antes de proceder a realizar los rellenos con material selecto compactado.

#### **Art. 6. Explotación de Bancos.**

El banco de material selecto a utilizar será el de Rancho Rojo, ubicado a 5.2 Km del sitio del proyecto, propiedad del señor Francisco Arroliga y similar de acuerdo a propuesta del CONTRATISTA siempre y cuando sean respaldados por el análisis de un laboratorio de materiales de reconocida trayectoria y licencia del MTI previamente aprobado por EL DUEÑO y LA SUPERVISIÓN.

El CONTRATISTA realizará los arreglos que sean necesarios con el dueño del predio donde se encuentre ubicado el banco de material que selecciono, para adquirir los derechos de explotación de los mismos, liberando a EL DUEÑO de toda responsabilidad en caso de incumplimientos con los acuerdos establecidos entre EL CONTRATISTA y el dueño del predio. Los costos en que se incurra por los análisis de laboratorio para respaldar la propuesta de utilizar cualquier banco de materiales correrán por cuenta de EL CONTRATISTA.

#### **Art. 7. Acarreo de Material Selecto.**

Antes de realizar el acarreo el CONTRATISTA deberá de llevar a un laboratorio de materiales, previamente aprobado por EL DUEÑO y/o LA SUPERVISIÓN, una muestra del material selecto para verificar si las condiciones físico - mecánicas de estos no han cambiado desde el tiempo en que fueron muestreados originalmente los bancos de materiales.

El CONTRATISTA acarreará del banco de material selecto al proyecto en cantidad suficiente, teniendo en cuenta el abudamiento y encogimiento del material. Este material lo transportará del banco establecido de acuerdo al estudio de suelo, en el caso

de otros materiales que no estén presente en el Municipio, se podrá utilizar materiales de otros bancos que el CONTRATISTA estime conveniente siempre y cuando cumpla con las especificaciones técnicas, pruebas de laboratorio y cuente con la aprobación del Supervisor.

#### **Art. 8. Relleno.**

El material selecto a usarse en los rellenos será del banco indicado en el artículo # 6, El material deberá estar libre de toda materia vegetal u orgánica, de pedazos de madera o substancias contaminantes. Si el CONTRATISTA quisiera utilizar otro banco de materiales deberá solicitarlo por escrito a la Supervisión, justificando el cambio y soportando su propuesta con resultados de estudios por un Laboratorio de Suelo, de reconocida capacidad y experiencia.

El relleno se realizará con una mezcla de dos materiales (esto es descrito en el artículo # 9). El relleno debe compactarse en capas uniformes no mayores a 20 centímetros de espesor dando no menos de 5 pasadas o las que recomiende el fabricante del equipo de compactación después de darle la humedad óptima hasta que alcance una densidad mínima del 95 % Proctor Standard, en esta actividad debe hacerse uso de equipo mecánico, al material a compactar se le debe dar la humedad necesaria.

Será responsabilidad del CONTRATISTA todo relleno defectuoso y reparará por su propia cuenta cualquier porción fallada o que haya sido dañada por la lluvia, descuido o negligencia de su parte incluye procesamiento. La Supervisión recibirá metro cúbico de relleno debidamente compactado el cual será tomado para efecto de pago (metro cúbico compactado). El material procesado no deberá de tener piedras de diámetro mayor a 1”.

Las áreas para relleno deberán limpiarse de toda basura, material de desechos o impurezas. Las depresiones u hoyos bajo el nivel del suelo deberán ser rellenados con material selecto y compactado al 95 % Proctor Estándar.



El material de relleno deberá ser depositado en capas de 10 a 20 centímetros de espesor por toda el área y será debidamente compactada cada capa al 95% Proctor Estándar, debiéndose controlar la humedad del material para lograr la compactación requerida para cada capa. Para comprobar la densidad del suelo después de la compactación, se deberá utilizar el método del cono y la arena.

El SUPERVISOR podrá ordenar la suspensión del trabajo si a su juicio, EL CONTRATISTA no estuviere utilizando los equipos adecuados tanto para la explotación de los bancos, los cortes y/o excavación, la nivelación y conformación compactada, el acarreo de los materiales, procesamiento, la mezcla, el procesamiento, la compactación y la nivelación definitiva para dejar un trabajo de terracería de primera calidad.

La supervisión efectuará pruebas de compactación en cada capa terminada de fondo de sub-rasante 95% Proctor Estándar; Sub-base 95% Proctor Estándar; Base 95% Proctor Estándar, estas pruebas serán ordenadas por EL SUPERVISOR y serán realizadas a cada 100 m de distancia. Debido al control se deberá de elaborar, de común acuerdo con EL CONTRATISTA, el programa de compactación y control de la misma a fin de evitar atrasos en la ejecución del proyecto. Los costos de las pruebas correrán por cuenta del CONTRATISTA.

En el caso que al realizar dichas pruebas, resulte una densidad inferior a la estipulada en estas especificaciones, el CONTRATISTA está obligado a realizar las reparaciones y en el caso extremo la sustitución de toda la sub-base o base, los costos que se incurra durante el reparo o eliminación de la misma, si fuera necesario, correrán por cuenta del CONTRATISTA sin perjuicio de la calidad de la Obra.

El CONTRATISTA será responsable por la perfecta estabilidad de todos los trabajos realizados por lo cual deberá proteger todas las obras ejecutadas de imprevistos y en caso de daños a las mismas reparará por su propia cuenta cualquier porción fallada o

que haya sido dañado por la lluvia, descuido o negligencia de su parte, incluyendo taludes de estabilización del relleno.

#### **Art. 9. Estructura y Carpeta de Rodamiento.**

El material que se utilizara para la base y la sub base corresponde al material del banco "Rancho Rojo" teniendo en cuenta las recomendaciones del laboratorio de materiales ya que, según los resultado de los sondeos las condiciones de cimentación del suelo nos proporcionaría un sub base de buena calidad pero no tan buena para la base por tanto si se utiliza el material de este banco para la capa base se deberá hacer un mejoramiento previo como se detalla a continuación:

- Antes de colocar el material, se deberá eliminar las partículas de diámetro superior a 1 ½" para el material de sub base.
- En el caso que se desee utilizar la fuente de materiales denominada "Banco Rancho Rojo", como material de base de buena calidad, deberá ser estabilizada con cemento o cal según sea el caso a usar.
- Si se pretende hacer el mejoramiento con cemento se deberá elaborar una mezcla de suelo – cemento, utilizando 3.5 bolsas de cemento (de 42.5 kg de peso cada una), por cada metro cubico del material del "Banco Rancho Rojo" deberá quedar con una consistencia un poco seca, utilizando para tal efecto la humedad correspondiente a la optima y se deberá colocar en capas no mayores de 0.20 metros.
- O si se pretende hacer el mejoramiento con cal se deberá elaborar una mezcla de suelo – cal, utilizando 67 kg de cal por cada metro cubico del material del "Banco Rancho Rojo", deberá quedar con una consistencia un poco seca, utilizando para tal efecto la humedad correspondiente a la optima y se deberá colocar en capas no mayores de 0.20 metros.

- Se deberá llevar un estricto control de compactación de campo al momento de colocar el material del “Banco Rancho Rojo”.

Teniendo en cuenta lo anteriormente propuesto el diseño de la estructura de la carpeta de rodamiento será la siguiente:

Sub base: 13 centímetros de espesor.

Base: 22 Centímetros de espesor.

Arena: 5 Centímetros

Adoquín: 10 Centímetros

#### **Art. 10. Nivelación.**

Los rellenos deben de efectuarse hasta suficiente altura para que después del asentamiento por la compactación, éste quede de acuerdo con las elevaciones indicadas en los planos de niveles y terrazas.

#### **Art. 11. Limpieza y Acarreo de Materiales Sobrantes de Corte.**

Terminados los trabajos de movimiento de tierra el CONTRATISTA desalojará el material sobrante de corte y removerá del sitio todos los escombros y basuras resultantes dejando el sitio limpio, nítido y en condiciones de iniciar las obras subsiguientes.

### **ADOQUINADO**

#### **Art. 1. Alcances del Trabajo.**

Los trabajos de Carpeta de rodamiento consisten en proveer los materiales, equipos, mano de obra calificada y demás requisitos para construcción, calles revestidas con adoquín y otras obras exteriores de infraestructura indicados en planos.

## **Art. 2. Calles con Pavimento de Adoquín.**

### **a) - Materiales a utilizar:**

- Arena Motastepe
- Arena Fina (de río)
- Adoquín y ½ adoquín (de 3,500 PSI) de Concretera Total CT.
- Piedra triturada
- Cemento
- Agua

### **b) – Manejo de los a Adoquines:**

El transporte y manejo de los adoquines desde la planta al proyecto se realizará de la manera mas ordenada, para evitar su deterioro y alcanzar el máximo rendimiento en la construcción del pavimento.

b.1 – Los adoquines se transportarán en Volquetas o camiones plataforma, ordenados en estibas, la operación de cargue y descargue se realizará a mano por “Voleo”, nunca como piedra en un cargador ni por “Volteo” de la Volqueta.

b.2 – Los adoquines en la obra deberán ser estibados con alturas no mayor de 1.50 metros, para evitar cualquier posible derrumbe y que estén a la disposición del alcance de la mano de cualquier obrero de la construcción.

b.3 – Dentro de la obra se utilizarán carretillas para llevar los adoquines desde las estibas hasta donde están los colocadores, con el fin que estos tengan a mano las unidades suficientes.

### **c) – Arenas, Tipo y Calidad:**

Para la construcción de pavimentos con adoquín se utilizarán dos tipos de arena, una gruesa para la capa debajo de los adoquines y la otra fina para el sello de las juntas. El zarandeo, lavado y almacenamiento de las arenas se deberá hacer sobre un piso duro, preferiblemente de concreto para evitar así cualquier tipo de contaminación con materiales del suelo o terreno natural.

c.1 – La arena de tipo gruesa para la cama debajo de los adoquines deberá pasar el 100% *por una malla # 4 o zaranda de 2 x2 (con huecos de 1x1 centímetro de ancho)*, para quitarle cualquier sobre tamaño que contenga y deberá estar libre de terrones de arcilla, basura o cualquier otro material inadecuado.

c.2 - La arena de tipo fina para el sellado de las juntas entre adoquines deberá ser como la que se usa para los repellos, *pasada por una malla # 8 o zaranda de 8x8 (con huecos de 2.5 x 2.5 milímetros de ancho)*, para quitarle cualquier sobre tamaño y materiales vegetales u otros elementos contaminantes.

**d) – Esparcido de la capa de arena por debajo del adoquín:**

La capa de arena gruesa debajo del adoquín tiene tres funciones que son:

- d.1 - Servir de filtro para el agua que se pueda penetrar por las juntas.
- d.2 - Ayudar a que los adoquines se amaren entre sí.
- d.3 - Que sirva de colchón amortiguador al pavimento con adoquín.

Por lo tanto el rango permisible de espesor es 3- 5 cm.

**e) – Instalación de Adoquines:**

La instalación de los adoquines se realizará sobre la capa de arena gruesa debidamente esparcida, garantizando la correcta alineación y nivelación (longitudinal y transversal), todo de acuerdo a lo indicado en los planos constructivos.

e.1 – Es importante que tanto el patrón como la alineación de los adoquines se mantenga a lo largo y ancho de la vía o área que se vaya a pavimentar con adoquín, con el propósito de que se vea uniformidad en la alineación longitudinal y transversal de los mismos. *En este proyecto el eje central de la calle se definirá con la colocación de medios adoquines.*

e.2 – Para garantizar la alineación y la nivelación correcta de los adoquines es necesario que el CONTRATISTA establezca mediante lienzas o hilos las escuadras longitudinales y transversales en cuadrantes de 5x5 metros y chequear las hiladas de adoquín mediante el método práctico de escuadras 3–4-5 metros (los 5 metros son la diagonal).

e.3 – La instalación de adoquines se realizará directamente sobre la capa de arena debidamente esparcida y ya enrazada, cada adoquín se tomará manualmente y sin asentarlos se recuesta a tope con los adoquines vecinos ya instalados, sin dejar a propósito una junta abierta, ya que por las mismas irregularidades del adoquín y su colocación se genera que *en promedio tener una abertura de 2 a 3 milímetros (Nunca deberá ser de 5 milímetros)*.

e.4 – El ajuste del adoquín, tanto vertical como horizontal, deberá realizarse mediante golpes, utilizando para esto un martillo o mazo con cabezal de caucho.

**f) - Aceptación del Adoquín colocado:**

El CONTRATISTA no colocará la carpeta de rodamiento hasta no tener el visto bueno por parte de la Supervisión, y esta se asegure que la base cumple con las especificaciones que se exigen en el pliego de base. Todo adoquín que resulte fracturado será retirado y cambiado por cuenta del CONTRATISTA no haciéndole pago ni compensación alguna por esto, además en los extremos se deberá de utilizar medios adoquines y no se permitirá partir o quebrar adoquines enteros para este fin. EL DUEÑO no hará pago adicional por adoquines que resulten de mala calidad, acabado deficiente y/o con aristas quebradas, es obligación del CONTRATISTA adquirir adoquines de la calidad especificada y que sean a entera satisfacción del DUEÑO. La superficie adoquinada una vez terminada deberá tener un bombeo del 3% para facilitar el escurrimiento del agua.

**g) – Sellado de Juntas:**

El sellado de las juntas se realizará con el tipo de arena fina, pasada por malla # 8 o zaranda de 8x8 (con huecos de 2.5x2.5 milímetros, sin ningún tipo de material Cementante (Cal o Cemento)).

g.1 – La arena para sellar las juntas entre los adoquines deberá ser como la que se utiliza para los morteros de repello, la cual debe de estar totalmente seca y no tener granos de más de 2.5 milímetros de grosor.

g.2 - La arena fina para el sello de las juntas deberá estar libre totalmente de materias contaminantes y totalmente seca.

#### **h) – Compactación Final y Limpieza:**

La compactación final de la carpeta de adoquín se realizará con una Vibro compactadora de rodillo manual o mecánica, pero garantizando el barrido simultáneo o alterno del sello de arena.

h.1 – Es muy importante garantizar que la arena no se empaste sobre los adoquines, ni que se formen morros que permitan hundir los adoquines al pasar la vibro compactadora de plato.

h.2 – Una vez selladas las juntas se deberá dar al menos cuatro pasadas con el vibro compactador de rodillo en diferentes direcciones, traslapando cada recorrido o las pasadas que sean necesarias para garantizar que los adoquines queden completamente firmes.

h.3 – La arena fina sobrante utilizada para el sello se deberá dejar sobre el pavimento durante dos semanas salvo que por motivos de lluvia o riesgos de accidentes la SUPERVISIÓN y/o el DUEÑO determinen lo contrario.

h.4 - Una vez terminados los trabajos de sellado y compactación final del pavimento con adoquín, el CONTRATISTA deberá dejar el área completamente limpia lo cual será requisito indispensable para poder realizar la recepción del proyecto.

#### **i) – Pruebas de resistencia del adoquín**

El adoquín será sometido a pruebas de compresión, por cada 10,000 adoquines se romperán 10 cuya resistencia deberá de ser como mínimo de 3,500 psi, para poder ser colocados en la obra. Estas pruebas deberán de ser hechas en un laboratorio de materiales de reconocida trayectoria y licencia del MTI previamente aprobado por EL DUEÑO y LA SUPERVISIÓN. Y correrán a costo del CONTRATISTA.

## **CUNETAS, BORDILLOS Y VIGAS**

En los lugares donde existan portones de acceso a viviendas o negocios se deberá dejar el bordillo en 10cm para permitir el acceso de vehículos.

### **- Cunetas**

Las cunetas serán de concreto de 2,500 psi, todo de acuerdo con los detalles indicados en planos. Se deberá de curar como mínimo tres días consecutivos tres veces al día. Se utilizará tanto para las juntas y repello un mortero de 3,100 psi proporción 1:4, con la siguiente dosificación por m<sup>3</sup>:

-Cemento: 8.5 bolsas

-Arena: 1.16 m<sup>3</sup>

### **- Vigas Longitudinales para Adoquinado:**

Las vigas de remate deberán ser de concreto simple de 2500 PSI, y manteniendo los niveles superiores de la rasante de la calle o área de pavimento con las dimensiones siguientes 15 cm x 30 cm.

Se utilizará una proporción de 1:2:3 con la siguiente dosificación por m<sup>3</sup>:

-cemento: 9 bolsas

-arena: 0.56 m<sup>3</sup>

-grava: 0.84 m<sup>3</sup>

### **- Viga Transversal para Adoquinado:**

Considerando que el confinamiento del adoquinado es esencial para su funcionamiento, se construirán vigas transversales con dimensiones de 15 x 30 centímetros entre los adoquines y vados a construir, estas deberán de ser de concreto simple de 2500 PSI, en proporción igual a la viga de remate longitudinal. El Supervisor indicará el momento de su construcción.



## **OBRAS DE DRENAJE**

Se construirán Vados de Concreto Simple en los lugares indicados de las secciones de planos, además se construirá un puente tipo losa en el lugar indicado por los planos, el concreto para la construcción de estos no tendrán una resistencia menor de 2,500 Psi.

El curado será tres veces diario durante 15 días consecutivos. El tránsito no podrá ser abierto como mínimo 14 días después de concluido el trabajo, en el caso de la alcantarilla será de 20 días, por lo cual El CONTRATISTA deberá incluir en sus costos los trabajos de desvío del tráfico vehicular y de su posterior restauración. En el caso de no poder construir este desvío, El CONTRATISTA deberá proponer al Supervisor una alternativa de solución que permita el tráfico sin poner en riesgo la seguridad de las obras, de manera que no sea sometido a cargas antes de su período de endurecimiento.

### **- Pruebas de compresión al concreto**

El Supervisor controlará la calidad del hormigón y El CONTRATISTA deberá pagar por todo el costo de tomar muestras y hacer ensayos. El CONTRATISTA cooperará suministrando el material y la mano de obra para las pruebas y cuando sea necesario proveerá el espacio para fines de almacenamiento. Cualquier ensayo o prueba que sea necesario llevar a cabo debido a que el hormigón no llena las especificaciones, también deberá ser pagado por El CONTRATISTA.

La Supervisión determinará en el campo el número de muestras para los ensayos de laboratorio (cilindros), del concreto a utilizarse en las diferentes etapas y sub etapas del proyecto y el costo de las mismas correrán por cuenta del CONTRATISTA.

Cuando la fatiga de ruptura a la compresión de cualquier cilindro sea inferior a la resistencia para la clase de hormigón especificado, el diseño de la mezcla y contenido de agua deberá ajustarse para producir la resistencia especificada para el hormigón que se coloque subsiguientemente. Además, el inspector puede ordenar un período adicional del curado para aquella sección de la estructura donde se ha colocado el hormigón de resistencia dudosa.

La colocación o vertida de todo el hormigón se hará de acuerdo con la norma 318-63 del ACI y en la forma que aquí se modifica. La vertida del hormigón se hará de modo que no se disgreguen sus elementos, volviendo a mezclar al menos con una vuelta de pala, las que acusen señales de segregación. No se tolerará la colocación de mezclas que acusen un principio de fraguado, prohibiéndose la adición de agua o lechada durante el hormigonado. Todo el hormigón se colocará sobre superficies húmedas, libres de agua y nunca sobre lodo suave o tierra seca o porosa.

## **CONSTRUCCION DE ALCANTARILLA**

Esta sección consiste en la construcción del sistema de drenaje pluvial, mediante una alcantarilla, de tubos de concreto prefabricados de acuerdo con las especificaciones del NIC-2000 (Artículo-1006.02) y en concordancia razonable con las líneas, y niveles mostrados en los planos o establecidos por el CONTRATISTA.

**-Excavación:** El terreno natural contiguo a la estructura no deberá ser alterado sin permiso del SUPERVISOR. Las zanjas o fosos de fundación para las estructuras o cimientos de las mismas, deberán ser excavados hasta los límites, rasantes o elevaciones mostradas en los planos, o según fuesen replanteados por el SUPERVISOR. Estas, deberán ser de suficiente tamaño para permitir la colocación de las estructuras o de los cimientos del ancho y longitud especificados en los planos.

El nivel de desplante de los cimientos según se muestren en los planos, se deben considerar solamente aproximadas, y el CONTRATISTA puede ordenar por escrito los cambios en dimensiones o niveles de desplante de los cimientos que pudiese considerar necesarios para asegurar una cimentación satisfactoria.

Los peñascos, troncos y cualquier otro material objetable, que fuesen encontrados durante la excavación, deberán ser retirados del sitio.

El CONTRATISTA debe informar al SUPERVISOR cada vez que termine una excavación, y ningún cimiento, ni material de lecho, ni alcantarilla de tubo deberá ser colocada, hasta que el SUPERVISOR haya aprobado la profundidad de la excavación y la clase del material de cimentación.

**-Lecho de Fundación.** Se deberá apoyar los tubos de la alcantarillas sobre una fundación preparada, usando lecho de clase B; en forma suelta una capa de 15 centímetros de espesor de material de clase B. Colocando y conformando el material de lecho adicional hasta alcanzar, por lo menos, el 10 por ciento de la altura de la alcantarilla, luego extendiendo el material de lecho hacia arriba de los lados de la alcantarilla hasta cubrir el 30 por ciento de su altura.

**-Instalación de la Tubería.** Se deberá comenzar en el extremo de aguas abajo y se colocará el extremo de campana o ranura en dirección de la entrada, se unirán en forma completa todas las secciones, las juntas serán construidas de mortero limpiándose la parte inferior del extremo del tubo receptor y revóquese la parte interior con suficiente mortero para juntas, a fin de que las superficies internas de las secciones de tubo que van a ser empotrados queden a nivel y parejas.

Las secciones deberán acomodarse tan juntas hasta donde la construcción de la alcantarilla lo permita, luego rellénense y séllense las juntas con mortero por dentro y por fuera, cuidando de limpiar el exceso de mortero de la parte interna de la junta.

**- Relleno.-** Los materiales para el relleno a cada lado de la tubería, en todo el ancho de la zanja y hasta una altura de 30 centímetros por encima de la parte superior de la tubería, estarán formados de material local (arena limosa), los cuales se compactaran manualmente en capas no mayores a 30 cm,

El material de relleno deberá llevarse hasta o cerca de su humedad óptima de compactación, colocarse en ambos lados de la tubería y compactarse en capas que no excedan de 15 centímetros después de compactadas hasta llegar a una elevación de 30

centímetros por encima de la corona de la tubería, teniendo el cuidado de compactar adecuadamente el relleno por debajo de los costados de la tubería.

El relleno deberá ser construido uniformemente en ambos lados de la tubería, en toda la longitud requerida, y fuera del borde de la zanja.

La compactación hasta la densidad especificada, se obtendrá mediante el uso de apisonadoras mecánicas, esta compactación deberá ser efectuada cuidadosamente de tal manera que el tubo no se desplace de su posición original.

## **SEÑALIZACIÓN VIAL**

### **- Señalización Horizontal**

Este trabajo consistirá en la pintura de marcas de tráfico sobre el eje central del adoquinado, de acuerdo a las dimensiones señaladas en los planos. (El color de la pintura a utilizar es amarillo y será una línea continua). El trabajo comprenderá las rayas, símbolos que se puedan colocar sobre la superficie de rodamiento. La pintura a utilizar será:

Tipo A – Pintura convencional de tráfico con esferas de vidrio de tipo 1.

Metodología de trabajo: Las partículas sueltas, suciedad, alquitrán, grasas y otros materiales deberán ser removidas de la superficie a ser marcada.

### **- Señalización Vertical**

Este trabajo consistirá en el suministro e instalación de señales verticales (rótulos), incluyendo accesorios como poste, marco y tableros todo de acuerdo con los detalles mostrados en los planos.

El tablero será una sólo pieza hecha de aluminio o lamina de acero y tendrá la cara reflectorizada (usar pintura reflectora). Dimensiones 60 x 60 centímetros y flechas de 60

x 25 centímetros. Si se utiliza tablero de aluminio el espesor mínimo será de 2 mm. El poste a utilizar será de Ho Go de 2 x 2 pulgadas. El tablero se fijará al poste por medio de pernos de acero.

## **LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA**

El Contratista deberá cumplir con todo lo referente a limpieza y acabado final de la obra y su entorno. Las áreas utilizadas como bancos de préstamo, pedreras, plantas trituradoras, etc., deberán quedar libres de todo desperdicio y conformadas de acuerdo al relieve natural del sitio.

Los sitios utilizados como áreas de explotación de yacimientos de materiales deben permanecer reconformados, con taludes suaves que dificulten la erosión, reforestados o al menos en condiciones adecuadas que permitan la regeneración natural. Los sitios de desvíos, retornos, caminos de acceso y botaderos deben ser reacondicionados y reforestados de acuerdo al entorno natural, salvo en casos donde el propietario del terreno solicite lo contrario. Esto deberá ser avalado por una carta de aceptación firmada por el Contratista, el Ingeniero y el propietario del lugar.

Las áreas de campamento de mantenimiento y estacionamiento de equipo, talleres, etc., deben quedar limpias, libres de cualquier elemento que signifique riesgos de contaminación al medio ambiente. Toda obra ejecutada a lo largo de la vía debe permanecer en condiciones adecuadas tanto de limpieza como de funcionamiento.

Toda obra de drenaje Menor o Mayor, una vez finalizada debe quedar libre de obstáculos que impidan la libre circulación de las aguas, sobre todo en la entrada y salida de tuberías. El Contratista debe cumplir toda obligación referente a condiciones del Proyecto de acuerdo con el Contrato, las Especificaciones Generales de Construcción (NIC-2000), estas Normas Ambientales Básicas para la Construcción Vial y las Guías para los Sistemas de Protección Ambiental en Proyectos Viales emitidas por el MTI.

## ANEXOS

### I. CUADROS Y TABLAS

VEL DE PROY KPH	$L_T = m * a * e$			
	$m = 1.5625V + 75$			
	a=2.75	a=3.05	a=3.35	a=3.65
30	34	37	41	44
40	38	42	46	50
50	42	47	51	56
60	46	51	57	62
70	51	56	62	67
80	55	61	67	73
90	59	66	72	79
100	64	71	77	84
110	68	75	83	90

Tabla 1: Longitud de transición para caminos de dos carriles con e = 10%

Tipo de terreno	Pendientes (%)
Llano o plano	$p \leq 5$
Ondulado	$5 > p \quad 15$
Montañoso	$15 > p \quad 30$

Tabla 2: Clasificación de los terrenos en función de las pendientes naturales

Grado de curvatura	0° - 6°	6° - 15°	15° - 32°
Longitud de cuerda	20m	10m	5m

Tabla 3: Cuerda máxima a utilizar en el replanteo de Curvas circulares.

Vel de proyecto KPH	Vel de marcha KPH	Reacción.		Coef. de Fricción Longitudinal* $f_l$	Dist.de Frenado (m)	Distancia de visibilidad (m)	
		t (seg)	d (m)			Calculado	Red.
30	28	2.5	19.44	0.400	7.72	27.16	25
40	37	2.5	25.69	0.380	14.18	39.87	40
50	46	2.5	31.94	0.360	23.14	55.08	55
60	55	2.5	38.19	0.340	35.03	73.22	75
70	63	2.5	43.75	0.325	48.08	91.83	90
80	71	2.5	49.30	0.310	64.02	113.32	115
90	79	2.5	54.86	0.305	80.56	135.42	135
100	86	2.5	59.72	0.300	97.06	156.78	155
110	92	2.5	63.88	0.295	112.95	176.83	175

Tabla 4: Distancia de visibilidad de parada.

\*La AASHTO consideró valores para pavimento mojado y a nivel.

Asentamiento U (%)	Factor de tiempo T	Asentamiento U (%)	Factor de tiempo T
0	0.000	55	0.238
10	0.008	60	0.287
15	0.018	65	0.342
20	0.031	70	0.405
25	0.049	75	0.477
30	0.071	80	0.565
35	0.096	85	0.684
40	0.126	90	0.848
45	0.159	95	1.127
50	0.197	100	

Tabla 5: Relación teórica U – T Según A. W. Skempton

ALTURA DEL RELLENO	INCLINACIÓN DEL TALUD: DIST HORIZONTAL x DIST. VERTICAL
Hasta 1.20m	4x1
Hasta 2.00 m	3x1
Hasta 4.00 m	2x1
Más de 4.00 m	1.50x1

Tabla 6: Inclinaciones típicas para materiales Utilizados en rellenos.

Suelo	Humedad Óptima (%)
Arcilla pesada	17.5
Arcilla Limosa	15
Arcilla arenosa	13
Arena	10
Mezcla de grava, arena Y arcilla	7

Tabla 7: Humedad óptima de algunos tipos de suelos.

Grupo	Subgrupo	Porcentaje que pasa, tamiz U.S No.			Carácter de la fracción que pasa el tamiz N0. 40		Índice De Grupo	Descripción del suelo	Calidad como subrasante
		10	40	200	Limite Líquido	Limite Plástico			
A-1	A-1- a	50 máx.	50 máx.	25 máx.		6 máx.	0	Grava o arena de buena graduación puede incluir finos. Mayormente grava pero puede incluir arenas y finos. Arena gravosa o arena graduada, puede incluir finos.	Excelente
	15 máx.				6 máx.	0			
	25 máx.				6 máx.	0			
A-2*	A-2-4			35 máx.			0 a 4	Arenas y gravas con exceso de finos. Arenas, gravas con finos de limo de baja plasticidad Arenas, gravas con finos elásticos. Arenas, gravas con finos de arcilla Arenas, gravas con finos de alta plasticidad.	Excelente a buena
	A-2-5			35 máx.	40 máx.	10 máx.	0		
	A-2-6			35 máx.	40 máx.	11 min	4 máx.		
	A-2-7			35 máx.	41 min	11 min	4 máx.		
A-3			51 máx.	10 máx.		No Plast	0	Arenas Finas	
A-4				36 min	40 máx.	10 máx.	8 máx.	Limos de baja compresibilidad	Regular a pobre
A-5				36 min	41 min	10 máx.	12 máx.	Limos muy comprensibles, limos micáceos	
A-6				36 min	40 máx.	11 máx.	16 máx.	Arcilla de compresibilidad baja - media	
A-7	A-7-5			36 min	41 min	11 min	20 máx.	Arcilla de alta compresibilidad.	
	A-7-6			36 min	41 min	11 min	20 máx.	Arcillas limosas de alta compresibilidad	
				36 min	41 min	11 min	20 máx.	Arcilla de alta compresibilidad y alto cambio de volumen.	
A-8								Turbas, suelos muy orgánicos	No satisfactorio

\* El grupo A-2 incluye todos los suelos en los que el 35% o menos pasan por el tamiz No, 200 que no pueden clasificarse como A-1 ó A-3  
 \*\* Índice de Plasticidad de A-7-5 es igual o menor que LL-30, el de A-7-6 es mayor que LL-30

**Tabla 8: Clasificación de suelos según el método HRB**



Intensidad media Anual de lluvia	Incremento
Poca lluvia 800	0
Lluviosa 800 a 1500	10
Muy lluviosa más de 1500	20

Tabla 9 : Porcentaje de incremento de los espesores según lluvia.

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

Tabla 10: Diseño de espesores de pavimento flexible para carga máxima por rueda de 5 toneladas. Espesores en centímetros.

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

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

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

Nivel de servicio (NS)	Terreno plano						Terreno ondulado						Terreno montañoso					
	Restricción de paso (%)						Restricción de paso (%)						Restricción de paso (%)					
	0	20	40	60	80	100	0	20	40	60	80	100	0	20	40	60	80	100
A	0.15	0.12	0.09	0.07	0.05	0.04	0.15	0.10	0.07	0.05	0.04	0.03	0.14	0.09	0.07	0.04	0.02	0.01
B	0.27	0.24	0.21	0.19	0.17	0.16	0.26	0.23	0.19	0.17	0.15	0.13	0.25	0.20	0.16	0.13	0.12	0.10
C	0.43	0.39	0.36	0.34	0.33	0.32	0.42	0.39	0.35	0.32	0.30	0.28	0.39	0.33	0.28	0.23	0.20	0.16
D	0.64	0.62	0.60	0.59	0.58	0.57	0.62	0.57	0.52	0.48	0.46	0.43	0.58	0.50	0.45	0.40	0.37	0.33
E	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.97	0.94	0.92	0.91	0.90	0.90	0.91	0.87	0.84	0.82	0.80	0.78

**Tabla 11: Nivel de servicio (V/C) para carretera de dos carriles.  
Tomado de la Highway Capacity Manual de 1994.**

Separación direccional (%/%)	Factor
50/50	1.00
60/40	0.94
70/30	0.89
80/20	0.83
90/10	0.75
100/0	0.71

**Tabla 12: Factores de ajuste por distribución direccional del Tránsito en carreteras de dos carriles**

Hombro (m)	Carril 3.65m		Carril 3.35		Carril 3.05m		Carril 2.75m	
	NS A-D	NS E	NS A-D	NS E	NS A-D	NS E	NS A-D	NS E
1.8	1.00	1.00	0.93	0.94	0.83	0.87	0.70	0.76
1.2	0.92	0.97	0.85	0.92	0.77	0.85	0.65	0.74
0.6	0.81	0.93	0.75	0.88	0.68	0.81	0.57	0.70
0.0	0.70	0.88	0.65	0.82	0.58	0.75	0.49	0.66

**Tabla 13: Factores de ajuste por efecto combinado de carriles angostos y hombros restringidos, carretera de dos carriles**

Tipo de vehículo	NS	Tipo de terreno		
		Plano	Ondulado	Montañoso
Camiones, Et	A	2.0	4.0	7.0
	B - C	2.2	5.0	10.0
	D - E	2.0	5.0	12.0
Buses, Eb	A	1.8	3.0	5.7
	B - C	2.0	3.4	6.0
	D - E	1.6	2.9	6.5

Tabla 14: Automóviles equivalentes por camiones y autobuses, en función del tipo de terreno, carretera de dos carriles.

Grupo	Sub grupo	Índice grupo	CBR
A-1	A-1-a	0	37-80
	A-1-b	0	20-60
A-2	A-2-4	0	27-80
	A-2-5	0	27-80
	A-2-6	0-4	9-30
	A-2-7	0-4	9-30
A-3		0	10-30
A-4		0-8	3-27
A-5		0-12	2-7
A-6		0-16	2-13
A-7	A-7-5	0-20	2-13
	A-7-6	0-20	2-13

Tabla 15: Determinación del CBR según tipo de suelo.

Controles de Diseño de Curvas Verticales en Cresta basados en las Distancias de Visibilidad de Parada y de Adelantamiento

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

\* Valores redondeados

Tabla 16: Distancias de visibilidad de parada y de adelantamiento.

Área	C
Pavimentos asfáltico	0.8 – 0.95
Pavimentos de hormigón	0.7 – 0.9
Pavimentos de piedra o ladrillo	0.35 – 0.7
Suelos impermeables con pendientes de 1 – 2%	0.4 – 0.65
Suelos ligeramente impermeables	0.1 – 0.3
Suelos moderadamente permeables	0.05 – 0.2
Terrenos agrícolas ondulados	0.33
Zonas planas no afectadas por inundaciones	0.2
Suelos arenosos, planos	0.05 – 0.1
Suelos arcilloso plano	0.13 – 0.17
Suelos arenoso inclinado	0.15 - 0.2
Suelos arcilloso inclinado	0.25 – 0.35

**Tabla 17: Coeficiente de escorrentía según el Tipo de superficie.**

Naturaleza de la superficie		
	Mín.	Máx.
Superficie de cemento limpio	0.01	0.013
Tubería de madera.	0.01	0.013
Tubería de alcantarillado	0.01	0.017
Canales de metal liso	0.011	0.015
Concreto precolado	0.011	0.013
Superficie con mortero – cemento	0.011	0.015
Drenaje de barro común	0.011	0.017
Concreto monolítico	0.012	0.016
Ladrillo con mortero cemento	0.012	0.017
Hierro forjado	0.013	0.017
Acero remachado	0.017	0.020
Canales y surcos, tierra lisa	0.017	0.025
Canales de metal corrugado	0.022	0.03
Canales excavado en tierra, lisos	0.025	0.033
Canales cortados en roca, lisos	0.025	0.035
Canales lechos rugosos y hiervas a los lados	0.025	0.04
Canales cortados en rocas, irregulares	0.035	0.045
Corrientes naturales muy lisas	0.025	0.033
Corrientes naturales muy rugosas	0.045	0.06
Corrientes naturales muy enyerbadas.	0.075	0.15

**Tabla 18: Valores del coeficiente de Manning.**

Sección transversal	Área	Perímetro mojado	Radio hidráulico
<b>Triangular</b>	$Y^2$	$2 \ 2Y$	$\frac{1}{4} \ 2Y$
<b>Rectangular</b>	$2 \ Y^2$	$4Y$	$Y/2$
<b>Trapezoidal</b>	$3 \ Y^2$	$2Y \ 3$	$Y/2$
<b>Circular</b>	$Y^2/2$	$Y$	$Y/2$

**Tabla 19: Eficiencia hidráulica en canales.**

Tipo	Suelos que lo componen	Potencia del Equipo requerido
I	Suelos sueltos 1.- Arenas 2.- Arcillas blandas 3.- Gravas 4.- Limos 5.- Capa vegetal	36 – 65 HP
II	Suelos compactos o rocas blandas. 1.- Arcilla compacta 2.- Areniscas blandas 3.- Calizas blandas 4.- Rocas fisuradas	100 – 150 HP
III	Suelos de dureza media. 1.- Calizas duras 2.- Areniscas 3.- Duras 4.- Masas de rocas medianamente alteradas.	150 – 180 HP
IV	Roca dura 1.- Calizas muy compactas 2.- Rocas ígneas blandas 3.- Rocas metamórficas blandas	180 – 350 HP
V	Rocas muy duras 1.- Granitos 2.- Basaltos 3.- Mármoles	350 HP y explosivos

**Tabla 20: Clasificación de los suelos en función de su comportamiento ante el equipo de construcción.**

Descripción	%
Agua	30
Arena	30
Cemento	5
Concreto para columnas y muros	4
Concreto para fundaciones	5
Concreto para losas	3
Concreto para vigas intermedias	5
Estribos	2
Grava	15
Lechada cemento blanco	15
Mortero para acabados	7
Mortero para juntas	30
Mortero para pisos	10

Descripción	%
Adoquines	5
Alambre de amarre	10
Azulejos	5
Bloques	7
Cerámica	5
Clavos	30
Formaletas	20
Gypsum	5
Ladrillo cuarterón	10
Láminas de zinc	2
Piedra cantera	7
Plycem	10
Varillas corrugadas	3

**Tabla 21: Porcentajes de desperdicio de algunos materiales de construcción.**

Proporción	Usar para 1m <sup>3</sup> .			F'c a los 28 días (KG/cm <sup>2</sup> )
	Cemento (BLS)	Arena (M <sup>3</sup> )	Grava (M <sup>3</sup> )	
1:1.5:1.5	12.5	0.527	0.527	288
1:1.5:2	11.3	0.475	0.634	270
1:1.5:2.5	10.2	0.430	0.716	245
1:1.5:3	9.4	0.396	0.792	230
1:2:2	9.8	0.552	0.552	205
1:2:3	8.5	0.478	0.717	185
1:2:4	7.4	0.413	0.827	147

Tabla 22: Proporciones para CONCRETO.

Proporción	Usar para 1m <sup>3</sup> .		F'c a los 28 días (KG/cm <sup>2</sup> )
	Cemento (BLS)	Arena (M <sup>3</sup> )	
1:3	10.66	1.09	250
1:4	8.5	1.16	220
1:5	7.13	1.20	180
1:6	6.14	1.20	140
1:7	5.33	1.25	120
1:8	4.75	1.25	90

Tabla 23: Proporciones para MORTERO

**INSTITUTO NICARAGUENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES  
DIRECCION GENERAL DE METEOROLOGIA  
RESUMEN METEOROLOGICO ANUAL**

Estación: - CAMOAPA / CAMOAPA

Latitud: 12° 23' 00" N

Código: 55 017

Longitud: 85° 30' 54" W

Años: 1965 - 2009

Elevación: 470 msnm

Parámetro: precipitación (mm)

Tipo: PV

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Suma
1969	-	-	-	-	-	-	-	-	-	163.5	137.1	11.5	312.1
1970	35.9	10.5	27.1	78.0	135.6	140.5	323.3	202.9	320.0	211.0	70.4	57.9	1613.1
1971	64.1	15.2	4.1	54.6	124.6	181.1	183.2	140.6	312.9	242.0	21.9	75.4	1419.7
1972	42.9	10.7	0.0	0.0	98.6	97.0	130.4	113.5	154.4	52.8	70.1	46.8	817.2
1973	8.4	1.5	0.6	2.0	240.9	189.6	184.0	177.9	209.9	274.1	87.6	19.2	1395.7
1974	40.7	7.8	10.3	16.0	65.3	126.7	93.6	175.2	474.1	82.4	28.4	46.8	1167.3
1975	58.1	5.0	3.0	5.3	24.4	115.9	101.5	248.0	260.1	241.1	82.5	14.7	1159.6
1976	28.2	12.8	17.9	14.1	80.0	290.9	116.3	110.3	91.1	110.4	45.6	28.7	946.3
1977	1.7	4.0	1.9	2.2	180.7	399.0	121.1	66.7	131.1	50.0	49.8	24.0	1032.2
1978	11.5	1.4	3.6	0.0	126.9	157.1	179.5	167.8	206.5	145.6	41.1	57.6	1098.6
1979	47.0	2.4	7.6	165.0	69.9	170.1	229.0	272.0	200.5	140.7	27.9	61.3	1393.4
1980	29.3	4.1	5.3	0.5	423.0	148.1	189.4	163.2	178.5	309.0	275.9	19.9	1746.2
1981	1.2	26.4	7.4	42.4	146.1	384.3	87.0	203.0	146.4	143.9	65.5	15.8	1269.4
1982	38.5	27.1	18.9	0.2	437.5	249.7	205.5	102.0	105.5	62.8	33.4	27.1	1308.2
1983	5.9	16.2	0.0	0.0	52.2	303.6	153.6	154.2	137.6	140.8	80.8	44.5	1089.4
1984	19.0	11.3	6.7	0.0	39.8	144.8	119.0	131.7	303.1	129.6	51.6	47.6	1004.2
1985	13.3	23.6	23.8	3.4	77.6	112.6	93.3	118.9	120.0	177.6	56.4	39.3	859.8
1986	12.2	10.0	1.0	0.0	128.7	188.9	202.4	145.2	103.5	63.7	77.7	27.0	960.3
1987	11.8	0.2	1.9	0.0	88.2	116.5	312.1	254.6	72.4	42.3	23.2	49.1	972.3
1988	36.2	20.8	6.5	6.0	155.5	179.6	154.4	227.1	246.2	175.6	47.1	51.8	1306.8
1989	24.6	26.4	4.0	0.0	138.9	115.8	228.6	202.2	273.0	73.4	62.4	18.9	1168.2
1990	29.8	30.0	9.4	0.1	115.9	209.6	125.5	119.6	75.6	144.9	109.2	38.5	1008.1
1991	22.2	9.7	0.0	0.0	294.1	119.4	147.8	46.5	117.1	181.0	65.0	44.3	1047.1
1992	11.3	12.4	3.6	4.2	111.0	196.5	273.1	135.3	204.8	117.3	44.2	36.7	1150.4
1993	21.2	8.1	0.3	5.5	508.7	192.4	120.2	300.9	465.1	145.6	94.3	31.7	1894.0
1994	31.3	13.2	8.4	0.0	166.9	84.8	123.5	89.3	208.7	195.7	99.2	36.0	1057.0
1995	17.6	9.6	57.3	65.1	156.5	361.6	81.1	288.1	214.6	178.7	104.1	43.4	1577.7
1996	33.1	11.5	20.5	0.1	190.7	307.8	255.3	374.3	175.0	291.4	198.2	33.3	1891.2
1997	36.6	37.5	35.4	13.4	27.8	353.1	246.8	178.2	123.9	300.8	89.8	3.7	1447.0
1998	12.6	0.0	0.0	0.6	78.7	153.5	80.9	166.7	207.1	461.8	198.0	83.1	1443.0
1999	58.8	37.3	27.2	10.2	72.9	196.8	181.0	176.2	219.2	168.3	104.2	12.2	1264.3
2000	48.3	26.9	7.3	10.7	109.4	253.0	192.8	133.3	517.0	90.4	94.7	11.3	1495.1
2001	12.6	48.3	0.2	8.1	110.0	190.1	241.4	212.4	273.5	161.2	9.6	31.6	1299.0
2002	78.2	56.0	18.9	5.9	226.1	298.2	302.3	188.1	144.4	163.7	66.2	31.2	1579.2
2003	8.3	10.8	3.9	12.6	195.8	380.3	196.9	180.1	164.5	187.9	57.1	22.8	1421.0
2004	47.7	41.8	36.1	49.4	222.8	195.2	213.2	119.9	110.4	93.2	120.9	27.6	1278.2
2005	20.8	6.7	1.6	62.4	190.8	354.5	250.2	186.4	229.3	282.3	77.6	31.2	1693.8
2006	101.8	41.1	23.6	3.1	26.8	141.7	208.2	111.4	62.1	156.7	81.2	50.7	1008.4
2007	15.6	10.2	0.7	44.7	149.6	126.1	213.7	278.8	226.5	413.0	147.9	60.8	1687.6
Suma	1138.3	648.5	406.0	685.8	5788.9	7926.4	6861.1	6662.5	7785.6	6766.2	3197.8	1415.0	49282.1
Media	30.0	17.1	10.7	18.0	152.3	208.6	180.6	175.3	204.9	173.5	82.0	36.3	1263.6
Máximo	101.8	56.0	57.3	165.0	508.7	399.0	323.3	374.3	517.0	461.8	275.9	83.1	1894.0
Mínimo	1.2	0.0	0.0	0.0	24.4	84.8	80.9	46.5	62.1	42.3	9.6	3.7	0.0

**Tabla 24: Datos de Precipitación de Camoapa. Fuente: INETER**

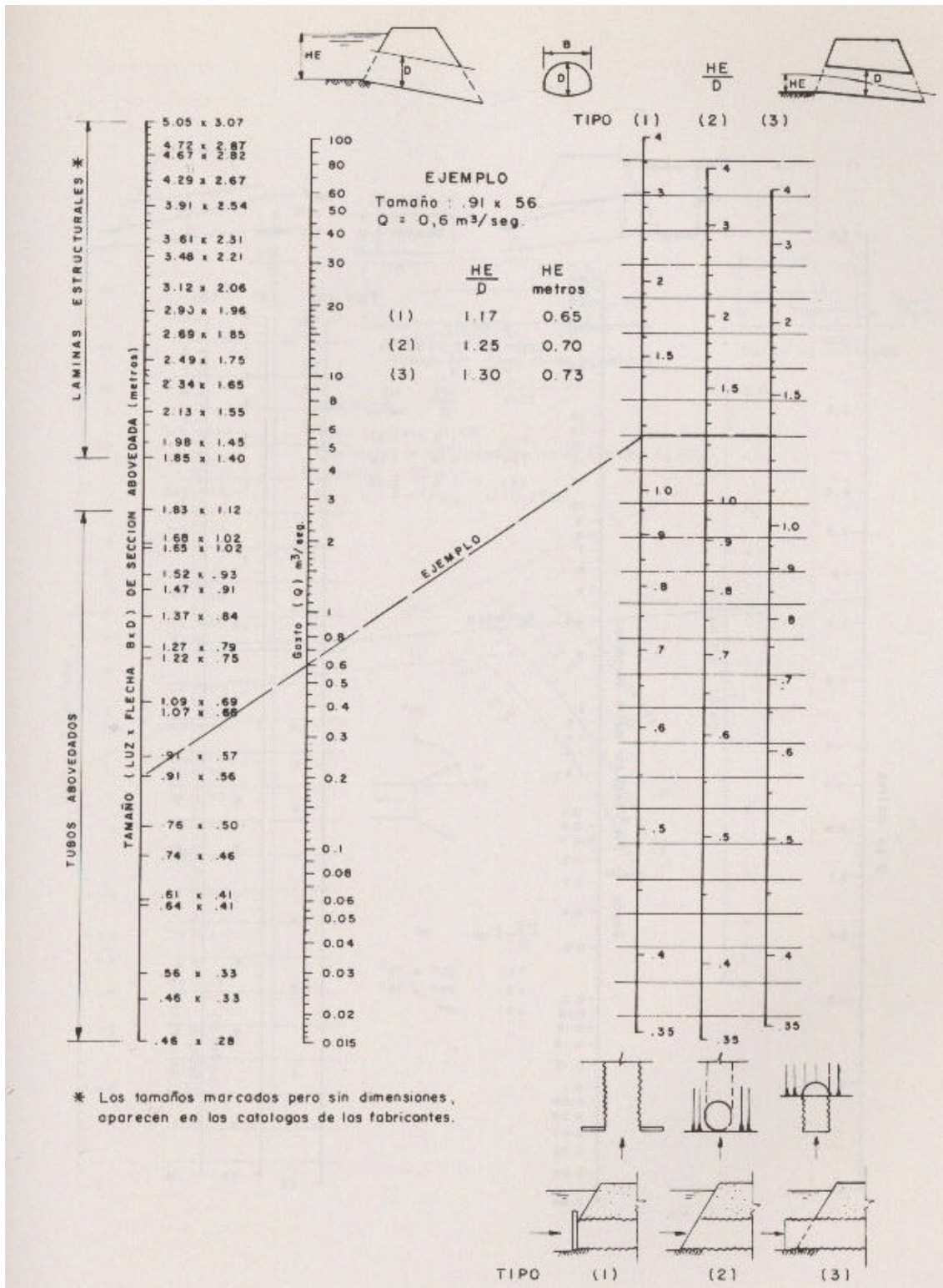


Tabla 25: Nomograma para diseño de alcantarillas con control de entradas



## II. FICHA DE IMPACTO AMBIENTAL

**MINISTERIO DEL AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (MARENA)  
DIRECCIÓN GENERAL DE CALIDAD AMBIENTAL (DGCA)  
CENTRO DE ATENCIÓN AL PÚBLICO**

### FORMULARIO DE SOLICITUD DE PERMISO AMBIENTAL

No. Expediente \_\_\_\_\_

#### I. DATOS GENERALES

1. Nombre del proyecto: \_\_\_\_\_
2. Nombre del solicitante: \_\_\_\_\_
3. Dirección del solicitante: \_\_\_\_\_
4. Teléfono: \_\_\_\_\_ Fax: \_\_\_\_\_ E-mail: \_\_\_\_\_
5. Nombre del Representante Legal: \_\_\_\_\_
6. Dirección del Representante Legal: \_\_\_\_\_
7. Teléfono: \_\_\_\_\_ Fax: \_\_\_\_\_ E-mail: \_\_\_\_\_

#### II. UBICACIÓN DEL PROYECTO

1. Departamento o Región: \_\_\_\_\_ Municipio: \_\_\_\_\_ Comarca: \_\_\_\_\_
2. Zona Urbana: \_\_\_\_\_ Zona Rural: \_\_\_\_\_
3. Dirección exacta del proyecto \_\_\_\_\_
4. Área del proyecto: \_\_\_\_\_ m<sup>2</sup>

Se deberá anexar plano de la localización y mapa a escala 1:50,000 de la ubicación del proyecto.

#### III. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

1. Nuevo: \_\_\_\_\_ Rehabilitación: \_\_\_\_\_ Ampliación: \_\_\_\_\_ Reversión: \_\_\_\_\_
2. Etapa del proyecto  
Perfil: \_\_\_\_\_ Prefactibilidad: \_\_\_\_\_ Ampliación: \_\_\_\_\_  
Reversión: \_\_\_\_\_ Rehabilitación: \_\_\_\_\_

3. Descripción detallada del proyecto (definir etapas, identificar acciones y/o procesos principales, costos, área total que abarca el proyecto, área de las instalaciones, etc.). Utilice hojas adicionales (si es necesario).

---

---

---

4. Indicar la existencia en el terreno donde se ubicará el proyecto en un perímetro de 1,000 mts. de las siguientes áreas y estructuras:

Áreas protegidas: \_\_\_\_\_ Ríos, Manantiales: \_\_\_\_\_ Esteros: \_\_\_\_\_ Arrecifes de coral: \_\_\_\_\_

Bienes paleontológicos: \_\_\_\_\_ Bienes arqueológicos: \_\_\_\_\_

Bienes históricos y artísticos: \_\_\_\_\_

Especifique cual (es): \_\_\_\_\_

---

5. Que tipo de actividades se realizan en predios colindantes con el área donde estará ubicado el proyecto (asentamientos humanos, centros culturales, turísticos, asistenciales, educacionales o religiosos u otros) que se encuentra comprendido en un radio menor o igual a 1,000 mts.

---

---

6. El proyecto restringe el aprovechamiento o uso de otros recursos naturales por parte de la población local.

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

Explique:

---

---

7. Se construirán caminos de acceso al sitio del proyecto:

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

¿Se trata de caminos temporales o de uso permanente? Ubíquelos en el mapa y describa

---

---

8. ¿Se prevee la explotación de bancos de préstamo durante la fase de construcción?

Si: \_\_\_\_\_ No: \_\_\_\_\_ Ubique en el mapa y describa: \_\_\_\_\_

9. ¿Se ha obtenido anteriormente o se encuentra en trámite el Permiso Especial para la explotación de estos bancos? Si: \_\_\_\_\_ No: \_\_\_\_\_ Explique

---

---

10. En la fase de construcción del proyecto se afectan áreas con cubierta vegetal

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

11. Indicar si habrá desplazamiento de la población: Si: \_\_\_\_\_ No: \_\_\_\_\_

## 12. SERVICIOS QUE DEMANDA EL PROYECTO

Recurso de agua en las fases de construcción y funcionamiento

Fuente de abastecimiento	Consumo (m <sup>3</sup> /día)	
	Construcción	Funcionamiento
Conectado a la red		
Pozo		
Otro suministro (especificar)		

Profundidad de la tabla de agua: \_\_\_\_\_

## 13. DEMANDA DE ENERGÍA

Fuente de abastecimiento: \_\_\_\_\_ Cantidad (Kw/h): \_\_\_\_\_

Si posee otras fuentes de abastecimiento indicar:	
Tipo de combustible utilizado	
Cantidad utilizada para generar fluido eléctrico (por unidad de tiempo)	
Forma de almacenamiento del combustible	

14. Estimación del volumen de aguas residuales descargadas \_\_\_\_\_ m<sup>3</sup>/día

15. Punto de descarga final para el efluente de las aguas residuales, domésticas e industriales (marque con una X).

- |  |  |
|--|--|
| Río <input type="checkbox"/>           | Mar abierto <input type="checkbox"/>     |
| Lago o Laguna <input type="checkbox"/> | Quebrada/arroyo <input type="checkbox"/> |
| Cauce <input type="checkbox"/>         | Alcantarillado <input type="checkbox"/>  |
| Embalse <input type="checkbox"/>       | Otro <input type="checkbox"/>            |

Especifique:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

16. Describa el tipo de desechos sólidos generados y disposición prevista, incluyendo el método de transporte al sitio de disposición final.

---

---

---

17. Describa el tipo de emisiones a la atmósfera que se generarán y métodos preventivos.

---

---

---

18. Indique la repercusión del proyecto en la comunidad, anotando cualquier opinión que se haya formado sobre el proyecto por la alcaldía, las asociaciones, la comunidad y el gobierno regional.

---

---

---

Yo, \_\_\_\_\_ confirmo que toda la información suministrada, en este instrumento y los anexos que la acompañan, es verdadera y correcta y someto por este medio la Solicitud de Permiso Ambiental para el proyecto/actividad arriba descrito.

Fecha de solicitud: \_\_\_\_\_

Firma del Representante Legal: \_\_\_\_\_

Fecha de recibido en la Oficina de E.I.A. \_\_\_\_\_

Firma y sello del Administrador de la Oficina de E.I.A. \_\_\_\_\_

**Nota:** presentar original y 3 copias de: Formulario de Solicitud, Poder Notariado que acredite al Representante Legal, Perfil del Proyecto, Plano de Ubicación o Mapa a escala 1:50,000 de la Localización del Proyecto y Recibo original de caja oficial del pago de los trámites del permiso ambiental. Este pago se efectuará una vez que la Dirección General de Calidad Ambiental (DGCA), le notifique oficialmente.

Proyectos ubicados en Managua: 250 dólares

Proyectos ubicados en pacífico central: 400 dólares

Proyectos ubicados en la RAAN y RAAS: 600 dólares

Además presenta un instructivo para la correcta realización de la ficha:

### III. FOTOS



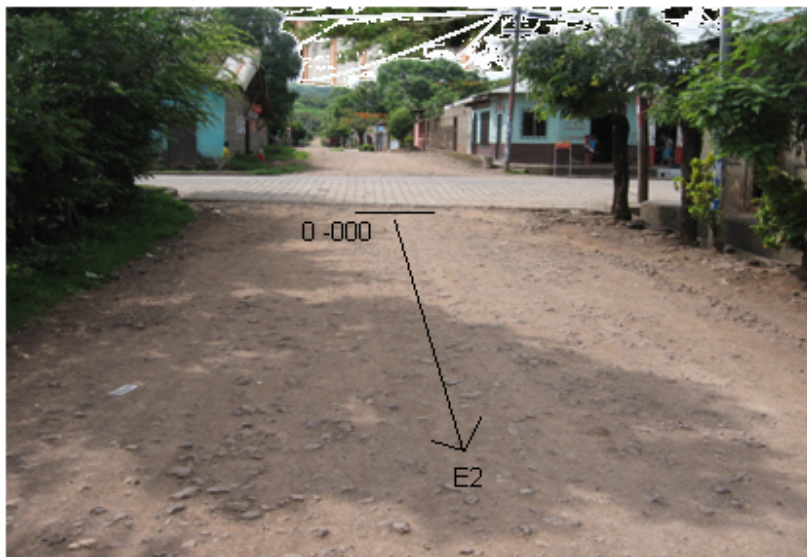
Estación 0 + 000 del eje 1, en la calle 1, Inicio del Proyecto - Dirección Norte -Sur



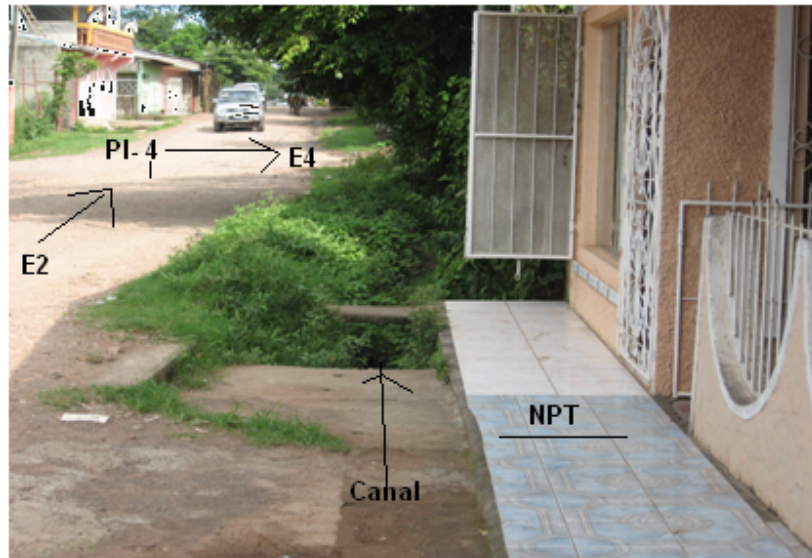
Estación 0 + 071.65, en la calle 1, Terminación del eje 1- Dirección Norte - Sur



Estación 0 + 000, en la avenida 1, inicio del eje 2- Dirección Norte - Sur



Estación 0 + 000, en la avenida 1, inicio del eje 2- Dirección Norte - Sur



Avenida 1, Dirección Norte-Sur, Canal Existente y Nivel de Piso Terminado



Eje 2. Avenida 1. Dirección Norte-Sur



Eje 4. Calle3. Dirección Este-Oeste



Eje 3. Calle2. Dirección Este-Oeste





Eje 3. Calle 4. Dirección Este-Oeste



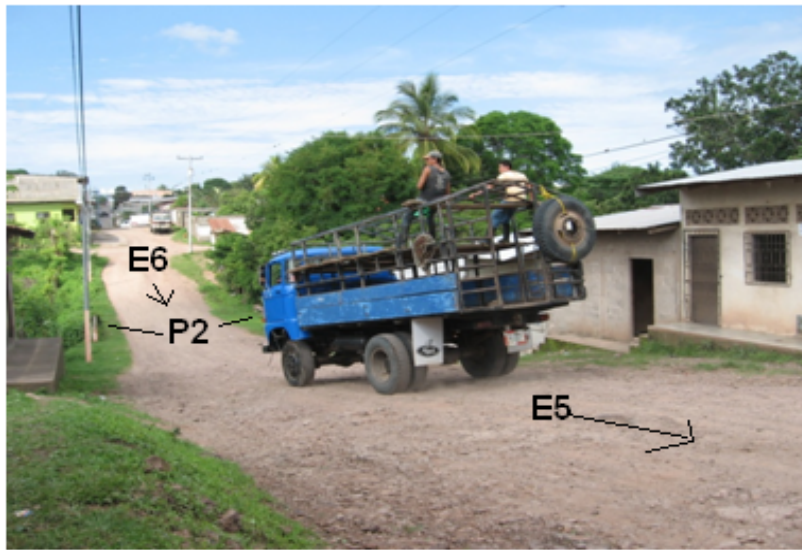
Parte aguas sobre el Eje 2, en la avenida 2, Dirección Norte sur



Eje 5, Puente 2- Dirección Este –Oeste.



Eje 6, Dirección Este - Oeste



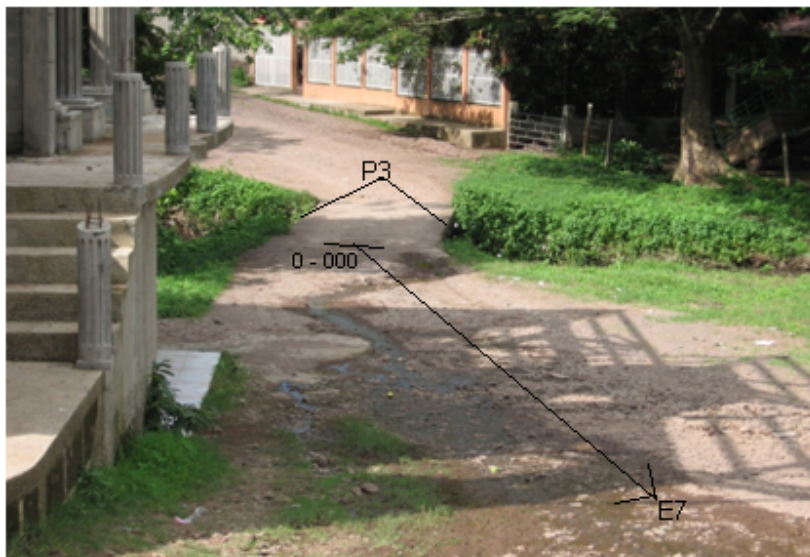
Vista del eje 6 y el eje 5, separados por el Puente 2, Dirección Este – Oeste



PI 5, Vista sobre la avenida 1, Dirección Norte - Sur



Alcantarilla en mal estado sobre la avenida 1, Dirección Norte- Sur



Eje 7, Calle 7, dirección Este- Oeste  
Puente 3



Avenida 1, PI-7 Entre Eje 2 y Eje 7,  
CH1: Curva Horizontal 1 y CH2: Curva Horizontal 2

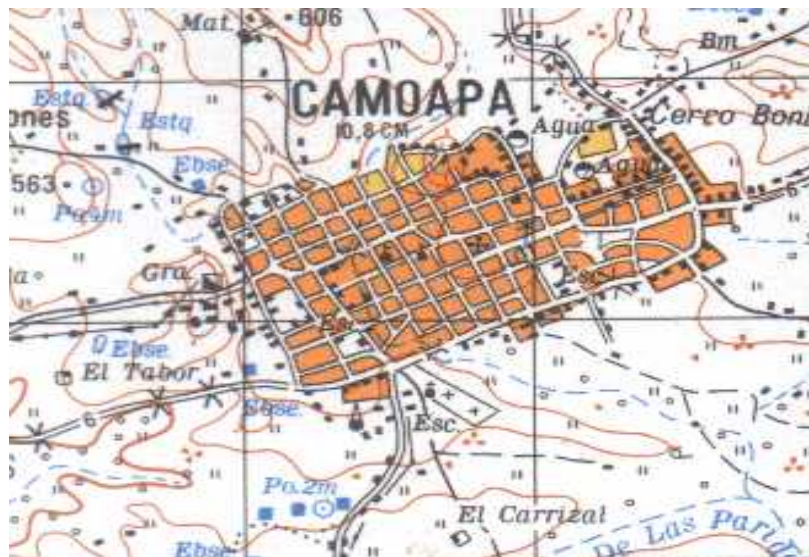


Estación 0 + 448.11 del eje 2, en la avenida 1, Terminación del Proyecto  
Punto más elevado del Proyecto - Dirección Sur – Norte

## IV. MAPAS



Departamento de Boaco



Ciudad de Camoapa

# V. PLANOS