



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil

**DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE LA AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL
CAMINO DE ACCESO DEL PUENTE VEHICULAR ACTELÁ HACIA LA
ALDEA ACTELÁ, MUNICIPIO DE SENAHÚ, DEPARTAMENTO DE ALTA
VERAPAZ**

Yorik Alexander Campos Morales

Asesorado por el Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz

Guatemala, octubre de 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**“DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE LA AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL
CAMINO DE ACCESO DEL PUENTE VEHICULAR ACTELÁ HACIA LA
ALDEA ACTELÁ, MUNICIPIO DE SENAHÚ, DEPARTAMENTO DE ALTA
VERAPAZ”**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

YORIK ALEXANDER CAMPOS MORALES

ASESORADO POR EL ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

| | |
|------------|------------------------------------|
| DECANO | Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos |
| VOCAL I | Inga. Glenda Patricia García Soria |
| VOCAL II | Lic. Amahán Sánchez Álvarez |
| VOCAL III | Ing. Julio David Galicia Celada |
| VOCAL IV | Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz |
| VOCAL V | Br. Elisa Yazminda Vides Leiva |
| SECRETARIA | Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas |

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

| | |
|-------------|------------------------------------|
| DECANO | Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos |
| EXAMINADOR: | Ing. Oswaldo Romeo Escobar Álvarez |
| EXAMINADOR | Ing. Ángel Roberto Sic García |
| EXAMINADOR | Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz |
| SECRETARIA | Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas |

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

“DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE LA AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL CAMINO DE ACCESO DEL PUENTE VEHICULAR ACTELÁ HACIA LA ALDEA ACTELÁ, MUNICIPIO DE SENAHÚ, DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ”,

tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Ingeniería Civil, el 1 de junio de 2006.

Yorik Alexander Campos Morales

AGRADECIMIENTOS A:

DIOS

Con todo mi amor, por permitirme alcanzar el sueño de ser profesional y culminar el presente trabajo de graduación, siendo él el autor silencioso y divino consejero.

LA VIRGEN MARÍA

Por su intersección infinita y protección en todo momento.

ASESOR:

ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ

Por su valiosa colaboración en la asesoría, revisión y corrección del presente trabajo de graduación.

ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ

Por su orientación, colaboración y amistad.

LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Por compartirme todas las herramientas necesarias para poder ser profesional.

LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Por albergarme estos años en tan prestigiosa casa de estudios superiores.

ACTO QUE DEDICO A:

MIS PADRES:

Rosa María Morales De Campos (+) la luz que brilla en mi vida y llevo en mi corazón. (Mi viejita, te amo, te extraño).

Héctor Alfonso Campos Moreno por ser el pilar en quien siempre puedo apoyarme. (Viejo, sos lo máximo).

Espero que sea una pequeña recompensa a todos sus grandes esfuerzos.

MIS HERMANOS:

Héctor Alfonso Campos Morales

Matilde Elizabeth Campos Morales

Sara Patricia Campos Morales

por su valiosa ayuda.

MIS SOBRINOS:

**Karla Daniza, Héctor Antonio, Andréé Martín,
Karen y María de los Ángeles**

para que esta muestra sea un ejemplo a seguir.

MI NOVIA:

Iris Andrea

por su amor y por la fe que tuvo siempre en mi. Te amo

MIS ABUELOS:

Alejandro Campos(+) y **María del Tránsito Mejicanos**

con respeto y cariño.

LA FAMILIA:

Mejía Doradea, con mucho aprecio y cariño gracias por su apoyo.

MIS AMIGOS:

por los momentos que hemos compartido juntos.

MIS CUÑADOS:

gracias por su solidaridad.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---|----------|
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES | V |
| LISTA DE ABREVIATURAS | VII |
| GLOSARIO | IX |
| RESUMEN | XIII |
| OBJETIVOS | XV |
| INTRODUCCIÓN | XVII |
| | |
| 1. MONOGRAFÍA DE LA COMUNIDAD ACTELÁ | 1 |
| 1.1 Ubicación y localización | 1 |
| 1.2 Vías de acceso | 1 |
| 1.3 Información geográfica y meteorológica | 2 |
| 1.3.1 Topografía | 2 |
| 1.3.2 Clima | 3 |
| 1.4 Información socioeconómica y servicios | 3 |
| 1.4.1 Vivienda | 3 |
| 1.4.2 Educación | 4 |
| 1.4.3 Salubridad | 4 |
| 1.4.4 Actividades productivas | 5 |
| 1.4.5 Aspectos económicos | 5 |
| 1.5 Estudio poblacional y pronóstico de crecimiento | 6 |
| | |
| 2. DISEÑO DE CARRETERA | 7 |
| 2.1 Especificación técnica a utilizar | 7 |
| 2.1.1 Tipo de camino a diseñar | 8 |
| 2.2 Ubicación del proyecto en mapa 1/50,000 del Instituto Geográfico Nacional | 9 |

| | |
|------------------------|----|
| CONCLUSIONES | 55 |
| RECOMENDACIONES | 57 |
| BIBLIOGRAFÍA | 59 |
| ANEXOS | 61 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

| | |
|---|----|
| 1. Vías de acceso a la aldea Actelá | 2 |
| 2. Localización de la aldea Actelá, Senahú, Alta Verapaz en mapa | 9 |
| 3. Balanza | 17 |
| 4. Taras | 18 |
| 5. Espátulas | 18 |
| 6. Varilla de 3.2 mm | 19 |
| 7. Estufa | 19 |

LISTA DE ABREVIATURAS

| | |
|--------------|---------------------------------|
| A´ | Ángulo obtenido |
| A* | Área |
| Ag | Fracción granular gruesa |
| Ai | Altura instrumento |
| Ba | Fracción granular fina |
| C | Cota |
| cm | Centímetro |
| CU | Cota última |
| D | Distancia horizontal |
| IP | Índice plástico |
| Kg | Kilogramo |
| Km/hr | Kilómetro por hora |
| LL | Límite líquido |
| LP | Límite plástico |
| mm | Milímetro |
| N | Coeficiente de rugosidad |
| n | Diferencia en años |
| PEA | Población económicamente activa |
| Pn | Población al año requerido |
| Po | Población inicial |
| PV | Punto de vuelta |
| Q | Caudal |
| r | Tasa de crecimiento |
| R | Radio hidráulico |
| S | Pendiente hidráulica |
| T | Peso total de la muestra |

| | |
|---------------|-------------------------|
| T.P.D. | Trafico promedio diario |
| VA | Vista atrás |
| VI | Vista intermedia |

GLOSARIO

| | |
|---------------------|---|
| Alcantarilla | Son conductos que se construyen debajo de la subrasante de una carretera u obras viales, con el objeto de evacuar las aguas superficiales |
| Altimetría | Parte de la topografía que enseña a medir las alturas. |
| Balasto | Es el material selecto que se coloca sobre la subrasante terminada de una carretera, con el objeto de protegerla y que sirva de superficie de rodadura. |
| Carretera | Vía de tránsito público construida dentro de los límites del derecho de vía. |
| Cabezales | Muro central de entrada y salida de las alcantarillas, diseñado y construido para sostener y proteger los taludes y encauzar las aguas. |
| Compactación | Es la técnica por la cual a los materiales se les reducen los vacíos a fin de que aumenten su resistencia y disminuyan su compresibilidad. |
| Contracuneta | Canal que se ubica arriba de la línea de ceros de los cortes, para interceptar los escurrimientos superficiales del terreno natural. |
| Corona | Superficie final de la carretera, comprendida entre sus hombros. |

| | |
|----------------------------------|---|
| Corte | Es el material no clasificado que se excava dentro de los límites de construcción de terraplenes. |
| Cuneta | Zanja lateral, generalmente, paralela al eje de la carretera o del camino. |
| Curvas de nivel | Es la representación gráfica de los niveles del terreno. |
| Drenajes | Son los medios utilizados para controlar las condiciones de flujo de agua en carreteras y mejorar las condiciones de estabilidad en cortes, terraplenes y pavimentos. |
| Excavación | Es la operación de extraer y remover cualquier clase de material dentro de los límites de construcción. |
| Grado de curvatura máximo | De acuerdo con el tipo de carretera, se fija un grado máximo de curva por usarse, que llene las condiciones de seguridad para el tránsito a la velocidad de diseño. |
| Pendiente | Relación entre la diferencia de cotas y la distancia horizontal contemplada entre dos puntos. |
| P.E.A. | Población Económicamente Activa |
| Rasante | Proyección del desarrollo del eje de la corona de una carretera sobre un plano vertical. |
| Sección típica | Es la sección de diseño seleccionada que permanece uniforme, la mayoría de veces en toda la extensión de una carretera. |

| | |
|----------------------------|---|
| Sección transversal | Corte vertical normal al alineamiento horizontal de la carretera. |
| Talud | Inclinación de la superficie de los cortes o de los terraplenes. |
| Tangente horizontal | Tramo recto del alineamiento horizontal de una carretera. |
| Tangente vertical | Tramo reto del alineamiento vertical de una carretera. |

RESUMEN

El presente informe da a conocer el nuevo diseño del camino de acceso que va del puente Actelá hacia la aldea Actelá, ubicada en el municipio de Senahú, Alta Verapaz. La ejecución de dicho proyecto ayudará a que la población se transporte de una manera más segura, ya que existe actualmente solo un camino abierto, que ya no es útil debido al deterioro que ha adquirido por el paso del tiempo, especialmente por el descuido en su mantenimiento, lo cual ha provocado que se pierda parte del drenaje natural del camino y la lluvia también se ha encargado de desalinearse las orillas de cunetas, las cuales se han borrado casi del todo. Por tal razón, surgió la necesidad de realizar este nuevo diseño y mejoramiento del camino rural.

OBJETIVOS

GENERAL

Mejorar la comunicación de la aldea Actelá a través del mejoramiento del camino principal hacia el puente Actelá y unirse con la comunidad La Tinta; dicho proyecto servirá para agilizar en gran parte el acceso a las poblaciones mencionadas.

ESPECÍFICOS

1. Diseñar óptimamente el acceso a la aldea Actelá, para mejorar la comunicación y la economía de las comunidades aledañas.
2. Propiciar el mejoramiento socioeconómico del municipio, pues se facilitará el transporte tanto de personas, como de mercancía.
3. Realizar el estudio y cuantificación de la inversión que podría aplicarse a un camino de terracería.

INTRODUCCIÓN

Para lograr el desarrollo e integración de comunidades rurales en Guatemala, es importante contar con la infraestructura vial que facilite el acceso a dichas comunidades, entre ellas se encuentra la aldea Actelá, del municipio de Senahú, departamento de Alta Verapaz; siendo esta carretera el único medio de comunicación de la aldea, es de interés comunitario crear una vía de acceso estable para la comercialización de sus productos básicos.

El objetivo principal de este proyecto es presentar el diseño, ampliación y mejoramiento del camino de acceso a la mencionada aldea, como también, las generalidades de la comunidad atendida y las características principales del camino rural diseñado, posibles materiales a utilizar y especificaciones.

Se adjunta el presupuesto, los planos de diseño final. En los anexos está incluida la topografía que fue utilizada para la realización del diseño, así como una pequeña introducción de cómo se realizó el diseño en el programa asistido por computadora.

1. MONOGRAFÍA DE LA COMUNIDAD ACTELÁ, MUNICIPIO DE SENAHÚ, DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ

Monografía

La aldea Actelá, se encuentra ubicada en el municipio de Senahú, departamento de Alta Verapaz.

1.1 Ubicación y localización

| | | |
|-----------------------------|----------|--------------|
| Su ubicación geográfica es: | Latitud | 15° 40' 00" |
| | Longitud | -89° 53' 00" |

La localización se encuentra a una altura de 839 m sobre el nivel del mar; está comunicada con las siguientes comunidades: al oeste con San Javier; al norte con Semococh y Cubeja; al este con Chimuy, Chimuchuch y Secoro; al sur con Setzol y Chipajché.

1.2 Vías de acceso

Esta aldea, perteneciente a la cabecera municipal de Senahú, está comunicada solamente por la carretera que procede de la cabecera municipal Santa Catarina La Tinta.

distancias: Chavacal a 4 Km, La Tinta a 4.11 Km, San Francisco a 5.36 Km, Semavac a 5.84 Km, Río Samiljá a 5.84 Km, Río Pueblo viejo a 6.52 Km, San Juan a 6.52 Km, Senahú a 6.61 Km, Finca Mocca a 7.38 Km, Quichejá a 7.38, Sesoch a 7.62 Km, Papaljá a 7.72 Km, Río Matanzas a 8.23 Km y Seamay y Secampamá a 9.67 Km.

1.3.2 Clima

Actelá presenta: tiene un cielo parcialmente nuboso y goza de una temperatura de 18° C (64° F). Lo que significa que su clima tiende a ser un poco frío y húmedo en un 100%; pero puede definirse como un territorio templado, con un suelo con vocación forestal.

1.4 Información socioeconómica y servicios

Los aspectos socioeconómicos y servicios básicos, muestras del avance y desarrollo de la comunidad, se presentan a continuación:

1.4.1 Vivienda

Los datos de vivienda fueron obtenidos a través de una encuesta, los cuales se presentan en el siguiente cuadro:

| ASPECTO | TOTAL | % |
|----------------------|--------------|----------|
| Total de viviendas | 462 | |
| Casas formales | 461 | 99.78 |
| Apartamentos | 001 | 00.22 |
| Hogares establecidos | 423 | 91.56 |

1.4.2 Educación

Junto con la encuesta se realizó un sondeo al 77.48% de la población y se llegó al resultado de que el 51.92% de la muestra no tiene educación alguna, el 1.43% tiene educación pre-primaria, el 43.24% cuenta con educación primaria, el 3.44% tiene educación media y el 0%, corresponde a educación superior.

1.4.3 Salubridad

La aldea de Actelá no cuenta servicios básicos de salud. El servicio más cercano se encuentra en el pueblo Santa Catalina La Tinta aledaño a la aldea, esto hace a que casi el 50% de la población utilice medicina natural y acuda a los curanderos en casos de enfermedad; costumbre típica entre los indígenas, desde la época prehispánica.

El abastecimiento de agua potable cubre el 69.70% de la población; la red de drenajes evacua al 4.55% y la electricidad llega al 38.09%. Todos los porcentajes anteriormente descritos se refieren a las casas establecidas en la aldea.

1.4.4 Actividades productivas

La principal actividad económica del lugar es la agricultura, teniendo como principales productos; maíz, frijol, hortalizas y otros, generando la mayor parte de la sostenibilidad económica. También se conoce en general, como una zona turística, ya que cuenta con lugares atractivos.

1.4.5 Aspectos económicos

Población Económicamente Activa, PEA: es la población que se encuentra en el mercado laboral del área. Contando con la capacidad física y legal de ejecutar funciones o vender su fuerza de trabajo. Teóricamente se considera a la población que tiene entre 7 años en adelante. No se incluye a las amas de casa, estudiantes, jubilados, arrendatarios, incapacitados, ni recluidos

La población completa de la aldea es activa como lo muestra la siguiente tabla según género extraída de un estudio realizado por el Instituto Nacional de Estadística:

PEA

| SEXO | TOTAL | % |
|---------|-------|-------|
| Hombres | 568 | 31.21 |
| Mujeres | 216 | 11.87 |

1.5 Estudio poblacional y pronóstico de crecimiento

Teniendo en cuenta que se puede estimar el número de pobladores a un tiempo determinado a través de fórmulas de crecimiento poblacional, se puede ilustrar el crecimiento de la población de la siguiente forma:

Fórmula geométrica de crecimiento poblacional:

Donde:

$$P_n = P_o(1 + r)^n$$

P_n = Posible población al año requerido

P_o = Población actual

r = Tasa de crecimiento

n = Diferencia de años

El cálculo o estimación de la población que habrá en el 2010 y 2015, sabiendo también que la tasa de crecimiento para este tipo de lugar es de 3.20%:

Cálculo:

Año 2010

$$P_{2010} = 2374(1 + 0.032)^4 \longrightarrow P_{2010} = 2693 \text{ Habitantes}$$

Año 2015

$$P_{2015} = 2374(1 + 0.032)^9 \longrightarrow P_{2015} = 3152 \text{ Habitantes}$$

2. DISEÑO DE CARRETERA

2.1 Especificación técnica a utilizar

Según la Dirección General de Caminos, existen cuatro tipos de caminos, de acuerdo con las características de cada uno; eventualmente pudiera haber una combinación entre ellos. De acuerdo con lo anterior, los caminos vecinales de tipo especial y los de primero, segundo y tercer orden, proporcionan una gama suficiente para resolver las necesidades usuales. Estos se definen a continuación:

- A. TIPO ESPECIAL: recomendable para los terrenos planos o de lomerío muy suave, se utiliza, preferentemente en zonas agrícolas, se proyectan para velocidades de diseño de 80 km/hr, con obras de drenaje definitivas, con un tránsito promedio diario entre 100 y 400 vehículos.
- B. DE PRIMER ORDEN: recomendable para terrenos planos y montañosos; la velocidad máxima de diseño será de 60 km/hr, pueden ser pavimentados; las obras de drenaje serán definitivas, se construyen para un tránsito promedio diario de 50 a 100 vehículos.
- C. DE SEGUNDO ORDEN: puede aplicarse en terrenos planos, lomerío suave, montañoso y muy accidentado; la velocidad máxima de diseño es de 40 km/hr. Estarán pavimentados en los tramos necesarios; las obras de drenaje podrán ser provisionales y semi – definitivas; se proyectan para un tránsito promedio diario hasta de 50 vehículos.

D. DE TERCER ORDEN: es recomendable para toda clase de terreno, tiene el ancho necesario para vehículos, proyectándolo a caminos de penetración, sobre todo en los terrenos montañosos y escarpados; su velocidad máxima de diseño es de 30 km/hr, se proyectan para tránsito hasta 25 vehículos diarios promedio, se pueden pavimentar en los lugares indispensables; las obras de drenaje serán provisionales.

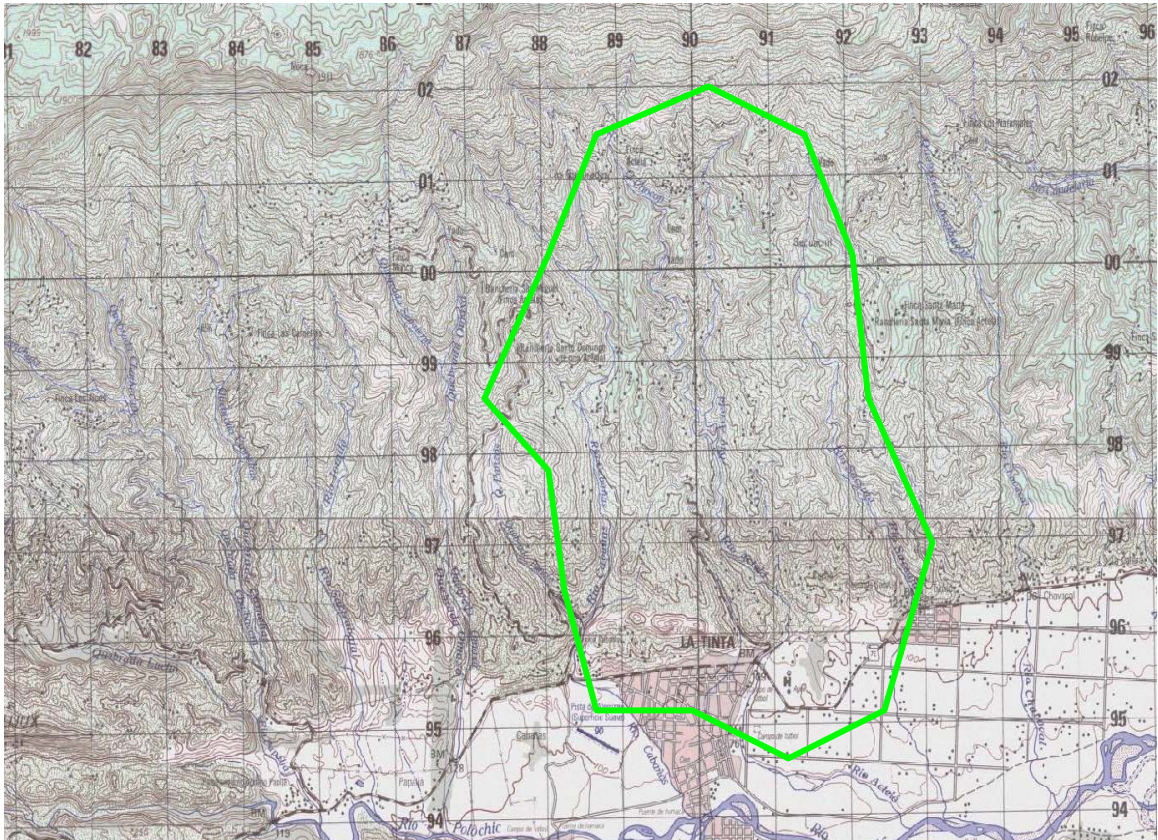
2.1.1 Tipo de camino a diseñar

A continuación se enumeran las normas de la Dirección General de Caminos, para un camino de penetración Tipo F, el cual fue seleccionado para el diseño del presente proyecto.

| | |
|-------------------------------------|-----------------------|
| Tipo de terreno | Montañoso |
| Tráfico promedio diario (T.P.D.) | de 10 a 100 vehículos |
| Velocidad de diseño | 30 km/hr |
| Ancho de calzada | 5.5 metros |
| Pendiente de circulación | 14% |
| Pendiente mínima de drenaje | 0.05% |
| Bombeo | 3% |
| Sobre elevación curvas horizontales | 10% |

2.2 Ubicación del proyecto en mapa 1/50,000 del Instituto Geográfico Nacional

FIGURA 2 LOCALIZACIÓN DE LA ALDEA ACTELÁ, SENAHÚ, ALTA VERAPAZ.



2.3 Estudio de suelos

Para cualquier tipo de trabajo de ingeniería civil, se debe realizar un estudio de suelos, ya que con dicho estudio se puede determinar si en el lugar donde se va a ejecutar la construcción, el suelo soporta las fuerzas que se le apliquen, ya sean éstas muertas o vivas.

En este caso, se realizaron ensayos para determinar qué tipo de suelo es, su resistencia y consistencia para obtener la mejor capacidad constructiva.

Los ensayos para clasificar el tipo de suelo son: el análisis granulométrico y los límites de consistencia.

2.3.1 Análisis granulométrico del suelo

a) Generalidades

El tamaño de los granos de un suelo se refiere a los diámetros de las partículas que lo forman, las cuales son indivisibles bajo la acción de una fuerza moderada. Las partículas mayores son las que se pueden mover con las manos, mientras que las más finas, por ser tan pequeñas, no pueden ser observadas con un microscopio. De igual forma constituye uno de los fundamentos teóricos en los que se basan los diferentes sistemas de clasificación de los suelos.

b) Objetivos

1. Determinar la cantidad en % de diversos tamaños que constituyen el suelo, en cuanto al total de la muestra utilizada.
2. Verificar si el suelo puede ser utilizado para la construcción de proyectos.
3. Conocer la utilización de los instrumentos del laboratorio.
4. Conocer y definir ciertas características importantes del suelo como son: permeabilidad, cohesión, altura de ascenso capilar y facilidad de drenaje.

2.3.1.1 Métodos de ensayo

Existen diferentes métodos, dependiendo de la mayor proporción de tamaños que existen en la muestra que se va a analizar. Para las partículas gruesas, el procedimiento utilizado es el Método Mecánico o Granulometría por Tamizado. Pero para las partículas finas, por dificultarse más el tamizado, se utiliza el Método del Sifoneado o del Hidrómetro, basados en la Ley de Stokes.

2.3.1.2 Granulometría por tamizado

Es un proceso mecánico mediante el cual se separan las partículas de un suelo en sus diferentes tamaños, (denominado fracción menor, Tamiz No 200) como limo, arcilla y coloide. Se lleva a cabo utilizando tamices en orden decreciente. La cantidad de suelo retenido indica el tamaño de la muestra; esto solo separa una porción de suelo entre dos tamaños.

2.3.1.2.2 Equipo

1. Tamices (3", 2 1/2", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/5", 1/4", No 4, No 10, No 40, No 60, No 100, No200)
2. Balanza con capacidad de 20 Kg
3. Horno eléctrico (temperatura 105 ± 5)
4. Bandejas, agitador de vidrio, brochas de cerda.
5. Vaso de precipitado.

2.3.1.2.2 Procedimientos de ensayo

a) Fracción granular gruesa

La fracción granular gruesa se pesa en la balanza y el peso se anota en la hoja de registro 5.1. Luego se lleva a cabo el tamizado para separar las diferentes partículas 3", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 3/8", 1/4", y No 4, comenzando en orden decreciente y teniendo en cuenta de no mezclar las partículas tamizadas. Al mismo tiempo se tara una ponchera en la balanza de 20Kg de capacidad y 1gr de sensibilidad, y se determina el peso de cada fracción retenida. Se debe verificar que la suma de los pesos retenidos en cada tamiz sea igual al peso de la fracción granular gruesa, con una tolerancia de 0.5%.

b) Fracción granular fina

Se toma todo el material pasante al tamiz No 4 (Ba), se pesa en la balanza de 20 kg y se anota en la hoja de registro. Se vierte la muestra en el Tamiz No 200, teniendo el cuidado de no perder el material. Luego se eliminan las partículas inferiores al Tamiz No 200 (limo, arcilla y coloides) lavando el material, hasta que el agua salga limpia y clara. No se debe remover el material con las manos dentro del tamiz. Todo el material retenido en el Tamiz No 200 será arena, ya que los finos fueron lavados; se coloca en un recipiente, teniendo en cuenta de no dejar material adherido en el tamiz. Se pasa el material a una escudilla de 600 ml, haciendo uso del frasco lavador. Se descarta el agua y se seca la muestra en el horno a una temperatura de 105 ± 5 C por 18 horas aproximadamente. Luego se deja enfriar y se separa por medio de tamices No 10, No 40, No 60, No 200. Se pesan las fracciones retenidas en cada uno de tamices y se anotan en la hoja de registro.

c) Cálculos

1. - Se calcula el peso total de la muestra

(T): peso total de la muestra (T)

(Ag): Fracción Granular Gruesa (Ag)

(Ba) Fracción Granular Fina

$$T = Ag + Ba$$

2. - Se determina el Peso pasante del tamiz No 200

$$\text{Peso pasa No 200} = Bb - \sum(\text{peso retenidos tamices No 10,40,60,200})$$

3. - Se calcula el peso retenido en los tamices inferiores. Al tamiz No 4 con respecto a (Ba)

$$\text{Peso ret. en tamiz } < \text{No4} = \frac{Ba}{Bb} \times \text{Peso ret. en dicho tamiz}$$

4. - Determinar el % retenido en cada tamiz, en cuanto a (T):

$$\% \text{retenido parcial Tamiz X} = \frac{100}{T} \times \text{Peso ret. tamiz X}$$

5. - Calcula el % retenido acumulado,

$$\% \text{ ret. acum. tamiz X} = \% \text{ ret. acum tamiz anterior} + \% \text{ ret parcial tamiz X}$$

6. - Obtener % pasante de cada tamiz

$$\% \text{ Pasante tamiz } X = 100 - \% \text{ ret. acumul tamiz } X$$

7. - Se construye la curva granulométrica

8. - Se determina la gradación del suelo, mediante los Coeficientes de Uniformidad y Curvatura.

2.3.2 Límites de Atterberg

Los límites de Atterberg o de consistencia, se basan en el concepto de que los suelos finos presentes en la naturaleza, pueden encontrarse en diferentes estados, dependiendo del contenido de agua. Así, un suelo se puede encontrar en un estado sólido, semisólido, plástico, semilíquido y líquido. La arcilla, por ejemplo al agregarle agua, pasa gradualmente del estado sólido al plástico y finalmente al estado líquido.

El contenido de agua con que se produce el cambio de estado varía de un suelo a otro y en mecánica de suelos interesa fundamentalmente conocer el rango de humedades, para el cual el suelo presenta un comportamiento plástico, es decir, acepta deformaciones sin romperse (plasticidad); por tanto, la propiedad que presentan los suelos hasta cierto límite sin romperse, se denomina plasticidad.

El método usado para medir estos límites de humedad fue ideado por Atterberg a principios de siglo a través de dos ensayos que definen los límites del estado plástico.

Los límites de Atterberg son propiedades índices de los suelos, con que se define la plasticidad y se utilizan en la identificación y clasificación de un suelo.

Todo suelo presenta las siguientes características:

a) **Consistencia**

Es la relativa facilidad con la cual el suelo puede ser deformado

b) **Límite Líquido (LL)**

Contenido de humedad del suelo en el límite entre el estado semi-líquido y plástico.

c) **Límite Plástico (LP)**

Es el contenido de humedad del suelo en el límite entre los estados semi-sólidos y plástico.

d) **Suelo Plástico**

Es un suelo que tiene un rango de contenido de humedad sobre el cual mantendrá su forma bajo secado.

e) Índice de Plasticidad (IP)

Es la diferencia entre los límites líquido y plástico:

$$IP = LL-LP$$

f) Índice de liquidez

Es la relación expresada en porcentajes de contenido de muestra natural de un suelo, menos su límite plástico.

g) El límite líquido

Se determina realizando pruebas en las cuales se esparce una porción de la muestra en una copa de bronce, dividida en dos por un ranurador y luego permitiendo que fluya debido a los impactos causados por las repetidas caídas de la copa en un dispositivo mecánico estándar. Se requiere realizar tres o más pruebas sobre un rango de contenidos de humedad y gráficas o calcular la información de las pruebas para establecer una relación a partir de la cual se determine el límite líquido.

h) Limite plástico

Se determina presionando y enrollando alternadamente a un hilo de 3.2 mm de diámetro (1/8”), una porción pequeña de suelo plástico, hasta que su

contenido de humedad se reduzca hasta el punto en que el hilo se quiebre y no pueda ser mas presionado y enrollado. El contenido de humedad del suelo en este punto se reporta como el límite plástico.

2.3.3 Instrumentos a utilizar en el análisis de suelos

- a) Dispositivo de Límite plástico: también llamado Copas de Casa Grande, es un dispositivo mecánico que consiste en una copa de bronce suspendida de un soporte con base de caucho duro.

- b) Acanalador: es una herramienta hecha de plástico o metal no corrosible.

- c) Balanza: con una aproximación de 0.01 gr.

Figura 3 Balanza



- d) Contenedor para almacenaje: sirve para almacenar el espécimen de suelo preparado y prevenir la pérdida de humedad. Es adecuado un plato de porcelana, vidrio o plástico de 11.4 cm. (4 ½") de diámetro.

Figura 4 Taras



- e) Placa de vidrio pulido: consiste en una placa de vidrio pulido cuadrada de 30 cm. de lado con 1cm de espesor para enrollar los hilos de limite plástico.
- f) Espátula: debe consistir en una hoja flexible y dimensiones aproximadas de 2 cm. (¾"), de ancho y 10 a 13 cm de longitud.

Figura 5 Espátulas



- g) Frasco de lavado o contenedor similar: sirve para añadir cantidades controladas de agua al suelo y lavar los finos de las partículas gruesas.
- h) Varilla de 3.2 mm de diámetro: se utiliza para realizar comparaciones frecuentes con el hilo de suelos.

Figura 6 Varilla de 3.2 mm



Figura 7 Estufa



2.3.4 Procedimiento para el análisis de suelo

Se utiliza únicamente la parte del suelo que pasa por la malla N° 40 (0.42 mm). Si la muestra contiene tamaños mayores que 0.42 mm, se deben eliminar los tamaños mayores evitando todo exceso de secamiento de la muestra, sea en el horno o en el aire. Se procede a agregar agua cuando sea necesario, se revuelve la muestra hasta obtener una pasta semi-líquida homogénea. Para los limos y suelos arenosos con poco contenido de arcilla el ensayo se podrá realizar inmediatamente después de agregar agua. Para los limos arcillosos será necesario conservar la pasta aproximadamente 4 horas en un recipiente

cubierto. Para las arcillas, deberá aumentarse a 15 o más horas para asegurar una humedad uniforme en la muestra.

2.3.4.1 Límite líquido (método de multipuntos).

En la práctica, el límite líquido se determina sabiendo que el suelo remoldeado tiene una pequeña resistencia al corte (aprox. 0.02 kg/cm^2) de tal modo que la muestra de suelo remoldeado necesita de 25 golpes para cerrar en $\frac{1}{2}$ pulgada dos secciones de una pasta de suelo, de dimensiones especificadas más adelante.

Pasos para determinarlo:

1. Separar y secar la cápsula de la máquina de Casagrande, asegurándose que se encuentre perfectamente limpia y seca antes del ensayo.
2. Colocar entre 50 y 70 g. de suelo en la cápsula, alisando la superficie a una altura de 1 cm. con la espátula, cuidando de no dejar burbujas de aire en la masa de suelo.
3. Usando el acanalador, separar el suelo en dos mitades según el eje de simetría de la cápsula; para una arcilla, el surco se puede hacer de una vez; los limos pueden exigir 2 o 3 pasadas suaves antes de completarlo.
4. Colocar la cápsula en su posición para el ensayo.
5. Girar la manivela de manera uniforme a una velocidad de dos revoluciones/seg; continuar hasta que el surco se cierre en $\frac{1}{2}$ " de longitud; anotar el número de golpes, cuando éste sea inferior a 40.
6. Revolver el suelo de la cápsula con la espátula y repetir las operaciones, hasta que la diferencia entre los números de golpes para dos ensayos

sucesivos no sea superior a 1 (para suelos especiales se pueden aceptar mayores diferencias); una diferencia mayor revela, por lo general, una falta de uniformidad en el contenido de humedad.

7. Tomar una muestra de aproximadamente 5 g de suelo en la zona donde se cerró el surco y pesarla de inmediato para obtener su contenido de humedad.
8. Vaciar el suelo en la cápsula agregando un poco de agua y revolver el material con la espátula.
9. Repetir etapas hasta llegar a un número de golpes de 15 a 20.

2.3.4.2 Límite plástico

El límite plástico es el contenido de humedad para el cual el suelo se fractura al ser amasado en bastoncitos de diámetro 1/8" (3 mm) cuando se hace rodar una pequeña masa de suelo entre la palma de la mano y una superficie lisa.

Pasos para encontrarlo:

1. Utilizar el material que quede del ensayo del límite líquido.
2. En los suelos muy plásticos **IP** puede ser muy diferente de **IL**; para evitar excesivas demoras en el ensayo con los suelos muy plásticos, es necesario secar el material extendiéndolo sobre la placa de vidrio y remoldeándolo de vez en cuando; se le puede igualmente colocar sobre el horno (a temperatura baja), al sol, o bien debajo de una ampolleta eléctrica; en cualquier caso es necesario asegurarse que se seque de manera uniforme.
3. Tomar una bolita de suelo de 1 cm³ y amasarla sobre el vidrio con la palma de la mano hasta formar bastoncitos de 3 mm de diámetro.

4. Reconstruir la bolita de suelo, uniendo el material con fuerte presión con las puntas de los dedos y amasar nuevamente un bastoncito hasta llegar al límite plástico.
5. El límite plástico, **IP**, corresponde al contenido de humedad para el cual un bastoncito de 3 mm. así formado, se rompe en trozos de 0.5 a 1 cm. de largo. Si no se está seguro de haber alcanzado **IP**, es recomendable amasar otra vez el bastoncito.
6. Pesar inmediatamente el bastoncito así formado para determinar su contenido de humedad.
7. Realizar 2 o 3 ensayos repitiendo etapas (2) a (5) y promediar; diferencias entre 2 ensayos de más de 2 % resultan objetables.

2.3.5 Determinación de la capacidad soporte CBR del suelo

La finalidad de este ensayo, es determinar la capacidad de soporte (CBR) de suelos y agregados compactados en laboratorio, con una humedad óptima y niveles de compactación variables. Es un método desarrollado por la división de carreteras del Estado de California (EE.UU.) y sirve para evaluar la calidad relativa del suelo para sub-rasante, sub-base y base de pavimentos.

El ensayo mide la resistencia al corte de un suelo bajo condiciones de humedad y densidad controladas, permitiendo obtener un (%) de la relación de soporte. El (%) CBR, está definido como la fuerza requerida para que un pistón normalizado penetre a una profundidad determinada, expresada en porcentaje de fuerza necesaria para que el pistón penetre a esa misma profundidad y con igual velocidad, en una probeta normalizada constituida por una muestra patrón de material machacado.

La expresión que define al CBR, es la siguiente:

$CBR = (\text{carga unitaria del ensayo} / \text{carga unitaria patrón}) * 100 (\%)$

De la ecuación se puede ver que el número CBR, es un porcentaje de la carga unitaria patrón. En la práctica, el símbolo de (%) se quita y la relación se presenta simplemente por el número entero.

Usualmente el número CBR, se basa en la relación de carga para una penetración de 2,5 mm. (0,1"), sin embargo, si el valor de CBR a una penetración de 5 mm. (0,2") es mayor, el ensayo debe repetirse. Si en un segundo ensayo se produce nuevamente un valor de CBR mayor de 5 mm. de penetración, dicho valor será aceptado como valor del ensayo. Los ensayos de CBR se hacen sobre muestras compactadas con un contenido de humedad óptimo, obtenido del ensayo de compactación Proctor.

Antes de determinar la resistencia a la penetración, generalmente las probetas se saturan durante 96 horas para simular las condiciones de trabajo más desfavorables y para determinar su posible expansión.

En general se confeccionan 3 probetas como mínimo, las que poseen distintas energías de compactación (lo usual es con 56, 25 y 10 golpes). El suelo al cual se aplica el ensayo, debe contener una pequeña cantidad de material que pase por el tamiz de 50 mm. y quede retenido en el de 20 mm. Se recomienda que esta fracción no exceda del 20%.

2.3.5.1 Determinación de las propiedades expansivas del suelo.

Sobre la placa base perforada, se coloca un disco de papel filtro grueso y se ajusta el molde con el suelo compactado en forma invertida, de manera que el espacio formado por el disco espaciador quede en la parte superior.

En la superficie libre de la muestra, se coloca un disco de papel filtro grueso y sobre éste la placa metálica perforada provista de un vástago regulable. Así También se colocarán las sobrecargas, cuyo número deberá ser especificado o de lo contrario, se usará una sobrecarga mínima de 4,54 Kg., equivalente al peso de un pavimento de hormigón de 5 pulgadas de espesor.

A continuación se coloca todo el conjunto cuidadosamente dentro del estanque sin agua, sobre pequeños bloques metálicos o de otro material con el objeto de permitir el libre acceso del agua por debajo de la muestra. Se monta el trípode y se instala el comparador de dial, de tal modo que su punta palpable quede tocando el vástago.

Luego, se llena el estanque con agua y se registra la lectura inicial del comparador de dial (Li). El tiempo de inmersión dependerá del tipo de saturación. Para un ensayo con saturación normal se deja el molde sumergido durante 96 horas; en cambio para un ensayo de saturación completa se dejará el tiempo necesario hasta que no haya más hinchamiento, lo que se comprueba cuando dos lecturas de dial efectuadas con 24 horas de intervalo difieren en menos de 0,03 mm. Durante todo el tiempo de inmersión el nivel de agua se debe mantener constante.

Registrada la lectura final del comparador de dial (Lf), se retira el trípode y se saca el molde del agua, para dejarlo drenar durante 15 minutos. Finalmente se retiran las sobrecargas, los discos de papel filtro y las placas perforadas para determinar el peso del molde más el suelo compactado y saturado.

2.3.5.2 Determinación de la resistencia a la penetración

Se lleva la probeta a la máquina de ensayo y se colocan sobre ella, una cantidad tal de cargas para reproducir una sobrecarga igual a la que supuestamente ejercerá el material de base y pavimento del camino proyectado (pero no menor que 4,54 kg.), redondeando a múltiplos de 2,27 kg. En caso de que la probeta haya sido sumergida, la carga será igual a la aplicada durante la inmersión.

Se apoya el pistón de penetración con una carga lo más pequeña posible (no debe exceder de 45 Newton) y se colocan los diales de lectura de tensión y deformación en cero. Esta carga inicial, se necesita para asegurar un apoyo satisfactorio del pistón, pero debe considerarse como carga cero para la relación carga-penetración. La velocidad de carga aplicada al pistón de penetración será de 1,25 mm/min.

Se anotarán las lecturas de carga, en los siguientes niveles de penetración: 0,65 - 1,25 - 1,90 - 2,50 - 3,10 - 3,75 - 4,40 - 5,00 - 7,50 - 10,00 y 12,5 milímetros (o bien, 0,025 - 0,050 - 0,075 - 0,100 - 0,125 - 0,150 - 0,175 - 0,200 - 0,300 - 0,400 y 0,500 pulgadas).

Finalmente, se retira el total de la muestra de suelo del molde y se determina el contenido de humedad de la capa superior, con una muestra de 25 mm. de espesor. Si se desea determinar la humedad promedio, se deberá extraer una muestra que abarque el total de la altura del molde.

2.4 Levantamiento topográfico

Se llama así al levantamiento de la línea preliminar seleccionada, siguiendo la línea banderas, el levantamiento de este proyecto consistió en hacer una poligonal abierta, formada por ángulo y tangentes, donde se estableció el punto de partida, azimut o rumbo de salida, kilometraje de salida y cota de salida del terreno.

El levantamiento topográfico debe tener un grado de precisión razonable, en forma que sea una medición total que, además de marcar las sinuosidades topográficas, muestre pormenores y accidentes que en alguna forma pudiesen afectar la localización final. Para cada levantamiento preliminar se deben tomar en cuenta: el tránsito preliminar, niveles de preliminar, secciones transversales de preliminar, radiaciones y referencias.

2.4.1 Planimetría

Parte de la topografía que comprende los métodos y procedimientos que tienden a conseguir la representación a escala, sobre una superficie plana, de todos los detalles interesantes del terreno prescindiendo de su relieve.

La información topográfica necesaria para el diseño de una carretera consiste en tomar en campo los ángulos y distancias horizontales que definen la ruta de preliminar, haciendo uso de un teodolito y de una cinta métrica.

El levantamiento consiste en una poligonal abierta, formada por ángulos orientados a un mismo norte y distancias con estaciones intermedias a cada 20 metros.

Usándose el método de conservación de azimut, con orientación de estación a estación por vuelta de campana, se midieron distancias no mayores de 20 metros con la cinta colocada horizontalmente, bajando la medida exacta a los trompos mediante plomadas de centro.

2.4.2 Altimetría

Parte de la topografía que comprende los métodos y procedimientos para determinar y representar la altura o cota de cada uno de los puntos respecto a un plano de referencia. Con ella se consigue representar el relieve del terreno.

Consiste en pasar una nivelación en todos los puntos fijados por el levantamiento planimétrico, estableciendo bancos de marca a cada 500 metros, los que deben ser ubicados en puntos permanentes o en monumentos de concreto, en los que deberá anotarse la estación, elevación y distancias acumuladas. Como cota de salida se fijará una arbitraria, en valores enteros.

Es recomendable dibujar el perfil que se ha levantado durante el día, con el objeto de apreciar si tiene una forma congruente a la realidad y si cumple con las especificaciones de pendientes máximas permisibles. Lo anterior permite que los errores se encuentren a tiempo y no hasta realizar el dibujo en gabinete.

2.4.3 Secciones transversales

Por medio de las secciones transversales se podrá determinar la topografía de la faja de terreno que se necesita para lograr un diseño apropiado. En las estaciones de la línea central se trazarán perpendiculares,

haciendo un levantamiento de por lo menos 20 metros de cada lado de la línea central. La longitud de las secciones puede variar de acuerdo con el terreno a criterio del topógrafo. Cuando la sección tope con algún obstáculo impasable, como un peñasco o un barranco cortado de tajo, no es necesario prolongarla, debiendo indicarse en la libreta claramente la clase de obstáculo.

En los puntos de intersección, la sección transversal se medirá sobre la bisectriz del ángulo interior de la poligonal abierta. También deberán sacarse secciones transversales en los fondos de zanjones y en donde deba ir tubería de drenaje transversal, así como en donde haya obstáculos tales como casas u otras construcciones

En la libreta deben anotarse aspectos de importancia tales como: casas, peñascos, paredones, ubicación de alcantarillas transversales, tipo de suelo, estructuras existentes si las hay.

2.5 Cálculo topográfico

2.5.1 Cálculo planimétrico

El cálculo de la topografía se efectúa en gabinete y consiste en conocer las coordenadas parciales y totales de cada vértice que compone la poligonal abierta, con la finalidad de contar con la información suficiente para efectuar con facilidad la localización de la ruta, los corrimientos de línea y otros.

Para el cálculo de las coordenadas totales se utilizó el método de Pensilvania como se muestra a continuación.

2.5.2 Cálculo altimétrico

Con los datos obtenidos en el campo se procede a calcular las cotas de cada punto, marcado como máximo a 20 metros sobre la línea central del levantamiento planimétrico.

Los datos que se deben obtener en campo son: caminamiento, vista atrás, vista intermedia y punto de vuelta, todo esto a partir de una cota conocida. Lo que tiene que calcularse es la altura del instrumento para cada punto de vuelta y la cota. Lo anterior se obtiene usando las siguientes fórmulas:

Donde:

| | |
|----------------|--|
| $AI = Cu + VA$ | Ai = Altura de instrumento |
| $C = AI - VI$ | Cu = Última cota |
| $C = AI - PV$ | VA = Vista atrás |
| | C = Cota |
| | VI = vista intermedia y PV = Punto de Vuelta |

2.5.3 Dibujo preliminar (altimétrico y planimétrico)

El dibujo planimétrico del levantamiento preliminar en el diseño de carreteras es necesario, porque aunque éstas no constituyen los planos finales, sirven de guía al diseñador para visualizar, en una forma global, la ruta seleccionada y así determinar los corrimientos a calcular si los hubiera.

Se mide el azimut que la libreta planimétrica de la línea preliminar define y se traza una recta a partir del punto de origen al punto marcado por la medida

tomada; luego, sobre la recta, se mide la distancia indicada en la libreta de planimetría.

Es importante que se dibuje el perfil de la línea preliminar, ya que esto permite calcular con facilidad el perfil de localización. Por lo que se debe de dibujar a escalas que permitan su lectura con mayor rapidez y precisión.

2.5.4 Curvas de nivel

Una curva de nivel es aquella que une puntos con la misma elevación. La traza de la intersección de una superficie de nivel con el terreno, sería representada en un plano como una curva de nivel. La línea costera de un lago en reposo sería una curva de nivel en la naturaleza. El intervalo entre curvas de nivel (equidistancia), es la distancia vertical o desnivel constante entre dos curvas adyacentes. En los planos, las curvas de nivel se dibujan en sus posiciones horizontales verdaderas con respecto a la superficie del terreno. Los planos topográficos con curvas de nivel proporcionan información referente a pendientes del terreno, como montañas, valles, cumbres, y las elevaciones de estos rasgos.

En otras palabras se llama curva de nivel a una línea imaginaria que une en forma continua todos los puntos del terreno que tienen una misma cota.

Las curvas de nivel deben ser equidistantes, lo que significa consecutivas, debe haber el mismo desnivel.

El intervalo de las curvas de nivel, en el sentido vertical, depende del objeto y la escala del plano y del carácter del terreno representado.

Para los planos de escala intermedia como los que se utilizan en muchos estudios de Ingeniería el intervalo debe ser de un metro.

2.5.4.1 Características de las curvas de nivel

1. Son líneas continuas.
2. Están siempre cercanas, si el territorio que abarca el terreno (el levantamiento) es pequeño, el plano no alcanzará a tomar una curva de nivel completa.
3. La distancia horizontal entre dos líneas de nivel consecutivas, es universalmente proporcional a la pendiente.
4. En las pendientes uniformes las líneas del nivel están separadas uniformemente.
5. Como las curvas de nivel representan contornos de diferente elevación, en el terreno no se pueden juntar ni menos cruzar (excepto en acantilados salientes o curvas.)
6. Son perpendiculares a las líneas de máxima pendiente.
7. No pueden quedar entre dos de mayor a menor dirección.
8. Se establecen siempre a cotas en metros exactos.

2.5.4.2 Planos con curvas de nivel

Un plano acotado, siempre que las cotas se refieran a puntos bien elegidos, basta para resolver los problemas que se refieran a desniveles, pero tiene el inconveniente de no dar una idea suficientemente clara del relieve; éste queda mucho más patente y, por decirlo así, entra por los ojos, en los planos con curvas de nivel.

Se denomina curva de nivel la línea que une en el plano los puntos de igual cota.

2.5.4.3 Reglas básicas para dibujar curvas de nivel

Las reglas básicas para dibujar curvas de nivel son las siguientes:

1. Debido a la redondez de la tierra se asume que todas las curvas de nivel son cerradas, es decir, los extremos de cada una de ellas se unirán en algún lugar del planeta.
2. Las curvas de nivel son equidistantes (en cuanto a la cota que representan) entre sí.
3. Por cada punto siempre pasa una curva, aunque ésta no esté dibujada en el plano.
4. El espaciamiento de las curvas de nivel es un indicativo de las pendientes del terreno. Si están muy juntas, la pendiente es muy fuerte y si están más separadas, la pendiente es suave.
5. Una serie de curvas cerradas, concéntricas, que crecen en elevación, indican promontorios o cimas.
6. Las curvas de nivel que forman un circuito cerrado alrededor de terrenos bajos se llaman Curvas de Depresión.
7. Las curvas uniformes, sin cambios bruscos, indican la presencia de terrenos con pendientes graduales. Las curvas irregulares muestran terrenos accidentados o disparejos.
8. Las curvas de nivel no pueden ramificarse o dividirse en dos curvas con la misma elevación.
9. En los valles se tienen curvas de nivel en forma de V y en las cimas en forma de U.

Las curvas de nivel son de mucha importancia en el diseño geométrico de una carretera, ya que éstas proporcionan la información altimétrica del comportamiento del terreno en una franja de 40 metros como mínimo, a lo largo de todo el levantamiento de la preliminar, pero la única manera de obtener la información es dibujando las curvas de nivel sobre la poligonal abierta en planta. De esta manera el diseñador podrá tener conocimiento de cuando el caminamiento de una curva horizontal calculada cae en un barranco, sobre una montaña o sobre roca e incluir rublos en su presupuesto.

En la construcción de carreteras se considera suficiente tener información de curvas de nivel a cada 5 metros como máximo, debiendo contener toda la información como la ubicación de casas, estructuras construidas en el trayecto, tales como puentes y drenajes y el tipo de suelo.

El diseñador podrá entonces valorar, si diseñar sobre la línea preliminar o efectuar algún corrimiento de línea y elegir sobre las intersecciones que se deban calcular.

2.6 Diseño geométrico de carretera y movimiento de tierras

2.6.1 Cálculo de elementos de curvas horizontales

Se diseñaron todos los elementos de las curvas horizontales simples, respetando las normas para los radios de curvatura mínimos que debe tener un camino de este tipo, fijando el radio o la subtangente y sabiendo el delta, para luego calcular los otros elementos de la curva.

2.6.2 Cálculo de rasante

Para efectuar el diseño de la subrasante de un tramo, se debe contar con la siguiente información:

1. Haber definido el ancho de la carretera (la sección típica).
2. Conocer el alineamiento horizontal del tramo.
3. Tener el perfil longitudinal del tramo.
4. Conocer as secciones transversales, las especificaciones necesarias y los Datos de la clase del terreno.
5. Haber determinado puntos obligados.

De preferencia el diseñador, deberá haber realizado una inspección en el lugar del tramo que va a diseñar, para tener un mayor número de controles.

La subrasante se proyectará sobre el perfil longitudinal del terreno, el proceso de selección de rasante es por medio de tanteos, reduciéndose el número de éstos únicamente con la experiencia del diseñador. Para tener una visualización rápida del desarrollo de alineamiento horizontal, debe chequearse que en la parte inferior del perfil sean anotados los PC, PT y los grados de curva. Esto facilita el diseño de la subrasante.

En este se tomó en cuenta que el movimiento de tierra fuera balanceado, para que el costo del camino no fuera muy significativo, también la pendiente máxima permitida para un camino tipo "Rural".

2.6.3 Cálculo de áreas de secciones transversales

Las secciones transversales son las que definen las elevaciones y depresiones que el terreno posee en una franja de 40 metros, medidas a partir del eje del levantamiento planimétrico y que sirven de base para calcular las curvas de nivel en la mencionada franja.

Los datos que se obtienen en el levantamiento preliminar, en cuanto a secciones transversales, son la distancia y el ángulo positivo o negativo a la izquierda o a la derecha de la línea central, por lo que en gabinete es necesario calcular las cotas, utilizando las siguientes fórmulas:

$$C = (D * \sin A) + At \longrightarrow \text{Para ángulos positivos}$$

$$C = (D * \sin A) - At \longrightarrow \text{Para ángulos negativos}$$

Donde:

C = Cota

D = Distancia horizontal

A' = Ángulo obtenido en aparato

At = Altura del instrumento

2.6.4 Cálculo de volúmenes de movimiento de tierras

Para llegar a este punto necesitamos saber el cálculo de áreas y volúmenes de tierras, los cuales se describen a continuación:

2.6.4.1 Cálculo de áreas

Método gráfico:

Complementando el dibujo de secciones típicas, se procede a la medida de las áreas que están limitadas por los contornos de la sección típica y la sección transversal del nivel inferior de la capa vegetal (limpia y chapeo).

Método analítico:

Ya que las secciones transversales están ploteadas, se pueden determinar las coordenadas para los puntos que determinarán el área, referidas a la línea central y luego, por el método de las determinantes encontrar el área.

2.6.4.2 Cálculo de volúmenes

Entre dos estaciones el volumen corresponde al de un prisma irregular, el área de sus bases es la medida en cada una de las estaciones y la altura es igual a la diferencia de estaciones; sucede esto cuando en las estaciones consideradas existe solo corte o relleno. La forma rápida de calcular el volumen es con base al producto de la semisuma de las áreas extremas, por la distancia entre las estaciones.

2.6.5 Drenajes

El objetivo de las obras de drenaje es el de conducir las aguas de escorrentía, o de flujo superficial, rápida y controladamente hasta su disposición final.

En su diseño existen tres componentes básicas:

1. Entrada a la red de drenaje,
2. Conducción,
3. Entrega al dispositivo final.

Las condiciones de diseño de estas componentes dependen de las características propias de cada sistema de drenaje.

2.6.5.1 Entrada a la red de drenaje

a) Canales interceptores

Los canales interceptores reciben agua por una sola de sus orillas o márgenes. El caso más común es el de una ladera que vierte sus aguas de escorrentía sobre un área plana adyacente: el canal interceptor, trazado a lo largo de la línea divisoria entre la vertiente inclinada y la zona plana, recibe las aguas de escorrentía y conserva el área plana libre de estos caudales. Para el diseño del canal interceptor el caudal se incrementa a lo largo del recorrido, de manera que las dimensiones del canal aumentan en la dirección hacia las aguas abajo.

b) Canales recolectores

Los canales recolectores reciben agua por sus dos márgenes que pueden ser: corrientes naturales o canales artificiales. Los caudales de diseño y las capacidades de los canales se incrementan a lo largo del recorrido.

c) Cunetas, sumideros y alcantarillas

Las cunetas son canales pequeños que se utilizan en combinación con los sumideros y las alcantarillas en los sistemas de drenaje de vías, aeropuertos, calles y patios. La localización de los sumideros limita las magnitudes de los caudales en las cunetas. Las alcantarillas son conductos cerrados, parcialmente llenos, que reciben los caudales de los sumideros en forma puntual a lo largo de su recorrido hasta el sitio de entrega del sistema de alcantarillado.

d) Estaciones de bombeo

En casos especiales se utilizan equipos de bombeo para drenar áreas bajas; las aguas bombeadas se entregan luego a un sistema principal de drenaje en forma puntual.

2.6.5.2 Conducción de las aguas de drenaje

Con pocas excepciones las aguas de drenaje se transportan por corrientes naturales o por canales, que son conductos a superficie libre, abiertos o cerrados.

2.6.5.3 Corrientes naturales

En las corrientes naturales se determina el nivel máximo de flujo para la creciente de diseño y se compara con el nivel a cauce lleno. Cuando este último resulta inferior que el de la creciente se presentan desbordamientos, los cuales afectarán una zona inundable adyacente cuya amplitud debe determinarse. Para este objetivo se utilizan procedimientos de hidráulica de canales naturales, con caudales variables y curvas de remanso.

La capacidad del cauce puede ampliarse mediante la ejecución de dragados. Para garantizar la estabilidad de las secciones de flujo se diseñan obras de encauzamiento y de protección de márgenes. En cada diseño particular se debe tener en cuenta tanto la magnitud de la carga de sedimentos que transporta la corriente natural, como los efectos que las obras pueden causar aguas arriba y abajo de su localización.

2.6.5.4 Canales

El diseño de canales para conducción de aguas de drenaje debe aprovechar al máximo la topografía del terreno, con el fin de garantizar la conducción por gravedad, a un costo mínimo.

Cuando la diferencia de cotas entre los puntos inicial y final del canal es muy pequeña, el diseño resulta en estructuras muy grandes con velocidades bajas y peligro de sedimentación.

De otro lado, diferencias muy grandes de nivel, ocasionan el trazado de canales de gran pendiente, o requieren del diseño de estructuras de caída entre tramos de baja pendiente.

Además, dependiendo de la topografía, del tipo de suelo y de las velocidades de flujo, los canales pueden ser excavados o revestidos.

2.6.5.4.1 Canales excavados

El diseño de los canales excavados está limitado por las velocidades de flujo, la carga de sedimentos y las filtraciones hacia terrenos adyacentes a través del fondo y las orillas. En terrenos erosionables los canales excavados terminan siendo similares a las corrientes naturales al cabo del tiempo, porque pierden su geometría inicial debido a los procesos de gradación, socavación y ataque contra las márgenes.

2.6.5.4.2 Canales revestidos

Los canales revestidos permiten velocidades altas, disminuyen las filtraciones y requieren de secciones transversales más reducidas que los anteriores. Sin embargo, su costo y duración dependen de la calidad del revestimiento y del manejo adecuado que se dé a las aguas subsuperficiales. Los materiales de revestimiento pueden ser de arcilla, suelo-cemento, ladrillo, losas de concreto simple o reforzado, piedra pegada, etc.

2.6.5.4.3 Dimensionamiento de los canales

El dimensionamiento de los canales se hace mediante la aplicación de fórmulas convencionales de flujo a superficie libre, teniendo en cuenta los aumentos de caudal en la dirección aguas abajo; de las pendientes de los tramos y los remansos que se generan con los cambios de pendiente y con la localización de estructuras de caída, o de cruce con obras civiles, como vías u otros canales.

Para la relación entre caudal y nivel en secciones dadas del canal, se utiliza la ecuación de Manning, en la forma:

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

Donde:

Q = Caudal

A* = Área del flujo

R = Radio hidráulico

S = Pendiente hidráulica

n = Coeficiente de rugosidad

3. PRESUPUESTO

3.1 Cuantificación de materiales y mano de obra

Área del proyecto

Ubicación geográfica

| | |
|---------------|---------------------|
| Aldea: | ACTELÁ |
| Municipio: | SENAHÚ |
| Departamento: | ALTA VERAPAZ |

Bases de diseño

| | |
|---|--|
| - Superficie de rodadura: | 5.00 m |
| - Ancho de Calzada: | 5.50 m |
| - Bombeo máximo | de 3% mínimo y 5% |
| - Cunetas | de 0.50 metros de ancho y 0.25 de profundidad |
| - Pendiente máxima | 14.00 % |
| - Pendiente mínima | 0.05 % |
| - Tránsito de 10 a 100 vehículos por día. | |
| - Velocidad de diseño hora. | 20 y 40 Kilómetros por |
| - Cunetas Naturales: | 4,959.00 m |
| - Cunetas de Concreto Revestidas | 202.00 m |
| - Longitud del estudio topográfico | 5.16100 Km. |
| - Longitud de Diseño | 5.16100 Km |

Especificaciones técnicas

Replanteo topográfico

El Contratista debe suministrar cuadrillas de topografía técnicamente calificadas, capaces de ejecutar el trabajo en tiempo y con la exactitud requerida. Siempre que se estén realizando trabajos topográficos de replanteo, deberá estar presente en el proyecto un supervisor calificado para la cuadrilla. Este trabajo consiste en el suministro de personal calificado, del equipo necesario y del material para efectuar levantamientos y replanteos topográficos, cálculos y registros de datos para el control del trabajo.

Limpia, chapeo y destronque

Son las operaciones previas a la iniciación de los trabajos de terracería y otros, con el objeto de eliminar toda clase de vegetación existente que obstaculiza los trabajos. Este trabajo consiste en el chapeo, tala, destronque, remoción y eliminación de toda clase de vegetación y desechos que están dentro de los límites del derecho de vía y en las áreas de bancos de préstamo. El trabajo también incluye la debida preservación de la vegetación que se deba conservar, a efecto de evitar cualquier daño que se pueda ocasionar a la carretera o a cualquier propiedad.

Corte

Es el material no clasificado que se excava dentro de los límites de construcción, para utilizarlo en la construcción de terraplenes. La excavación se debe efectuar de conformidad con la alineación, pendientes, dimensiones y detalles mostrados en los planos. Ningún material excavado de cualquier ampliación, debe ser dispuesto de manera adecuada a fin de que no

obstaculice el drenaje de la carretera, a menos que se muestre de otra manera en los planos.

Terraplen o relleno

Es la estructura que se construye con los materiales que se especifican en esta sección y en capas sucesivas hasta la elevación indicada en los planos. El relleno debe ser construido en capas sucesivas horizontales y de tal espesor que permita la compactación especificada en esta Sección. En los rellenos, cada capa se debe compactar como mínimo al 90% de la densidad máxima, determinada según el método AASHTO T 180; y los 300 milímetros superiores deben compactarse como mínimo al 95% de la densidad máxima determinada por el método citado.

Estabilización de la sub-rasante

Es la operación que consiste en escarificar, incorporar materiales estabilizadores si se requieren, homogeneizar mezclar, uniformizar, conformar y compactar la mezcla de la sub-rasante con materiales estabilizadores no siempre, depende del tipo de suelo y CBR para mejorar sus características mecánicas, adecuando su superficie a la sección típica y elevaciones de sub-rasante establecidas en los planos u ordenadas por el Delegado Residente.

Colocación de la capa de balasto

Es la capa de balasto destinada fundamentalmente a soportar, transmitir y distribuir con uniformidad el efecto de las cargas del tránsito, de tal manera que las pueda soportar, tiene un espesor de 0.15m. Es un material clasificado que se coloca sobre la sub-rasante terminada de una carretera, con el objeto de protegerla y de que sirva de superficie de rodadura. Este trabajo consiste en el

suministro, transporte y colocación del material con la humedad requerida; conformación y compactación de la capa de balasto, de acuerdo con el espesor total mostrado en los planos y lo descrito en estas Especificaciones. Debe ser de calidad uniforme y estar exento de residuos de madera, raíces o cualquier material perjudicial o extraño. El material de balasto debe tener un peso unitario suelto, no menor de 1,450 Kg./metro³ (90 lb./pie³) determinado por el método AASHTO T 19. El tamaño máximo del agregado grueso del balasto, no debe exceder de $\frac{2}{3}$ del espesor de la capa y en ningún caso debe ser mayor de 100 milímetros. El que sea mayor, debe ser separado.

Drenajes transversales

Este trabajo consiste en la fabricación, suministro, acarreo y colocación de las alcantarillas de los diámetros, medidas y clases requeridas en los planos; debiendo colocarse sobre una cama adecuadamente preparada, de acuerdo con los planos. La tubería de metal corrugado tendrá un diámetro de 30", con una longitud de 6 m y un ángulo de desviación de 5°.

Cajas y cabezales

Son las estructuras de concreto ciclópeo, concreto Clase 17.5 MPa (2500 psi), colocadas en los extremos de las alcantarillas (entrada y salida), para encauzar el agua y protección de la carretera. Las cajas tendrán 1.00x1.00x1.00 a rostros interiores y un espesor de pared de 0.20 m. Los cabezales deben ser de los tipos y dimensiones, indicados en detalles adjuntos.

Acabados para los cabezales

Además de cumplir con todos los detalles de construcción especificados anteriormente, la alcantarilla completa debe mostrar un acabado cuidadoso en todos los aspectos. Se rechazarán las alcantarillas en las cuales la apariencia de los cabezales no sea la adecuada, para eso será necesario de repellar y darle un acabado uniforme. Como tal, puede ser causa de rechazo, de no corregirse, la alcantarilla que tenga, entre otros, los siguientes defectos:

- (1) forma defectuosa
- (2) variación de la línea recta central
- (3) bordes dañados
- (4) cabezales sin desfogue y/o mal acabado

Cunetas revestidas

Son los canales, situados a ambos lados de la línea central de la carretera, hechas de concreto simple fundido en sitio y NO DE CONCRETO CICLOPEO, que sirven para conducir hacia los drenajes transversales, el agua de lluvia que cae sobre la corona y los taludes. Las cotas de cimentación, las dimensiones, tipos y formas de las Cunetas Revestidas, deben ser las indicadas en los planos. (Ver detalles adjuntos). Antes de construir cualquiera de los trabajos mencionados anteriormente, se debe conformar y compactar la superficie de las cunetas y retirar cualquier materia extraña o suelta que se encuentre entre las mismas.

Proyección horizontal

Radio según velocidad de diseño (20 y 40 km/hora)

Bombeo 3 % mínimo, 5% máximo.

Revestimiento de Material Balasto con un espesor de 0.15 metros

Proyección Vertical o Rasante

Apariencia

Recíproco de la Variación de Pendientes por unidad de longitud mayor igual a 30.

Comodidad

Recíproco de la Variación de Pendientes por unidad de longitud mayor igual a la velocidad al cuadrado dividido 395

Drenaje

Recíproco de la Variación de Pendientes por unidad de longitud mayor igual a 33.

Taludes

Corte:

1/3: 1 de 7 m. en adelante.

½ : 1 de 3 a 7 m.

1: 1 de 0 a 3 m.

Relleno:

2 : 1 de 0 a 3 m.

1 ½ : 1 de 3 m. En adelante.

3.2 Cuadro de cantidades estimadas de trabajo

| Ítem | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio Unitario | Costo |
|----------------------|--|--------|-----------|-----------------|---------------------|
| 1 | REPLANTEO TOPOGRAFICO, LIMPIA, CHAPEO Y DESTRONQUE | MI | 5,161.00 | Q 31.20 | Q 161,023.20 |
| 2 | CORTE Y ACARREO | M3 | 13,424.65 | Q 10.41 | Q 139,751.00 |
| 3 | RELLENO en capas no mayores de 0.30m. Y una compactación del 95% Proctor modificado. | M3 | 13,409.77 | Q 20.20 | Q 270,877.00 |
| 4 | Drenaje Transversal con tubería de metal corrugado Ø 30", con una longitud de 6.00m, con 5° de desviación, caja receptora de 1.00x1.00x1.00(rostrros interiores) y espesor de 0.20m en un extremo y cabezal en el otro extremo(ver detalle adjunto). | U | 12.00 | Q 8,426.00 | Q 101,112.00 |
| 5 | ESTABILIZACIÓN DE LA SUB-RASANTE, escarificación y compactación a un 95% proctor modificado. Para un ancho de 5.50m y longitud especificada en el renglon 1 de escarificación. | M2 | 23,225.00 | Q 2.47 | Q 57,366.00 |
| 6 | COLOCACIÓN DE CAPA DE BALASTO, con una Compactación a un 95% Próctor modificado. Para un acho de 5.00 m, longitud especificada en el renglon 1 y espesor de 0.15 m. | M3 | 3,100.00 | Q 41.90 | Q 129,890.00 |
| 7 | TRANSPORTE DE MAQUINARIA | Flete | 8.00 | Q 4,500.00 | Q 36,000.00 |
| 8.1 | Cunetas naturales de 0.50 m de ancho y 0.25m de profundidad. | MI | 4,959.00 | Q 1.69 | Q 8,381.00 |
| 8.2 | CUNETAS DE CONCRETO: con un espesor de 0.10 m, un ancho de 0.50m y 0.25m de profundidad. | MI | 202.00 | Q 98.20 | Q 19,836.00 |
| Costo Directo | | | | | Q 924,236.20 |

| | | |
|------------------------|------------|---------------------|
| Costo Directo x | Km. | Q 179,081.00 |
|------------------------|------------|---------------------|

Factor Indirectos

30.00% Q 277,270.86

3.3 Integración de precios unitarios

| | DESCRIPCIÓN | Cantidad ml | | | Total |
|-------------------------|----------------------------|-------------|--|--|---------------------|
| 1.1 | Replanteo topográfico | 5,161.00 | | | Q 80,511.60 |
| 1.2 | Limpia chapeo y destronque | 5,161.00 | | | Q 80,511.60 |
| Total de Renglón | | | | | Q 161,023.20 |
| Precio Unitario | | | | | Q 31.20 |

| 2 CORTE Y ACARREO | | | | | | |
|--------------------------|--|-------------|---------------------|----------------------|----------------------|---------------------|
| | DESCRIPCIÓN | Cantidad m3 | Rendimiento (m3/Hr) | Arrendamiento (Q/Hr) | Arrendamiento (Q/Hr) | Total |
| 2.1 | Tractor D6 | 13,424.65 | 75 | Q 500.0000 | Q 650.0000 | Q 116,347.41 |
| 2.2 | Combustible tractor D6 (diesel) | 13,424.65 | 75 | Q 100.0000 | Q 130.0000 | Q 23,224.64 |
| 2.3 | Cargador Frontal 4 ruedas 85 HP | 14.88 | 75 | Q 250.0000 | Q 325.0000 | Q 64.43 |
| 2.4 | Combustible tractor excavadora (diesel) | 14.88 | 75 | Q 100.0000 | Q 130.0000 | Q 25.74 |
| 2.5 | Camión de volteo 12m3(el botadero se encuentra a 2 Km) | 14.88 | | | | Q 74.40 |
| Total de Renglón | | | | | | Q 139,736.62 |
| Precio Unitario | | | | | | Q 10.41 |

| 3 RELLENO en capas no mayores de 0.30m. Y una compactación del 95% Proctor modificado. | | | | | | |
|---|---|-------------|---------------------|----------------------|----------------------|---------------------|
| | DESCRIPCIÓN | Cantidad m3 | Rendimiento (m3/Hr) | Arrendamiento (Q/Hr) | Arrendamiento (Q/Hr) | Total |
| 3.1 | Moto niveladora 125HP | 13409.77 | 60 | Q 375.0000 | Q 487.5000 | Q 109,021.43 |
| 3.2 | Combustible moto niveladora (diesel) | 13,409.77 | 60 | Q 100.0000 | Q 130.0000 | Q 29,099.20 |
| 3.3 | Compactadora tambor liso doble tracción 80 HP | 13409.77 | 60 | Q 275.0000 | Q 357.5000 | Q 79,922.23 |
| 3.4 | Combustible compactadora (diesel) | 13,409.77 | 60 | Q 100.0000 | Q 130.0000 | Q 29,099.20 |
| 3.5 | Pipa regadora de 2000 galones | 13409.77 | | | | Q 23,467.10 |
| Total de Renglón | | | | | | Q 270,609.16 |
| Precio Unitario | | | | | | Q 20.20 |

| 4 DRENAJES TRANSVERSALES | | | | | | |
|---------------------------------|---|----------|--------|--|--|---------------------|
| | Descripción | Cantidad | Unidad | | | Total |
| 4.1 | Drenaje Transversal con tubería de metal corrugado Ø 30", con una longitud de 6.00m, con 5° de desviación, caja receptora de 1.00x1.00x1.00(rostros interiores) y espesor de 0.20m en un extremo y cabezal en el otro extremo(ver detalle adjunto). | 12.00 | U | | | Q 101,112.00 |
| Total de Renglón | | | | | | Q 101,112.00 |

| 5 ESTABILIZACIÓN DE LA SUB-RASANTE, escarificación y compactación a un 95% proctor modificado. Para un ancho de 5.50m y longitud especificada en el renglon 1 de escarificación. | | | | | | |
|---|---|-------------|-------------------|----------------------|----------------------|--------------------|
| | DESCRIPCIÓN | Cantidad M2 | Rendimiento M2/Hr | Arrendamiento (Q/Hr) | Arrendamiento (Q/Hr) | Total |
| 5.1 | Moto niveladora 125HP | 23,225.00 | 500 | Q 375.00 | Q 487.50 | Q 22,760.50 |
| 5.2 | Combustible tractor moto niveladora (diesel) | 23,225.00 | 500 | Q 100.00 | Q 130.00 | Q 6,038.50 |
| 5.3 | Compactadora tambor liso doble tracción 80 HP | 23,225.00 | 500 | Q 275.00 | Q 357.50 | Q 16,722.00 |
| 5.4 | Combustible tractor compactadora (diesel) | 23,225.00 | 500 | Q 100.00 | Q 130.00 | Q 6,038.50 |
| 5.5 | Pipa regadora de 2000 galones | 23,225.00 | | | | Q 5,806.25 |
| Total de Renglón | | | | | | Q 57,365.75 |
| Precio Unitario | | | | | | Q 2.47 |

| 6 COLOCACIÓN DE CAPA DE BALASTO, con una Compactación a un 95% Próctor modificado. Para un ancho de 5.00 m, longitud especificada en el renglon 1 y espesor de 0.15 m. | | | | | | |
|---|---|----------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------|
| | DESCRIPCIÓN | Cantidad m3 | Rendimiento (m3/Hr) | Arrendamiento (Q/Hr) | Arrendamiento (Q/Hr) | Total |
| 6.1 | Excavadora | 3,100.00 | 75 | Q 500.00 | Q 650.00 | Q 26,877.00 |
| 6.2 | Combustible tractor excavadora (diesel) | 3,100.00 | 75 | Q 100.00 | Q 130.00 | Q 5,363.00 |
| 6.3 | Moto niveladora 125HP | 3,100.00 | 75 | Q 375.00 | Q 487.50 | Q 20,150.00 |
| 6.4 | Combustible tractor moto niveladora (diesel) | 3,100.00 | 75 | Q 100.00 | Q 130.00 | Q 5,363.00 |
| 6.5 | Compactadora tambor liso doble tracción 80 HP | 3,100.00 | 75 | Q 275.00 | Q 357.50 | Q 14,787.00 |
| 6.6 | Combustible tractor compactadora (diesel) | 3,100.00 | 75 | Q 100.00 | Q 130.00 | Q 5,363.00 |
| 6.7 | Camión de volteo 12m3(banco de materiales a una distancia no mayor a 5Km) | 3,100.00 | | | | Q 46,500.00 |
| 6.8 | Pipa regadora de 2000 galones | 3,100.00 | | | | Q 5,425.00 |
| Total de Renglón | | | | | | Q 129,828.00 |
| Precio Unitario | | | | | | Q 41.90 |

| 7 TRANSPORTE DE MAQUINARIA | | | | | | |
|-----------------------------------|--------------------------|----------|--------|--|--|--------------------|
| | Descripción | Cantidad | Unidad | | | Total |
| 7.1 | Transporte de maquinaria | 8.00 | flete | | | Q 36,000.00 |
| Total de Renglón | | | | | | Q 36,000.00 |
| Precio Unitario | | | | | | Q 4,500.00 |

| 8 | CUNETAS | | | | | |
|-------------------------|--|----------|--------|--|--|--------------------|
| | Descripción | Cantidad | Unidad | | | Total |
| 8.1 | Cunetas naturales de 0.50 m de ancho y 0.25m de profundidad. | 4,959.00 | ml | | | Q 8,380.71 |
| 8.2 | CUNETAS DE CONCRETO: con un espesor de 0.10 m, un ancho de 0.50m y 0.25m de profundidad. | 202.00 | ml | | | Q 19,836.40 |
| Total de Renglón | | | | | | Q 28,217.11 |

**CRONOGRAMA DE EJECUCION DEL PROYECTO
DISEÑO Y PLANIFICACION DE LA AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL CAMINO DE ACCESO DEL PUENTE
VEHICULAR ACTELÁ HACIA LA ALDEA ACTELÁ, MUNICIPIO DE SENAHÚ, DEPARTAMENTO DE ALTA
VERAPAZ.**

| Ítem | Descripción | Unidad | Cantidad | MES 1 | MES 2 | MES 3 | MES 4 | MES 5 |
|------|--|--------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | REPLANTEO TOPOGRAFICO, LIMPIA, CHAPEO Y DESTRONQUE | MI | 5,161.00 | █ | | | | |
| 2 | CORTE Y ACARREO | M3 | 13,424.65 | | █ | | | |
| 3 | RELLENO en capas no mayores de 0.30m. Y una compactación del 95% Proctor modificado. | M3 | 13,409.77 | | █ | | | |
| 4 | Drenaje Transversal con tubería de metal corrugado Ø 30", con una longitud de 6.00m, con 5° de desviación, caja receptora de 1.00x1.00x1.00(rostrros interiores) y espesor de 0.20m en un extremo y cabezal en el otro extremo(ver detalle adjunto). | U | 12.00 | | █ | | | |
| 5 | ESTABILIZACIÓN DE LA SUB-RASANTE, escarificación y compactación a un 95% proctor modificado. Para un ancho de 5.50m y longitud especificada en el renglón 1 de escarificación. | M2 | 23,225.00 | | | █ | | |
| 6 | COLOCACIÓN DE CAPA DE BALASTO, con una Compactación a un 95% Próctor modificado. Para un acho de 5.00 m, longitud especificada en el renglón 1 y espesor de 0.15 m. | M3 | 3,100.00 | | | | █ | |
| 7 | TRANSPORTE DE MAQUINARIA | Flete | 8.00 | █ | | | | |
| 8.1 | Cunetas naturales de 0.50 m de ancho y 0.25m de profundidad. | ml | 4,959.00 | | | | | █ |
| 8.2 | CUNETAS DE CONCRETO: con un espesor de 0.10 m, un ancho de 0.50m y 0.25m de profundidad. | ml | 202.00 | | | | | █ |

CONCLUSIONES

1. Como en toda obra de ingeniería, se puede notar que el mejoramiento del camino a través de este diseño es de suma importancia para la aldea Actelá, ya que este es el único camino de acceso por lo que facilitará el intercambio comercial y cultural de dicha región.
2. Se debe conocer que el diseño cumple con los requisitos estipulados en el Libro Azul de la Dirección General de Caminos, debido a que por el tipo de terreno existente el tipo de camino que se puede construir es el tipo F, tanto por los accidentes geográficos como los anchos de rodadura que no pueden ser mayores a 5.50 m.
3. El cálculo del valor del camino por Km es de Q. 180,000.00 aproximadamente, se encuentra dentro del rango aceptable para el tipo de obra, ya que actualmente el valor por Km varia de Q.150,000.00 a Q. 200,000.00.
4. El Ejercicio Profesional Supervisado, permite que el estudiante que finalizó sus estudios universitarios pueda aplicar la teoría adquirida durante el transcurso de la carrera de Ingeniería Civil con la práctica y así poder integrarse a la vida profesional, pues a través de ello se obtienen criterios, experiencias y madurez que vendrán a complementar la relación profesional.

RECOMENDACIONES

1. Por la necesidad del camino que la comunidad tiene del camino es aconsejable que por la variación de los precios en el tiempo y en el mercado, el proyecto se ejecute lo más pronto posible.
2. Que las autoridades municipales ejecuten este tipo de proyectos, por medio de organismos internacionales que ofrecen ayuda, con la participación de mano de obra de las comunidades a beneficiar, supervisando el avance de los proyectos constantemente para evitar que ocurran modificaciones inapropiadas.
3. Motivar a los pobladores de las aldeas y caseríos a que participen en la realización de los proyectos y en el mantenimiento adecuado a las obras ejecutadas, a partir de capacitaciones pertinentes.

BIBLIOGRAFÍA

1. COLOP GRAMAJO, Walfre Tallmay, Planificación y diseño del tramo carretero desde el entronque del caserío Xux, Cabrican, Quetzaltenango, hasta el final del caserío las minas, aldea de Quesiguan, Sipacapa, San Marcos. Tesis de graduación, Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1999.
2. Dirección General del Caminos, Especificaciones generales para la construcción de carreteras y puentes. Republica de Guatemala, Ingenieros Consultores de Centro América S. A., 2000.
3. FREDDERICK S. Merritt, Manual del ingeniero civil. México, MacGraw – Hill, 4ª. Edición, 1999.
4. RODRIGUEZ QUEZADA, Rosendo Rocael, Diseño de la ampliación y mejoramiento del camino de penetración de los caseríos de Chijuc – Paraguay y propuesta del reglamento de construcción urbana del municipio de Joyabaj departamento de El Quiché. Tesis de graduación, Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1997.

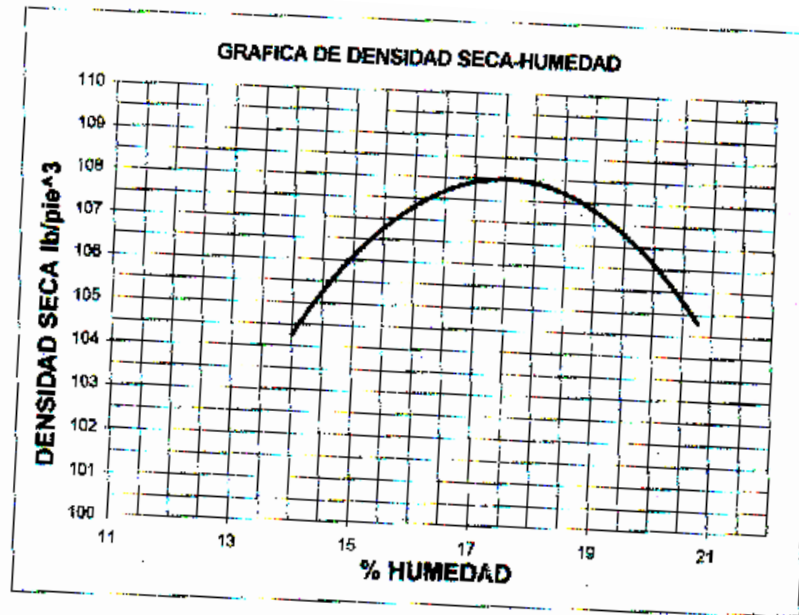
ANEXOS



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



INFORME No. 053 S. S. O. T. No. 19,686
Interesado: Dennis Salvador Argueta Mayorga, Yorik Alexander Campos Morales
Asunto: ENSAYO DE COMPACTACION Proctor Estándar: () Norma:
Proctor Modificado: (X) Norma: A. A. S. T. H. O. T-180
Proyecto: Acceso a Actelá
Ubicación: Municipio de Senahú, Alta Verapaz
Fecha: 23 junio de 2006



Muestra No.: 1
Descripción del suelo: Arena limosa color gris con fragmentos de roca
Densidad seca máxima γ_{dmax} : 1,730 tn/m^3 108 lb/ft³
Humedad óptima Hop.: 17,5 %
Observaciones: Muestra proporcionada por el interesado.

Atentamente,

Vo. Bo.

Ing. Cesar Alfonso Garcia Guerra
DIRECTOR CII/USAC

Ing. Omar Enrique Medrano Mendez
Jefe Sección Mecánica de Suelos





**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



INFORME No. 054 S. S.

O. T. No. 19,686

Interesado: Dennis Salvador Argueta Mayorga, Yorik Alexander Campos Morales

Asunto: Ensayo de Razón Soporte California (C.B.R.)

Norma: A. A. S. T. H. O. T-193

Proyecto: Acceso a Actelá

Ubicación: Municipio de Senahú, Alta Verapaz

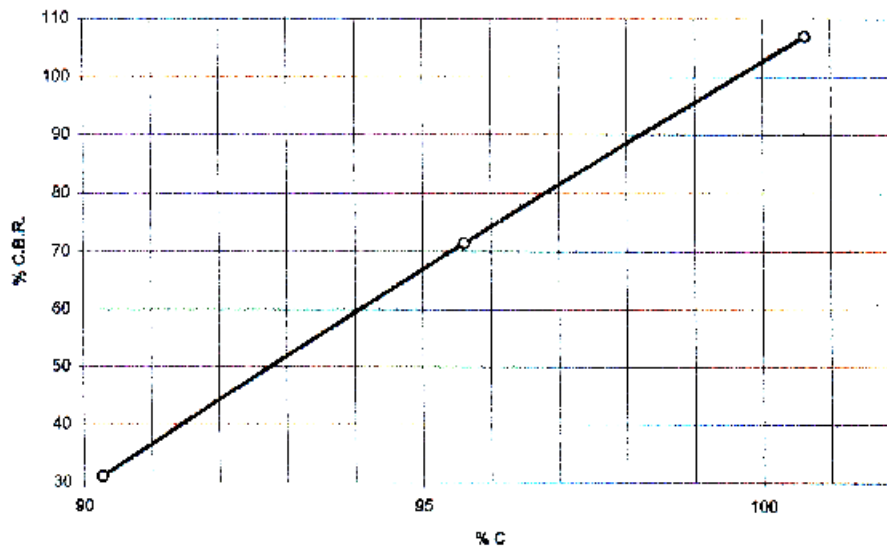
Descripción del suelo: Arena limosa color gris con fragmentos de roca

Muestra No.: 1

Fecha: 23 junio de 2006

| PROBETA No. | GOLPES No. | A LA COMPACTACION | | C (%) | EXPANSION (%) | C.B.R. (%) |
|----------------|---------------|-------------------|---------------------------------|----------|------------------|---------------|
| | | H (%) | γ_d (kg/m ³) | | | |
| 1 | 10 | 17,1 | 1581,7 | 90,27 | 0,0 | 31,1 |
| 2 | 30 | 17,1 | 1654,1 | 95,60 | 0,0 | 71,3 |
| 3 | 65 | 17,1 | 1740,9 | 100,82 | 0,0 | 106,9 |

GRAFICA DE % C.B.R.-% DE COMPACTACION



Atentamente,

Vo. Bo.

Ing. Cesar Alfonso García Guerra
DIRECTOR CII/USAC

Omar E. Medrano Mendez
Ing. Omar Enrique Medrano Mendez
Jefe Sección Mecánica de Suelos





**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



INFORME No. 055 S. S.

O. T. No. 19,686

Interesado: Dennis Salvador Argueta Mayorga, Yorik Alexander Campos Morales

Tipo de Ensayo: Análisis Granulométrico, con tamices y lavado previo

Norma: A. A. S. T. H. O. T-27

Proyecto: Acceso a Actelá

Ubicación: Municipio de Senahú, Alta Verapaz

Fecha: 23 junio de 2006

Muestra No.: 1

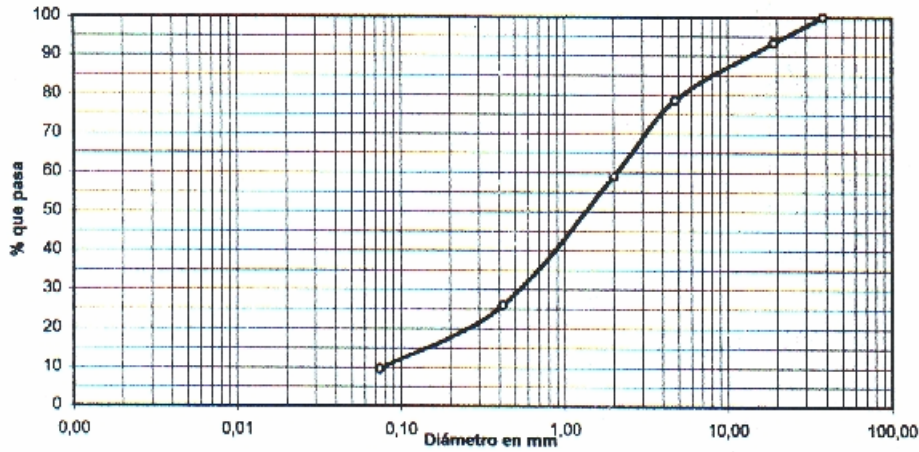
Muestra No. 1

| Análisis con Tamices: | | |
|-----------------------|---------------|------------|
| Tamiz | Abertura (mm) | % que pasa |
| 1 1/2" | 38,10 | 100,00 |
| 3/4" | 19,05 | 93,33 |
| 4 | 4,76 | 78,61 |
| 10 | 2,00 | 59,06 |
| 40 | 0,42 | 25,93 |
| 200 | 0,074 | 9,80 |

% de Grava: 21,4

% de Arena: 69,0

% de Finos: 9,6



Descripción del suelo: Arena limosa color gris con fragmentos de roca

Clasificación: S.C.U.: SM P.R.A.: A-1b

Observaciones: Muestra tomada por el interesado.

Atentamente,

Vo. Bo.

Ing. Cesar Alfonso García Guerra
DIRECTOR CII/USAC

Omar E. Medrano Mendez
Ing. Omar Enrique Medrano Mendez
Jefe Sección Mecánica de Suelos





CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



INFORME No. 056 S. S.

O. T. No. 19,686

Interesado: Dennis Salvador Argueta Mayorga, Yorik Alexander Campos Morales
Proyecto: Acceso a Actelá
Asunto: ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG
Norma: A. A. S. T. H. O. T-89 y T-90

Ubicación: Municipio de Senahú, Alta Verapaz

Fecha: 23 junio de 2006

RESULTADOS:

| ENSAYO No. | MUESTRA No. | L.L. (%) | I.P. (%) | C.S.U. * | DESCRIPCION DEL SUELO |
|------------|-------------|-------------|----------|----------|--|
| 1 | | No plastico | | SM | Arena limosa color gris con frag. Roca |

(*) C.S.U. = CLASIFICACION SISTEMA UNIFICADO

Observaciones: Muestra tomada por los interesados.

Atentamente,

Vo. Bo.


Ing. Cesar Alfonso García Guerra
DIRECTOR CII/USAC


Ing. Omar Enrique Medrano Mendez
Jefe Sección Mecánica de Suelos



PLANTA GENERAL DEL CAMINO DE ACCESO DEL PUENTE VEHICULAR ACTELÁ HACIA LA ALDEA ACTELÁ

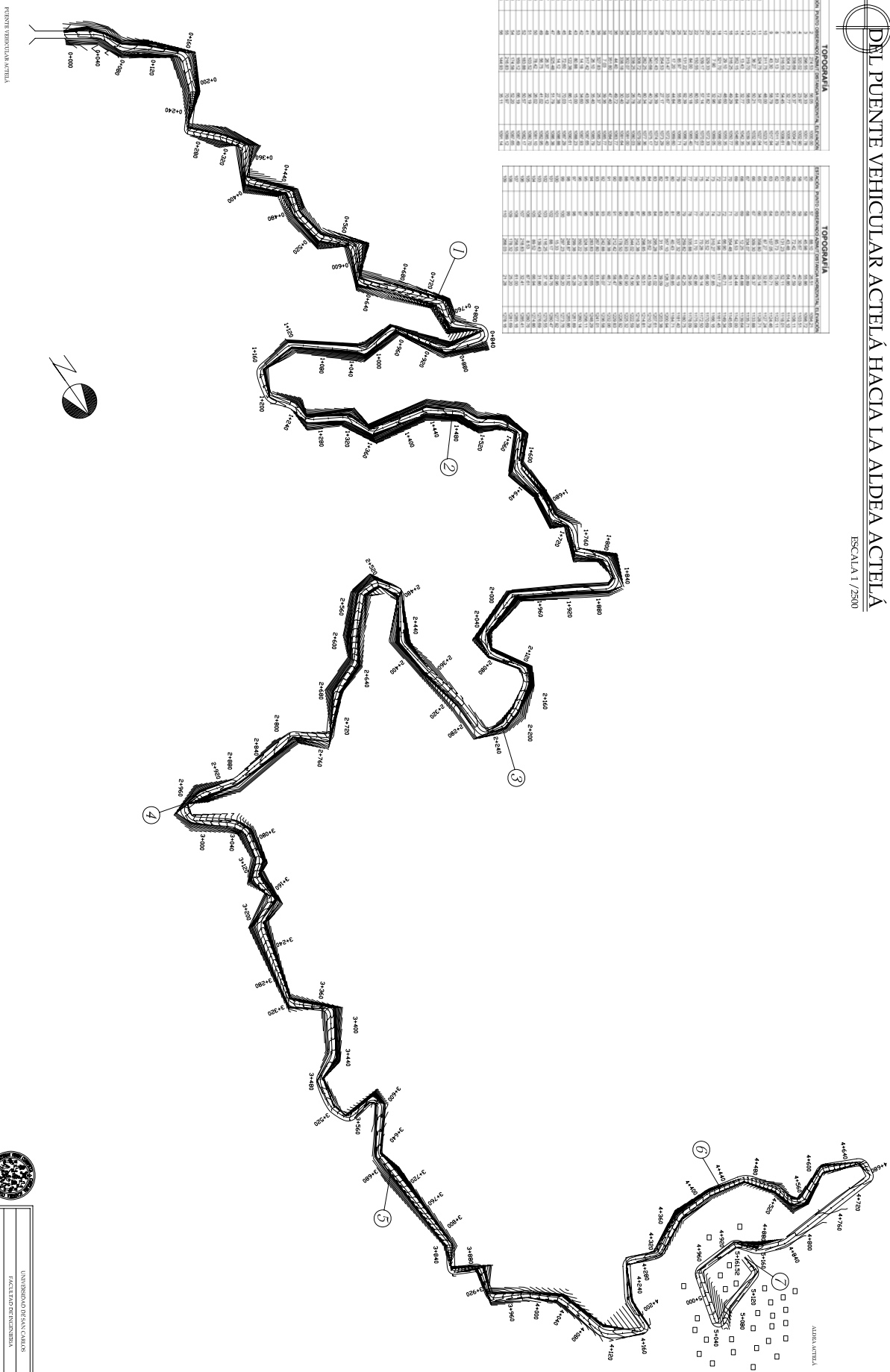
ESCALA 1 / 2500

TOPOGRAFIA

| ESTACION | PUNTO OBSERVADO | COORDENADAS | ALTURAS |
|----------|-----------------|-------------|---------|
| 1 | ... | ... | ... |
| 2 | ... | ... | ... |
| 3 | ... | ... | ... |
| 4 | ... | ... | ... |
| 5 | ... | ... | ... |
| 6 | ... | ... | ... |
| 7 | ... | ... | ... |
| 8 | ... | ... | ... |
| 9 | ... | ... | ... |
| 10 | ... | ... | ... |
| 11 | ... | ... | ... |
| 12 | ... | ... | ... |
| 13 | ... | ... | ... |
| 14 | ... | ... | ... |
| 15 | ... | ... | ... |
| 16 | ... | ... | ... |
| 17 | ... | ... | ... |
| 18 | ... | ... | ... |
| 19 | ... | ... | ... |
| 20 | ... | ... | ... |
| 21 | ... | ... | ... |
| 22 | ... | ... | ... |
| 23 | ... | ... | ... |
| 24 | ... | ... | ... |
| 25 | ... | ... | ... |
| 26 | ... | ... | ... |
| 27 | ... | ... | ... |
| 28 | ... | ... | ... |
| 29 | ... | ... | ... |
| 30 | ... | ... | ... |
| 31 | ... | ... | ... |
| 32 | ... | ... | ... |
| 33 | ... | ... | ... |
| 34 | ... | ... | ... |
| 35 | ... | ... | ... |
| 36 | ... | ... | ... |
| 37 | ... | ... | ... |
| 38 | ... | ... | ... |
| 39 | ... | ... | ... |
| 40 | ... | ... | ... |
| 41 | ... | ... | ... |
| 42 | ... | ... | ... |
| 43 | ... | ... | ... |
| 44 | ... | ... | ... |
| 45 | ... | ... | ... |
| 46 | ... | ... | ... |
| 47 | ... | ... | ... |
| 48 | ... | ... | ... |
| 49 | ... | ... | ... |
| 50 | ... | ... | ... |
| 51 | ... | ... | ... |
| 52 | ... | ... | ... |
| 53 | ... | ... | ... |
| 54 | ... | ... | ... |
| 55 | ... | ... | ... |
| 56 | ... | ... | ... |
| 57 | ... | ... | ... |
| 58 | ... | ... | ... |
| 59 | ... | ... | ... |
| 60 | ... | ... | ... |


TOPOGRAFIA

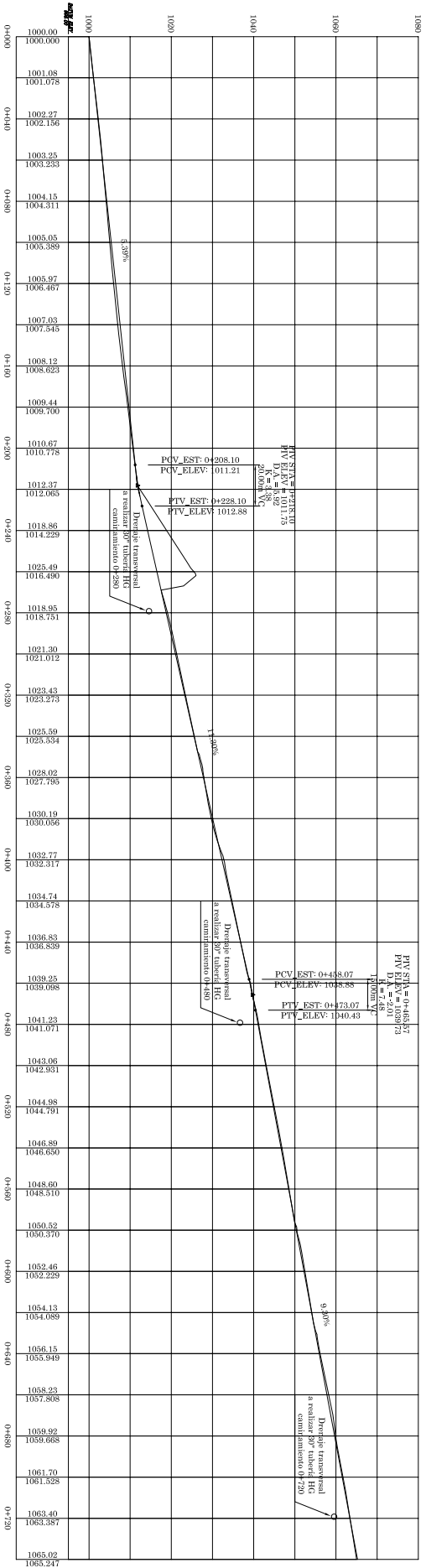
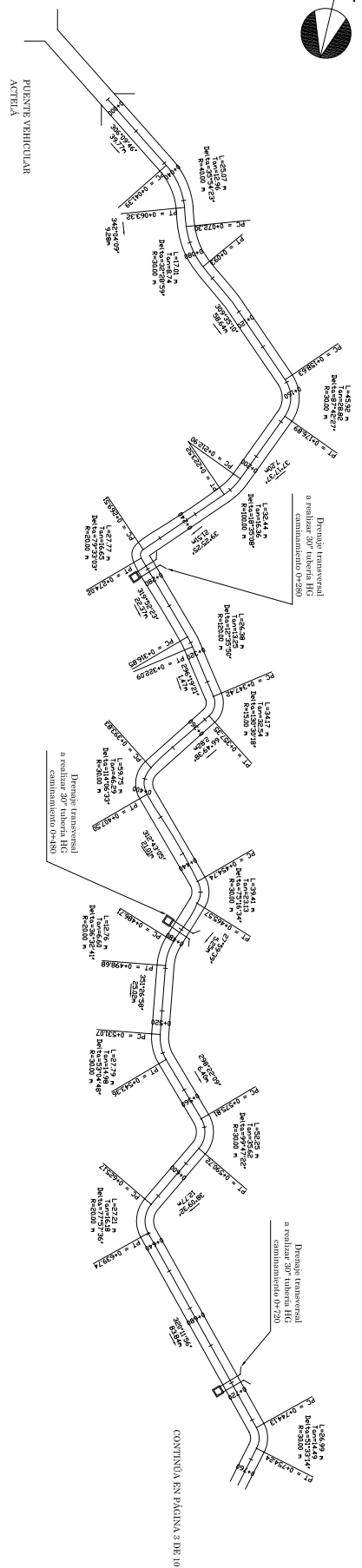
| ESTACION | PUNTO OBSERVADO | COORDENADAS | ALTURAS |
|----------|-----------------|-------------|---------|
| 61 | ... | ... | ... |
| 62 | ... | ... | ... |
| 63 | ... | ... | ... |
| 64 | ... | ... | ... |
| 65 | ... | ... | ... |
| 66 | ... | ... | ... |
| 67 | ... | ... | ... |
| 68 | ... | ... | ... |
| 69 | ... | ... | ... |
| 70 | ... | ... | ... |
| 71 | ... | ... | ... |
| 72 | ... | ... | ... |
| 73 | ... | ... | ... |
| 74 | ... | ... | ... |
| 75 | ... | ... | ... |
| 76 | ... | ... | ... |
| 77 | ... | ... | ... |
| 78 | ... | ... | ... |
| 79 | ... | ... | ... |
| 80 | ... | ... | ... |
| 81 | ... | ... | ... |
| 82 | ... | ... | ... |
| 83 | ... | ... | ... |
| 84 | ... | ... | ... |
| 85 | ... | ... | ... |
| 86 | ... | ... | ... |
| 87 | ... | ... | ... |
| 88 | ... | ... | ... |
| 89 | ... | ... | ... |
| 90 | ... | ... | ... |
| 91 | ... | ... | ... |
| 92 | ... | ... | ... |
| 93 | ... | ... | ... |
| 94 | ... | ... | ... |
| 95 | ... | ... | ... |
| 96 | ... | ... | ... |
| 97 | ... | ... | ... |
| 98 | ... | ... | ... |
| 99 | ... | ... | ... |
| 100 | ... | ... | ... |



PUENTE VEHICULAR ACTELÁ



| | |
|--|--|
|  | |
| UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS FACULTAD DE INGENIERIA E.T.S. | |
| COORDINADOR ACTUAL JOSE ANTONIO CAMPOS TORREALBA | |
| PLANIFICADOR PLANTEAMIENTO PROYECTO DISEÑO Y ELABORACION DE LA DOCUMENTACION TECNICA Y GRAFICA DEL PROYECTO DE OBRAS DE INGENIERIA DE VIAL Y VIAL | |
| ESCALA: 1/2500 FECHA: 2012 V.O.: B. | |
| DISEÑADOR JOSE ANTONIO CAMPOS TORREALBA | |
| ESCALA: 1/2500 FECHA: 2012 V.O.: B. | |
| DISEÑADOR JOSE ANTONIO CAMPOS TORREALBA | |



PLANTA - PERFIL

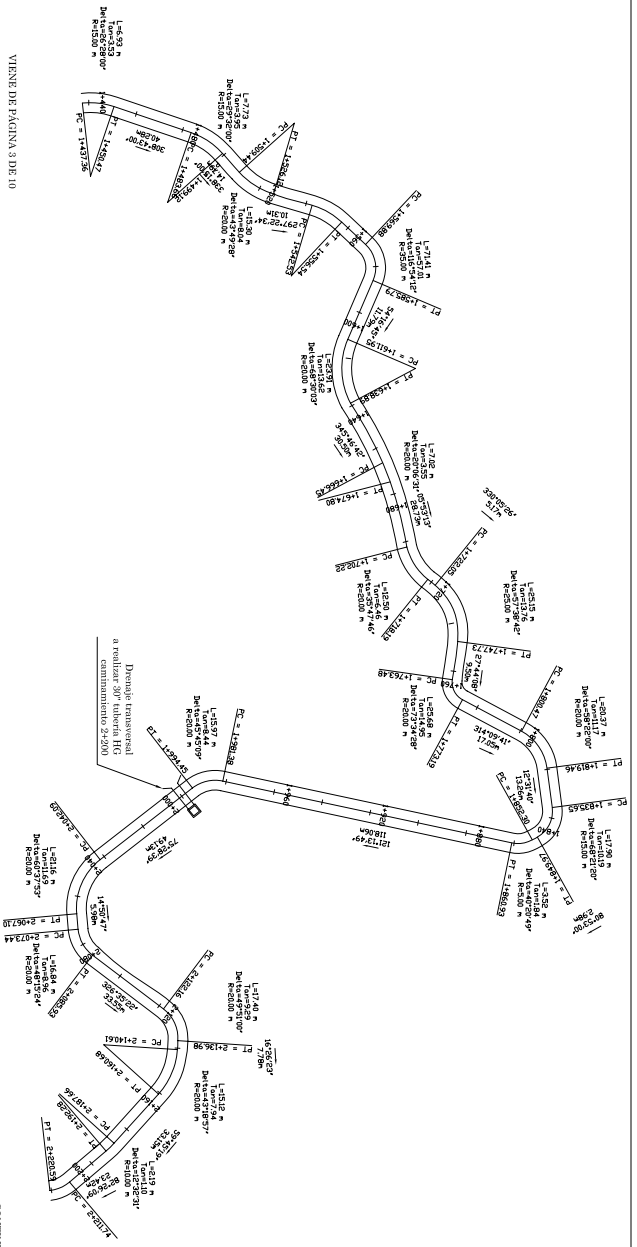
DE 0+000 A 0+740

ESCALA H 1/1000
ESCALA V 1/500



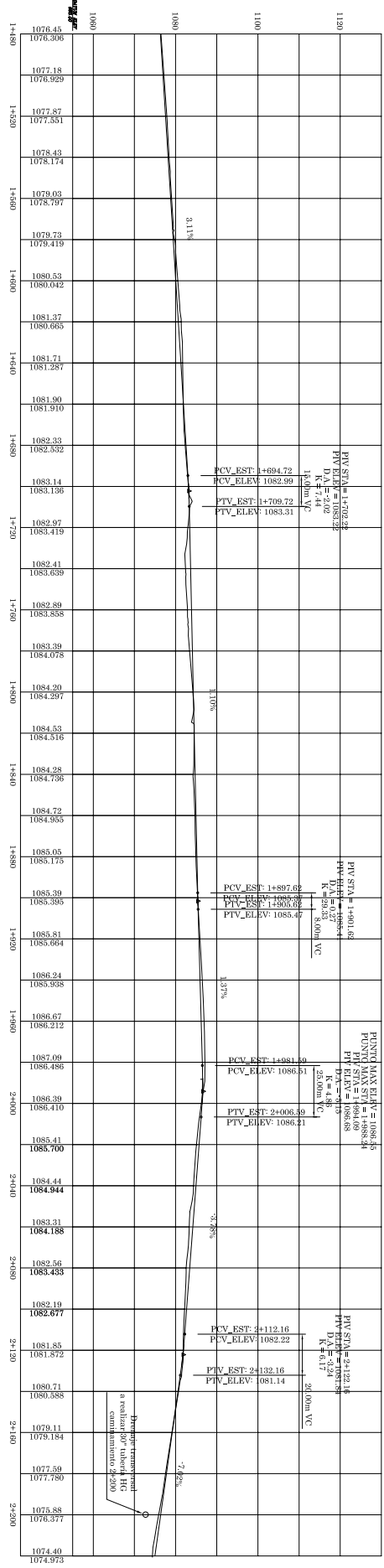
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
E.T.C.

| | | |
|---------------------------|--------------|---------------------------------|
| CONCEPTO ACTIVA | GRUPO | YOMAR ALVARADO CAMPOS TORREALBA |
| TITULO DE PLANTA - PERFIL | ESCALA | 1:1000 |
| PROYECTO | FECHA | SEPTIEMBRE 2016 |
| INDICACIONES | VALOR | 2/10 |
| INDICACIONES | INDICACIONES | |
| INDICACIONES | INDICACIONES | |



VERNE DE PÁGINA 3 DE 10

CONTINUA EN PÁGINA 4 DE 10



PLANTA - PERFIL

DE 1+480 A 2+220

ESCALA H 1/1000
ESCALA V 1/500

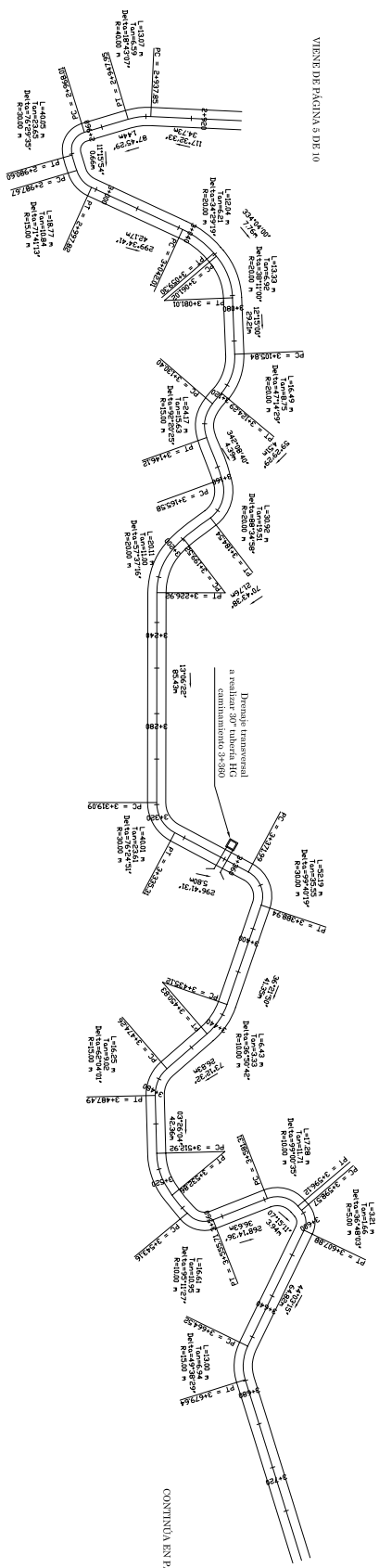


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
E.E.

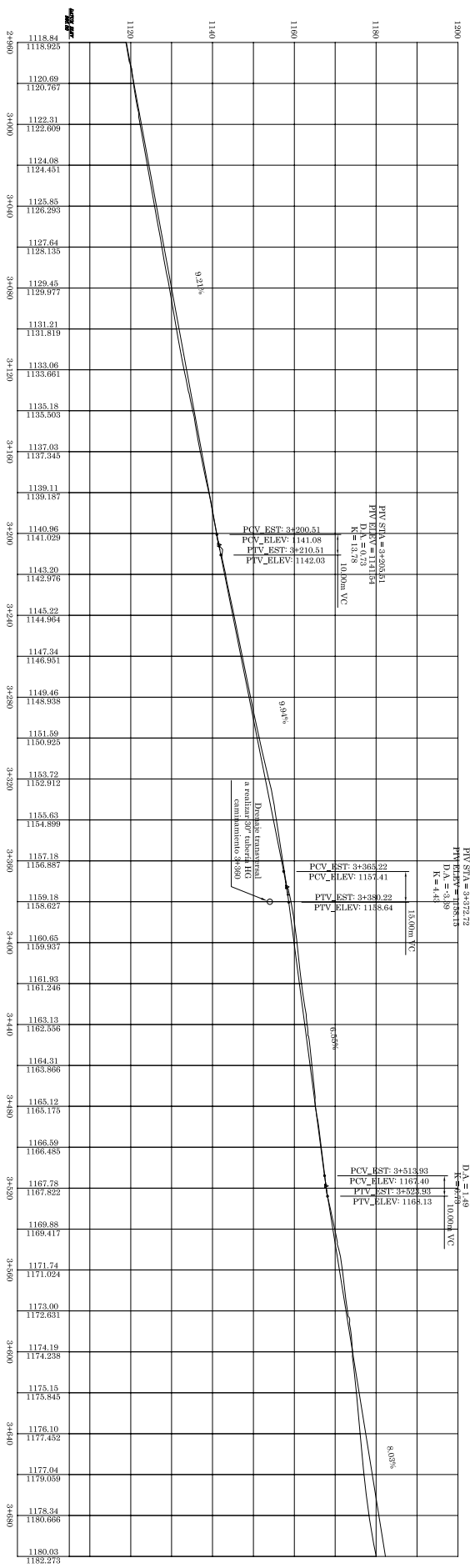
COORDINADOR: **YONER ALEXANDER CARRAS ROSALES**
 TITULAR: **PLANTA - PERFIL**
 ESCALA: **INDICACION**
 FECHA: **4/10**
 INSTITUCION: **UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**
 FACULTAD: **INGENIERIA**
 DEPARTAMENTO: **INGENIERIA CIVIL**



VHENE DE PÁGINA 5 DE 10



CONTINUA EN PÁGINA 7 DE 10



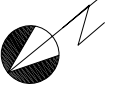
EST 2-960 A EST 3+700

ESCALA H 1/1000
ESCALA V 1/500

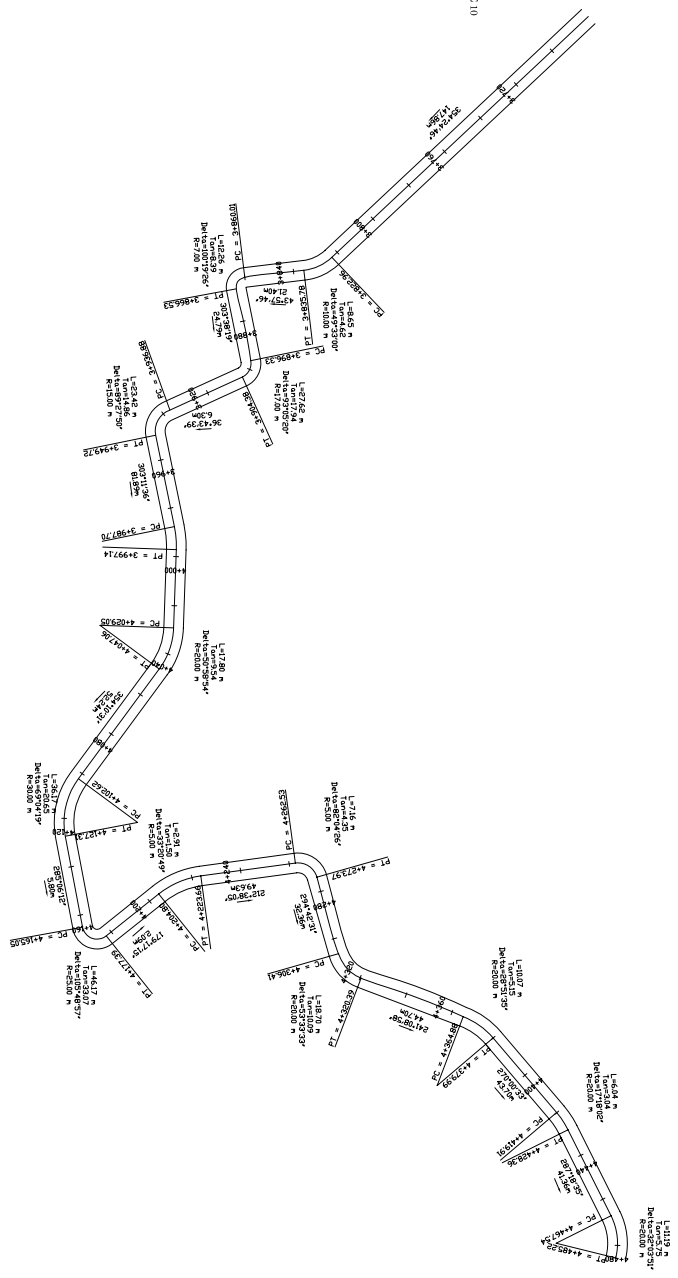


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE INGENIERÍA
E.T.E.

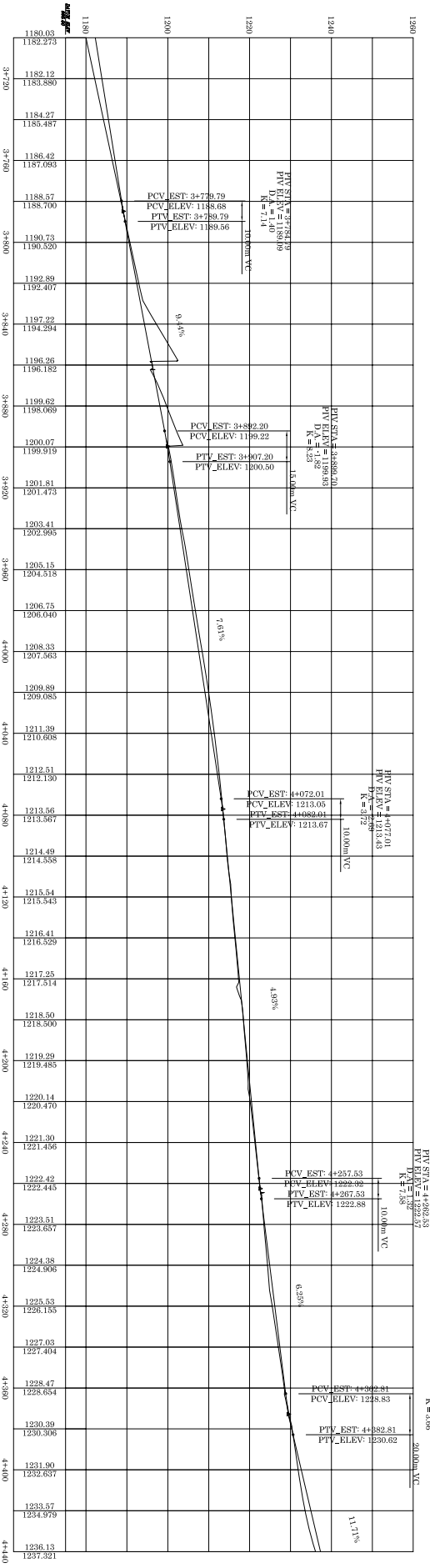
| | | |
|--------------------------|------------|-------------------------|
| CONCEPTO ACTIVA | GRUPO | YOMER ALVARADO GONZALEZ |
| PLANO DE PLANTA - PERFIL | ESCALA | 1/1000 |
| PROYECTO | FECHA | SEPTIEMBRE 2006 |
| UBICACION DEL PROYECTO | NO. DE | 6/10 |
| PROYECTO | INDICACION | |
| PROYECTO | INDICACION | |
| PROYECTO | INDICACION | |



VIENTE DE PAGINA 6 DE 10



CONTINUA EN PAGINA 8 DE 10



PLANTA - PERFIL

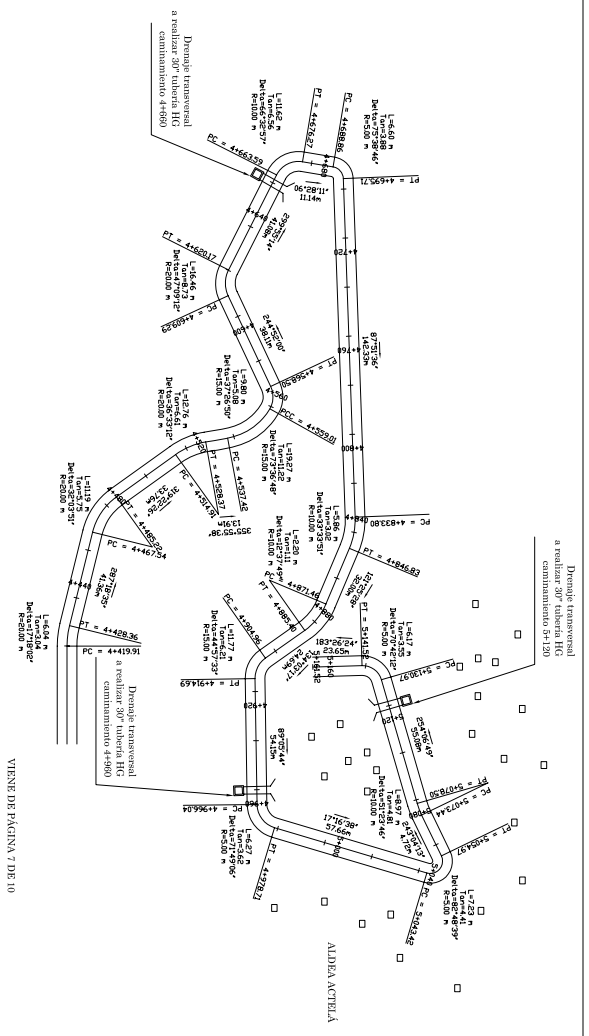
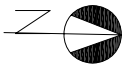
EST 3+700 A EST 3+440

ESCALA H 1/1000
ESCALA V 1/500

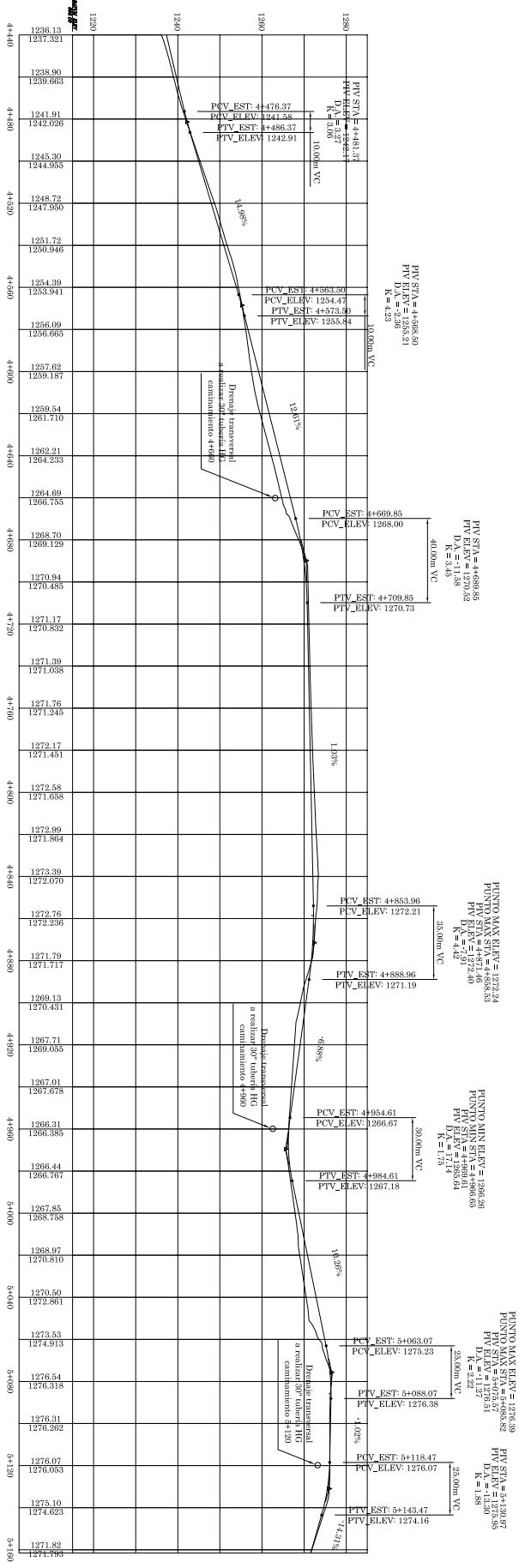


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
E.T.C.

| | |
|-------------|-------------------------|
| PROYECTO: | CONCRETO ACTIVO |
| CLIENTE: | COMUNIDAD DE SAN CARLOS |
| ESCALA: | 1:1000 |
| FECHA: | 17/10 |
| INGENIERO: | INGENIERO CIVIL |
| PROFESOR: | INGENIERO CIVIL |
| ESTUDIANTE: | INGENIERO CIVIL |
| GRUPO: | INGENIERIA CIVIL |



VIENE DE PAGINA 7 DE 10



PLANTA - PERFIL

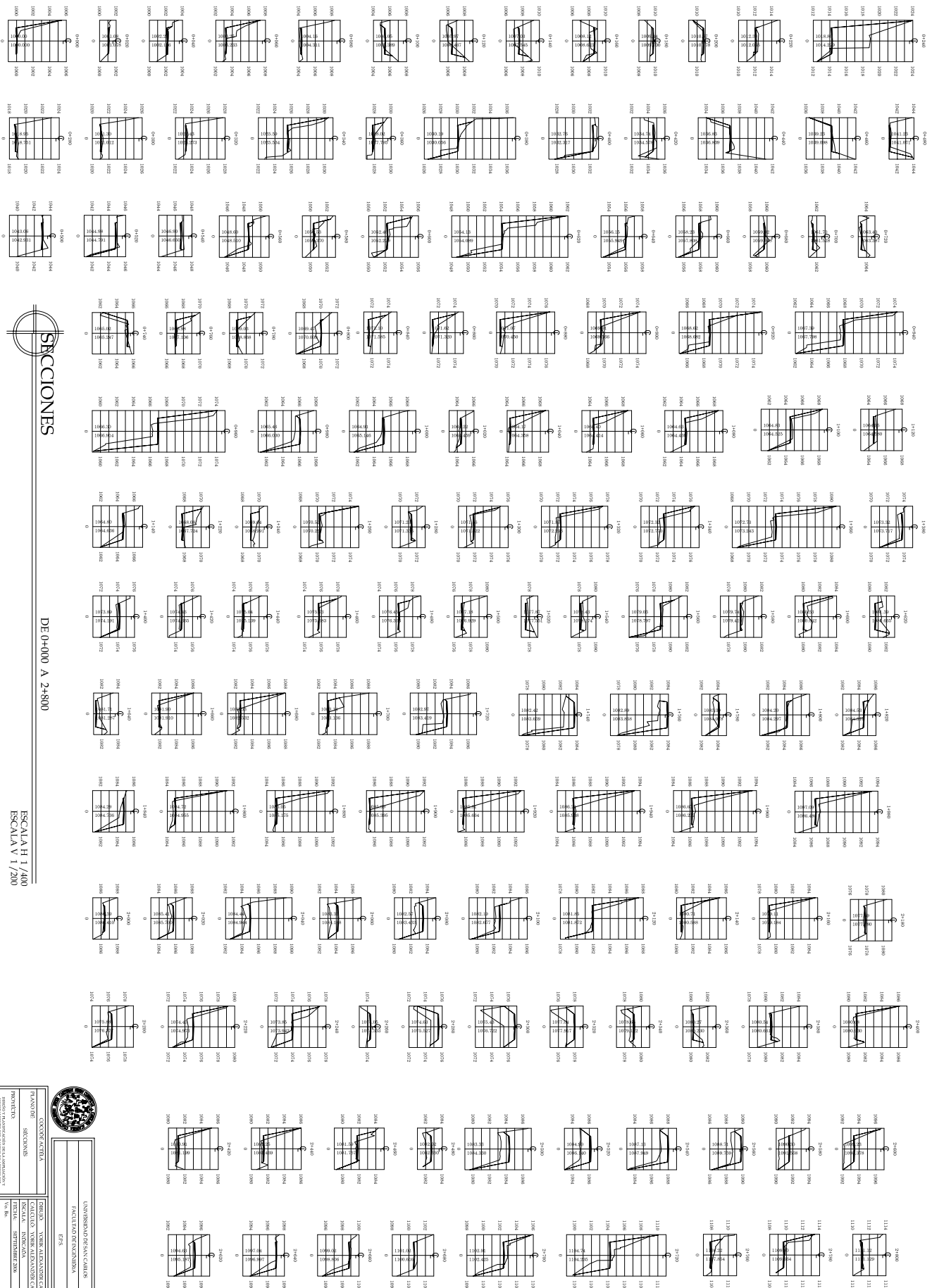
DE 4+440 A 5+161

ESCALA H 1/1000
ESCALA V 1/500



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE NICARAGUA
FACULTAD DE INGENIERÍA
E.I.E.

COORDINADOR: YONIR ALVARADO CARRASQUILLA
PROYECTO: PLAN DE MANEJO DEL RÍO SAN CARLOS
ESCALA: 1/500
FECHA: 8/10
DISEÑADOR: YONIR ALVARADO CARRASQUILLA
REVISOR: YONIR ALVARADO CARRASQUILLA
APROBADO: YONIR ALVARADO CARRASQUILLA
DIRECCIÓN GENERAL DE INGENIERÍA



SECCIONES

DE 0-000 A 2-800

ESCALAH 1/400
ESCALAV 1/200

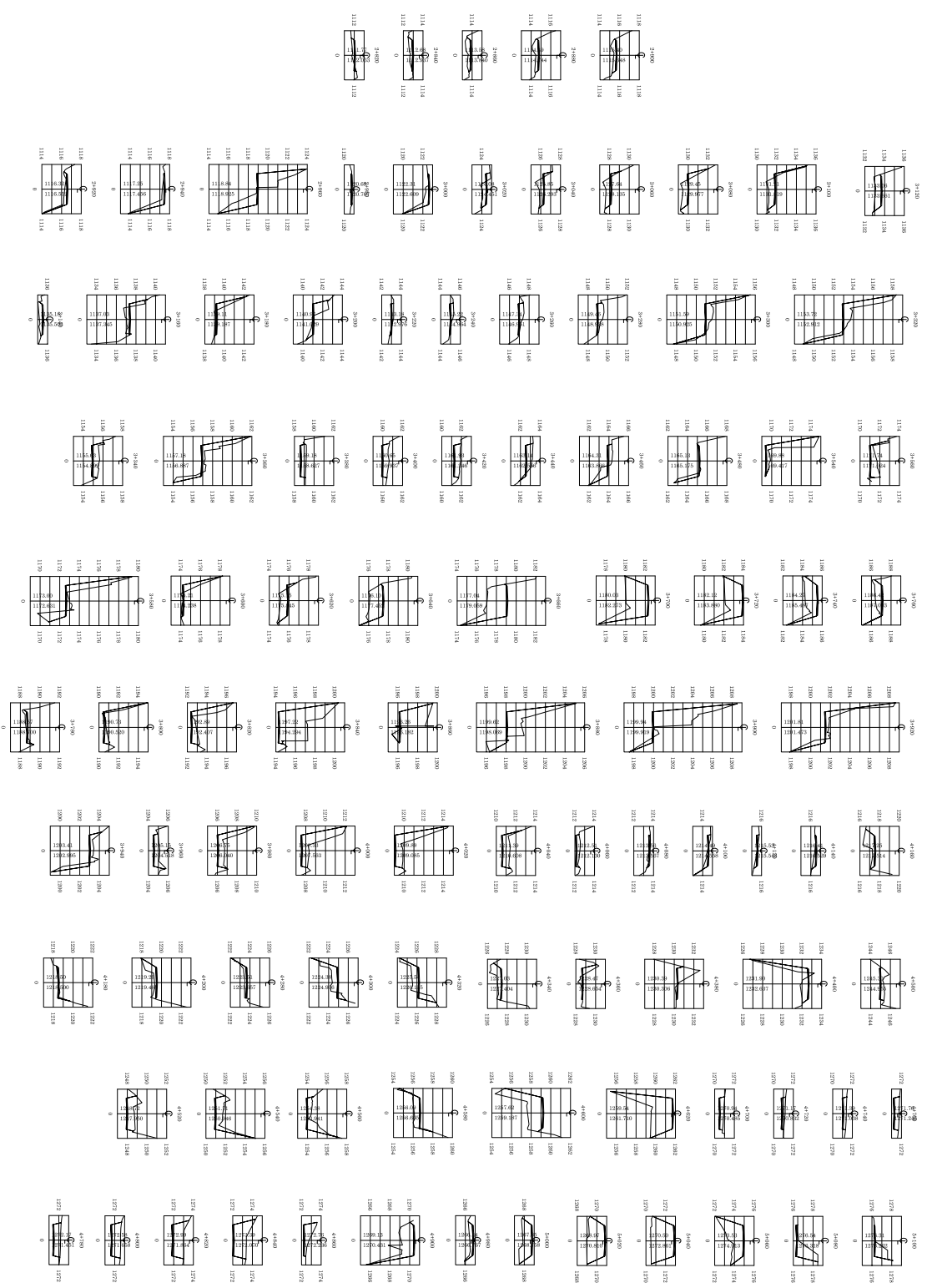


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE INGENIERIA
E.I.S.

CENTRO DE INVESTIGACIONES Y DESARROLLOS
EN INGENIERIA Y ARQUITECTURA
C.I.D.A. - I.D.A.
CALLE 13-01, ZONA 13
GUATEMALA, GUATEMALA

PROYECTO: ESCALAS Y SECCIONES
AUTOR: INGENIERO CIVIL
FECHA: 2018
Escala: 9/10

DISEÑADOR: INGENIERO CIVIL
REVISOR: INGENIERO CIVIL
APROBADO: INGENIERO CIVIL



SECCIONES

DE 2+820 A 5+100

ESCALA H 1/400
ESCALA V 1/200



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE INGENIERIA
E-15

CONCRETO ARMADO
DISEÑO DE SECCIONES

PROYECTO: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA ESCALERA DE ACCESO AL PABELLÓN DE LA FACULTAD DE INGENIERIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUAYMAS.
AUTOR: M. G. GONZALEZ
FECHA: 10/10/10

PROFESOR ADJUNTO

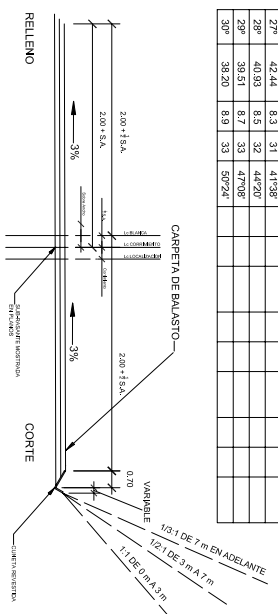
PERALTE RECOMENDADO, MINIMAS LONGITUDES DE TRANSICION Y DELTAS MINIMOS

| G | 30/30M | | 40/30M | | 50/30M | | 60/30M | | 70/30M | |
|-----|----------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|------|--------|------|
| | Ln | Δ | Ln | Δ | Ln | Δ | Ln | Δ | Ln | Δ |
| 1° | 1.145,92 | BN 17 | 2,24 | BN 23 | 2,24 | BN 28 | 2,15 | 1.4 | 3.4 | 1,4 |
| 2° | 572,96 | BN 17 | 2,44 | BN 23 | 3,09 | 1.9 | 2,48 | 2.8 | 3.4 | 3,24 |
| 3° | 381,97 | BN 17 | 3,16 | BN 23 | 3,24 | 2.9 | 2,8 | 4,12 | 4.1 | 3.4 |
| 4° | 286,48 | 1.4 | 3,24 | 2.5 | 2.3 | 4,28 | 3.8 | 2,8 | 5,36 | 5.5 |
| 5° | 229,18 | 1.7 | 4,15 | 3.1 | 2.3 | 5,45 | 4.8 | 2,8 | 7,00 | 6.8 |
| 6° | 190,99 | 2.1 | 5,06 | 3.7 | 2.3 | 6,54 | 5.8 | 2,8 | 8,40 | 7.9 |
| 7° | 163,70 | 2.4 | 5,97 | 4.3 | 2.3 | 8,24 | 6.6 | 3.1 | 10,44 | 8.8 |
| 8° | 143,24 | 2.8 | 6,88 | 4.9 | 2.3 | 9,12 | 7.4 | 3.4 | 13,46 | 9.8 |
| 9° | 127,32 | 3.1 | 7,93 | 5.5 | 2.3 | 10,24 | 8.1 | 3.8 | 16,57 | 9.8 |
| 10° | 114,59 | 3.5 | 8,90 | 6.1 | 2.6 | 12,49 | 8.7 | 4.0 | 20,14 | 10.0 |
| 11° | 104,17 | 3.8 | 9,21 | 6.6 | 2.8 | 15,15 | 9.1 | 4.2 | 23,16 | |
| 12° | 95,49 | 4.2 | 1,0 | 7,1 | 3.0 | 17,54 | 9.5 | 4.4 | 26,30 | |
| 13° | 88,15 | 4.5 | 1,0 | 7,6 | 3.2 | 20,45 | 9.8 | 4.6 | 29,37 | |
| 14° | 81,85 | 4.8 | 1,0 | 8,0 | 3.4 | 23,31 | 9.9 | 4.6 | 32,43 | |
| 15° | 76,39 | 5.2 | 1,0 | 8,4 | 3.5 | 26,28 | 10.0 | 4.7 | 34,52 | |
| 16° | 71,62 | 5.5 | 2,1 | 16,30 | 8.7 | 3,7 | 29,14 | | | |
| 17° | 67,41 | 5.8 | 2,2 | 16,29 | 9.0 | 3,8 | 32,05 | | | |
| 18° | 63,66 | 6.1 | 2,3 | 20,05 | 9.3 | 3,9 | 35,09 | | | |
| 19° | 60,31 | 6.4 | 2,4 | 22,48 | 9.5 | 4,0 | 37,54 | | | |
| 20° | 57,30 | 6.7 | 2,5 | 25,07 | 9.7 | 4,1 | 40,44 | | | |
| 21° | 54,57 | 7.0 | 2,6 | 27,34 | 9.8 | 4,1 | 43,13 | | | |
| 22° | 52,09 | 7.2 | 2,7 | 29,42 | 9.9 | 4,2 | 45,64 | | | |
| 23° | 49,82 | 7.5 | 2,8 | 32,21 | 10.0 | 4,2 | 48,18 | | | |
| 24° | 47,75 | 7.8 | 2,9 | 35,06 | 10.0 | 4,2 | 50,24 | | | |
| 25° | 45,85 | 7.9 | 3,0 | 37,30 | | | | | | |
| 26° | 44,07 | 8.1 | 3,1 | 40,05 | | | | | | |
| 27° | 42,44 | 8.3 | 3,1 | 41,38 | | | | | | |
| 28° | 40,93 | 8.5 | 3,2 | 44,20 | | | | | | |
| 29° | 39,51 | 8.7 | 3,3 | 47,08 | | | | | | |
| 30° | 38,20 | 8.9 | 3,3 | 50,24 | | | | | | |

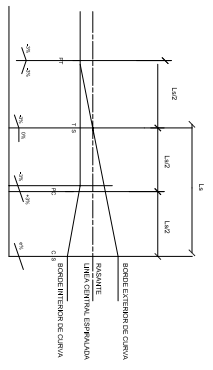
| VELOCIDAD EN KPH | SOBREENCHOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------|---------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | GRADOS DE CURVATURA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 30 | AN | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 0.8 | 0.9 | 1.0 | 1.0 | 1.1 | 1.2 | 1.3 | 1.3 | 1.4 | 1.4 | 1.5 | 1.6 | 1.6 |
| 40 | AN | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 0.8 | 0.9 | 0.9 | 1.0 | 1.1 | 1.2 | 1.2 | 1.3 | 1.4 | 1.4 | 1.5 | 1.6 | 1.6 |
| 50 | AN | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 0.8 | 0.9 | 1.0 | 1.0 | 1.1 | 1.2 | 1.2 | 1.3 | 1.4 | 1.4 | 1.5 | 1.6 | 1.6 |
| 60 | AN | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 0.8 | 0.9 | 1.0 | 1.0 | 1.1 | 1.2 | 1.3 | 1.4 | 1.4 | 1.5 | 1.6 | 1.6 | 1.6 |

AN = ANCHO NORMAL

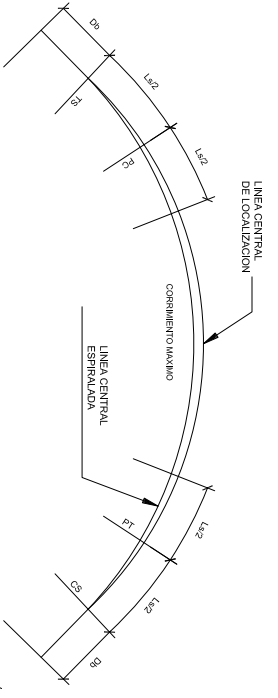
DATOS TOMADOS DE LA TABLA SOBREENCHOS EN METROS PARA ANCHOS DE CALZADA EN METROS Y VELOCIDADES EN KPH, DE LA DIRECCION GENERAL DE CAMINOS



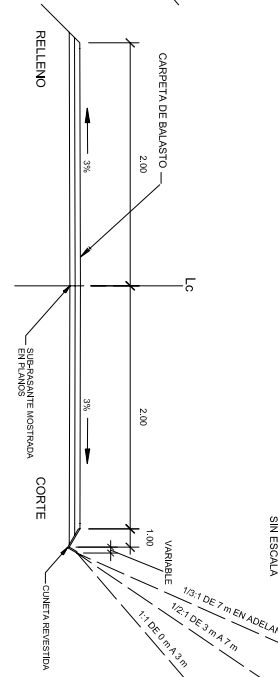
ALINEACION DE CURVA SIN ESCALA



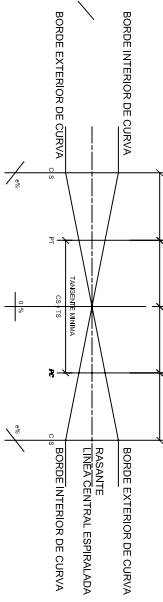
DETALLE GIRO DEL PERALTE CUANDO LA TANGENTE ES LARGA FIGURA 2 SIN ESCALA



DETALLE DE APLICACION DE CORRIMIENTO FIGURA 1 SIN ESCALA



ALINEACION RECTA SIN ESCALA



DETALLE GIRO DEL PERALTE CUANDO LA TANGENTE ES MINIMA FIGURA 3 SIN ESCALA

- NOTAS:
- 1.- EN EL TRAZO DE LA LINEA CENTRAL SE SIGUIERON CURVAS CIRCULARES SIMPLES CUYO GRADO DE CURVATURA SE DEFINE COMO EL ANGULO SUBTENDIDO POR UN ARCO DE 20 METROS.
 - 2.- LA LINEA CENTRAL ASPHALADA SE FORMARA APLICANDO HACIA EL INTERIOR DE LA CURVA, CORRIMIENTOS A LA LINEA CENTRAL DE LOCALIZACION OBTENIDOS DE LOS GRAFICOS CORRESPONDIENTES (VER FIGURA 1)
 - 3.- LA RASANTE FUE DISEÑADA CONFORME AL ESTACIONAMIENTO DEL EJE DEL PROYECTO Y SERA TAMBIEN EL DE LA LINEA ESPRALADA MENOS DE DICHA ESPRAL.
 - 4.- LA VARIACION DE LA SOBREENLEVACION SE HARA GRADUALMENTE A LO LARGO DE LA ESPRAL.
 - 5.- EL GIRO PARA OBTENER EL PERALTE SE HARA SOBRE EL EJE DE LA SECCION (VER FIGURAS 2 Y 3)
 - 6.- LA DISTANCIA "D" INDICADA EN LA FIGURA 2 PARA PASAR DE SECCION CON BOMBO A INICIO DE ESPRAL, VARIA CON LA VELOCIDAD DE DISEÑO.
 - 7.- EL SOBREENCHICO MAXIMO EN CURVAS SE OBTIENE DE LA TABLA CORRESPONDIENTE EN FUNCION DEL GRADO DE CURVATURA Y LA VELOCIDAD DE DISEÑO.
 - 8.- EL SOBREENCHICO SE DARA EN FORMA PROPORCIONAL A LO LARGO DE LA ESPRAL.

NOMENCLATURA

- CS - Punto de cambio de Curvado a Espiral.
- TX - Punto de Cambio de Espiral a Tangente.
- PC - Principio de Curva.
- PT - Principio de Tangente.
- PI - Punto de Intersección de Tangentes.
- LA - Longitud de Arco.
- Lc - Longitud de Espiral.
- Ls - Línea Central.
- Sa - Sobreenchico.
- g% - Porcentaje de Peralte.

- 5.- LOS MINIMOS VALORES DE LONGITUD DE ESPRAL RECOMENDADOS EN ESTE DISEÑO SON LOS MENCIONADOS EN LAS TABLAS SIGUIENTES RECORRIDAS EN 2 SEGUNDOS A LA VELOCIDAD DE DISEÑO.

PROYECTO: **INVESTIGACION Y DISEÑO DE LA OBRERA 3**

CONSTRUCCION: **DETALLE**

FECHA: **1/1/2011**

PROYECTISTA: **ING. JUAN CARLOS GONZALEZ**

REVISOR: **ING. JUAN CARLOS GONZALEZ**

APROBADO: **ING. JUAN CARLOS GONZALEZ**

ENCARGADO: **ING. JUAN CARLOS GONZALEZ**

PROYECTISTA: **ING. JUAN CARLOS GONZALEZ**

REVISOR: **ING. JUAN CARLOS GONZALEZ**

APROBADO: **ING. JUAN CARLOS GONZALEZ**

ENCARGADO: **ING. JUAN CARLOS GONZALEZ**

GEOMETRIA PARA CABEZALES CON ALTONES CON UN TUBO

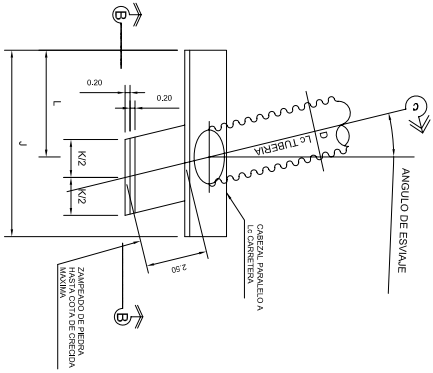
| DIAMETRO | DIMENSIONAMIENTO PARA CABEZALES CON ALTONES | | | | | | | | | | | |
|----------|---|-----|-----|------------|-----|-----|------------|-----|-----|------------|-----|-----|
| | ESVAJE 6° | | | ESVAJE 15° | | | ESVAJE 30° | | | ESVAJE 45° | | |
| Ø | B | C | H | N | F | G | N | F | G | N | F | G |
| 10 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 15 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 |
| 20 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 |
| 25 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 |
| 30 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 |
| 35 | 350 | 350 | 350 | 350 | 350 | 350 | 350 | 350 | 350 | 350 | 350 | 350 |
| 40 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 |
| 45 | 450 | 450 | 450 | 450 | 450 | 450 | 450 | 450 | 450 | 450 | 450 | 450 |
| 50 | 500 | 500 | 500 | 500 | 500 | 500 | 500 | 500 | 500 | 500 | 500 | 500 |

GEOMETRIA PARA CABEZALES RECTOS CON UN TUBO

| DIAMETRO | DIMENSIONES PARA CABEZAL RECTO | | | | | | | | | | | |
|----------|--------------------------------|-----|-----|------------|-----|-----|------------|-----|-----|------------|-----|-----|
| | ESVAJE 6° | | | ESVAJE 15° | | | ESVAJE 30° | | | ESVAJE 45° | | |
| Ø | B | C | H | N | F | G | N | F | G | N | F | G |
| 10 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 15 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 |
| 20 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 |
| 25 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 |
| 30 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 |
| 35 | 350 | 350 | 350 | 350 | 350 | 350 | 350 | 350 | 350 | 350 | 350 | 350 |
| 40 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 |
| 45 | 450 | 450 | 450 | 450 | 450 | 450 | 450 | 450 | 450 | 450 | 450 | 450 |
| 50 | 500 | 500 | 500 | 500 | 500 | 500 | 500 | 500 | 500 | 500 | 500 | 500 |

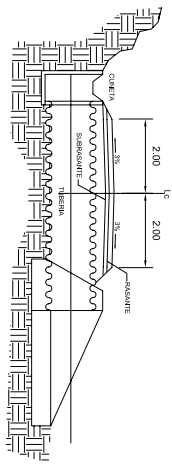
NOTAS:

- 1.- PARA LA CONSTRUCCION SE RECOMIENDA UTILIZAR LAS ESPECIFICACIONES GENERALES PARA CONSTRUCCION DE CARRETERAS Y PUENTES DE LA D.G.C. EDICION 1975
- 2.- SE USARA CONCRETO CLASE 2.000 (140) CONFORME SECCIONES 507 Y 508.03 DE LAS ESPECIFICACIONES DE LA D.G.C.
- 3.- PARA LA LOSA DE ENTREDO A SALIDA, SE USARA UN ZAMPERADO DE PIEDRA, COLOCADO A MANO Y LIGADO CON MORTERO DE CEMENTO, SEGUN LO ESPECIFICADO EN LA SECCION 610.
- 4.- EL MATERIAL QUE USARA EN EL MURO SERA CONCRETO CLASE 2.000 (140), Y TENER LA MISMA PENDIENTE QUE ESTA.
- 5.- LOS CABEZALES DEBERAN SER PARALELOS A LA LINEA CENTRAL DE LA CARRETERA.
- 6.- EL ACABADO DEL CONCRETO SERA ORDINARIA DE SUPERFICIE DE ACUERDO CON LA SECCION 505.14(6) DE LAS ESPECIFICACIONES DE LA D.G.C.
- 7.- TODAS LAS ARISTAS EXPUESTAS, DEBERAN SER BISELADAS EN 2 CENTIMETROS
- 8.- TODAS LAS DIMENSIONES LINEALES ESTAS PADAS EN METROS
- 9.- FUENTE: PLANOS TIPOS "Muros Cabezales Rectos para Tuberia", DEPARTAMENTO DE CARRETERAS D.G.C. (MARZO, 1970)



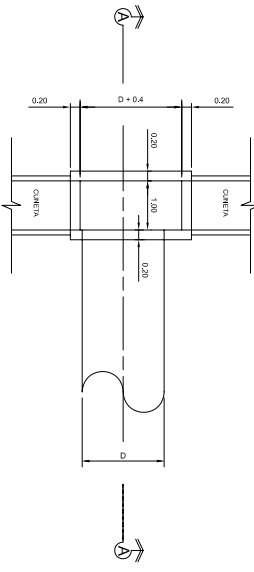
PLANTA CABEZAL PAR UN TUBO

ESCALA 1/100



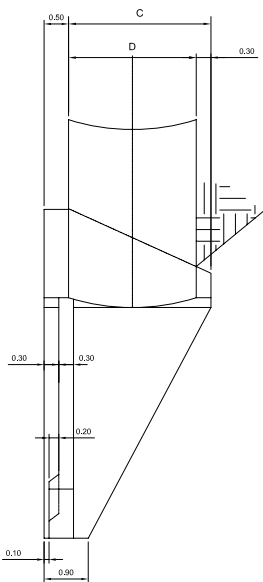
DETALLE GENERAL DE CAYA EN SECCION

ESCALA 1/100

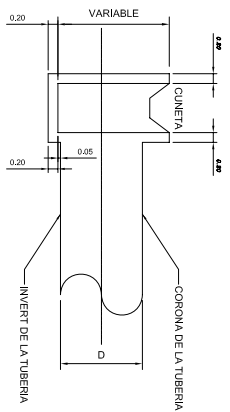


PLANTA

ESCALA 1/50



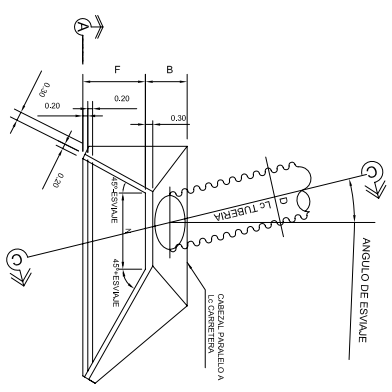
VARIABLE (CIMENTACION)
MINIMO 0.50



DETALLE DE CAYA

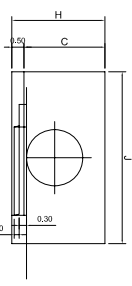
CORTE A - A

ESCALA 1/50



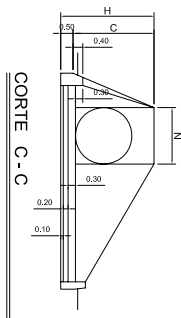
CABEZALES CON ALTONES
CORTE A-A

ESCALA 1/100

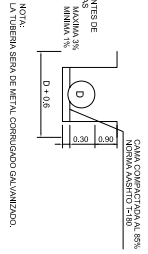


CABEZALES RECTOS
CORTE B-B

ESCALA 1/50



VARIABLE (CIMENTACION)
MINIMO 0.50



DETALLE DE COLOCACION DE TUBERIA
FILETE DE FUNDACION ROCOSA

| | | | |
|--------------|------------------------------|------------|---------------|
| PROYECTO: | CONSTRUCCION DE LA CARRETERA | CONTENIDO: | DETALLE |
| FECHA: | 1970 | ESCALA: | 1/50 |
| PROYECTISTA: | ING. J. S. S. | REVISOR: | ING. J. S. S. |
| APROBADO: | ING. J. S. S. | ELABORADO: | ING. J. S. S. |
| ARCHIVO: | ALBA ACTIVA | REVISADO: | ING. J. S. S. |

PASOS PARA EL INGRESO DE DATOS DE LA HOJA ELECTRÓNICA

Para el ingreso de los datos de la libreta topográfica se realizó lo siguiente:

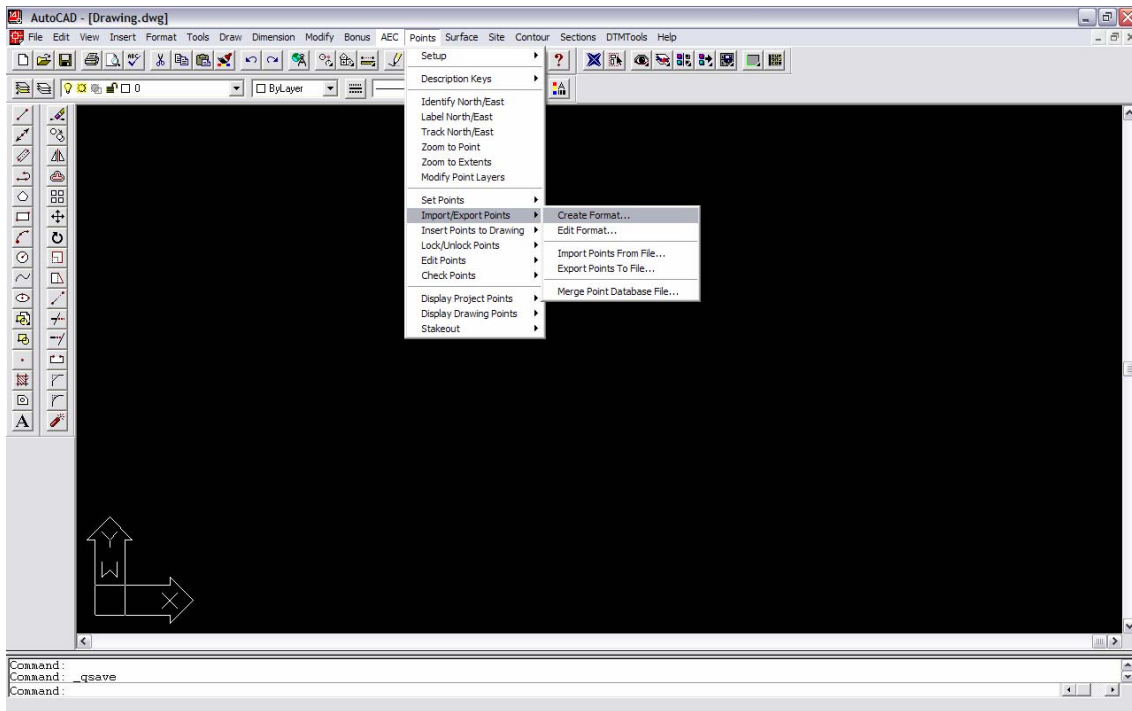
1. Se transcribieron la estación, punto observado, azimut pero los grados, minutos y segundos en celdas diferentes, de la misma forma los ángulos verticales, los hilos superiores, altura de instrumento y la distancia horizontal.
2. Luego se agregan las secciones transversales con todos sus datos de distancias y alturas.

| | PO | GRADOS | MIN | SEG | HILO SUP | GRADOS | MIN | SEG | ALT. INS | DIST. HOR | DISTANCIA | ELEVACION |
|----|------|--------|-----|-----|----------|--------|-----|-----|----------|-----------|-----------|-----------|
| 5 | | | | | | | | | | | | |
| 6 | 1 | | | | | | | | 1483 | 0.00 | 150 | -0.10 |
| 7 | DER1 | 2 | 274 | 12 | 20 | 1564 | 85 | 28 | 0 | 0.00 | 3.50 | 0.20 |
| 8 | DER2 | | | | | | | | | 0.00 | 3.00 | 0.00 |
| 9 | IZQ1 | | | | | | | | | 0.00 | 4.00 | 0.10 |
| 10 | IZQ2 | | | | | | | | | 0.00 | 5.00 | 2.30 |
| 11 | IZQ3 | | | | | | | | | 0.00 | 10.00 | 3.50 |
| 12 | IZQ4 | | | | | | | | | 0.00 | 15.00 | 5.60 |
| 13 | IZQ5 | | | | | | | | | 0.00 | 15.00 | 5.60 |
| 14 | 2 | 3 | 296 | 20 | 5 | 1294 | 86 | 20 | 50 | 1475 | 29.33 | |
| 15 | DER1 | | | | | | | | | 0.00 | 4.00 | -0.10 |
| 16 | DER2 | | | | | | | | | 0.00 | 6.00 | -0.20 |
| 17 | DER3 | | | | | | | | | 0.00 | 10.00 | -3.50 |
| 18 | DER4 | | | | | | | | | 0.00 | 15.00 | -6.00 |
| 19 | IZQ1 | | | | | | | | | 0.00 | 1.00 | 0.10 |
| 20 | IZQ2 | | | | | | | | | 0.00 | 2.50 | 0.50 |
| 21 | IZQ3 | | | | | | | | | 0.00 | 5.00 | 7.50 |
| 22 | IZQ4 | | | | | | | | | 0.00 | 10.00 | 9.00 |
| 23 | 3 | 4 | 320 | 1 | 0 | 1240 | 87 | 29 | 40 | 1463 | 23.97 | |
| 24 | DER1 | | | | | | | | | 0.00 | 3.00 | -0.20 |
| 25 | DER2 | | | | | | | | | 0.00 | 7.00 | -0.20 |
| 26 | DER3 | | | | | | | | | 0.00 | 15.00 | -4.00 |
| 27 | DER4 | | | | | | | | | 0.00 | 20.00 | -7.50 |
| 28 | IZQ1 | | | | | | | | | 0.00 | 1.00 | -0.20 |
| 29 | IZQ2 | | | | | | | | | 0.00 | 2.50 | 0.50 |
| 30 | IZQ3 | | | | | | | | | 0.00 | 7.00 | 7.00 |
| 31 | IZQ4 | | | | | | | | | 0.00 | 15.00 | 11.00 |
| 32 | 4 | 5 | 338 | 31 | 10 | 1304 | 87 | 44 | 30 | 1503 | 31.37 | |
| 33 | DER1 | | | | | | | | | 0.00 | 3.00 | -0.10 |
| 34 | DER2 | | | | | | | | | 0.00 | 4.00 | -0.20 |
| 35 | DER3 | | | | | | | | | 0.00 | 10.00 | -4.50 |
| 36 | DER4 | | | | | | | | | 0.00 | 15.00 | -8.00 |
| 37 | IZQ1 | | | | | | | | | 0.00 | 1.00 | 0.00 |
| 38 | IZQ2 | | | | | | | | | 0.00 | 2.00 | 0.10 |
| 39 | IZQ3 | | | | | | | | | 0.00 | 5.00 | 4.00 |
| 40 | IZQ4 | | | | | | | | | 0.00 | 10.00 | 6.00 |
| 41 | IZQ5 | | | | | | | | | 0.00 | 15.00 | 10.00 |
| 42 | 5 | 6 | 303 | 59 | 45 | 1328 | 87 | 54 | 30 | 1456 | 32.77 | |
| 43 | DER1 | | | | | | | | | 0.00 | 1.00 | 0.00 |
| 44 | DER2 | | | | | | | | | 0.00 | 5.00 | 0.50 |
| 45 | DER3 | | | | | | | | | 0.00 | 10.00 | -3.00 |
| 46 | DER4 | | | | | | | | | 0.00 | 15.00 | -7.00 |
| 47 | IZQ1 | | | | | | | | | 0.00 | 4.00 | -0.20 |
| 48 | IZQ2 | | | | | | | | | 0.00 | 6.00 | 4.00 |
| 49 | IZQ3 | | | | | | | | | 0.00 | 10.00 | 6.50 |
| 50 | IZQ4 | | | | | | | | | 0.00 | 15.00 | 8.00 |

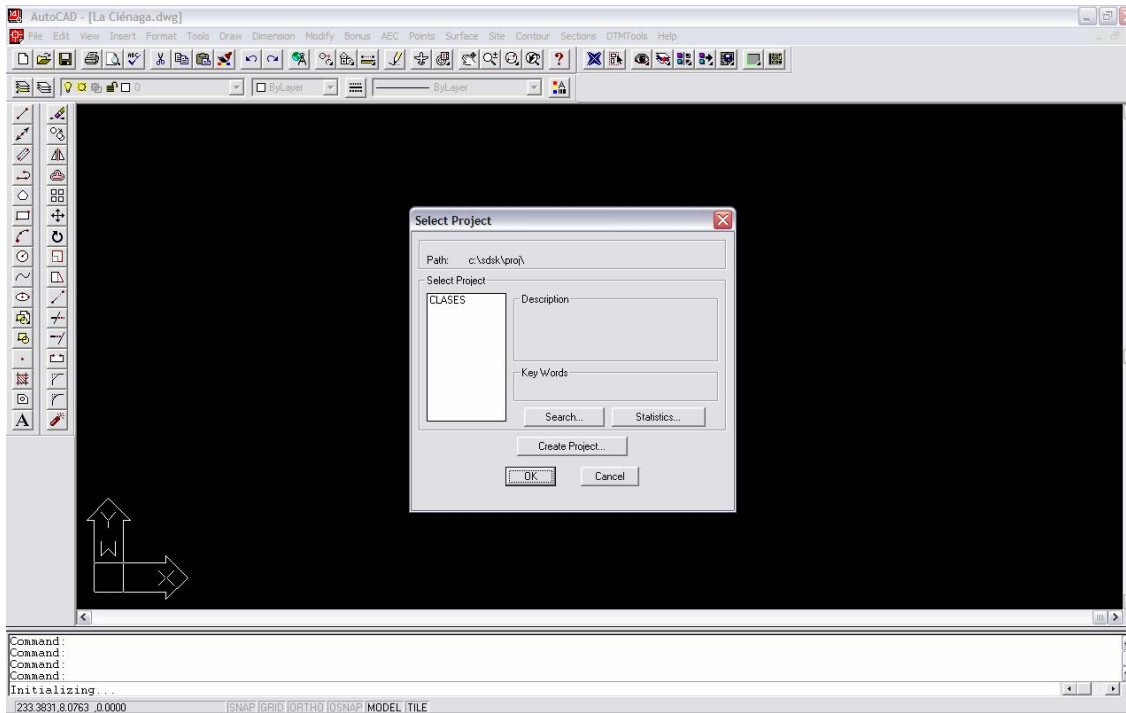
3. Se calcula el ángulo en sexagesimal y luego se transforma en radian para que el cálculo de los senos se pueda mostrar en la hoja electrónica.
4. El paso anterior se realiza también para el ángulo vertical.

Configuración del dibujo

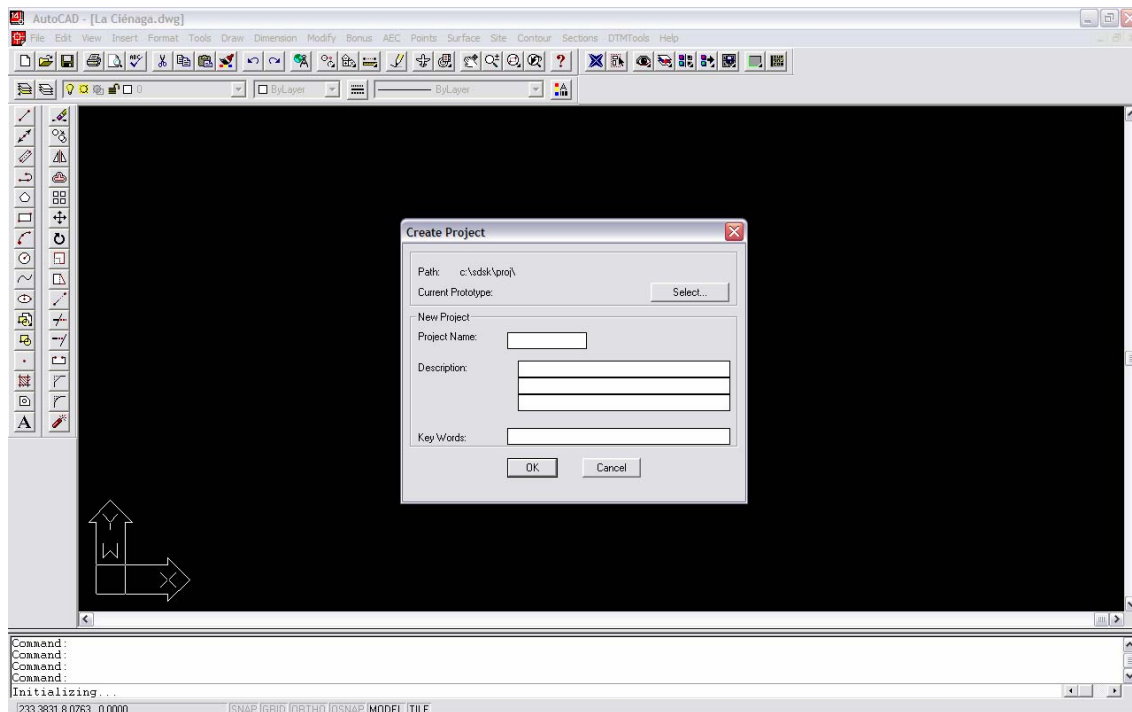
Es necesario darle un nombre al proyecto antes de empezar



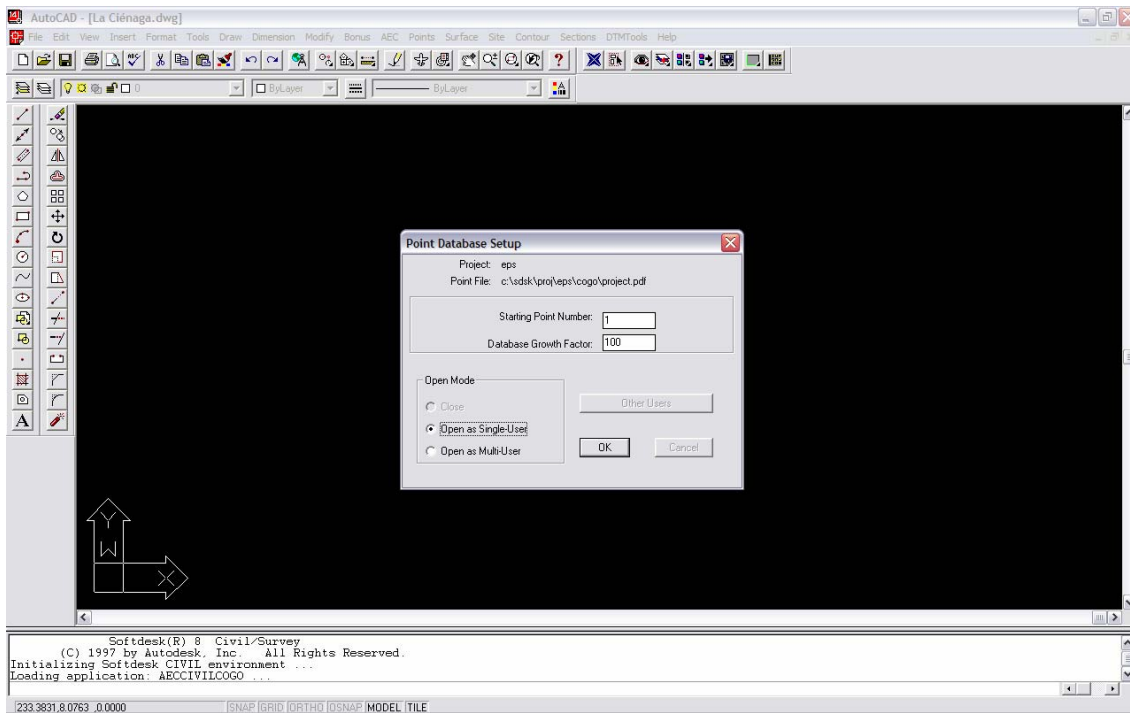
se tiene que crear un proyecto



Dar nombre al proyecto, recomendable darle una descripción



Solo se debe seleccionar open single user



Si desea la información completa del procedimiento de diseño, solicitar el CD a la unidad de EPS tercer nivel edificio T-1.