Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua
UNAN – MANAGUA
Recinto Universitario Rubén Darío
Facultad de Ciencias e Ingenierías

Trabajo monográfico para optar al título de Ingeniero Civil

TEMA:

ESTUDIO DE INGENIERÍA, DISEÑOS Y DOCUMENTACIÓN TÉCNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN KILOMETRO DE ADOQUINADO DEL TRAMO: NANDASMO – MIRADOR TURÍSTICO, DEPARTAMENTO DE MASAYA, ABRIL 2013.

Tutor: Ing. Adolfo Ernesto Cordero Andrade

Elaborado por:

Br. Lester Antonio Arguello Balladares

Br. José Guillermo Hernández Velásquez

Br. Orlando Alonso Paladino Urroz

Fecha: 16 de Mayo de 2013

DEDICATORIA

A Dios todo poderoso por darme la vida, darme sabiduría

y entendimiento para culminar mis

estudios universitarios.

A mis padres, Ruth Nohemi Balladares y Mario Arguello Lorente

por darme todo su amor, todo su apoyo incondicional,

porque sin ellos este sueño de ser un profesional

no se hubiera hecho realidad.

A mis abuelos, hermanas, tíos, tías y a todas

aquellas personas que se vieron involucradas

de una u otra manera en la elaboración de este trabajo.

Y por último pero no menos importante a mi esposa Elisa silva Alvarado

y a mi Hija Esther Isabella Arguello Silva

que ahora es el Amor de mi vida.

Lester Antonio Arguello Balladares

DEDICATORIA

A dios

Por la sabiduría e inteligencia que nos brindó para terminar con éxito nuestro trabajo

A nuestros padres

Por habernos brindados su apoyo incondicional en todas las etapas de nuestras vidas a través de sus consejos y valores

A nuestros maestros

Por habernos iluminados a través del conocimientos del saber en los diferentes niveles de educación en nuestras vidas

José Guillermo Hernández Velásquez

DEDICATORIA

*Primeramente a **DIOS** por permitirnos concluir nuestros estudios universitarios y por habernos otorgado sabiduría, en esta ardua labor que remarca la culminación de toda una vida, se queda impresa en estas pocas hojas, las cuales no expresan ni la más mínima reseña de todo lo pasado, lo vivido y lo aprendido.*

A nuestras familias, muy especialmente a mi abuelita Dolores del Carmen González y a mi madre Ivania Auxiliadora Urroz González, por todo lo que pasaron para que pudiera logra alcanzar esta meta, que me enseñaron a enfrentar la vida y por haberse sacrificado para ver este momento.

A todas esas personas que si bien es cierto no andaban a tu lado siempre te acompañaban en sus mentes brindando su apoyo incondicional de forma moral, espiritual y económica, a todas estas personas quiero decirle, que los más importante de esta experiencia fue reconocer que los momentos difíciles en la vida, se hacen menos difíciles cuando encontramos personas como ustedes dispuestas a dar todo al que lo necesita.

Orlando Alonso Paladino Urroz

AGRADECIMIENTOS

Gracias a Dios por permitirme llegar hasta este momento
Y culminar con éxito mi carrera de ingeniero civil

Gracias a mis padres, esposa, hermanos,
abuelos, tios, tias a toda mi familia por confiar en mi
y apoyarme siempre en los momentos más difíciles de mi vida.

Gracias a la alma mater Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua
(Unan-Managua) a sus profesores por brindarnos su sabiduría
y conocimientos para el desarrollo profesional y de nuestro proyecto
de graduación.
Gracias a nuestro tutor Ing. Adolfo Cordero Andrade por apoyarnos
siempre el proceso de elaboración de nuestra monografía.

Lester Antonio Arguello Balladares

AGRADECIMIENTO

Agradecemos en primer lugar a dios por habernos iluminado durante este trabajo y permitirnos finalizarlo con éxito

A nuestros queridos padres por estar siempre presente en cada uno de los momentos más importantes de nuestra vida, compartiendo los momentos de felicidades y tristeza

A nuestro tutor Ing. Adolfo cordero por brindarnos su apoyo y conocimientos en la realización de esta tesis

A nuestros familiares: tíos, abuelos, hermanos, primos que nos brindaron su solidaridad en las diferentes necesidades que tuvimos que pasar para alcanzar nuestras metas

José Guillermo Hernández Velásquez

AGRADECIMIENTO

*Agradecemos a **DIOS** por sobre todas las cosas por brindarnos la oportunidad de concluir nuestros estudios Universitarios al llenarnos de fortaleza para permitirnos luchar y superar los obstáculos que se presentaron día a día.*

A nuestras madres y familiares por habernos brindado apoyo espiritual y económico durante este transcurso de nuestras vidas. Por su amor, esfuerzo y confianza, que nos ha permitido abrir nuestro propio camino, porque siempre dieron de todo aun no teniendo nada

A nuestros amigos, por habernos dado ánimo en los momentos de tristeza y apoyo en momentos de necesidad.

A cada uno de los docentes que han contribuido en mi educación desde mis primeros pasos, les doy las gracias, porque sin ellos no hubiese logrado solidificar mis conocimientos y transformarme en un profesional.

Orlando Alonso Paladino Urroz

ÍNDICE

RESUMEN

Este trabajo monográfico, el cual ha sido titulado como: "Estudio de ingeniería, diseños y documentación técnica para la construcción de un kilómetro de adoquinado del tramo: Nandasmo – Mirador Turístico, Municipio de Nandasmo, Departamento de Masaya, Abril 2013", se ha elaborado mediante los conocimientos adquiridos durante nuestra vida académica y nuestras experiencias profesionales dentro del campo laboral. El trabajo se divide en nueve capítulos en los cuales se detalla el estudio topográfico, el estudio de tránsito, el estudio de suelo, el estudio hidrológico, el diseño de estructura de pavimento, el diseño hidráulico, el diseño geométrico, especificaciones técnicas del proyecto, las conclusiones y recomendaciones. Además, se presenta una sección de anexo.

En el capítulo 1, titulado estudio topográfico, se exponen los criterios a evaluar en la topografía existente de la zona. El levantamiento se realizó con un taquimétrico electrónico o estación total el cual guarda las coordenadas x, y, z de forma automática, esto nos permite conocer la configuración del terreno donde se realizará la obra con mayor rapidez, facilidad y precisión. Los datos procesados se presentan en tablas y planos que resumen los datos necesarios para el replanteo de las poligonales levantadas.

En el capítulo 2, titulado estudio de tránsito, se realizó el aforo vehicular de forma manual durante una semana los resultados obtenidos de este nos sirvieron para conocer el Transito Promedio Diario Anual (TPDA) actual y el TPDA futuro proyectado a 15 años que es el periodo de diseño, las condiciones de servicio en que operará la vía una vez construida, así como el porcentaje de vehículos livianos y pesados, se determinó el ancho del carril y la carga por rueda utilizando un camión C2 como vehículo de diseño. Los datos del aforo se presentan en tablas en la sección anexo.

En el capítulo 3, titulado estudio de suelos, se realizaron cinco sondeos manuales a lo largo del tramo y uno en el banco de materiales, se recolectaron diez muestras en el tramo y dos en el banco de materiales "Rufo Arévalo" ubicado cerca de la zona, las muestras se han clasificado según el método HBR.

Capítulo 4, estudio hidrológico, se utilizó el plano geodésico de la ciudad de Nandasmo para ubicar y delimitar el área en estudio, la estación meteorológica más cercana es la de Masatepe la cual nos brindó la información de las curvas de Intensidad, Duración y Frecuencia (IDF), se calculó caudal de diseño por el método racional.

En el capítulo 5, se presenta el diseño de estructura de pavimento de adoquín mediante el método AASTHO – 93. El diseño estructural del tramo: Nandasmo – Mirador turístico, se ha elaborado a partir de los resultados obtenidos en los capítulos anteriores. Los cuales son necesarios para determinar los espesores estructurales.

En el capítulo 6, diseño hidráulico, se presenta la memoria de cálculo del diseño de cunetas que permitirá evacuar las aguas pluviales que caen en el área en estudio. Para estos cálculos se tomó en cuenta las obras de drenaje existente (cauces aledaños al sitio) y las pendientes de cada tramo, ya 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 7, diseño geométrico, se diseñaron las curvas horizontales, curvas verticales y curvas de transición tomando en cuenta como parámetro fundamental la velocidad de diseño en que operará la vía. Este diseño se ha regido según las normas NIC-2000, la ASSHTO, la SIECA, así como los criterios particulares de los autores.

En el capítulo 8, especificaciones técnicas del proyecto, se elaboró el presupuesto de la obra y se presenta la planeación del proyecto mediante el software Microsoft Project 2007. Se presentan las especificaciones técnicas que tienen que cumplir el dueño, el supervisor y el contratista para la ejecución de la obra. Se utilizan las normas de rendimiento horario para el cálculo de las duraciones de cada actividad.

Capítulo 9, conclusiones y recomendaciones, en este capítulo se hace un resumen de las conclusiones de cada capítulo, las recomendaciones son propiamente a los estudios.

INTRODUCCION

El gobierno de la Republica de Nicaragua a través del ministerio de transporte e infraestructura (MTI) ha implementado en los últimos años "calles para el pueblo" en el cual se pretende la ejecución de proyectos viales en todo el territorio nacional, para dar respuesta a la deteriorada y limitada red vial de nuestro país y mejorar las condiciones de vida de la población y economía. El **Estudio de ingeniería, diseños y documentación técnica para la construcción de un kilómetro de adoquinado del tramo: Nandasmo – mirador turístico, departamento de Masaya, Abril 2013,** es parte de este plan y está siendo impulsado por la alcaldía de Nandasmo.

El proceso de descentralización de Gobierno se define como la transferencia de funciones, responsabilidades y recursos a los gobiernos locales, de manera que éstos sean los responsables de llevar a cabo todas las actividades inherentes al ciclo de proyectos y las de la administración de los recursos. La descentralización se desarrolla en un esquema de coordinación y negociación local, presidido por el Gobierno Municipal, en el que participan las comunidades, sectores y otros actores del desarrollo local. Este esquema se ha institucionalizado y adoptado por los gobiernos locales.

Al transferir el Gobierno Central las funciones a los municipios, establece un esquema de alianza con distintos actores involucrados en el tema, tanto en el ámbito nacional como local. Al mismo tiempo, mediante este nuevo concepto, el Municipio fortalece la prestación de sus competencias y asume la responsabilidad de ejecutar su programa de inversión. Instalar este proceso, constituye uno de los esfuerzos más importantes que en materia de descentralización y en particular de la inversión, se desarrollan en nuestro país.

Se ha tomado como prioridad para este trabajo de investigación el **Estudio de ingeniería, diseños y documentación técnica para la construcción de un kilómetro de adoquinado del tramo: Nandasmo – mirador turístico, departamento de Masaya, Abril 2013**, en vista de la existencia de diferentes problemas que afectan a la población localizada dentro de este sector durante las épocas de verano y en el

invierno, tales como emanaciones de polvo que producen enfermedades respiratorias, vectoriales y contaminación del medio ambiente.

Es importante destacar que en esta calle/camino los pobladores sufren por deterioro permanente por no poseer obras de drenajes que mitiguen el deterioro continuo durante el invierno – verano, por lo que podemos afirmar que funcionan como calles/cauces, esto implica la formación de charcas que permiten la proliferación de enfermedades vectoriales como dengue y malaria, así como enfermedades gastrointestinales como diarrea y parasitosis.

Los transportistas de servicios colectivo y selectivo, así como dueños de vehículos particulares son perjudicados al deteriorarse sus unidades ocasionando elevados costos de operación.

La población se siente insegura al no contar con el acceso a vehículos de emergencia como policía, cruz roja y bomberos, por el mal estado de las calles. De acuerdo a estas necesidades se pretende dar solución con el **Estudio de ingeniería, diseños y documentación técnica para la construcción de un kilómetro de adoquinado del tramo: Nandasmo – mirador turístico, departamento de Masaya, Abril 2013**, ya que vendrá a resolver los problemas de salud, higiene y transporte de la comunidad.

ANTECEDENTES

El municipio de Nandasmo cuenta con catorce cuadras adoquinadas en el casco urbano, tres kilómetros de pavimento en la comarca de Pío XII (52 Km de Managua) y dos kilómetros de carretera pavimentada en la comarca de San Bernardo (51.8 Km de Managua). La comarca de Vista Alegre (58 km de Managua) es la única que no cuenta con estos beneficios, debido a su lejanía de las demás comarcas. Los caminos de este municipio en general se pueden clasificar como caminos de Todo Tiempo debido a que son accesibles durante todas las épocas del año.

Actualmente el tramo que une a Nandasmo con su mirador turístico tiene una superficie de rodamiento muy vulnerable ante los agentes climatológicos que le provocan deterioro en la mayor parte del año, especialmente en invierno. Esta vía ha sido utilizada por los habitantes de Nandasmo y Vista Alegre con propósitos comerciales, turísticos y laborales. La vía no cuenta con un diseño geométrico, ni un sistema de drenaje adecuado que permita una mejor y confortable circulación para los peatones y conductores.

JUSTIFICACIÓN

Después de muchos años de esfuerzo y dedicación de artesanos, población organizada y autoridades edilicias del municipio de Nandasmo, fue posible la construcción del Mirador Turístico, con una vista panorámica y un clima único que le da la bienvenida a sus visitantes tanto nacionales como extranjeros.

El Mirador de Nandasmo, es un nuevo sitio turístico que ofrecen Los Pueblos Blancos, desde aquí podemos apreciar la Laguna de Masaya, el Volcán Santiago y Mombacho, la fortaleza de El Coyotepe, Nindirí y la Ciudad de las Flores, Masaya. El contar con una vía de acceso adecuado para el desarrollo turístico y por ende económico en este sector del municipio retoma gran importancia para la municipalidad.

Actualmente la vía se encuentra deteriorada lo que ocasionan incremento en los costos operativos del transporte público y privado, la circulación vehicular es demasiado lenta debido a que el tramo presenta baches en todo el trayecto. La velocidad vehicular es baja por ser un camino que ofrece muy poca comodidad y seguridad.

El tramo no ofrece una accesibilidad confortable, los costos de mantenimiento se incrementan para los propietarios de medios de transporte público y privados, los que aducen que sus vehículos experimentan mayor deterioro y consumo de combustible, siendo poco los que se ofrecen a prestar el servicio a los habitantes, turistas y artesanos de la localidad. Con el proyecto de adoquinado se logrará mejorar las condiciones de vida de la comunidad en diferentes aspectos tales como:

- **Salud y educación:** Se logrará mitigar enfermedades respiratorias provocadas por el levantamiento de polvo, en invierno con el debido sistema de drenaje se reducirán enfermedades producidas por mosquitos y otros. Permitirá que los jóvenes en edad escolar puedan asistir a clase en menor tiempo y con la posibilidad de utilizar los medios de transporte.

- **Social:** Una vez ejecutado el adoquinado el acceso a la comunidad presentará mejores condiciones para el flujo vehicular por lo que los costos de transporte se reducirán y los pobladores se evitaran caminar largos tramos para movilizarse a sus diferentes destinos (hospitales, centros de salud, centros escolares, centros de trabajos, centros recreativos, etc.)

- **Económico:** El mejoramiento de un camino o calle por medio de una buena superficie de rodamiento (Adoquín) a elevado el nivel de vida y progreso de muchas comunidades beneficiadas de proyectos de este tipo que ahora cuenta con mejores condiciones de vida y con mayores facilidades sociales y técnicas, por lo que la ejecución de este proyecto traerá muchos beneficios tales como:

    - Vendrá a ser una fuente de trabajo para la comunidad, integrando a la población en la ejecución del proyecto, ya que no se requiere de mucha mano de obra especializada y si de mucho personal para la colocación de adoquines, aumentando de esta manera los ingresos de estas familias.

    - Tendrá impacto directo en la economía de la zona, ya que se podrán movilizar con mayor facilidad y menor gasto sus producciones agrícolas y artesanales hacia los mercados aledaños.

    - El camino servirá en un futuro como ruta alterna hacia la Comunidad de Vista Alegre.

OBJETIVOS

Objetivo General:

- Realizar los estudios de ingeniería, diseños y documentación técnica para la construcción de un kilómetro de adoquinado del tramo: Nandasmo – Mirador turístico en el Departamento de Masaya (55 Km).

Objetivos Específicos:

- Efectuar los estudios de ingeniería para el diseño vial de un kilómetro de adoquinado (topográfico, geotécnico, transporte e hidrológico).

- Realizar los diseños correspondientes al proyecto vial Nandasmo-Mirador Turístico, diseño de Espesores de Pavimento (método ASSHTO-93), Diseño Geométrico y Diseño Hidráulico.

- Elaborar las especificaciones técnicas necesarios para la ejecución del proyecto vial Nandasmo-Mirador Turístico (Planeación, presupuesto y planos).

CAPÍTULO 1: ESTUDIO TOPOGRÁFICO

1.1. Localización

El proyecto se encuentra localizado al Norte del municipio de Nandasmo, a unos 55 Km de Managua carretera San Marcos Catarina. Los principales atractivos de este municipio, son los talleres artesanales donde se fabrican muebles de madera, objetos de cuero. Producción agrícola principalmente: Cítricos (naranjas, mandarinas, limones) frijol rojo y café. El área rural tiene algunas costas de la Laguna de Masaya. Las fiestas religiosas se celebran del 14 al 22 de enero en honor a las imágenes de “El Dulce Nombre de Jesús de la Buena Muerte y el Divino Pastor "; cuenta con una población aproximada de 10,267 habitantes y una superficie territorial de 16.00 kilómetros cuadrados.

En relación al transporte colectivo, el municipio goza del servicio a través de las unidades de buses que circulan sobre la carretera que van desde Catarina hasta Carazo. Donde circulan buses de trasporte ordinario y expreso que viajan a:

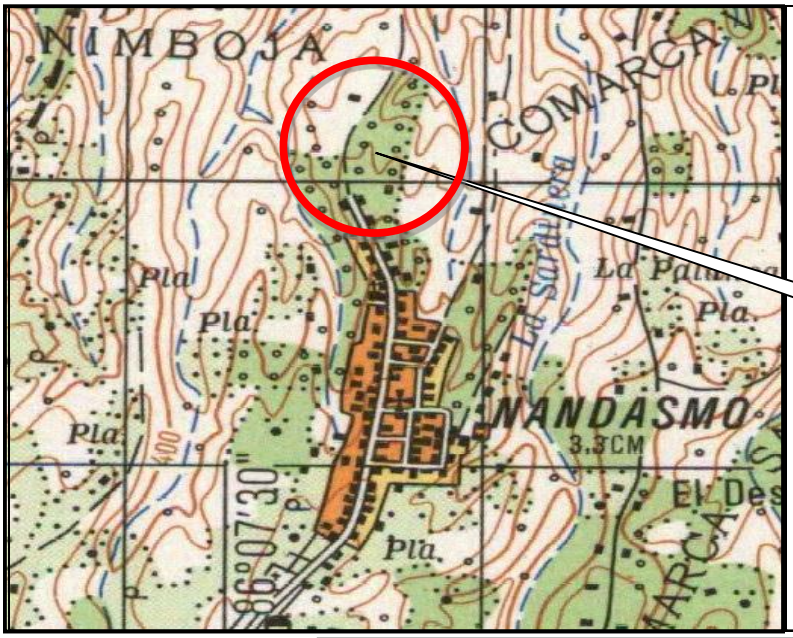
- Managua-Masatepe
- Masaya- Masatepe
- Masaya- Carazo

También existen dos unidades de buses de transporte ordinario que viajan de Nandasmo hacia Masaya. A lo interno del municipio existen cuatro camionetas y treinta mototaxis que brindan sus servicios en la cabecera municipal y la comunidad de Pío XII.

Figura 1.1

MACROLOCALIZACION DEL PROYECTO

Figura 1.2



Mapa de localización de Masaya.

El proyecto inicia con las coordenadas WGS 84 :

1,319,157.62 Norte
595,593.82 Este
Altura 376.10 msnm,

El sitio de la calle en estudio

MICROLOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

1.2. Generalidades

Los levantamientos topográficos se realizan con el fin de determinar la configuración del terreno y la posición sobre la superficie de la tierra, de elementos naturales o instalaciones construidas por el hombre. En un levantamiento topográfico se toman los datos necesarios para la representación gráfica o elaboración del mapa del área en estudio.

Métodos Taquimétricos

Por definición la taquimetría, es el procedimiento topográfico que determina en forma simultánea las coordenadas Norte, Este y Elevación de puntos sobre la superficie del terreno. Este procedimiento se utiliza para el levantamiento de detalles y puntos de relleno en donde se requiere de grandes precisiones.

Hasta la década de los 90, los procedimientos topográficos se realizaban con teodolitos y miras verticales. Con la introducción en el mercado de las estaciones totales electrónicas, de tamaño reducido, costos accesibles, funciones pre-programadas y programas de aplicación incluidos, la aplicación de la taquimetría tradicional con teodolito y mira ha venido siendo desplazada por el uso de estas estaciones.

Estación Total

Una de las grandes ventajas de levantamientos con estación total es que la toma y registro de datos es automático, eliminando los errores de lectura, anotación, transcripción y cálculo; ya que con estas estaciones la toma de datos es automática (en forma digital) y los cálculos de coordenadas se realizan por medio de programas de computación incorporados a dichas estaciones. Generalmente estos datos son archivados en formato ASCII para poder ser leídos por diferentes programas de topografía, diseño geométrico, diseño y edición gráfica.

Método de Radiación

El método de radiación es el método comúnmente empleando en levantamientos de superficies de mediana y gran extensión, en zonas de topografía accidentada, con vegetación espesa. Este método se apoya en una poligonal base previamente levantada a partir de cuyos vértices se hacen radiaciones a fin de determinar la ubicación de los puntos de relleno y de detalles.

Los equipos utilizados para levantamiento por radiación son el teodolito y mira vertical o estación total y prisma. En caso de utilizar teodolito y mira vertical, se deben anotar las distancias, los ángulos verticales y horizontales y las lecturas a la mira con los hilos distanciométricos. Cuando se usa estación total con prisma, generalmente los puntos quedan grabados automáticamente por sus coordenadas, en la libreta de campo electrónica.

Condiciones Topográficas: Según su configuración se consideran los siguientes tipos de terreno: Plano, ondulado o lomerío y montañoso.

Clasificación de los Terrenos en función de las Pendientes Naturales

Tabla 1.1

Tipo de Terreno	Rangos de Pendientes (%) G
Llano o plano	G≤5
Ondulado/Lomerío	5>G≤15
Montañoso	15>G≤30

Tomado del manual centroamericano de normaspara el diseño geométrico
De las carreteras regionales cap 4 pag 4-63

La AASHTO identifica las tres categorías generales de terreno del cuadro anterior, en la forma que se describe seguidamente:

Terreno plano: Es aquel en el cual se dan condiciones topográficas favorables para los levantamientos de campo, el diseño horizontal y vertical, la construcción y

reconstrucción de las obras viales, facilitando el mantenimiento, seguridad, comodidad y económica operación de los vehículos. Las distancias de visibilidad en el alineamiento horizontal y vertical pueden lograrse sin mayores dificultades.

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

Terreno montañoso: El cual ofrece dificultades y altos costos en la construcción por la frecuencia de cortes y rellenos, que se requieren para lograr alineamientos horizontales y verticales aceptables. Las pendientes longitudinales y transversales son frecuentes en este tipo de terreno.

1.3. Conceptos

Levantamiento topográfico: Es un conjunto de operaciones que determina las posiciones de los puntos. Tiene por objeto tomar suficiente datos de campo para confeccionar planos y mapas en el que figura el relieve y la localización de puntos o detalles naturales o artificiales y tiene como finalidad:

- ✓ La determinación y fijación de tenderos de terrenos.
- ✓ Servir de base para ciertos proyectos en la ejecución de obras públicas o privadas.
- ✓ Servir para la determinación de las figuras de terreno y masas de agua.
- ✓ Servir en toda obra vertical o horizontal

Notas de Campo: Siempre debe tomarse en libretas especiales de registro y con claridad para no tener que regresar posteriormente, es decir se toman en limpio; debe incluirse la mayor cantidad de datos complementarios posible para evitar malas interpretaciones ya que es muy común que los dibujos lo hagan diferentes personas encargada del trabajo de campo.

Levantamiento longitudinal o de vías de comunicación:

Son los levantamientos que sirven para estudiar y construir vías de transporte o comunicaciones como carreteras, vías férreas, canales, líneas de transmisión, acueductos, etc. Las operaciones son las siguientes:

- ✓ Levantamiento topográfico de la franja donde va a quedar emplazada la obra tanto en planta como en elevación (planimetría y altimetría simultáneas).
- ✓ Diseño en planta del eje de la vía según las especificaciones del diseño geométrico dadas para el tipo de obra.
- ✓ Localización del eje de la obra diseñado mediante la colocación de estacas a cortos intervalos de unas a otras, generalmente a distancias fijas 5, 10 o 20 metros.
- ✓ Nivelación del eje estacado, mediante itinerarios de nivelación para determinar el perfil del terreno a lo largo del eje diseñado y localizado.
- ✓ Dibujo del perfil y anotación de las pendientes longitudinales.
- ✓ Determinación de secciones o perfiles transversales de la obra y la ubicación de los puntos de chaflanes respectivos.
- ✓ Cálculos de volúmenes (cubicación) y programación de las labores de explanación o de movimientos de tierras (diagramas de masas), para la optimización de cortes y rellenos hasta alcanzar la línea de subrasante de la vía.
- ✓ Trazado y localización de las obras respecto al eje, tales como puentes, desagüe, alcantarillas, drenajes, filtros, muros de contención, etc.
- ✓ Localización y señalamientos de los derechos de vías o zonas legales de paso a lo largo del eje de la obra.

1.4. Metodología empleada en el levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico se realizó en el municipio de Nandasmo a 55 kilómetros de Managua el día miércoles 17 de febrero del año 2010 desde 7:00am a las 12:00 pm y de 1:00 pm a 5:00 pm y el día jueves 18 de febrero de 7:00 am a 12:00 pm.

- ➢ El personal que se llevó para realizar el levantamiento fue un topógrafo y dos cadeneros

- Los trabajos de campo se realizaron con un taquímetro electrónico FOIF RTS 635, los cuales registran las coordenadas de ubicación planimétrica del punto levantado, al igual que el dato de elevación, finalmente estos son transferidos a la computadora para realizar el cálculo correspondiente.

- Se procedió al levantamiento altiplanimétrico del sitio conforme la siguiente metodología:

1. Para comenzar el levantamiento, se plantó el taquímetro electrónico en un punto llamado punto de traslado Nº 1.

2. Los datos introducidos para iniciar el levantamiento fuero (x=1000.00, Y=1000.00, z =100.00) y posteriormente se rotaron y se trasladaron a coordenadas geodésicas en sistema WGS 84, Proyección UTM.

3. La coordenadas de referencia fueron: 1,319,157.62 Norte, 595,593.82 Este y Altura 376.10 msnmm, la cual fue tomada con GPS de navegación marca: GARMIN MAP 78S, Precisión GPS: < 10 metros, 95% típico.

4. Ya plantado y calibrado el equipo se comenzó a radiar en ambas bandas de la calle utilizando los prismas, colocando los mojones necesarios como referencia del levantamiento y los cuales servirán para un futuro replanteo.

5. Para el levantamiento no se siguió con una constante de distancia entre secciones, ya que se tomó como criterio las condiciones topográficas del terreno donde se presentaban cambios considerables en los niveles del terreno natural, por eso se hizo a cada 5, 10 o 20 metros dependiendo de las condiciones de la sección.

6. Se establecieron los siguientes amojonamientos que se mostrarán en los planos topográficos.

6.1 Los mojones se hicieron previamente de concreto de 2,500 PSI, de forma cilíndrica con un diámetro de 3 pulgadas y una altura de 16 pulgadas, al cual se le introdujo un clavo de tres pulgadas en el centro dejando por fuera tres milímetros del clavo.

6.2. Los mojones se ubicaron en puntos estratégicos para que no sean movidos o arrancados por personas o animales, ya que estos servirán para un futuro replanteo altiplanimétrico porque estos poseen una referencia del punto con sus respectivas coordenadas **X**, **Y** y **Z.**

6.3. Colocación de mojones:

6.3.1. Se estableció el punto donde se colocará el primer mojón, y se procedió a limpiar el lugar.

6.3.2. Se hizo una excavación con un diámetro de cinco pulgadas y una profundidad de 14 pulgadas.

6.3.3. Se introdujo el mojón previendo que quedara visible 2 pulgadas por encima del terreno natural.

6.3.4. Se rellenó y compacto el contorno del mojón para que este quedara fijo, se pintó en rojo la parte superior del mojón. Luego se colocó el prisma para tomar la lectura con sus coordenadas.

6.3.5. Se colocaron tres estacas de un metro de largo a la orilla para localizar el mojón al momento de realizar el replanteo topográfico.

6.3.6. Este procedimiento se hizo para la colocación de los siete mojones que se mostraran en la siguiente tabla.

Tabla 1.2

Punto	Norte	Este	Altura	Código	Descripción
28	1,319,211.042	595,594.842	373.418	BM	1
62	1,319,276.600	595,606.387	369.962	BM	2
114	1,319,388.617	595,640.985	362.978	BM	3
136	1,319,419.195	595,664.987	360.388	BM	4
252	1,319,656.257	595,755.306	334.990	BM	5
339	1,319,875.759	595,726.556	326.047	BM	6
387	1,319,952.712	595,747.285	314.740	BM	7

Fuente: Propia

7. Se hizo un punto de cambio para mover el equipo, ya que las condiciones del terreno no permitían seguir en el mismo punto.

8. Se plantó nuevamente la estación total, se tomó la lectura del BM y se continuó radiando, a esta nueva ubicación del equipo se le llamo punto de traslado del equipo Nº 2

9. Se realizaron once puntos de cambio (puntos de traslado del equipo), para terminar el levantamiento topográfico del área total del proyecto

10. Es importante para una mejor interpretación de la Memoria Topográfica aquí presentada tomar en cuenta lo siguiente:

    10.1 A diferencia del método tradicional, para este levantamiento se utilizó un taquímetro electrónico de alta precisión, los datos de mediciones angulares y de distancia se registran automáticamente en el sistema de memoria del taquímetro minimizando errores en la transferencia de los datos medidos y permitiendo en campo conocer las coordenadas de cada punto relevado en sistema cartesiano.

    10.2 La identificación de cada punto revelado es única y correlativa en función de la cronología del levantamiento terrestre.

10.3 El sistema de levantamiento fue por método de radiación. Los Datos obtenidos se encuentran en la sección anexo 1.1 del estudio topográfico.

1.5. Metodología empleada para procesar los datos del levantamiento topográfico

El Programa Land Desktop, se utiliza para múltiples aplicaciones de la Ingeniería y topografía; ha sido diseñado para el dibujo de poligonales, curvas de nivel, trazo de calles o carreteras, dibujo de perfiles longitudinales y secciones transversales, movimiento de tierras en calles o carreteras, en terrazas de construcción, etc., así como también en lotificaciones.

Para el manejo de este programa, es conveniente que el estudiante tenga un poco de dominio en el manejo de AutoCad, sobre todo en los siguientes conceptos: Creación de Hojas de Impresión, Inserción de estas hojas para la definición de las escalas de ploteo, creación de estilos de textos y sobre todo el manejo y concepto de las escalas.

En el Menú desplegable **VIEW**, seleccione **TOOLBARS**, luego **LAND** y active las siguientes barras: MENU **PALETTES Y PARCELS**, posteriormente irá activando otras que sean de su conveniencia; la primera de ellas permite al Land, cambiar de un menú desplegable a otro de una manera más rápida, pues durante el desarrollo del curso se utilizará en algunos casos el menú **SURVEY** y en otros el **CIVIL DESIGN.**

DATOS PARA EL LAND.

El Land para procesar datos de campo, requiere de un archivo que contenga:

- Poligonales: Número del punto, Coordenada X, Coordenada Y.
- Curvas de Nivel: Número del punto, Coordenada X, Coordenada Y. Coordenada Z.
- Perfiles: Número del punto, Coordenada X, Coordenada Y. Coordenada Z.

Por tanto, dicha información puede ser obtenida de diferentes maneras:

- Levantamiento de campo con aparatos convencionales: El topógrafo deberá calcular las coordenadas de forma manual o computarizada.
- Levantamiento de campo con Estación Total (Total Station): En este caso el instrumento calcula los valores automáticamente.

Una vez obtenidos los datos, estos deberán agruparse en un archivo con cualquiera de las siguientes extensiones: ***. TXT--------*.PRN----------*.CSV (delimitado por comas),** otros. Con los datos obtenidos de la libreta digital de la estación total se procedió a descargar el archivo en formato CSV (formato delimitado por coma) en una computadora.

Luego se utilizó el programa computarizado AutoCAD Landesktop 2004 para procesar los datos. Se importaron los 506 puntos que contienen la información de las coordenadas **X**, **Y**.

Luego se importaron los 506 puntos que contienen la información de la coordenada **Z** o elevación. Esta información se tomó por separado para poder trabajar mejor los grupos de puntos.

Con esta información se comenzó a trazar las curvas de nivel para determinar las pendientes del terreno natural y medir el ancho de derecho de vía. El cual dio como resultado una pendiente promedio de 9.67% ya que la elevación máxima fue de 376.24 y la elevación mínima de 279.51 y la longitud de 1000 mts. El ancho del derecho de vía es de aproximadamente 15 mts.

1.6. Memoria de cálculo

Para la clasificación del tipo de terreno se utilizó la elevación del inicio del tramo y la elevación del final del tramo; con lo cual se calcula la pendiente natural.

$$P = \frac{Elev.I - Elev.\ F}{Long.\ tramo} * 100$$

$$P = \frac{375.869m - 281.128m}{1000m} * 100 = 9.47\ \%$$

Con la pendiente natural calculada se clasifica el tipo de terreno ver tabla 1.1

5% > G ≤ 15%

5% > 9.47% ≤ 15% ok.

Por lo tanto. El terreno se clasifica como ondulado/lomerío.

Para determinar el ancho del derecho de vía se utilizó el programa AutoCAD Landesktop 2004, con el cual se midieron varias secciones transversales de la línea de cerco a cerco y se promedió dando un valor de 15 metros.

1.7. Conclusiones del estudio topográfico

Después de terminado el estudio de Topografía, se ha reunido el grupo para analizar el objetivo del trabajo y hacer la conclusión de este capítulo práctico para llevar los conocimientos al terreno, por lo tanto, en este trabajo hemos podido rescatar muchas experiencias y lo más importante es que se puso en práctica todo lo aprendido. Con la elaboración de este trabajo se pudo vivir cada paso del que consta un Levantamiento Topográfico, desde el campo al gabinete, nos hemos dado cuenta que no se puede trabajar con un grupo desunido ya que cada persona cumple un papel importante en el trabajo ya sea en el desarrollo de los cálculos o en la toma de los datos. La familiarización con los equipos de Topografía es una parte muy importante en esta experiencia ya que es vital una rápida y perfecta instalación de los equipos, esto es para evitar los errores en terreno y para un buen desarrollo del levantamiento.

La precisión en el trazado de la poligonal debe ser muy bien representada en el plano, no siendo una tarea muy fácil si se toma en cuenta que una desviación de minutos (referido a los ángulos de las coordenadas polares) puede significar varios milímetros de error en la ubicación de alguna de las estaciones. Este error también se puede

deber a otros factores como la incorrecta calibración del taquímetro, la mala aproximación de la medida en la lectura de la mira, especialmente para distancias grandes, etc. Los de altimetría son de gran importancia en la proyección de cualquier obra civil. Entregan información clara y muy detallada sobre el relieve y configuración del terreno, debemos recordar que en la entrega de los planos debe haber un estudio de la planimetría y de la altimetría del terreno para poder interpretar de buena forma los planos que se presenten. También fue de gran ayuda el estudio previo del terreno, en este se hizo un croquis del sector que se iba a medir y se trató de representar los puntos en los que se ubicarían los ejes de la poligonal para comenzar con el levantamiento ya estudiado y no perder el tiempo en el lugar y así agilizar el trabajo y no se producir pausas donde los integrantes deben ponerse de acuerdo sobre cómo realizar las distintas mediciones del terreno.

El control topográfico de campo fue llevado a cabo en forma diaria utilizando: Una estación total marca FOIF RTS 635, el software AutoCAD Landesktop 2004, para el procesamiento de los datos tomados en campo y la presentación en planos topográficos a escalas convenientes.

El procesamiento de los datos en el programa AutoCAD Landesktop 2004 proporciono como resultado:

Tipo de terreno: Ondulado o Lomerío
Ancho de Derecho de Vía: 15 metros más menos 2 metros

CAPÍTULO 2: ESTUDIO DE TRÁNSITO

2.1. Generalidades

Clasificación de los caminos y vías rurales Nacionales

La clasificación de los caminos y vías rurales está a cargo del Departamento de Vialidad del MTI.

Clasificación Funcional

Troncal Principal: Sirve como corredor para viajes a larga distancia como tráfico interdepartamental o interregional. Tiene un volumen de tráfico de más de 1,000 veh/día y la velocidad de operación es de 100km/h.

Troncal secundaria: Une centros urbanos con poblaciones entre los 10,000 y 50,000 habitantes. El volumen de tráfico es un promedio de 500 veh/día y su velocidad de operación de 40 a 60km/h.

Colectora Principal: Une centros urbanos con 4,000 a 10,000 habitantes. Su volumen de tráfico es de 250 veh/día y su velocidad de operación es de 40 a 60 Km/h.

Colectora secundaria: Une principalmente zonas con poblaciones inferiores a los 4,000 habitantes con un tipo de camino superior. Su volumen de tráfico es de 100 a 200 veh/día y su velocidad de operación es de 30 a 50 Km/h.

Caminos Vecinales: Tienen acceso a zonas poblacionales inferiores a los 1,000 habitantes. Su volumen de tráfico es menor de 50 veh/día y su velocidad de operación es de 40 Km/h como máximo.

Clasificación de los caminos según el tipo de Construcción:

La clasificación de los caminos está a cargo del Departamento de Vialidad del MTI Este departamento ha adoptado diferentes maneras de clasificación:

Por el tipo de Construcción: Esta clasificación es usada con fines de mantenimiento y conservación de la red vial.

Caminos pavimentados: Construidos plenamente desde el punto de vista ingenieril. La superficie de rodamiento está formada por capas de concreto asfáltico, concreto hidráulico o adoquines.

Caminos revestidos: Son aquellos, cuyo trazado geométrico ha sido diseñado bajo normas ingenieriles. La superficie de rodamiento está formada por capas de material selecto cuyo espesor mínimo es de 25 cm.

Caminos de todo tiempo: Su trazado geométrico no ha sido diseñado, se ajusta más que todo a la topografía del terreno. Permite la circulación de tráfico todo el año y la superficie de rodamiento es de material selecto con 15 cm. de espesor mínimo.

Caminos de estación seca: Caminos sin ningún diseño geométrico, carecen de drenaje por lo que el tráfico queda interrumpido en la época de lluvia, la superficie de rodamiento la constituye el terreno natural y carece de material de recubrimiento.
La clasificación por tipo de construcción es utilizada más que todo para identificar el tipo de superficie de rodamiento en los caminos.

Clasificación de acuerdo a la demanda:

Autopistas: Carreteras con un TPDA superior a 4000 veh/día, de calzadas separadas con uno o más carriles, con control total de accesos (ingreso y salida) que proporciona al flujo vehicular continuo.

Carreteras Duales o multicarril: Carreteras con un TPDA superior a 4000 veh/día, de calzada separada, con uno dos o más carriles; control total de accesos.

Carreteras de 1ra clase: Son aquellas con un TPDA entre 4000 a 2001 veh/día de una calzada de dos carriles (DC).

Carreteras de 2da clase: Son aquellas calzadas de dos carriles (DC) que soportan un TPDA de 4000 a 401 veh/día.

Carreteras de 3ra clase: Son aquellas de una sola calzada que soportan un TPDA menor a 400 veh/día.

Trochas: Es la categoría más baja de caminos transitable para vehículos automotores, construido con un mínimo movimiento de tierra, que permite el paso de un solo vehículo.

Niveles de servicios de la vía

Para medir la calidad del flujo vehicular se usa el concepto de nivel de servicio, que es una medida cualitativa que describe las condiciones de operación de un flujo vehicular, de su percepción por los conductores y/o pasajeros. Estas condiciones se describen en términos de factores tales como la velocidad y el tiempo de recorrido, la libertad de maniobras, la comodidad, la conveniencia y la seguridad vial.

Niveles de servicios[1]

El Nivel A, corresponde a una situación de tráfico fluido, con intensidad de tráfico baja y velocidades altas, solo limitadas por las condiciones físicas de la vía. Los conductores no se ven forzados a mantener una sola velocidad por causa de otros vehículos.

El Nivel B, corresponde a una circulación estable, es decir que no se producen cambios bruscos en la velocidad, aunque ya comienza a ser condicionada por los otros vehículos, pero los conductores pueden mantener velocidades de servicios razonables, y en general eligen el carril por donde circulan. Los limites inferiores de velocidad e intensidad que define a este nivel son análogos a los normalmente utilizados para el dimensionamiento de carreteras rurales.

El Nivel C, corresponde también a una circulación estable, pero la velocidad y la maniobrabilidad están ya considerablemente condicionadas por el resto del trafico. Los adelantamientos y cambios de carril son más difíciles, aunque las condiciones de circulación son todavía muy tolerables. El límite inferior de velocidad, que define este

[1] *El Manual de Capacidad de Carreteras de 1985, special Report 209 del TRB, traducido al español por la Asociación Técnica de Carreteras de España, ha establecido seis niveles de servicios denominados: A,B,C,D,E y F, que van del mejor al peor*

nivel, coincide en general con el que se recomienda para el dimensionamiento de arterias urbanas.

El Nivel D, corresponde a situaciones que empiezan a ser inestable, es decir, en que se producen cambios bruscos e imprevistos en la velocidad y la maniobrabilidad de los conductores está ya muy restringida por el resto del tráfico. En esta situación unos aumentos pequeños de la intensidad obligan a cambios importantes en la velocidad. Aunque la conducción ya no resulte cómoda, esta situación puede ser tolerable durante periodos no muy largos.

El Nivel E, supone que la intensidad del tráfico es ya próxima a la capacidad de la vía, y las velocidades no pueden rebasar normalmente los 50 Km/h. las detenciones son frecuentes, siendo inestables o forzadas las condiciones de circulación.

Por último el **Nivel F,** corresponde a una circulación muy forzada a velocidades bajas y con colas frecuentes que obligan a detenciones que pueden ser prolongadas

El Tránsito de la Hora Pico o de Punta[2]

Siendo el TPDA una medida muy genérica de la intensidad del tránsito a lo largo de un día, se vuelve necesario tomar en debida cuenta las variaciones extremas que registra el movimiento vehicular a lo largo de las veinticuatro horas del día, para seleccionar las horas de máxima demanda como base más apropiada para el diseño geométrico de las carreteras. El tránsito de la hora pico o de la hora punta, recoge la necesidad de referir el diseño no a la hora máxima que se registra en un año, ni a la hora promedio, sino a una hora intermedia que admita cierto grado de tolerancia a la ocurrencia de demandas horarias extremas, que podrían quedar insatisfechas o con menores niveles de comodidad para la conducción.

[2] Manual de la SIECA Cap. 2 CRITERIOS PARA EL DISEÑO DE LAS CARRETERAS 2-8

El Factor de Hora Pico, FHP[3]

Se expresa como la relación que siempre será igual o menor que la unidad, entre la cuarta parte del volumen de tránsito durante la hora pico y el volumen mayor registrado durante el lapso de quince minutos dentro de dicha hora pico. O sea que al afectar los volúmenes horarios de diseño por este factor, se están asumiendo las condiciones más exigentes de la demanda, a las cuales debe responder la propuesta de solución de reconstrucción, mejoramiento o ampliación de una carretera determinada.

2.2. Conceptos[4]

Velocidad de Diseño: Es la máxima velocidad que en condiciones de seguridad puede ser mantenida en una determinada sección de una carretera, cuando las condiciones son tan favorables como para hacer prevalecer las características del diseño utilizado.

Tránsito: Es el número de vehículos o peatones que pasan por un punto o sección transversal de un carril o de una calzada durante un período o tiempo determinado.

Transito Promedio Diario Anual (TPDA): Se define como el volumen total de vehículos que pasan por un punto o sección de una carretera en un período de un año.

Volumen de tránsito: Es cierta cantidad de vehículos de motor que transitan por un camino en determinado tiempo y en el mismo sentido. Las unidades comúnmente empleadas son: vehículos por día o vehículos por hora.

Transito promedio diario (T.P.D.): Es el promedio de los volúmenes de transito que circulan durante 24 horas en un cierto periodo. Normalmente este periodo es el de un año, a no ser que se indique otra cosa. El T.P.D. es normalmente empleado en los

[3] Manual de la SIECA Cap. 2 CRITERIOS PARA EL DISEÑO DE LAS CARRETERAS 2-9
[4] Manual de la SIECA. CRITERIOS PARA EL DISEÑO DE LAS CARRETERAS

estudios económicos, ya que representa la utilización de la vía y sirve para efectuar distribuciones de fondo, mas no se pueden emplear para determinar las características geométricas del camino, pues no es un valor sensitivo a los cambios significantes de los volúmenes y no indica las variaciones de transito que pueden presentarse en las horas, días y meses del año.

Volúmenes horarios: Son los que resultan de dividir él numero de vehículos que pasan por un determinado punto de un periodo, entre el valor de ese periodo en horas. Los volúmenes horarios máximos son los que se emplean para proyectar los aspectos geométricos de los caminos.

Los Vehículos de Diseño[5]

Los vehículos de diseño son los vehículos automotores predominantes y demayores exigencias en el tránsito que se desplaza por las carreteras regionales, por lo que al tipificar las dimensiones, pesos y características de operación de cada uno de ellos, se brinda al diseñador los controles y elementos a los que se deben ajustar los diseños para posibilitar y facilitar su circulación irrestricta. De cada tipo de vehículo utilizado para diseño, se seleccionan a propósito para adoptar las condiciones más desfavorables, aquellos de mayores dimensiones físicas y de radios de giro mayores dentro de su clasificación tipológica.

2.3. Metodología empleada en el estudio de tránsito

La metodología para la determinación de los volúmenes de tráfico se basa fundamentalmente en la realización de aforos de tránsito en el camino en estudio, para estos se colocó una estación de conteo volumétrico, en el sitio cercano al inicio de la calle.

- ✓ El aforo de tráfico, por tener características de camino de bajo volumen, se hará mediante el conteo manual de los vehículos que regularmente transitan por la vía.

[5] Cap. 2 CRITERIOS PARA EL DISEÑO DE LAS CARRETERAS 2-2

- ✓ El aforo se hará registrando el tráfico por cada sentido de circulación.
- ✓ Se registrará además la composición del tráfico, para proporcionar información para el diseño de pavimentos y el estudio de factibilidad técnica.
- ✓ Se llego a las 5:30 am para ubicarse en la entrada del camino que va hacia el "Mirador Turístico de Nandasmo" el cual solo cuenta con una entrada que también sirve de salida.
- ✓ El personal que se utilizo fue un chofer y un anotador.
- ✓ Los materiales utilizados fueron, un vehículo, una libreta y un lapicero.
- ✓ Se inició el día viernes 12 Julio y finalizó el día domingo 18 de Julio del 2010 de 6:00 am a 6:00 pm.
- ✓ El aforo se realizó en un periodo de una semana, para determinar el tránsito promedio diario semanal.
- ✓ El aforo se realizó de forma manual.

2.4. Resumen de los datos del aforo vehicular

Los cuadros resumen de los resultados del tráfico promedio diario semanal se presentan en la sección anexo 2.1.

Tabla 2.1

Cuadro resumen del aforo diario de una semana

Día	Vehiculos Livianos					Veh.Pesad		Total
	Moto	Moto Taxi	Auto	Jeep	Camioneta	BUS	C2	
Lunes, 12 de Julio de 2010	9	11	11	0	6	0	24	61
Martes, 13 de Julio de 2010	7	7	9	0	6	0	24	53
Miercoles, 14 de Julio de 2010	4	9	14	1	2	0	24	54
Jueves, 15 de Julio de 2010	4	6	12	0	4	0	24	50
Viernes, 16 de Julio de 2010	6	19	22	2	4	0	26	79
Sabado, 17 de Julio de 2010	14	18	14	2	6	0	16	70
Domingo, 18 de Julio de 2010	18	17	13	7	2	0	16	73
TPD	8.86	12.43	13.57	1.71	4.29	0.00	22.00	62.86
FACTOR DIA	1.39	1.39	1.43	1.43	1.37	1.24	1.24	1.36
TPDS	12.31	17.28	19.41	2.45	5.87	0.00	27.28	84.60
	67.75%					32.25%		100.00%

Fuente: Propia

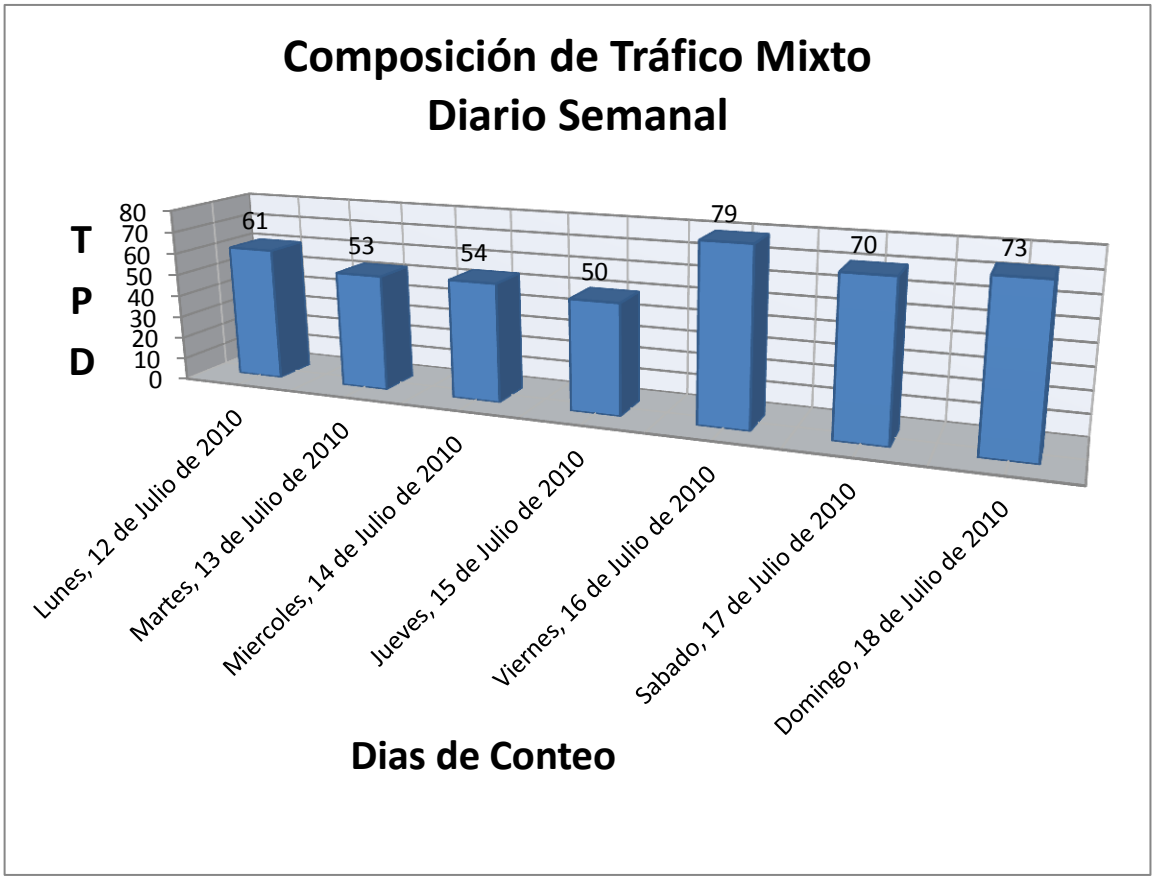
Tabla 2.2

Cuadro resumen con factor temporada

Camino:	Estación:	Tramo:		NANDASMO-LA LAGUNA				Período	L	Dias:	7	Horas:	12	Mes/Año	jul-10		Km:	51.50
Grupos	Vehículos de Pasajeros							Vehículos de Carga							Equipo Pesado			Total
	Motos	Autos	Jeep	Cam.	McBus	MnBus	Bus	Liv.	C2	C3	Tx-Sx	Tx-Sx	Cx-Rx	Cx-Rx	V.A.	V.C.	Otros	
					<15 s.	15-30 s.	30+ s.	2-5 t.	5+ t.		<=4 e.	>=5 e.	<=4 e.	>=5 e.				
	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14	15	16	18	19	21	
TPDS	30.00	20.00	3	6.00	0	0	0	0	28.00	0	0	0	0	0	0	0	0	87
Fac. Temporada	1.13	1.05	1.04	1.07	1.16	0.92	1.00	1.05	1.13	1.14	1.00	1.14	1.00	1.00	1.00	0.83	0.97	
TPDA	34	21	4	7	0	0	0	0	32	0	0	0	0	0	0	0	0	98
% TPDA	34.69	21.43	4.09	7.14	0	0	0	0	32.65	0	0	0	0	0	0	0	0	100.00
	% Vehiculos Livianos				67.35%			% de Vehiculos Pesados					32.65%					

Fuente: Propia

Figura 2.1



Fuente: Propia

2.5. Memoria de cálculos

Vehículo de Diseño

El cuadro siguiente muestra la composición de tráfico que circula actualmente en el camino bajo estudio.

Tabla. 2.3

Transito Promedio Diario Anual							
Grupos	Vehículos Livianos				Vehículos Pesados		Total
	Motos	Autos	Jeep	Cam.	BUS	C2	
TPDA	34	21	4	7	0.00	32	98
% TPDA	34.69	21.43	4.09	7.14	0.00	32.65	100.00
	% Vehículos Livianos			67.35	% Vehículos Pesados	32.65	100.00

Fuente: Propia

Transito Promedio Diario Anual Futuro (TPDAF)

Transito Promedio Diario Anual

Periodo de diseño (n) = 15 Años

Tasa de crecimiento vehicular[6] (I) = 4.5%

$$TPDAF = TPDA * (1 + I)^n$$

$$TPDAF = 98 * (1 + 0.045)^{15} = 190$$

El 32.65% del tráfico corresponde a vehículos pesados tipo **C2**, los vehículos livianos predominan con el 67.35%. Como parámetro del vehículo de diseño se tomará el camión tipo **C2** por sus características de mayor dimensión y peso. En el cuadro siguiente se presentan las dimensiones del camión que en las normas de la SIECA es denominado **SU**.

Tabla. 2.4

DIMENSIONES DE LOS VEHÍCULOS DE DISEÑO (METROS)

	P	BUS	SU(C2)	WB-15	WB-19	WB-20
Altura	1.3(1.3)	4.1	4.1(4.1)	4.1(4.1)	4.1	4.1
Ancho	2.1(2.1)	2.6	2.6(2.6)	2.6(2.6)	2.6	2.6
Longitud	5.8(5.8)	12.1	9.1(9.2)	16.7(16.8)	21.0	22.5
Voladizo Delantero	0.9(0.9)	2.1	1.2(1.2)	0.9(0.9)	1.2	1.2
Voladizo Trasero	1.5(1.5)	2.4	1.8(1.8)	0.6(0.6)	0.9	0.9
Distancia entre Ejes extremos, WB1	3.4(3.4)	7.6	6.1(6.1)	6.1(6.1)	6.1	6.1
Distancia entre Ejes extremos, WB2				9.1(9.2)	12.8	14.3

Fuente: AASHTO, A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, 1994. P. 21

[6] Revista conteo de trafico 2006 (MTI)

Tabla 2.5

RADIOS MINIMOS DE GIRO DE LOS VEHICULOS DE DISEÑO (METROS)

Vehículo – Tipo	Radio Interior (m)	Radio de Diseño (m)
Automóvil, P	4.2 (4.7)	7.3 (7.3)
Autobús Sencillo, BUS	7.4	12.8
Camión Sencillo, SU (C2)	8.5 (8.7)	12.8 (12.8)
Camión Articulado, WB-15	5.8 (6.0)	13.7 (13.7)
Camión Articulado, WB-19	2.8	13.7
Camión Articulado, WB-20	0	13.7

Fuente: AASHTO, A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, 1994, p. 22

El diseño de la sección transversal de un camino es un tema al que hay que prestarle bastante atención ya que ello influye grandemente en el costo de la obra como en su capacidad de tránsito. Una Sección reducida será económica, pero su capacidad de tránsito será reducida. Por otro lado una amplia sección tendrá magnífica capacidad de tránsito, pero será costosa. De aquí que el proyecto deba coordinar ambas necesidades para encontrar la solución más conveniente, posiblemente proyectando con visión del futuro y con miras a construir lo que sea estrictamente necesario en el presente, pero dejando una manera fácil y económica para la ampliación futura.

En el caso particular del tramo Nandasmo-Mirador Turístico de Nandasmo de topografía ondulada, con un derecho de vía de aproximadamente 15metros, se hace necesario partir de la consideración geométrica del vehículo de diseño que es un camión **C2**, que posee un ancho de **2.60 m** las normas (ASSHTO-93) indican que los obstáculos laterales deben estar a un mínimo de 0.60 m del borde de la llanta, esto implicaría un ancho necesario de 3.2 m como carril de rodamiento

Para establecer la Sección Transversal típica del Proyecto se procedió a modular una determinada cantidad de adoquines colocados conforme la práctica del adoquinado y se obtiene el siguiente resultado.

- ✓ Colocando 24 unidades de Adoquines típicos de dimensiones estándares se logra obtener un ancho de rodamiento de 5.96 m. más la viga longitudinal de 7 cm en ambos lados da una ancho de calzada de 6.10 m.

- ✓ Por lo tanto se establece un ancho de carril de 3.05 metros.

- ✓ Se propone construir un anden de 1.00 m en la banda izquierda que es el lado donde se encuentra ubicado el mirador turístico de Nandasmo-Masaya (Ver Tabla 2.6).

Tabla 2.6

ANCHOS MINIMOS DE HOMBROS Y ANDENES

Tipo de Carretera		Acceso	Tipo de Superficie	Ancho de Hombros (m)		Ancho de Andenes (m)
				Internos	Externos	
AR	Autopista Regionales	Controlado	Alto	1.0 - 1.5	1.8 - 2.5	
TS	Troncales Suburbanas	Controlado	Alto	1.0 - 1.5	1.8 - 2.5	1.2 - 2.0
TR	Troncales Rurales	-	Alto	0.5 - 1.0	1.2 - 1.8	1.2 - 1.5
CS	Colectoras Suburbanas	-	Intermedio	0.5	1.2 - 1.5	1.0 - 1.2
CR	Colectoras Rurales	-	Intermedio	-	1.2 - 1.5	1.0 - 1.2

Fuente Manual de la SIECA

Se tomó como referencia las carreteras colectoras rurales con un volumen de transito de diseño entre 10,000 y 500 vehículos/día, para la dimensión del anden debido a que no existe referencia para el tipo de la ruta que se clasifica como Carretera Terciaria, que propone el Manual Centroamericano para el Diseño de Pavimentos

Capacidades y Niveles de Servicio en Carreteras de dos Carriles[7]: El procedimiento para el cálculo de las capacidades y niveles de servicio de las carreteras de dos carriles, que con fines ilustrativos se describe a continuación, se basa en la metodología establecida en el indicado Manual de Capacidad de las Carreteras, en su versión de 1994.

1. **Resumen de los datos de los estudio de tránsito y de las características de la carretera:**

Volumen de tránsito en la hora pico (V, en vehículos por hora). (Ver tablas completas en la sección anexos 2.2 de los volúmenes de transito cada 15 minutos)

[7] Cap. 2 CRITERIOS PARA EL DISEÑO DE LAS CARRETERAS 2-18

Tabla. 2.7

Volumen máximo en 15 minutos de la hora pico

Hora	Vehiculos Livianos						Vehiculos de Carga		Total
	Moto	Moto Taxi	Auto	Jeep	Camiont	McBus 15 p	Bus	C2	
A.M									
6:30-6:45	0	1	0	0	0	0	0	0	1
6:45-7:00	1	1	2	0	2	0	0	1	7
7:00-7:15	0	1	0	1	1	0	0	1	4
7:15-7:30	1	0	1	0	0	0	0	0	2
volumen de tránsito en la hora pico									14

Fuente: Propia

- ✓ **Factor de hora pico (FHP).**

$$FHP = V / (4 \times V_{15})$$

Donde: V = Volumen de transito en la hora pico (veh/hr)

V15 = Volumen máximo en 15 minutos de la hora Pico (veh/hr)

Ver tabla 2.7

V= 14 veh/hr.

V_{15}= 7 veh/hr

$$FHP = \frac{14\ veh/hr}{4(7\ veh/hr)} = 0.50$$

- ✓ Composición del tránsito (porcentaje de vehículos livianos, autobuses, camiones y vehículos recreativos).

Ver tabla 2.1 resumen TPDS

Porcentaje de vehículos livianos= 67.35%

Porcentaje de camiones= 32.65%

Porcentaje de Buses= 0

Porcentaje de vehículos de recreación = 0

- ✓ Distribución direccional del tránsito (**fd**).

Tabla 2.8

Factores de ajuste por distribución direccional del transito en carreteras de dos carriles

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

Fuente: TBR, higwaycapacity manual, 1994

Se seleccionó la separación direccional **(50/50)** por lo tanto un **Factor distribución direccional de 1.00**

- ✓ Tipo de terreno, conocido por observación o resultados del estudio preliminar.

El tipo de terreno conocido por observación y resultado del estudio topográfico hecho en el capitulo uno, de este documento es un terreno ondulado (ver tabla 1.1)

- ✓ Relación Volumen/Capacidad Nivel de servicio

TABLA 2.9

Nivel de servicio (V/C) para carretera de dos carriles.

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

Fuente: TBR, higwaycapacity manual, 1994.

Tabla. 2.10

Nivel de Servicio (NS)	Terreno ondulado
	Restricción de paso 20%
A	0.10
B	0.23
C	0.39
D	0.57
E	0.94

Fuente: TBR, higway capacity manual, 1994

- ✓ Factor para Anchos de carriles y hombros (**fw**). Dimensiones de alternativas del estudio.

TABLA 2.11

Factores de ajuste por efecto combinado de carriles angostos y hombros restringidos, carretera de dos carriles.

Hombros (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

NS: nivel de servicio.
Fuente: TBR, higway capacity manual, 1994

Se estableció un Ancho de carril de 3.05 metros, ancho de hombros cero ya que no se utilizarán en el diseño.

Tabla 2.12

Factor Para ancho de carriles y hombros **(fw)** **Carril 3.05m**	
NS A-D	**NS E**
0.58	0.75

NS: nivel de servicio.
Fuente: TBR, higway capacity manual, 1994

- ✓ **Velocidad de diseño (kilómetros por hora)**

Para el caso del proyecto en estudio se ha considerado establecer una velocidad de proyecto que se ajuste en todo lo posible a las necesidades, características y condiciones existentes en el corredor del tramo, y que a la vez permita mejorar tanto la velocidad de recorrido actual como considerablemente la infraestructura existente así como la confortabilidad de los usuarios del camino de toda el área de influencia del proyecto, por lo cual se hizo dos pruebas para determinar la velocidad de recorrido uno con un vehículo liviano y el otro con un vehículo pesado tipo **C2** obteniendo los siguientes resultados:

V_{rec}= d/t

V_{rec}: Velocidad de recorrido

d: Distancia en Kilometro

t: Tiempo en hora

Tabla 2.13

TIPO DE VEHICULO	DISTANCIA	SEGUNDOS	HORA	VELOCIDAD
$AUTO_{IDA}$	1	90	0.0250	40.00
$AUTO_{VUELTA}$	1	96	0.0267	37.45
$C2_{IDA}$	1	100	0.0278	35.97
$C2_{VUELTA}$	1	110	0.0306	32.68
Velocidad promedio de recorrido				36.525

Fuente: Propia

Tomando en cuenta las malas condiciones en que se encuentra la vía no se puede correr a mayor velocidad de 40 Km/h, por lo tanto se tomará como referencias la velocidad promedio recorrida de 36.525 Km/h y se propone una velocidad de diseño de 50 Km/h

2. Calcular el factor de vehículos pesados, fhv, para cada nivel de servicio, de la siguiente ecuación:

$$\mathbf{fhv} = 1/[1 + PT\ (ET-1) + PB\ (EB-1) + PR\ (ER-1)]$$

fhv = Factor de vehículos pesados

Las equivalencias en automóviles para Camiones Pesados (ET), para autobuses (EB) y vehículos recreacionales (ER), afectadas por el alineamiento horizontal, son tomadas de las tablas del Manual de Capacidades. Los factores PT, PB y PR corresponden a la fracción decimal de la proporción de camiones, autobuses y vehículos recreacionales en el volumen de tránsito total.

Porcentaje de Camiones: **PT= 0.3265**

Porcentaje de Buses: **PB= 0.00**

Porcentaje de Vehículos Recreativos: **PR= 0.00**

Como **PB** y **PR** son iguales a cero la ecuación queda de la siguiente manera:

$$\boldsymbol{fhv} = \frac{1}{[1 + PT(ET - 1)]}$$

Tabla 2.14

Automóviles equivalentes por camiones y autobuses, en función del tipo de terreno, carretera de dos carriles.

Tipos de vehículos	NS	Tipo de terreno		
		plano	ondulado	montañoso
Buses, 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

NS: nivel de servicio.
Fuente: TBR, higwaycapacity manual, 1994

Tabla 2.15

Tipos de vehículos	NS	Tipo de Terreno
		Ondulado
Buses, Et	A	4.0
	B-C	5.0
	D-E	5.0

NS: nivel de servicio.
Fuente: TBR, higwaycapacity manual, 1994

$$\boldsymbol{fhv} = \frac{1}{[1 + 0.3265(4 - 1)]} = 0.505$$

Tabla. 2.16

fhv	NS	PT	ET
0.505	A	0.3265	4
0.434	B	0.3265	5
0.434	C	0.3265	5
0.434	D	0.3265	5
0.434	E	0.3265	5

Fuente: Propia

3. El cálculo del flujo de servicio (Sfi) de las carreteras se realiza utilizando la siguiente fórmula:

Sfi = 2800x (v/c) x fd x fw x fhv, donde

Sfi = Volumen de servicio para el nivel de servicio seleccionado.

2800 = Flujo de tránsito ideal en ambos sentidos, en vehículos por hora.

v/c = Relación Volumen/Capacidad del nivel de servicio. (Ver tabla 2.7)

fd = Factor de distribución direccional del tránsito. (Ver tabla 2.6)

fw = Factor para anchos de carril y hombros. (Ver tabla 2.10)

Resultados del Volumen para el Nivel de Servicio (**Sf)**

Tabla. 2.17

sfi		v/c	fd	fw	fhv
Sf_A	82	0.10	1.00	0.58	0.51
Sf_B	162	0.23	1.00	0.58	0.43
Sf_C	275	0.39	1.00	0.58	0.43
Sf_D	401	0.57	1.00	0.58	0.43
Sf_E	856	0.94	1.00	0.75	0.43

Fuente: Propia

4. Convertir el flujo de la demanda horaria (FS_{actual}, en vph) en flujo equivalente:

$$Sf_{actual} = v/FHP$$

FS_{actual}: Flujo de Máxima demanda actual

$$\text{Sfactual} = \frac{14\ veh/hr}{0.50} = 28\ veh/hr$$

5. Comparar $Sf_{Diseño}$ con el volumen calculado Sfi para determinar el nivel de servicio en la que esta operando la calle en estudio.

$Sf_{Diseño} < Sf_{actual} < Sf_A$

14 veh/hr < 28 veh/hr < 82 veh/hr

2.6. Conclusiones del estudio de tránsito

Con respecto a los resultados obtenidos en el Estudio de Tránsito, se determino el Tránsito Promedio Diario Anual el cual es de 98 vehículos por día según el aforo manual y utilizando el factor día y temporada proporcionados por el Ministerio de Transporte e Infraestructura, considerando una tasa de crecimiento del 4.5% y un periodo de diseño que se considera de 15 años, obtuvimos un TPDA o tráfico futuro de 190 vehículos.

La vía se clasifica como camino vecinal, con una velocidad de diseño de 50 Km/h y operará a un **nivel de servicio A** una vez construido el adoquinado, el vehículo de diseño fue un camión C2 por sus características de mayor dimensión y peso, por lo cual nos da un ancho de carril de 3.05 metros y carga por rueda de 5 toneladas

CAPÍTULO 3: ESTUDIO DE SUELO

3.1. Generalidades

Métodos utilizados para la clasificación de suelo.

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 AASHTO (HRB)

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.

Método AASHTO (HRB)

La clasificación AASHTO establece 7 grupos de suelos y agregados con base en la determinación en el laboratorio de la granulometría, el límite líquido y el límite plástico. Un octavo grupo corresponde a los suelos orgánicos. Esta clasificación puede ser utilizada cuando se requiere una clasificación geotécnica precisa, especialmente para la construcción de carreteras. La evaluación de los suelos dentro de cada grupo se hace por medio de un índice de grupo, que es un valor calculado a partir de una fórmula empírica.

La clasificación de grupo incluyendo el índice de grupo, es útil en la determinación de la calidad relativa del suelo para su utilización en estructuras de tierra, particularmente en terraplenes, subrasantes, subbases y bases. El diseño detallado de estructuras importantes normalmente requiere datos adicionales relacionados con la resistencia o las características de funcionamiento en las condiciones de campo, que no pueden ser inferidas de la sola clasificación del suelo.

Esta norma clasifica los suelos de cualquier localidad geográfica en grupos (Incluyendo los índices de grupo) basados en los resultados de los ensayos de laboratorio. La asignación de un símbolo y de un índice de grupo pueden ser utilizados para ayudar en la evaluación de propiedades importantes del suelo en el diseño y clasificación de carreteras y aeropuertos.

Las diferentes categorías de este sistema de clasificación se correlacionan en una forma general con el comportamiento ingenieril de los suelos. El comportamiento geotécnico de un suelo varía, en una forma general, inversamente con su índice de grupo. En consecuencia, esta norma proporciona un criterio útil que puede ser utilizado en cualquier investigación geotécnica de campo o de laboratorio.

Origen, formación y constitución del suelo

Terzaghi dice: La mecánica de suelo es la aplicación de las leyes de la mecánica y la hidráulica a los problemas de ingeniería que trata con sedimento y otra acumulaciones no consolidadas de partículas sólidas, producidas por la desintegración mecánica o la descomposición química de las rocas, independientemente de que tengan o no materia orgánica.

La mecánica de suelo incluye:

a) Teorías sobre el comportamiento de los suelos sujeto a cargas, basado en simplificaciones necesarias dado el estado actual de la teoría.
b) Investigación de las propiedades físicas de los suelos.
c) Aplicación del conocimiento teórico y empírico de los problemas prácticos.

Los métodos de investigación de laboratorio figuran en la rutina de la mecánica de suelo. En los suelos se tiene no solo los problemas que se presenta en el acero y concreto (modulo de elasticidad y resistencia a la ruptura), y exagerado por la mayor complejidad del material, sino otros como su tremenda variabilidad y que los procesos naturales formadores de los suelo están fuera del control del ingeniero.

En la mecánica de suelos es importante el tratamiento de las muestras (inalterada-alterada). La mecánica de suelo desarrollo los sistema de clasificación de los suelos: color, olor, texturas, distribución de tamaños, plasticidad.

El muestreo y la clasificación de los suelos son dos requisitos previos indispensables para la aplicación de la mecánica de suelos a los problemas de diseño.

En su trabajo práctico el ingeniero civil ha de enfrentarse con muy diversos e importantes problemas planteados por el terreno. Prácticamente todas las estructuras de ingeniería civil, edificios, puentes, carreteras, túneles, muros, torres, canales o presas, deben cimentarse sobre la superficie de la tierra o dentro de ella. Para que una estructura se comporte satisfactoriamente debe poseer una cimentación adecuada.

El suelo es el material de construcción más abundante del mundo y en muchas zonas constituye, de hecho, el único material disponible localmente. Cuando el ingeniero emplea al suelo como material de construcción debe seleccionar el tipo adecuado de suelo, así como el método de colocación y su control en la obra.

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*, 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

3.- Tipo de suelo: Esto es en cuanto a la granulometría del suelo se refiere. Se considera que un suelo está bien granulado si contiene una distribución buena y uniforme de tamaños de partículas. Cuantos menos espacios vacíos exista entre las partículas, mejor grado de compactación tendrá.

3.2. Conceptos

CBR: Es 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.

Suelos: El suelo es el material procedente de la descomposición físico química de las rocas. Los suelos están formados por depósitos de rocas desintegradas que los fenómenos físicos y químicos han descompuesto lentamente. Los fenómenos físicos como son: La congelación y descongelación, rozamiento, arrastre, transporte por el viento y el agua, etc. Las gravas, arenas y limos son producidos por estos fenómenos. Los fenómenos químicos producen habitualmente las arcillas que son láminas diminutas y planas de diversos materiales. El crecimiento de las plantas contribuye también a la formación del suelo, sus residuos en forma de materia orgánica constituyen suelos esponjosos y débiles para soportar estructuras. Los suelos están constituidos por mezclas de grava, arena, arcillas, limos y materia orgánica en proporciones variables y con un determinado contenido de agua, según la proporción de materiales tendremos un tipo de suelo distinto.

Arena fina: Partículas de roca y suelo que pasan el tamiz # 40 (0.425 mm) y son retenidos en un tamiz # 200 (0.074 mm).

Arena gruesa: Partículas de roca y suelo que pasan por el tamiz # 4 (4.76 mm) y son retenidos en el tamiz # 40 (0.425 mm).

Grava: Partículas de roca que pasan por el tamiz de 3" (76.12 mm) y son retenidos en el tamiz # 4 (4.76 mm).

Material limo-arcilloso (limos y arcillas combinados): Partículas finas de suelo y roca que pasan el tamiz # 200 (0.074 mm).

Limoso: Material fino-granular que tiene un índice de plasticidad igual o menor que 10.

Arcilloso: Material fino-granular que tiene un índice de plasticidad igual o mayor que 11.

Materia orgánica: Vegetación descompuesta en partes, divididas en partículas finas y gruesas.

Contenido de humedad: Es la relación porcentual (%) del peso del agua al peso sólido. Las arenas suelen tener entre un 12% y un 36% de humedad, las arcillas pueden variar entre un 12% y un 32%.

Consistencia: Es el grado de resistencia de un suelo a fluir o deformarse. Con poca humedad los suelos se disgregan fácilmente, con más humedad el suelo se torna más plástico. Las pruebas de Atterberg determinan los límites de consistencia del suelo que son: Liquido, plástico y sólido, se expresan generalmente por el contenido de agua.

Limite líquido: Nos indica el contenido de humedad en que el suelo pasa del estado plástico al líquido e indica también si el suelo contiene humedad suficiente para superar la fricción y cohesión interna.

Limite plástico: Cuando el suelo pasa de semi-sólido a plástico porque contiene humedad suficiente, se dice que ha traspasado su límite plástico. La resistencia del

suelo disminuye rápidamente al aumentar el contenido de humedad más allá del límite plástico.

Índice de plasticidad: Refleja la diferencia numérica entre el límite plástico y el límite líquido. Permite medir la capacidad de compresión y la cohesión del suelo.

Límite sólido: Constituye el límite en el cual el suelo pierde su plasticidad por secado y aumenta su fragilidad hasta que las partículas quedan en contacto.

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.*

3.3. Metodología empleada en el estudio de suelo

Sondeos manuales para el tramo de calle en estudio y banco de materiales (Rufo Arévalo)

Se visitó el tramo en estudio el día miércoles 17 de febrero del año 2010, a las 7:00 de la mañana. Con dos técnicos del laboratorio de suelo **Sergio Bermúdez Tablada (Masaya)** en conjunto con la cuadrilla topográfica para dejar referenciados por coordenadas los puntos donde se realizaron los sondeos manuales.

Herramientas utilizadas

- ✓ una cinta métrica.
- ✓ un covín.
- ✓ una barra metálica

Se inició el primer sondeo manual en la estación 0+120, se encontraron dos estratos, se hizo un hoyo de 25 a 30 centímetros de diámetro y con una profundidad de 0 a 90 centímetros para el primer estrato y de 90 a 120 centímetros para el segundo, las

muestras de suelo extraídas fueron colocadas en bolsas plásticas debidamente identificadas.

El segundo sondeo manual se realizó en la estación 0+280, se encontraron dos estratos, se hizo un hoyo de 25 a 30 centímetros de diámetro y con una profundidad de 0 a 80 centímetros para el primer estrato y de 80 a 120 centímetros para el segundo, las muestras de suelo extraídas fueron colocadas en bolsas plásticas debidamente identificadas.

El tercer sondeo manual se hizo en la estación 0+500, se encontraron dos estratos, se hizo un hoyo de 25 a 30 centímetros de diámetro y con una profundidad de 0 a 60 centímetros para el primer estrato y de 60 a 120 centímetros para el segundo, las muestras de suelo extraídas fueron colocadas en bolsas plásticas debidamente identificadas.

El cuarto sondeo manual se realizó en la estación 0+780, se encontraron dos estratos, se hizo un hoyo de 25 a 30 centímetros de diámetro y con una profundidad de 0 a 40 centímetros para el primer estrato y de 40 a 120 centímetros para el segundo, las muestras de suelo extraídas fueron colocadas en bolsas plásticas debidamente identificadas.

El quinto sondeo manual se realizó en la estación 0+900, se encontraron dos estratos, se hizo un hoyo de 25 a 30 centímetros de diámetro y con una profundidad de 0 a 25 centímetros para el primer estrato y de 25 a 120 centímetros para el segundo, las muestras de suelo extraídas fueron colocadas en bolsas plásticas debidamente identificadas.

Se visitó el banco de material de préstamo para realizar el sondeo manual a las 4:00 pm del mismo día, con el objetivo de hacer una caracterización completa de los componentes estructurales de las capas de la vía, se procedió a recolectar las muestras para CBR, granulometría y limites de consistencia de la siguiente manera:

Se hizo un hoyo de 25 a 30 centímetros de diámetro con una profundidad de 0-60 centímetros y de 60-120 centímetros, el material extraído se colocó en bolsas plásticas debidamente identificadas. Se observó en el sitio un volumen de aproximadamente 18,000 metros cúbicos. El dueño del banco es el Sr. Rufo Arévalo que vive a unos 200 m del banco.

En total se obtuvieron doce muestras de suelo para su divido análisis. El tiempo empleado en la recolección de la muestra fue de un día, y la entrega de resultados de laboratorio fue de una semana.

En la siguiente tabla se presentan los sondeos, la posición en la que se tomaron, su identificación y la profundidad en la que se recopiló cada muestra. Ver figura 3.1 donde se muestra la estratigrafía del terreno según su número de sondeo y estación.

Tabla. 3.1

Estacionamiento	Desviación	Sondeo	Muestra	Profundidad (m)
0+120	Al centro	S – 1	1	0.00 – 0.90
			2	0.90 – 1.20
0+280	derecha	S – 2	3	0.00 – 0.80
			4	0.80 – 1.20
0+500	Al centro	S – 3	5	0.00 – 0.60
			6	0.60 – 1.20
0+780	Al centro	S – 4	7	0.00 – 0.40
			8	0.40 – 1.20
0+900	Al centro	S – 5	9	0.00 – 0.25
			10	0.25 – 1.20
Banco de mat.	general	S – 6	11	0.00 – 0.60
			12	0.60 – 1.20

Fuente: Propia

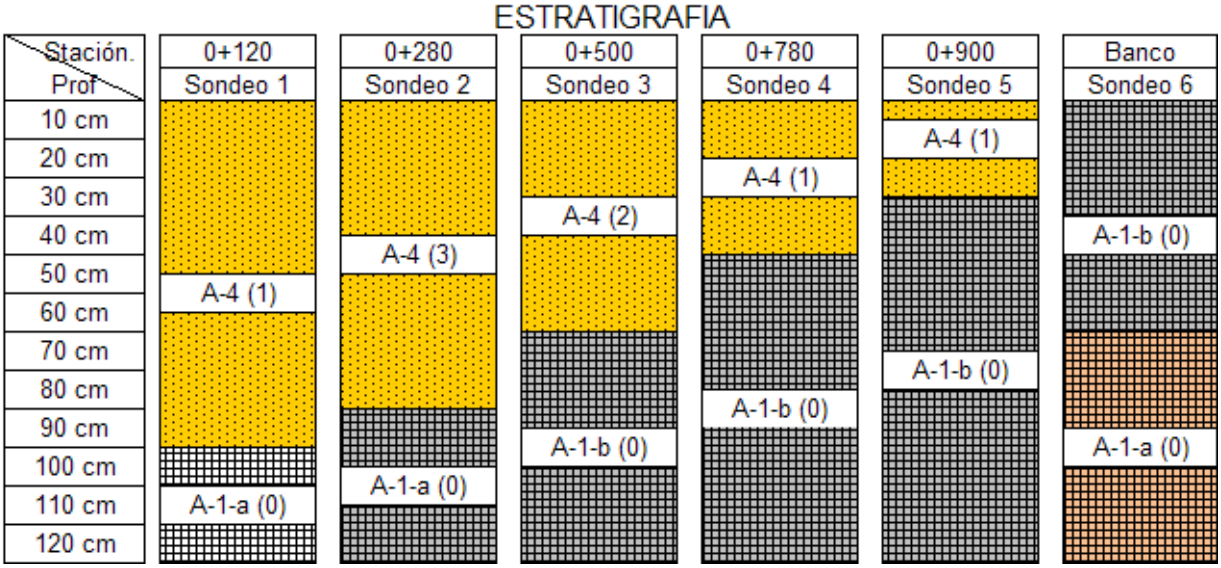
3.4. Resumen de los datos obtenidos en el laboratorio

Tabla 3.2

Sondeo Nº	Profund. (cm)	Muestra Nº	Porcentaje que pasa por Tamiz											L.Liq. (%)	L.Plás. (%)	Ind.P. (%)	Clasificación (H.R.B.)	Grava (%)	Aren (%)	Fino (%)	W (%)	CBR
			1½"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	#4	%p4	#10	#40	#200	%p200									
			0	0	32	43	62	82	724	20.2	18.1	15.2	52.7	Prom	Prom							
1	0 a 90	1	100%	100%	97%	92%	85%	77%		62%	49%	38%		39.85	30.72	9.13	A-4 (2)	23%	39%	38%	17.8%	7
			0	62	98	106	157	183	581	27.3	28	18.9	24.2	Prom	Prom							
1	90 a 120	2	100%	95%	87%	78%	64%	49%		35%	21%	12%		-	-	-	A-1-a (0)	51%	37%	12%	9.9%	60
			0	0	0	22	37	49	605	17.9	14.1	7.9	59.7	Prom	Prom							
2	0 a 80	3	100%	100%	100%	97%	92%	85%		70%	58%	51%		39.91	31.67	8.24	A-4 (3)	15%	34%	51%	17.6%	6
			0	96	89	103	124	153	554	23.8	20.3	16.2	22.4	Prom	Prom							
2	80 a 120	4	100%	91%	83%	74%	63%	50%		35%	23%	13%		-	-	-	A-1-a (0)	50%	37%	13%	10.6%	60
			0	0	0	19	43	59	593	16.6	14.2	10.1	47.3	Prom	Prom							
3	0 a 60	5	100%	100%	100%	97%	91%	83%		67%	54%	45%		39.19	30.15	9.04	A-4 (2)	17%	38%	45%	17.5%	7
			93	83	79	113	148	191	648	23.8	22.4	15.1	29.6	Prom	Prom							
3	60 a 120	6	93%	87%	81%	73%	62%	48%		35%	24%	16%		-	-	-	A-1-b (0)	52%	32%	16%	10.4%	50
			0	0	0	27	48	68	539	14.3	14.9	12.4	47.9	Prom	Prom							
4	0 a 40	7	100%	100%	100%	96%	89%	79%		66%	53%	42%		38.86	30.10	8.76	A-4 (2)	21%	37%	42%	18.1%	7
			88	70	107	99	113	164	625	20.5	21.8	13.9	31.7	Prom	Prom							
4	40 a 120	8	93%	88%	79%	71%	62%	49%		38%	26%	18%		-	-	-	A-1-b (0)	51%	31%	18%	10.3%	50
			0	0	0	46	53	73	584	18.2	15.3	14.3	55.0	Prom	Prom							
5	0 a 25	9	100%	100%	100%	94%	87%	77%		64%	52%	41%		39.50	29.59	9.91	A-4 (2)	23%	36%	41%	16.4%	7
			0	68	83	97	122	147	503	28.3	20.5	18.3	33.5	Prom	Prom							
5	25 a 120	10	100%	93%	85%	76%	64%	49%		35%	25%	16%		-	-	-	A-1-b (0)	51%	33%	16%	10.5%	50
			0	69	92	123	203	577	1953	17.5	20.8	19.3	43.9	Prom	Prom							
bco	0 a 60	11	100%	95%	87%	78%	64%	49%		35%	21%	12%		-	-	-	A-1-b (0)	51%	37%	12%	9.9%	70
bco	60 a 120	12	93%	88%	80%	72%	63%	49%		37%	25%	17%		-	-	-	A-1-a (0)	52%	32%	17%	8.7%	80

Fuente: Propia

Figura 3.1



Fuente: Propia

Ver tablas completas de los resultados del laboratorio de suelos en la sección anexo 3.

3.5. Conclusiones del estudio de suelo

Se realizaron seis sondeos cinco para el sitio del proyecto y uno para el banco de materiales. En las muestras recolectadas se identifican que existen suelos superficiales conformados con materiales de características arenosos, arcillosos y en algunos casos limos orgánicos los que se encuentran mezclados en diferentes proporciones y los cuales se clasifican en el grupo A-4 y A-1-b, por el método HRB y con un valor relativo de soporte del 6% para la capa superficial.

En relación al sondeo de suelo efectuado en el Banco de Préstamo que se encuentra en la zona, los resultados de los ensayos demuestran que es un material con la calidad necesaria para ser utilizado como material para la base y la subbase del proyecto. Las muestras tomadas de este banco de préstamo se clasificaron como A-1-b (0) con un CBR 67, 70, 73% para un Proctor Modificado de 90%, 95% y 100% respectivamente, y un A-1-a (0) con valores de CBR 70, 80 y 86% para un Próctor Modificado de 95%, 98% y 100% respectivamente. En total se prepararon 3 grupos de muestras para ser ejecutados los ensayes de CBR Se compactaron las muestras con la energía aplicada para las capas superficiales de acuerdo a la norma AASHTO T-180.

CAPITULO 4: ESTUDIO HIDROLÓGICO

4.1. Generalidades

Estudio hidrológico: Es el comportamiento de las precipitaciones, flujos de agua, determinación de caudales, velocidades y zonas de inundaciones. Los estudios hidrológicos de cuencas son de suma importancia, ya que nos proporcionan la base para la ejecución de diferentes proyectos tales como: Escogencia de fuente de abastecimiento de aguas para uso domestico o industrial, estudio y construcción de obras hidráulicas, drenaje, regulación de los cursos del agua, control de inundaciones, control de erosión y preservación del medio ambiente.

Bajo estas situaciones se plantea la necesidad de efectuar un estudio en el proyecto que permita conocer el comportamiento de las aguas superficiales y la cuenca tributaria antes diferentes intensidades de lluvia, registro histórico de escorrentía y de otros factores que determinan las características propias de acuerdo al tipo de suelo. Esto con el propósito de construir las obras necesarias para mitigar la influencia del drenaje pluvial.

4.2. Conceptos

Caudal: Es la cantidad de agua que circula por una área determinada de modo natural o no natural con respecto al tiempo.

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

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

Frecuencia: Un dato que es indispensable para el diseño del drenaje superficial es el de *frecuencia* que es la mayor o menor ocurrencia con que una lluvia de determinada intensidad puede precipitarse En el diseño de frecuencia de recurrencia de lluvias de magnitud específica recibe el nombre de *periodo de retorno*.

Drenaje: El drenaje superficial debe ser muy efectivo para evacuar rápidamente las aguas de la superficie del pavimento y evitar que estas se infiltren dentro de la estructura del mismo.

Drenaje Longitudinal: El drenaje longitudinal está compuesto por las cunetas laterales, las contra cunetas en la parte alta de los cortes, los cauces longitudinales; los subdrenes para interceptar y evacuar el agua subterránea y demás obras y dispositivos tales como bocatomas, tragantes y aliviaderos. Las cunetas se construyen a los lados de la carretera para conducir el agua hacia las alcantarillas, cajas o puentes, para así alejarlas de la carretera en concordancia con la configuración topográfica de su localización.

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

Coeficiente de escorrentía (C): El escurrimiento superficial viene a ser el caudal o exceso de precipitación y se expresa como un porcentaje del agua de precipitación.

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

4.3. Método racional

Se utilizó el Método Racional ya que el área de la microcuenca en estudio es menor a 300 hectáreas. Este método asume que el caudal máximo para un punto dado se alcanza cuando todas las partes del área tributaria están contribuyendo con su escorrentía superficial durante un periodo de precipitación máxima.

Para lograr esto, la tormenta máxima debe prolongarse durante un periodo igual o mayor que el que necesita la gota de agua más lejana hasta llegar al punto considerado o el tiempo de concentración (Tc).
El método racional esta representado por la siguiente ecuación:

$$\mathbf{Qh} = \frac{\boldsymbol{CIA}}{\mathbf{360}}$$

Qh: Caudal Hidrológico (m^3/seg)
C: Coeficiente de Escorrentía (Ver estimación del coeficiente **C**, Tabla 4.1)
I: Intensidad de lluvia en mm/Hora.
A: Área Tributaria de la cuenca en Hectáreas (Ha)

Coeficiente de Escorrentía (C)

Tabla 4.1

Uso del Suelo	Us	%	Valor
1) Vegetación densa, bosque, cafetal con sombra, pastos	0.04	0.00	0.00
2) Maleza, arbustos, (solar baldío), cultivos perennes, parques, cementerios.	0.06	0.50	0.03
3) Sin vegetación o cultivos anuales	0.10	0.50	0.05
4) Zonas Suburbanas (viviendas, negocios)	0.20	0.00	0.00
5) Casco Urbano y zonas industriales	0.40	0.00	0.00
Valor para el uso del suelo			**0.08**
Factores de Ajuste			
Tipo de suelo	Ts		
1) Permeable (terreno arenoso, ceniza volcánica, pómez)	1.00	0.00	0.00
2) Semipermeable (terreno arcilloso - arenoso)	1.25	0.50	0.625
3) Impermeable (terreno arcilloso, limoso, marga)	1.50	0.50	0.75
Valor para el tipo de suelo			**1.375**
Pendiente del terreno (%)	Pt		
de 0.0 a 3.0	1.00	1.00	1.00
de 3.1 a 5.0	1.50	0.00	0.00
de 5.0 a 10.0	2.00	0.00	0.00
de 10.1 a 20	2.50		0.00
de 20.1 y más	3.00	0.00	0.00
Valor para la pendiente del terreno			**1.00**
La presente tabla es basada en el			
Plan Maestro de Drenaje Pluvial Superficial de la Ciudad de Managua			
C = Us * Ts * Pt			
Coeficiente de Escorrentía para el Terreno Natural **C=**			**0.11**
Coeficiente de Escorrentía para Calles Adoquinadas **C=**	0.70 - 0.85	0.85	**0.85**

Fuente: INETER

Tabla 4.2

INTENSIDADES EN (mm/h) OBTENIDAS DEL AJUSTE

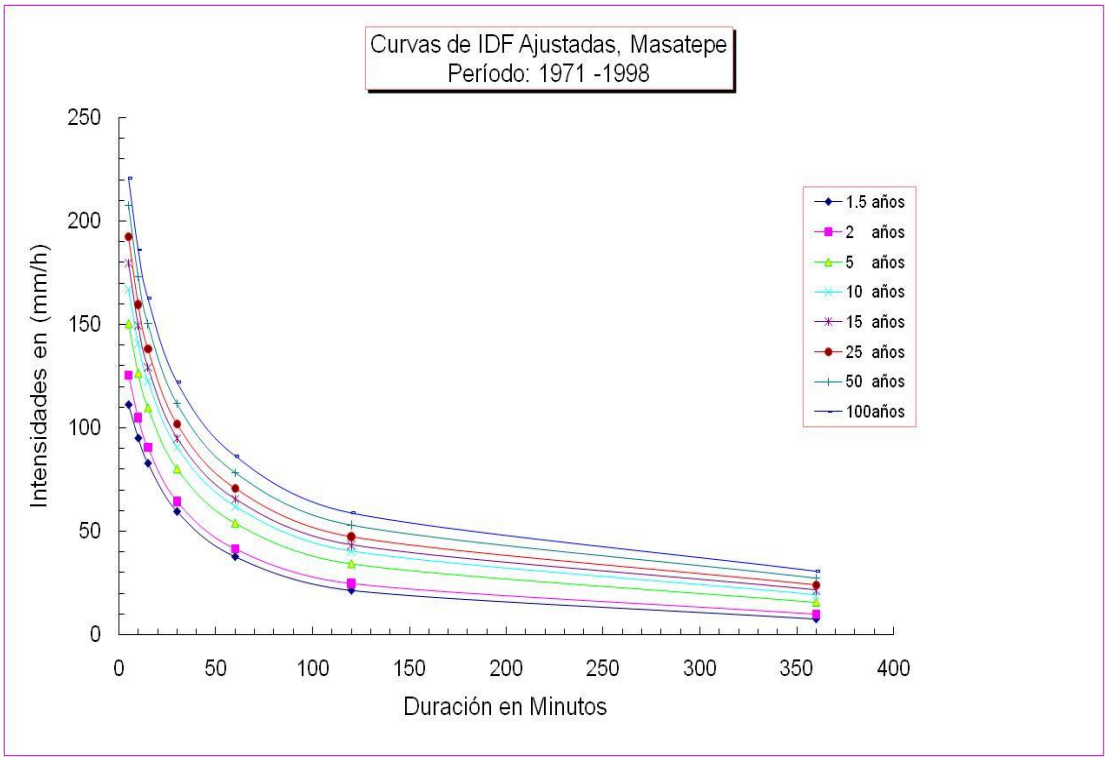
ESTACION: MASATEPE

	Tiempo en Minuto						
	5	**10**	**15**	**30**	**60**	**120**	**360**
1.5 años	111.2	95.0	82.8	59.5	37.6	21.3	7.5
2 años	125.2	104.8	90.3	64.4	41.5	24.7	9.9
5 años	150.2	126.2	109.6	79.9	53.7	34.0	15.4
10 años	166.6	140.5	122.4	90.3	61.8	40.1	19.0
15 años	179.4	149.2	129.1	94.8	65.4	43.2	21.3
25 años	192.1	159.4	137.9	101.6	70.7	47.3	24.0
50 años	207.2	172.7	150.0	111.4	78.2	52.9	27.3
100años	220.5	185.7	162.4	121.9	86.2	58.6	30.4

Fuente: INETER

Figura 4.1

Curvas IDF Masatepe



Fuente: INETER

4.4. Metodología empleada en el estudio hidrológico

- Obtuvimos el mapa geodésico digitalizado del municipio de Nandasmo a través del Instituto nicaragüense de estudios territoriales (INETER).
- Para trabajar en el plano geodésico se utilizó el programa Arcview GIS 3.2.
- Se abrió el archivo y se ubico el sitio del proyecto en estudio.
- Delimitamos la cuenca iniciando el trazo del punto final del tramo de calle que es el punto mas bajo al punto más alto.
- Se unieron solamente las curvas de nivel cóncavas hacia arriba delimitándola así en una sola cuenca para luego subdividirla en cuatro microcuencas y se le asignaron colores para identificarlas.
- Por cuestión de cálculos se le asignaron estaciones al inicio y al final de cada microcuenca
- Calculamos el área de cada subcuenca ver Figura 4.2

Figura 4.2

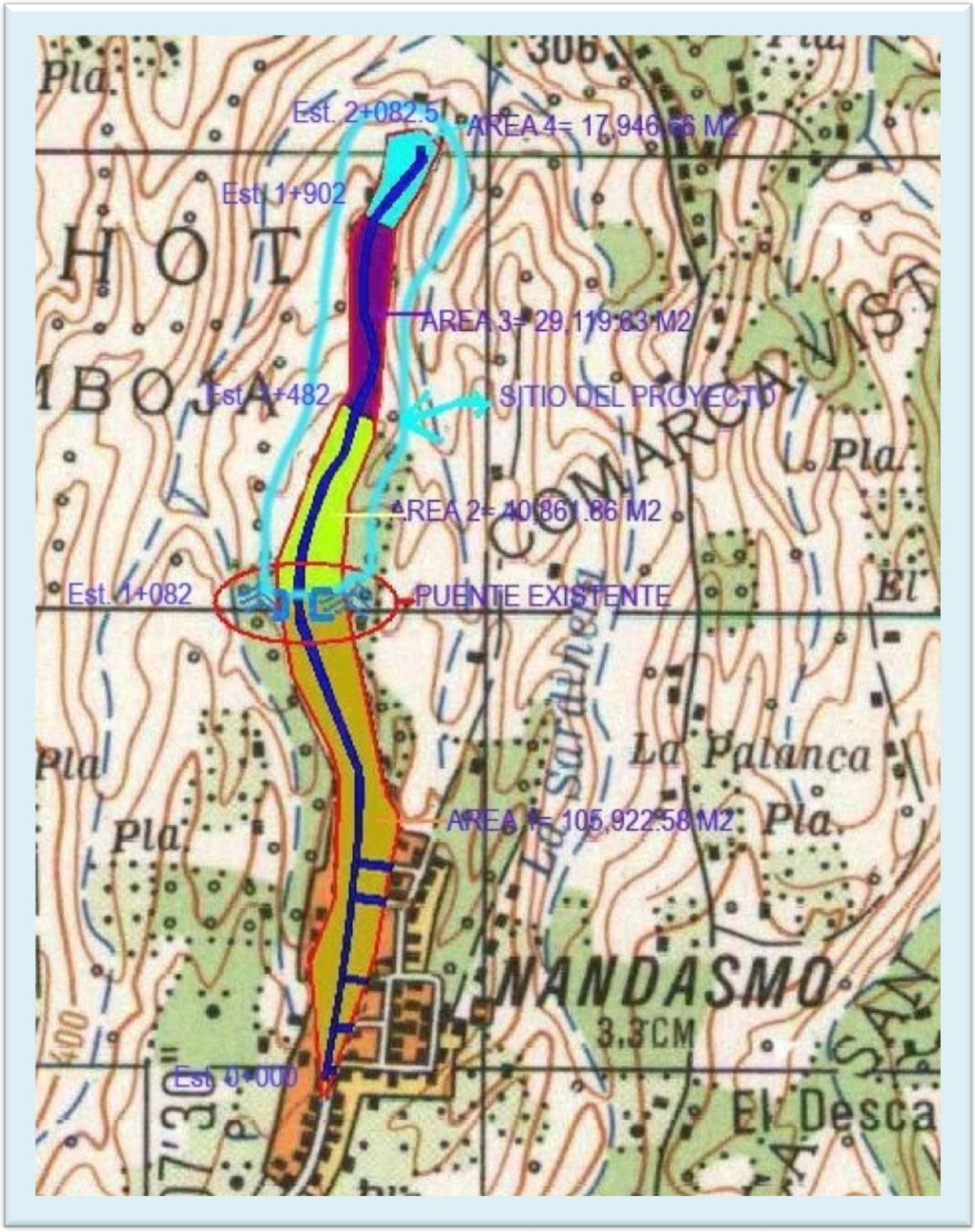
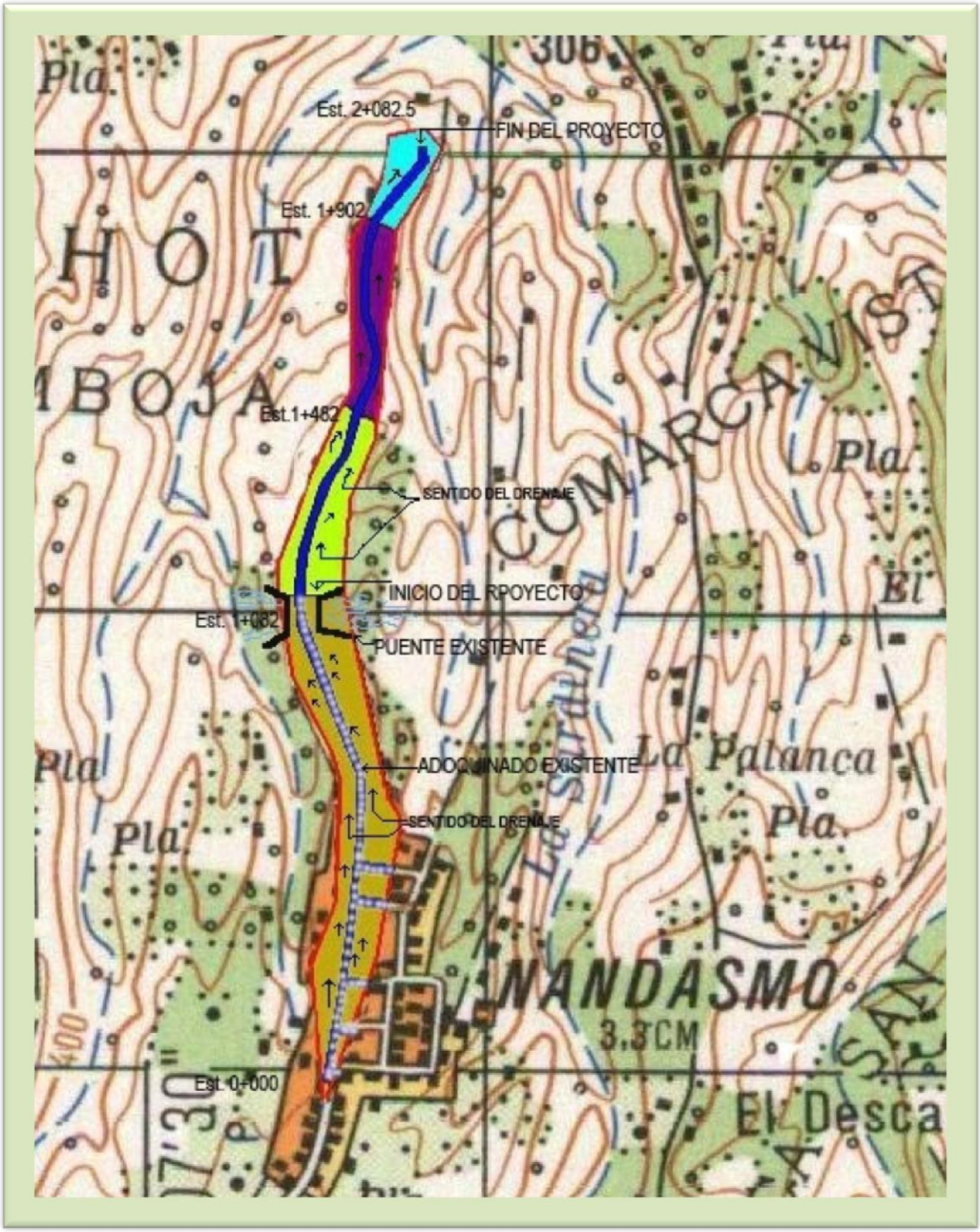

Est. 2+082.5
AREA 4= 17,946.66 M2
Est. 1+902
AREA 3= 29,119.83 M2
Est. 1+482
SITIO DEL PROYECTO
AREA 2= 40,861.86 M2
Est. 1+082
PUENTE EXISTENTE
AREA 1= 105,922.58 M2
Est. 0+000
NANDASMO
3.3CM
La Palanca
El Desca

Figura 4.3


Est. 2+082.5
FIN DEL PROYECTO
Est. 1+902
Est.1+482
SENTIDO DEL DRENAJE
INICIO DEL RPOYECTO
Est. 1+082
PUENTE EXISTENTE
ADOQUINADO EXISTENTE
SENTIDO DEL DRENAJE
NANDASMO
3.3CM
Est. 0+000
La Palanca
El Desca

4.5. Áreas

Tramo 1:

Las áreas a utilizar fueron calculadas con la ayuda del programa ArcView GIS 3.2 en el capitulo 4 ver figura 4.2

Área $_{(\textbf{Terreno Natural})}$= Área $_{(\textbf{Total})}$ - Área $_{(\textbf{Adoquinada})}$

Área $_{(\textbf{Total})}$= 105,922.58 m^2

Área $_{(\textbf{Adoquinada})}$= 6,600.20 m^2 ≈ 0.660 Ha

Área $_{(\textbf{Terreno Natural})}$ = 99,322.38 m^2 ≈ 9.932 Ha < 5Km^2.

Longitud 1= 1,082 ml

Elevaciones

H_{MAX}=420 m

H_{MIN}=374 m

Tramo 2:

Área $_{(\textbf{Total})}$= 40,861.86 m^2

Área $_{(\textbf{Adoquinada})}$= 2,440 m^2 ≈ 0.244 Ha

Área $_{(\textbf{Terreno Natural})}$ = 38,421.86 m^2 ≈ 3.842 Ha < 5Km^2

Longitud 2= 400 ml

Elevaciones

H_{MAX}=374 m

H_{MIN}=347 m

Tramo 3:

Área $_{(\textbf{Total})}$= 29,119.63 m^2

Área $_{(\textbf{Adoquinada})}$= 2,562 m^2 ≈ 0.256 Ha

Área $_{(\textbf{Terreno Natural})}$ = 26,557.86 m^2 ≈ 2.656 Ha < 5Km^2

Longitud 3=420 ml

Elevaciones

H_{MAX}=347 m

H_{MIN}=316.68 m

Tramo 4:

Área $_{(\textbf{Total})}$= 17,946.66 m^2

Área $_{(\textbf{Adoquinada})}$= 1,101.05 m^2 ≈ 0.110 Ha

Área $_{(\textbf{Terreno Natural})}$ = 16,845.61 m^2 ≈ 1.685 Ha < 5Km^2

Longitud 4= 180.5 ml

Elevaciones

H_{MAX}=316.68 m

H_{MIN}=286.44 m

4.6. Memoria de cálculos

Cálculo de las pendientes longitudinales.

$$Sc = \frac{HMAX - HMIN}{L}$$

$$Sc1 = \frac{420 - 374}{1{,}082} = 0.0425$$

$$Sc2 = \frac{374 - 347}{400} = 0.0675$$

$$Sc3 = \frac{347 - 316.68}{420} = 0.0722$$

$$Sc4 = \frac{316.68 - 286.44}{180.5} = 0.1675$$

Intensidad

Tomando una intensidad máxima para un período de retorno de 15 años y un tiempo de 5 minutos. Conforme lo anterior: **I = 179.40 mm/Hora**. Para efecto del cálculo se trabajo con **I=180 mm/Hora, C= 0.11 ver tabla 4.1 y 4.2**

El área de la cuenca, una vez delimitada e identificada en plano geodésico, se determinó su valor en metros cuadrados y luego fueron transformados a hectáreas.

Para hacer el cálculo del caudal de diseño se usaran dos coeficientes de escorrentía uno para el terreno natural **C= 0.11** que aporta caudal en forma transversal a la calle, y el otro **C=0.85** para adoquinados el cual aporta una carga de agua en forma longitudinal.

Caudal de diseño para el terreno natural

$$Q_D = \frac{CIA}{360}$$

Tramo 1:

$$Q_D = \frac{0.11 * 180 * 9.932}{360} = 0.546\ m3/s$$

Tramo 2:

$$Q_D = \frac{0.11 * 180 * 3.842}{360} = 0.211\ m3/s$$

Tramo 3:

$$Q_D = \frac{0.11 * 180 * 2.656}{360} = 0.146\ m3/s$$

Tramo 4:

$$Q_D = \frac{0.11 * 180 * 1.685}{360} = 0.0927\ m3/s$$

Caudal de diseño para la calle pavimentada

$$Q_D = \frac{CIA}{360}$$

Tramo 1:

$$Q_D = \frac{0.85 * 180 * 0.660}{360} = 0.281\ m3/s$$

Tramo 2:

$$Q_D = \frac{0.85 * 180 * 0.244}{360} = 0.104\ m3/s$$

Tramo 3:

$$Q_D = \frac{0.85 * 180 * 0.256}{360} = 0.109\ m3/s$$

Tramo 4:

$$Q_D = \frac{0.85 * 180 * 0.110}{360} = 0.047\ m3/s$$

La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos para el área a drenar, Intensidad y Caudal de diseño para cada uno de los tramos en estudio.

Tabla 4.3

Cálculo del caudal del terreno natural

Nº	Estación		C	I	Área con vegetación		Caudales (m3/s)	
				mm/hrs	m2	has.	Tramo	Acum
1	0+000	1+082	0.11	180.00	99,322.38	9.932	0.546	0.000
2	1+082	1+482	0.11	180.00	38,421.86	3.842	0.211	0.211
3	1+482	1+902	0.11	180.00	26,557.63	2.656	0.146	0.357
4	1+902	2+082.5	0.11	180.00	16,845.61	1.685	0.093	0.450

Fuente: Propia

Tabla 4.4

Cálculo del caudal para calles adoquinadas

Nº	Estación		Area Pavimentada		L	Hmáx	Hmin.	Sc	Tc	Tc (acum)	I	C	Caudales (m3/s)	
			m2	has.	m	m	m	m/m	minutos	minutos	mm/hrs		Tramo	Acum
1	0+000	1+082	6,600.2	0.660	1082	420	374	0.043	7.09	7.09	180.00	0.85	0.281	0.000
2	1+082	1+482	2,440.00	0.244	400	374	347	0.068	2.76	9.85	180.00	0.85	0.104	0.104
3	1+482	1+902	2,562.00	0.256	420	347	316.68	0.072	2.81	12.66	180.00	0.85	0.109	0.213
4	1+902	2+082.5	1,101.05	0.110	180.5	316.7	286.44	0.168	1.06	13.72	180.00	0.85	0.047	0.260

Fuente: Propia

Para el cálculo del área pavimentada se propuso un ancho de calle de 7.1 metros el coeficiente de escorrentía utilizado fue de 0.85 para adoquinados **ver tabla 4.1**

Tabla 4.5

Cálculo de caudales acumulados

Nº	Estación		Caudales en terreno natural (m3/s)		Caudales en calle adoquinada (m3/s)		sumatoria de caudales (Terreno Natural + Calle Adoquinada) (m^3/s)	
			Tramo	Acum	Tramo	Acum	Tramo	Acumulado
1	0+000	1+082	0.546	0.000	0.281	0.000	0.827	0.00
2	1+082	1+482	0.211	0.211	0.104	0.104	0.315	0.315
3	1+482	1+902	0.146	0.357	0.109	0.213	0.255	0.570
4	1+902	2+082.5	0.093	0.450	0.047	0.260	0.140	**0.710**

Fuente: Propia

4.7. Conclusiones del estudio hidrológico

En el Estudio Hidrológico realizado se obtuvieron datos precisos de la cantidad de lluvia (precipitación), basados en los datos proporcionados por INETER y el plano geodésico del municipio de Nandasmo.

Se delimitó el área del proyecto en cuatro microcuencas y se calculó sus respectivas áreas y caudales de diseño en terreno natural y pavimentado. Sumadas las áreas de las microcuencas dan como resultado 19.38 Ha. Y un caudal acumulado de 0.710 m^3/s que será la base para el diseño de las obras de drenaje menor. La superficie de drenaje espequeña y prácticamente solo aporta el caudal que cae directamente sobre el camino, ya que la cuenca en general orienta su drenaje hacia las direcciones Este y Oeste, hacia canales naturales que se ubican en los márgenes derecha e izquierda de la calle ver figura. 4.2 y 4.3. En la estación 1+082 existe un puente donde drenan las aguas que vienen desde la estación 0+000.

CAPITULO 5: DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO

5.1. Método de AASHTO – 93.

Para el método de AASHTO – 93 la fórmula de diseño de pavimento flexible es:

$$log_{w18} = ZrSo + 9.36\log_{10}(SN+1) - 0.20 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2-1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32log_{10}M_R - 8.07$$

En donde:

- W18 = Número de cargas de ejes simples equivalentes de 18 kips (80 kN) calculadas conforme el tránsito vehicular.
- Zr = Es el valor de Z (área bajo la curva de distribución) correspondiente a la curva estandarizada para una confiabilidad R.
- So = Desviación estándar de todas las variables.
- ΔPSI = Pérdida de serviciabilidad.
- Mr = Módulo de resiliencia de la subrasante.
- SN = Número Estructural

Estructura de pavimento flexible a base de adoquín

a. Transito de diseño

Será igual al factor de crecimiento por el porcentaje de vehículos comerciales en el carril de diseño (50%), y este se multiplicará a su vez por el TPDA y el factor ESAL's correspondiente.

Tabla 5.1

Tipo de Vehículo	Peso por eje en lbs	TPDA	Factor de Crecimiento	Transito de Diseño	Factor ESAL s	ESAL s de Diseño
automóvil	2,000.00	55.00	7,308.61	401,973.52	0.0002	80.39
	2,000.00				0.0002	80.39
jeep	4,000.00	4.00	7,308.61	29,234.44	0.0020	58.47
	4,000.00				0.0020	58.47
camioneta	2,000.00	7.00	7,308.61	51,160.27	0.0002	10.23
	4,000.00				0.0020	102.32
c2	12,000.00	32.00	7,308.61	233,875.50	0.0174	4,069.43
	22,000.00				2.3500	549,607.43
TOTAL		98.00		**ESAL' s DE DISEÑO**		**554,067.15**

Fuente: Propia

b. Superficie de concreto asfaltico

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

c. Índice de Serviciabilidad

Criterios para determinar la serviciabilidad.

La serviciabilidad de una estructura de pavimento, es la capacidad que tiene éste de servir al tipo y volumen de tránsito para el cual fue diseñado. El índice de serviciabilidad se califica entre 0 (malas condiciones) y 5 (perfecto).

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

Serviciabilidad inicial.

Po = 4.5 para pavimentos rígidos

Po = 4.2 para pavimentos flexibles

Serviciabilidad final.

Pt = 2.5 ó más para caminos principales

Pt = 2.0 para caminos de tránsito menor

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

Serviciabilidad inicial Po = 4.2

Serviciabilidad final Pt = 2.0

d. Perdida de Serviciabilidad (ΔPSI)

$\Delta PSI = Po - Pt$

$\Delta PSI = 4.2 - 2.0 = 2.2$

e. Confiabilidad (R)

Confiabilidad (R).

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

Tabla 5.2
Niveles de confiabilidad R en función del tipo de carretera

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

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

Se tomará 90% de confiabilidad (R) para el diseño

f. Desviación estándar (So)

El conjunto total de las desviaciones estándar (So) se recomienda utilizar los valores comprendidos dentro de los intervalos siguientes:

Para pavimentos flexibles 0.40 - 0.50
En construcción nueva 0.35 - 0.40
En sobre-capas 0.50

Se usará 0.45 para la desviación estándar (So)

g. Drenaje (mi)

El coeficiente de drenaje puede variar entre 0.70 y 1.25, para este diseño utilizaremos:

Mi = 1

h. CBR de la subrasante

El CBR de la subrasante de acuerdo con los resultados de laboratorio es de 6% ver tabla 3.2, capitulo 3.

i. Módulo de resiliencia (Mr) para pavimentos flexibles

Este ensayo se desarrolló con el objeto de analizar la propiedad que tienen los materiales de comportarse bajo cargas dinámicas como las ruedas del tránsito. Una rueda al moverse transmite fuerzas dinámicasa todas las capas de pavimento incluyendo a la subrasante y como reacción a estas fuerzas, cada capa de pavimento se deforma; el resultado de estas fuerzas de reacción varia desde un valor muy bajo hasta su máximo, en un período muy breve, ya que está en función de la velocidad y peso del vehículo.

En el método de AASHTO (1986 y 1993), el módulo de resiliencia reemplaza al CBR como variable para caracterizar la subrasante, subbase y base. El módulo de resiliencia es una medida de la propiedad elástica de los suelos que reconoce a su vez las características no lineales de su comportamiento. El módulo de resiliencia puede ser usado directamente para el diseño de pavimentos flexibles, pero también puede ser convertido a un módulo de reacción de la subrasante (valor k) para el diseño de pavimentos rígidos.

Como no es fácil tener el equipo adecuado para llevar a cabo este tipo de pruebas, se han establecido factores de correlación entre el Módulo de resiliencia (Mr) y la prueba del CBR (AASHTO T-193); los valores obtenidos son bastante aproximados, sin embargo, para obtener resultados más precisos es necesario llevar a cabo la prueba del Módulo de Resiliencia (Mr) de la Subrasante.

Para calcular el módulo de resiliencia a partir del CBR se han desarrollado las siguientes fórmulas empíricas:

$$Mr\ (Mpa) = 10.3 \times CBR$$

$$Mr\ (psi) = 1{,}500 \times CBR$$

Este valor está desarrollado si el CBR < 10%, en donde B = 1500 pero este valor puede variar entre 750 y 3000 para un Mr en PSI, ver sección anexo 4 figura E-1.

El modulo de resiliencia para el diseño de espesores de pavimento será el siguiente:

$Mr = 1{,}500 \times 6 = 9{,}000$ PSI

j. El CBR de la subbase y base

Con el propósito de suministrar a la obra de un material adecuado de cimentación se tomaron dos muestras del banco de material conocido como “Rufo Arévalo” ubicado en

la comarca Vista alegre (Km 56). Las cuales dieron como resultado A-1-a con un CBR de 80, y A-1-b con un CBR de 70

5.2. Memoria de Cálculos

Datos:

Tabla 5.3

Datos	Valor	Según Manual de diseño AASHTO T-1993
De la línea		
Índice de confianza R(%)	90.00	75-95
serviciabilidad Inicial (Po)	4.20	4.2-4.4
serviciabilidad final (Pt)	2.00	2.0-2.5
Perdida de serviciabilidad (ΔPSI)	2.20	Po-Pt
Desviación estándar (So)	0.45	0.40-0.50
Modulo de resiliencia (Mr)	9,000.00	CBRX1500
Periodo de diseño en años	15.00	15-30
Numero de ejes Equivalentes a 18 kips (millones)	0.60	
CBR de la subrasante (%)	6.00	
Modulo de elasticidad (PSI)	450,000.00	
Del banco		
CBR de la base (%)	80.00	
CBR de la subbase (%)	70.00	

Fuente: Propia

De acuerdo al modulo de elasticidad se grafica en la figura E-2 (ver sección anexo 4) para encontrar el valor del coeficiente estructural a1

El coeficiente estructural de capa de un asfalto denso graduado basado en su modulo elástico (E_{EC}) según la guía de la ASSHTO-93, para el diseño de estructuras de pavimento se recomienda utilizar valores, no mayores de 450,000.00 psi para el modulo de elasticidad. Los adoquines tienen un comportamiento similar al de un concreto asfaltico, se utiliza para este tipo de carpeta (Adoquín), un coeficiente a1 de 0.45 (ver figura E-2 sección anexo 4)

Para encontrar el valor de coeficiente de capa a**2** y el módulo de resiliencia Mr de las bases trituradas ó granulares, se usa la figura E-3 de la sección anexo 4 y con el CBR de la base que es 80% se traza una línea horizontal desde la línea vertical del lado

extremo derecho hasta encontrar la línea vertical del extremo izquierdo, lo cual da un valor de **a2 = 0.131** y un **Mr = 28,940 psi**

Para encontrar el valor del coeficiente de capa a**3** y el módulo de resiliencia Mr en la subbase, se usa la figura E- 4 de la sección anexo 4 con el CBR de la subbase de 70% se traza una línea horizontal desde la línea vertical del lado extremo derecho hasta encontrar la línea vertical del extremo izquierdo, lo cual da un valor de **a3 = 0.13** y un **Mr = 18,520 psi**

De acuerdo a los Módulos de Resiliencia (Mr) se obtienen los números estructurales de diseño (SN), utilizando el ábaco de la figura E-5 de la sección anexo 4. Y se grafica de la siguiente forma:

1) Comenzando en el lado izquierdo del ábaco, en donde dice Confiabilidad R (%) se inicia con un valor de **R = 0.90**

2) En la siguiente línea inclinada que dice. Desviación Standard (So) se marca el valor de So = 0.45 y uniendo este punto con el de R = 0.90 del punto anterior, se traza una línea que intercepte la siguiente línea T**L** en un punto que va a servir de pivote.

3) En la siguiente línea vertical dice. Estimado Total de ESAL´s aplicados W18 (millones) en esta encontramos el valor de **0.6 x 10^6ESAL´s = 600,000 = 0.6** en el ábaco; entonces uniendo el punto de pivote de la línea anterior con este nuevo punto, se encuentra otro punto pivote en la siguiente línea vertical T**L**.

4) En la siguiente línea vertical que dice Módulo Resiliencia efectivo de la subrasante (ksi), se encuentra el valor de **Mr (psi) = 9000 = 9** para la subrasante, se une el último punto pivote encontrado anteriormente con el valor de 9 en esta línea hasta encontrar la primera línea vertical izquierda del cuadro situado a la derecha de la figura E-5.

5) De este punto de intersección, se continúa horizontalmente hasta encontrar la línea inclinada que corresponde a un valor de ΔPSI= 2,2 que es la Pérdida de serviciabilidad

de diseño ó ΔPSI, de este punto se baja a la línea inferior del cuadro en donde se encuentra el Número estructural de diseño SN3, que para el caso es **3.00** (para proteger la subrasante) que es el Número Estructural **requerido** para proteger toda la estructura del pavimento.

6) Para los siguientes valores de Mr = 18,520 = 18.5 el valor de SN**2** es 2.32 (para proteger la subbase granular) y para Mr = 28,940 = 28.9 el valor de SN**1** es de 1.8 (para proteger la base).

Se calcula el espesor de capa, con el módulo de resiliencia Mr igual al de la base; así se calcula el SN**1** que debe ser absorbido por el adoquín conforme la fórmula siguiente:

D1 = SN1 / a1

D1 = SN1 / a1 = 1.80 / 0.45 = 4´´, adoptar 4´´

Entonces el SN1* absorbido por el adoquín es:

SN1* = a1 x D1*

SN1* = a1 x D1* = 0.45 x 4 = 1.80

Para verificación tenemos la fórmula siguiente:

$SN1^* \geq SN_1$

1.80 ≥ 1.80 O.K

Después se calcula el espesor mínimo de la capa de base

D2 = (SN2 - SN1*) / (a2 m2)

D2 = (2.32 -1.80) / (0.131 x 1) = 3.97´´ adoptar 4´´

Entonces el SN2* absorbido por la base es:

SN2* = a2 m2 D2 *

SN2* = 0.131x 1.00 x 4 = 0.524

Para verificación tenemos la fórmula siguiente:

SN1* + SN2* ≥ SN2

1.80 + 0.524 = 2.324 ≥ 2.32 O.K

Después se calcula el espesor de la subbase

D3* = [SN3 - (SN_1* + SN2*)] / (a3 m3)

D3* = [3.00 - (1.80 + 0.524)]/ [0.13 x 1] = 5.20” adoptar 5.5”

Siendo el SN3* absorbido por la subbase

SN3* = a3 m3D3 *

SN3* = 0.13 x 1.00 x 5.5 = 0.715

Para verificación tenemos la fórmula siguiente:

SN1* +SN2* + SN3* ≥ SN3

1.80 + 0.524 + 0.715 = 3.039 ≥ 3.00 O.K cumple

Si el resultado de la suma de los números estructurales es menor al número estructural requerido, es necesario revisar los espesores asumidos en el inicio, incrementándolos para obtener un número estructural mayor. Se deben considerar otros factores que pueden modificarse para obtener el número estructural requerido (materiales, drenajes, períodos de diseño, etc).

Por lo tanto, los espesores de diseño cumplen con las especificaciones. La estructura de pavimento queda de la siguiente manera:

Capa de rodamiento: 4”. (10.00 centímetros)
Base: 4.00“ (10.16 ≈ 11 centímetros)
Subbase: 5 “. (13.97 ≈ 14 centímetros)

5.3. Diseño propuesto

Tabla 5.4

RESULTADOS	
Capa	Espesor de pavimento (cm)
Adoquín	10
Arena*	5
Base	11
Subbase	14
Espesor total de Pavimento	40

Fuente: Propia
Arena[8]

Figura 5.1

Espesor	Simbología	Componente	Descripción
10 cm	II II II II	adoquín	Tipo Tráfico de 3500 Psi
5 cm		Arena	Motastepe
11 cm		Base	Material del banco "Rufo Arévalo" A-1-a (0) compactado al 98 % Proctor Modificado.
14 cm		Sub - Base	Material del banco "Rufo Arévalo" A-1-b (0) compactado al 95 % Proctor Modificado.

Fuente: Propia

[8]La capa de arena se considera que no aporta soporte estructural Fuente: Diseño de Espesores y recomendaciones generales para la construcción de nuevos pavimentos utilizando adoquín, Frederic Harris, Nicaragua 2,002

CAPITULO 6. DISEÑO HIDRÁULICO

6.1. Análisis del diseño hidráulico

En el diseño de pistas se deberá prever pendientes longitudinales (Sc) y transversales (Bombeo) a fin de facilitar la concentración del agua que incide sobre el pavimento hacia los extremos o bordes do la calzada. Las pendientes a considerar son:
Pendiente Longitudinal (Sc) > 0,5%.
Pendiente Transversal (Bombeo) de 2% a 4%

Captación y Transporte de aguas Pluviales de calzada y aceras.

La evacuación de las aguas que discurren sobre la calzada y aceras se realizará mediante cunetas, las que conducen el flujo hacia las zonas bajas donde los canales captarán el agua para conducirla en dirección a cauces naturales de la zona. Las cunetas construidas para este fin podrán tener las siguientes secciones transversales.

- Sección Circular.
- Sección Triangular.
- Sección Trapezoidal.
- Sección Compuesta.
- Sección en V.

Para el diseño se utilizará una sección triangular.

Determinación de la capacidad de la cuneta.

La capacidad de las cunetas depende de su sección transversal, pendiente y rugosidad del material con que se construyan. La capacidad de conducción se hará en general utilizando la Ecuación de Manning. La sección transversal de las cunetas generalmente tiene una forma de triángulo rectángulo con el bordillo formando el lado vertical del triángulo. La hipotenusa puede ser parte de la pendiente recta desde la corona del pavimento y puede ser compuesta de dos líneas rectas. El ancho máximo T de la superficie del agua sobre la pista será:

- En vías principales de alto tránsito: Igual al ancho de la berma.
- En vías secundarias de bajo tránsito: Igual a la mitad de la calzada.

Coeficiente de rugosidad.

La tabla F-1 en la sección anexo muestra los valores del coeficiente de rugosidad de Manning correspondientes a los diferentes acabados de los materiales de las cunetas de las calles, canales y berma central.

6.2. Memoria de cálculos

A partir del caudal de diseño mostrado en el capítulo 4 (estudio hidrológico), se diseñarán las dimensiones de la cuneta que drenará dicho caudal. Se diseñará considerando las condiciones más críticas, es decir el mayor caudal obtenido, posteriormente se hará una comparación entre el caudal hidrológico (Q_D) y el caudal hidráulico (Qh), Q_D vs Qh para cada tramo, debiéndose cumplir que: Qh > Q_D

En el tramo uno que inicia en la estación 0+000 y termina en la estación 1+082 existen cunetas con las siguientes especificaciones:

z = 0

y = 0.15m

m=20.333

η = 0.013, η: es tomado de la tabla F-1 de la sección anexos

También existe un puente donde drenan la aguas provenientes desde la estación 0+000 a la estación 1+082, por lo tanto no aporta caudal acumulado para el siguiente tramo o microcuenca, **ver figura 4.2, 4.3 del capitulo 4**

Área hidráulica

Utilizando la ecuación:

$$Ah = \frac{y^2(m+z)}{2}$$

$$Ah = \frac{0.15^2(20.333+0)}{2} = 0.229\ m2$$

Perímetro mojado

Ecuación:

$$\boldsymbol{Pm = y * (\sqrt{(1 + m^2} + \sqrt{1 + z^2})}$$

$$Pm = 0.15 * (\sqrt{(1 + 20.333^2} + \sqrt{1 + 0^2}) = 3.204\ m$$

Radio hidráulico

Ecuación:

$$Rh = \frac{Ah}{Pm}$$

$$Rh = \frac{0.229}{3.204} = 0.0714\ m$$

Velocidad media

Valorando la ecuación:

$$V = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * S^{1/2}$$

$$0.60\frac{m}{s} < V < 7\ m/s$$

$$V1 = \frac{1}{0.013} * 0.0714^{\frac{2}{3}} * 0.0425^{\frac{1}{2}} = 2.729\ m/s$$

$$0.60\frac{m}{s} < 2.729\frac{m}{s} < 7\ m/s$$

Caudal Hidráulico

Según la ecuación:

$$Qh = V * Ah$$

$$Qh1 = 2.729\frac{m}{s} * 0.229\ m3 = 0.625\ m3/s$$

Este caudal Qh1 se multiplica por dos, ya que son dos cunetas una en cada banda.

$$Qh > Q_D$$

$$Qh = 1.250\ m^3/s > 0.827\ m^3/s\ o.k$$

Para el tramo en estudio que va de la estación 1+082 a la estación 2+082.5. Se proponen cuneta con las siguientes especificaciones:

z = 0

y = 0.0915m

m=33.333

η = 0.013

Área hidráulica

Utilizando la ecuación:

$$\boldsymbol{Ah = \frac{y^2(m+z)}{2}}$$

$$\boldsymbol{Ah = \frac{0.0915^2(33.333+0)}{2} = 0.140\ m2}$$

Perímetro mojado

Ecuación:

$$\boldsymbol{Pm = y * (\sqrt{(1+m^2} + \sqrt{1+z^2}}$$

$$\boldsymbol{Pm = 0.0915 * (\sqrt{(1+33.333^2} + \sqrt{1+0^2} = 3.143\ m}$$

Radio hidráulico

$$\boldsymbol{Rh = \frac{Ah}{Pm}}$$

$$\boldsymbol{Rh = \frac{0.140}{3.143} = 0.045\ m}$$

Velocidad media

Valorando la ecuación:

$$V = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * S^{1/2}$$

$$0.60\frac{m}{s} < V < 7\ m/s$$

$$V2 = \frac{1}{0.013} * 0.045^{\frac{2}{3}} * 0.0675^{\frac{1}{2}} = \ 2.528\ m/s$$

$$0.60\frac{m}{s} < 2.528\frac{m}{s} < 7\ m/s$$

$$V3 = \frac{1}{0.013} * 0.045^{\frac{2}{3}} * 0.0722^{\frac{1}{2}} = \ 2.615\ m/s$$

$$0.60\frac{m}{s} < 2.615\frac{m}{s} < 7\ m/s$$

$$V4 = \frac{1}{0.013} * 0.045^{\frac{2}{3}} * 0.1675^{\frac{1}{2}} = \ 3.983\ m/s$$

$$0.60\frac{m}{s} < 3.983\frac{m}{s} < 7\ m/s$$

Caudal Hidráulico

Según la ecuación:

$$Qh = V * Ah$$

$$Qh2 = 2.528\frac{m}{s} * 0.140\ m3 = 0.354\frac{m3}{s}$$

Este caudal Qh2 se multiplica por dos, ya que son dos cunetas una en cada banda.

$$Qh > Q_D$$

Qh2 =0.708 m^3/s > 0 .315 m^3/s o.k

$$Qh3 = 2.615\frac{m}{s} * 0.140\ m3 = 0.366\frac{m3}{s}$$

Este caudal Qh3 se multiplica por dos, ya que son dos cunetas una en cada banda.

Qh3 =0.732 m^3/s > 0.570 m^3/s o.k

$$Qh4 = 3.983\frac{m}{s} * 0.140\ m3 = 0.558\frac{m3}{s}$$

Este caudal Qh4 se multiplica por dos, ya que son dos cunetas una en cada banda.

Qh4 =1.116 m^3/s > 0.710 m^3/s o.k

De acuerdo a los cálculos de las dimensiones de las cunetas las cuales cumplen con la condición Qh > Qd, se proponen para mayor seguridad desagüe superficialestos se refiere al agua que fluye por la superficie, tanto de la propia carretera como del terreno adyacente. Éstas deben ser encauzadas de forma que no se produzcan daños a la carretera ni peligro para el tráfico, se construirán a una distancia aproximadamente de 200 metros en ambas bandas. El sistema de drenaje se proyectará de modo que sea capaz de desaguar el caudal máximo correspondiente a un determinado período de retorno de 5 años en cunetas y drenaje longitudinal (Ver tabla 6.1).

Tabla 6.1

Tipo de estructura	Carretera	Período de Retorno (Años)
Puentes en puntos en los que la retención de la riada puede provocar daños en el puente o su pérdida	Todas	50 - 100
Puentes en otras circunstancias	Principal Secundaria	50 - 100 25
Caños, tajeas, alcantarillas y pontones	Principal Secundaria	25 10
Cunetas y drenaie longitudinal	Principal Secundaria Terciarios	10 5 5
Vías urbanas, excepto caces y sumideros	Todas	10
Cauces y sumideros (1)	Todas	2 - 5

(1) Se puede tolerar la formación de remansos de corta duración.

Fuente:http://www.carreteros.org/normativa/drenaje/pdfs/5_1a.pdf

6.3. Diseño de cuneta propuesta

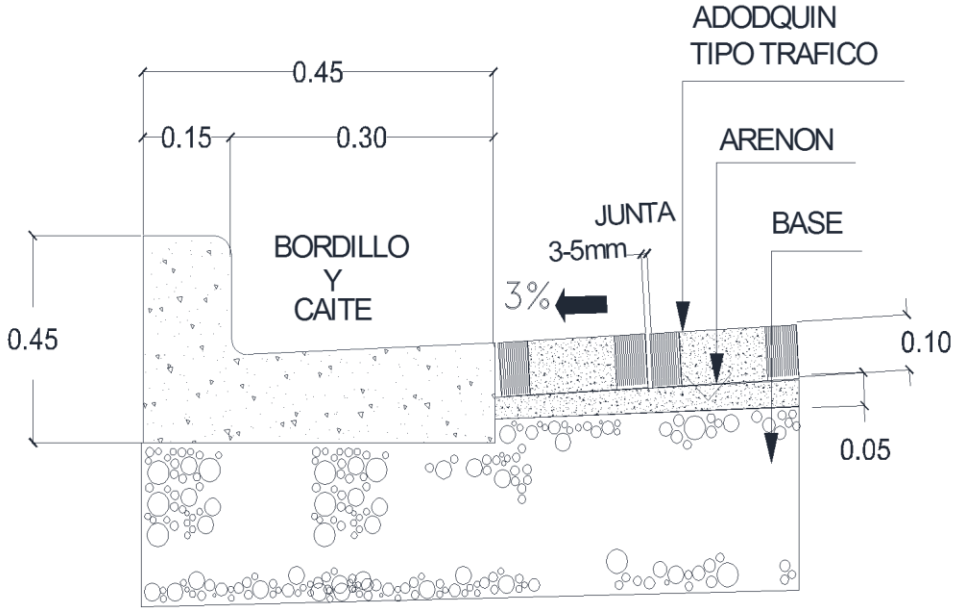
Espalda de bordillo= 0.30 ml

Ancho de bordillo= 0.15 ml

Caite de cuneta= 0.30 ml

Caite + Bordillo = 0.45 ml

Figura 6.1



Fuente: Propia

Se calcularon por separado los caudales de diseño que recoge cada área en los tramos en que se presentan escorrentías, diseñando las dimensiones de la cuneta en puntos de descarga dando como resultado un manejo optimo de la evacuación de dichos caudales y así evitar uno de los principales problemas que se presentan en las calles y carreteras.

CAPITULO 7: DISEÑO GEOMÉTRICO

7.1. Sección típica

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

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

Las dimensiones de cada uno de estos elementos se determinaron en cada estudio:

En el estudio topográfico se determino el ancho del derecho de vía y el tipo de terreno.

Derecho de vía= 15 metros

En el estudio de transito se determino el ancho de carril

Ancho de carril= 3.05 metros

En el diseño de pavimento se determino los espesores de la estructura de pavimento

Adoquín= 10 centímetros

Cama de arena= 5 centímetros

Base= 11 centímetros

Sub-base= 14 centímetros

En el diseño hidráulico se determinaron las dimensiones de la cuneta

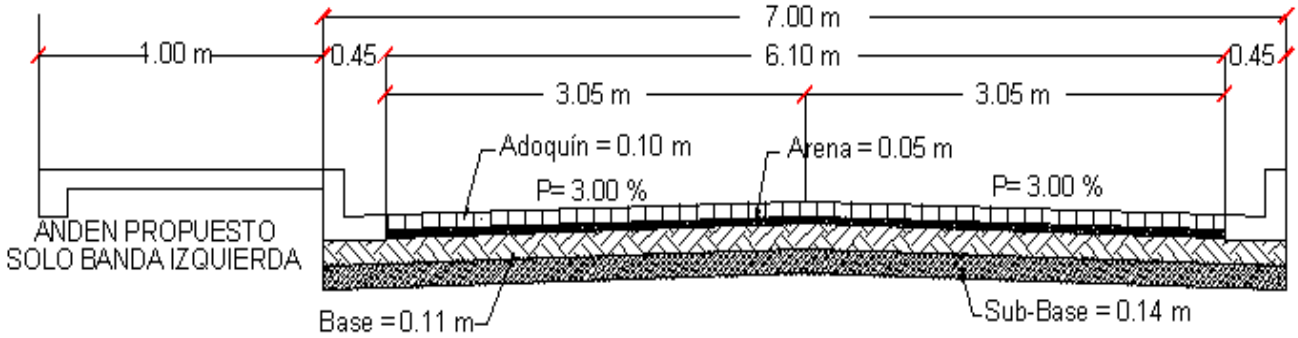
Bordillo + caite = 45 centímetros

Espalda de bordillo= 30 centímetros

Ancho de bordillo= 15 centímetros

Con todos estos datos se dibujo la sección típica de calle quedando de la siguiente manera mostrada en la figura 7.1

Figura 7.1



Fuente: Propia

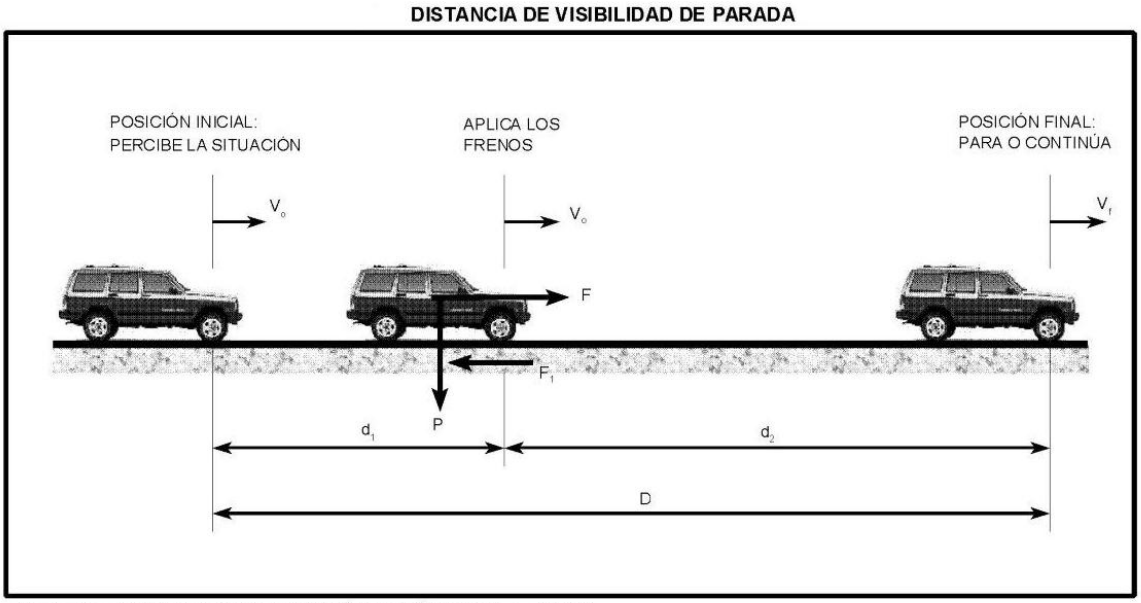
SECCION TIPICA DE CALLE

7.2. Las Distancias de Visibilidad en Carreteras

7.2.1. Distancias de Visibilidad de Parada

Esta es la distancia requerida por un conductor para detener su vehículo en marcha, cuando surge una situación de peligro o percibe un objeto imprevisto adelante de su recorrido. Esta distancia se calcula para que un conductor y su vehículo por debajo del promedio, alcance a detenerse ante el peligro u obstáculo. Es la distancia de visibilidad mínima con que debe diseñarse la geometría de una carretera, cualquiera que sea su tipo. Ver figura 7.2

Figura 7.2



Fuente: Cap. 4, COMPONENTES DEL DISEÑO GEOMÉTRICO. Manual SIECA

La distancia de visibilidad de parada D, tiene dos componentes, la distancia de percepción y reacción del conductor que está regida por el estado de alerta y la habilidad del conductor y se identifica como d1, más la distancia de frenado que se denomina d2. La primera es la distancia recorrida por el vehículo desde el momento que el conductor percibe el peligro hasta que aplica el pedal del freno, y la segunda, es la distancia que se necesita para detener el vehículo después de la acción anterior. El tiempo de reacción para actuar el freno es el intervalo que ocurre desde el instante en que el conductor percibe la existencia de un objeto o peligro en la carretera adelante, hasta que el conductor logra reaccionar aplicando los frenos. Los cuatro componentes de la reacción en respuesta a un estímulo exterior se conocen por sus iniciales PIEV, que corresponden a percepción, intelección, emoción y volición. Diversos estudios

sobre el comportamiento de los conductores han permitido seleccionar un tiempo de reacción de 2.5 segundos, que se considera apropiado para situaciones complejas, por lo tanto más adversas[9]. La distancia de visibilidad de parada en su primer componente d1, se calcula involucrando la velocidad y el tiempo de percepción y reacción del conductor, mediante la siguiente expresión matemática:

d1 = 0.278 vt (metros)

Donde: v = Velocidad inicial, kilómetros por hora.

t = Tiempo de percepción y reacción, que ya se indicó es de 2.5 seg.

La distancia de frenado d2, se calcula por medio de la expresión que se muestra a continuación:

d2 = v2 /254 f (metros)

v = velocidad inicial, kilómetros por hora.

f = coeficiente de fricción longitudinal entre llanta y superficie de rodamiento.

El factor f no es único, es un valor experimental que decrece en proporción inversa a las velocidades y está sujeto a cambios tomando en cuenta la influencia de las siguientes variables:

- ✓ Diseño y espesor de la huella de la llanta, resistencia a la deformación y dureza del material de la huella.
- ✓ Condiciones y tipos de superficies de rodamiento de las carreteras.
- ✓ Condiciones meteorológicas.
- ✓ Eficiencia de los frenos y del sistema de frenos del vehículo.

La investigación y la experiencia indican que el factor debe seleccionarse para reflejar las condiciones más adversas, por lo que los valores de f están referidos a pavimento

[9] Cuando el obstáculo es esperado, el tiempo de reacción puede ser desde 0.6 segundos hasta 2.0 segundos para los conductores más lentos en reaccionar. En situaciones inesperadas, el tiempo de reacción puede incrementarse en un 35 por ciento, elevando el dato más restrictivo a 2.7 segundos.

húmedo, llantas en diferentes condiciones de desgaste y diferencias en las calidades de los conductores y sus vehículos. Las velocidades promedios de ruedo, en lugar de las velocidades de diseño, son otras referencias adicionales para la escogencia de los valores apropiados para el factor f.Para tomar en cuenta el efecto de las pendientes, hay que modificar el denominador de la fórmula anterior, de la siguiente manera:

$$D = v2 /254 (f \pm G)$$

G = Porcentaje de la pendiente dividida entre 100, siendo positiva la pendiente de ascenso (+) y negativa (-) la de bajada.
Las distancias de visibilidad de parada en subida tienen menor longitud que en bajada; consecuentemente, se calculan las primeras utilizando el promedio de la velocidad de marcha ó de ruedo y las del siguiente orden utilizando la velocidad de diseño

7.2.2. Distancia de Visibilidad de Adelantamiento

La distancia de visibilidad de adelantamiento se define como la mínima distancia de visibilidad requerida por el conductor de un vehículo para adelantar a otro vehículo que, a menor velocidad relativa, circula en su mismo carril y dirección, en condiciones cómodas y seguras, invadiendo para ello el carril contrario pero sin afectar la velocidad del otro vehículo que se le acerca, el cual es visto por el conductor inmediatamente después de iniciar la maniobra de adelantamiento. El conductor puede retornar a su carril si percibe, por la proximidad del vehículo opuesto, que no alcanza a realizar la maniobra completa de adelantamiento.

Se hacen los siguientes supuestos simplificatorios para los propósitos del dimensionamiento de dicha distancia de visibilidad de adelantamiento:

- El vehículo que es rebasado viaja a una velocidad uniforme.
- El vehículo que rebasa viaja a esta velocidad uniforme, mientras espera una oportunidad para rebasar.
- Se toma en cuenta el tiempo de percepción y reacción del conductor que realiza

las maniobras de adelantamiento.

- Cuando el conductor esta rebasando, acelera hasta alcanzar un promedio de velocidad de 15 kilómetros por hora más rápido que el otro vehículo que está siendo rebasado.
- Debe existir una distancia de seguridad entre el vehículo que se aproxima en sentido contrario y el que efectúa la maniobra de adelantamiento.
- El vehículo que viaja en sentido contrario y el que efectúa la maniobra de rebase van a la misma velocidad promedio.
- Solamente un vehículo es rebasado en cada maniobra.
- La velocidad del vehículo que es rebasado es la velocidad de marcha promedio a la capacidad de diseño de la vía.
- Esta distancia de visibilidad para adelantamiento, se diseña para carreteras de dos carriles de circulación, ya que esta situación no sepresenta en carreteras divididas y no divididas de carriles múltiples. La distancia de visibilidad de adelantamiento ó rebase es la sumatoria de las cuatro distancias separadas que se muestran en la figura 7.3. Cada una se determina de acuerdo a las siguientes descripciones.
- La distancia preliminar de demora (d1) se calcula utilizando la siguienteecuación:

$$d1 = 0.278 * t1[V - m + a * (t1/2)]$$

Donde,

v = velocidad promedio del vehículo que rebasa, kilómetros por hora.

t1 = Tiempo de maniobra inicial, segundos.

a = Aceleración promedio del vehículo que efectúa el rebase, en kilómetros por hora por segundo durante el inicio de la maniobra.

m = Diferencia de velocidad entre el vehículo que es rebasado y el que rebasa, kilómetros por hora.

Distancia de adelantamiento (d2) expresado por:

$$\mathrm{d2} = 0.278 * \mathrm{v} * \mathrm{t2}$$

Donde,

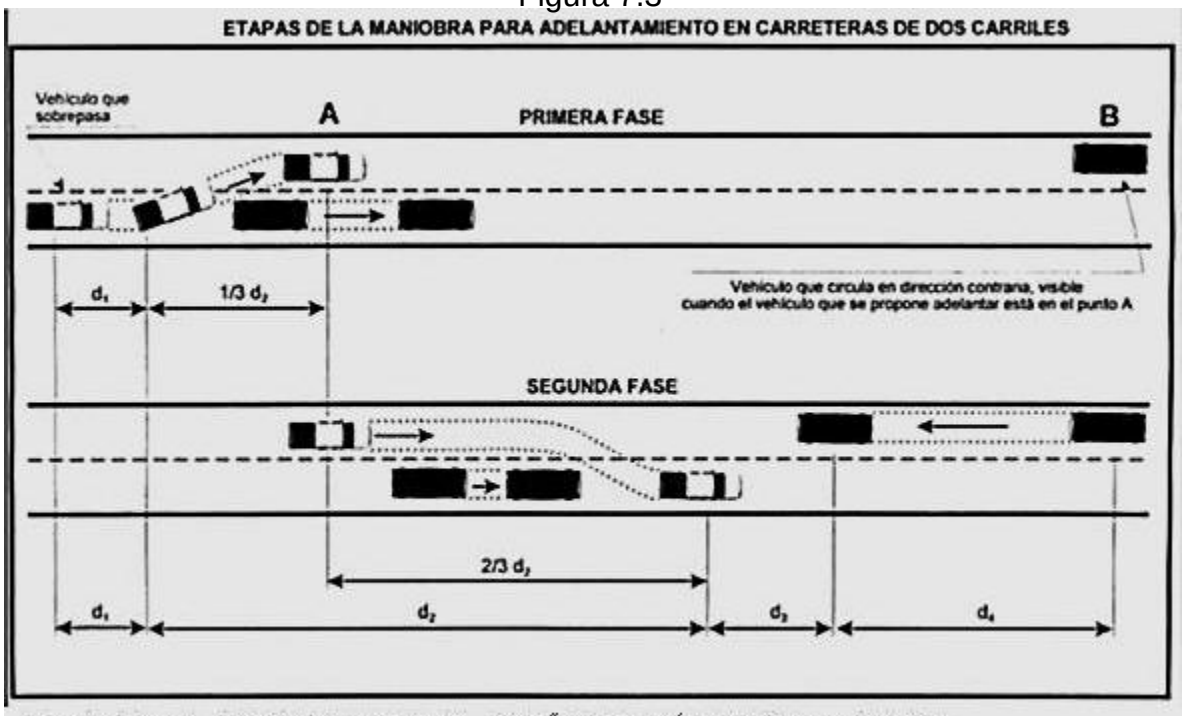
v = velocidad promedio del vehículo que ejecuta el adelantamiento, kilómetros por hora

t2 = Tiempo de ocupación del carril opuesto, segundos.

Distancia de seguridad (d3). La experiencia ha demostrado que valores entre 35 y 90 metros son aceptables para esta distancia.

Distancia recorrida por el vehículo que viene en el carril contrario (d4). Es práctica corriente fijar esta distancia en dos tercios (2/3) de la distancia d2.

Figura 7.3



Fuente: Cap. 4, COMPONENTES DEL DISEÑO GEOMÉTRICO, Manual SIECA.

7.2.3. Criterios para Medir la Distancia Visual

a. Altura del Ojo del Conductor. Experiencias y estudios realizados han confirmado que desde 1960, la altura promedio de los automóviles, por el efecto del mayor uso de vehículos compactos, ha decrecido en 66 milímetros, que se correlaciona bien con una reducción de 53 milímetros en la altura promedio del ojo del conductor. Como resultado, la altura promedio del ojo del conductor ha sido reducida de 1,140 a 1,070

milímetros, cambio que ha tenido como efecto el alargamiento de la distancia mínima de visibilidad en aproximadamente un 5 por ciento en una curva vertical en cresta. Para camiones grandes, la altura del ojo del conductor está situada entre 1.8 y 2.4 metros, con esta última dimensión como la más frecuente y utilizable en el diseño.

Tabla 7.1

A. DistanciasMínimasdeDiseñopara Carreteras Rurales de dos Carriles, en metros

Velocidad de Diseño	Velocidades Km/h		Distancia mínima de adelantamiento (m)
	Vehículo que es rebasado	Vehículo que rebasa	
30	29	44	220
40	36	51	285
50	44	59	345
60	51	66	410
70	59	74	480
80	65	80	540
90	73	88	605
100	79	94	670
110	85	100	730

Fuente: A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, 1994,p. 134

B. ParámetrosBásicos

Tabla 7.2

Velocidad promedio de Adelantamiento (km/h)	50–65 56.2	66–80 70.0	81–95 84.5	96–110 99.8
Maniobra Inicial A=aceleración promedio (km/h/s)	2.25	2.30	2.37	2.41
t l = tiempo (s)	3.6	4.0	4.3	4.5
d1=distancia recorrida (m)	45	65	90	110
Ocupación carril izquierdo:				
t2= tiempo (s)	9.3	10.0	10.7	11.3
d2= distancia recorrida (m)	145	195	250	315
Longitud Libre d3= distancia recorrida (m)	30	55	75	90
Vehículo que se aproxima: d4= distancia recorrida (m)	95	130	165	210
Distancia Total: d1+d2+d3+d4,(m)	315	445	580	725

Fuente: AASHTO, A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, 1994, p.131

Cálculo de la distancia de visibilidad de adelantamiento

$$d1 = 0.278 * t1[V - m + a * (t1/2)]$$

$$\mathrm{d2} = 0.278 * \mathrm{v} * \mathrm{t2}$$

$$\mathrm{d3} = 35$$

$$\mathrm{d4} = 2/3 * \mathrm{d2}$$

Velocidad promedio de rebase 65 Km/h

Velocidad promedio del vehículo adelantado 50 Km/h

Tiempo 3.6 segundos

Aceleración promedio 2.25 Km/h/s

$$d1 = 0.278 * 3.6[65 - (65 - 50) + 2.25 * (3.6/2)]$$

$$d1 = 54.09$$

Velocidad promedio de adelantamiento 65 Km/h

Tiempo de ocupación de carril izquierdo 9.3 s

$$\mathrm{d2} = 0.278 * 65 * 9.3$$

$$d2 = 168.05\, m$$

Distancia de seguridad (d3). La experiencia ha demostrado que valores entre 35 y 90 metros son aceptables para esta distancia.

$$\mathrm{d3} = 35$$

Vehículo que se aproxima

$$\mathrm{d4} = 2/3 * 168.05$$

$$d4 = 112.03\ m$$

Distancia total

$$\mathbf{D_{total} = d1+d2+d3+d4}$$

$$\mathbf{Dtotal} = (54.09 + 168.05 + 35 + 112.03)\mathrm{m}$$

$$Dtotal = 369.17$$

7.2.4. Criterios para el trazo del alineamiento horizontal

Las normas para el alineamiento horizontal más importantes para lograr una circulación efectiva, cómoda y sin riesgos son:

1. La seguridad al tránsito que debe ofrecer el proyecto es la condición que debe tener preferencia.
2. La topografía condiciona muy especialmente los radios de curvatura y velocidad de proyecto.
3. La distancia de visibilidad debe ser tomada en cuenta en todos los casos, porque con frecuencia la visibilidad requiere radios mayores que la velocidad en si.
4. El alineamiento debe ser tan direccional como sea posible sin dejar de ser consistente con la topografía.
5. Para una velocidad de proyecto dada, debe evitarse dentro de lo razonable, el uso de la curvatura máxima permisible.

6. Debe procurarse un alineamiento uniforme que no tenga quiebres bruscos en su desarrollo, por lo que deben evitarse curvas forzadas después de tangentes largas o pasar repentinamente de tramos de curvas suaves a otros de curvas forzadas.

7. En terraplenes altos y largos solo son aceptables alineamientos rectos o de muy suave curvatura, para que el conductor pueda ajustar su velocidad a las condiciones prevalecientes.
8. En camino abierto debe evitarse el uso de curvas compuestas, sobre todo donde sea necesario proyectar curvas forzadas. Las curvas compuestas se pueden emplear siempre y cuando la relación entre el radio mayor y el menor sea igual o menor a 1.5.
9. Debe evitarse el uso de curvas inversas que presenten cambios de dirección rápidos, pues dichos cambios hacen difícil al conductor mantenerse en su carril, resultando peligrosa la maniobra. Las curvas inversas deben proyectarse con una tangente intermedia, la cual permite que el cambio de dirección sea suave y seguro.
10. Un alineamiento con curvas sucesivas en la misma dirección debe evitarse cuando existan tangentes cortas entre ellas, pero puede proporcionarse cuando las tangentes sean mayores de 500 m.
11. Para anular la apariencia de distorsión, el alineamiento horizontal debe estar coordinado con el vertical.
12. Es conveniente limitar el empleo de tangentes muy largas, pues la atención de los conductores se concentra durante largo tiempo en puntos fijos, que motivan somnolencia, por lo cual es preferible proyectar en alineamiento ondulado con curvas amplias.

7.3. Diseño del alineamiento Horizontal de la vía en estudio

7.3.1. Curva horizontal, curvas espirales de transición, sobreancho y sobreelevación.

En el diseño de curvas horizontales se deben considerar dos casos:

- Tangente seguida por curva horizontal: En esta situación, las fuerzas centrífugas actúan en contra de la operación segura de los vehículos cuando entran y circulan por la curva.
- Alineamiento compuesto de tangente y curva horizontal y vertical: Gobiernan el

diseño factores como el efecto de las fuerzas centrípetas y centrífugas, el movimiento lento de los vehículos pesados cuando ascienden las pendientes y las altas velocidades cuando bajan. Para dar seguridad y economía a la operación del tránsito, se han introducido factores limitantes en los métodos de diseño del alineamiento horizontal, como el radio mínimo de curva o grado máximo de curva, la tasa de sobreelevación máxima o peralte máximo, los factores de fricción y las longitudes de transición mínima cuando se pasa de una tangente a una curva. La expresión matemática desarrollada para tomar en cuenta estos factores y la velocidad de diseño, es la siguiente:

$$e + f = \frac{v^2}{127.14\ Rmín}$$

$$Rmín = \frac{v^2}{127.14 * \ (e + f)}$$

Donde:

e= Tasa de sobreelevación en fracción decimal.

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

V = Velocidad de diseño, en kilómetros por hora.

R = Radio mínimo de curvatura, en metros

El grado de curva o de curvatura (***$G_{Máx}$***) es el ángulo sustentado en el centro de un círculo de radio R por un arco de 100 pies ó de 20 metros, según el sistema de medidas utilizado. Para países como los centroamericanos, que se rigen por el sistema métrico, se utiliza la siguiente expresión para el cálculo de ***$G_{Máx}$***:

$$Gmáx = \frac{1{,}145.92}{Rmín}$$

Tabla 7.3

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

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

Tabla 7.4

Velocidad De Diseño (Km/h)	Factor de Fricción Máxima
30	0.17
40	0.17
50	0.16
60	0.15
70	0.14
80	0.14
90	0.13
100	0.12
110	0.11
120	0.09

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

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.

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

Para el diseño de las curvas horizontales se tomarán los valores siguientes:

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.

Radio de Diseño $\boldsymbol{Rc = T/\ tan\left(\frac{\Delta}{2}\right)}$

Cuerda Máxima $\boldsymbol{CM = 2Rc\ Sen\ \left(\frac{\Delta}{2}\right)}$

Externa $\boldsymbol{Ec = Rc\ \left(Sec\left(\frac{\Delta}{2}\right) - 1\right)}$

Mediana $\boldsymbol{M = Rc\ \left(1 - Cos\ \left(\frac{\Delta}{2}\right)\right)}$

Desarrollo de la curva $$\boldsymbol{Dc} = \left(\frac{\boldsymbol{\pi} * \boldsymbol{Rc} * \Delta}{\mathbf{180}\,^{\circ}}\right)$$

Curvas Horizontales de Transición

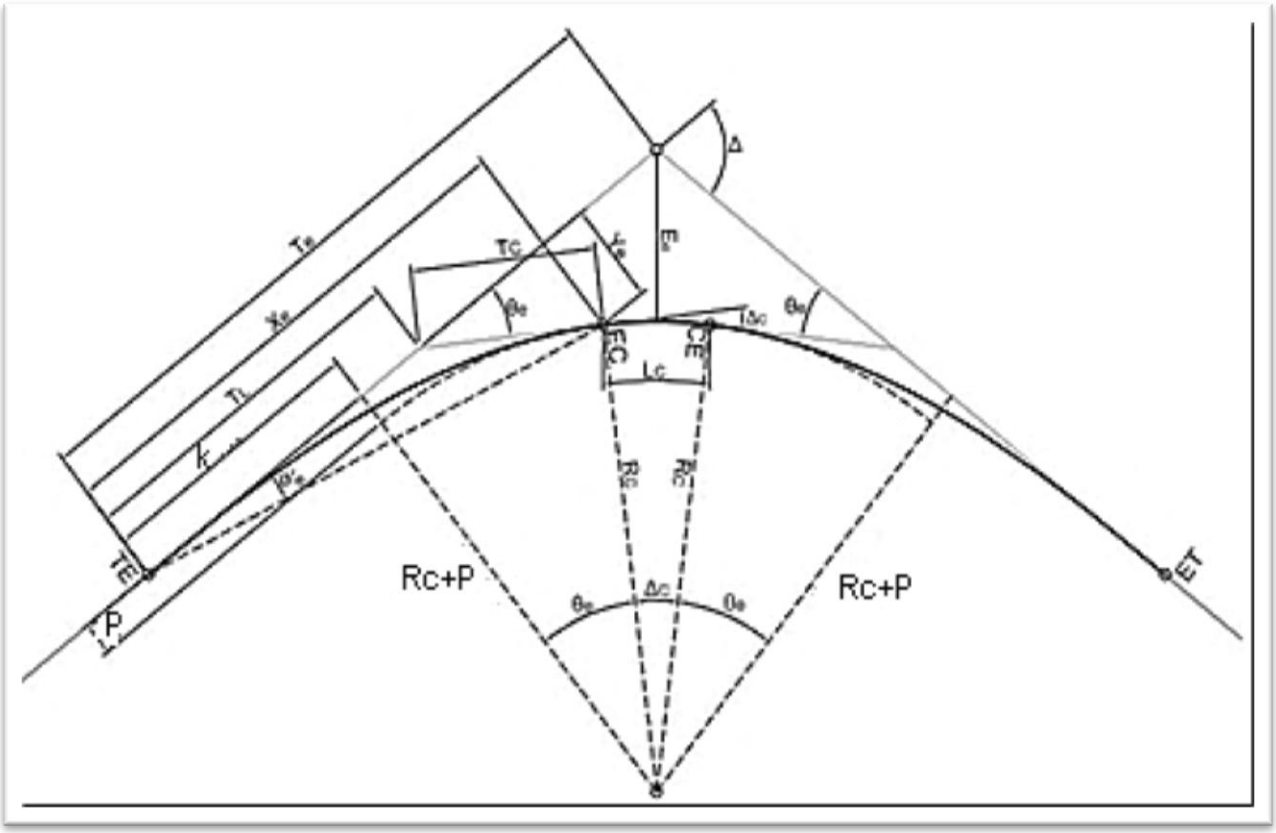
Para dar seguridad al recorrido de los vehículos desde una sección en recta ó tangente de una carretera a una determinada curva horizontal circular, los conductores desarrollan a su manera y en ocasiones invadiendo el carril vecino, una curva que podría denominarse de transición. En los nuevos diseños se ha vuelto práctica común intercalar una curva de transición, que facilite a los conductores el recorrido seguro y cómodo de la curva, manteniendo el vehículo inscrito dentro de su carril y sin experimentar la violencia de la fuerza centrífuga que es propia de la circulación por dicha curva. El requerimiento especial de una curva de transición consiste en que su radio de curvatura pueda decrecer gradualmente desde el infinito en la tangente que se conecta con la espiral (TE) ver figura 7.4, hasta el final de la espiral en su enlace con la curva circular (EC).

En la situación de salida de la curva circular hacia la espiral (CE), se produce el desarrollo inverso hasta el contacto de la espiral con la tangente (ET). Esta condición produce un incremento y decremento gradual de la aceleración radial, que es bastante deseable en diseño. No cabe lugar a dudas de que la utilización de curvas en espiral mejora la apariencia y la circulación en una carretera. Se han utilizado la parábola cúbica, la lemniscata y la clotoide[10] en el diseño de curvas de transición, siendo esta última, también conocida como espiral de Euler, la más aceptada en el diseño de carreteras. Por definición, el radio en cualquier punto de la espiral varía en relación inversa con la distancia medida a lo largo de la espiral. En la figura 7.4 se presentan las características geométricas de sus diferentes componentes.

[10]Ver Cesar Guerra Bustamante, "*Carreteras, Ferrocarriles, Canales: Localización y Diseño Geométrico*", **IPID-TC, 1991. Ofrece una interesante elaboración teórica sobre la clotoide.**

Figura 7.4

Elementos de la curva de transición.



Fuente: Manual de la SIECA

La transición en espiral facilita el movimiento del timón, evitando cambios abruptos en la aceleración radial, que causa mucha incomodidad al conductor y los pasajeros, ya que la fuerza centrífuga se va incrementando hasta la curva circular y disminuye a la salida en sentido inverso, hasta alcanzar de nuevo la tangente. Esta longitud de transición es la longitud de la carretera en la cual se cambia de la sección con pendientes transversales normales que corresponde a una sección en tangente, a una sección con pendiente sobreelevada en un solo sentido y su punto inferior hacia el interior de la curva. Igualmente, la curva de transición ofrece una distancia apropiada de transición para la construcción de los sobreanchos exigidos por la curva circular.

Existen varios métodos para calcular la longitud de la curva de transición en espiral. El primero fue desarrollado por Shortt en 1909, para aplicarse al diseño de curvas

horizontales para ferrocarriles, aplicándose después al diseño de curvas de carreteras. La longitud mínima de transición de la espiral (Le), se expresa de la siguiente forma:

$Le = 0.0702\ V^3 / (Rc*C)$ (Sistema métrico)

Donde:

V = Velocidad en kilómetros por hora

Rc = Radio de diseño de la curva, en metros

C = Tasa de incremento de la aceleración centrípeta, en m/seg^3

Este último parámetro es un valor empírico igual a la unidad en el diseño de ferrocarriles, pero cuyos valores varían entre 1 y 3 para aplicaciones en carreteras. En vista que existen varios métodos de cálculo de longitudes de transición cuyos resultados son diferente, se ha considerado conveniente adoptar las recomendaciones de la AASHTO, para valores de este elemento de diseño en las carreteras regionales, dejando siempre a juicio del diseñador su propia elección de acuerdo a situaciones particulares. Una observación muy valioso y de índole práctica, es que el control para el cálculo de la transición no depende de la exactitud de la aplicación de la fórmula, sino de la longitud requerida para el desarrollo de la sobreelevación máxima entre la tangente y la curva circular.

Sobreanchos en Curvas

Los sobreanchos se diseñan siempre en las curvas horizontales de radios pequeños, combinados con carriles angostos, para facilitar las maniobras de los vehículos en forma eficiente, segura, cómoda y económica. Los sobreanchos son necesarios para acomodar la mayor curva que describe el eje trasero de un vehículo pesado y para compensar la dificultad que enfrenta el conductor al tratar de ubicarse en el centro de su carril de circulación. En las carreteras modernas con carriles de 3.6 metros y buen alineamiento, la necesidad de sobreanchos en curvas se ha disminuido a pesar de las velocidades, aunque tal necesidad se mantiene para otras condiciones de la vía.

Para establecer el sobreancho en curvas deben tomarse en cuenta las siguientes consideraciones:

a) En curvas circulares sin transición, el sobreancho total debe aplicarse en la parte interior de la calzada. El borde externo y la línea central deben mantenerse como arcos concéntricos.

b) Cuando existen curvas de transición, el sobreancho se divide igualmente entre el borde interno y externo de la curva, aunque también se puede aplicar totalmente en la parte interna de la calzada. En ambos casos, la marca de la línea central debe colocarse entre los bordes de la sección de la carretera ensanchada.

c) El ancho extra debe efectuarse sobre la longitud total de transición y siempre debe desarrollarse en proporción uniforme, nunca abruptamente, para asegurarse que todo el ancho de los carriles modificados sean efectivamente utilizados. Los cambios en el ancho normalmente pueden efectuarse en longitudes comprendidas entre 30 y 60 m.

d) Los bordes del pavimento siempre deben tener un desarrollo suave y curveado atractivamente, para inducir su uso por el conductor.

e) Los sobreanchos deben ser detallados minuciosamente en los planos constructivos y por medio de controles durante el proceso de construcción de la carretera o, alternativamente, dejar los detalles finales al Ingeniero residente de campo.

f) Una de las expresiones empíricas más utilizadas para calcular el sobreancho en las curvas horizontales es la siguiente:

$$S = n\,[Rc - (Rc^2 - L^2)^{1/2}] + (0.10V)/\,Rc^{1/2}$$

Donde:

S = Valor sobreancho, metros

n = Número de carriles de la superficie de rodamiento (2 carriles)

L = Longitud entre el eje frontal y el eje posterior del vehículo de diseño, (6.10 m)

R = Radio de curvatura, metros

V = Velocidad de diseño de la carretera, kilómetros por hora (50 Km/h)

En la selección del sobreancho en curvas se debe tomar en consideración que Sobreanchos menores de 0.60 metros, no son necesarios en curvas según manual centroamericano SIECA (Cap. 4, COMPONENTES DEL DISEÑO GEOMÉTRICO).

Elementos de la curva en espiral.

Le: Longitud de la espiral de transición.

$$Le = 0.0702 * {V^3}/{(Rc * C)}$$

N: Longitud necesaria para la transición.

$$N = \frac{b * Le}{e}$$

S: Sobreancho en curvas

$$S = \left[n\left[Rc - \sqrt{(Rc^2 + L^2}\right] + \frac{0.10 * V}{\sqrt{Rc}}\right]$$

S': Sobreelevación (S´) a una distancia (X)

$$S' = \frac{e * (X)}{Le}$$

θe: Angulo de deflexión de la espiral

$$\theta e = \left(\frac{90}{\pi}\right)\left(\frac{Le}{Rc}\right)$$

Δc: Angulo central de la curva circular desplazada

$$\Delta c = \Delta - 2\theta e$$

(Xe, Ye): coordenadas del EC o del CE

$$Xe = \frac{Le}{100}\left(100 - 0.00305(\theta e^2)\right)$$

$$Ye = \frac{Le}{100}\left(0.582 * \theta e - 0.0000126(\theta e^3)\right)$$

(P, K): Coordenadas del PC o PT (desplazamiento)

$$P = Ye - Rc(1 - \cos\theta e)$$

$$K = Xe - Rc\,(\mathrm{Sen}\,\theta e)$$

Te: Tangente de la curva espiral-circular-espiral

$$Te = K + (Rc + P) * Tan\,(\frac{\Delta}{2})$$

Ec: Externa de la curva espiral – circular – espiral

$$Ee = \frac{Rc + P}{Cos\,\left(\frac{\Delta}{2}\right)} - Rc$$

(TL, TC): Tangente larga y tangente corta

$$TL = Xe - \frac{Ye}{Tan\,\theta e}$$

$$TC = \frac{Ye}{Sen\ \theta e}$$

CL: Cuerda larga de la espiral

$$CL = \sqrt{(Xe^2 + Ye^2)}$$

$\emptyset e'$: Deflexión para el EC (deflexión de la cuerda larga de la espiral)

$$\emptyset e' = ArcTan\ \frac{Ye}{Xe}$$

Lc: Longitud del tramo circular de la curva espiral-circular-espiral

$$Lc = \frac{20\ \Delta c}{Gc}$$

LT: Longitud total de la curva espiral-circular-espiral

$$LT = 2 * Le + Lc$$

7.3.2. Memoria de cálculode las curvasdel alineamiento horizontal

Cálculo del radio mínimo y el grado máximo de curvatura de las curvas horizontales

Radio mínimo del proyecto

Velocidad de diseño = 50 Km/h

Peralte máximo, e = 6%

Factor de fricción máxima, f = 0.16

/2

$$Rmín = \frac{v^2}{127.14 * \ (e + f)}$$

$$Rmín = \frac{(50.00 \frac{Km}{h})^2}{127.14 * \ (0.06 + 0.16)}$$

$$\boldsymbol{Rmín = 89.379\ m}$$

Grado máximo de curvatura del proyecto

$$Gmáx = \frac{1{,}145.92}{Rmín}$$

$$Gmáx = \frac{1{,}145.92}{89.379\ m}$$

$$\boldsymbol{Gmáx = 12° \ 49' 15.27"}$$

Diseño de curvas horizontales

Tabla 7.5

Curva Horizontal 1	
Peralte máximo	$e_{máx}$ = 0.06 = 6%
Coeficiente de fricción lateral	f = 0.16
Tangente Propuesta	T = 30 m
Ángulo de deflexión (∆)	19º10’53”
Velocidad de diseño	V = 50 Km/h

Fuente: propia

1.- Cálculo del radio mínimo del proyecto.

$$Rmín = \frac{(50.00\frac{Km}{h})^2}{127.14 * (0.06 + 0.16)}$$

$$\boldsymbol{Rmín = 89.379\ m}$$

2.- Cálculo del grado máximo de curvatura del proyecto.

$$Gmáx = \frac{1,145.92}{89.379\ m}$$

$$\boldsymbol{Gmáx = 12° 49' 15.27"}$$

3.- Calculo del Radio de diseño de la curva circular.

$$\boldsymbol{Rc = T/\ tan\left(\frac{\Delta}{2}\right)}$$

$$\boldsymbol{Rc = 30/\ tan\left(\frac{19º10'53"}{2}\right)}$$

$$\boldsymbol{Rc = 177.546\ m}$$

4.- Cálculo del grado de diseño de la curva circular.

$$GD = \frac{1,145.92}{RD}$$

$$GD = \frac{1,145.92}{177.546\ m}$$

G_D = 6° 27' 15.17"

$G_D < G_{Máx}$

6° 27' 15.17" < 12° 49' 15.27" Ok

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

Cuerda Máxima $$\boldsymbol{CM = 2(177.546\ m)\ Sen\ \left(\frac{19º10'53''}{2}\right)}$$

$C_{Máx}$ = 59.161 m

Externa $$\boldsymbol{Ec = 177.546m\left(\left(\frac{1}{Cos\left(\frac{19º10'53''}{2}\right)}\right) - 1\right)}$$

E_C = 2.517 m

Mediana $$\boldsymbol{M = 177.546\ m\left(1 - Cos\ \left(\frac{19º10'53''}{2}\right)\right)}$$

M = 2.482 m

Desarrollo de la curva $$\boldsymbol{Dc = \left(\frac{\pi * 177.546\ m * 19º\ 10'53''}{180\ °}\right)}$$

D_C = 59.439 m

Elementos de la curva en espiral.

1.- Longitud de la espiral de transición.

$$Le = 0.0702 * {V^3}/{(Rc * C)}$$

$$Le = 0.0702 * {50.00^3}/{177.546 * 2} = 24.712$$

2.- Longitud necesaria para la transición.

$$N = \frac{b * Le}{e}$$

$$N = \frac{0.03 * 24.712}{0.06} = 12.356\ m$$

3.- Sobreancho en curvas

$$S = \left[n\left[Rc - \sqrt{(Rc^2 + L^2}\right] + \frac{0.10 * V}{\sqrt{Rc}}\right]$$

$$S = \left[2\left[177.546 - \sqrt{(177.546^2 + 6.10^2}\right] + \frac{0.10 * 50.00}{\sqrt{177.546}}\right] = 0.585\ m$$

4.- Sobreelevación (S´) a una distancia (X)

$$S' = \frac{e * (X)}{Le}$$

La espiral inicia en punto TE aquí el valor de X=0

$$S' = \frac{0.06 * (0)}{24.712}$$

$$S' = 0\%$$

Cuando X=12.356 m, en este punto X=N

$$S' = \frac{0.06 * (12.356)}{24.712} = 0.030\ \approx 3.0\%$$

Cuando X=16.475 m, en este punto X=2/3 Le

$$S' = \frac{0.06 * (16.475)}{24.712} = 0.040\ \approx 4.0\%$$

Cuando X=24.712 m, en este punto X=Le

$$S' = \frac{0.06 * (24.712)}{24.712} = 0.060 \approx 6.0\%$$

5.- Angulo de deflexión de la espiral

$$\theta e = \left(\frac{90}{\pi}\right)\left(\frac{Le}{Rc}\right)$$

$$\theta e = \left(\frac{90}{\pi}\right)\left(\frac{24.712}{177.546}\right) = 3° \, 59' \, 14.63''$$

6.- Angulo central de la curva circular desplazada

$$\Delta c = \Delta - 2\theta e$$

$$\Delta c = 19° \, 10' \, 53'' - 2(3° \, 59' \, 14.63'') = 11° \, 12' \, 23.74''$$

7.- Coordenadas del EC o del CE

$$Xe = \frac{Le}{100}\left(100 - 0.00305(\theta e^2)\right)$$

$$Xe = \frac{24.712}{100}\left(100 - 0.00305(3° \, 59' \, 14.63''^2)\right) = 24.712 \, m$$

$$Ye = \frac{Le}{100}\left(0.582 * \theta e - 0.0000126(\theta e^3)\right)$$

$$Ye = \frac{24.712}{100}\left(0.582 * 3° \, 59' \, 14.63'' - 0.0000126(3° \, 59' \, 14.63''^3)\right) = 0.573 \, m$$

8.- Coordenadas del PC o PT (desplazamiento)

$$P = Ye - Rc(1 - \cos \theta e)$$

$$P = 0.573 - 177.546 * (1 - \cos 3° \, 59' \, 14.63'') = 0.1435$$

$$K = Xe - Rc \, (\text{Sen} \, \theta e)$$

$$K = 24.712 - 177.546\,(\text{Sen}\,3°\,59'\,14.63'') = 12.3659\,m$$

9.- Tangente de la curva espiral-circular-espiral (Subtangente)

$$Te = K + (Rc + P) * Tan\,(\frac{\Delta}{2})$$

$$Te = 12.3659 + (177.546 + 0.1435) * Tan\,\left(\frac{19°\,10'\,53''}{2}\right) = 42.390\text{m}$$

10.- Externa de la curva espiral – circular – espiral

$$Ee = \frac{Rc + P}{Cos\,\left(\frac{\Delta}{2}\right)} - Rc$$

$$Ee = \frac{177.546 + 0.1435}{Cos\,\left(\frac{19°\,10'\,53''}{2}\right)} - 177.546 = 2.662\,m$$

11.- Tangente larga y tangente corta

$$TL = Xe - \frac{Ye}{Tan\,\theta e}$$

$$TL = 24.712 - \frac{0.573}{Tan\,3°\,59'\,14.63''} = 16.475\,m$$

$$TC = \frac{Ye}{Sen\,\theta e}$$

$$TC = \frac{0.573}{Sen\;\;3°\,59'\,14.63''} = 8.244\,m$$

12.- Cuerda larga de la espiral

$$CL = \sqrt{(Xe^2 + Ye^2)}$$

$$CL = \sqrt{(24.712^2 + 0.573^2)} = 24.719$$

13.- Deflexión para el EC (deflexión de la cuerda larga de la espiral)

$$\emptyset e' = ArcTan\,\frac{Ye}{Xe}$$

$$\emptyset e' = ArcTan\,\frac{0.573}{24.712} = 1°\,19'\,46.53''$$

14.- Longitud del tramo circular de la curva espiral-circular-espiral

$$Lc = \frac{20\,\Delta c}{Gc}$$

$$Lc = \frac{20 * 11°\,12'23.74''}{6°\,27'15.17''} = 34.727\,m$$

15.- Longitud total de la curva espiral-circular-espiral

$$LT = 2 * Le + Lc$$

$$LT = 2 * 24.712 + 34.727 = 84.150\,m$$

16.- Estacionamiento de los puntos de la curva espiral-circular-espiral

TE= PI – Te

TE= (0+120.749) – 42.390 = 0+078.359

EC= TE + Le

EC= (0+078359) + 24.712= 0+103.071

CE= EC + Lc

CE= (0+103.071) + 34.727 = 0+137.798

ET= CE + Le

ET= (0+137.798) + 24.712 = 0+162.51

7.3.3. Cuadro resumen de las curvas horizontales

Tabla 7.6

DESCRIPCIÓN Y ELEMENTOS DE LA CURVA	CURVAS HORIZONTALES													
	CURVA 1		CURVA 2		CURVA 3		CURVA 4		CURVA 5		CURVA 6		CURVA 7	
Radio mínimo del proyecto (Rmín)	89.379 m		89.379 m		89.379 m		89.379 m		89.379 m		89.379 m		89.379 m	
Grado máximo de curvatura del proyecto (GMAX)	12° 49' 15.27"		12° 49' 15.27"		12° 49' 15.27"		12° 49' 15.27"		12° 49' 15.27"		12° 49' 15.27"		12° 49' 15.27"	
Radio de diseño de la curva (Rc)	177.546		229.39		129.949		140.172		119.077		126.175		106.549	
Grado de diseño de la curva (GD)	6º27'15.17"		4º59'43.84"		8º49'5.62"		8º10'30.36"		9º37'24.07"		9º4'55.16"		10º45'17.51"	
Delta	19 º 10' 53"		07 º 28'57"		34 º 13' 05"		16 º 14' 26"		14 º 21' 33"		26 º 44' 57"		21 º 15' 44"	
ELEMENTOS DE LA CURVA														
Tangente (T)	30		15		40		20		15		30		20	
Cuerda Máxima (CM)	59.161		29.936		76.46		39.599		29.765		58.373		39.313	
Externa (E	2.517		0.49		6.017		1.42		0.941		3.517		1.861	
Mediana (M)	2.482		0.489		5.751		1.405		0.934		3.422		1.829	
Desarrollo de la curva (DC)	59.439		29.957		77.608		39.732		29.843		58.906		39.54	
Estación PC	0+090.749		0+394.425		0+480.272		0+598.220		0+705.654		0+790.674		0+950.090	
Estación PI	0+120.749		0+409.425		0+520.272		0+618.220		0+720.654		0+820.674		0+970.090	
Estación PT	0+150.188		0+424.382		0+557.880		0+637.952		0+735.496		0+849.580		0+989.630	
ELEMENTOS DE LA CURVA ESPIRAL-CIRCULAR-ESPIRAL														
Longitud de la Espiral Le	24.712		19.127		33.763		31.301		24.564		34.773		27.452	
Longitud necesaria para la transición (N)	12.356		9.563		16.882		15.650		12.282		17.387		13.726	
Sobreancho en curvas	3.832		0.492		0.725		0.688		0.771		0.740		0.834	
Sobre Elevación (S´) a una distancia (X)	X	S´	X	S´	X	S´	X	S´	X	S´	X	S´	X	S´
	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%
	12.356	3.00%	9.563	2.32%	16.882	4.10%	15.650	3.80%	12.282	2.98%	17.387	4.22%	13.726	3.33%
	16.475	4.00%	12.751	3.10%	22.509	5.47%	20.867	5.07%	16.376	3.98%	23.182	5.63%	18.301	4.44%
	24.712	6.00%	19.127	4.64%	33.763	8.20%	31.301	7.60%	24.564	5.96%	34.773	8.44%	27.452	6.67%
Angulo de deflexión de la espiral (Θe)	3° 59' 14.63"		2° 23' 19.3"		7° 26' 35.78"		6° 23' 49.78"		5° 54' 34.79"		7° 53' 42.72"		7° 22' 51.88"	
Angulo central de la curva circular desplazada (Δc)	11° 12' 23.74"		0° 2' 49.97"		0° 20' 14.63"		3° 36' 53"		0° 2' 39.58"		0° 11' 28.56"		0° 6' 48.41"	
coordenadas del EC o del CE (Xe, Ye)	Xe	Ye	Xe	Ye	Xe	Ye	Xe	Ye	Xe	Ye	Xe	Ye	Xe	Ye
	24.712	0.573	19.127	0.266	33.763	1.461	31.301	1.164	24.564	0.844	34.773	1.596	27.452	1.178
Coordenadas del PC o PT (desplazamiento) (P,K)	P	K	P	K	P	K	P	K	P	K	P	K	P	K
	0.144	12.366	0.067	9.566	0.366	16.929	0.292	15.683	0.211	12.304	0.400	17.442	0.295	13.764
Tangente de la curva espiral-circular-espiral (Te)	42.390		24.570		57.042		35.725		27.330		47.537		33.819	
Externa de la curva espiral – circular – espiral (Ee)	2.662		0.557		6.400		1.714		1.154		3.928		2.161	
Tangente larga y tangente corta (TL,TC)	TL	TC	TL	TC	TL	TC	TL	TC	TL	TC	TL	TC	TL	TC
	16.488	8.244	12.753	6.379	22.581	11.277	20.916	10.450	16.408	8.199	23.267	11.617	18.359	9.169
Cuerda larga de la espiral (CL)	24.719		19.129		33.795		31.322		24.578		34.810		27.477	
Deflexión para el EC (deflexión de la cuerda larga de la espiral) (φe')	1° 19' 46.53"		0° 0' 50.04"		0° 2' 35.67"		0° 2' 13.85"		0° 2' 3.68"		0° 2' 45.08"		0° 2' 34.37"	
Longitud del tramo circular de la curva espiral-circular-espiral (Lc)	34.727		10.830		43.844		8.431		5.278		24.133		12.088	
Longitud total de la curva espiral-circular-espiral (LT)	84.150		49.084		111.371		71.033		54.406		93.679		66.992	
Estación TE	0+078.359		0+384.855		0+463.230		0+582.495		0+693.324		0+773.137		0+936.271	
Estación EC	0+103.071		0+403.981		0+496.994		0+613.796		0+717.888		0+807.911		0+963.723	
Estación CE	0+137.797		0+414.812		0+540.838		0+622.227		0+723.166		0+832.044		0+975.810	

Fuente: Propia

7.4 Diseño del alineamiento vertical de la vía en estudio

7.4.1 Criterios para el diseño del alineamiento vertical

Para el alineamiento vertical es importante aclarar que la subrasante es la línea que hay que tomar como referencia. La posición de esta, va a depender de diversos factores como:

1. La condición topográfica del terreno influye en diversas formas al definir la subrasante. En terrenos planos la altura de la subrasante será regulada generalmente por el drenaje. En lomerío se adoptan subrasantes onduladas, mientras que en terrenos montañosos, estará regida por la topografía.
2. Se debe buscar una subrasante suave con cambios graduales. Los valores de diseño son la pendiente máxima y la longitud crítica.
3. Deben evitarse vados formados por curvas verticales muy cortas pues no representa un perfil seguro. Así mismo no se debe colocar dos curvas verticales sucesivas y en la misma dirección.
4. Es preferible tener un perfil escalonado a una pendiente sostenida, ya que de esta manera se controla más la velocidad.
5. Cuando la magnitud del desnivel motiva largas pendientes uniformes, es conveniente adoptar un carril adicional en la sección transversal.
6. Se deben considerar carriles auxiliares de ascenso donde la longitud crítica de la pendiente está excedida y donde el volumen horario de proyecto excede del 20% de la capacidad de diseño para dicha pendiente en el caso de caminos de dos carriles, y del 30% en el de varios carriles.
7. Cuando se trata de salvar desniveles apreciables, deberá procurarse disponer las pendientes más fuertes al comenzar el ascenso.
8. Donde las intersecciones a nivel ocurren en tramos de camino con pendientes de moderadas a fuertes, es deseable reducir la pendiente a través de la intersección.

En términos generales existen curvas verticales en crestas o convexas y en columpio o cóncavas. Las primeras se diseñan de acuerdo a la más amplia distancia de visibilidad para la velocidad de diseño y las otras conforme a la distancia que alcanzan a iluminar

los faros del vehículo de diseño. De aplicación sencilla, las curvas verticales deben contribuir a la estética del trazado, ser confortables en su operación y facilitar las operaciones de drenaje de la carretera. La configuración parabólica de estas curvas es la más frecuentemente utilizada.

Existen dos condiciones para diseñar este tipo de curvas: La primera considera que la longitud de la curva (L) es mayor que la distancia de visibilidad de parada (DVP) y la segunda se presenta cuando L es menor que DVP.

Cuando: L > DVP

$$L = \frac{G * DVP^2}{100 * (\sqrt{2h1} + \sqrt{2h2})^2}$$

Donde,

G = Diferencia algebraica de pendientes (%)

S = Distancia de visibilidad

h1 = Altura del ojo del conductor

h2 = Altura del objeto

Reemplazando en esta fórmula la altura del ojo del conductor h1 = 1.07 metros y del objeto h2 = 0.15 metros, la ecuación para diseño es la siguiente:

$$L = \frac{G * DVP^2}{404.25}$$

Cuando: L < DVP

$$L = 2 * DVP - \frac{200(\sqrt{2h1} + \sqrt{2h2})^2}{G}$$

Criterios para el Diseño del Alineamiento Vertical

La AASHTO presenta algunos consejos valiosos en torno al diseño del alineamiento vertical, de donde cabe entresacar algunos por su relevancia para la práctica vial centroamericana:

- Las curvas verticales en columpio deben evitarse en secciones en corte, amenos que existan facilidades para las soluciones de drenaje.
- En pendientes largas, puede ser preferible colocar las pendientes mayores al pie de la pendiente y aliviarlas hacia el final o, alternativamente, intercalar pendientes suaves por cortas distancias para facilitar el ascenso.
- En tangente, deberían generalmente evitarse, particularmente en curvas en columpio donde la visión de la carretera puede ser desagradable al usuario.
- Los alineamientos ondulados, que involucran longitudes sustanciales dependientes que generan momentum, pueden ser indeseables en el caso de vehículos pesados que pueden incrementar excesivamente su velocidad, sobretodo cuando una pendiente positiva adelante no contribuye a la moderación de dicha velocidad.
- Hay que evitar el"efecto de montaña rusa", que ocurre en alineamientos relativamente rectos, donde el perfil longitudinal de la rasante se ajusta a las suaves irregularidades de un terreno ligeramente ondulado.

7.4.2. Memoria de cálculo de las curvas verticales

Tabla 7.7

Velocidad de diseño	Coeficiente de fricción
Km/h	f
30	0.40
40	0.38
50	0.35
60	0.33
70	0.31
80	0.30
90	0.30
100	0.29
110	0.28

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

Se realizará el procedimiento para dos curvas una en cresta y la otra en columpio.

Curva Vertical 1.

Datos:

V = 50 KPH P_i = -4.800%

Est. PIV = 0+120 P_d = -6.085%

Elev. PIV = 369.71 m

1.- Diferencia algebraica de las pendientes.

$G = (-6.085 - (-4.800)) = -1.285\%$ ||*G = 1.285 %.*||

Es necesario diseñar la curva vertical ya que *G = //**1.285%**// **>** 0.5%.*por otro lado, la curva está en CRESTA, porque *G* es NEGATIVO.

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

La distancia de visibilidad de parada en su primer componente, d1, se calcula involucrando la velocidad y el tiempo de percepción y reacción del conductor, mediante la siguiente expresión matemática:

$$D1 = 0.278 * Vt$$

Donde: v = Velocidad inicial, kilómetros por hora.

t = Tiempo de percepción y reacción, que ya se indicó es de 2.5 seg

La distancia de frenado, d2, se calcula por medio de la expresión que se muestra a continuación:

$$D2 = \frac{V^2}{254\,(f + G)}$$

v = velocidad inicial, 50 kilómetros por hora

f = coeficiente de fricción longitudinal entre llanta y superficie de rodamiento (f=0.35)

G= diferencia algebraica de las pendientes

DVP= D1+D2

$$DVP = 0.278 * 50\frac{Km}{h} * 2.5seg + \frac{(50\frac{Km}{h})^2}{254\,(0.35 + 0.01285)}$$

$$DVP = 61.876\,m$$

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

$$L = \frac{G * DVP^2}{404.25}$$

$$L = \frac{1.285 * (61.876)^2}{404.25}$$

$$L = 12.170\,m$$

L < DVP

Se Propone una longitud de curva de 60 m

60 m < 61.876 m O.K

4.- Estaciones.

Est. PIV = 0 + 120

La curva que se diseña es simétrica, por tanto:

$$Est\ PCV = Est.PIV - \frac{L}{2}$$

$$Est\ PTV = Est.PIV + \frac{L}{2}$$

Entonces la longitud de cada rama es:

$Lr = \frac{L}{2} Lr = \frac{60\,m}{2}$, *L = 30 m*

$Est\ PCV = 0 + 120 - 30\,m$

Est. PCV = 0 + 090

$Est\ PTV = 0 + 120 + 30\,m$

$Est\ PTV = 0 + 150$

5.- Elevaciones.

Elev. PIV = 369.71

$Elev\ PCV = Elev.PIV - P1 * Lr$

Elev. PCV = 369.71 – (-0.048)(30) $\boxed{\textit{Elev. PCV = 371.15m.}}$

$Elev\ PTV = Elev.PIV + P1 * Lr$

Elev. PTV = 369.71 + (-0.06085)(30) $\boxed{\textit{Elev. PTV = 367.885m.}}$

6.- Cálculo de las ordenadas. Los resultados serán iguales para ambas ramas ya que la curva es simétrica.

$$e = \frac{(p2 - p1)}{2L} * Li * Ld$$

$$e = \frac{(-0.06085 - (-0.048))}{2(60)} * 30 * 30 = -0.0964$$

Ordenada vertical V_{id}

$$Vi = \frac{(p2 - p1)}{2L} * \frac{Ld}{Li} * Xi^2$$

$$Vd = \frac{(p2 - p1)}{2L} * \frac{Li}{Ld} * Xd^2$$

$$Vi = \frac{(0.06085 - 0.048)}{2(60)} * \frac{30}{30} * Xi^2$$

$Vi=0.000107\ Xi^2$

Ejemplo para X=10 m

Vi,d= 0.0107 m

7.- Cálculo de las elevaciones sobre tangente.

Para la rama izquierda:

$E\ s/t = Elev.PCV + Pi * Xi$

$$E\frac{s}{t} = 371.15 + (-0.048 * Xi)$$

Nota: la pendiente se toma negativa ya que la tangente va en sentido descendente tomando como punto de referencia el PCV

Ejemplo cuando *X= 10 m*

$$E\frac{s}{t} = 371.15 + (-0.048 * 10)$$

$Ex_{s/t}$ *= 370.67m*

Para la rama derecha:

$$E\frac{s}{t} = Elev.PTV + Pd * Xd$$

$$E\frac{s}{t} = 367.885 + (0.06085) * Xd$$

Nota: la pendiente se toma positiva ya que la tangente va en sentido ascendente tomando el punto de referencia el PTV

Ejemplo cuando X = 10 m

$$E\frac{s}{t} = 367.885 + (0.06085) * (10)$$

$Ex_{s/t}$ *= 368.494 m*

8.- Cálculo de las elevaciones sobre la curva.

$$E\frac{s}{c} = E\frac{s}{t} + Vi, d$$

Ejemplo para la rama izquierda:

X= 10

$$E\frac{s}{c} = E\ s/t + Vi$$

$$E\frac{s}{c} = 370.670 - 0.0107$$

$E_{s/c}$ *= 370.659m*

Ejemplo para la rama derecha:

X= 10

$$E\frac{s}{c} = E\ s/t + Vd$$

$$E\frac{s}{c} = 368.494 - 0.0107$$

$E_{s/c}$ *= 368.483 m*

<u>Curva Vertical 2.</u>

Datos:

V = 50 KPH P_i = -14.642%

Est. PIV = 0+440 P_d = -2.324%

Elev. PIV = 336.410 m

1.- Diferencia algebraica de las pendientes.

$G = \left(-2.324 - (-14.642)\right) = 12.318\%$ ||*G =12.318 %.*||

Es necesario diseñar la curva vertical ya que *G = //**12.318%**// **>** 0.5%*por otro lado, la curva está en COLUMPIO, porque *A* es positiva.

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

$$DVP = 0.278 * 50\frac{Km}{h} * 2.5seg + \frac{(50\frac{Km}{h})^2}{254\,(0.35 + 0.12318)}$$

$$DVP = 55.551\,m$$

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

$$L = \frac{G * DVP^2}{120 + 3.5 * DVP}$$

$$L = \frac{12.318 * (55.551)^2}{120 + 3.5 * 55.551}$$

$$L = 120.893\,m$$

L > DVP

Se Propone una longitud de curva de 160 m

160 m > 55.551 m Ok

4.- Estaciones.

Est. PIV = 0 + 440

La curva que se diseña es simétrica, por tanto:

$$Est\ PCV = Est.PIV - \frac{L}{2}$$

$$Est\ PTV = Est.PIV + \frac{L}{2}$$

Entonces la longitud de cada rama es:

$Lr = \frac{L}{2} Lr = \frac{160\ m}{2}$, *L = 80 m*

$Est\ PCV = 0 + 440 - 80\ m$

Est. PCV = 0 + 360

$Est\ PTV = 0 + 440 + 80\ m$

$Est\ PTV = 0 + 520$

5.- Elevaciones.

Elev. PIV = 336.41

$Elev\ PCV = Elev.PIV + P1 * Lr$

Elev. PCV = 336.41 + (0.14642)(80) $\boxed{\textit{Elev. PCV = 348.124m.}}$

$Elev\ PTV = Elev.PIV + P1 * Lr$

Elev. PTV = 336.41 + (-0.02324)(80) $\boxed{\textit{Elev. PTV = 334.551m.}}$

6.- Cálculo de las ordenadas. Los resultados serán iguales para ambas ramas ya que la curva es simétrica.

$$e = \frac{(p2 - p1)}{2L} * Li * Ld$$

$$e = \frac{(-0.02324 - (-0.14642))}{2(160)} * 80 * 80 = 2.464$$

Ordenada vertical $V_{i,d}$

$$Vi = \frac{(p2 - p1)}{2L} * \frac{Ld}{Li} * Xi^2$$

$$Vd = \frac{(p2 - p1)}{2L} * \frac{Li}{Ld} * Xd^2$$

$$Vi = \frac{(-0.02324 - (-0.14642)}{2(160)} * \frac{80}{80} * Xi^2$$

Vi=0.0003849 Xi^2

Ejemplo para X=10 m

Vi,d= 0.0385 m

7.- Cálculo de las elevaciones sobre tangente.

Para la rama izquierda:

$$E\ s/t = Elev.PCV + Pi * Xi$$

$$E\frac{s}{t} = 348.124 + (0.14642 * Xi)$$

Nota: la pendiente se toma positiva ya que la tangente va en sentido ascendente tomando como punto de referencia el PCV

Ejemplo cuando *X= 10 m*

$$E\frac{s}{t} = 348.124 + (-0.14642 * 10)$$

$E_{s/t}$ *= 346.659 m*

Para la rama derecha:

$$E\frac{s}{t} = Elev.PTV + Pd * Xd$$

$$E\frac{s}{t} = 334.551 + (0.02324) * Xd$$

Nota: la pendiente se toma negativa ya que la tangente va en sentido descendente tomando como punto de referencia el PTV

Ejemplo cuando X = 10 m

$$E\frac{s}{t} = 334.551 + (0.02324) * (10)$$

$E_{s/t}$ = *334.783 m*

8.- Cálculo de las elevaciones sobre la curva.

$$E\frac{s}{c} = E\frac{s}{t} + Vi, d$$

Ejemplo para la rama izquierda:

X= 10

$$E\frac{s}{c} = E\ s/t + Vi$$

$$E\frac{s}{c} = 346.659 + 0.0385$$

$E_{s/c}$ = *346.698 m*

Ejemplo para la rama derecha:

X= 10

$$E\frac{s}{c} = E\ s/t + Vd$$

$$E\frac{s}{c} = 334.783 + 0.0385$$

$E_{s/c}$ = *334.822 m*

7.4.3. Cuadro resumen de las curvas verticales

Tabla 7.8

N° de Curva	TIPO DE CURVA	P1 %	P2%	ΔP	G	d1	d2	DVP	L.C. calculada	L.C. De Diseño	K
1	crest	-4.800	-6.085	-1.285	1.285	34.750	27.126	61.876	12.170	60.000	46.693
2	crest	-6.085	-11.171	-5.086	5.086	34.750	24.554	59.304	44.247	60.000	11.797
3	crest	-11.171	-14.642	-3.471	3.471	34.750	25.584	60.334	31.256	40.000	11.524
4	columpio	-14.642	-2.324	12.318	12.318	34.750	20.801	55.551	120.893	160.000	12.989
5	columpio	-2.324	-2.278	0.046	0.046	34.750	28.085	62.835	0.534	0.000	0.000
6	crest	-2.278	-10.116	-7.838	7.838	34.750	22.976	57.726	64.610	60.000	7.655
7	crest	-10.116	-17.621	-7.505	7.505	34.750	23.156	57.906	62.252	60.000	7.995
8	crest	-17.621	-20.311	-2.690	2.690	34.750	26.114	60.864	24.651	80.000	29.740

Fuente: Propia

Tabla 7.9

N° de Curva	EST. PCV	ELEV. PCV	EST. PIV	ELEV. PIV	EST. PTV	ELEV. PTV
1	90	371.15	120	369.71	150	367.885
2	220	363.6255	250	361.8	280	358.449
3	300	356.2142	320	353.98	340	351.052
4	360	348.1236	440	336.41	520	334.551
5	670	331.0934	700	330.41	730	327.375
6	750	325.3548	780	322.32	810	317.034
7	870	306.4584	910	299.41	950	291.286

Fuente: Propia

Tabla 7.10

N° de Curva	Lr	e	Vi,d	Xi	Xi^2	V10	Elev. Sobre Tangente		Elev. Sobre la Curva	
							BI	BD	BI	BD
1	30	-0.096375	-0.000107	10	100	-0.0107	370.67	368.494	370.659	368.4833
2	30	-0.38145	-0.000424	10	100	-0.0424	363.017	359.566	362.975	359.5236
3	20	-0.17355	-0.000434	10	100	-0.0434	355.097	352.516	355.054	352.4726
4	0			10	100	0	332.228	332.688	332.228	332.688
5	30	-0.58785	-0.000653	10	100	-0.0653	330.866	328.387	330.801	328.3217
6	30	-0.562875	-0.000625	10	100	-0.0625	324.343	318.796	324.281	318.7335
7	40	-0.269	-0.000168	10	100	-0.0168	304.696	293.317	304.679	293.3002

Fuente: Propia

CAPITULO 8: ESPECIFICACIONES TÉCNICA DEL PROYECTO

8.1. Introducción

Al realizar un análisis presupuestario de una obra el Ingeniero deberá dar respuesta a dos preguntas básicas. ¿Cuánto costará la obra?, ¿Cuánto tiempo se invertirá en su realización? Para contestar a ello, el ingeniero deberá separar dos clases de presupuestos:

1. Presupuesto de costo.
2. Presupuesto de tiempo.

Del presupuesto de costos se deducen conclusiones a cerca de rentabilidad, posibilidad y conveniencia de ejecución de la obra. Para ello debe coincidir el presupuesto de costo con el costo real de ejecución. Esto se logra haciendo análisis minucioso de la toma de datos de los planos, tratando de no omitir ni el más mínimo detalle porque por pequeño que éste fuera siempre se reflejará al final. De ahí la importancia que tiene el cálculo de Take Off, el cual consiste en determinar volúmenes y cantidades de materiales pertenecientes a cada una de las etapas que integran la obra.

El presupuesto de tiempo consiste en el cálculo del tiempo de ejecución de la obra, este es un factor importante a tomar en cuenta por que al momento que la obra se retrase en el calendario de ejecución perjudicará económicamente al contratista.

A continuación se presenta un ejemplo del cálculo de los volúmenes de tierra en las figura 8.1 y 8.2 se presentan las secciones transversales de los estacionamientos 0+000 y 0+010 de la calle, en la cual se tienen los niveles de terreno natural y de carpeta tanto a los extremos como al centro de la calle. Los pasos a seguir para la determinación del volumen entre los estacionamientos son los siguientes:

- Se determina el área de corte o relleno de cada sección. En la figura 8.1 se observa que en la estación 0+000 el nivel del terreno natural se encuentra por

encima del de la carpeta, por lo que en esa sección se realizará un corte de terreno. De igual manera se calcula el área para la estación 0+010

- Una vez determinada el área se prosigue a determinar el promedio de ellas, tomando en cuenta que para la suma algebraica de estas el corte de terreno se considera positivo y de relleno se considera negativo
- Una vez determinada el área promedio, se calcula el volumen para el estacionado multiplicando el área promedio por la longitud de las estaciones.

Como puede observarse este trabajo es repetitivo por lo que se usó el programa Landesktop 2004 para realizar estos cálculos más rápido. En las tablas de la sección anexos 7. Se presentan los cálculos de los volúmenes de tierra para la vía en estudio.

Para el calculo de los volúmenes de corte y relleno para la sub-rasante se utilizó el programa Landesktop 2004, este va calculando los volúmenes por estación en recta a cada 10.00 metros lineales y en curvas a cada 2.50 metros lineales. Se utilizó para el factor de abundamiento 1.25, y el factor de enjuntamiento 1.25 estos factores son para el volumen compensado de la subrasante. El volumen de corte sin abundar es de 2,448.283 m3 y abundado es de 3,060.354 m3, y el volumen de relleno sin el factor de enjuntamiento es de 651.916 m3 y con el factor de enjuntamiento es de 814.895 m3

Para el material selecto del banco de préstamo Rufo Arévalo se utilizó un factor de enjuntamiento de 1.30 el volumen para la Sub-base sin el factor de enjuntamiento es de 989.80 m3 y con el factor es de 1,286.74 m3, el volumen para la base sin el factor de enjuntamiento es de 777.70 m3 y con el factor es de 1,011.01 m3

Figura 8.1

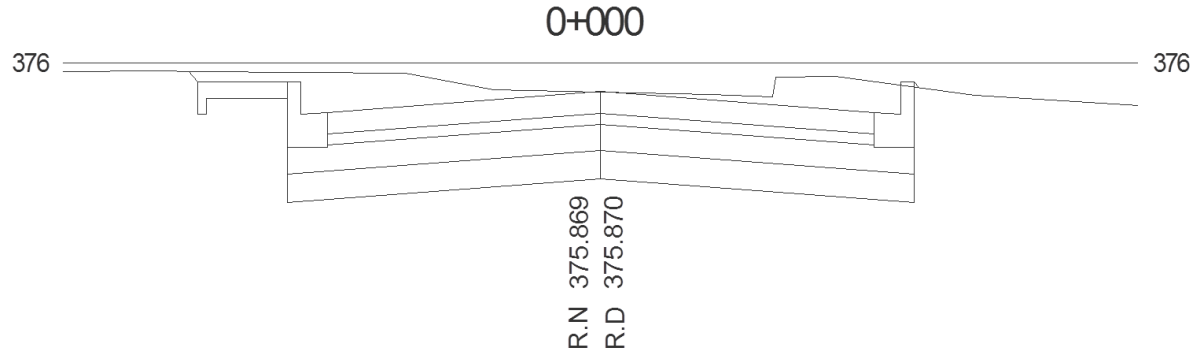
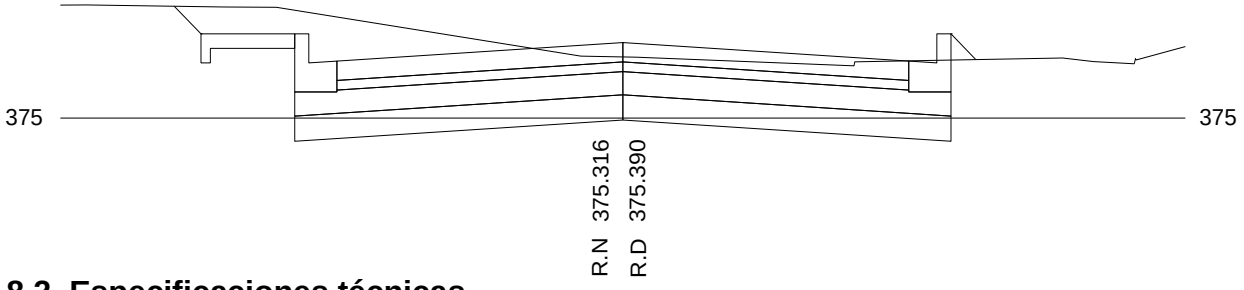


Figura 8.2

0+010



8.2. Especificaciones técnicas

PRELIMINARES

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.

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.

En la oficina temporal quedará el libro de bitácora. Y no podrá ser sacado fuera de ella cuando el Proyecto esté en ejecución. En el caso que no haya oficina temporal, será el supervisor el que decidirá donde permanecerá el libro de Bitácora.

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 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 lugar que indique el Supervisor.

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, 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.

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 cuido del mismo.

MOVIMIENTO DE TIERRA

Pipa para regar material de excavación o material de relleno para evitar tolvaneras: Esta actividad será apropiada para proyectos donde hay excavación en zanjas, pasando mucho tiempo abiertas, o suelos sueltos esperando su remoción o traslado.

El suelo excavado de no ser colocado o desalojado; será regado con pipa cada 2.50 horas, teniéndolo empapado para evitar que el viento haga tolvaneras que cree problemas a los vecinos del lugar.

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:

- ✓ Preparación y limpieza del sitio.
- ✓ Trazo y Nivelación
- ✓ Corte y excavación.
- ✓ Nivelación y Conformación Compactada.
- ✓ Explotación de los Bancos de Materiales.
- ✓ Rellenos y Compactación del Material Selecto.
- ✓ Limpieza y Acarreo del material de desecho.

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.

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.

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.

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 modificado. 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 modificado donde se construirá el Adoquinado, antes de proceder a realizar los rellenos con material selecto compactado.

Explotación del Banco: El banco de material a utilizar será:
Material selecto: Banco Rufo Arévalo

El CONTRATISTA realizará los arreglos que sean necesarios con el dueño del predio donde se encuentre ubicado el banco de material seleccionado, para adquirir los derechos de explotación del mismo, 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.

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 abundamiento y enjuntamiento 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.

Relleno: El material selecto a usarse en los rellenos será del banco indicado, 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 debe compactarse en capas uniformes no mayores a 15 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 Modificado, 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 Modificado.

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 Modificado, 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, la compactación y la nivelación definitiva para dejar un trabajo de terrecería de primera calidad.

La supervisión efectuará pruebas de compactación en cada capa terminada de fondo de sub-rasante 95% Proctor Modificado; Sub-base 95% Proctor Estándar; Base 98% Proctor Modificado, 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 prejuicio 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.

Estructura y Carpeta de Rodamiento: El material para la base corresponde al material del banco “Rufo Arévalo”. La estructura de la carpeta de rodamiento será la siguiente:

- ✓ Sub-Base 14 Centímetros
- ✓ Base: 11 Centímetros de espesor.
- ✓ Arena: 5 Centímetros
- ✓ Adoquín: 10 Centímetros

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.

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

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.

Calles con Pavimento de Adoquín.

a) - Materiales a utilizar:

- Arena Motastepe.
- Arena Fina Motastepe
- Adoquín y ½ adoquín (de 3,500 PSI)
- 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.

d) – 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 ser Motastepe, como la que se usa para el concreto, pasada por una malla # 4 o zaranda de 2x2 (con huecos de 1x1 centímetro de ancho), para quitarle cualquier sobre tamaño que contenga.

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 2.5x2.5 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 (donde 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 asentarlo se recuesta a tope con los adoquín vecinos ya instalado, 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 3 a 5 milímetros.

e.4 – El ajuste del adoquín, tanto vertical como horizontal, deberá realizarse mediante golpes, utilizando para esto un martillo o mazo de 4 libras 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 de dejar el bordillo en 10 cm para permitir el acceso de vehículos.

Cunetas: Las cunetas serán de Concreto de 3,500 PSI. Las cunetas tendrán repello y fino integral con piqueteo loco, 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^3:

Vigas Longitudinales para Adoquinado: Las vigas de remate deberán ser de concreto simple de 2,500 PSI, y manteniendo los niveles superiores de la rasante de la calle o área de pavimento con las dimensiones siguientes 7.5 cm de ancho y 15 cm de profundidad.

Se utilizará una proporción de 1:2:3 con la siguiente dosificación por m^3:

Viga Transversal para Adoquinado: Considerando que el confinamiento del adoquinado es esencial para su funcionamiento, se construirán vigas transversales con dimensiones de 22 x 30 centímetros entre los adoquines, estas deberán de ser de concreto simple de 3,500 PSI.

El curado será tres veces diario durante 7 días consecutivos. El tránsito no podrá ser abierto como minino 14 días después de concluido el trabajo, 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 vigas, de manera que no sea sometido a cargas antes de su período de endurecimiento.

En caso de no contar con un desvío, se construirán las vigas por banda y se cerrara el paso en esa banda por lo menos 7 días para el curado de la viga. Y luego se construirá en la otra banda de igual manera.

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 dé 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.

SEÑALIZACION 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.

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.

Tabla 8.1

MATRIZ DE IDENTIFICACION DE IMPACTOS

				ACTIVIDADES DEL PROYECTO												
				DISEÑO		EJECUCION								OPERACIÓN		
		FACTORES DEL MEDIO	IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES	Visita in situ, entrevistas, recopilación y análisis de información	Redacción del documento final del diseño del proyecto	movimiento de equipos maquinarias y pers	instalación y operación de campamentos y planteles	remoción de cercas	Abra y destronques	explotación de bancos de materiales	Movimiento de tierra	extracción de agua para el proyecto	Señalización vial	puesta en servicio de la vía y trafico	manto de la superficie de rodamiento	revegetación
MEDIO	FISICO	TERRESTRE	Taludes inestables													
			procesos erosivos													
			contaminación del suelo													
		ATMOSFERA	ruidos													
			polvo y gases													
		HIDROLOGIA	disminución en la calidad del agua													
			sedimentación													
		PERCEPTUAL	alteración de la estructura paisajística													
	BIOTICO	FLORA	perdida de cobertura vegetal													
			destrucción directa de la vegetación													
		FAUNA	destrucción del hábitat													
			atropellamiento de la fauna													
	SOCIOECONOMICO Y CULTURAL	DESARROLLO ECONOMICOS, SERVICIOS Y PATRIMONIO	generación de empleo													
			mejoría familiar													
			afectación con a la propiedad privada													
			accidente y conflicto laboral													
			inconformidad e inseguridad peatonal													
			apoyo a producción													
			uso de terrenos privados													

Fuente: Propia

Impacto Negativo

Impacto Positivo

Tabla 8.2

Plan de gestión ambiental.

Etapa.	Actividad.	Medidas Ambientales.	Responsable de cumplimiento.	Observación.
Diseño.	**Reubicación de viviendas.**	Durante el levantamiento de información de campo no se identifican viviendas dentro del derecho de vía a ser reubicadas.	Equipo consultor a cargo del diseño.	Aplica únicamente a la fase de diseño.
	Remoción de cercas.	En visitas de campo se comprobó que no existen, dentro del derecho de vía, cercas a ser afectadas.		Involucra las fases de diseño y construcción.
		Limitarse en lo establecido como derecho de vía para posible restituciones.		
		Si se presentan casos de afectación a cercas producto de cambios de en la vía se deberá usar postes prendedizos para establecer cercas vivas, entre estos: madero negro, jiñocuabo, jocote o chilamate.		
Construcción.	**Establecimiento de campamento y plantel.**	Negociación con el propietario del área con un compromiso de arriendo entre el contratista y el dueño.	Contratista con aprobación de autoridades y supervisión.	Previo al establecimiento.
		Contar con el visto bueno tanto de autoridades locales como nacionales con presencia en el Municipio o Departamento		
		Colocar señalización y rótulos alusivos a seguridad, acceso, y protección ambiental, además de restringir el acceso a personas ajenas al Proyecto.		
		Taller de capacitación al personal, con temas de manejo de desechos, protección ambiental, seguridad ocupacional y seguridad personal.		
		Un segundo taller de refuerzo con un margen de tiempo de al menos cinco meses y valorar la necesidad de incluir nuevos temas.		
		El contratista debe elaborar un plano de distribución del sitio que incluya el total del área a ocupar, con toda la información necesaria.		
		La actividad debe limitarse única y exclusivamente a las áreas y sitios dentro del derecho de vía detallados en los planos constructivos.		

Tabla 8.3
Plan de gestión ambiental.

Construcción.	**Abra y Destronque.**	Evitar el corte innecesario de árboles de valor biológico, si esto es inevitable se debe contar con la autorización correspondiente, para lo cual el contratista deberá informar y gestionar ante la autoridad correspondiente el permiso de corte.	Contratista y Supervisión.	Al inicio de actividades constructivas.
	Movimientos de Tierra.	Todo movimiento de tierra se debe ajustar a lo indicado en los planos constructivos.	Contratista y Supervisión.	Durante todo la etapa de construcción.
		Para el caso de movimientos de tierra sobre la vía se debe considerar la aplicación de riego, sobre todo en la época de verano.		
		El equipo debe estar en óptimas condiciones de funcionamiento, cumpliendo las regulaciones establecidas para emisiones vehiculares.		
		Garantizar la presencia de reguladores de tráfico durante las horas de trabajo del equipo.		
	Cortes y Rellenos.	Adoptar taludes de inclinación uniforme, considerando la estabilidad del suelo, los trazados adecuados serian 1:1 o 1:1.5 dependiendo de las alturas de cortes en laderas.	Contratista y Supervisión.	Durante toda la etapa de construcción.
		Durante las visitas de campo se constato que no existen sitios en donde se requiera grandes cortes o rellenos.		
		El constructor se deberá regir por lo presentado en los planos constructivos para realizar esta actividad.		
	Bancos de Materiales.	El contratista debe gestionar y negociar con el propietario del banco el derecho de explotación, los que serán redactados en un documento que estipule los compromisos adquiridos.	Contratista, Supervisión y Dueño del Proyecto.	Durante toda la etapa de construcción.
		El contratista en coordinación con el dueño del Proyecto deberá presentar a las autoridades pertinentes la solicitud con un plan de explotación de los bancos y obtener los permisos ambientales correspondientes.		

Tabla 8.4
Plan de gestión ambiental.

Construcción.	**Bancos de Materiales.**	Al momento de la explotación todo material de descapote debe ser almacenado para ser reincorporado al momento del cierre del banco.	Contratista, Supervisión y Dueño del Proyecto.	Durante toda la etapa de construcción.
		Se evitara el corte de árboles de interés biológico, si esto es inevitable se deberá obtener los permisos para corte de la autoridad correspondiente,		
		Como medida compensatoria, se procederá al final de la explotación a reforestar las áreas afectadas, la que estará en dependencia del número de árboles tumbados.		
		La explotación debe limitarse a los volúmenes planificados en los planos constructivos.		
	Áreas de Botaderos.	Identificar alternativas de sitios de botaderos para seleccionar los más adecuados y someterlos a la Supervisión del proyecto para su verificación y aprobación.	Contratista, Supervisión y Dueño del Proyecto.	Durante toda la etapa de construcción.
		Se debe contar con la autorización por escrito entre el propietario y el constructor indicando los términos para el uso del área.		
		Todo material depositado deberá ser reconformado de acuerdo a la topografía existente.		
		Los sitios seleccionados como botaderos no deberán estar próximos a cuerpos de agua, áreas pobladas o infraestructura de servicio social.		
	Mano de Obra.	Incentivar la contratación de mano de obra local en las actividades que no requieren especialización, si se dispone de profesionales con experiencia en construcción de caminos que residan en el casco urbano esta contratación debe ser considerada.	Contratista.	
	Bienes y Servicios.	Esta depende de la necesidad de servicios que requieren los trabajadores de la obra o de bienes que se requieren para su ejecución.	Contratista.	

8.3. Planificación del proyecto

8.3.1. Memoria de cálculo de las cantidades de obra y presupuesto detallado

MEMORIA DE CALCULO DE PRESUPUESTO DE ADOQUINADO

NANDASMO, MASAYA-NICARAGUA

Cantidades de obra:

Longitud total de calle del proyecto	1010	ml
Longitud total de calle a adoquinar	1010	ml
Ancho de la Seccion Transversal	7.00	ml
Ancho de Carril	6.10	ml
Area a adoquinar	6,161.00	m^2
Ml de cunetas:	*2,020.00*	*ml*
Base de material selecto:	0.12	m
Sub base de material selecto:	0.13	m
Material p/relleno Compacto	1,767.50	m³
Material p/relleno Abundado	2,297.75	m³
Explotacion Banco/Prestamo	*2,297.75*	*m³*
Conformacion y compact	*7,070.00*	*m^2*
Acarreo de material Sobrante	*2,245.46*	*m³*

Etapa :	**250**	**PRELIMINARES**	
Sub Etapa : 01	**Trazo y Nivelacion**	m² =	7070

1) Nivelacion para adoquinado:	**6,161.00**	**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 0.50 m (long) a/c 10.00 ml ambas bandas

Long. De calles: **1,010.00** **Total piezas: 202** 75

25 Cuartones X 3 equivalen a 75 cuartones de 2x2x5 vrs

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	75.00	90.00	6,750.00
				C$ 6,990.00

B. **TRANSPORTE**:			
75.00	(Cuartones de 2"x2"x5 Vrs) x	C$ 2.50	C$ 187.50

Total= C$ 187.50

COSTO DE MANO DE OBRA :

Descripción	U.M.	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Nivelacion para adoquinado	m2	6161.00	1.46	8995.06
				C$ 8,995.06

RESUMEN

COSTO DE MATERIALES :	**C$ 6,990.00**
COSTO DE MANO DE OBRA :	**C$ 8,995.06**
TRANSPORTE:	**C$ 187.50**
COSTO UNITARIO :	**C$ 2.62**
COSTO TOTAL:	**C$ 16,172.56**

2) Nivelacion para cunetas:

Las niveletas se colocarán a cada 10 ml y con un factor de uso de 3

N° de niveletas = (distancia total de cunetas/10)+1 =	68	niveletas	
	3	(factor de uso)	**niveletas**

A) MATERIALES

Para 1 niveleta sencilla

Nota: El desperdicio va incluido en los materiales.

1 lb de clavos de 2" tiene	clavos	245
1 lb de clavos de 1" tiene	clavos	560

			Longitud	Total Vrs
Pino de 2"x 2"	pza	2.00	0.50	80.92
Pino de 1"x 3"	pza	1.00	0.60	48.55
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
Cuartones de 2"x2"x4vrs	pza	20.00	90.00	1800
Reglas de 1"x3"x4vrs	pza	12.00	27.00	324
Clavos de 2"	lb	3.33	25.00	83.27
Clavos de 1"	lb	2.50	25.00	62.45
				C$ 2,269.71

B. **TRANSPORTE**:

32.00 (Unidades) x C$ 2.50 C$ 80.00

Total= C$ 80.00

COSTO DE MANO DE OBRA :

Costo Mano de Obra p/niveleta: C$ 12.00

Costo total mano de obra: C$ 816.00

RESUMEN

COSTO DE MATERIALES :	**C$ 2,269.71**
COSTO DE MANO DE OBRA :	**C$ 816.00**
TRANSPORTE:	**C$ 80.00**
COSTO UNITARIO :	**C$ 0.45**
COSTO TOTAL:	**C$ 3,165.71**

Sub Etapa : 02 **Hacer batea de 2,5 vrs x 2,5vrs**

N° Bateas : 2.00

MATERIALES

Para 1 batea

Nota: El despedicio va incluido en los materiales.

Pino de 1"x10"x5 vrs	pza	4.00	
Pino de 1"x12"x5vrs	pza	2.00	1 lb de clavos de 2" tiene 245 clavos
Pino de 2"x2"x5 vrs	pza	2.00	1 lb de clavos de 2 1/2" tiene 80 clavos
Pino de 1"x3"x5 vrs	pza	2.00	1 lb de clavos de 3" tiene 60 clavos
Clavos de 2"	c/u	80.00	1 lb de clavos de 1.5" tiene 315 clavos
Clavos de 3"	c/u	48.00	

Descripción	U.M.	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Tablas de 1"x10"x5 vrs	pza	8.00	230.00	1840.00
Tablas de 1"x12"x5 vrs	pza	4.00	280.00	1120.00
Cuartones de 2"x2"x5 vrs	pza	4.00	90.00	360.00
Reglas de 1"x3"x5 vrs	pza	4.00	75.00	300.00
Clavos de 2"	lb	0.65	25.00	16.33
Clavos de 3"	lb	1.80	30.00	54.00
TOTAL				**3,690.33**

TRANSPORTE:			
20.00	(Tablas, reglas y Cuartones) x	C$ 5.00	C$ 100.00
2.45	(clavos) x =	C$ 0.50	C$ 1.23
		Total	C$ 101.23

MANO DE OBRA

Costo Mano de Obra/ batea: C$ 250.00

Costo total mano de obra: C$ 500.00

COSTO DE MATERIALES :	**C$ 3,690.33**
COSTO DE MANO DE OBRA :	**C$ 500.00**
COSTO UNITARIO:	**C$ 2,145.78**
TRANSPORTE:	**C$ 101.23**
COSTO TOTAL:	**C$ 4,291.55**

Sub Etapa : 03 **Hacer zaranda de 1.80 x 1,20 m**

Nº de Zarandas : 2.00

MATERIALES

Para 1 zaranda
Nota: El despedicio va incluido en los materiales.

Malla Nº 4	ml	2.00
Pino de 1"x 2"x5vrs	pza	3.00
Clavos de 2"	Unid	12.00
Clavos de 1.5"	Unid	60.00

Descripción	U.M.	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Pino de 1"x 2"x5vrs	pza	6.00	40.00	240.00
Clavos de 2"	lb	0.10	25.00	2.45
Clavos de 1.5"	lb	0.38	30.00	11.43
Malla #4	ml	4.00	45.00	180.00
TOTAL				**433.88**

COSTO DE MANO DE OBRA :

Costo de mano de obra por zaranda: C$ 120.00

Costo total mano de obra: **C$ 240.00**

TRANSPORTE:

6.00	(Reglas) X	C$ 5.00	C$ 30.00
0.10	(clavos) x	C$ 0.50	C$ 0.05
4.00	ml (malla) x	C$ 0.50	C$ 2.00
			C$ 32.05

COSTO DE MATERIALES :	**C$ 433.88**
COSTO DE MANO DE OBRA :	**C$ 240.00**
TRANSPORTE:	**C$ 32.05**
COSTO UNITARIO:	**C$ 352.96**
COSTO TOTAL:	**C$ 705.93**

Sub Etapa :	04	Replanteo topográfico

Longitud de replanteo ml = 1010 ml

Costo Mano de Obra /ml C$ 4.50
Costo total mano de obra: C$ 4,545.00

COSTO DE MANO DE OBRA :	**C$ 4,545.00**
COSTO UNITARIO :	**C$ 4.50**
COSTO TOTAL:	**C$ 4,545.00**

Sub Etapa :	05	Hacer rótulo del proyecto

Rotulo Cantidad = 2
Costo de Material C$ 6,000.00

Costo total mano de obra: C$ 900.00

COSTO DE MATERIAL :	**C$ 12,000.00**
COSTO DE M/O:	**C$ 1,800.00**
TRANSPORTE	**C$ 1,000.00**
COSTO UNITARIO :	**C$ 7,400.00**
COSTO TOTAL:	**C$ 14,800.00**

Sub Etapa :	7	Instalar rótulo

Costo Mano de Obra /instalar rótulo C$ 600.00
Costo total mano de obra: C$ 600.00

COSTO DE MANO DE OBRA :	**C$ 600.00**
COSTO UNITARIO :	**C$ 600.00**
COSTO TOTAL:	**C$ 600.00**

ETAPA:	260	MOVIMIENTO DE TIERRA

SUB ETAPA

1.- DESCAPOTE CON MOTONIVELADORA 120 H

RENTA HORARIA	US$	50.00	NORMA /HR/M^3	200.00
RENDIMIENTO	M^2/H	180.00	FACTOR REND.	90.00%
ANALISIS	M^2	7,070.00	TCO=	C$ 23.60
DURACION	HORAS	39.28	Fecha:	30/06/2010

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	US$/HORA	HORAS	TOTAL
OPERADOR	1.00	3.25	39.28	127.65
AYUDANTE	1.00	0.96	39.28	37.71
PRESTACIONES SOCIALES			18.50%	30.59
SUBTOTAL				**195.95**

VIATICOS

CONCEPTO	TRABAJ.	US$/DIA	DIAS	TOTAL
VIATICOS	2.00	5.12	6.55	67.03
SUBTOTAL				**67.03**
SUBTOTAL M/O Y VIATICOS				**262.99**

EQUIPO

DESCRIPCION	CANTIDAD	US$/HORA	HORAS	TOTAL
MOTONIVELADORA	1.00	50.00	39.28	1,963.89
TOTAL EQUIPO				**1,963.89**
TOTAL GENERAL				**$2,226.87**
TOTAL GENERAL				**C$ 53,222.29**

ANALISIS DE COSTO UNITARIO

DESCRIPCION		TOTAL GRAL.	ANALISIS	COSTO/M^2
COSTO UNITARIO DIRECTO		53,222.29	7,070.00	7.53
FACTOR DE SOBRECOSTO	1.33			2.48
COSTO UNITARIO TOTAL				**C$ 10.01**

2.- ACOPIO DE MATERIAL DE CORTE CON TRACTOR D8

RENTA HORARIA	US$	50.00	NORMA /HR/M^3	120.00
RENDIMIENTO	M^3/H	108.00	FACTOR REND.	90.00%
ANALISIS	M^3	3,060.35		
DURACION	HORAS	28.34		

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	US$/HORA	HORAS	TOTAL
OPERADOR	1.00	3.25	28.34	92.09
AYUDANTE	1.00	0.96	28.34	27.20
PRESTACIONES SOCIALES			18.50%	22.07
	2.00			
SUBTOTAL				**141.37**

VIATICOS

CONCEPTO	TRABAJ.	US$/DIA	DIAS	TOTAL
VIATICOS	2.00	5.12	4.72	48.36
SUBTOTAL				**48.36**
SUBTOTAL M/O Y VIATICOS				**189.73**

EQUIPO

DESCRIPCION	CANTIDAD	US$/HORA	HORAS	TOTAL
TRACTOR	1.00	50.00	28.34	1,416.83
TOTAL EQUIPO				**1,416.83**
TOTAL GENERAL				**$1,606.56**
TOTAL GENERAL				**C$ 38,396.76**

ANALISIS DE COSTO UNITARIO

DESCRIPCION		TOTAL GRAL.	ANALISIS	COSTO/M^3
COSTO UNITARIO DIRECTO		38,396.76	3,060.35	12.55
FACTOR DE SOBRECOSTO	1.33			4.14
COSTO UNITARIO TOTAL				**C$ 16.69**

3.- CARGAR DE MATERIAL DE CORTE CON CARGADOR FRONTAL

RENTA HORARIA	US$	65.00	NORMA /HR/M^3	120.00
RENDIMIENTO	M^3/H	105.00	FACTOR REND.	87.50%
ANALISIS	M^3	2,245.46		
DURACION	HORAS	21.39		

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	US$/HORA	HORAS	TOTAL
OPERADOR	1.00	3.25	21.39	69.50
AYUDANTE	1.00	0.96	21.39	20.53
PRESTACIONES SOCIALES			18.50%	16.66
	2.00			
SUBTOTAL				**106.69**

VIATICOS

CONCEPTO	TRABAJ.	US$/DIA	DIAS	TOTAL
VIATICOS	2.00	5.12	3.56	36.50
SUBTOTAL				**36.50**
SUBTOTAL M/O Y VIATICOS				**143.19**

EQUIPO

DESCRIPCION	CANTIDAD	US$/HORA	HORAS	TOTAL
GARGADOR FRONTAL	1.00	65.00	21.39	1,390.05
TOTAL EQUIPO				**1,390.05**
TOTAL GENERAL				**$1,533.23**
TOTAL GENERAL				**C$ 36,644.24**

ANALISIS DE COSTO UNITARIO

DESCRIPCION		TOTAL GRAL.	ANALISIS	COSTO/M^3
COSTO UNITARIO DIRECTO		36,644.24	2,245.46	16.32
FACTOR DE SOBRECOSTO	1.33			5.39
COSTO UNITARIO TOTAL				**C$ 21.70**

4.- ACARREO MATERIAL SOBRANTE A 2.58 KM

RENTA HORARIA	US$	45.00	NORMA /HR/M^3	12.00
RENDIMIENTO	M^3/H	12.00	FACTOR REND.	100.00%
ANALISIS	M^3	2,245.46	No. Camiones	5
DURACION	HORAS	37.42		

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	US$/HORA	HORAS	TOTAL
CONDUCTORES	5.00	2.50	37.42	467.80
PRESTACIONES SOCIALES			18.50%	86.54
SUBTOTAL	**5.00**			**554.35**

VIATICOS

CONCEPTO	TRABAJ.	US$/DIAS	DIAS	TOTAL
VIATICOS	5.00	5.12	6.24	159.68
SUBTOTAL				**159.68**
SUBTOTAL M/O Y VIATICOS				**714.02**

EQUIPO

DESCRIPCION	CANTIDAD	US$/HORA	HORAS	TOTAL
CAMIONES VOLQUETE 12M3	5.00	45.00	37.42	8,420.47
TOTAL EQUIPO				**8,420.47**
TOTAL GENERAL				**$9,134.50**
TOTAL GENERAL				**C$ 218,314.45**

ANALISIS DE COSTO UNITARIO

DESCRIPCION		TOTAL GRAL.	ANALISIS	COSTO/M^3
COSTO UNITARIO DIRECTO		218,314.45	2,245.46	97.22
FACTOR DE SOBRECOSTO	1.33			32.08
COSTO UNITARIO TOTAL				**C$ 129.31**

5.- CONFORMACION CON MOTONIVELADORA Y CISTERNA

RENTA HORARIA	US$	50.00	NORMA /HR/M^3	200.00
RENDIMIENTO	M^3/H	180.00	FACTOR REND.	90.00%
ANALISIS	M^3	814.90	No. Pasadas	3
DURACION	HORAS	20.45	TR (min)	0.18

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	US$/HORA	HORAS	TOTAL
OPERADOR	2.00	3.25	20.45	132.93
AYUDANTES	2.00	0.96	20.45	39.27
PRESTACIONES SOCIALES			18.50%	24.59
SUBTOTAL	**4.00**			**196.79**

VIATICOS

CONCEPTO	TRABAJ.	US$/DIAS	DIAS	TOTAL
VIATICOS	4.00	5.12	3.41	69.81
SUBTOTAL				**69.81**
SUBTOTAL M/O Y VIATICOS				**266.60**

EQUIPO

DESCRIPCION	CANTIDAD	US$/HORA	HORAS	TOTAL
MOTONIVELADORA	1.00	50.00	20.45	1,022.55
CISTERNA	1.00	25.00	20.45	511.28
TOTAL EQUIPO				**1,533.83**
TOTAL GENERAL				**$1,800.42**
TOTAL GENERAL				**C$ 43,030.10**

DESCRIPCION		TOTAL GRAL.	ANALISIS	COSTO/M^3
COSTO UNITARIO DIRECTO		43,030.10	814.90	52.80
FACTOR DE SOBRECOSTO	1.33			17.43
COSTO UNITARIO TOTAL				**C$ 70.23**

SUB ETAPA **6**

1- EXPLOTACION DE BANCO MATERIALES CON EXCAVADORA

RENTA HORARIA	US$	60.00	NORMA /HR/M^3	150.00
RENDIMIENTO	M^3/H	120.00	FACTOR REND.	80.00%
ANALISIS	M^3	2,300.00		
DURACION	HORAS	19.17		

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	US$/HORA	HORAS	TOTAL
OPERADOR	1.00	3.25	19.17	62.29
PRESTACIONES SOCIALES			18.50%	11.52
	1.00			
SUBTOTAL				**73.82**

VIATICOS

CONCEPTO	TRABAJ.	US$/DIA	DIAS	TOTAL
VIATICOS	1.00	5.12	3.19	16.36
SUBTOTAL				**16.36**
SUBTOTAL M/O Y VIATICOS				**90.17**

EQUIPO

DESCRIPCION	CANTIDAD	US$/HORA	HORAS	TOTAL
TRACTOR	1.00	60.00	19.17	1,150.00
TOTAL EQUIPO				**1,150.00**

2.- ACARREO MATERIAL SELECTO A 5.08 KM

RENTA HORARIA	US$	45.00	NORMA /HR/M^3	12.00
RENDIMIENTO	M^3/H	29.69	FACTOR REND.	100.00%
ANALISIS	M^3	2,300.00	No. Camiones	5
DURACION	HORAS	15.49		

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	US$/HORA	HORAS	TOTAL
CONDUCTORES	5.00	2.50	15.49	193.67
PRESTACIONES SOCIALES			18.50%	35.83
SUBTOTAL	**5.00**			**229.50**

VIATICOS

CONCEPTO	TRABAJ.	US$/DIAS	DIAS	TOTAL
VIATICOS	5.00	5.12	2.58	66.11
SUBTOTAL				**66.11**
SUBTOTAL M/O Y VIATICOS				**295.60**

EQUIPO

DESCRIPCION	CANTIDAD	US$/HORA	HORAS	TOTAL
CAMIONES VOLQUETE 12M3	5.00	45.00	15.49	3,486.02
TOTAL EQUIPO				**3,486.02**
TOTAL GENERAL				**$3,781.62**
TOTAL GENERAL				**C$ 90,380.81**

ANALISIS DE COSTO UNITARIO

DESCRIPCION		TOTAL GRAL.	ANALISIS	COSTO/M^3
COSTO UNITARIO DIRECTO		90,380.81	2,300.00	39.30
FACTOR DE SOBRECOSTO	1.33			12.97
COSTO UNITARIO TOTAL				**C$ 52.26**
SUB ETAPA	**9**			

1.- CONFORMACION CON MOTONIVELADORA Y CISTERNA Sub-Base

RENTA HORARIA	US$	50.00	NORMA /HR/M^3	200.00
RENDIMIENTO	M^3/H	187.50	FACTOR REND.	93.75%
ANALISIS	M^3	1,194.83	TR (min)	3.19
DURACION	HORAS	9.56		

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	US$/HORA	HORAS	TOTAL
OPERADOR	2.00	3.25	9.56	62.16
AYUDANTES	2.00	0.96	9.56	18.36
PRESTACIONES SOCIALES			18.50%	11.50
SUBTOTAL	**4.00**			**92.01**

VIATICOS

CONCEPTO	TRABAJ.	US$/DIAS	DIAS	TOTAL
VIATICOS	4.00	5.12	1.59	32.64
SUBTOTAL				**32.64**
SUBTOTAL M/O Y VIATICOS				**124.65**

EQUIPO

DESCRIPCION	CANTIDAD	US$/HORA	HORAS	TOTAL
MOTONIVELADORA	1.00	50.00	9.56	478.12
CISTERNA	1.00	25.00	9.56	239.06
TOTAL EQUIPO				**717.18**
TOTAL GENERAL				**$841.84**
TOTAL GENERAL				**C$ 20,119.89**

ANALISIS DE COSTO UNITARIO

DESCRIPCION		TOTAL GRAL.	ANALISIS	COSTO/M^3
COSTO UNITARIO DIRECTO		20,119.89	1,194.83	16.84
FACTOR DE SOBRECOSTO	1.33			5.56
COSTO UNITARIO TOTAL				**C$ 22.40**

2.- COMPACTACION

Compactacion de sub base

RENTA HORARIA	US$	45.00	NORMA /HR/M^3	200.00
RENDIMIENTO	M^3/H	241.31	NO. Bandas	4.00
ANALISIS	M^3	1,194.83	Pasadas	4
DURACION	HORAS	19.81	Ancho Compactacion	1.98
Veloc. Trabajo (m/h)	5000.00		Espesor	0.13
			FACTOR REND.	120.66%

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	US$/HORA	HORAS	TOTAL
OPERADOR	2.00	3.25	19.81	128.74
AYUDANTES	2.00	0.96	19.81	38.03
PRESTACIONES SOCIALES			18.50%	23.82
SUBTOTAL	**4.00**			**190.58**

VIATICOS

CONCEPTO	TRABAJ.	US$/DIAS	DIAS	TOTAL
VIATICOS	4.00	5.12	3.30	67.60
SUBTOTAL				**67.60**
SUBTOTAL M/O Y VIATICOS				**258.18**

EQUIPO

DESCRIPCION	CANTIDAD	US$/HORA	HORAS	TOTAL
MOTONIVELADORA	1.00	45.00	19.81	891.25
CISTERNA	1.00	25.00	19.81	495.14
TOTAL EQUIPO				**1,386.39**
TOTAL GENERAL				**$1,644.57**
TOTAL GENERAL				**C$ 39,305.18**

ANALISIS DE COSTO UNITARIO

DESCRIPCION		TOTAL GRAL.	ANALISIS	COSTO/M^3
COSTO UNITARIO DIRECTO		39,305.18	19.81	1984.56
FACTOR DE SOBRECOSTO	1.33			654.90
COSTO UNITARIO TOTAL				**C$ 2,639.46**

1.- CONFORMACION CON MOTONIVELADORA Y CISTERNA (Base)

RENTA HORARIA	US$	50.00	NORMA /HR/M^3	200.00
RENDIMIENTO	M^3/H	187.50	FACTOR REND.	93.75%
ANALISIS	M^3	1,102.92	TR (min)	3.19
DURACION	HORAS	9.07		

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	US$/HORA	HORAS	TOTAL
OPERADOR	2.00	3.25	9.07	58.97
AYUDANTES	2.00	0.96	9.07	17.42
PRESTACIONES SOCIALES			18.50%	10.91
SUBTOTAL	**4.00**			**87.30**

VIATICOS

CONCEPTO	TRABAJ.	US$/DIAS	DIAS	TOTAL
VIATICOS	4.00	5.12	1.51	30.97
SUBTOTAL				**30.97**
SUBTOTAL M/O Y VIATICOS				**118.26**

EQUIPO

DESCRIPCION	CANTIDAD	US$/HORA	HORAS	TOTAL
MOTONIVELADORA	1.00	50.00	9.07	453.61
CISTERNA	1.00	25.00	9.07	226.81
TOTAL EQUIPO				**680.42**
TOTAL GENERAL				**$798.68**
TOTAL GENERAL				**C$ 19,088.50**

ANALISIS DE COSTO UNITARIO

DESCRIPCION		TOTAL GRAL.	ANALISIS	COSTO/M^3
COSTO UNITARIO DIRECTO		19,088.50	1,102.92	17.31
FACTOR DE SOBRECOSTO	1.33			5.71
COSTO UNITARIO TOTAL				**C$ 23.02**

Compactacion de base con espesor de 12 cm

RENTA HORARIA	US$	45.00	NORMA /HR/M^3	200.00
RENDIMIENTO	M^3/H	178.20	NO. Bandas	4.00
ANALISIS	M^3	1,102.92	Pasadas	5
DURACION	HORAS	24.76	Ancho Compactacior	1.98
Veloc. Trabajo (m/h)	5000.00		Espesor	0.12
			FACTOR REND.	89.10%

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	US$/HORA	HORAS	TOTAL
OPERADOR	2.00	3.25	24.76	160.92
AYUDANTES	2.00	0.96	24.76	47.53
PRESTACIONES SOCIALES			18.50%	29.77
SUBTOTAL	**4.00**			**238.22**

VIATICOS

CONCEPTO	TRABAJ.	US$/DIAS	DIAS	TOTAL
VIATICOS	4.00	5.12	4.13	84.50
SUBTOTAL				**84.50**
SUBTOTAL M/O Y VIATICOS				**322.73**

EQUIPO

DESCRIPCION	CANTIDAD	US$/HORA	HORAS	TOTAL
MOTONIVELADORA	1.00	45.00	24.76	1,114.06
CISTERNA	1.00	25.00	24.76	618.92
TOTAL EQUIPO				**1,732.98**
TOTAL GENERAL				**$2,055.71**
TOTAL GENERAL				**C$ 49,131.47**

ANALISIS DE COSTO UNITARIO

DESCRIPCION		TOTAL GRAL.	ANALISIS	COSTO/M³
COSTO UNITARIO DIRECTO		49,131.47	24.76	1984.56
FACTOR DE SOBRECOSTO	1.33			654.90
COSTO UNITARIO TOTAL				**C$ 2,639.46**

Etapa : **270** **CARPETA DE RODAMIENTO**

Sub Etapa : 01 Adoquinado 3500 psi, c/cama arena 0.05m

	Longitud		Area	
Area Eje 1	1010.00		6,161.00	m^2
Area total a adoquinar		A=	**6,161.00**	**m^2**

1)Total adoquines colocados

a) Adoquines enteros

1 m² contiene 20 adoquines completos + 1 de desperdicio = 21 adoquines en total x m².

T adoq= Area total x 21 adoq/m²= **129,381** 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*

En 10 ml lineal (orilla de cuneta) se colocan 26 medios adoquines y 52 medios adoquines en la línea central de la calle. Lo que significa que por cada 10 ml se colocan 52 medios adoquines por banda

cuando hay curvas tanbien se colocan medios adoquines al centro de cada banda.

	2,020.00		
Total de medios adoq= (ml total adoq. * 4)	Linea central y orilla **10,504**	**Sub-Total**	**14,421.00**
Total de medios adoquines en las curvas	**3,917**	**Desperdicio**	**721.00**
c) Arena utilizada		**Total**	**15,142.00**

El colchon de arena fue indicado de 5 cm de espesor

Total arena p/cama adoquinado= (Area adoquinada x 5cm espesor) = 308.05 **m³**

0.05 Mas el 30% de desp = 92.42

Total arena = **400.47**

d) Arena para encalichar:

0.000225 1 adoquin
0.004725 m3/m2 =21 adoquin = 1 m2

arena x m2 = 29.11

Mas 50% desp. = **44** m3

1) MATERIALES ETAPA 270

ADOQUINES ENTEROS	C/U	**121,810**
MEDIOS ADOQUINES	C/U	**15,142**
ARENA	M³	**444.000**

COSTO DE MATERIALES

CONCEPTO	U/M	CANT	COSTO UNIT	COSTO TOTAL
ADOQUINES ENTEROS	C/U	121,810	9.12	C$ 1110,907.20
MEDIOS ADOQUINES	C/U	15,142	4.80	C$ 72,681.60
ARENA	M³	444	140	**C$ 62,160.00**
TOTAL				**C$ 1245,748.80**

COSTO DE TRANSPORTE	U/M	CANT	COSTO UNIT	COSTO TOTAL
ADOQUINES ENTEROS	C/U	121,810	2.1	C$ 255,801.00
MEDIOS ADOQUINES	C/U	14,421	1.05	C$ 15,142.05
ARENA	M³	444	260	C$ 115,440.00
				C$ 386,383.05

COSTO DE MANO DE OBRA

Descripción	U.M.	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Colocar cama de arena para adoquinar	m2	6,161.00	2.00	12322.00
Pegar adoquines	m2	6,161.00	20.00	123220.00
Encalichar con arena cernida.	m2	6,161.00	2.00	12322.00
Acarreo manual de adoquines enteros	c/u	129,381.00	0.50	64690.50
Acarreo manual de medios adoquines	c/u	15,142.00	0.25	3785.50
Acarreo manual de arena p/encalichado	m3	43.67	2.00	87.33
			26.75	**C$ 216,427.33**

Etapa : **280** **CUNETAS, BORDILLOS Y ANDÉN**

Sub Etapa : 01 **Cunetas y Bordillos de Concreto**

a) Volumen de concreto a utilizar: Area (m^2) Volumen (m^3)

0.091 184

Cemento: 9 bolsas x m³ **1656.00** **Mas el desperd 5% =** **1739.00** bolsas

Arena= 0.6 **111.00** **Mas el desperd 30% =** **144.00** m³ arena

Grava 3/4" =0.76 **140.00** **Mas el desperd 8%=** **151.20** m³ Grava

se usaran 40 perlines cada 60 ml por banda

Formaletas **c/u**

Perlines para formaleta de 2"X6"X1/16" Standar. **80.00**

Separadores de Madera **c/u**

Los Separadores se colocaran a cada 2 ml y se usaran para 60 ml por dia y por banda

Se compraran 7 tablas para hacer 77 separadores

Tablas de 1"X12"X6 Vrs **7.00**

Pines de acero de 1/2" que serviran de soporte de los Perlines

Hierro 1/2" **QQ**

16 Varillas **2.00**

Alambre de Amarre Para los Pines **Lbs**

Alambre de Amarre. **50.00**

Lista de Materiales

Descripción	U.M.	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Cemento	bolsas	1739.00	180.00	313,020.00
Arena	m3	144.00	150.00	21,600.00
Grava	m3	151.20	384.00	58,060.80
Perlines de 2"X6"X1/16" Estándar	c/u	80.00	600.00	48,000.00
Hierro 1/2"	QQ	2.00	1,200.00	2,400.00
Alambre de Amarre #18	Lbs	50.00	12.00	600.00
				C$ 443,680.80

COSTO DE TRANSPORTE

Descripción	U.M.	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Cemento	bolsas	1739.00	15.00	26085
Arena	m3	144.00	200.00	28800
Grava	m3	151.20	200.00	30240.00
				C$ 54,885.00

COSTO DE MANO DE OBRA

Descripción	U.M.	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Formaletear, Hacer y colocar Concreto de 3500 PSI	m3	184.00	400.00	73600
acarreo manual de arena	m3	144.00	5.00	720
Acarreo manual cemento	bolsas	1,739.00	2.50	4347.5
Formaletas	ml	2,020.00	3.82	7716.4
				C$ 78,667.50

Sub Etapa : 02 **ANDÉN**

Ancho de Andén 1 m

a) Volumen de concreto a utilizar: Area (m^2) Volumen (m^3)

0.0825 85.14

Cemento: 9 bolsas x m³	**767.00**	**Mas el desperd 5% =**	**805.00**	bolsas
Arena= 0.6	**52.00**	**Mas el desperd 30% =**	**68.00**	m³ arena
Grava 3/4" =0.76	**65.00**	**Mas el desperd 8%=**	**70.20**	m³ Grava

Reglas de 1"x3"X5 vrs **12.00**

c/u

Los Separadores se colocaran a cada 2 ml y se usaran para 100 ml por dia

Lista de Materiales

Descripción	U.M.	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Cemento	bolsas	805.00	180.00	144,900.00
Arena	m3	68.00	150.00	10,200.00
Grava	m3	70.20	384.00	26,956.80
Reglas de pino de 1"X3"X5 vrs	c/u	12.00	90.00	1,080.00
				C$ 183,136.80

COSTO DE TRANSPORTE

Descripción	U.M.	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Cemento	bolsas	805.00	15.00	12075
Arena	m3	68.00	200.00	13600
Grava	m3	70.20	200.00	14040.00
Reglas de pino de 1"X3"X5 vrs	c/u	12.00	21.00	252.00
				C$ 39,967.00

COSTO DE MANO DE OBRA

Descripción	U.M.	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Hacer y colocar concreto 3,500 PSI	m3	85.14	400.00	34056
Encofrado y fraguado del concreto	m3	85.14	150.00	12771
				C$ 46,827.00

Sub Etapa : 03 **Viga Transversales para adoquinado**

Viga Transversal 3,500 PSI

Porcentajes de desperdicios:			Dmensiones	
Concreto	*5*	%	ancho	0.22
Cemento	*5*	%	largo	6.1
Arena	*30*	%	profundidad	0.3
Grava	*8*	%	Cant. De Vigas	33

Total Ml= 201.30 *Vol. De concreto 3,500 psi* 13.29 m³

Concreto 2500 psi = 1:3:3

Cemento = 9 bolsas x m³ =	119.57	*Mas el 5% desp*	126	bolsas
Arena = 0.6 m³ x m³ =	7.97	*Mas el 30% desp*	10.00	m³
Grava = 0.76m³ x m³ =	10.10	*Mas el 8% desp*	11.00	m³

Lista de Materiales

Descripción	U.M.	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Cemento	bolsas	126.00	180.00	22680.00
Arena	bolsas	10.00	150.00	1500.00
Grava	m3	11.00	384.00	4224.00
				C$ 28,404.00

COSTO DE TRANSPORTE

Descripción	U.M.	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Traslado de cemento	bolsas	126.00	15.00	1890.00
Transporte de arena	m3	10.00	200.00	2000.00
Transporte de grava	m3	11.00	200.00	2200.00
				C$ 6,090.00

COSTO DE MANO DE OBRA

Descripción	U.M.	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Hacer y colocar concreto 2,500 psi para viga/long	m3	13.29	350.00	4650.03
Colocado y fraguado del concreto	m3	13.29	150.00	1992.87
				C$ 6,642.90

Sub Etapa : 04 **Viga de remate longitudinal para adoquines**

Viga de remate longitudinal 0.07mx 0.10m 2,500 PSI

Porcentajes de desperdicios:

Concreto 5 %
Cemento 5 %
Arena 30 %
Grava 8 %

Total Ml= 2,020.00 *Vol. De concreto 2500 psi* 14.14 m³

Concreto 2500 psi = 1:3:3

Cemento = 6 bolsas x m³ = 84.84 *Mas el 5% desp* 89 bolsas
Arena = 0.72 m³ x m³ = 10.18 *Mas el 30% desp* 13.00 m³
Grava = 0.72 m³ x m³ = 10.18 *Mas el 8% desp* 11.00 m³

Lista de Materiales

Descripción	U.M.	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Cemento	bolsas	89.00	180.00	16020
Arena	bolsas	13.00	150.00	1950
Grava	m3	11.00	384.00	4224
				C$ 22,194.00

COSTO DE TRANSPORTE

Descripción	U.M.	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Traslado de cemento	bolsas	89.00	15.00	1335
Transporte de arena	m3	13.00	200.00	2600
Transporte de grava	m3	11.00	200.00	2200
				C$ 6,135.00

COSTO DE MANO DE OBRA

Descripción	U.M.	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Hacer y colocar concreto 2,500 psi para viga/long	m3	14.14	375.00	5302.5
Colocado y fraguado del concreto	m3	14.14	150.00	2121
				C$ 7,423.50

Etapa : 291	**SEÑALIZACION HORIZONTAL Y VERTICAL**			
SUBETAPA 02	**SEÑALES DE INFORMACION**			
Tipo de Rotulo	U.M	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
P-1-2	c/u	14	C$ 1,459.15	C$ 20,428.10
P-1-9	c/u	9	C$ 1,459.15	C$ 13,132.35
P-5-6	c/u	2	C$ 1,459.15	C$ 2,918.30
P-9-1	c/u	1	C$ 1,459.15	C$ 1,459.15
R-1-1	c/u	2	C$ 1,432.20	C$ 2,864.40
				C$ 40,802.30
	Total	28		
Costo Mano de Obra		C$ 7,915.65		

Costo total mano de obra y material: C$ 7,915.65

COSTO DE MATERIAL :	**C$ 40,802.30**
COSTO DE M/O:	**C$ 7,915.65**
TRANSPORTE	**C$ 4,080.23**
COSTO UNITARIO :	**C$ 1,885.65**
COSTO TOTAL:	**C$ 52,798.18**

Sub Etapa : 04 **SEÑALES VIALES PERMANENTES**

SEÑALES VIAL PERMANENTE PINTADA CON EQUIPO 1,010.00 ML

Costo total mano de obra: C$ 10.83

COSTO DE MANO DE OBRA :	**C$ 10,938.30**
COSTO UNITARIO :	**C$ 10.83**
COSTO TOTAL:	**C$ 10,938.30**

COSTOS INDIRECTOS DEL PROYECTO

DETALLE DE COSTO	U.M	Tiempo Contratado	Salario/mes (C$)	Total C$
	Personal Administrativo			**176,000.00**
Residente de obra	mes	4.00	20,000.00	80,000.00
Maestro de Obra	mes	4.00	8,000.00	32,000.00
Fiscal de obras	mes	4.00	5,000.00	20,000.00
Bodeguero	mes	4.00	5,000.00	20,000.00
Tesorero	mes	4.00	6,000.00	24,000.00

DETALLE DE COSTO	U.M	%	Costo total de M/O C$	Total C$ en prestaciones sociales
				69,343.17
Prestaciones sociales	%	12.00	577,859.77	69,343.17

DETALLE DE COSTO	U.M	Tiempo Contratado	Costo Unitario C$	Total C$
	Viáticos			**118,400.00**
Hospedaje Direct + Residente	mes	4.00	5,000.00	20,000.00
Alimentacion directivos	mes	4.00	600.00	2,400.00
Transporte Direct + Residente	mes	4.00	24,000.00	96,000.00

DETALLE DE COSTO	U.M	Tiempo Contratado	Total C$
	Gastos de oficina		**25,000.00**
Papeleria y utilies de oficina	Gbl	4.00	25,000.00

DETALLE DE COSTO	U.M	Tiempo Contratado	Total C$
	Equipos y herramientas		**102,900.00**
Caja basica armador	Gbl	4.00	24,900.00
Caja basica albañil	Gbl	4.00	40,000.00
Caja basica carpintero	Gbl	4.00	18,000.00
Otras herramientas	Gbl	4.00	20,000.00

DETALLE DE COSTO	U.M	%	Costo total Directo C$	Total C$
	Utilidad			**441,449.94**
Utilidad	%	12%	3678,749.51	441,449.94

Costos Indirectos Totales	**933,093.11**

8.3.2. Rendimientos horarios

Tabla 8.5

DESCRIPCIÓN	UM	NRH	8 HRS	CANTIDAD	FUERZA		DÍAS
PRELIMINARES							
Limpieza Inicial	m2	210.00	1,680.00	7,070.00	2	oficial, 4 ayuda	2.000
Trazo y Nivelación	m2	110.00	880.00	7,070.00	2	oficial, 4 ayuda	4.000
Rotulo	c/u						1.000
Movimiento de tierra							
movilizacion y desmovilizacion deequipo							2.000
descapote							7.000
cortes y rellenos							13.000
cargar material de prestamo							3.000
acarreo de material selecto, conformación y compactación							14.000
explotacion de banco							3.000
CARPETA DE RODAMIENTO							
Adoquinado	M2	3.16	25.28	6,161.00	12	oficiales, 12 ayudante	20.000
Vigas transversales	ML	3.81	30.48	201.30	2	oficiales, 4 ayudantes	3.000
Vigas Longitudinales	ML	20.00	160.00	2,020.00	2	oficiales, 4 ayudantes	6.000
Compactación de adoquín	M2	683.00	5,464.00	6,161.00	1	oficial	1.000
CUNETA, ANDÉN, BORDILLO							
Bordillo y Caite	ml	6.00	48.00	2,020.00	2	oficiales, 6 ayuda	21.000
SEÑALIZACIÓN							
Todas	GLB			6.00	2	oficiales, 4 ayuda	6.000
LIMPIEZA Y ENTREGA							
Limpieza	M2	8.42	67.36	6,161.00	6	ayudantes	
Entrega y detalles	DIA	1.00	8.00	1.00			1.000
Placa conmemorativa	c/u			1.00	1	oficial, 2 ayuda	2.000

Fuente: Propia

Tabla 8.6

ETAPA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	ACTIVIDAD	TIEMPO DE EJECUCIÓN (hrs)	DURACIÓN POSESIÓN (Días)
01	Motoniveladora 120H con 5 Vástagos	1	Descapote	39.28	6.55
02	Tractor D8	1	Cortar	28.34	4.72
03	Cargador frontal	1	Cargar Mat. de Corte	21.39	3.57
04	Camiones Volquetes	5	Acarreo Mat Sobrante(5 Km)	20.45	3.41
05	Motoniveladora 120H	1	Conformar subrasante	9.56	1.59
06	Tractor D8	1	Explotación de Banco	19.17	3.20
07	Cargador frontal	1	Cargar Mat. Selecto	19.17	3.20
08	Camiones Volquetes	5	Acarreo Mat selecto (5 Km)	15.49	2.58
09	Motoniveladora 120H	1	Conformar Subbase	9.56	1.59
10	Compactador vibratorio	1	Compactar Subbase	19.81	3.30
11	Motoniveladora 120H	1	Conformar Base	9.07	1.51
12	Compactador vibratorio	1	Compactar Base	24.76	4.13

Fuente: Propia

8.3.3. Alcances de la obra

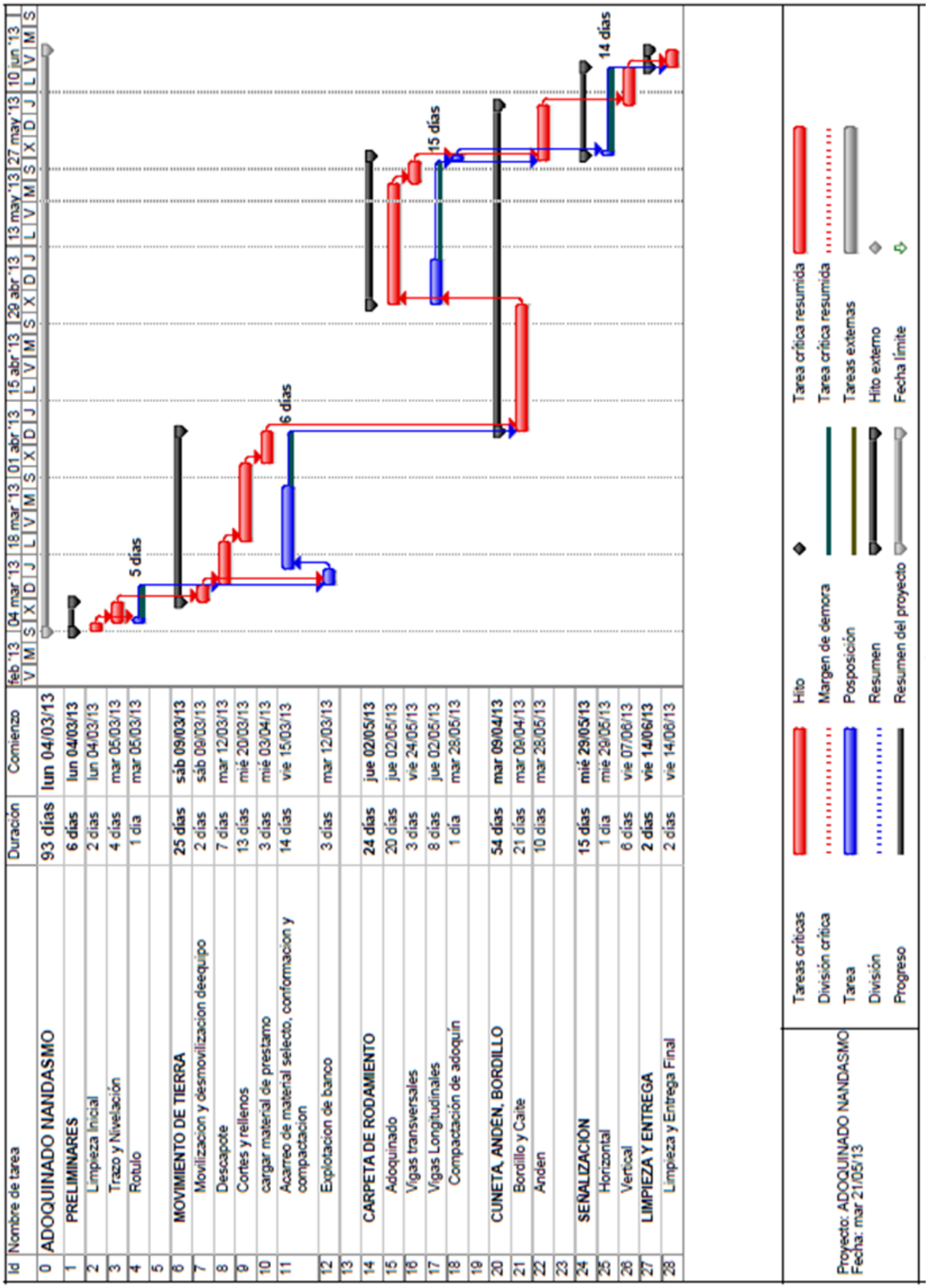
Etapa	Descripción	U/M	Cantidad	Costo Mano Obra	Costo Materiales	Costo de Transporte	Costo de equipo	Costo Unitario	Costo Total
250	**PRELIMINARES**	M^2	7,070.00	26,687.06	23,114.20	490.78		7.11	50,292.04
01	**LIMPIEZA INICIAL**	M^2	7,070.00	9,191.00	0.00	0.00		1.30	9,191.00
	LIMPIEZA INICIAL	M^2	7,070.00	9,191.00	0.00	0.00		1.30	9,191.00
02	**TRAZO Y NIVELACION**	M^2	6,161.00	9,811.06	6,990.00	267.50		2.77	17,068.56
	TRAZO Y NIVELACION PARA ADOQUINADO	M^2	6,161.00	8,995.06	6,990.00	187.50		2.62	16,172.56
	TRAZO Y NIVELACIÓN PARA CUNETAS	ML	2,020.00	816.00	0.00	80.00		0.44	896.00
03	**REPLANTEO TOPOGRAFICO**	ML	1,010.00	4,545.00	0.00	0.00		4.50	4,545.00
	REPLANTEO TOPOGRAFICO	ML	1,010.00	4,545.00	0.00	0.00		4.50	4,545.00
04	**HACER ROTULO**	C/U	1.00	1,800.00	12,000.00	90.00		13890.00	13,890.00
	RÓTULO DE 1,22 M X 2,44 M (ESTRUCTURA METÁLICA & ZINC LISO)	C/U	1.00	1,800.00	12,000.00	90.00		13890.00	13,890.00
05	**INSTALAR ROTULO**	C/U	1.00	600.00	0.00	0.00		600.00	600.00
	INSTALAR ROTULO	C/U	1.00	600.00	0.00	0.00		600.00	600.00
Etapa	**Descripción**	**U/M**	**Cantidad**	**Costo Mano Obra**	**Costo Materiales**	**Costo de Transporte**	**Costo de equipo**	**Costo Unitario**	**Costo Total**
251	**MOVILIZACION**	GLB	1.00	0.00	0.00	500.00		58,000.00	58,000.00
01	**MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO**	KM	116.00	0.00	0.00	500.00		500.00	58,000.00
	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO	KM	116.00	0.00	0.00	500.00		500.00	58,000.00
260	**MOVIMIENTO DE TIERRAS**	M^3	6,175.25	63,761.74	0.00	0.00	554,423.53	100.11	618,185.27
01	**DESCAPOTE**	M^2	7,070.00	6,285.34	0.00	0.00	46,936.94	10.01	53,222.29
	DESCAPOTE	M^2	7,070.00	6,285.34	0.00	0.00	46,936.94	10.01	53,222.29
02	**CORTE Y RELLENOS**	M^3	6,175.25	25,021.84	0.00	0.00	268,333.61	167.70	293,355.45
	ACOPIO DE MATERIAL DE CORTE	M^3	3,060.35	4,534.51	0.00	0.00	33,862.25	16.69	38,396.76
	CARGAR MATERIAL SOBRANTE DE CORTE	M^3	2,245.46	3,422.14	0.00	0.00	33,222.10	21.70	36,644.24
	TRANSPORTE MATERIAL SOBRANTE A 2.8 KM	M^3	2,245.46	17,065.19	0.00	0.00	201,249.26	129.31	218,314.45
05	**CONFORMACIÓN DE BOMBEO DE LA SUBRASANTE**	M^3	814.90	6,371.65	0.00	0.00	36,658.45	70.23	43,030.10
	CONFORMACIÓN	M^3	814.90	6,371.65	0.00	0.00	36,658.45	70.23	43,030.10
07	**EXPLOTACION DE BANCO DE PRESTAMO**	M^3	2,300.00	9,219.97	0.00	0.00	110,800.93	69.40	120,020.90
	EXPLOTACIÓN DE BANCO CON EXCAVADORA	M^3	2,300.00	2,155.09	0.00	0.00	27,485.00	17.14	29,640.09
	TRANSPORTE DE MATERIAL SELECTO	M^3	2,300.00	7,064.88	0.00	0.00	83,315.93	52.26	90,380.81
09	**CONFORMACIÓN DE LA CARPETA**	M^3	2,300.00	16,862.94	0.00	0.00	91,693.59	62.77	108,556.53
	TENDIDO Y HUMECTACION DE MATERIAL	M^3	2,300.00	2,979.24	0.00	0.00	17,140.65	11.63	20,119.89
	COMPACTACION DE LA CARPETA	M^3	2,300.00	13,883.71	0.00	0.00	74,552.94	51.14	88,436.64
270	**CARPETA DE RODAMIENTO**	M^2	7,070.00	216,427.33	1245,748.80	386,383.05	0.00	261.47	1848,559.18
01	**ADOQUINADO**	M^2	7,070.00	216,427.33	1245,748.80	386,383.05	0.00	261.47	1848,559.18
	ADOQUINADO DE 3000 PSI (CON CAMA DE ARENA DE 5 CMS)	M^2	7,070.00	216,427.33	1245,748.80	386,383.05	0.00	261.47	1848,559.18

Etapa	Descripción	U/M	Cantidad	Costo Mano Obra	Costo Materiales	Costo de Transporte	Costo de equipo	Costo Unitario	Costo Total
280	**CUNETAS, ANDENES Y BORDILLOS**	**ML**	**2,020.00**	**92,733.90**	**494,278.80**	**67,110.00**		**457.45**	**924,053.50**
	01 CUNETA DE CAITES DE CONCRETO	**ML**	**2,020.00**	**78,667.50**	**443,680.80**	**54,885.00**		**285.76**	**577,233.30**
	CUNETA DE CAITE DE CONCRETO	ML	2,020.00	78,667.50	443,680.80	54,885.00		285.76	577,233.30
	02 ANDÉN	**M2**	1,010.00	46,827.00	183,136.80	39,967.00		267.26	269,930.80
	05 VIGA DE REMATE PARA ADOQUINES	**ML**	**201.30**	**6,642.90**	**28,404.00**	**6,090.00**		**204.36**	**41,136.90**
	VIGA DE REMATE TRANSVERSAL 0.22 X 30 CMS CONC. 3,500 PSI PARA ADOQUIN	ML	201.30	6,642.90	28,404.00	6,090.00		204.36	41,136.90
	06 VIGA LONGITUDINAL DE CONCRETO	**ML**	**2,020.00**	**7,423.50**	**22,194.00**	**6,135.00**		17.70	**35,752.50**
	VIGA DE REMATE PARA ADOQUINES 15 X 15 CMS	ML	2,020.00	7,423.50	22,194.00	6,135.00		17.70	35,752.50
Etapa	**Descripción**	**U/M**	**Cantidad**	**Costo Mano Obra**	**Costo Materiales**	**Costo de Transporte**	**Costo de equipo**	**Costo Unitario**	**Costo Total**
291	**SEÑALIZACION HORIZONTALY VERTICAL**	**C/U**	**28.00**	**7,915.65**	**40,802.30**	**4,080.23**		**1,885.65**	**63,736.48**
	01 SEÑALES DE INFORMACION	**C/U**	**28.00**	**7,915.65**	**40,802.30**	**4,080.23**		**1,885.65**	**52,798.18**
	SEÑAL INFORMATIVA (RÓTULO ESTRUCT METALICA ALTO)	C/U	28.00	7,915.65	40,802.30	4,080.23		1,885.65	52,798.18
	02 SEÑALES VIALES PERMANENTES	ML	**1,010.00**	**10,938.30**	**0.00**	**0.00**		**10.83**	**10,938.30**
	SEÑALIZACION HORIZONTAL	ML	1,010.00	10,938.30	0.00	0.00		10.83	10,938.30
300	**LIMPIEZA Y ENTREGA**	**GLB**	**1.00**	**2,275.00**	**0.00**	**6,500.00**		**8,775.00**	**8,775.00**
	01 LIMPIEZA FINAL	**GLB**	**1.00**	**2,275.00**	**0.00**	**6,500.00**		**8,775.00**	**8,775.00**
	LIMPIEZA FINAL DE RESIDUOS DE CONSTRUCCION	GLB	1.00	2,275.00	0.00	6,500.00		8,775.00	8,775.00
	TOTALES	M2	7,070.00	**409,800.68**	**1803,944.10**	**465,064.06**	**554,423.53**	**457.32**	**C$ 3233,232.37**
	COSTO TOTAL DE EJECUCIÓN (EN CÓRDOBAS)								**C$ 3571,601.47**
	IMPREVISTOS (3%)								**C$ 107,148.04**
	COSTO TOTALES DIRECTOS DEL PROYECTO EN CÓRDOBAS								**C$ 3678,749.51**
	COSTO TOTALES INDIRECTOS DEL PROYECTO EN CÓRDOBAS								**C$ 933,093.11**
	COSTO TOTAL DEL PROYECTO EN CORDOBAS								**C$ 4611,842.63**
						Costo Unitario de adoquinado			**C$ 748.55**
	Impuesto Municipal 1%								***C$ 46,118.43***
	Impuesto IVA 15%								***C$ 691,776.39***
	COSTO TOTAL C/ IMPUESTOS DEL PROYECTO EN CÓRDOBAS								***C$ 5349,737.45***

8.4. Cronograma de actividades del proyecto

Figura 8.3
Diagrama de Gantt

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo
0	**ADOQUINADO NANDASMO**	**93 días**	**lun 04/03/13**
1	**PRELIMINARES**	**6 días**	**lun 04/03/13**
2	Limpieza Inicial	2 días	lun 04/03/13
3	Trazo y Nivelación	4 días	mar 05/03/13
4	Rotulo	1 día	mar 05/03/13
5			
6	**MOVIMIENTO DE TIERRA**	**25 días**	**sáb 09/03/13**
7	Movilizacion y desmovilizacion deequipo	2 días	sáb 09/03/13
8	Descapote	7 días	mar 12/03/13
9	Cortes y rellenos	13 días	mié 20/03/13
10	cargar material de prestamo	3 días	mié 03/04/13
11	Acarreo de material selecto, conformacion y compactacion	14 días	vie 15/03/13
12	Explotacion de banco	3 días	mar 12/03/13
13			
14	**CARPETA DE RODAMIENTO**	**24 días**	**jue 02/05/13**
15	Adoquinado	20 días	jue 02/05/13
16	Vigas transversales	3 días	vie 24/05/13
17	Vigas Longitudinales	8 días	jue 02/05/13
18	Compactación de adoquín	1 día	mar 28/05/13
19			
20	**CUNETA, ANDEN, BORDILLO**	**54 días**	**mar 09/04/13**
21	Bordillo y Caite	21 días	mar 09/04/13
22	Anden	10 días	mar 28/05/13
23			
24	**SEÑALIZACIÓN**	**15 días**	**mié 29/05/13**
25	Horizontal	1 día	mié 29/05/13
26	Vertical	6 días	vie 07/06/13
27	**LIMPIEZA Y ENTREGA**	**2 días**	**vie 14/06/13**
28	Limpieza y Entrega Final	2 días	vie 14/06/13



8.5. Planos del proyecto

CAPITULO 9: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1. Conclusiones

En el estudio topográfico se determino el tipo de terreno y ancho del derecho de vía.

- Tipo de Terreno: ondulado o lomerío
- Ancho de derecho de Vía: 15 metros

En el estudio de transito se determino el transito promedio diario anual (TPDA), la velocidad de diseño, vehículo de diseño y el ancho de carril.

- TPDA: 98 Vehículos por día
- Velocidad de diseño: 50 Km/h
- Vehículo de diseño: camión C2
- Ancho de carril: 3.05 metros

En el estudio de suelo se clasificó el tipo de suelo del tramo en estudio y el tipo de suelo del banco de préstamo, y el CBR

Clasificación del tipo de suelo de la calle en estudio y CBR

- Método HRB: A-4 Y A-1-b
- CBR: 6%

Clasificación del tipo de suelo del banco de material y CBR

- Método HRB: A-1-b (0)
- Método HRB: A-1-a (0)
- CBR: 70%
- CBR: 80%

En el estudio hidrológico se delimito el área del proyecto en cuatro microcuenca y se calculó sus respectivas áreas en hectáreas y en cada área se calculó el caudal para terreno natural y el caudal para la calle pavimentada.

Caudal para terreno natural

- $Q_D 1 = 0.546\ m3/s$
- $Q_D 2 = 0.211\ m3/s$
- $Q_D 3 = 0.146\ m3/s$
- $Q_D 4 = 0.0927\ m3/s$

Caudal para calle pavimentada

- $Q_D 1 = 0.281\ m3/s$
- $Q_D 2 = 0.104\ m3/s$
- $Q_D 3 = 0.109\ m3/s$
- $Q_D 4 = 0.047\ m3/s$

Sumatoria de caudales acumulados

- $Q_D Total = 0.710\ m3/s$

En el diseño de estructura de pavimento se calcularon los siguientes espesores

- Adoquín: 10 centímetros
- Cama de arena: 5 centímetros
- Base: 11 centímetros
- Sub-base: 14 centímetros

En el diseño hidráulico se determinó el tipo y las dimensiones de la cuneta ha utilizar

- Tipo de cuneta: Triangular
- Ancho de bordillo= 0.15 ml
- Espalda de bordillo= 0.30 ml
- Caite de cuneta= 0.30 ml
- Caite + Bordillo = 0.45 ml

En el diseño geométrico de determinaron las curvas espirales, curvas horizontales y curvas verticales

- Curvas espiral-curva-espiral: siete curvas
- Curvas Verticales: ocho curvas, dos en columpio pero solo una se diseño ya que la otra no cumple con la condición de el diferencial de pendiente G > 0.50. y seis curvas en cresta.

9.2. Recomendaciones

En el estudio topográfico:

- calibrar el equipo ya sea electrónico (estación Total) o convencional (teodolito) antes de comenzar el levantamiento.
- Se recomienda colocar, fijar y rotular de forma clara y precisa los BM para que en el futuro replanteo no se cometan errores

En estudio de transito:

- Realizar el aforo vehicular bien detallado, clasificando el tipo de vehículo
- Realizar el aforo vehicular como mínimo doce horas y durante siete días consecutivo, para tener una mejor información acerca del volumen de tránsito que pasa por ese punto.

En el estudio de suelo:

- Seleccionar cada muestra de forma adecuada según su estrato, que se identifica por el color y textura de la muestra cuando es diferente color y textura es diferente estrato.
- Colocar cada muestra seleccionada en bolsas plásticas bien etiquetada, y llevar cada muestra a un laboratorio donde se realicen buenas pruebas de suelo para que los resultados sean confiable.

En el estudio hidrológico:

- Visitar el sitio del proyecto para visualizar si existen cauces naturales o artificiales hacia donde puedan drenar las aguas y así utilizar esta información para ubicarla en el plano geodésico.

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

ÍNDICE DE ANEXOS

Tabla A-1

Coordenadas WGS 84		NANDASMO, DEPARTAMENTO DE MASAYA, NICARAGUA			
Punto	**Y**	**X**	**Z**	**Código**	**Descripción**
1	1,319,240.239	595,596.779	371.803	PI	PUNTO DE INTERSECCIÓN
2	1,319,157.436	595,596.636	376.197	BC	BORDE DE CUNETA
3	1,319,157.450	595,596.569	376.027	PC	PIE DE CUNETA EXISTENTE
4	1,319,157.620	595,593.820	376.100	CC	CENTRO DE CALLE O CAMINO
5	1,319,157.833	595,591.710	376.087	PC	PIE DE CUNETA EXISTENTE
6	1,319,157.821	595,591.760	376.269	BC	BORDE DE CUNETA
7	1,319,174.277	595,598.971	375.139	BC	BORDE DE CUNETA
8	1,319,174.307	595,598.975	374.970	PC	PIE DE CUNETA EXISTENTE
9	1,319,174.637	595,596.362	375.049	CC	CENTRO DE CALLE O CAMINO
10	1,319,175.058	595,593.630	374.969	PC	PIE DE CUNETA EXISTENTE
11	1,319,175.024	595,593.539	375.135	BC	BORDE DE CUNETA
12	1,319,193.028	595,593.465	374.253	PLC	POSTE DE LUZ DE CONCRETO
13	1,319,192.751	595,601.456	373.898	BC	BORDE DE CUNETA
14	1,319,192.923	595,601.465	373.222	PC	PIE DE CUNETA EXISTENTE
15	1,319,193.419	595,601.485	373.216	BC	BORDE DE CUNETA
16	1,319,193.438	595,601.513	373.887	PC	PIE DE CUNETA EXISTENTE
17	1,319,195.599	595,595.879	373.785	BC	BORDE DE CUNETA
18	1,319,195.523	595,595.877	373.044	PC	PIE DE CUNETA EXISTENTE
19	1,319,195.021	595,595.784	373.055	PC	PIE DE CUNETA EXISTENTE
20	1,319,194.942	595,595.796	373.784	BC	BORDE DE CUNETA
21	1,319,195.411	595,594.374	373.747	BC	BORDE DE CUNETA
22	1,319,202.823	595,594.106	372.470	PC	PIE DE CUNETA EXISTENTE
23	1,319,202.839	595,594.120	373.201	BC	BORDE DE CUNETA
24	1,319,201.227	595,595.404	374.361	BCZ	BORDE DE CABEZAL
25	1,319,201.118	595,595.040	374.353	BCZ	BORDE DE CABEZAL
26	1,319,210.755	595,594.895	374.016	BCZ	BORDE DE CABEZAL
27	1,319,210.719	595,594.527	374.029	BCZ	BORDE DE CABEZAL
28	1,319,211.042	595,594.842	373.418	BM	BANCO DE NIVEL
29	1,319,214.761	595,601.519	373.278	BC	BORDE DE CUNETA
30	1,319,214.717	595,601.494	373.118	PC	PIE DE CUNETA EXISTENTE
31	1,319,214.481	595,598.487	373.219	CC	CENTRO DE CALLE O CAMINO
32	1,319,214.715	595,594.695	373.046	PC	PIE DE CUNETA EXISTENTE
33	1,319,214.736	595,594.617	373.271	BC	BORDE DE CUNETA
34	1,319,234.078	595,602.073	372.432	C	CERCO
35	1,319,234.622	595,601.108	372.219	K	PUNTO SOBRE TERRENO
36	1,319,234.889	595,600.934	371.838	K	PUNTO SOBRE TERRENO
37	1,319,235.046	595,600.318	371.939	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
38	1,319,235.210	595,597.617	372.126	CC	CENTRO DE CALLE O CAMINO
39	1,319,235.548	595,595.225	371.938	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
40	1,319,235.707	595,594.567	371.840	K	PUNTO SOBRE TERRENO
41	1,319,235.755	595,594.328	372.169	K	PUNTO SOBRE TERRENO
42	1,319,237.410	595,592.565	374.997	C	CERCO
43	1,319,253.866	595,602.931	371.796	C	CERCO
44	1,319,253.838	595,602.384	371.495	K	PUNTO SOBRE TERRENO
45	1,319,254.121	595,602.017	370.863	K	PUNTO SOBRE TERRENO
46	1,319,254.138	595,601.571	370.849	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA

Fuente: Propia

Tabla A-2

Coordenadas WGS 84		NANDASMO, DEPARTAMENTO DE MASAYA, NICARAGUA			
Punto	**Y**	**X**	**Z**	**Código**	**Descripción**
47	1,319,254.319	595,599.011	371.057	CC	CENTRO DE CALLE O CAMINO
48	1,319,254.487	595,596.591	370.881	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
49	1,319,254.584	595,595.878	370.853	K	PUNTO SOBRE TERRENO
50	1,319,254.604	595,595.861	373.362	K	PUNTO SOBRE TERRENO
51	1,319,273.135	595,606.621	370.595	C	CERCO
52	1,319,273.271	595,605.251	370.106	K	PUNTO SOBRE TERRENO
53	1,319,273.208	595,604.743	369.821	K	PUNTO SOBRE TERRENO
54	1,319,273.207	595,604.178	369.828	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
55	1,319,273.700	595,601.900	370.046	CC	CENTRO DE CALLE O CAMINO
56	1,319,273.575	595,599.436	369.951	OC	ORILLA DE CALLE O CARRET.
57	1,319,273.737	595,598.694	369.925	K	PUNTO SOBRE TERRENO
58	1,319,273.502	595,598.887	373.104	K	PUNTO SOBRE TERRENO
59	1,319,285.484	595,601.240	369.480	PLC	POSTE DE LUZ DE CONCRETO
60	1,319,323.687	595,616.068	367.011	PI	PUNTO DE INTERSECCIÓN
61	1,319,240.218	595,596.773	371.804	CK	PUNTO DE REVISION
62	1,319,276.600	595,606.387	369.962	BM	BANCO DE NIVEL
63	1,319,278.441	595,602.891	369.757	SON	SONDEO
64	1,319,289.898	595,612.903	370.448	C	CERCO
65	1,319,290.318	595,610.212	369.065	K	PUNTO SOBRE TERRENO
66	1,319,290.458	595,609.759	368.657	K	PUNTO SOBRE TERRENO
67	1,319,290.632	595,608.902	368.736	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
68	1,319,291.437	595,606.591	368.914	CC	CENTRO DE CALLE O CAMINO
69	1,319,292.204	595,604.262	368.736	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
70	1,319,292.410	595,603.645	368.737	K	PUNTO SOBRE TERRENO
71	1,319,293.209	595,602.002	371.892	C	CERCO
72	1,319,307.724	595,617.345	368.970	C	CERCO
73	1,319,308.406	595,616.265	368.060	K	PUNTO SOBRE TERRENO
74	1,319,308.810	595,615.831	367.635	K	PUNTO SOBRE TERRENO
75	1,319,308.922	595,615.222	367.683	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
76	1,319,309.804	595,612.851	367.837	CC	CENTRO DE CALLE O CAMINO
77	1,319,310.615	595,610.587	367.636	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
78	1,319,310.738	595,609.810	367.623	K	PUNTO SOBRE TERRENO
79	1,319,311.725	595,608.407	370.790	C	CERCO
80	1,319,325.076	595,624.421	368.420	C	CERCO
81	1,319,325.414	595,623.220	366.950	K	PUNTO SOBRE TERRENO
82	1,319,325.483	595,622.803	366.580	K	PUNTO SOBRE TERRENO
83	1,319,326.023	595,621.896	366.521	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
84	1,319,327.118	595,619.343	366.784	CC	CENTRO DE CALLE O CAMINO
85	1,319,327.968	595,616.767	366.633	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
86	1,319,328.148	595,616.202	366.652	K	PUNTO SOBRE TERRENO
87	1,319,328.179	595,615.337	369.694	C	CERCO
88	1,319,342.808	595,631.956	366.151	C	CERCO
89	1,319,342.902	595,631.649	366.158	K	PUNTO SOBRE TERRENO
90	1,319,343.011	595,631.292	365.647	K	PUNTO SOBRE TERRENO
91	1,319,343.340	595,630.276	365.369	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
92	1,319,345.335	595,626.809	365.553	CC	CENTRO DE CALLE O CAMINO
93	1,319,346.081	595,624.351	365.297	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA

Fuente: Propia

Tabla A-3

Coordenadas WGS 84		NANDASMO, DEPARTAMENTO DE MASAYA, NICARAGUA			
Punto	**Y**	**X**	**Z**	**Código**	**Descripción**
94	1,319,346.389	595,623.609	365.227	K	PUNTO SOBRE TERRENO
95	1,319,347.106	595,621.077	368.249	K	PUNTO SOBRE TERRENO
96	1,319,360.329	595,639.419	365.582	C	CERCO
97	1,319,360.794	595,638.489	364.103	K	PUNTO SOBRE TERRENO
98	1,319,361.386	595,637.280	364.088	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
99	1,319,362.676	595,634.311	364.335	CC	CENTRO DE CALLE O CAMINO
100	1,319,363.861	595,631.362	364.099	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
101	1,319,364.075	595,630.847	364.060	K	PUNTO SOBRE TERRENO
102	1,319,364.380	595,630.056	367.145	C	CERCO
103	1,319,366.366	595,630.295	364.365	PLC	POSTE DE LUZ DE CONCRETO
104	1,319,380.295	595,648.127	364.092	C	CERCO
105	1,319,380.691	595,646.623	362.981	K	PUNTO SOBRE TERRENO
106	1,319,380.789	595,646.160	362.760	K	PUNTO SOBRE TERRENO
107	1,319,381.122	595,645.307	362.840	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
108	1,319,382.154	595,642.826	363.104	CC	CENTRO DE CALLE O CAMINO
109	1,319,382.911	595,640.518	362.947	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
110	1,319,383.430	595,639.473	362.832	K	PUNTO SOBRE TERRENO
111	1,319,383.780	595,638.446	365.644	K	PUNTO SOBRE TERRENO
112	1,319,396.840	595,650.307	361.995	PI	PUNTO DE INTERSECCIÓN
113	1,319,323.673	595,616.059	367.012	CK	PUNTO DE REVISION
114	1,319,388.617	595,640.985	362.978	BM	BANCO DE NIVEL
115	1,319,403.698	595,632.392	362.914	EC	ESQUINA DE CASA
116	1,319,400.792	595,641.198	363.050	EC	ESQUINA DE CASA
117	1,319,407.101	595,643.375	362.859	EC	ESQUINA DE CASA
118	1,319,398.199	595,654.994	362.909	C	CERCO
119	1,319,398.365	595,654.782	361.919	K	PUNTO SOBRE TERRENO
120	1,319,398.868	595,653.294	361.558	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
121	1,319,400.610	595,650.956	361.810	CC	CENTRO DE CALLE O CAMINO
122	1,319,401.692	595,648.402	361.658	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
123	1,319,401.873	595,647.525	361.796	K	PUNTO SOBRE TERRENO
124	1,319,402.487	595,646.695	362.599	C	CERCO
125	1,319,403.545	595,657.234	361.906	C	CERCO
126	1,319,409.192	595,649.464	361.770	C	CERCO
127	1,319,415.643	595,652.679	361.465	C	CERCO
128	1,319,415.640	595,663.873	360.617	C	CERCO
129	1,319,416.121	595,662.892	360.375	K	PUNTO SOBRE TERRENO
130	1,319,416.292	595,662.657	360.031	K	PUNTO SOBRE TERRENO
131	1,319,416.841	595,661.766	360.114	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
132	1,319,418.267	595,659.702	360.301	CC	CENTRO DE CALLE O CAMINO
133	1,319,419.628	595,657.616	360.183	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
134	1,319,420.056	595,657.251	360.214	K	PUNTO SOBRE TERRENO
135	1,319,421.280	595,655.662	360.884	C	CERCO
136	1,319,419.195	595,664.987	360.388	BM	BANCO DE NIVEL
137	1,319,421.159	595,663.248	359.901	SON	SONDEO
138	1,319,455.142	595,682.200	355.849	PI	PUNTO DE INTERSECCIÓN
139	1,319,396.849	595,650.310	361.992	CK	PUNTO DE REVISION
140	1,319,431.387	595,672.880	360.620	C	CERCO

Fuente: Propia

Tabla A-4

Coordenadas WGS 84		NANDASMO, DEPARTAMENTO DE MASAYA, NICARAGUA			
Punto	**Y**	**X**	**Z**	**Código**	**Descripción**
141	1,319,432.176	595,671.251	358.536	K	PUNTO SOBRE TERRENO
142	1,319,432.671	595,670.370	358.638	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
143	1,319,433.916	595,668.247	358.709	CC	CENTRO DE CALLE O CAMINO
144	1,319,435.152	595,665.953	358.498	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
145	1,319,435.416	595,665.387	358.482	K	PUNTO SOBRE TERRENO
146	1,319,435.867	595,665.074	361.513	C	CERCO
147	1,319,449.201	595,683.049	359.442	C	CERCO
148	1,319,450.206	595,682.088	356.250	K	PUNTO SOBRE TERRENO
149	1,319,450.457	595,681.307	356.384	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
150	1,319,451.610	595,678.501	356.619	CC	CENTRO DE CALLE O CAMINO
151	1,319,452.928	595,675.771	356.290	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
152	1,319,453.291	595,675.011	356.198	K	PUNTO SOBRE TERRENO
153	1,319,454.025	595,674.412	359.583	C	CERCO
154	1,319,465.519	595,691.906	357.484	C	CERCO
155	1,319,465.983	595,691.509	353.805	K	PUNTO SOBRE TERRENO
156	1,319,466.875	595,689.572	353.626	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
157	1,319,468.209	595,686.411	353.930	CC	CENTRO DE CALLE O CAMINO
158	1,319,469.507	595,683.166	353.704	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
159	1,319,469.756	595,682.192	353.656	K	PUNTO SOBRE TERRENO
160	1,319,469.683	595,681.767	357.267	C	CERCO
161	1,319,483.195	595,699.486	354.767	C	CERCO
162	1,319,483.648	595,699.012	351.927	K	PUNTO SOBRE TERRENO
163	1,319,483.952	595,697.715	351.397	K	PUNTO SOBRE TERRENO
164	1,319,484.075	595,696.329	350.916	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
165	1,319,485.478	595,692.310	351.396	CC	CENTRO DE CALLE O CAMINO
166	1,319,486.280	595,688.978	351.208	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
167	1,319,486.548	595,688.161	351.103	K	PUNTO SOBRE TERRENO
168	1,319,486.659	595,687.674	354.312	C	CERCO
169	1,319,501.167	595,704.424	352.040	C	CERCO
170	1,319,501.819	595,702.785	348.326	K	PUNTO SOBRE TERRENO
171	1,319,502.224	595,701.848	347.986	K	PUNTO SOBRE TERRENO
172	1,319,502.273	595,701.342	348.439	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
173	1,319,503.271	595,697.820	348.757	CC	CENTRO DE CALLE O CAMINO
174	1,319,504.191	595,694.786	348.438	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
175	1,319,504.922	595,693.419	348.765	K	PUNTO SOBRE TERRENO
176	1,319,505.713	595,690.877	348.657	K	PUNTO SOBRE TERRENO
177	1,319,505.908	595,689.171	350.645	C	CERCO
178	1,319,526.402	595,702.990	345.541	PI	PUNTO DE INTERSECCIÓN
179	1,319,455.111	595,682.187	355.849	CK	PUNTO DE REVISION
180	1,319,520.229	595,708.159	349.951	C	CERCO
181	1,319,520.459	595,707.255	346.339	K	PUNTO SOBRE TERRENO
182	1,319,520.750	595,706.019	346.177	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
183	1,319,521.822	595,703.054	346.254	CC	CENTRO DE CALLE O CAMINO
184	1,319,522.518	595,699.953	346.086	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
185	1,319,522.895	595,698.710	346.526	K	PUNTO SOBRE TERRENO
186	1,319,522.438	595,696.443	346.829	K	PUNTO SOBRE TERRENO
187	1,319,523.116	595,695.981	349.825	C	CERCO

Fuente: Propia

Tabla A-5

Coordenadas WGS 84		NANDASMO, DEPARTAMENTO DE MASAYA, NICARAGUA			
Punto	**Y**	**X**	**Z**	**Código**	**Descripción**
188	1,319,544.811	595,757.826	345.681	BCO	BANCO DE MATERIAL
189	1,319,533.861	595,701.811	345.043	PLC	POSTE DE LUZ DE CONCRETO
190	1,319,538.417	595,713.986	344.883	C	CERCO
191	1,319,538.470	595,712.708	343.431	K	PUNTO SOBRE TERRENO
192	1,319,538.802	595,711.040	343.496	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
193	1,319,539.407	595,708.609	343.638	CC	CENTRO DE CALLE O CAMINO
194	1,319,539.817	595,706.186	343.503	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
195	1,319,540.333	595,704.757	343.958	K	PUNTO SOBRE TERRENO
196	1,319,540.795	595,702.605	346.035	C	CERCO
197	1,319,554.142	595,722.663	343.976	C	CERCO
198	1,319,555.211	595,721.090	340.775	K	PUNTO SOBRE TERRENO
199	1,319,555.942	595,719.917	340.897	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
200	1,319,557.257	595,717.677	341.063	CC	CENTRO DE CALLE O CAMINO
201	1,319,558.602	595,715.305	340.846	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
202	1,319,559.094	595,714.456	340.952	K	PUNTO SOBRE TERRENO
203	1,319,559.341	595,714.005	343.137	C	CERCO
204	1,319,591.776	595,734.898	337.862	PI	PUNTO DE INTERSECCIÓN
205	1,319,526.379	595,702.975	345.539	CK	PUNTO DE REVISION
206	1,319,571.585	595,731.899	342.807	C	CERCO
207	1,319,572.861	595,729.987	338.807	K	PUNTO SOBRE TERRENO
208	1,319,573.228	595,729.241	338.921	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
209	1,319,574.053	595,726.603	339.184	CC	CENTRO DE CALLE O CAMINO
210	1,319,575.607	595,723.955	338.905	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
211	1,319,575.913	595,723.427	338.850	K	PUNTO SOBRE TERRENO
212	1,319,576.034	595,723.089	341.738	C	CERCO
213	1,319,589.209	595,728.251	338.291	PLC	POSTE DE LUZ DE CONCRETO
214	1,319,589.813	595,738.272	340.391	C	CERCO
215	1,319,591.054	595,737.019	337.599	K	PUNTO SOBRE TERRENO
216	1,319,591.202	595,736.357	337.686	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
217	1,319,592.461	595,733.817	337.842	CC	CENTRO DE CALLE O CAMINO
218	1,319,593.546	595,731.730	337.574	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
219	1,319,594.061	595,730.175	337.848	K	PUNTO SOBRE TERRENO
220	1,319,594.590	595,729.206	338.551	C	CERCO
221	1,319,605.842	595,745.367	338.788	C	CERCO
222	1,319,606.710	595,743.122	337.115	K	PUNTO SOBRE TERRENO
223	1,319,607.067	595,741.616	336.980	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
224	1,319,607.680	595,739.179	337.059	CC	CENTRO DE CALLE O CAMINO
225	1,319,608.461	595,736.617	336.813	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
226	1,319,609.184	595,734.757	336.837	K	PUNTO SOBRE TERRENO
227	1,319,610.518	595,732.198	337.078	C	CERCO
228	1,319,623.609	595,742.685	336.201	SON	SONDEO
229	1,319,626.104	595,750.554	338.578	C	CERCO
230	1,319,626.909	595,747.225	335.839	K	PUNTO SOBRE TERRENO
231	1,319,626.975	595,746.046	335.962	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
232	1,319,627.485	595,744.089	336.027	CC	CENTRO DE CALLE O CAMINO
233	1,319,628.321	595,741.253	335.753	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
234	1,319,629.098	595,739.765	335.896	K	PUNTO SOBRE TERRENO

Fuente: Propia

Tabla A-6

Coordenadas WGS 84		NANDASMO, DEPARTAMENTO DE MASAYA, NICARAGUA			
Punto	**Y**	**X**	**Z**	**Código**	**Descripción**
235	1,319,629.457	595,738.511	336.196	C	CERCO
236	1,319,674.069	595,749.197	334.253	PI	PUNTO DE INTERSECCIÓN
237	1,319,591.746	595,734.892	337.863	CK	PUNTO DE REVISION
238	1,319,646.992	595,754.148	335.502	C	CERCO
239	1,319,647.374	595,752.615	334.866	K	PUNTO SOBRE TERRENO
240	1,319,647.497	595,751.580	335.107	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
241	1,319,647.956	595,749.105	335.238	CC	CENTRO DE CALLE O CAMINO
242	1,319,648.113	595,746.244	335.073	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
243	1,319,646.461	595,744.893	334.899	K	PUNTO SOBRE TERRENO
244	1,319,646.982	595,743.655	335.099	C	CERCO
245	1,319,647.391	595,745.127	334.910	K	PUNTO SOBRE TERRENO
246	1,319,647.351	595,744.668	333.685	K	PUNTO SOBRE TERRENO
247	1,319,647.211	595,744.007	333.538	K	PUNTO SOBRE TERRENO
248	1,319,647.120	595,743.730	335.188	K	PUNTO SOBRE TERRENO
249	1,319,651.030	595,746.320	334.767	K	PUNTO SOBRE TERRENO
250	1,319,656.772	595,747.035	334.586	K	PUNTO SOBRE TERRENO
251	1,319,656.896	595,745.956	333.439	K	PUNTO SOBRE TERRENO
252	1,319,656.257	595,755.306	334.990	BM	BANCO DE NIVEL
253	1,319,668.380	595,753.092	334.606	C	CERCO
254	1,319,667.864	595,752.225	334.306	K	PUNTO SOBRE TERRENO
255	1,319,667.440	595,750.964	334.427	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
256	1,319,667.129	595,748.495	334.478	CC	CENTRO DE CALLE O CAMINO
257	1,319,666.928	595,746.163	334.297	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
258	1,319,666.710	595,745.142	334.495	K	PUNTO SOBRE TERRENO
259	1,319,666.673	595,744.164	334.515	C	CERCO
260	1,319,688.612	595,747.704	334.193	C	CERCO
261	1,319,688.501	595,746.554	333.742	K	PUNTO SOBRE TERRENO
262	1,319,688.008	595,745.573	333.806	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
263	1,319,687.293	595,743.716	333.862	CC	CENTRO DE CALLE O CAMINO
264	1,319,686.491	595,741.784	333.603	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
265	1,319,686.031	595,740.901	333.541	K	PUNTO SOBRE TERRENO
266	1,319,685.865	595,739.467	333.700	C	CERCO
267	1,319,705.773	595,741.859	333.235	C	CERCO
268	1,319,705.646	595,741.384	333.235	K	PUNTO SOBRE TERRENO
269	1,319,705.410	595,740.246	333.196	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
270	1,319,704.808	595,738.222	333.328	CC	CENTRO DE CALLE O CAMINO
271	1,319,704.282	595,735.899	333.065	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
272	1,319,704.055	595,734.922	333.110	K	PUNTO SOBRE TERRENO
273	1,319,703.985	595,734.659	333.101	C	CERCO
274	1,319,728.703	595,729.655	332.570	PI	PUNTO DE INTERSECCIÓN
275	1,319,674.046	595,749.204	334.254	CK	PUNTO DE REVISION
276	1,319,724.252	595,737.895	330.595	K	PUNTO SOBRE TERRENO
277	1,319,724.032	595,736.668	332.614	C	CERCO
278	1,319,723.710	595,735.373	332.691	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
279	1,319,723.088	595,733.070	332.883	CC	CENTRO DE CALLE O CAMINO
280	1,319,722.517	595,730.597	332.651	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
281	1,319,722.664	595,728.957	332.637	C	CERCO

Fuente: Propia

Tabla A-7

Coordenadas WGS 84		NANDASMO, DEPARTAMENTO DE MASAYA, NICARAGUA			
Punto	**Y**	**X**	**Z**	**Código**	**Descripción**
282	1,319,723.506	595,729.363	332.606	PLC	POSTE DE LUZ DE CONCRETO
283	1,319,742.379	595,733.957	330.248	K	PUNTO SOBRE TERRENO
284	1,319,742.533	595,732.901	331.917	C	CERCO
285	1,319,742.172	595,731.773	332.186	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
286	1,319,741.674	595,729.385	332.457	CC	CENTRO DE CALLE O CAMINO
287	1,319,740.994	595,727.242	332.328	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
288	1,319,740.828	595,726.456	332.449	C	CERCO
289	1,319,761.527	595,731.355	331.836	C	CERCO
290	1,319,761.464	595,729.903	331.962	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
291	1,319,761.343	595,727.361	332.101	CC	CENTRO DE CALLE O CAMINO
292	1,319,761.156	595,724.825	331.790	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
293	1,319,761.188	595,723.795	331.748	C	CERCO
294	1,319,781.937	595,729.967	332.021	C	CERCO
295	1,319,781.812	595,729.342	331.742	K	PUNTO SOBRE TERRENO
296	1,319,781.567	595,728.499	331.798	OC	ORILLA DE CALLE O CARRET.
297	1,319,781.104	595,726.710	331.820	CC	CENTRO DE CALLE O CAMINO
298	1,319,780.579	595,724.634	331.602	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
299	1,319,780.403	595,723.694	331.693	C	CERCO
300	1,319,800.696	595,729.553	331.383	C	CERCO
301	1,319,800.575	595,728.715	331.380	K	PUNTO SOBRE TERRENO
302	1,319,800.502	595,727.694	331.438	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
303	1,319,800.493	595,725.581	331.506	CC	CENTRO DE CALLE O CAMINO
304	1,319,800.246	595,723.616	331.284	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
305	1,319,800.185	595,722.905	331.348	K	PUNTO SOBRE TERRENO
306	1,319,799.983	595,720.992	331.327	C	CERCO
307	1,319,801.202	595,722.445	331.315	PLC	POSTE DE LUZ DE CONCRETO
308	1,319,824.724	595,722.940	330.541	PI	PUNTO DE INTERSECCIÓN
309	1,319,728.667	595,729.655	332.567	CK	PUNTO DE REVISION
310	1,319,820.811	595,729.784	332.422	C	CERCO
311	1,319,820.782	595,727.407	330.697	K	PUNTO SOBRE TERRENO
312	1,319,820.851	595,726.597	330.762	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
313	1,319,820.969	595,724.127	330.868	CC	CENTRO DE CALLE O CAMINO
314	1,319,820.898	595,722.161	330.780	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
315	1,319,820.911	595,721.554	330.755	K	PUNTO SOBRE TERRENO
316	1,319,820.972	595,718.843	332.375	C	CERCO
317	1,319,814.364	595,719.322	332.142	C	CERCO
318	1,319,816.291	595,730.203	332.385	C	CERCO
319	1,319,838.479	595,730.930	330.320	C	CERCO
320	1,319,838.751	595,729.706	328.924	K	PUNTO SOBRE TERRENO
321	1,319,838.731	595,728.719	329.033	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
322	1,319,839.101	595,725.480	329.250	CC	CENTRO DE CALLE O CAMINO
323	1,319,839.287	595,722.632	328.987	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
324	1,319,839.316	595,721.877	328.913	K	PUNTO SOBRE TERRENO
325	1,319,839.703	595,719.901	330.855	C	CERCO
326	1,319,851.286	595,721.068	328.351	C	CERCO
327	1,319,849.388	595,722.425	328.159	OC	ORILLA DE CALLE O CARRET.
328	1,319,855.015	595,723.463	327.961	CC	CENTRO DE CALLE O CAMINO

Fuente: Propia

Tabla A-8

Coordenadas WGS 84		NANDASMO, DEPARTAMENTO DE MASAYA, NICARAGUA			
Punto	**Y**	**X**	**Z**	**Código**	**Descripción**
329	1,319,860.283	595,724.384	327.832	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
330	1,319,871.369	595,713.710	328.644	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
331	1,319,871.404	595,716.642	328.836	CC	CENTRO DE CALLE O CAMINO
332	1,319,871.487	595,719.957	329.062	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
333	1,319,858.777	595,733.316	328.834	C	CERCO
334	1,319,858.895	595,732.298	327.067	K	PUNTO SOBRE TERRENO
335	1,319,858.888	595,731.135	327.134	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
336	1,319,859.489	595,728.921	327.374	CC	CENTRO DE CALLE O CAMINO
337	1,319,859.994	595,726.497	327.478	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
338	1,319,874.588	595,726.204	326.115	PLC	POSTE DE LUZ DE CONCRETO
339	1,319,875.759	595,726.556	326.047	BM	BANCO DE NIVEL
340	1,319,875.684	595,721.309	326.170	MU	MURO
341	1,319,875.028	595,723.497	326.150	EA	ESQUINA DE ACERA
342	1,319,928.348	595,740.504	319.359	PI	PUNTO DE INTERSECCIÓN
343	1,319,824.705	595,722.935	330.545	CK	PUNTO DE REVISION
344	1,319,897.497	595,741.031	325.852	C	CERCO
345	1,319,897.922	595,739.001	323.242	K	PUNTO SOBRE TERRENO
346	1,319,897.945	595,737.816	323.296	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
347	1,319,898.626	595,735.307	323.399	SON	SONDEO
348	1,319,899.194	595,733.345	323.247	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
349	1,319,899.908	595,730.606	324.489	K	PUNTO SOBRE TERRENO
350	1,319,922.055	595,745.639	321.187	C	CERCO
351	1,319,923.036	595,744.187	319.751	K	PUNTO SOBRE TERRENO
352	1,319,923.577	595,741.864	319.823	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
353	1,319,923.871	595,739.622	320.201	CC	CENTRO DE CALLE O CAMINO
354	1,319,924.531	595,737.844	320.249	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
355	1,319,925.096	595,735.627	321.492	K	PUNTO SOBRE TERRENO
356	1,319,920.812	595,730.850	324.989	EA	ESQUINA DE ACERA
357	1,319,926.491	595,731.455	324.933	PORCH	PORCHE
358	1,319,926.288	595,733.550	323.600	PLC	POSTE DE LUZ DE CONCRETO
359	1,319,927.942	595,733.301	322.870	GRA	GRADAS
360	1,319,954.430	595,727.956	316.638	MU	MURO
361	1,319,963.827	595,727.898	317.770	PLC	POSTE DE LUZ DE CONCRETO
362	1,319,928.862	595,748.781	319.425	C	CERCO
363	1,319,929.419	595,747.392	318.397	K	PUNTO SOBRE TERRENO
364	1,319,929.683	595,746.154	318.211	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
365	1,319,931.158	595,743.888	318.604	CC	CENTRO DE CALLE O CAMINO
366	1,319,932.038	595,742.160	318.595	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
367	1,319,932.352	595,741.211	318.634	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
368	1,319,932.579	595,739.541	318.714	CC	CENTRO DE CALLE O CAMINO
369	1,319,932.598	595,737.943	318.821	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
370	1,319,932.696	595,736.542	319.780	K	PUNTO SOBRE TERRENO
371	1,319,942.615	595,756.210	317.616	C	CERCO
372	1,319,943.357	595,754.146	315.568	K	PUNTO SOBRE TERRENO
373	1,319,943.998	595,753.099	315.908	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
374	1,319,945.129	595,749.722	316.073	CC	CENTRO DE CALLE O CAMINO
375	1,319,944.795	595,747.320	315.572	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA

Fuente: Propia

Tabla A-9

Coordenadas WGS 84		NANDASMO, DEPARTAMENTO DE MASAYA, NICARAGUA			
Punto	**Y**	**X**	**Z**	**Código**	**Descripción**
376	1,319,947.632	595,745.430	316.039	K	PUNTO SOBRE TERRENO
377	1,319,955.498	595,765.021	314.188	C	CERCO
378	1,319,956.178	595,764.096	313.213	K	PUNTO SOBRE TERRENO
379	1,319,956.856	595,763.031	312.980	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
380	1,319,958.584	595,761.575	313.032	CC	CENTRO DE CALLE O CAMINO
381	1,319,960.248	595,759.207	312.701	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
382	1,319,961.573	595,757.588	312.857	K	PUNTO SOBRE TERRENO
383	1,319,964.146	595,754.009	312.444	K	PUNTO SOBRE TERRENO
384	1,319,951.434	595,745.484	315.374	A	ARBOL
385	1,319,956.476	595,749.660	314.161	A	ARBOL
386	1,319,958.607	595,754.280	313.686	A	ARBOL
387	1,319,952.712	595,747.285	314.740	BM	BANCO DE NIVEL
388	1,319,921.234	595,739.557	320.561	SON	SONDEO
389	1,320,033.336	595,822.177	295.586	PI	PUNTO DE INTERSECCIÓN
390	1,319,956.077	595,746.831	314.052	K	PUNTO SOBRE TERRENO
391	1,319,956.946	595,743.508	314.586	K	PUNTO SOBRE TERRENO
392	1,319,956.848	595,740.855	315.024	K	PUNTO SOBRE TERRENO
393	1,319,956.134	595,738.075	315.365	K	PUNTO SOBRE TERRENO
394	1,319,955.469	595,735.755	316.151	K	PUNTO SOBRE TERRENO
395	1,319,974.337	595,740.097	311.575	K	PUNTO SOBRE TERRENO
396	1,319,974.127	595,738.075	312.098	K	PUNTO SOBRE TERRENO
397	1,319,973.563	595,735.068	312.533	K	PUNTO SOBRE TERRENO
398	1,319,972.792	595,732.604	312.504	K	PUNTO SOBRE TERRENO
399	1,319,972.053	595,730.836	312.678	K	PUNTO SOBRE TERRENO
400	1,319,989.647	595,735.614	309.648	K	PUNTO SOBRE TERRENO
401	1,319,989.522	595,734.301	309.649	K	PUNTO SOBRE TERRENO
402	1,319,988.429	595,731.413	309.638	K	PUNTO SOBRE TERRENO
403	1,319,987.898	595,729.373	309.836	K	PUNTO SOBRE TERRENO
404	1,319,987.692	595,728.230	309.834	K	PUNTO SOBRE TERRENO
405	1,319,928.333	595,740.493	319.357	CK	PUNTO DE REVISION
406	1,319,972.027	595,779.292	310.680	C	CERCO
407	1,319,973.072	595,777.940	309.467	K	PUNTO SOBRE TERRENO
408	1,319,973.658	595,776.881	309.409	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
409	1,319,975.108	595,775.264	309.500	CC	CENTRO DE CALLE O CAMINO
410	1,319,976.247	595,773.810	309.426	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
411	1,319,976.893	595,773.273	308.897	K	PUNTO SOBRE TERRENO
412	1,319,977.154	595,772.628	309.863	K	PUNTO SOBRE TERRENO
413	1,319,978.120	595,771.569	309.860	K	PUNTO SOBRE TERRENO
414	1,319,977.664	595,783.654	309.746	C	CERCO
415	1,319,978.364	595,782.520	308.224	K	PUNTO SOBRE TERRENO
416	1,319,979.030	595,781.814	308.144	OC	ORILLA DE CALLE O CARRET.
417	1,319,980.749	595,780.207	308.176	CC	CENTRO DE CALLE O CAMINO
418	1,319,982.324	595,778.962	308.114	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
419	1,319,982.602	595,778.571	308.084	K	PUNTO SOBRE TERRENO
420	1,319,982.835	595,778.409	307.047	K	PUNTO SOBRE TERRENO
421	1,319,983.063	595,778.130	307.068	K	PUNTO SOBRE TERRENO
422	1,319,983.279	595,777.921	308.501	K	PUNTO SOBRE TERRENO

Fuente: Propia

Tabla A-10

Coordenadas WGS 84		NANDASMO, DEPARTAMENTO DE MASAYA, NICARAGUA			
Punto	**Y**	**X**	**Z**	**Código**	**Descripción**
423	1,319,983.904	595,777.190	308.505	K	PUNTO SOBRE TERRENO
424	1,319,992.619	595,794.967	306.124	C	CERCO
425	1,319,993.088	595,793.877	304.735	K	PUNTO SOBRE TERRENO
426	1,319,993.441	595,793.474	304.752	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
427	1,319,994.691	595,791.870	304.635	CC	CENTRO DE CALLE O CAMINO
428	1,319,996.150	595,791.355	304.484	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
429	1,319,996.702	595,790.677	304.307	K	PUNTO SOBRE TERRENO
430	1,319,996.817	595,790.557	303.162	K	PUNTO SOBRE TERRENO
431	1,319,997.438	595,789.838	303.198	K	PUNTO SOBRE TERRENO
432	1,319,997.367	595,789.551	304.752	K	PUNTO SOBRE TERRENO
433	1,319,998.433	595,788.417	304.732	K	PUNTO SOBRE TERRENO
434	1,320,006.903	595,807.122	302.269	C	CERCO
435	1,320,007.546	595,806.202	301.050	K	PUNTO SOBRE TERRENO
436	1,320,008.102	595,805.512	300.862	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
437	1,320,009.606	595,803.788	301.017	CC	CENTRO CALLE O CAMINO
438	1,320,011.220	595,802.296	300.844	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
439	1,320,011.632	595,801.816	300.735	K	PUNTO SOBRE TERRENO
440	1,320,011.684	595,801.700	300.488	K	PUNTO SOBRE TERRENO
441	1,320,011.822	595,801.489	300.566	K	PUNTO SOBRE TERRENO
442	1,320,012.049	595,801.273	301.109	K	PUNTO SOBRE TERRENO
443	1,320,012.351	595,800.973	301.109	K	PUNTO SOBRE TERRENO
444	1,320,019.656	595,819.029	299.324	C	CERCO
445	1,320,021.059	595,817.633	297.817	K	PUNTO SOBRE TERRENO
446	1,320,021.571	595,817.056	297.717	OC	ORILLA DE CALLE O CARRET.
447	1,320,022.670	595,815.340	297.653	CC	CENTRO DE CALLE O CAMINO
448	1,320,023.709	595,814.429	297.861	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
449	1,320,024.624	595,814.152	297.694	K	PUNTO SOBRE TERRENO
450	1,320,024.964	595,814.210	297.552	K	PUNTO SOBRE TERRENO
451	1,320,025.602	595,813.408	297.488	K	PUNTO SOBRE TERRENO
452	1,320,026.149	595,812.770	298.204	K	PUNTO SOBRE TERRENO
453	1,320,027.959	595,810.616	298.714	K	PUNTO SOBRE TERRENO
454	1,320,031.330	595,829.482	297.587	C	CERCO
455	1,320,032.009	595,828.411	295.100	K	PUNTO SOBRE TERRENO
456	1,320,032.772	595,827.504	295.012	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
457	1,320,034.408	595,826.225	294.939	CC	CENTRO DE CALLE O CAMINO
458	1,320,035.970	595,824.778	294.840	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
459	1,320,036.327	595,824.288	294.722	K	PUNTO SOBRE TERRENO
460	1,320,036.912	595,824.373	294.265	K	PUNTO SOBRE TERRENO
461	1,320,037.037	595,824.214	294.185	K	PUNTO SOBRE TERRENO
462	1,320,037.350	595,823.707	295.162	K	PUNTO SOBRE TERRENO
463	1,320,038.180	595,822.566	295.564	K	PUNTO SOBRE TERRENO
464	1,320,046.002	595,840.796	295.363	K	PUNTO SOBRE TERRENO
465	1,320,047.506	595,839.328	291.702	C	CERCO
466	1,320,048.154	595,838.112	291.602	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
467	1,320,049.135	595,836.295	291.457	CC	CENTRO DE CALLE O CAMINO
468	1,320,049.740	595,835.117	291.469	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
469	1,320,050.222	595,834.408	291.413	K	PUNTO SOBRE TERRENO

Fuente: Propia

Tabla A-11

Coordenadas WGS 84		NANDASMO, DEPARTAMENTO DE MASAYA, NICARAGUA			
Punto	**Y**	**X**	**Z**	**Código**	**Descripción**
470	1,320,050.682	595,834.060	290.923	K	PUNTO SOBRE TERRENO
471	1,320,050.964	595,833.459	290.872	K	PUNTO SOBRE TERRENO
472	1,320,051.264	595,833.271	291.601	K	PUNTO SOBRE TERRENO
473	1,320,051.684	595,832.049	294.838	K	PUNTO SOBRE TERRENO
474	1,320,057.793	595,840.882	289.510	PI	PUNTO DE INTERSECCIÓN
475	1,320,033.322	595,822.166	295.583	CK	PUNTO DE REVISION
476	1,320,064.411	595,847.569	291.394	C	CERCO
477	1,320,065.918	595,844.972	287.787	K	PUNTO SOBRE TERRENO
478	1,320,066.003	595,844.196	287.367	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
479	1,320,066.309	595,841.108	287.464	CC	CENTRO DE CALLE O CAMINO
480	1,320,066.696	595,838.559	287.352	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
481	1,320,066.701	595,838.246	287.309	K	PUNTO SOBRE TERRENO
482	1,320,066.709	595,838.253	286.975	K	PUNTO SOBRE TERRENO
483	1,320,066.690	595,837.891	286.969	K	PUNTO SOBRE TERRENO
484	1,320,066.775	595,837.561	287.783	K	PUNTO SOBRE TERRENO
485	1,320,066.803	595,835.996	289.071	K	PUNTO SOBRE TERRENO
486	1,320,066.046	595,841.489	286.723	K	PUNTO SOBRE TERRENO
487	1,320,081.189	595,848.984	286.990	C	CERCO
488	1,320,080.753	595,846.214	284.168	K	PUNTO SOBRE TERRENO
489	1,320,080.579	595,844.235	283.729	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
490	1,320,080.662	595,841.717	283.785	CC	CENTRO DE CALLE O CAMINO
491	1,320,080.683	595,840.748	283.783	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
492	1,320,080.678	595,839.872	283.697	K	PUNTO SOBRE TERRENO
493	1,320,080.722	595,839.123	283.468	K	PUNTO SOBRE TERRENO
494	1,320,080.725	595,838.902	283.430	K	PUNTO SOBRE TERRENO
495	1,320,080.691	595,838.602	284.239	K	PUNTO SOBRE TERRENO
496	1,320,079.995	595,837.494	285.042	K	PUNTO SOBRE TERRENO
497	1,320,094.634	595,846.274	283.277	C	CERCO
498	1,320,094.596	595,845.473	279.737	K	PUNTO SOBRE TERRENO
499	1,320,094.679	595,843.393	279.190	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
500	1,320,094.878	595,841.317	279.422	CC	CENTRO DE CALLE O CAMINO
501	1,320,095.076	595,840.005	279.660	OC	ORILLA CALLE O CARRETERA
502	1,320,095.104	595,839.833	279.584	K	PUNTO SOBRE TERRENO
503	1,320,095.161	595,839.599	279.268	K	PUNTO SOBRE TERRENO
504	1,320,095.016	595,838.947	279.386	K	PUNTO SOBRE TERRENO
505	1,320,094.883	595,838.689	279.801	K	PUNTO SOBRE TERRENO
506	1,320,094.806	595,837.791	280.494	K	PUNTO SOBRE TERRENO

Fuente: Propia

Tabla B-1

HOJA AUXILIAR DE CAMPO

ESTACION: 55+000 **TIPO:** Manual **SEMANA DEL** 9 **AL:** 15
UBICACIÓN KM: 55 **DIA:** Lunes **FECHA:** 09/07/2012 **SENTIDO:** Ambas direcciones
LOCALIZACION: Nandasmo, Masaya **CONTADOR:** Lester Arguello

Hora	Vehículos Livianos						Vehículos de Carga		Total
	Moto	Moto Taxi	Auto	Jeep	Camioneta	McBus 15 pas	Bus	C2	
A.M									
6:00-7:00	1	2	1	0	0	0	0	2	6
7:00-8:00	2	2	1	0	2	0	0	2	9
8:00-9:00	1	2	1	0	1	0	0	2	7
9:00-10:00	1	1	0	0	1	0	0	2	5
10:00-11:00	1	1	0	0	0	0	0	2	4
11:00-12:00	0	1	1	0	1	0	0	2	5
P.M									
12:00-1:00	0	2	0	0	0	0	0	2	4
1:00-2:00	0	0	2	0	0	0	0	2	4
2:00-3:00	0	0	1	0	0	0	0	2	3
3:00-4:00	1	0	2	0	0	0	0	3	6
4:00-5:00	1	0	2	0	1	0	0	1	5
5:00-6:00	1	0	0	0	0	0	0	2	3
Total	9	11	11	0	6	0	0	24	61
	60.66%						39.34%		100%
	% Vehículos Livianos						% Veh. Pesados		

Fuente: Propia

Tabla B-2

HOJA AUXILIAR DE CAMPO

ESTACION: 55+000 **TIPO:** Manual **SEMANA DEL** 9 **AL:** 15
UBICACIÓN KM: 55 **DIA:** Martes **FECHA:** 10/07/2012 **SENTIDO:** Ambas direcciones
LOCALIZACION: Nandasmo, Masaya **CONTADOR:** Jose Guillermo Hernandez

Hora	Vehículos Livianos						Vehículos de Carga		Total
	Moto	Moto Taxi	Auto	Jeep	Camioneta	McBus 15 pas	Bus	C2	
A.M									
6:00-7:00	0	1	1	0	1	0	0	3	6
7:00-8:00	1	1	1	0	0	0	0	2	5
8:00-9:00	1	1	1	0	1	0	0	1	5
9:00-10:00	0	1	2	0	0	0	0	2	5
10:00-11:00	1	1	1	0	0	0	0	2	5
11:00-12:00	1	0	0	0	1	0	0	2	4
P.M									
12:00-1:00	0	0	1	0	1	0	0	2	4
1:00-2:00	1	0	0	0	0	0	0	2	3
2:00-3:00	0	0	0	0	1	0	0	2	3
3:00-4:00	2	2	0	0	0	0	0	2	6
4:00-5:00	0	0	2	0	1	0	0	2	5
5:00-6:00	0	0	0	0	0	0	0	2	2
Total	7	7	9	0	6	0	0	24	53
	54.72%						45.28%		100%
	% Vehículos Livianos						% Veh. Pesados		

Fuente: Propia

Tabla B-3

HOJA AUXILIAR DE CAMPO

ESTACION: 55+000 **TIPO:** Manual **SEMANA DEL** 9 **AL:** 15
UBICACIÓN KM: 55 **DIA:** Miercoles **FECHA:** 11/07/2012 **SENTIDO:** Ambas direcciones
LOCALIZACION: Nandasmo, Masaya **CONTADOR:** Orlando Paladino

Hora	Vehículos Livianos						Vehículos de Carga		Total
	Moto	Moto Taxi	Auto	Jeep	Camioneta	McBus 15 pas	Bus	C2	
A.M									
6:00-7:00	0	1	1	0	0	0	0	1	3
7:00-8:00	2	1	1	0	0	0	0	3	7
8:00-9:00	0	2	1	0	0	0	0	2	5
9:00-10:00	0	1	0	0	1	0	0	2	4
10:00-11:00	0	1	1	0	0	0	0	2	4
11:00-12:00	0	0	1	0	0	0	0	2	3
P.M									
12:00-1:00	1	1	1	0	0	0	0	2	5
1:00-2:00	0	1	1	0	0	0	0	2	4
2:00-3:00	0	0	1	1	0	0	0	2	4
3:00-4:00	0	0	2	0	0	0	0	2	4
4:00-5:00	1	1	2	0	0	0	0	2	6
5:00-6:00	0	0	2	0	1	0	0	2	5
Total	4	9	14	1	2	0	0	24	54
	55.56%						44.44%		100%
	% Vehículos Livianos						% Veh. Pesados		

Fuente: Propia

Tabla B-4

HOJA AUXILIAR DE CAMPO

ESTACION: 55+000 **TIPO:** Manual **SEMANA DEL** 9 **AL:** 15
UBICACIÓN KM: 55 **DIA:** Jueves **FECHA:** 12/07/2012 **SENTIDO:** Ambas direcciones
LOCALIZACION: Nandasmo, Masaya **CONTADOR:** Lester Arguello

Hora	Vehículos Livianos						Vehículos de Carga		Total
	Moto	Moto Taxi	Auto	Jeep	Camioneta	McBus 15 pas	Bus	C2	
A.M									
6:00-7:00	1	0	1	0	0	0	0	2	4
7:00-8:00	1	0	2	0	1	0	0	2	6
8:00-9:00	0	0	2	0	0	0	0	2	4
9:00-10:00	0	1	1	0	1	0	0	2	5
10:00-11:00	0	1	0	0	0	0	0	2	3
11:00-12:00	0	0	2	0	0	0	0	2	4
P.M									
12:00-1:00	0	2	0	0	0	0	0	2	4
1:00-2:00	0	0	0	0	0	0	0	2	2
2:00-3:00	0	1	0	0	1	0	0	2	4
3:00-4:00	0	1	0	0	0	0	0	1	2
4:00-5:00	1	0	2	0	0	0	0	3	6
5:00-6:00	1	0	2	0	1	0	0	2	6
Total	4	6	12	0	4	0	0	24	50
	52.00%						48.00%		100%
	% Vehículos Livianos						% Veh. Pesados		

Fuente: Propia

Tabla B-5

HOJA AUXILIAR DE CAMPO

ESTACION: 55+000 **TIPO:** Manual **SEMANA DEL** 9 **AL:** 15
UBICACIÓN KM: 55 **DIA:** Viernes **FECHA:** 13/07/2012 **SENTIDO:** Ambas direcciones
LOCALIZACION: Nandasmo, Masaya **CONTADOR:** Jose Guillermo Hernandez

Hora	Vehículos Livianos						Vehículos de Carga		Total
	Moto	Moto Taxi	Auto	Jeep	Camioneta	McBus 15 pas	Bus	C2	
A.M									
6:00-7:00	1	0	1	0	0	0	0	2	4
7:00-8:00	0	0	2	0	1	0	0	3	6
8:00-9:00	0	0	4	0	1	0	0	2	7
9:00-10:00	1	4	3	1	0	0	0	2	11
10:00-11:00	0	2	1	0	0	0	0	2	5
11:00-12:00	0	3	2	0	0	0	0	2	7
P.M									
12:00-1:00	0	4	1	0	0	0	0	3	8
1:00-2:00	0	1	2	0	1	0	0	2	6
2:00-3:00	3	2	1	0	0	0	0	2	8
3:00-4:00	1	3	2	0	0	0	0	1	7
4:00-5:00	0	0	2	1	0	0	0	4	7
5:00-6:00	0	0	1	0	1	0	0	1	3
Total	6	19	22	2	4	0	0	26	79
	67.09%						32.91%		100%
	% Vehículos Livianos						% Veh. Pesados		

Fuente: Propia

Tabla B-6

HOJA AUXILIAR DE CAMPO

ESTACION: 55+000 **TIPO:** Manual **SEMANA DEL** 9 **AL:** 15
UBICACIÓN KM: 55 **DIA:** Sabado **FECHA:** 14/07/2012 **SENTIDO:** Ambas direcciones
LOCALIZACION: Nandasmo, Masaya **CONTADOR:** Orlando Paladino

Hora	Vehículos Livianos						Vehículos de Carga		Total
	Moto	Moto Taxi	Auto	Jeep	Camioneta	McBus 15 pas	Bus	C2	
A.M									
6:00-7:00	1	2	2	0	2	0	0	2	9
7:00-8:00	2	2	2	1	1	0	0	1	9
8:00-9:00	0	1	0	0	0	0	0	2	3
9:00-10:00	2	2	0	0	0	0	0	1	5
10:00-11:00	0	0	2	0	0	0	0	1	3
11:00-12:00	0	2	1	0	0	0	0	2	5
P.M									
12:00-1:00	2	1	1	0	0	0	0	1	5
1:00-2:00	4	1	1	0	0	0	0	1	7
2:00-3:00	1	2	1	0	1	0	0	2	7
3:00-4:00	0	1	0	1	0	0	0	1	3
4:00-5:00	1	2	2	0	1	0	0	1	7
5:00-6:00	1	2	2	0	1	0	0	1	7
Total	14	18	14	2	6	0	0	16	70
	77.14%						22.86%		100%
	% Vehículos Livianos						% Veh. Pesados		

Fuente: Propia

Tabla B-7

HOJA AUXILIAR DE CAMPO

ESTACION: 55+000 **TIPO:** Manual **SEMANA DEL** 9 **AL:** 15
UBICACIÓN KM: 55 **DIA:** Domingo **FECHA:** 15/07/2012 **SENTIDO:** Ambas direcciones
LOCALIZACION: Nandasmo, Masaya **CONTADOR:** Lester Arguello

Hora	Vehículos Livianos						Vehículos de Carga		Total
	Moto	Moto Taxi	Auto	Jeep	Camioneta	McBus 15 pas	Bus	C2	
A.M									
6:00-7:00	2	0	1	0	0	0	0	2	5
7:00-8:00	1	1	1	0	0	0	0	1	4
8:00-9:00	4	2	2	1	0	0	0	2	11
9:00-10:00	1	3	1	1	0	0	0	1	7
10:00-11:00	3	2	0	1	0	0	0	2	8
11:00-12:00	0	2	2	1	0	0	0	2	7
P.M									
12:00-1:00	1	2	0	1	2	0	0	0	6
1:00-2:00	1	1	2	0	0	0	0	2	6
2:00-3:00	0	2	2	1	0	0	0	1	6
3:00-4:00	3	2	0	0	0	0	0	3	8
4:00-5:00	2	0	1	1	0	0	0	0	4
5:00-6:00	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Total	18	17	13	7	2	0	0	16	73
	78.08%						21.92%		100%
	% Vehículos Livianos						% Veh. Pesados		

Fuente: Propia

Tabla C-1

HOJA AUXILIAR DE CAMPO

ESTACION:	**55+000**	**TIPO:**	**Manual**	**SEMANA DEL**	**9**	**AL:**	**15**
UBICACIÓN KM:	**55**	**DIA:**	**Lunes**	**FECHA:**	09/07/2012	**SENTIDO:**	**Ambas direcciones**
LOCALIZACION:	**Nandasmo, Masaya**					**CONTADOR:**	**Lester Arguello**

Hora	Vehiculos Livianos						Vehiculos de Carga		Total
	Moto	Mto Taxi	Auto	Jeep	Camiont	McBus 15 p	Bus	C2	
A.M									
6:00-6:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:15-6:30	1	1	0	0	0	0	0	1	3
6:30-6:45	0	1	1	0	0	0	0	0	2
6:45-7:00	0	0	0	0	0	0	0	1	1
7:00-7:15	1	1	0	0	1	0	0	1	4
7:15-7:30	0	1	0	0	0	0	0	0	1
7:30-7:45	1	0	1	0	1	0	0	1	4
7:45-8:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8:00-8:15	0	1	0	0	0	0	0	1	2
8:15-8:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8:30-8:45	1	0	0	0	1	0	0	1	3
8:45-9:00	0	1	1	0	0	0	0	0	2
9:00-9:15	1	0	0	0	0	0	0	1	2
9:15-9:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9:30-9:45	0	0	0	0	0	0	0	1	1
9:45-10:00	0	1	0	0	1	0	0	0	2
10:00-10:15	0	0	0	0	0	0	0	1	1
10:15-10:30	1	0	0	0	0	0	0	0	1
10:30-10:45	0	1	0	0	0	0	0	1	2
10:45-11:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:00-11:15	0	0	1	0	1	0	0	1	3
11:15-11:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:30-11:45	0	1	0	0	0	0	0	1	2
11:45-12:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P.M									
12:00-12:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12:15-12:30	0	1	0	0	0	0	0	1	2
12:30-12:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12:45-1:00	0	1	0	0	0	0	0	1	2
1:00-1:15	0	0	1	0	0	0	0	0	1
1:15-1:30	0	0	0	0	0	0	0	1	1
1:30-1:45	0	0	1	0	0	0	0	1	2
1:45-2:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:00-2:15	0	0	1	0	0	0	0	1	2
2:15-2:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:30-2:45	0	0	0	0	0	0	0	1	1
2:45-3:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:00-3:15	0	0	1	0	0	0	0	1	2
3:15-3:30	1	0	1	0	0	0	0	1	3
3:30-3:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:45-4:00	0	0	0	0	0	0	0	1	1
4:00-4:15	1	0	1	0	1	0	0	0	3
4:15-4:30	0	0	0	0	0	0	0	1	1
4:30-4:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:45-5:00	0	0	1	0	0	0	0	0	1
5:00-5:15	0	0	0	0	0	0	0	1	1
5:15-5:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:30-5:45	1	0	0	0	0	0	0	1	2
5:45-6:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TP(D) Sumatoria	9	11	11	0	6	0	0	24	61

Fuente: Propia

Tabla C-2

HOJA AUXILIAR DE CAMPO

ESTACION:	**55+000**	**TIPO:**	**Manual**	**SEMANA DEL**	**9**	**AL:**	**15**
UBICACIÓN KM:	**55**	**DIA:**	**Martes**	**FECHA:**	10/07/2012	**SENTIDO:**	**Ambas direcciones**
LOCALIZACION:	**Nandasmo, Masaya**					**CONTADOR:**	**Jose Hernandez**

Hora	Vehiculos Livianos						Vehiculos de Carga		Total
	Moto	Mto Taxi	Auto	Jeep	Camiont	McBus 15 p	Bus	C2	
A.M									
6:00-6:15	0	0	0	0	0	0	0	1	1
6:15-6:30	0	1	1	0	0	0	0	0	2
6:30-6:45	0	0	0	0	0	0	0	1	1
6:45-7:00	0	0	0	0	1	0	0	1	2
7:00-7:15	0	1	1	0	0	0	0	0	2
7:15-7:30	1	0	0	0	0	0	0	1	2
7:30-7:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7:45-8:00	0	0	0	0	0	0	0	1	1
8:00-8:15	1	0	1	0	0	0	0	0	2
8:15-8:30	0	0	0	0	0	0	0	1	1
8:30-8:45	0	1	0	0	1	0	0	0	2
8:45-9:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9:00-9:15	0	0	1	0	0	0	0	1	2
9:15-9:30	0	1	0	0	0	0	0	0	1
9:30-9:45	0	0	1	0	0	0	0	1	2
9:45-10:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:00-10:15	0	0	1	0	0	0	0	1	2
10:15-10:30	0	1	0	0	0	0	0	0	1
10:30-10:45	0	0	0	0	0	0	0	1	1
10:45-11:00	1	0	0	0	0	0	0	0	1
11:00-11:15	0	0	0	0	1	0	0	1	2
11:15-11:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:30-11:45	1	0	0	0	0	0	0	0	1
11:45-12:00	0	0	0	0	0	0	0	1	1
P.M									
12:00-12:15	0	0	0	0	0	0	0	1	1
12:15-12:30	0	0	1	0	0	0	0	0	1
12:30-12:45	0	0	0	0	0	0	0	1	1
12:45-1:00	0	0	0	0	1	0	0	0	1
1:00-1:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:15-1:30	0	0	0	0	0	0	0	1	1
1:30-1:45	1	0	0	0	0	0	0	0	1
1:45-2:00	0	0	0	0	0	0	0	1	1
2:00-2:15	0	0	0	0	0	0	0	1	1
2:15-2:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:30-2:45	0	0	0	0	1	0	0	1	2
2:45-3:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:00-3:15	0	0	0	0	0	0	0	1	1
3:15-3:30	1	1	0	0	0	0	0	0	2
3:30-3:45	0	1	0	0	0	0	0	0	1
3:45-4:00	1	0	0	0	0	0	0	1	2
4:00-4:15	0	0	1	0	0	0	0	1	2
4:15-4:30	0	0	0	0	1	0	0	0	1
4:30-4:45	0	0	1	0	0	0	0	1	2
4:45-5:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:00-5:15	0	0	0	0	0	0	0	1	1
5:15-5:30	0	0	0	0	0	0	0	1	1
5:30-5:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:45-6:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TP(D) Sumatoria	7	7	9	0	6	0	0	24	53

Fuente: Propia

Tabla C-3

HOJA AUXILIAR DE CAMPO

ESTACION:	**55+000**	**TIPO:**	**Manual**	**SEMANA DEL**	**9**	**AL:**	**15**
UBICACIÓN KM:	**55**	**DIA:**	**Miercoles**	**FECHA:**	11/07/2012	**SENTIDO:**	**Ambas direcciones**
LOCALIZACION:	**Nandasmo, Masaya**					**CONTADOR:**	**Orlando Paladino**

Hora	Vehiculos Livianos						Vehiculos de Carga		Total
	Moto	Mto Taxi	Auto	Jeep	Camiont	McBus 15 p	Bus	C2	
A.M									
6:00-6:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:15-6:30	0	0	0	0	0	0	0	1	1
6:30-6:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:45-7:00	0	1	1	0	0	0	0	0	2
7:00-7:15	1	0	0	0	0	0	0	1	2
7:15-7:30	0	0	1	0	0	0	0	0	1
7:30-7:45	0	1	0	0	0	0	0	1	2
7:45-8:00	1	0	0	0	0	0	0	1	2
8:00-8:15	0	1	0	0	0	0	0	0	1
8:15-8:30	0	1	1	0	0	0	0	0	2
8:30-8:45	0	0	0	0	0	0	0	1	1
8:45-9:00	0	0	0	0	0	0	0	1	1
9:00-9:15	0	1	0	0	0	0	0	0	1
9:15-9:30	0	0	0	0	1	0	0	0	1
9:30-9:45	0	0	0	0	0	0	0	1	1
9:45-10:00	0	0	0	0	0	0	0	1	1
10:00-10:15	0	0	1	0	0	0	0	0	1
10:15-10:30	0	1	0	0	0	0	0	0	1
10:30-10:45	0	0	0	0	0	0	0	1	1
10:45-11:00	0	0	0	0	0	0	0	1	1
11:00-11:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:15-11:30	0	0	0	0	0	0	0	1	1
11:30-11:45	0	0	1	0	0	0	0	1	2
11:45-12:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P.M									
12:00-12:15	0	1	0	0	0	0	0	0	1
12:15-12:30	0	0	0	0	0	0	0	1	1
12:30-12:45	1	0	0	0	0	0	0	0	1
12:45-1:00	0	0	1	0	0	0	0	1	2
1:00-1:15	0	0	0	0	0	0	0	1	1
1:15-1:30	0	1	0	0	0	0	0	0	1
1:30-1:45	0	0	1	0	0	0	0	0	1
1:45-2:00	0	0	0	0	0	0	0	1	1
2:00-2:15	0	0	0	0	0	0	0	1	1
2:15-2:30	0	0	1	0	0	0	0	0	1
2:30-2:45	0	0	0	1	0	0	0	0	1
2:45-3:00	0	0	0	0	0	0	0	1	1
3:00-3:15	0	0	1	0	0	0	0	0	1
3:15-3:30	0	0	0	0	0	0	0	1	1
3:30-3:45	0	0	0	0	0	0	0	1	1
3:45-4:00	0	0	1	0	0	0	0	0	1
4:00-4:15	0	0	1	0	0	0	0	0	1
4:15-4:30	1	0	0	0	0	0	0	1	2
4:30-4:45	0	0	1	0	0	0	0	1	2
4:45-5:00	0	1	0	0	0	0	0	0	1
5:00-5:15	0	0	1	0	0	0	0	0	1
5:15-5:30	0	0	0	0	1	0	0	1	2
5:30-5:45	0	0	1	0	0	0	0	0	1
5:45-6:00	0	0	0	0	0	0	0	1	1
TP(D) Sumatoria	4	9	14	1	2	0	0	24	54

Fuente: Propia

Tabla C-4

HOJA AUXILIAR DE CAMPO

ESTACION:	**55+000**	**TIPO:**	**Manual**	**SEMANA DEL**	**9**	**AL:**	**15**
UBICACIÓN KM:	**55**	**DIA:**	**Jueves**	**FECHA:**	12/07/2012	**SENTIDO:**	**Ambas direcciones**
LOCALIZACION:	**Nandasmo, Masaya**					**CONTADOR:**	**Lester Arguello**

Hora	Vehiculos Livianos						Vehiculos de Carga		Total
	Moto	Mto Taxi	Auto	Jeep	Camiont	McBus 15 p	Bus	C2	
A.M									
6:00-6:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:15-6:30	0	0	0	0	0	0	0	1	1
6:30-6:45	1	0	1	0	0	0	0	0	2
6:45-7:00	0	0	0	0	0	0	0	1	1
7:00-7:15	0	0	1	0	1	0	0	0	2
7:15-7:30	0	0	0	0	0	0	0	1	1
7:30-7:45	0	0	1	0	0	0	0	0	1
7:45-8:00	1	0	0	0	0	0	0	1	2
8:00-8:15	0	0	0	0	0	0	0	1	1
8:15-8:30	0	0	1	0	0	0	0	0	1
8:30-8:45	0	0	1	0	0	0	0	0	1
8:45-9:00	0	0	0	0	0	0	0	1	1
9:00-9:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9:15-9:30	0	0	0	0	1	0	0	1	2
9:30-9:45	0	0	1	0	0	0	0	0	1
9:45-10:00	0	1	0	0	0	0	0	1	2
10:00-10:15	0	1	0	0	0	0	0	1	2
10:15-10:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:30-10:45	0	0	0	0	0	0	0	1	1
10:45-11:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:00-11:15	0	0	0	0	0	0	0	1	1
11:15-11:30	0	0	1	0	0	0	0	0	1
11:30-11:45	0	0	1	0	0	0	0	0	1
11:45-12:00	0	0	0	0	0	0	0	1	1
P.M									
12:00-12:15	0	1	0	0	0	0	0	0	1
12:15-12:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12:30-12:45	0	1	0	0	0	0	0	1	2
12:45-1:00	0	0	0	0	0	0	0	1	1
1:00-1:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:15-1:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:30-1:45	0	0	0	0	0	0	0	1	1
1:45-2:00	0	0	0	0	0	0	0	1	1
2:00-2:15	0	0	0	0	0	0	0	1	1
2:15-2:30	0	0	0	0	1	0	0	0	1
2:30-2:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:45-3:00	0	1	0	0	0	0	0	1	2
3:00-3:15	0	1	0	0	0	0	0	0	1
3:15-3:30	0	0	0	0	0	0	0	1	1
3:30-3:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:45-4:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:00-4:15	1	0	1	0	0	0	0	1	3
4:15-4:30	0	0	0	0	0	0	0	1	1
4:30-4:45	0	0	1	0	0	0	0	0	1
4:45-5:00	0	0	0	0	0	0	0	1	1
5:00-5:15	0	0	1	0	1	0	0	1	3
5:15-5:30	1	0	1	0	0	0	0	0	2
5:30-5:45	0	0	0	0	0	0	0	1	1
5:45-6:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TP(D) Sumatoria	4	6	12	0	4	0	0	24	50

Fuente: Propia

Tabla C-5

HOJA AUXILIAR DE CAMPO

ESTACION:	**55+000**	**TIPO:**	**Manual**	**SEMANA DEL**	**9**	**AL:**	**15**
UBICACIÓN KM:	**55**	**DIA:**	**Viernes**	**FECHA:**	13/07/2012	**SENTIDO:**	**Ambas direcciones**
LOCALIZACION:	**Nandasmo, Masaya**					**CONTADOR:**	**Jose Hernandez**

Hora	Vehiculos Livianos						Vehiculos de Carga		Total
	Moto	Mto Taxi	Auto	Jeep	Camiont	McBus 15 p	Bus	C2	
A.M									
6:00-6:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:15-6:30	1	0	0	0	0	0	0	1	2
6:30-6:45	0	0	1	0	0	0	0	0	1
6:45-7:00	0	0	0	0	0	0	0	1	1
7:00-7:15	0	0	0	0	0	0	0	2	2
7:15-7:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7:30-7:45	0	0	1	0	1	0	0	1	3
7:45-8:00	0	0	1	0	0	0	0	0	1
8:00-8:15	0	0	1	0	0	0	0	1	2
8:15-8:30	0	0	1	0	1	0	0	0	2
8:30-8:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8:45-9:00	0	0	2	0	0	0	0	1	3
9:00-9:15	0	2	0	1	0	0	0	0	3
9:15-9:30	1	0	2	0	0	0	0	1	4
9:30-9:45	0	2	0	0	0	0	0	0	2
9:45-10:00	0	0	1	0	0	0	0	1	2
10:00-10:15	0	2	1	0	0	0	0	1	4
10:15-10:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:30-10:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:45-11:00	0	0	0	0	0	0	0	1	1
11:00-11:15	0	1	1	0	0	0	0	0	2
11:15-11:30	0	1	0	0	0	0	0	1	2
11:30-11:45	0	1	0	0	0	0	0	0	1
11:45-12:00	0	0	1	0	0	0	0	1	2
P.M									
12:00-12:15	0	1	0	0	0	0	0	0	1
12:15-12:30	0	0	0	0	0	0	0	2	2
12:30-12:45	0	2	1	0	0	0	0	0	3
12:45-1:00	0	1	0	0	0	0	0	1	2
1:00-1:15	0	0	0	0	1	0	0	0	1
1:15-1:30	0	0	1	0	0	0	0	1	2
1:30-1:45	0	0	0	0	0	0	0	1	1
1:45-2:00	0	1	1	0	0	0	0	0	2
2:00-2:15	2	1	0	0	0	0	0	1	4
2:15-2:30	0	1	0	0	0	0	0	0	1
2:30-2:45	1	0	0	0	0	0	0	0	1
2:45-3:00	0	0	1	0	0	0	0	1	2
3:00-3:15	1	1	0	0	0	0	0	0	2
3:15-3:30	0	2	0	0	0	0	0	1	3
3:30-3:45	0	0	1	0	0	0	0	0	1
3:45-4:00	0	0	1	0	0	0	0	0	1
4:00-4:15	0	0	1	1	0	0	0	1	3
4:15-4:30	0	0	1	0	0	0	0	0	1
4:30-4:45	0	0	0	0	0	0	0	1	1
4:45-5:00	0	0	0	0	0	0	0	2	2
5:00-5:15	0	0	0	0	1	0	0	0	1
5:15-5:30	0	0	1	0	0	0	0	0	1
5:30-5:45	0	0	0	0	0	0	0	1	1
5:45-6:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TP(D) Sumatoria	6	19	22	2	4	0	0	26	79

Fuente: Propia

Tabla C-6

HOJA AUXILIAR DE CAMPO

ESTACION:	**55+000**	**TIPO:**	**Manual**	**SEMANA DEL**	**9**	**AL:**	**15**
UBICACIÓN KM:	**55**	**DIA:**	**Sabado**	**FECHA:**	14/07/2012	**SENTIDO:**	**Ambas direcciones**
LOCALIZACION:	**Nandasmo, Masaya**					**CONTADOR:**	**Orlando Paladino**

Hora	Vehiculos Livianos						Vehiculos de Carga		Total
	Moto	Moto Taxi	Auto	Jeep	Camiont	McBus 15 p	Bus	C2	
A.M									
6:00-6:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:15-6:30	0	0	0	0	0	0	0	1	1
6:30-6:45	0	1	0	0	0	0	0	0	1
6:45-7:00	1	1	2	0	2	0	0	1	7
7:00-7:15	0	1	0	1	1	0	0	1	4
7:15-7:30	1	0	1	0	0	0	0	0	2
7:30-7:45	0	1	1	0	0	0	0	0	2
7:45-8:00	1	0	0	0	0	0	0	0	1
8:00-8:15	0	0	0	0	0	0	0	1	1
8:15-8:30	0	0	0	0	0	0	0	1	1
8:30-8:45	0	1	0	0	0	0	0	0	1
8:45-9:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9:00-9:15	0	1	0	0	0	0	0	1	2
9:15-9:30	0	1	0	0	0	0	0	0	1
9:30-9:45	1	0	0	0	0	0	0	0	1
9:45-10:00	1	0	0	0	0	0	0	0	1
10:00-10:15	0	0	1	0	0	0	0	0	1
10:15-10:30	0	0	0	0	0	0	0	1	1
10:30-10:45	0	0	1	0	0	0	0	0	1
10:45-11:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:00-11:15	0	0	0	0	0	0	0	1	1
11:15-11:30	0	0	1	0	0	0	0	0	1
11:30-11:45	0	1	0	0	0	0	0	1	2
11:45-12:00	0	1	0	0	0	0	0	0	1
P.M									
12:00-12:15	1	0	0	0	0	0	0	0	1
12:15-12:30	0	0	1	0	0	0	0	0	1
12:30-12:45	0	1	0	0	0	0	0	1	2
12:45-1:00	1	0	0	0	0	0	0	0	1
1:00-1:15	1	1	1	0	0	0	0	0	3
1:15-1:30	1	0	0	0	0	0	0	0	1
1:30-1:45	1	0	0	0	0	0	0	1	2
1:45-2:00	1	0	0	0	0	0	0	0	1
2:00-2:15	0	2	1	0	0	0	0	1	4
2:15-2:30	1	0	0	0	1	0	0	0	2
2:30-2:45	0	0	0	0	0	0	0	1	1
2:45-3:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:00-3:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:15-3:30	0	1	0	0	0	0	0	0	1
3:30-3:45	0	0	0	1	0	0	0	1	2
3:45-4:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:00-4:15	1	0	1	0	0	0	0	0	2
4:15-4:30	0	1	0	0	1	0	0	0	2
4:30-4:45	0	1	0	0	0	0	0	1	2
4:45-5:00	0	0	1	0	0	0	0	0	1
5:00-5:15	1	2	1	0	0	0	0	1	5
5:15-5:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:30-5:45	0	0	1	0	1	0	0	0	2
5:45-6:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TP(D) Sumatoria	14	18	14	2	6	0	0	16	70

Fuente: Propia

Tabla C-7

HOJA AUXILIAR DE CAMPO

ESTACION:	**55+000**	**TIPO:**	**Manual**	**SEMANA DEL**	**9**	**AL:**	**15**
UBICACIÓN KM:	**55**	**DIA:**	**Domingo**	**FECHA:**	15/07/2012	**SENTIDO:**	**Ambas direcciones**
LOCALIZACION:	**Nandasmo, Masaya**					**CONTADOR:**	**Lester Arguello**

Hora	Vehiculos Livianos						Vehiculos de Carga		Total
	Moto	Mto Taxi	Auto	Jeep	Camiont	McBus 15 p	Bus	C2	
A.M									
6:00-6:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:15-6:30	0	0	0	0	0	0	0	1	1
6:30-6:45	2	0	0	0	0	0	0	0	2
6:45-7:00	0	0	1	0	0	0	0	1	2
7:00-7:15	1	0	0	0	0	0	0	0	1
7:15-7:30	0	0	0	0	0	0	0	1	1
7:30-7:45	0	0	1	0	0	0	0	0	1
7:45-8:00	0	1	0	0	0	0	0	0	1
8:00-8:15	1	1	0	0	0	0	0	1	3
8:15-8:30	0	1	2	0	0	0	0	0	3
8:30-8:45	2	0	0	1	0	0	0	1	4
8:45-9:00	1	0	0	0	0	0	0	0	1
9:00-9:15	0	1	0	0	0	0	0	0	1
9:15-9:30	1	1	1	0	0	0	0	0	3
9:30-9:45	0	0	0	0	0	0	0	1	1
9:45-10:00	0	1	0	1	0	0	0	0	2
10:00-10:15	1	1	0	0	0	0	0	1	3
10:15-10:30	1	0	0	0	0	0	0	0	1
10:30-10:45	0	1	0	1	0	0	0	0	2
10:45-11:00	1	0	0	0	0	0	0	1	2
11:00-11:15	0	1	1	0	0	0	0	1	3
11:15-11:30	0	0	1	1	0	0	0	0	2
11:30-11:45	0	1	0	0	0	0	0	0	1
11:45-12:00	0	0	0	0	0	0	0	1	1
P.M									
12:00-12:15	0	0	0	0	1	0	0	0	1
12:15-12:30	1	1	0	0	0	0	0	0	2
12:30-12:45	0	0	0	0	1	0	0	0	1
12:45-1:00	0	1	0	1	0	0	0	0	2
1:00-1:15	1	0	1	0	0	0	0	1	3
1:15-1:30	0	0	1	0	0	0	0	0	1
1:30-1:45	0	0	0	0	0	0	0	1	1
1:45-2:00	0	1	0	0	0	0	0	0	1
2:00-2:15	0	0	1	0	0	0	0	0	1
2:15-2:30	0	2	0	0	0	0	0	1	3
2:30-2:45	0	0	1	0	0	0	0	0	1
2:45-3:00	0	0	0	1	0	0	0	0	1
3:00-3:15	2	1	0	0	0	0	0	0	3
3:15-3:30	1	0	0	0	0	0	0	2	3
3:30-3:45	0	1	0	0	0	0	0	0	1
3:45-4:00	0	0	0	0	0	0	0	1	1
4:00-4:15	1	0	0	0	0	0	0	0	1
4:15-4:30	0	0	0	1	0	0	0	0	1
4:30-4:45	1	0	1	0	0	0	0	0	2
4:45-5:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:00-5:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:15-5:30	0	0	1	0	0	0	0	0	1
5:30-5:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:45-6:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TP(D) Sumatoria	18	17	13	7	2	0	0	16	73

Fuente: Propia

Tabla D-1

DETERMINACION DE COMPOSICION GRANULOMETRICA

Sondeo Nº	1
Muestra Nº	1
Profundidad (cm)	0 a 90

Composición Granulométrica del Material retenido en la malla Nº 4

Malla	Peso Retenido Parcial grs	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que pasa la malla
2"	0	0.0%	0.0%	100.0%
1 1/2"	0	0.0%	0.0%	100.0%
1"	0	0.0%	0.0%	100.0%
3/4"	32	3.4%	3.4%	96.6%
1/2"	43	4.6%	8.0%	92.0%
3/8"	62	6.6%	14.5%	85.5%
Nº 4	82	8.7%	23.2%	76.8%
Pasa Nº 4	724.0	76.8%	100.0%	
Suma	943.0	100.0%		

Composición Granulométrica del Material Tamizado por la malla (Por Lavado)

Malla Nº	Peso Retenido Parcial grs	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que pasa la malla
10	20.2	14.6%	14.6%	62.2%
40	18.1	13.1%	27.7%	49.1%
200	15.2	11.0%	38.7%	38.1%
Pasa Nº 200	52.7	38.1%	76.8%	0.0%
Suma	106.2	76.8%		

Lavado

Tara		v- 1	GRAVA	23.2%
Peso Seco (grs)	(1)	106.2	ARENA	38.7%
Peso Seco Lavado (grs)	(2)	53.5	FINO	38.1%
Diferencias (grs)	(1)-(2)=(3)	52.7	TOTAL	100.0%
Pasa Nº 200 (grs)	(4)			
Suma	(3)+(4)=(5)	52.7		

Fuente: Laboratorio de Suelo Sergio Bermúdez.

Tabla D-2

PRUEBAS SOBRE EL MATERIAL TAMIZADO

Sondeo Nº	1
Muestra Nº	1
Profundidad (cm)	0 a 90

LIMITE LIQUIDO

Nº de Golpes N		24	26
Recipiente Nº		T- 1	T- 2
PW + Recipiente	(1)	32.30	32.59
Ps + Recipiente	(2)	27.58	27.81
Agua = (1) - (2)	(3)	4.72	4.78
Peso de Recipiente	(4)	15.92	15.62
PS = (2) - (4)	(5)	11.66	12.19
% de Agua = (3)/(5)x100	(6)	40.48%	39.21%
Factor K		0.995	1.005
Limite Liquido = (6) * K	(7)	40.28%	39.41%

LIMITE PLASTICO

Recipiente Nº		T- 3	T- 4
PW + Recipiente	(8)	29.99	31.51
Ps + Recipiente	(9)	26.94	27.74
Agua = (8) - (9)	(10)	3.05	3.77
Peso de Recipiente	(11)	16.83	15.68
Ps (9) - (11)	(12)	10.11	12.06
Límite Plástico (10)/(12)x100	(13)	30.17%	31.26%

RESULTADOS

Límite Líquido %	39.8%
Límite Plástico %	30.7%
Índice de Plasticidad	9.1%

FACTORES K

N	K
13	0.924
14	0.932
15	0.940
16	0.947
17	0.954
18	0.961
19	0.967
20	0.973
21	0.979
22	0.985
23	0.990
24	0.995
25	1
26	1.005
27	1.009
28	1.014
29	1.018
30	1.022
31	1.026
32	1.03
33	1.034
34	1.038
35	1.042
36	1.045

Fuente: Laboratorio de Suelo Sergio Bermúdez.

Tabla D-3

DETERMINACION DE COMPOSICION GRANULOMETRICA

Sondeo Nº	1
Muestra Nº	2
Profundidad (cm)	90 - 120

Composición Granulométrica del Material retenido en la malla Nº 4

Malla	Peso Retenido Parcial grs	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que pasa la malla
2"	0	0.0%	0.0%	100.0%
1 1/2"	0	0.0%	0.0%	100.0%
1"	62	5.2%	5.2%	94.8%
3/4"	98	8.3%	13.5%	86.5%
1/2"	106	8.9%	22.4%	77.6%
3/8"	157	13.2%	35.6%	64.4%
Nº 4	183	15.4%	51.1%	48.9%
Pasa Nº 4	581.0	48.9%	100.0%	
Suma	1187.0	100.0%		

Composición Granulométrica del Material Tamizado por la malla (Por Lavado)

Malla Nº	Peso Retenido Parcial grs	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que pasa la malla
10	27.3	13.6%	13.6%	35.4%
40	28	13.9%	27.5%	21.4%
200	18.9	9.4%	36.9%	12.0%
Pasa Nº 200	24.2	12.0%	48.9%	0.0%
Suma	98.4	48.9%		

Lavado

Tara		v- 2	GRAVA	51.1%
Peso Seco (grs)	(1)	98.4	ARENA	36.9%
Peso Seco Lavado (grs)	(2)	74.2	FINO	12.0%
Diferencias (grs)	(1)-(2)=(3)	24.2	TOTAL	100.0%
Pasa Nº 200 (grs)	(4)			
Suma	(3)+(4)=(5)	24.2		

Fuente: Laboratorio de Suelo Sergio Bermúdez.

Tabla D-4

DETERMINACION DE COMPOSICION GRANULOMETRICA

Sondeo Nº 2
Muestra Nº 3
Profundidad (cm) 0 a 80

Composición Granulométrica del Material retenido en la malla Nº 4

Malla	Peso Retenido Parcial grs	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que pasa la malla
2"	0	0.0%	0.0%	100.0%
1 1/2"	0	0.0%	0.0%	100.0%
1"	0	0.0%	0.0%	100.0%
3/4"	0	0.0%	0.0%	100.0%
1/2"	22	3.1%	3.1%	96.9%
3/8"	37	5.2%	8.3%	91.7%
Nº 4	49	6.9%	15.1%	84.9%
Pasa Nº 4	605.0	84.9%	100.0%	
Suma	713.0	100.0%		

Composición Granulométrica del Material Tamizado por la malla (Por Lavado)

Malla Nº	Peso Retenido Parcial grs	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que pasa la malla
10	17.9	15.2%	15.2%	69.6%
40	14.1	12.0%	27.3%	57.6%
200	7.9	6.7%	34.0%	50.9%
Pasa Nº 200	59.7	50.9%	84.9%	0.0%
Suma	99.6	84.9%		

Lavado

Tara		v- 4	GRAVA	15.1%
Peso Seco (grs)	(1)	99.6	ARENA	34.0%
Peso Seco Lavado (grs)	(2)	39.9	FINO	50.9%
Diferencias (grs)	(1)-(2)=(3)	59.7	TOTAL	100.0%
Pasa Nº 200 (grs)	(4)			
Suma	(3)+(4)=(5)	59.7		

Fuente: Laboratorio de Suelo Sergio Bermúdez.

Tabla D-5

PRUEBAS SOBRE EL MATERIAL TAMIZADO

Sondeo Nº	2
Muestra Nº	3
Profundidad (cm)	0 a 80

LIMITE LIQUIDO

Nº de Golpes N		23	25
Recipiente Nº		T- 9	T- 10
PW + Recipiente	(1)	32.21	30.23
Ps + Recipiente	(2)	27.69	26.40
Agua = (1) - (2)	(3)	4.52	3.83
Peso de Recipiente	(4)	16.58	16.71
PS = (2) - (4)	(5)	11.11	9.69
% de Agua = (3)/(5)x100	(6)	40.68%	39.53%
Factor K		0.99	1
Limite Liquido = (6) * K	(7)	40.28%	39.53%

LIMITE PLASTICO

Recipiente Nº		T- 11	T- 12
PW + Recipiente	(8)	31.31	30.32
Ps + Recipiente	(9)	27.92	26.99
Agua = (8) - (9)	(10)	3.39	3.33
Peso de Recipiente	(11)	16.79	16.86
Ps (9) - (11)	(12)	11.13	10.13
Límite Plástico (10)/(12)x100	(13)	30.46%	32.87%

RESULTADOS

Límite Líquido %	39.9%
Límite Plástico %	31.7%
Índice de Plasticidad	8.2%

FACTORES K

N	K
13	0.924
14	0.932
15	0.940
16	0.947
17	0.954
18	0.961
19	0.967
20	0.973
21	0.979
22	0.985
23	0.990
24	0.995
25	1
26	1.005
27	1.009
28	1.014
29	1.018
30	1.022
31	1.026
32	1.03
33	1.034
34	1.038
35	1.042
36	1.045

Fuente: Laboratorio de Suelo Sergio Bermúdez.

Tabla D-6

DETERMINACION DE COMPOSICION GRANULOMETRICA

Sondeo Nº	2
Muestra Nº	4
Profundidad (cm)	80 a 120

Composición Granulométrica del Material retenido en la malla Nº 4

Malla	Peso Retenido Parcial grs	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que pasa la malla
2"	0	0.0%	0.0%	100.0%
1 1/2"	0	0.0%	0.0%	100.0%
1"	96	8.6%	8.6%	91.4%
3/4"	89	8.0%	16.5%	83.5%
1/2"	103	9.2%	25.7%	74.3%
3/8"	124	11.1%	36.8%	63.2%
Nº 4	153	13.7%	50.5%	49.5%
Pasa Nº 4	554.0	49.5%	100.0%	
Suma	1119.0	100.0%		

Composición Granulométrica del Material Tamizado por la malla (Por Lavado)

Malla Nº	Peso Retenido Parcial grs	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que pasa la malla
10	23.8	14.2%	14.2%	35.3%
40	20.3	12.2%	26.4%	23.1%
200	16.2	9.7%	36.1%	13.4%
Pasa Nº 200	22.4	13.4%	49.5%	0.0%
Suma	82.7	49.5%		

Lavado

Tara		v- 7	GRAVA	50.5%
Peso Seco (grs)	(1)	82.7	ARENA	36.1%
Peso Seco Lavado (grs)	(2)	60.3	FINO	13.4%
Diferencias (grs)	(1)-(2)=(3)	22.4	TOTAL	100.0%
Pasa Nº 200 (grs)	(4)			
Suma	(3)+(4)=(5)	22.4		

Fuente: Laboratorio de Suelo Sergio Bermúdez.

Tabla D-7

DETERMINACION DE COMPOSICION GRANULOMETRICA

Sondeo Nº	3
Muestra Nº	5
Profundidad (cm)	0 a 60

Composición Granulométrica del Material retenido en la malla Nº 4

Malla	Peso Retenido Parcial grs	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que pasa la malla
2"	0	0.0%	0.0%	100.0%
1 1/2"	0	0.0%	0.0%	100.0%
1"	0	0.0%	0.0%	100.0%
3/4"	0	0.0%	0.0%	100.0%
1/2"	19	2.7%	2.7%	97.3%
3/8"	43	6.0%	8.7%	91.3%
Nº 4	59	8.3%	16.9%	83.1%
Pasa Nº 4	593.0	83.1%	100.0%	
Suma	714.0	100.0%		

Composición Granulométrica del Material Tamizado por la malla (Por Lavado)

Malla Nº	Peso Retenido Parcial grs	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que pasa la malla
10	16.6	15.6%	15.6%	67.4%
40	14.2	13.4%	29.0%	54.1%
200	10.1	9.5%	38.5%	44.5%
Pasa Nº 200	47.3	44.5%	83.1%	0.0%
Suma	88.2	83.1%		

Lavado

Tara		v- 8	GRAVA	16.9%
Peso Seco (grs)	(1)	88.2	ARENA	38.5%
Peso Seco Lavado (grs)	(2)	40.9	FINO	44.5%
Diferencias (grs)	(1)-(2)=(3)	47.3	TOTAL	100.0%
Pasa Nº 200 (grs)	(4)			
Suma	(3)+(4)=(5)	47.3		

Fuente: Laboratorio de Suelo Sergio Bermúdez.

Tabla D-8

PRUEBAS SOBRE EL MATERIAL TAMIZADO

Sondeo Nº	3
Muestra Nº	5
Profundidad (cm)	0 a 60

LIMITE LIQUIDO

Nº de Golpes N		26	23
Recipiente Nº		T- 17	T- 18
PW + Recipiente	(1)	32.60	32.21
Ps + Recipiente	(2)	27.85	27.43
Agua = (1) - (2)	(3)	4.75	4.78
Peso de Recipiente	(4)	15.4	15.61
PS = (2) - (4)	(5)	12.45	11.82
% de Agua = (3)/(5)x100	(6)	38.15%	40.44%
Factor K		1.005	0.99
Limite Liquido = (6) * K	(7)	38.34%	40.04%

LIMITE PLASTICO

Recipiente Nº		T- 19	T- 20
PW + Recipiente	(8)	30.72	31.11
Ps + Recipiente	(9)	27.21	27.59
Agua = (8) - (9)	(10)	3.51	3.52
Peso de Recipiente	(11)	15.62	15.86
Ps (9) - (11)	(12)	11.59	11.73
Límite Plástico (10)/(12)x100	(13)	30.28%	30.01%

RESULTADOS

Límite Líquido %	39.2%
Límite Plástico %	30.1%
Índice de Plasticidad	9.0%

FACTORES K

N	K
13	0.924
14	0.932
15	0.940
16	0.947
17	0.954
18	0.961
19	0.967
20	0.973
21	0.979
22	0.985
23	0.990
24	0.995
25	1
26	1.005
27	1.009
28	1.014
29	1.018
30	1.022
31	1.026
32	1.03
33	1.034
34	1.038
35	1.042
36	1.045

Fuente: Laboratorio de Suelo Sergio Bermúdez.

Tabla D-9

DETERMINACION DE COMPOSICION GRANULOMETRICA

Sondeo Nº	3
Muestra Nº	6
Profundidad (cm)	60 a 120

Composición Granulométrica del Material retenido en la malla Nº 4

Malla	Peso Retenido Parcial grs	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que pasa la malla
2"	0	0.0%	0.0%	100.0%
1 1/2"	93	6.9%	6.9%	93.1%
1"	83	6.1%	13.0%	87.0%
3/4"	79	5.8%	18.8%	81.2%
1/2"	113	8.3%	27.2%	72.8%
3/8"	148	10.9%	38.1%	61.9%
Nº 4	191	14.1%	52.2%	47.8%
Pasa Nº 4	648.0	47.8%	100.0%	
Suma	1355.0	100.0%		

Composición Granulométrica del Material Tamizado por la malla (Por Lavado)

Malla Nº	Peso Retenido Parcial grs	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que pasa la malla
10	23.8	12.5%	12.5%	35.3%
40	22.4	11.8%	24.3%	23.5%
200	15.1	7.9%	32.3%	15.6%
Pasa Nº 200	29.6	15.6%	47.8%	0.0%
Suma	90.9	47.8%		

Lavado

Tara		v- 11	GRAVA	52.2%
Peso Seco (grs)	(1)	90.9	ARENA	32.3%
Peso Seco Lavado (grs)	(2)	61.3	FINO	15.6%
Diferencias (grs)	(1)-(2)=(3)	29.6	TOTAL	100.0%
Pasa Nº 200 (grs)	(4)			
Suma	(3)+(4)=(5)	29.6		

Fuente: Laboratorio de Suelo Sergio Bermúdez.

Tabla D-10

PRUEBAS SOBRE EL MATERIAL TAMIZADO

Sondeo Nº	4
Muestra Nº	7
Profundidad (cm)	0 a 40

LIMITE LIQUIDO

Nº de Golpes N		26	21
Recipiente Nº		T- 17	T- 18
PW + Recipiente	(1)	32.61	32.20
Ps + Recipiente	(2)	27.87	27.43
Agua = (1) - (2)	(3)	4.74	4.77
Peso de Recipiente	(4)	15.40	15.61
PS = (2) - (4)	(5)	12.47	11.82
% de Agua = (3)/(5)x100	(6)	38.01%	40.36%
Factor K		1.005	0.979
Limite Liquido = (6) * K	(7)	38.20%	39.51%

LIMITE PLASTICO

Recipiente Nº		T- 19	T- 20
PW + Recipiente	(8)	30.65	31.18
Ps + Recipiente	(9)	27.14	27.67
Agua = (8) - (9)	(10)	3.51	3.51
Peso de Recipiente	(11)	15.62	15.86
Ps (9) - (11)	(12)	11.52	11.81
Límite Plástico (10)/(12)x100	(13)	30.47%	29.72%

RESULTADOS

Límite Líquido %	38.9%
Límite Plástico %	30.1%
Índice de Plasticidad	8.8%

FACTORES K

N	K
13	0.924
14	0.932
15	0.940
16	0.947
17	0.954
18	0.961
19	0.967
20	0.973
21	0.979
22	0.985
23	0.990
24	0.995
25	1
26	1.005
27	1.009
28	1.014
29	1.018
30	1.022
31	1.026
32	1.03
33	1.034
34	1.038
35	1.042
36	1.045

Fuente: Laboratorio de Suelo Sergio Bermúdez.

Tabla D-11

PRUEBAS SOBRE EL MATERIAL TAMIZADO

Sondeo Nº	4
Muestra Nº	7
Profundidad (cm)	0 a 40

LIMITE LIQUIDO

Nº de Golpes N		26	21
Recipiente Nº		T- 17	T- 18
PW + Recipiente	(1)	32.61	32.20
Ps + Recipiente	(2)	27.87	27.43
Agua = (1) - (2)	(3)	4.74	4.77
Peso de Recipiente	(4)	15.40	15.61
PS = (2) - (4)	(5)	12.47	11.82
% de Agua = (3)/(5)x100	(6)	38.01%	40.36%
Factor K		1.005	0.979
Limite Liquido = (6) * K	(7)	38.20%	39.51%

LIMITE PLASTICO

Recipiente Nº		T- 19	T- 20
PW + Recipiente	(8)	30.65	31.18
Ps + Recipiente	(9)	27.14	27.67
Agua = (8) - (9)	(10)	3.51	3.51
Peso de Recipiente	(11)	15.62	15.86
Ps (9) - (11)	(12)	11.52	11.81
Límite Plástico (10)/(12)x100	(13)	30.47%	29.72%

RESULTADOS

Límite Líquido %	38.9%
Límite Plástico %	30.1%
Índice de Plasticidad	8.8%

FACTORES K

N	K
13	0.924
14	0.932
15	0.940
16	0.947
17	0.954
18	0.961
19	0.967
20	0.973
21	0.979
22	0.985
23	0.990
24	0.995
25	1
26	1.005
27	1.009
28	1.014
29	1.018
30	1.022
31	1.026
32	1.03
33	1.034
34	1.038
35	1.042
36	1.045

Fuente: Laboratorio de Suelo Sergio Bermúdez.

Tabla D-12

DETERMINACION DE COMPOSICION GRANULOMETRICA

Sondeo Nº	4
Muestra Nº	8
Profundidad (cm)	40 a 120

Composición Granulométrica del Material retenido en la malla Nº 4

Malla	Peso Retenido Parcial grs	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que pasa la malla
2"	0	0.0%	0.0%	100.0%
1 1/2"	88	7.0%	7.0%	93.0%
1"	70	5.5%	12.5%	87.5%
3/4"	107	8.5%	20.9%	79.1%
1/2"	99	7.8%	28.8%	71.2%
3/8"	113	8.9%	37.7%	62.3%
Nº 4	164	13.0%	50.6%	49.4%
Pasa Nº 4	625.0	49.4%	100.0%	
Suma	1266.0	100.0%		

Composición Granulométrica del Material Tamizado por la malla (Por Lavado)

Malla Nº	Peso Retenido Parcial grs	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que pasa la malla
10	20.5	11.5%	11.5%	37.9%
40	21.8	12.2%	23.8%	25.6%
200	13.9	7.8%	31.6%	17.8%
Pasa Nº 200	31.7	17.8%	49.4%	0.0%
Suma	87.9	49.4%		

Lavado

Tara		v- 11	GRAVA	50.6%
Peso Seco (grs)	(1)	87.9	ARENA	31.6%
Peso Seco Lavado (grs)	(2)	56.2	FINO	17.8%
Diferencias (grs)	(1)-(2)=(3)	31.7	TOTAL	100.0%
Pasa Nº 200 (grs)	(4)			
Suma	(3)+(4)=(5)	31.7		

Fuente: Laboratorio de Suelo Sergio Bermúdez.

Tabla D-13

DETERMINACION DE COMPOSICION GRANULOMETRICA

Sondeo Nº	5
Muestra Nº	9
Profundidad (cm)	0 a 25

Composición Granulométrica del Material retenido en la malla Nº 4

Malla	Peso Retenido Parcial grs	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que pasa la malla
2"	0	0.0%	0.0%	100.0%
1 1/2"	0	0.0%	0.0%	100.0%
1"	0	0.0%	0.0%	100.0%
3/4"	0	0.0%	0.0%	100.0%
1/2"	46	6.1%	6.1%	93.9%
3/8"	53	7.0%	13.1%	86.9%
Nº 4	73	9.7%	22.8%	77.2%
Pasa Nº 4	584.0	77.2%	100.0%	
Suma	756.0	100.0%		

Composición Granulométrica del Material Tamizado por la malla (Por Lavado)

Malla Nº	Peso Retenido Parcial grs	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que pasa la malla
10	18.2	13.7%	13.7%	63.6%
40	15.3	11.5%	25.2%	52.1%
200	14.3	10.7%	35.9%	41.3%
Pasa Nº 200	55	41.3%	77.2%	0.0%
Suma	102.8	77.2%		

Lavado

Tara		v- 11	GRAVA	22.8%
Peso Seco (grs)	(1)	102.8	ARENA	35.9%
Peso Seco Lavado (grs)	(2)	47.8	FINO	41.3%
Diferencias (grs)	(1)-(2)=(3)	55	TOTAL	100.0%
Pasa Nº 200 (grs)	(4)			
Suma	(3)+(4)=(5)	55		

Fuente: Laboratorio de Suelo Sergio Bermúdez.

Tabla D-14

PRUEBAS SOBRE EL MATERIAL TAMIZADO

Sondeo Nº	5
Muestra Nº	9
Profundidad (cm)	0 a 25

LIMITE LIQUIDO

Nº de Golpes N		24	21
Recipiente Nº		T- 17	T- 18
PW + Recipiente	(1)	31.83	30.83
Ps + Recipiente	(2)	27.21	26.41
Agua = (1) - (2)	(3)	4.62	4.42
Peso de Recipiente	(4)	15.40	15.61
PS = (2) - (4)	(5)	11.81	10.8
% de Agua = (3)/(5)x100	(6)	39.12%	40.93%
Factor K		0.995	0.979
Limite Liquido = (6) * K	(7)	38.92%	40.07%

LIMITE PLASTICO

Recipiente Nº		T- 19	T- 20
PW + Recipiente	(8)	31.28	29.52
Ps + Recipiente	(9)	27.66	26.44
Agua = (8) - (9)	(10)	3.62	3.08
Peso de Recipiente	(11)	15.62	15.86
Ps (9) - (11)	(12)	12.04	10.58
Límite Plástico (10)/(12)x100	(13)	30.07%	29.11%

RESULTADOS

Límite Líquido %	39.5%
Límite Plástico %	29.6%
Índice de Plasticidad	9.9%

FACTORES K

N	K
13	0.924
14	0.932
15	0.940
16	0.947
17	0.954
18	0.961
19	0.967
20	0.973
21	0.979
22	0.985
23	0.990
24	0.995
25	1
26	1.005
27	1.009
28	1.014
29	1.018
30	1.022
31	1.026
32	1.03
33	1.034
34	1.038
35	1.042
36	1.045

Fuente: Laboratorio de Suelo Sergio Bermúdez.

Tabla D-15

DETERMINACION DE COMPOSICION GRANULOMETRICA

Sondeo Nº	5
Muestra Nº	10
Profundidad (cm)	25 a 120

Composición Granulométrica del Material retenido en la malla Nº 4

Malla	Peso Retenido Parcial grs	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que pasa la malla
2"	0	0.0%	0.0%	100.0%
1 1/2"	0	0.0%	0.0%	100.0%
1"	68	6.7%	6.7%	93.3%
3/4"	83	8.1%	14.8%	85.2%
1/2"	97	9.5%	24.3%	75.7%
3/8"	122	12.0%	36.3%	63.7%
Nº 4	147	14.4%	50.7%	49.3%
Pasa Nº 4	503.0	49.3%	100.0%	
Suma	1020.0	100.0%		

Composición Granulométrica del Material Tamizado por la malla (Por Lavado)

Malla Nº	Peso Retenido Parcial grs	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que pasa la malla
10	28.3	13.9%	13.9%	35.4%
40	20.5	10.0%	23.9%	25.4%
200	18.3	9.0%	32.9%	16.4%
Pasa Nº 200	33.5	16.4%	49.3%	0.0%

Lavado

Tara		v- 11	GRAVA	50.7%
Peso Seco (grs)	(1)	100.6	ARENA	32.9%
Peso Seco Lavado (grs)	(2)	67.1	FINO	16.4%
Diferencias (grs)	(1)-(2)=(3)	33.5	TOTAL	100.0%
Pasa Nº 200 (grs)	(4)			
Suma	(3)+(4)=(5)	33.5		

Fuente: Laboratorio de Suelo Sergio Bermúdez.

Tabla D-16

DETERMINACION DE COMPOSICION GRANULOMETRICA

Sondeo Nº	banco
Muestra Nº	11
Profundidad (cm)	0 a 60

Composición Granulométrica del Material retenido en la malla Nº 4

Malla	Peso Retenido Parcial grs	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que pasa la malla
2"	0	0.0%	0.0%	100.0%
1 1/2"	0	0.0%	0.0%	100.0%
1"	69	2.3%	2.3%	97.7%
3/4"	92	3.0%	5.3%	94.7%
1/2"	123	4.1%	9.4%	90.6%
3/8"	203	6.7%	16.1%	83.9%
Nº 4	577.3	19.1%	35.3%	64.7%
Pasa Nº 4	1953.0	64.7%	100.0%	
Suma	3017.3	100.0%		

Composición Granulométrica del Material Tamizado por la malla (Por Lavado)

Malla Nº	Peso Retenido Parcial grs	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que pasa la malla
10	17.5	11.2%	11.2%	53.6%
40	20.8	13.3%	24.4%	40.3%
200	19.3	12.3%	36.7%	28.0%
Pasa Nº 200	43.9	28.0%	64.7%	0.0%
Suma	101.5	64.7%		

Lavado

Tara		v- 11	GRAVA	50.7%
Peso Seco (grs)	(1)	100.6	ARENA	32.9%
Peso Seco Lavado (grs)	(2)	67.1	FINO	16.4%
Diferencias (grs)	(1)-(2)=(3)	33.5	TOTAL	100.0%
Pasa Nº 200 (grs)	(4)			
Suma	(3)+(4)=(5)	33.5		

Fuente: Laboratorio de suelos Sergio Bermúdez

D-17

DETERMINACION DE COMPOSICION GRANULOMETRICA

Sondeo Nº	banco
Muestra Nº	12
Profundidad (cm)	60 a 120

Composición Granulométrica del Material retenido en la malla Nº 4

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Retenido	% Que pasa
	Parcial grs	Parcial	Acumulado	la malla
2"	0	0.0%	0.0%	100.00%
1 1/2"	90.5	6.9%	6.9%	93.09%
1"	76.5	5.8%	12.7%	87.26%
3/4"	93	7.1%	19.8%	80.16%
1/2"	106	8.1%	27.9%	72.07%
3/8"	130.5	10.0%	37.9%	62.11%
Nº 4	177.5	13.5%	51.4%	48.57%
Pasa Nº 4	636.5	48.6%	100.0%	
Suma	1310.5	100.0%		

Composición Granulométrica del Material Tamizado por la malla (Por Lavado)

Malla Nº	Peso Retenido	% Retenido	% Retenido	% Que pasa
	Parcial grs	Parcial	Acumulado	la malla
10	22.19	12.63%	12.63%	35.94%
40	18	10.24%	22.87%	25.70%
200	14.5	8.25%	31.13%	17.44%
Pasa Nº 200	30.65	17.44%	48.57%	0.00%
Suma	85.34	48.57%		

Lavado

Tara			v- 23	GRAVA	51.43%
Peso Seco (grs)		(1)	90.9	ARENA	31.13%
Peso Seco Lavado (grs)		(2)	61.3	FINO	17.44%
Diferencias (grs)		(1)-(2)=(3)	29.6	TOTAL	100.00%
Pasa Nº 200 (grs)		(4)			
Suma		(3)+(4)=(5)	29.6		

Fuente: Laboratorio de suelos Sergio Bermudez

Figura E-1

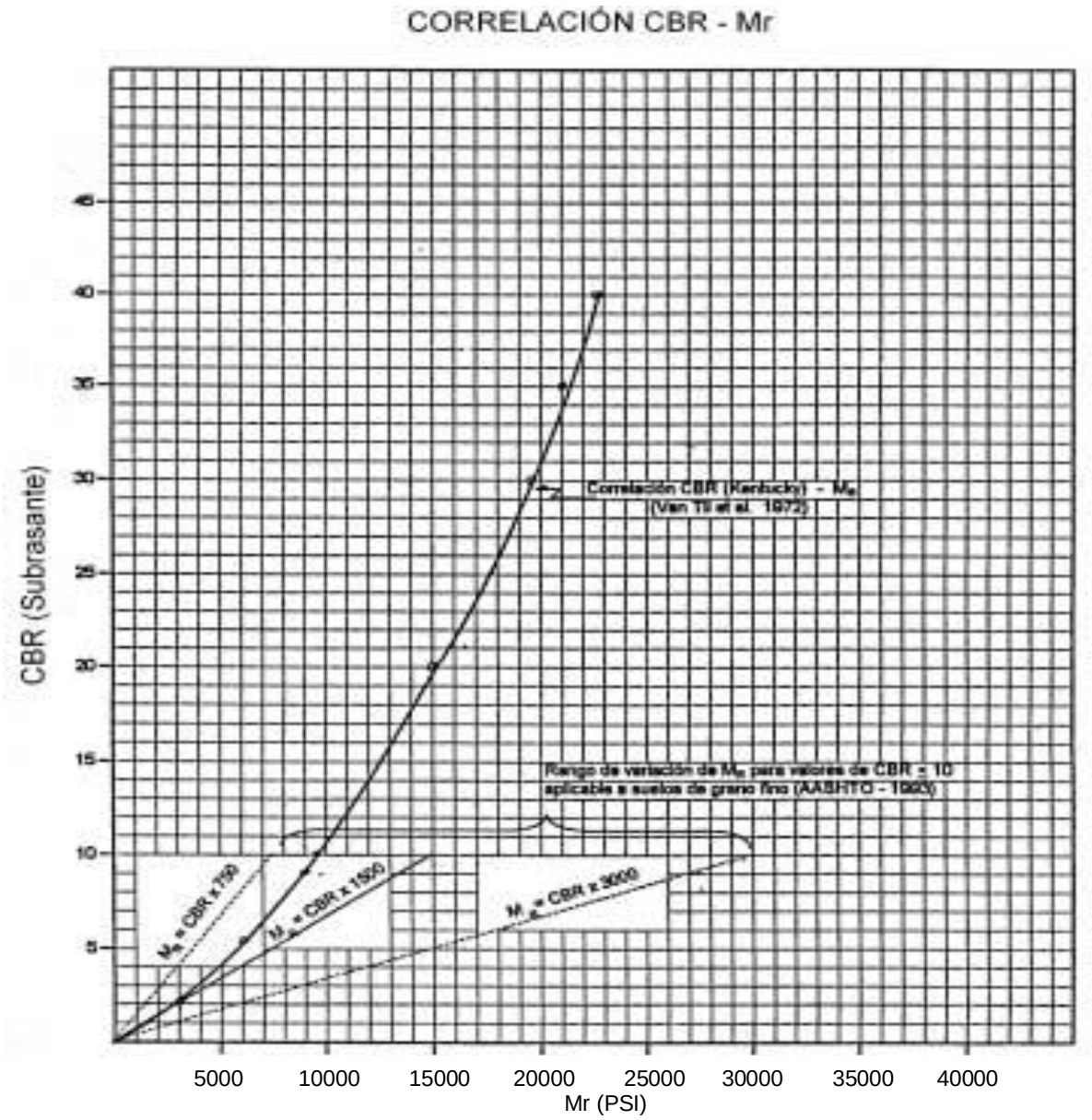

CORRELACIÓN CBR - Mr
CBR (Subrasante)
Mr (PSI)
5000
10000
15000
20000
25000
30000
35000
40000
5
10
15
20
25
30
35
40
45
Correlación CBR (Kentucky) - Mr
(Van Til et al. 1972)
Rango de variación de Mr para valores de CBR = 10
aplicable a suelos de grano fino (AASHTO - 1993)
Mr = CBR x 750
Mr = CBR x 1500
Mr = CBR x 3000

Figura E-2

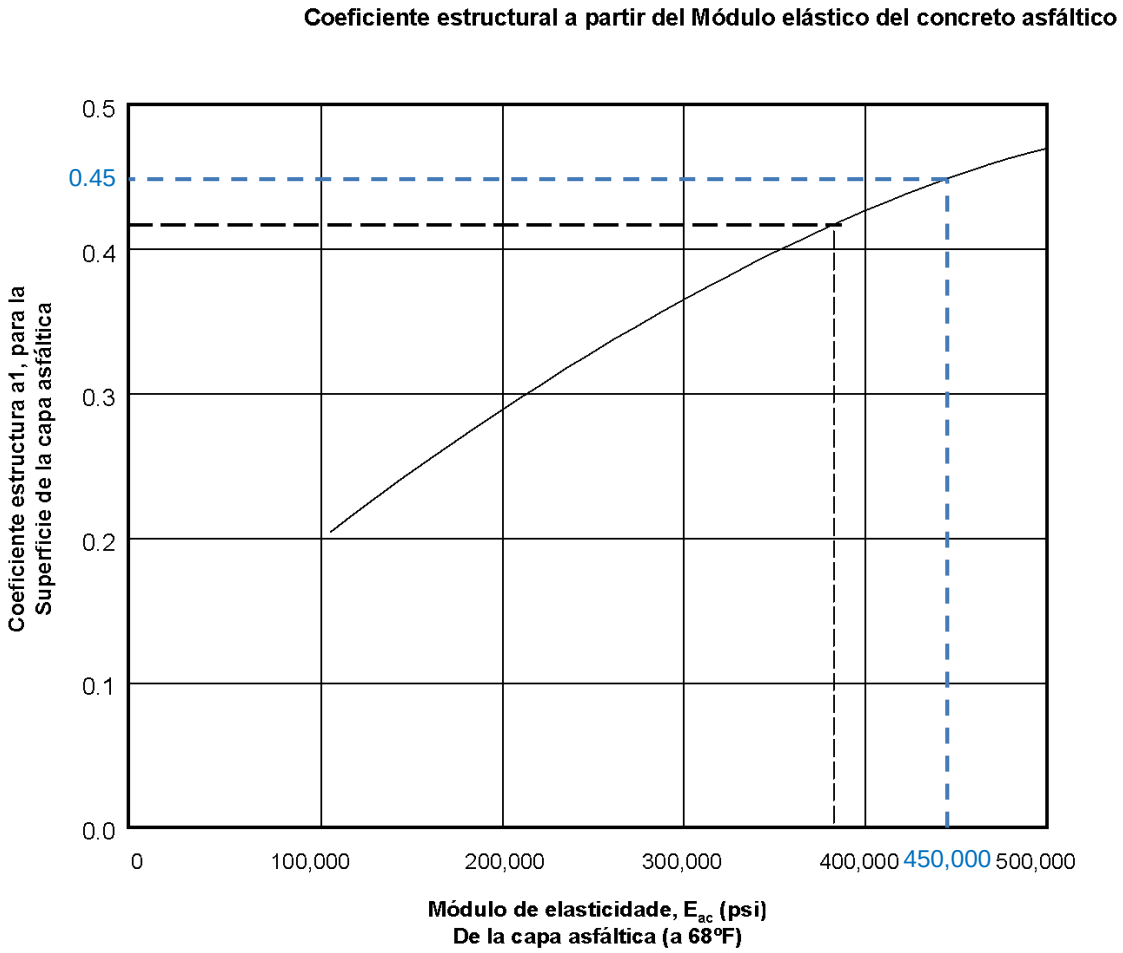
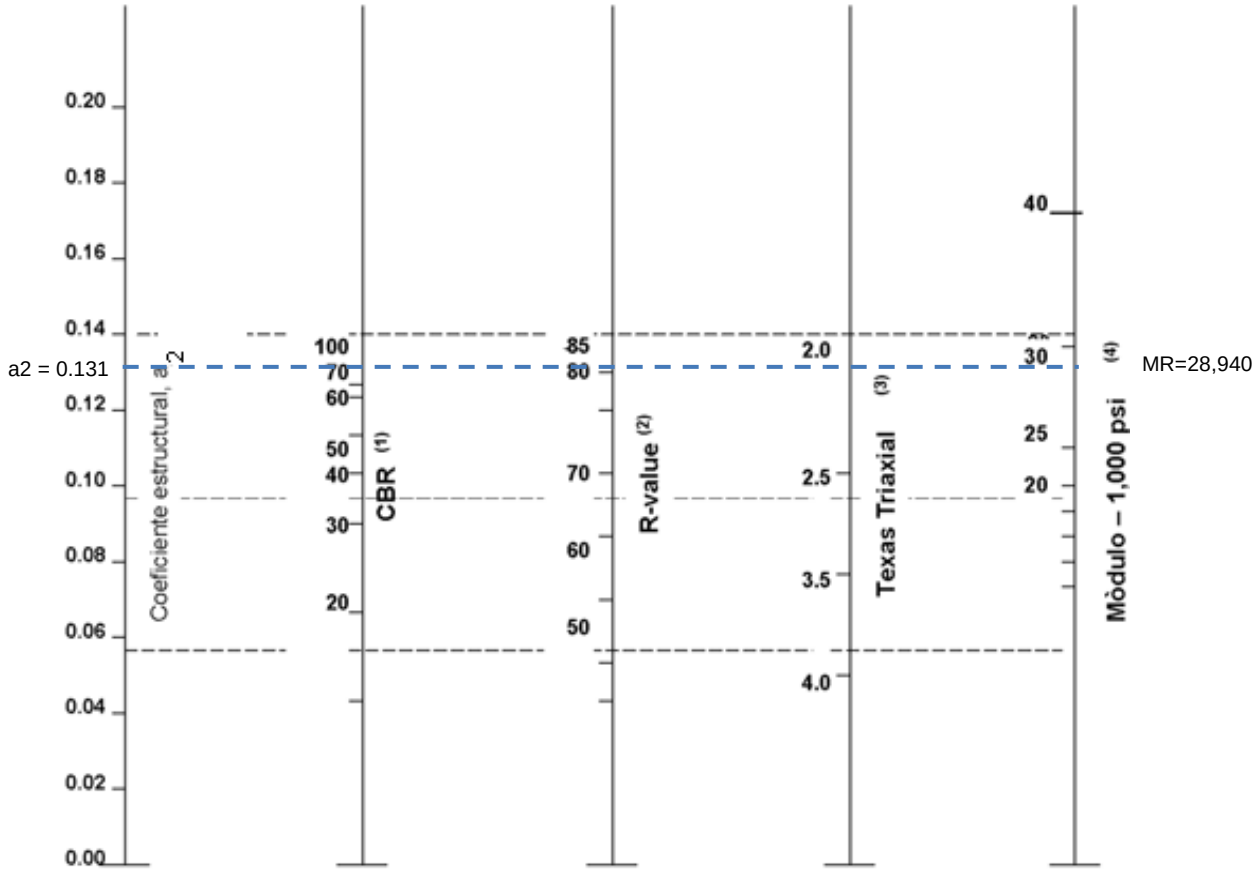

Coeficiente estructural a partir del Módulo elástico del concreto asfáltico
0.5
0.45
0.4
0.3
0.2
0.1
0.0
Coeficiente estructura a1, para la Superficie de la capa asfáltica
0
100,000
200,000
300,000
400,000
450,000
500,000
Módulo de elasticidade, E_{ac} (psi)
De la capa asfáltica (a 68ºF)

Figura E-3

Variación en el coeficiente estructural de la capa de base

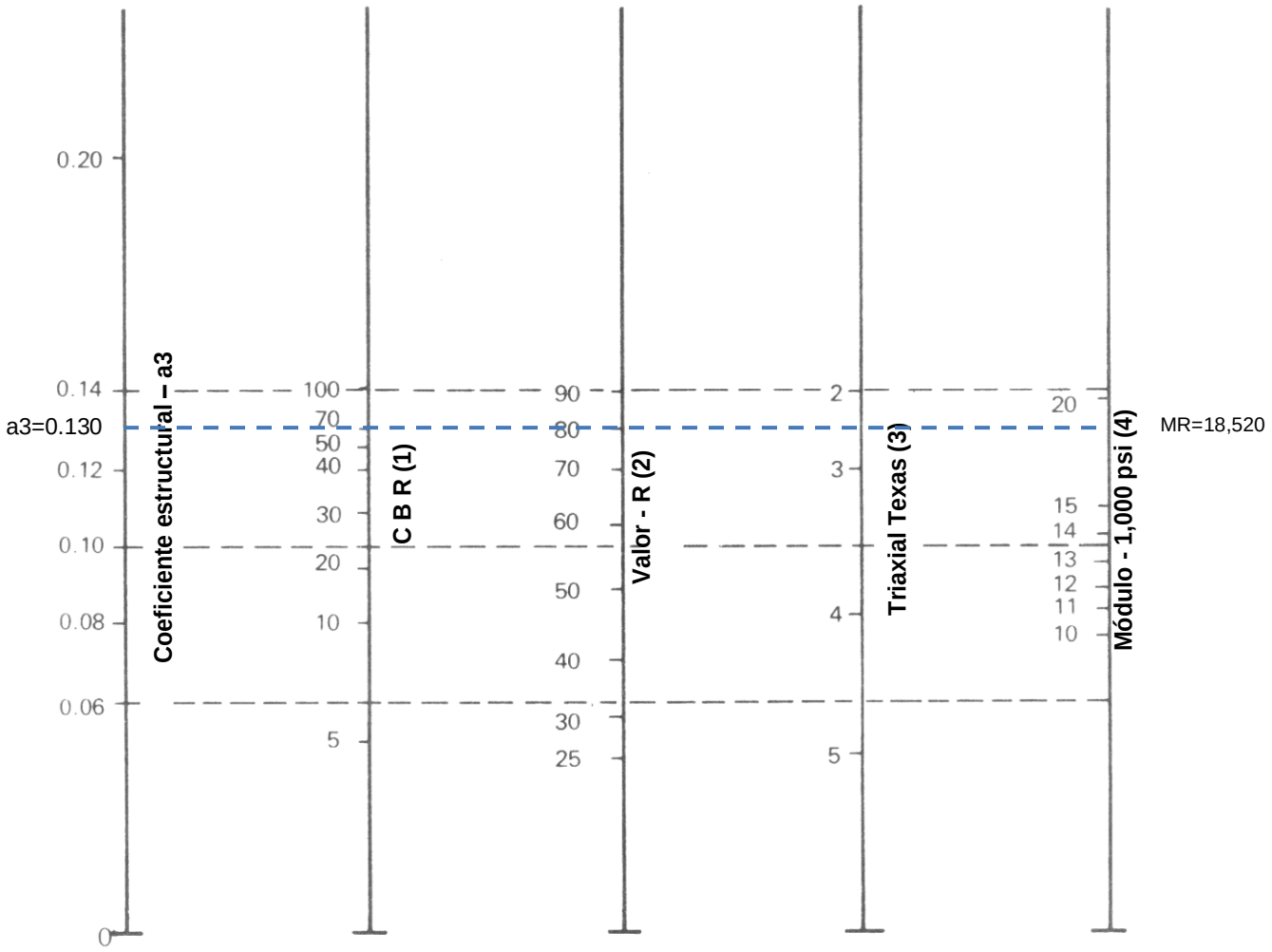


(1) La escala derivò haciendo un promedio de las correlaciones obtenidas de Illinois
(2) La escala derivò haciendo un promedio de las correlaciones obtenidas de California, New Mèxico y
(3) La escala derivò haciendo un promedio de las correlaciones obtenidas de Texas
(4) La escala derivò en el proyecto NCHRP (3)

Fuente: Guía para diseño de estructuras de pavimentos, AASHTO, 1,993

Figura E-4

Variación en el coeficiente estructural de la capa de subbase

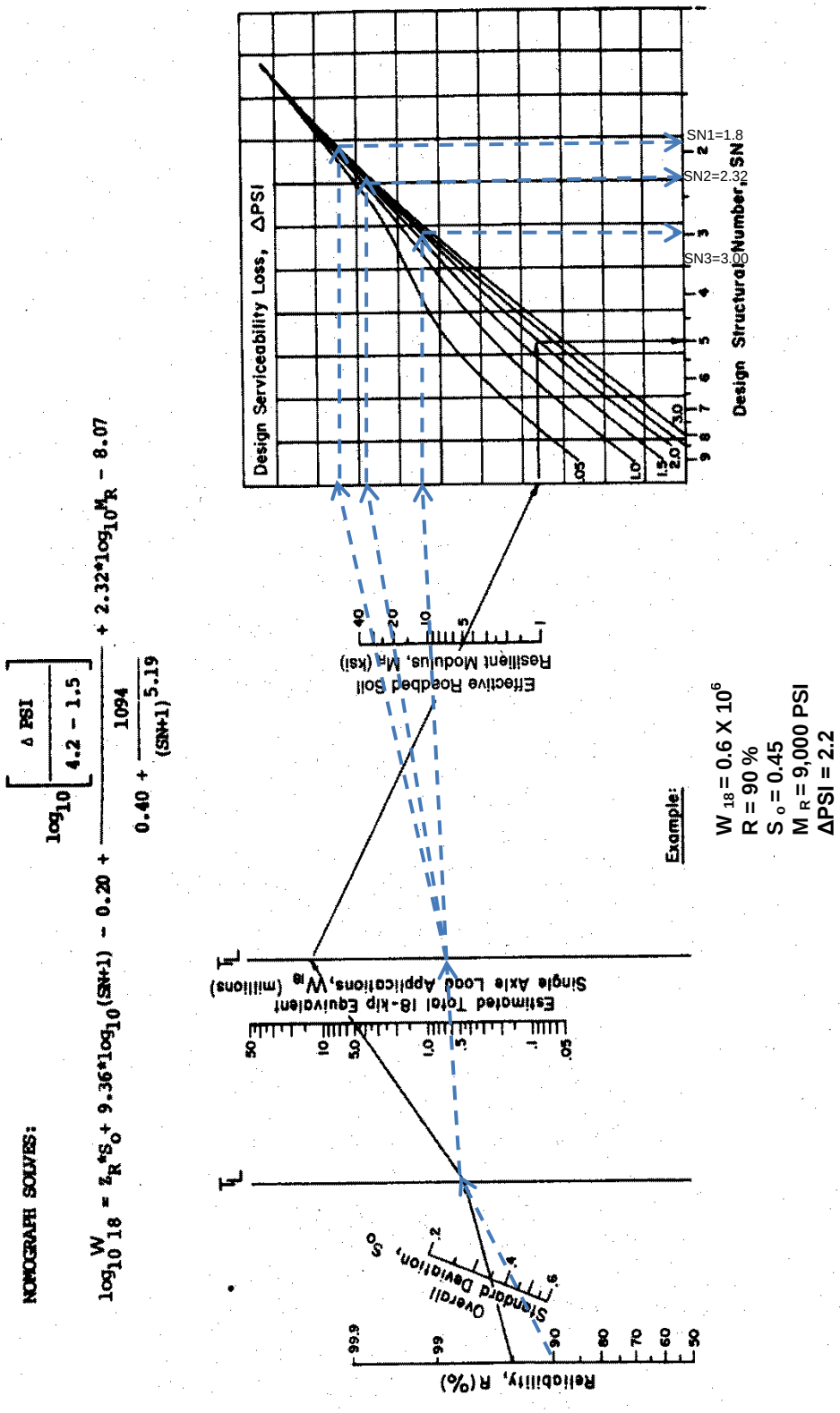


(1) Escala derivada de las correlaciones de Illinois
(2) Escala derivada de las correlaciones obtenidas del Instituto del Asfalto, California, New México y Wyoming
(3) Escala derivada de las correlaciones de Texas
(4) Escala derivada del proyecto NCHRP (3)

Fuente: Guía para diseño de estructuras de pavimentos, AASHTO, 1,993

Figura E-5

AASHTO Guide for Design of Pavement Structures, 1993



La siguiente tabla muestra valores del coeficiente de rugosidad de Manning teniendo en cuenta las características del cauce o canales:

Tabla F-1

	Coeficiente de Manning
Cunetas y canales sin revestir	
En tierra ordinaria, superficie uniforme y lisa	0,020-0,025
En tierra ordinaria, superficie irregular	0,025-0,035
En tierra con ligera vegetación	0,035-0,045
En tierra con vegetación espesa	0,040-0,050
En tierra excavada mecánicamente	0,028-0,033
En roca, superficie uniforme y lisa	0,030-0,035
En roca, superficie con aristas e irregularidades	0,035-0,045
Cunetas y Canales revestidos	
Hormigón	0,013-0,017
Hormigón revestido con gunita	0,016-0,022
Encachado	0,020-0,030
Paredes de hormigón, fondo de grava	0,017-0,020
Paredes encachadas, fondo de grava	0,023-0,033
Revestimiento bituminoso	0,013-0,016
Corrientes Naturales	
Limpias, orillas rectas, fondo uniforme, altura de lamina de agua suficiente	0,027-0,033
Limpias, orillas rectas, fondo uniforme, altura de lamina de agua suficiente, algo de vegetación	0,033-0,040
Limpias, meandros, embalses y remolinos de poca importancia	0,035-0,050
Lentas, con embalses profundos y canales ramificados	0,060-0,080
Lentas, con embalses profundos y canales ramificados, vegetación densa	0,100-0,200
Rugosas, corrientes en terreno rocoso de montaña	0,050-0,080
Areas de inundación adyacentes al canal ordinario	0,030-0,200

Fuente: S.M. Woodward and C. J Posey "Hydraulics of steady flow in open channels". http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articuloses/flujoencanales/manning/manning.html

Tabla G -1

STATION	AREAS Square Meters		VOLUMES Cubic Meters		CUMULATIVE VOLUMES Cubic Meters	
	CUT	FILL	CUT	FILL	CUT	FILL
0+000	3.546	0.001				
			42.052	0.117	42.052	0.117
0+010	3.183	0.018				
			36.156	0.253	78.209	0.369
0+020	2.602	0.022				
			32.692	0.846	110.900	1.216
0+030	2.628	0.113				
			32.382	1.601	143.282	2.817
0+040	2.553	0.143				
			29.492	2.606	172.774	5.423
0+050	2.166	0.274				
			28.630	3.521	201.404	8.944
0+060	2.415	0.290				
			31.256	3.669	232.660	12.613
0+070	2.586	0.298				
			26.178	2.579	258.838	15.192
0+078.371	2.418	0.195				
			5.062	0.379	263.900	15.571
0+080	2.554	0.177				
			2.371	0.159	266.271	15.730
0+080.734	2.614	0.169				
			5.920	0.355	272.191	16.085
0+082.500	2.752	0.152				
			8.886	0.446	281.077	16.531
0+085	2.937	0.132				
			9.446	0.392	290.523	16.923
0+087.500	3.112	0.118				
			9.971	0.400	300.494	17.323
0+090	3.275	0.136				
			9.051	0.647	309.545	17.970
0+092.500	2.528	0.274				
			7.115	1.091	316.660	19.061
0+095	2.041	0.418				
			5.663	1.537	322.322	20.599
0+097.500	1.600	0.556				
			4.343	1.979	326.666	22.578
0+100	1.198	0.696				
			1.038	0.667	327.704	23.246
0+100.734	1.083	0.741				
			2.109	1.780	329.813	25.026
0+102.500	0.846	0.853				
			0.583	0.643	330.396	25.669
0+103.083	0.773	0.891				
			1.570	2.332	331.967	28.001
0+105	0.554	1.032				
			1.396	3.636	333.363	31.637
0+107.500	0.352	1.267				
			0.858	4.417	334.221	36.054
0+110	0.205	1.528				
			0.655	4.089	334.876	40.144
0+112.500	0.218	1.056				
			0.462	3.582	335.338	43.726
0+115	0.080	1.205				
			0.162	4.145	335.500	47.871
0+117.500	0.026	1.416				
			0.044	4.827	335.544	52.698
0+120	0.003	1.642				
			0.005	5.537	335.550	58.235
0+122.500	0.000	1.870				
			0.000	6.227	335.550	64.461

Fuente: Propia

Tabla G -2

STATION	AREAS Square Meters		VOLUMES Cubic Meters		CUMULATIVE VOLUMES Cubic Meters	
	CUT	FILL	CUT	FILL	CUT	FILL
0+125	0.000	2.082				
0+127.500	0.000	2.278	0.000	6.868	335.550	71.329
0+130	0.002	2.564	0.004	7.625	335.554	78.953
0+132.500	0.001	2.554	0.005	8.056	335.559	87.009
0+135	0.000	2.518	0.001	7.979	335.560	94.989
0+137.500	0.000	2.455	0.000	7.822	335.560	102.811
0+137.809	0.000	2.451	0.000	0.955	335.561	103.766
0+140	0.000	2.389	0.001	6.580	335.562	110.347
0+140.173	0.000	2.382	0.000	0.512	335.562	110.859
0+142.500	0.000	2.314	0.000	6.784	335.562	117.642
0+145	0.004	2.229	0.006	7.049	335.568	124.691
0+147.500	0.037	2.159	0.064	6.808	335.632	131.499
0+150	0.014	1.962	0.081	6.402	335.713	137.901
0+152.500	0.037	1.754	0.082	5.782	335.794	143.683
0+155	0.073	1.605	0.173	5.233	335.967	148.916
0+157.500	0.099	1.494	0.270	4.833	336.237	153.749
0+160	0.109	1.412	0.326	4.535	336.563	158.284
0+160.173	0.109	1.403	0.024	0.304	336.586	158.588
0+162.500	0.102	1.362	0.307	4.021	336.893	162.608
0+162.521	0.102	1.362	0.003	0.037	336.896	162.645
0+170	0.171	1.411	1.274	12.960	338.170	175.605
0+180	0.028	1.869	1.241	20.501	339.412	196.107
0+190	0.000	2.424	0.174	26.832	339.586	222.938
0+200	0.000	2.642	0.000	31.663	339.586	254.601
0+210	0.000	2.683	0.000	33.284	339.586	287.885
0+220	0.000	2.260	0.000	30.900	339.586	318.785
0+230	0.000	1.887	0.000	25.921	339.586	344.706
0+240	0.252	0.804	1.573	16.820	341.159	361.526
0+250	1.792	0.136	12.774	5.875	353.933	367.401
0+260	2.648	0.002	27.749	0.859	381.682	368.260
0+270	4.204	0.000	42.826	0.011	424.508	368.271
			61.774	0.000	486.282	368.271

Fuente: Propia

Tabla G -3

STATION	AREAS Square Meters		VOLUMES Cubic Meters		CUMULATIVE VOLUMES Cubic Meters	
	CUT	FILL	CUT	FILL	CUT	FILL
0+280	5.680	0.000				
0+290	6.165	0.000	74.027	0.000	560.309	368.271
0+300	6.011	0.000	76.101	0.000	636.411	368.271
0+310	3.752	0.000	61.021	0.000	697.431	368.271
0+320	1.989	0.149	35.880	0.930	733.311	369.201
0+330	2.185	0.301	26.087	2.814	759.398	372.015
0+340	3.607	0.057	36.201	2.240	795.599	374.255
0+350	3.680	0.050	45.546	0.665	841.145	374.921
0+360	4.654	0.001	52.090	0.317	893.235	375.237
0+370	6.701	0.000	70.968	0.007	964.202	375.245
0+380	9.355	0.000	100.351	0.000	1064.553	375.245
0+384.813	9.352	0.000	56.276	0.000	1120.829	375.245
0+385	9.334	0.000	2.183	0.000	1123.012	375.245
0+387.500	9.061	0.000	28.745	0.000	1151.756	375.245
0+390	8.732	0.000	27.807	0.000	1179.563	375.245
0+392.500	8.305	0.000	26.630	0.000	1206.193	375.245
0+394.395	7.979	0.000	19.299	0.000	1225.493	375.245
0+395	7.845	0.000	5.985	0.000	1231.478	375.245
0+397.500	7.295	0.000	23.676	0.000	1255.154	375.245
0+400	7.120	0.000	22.545	0.000	1277.700	375.245
0+402.500	6.329	0.000	21.034	0.000	1298.733	375.245
0+403.940	5.791	0.000	10.921	0.000	1309.654	375.245
0+405	5.436	0.001	7.446	0.000	1317.100	375.245
0+407.500	4.501	0.033	15.545	0.052	1332.645	375.297
0+410	3.529	0.098	12.563	0.202	1345.209	375.500
0+412.500	2.512	0.180	9.451	0.427	1354.660	375.926
0+414.770	1.515	0.306	5.722	0.679	1360.383	376.605
0+415	1.424	0.324	0.421	0.092	1360.804	376.697
0+417.500	0.365	0.678	2.794	1.579	1363.598	378.276
0+420	0.301	0.790	1.041	2.305	1364.638	380.581
0+422.500	0.259	0.814	0.875	2.516	1365.513	383.097
			0.542	1.931	1366.055	385.028

Fuente: Propia

Tabla G -4

STATION	AREAS Square Meters		VOLUMES Cubic Meters		CUMULATIVE VOLUMES Cubic Meters	
	CUT	FILL	CUT	FILL	CUT	FILL
0+424.353	0.209	0.848				
			0.160	0.706	1366.215	385.734
0+425	0.186	0.891				
			0.471	3.001	1366.686	388.734
0+427.500	0.115	1.025				
			0.266	3.523	1366.952	392.257
0+430	0.055	1.226				
			0.121	4.315	1367.072	396.572
0+432.500	0.022	1.534				
			0.027	2.849	1367.099	399.421
0+433.897	0.008	1.729				
			0.130	12.128	1367.229	411.550
0+440	0.026	1.451				
			7.842	12.407	1375.071	423.956
0+450	1.229	0.534				
			22.252	4.854	1397.323	428.811
0+460	2.331	0.243				
			10.722	0.690	1408.045	429.501
0+463.235	2.972	0.098				
			6.908	0.149	1414.954	429.649
0+465	3.292	0.037				
			11.016	0.057	1425.970	429.707
0+467.500	3.758	0.000				
			12.476	0.000	1438.445	429.707
0+470	4.226	0.000				
			13.855	0.000	1452.300	429.707
0+472.500	4.641	0.000				
			14.675	0.000	1466.975	429.707
0+475	4.752	0.000				
			14.775	0.000	1481.750	429.707
0+477.500	4.706	0.000				
			14.607	0.000	1496.357	429.707
0+480	4.644	0.000				
			1.406	0.000	1497.764	429.707
0+480.242	4.649	0.000				
			12.947	0.000	1510.711	429.707
0+482.500	4.528	0.000				
			13.893	0.000	1524.605	429.707
0+485	4.365	0.000				
			13.310	0.000	1537.915	429.707
0+487.500	4.155	0.000				
			12.577	0.003	1550.492	429.711
0+490	3.895	0.002				
			11.696	0.016	1562.188	429.727
0+492.500	3.589	0.009				
			11.066	0.045	1573.254	429.772
0+495	3.491	0.021				
			8.789	0.032	1582.043	429.803
0+496.998	3.543	0.005				
			2.237	0.004	1584.280	429.807
0+497.500	3.587	0.008				
			11.315	0.019	1595.596	429.826
0+500	3.650	0.004				
			11.390	0.008	1606.985	429.835
0+502.500	3.634	0.001				
			11.234	0.002	1618.220	429.837
0+505	3.552	0.000				
			10.937	0.000	1629.157	429.837
0+507.500	3.447	0.000				
			10.648	0.003	1639.805	429.840
0+510	3.368	0.002				
			10.330	0.008	1650.135	429.848

Fuente: Propia

Tabla G -5

STATION	AREAS Square Meters		VOLUMES Cubic Meters		CUMULATIVE VOLUMES Cubic Meters	
	CUT	FILL	CUT	FILL	CUT	FILL
0+512.500	3.242	0.003				
			10.675	0.015	1660.810	429.863
0+515	3.586	0.007				
			10.949	0.032	1671.759	429.895
0+517.500	3.416	0.014				
			10.357	0.073	1682.116	429.968
0+520	3.208	0.033				
			9.651	0.132	1691.768	430.099
0+522.500	2.965	0.052				
			8.885	0.198	1700.653	430.297
0+525	2.718	0.075				
			8.107	0.276	1708.760	430.573
0+527.500	2.467	0.103				
			7.310	0.363	1716.070	430.936
0+530	2.208	0.131				
			6.509	0.449	1722.579	431.385
0+532.500	1.955	0.158				
			5.892	0.453	1728.471	431.838
0+535	1.808	0.137				
			5.404	0.532	1733.875	432.370
0+537.500	1.635	0.213				
			4.911	0.793	1738.786	433.163
0+540	1.488	0.309				
			1.525	0.335	1740.311	433.498
0+540.843	1.384	0.344				
			2.802	0.819	1743.113	434.317
0+542.500	1.344	0.427				
			3.917	1.549	1747.029	435.867
0+545	1.185	0.541				
			3.452	1.944	1750.481	437.811
0+547.500	1.044	0.675				
			3.021	2.422	1753.502	440.233
0+550	0.906	0.842				
			2.590	2.978	1756.091	443.211
0+552.500	0.765	1.028				
			1.983	3.060	1758.075	446.271
0+555	0.513	0.899				
			1.469	2.950	1759.544	449.221
0+557.500	0.432	0.963				
			0.191	0.424	1759.734	449.645
0+557.850	0.444	0.952				
			1.061	2.706	1760.795	452.351
0+560	0.349	1.040				
			0.922	3.441	1761.717	455.791
0+562.500	0.243	1.142				
			0.628	3.730	1762.345	459.521
0+565	0.160	1.228				
			0.401	4.032	1762.746	463.553
0+567.500	0.097	1.339				
			0.251	4.346	1762.997	467.899
0+570	0.064	1.432				
			0.135	4.792	1763.132	472.691
0+572.500	0.022	1.629				
			0.042	4.399	1763.173	477.090
0+574.606	0.009	1.711				
			0.057	12.051	1763.230	489.141
0+580	0.008	1.863				
			0.018	5.450	1763.248	494.590
0+582.276	0.005	1.967				
			0.001	0.550	1763.250	495.141
0+582.500	0.005	1.974				
			0.013	6.289	1763.263	501.430

Fuente: Propia

Tabla G -6

STATION	AREAS Square Meters		VOLUMES Cubic Meters		CUMULATIVE VOLUMES Cubic Meters	
	CUT	FILL	CUT	FILL	CUT	FILL
0+585	0.004	2.050				
0+587.500	0.003	2.123	0.011	6.527	1763.274	507.957
0+590	0.003	2.135	0.009	6.664	1763.283	514.621
0+592.500	0.004	2.022	0.010	6.506	1763.294	521.128
0+595	0.002	1.900	0.008	6.141	1763.302	527.268
0+597.500	0.001	1.803	0.004	5.803	1763.306	533.071
0+598.190	0.002	1.713	0.001	1.522	1763.307	534.593
0+600	0.005	1.669	0.008	3.837	1763.315	538.431
0+602.500	0.013	1.563	0.028	5.066	1763.343	543.497
0+605	0.038	1.472	0.079	4.756	1763.422	548.253
0+607.500	0.077	1.394	0.181	4.488	1763.603	552.741
0+610	0.131	1.332	0.329	4.264	1763.932	557.005
0+612.500	0.118	1.421	0.394	4.303	1764.326	561.308
0+613.577	0.077	1.455	0.133	1.939	1764.459	563.247
0+615	0.076	1.438	0.138	2.577	1764.597	565.824
0+617.500	0.028	1.454	0.165	4.536	1764.762	570.360
0+620	0.005	1.508	0.052	4.657	1764.814	575.017
0+622.008	0.000	1.620	0.006	3.958	1764.820	578.975
0+622.500	0.000	1.587	0.000	0.976	1764.820	579.951
0+625	0.003	1.674	0.004	5.042	1764.824	584.993
0+627.500	0.018	1.769	0.033	5.320	1764.858	590.313
0+630	0.050	1.868	0.108	5.617	1764.966	595.930
0+632.500	0.121	1.663	0.271	5.455	1765.237	601.385
0+635	0.226	1.344	0.549	4.650	1765.786	606.035
0+637.500	0.336	1.028	0.887	3.670	1766.672	609.705
0+637.922	0.358	0.975	0.185	0.524	1766.857	610.228
0+640	0.555	0.825	1.192	2.318	1768.049	612.546
0+642.500	0.831	0.686	2.173	2.343	1770.222	614.889
0+645	1.119	0.558	3.052	1.930	1773.274	616.819
0+647.500	1.417	0.443	3.966	1.556	1777.240	618.375
0+650	1.724	0.350	4.910	1.235	1782.149	619.611
			5.385	1.117	1787.534	620.727

Fuente: Propia

Tabla G -7

STATION	AREAS Square Meters		VOLUMES Cubic Meters		CUMULATIVE VOLUMES Cubic Meters	
	CUT	FILL	CUT	FILL	CUT	FILL
0+652.500	1.722	0.365				
0+653.309	1.761	0.354	1.762	0.364	1789.296	621.091
0+660	2.139	0.299	16.311	2.731	1805.607	623.822
0+670	2.568	0.225	29.422	3.275	1835.028	627.097
0+680	2.548	0.164	31.975	2.431	1867.004	629.528
0+690	3.493	0.001	37.754	1.029	1904.757	630.557
0+693.021	2.940	0.038	12.147	0.073	1916.905	630.630
0+695	2.653	0.085	6.917	0.152	1923.822	630.782
0+697.500	2.342	0.151	7.806	0.370	1931.628	631.152
0+700	2.189	0.201	7.082	0.553	1938.710	631.706
0+702.500	1.875	0.274	6.352	0.749	1945.062	632.454
0+705	1.717	0.323	5.613	0.944	1950.675	633.398
0+705.624	1.842	0.280	1.388	0.238	1952.062	633.636
0+707.500	1.699	0.348	4.152	0.746	1956.214	634.383
0+710	1.791	0.219	5.453	0.897	1961.667	635.279
0+712.500	2.085	0.124	6.057	0.539	1967.724	635.819
0+715	2.463	0.042	7.113	0.259	1974.837	636.078
0+717.500	2.940	0.020	8.456	0.096	1983.293	636.174
0+717.585	2.869	0.023	0.310	0.002	1983.603	636.176
0+720	3.465	0.005	9.580	0.042	1993.184	636.218
0+722.500	4.039	0.000	11.753	0.009	2004.937	636.227
0+722.864	4.040	0.000	1.843	0.000	2006.780	636.227
0+725	4.665	0.000	11.592	0.000	2018.372	636.227
0+727.500	5.358	0.000	15.627	0.000	2033.999	636.227
0+730	6.016	0.000	17.737	0.000	2051.736	636.227
0+732.500	6.549	0.000	19.598	0.000	2071.334	636.227
0+735	6.996	0.000	21.132	0.000	2092.466	636.227
0+735.467	7.176	0.000	4.129	0.000	2096.595	636.227
0+737.500	7.342	0.000	18.430	0.000	2115.025	636.227
0+740	7.962	0.000	23.895	0.000	2138.920	636.227
0+742.500	8.300	0.000	25.398	0.000	2164.317	636.227
			26.238	0.000	2190.555	636.227

Fuente: Propia

Tabla G -8

STATION	AREAS Square Meters		VOLUMES Cubic Meters		CUMULATIVE VOLUMES Cubic Meters	
	CUT	FILL	CUT	FILL	CUT	FILL
0+745	8.497	0.000				
			24.512	0.000	2215.067	636.227
0+747.428	7.657	0.000				
			23.224	0.000	2238.291	636.227
0+750	6.791	0.000				
			63.210	0.179	2301.501	636.405
0+760	3.322	0.029				
			25.702	3.812	2327.203	640.218
0+770	0.790	0.581				
			2.358	2.193	2329.561	642.411
0+772.831	0.542	0.658				
			1.411	1.807	2330.972	644.218
0+775	0.499	0.674				
			1.546	2.116	2332.518	646.334
0+777.500	0.492	0.677				
			1.884	1.988	2334.402	648.323
0+780	0.715	0.590				
			2.065	1.900	2336.468	650.222
0+782.500	0.608	0.619				
			2.103	1.865	2338.571	652.087
0+785	0.739	0.566				
			2.582	1.677	2341.152	653.764
0+787.500	0.914	0.498				
			3.639	1.352	2344.792	655.116
0+790	1.415	0.359				
			1.185	0.259	2345.977	655.375
0+790.644	1.527	0.278				
			3.729	0.628	2349.706	656.003
0+792.500	1.686	0.257				
			5.154	0.728	2354.860	656.731
0+795	1.612	0.203				
			4.672	0.678	2359.532	657.409
0+797.500	1.383	0.225				
			4.191	1.047	2363.723	658.456
0+800	1.308	0.436				
			4.235	1.013	2367.958	659.469
0+802.500	1.409	0.204				
			3.342	1.348	2371.300	660.818
0+805	0.737	0.646				
			1.750	2.788	2373.050	663.605
0+807.500	0.394	1.110				
			0.043	0.165	2373.093	663.770
0+807.604	0.280	1.386				
			0.713	4.460	2373.807	668.230
0+810	0.207	1.541				
			0.502	5.491	2374.309	673.721
0+812.500	0.122	1.904				
			0.344	6.376	2374.653	680.098
0+815	0.103	2.088				
			1.609	4.099	2376.262	684.197
0+817.500	0.934	0.499				
			2.787	1.638	2379.049	685.835
0+820	0.828	0.544				
			2.335	1.747	2381.385	687.582
0+822.500	0.645	0.568				
			1.957	1.724	2383.342	689.306
0+825	0.587	0.531				
			1.849	1.641	2385.191	690.947
0+827.500	0.578	0.516				
			1.868	1.595	2387.059	692.541
0+830	0.604	0.501				
			1.040	1.217	2388.099	693.759

Fuente: Propia

Tabla G -9

STATION	AREAS Square Meters		VOLUMES Cubic Meters		CUMULATIVE VOLUMES Cubic Meters	
	CUT	FILL	CUT	FILL	CUT	FILL
0+831.737	0.346	0.614				
			0.480	0.536	2388.579	694.295
0+832.500	0.668	0.517				
			3.026	1.474	2391.606	695.769
0+835	1.270	0.435				
			4.860	1.116	2396.466	696.885
0+837.500	1.834	0.287				
			6.586	0.694	2403.052	697.578
0+840	2.381	0.160				
			8.237	0.357	2411.289	697.936
0+842.500	2.896	0.068				
			9.909	0.160	2421.198	698.096
0+845	3.456	0.033				
			11.615	0.082	2432.814	698.178
0+847.500	3.993	0.019				
			11.054	0.025	2443.867	698.203
0+849.551	4.650	0.000				
			2.541	0.003	2446.408	698.206
0+850	4.413	0.010				
			13.899	0.023	2460.306	698.229
0+852.500	4.502	0.005				
			14.646	0.008	2474.952	698.236
0+855	4.891	0.000				
			15.061	0.000	2490.013	698.237
0+857.500	4.765	0.000				
			15.776	0.000	2505.789	698.237
0+860	5.345	0.000				
			16.361	0.000	2522.150	698.237
0+862.500	5.136	0.000				
			16.133	0.000	2538.283	698.237
0+865	5.195	0.000				
			9.630	0.001	2547.912	698.238
0+866.510	5.008	0.001				
			21.597	0.007	2569.509	698.245
0+870	4.894	0.003				
			53.295	0.050	2622.803	698.295
0+880	3.633	0.005				
			33.401	0.604	2656.205	698.899
0+890	1.711	0.091				
			19.036	1.499	2675.240	700.398
0+900	1.335	0.149				
			18.577	2.841	2693.818	703.239
0+910	1.638	0.306				
			21.145	6.424	2714.962	709.663
0+920	1.746	0.722				
			28.601	4.514	2743.563	714.177
0+930	2.831	0.000				
			24.348	0.001	2767.911	714.178
0+935.776	3.914	0.000				
			8.516	0.000	2776.426	714.178
0+937.500	3.989	0.000				
			13.237	0.000	2789.664	714.178
0+940	4.483	0.000				
			13.652	0.000	2803.316	714.178
0+942.500	4.252	0.000				
			13.598	0.000	2816.914	714.178
0+945	4.444	0.000				
			14.259	0.000	2831.174	714.178
0+947.500	4.672	0.000				
			15.710	0.000	2846.884	714.178
0+950	5.370	0.000				
			0.418	0.000	2847.301	714.178

Fuente: Propia

Tabla G -10

STATION	AREAS Square Meters		VOLUMES Cubic Meters		CUMULATIVE VOLUMES Cubic Meters	
	CUT	FILL	CUT	FILL	CUT	FILL
0+950.060	5.713	0.000				
			17.198	0.000	2864.499	714.178
0+952.500	5.551	0.000				
			17.472	0.000	2881.971	714.178
0+955	5.613	0.000				
			17.666	0.000	2899.637	714.178
0+957.500	5.667	0.000				
			17.896	0.000	2917.532	714.178
0+960	5.755	0.000				
			18.093	0.000	2935.626	714.178
0+962.500	5.790	0.000				
			5.041	0.001	2940.666	714.179
0+963.228	5.252	0.003				
			12.292	0.003	2952.958	714.183
0+965	5.808	0.001				
			18.575	0.003	2971.534	714.186
0+967.500	6.042	0.002				
			18.949	0.003	2990.483	714.189
0+970	6.048	0.000				
			18.755	0.024	3009.238	714.213
0+972.500	5.919	0.016				
			17.205	0.383	3026.443	714.595
0+975	5.045	0.239				
			1.841	0.127	3028.284	714.723
0+975.316	4.222	0.432				
			10.581	1.471	3038.865	716.193
0+977.500	3.587	0.604				
			9.359	2.688	3048.224	718.881
0+980	2.457	1.056				
			6.322	4.188	3054.546	723.070
0+982.500	1.627	1.540				
			3.575	5.528	3058.121	728.598
0+985	0.686	1.903				
			1.431	7.778	3059.552	736.376
0+987.500	0.243	2.974				
			0.602	7.793	3060.154	744.169
0+989.600	0.222	2.875				
			0.070	1.562	3060.224	745.731
0+990	0.060	3.295				
			0.111	12.153	3060.334	757.883
0+992.500	0.012	4.406				
			0.018	14.598	3060.352	772.482
0+995	0.000	4.876				
			0.000	16.306	3060.352	788.787
0+997.500	0.000	5.517				
			0.001	17.381	3060.353	806.169
1+000	0.001	5.582				
			0.001	8.727	3060.354	814.895
1+002.500	0.000	0.000				
			0.000	0.000	3060.354	814.895
1+002.768	0.000	0.000				
			0.000	0.000	3060.354	814.895

Fuente: Propia

BIBLIOGRAFÍA.

- MANUAL CENTROAMERICANO DE NORMAS PARA EL DISEÑO GEOMÉTRICO DE LAS CARRETERAS REGIONALES
  (Secretaría de Integración Económica Centroamericana, SIECA)
  Consultor: Raúl Leclair
  Convenio USAID No. 596-0181.20
  2001.

- Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos**Centroamericano**
  (Secretaría de Integración Económica Centroamericana, SIECA)
  Consultor: Ing. Jorge Coronado Iturbide
  2002.

- AASHTO,
  Guía para el Diseño de estructuras de pavimento
  1,993

- Instituto del asfalto
  Guía para el diseño de Espesores, (MS-1)
  1,991

- Universidad Nacional de San Juan, Argentina
  Guía para el diseño de Pavimentos
  1,994

- Harris, INC, Frederic R.
  Diseño de Espesores y recomendaciones generales para la Construcción de nuevos pavimentos utilizando adoquines
  2,002

- American Concrete Institute
  A Selection of Historic American papers on concrete
  1,986

- Division general de planificación
  Red Vial de Nicaragua 2,008
  2,009

- Division general de planificación
  Revistaconteo de trafico 2,006
  2,007

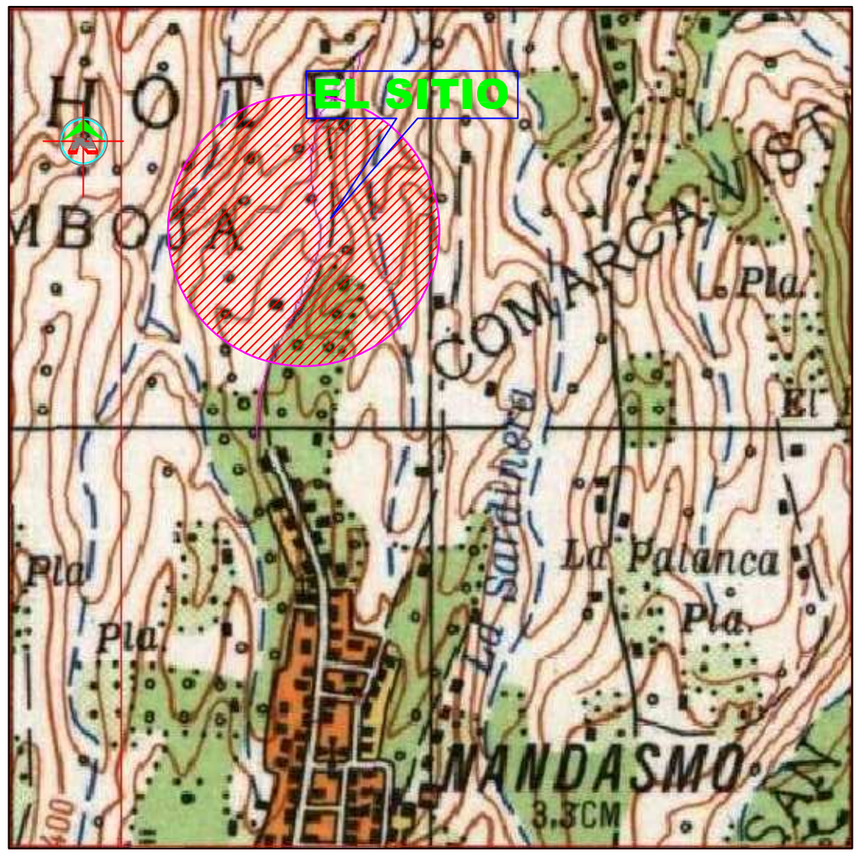
- Biodiversidad en Nicaragua.
  Un estudio de país.
  MARENA. - Dirección General de Biodiversidad y Recursos Naturales.
  2000.

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NICARAGUA
UNAN- MANAGUA

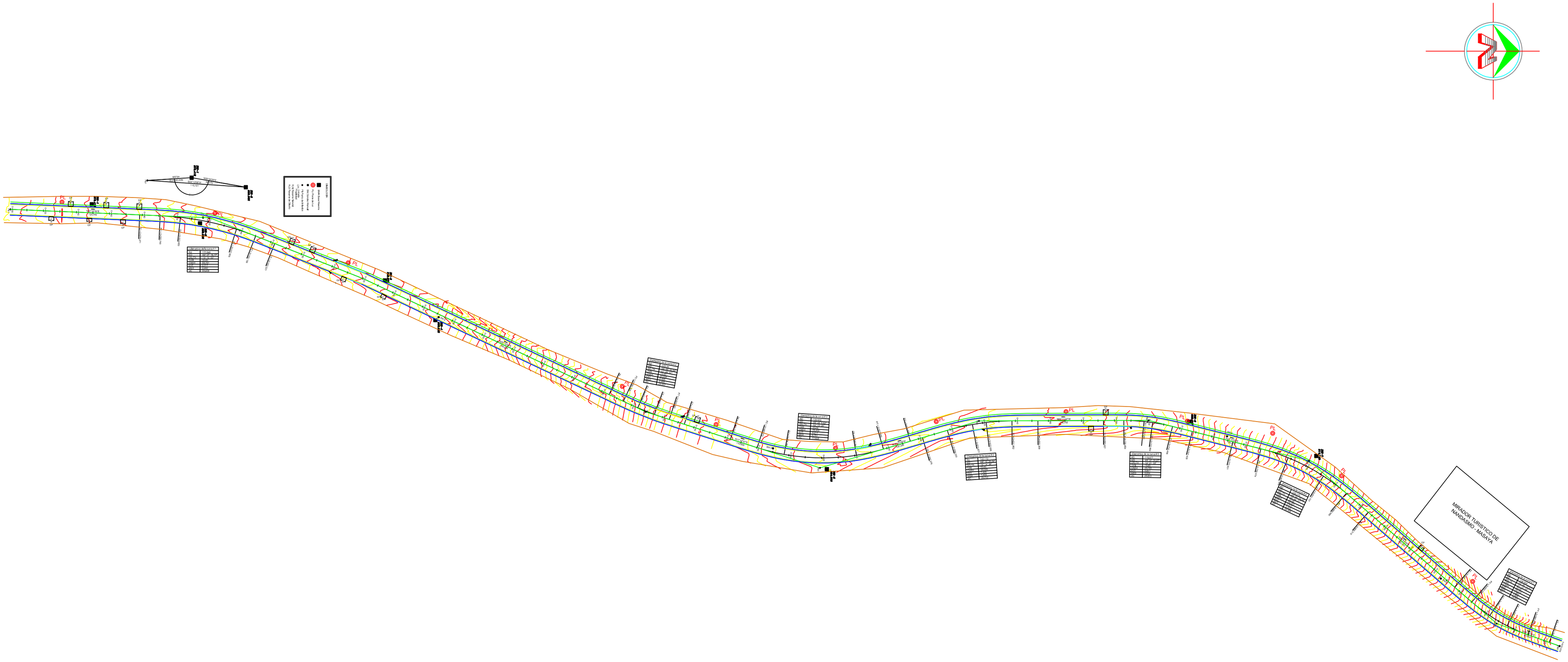
PROYECTO: Estudio de ingeniería, diseños y documentación técnica para la construcción de un kilometro de adoquinado del tramo: Nandasmo - Mirador turístico, departamento de Masaya, Abril 2013.

PLANO MACROLOCALIZACIÓN

PLANO DE MICROLOCALIZACIÓN



INDICE DE PLANOS



UNAN - MANAGUA

Elaborado por:
Lester Arguello Balladares
José Guillermo Hernández
Orlando Paladino Urroz

DISEÑO:
Lester Arguello Balladares
José Guillermo Hernández
Orlando Alonso Paladino

SOLICITANTE:
ALCALDIA DE NANDASMO

REVISO:
Ing. Adolfo Ernesto Cordero

PROYECTO:
Estudio de ingeniería, diseños y documentación técnica para la construcción de un kilometro de adoquinado del tramo: Nandasmo - Mirador turístico, departamento de Masaya, Abril 2013

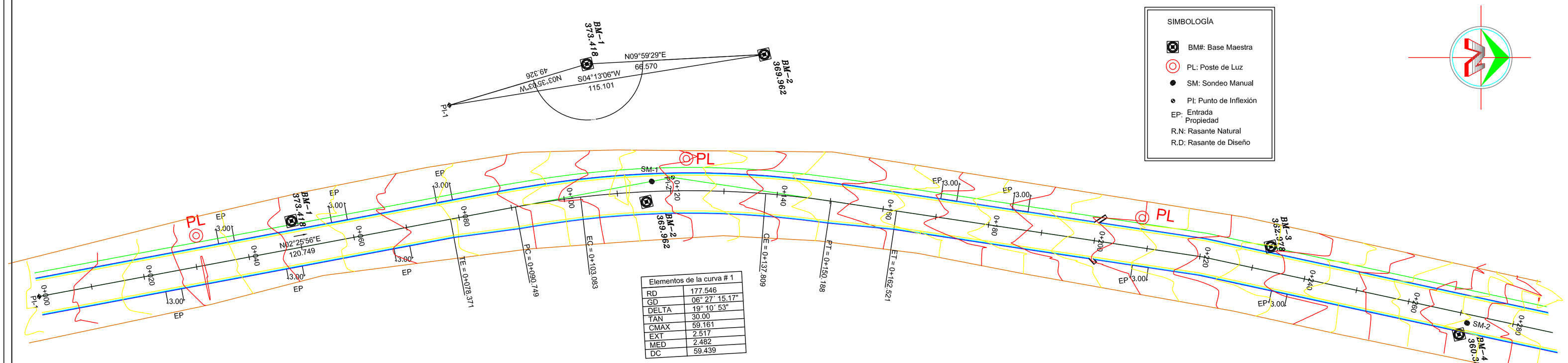
CONTENIDO :
PLANO DE CONJUNTO

LOCALIZACION :
MUNICIPIO DE NANDASMO

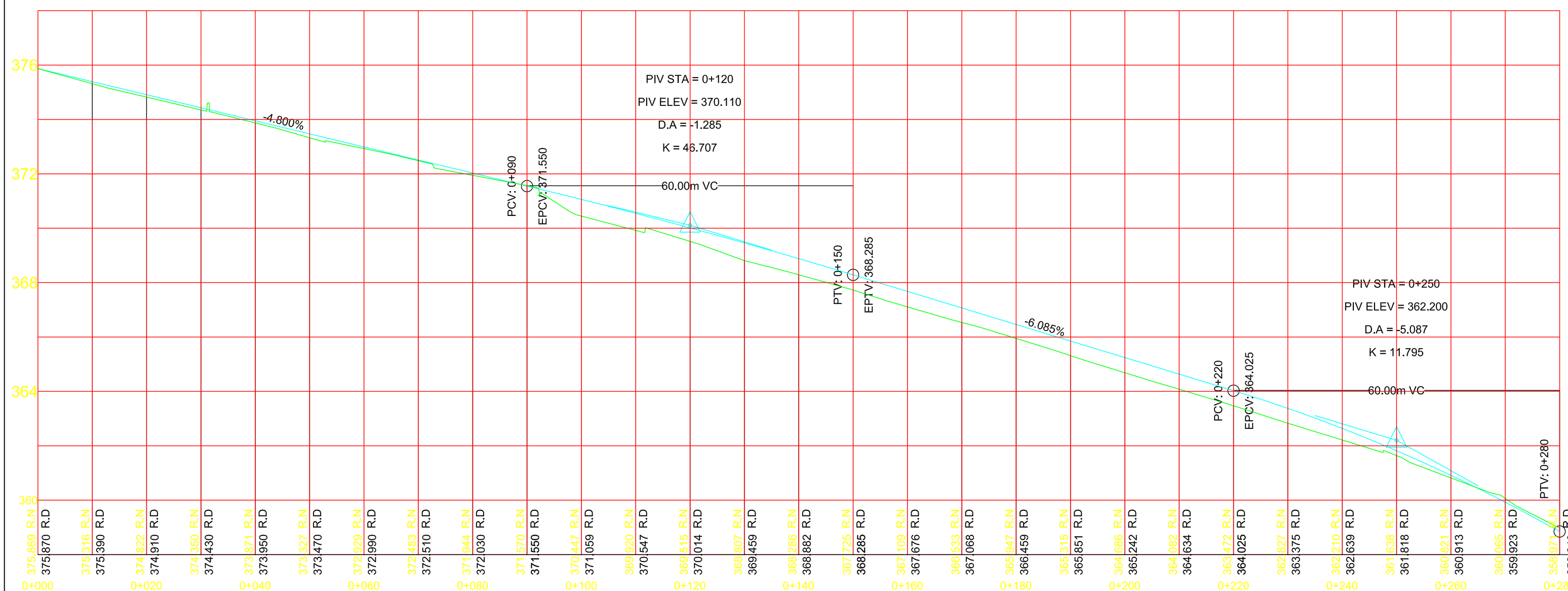
Escala: Sin Escala

HOJA : 2

DE : 11



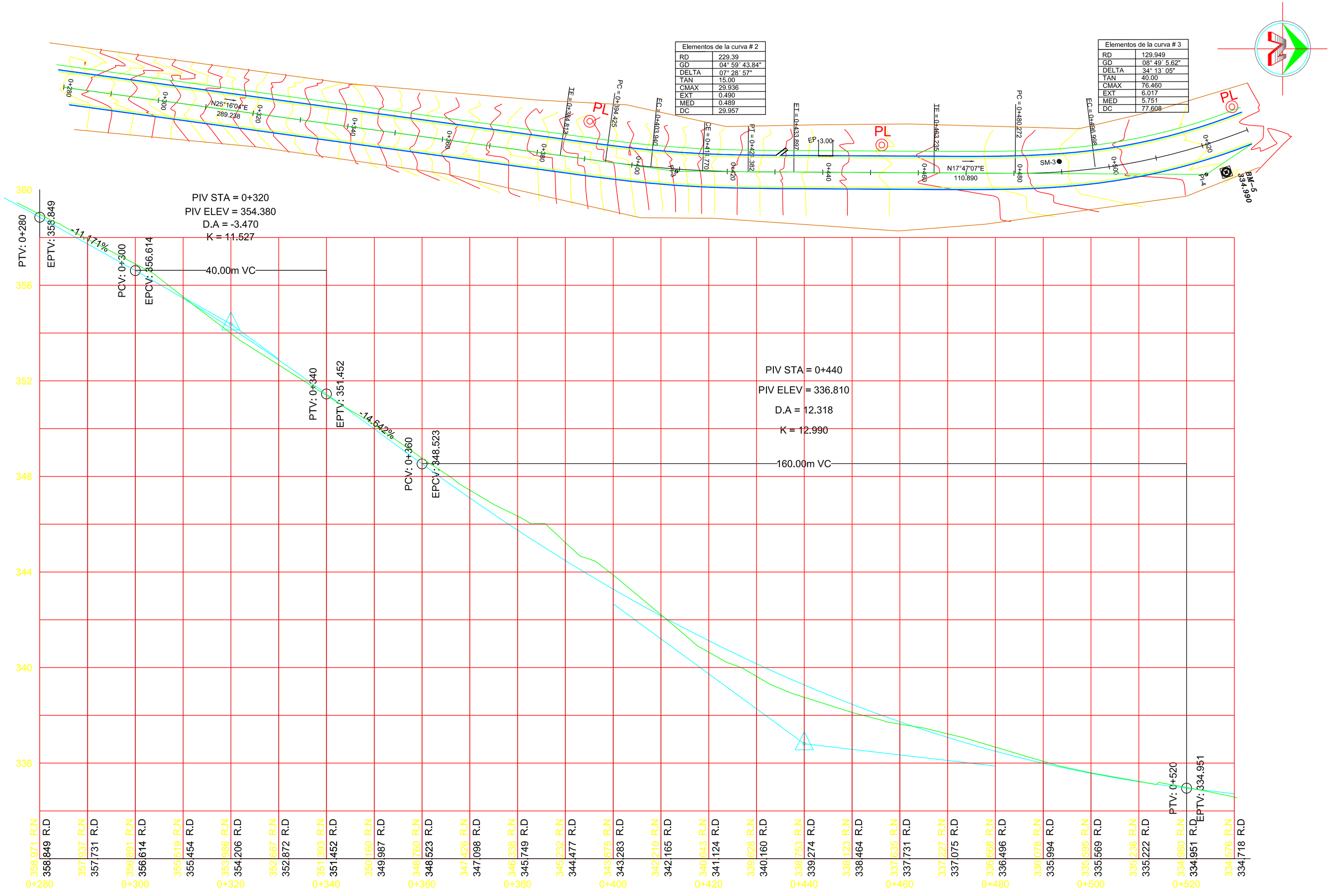
Elementos de la curva # 1	
RD	177.546
GD	06° 27´ 15.17"
DELTA	19° 10´ 53"
TAN	30.00
CMAX	59.161
EXT	2.517
MED	2.482
DC	59.439



UNAN - MANAGUA	ELABORADO POR: Lester Arguello Balladares José Guillermo Hernández Orlando Paladino Urroz	DISEÑO: Lester Arguello Balladares José Guillermo Hernández Orlando Paladino Urroz	SOLICITANTE: ALCALDIA DE NANDASMO REVISADO POR: ING. ADOLFO ERNESTO CORDERO	PROYECTO: Estudio de ingeniería, diseños y documentación técnica para la construcción de un kilometro de adoquinado del tramo: Nandasmo - Mirador turístico, departamento de Masaya, Abril 2013	Contenido: PLANTA - PERFIL EST. 0+000 - EST. 0+280	Localización: MUNICIPIO DE NANDASMO ESCALA: Esc. Horizontal: 1/500 Esc. Vertical: 1/100 Hoja: 3 De: 11

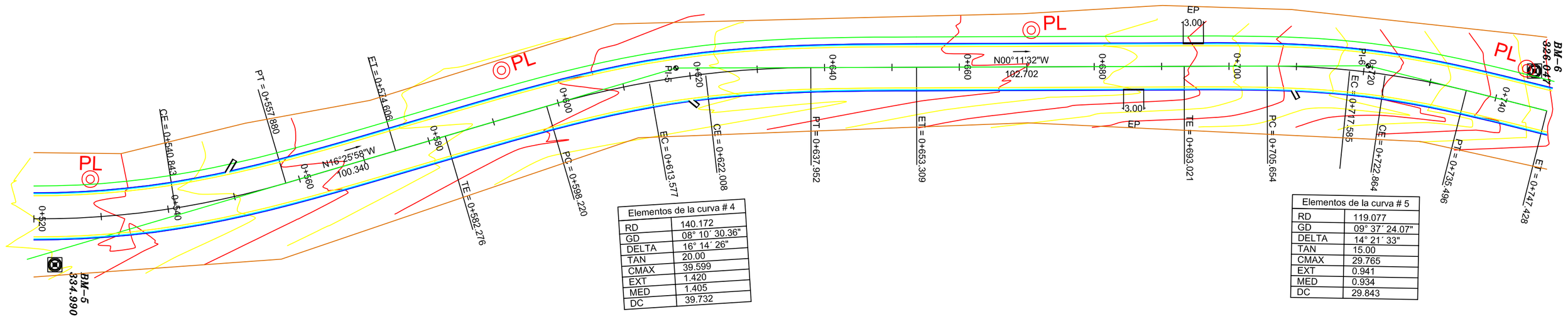
Elementos de la curva # 2	
RD	229.39
GD	04° 59´ 43.84"
DELTA	07° 28´ 57"
TAN	15.00
CMAX	29.936
EXT	0.490
MED	0.489
DC	29.957

Elementos de la curva # 3	
RD	129.949
GD	08° 49´ 5.62"
DELTA	34° 13´ 05"
TAN	40.00
CMAX	76.460
EXT	6.017
MED	5.751
DC	77.608



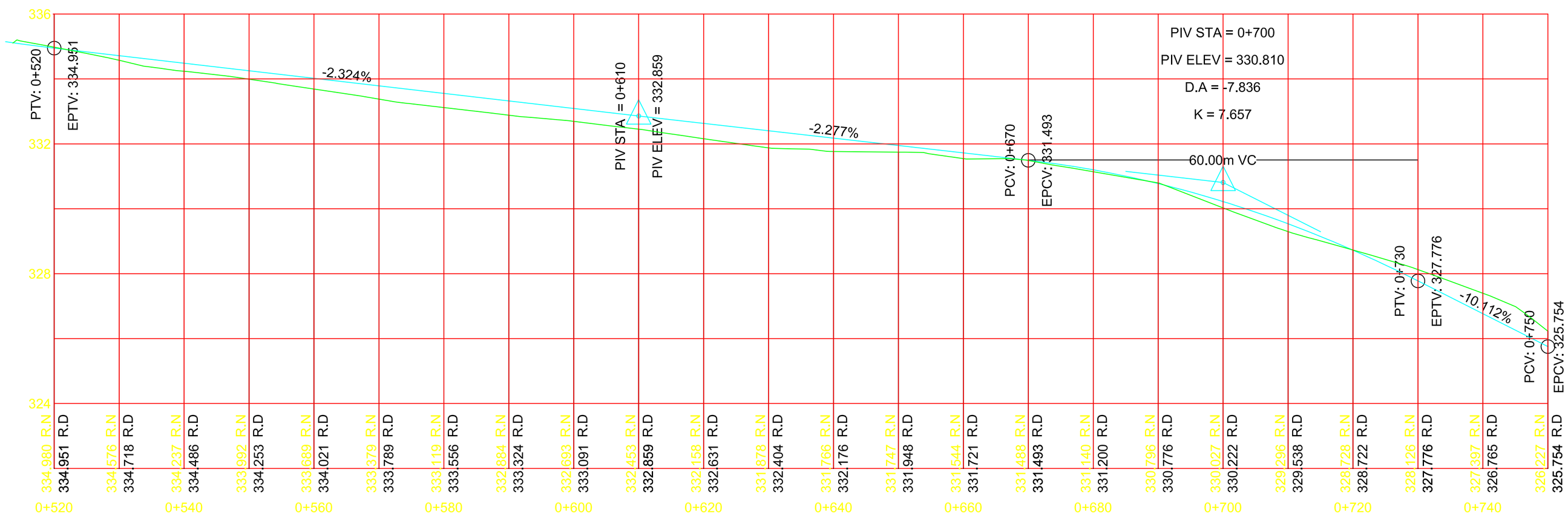
0+280	358.971 R.N	358.849 R.D	0+300	356.891 R.N	356.614 R.D	0+320	355.519 R.N	355.454 R.D	0+340	353.986 R.N	354.206 R.D	0+360	352.667 R.N	352.872 R.D	0+380	351.393 R.N	351.452 R.D	0+400	350.160 R.N	349.987 R.D	0+420	348.760 R.N	348.523 R.D	0+440
347.426 R.N	347.098 R.D	0+460	346.338 R.N	345.749 R.D	0+480	345.232 R.N	344.477 R.D	0+500	343.875 R.N	343.283 R.D	0+520	342.210 R.N	342.165 R.D		340.643 R.N	341.124 R.D		339.628 R.N	340.160 R.D		338.753 R.N	339.274 R.D	
338.123 R.N	338.464 R.D		337.635 R.N	337.731 R.D		337.227 R.N	337.075 R.D		336.668 R.N	336.496 R.D		336.078 R.N	335.994 R.D		335.595 R.N	335.569 R.D		335.236 R.N	335.222 R.D		334.980 R.N	334.951 R.D	
334.576 R.N	334.718 R.D																						

UNAN - MANAGUA	ELABORADO POR: Lester Arguello Balladares José Guillermo Hernández Orlando Paladino Urroz	DISEÑO: Lester Arguello Balladares José Guillermo Hernández Orlando Paladino Urroz	SOLICITANTE: ALCALDIA DE NANDASMO REVISADO POR: ING. ADOLFO ERNESTO CORDERO	PROYECTO: Estudio de ingeniería, diseños y documentación técnica para la construcción de un kilometro de adoquinado del tramo: Nandasmo - Mirador turístico, departamento de Masaya, Abril 2013	Contenido: PLANTA - PERFIL EST. 0+280 - EST. 0+520	Localización: MUNICIPIO DE NANDASMO ESCALA: Esc. Horizontal: 1/500 Esc. Vertical: 1/100 Hoja: 4 De: 11

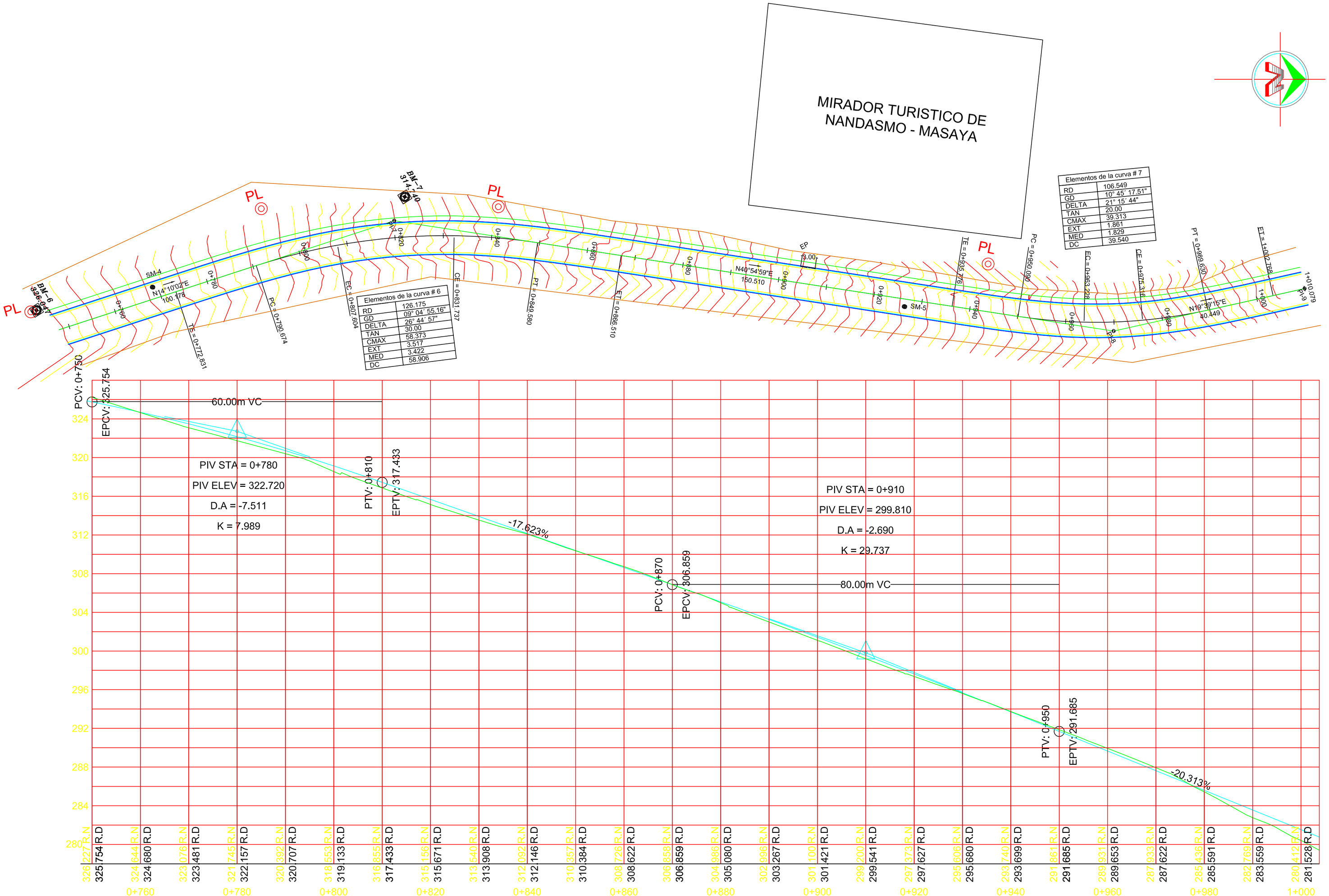


Elementos de la curva # 4	
RD	140.172
GD	08° 10´ 30.36"
DELTA	16° 14´ 26"
TAN	20.00
CMAX	39.599
EXT	1.420
MED	1.405
DC	39.732

Elementos de la curva # 5	
RD	119.077
GD	09° 37´ 24.07"
DELTA	14° 21´ 33"
TAN	15.00
CMAX	29.765
EXT	0.941
MED	0.934
DC	29.843



UNAN - MANAGUA	ELABORADO POR: Lester Arguello Balladares José Guillermo Hernández Orlando Paladino Urroz	DISEÑO: Lester Arguello Balladares José Guillermo Hernández Orlando Paladino Urroz	SOLICITANTE: ALCALDIA DE NANDASMO REVISADO POR: ING. ADOLFO ERNESTO CORDERO	PROYECTO: Estudio de ingeniería, diseños y documentación técnica para la construcción de un kilometro de adoquinado del tramo: Nandasmo - Mirador turístico, departamento de Masaya, Abril 2013	Contenido: PLANTA - PERFIL EST. 0+520 - EST. 0+750	Localización: MUNICIPIO DE NANDASMO ESCALA: Esc. Horizontal: 1/500 Esc. Vertical: 1/100 Hoja: 5 De: 11



Elementos de la curva # 6	
RD	126.175
GD	09° 04' 55.16"
DELTA	26° 44' 57"
TAN	30.00
CMAX	58.373
EXT	3.517
MED	3.422
DC	58.906

Elementos de la curva # 7	
RD	106.549
GD	10° 45' 17.51"
DELTA	21° 15' 44"
TAN	20.00
CMAX	39.313
EXT	1.861
MED	1.829
DC	39.540

R.N	R.D
326 227	325 754
324 644	324 680
323 076	323 481
321 745	322 157
320 392	320 707
318 553	319 133
316 855	317 433
315 156	315 671
313 540	313 908
312 092	312 146
310 357	310 384
308 726	308 622
306 858	306 859
304 986	305 080
302 996	303 267
301 100	301 421
299 200	299 541
297 373	297 627
295 606	295 680
293 740	293 699
291 861	291 685
289 931	289 653
287 933	287 622
285 436	285 591
282 769	283 559
280 412	281 528

UNAN - MANAGUA

ELABORADO POR:
Lester Arguello Balladares
José Guillermo Hernández
Orlando Paladino Urroz

DISEÑO:
Lester Arguello Balladares
José Guillermo Hernández
Orlando Paladino Urroz

SOLICITANTE:
ALCALDIA DE NANDASMO

REVISADO POR:
ING. ADOLFO ERNESTO CORDERO

PROYECTO:
Estudio de ingeniería, diseños y documentación técnica para la construcción de un kilometro de adoquinado del tramo: Nandasmo - Mirador turístico, departamento de Masaya, Abril 2013

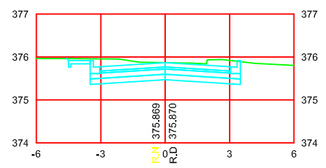
Contenido:
PLANTA - PERFIL
EST. 0+750 - EST. 1+002.768

Localización:
MUNICIPIO DE NANDASMO

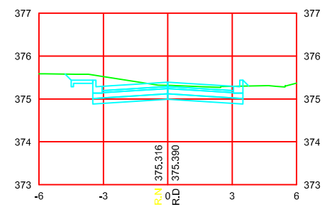
ESCALA:
Esc. Horizontal: 1/500
Esc. Vertical: 1/250

Hoja: 6 De: 11

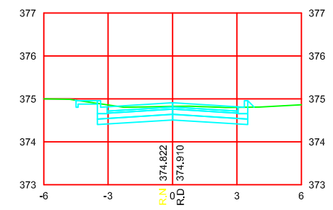
0+000



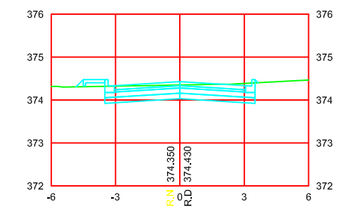
0+010



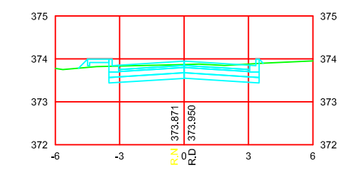
0+020



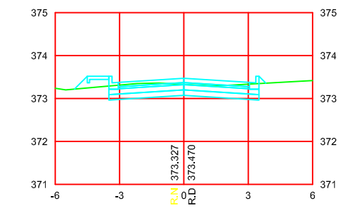
0+030



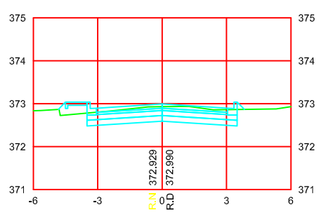
0+040



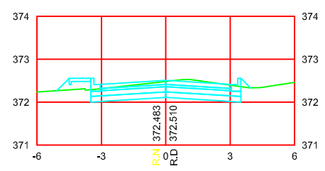
0+050



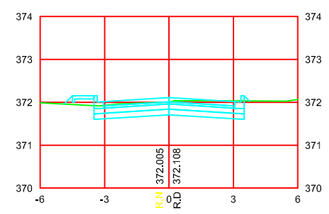
0+060



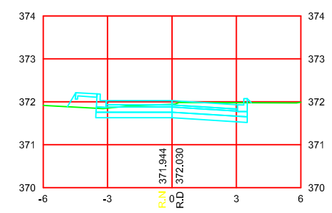
0+070



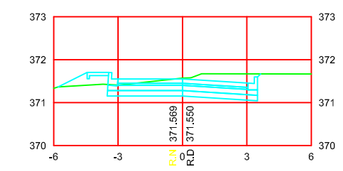
0+078.371



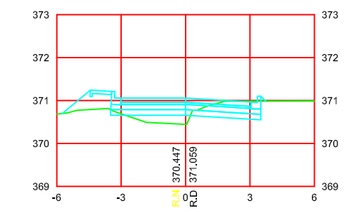
0+080



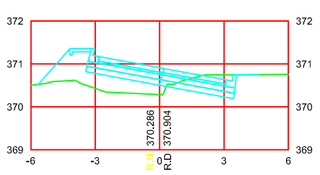
0+090



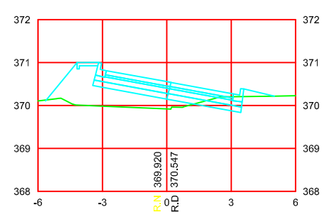
0+100



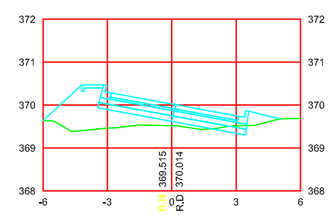
0+103.083



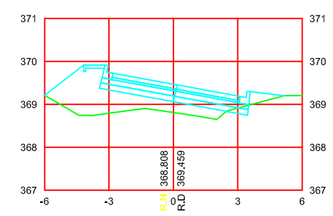
0+110



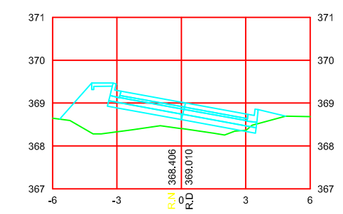
0+120



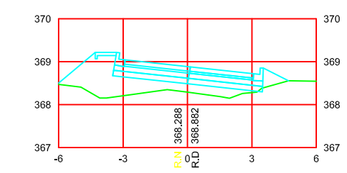
0+130



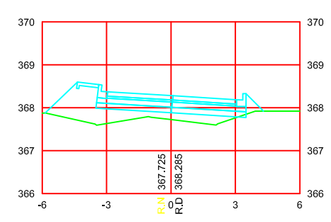
0+137.809



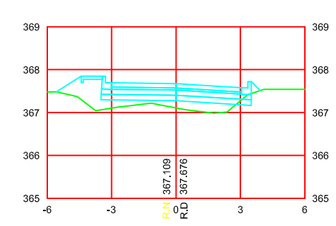
0+140



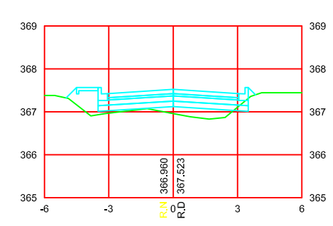
0+150



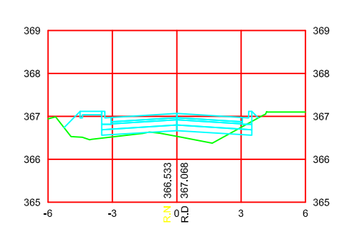
0+160



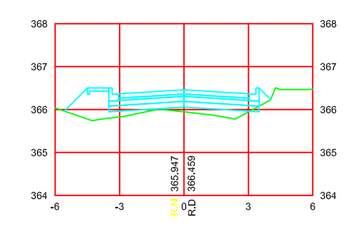
0+162.521



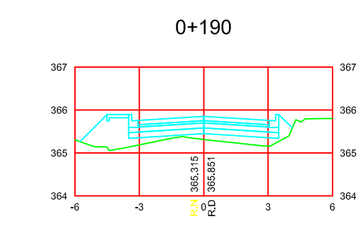
0+170



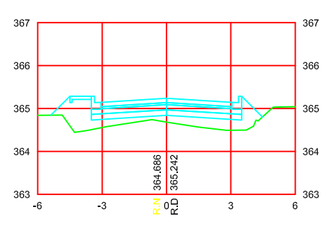
0+180



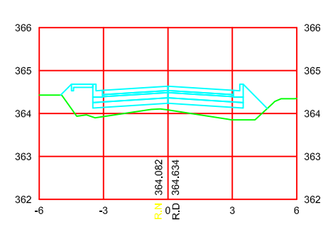
0+190



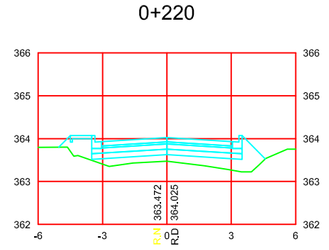
0+200



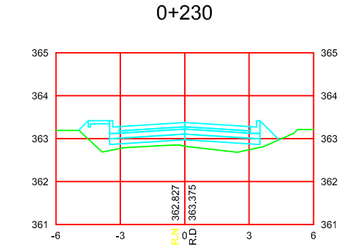
0+210



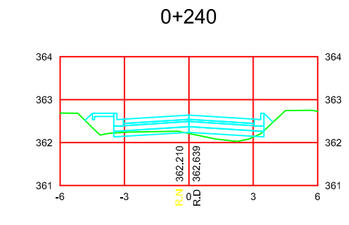
0+220



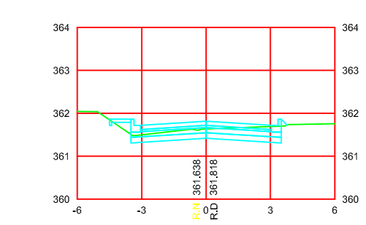
0+230



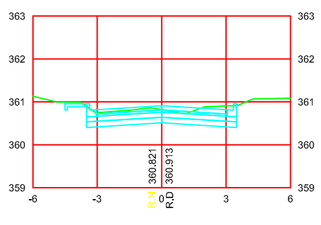
0+240



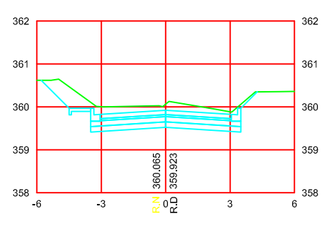
0+250



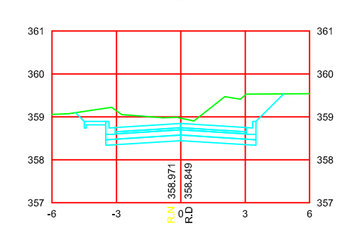
0+260



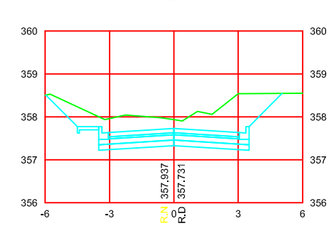
0+270



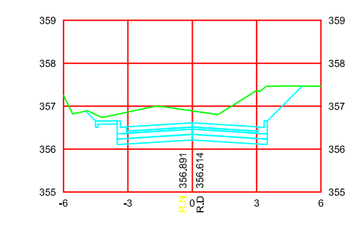
0+280



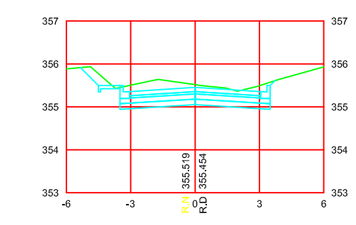
0+290



0+300



0+310



UNAN - MANAGUA

ELABORADO POR:
Lester Arguello Balladares
José Guillermo Hernández
Orlando Paladino Urroz

DISEÑO:
Lester Arguello Balladares
José Guillermo Hernández
Orlando Paladino Urroz

SOLICITANTE:
ALCALDIA DE NANDASMO

REVISADO POR:
ING. ADOLFO ERNESTO CORDERO

PROYECTO:
Estudio de ingeniería, diseños y documentación técnica para la construcción de un kilometro de adoquinado del tramo: Nandasmo - Mirador turístico, departamento de Masaya, Abril 2013

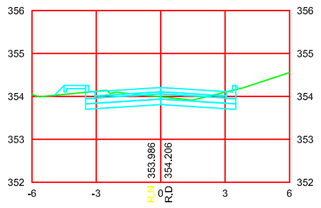
Contenido:
SECCIONES TRANSVERSALES
EST. 0+000 - EST. 0+310

Localización:
MUNICIPIO DE NANDASMO

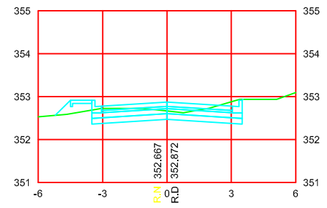
ESCALA:
Esc. Horizontal: 1/250
Esc. Vertical: 1/125

Hoja: 7
De: 11

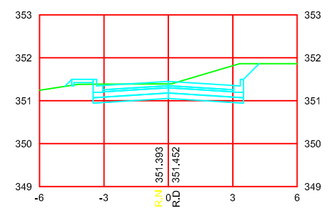
0+320



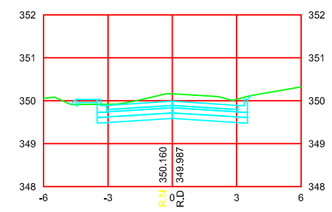
0+330



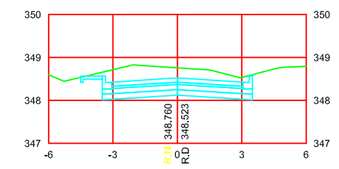
0+340



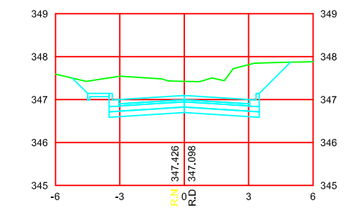
0+350



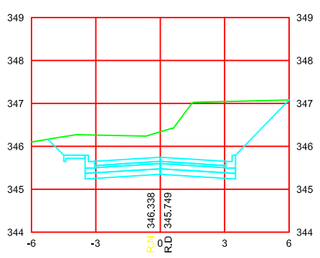
0+360



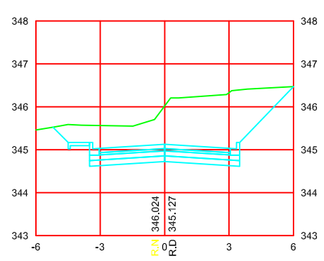
0+370



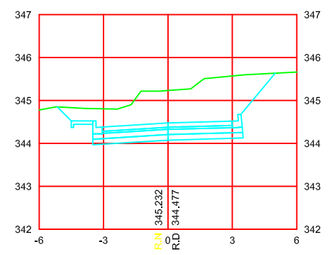
0+380



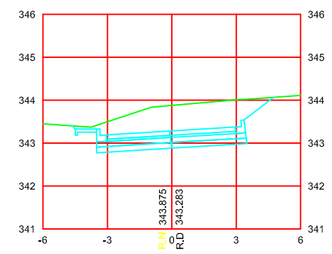
0+384.813



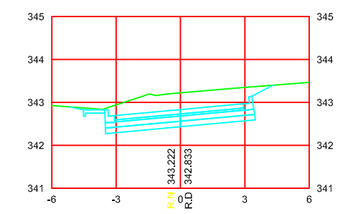
0+390



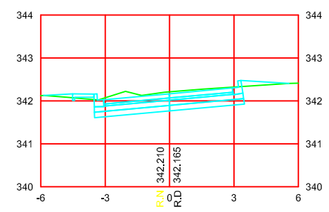
0+400



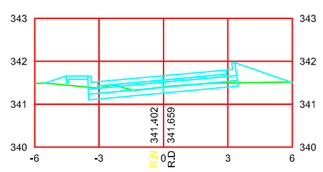
0+403.940



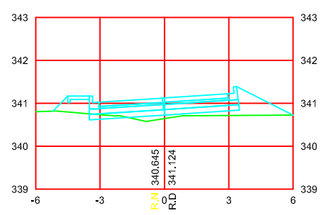
0+410



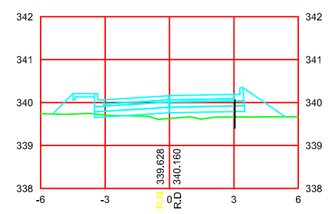
0+414.770



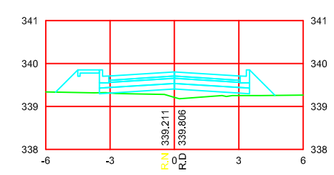
0+420



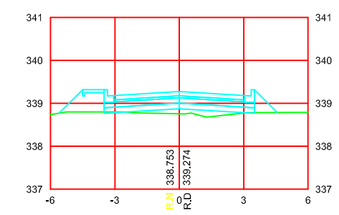
0+430



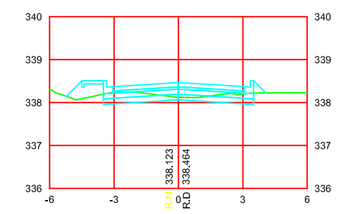
0+433.897



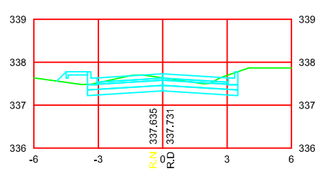
0+440



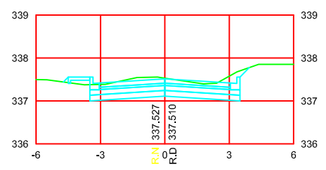
0+450



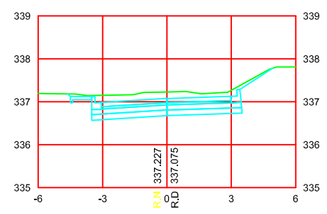
0+460



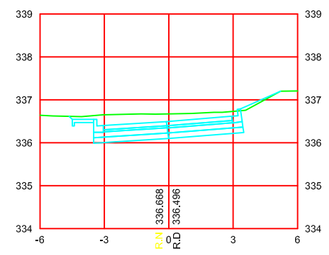
0+463.235



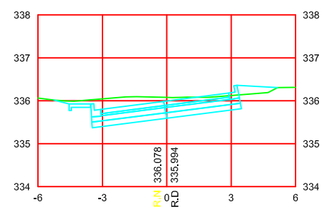
0+470



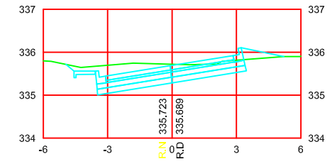
0+480



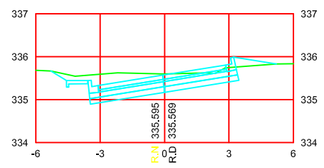
0+490



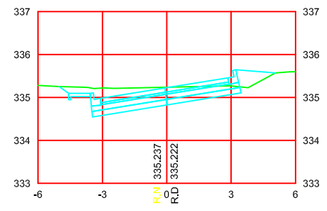
0+496.998



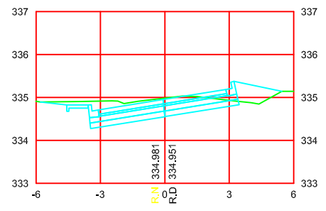
0+500



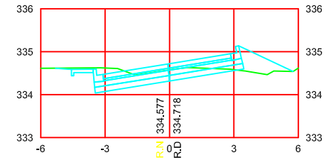
0+510



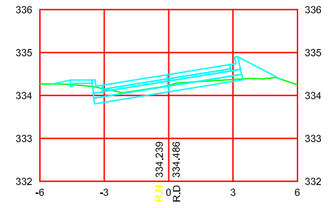
0+520



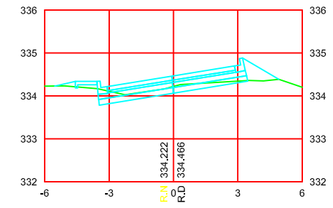
0+530



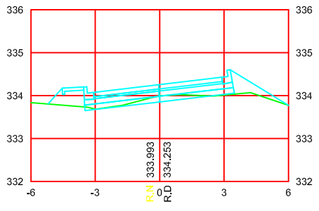
0+540



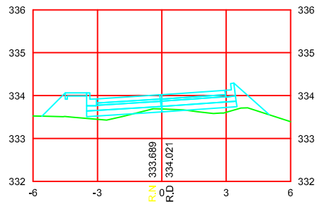
0+540.843



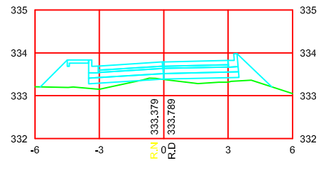
0+550



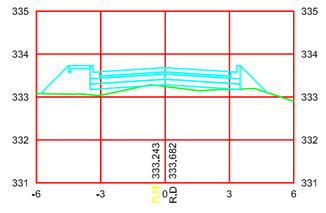
0+560



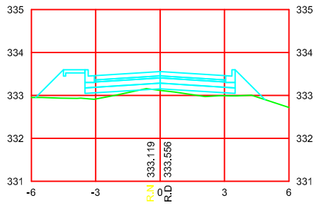
0+570



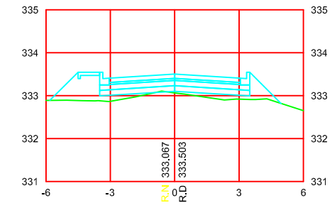
0+574.606



0+580



0+582.276



UNAN - MANAGUA

ELABORADO POR:
Lester Arguello Balladares
José Guillermo Hernández
Orlando Paladino Urroz

DISEÑO:
Lester Arguello Balladares
José Guillermo Hernández
Orlando Paladino Urroz

SOLICITANTE:
ALCALDIA DE NANDASMO

REVISADO POR:
ING. ADOLFO ERNESTO CORDERO

PROYECTO:
Estudio de ingeniería, diseños y documentación técnica para la construcción de un kilometro de adoquinado del tramo: Nandasmo - Mirador turístico, departamento de Masaya, Abril 2013

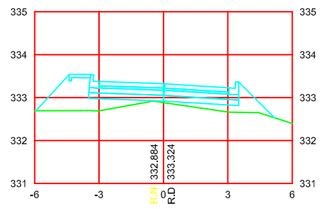
Contenido:
SECCIONES TRANSVERSALES
EST. 0+320 - EST. 0+582.276

Localización:
MUNICIPIO DE NANDASMO

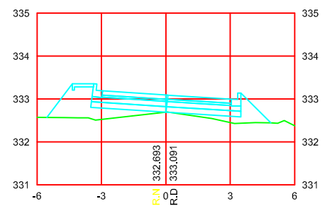
ESCALA:
Esc. Horizontal: 1/250
Esc. Vertical: 1/125

Hoja: 8 De: 11

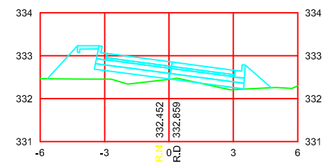
0+590



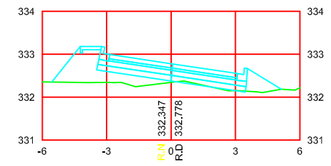
0+600



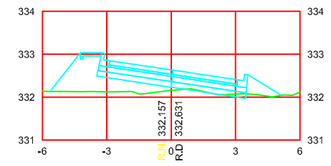
0+610



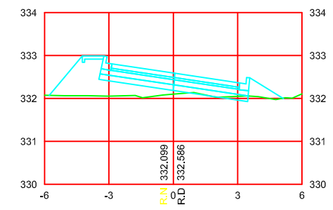
0+613.577



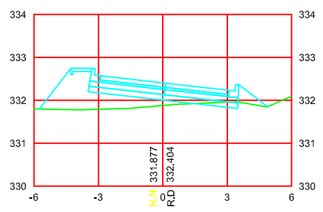
0+620



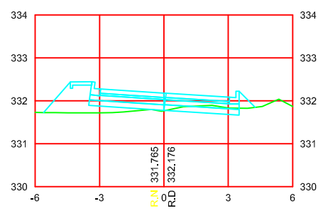
0+622.008



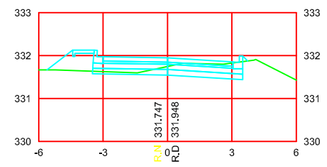
0+630



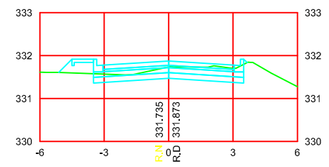
0+640



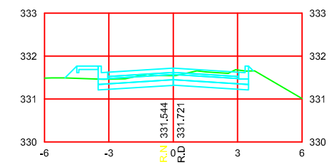
0+650



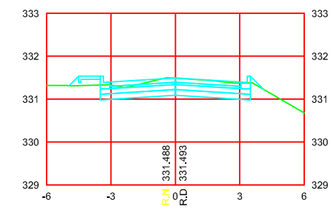
0+653.309



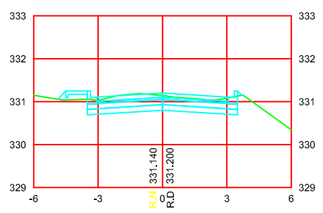
0+660



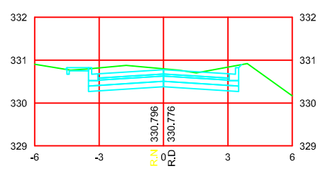
0+670



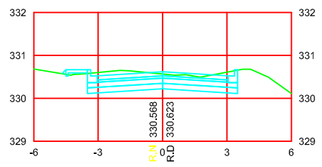
0+680



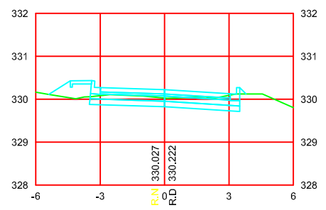
0+690



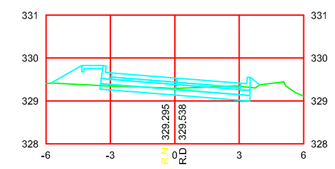
0+693.021



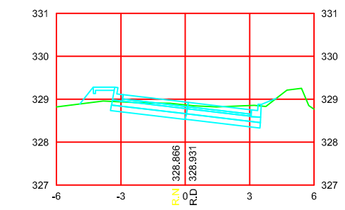
0+700



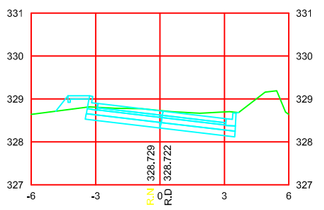
0+710



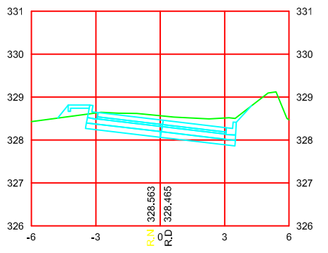
0+717.585



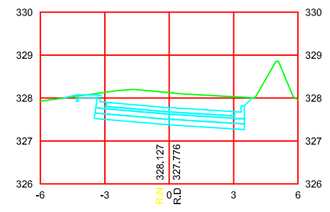
0+720



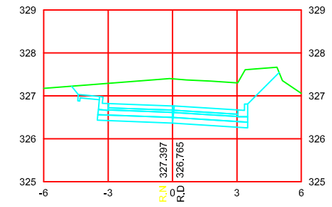
0+722.864



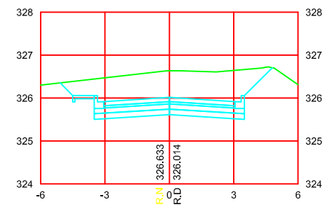
0+730



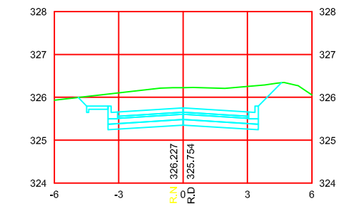
0+740



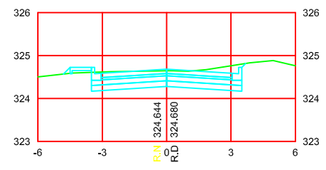
0+747.428



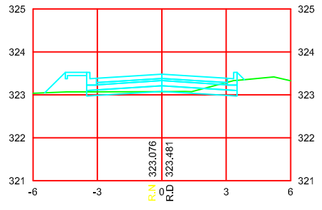
0+750



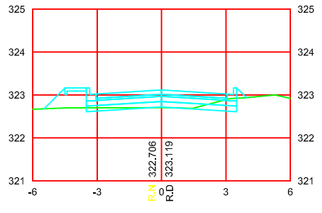
0+760



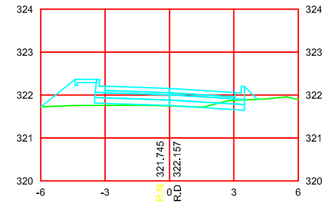
0+770



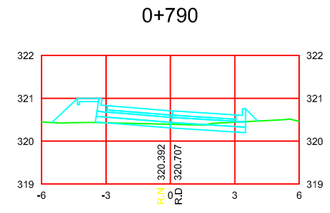
0+772.831



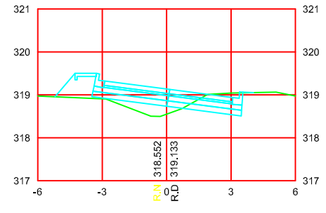
0+780



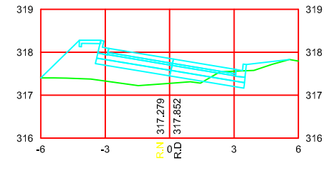
0+790



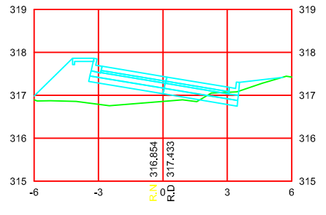
0+800



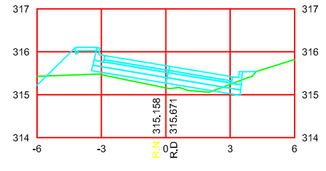
0+807.604



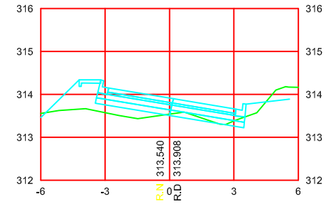
0+810



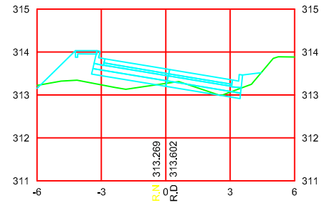
0+820



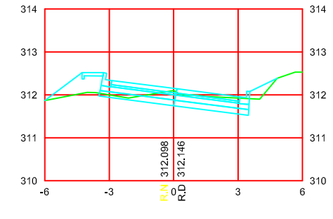
0+830



0+831.737

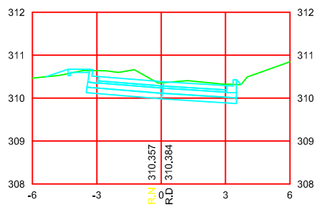


0+840

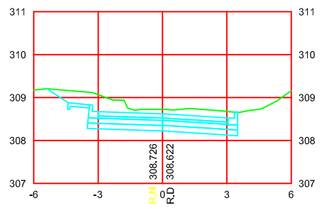


UNAN - MANAGUA	ELABORADO POR: Lester Arguello Balladares José Guillermo Hernández Orlando Paladino Urroz	DISEÑO: Lester Arguello Balladares José Guillermo Hernández Orlando Paladino Urroz	SOLICITANTE: ALCALDIA DE NANDASMO REVISADO POR: ING. ADOLFO ERNESTO CORDERO	PROYECTO: Estudio de ingeniería, diseños y documentación técnica para la construcción de un kilometro de adoquinado del tramo: Nandasmo - Mirador turístico, departamento de Masaya, Abril 2013	Contenido: SECCIONES TRANSVERSALES EST. 0+590 - EST. 0+840	Localización: MUNICIPIO DE NANDASMO ESCALA: Esc. Horizontal: 1/250 Esc. Vertical: 1/125 Hoja: 9 De: 11

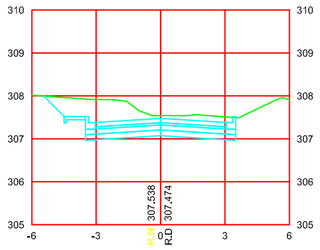
0+850



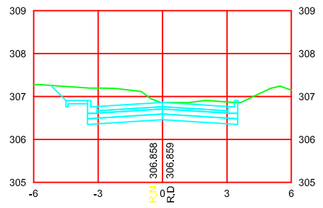
0+860



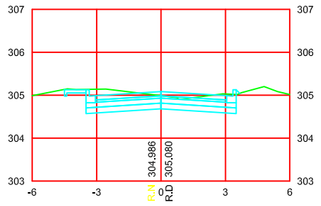
0+866.510



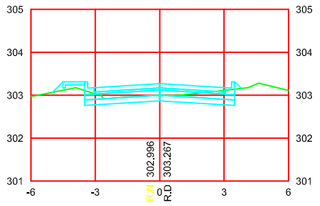
0+870



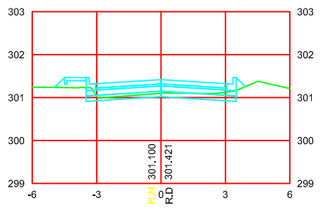
0+880



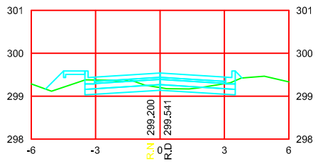
0+890



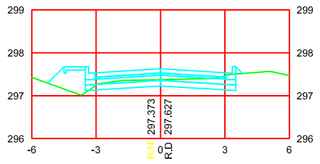
0+900



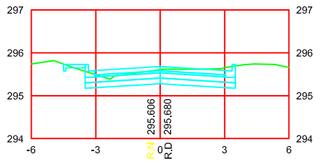
0+910



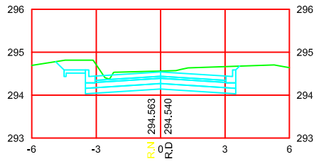
0+920



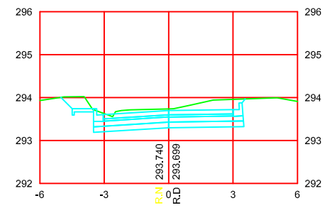
0+930



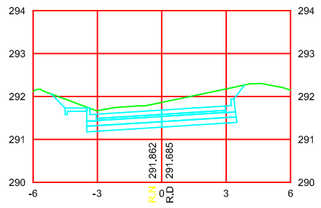
0+935.776



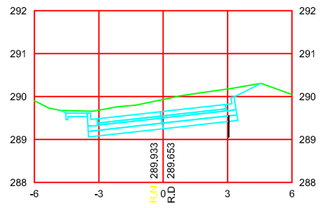
0+940



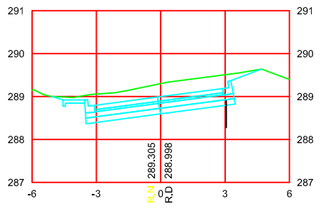
0+950



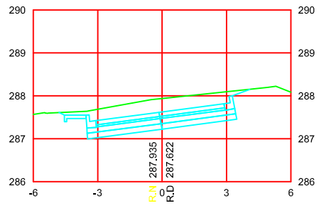
0+960



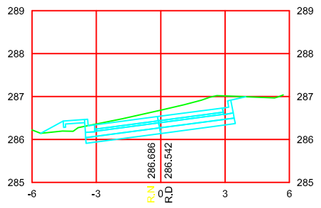
0+963.228



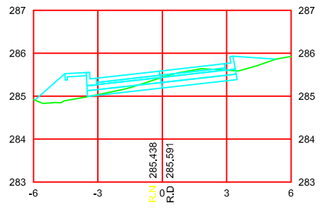
0+970



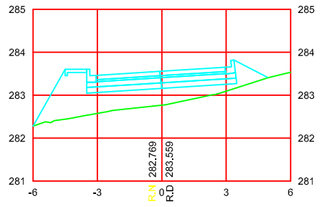
0+975.316



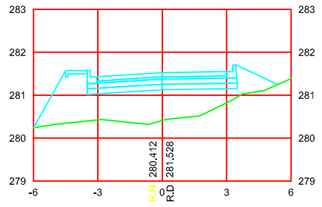
0+980



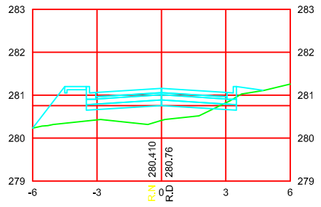
0+990



1+000



1+002.768



UNAN - MANAGUA

ELABORADO POR:
Lester Arguello Balladares
José Guillermo Hernández
Orlando Paladino Urroz

DISEÑO:
Lester Arguello Balladares
José Guillermo Hernández
Orlando Paladino Urroz

SOLICITANTE:
ALCALDIA DE NANDASMO

REVISADO POR:
ING. ADOLFO ERNESTO CORDERO

PROYECTO:
Estudio de ingeniería, diseños y documentación técnica para la construcción de un kilometro de adoquinado del tramo: Nandasmo - Mirador turístico, departamento de Masaya, Abril 2013

Contenido:
SECCIONES TRANSVERSALES
EST. 0+850 - EST. 1+002.768

Localización:
MUNICIPIO DE NANDASMO

ESCALA:
Esc. Horizontal: 1/250
Esc. Vertical: 1/125

Hoja: 10 De: 11

NOTAS GENERALES

EN TERMINOS GENERALES LOS TRABAJOS REQUERIDOS EN ESTOS PLANOS COMPRENDEN DE MANERA GENERAL LA EJECUCION DEL MOVIMIENTO DE TIERRA QUE ABARCA LA ELIMINACION DE MATERIALES INDESEABLES Y SU REPOSICION POR MATERIALES ESPECIFICADOS, LA ESCAVACION Y RELLENO DE MATERIALES EN LAS FORMAS ESPECIFICADAS, LA COLOCACION DE ADOQUINES, LA CONSTRUCCION DE CUNETAS

NORMAS CONSTRUCTIVAS

LA CONSTRUCCION DE LAS OBRAS MOSTRADAS EN LOS PRESENTES JUEGOS DE PLANOS Y LAS CORECCIONES O ADECUACIONES EFECTUADAS POR LA SUPERVISION SE REGIRAN POR LAS INDICACIONES BASICAS SEÑALADAS EN LOS MISMOS Y POR LAS ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCION DE CAMINOS, CALLES Y PUENTES, CONOCIDOS COMO "NIC-2000".

PLANOS

DURANTE EL PROCESO DE CONSTRUCCION ESTE JUEGO DE PLANOS REPRESENTAN LO ESENCIAL PARA LA EJECUCION DEL PROYECTO. SI ES NECESARIO REALIZAR MODIFICACIONES AL DISEÑO, SOBRE EL TRAZADO ORIGINAL MOSTRADO, TALES COMO PEQUEÑOS COMBIOS DE TRAZO DE RASANTES O CAMBIOS DE GEOMETRIA EN LAS OBRAS, ESTAS DEBERAN REGISTRARSE SOBRE LOS PLANOS EXISTENTES DE TAL FORMA QUE AL CONCLUIR EL PROYECTO LOS PLANOS REFLEJEN LO REAL CONSTRUIDO.

TODAS LAS MEDIDAS ESTAN EXPRESADAS EN METROS, EXCEPTO CUANDO SE ESPECIFIQUE OTRAS DIMENSIONES.

MOVIMIENTO DE TIERRA

EL TRABAJO DE MOVIMIENTO DE TIERRA SE REALIZARA SOBRE EL TRAZADO DISEÑADO EN LAS CALLES, SI ES NECESARIO EJECUTAR SUBEXCAVACIONES ADICIONALES CUANDO SE DETECTE MATERIALES INDESEABLES PARA LA CIMENTACION DE LAS VIAS, LA SUPERVISION PODRA AUTORIZAR LAS SUBEXCAVACIONES QUE SE REQUIERAN.

SE DEBERA EXCARIFICAR Y COMPACTAR A NIVEL DE SUB BASE AL 95% PROCTOR ESTANDAR, EN EL PROCESO DE RELLENO SE DEBERA VIGILAR QUE LA COMPACTACION ALCANCE EL 98% PROCTOR ESTANDAR EN LA BASE.

DEBERA VIGILARSE LOS NIVELES PREVISTOS SEGÚN EL TRAZADO VERTICAL DE LAS VIAS.

ANTES DE LA COLOCACION DE LA CAPA DE ARENA Y EL ADOQUIN DEBERA PRIMERO SER RETIRADO TODO MATERIAL DE ORIGEN ORGANICO O PARTICULAS MAYORES DE 1-1/2 PULGADA.

FUENTES DE MATERIALES PARA BASE Y SUB BASE

LA FUENTE DE MATERIALES PARA LA EJECUCION DE LAS OBRAS CORRESPONDE A LA MOSTRADA EN LOS PLANOS ESPECIFICAMENTE PARA LA BASE Y LA SUB-BASE LA FUENTE ES BANCO "RUFO AREVALO " O CUALQUIER OTRA FUENTE O BANCO DE MATERIALES PROPUESTO POR EL CONTRATISTA DEBERA SER APROBADO POR LA SUPERVISION ANTES DE SER UTILIZADO.

MATERIALES DE CONSTRUCION

LOS MATERIALES A UTILIZAR EN LA CONSTRUCCION DE CADA ESTRUCTURA DEBERA SER DE UNA BUENA CALIDAD Y DE RECONOCIDA PROCEDENCIA.

LA ARENA SERVIRA DE COLCHON A LOS ADOQUINES, DEBERA SER LAVADA, DURA ANGULAR Y UNIFORME Y DEBERA NO CONTENER MAS DEL 4% DE LIMO O ARCILLA EN PESO. LA GRANULOMETRIA DEBERA SER TAL QUE PASE TOTALMENTE POR EL TAMIZ # 4 Y NO MAS DEL 15% SEA RETENIDO EN EL TAMIZ # 10. LA CAPA NO DEBERA SER MAYOR DE 5CM NI MENOR DE 3CM.

LAS UNIDADES DE ADOQUIN DEBERAN SER TIPO TRAFICO, NO TENER FISURAS EN LA SUPERFICIE NI CAVIDADES Y SU RESISTENCIA A LA COMPRESION DEBERA SER DE 3,500 PSI.

EL CONCRETO QUE SE USARA TENDRA UN ESFUERZO MINIMO DE RUPTURA A LOS 28 DIAS DE COLADO DE FC=3,500 PSI, DE ACUERDO A LAS SECCCION 901 DE LAS ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCION DE CALLES, CARRETERAS Y PUENTES DEL NIC-2000. EL TAMAÑO MAXIMO DE LOS AGREGADOS SERA DE 1"

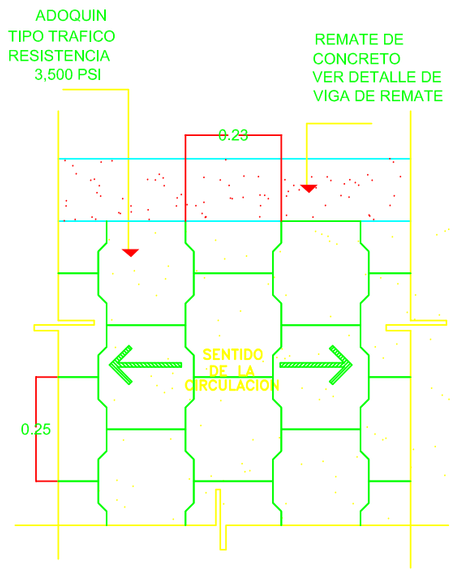
DISEÑO GEOMETRICO

EL PROYECTO DE PAVIMENTACION MOSTRADO EN ESTOS PLANOS BASICAMENTE SE ADAPTO A LAS CONDICIONES ACTUALES TOPOGRAFICAS Y LAS OBRAS EXISTENTES COMO CASAS, CUNETAS, MANJOLES, ETC. EL ANCHO DE RODAMIENTO NO ES VARIABLE. PARA TODOS LOS CASOS EL BOMBEO ES DEL 3% EN AMBOS LADOS.

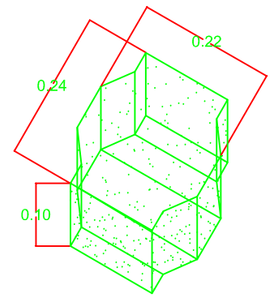
LOS ESPESORES RECOMENDADOS PARA EL ADOQUINAMIENTO SON LOS SIGUIENTES: ADOQUIN 10 CM, ARENA 5 CM, BASE 11 CM, Y SUB BASE 14 CM.

ASPECTOS AMBIENTALES

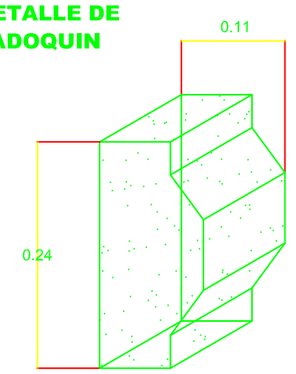
DURANTE LAS EJECUCION DE LA OBRA, EL CONTRATISTA DEBE GARANTIZAR Y PROTEGER, TANTO COMO SEA POSIBLE TODAS LAS AREAS DE SUSCEPTIBLES A EROSION OCASIONADA POR LA REALIZACION TEMPORAL Y PERMANENTE DE LAS OBRAS, TOMAR TODAS LAS MEDIDAS NECESARIAS PARA MITIGAR LA CONCENTRACION DE AGUAS SUPERFICIALES, SOCAVACIONES POR EFECTOS PLUVIALES EN CERCANIAS DE VIVIENDAS, RUPTURA DE TUBERIAS DE AGUA POTABLE Y/O DE AGUAS USADAS, EXPLOTACION DE BANCOS DE PRESTAMO OTRAS AREAS QUE CONLLEVEN ALGUN IMPACTO NEGATIVO AL AMBIENTE.



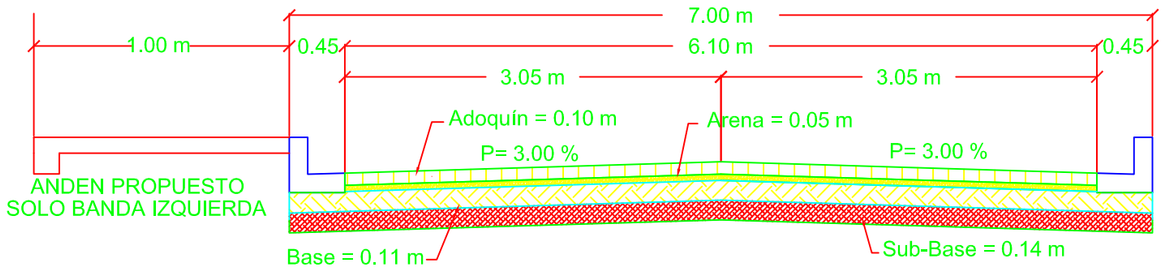
DETALLE DE COLOCACION DE ADOQUIN



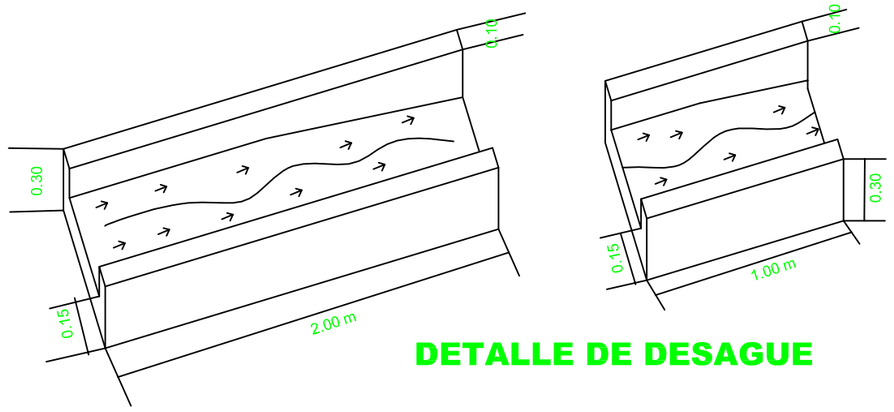
DETALLE DE ADOQUIN



MEDIO ADOQUIN

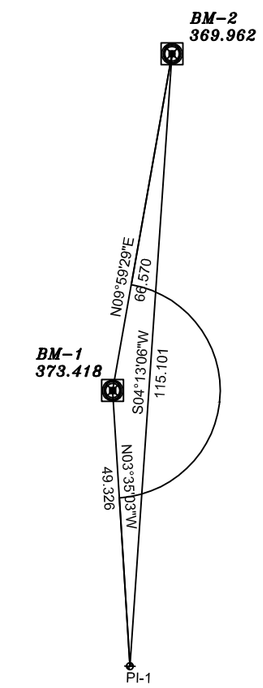


SECCION TIPICA DE CALLE

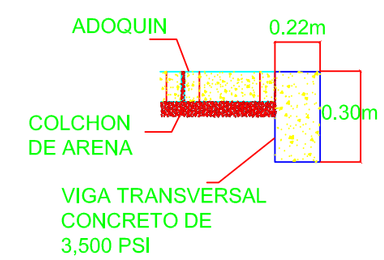


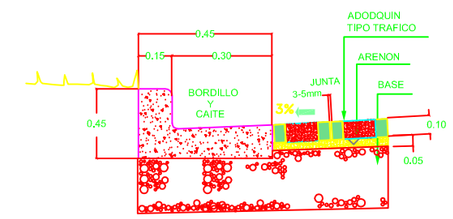
DETALLE DE DESAGUE

DETALLE DE AMARRE DE BM A PI-1

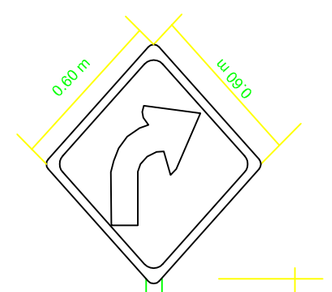


VIGA DE REMATE

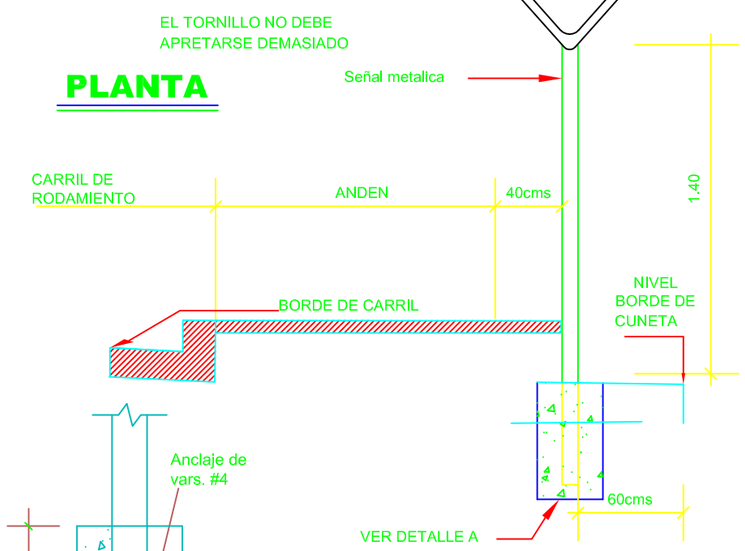




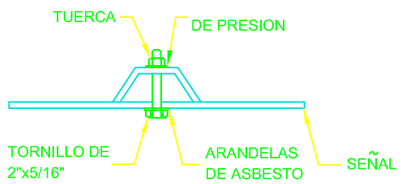
CUNETA PROPUESTA



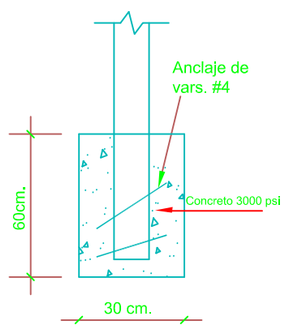
PLANTA



ELEVACION



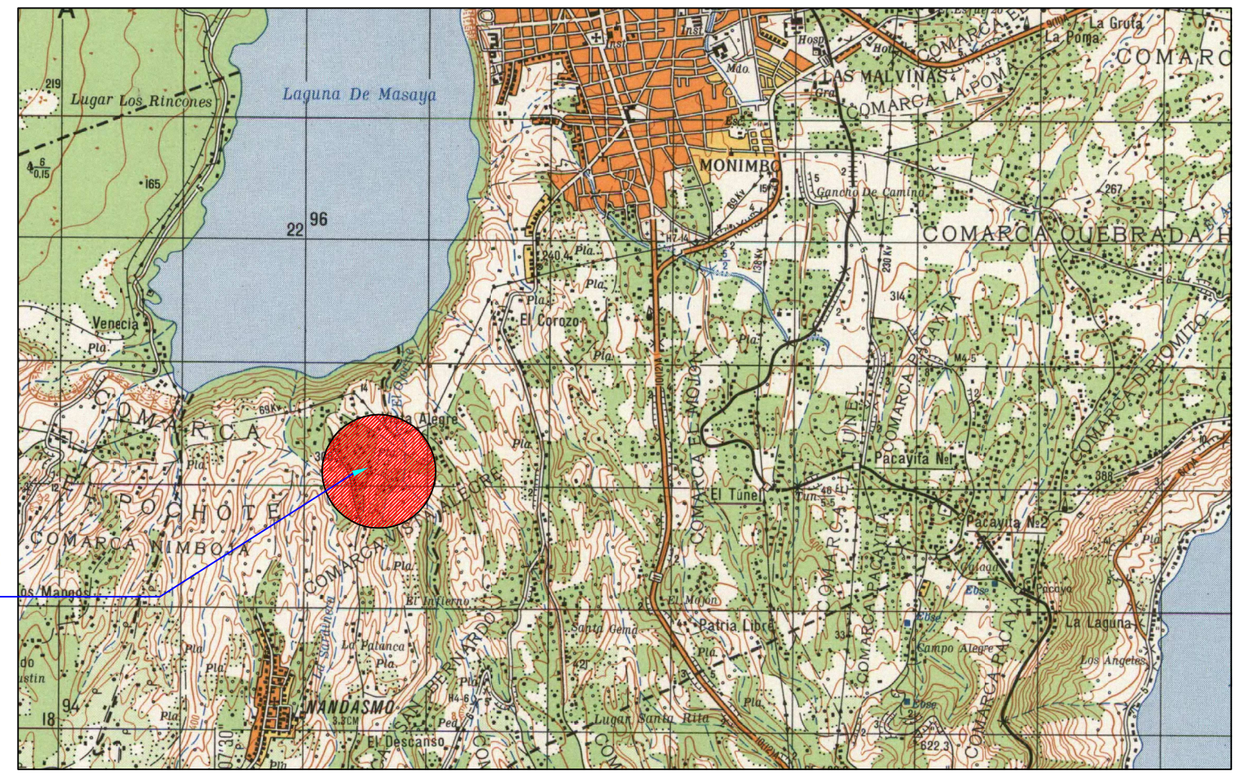
DETALLE DE SEÑALIZACION VERTICAL



DETALLE "A"

Sin Escala

BANCO DE MATERIALES :
DUEÑO : RUFO AREVALO
N : 1320240
E : 593885



LOCALIZACION DEL BANCO DE MATERIALES

UNAN - MANAGUA	Elaborado por: Lester Arguello Balladares, José Guillermo Hernández, Orlando Paladino Urroz	DISEÑO: Lester Arguello Balladares, José Guillermo Hernández, Orlando Alonso Paladino	SOLICITANTE: ALCALDIA DE NANDASMO REVISO: Ing. Adolfo Ernesto Cordero	PROYECTO: Estudio de ingeniería, diseños y documentación técnica para la construcción de un kilometro de adoquinado del tramo: Nandasmo - Mirador turístico, departamento de Masaya, Abril 2013	CONTENIDO: NOTAS GENERALES Y DETALLES CONSTRUCTIVOS	LOCALIZACION: MUNICIPIO DE NANDASMO Escala: Sin Escala HOJA: 11 DE: 11