

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**REHABILITACIÓN, MEJORAMIENTO Y APERTURA DE TRAMO
CARRETERO QUE CONDUCE DE LA RUTA NACIONAL 7W A LAS
COMUNIDADES DE CHIBUC Y TURBALYÁ, EN EL MUNICIPIO DE
SACAPULAS, DEPARTAMENTO DE QUICHÉ.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN
PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ANÍBAL JOSUÉ SOLÓRZANO CANO

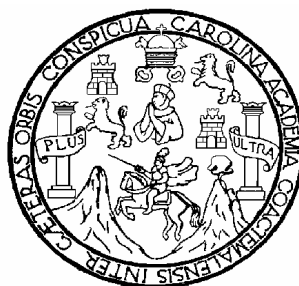
ASESORADO POR: ING. ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA

AL CONFERIRSE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, AGOSTO DE 2005

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO: Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I:
VOCAL II: Ing. Amahan Sánchez Álvarez
VOCAL III: Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV: Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V: Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIO: Ing. Marcia Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO: Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR: Ing. Armando Olá Hernández
EXAMINADOR: Ing. Guillermo Francisco Melini Salguero
EXAMINADOR: Ing. José Gabriel Ordoñez Morales
SECRETARIO: Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
ÍNDICE DE TABLAS	VI
GLOSARIO	VII
RESUMEN	X
OBJETIVOS	XI
INTRODUCCIÓN	XII
1. Monografía y Generalidades	
1.1 Localización Geográfica	1
1.1.1 Ubicación del proyecto	2
1.1.2 Organización Administrativa	6
1.1.3 Servicios Públicos	6
1.1.4 Servicios Básicos que no posee la comunidad.	9
1.1.5 Población.	10
1.1.6 Producción.	12
1.1.7 Ingresos Económicos Adicionales.	13
2. Justificación del Proyecto	14
2.1 Evaluación de la Situación Actual.	14
2.2 Proyecto a Desarrollar.	16
3. Consideraciones Preliminares	18
3.1 Derechos de Paso o Derecho de Vía.	18
3.2 Recursos.	20
3.2.1 Mano de Obra	20
3.2.2 Equipo	20
3.2.3 Recursos Económicos para el Estudio	21

3.3	Criterios de Diseño	21
3.4	Tipo de Carpeta de Rodadura.	23
3.5	Reconocimiento previo al estudio de la línea preliminar	23
3.5.1	Reconocimiento terrestre	24
3.6	Consideraciones respecto de criterios utilizados para el diseño.	25
4.	Localización de la línea Preliminar	26
4.1	Planimetría	26
4.1.1	Metodología del levantamiento planimétrico	27
4.2	Altimetría	28
4.2.1	Metodología de la nivelación	28
4.2.2	Cálculo de cotas	29
4.2.3	Estudio preliminar de suelos	29
5.	Diseño Geométrico	31
5.1	Sección transversal de una carretera	31
5.2	Diseño de curvas horizontales	33
5.2.1	Ejemplo de cálculo	37
5.3	Diseño de la subrasante	38
5.3.1	Diseño de Curvas verticales	38
5.3.2	Ejemplo de cálculo	41
5.4	Movimiento de tierras	42
5.4.1	Cálculo de área de las secciones transversales	42
5.4.2	Cálculo de los volúmenes de tierra	44
5.4.3	Coeficiente de contracción e hichamiento	46
6.	Recomendaciones de Construcción	47
6.1	Corte y relleno	47
6.2	Drenajes	51
6.2.1	Objetivo del drenaje	51

6.2.2	Importancia de la vida de la carretera	51
6.2.3	Drenaje longitudinal	52
6.2.3.1	Cunetas	52
6.2.3.2	Contracunetas	53
6.3	Bombeo de la superficie	54
6.4	Drenaje transversal	55
6.5	Cálculo del diámetro del tubo a usar	56
6.6	Carpeta de rodadura	58
7.	Integración de Costos	59
	CONCLUSIONES	72
	RECOMENDACIONES	74
	BIBLIOGRAFÍA	75
	APÉNDICES	76

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Zona de Macrolocalización del Proyecto	4
2.	Zona de Microlocalización del Proyecto	5
3.	Grado de curvatura de una curva	35
4.	Elementos de curva horizontal simple	36
5.	Elementos de curva vertical	39
6.	Ejemplo método analítico	43
7.	Cálculo de volúmenes de tierra	45
8.	Cortes típicos en ladera	49
9.	Corte típico en cajón con un lado abierto	49
10.	Detalle de drenaje transversal	55
11.	Detalle de sección típica en alineación en recta	76
12.	Detalle de sección típica en alineación en curva	76
13.	Detalles de cuneta con peralte hacia adentro	77
14.	Tipos de revestimiento de cunetas	78
15.	Dimensiones de contracunetas	79
16.	Nomograma para resolver la fórmula de talbot	80

ÍNDICE DE TABLAS

I	Población comunidad de Chibuc	10
II	Población comunidad de Turbalyá	11
III	Valores K según velocidad de diseño	40
IV	Inclinación de taludes según material y altura	48
V	Relaciones típicas de cortes en talud en roca madre	50
VI	Relaciones de relleno y terraplenes	50
VII	Bombes recomendables para cada tipo de camino vecinal	54
VIII	Coeficiente de C que dependen del contorno del terreno	56
IX	Requerimiento de maquinaria mínima por utilizar en la construcción	59
X	Integración de precios unitarios excavación no clasificada	60
XI	Integración de precios unitarios excavación no clasificada de desperdicio	61
XII	Integración de precios unitarios excavación de canales de entrada y salida en alcantarillas	62
XIII	Integración de precios unitarios de excavación estructural para alcantarillas	63
XIV	Integración de precios unitarios excavación estructural para cajas y cabezales	64
XV	Integración de precios unitarios capa de balasto	65
XVI	Integración de precios unitarios acarreo de balasto	66
XVII	Integración de precios unitarios alcantarilla de metal Corrugado de 30"	67
XVIII	Integración de precios unitarios muros, cajas y cabezales para alcantarillas	68
XIX	Integración de precios unitarios cunetas revestidas	69
XX	Integración de precios unitarios rótulo	70
XXI	Presupuesto general	71

GLOSARIO

Acarreo	Es el transporte de material de excavación no clasificados de préstamo o de desperdicio a una distancia que exceda de 1 Km. menos la distancia de acarreo libre.
Alcantarillas de metal corrugado	Son conductos que se construyen debajo de la subrasante de una carretera u obras viales con el objeto de evacuar las aguas superficiales.
Área de influencia	Es el área donde se presentaran y/o tendrán influencia los impactos adversos o benéficos de un proyecto.
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.
Banco de materiales	Lugar aprobado para la extracción de materiales de estructuras y capas del balasto.
Cajas y cabezales	Son las estructuras de concreto ciclópeo, colocadas en los extremos de las alcantarillas, para encausar el agua y protección de la carretera.
Contracunetas	Son los canales que se construyen en uno o ambos lados de una carretera, paralelamente a ellas y fuera de los limites de construcción, con el objeto de drenar el agua de lluvia que cae sobre las áreas contiguas a dichos limites.

Corte	Es la excavación que se realiza en el terreno de conformidad al trazo de la carretera o camino; los cortes pueden efectuarse a media ladera.
Cuneta	Zanja lateral, generalmente paralela al eje de la carretera o del camino.
Excavación	Es la operación de extraer y remover cualquier clase de material dentro de los límites de construcción para incorporarlo al camino.
Excavación de canales	Es la construcción de conductos abiertos para la conducción de agua.
Excavación no clasificada	Es la operación de cortar y rellenar cualquier tipo de material dentro o fuera de los límites de construcción.
Grado de curvatura máximo	De acuerdo con el tipo de carretera se fija un grado máximo de curva a usarse, que llene las condiciones de seguridad para el tránsito a la velocidad de diseño.
Pendiente máxima	Es la mayor pendiente que se permite utilizar en un proyecto y dependerá de la topografía del terreno.
Pendiente mínima	Es la pendiente que se utiliza para permitir la correcta funcionalidad del drenaje.

Rasante	El trazo vertical que determina el nivel superior, sobre la línea central, que se proyecta construir a lo largo de la carretera.
Sección típica	Es la representación grafica transversal y acotada, que muestra las partes componentes de una carretera.
Superficie de rodadura	Área destinada a la circulación de vehículos, o bien la capa sobre la cual se aplican directamente las cargas de transito.
Taludes	Son los planos inclinados de la terraceria, que delimitan los volúmenes de corte o terraplén; y están contenidos entre la cuneta y el terreno natural.
Terrecería	Prisma de corte o terraplén, en el cual se construyen las partes de la carretera.
Velocidad de diseño	Es la velocidad máxima a que un vehículo puede transitar con seguridad, en una carretera trazada con determinadas características.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación consiste en la realización del estudio y diseño de una carretera que va de la Ruta Nacional 7W a las comunidades de Chibúc y Turbalyá, en el municipio de Sacapulas, departamento de Quiché.

Las diferentes comunidades que se ubican en el trayecto del tramo, se encuentran, actualmente, con un camino deficiente y en muy mal estado, por lo que el desarrollo de una ampliación y mejoramiento del tramo carretero solucionará en gran medida las deficiencias de transporte urbano. La ampliación y mejoramiento involucra una capa de balasto no menor de 7.5 centímetros ni mayor de 25; cunetas, drenajes transversales, longitudinales, formación de taludes. Se debe tomar en cuenta que, tanto el inicio como el final del tramo, se unen a la RN-7W y que en el final del tramo se hizo un cambio de ruta en la RN-7W, motivo por el cual, el diseño se vio forzado a tomar el último kilómetro de la Ruta Nacional que ya no sería utilizado para poder empalmar el tramo en estudio cerrando así el circuito.

El circuito abierto obedece a que, si las personas vienen desde Cunén hacia Chibuc no, tengan que recorrer el tramo teniendo que pasar primero por Turbalyá y viceversa. El diseño de las curvas tanto horizontales, como verticales y las pendientes mínimas y máximas del terreno, se diseñaron con normas y especificaciones establecidas por la Dirección General de Caminos.

Con la realización de este proyecto se persigue que las comunidades mejoren las condiciones de vida de sus pobladores. Para elaborar el proyecto, se evaluó la opción del balasto del tramo carretero, debido a ser la más económica y que cubra las necesidades de la población, para que dicho proyecto se pueda llevar a cabo en el tiempo más corto.

OBJETIVOS

Objetivos Generales

Beneficiar, directamente, a las comunidades de Chibúc y Turbalyá, a través de un camino vehicular que los una a la Ruta Nacional 7W en una trayectoria menor a la que, actualmente, existe, misma que beneficiará con una disminución en el costo de transporte de personas y de los productos agrícolas, situación que impactará en la mejora de su relación comercial, principalmente con el Municipio de Sacapulas.

Objetivos Específicos

1. Realizar los estudios al nivel de diseño final del proyecto de apertura de camino vecinal entre la Ruta Nacional 7W y las comunidades de Chibúc y Turbalyá, mediante los cuales se determine la factibilidad técnica y económica para la construcción del proyecto.
2. Establecer las bases técnicas para gestionar el financiamiento que requiere la construcción del camino de acceso vehicular desde Monte de Oración a las Comunidades de Chibúc y Turbalyá.
3. Proveer toda la información necesaria, para que la Municipalidad de Sacapulas programe la ejecución del camino de acceso de Monte de Oración a las comunidades de Chibúc y Turbalyá.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de graduación es el resultado del Ejercicio Profesional Supervisado, realizado en la municipalidad de Sacapulas y está enfocado, básicamente, en la investigación, diagnóstico y desarrollo de la infraestructura vial existente. La carencia de vías de comunicación en las áreas rurales de nuestro país, desfavorecen el desarrollo de nuestras comunidades, por lo que la ampliación y mejoramiento de la carretera que va de la Ruta Nacional 7W a las aldeas Chibúc y Turbalyá mejorará la situación económica y social de las diferentes comunidades que se encuentran en el trayecto del tramo carretero.

El capítulo uno presenta la información socioeconómica de las comunidades del área de influencia. El capítulo dos describe la situación actual del proyecto y el tipo de proyecto que se desarrollará. El capítulo tres se describen las consideraciones preliminares. El capítulo cuatro se describe la localización de la línea preliminar, planimetría y altimetría. El capítulo cinco se describe el diseño geométrico de la carretera. El capítulo seis las recomendaciones de construcción. El capítulo siete describe la integración de los precios unitarios y presupuesto general del proyecto. La última sección corresponde a las conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos.

1 MONOGRAFÍA Y GENERALIDADES

1.1 Localización Geográfica

El municipio de Sacapulas, pertenece al departamento de Quiché; su cabecera Sacapulas, está situada al margen del Río Negro. Su área estimada es de 213 KM²; siendo su nombre geográfico oficial el de Sacapulas.

El municipio de Sacapulas colinda al norte con Nebáj y Cunén; al este con Cunén y San Andrés Sajcabajá; al Sur con San Andrés Sajcabajá, San Bartolomé Jocotenango y San Pedro Jocopilas; al oeste con San Pedro Jocopilas y Aguacatán (Huehuetenango).

Para llegar al municipio de Sacapulas por vía terrestre, desde la ciudad de Guatemala se recorren los siguientes tramos:

TRAYECTO	Distancia en	Tipo de
	Kilómetros	Carretera
Salida de Guatemala hacia Santa Cruz Del Quiché, por ruta CA-1	165	Asfalto
De Santa Cruz Del Quiché a Sacapulas, por Ruta Departamental 15	45	Asfalto

Al llegar a la cabecera municipal de Sacapulas, se toma la Ruta Nacional 7W que conduce a Monte de Oración, en la cual se recorren 6 kilómetros de terracería para encontrar las comunidades de Chibúc y Turbalyá.

El tramo de Ruta Nacional 7W es una carretera de terracería en regular estado que en la actualidad lo están ampliando y mejorando; en esta ruta se recorren 6 kilómetros en un tiempo promedio de 30 minutos.

1.1.1 Ubicación del Proyecto:

El proyecto se ubica en el municipio de Sacapulas, teniendo su inicio en el kilómetro 218+500 de la Ruta Nacional 7W (Monte de Oración), pasando por Chibúc y Turbalyá para llegar a la culminación en la Ruta Nacional 7W aproximadamente 2 kilómetros antes de la bifurcación entre Cunén y Nebáj. Las coordenadas de inicio y final del tramo carretero son:

Inicio del tramo Monte de Oración RN-7W	Latitud	15 grados 18 min 12 seg Norte
	Longitud	91 grados 03 min 27 seg Oeste
	Coordenadas UTM	15 7 08 579 E
		16 92 716 N

Tramo Intermedio Comunidad de Chibuc	Latitud	15 grados 18 min 38 seg Norte
	Longitud	91 grados 03 min 07 seg Oeste
	Coordenadas UTM	15 7 09 161 E
		16 93 502 N

Tramo Intermedio Comunidad de Turbalyá	Latitud	15 grados 18 min 26 seg Norte
	Longitud	91 grados 02 min 58 seg Oeste
	Coordenadas UTM	15 7 09 441 E
		16 93 157 N

Fin del tramo carretero Unión Nuevamente con RN-7W	Latitud	15 grados 19 min 20 seg Norte
	Longitud	91 grados 03 min 15 seg Oeste
	Coordenadas UTM	15 7 08 925 E
		16 94 800 N

1.1.1.1 Definición de área de influencia

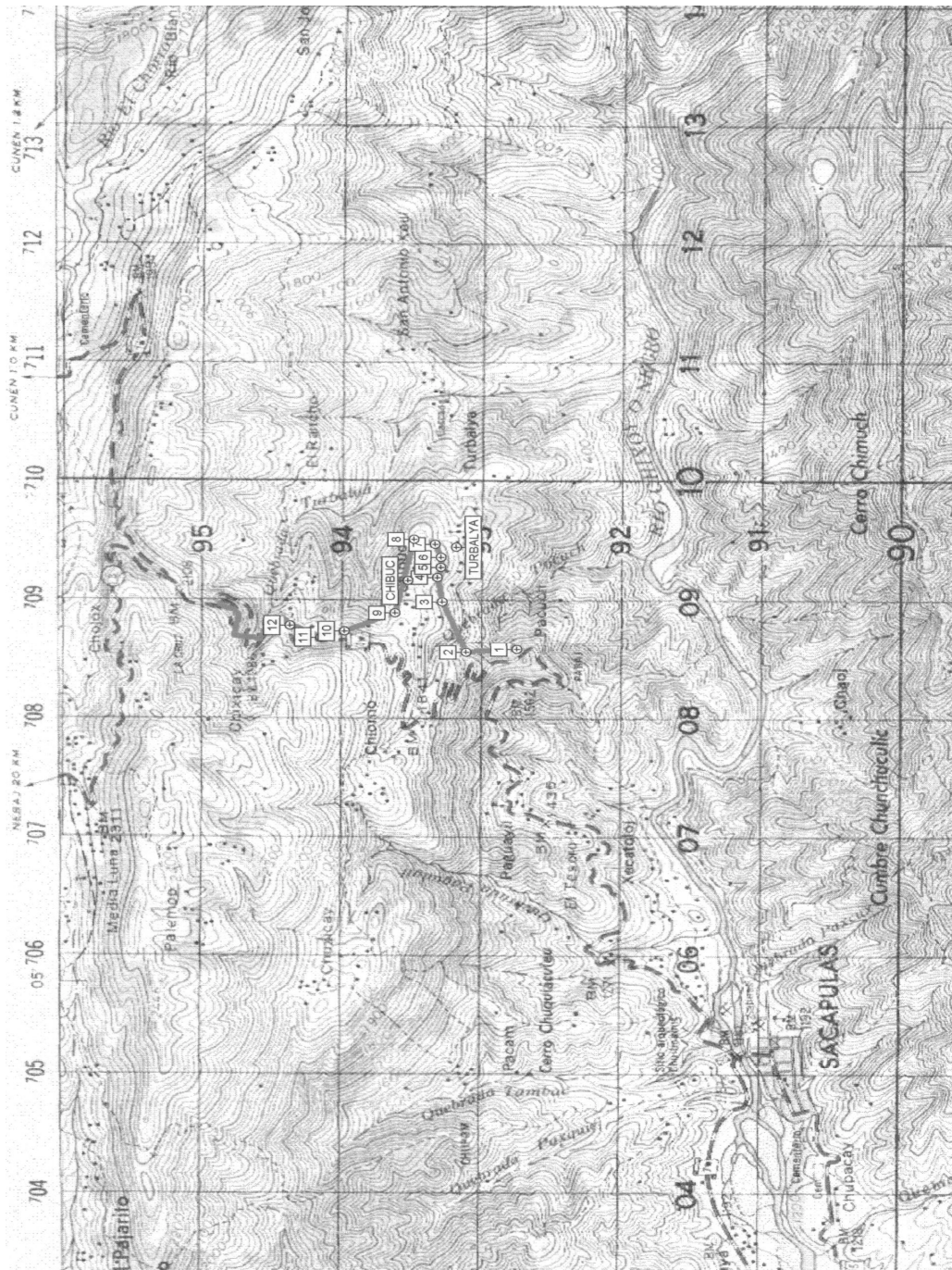
El área de influencia del proyecto está conformada por las áreas donde se encuentran las comunidades de Chibúc y Turbalyá, que incluyen además las áreas actualmente cultivadas en ambos lados del tramo carretero que va desde la Ruta Nacional 7W a las comunidades anteriormente mencionadas. Además de aquellas áreas que presentan alto potencial para la actividad agrícola y que por lo tanto constituyen áreas que potencialmente cambiarán de uso para el mediano y largo plazo, como efecto de la mayor renta agrícola que propiciará la carretera al reducir los costos generalizados de viaje de personas y mercancías.

1.1.1.2 Mapas de localización y de ubicación del proyecto

En las páginas siguientes aparece la macro-localización a los niveles nacional y departamental (figura 1), así también se presenta la micro-localización del proyecto dentro del municipio de Sacapulas (figura 2).

La ubicación del proyecto se presenta en un segmento del mapa 1:50,000 del municipio de Sacapulas, hoja Sacapulas 1961-II, preparado por el Instituto Geográfico Nacional. En dicha ubicación se muestran las coordenadas geodésicas de inicio y final del proyecto, así como el trazo de la línea preliminar que se elaboró de acuerdo al levantamiento de control que se hizo con GPS.

Figura 1. Zona de Macrolocalización



1.1.2 Organización administrativa

La aldea de Chibúc cuenta con un comité de vecinos bien organizado. No cuenta con un puesto de salud, por lo tanto, en cualquier emergencia los pobladores de Chibúc deben acudir al puesto de salud de Sacapulas. Una escuela de educación primaria en Chibúc que es atendida por el director y cinco profesores más, cada uno de ellos imparte un grado.

La aldea Turbalyá cuenta con un comité bien organizado. La aldea, en lo que respecta a salud, debe proceder de la misma forma en que lo hacen los habitantes de Chibúc, o sea, acudir al puesto de salud de Sacapulas. En lo referente a educación, la población utiliza la escuela primaria de Chibúc.

1.1.3 Servicios públicos

Las diferentes comunidades que se encuentran en el trayecto del tramo carretero, entre ellas aldea las victorias, aldea San Cristóbal Buena Vista, aldea Santa Rosita, cuentan con los servicios básicos siguientes:

Energía Eléctrica:

En la comunidad de Chibúc y Turbalyá, el 65% de la totalidad de las viviendas carecen de acometida domiciliar de energía eléctrica.

Agua Potable:

En la comunidad de Chibúc el 100% de las familias (47) poseen agua potable, sin embargo en la comunidad de Turbalyá ninguna de las 67 familias poseen agua potable.

El agua potable se obtiene a través de sistemas por gravedad independientes para cada comunidad.

Drenajes Sanitarios:

Tanto Chibúc como Turbalyá, carecen de red de drenajes para agua residual, la disposición final de las excretas se hace por medio de letrinas en Chibúc por 24 familias, el resto de las familias (23) utilizan métodos inadecuados para disposición de excretas. Mientras que en Turbalyá el 100% (67) de las familias utilizan métodos inadecuados para la disposición de excretas.

Recolección, transporte y disposición final de desechos sólidos:

Se carece de un sistema adecuado de disposición final de los desechos sólidos. En su mayoría queman principalmente los plásticos-, los desechos orgánicos los convierten en abono para los cultivos.

Servicios de transporte:

El transporte está integrado por camionetas, pick-up y camioncitos. Las camionetas inician el servicio desde las 5, 8, 9, 10, 11, 15, 17, 18 horas que van a Sacapulas y Cunen. Se tienen otros servicios de transporte que vienen desde la cabecera departamental de Sacapulas y tienen el mismo horario.

Salud:

No hay puesto de salud, no hay botiquín, ni ningún tipo de servicio en este sector.

Se tienen jornadas de vacunación que llegan a la escuela cada dos meses. Los accidentes, maternidad y emergencias se atienden en Sacapulas ó Santa Cruz del Quiché. En la comunidad se cuenta con una comadrona para atender maternidad en casos de emergencia. Las enfermedades más comunes: gastritis, neumonía, bronquitis, desnutrición, senectud, amebas, fiebres, tos. Las principales causas de mortalidad infantil que manifestó la población son: neumonía y bronquitis.

Educación:

En Chibúc Se cuenta con una escuela de tres aulas. En la actualidad asisten 95 niños distribuidos en los seis grados de la primaria, los cuales son atendidos por cinco profesores.

Urbanización:

Ambas comunidades cuentan con veredas peatonales, todas de terracería; carecen de acceso vehicular, situación que ha motivado la solicitud del presente estudio de factibilidad.

Otros servicios comunitarios:

En Chibúc se tiene un salón que funciona como iglesia evangélica,. Se tiene un molino tres tiendas, en tanto en Turbalyá se cuenta con una iglesia evangélica dos molinos y dos tiendas.

1.1.4 Servicios básicos que no poseen las comunidades

Un servicio básico que no poseen las comunidades es un camino en buen estado que facilite a los pobladores trasladarse a la cabecera municipal, así como, trasladar algunos productos.

1.1.5 Población

La población de Chibúc está integrada por 280 habitantes, integrados en 47 familias con un promedio de 5.96 miembros por familia. Su distribución por grupos de edad y género se presenta en la tabla I, en las cuales se observa la existencia mayoritaria de población menor de 20 años. Se observa la sensible predominancia de las mujeres con un 50.35% sobre los hombres con un 49.65%.

COMUNIDAD DE CHIBUC			
MUJERES		HOMBRES	
	DE 28 DÍAS	0	0
	28 DÍAS A UN AÑO	3	3
AÑOS	1	9	4
	2	5	7
	3	6	10
	4	4	5
	5 A 9	28	25
	10 A 14	18	21
	15 A 19	18	20
	20 A 24	8	9
	25 A 29	7	7
	30 A 34	8	7
	35 A 39	7	7
	40 A 44	6	5
	45 A 49	4	2
	50 A 54	2	4
	55 A 59	7	2
	60 A 65	2	2
65 Y MAS	2	2	
TOTAL		144	142

Tabla I

La población de Turbalyá está integrada por 339 habitantes, integrados en 77 familias con un promedio de 4.40 miembros por familia. Su distribución por grupos de edad y género se presenta en la tabla II, en las cuales se observa la existencia mayoritaria de población menor de 19 años. Se observa la sensible predominancia de las hombres con un 51.00% sobre las mujeres con un 49%.

COMUNIDAD DE TURBALYÁ					
MUJERES			HOMBRES		
	DE 28 DÍAS	0		DE 28 DÍAS	0
	28 DÍAS A UN AÑO	7		28 DÍAS A UN AÑO	4
AÑOS	1	6	AÑOS	1	6
	2	3		2	6
	3	6		3	8
	4	5		4	10
	5 A 9	21		5 A 9	34
	10 A 14	36		10 A 14	28
	15 A 19	25		15 A 19	16
	20 A 24	13		20 A 24	14
	25 A 29	9		25 A 29	4
	30 A 34	10		30 A 34	10
	35 A 39	5		35 A 39	7
	40 A 44	12		40 A 44	7
	45 A 49	3		45 A 49	4
	50 A 54	3		50 A 54	8
	55 A 59	1		55 A 59	4
60 A 65	0	60 A 65	0		
65 Y MAS	2	65 Y MAS	2		
TOTAL		167	TOTAL		172

Tabla II

1.1.6 Producción

Los cultivos principales en la comunidad son el maíz y el frijol, que se destina para el consumo familiar; la cebolla y el maíz que se comercializa principalmente en Sacapulas. Por aparte, se observan entre los cultivos algunos árboles frutales, que podrían denominarse cultivos secundarios, ya que no constituyen el sostén fundamental de la economía de la comunidad, su producción se da de manera espontánea y las escasas cosechas son destinadas al propio consumo familiar.

Igualmente, se tienen como secundarias las actividades pecuarias, que incluyen en cantidades menores, la crianza de cerdos, ovejas, gallinas y pollos, que también son destinados al propio consumo familiar.

1.1.6.1 Trabajo y empleo (incluye la PEA)

La actividad económica tanto de Chibúc como Turbalyá es la agricultura, la población económicamente activa se toma desde los 7 años y más, dado que es a partir de tal edad en que la población se incorpora a la labor agrícola con su grupo familiar. Sobre esta base, la población económicamente activa de esta comunidad es de 294 habitantes.

1.1.6.2 Actividad económica por sectores

El único sector en el que se tiene actividad económica en las comunidades objeto de estudio es la agricultura, de cuyos productos se tiene el maíz, frijol y cebolla que son los que se comercializan en la cabecera municipal de Sacapulas, Cunén y Nebáj.

La actividad productiva de las diferentes comunidades que se encuentran en el tramo carretero es, netamente, agrícola, cultivan principalmente; maíz, frijol, café, sin embargo, es necesario mencionar que muchos de los productos que las comunidades producen es para su auto consumo, para que las familias puedan cubrir las diferentes necesidades básicas.

1.1.7 Ingresos económicos adicionales

La producción de las diferentes cosechas que las comunidades de Chibúc y Turbalyá generan, son básicamente para alimentarse, por lo que se ven obligados a salir en busca de oportunidades de trabajo a la cabecera municipal, o en la ciudad capital.

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El desarrollo del presente proyecto, es el resultado de una serie de gestiones que la comunidad ha realizado a través de los años, el cual se hizo posible, gracias al apoyo de la corporación municipal del periodo 1,999 a 2003.

Es preciso mencionar que el camino existente, en la actualidad, es utilizado como el único medio de comunicación entre aldea Chibúc, Turbalyá y las comunidades que se encuentran en el trayecto del tramo carretero y la cabecera municipal, dentro de los cuales no se cuenta con los elementos fundamentales como: ancho de calzada, pendiente mínimas y máximas, curvas horizontales y verticales, etc. Con esto se puede definir que los habitantes de dicha aldea se encuentran aislados; es importante mencionar que el camino en la actualidad se encuentra en malas condiciones por lo que se hace difícil transitar por el camino en vehículo.

2.1 Evaluación de la situación actual

Para llegar a las comunidades de Chibúc y Turbalyá, desde la cabecera municipal de Sacapulas, se tiene la siguiente opción:

Se sale de la cabecera municipal de Sacapulas a Cunén, por la carretera de terracería que conduce hacia Nebáj ó Cunén.

Esta es una carretera de terracería que en la actualidad la están ampliando y mejorando. Al haber transitado 6 kilómetros a través de esta ruta vehicular. A partir de este punto, se recorren en promedio cinco kilómetros de manera peatonal para llegar a converger entre las comunidades de Chibúc y Turbalyá.

De dichas comunidades se saca producción agrícola para la venta, al menos a dos puntos de comercialización que son la cabecera municipal de Sacapulas y Cunén. Para ambos casos, en la actualidad hay que sacar a pie la producción desde las comunidades de Chibúc y Turbalyá hacia la Ruta Nacional 7W, para lo cual se tardan 3 horas en el tiempo de transportación. En el caso de transportarse sin carga, el tiempo es de 2 horas². Ante esta situación, las comunidades del área de influencia del proyecto incurren en excesivo tiempo extra en su jornada de trabajo, lo cual constituye un alto costo generalizado de viaje de la situación sin proyecto.

El principal impacto negativo atribuible a la ausencia de accesibilidad vehicular, recae sobre los integrantes de Chibúc, Turbalyá y comunidades aledañas, ya que se ven limitados en los servicios de transporte para vender el producto de sus cultivos agrícolas y para comprar productos de la canasta básica e insumos agrícolas para su producción, así como para el transporte de materiales para construcción con el objetivo de mejorar la habitabilidad y seguridad de sus viviendas.

2.2 Proyecto a desarrollar

La consideración de este proyecto por parte de la municipalidad y del involucramiento del programa de E.P.S. de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en la solución del problema, ha hecho posible la factibilidad de la ejecución; fue así como los habitantes de las diferentes comunidades que se encuentran en el trayecto del tramo carretero convencidos de los beneficios que traería un camino al estar construido, incrementaría el nivel de vida, económico y social del lugar; además, los habitantes tendrían mas facilidades para obtener proyectos, que en la actualidad no puede aspirar por falta de acceso adecuado.

Al construir el proyecto, el acceso vehicular entre las comunidades de Chibúc y Turbalyá, se da ingresando desde la Ruta Nacional 7W ya sea por Sacapulas, o la intersección entre Cunén y Nebáj, por medio de un tramo carretero vehicular de 5 kilómetros. La vialidad presenta condiciones de una arteria fluida; se puede ingresar con vehículo sencillo en toda época del año, el rango de velocidad es de 20 kilómetros por hora, y su recorrido se hace en un promedio de 15 minutos y pueden ingresar vehículos livianos y pesados a sacar la producción en toda la época de 1 año, por lo cual, se hace un cobro de Q.2.00 ya sea por persona o por quintal.

Los efectos inmediatos que se tienen con esta adecuada infraestructura vial son, la transportación fluida en vehículo que existe entre las comunidades de Chibúc y Turbalyá, hasta el centro de comercialización (*cabecera municipal de Sacapulas Cunén ó Nebaj*).

Esto genera disminución de tiempo y ahorro de costos en la transportación de personas y de los productos agrícolas principalmente cardamomo y maíz, situación que impactará en la paulatina incorporación de las tierras actualmente ociosas. En la vida cotidiana de los habitantes se observarán excedentes de tiempo ya que en la situación con proyecto se empleará menos tiempo para ir desde sus hogares ya sea a la cabecera municipal de Sacapulas, Cunen ó Nebaj, para realizar transacciones comerciales, trámites administrativos, atención en salud y emergencias.

3. CONSIDERACIONES PRELIMINARES

Fue necesario considerar algunos elementos preliminares, para la mejor variabilidad del proyecto y que en determinado momento no existan obstáculos para su ejecución, los cuales son: Derecho de Paso o Derecho de Vía, Criterios de Diseño, etc.

3.1 Derechos de paso o derecho de vía

Se llama derecho de vía a aquella faja que se adquiere para la construcción de una carretera, dentro de la cual se deberá localizar la misma, incluyendo las obras accesorias.

El ancho del derecho de vía ha sido motivo de discusión, ya que las consecuencias derivadas de la selección del mismo son, en algunos casos imprevisibles, en general, su obtención es asunto de orden legal y, por lo tanto, esta regido por las leyes del país.

En el pasado, los derechos de vía adquiridos eran, generalmente, estrechos. Así, cuando por diferentes razones tal como el aumento del volumen de tránsito, era necesario añadir vías o ampliar de cualquier otra forma el camino, la propiedad adicional a lo largo de uno o ambos lados, frecuentemente, tenía que ser adquirida a un costo mucho más elevado que el inicial, esta circunstancia es válida para toda carretera de cualquier categoría.

Para la realización de un proyecto de carretera es necesario obtener los derechos de paso, en este caso, los propietarios de los terrenos por donde pasa la carretera, fueron conscientes de la importancia del proyecto por lo que no hubo ninguna reclamación u objeción al trazo de la ruta.

Es necesario mencionar que el ancho de calzada para el presente proyecto es 5.50 metros. El reglamento sobre derecho de vía de los caminos públicos y su relación con los predios que atraviesan, establecen una serie de artículos sobre el derecho de vía, previendo el incremento del ancho del proyecto diseñado y así considerar dentro del derecho de vía este incremento.

El reglamento de la Dirección General de Caminos en lo que corresponde al derecho de vía en El artículo 3º indica que para las diversas clases de camino tendrán el ancho siguiente:

- a) Para carreteras nacionales, veinticinco metros;
- b) Para carreteras departamentales, veinte metros;
- c) Para carreteras municipales, quince metros;
- d) Para caminos de herradura y vecinales, seis metros.

Dentro de ese derecho de vía, se construirán los caminos con el ancho que la intensidad de tránsito requiera. Para el caso del proyecto del camino que conduce de la Ruta Nacional 7w hacia Chibúc y Turbalyá, se consideró el derecho de vía de 6 metros según el inciso d del reglamento anterior.

3.2 Recursos

3.2.1 Mano de obra

Los vecinos de las diferentes comunidades que se encuentran en el trayecto del tramo carretero tuvieron participación directa en los trabajos preliminares, de los levantamientos topográficos, la colaboración de los pobladores fue siempre decisiva en la realización y culminación de los trabajos de campo, manifestando, siempre interés y deseo de participar ya que nunca habían tenido experiencias en trabajos similares. Para aprovechar este recurso fue necesario desarrollar una capacitación, como parte del desarrollo del E.P.S.

3.2.2 Equipo

El equipo utilizado para el levantamiento de la línea preliminar fue:

GPS garmin

Estación total Leica serie T-300

3 prismas

3 bípodes

Cinta métrica de 30 metros

Almádanas de 3 libras

Machetes

Pintura y pinceles

Con este equipo se realizó el levantamiento planimétrico localizando la línea central.

Para el levantamiento altimétrico

Estación total Leica serie T-300

3 prismas

3 bípodes

Cinta métrica de 30 metros

Almádanas de 3 libras

Machetes

Pintura y pinceles

Con este equipo se pudo obtener información de campo de perfiles y curvas de nivel.

3.2.3 Recursos económicos para el estudio

Pese a la colaboración del vecino de las diferentes comunidades que se encuentran en el trayecto del tramo carretero, el apoyo económico recibido por parte de la municipalidad de Sacapulas, fue elemento importante para un mejor desarrollo de los trabajos de campo, gastos de transporte al lugar y alimentación.

3.3 Criterios de diseño

A continuación se enumeran las normas de la DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS para un camino tipo E por ser el tipo de carretera a diseñar.

Según criterios de la D.G.C. pendientes del 18% si son posibles considerarlas en tramos de 150 a 200 metros como máximo, ya que la velocidad que toma un vehículo oscila entre 20 km/hora a 30 km./hora,.

Tipo de terreno	MONTAÑOSO
Transito promedio (t.p.d)	de 10 a 100
Velocidad de diseño	20 km./hora
Ancho de calzada	5.50 metros
Ancho de terrecería	
A) Corte	9.5 metros
B) Relleno	8.5 metros
Derecho de vía	15 metros
Radio mínimo	12 metros
Distancia de visibilidad de parada	
A) Mínima	20 metros
B) Recomendada	25 metros
Distancia de visibilidad de paso	
A) Mínima	50 metros
B) Recomendada	100 metros
Pendiente de circulación máxima	18%
Pendiente mínima de drenaje	2%

3.4 Tipo de carpeta de rodadura

Por tratarse de un camino de penetración, la capa de rodadura será de material selecto balasto, para obtener mayor estabilidad, del mismo.

Se conoce como Balasto, al material selecto que se coloca sobre la subrasante terminada de una carretera, con el objeto de protegerla y que sirva de superficie de rodadura.

El balasto debe ser de calidad uniforme y estar exento de residuos de madera, raíces o cualquier material perjudicial o extraño y debe cumplir con las siguientes especificaciones: El material de balasto debe tener un peso unitario suelto, no menor de 80 libras/pie³ (1282 kilogramos/m³), determinado por el método AASHTO T193. El tamaño máximo del agregado grueso del balasto no debe exceder de 2/3 del espesor de la capa de rodadura, en ningún caso debe ser mayor de 7.5 centímetros.

3.5 Reconocimiento previo al estudio de la línea preliminar

Una vez trazadas las posibles rutas en los mapas cartográficos, se inicia el trabajo de campo con un reconocimiento del terreno.

Este reconocimiento se hace con la finalidad de observar directamente el terreno y sus características, en este recorrido se observan todos los datos generales de la ruta, para formular el estudio preliminar, vegetación, características de los suelos, hidrografía, etc., en este caso se realizó un reconocimiento terrestre.

3.5.1 Reconocimiento terrestre

Este tipo de reconocimiento es importante realizarlo porque permite al proyectista obtener la mayor información de la ruta a seguir, tales como ubicación, longitud de vegetación, finalidad, pendiente, clases de terreno, etc.

Ubicación: Por ubicación se entiende localizar el camino o proyecto a diseñar, su rumbo general o el de los tramos que lo componen, los puntos iniciales y terminales ya sean poblaciones, entronques con otras carreteras, etc.

Longitud: Para este reconocimiento es suficiente con la aproximación que se obtenga entre las distancias de los puntos importantes obteniendo, así, la longitud total del camino.

Finalidad: Es el uso que tendrá el camino; se anotara si hay usos específicos por tramos y el total, ya que puede suceder que en un determinado tramo la finalidad del camino sea distinta que en los demás o bien, mixta. Los principales casos son los siguientes: agrícola, minero, industrial y turístico. En el caso de los caminos de penetración, generalmente, de tercer orden, la finalidad es incorporar al país a las comunidades totalmente aisladas, que necesitan una comunicación para desarrollarse.

Pendientes: Con una primera información el proyectista observara y anotara la topografía del terreno y así establecer, una ruta factible donde no haya pendientes mayores que la considerada en el diseño.

3.6 Consideraciones respecto de criterios utilizados para el diseño

Se aplicaron los criterios de un camino tipo “G” de la Dirección General de Caminos, tomando en cuenta la topografía del terreno, este parámetro fue el elemento determinante para la aplicación de una pendiente de 14 %, donde el valor extremo de las especificaciones es el 18% por lo que no se tuvo que disminuir la pendiente del terreno natural, lo que beneficia el costo del movimiento de tierras, además se considero un radio mínimo de 12 metros; los anteriores parámetros se encuentran descritos en el inciso 3.3 de este capítulo.

4. LOCALIZACIÓN DE LA LÍNEA PRELIMINAR

Esta localización en campo no es más que un recorrido al lugar escogido previamente, partiendo de los puntos localizados en el mapa cartográfico, inicial y terminal del camino para el proyecto de finca las Victorias hacia finca Conchas fue un recorrido terrestre dejando una serie de señales con pintura en árboles que posteriormente, constituyeron una guía para el estudio preliminar.

Posteriormente a la etapa de localización de la línea preliminar en campo, se realizan los trabajos de levantamiento topográficos de dicha línea, dividiéndose en dos etapas, es decir, en trabajos de planimetría y altimetría.

4.1 Planimetría

Abarca todos los trabajos efectuados en planta para obtener la representación gráfica de un terreno, proyectado sobre un plano horizontal, por lo tanto, la planimetría está en dos dimensiones (X,Y).

Los trabajos se realizaron a través de un levantamiento de una poligonal abierta utilizando un GPS de precisión.

4.1.1 Metodología para el levantamiento planimétrico

Se realizó un levantamiento de una poligonal abierta utilizando un GPS de precisión estando calibrado el mismo con un NAD 27 central debido a la zona de ubicación del proyecto, ubicando puntos a cada 20 metros de la línea preliminar dejando marcados los puntos en todo el recorrido hasta el punto terminal de la línea escogida.

Para los trabajos realizados las distancias se establecieron con cinta métrica.

Equipo utilizado

- Estación Total Leica serie T-300
- GPS garmin
- 3 prismas
- 3 bípodes
- 1 Cinta métrica de 30 metros
- 1 Almádana de 2 libras
- 2 machetes
- Pintura y pinceles

Cálculo de coordenadas totales:

Con la información que se obtuvo del GPS en campo se procedió a plotear las coordenadas UTM en una cuadrícula hecha en Autocad a escala 1:50000, asumiendo que en la estación No. 1, las coordenadas iniciales son las que nos marcara el GPS utilizado.

4.2 Altimetría

Son todos los trabajos que se realizan para obtener la información necesaria y, así, representar el terreno en una tercera dimensión, generalmente, se llama a estos trabajos, nivelación.

El trabajo de nivelación consistió en obtener información altimétrica de la línea central, en la que se colocaron estaciones a cada 20 metros.

A continuación de la nivelación del eje central, se trabajaron las secciones transversales, seccionando a cada 20 metros, sobre el eje central y 25 metros en ambos lados del eje. Esto, con el propósito de determinar el volumen de corte y relleno.

Otro de los elementos a considerar fue la colocación de Bancos de Marca (BM), estos son muy importantes para el replanteo de los trabajos; se colocaron en rocas y puntos considerados como permanentes, con una separación de 500 a 1,000 metros, entre bancos de marca (BM).

4.2.1 Metodología de la nivelación

- Se obtuvo por medio del trabajo de nivelación, información del perfil natural del terreno.
- Se asumió en la estación 0+00 una cota basado en la altimetría tomada de la lectura del GPS.

- Se colocaron estacas a cada 20 metros, realizando la nivelación de la poligonal abierta con el método de nivelación simple y compuesta, esta se realiza a base de puntos de vuelta.
- Además, se realizó también el trabajo de secciones transversales, a cada 20 metros de la línea central y 25 metros a ambos lados.

4.2.2 Cálculo de cotas

El calculo de cotas de terreno y posteriormente ploteado en papel milimetrado, mostró la topografía real de la línea preliminar de diseño, este perfil del terreno determinó el tipo de carretera a diseñar.

El calculo de niveles se desarrolla directamente de las lecturas que toma la estación total, sin la necesidad de utilizar un nivel, ya que el equipo toma tanto las lecturas planimetricas como altimetricas.

Los puntos de partida y llegada son bancos, para controlar y poder comprobar la nivelación, si no se tienen cotas ya establecidas, pueden suponerse una cualquiera para un banco de tal magnitud que no resulten cotas negativas.

4.2.3 Estudio preliminar de suelos y generalidades

Generalidades: Un equipo especial y completo de campo es necesario, así como una cuadrilla competente para realizar un buen trabajo de estudio de suelos y materiales, acompañados por el ingeniero de campo para escoger una buena elección del suelo que se utilizara para los cortes y rellenos.

Para el caso de este proyecto no se realizo un estudio detallado de muestras de suelo, sin embargo se determino un tipo de suelo adecuado para cortes y rellenos, prevaleciendo las arcillas, roca y grava fina, definiendo de esta manera, que las condiciones del suelo encontrado es muy bueno, ya que este tipo de material posee una permeabilidad muy baja.

En el material que se utilizará para la capa de balasto, prevalecen las arcillas, limos y grava, muy parecido al utilizado en la subrasante, ya que el banco de materiales se encuentra dentro del trayecto del proyecto.

5. DISEÑO GEOMÉTRICO

5.1 Sección transversal de una carretera

Generalidades. La sección transversal esta definida por la corona, las cunetas, los taludes, las contra cunetas, las partes complementarias y el terreno comprendido dentro del derecho de vía.

Corona. Superficie comprendida entre las aristas superiores de los taludes del terraplén y/o las interiores de las cunetas de un corte. El ancho de 4 metros de corona no permite el cruce o rebase de vehículos, entonces, para evitar accidentes de tránsito, así como para propiciar el adecuado parqueo, maniobras de rebase o cruce, es necesario proyectar ensanchamientos a la corona con un ancho, longitud y distancia razonables, cuyo espaciamiento se determina en cada caso según lo accidentado del terreno, la visibilidad y el volumen de tránsito a que estará sujeto el camino. El ancho de corona es de 5.50 metros, con una capa de rodadura de 3.60 metros.

Calzada. El ancho de la calzada deberá ser; en tangente del alineamiento horizontal, especificado en los criterios de diseño capítulo tres inciso tres.

En tangentes y curvas horizontales para carreteras de tercer orden, el ancho de la calzada no requiere ampliación por curvatura horizontal. Sin embargo, es necesario ampliar el ancho de la calzada, formando libradero, para permitir el paso simultaneo a dos vehículos.

Estos libraderos se espaciarán a una distancia de doscientos cincuenta metros, si así lo requiere, la visibilidad entre ellos; para este diseño el ancho de calzada es de 5.5 metros el mismo que el ancho de corona, esto según lo especifica la D.G.C. para caminos vecinales. (Ver figuras 9 y 10) Anexos.

Hombros. El ancho de los hombros deberá ser para cada tipo de carretera y tipo de terreno. En este caso no se contemplo el ancho de hombros por ser un camino vecinal.

Pendiente transversal. En tangentes del alineamiento horizontal, el bombeo de la corona deberá ser:

De menos dos por ciento (-2%) en carreteras tipo “A”, “B”, “C”, y “D” pavimentadas;

De menos tres por ciento (-3%) en carreteras tipo “D” y caminos vecinales, revestidas o el terreno natural. (Ver figura 9) Anexos.

Taludes. Los taludes estarán definidos por su inclinación, expresada numéricamente por él recíproco de la pendiente.

a) En rellenos. El talud de la sección transversal en relleno deberá ser de uno y medio a uno (1.5:1), pudiendo tener una inclinación diferente si así lo especifica la D.G.C.

b) En corte. El talud de la sección transversal en corte deberá ser el que especifique la D.G.C.

Cunetas. Las cunetas serán de forma triangular y están definidas por su ancho y sus taludes.

c) Ancho. El ancho de la cuneta, medido horizontalmente entre el hombro de la corona y el fondo de la cuneta, deberá ser de un metro (1.00 m), pudiendo ser mayor si por capacidad hidráulica así se requiere. (Ver figuras 11 y 12) Anexos.

d) Taludes. El talud interno de la cuneta deberá ser de dos a uno (2:1). El talud externo de cuneta será el correspondiente al corte.

Contracunetas. Las contra cunetas serán, generalmente, de forma trapezoidal y están definidas por su ancho de plantilla, su profundidad y sus taludes, su utilización, ubicación y dimensiones estarán sujetas a los estudios de drenaje y geotécnicos o a lo que especifique la D.G.C. (Ver figura 13) Anexos.

Derecho de vía. El derecho de vía está definido por su ancho y su longitud. El ancho del derecho de vía es variable, según el orden de la carretera.

5.2 Diseño de curvas horizontales

Se le llama curva circular horizontal, al arco de circunferencia del alineamiento horizontal que une dos tangentes consecutivas, en los caminos vecinales de cualquier tipo se usaran únicamente curvas circulares simples, sin curvas de transición en los extremos de estas tangentes.

Para el cálculo de elementos de curva es necesario tener las distancias entre los PI de localización, los deltas calculados y el grado de curva (G) que será colocado por el diseñador.

Con el grado (G) y el delta (Δ) se calcula los elementos de la curva. En nuestro país se define un grado de curva (G) como el ángulo central, subtendido por un arco de 20 metros. De esta definición se obtienen las formulas de los diferentes elementos de una curva circular.

Grado de curvatura. Es el ángulo central que subtiende un arco de circunferencia de 20 metros de longitud.(Ver figura 1).

$$G/360 = 20/211R = G = 20 \cdot 360 / 211R = 1145.9156/R$$

Longitud de curva. Es la longitud del arco, comprendida entre el PC y PT, cuyo ángulo central es (Δ) (deflexión).(Ver figura 2)

$$L_c = (20 \cdot \Delta) / G$$

Subtangente. Es la distancia entre el PC y el PI o entre el PI y el PT.(Ver figura 2).

$$Stg. = R \cdot \text{Tang } \Delta / 2$$

Cuerda máxima. Es la distancia en línea recta desde el PC al PT.(Ver figura 2).

$$C_{max.} = 2R \cdot \text{Sen } \Delta / 2$$

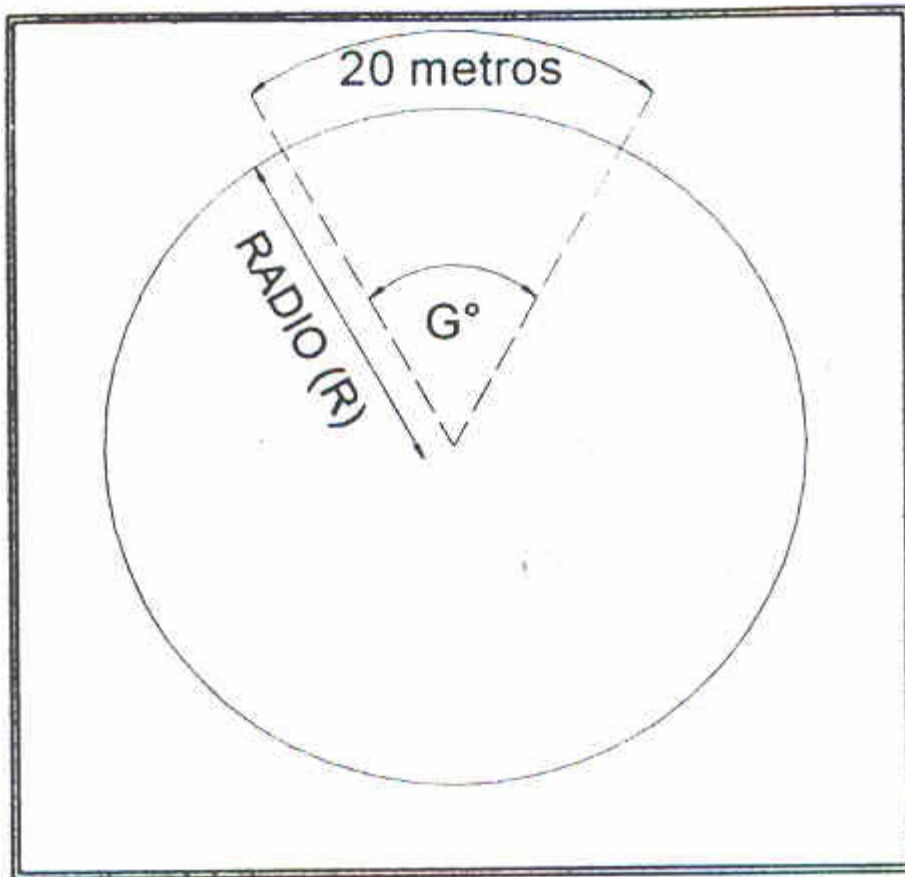
External. Es la distancia desde el PI al punto medio de la curva. (Ver figura 3).

$$E = R \cdot \sec \Delta / 2$$

Ordenada media. Es la distancia dentro del punto medio de la curva y el punto medio de la cuerda máxima (Ver figura 4).

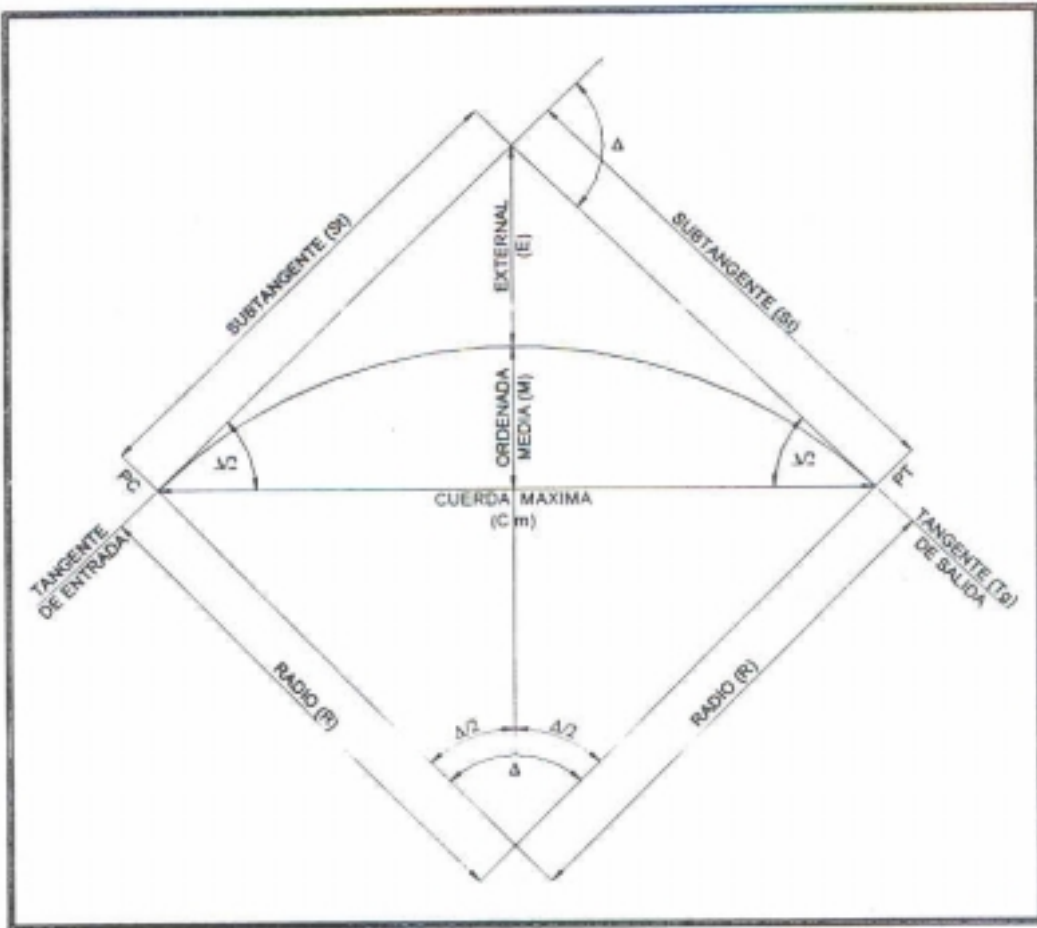
$$M = R \cdot (1 - \cos \Delta / 2)$$

Figura 3. Grado de curvatura de una curva



Fuente: Augusto Rene Pérez Méndez. Metodología de actividades para el geométrico de carreteras. Pagina 28

Figura 4. Elementos de curva horizontales simples



Fuente: Byron Rene Paiz Morales. Guía de cálculo para carreteras. Pagina 23.

5.2.1 Ejemplo de cálculo

Criterios considerados

Si $\Delta > 90^\circ$ Se fija Radio

Si $\Delta < 90^\circ$ Se fija Sub-Tangente

Para la curva a calcular $\Delta = 60^\circ 25' 25''$, entonces, se fija Sub-tangente

$$R = St/tg(\Delta/2) = 31.00/Tg(60^\circ 25' 25'' /2) = 31.00/0.5822=53.24 \text{ metros}$$

$$G = 1145.9156/R = 1145.9156/53.24 = 21^\circ 31' 24'' = 21^\circ$$

$$Lc = (\Delta /G)*20 = (60.42361/21.523)*20 = 56.14 \text{ metros}$$

$$Cmax = 2R*\text{sen } \Delta /2 = 2*53.24*\text{sen}(60^\circ 25' 25'')/2 = 53.58 \text{ metros}$$

Cálculo de caminamiento.

$$PC = PI - Stg = 0+176.44 - 31.00 = 0+145.44$$

$$PT = PI - Lc = 0+145.44 + 56.14 = 0+201.58$$

5.3 Diseño de la subrasante

La subrasante es el perfil de la terracería del camino, compuesta por líneas rectas con pendientes determinadas y unidas por arcos de curvas parabólicas verticales.

Según el sentido del caminamiento, las pendientes ascendentes son positivas y las descendentes negativas, estas se proyectan con aproximación de centésimos.

La subrasante que se proyecte debe compensar cortes y rellenos, pero, no siempre es posible, pues, algunas veces existen puntos obligados; para el diseño de la subrasante del camino se consideraron los siguientes elementos: pendientes máximas, estas están en función del tipo de carretera y el tipo de terreno; pendientes mínimas, estas se usan para establecer el drenaje en las carreteras. Otro elemento importante a considerar es el movimiento de tierras, tratando de compensar los cortes con los rellenos.

5.3.1 Diseño de Curvas verticales

La finalidad de éstas curvas es suavizar los cambios en el Movimiento Vertical, puesto que a través de su longitud se efectúa un paso gradual de la pendiente de la tangente de entrada a la tangente de salida; proporcionando de esta forma una operación segura y confortable, además de una agradable apariencia y características para un drenaje adecuado.

Las curvas pueden ser circulares, parabólicas simples o parabólicas cúbicas, etc. La más utilizada en la Dirección General de Caminos es la parabólica simple simétrica debido a la facilidad de su cálculo y a su gran adaptabilidad a las condiciones necesarias de operación.

Las especificaciones de la D.G.C. tienen tabulados valores para las longitudes mínimas de curvas verticales para distancia de Visibilidad de Parada, en función de la diferencia algebraica de pendientes y de la velocidad de diseño.

Las curvas diseñadas para distancia de Rebase resultan de gran longitud y debido al terreno montañoso del país su uso resulta antieconómico.

Las curvas verticales también pueden ser Cóncavas o Convexas. Según su forma se les conocen como curvas en columpio o en Cresta respectivamente (Ver figura 5).

Al momento de diseñar, se deben considerar las longitudes mínimas permisibles de curvas, con el objeto de evitar el traslape de las mismas, dejando también la mejor visibilidad posible a los conductores. Estas curvas pueden ser calculadas de la siguiente forma.

Visibilidad de parada

$$L = K * A$$

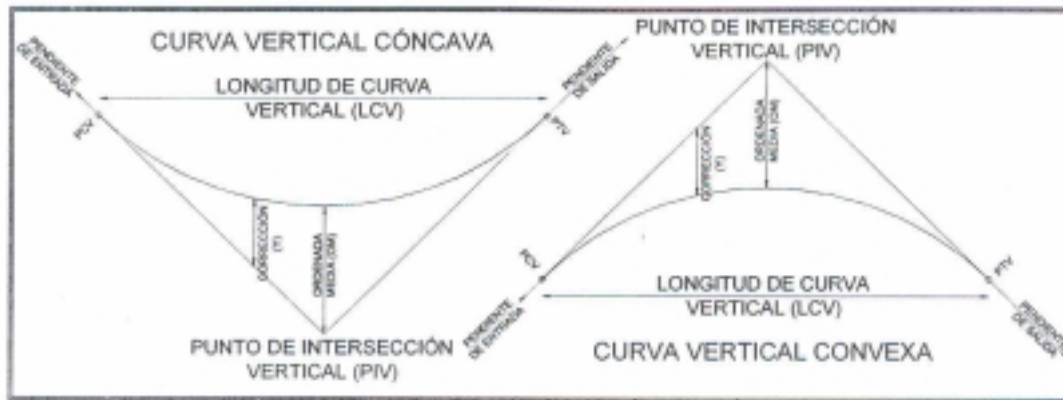
donde:

L: Longitud mínima de curva vertical (cóncava o convexa para la visibilidad)

K: Constante que depende de la velocidad de diseño (ver Tabla III).

A: Diferencia algebraica de pendientes.

Figura 5. Elementos de curva vertical



Fuente: Augusto Rene Pérez Méndez. Metodología de actividades para el geométrico de carreteras. Pagina 53

Tabla III. Valores de “K” según velocidad de diseño

VELOCIDAD en K.P.H.	CONVEXA	CONCAVA
	K	K
20	1	2
30	2	4
40	4	6
50	7	9
60	12	12
70	19	17
80	29	23
90	43	29
100	60	36

Fuente: Byron René Paiz Morales. Guía de Calculo para Carreteras. Pagina 62

5.3.2 Ejemplo de cálculo

$LCV = K * \text{Diferencia Algebraica de pendientes}$

Velocidad de Diseño 20 K.P.H., Curva concava

$K = 2$, según tabla anterior

Diferencia Algebraica de pendientes = 6.53 %

Longitud mínima de curva vertical = $2 * (13.16 - 6.63) = 13.06$ metros

Aproximando LCV = 14.00 metros

EST. 0+073.02 = PIV

ELEV. 1744.297 metros

Pendiente de entrada = 6.63 %

Pendiente de salida = 13.16 %

Dif. de pendientes $\Delta = 13.16\% - 6.63\% = 6.53\%$

Ordenada media $OM = LCV * (\Delta/800) = 14 * (6.53/800) = 0.114275$

5.4 Movimiento de tierras

El movimiento de tierras es la utilización o disposición de los materiales extraídos en los cortes en la cantidad que puedan ser reutilizables, por ejemplo en la construcción de terraplenes; además, se incluyen los materiales de préstamo o desperdicio que sean aptos para la conformación, compactación y el terminado del trabajo de terracería.

Se debe tomar en cuenta, que el movimiento de tierras se encuentra enlazado directamente con el diseño de subrasante de la carretera, incidiendo así, en el costo de la misma. Por lo tanto, el movimiento de tierras deberá ser el más factible, desde el punto de vista económico, dependiendo de los requerimientos que el tipo de camino fije.

5.4.1 Cálculo de áreas de las secciones transversales

Las formas de medir las áreas son la gráfica y la analítica.

Gráfica

Esta forma consiste en determinar al área de corte o relleno que encierra la gráfica de la sección típica, efectuándose la medida por medio del PLANÍMETRO POLAR.

Analítica

Como las secciones transversales están ploteadas en papel milimetrado, podemos determinar las coordenadas para cada punto, referidas a la línea central de la misma y luego por el método de los determinantes encontramos el área de manera exacta (Ver figura 6).

El método a usar varia según el uso o finalidad del trabajo que se realiza. En la DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS se usa el método gráfico con Planímetro porque son datos que se usan para un presupuesto y por lo tanto no requiere gran aproximación. Cuando se usan las áreas para una liquidación el resultado exacto tiene gran repercusión en el pago de cantidades de dinero por trabajos realizados.

Figura 6. Ejemplo de método analítico

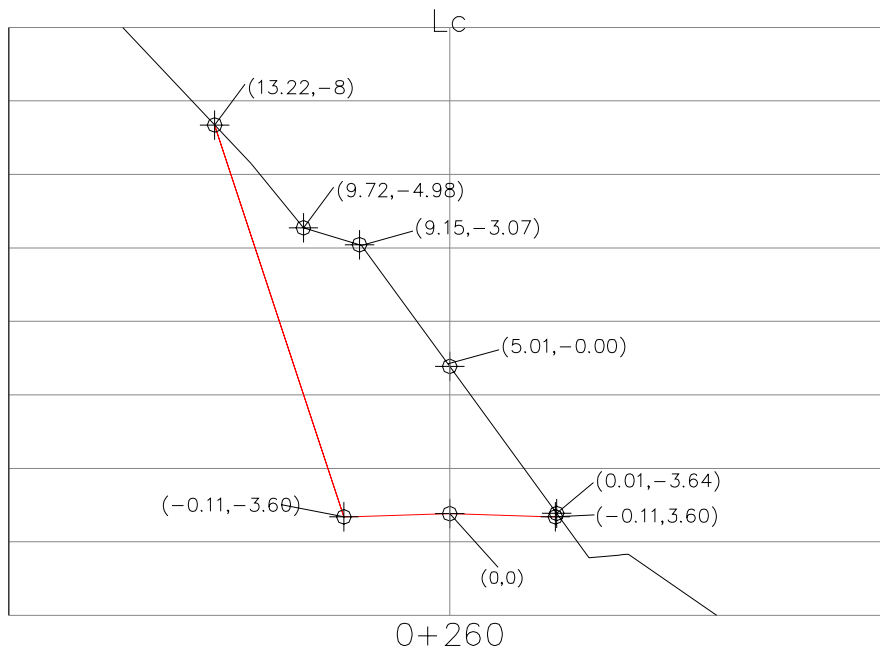


Figura 6 (continuación). Ejemplo de método analítico

X	Y
-8.00	13.22
-4.98	9.72
-3.07	9.15
0.00	5.01
3.64	0.01
3.60	-0.11
0.00	0.00
-3.60	-0.11
-8.00	13.22

Suma XY =	-186.69	Suma YX =	-76.54
AREA =	$\frac{\text{Suma XY} - \text{Suma YX}}{2}$		=
	$\frac{-186.69 + 76.5396}{2}$		=
			55 m²

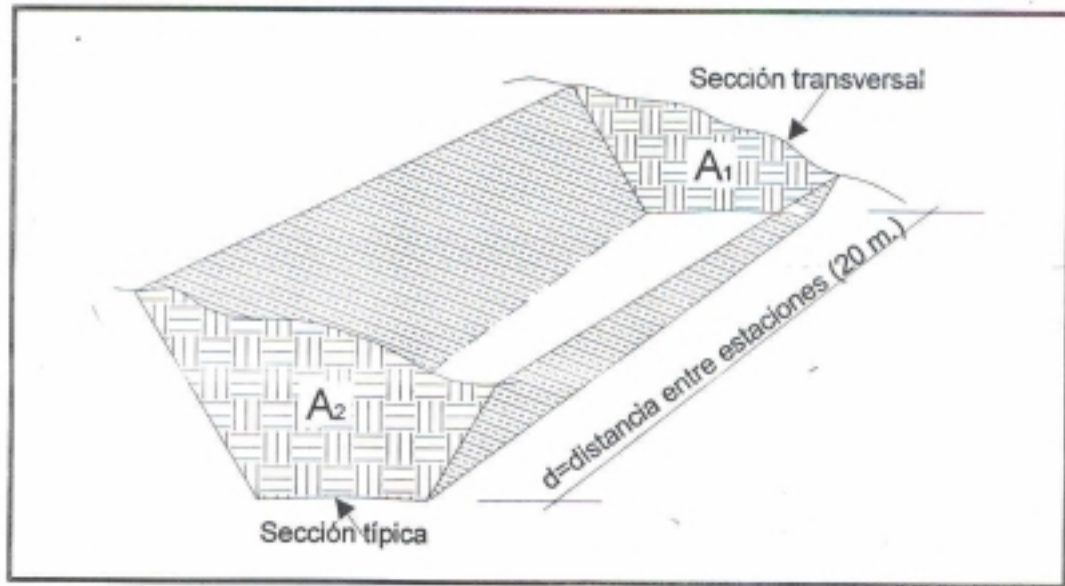
5.4.2 Cálculo de volúmenes de tierra

Para el cálculo de volúmenes se toma como el volumen de un prisma irregular y donde las áreas de dos estaciones consecutivas forman las bases de dicho prisma. La distancia entre estaciones es la altura del prisma. Lo anterior, cuando el tramo considerado es sólo corte o sólo relleno (Ver figura 7).. Cuando se trate de áreas en secciones intermedias, motivadas por accidentes notables de la topografía, se empleará la fórmula.

$$V = ((A1+A2)/2)*d$$

En que **d** es la distancia entre las secciones, en tanto que, A1 y A2 son las áreas de las secciones extremas.

Figura 7. Cálculo de volúmenes de tierra



Fuente: Augusto Rene Pérez Méndez. Metodología de actividades para el diseño geométrico de carreteras. Pagina 65

Cuando una de las áreas sea igual a cero, como es el caso de los puntos en que cambia de corte a terraplén o viceversa, se promediará con el área restante, o sea que, ésta se dividirá entre dos; el resultado se multiplicara por la distancia entre las secciones.

La fórmula para calcular volúmenes es correcta para tramos rectos, pero no cumple para los que son en curva. Sin embargo, dadas las cantidades de metros cúbicos de tierra que se trabajan resulta insignificante.

El trabajar secciones en curva de manera más cercana a la realidad hace que el trabajo sea más laborioso sin que la diferencia resultante sea significativa.

La Dirección General de Caminos trabaja sin considerar las correcciones prismoidales y por curvatura, debido a que el grado de aproximación deseado se obtiene tal y como se trabaja.

5.4.3 Coeficiente de Contracción e Hinchamiento

Para poder explicar lo que es el coeficiente de contracción e hinchamiento, es necesario hacer notar que cualquier material (sea de corte o préstamo) empleado, experimenta un cambio de volumen cuando pasa del estado natural al relleno, lo cual hace necesario conocer la magnitud del cambio, para poder determinar con mayor exactitud los volúmenes del material a mover.

Este coeficiente varía según diversos factores tales como: la clase de suelo, la humedad contenida; las formas de excavación, el transporte usado y el tipo de compactación.

6 RECOMENDACIONES DE CONSTRUCCIÓN

6.1 Corte y relleno

Los taludes de gran altura en roca sólida y masiva, sedimento bien cementado o depósitos volcánicos soldados son estables en cortes de $1:1$ a $1:1$, o hasta casi vertical. Las excavaciones de grandes alturas deberán ser construidas con plataforma (terrazas) de 3 a 5 metros de ancho y de 8 a 15 metros de alto, para seguridad en caso de deslizamiento y caída de roca (Ver figuras 8 y 9).

La mayoría de los suelos no se mantendrán firmes y estables en cortes verticales que excedan alturas de 1 a 3 metros o menos con materiales cementados o de una mezcla de suelo residual y roca intemperizada con una cohesión moderada. En taludes de poca altura de 2 a 3 metros, las laderas deberán ser excavadas con relación de 2:1 o más planas inicialmente para promover la estabilización vegetal y aprovechar el área (Ver tabla IV).

Los suelos arcillosos presentan problemas muy particulares en la construcción y mantenimiento de caminos porque su resistencia varía, dependiendo de las condiciones climatológicas. Por lo tanto las medidas que se toman en la construcción y mantenimiento de caminos en este tipo de suelos deberían enfocarse con el objetivo de evitar que los suelos arcillosos se saturen. Los cortes en suelos arcillosos inicialmente pueden ser altos y verticales, pero con el tiempo perderán su estabilidad.

En este tipo de suelo se debe hacer los cortes relativamente planos, tal como 2:1 a 3:1 o más; los terraplenes anchos también son convenientes para acomodar deformación y reducir al mínimo la inestabilidad en suelos arcillosos.

Los valores recomendados para cortes de taludes en roca y suelo presentados en las tablas V y VI son para aplicaciones de rutina y no reflejan condiciones locales especiales tal como agua subterránea, fallas y zonas de cizallamiento o zonas de material intemperizado, etc. que probablemente requieren taludes con menor inclinación.

En la tabla IV se muestran las inclinaciones de taludes según la clase de material y la altura del corte ó relleno.

Tabla IV Inclinación de taludes según material y altura

Material	Altura	Inclinación V H
Corte:		
Duro	Cualquiera	1/4:1 = 4:1
Semiduro	Cualquiera	1/4:1 = 4:1
Semisuave y suave	0 a 3 metros	1:1 = 1:1
	3 a 7 metros	1/2:1 = 2:1
	más de 7 metros	1/3 = 3:1
Relleno:		
Todo material	0 a 3 metros	2:1 = 1:2
	más de 3 metros	1 1/2:1 = 2:3

Fuente: Manual de caminos rurales con impacto mínimo

H = Horizontal

V = Vertical

Figura 8. Cortes típicos en ladera

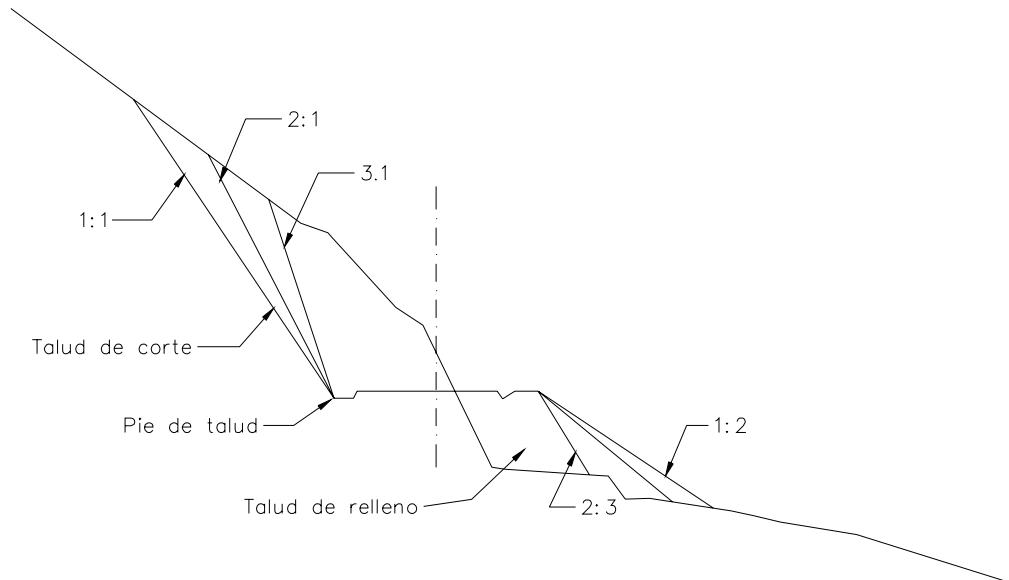


Figura 9. Corte típico en cajón con un lado abierto

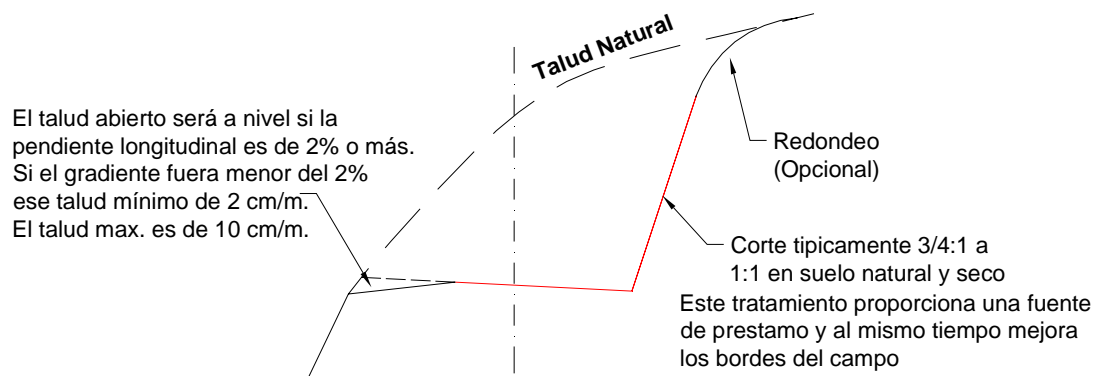


TABLA V Relaciones típicas de cortes en talud en roca madre

Tipo de roca	Rango máxima de pendiente		
	Masiva	a	Fracturada
1. Igneas Granito, basalto, toba volcánica soldada y ceniza y piroclástica cementada	1/4:1	a	1/2:1
2. Sedimentarias Arenisca y caliza masiva, roca arcillosa y roca limosa masiva	1/4:1 1/4:1	a a	1/2:1 1:1
3. Metamórfica Esquisto y mármol Pizarra	1/4:1 1/4:1	a	1/2:1 3/4:1
4. Roca intemperizada o serpentina	1/4:1	a	1:1
5. Granito descompuesto in situ ligeramente o moderadamente intemperizado	1/4:1	a	1:1

Fuente: Manual de caminos rurales con impacto mínimo

TABLA VI Relaciones de relleno y terraplenes

Tipo de roca	Rango máxima de pendiente	
	Talud sin agua subterránea	Talud con agua subterránea
1. Roca Madre	1.2:1	1.5:1
2. Grava arenosa	1..3:1	1.8:1
3. Arena, granos angulares bien graduadas	1.5:1	2:1
4. Grava limosa, arena uniforme	1.8:1	3:1
5. Arena limosa, arena arcillosa	1.75: o más plano	3:1
6. Limo arcilloso arenoso	2:1 o más plano	4:1

Fuente: Manual de caminos rurales con impacto mínimo

6.2 Drenajes

El sistema de drenaje es el aspecto más importante del diseño y construcción de caminos por el impacto ambiental, costo de construcción, mantenimiento y reparación. Los principios para un sistema de drenaje para caminos son elementales. Los factores climatológicos y de suelos influyen directamente en el diseño del drenaje e influyen en la erodabilidad del sitio, los estudios de campo deben tomar en cuenta los conocimientos de la gente de la zona, para conocer tanto las crecidas máximas, como la época de estiaje de los cuerpos de agua que atraviesen el tramo carretero.

6.2.1 Objetivos del drenaje

- Pasar con seguridad toda la cantidad de descarga que cruce el camino.
- Remover el agua fuera de la superficie del camino sin hacer daño al mismo y a su estructura.
- Prevenir impactos negativos al ambiente a ambos lados del camino.
- Reducir al mínimo los cambios al patrón de drenaje natural.
- Disminuir o reducir al mínimo la velocidad del agua y la distancia que el agua tiene que recorrer.
- Remover el agua subterránea que se encuentre, cuando sea necesario.

6.2.2 Importancia en la vida de la carretera

En la vida de una carretera es fundamental el funcionamiento del drenaje, pues el exceso de agua o humedad ocasionan deslaves, asentamientos y desprendimientos de taludes que interrumpen el tránsito y transforman el funcionamiento del camino, ocasionando desequilibrios económicos.

Las recomendaciones que se dan con respecto al drenaje se divide en dos partes:

- a) Drenaje Longitudinal
- b) Drenaje Transversal

6.2.3 Drenaje longitudinal

Este tipo de drenaje se refiere a las obras de captación y defensa tales como cunetas, contra cunetas, bombeo, fosas de laminación.

6.2.3.1 Cunetas

La cuneta es una zanja de sección triangular o trapezoidal destinada a recoger y encausar hacia fuera del corte, el agua que escurre de la superficie del camino debido al bombeo así como la que escurre por los taludes de los cortes; estas son construidas paralelamente al eje del camino y se aloja a partir de la corona (ver figuras 13 y 14) Apéndices.

Cuando se trata de una sección en balcón solamente se construye la cuneta del lado del corte; en caso sea necesario se construirán cunetas a ambos lados de la corona; las cunetas deberán estar revestidas y con disipadores de energía cuando la pendiente sea mayor del 12%; generalmente no se construyen en curvas y laderas, pues basta con dejar el bombeo hacia un solo lado.

La mayoría de las cunetas en los caminos son de tierra o piedra ligada con mortero; durante el proceso de mantenimiento de las cunetas no se debe quitar la hierba ni la vegetación menor que protegen las cunetas de la acción erosiva del agua; sin embargo, si se deben eliminar los arbustos que pueden restringir el flujo de agua.

Las salidas de agua o zanjas y los drenajes con pendientes mayores de un 10% deben llevar una forma de estabilización con disipadores de energía. Los desagües que se encuentran en terrenos muy inclinados requieren revestimiento o estabilización total, tal como concreto, o el uso de un canal con gradas y disipadores de energía.

6.2.3.2 Contracunetas

Las contracunetas son pequeños canales que se construyen en lugares convenientes, para interceptar el agua que escurre hacia el camino y de esa forma evitar que se dañen los taludes de los cortes o la superficie de rodamiento. Debe procurarse que la pendiente sea suave, como uniforme y que su trazo no tenga cambios bruscos. Las dimensiones de las contracunetas pueden variar de acuerdo a la cantidad de agua que se recolecte. (Ver figura 15) Apéndices.

6.3 Bombeo de la superficie

Se le llama bombeo o pendiente transversal a la forma que se le da a la sección del camino para evitar que el agua de lluvia se estanque y, por lo tanto, ocasione trastornos al tránsito e infiltraciones en las terracerías que provocan saturaciones en las mismas, reblandecimientos del terreno y, finalmente, destrucción; sirve también para evitar que el agua corra longitudinalmente sobre la superficie y la erosione. El bombeo depende no solamente de la precipitación pluvial sino de la clase de superficie de la carretera, ya que una superficie dura requiere menos bombeo que una rugosa y la falta de compactación al proyectar el bombeo de una carretera debe tomarse en cuenta también en relación a la comodidad para los usuarios de la carretera, puesto que una carretera con bombeo exagerado provoca que los conductores de vehículos prefieran el centro.

Para el diseño del proyecto realizado el bombeo es 3% que es el recomendado para caminos vecinales. (Ver figuras 11 y 12) Apéndices.

Tabla VII. Bombeos recomendables para cada tipo de camino vecinal.

CLASE DE SUPERFICIE	PENDIENTE TRANSVERSAL RECOMENDABLE		TIPO CAMINO VECINAL	BOMBEO PENDIENTE TRANSVERSAL
	MINIMA	MÁXIMA		
TIARA	2%	8%	ESPECIAL	2%
GRAVA O MACADAM	1%	6%	PRIMERO Y SEGUNDO ORDEN	2-3%
PAVIMENTOS ASFALTICOS	½%	3%	TERCER ORDEN	3%

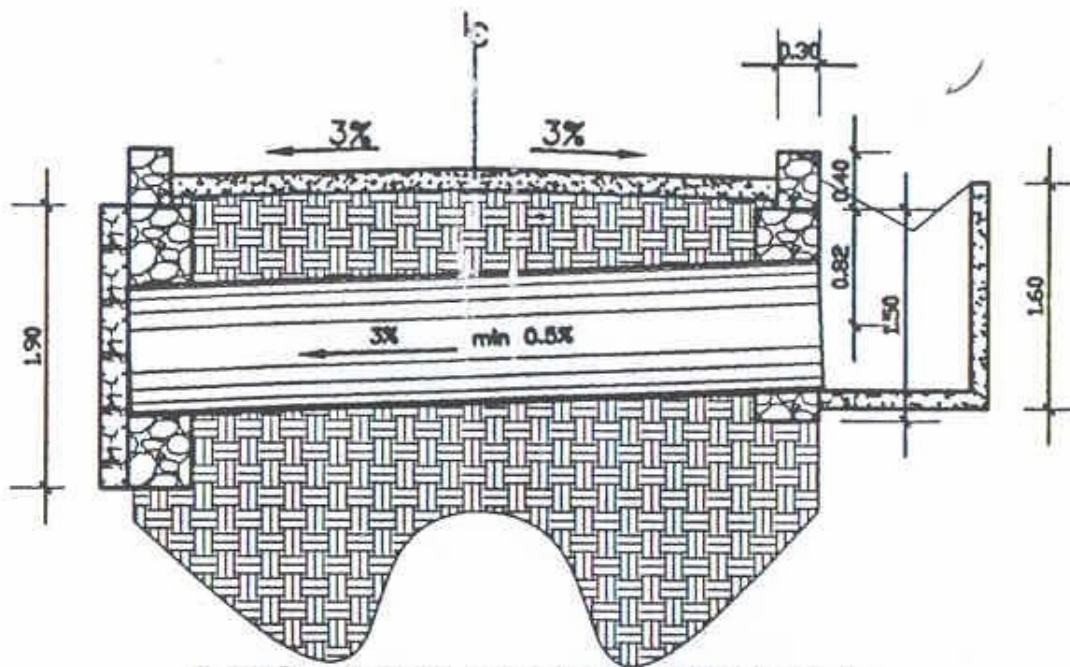
**Fuente: Juan Leonidas Sajcabun Morales. Diseño de carretera al Bojonal, San Marcos
Pagina 49.**

6.4 Drenaje transversal

Este se encuentra formado por tuberías y bóvedas, las tuberías pueden ser de concreto reforzado o de lámina corrugada. El objetivo del drenaje transversal es de dar paso rápido al agua que no pueda desviarse en otra forma y tenga que cruzar de un lado a otro el camino.

En cuanto a las alcantarillas es recomendable construirlas a cada 200 metros como máximo, utilizando tubería de 24" como mínimo. (Ver figura 10).

Figura 10. Detalle de drenaje transversal



Fuente: Willimsem Alejandro Morales Castillo. Diseño de la carretera que une las aldeas Acal, y Casaca; y la carretera hacia el caserío La Mariposa, La Vega de San Miguel, San Ildefonso Ixtahuacan, Huehuetenango. Pagina 102.

6.5 Cálculo del diámetro del tubo a usar

Cálculo del diámetro del tubo a usar.

Área promedio de drenajes

$$100\text{m} \times 390\text{m} = 39,000 \text{ m}^2 = 3.9 \text{ Ha.}$$

Utilizando la fórmula de Talbot, para encontrar el área de la sección de la alcantarilla, se realiza el siguiente cálculo:

$$A = 0.183 * C * (a^3)^{\frac{1}{4}}$$

a = Área de la sección en m²

C = Coeficiente de escurrimiento dependiendo de la naturaleza del terreno para este caso C=1.

Tabla VIII. Coeficientes de C que dependen del contorno del terreno

Valor de "C"	Descripción
1.00	Para terrenos montañosos con suelos de roca y pendientes pronunciadas.
0.65	Para terrenos quebrados con pendientes moderadas.
0.50	Para cuencas irregulares muy largas.
0.33	Para terrenos agrícolas ondulados, en los que el largo de la cuenca es de 3 a 4 veces el ancho.
0.20	Para terrenos llanos, sensiblemente horizontales, no afectados por inundaciones fuertes.

Fuente: Manual para construcción de caminos rurales, Capítulo 4, página 4-30.

A = Área del terreno drenado en Hectáreas.

Se procede al cálculo:

$$A = 0.183 * 1 * (3.9^3)^{1/4} = 0.51 \text{ m}^2$$

Se procede a encontrar el diámetro que sea el más adecuado y además, que coincida con los diámetros utilizados, por lo general es 30”.

$$A = 3.1416 * R^2$$

$$R = (A/3.1416)^{1/2}$$

$$R = (0.456/3.1416)^{1/2} = 0.381 \text{ m.}$$

$$\varnothing = 0.381 * 2 = 0.762 \text{ m.}$$

Convirtiendo a pulgadas:

$$\varnothing = 0.762 \text{ m} * (100/2.54) = 30''$$

El tubo que se recomienda, será de metal corrugado de 30”

La otra forma de calcular el área de descarga es utilizando el nomograma de la figura 16 en apéndices, que se presenta en función del área drenada A y el coeficiente C, se obtiene el área hidráulica necesaria en la alcantarilla y si se trata de un tubo, se encuentra su diámetro en cm.

6.6 Carpeta de rodadura

Después de haber conformado la subrasante, se procede a la colocación de una carpeta de rodadura, construida con material selecto sobre ella, con el objeto de protegerla y de que sirva de superficie de rodadura para ayudar a la prolongación de la vida útil del camino. Esta carpeta de rodadura ayuda a evitar la acción de desgaste del camino por el tránsito de vehículo y la acción erosiva del agua durante la época lluviosa.

Entre las características que debe reunir la carpeta de rodadura es que debe ser de calidad uniforme y encontrarse exenta de residuos de madera, raíces, material extraño o cualquier material perjudicial. Debe ser estable a la acción abrasiva del tránsito, relativamente impermeable, poseer una acción capilar que le permita reemplazar la humedad que se pierde por la evaporación y la que es necesaria para mantener ligadas estas partículas. Dichas características se encuentran en el balasto.

Cuando la capa de balasto tenga que colocarse sobre una subrasante existente, esta debe ser conformada y escarificada, de acuerdo con las líneas, pendientes y secciones típicas. El espesor total de la capa de balasto no debe ser menor de 10 centímetros ni mayor de 25 centímetros. Las capas de balasto deben compactarse, como mínimo, al 90% de la densidad máxima.

7. INTEGRACIÓN DE COSTOS

Tabla IX. Requerimiento de maquinaria mínima a utilizar en construcción

Cantidad	Equipo
2	TRACTOR D6
2	EXCAVADORA DE ORUGA O CARGADOR 950
2	MOTONIVELADORAS 140 G
3	VIBROAPISONADORAS MANUALES
2	VIBROCOMPACTADOR LISO
1	VIBROCOMPACTADOR PATA DE CABRA
2	RETROEXCAVADORAS
3	DITRIBUIDORAS DE AGUA
3	BOMBAS DE AGUA
6	CAMIONES DE VOLTEO DE 10M ³
3	CONCRETERAS DE UN SACO
6	CARRETILLAS DE MANO
12	PIOCHAS
12	PALAS
12	CUBETAS

Nota: los precios unitarios son calculados, en base al promedio de maquinaria, mano de obra y materiales que se manejan en el mercado, a la hora de efectuar el estudio, publicados por la Cámara de la Construcción.

Tabla No. X Integración de precios unitarios

PROYECTO: CHIBUC - TURBALYÀ
REGLON: EXCAVACION NO CLASIFICADA
CANTIDAD: 13,643.78
UNIDAD: M³

MAQUINARIA Y EQUIPO					
TIPO DE MAQUINARIA	UNIDAD	RENDIMIENTO	Q/H	COSTO UNITARIO	
TRACTOR D6D	HORAS	200.00	Q 255.00	Q	51,000.00
EXCAVADORA DE ORUGA	HORAS	200.00	Q 450.00	Q	90,000.00
MOTONIVELADORA 140 G	HORAS	150.00	Q 305.00	Q	45,750.00
RODO PATA DE CABRA	HORAS	200.00	Q 175.00	Q	35,000.00
REGADORA DE AGUA	HORAS	200.00	Q 80.00	Q	16,000.00
BOMBA DE AGUA	HORAS	150.00	Q 25.00	Q	3,750.00
4 CAMIONES 10 M ³	HORAS	827.00	Q 340.00	Q	281,180.00
1 TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO				Q	522,680.00
MANO DE OBRA					
MANO DE OBRA	UNIDAD	RENDIMIENTO	Q/H	COSTO UNITARIO	
7 PEONES	HORAS	1405.017	Q 3.75	Q	5,268.81
TOTAL				Q	5,268.81
FACTOR DE PRESTACIONES incluye beneficios sociales			0.46	Q	2,423.65
2 TOTAL MANO DE OBRA				Q	7,692.46
3 COSTO DE HERRAMIENTA ES IGUAL AL 5% DEL COSTO DE MANO DE OBRA				Q	384.62
MATERIALES					
MATERIAL	UNIDAD	DOSIFICACION	VALOR ADQUISICION	COSTO UNITARIO	
4 TOTAL DE MATERIALES				Q	-
RESUMEN					
COSTO DIRECTO DEL REGLON:				Q	530,757.08
FACTOR INDIRECTOS				Q	222,917.98
TOTAL				Q	753,675.06
PRECIO UNITARIO DEL REGLON:				Q	55.24

Precio unitario = Q. 753,675.06(TOTAL)/13643.78(CANTIDAD)

Tabla No. XI Integración de precios unitarios

PROYECTO: CHIBUC - TURBALYÀ
REGLON: EXCAVACION NO CLASIFICADA DE DESPERDICIO
CANTIDAD: 100,463.37
UNIDAD: M³

MAQUINARIA Y EQUIPO					
TIPO DE MAQUINARIA	UNIDAD	RENDIMIENTO	Q/H	COSTO UNITARIO	
2 TRACTORES D6D	HORAS	480.00	Q 510.00	Q	244,800.00
TRACTORES D8K	HORAS	0.00	Q 450.00	Q	-
2 EXCAVADORAS DE ORUGA	HORAS	480.00	Q 1,350.00	Q	648,000.00
2 REGADORAS DE AGUA	HORAS	300.00	Q 160.00	Q	48,000.00
2 BOMBAS DE AGUA	HORAS	500.00	Q 50.00	Q	25,000.00
6 CAMIONES 10 M³	HORAS	360.00	Q 1,190.00	Q	428,400.00
1 TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO				Q	1,394,200.00
MANO DE OBRA					
MANO DE OBRA	UNIDAD	RENDIMIENTO	Q/H	COSTO UNITARIO	
8 PEONES	HORAS	3605.54	Q 3.75	Q	13,520.78
TOTAL				Q	13,520.78
FACTOR DE PRESTACIONES			0.46	Q	6,219.56
incluye beneficios sociales			2 TOTAL MANO DE OBRA	Q	19,740.34
3 COSTO DE HERRAMIENTA ES IGUAL AL 5% DEL COSTO DE MANO DE OBRA				Q	987.02
MATERIALES					
MATERIAL	UNIDAD	DOSIFICACION	VALOR ADQUISICION	COSTO UNITARIO	
4 TOTAL DE MATERIALES				Q	-
RESUMEN					
COSTO DIRECTO DEL REGLON:				Q	1,414,927.36
FACTOR INDIRECTOS				Q	594,269.48
TOTAL				Q	2,009,196.84
PRECIO UNITARIO DEL REGLON:				Q	20.00

Precio unitario = $Q2,009,196.84 / 100,463.37$ (CANTIDAD)

Tabla No. XII Integración de precios unitarios

PROYECTO: CHIBUC - TURBALYÀ

REGLON: EXCAVACION DE CANALES DE ENTRADA Y SALIDA DE ALCANTARILLAS

CANTIDAD: 194.24

UNIDAD: M³

MAQUINARIA Y EQUIPO						
TIPO DE MAQUINARIA	UNIDAD	RENDIMIENTO	Q/H	COSTO UNITARIO		
RETROEXCAVADORA	HORAS	19.00	Q 175.00	Q	3,325.00	
CAMIONES 10 M ³	HORAS	10.70	Q 85.00	Q	909.50	
1 TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO				Q	4,234.50	
MANO DE OBRA						
MANO DE OBRA	UNIDAD	RENDIMIENTO	Q/H	COSTO UNITARIO		
2 PEONES	HORAS	26.69	Q 3.75	Q	100.10	
TOTAL				Q	100.10	
FACTOR DE PRESTACIONES			0.46	Q	46.05	
incluye beneficios sociales		2 TOTAL MANO DE OBRA		Q	146.15	
3 COSTO DE HERRAMIENTA ES IGUAL AL 5% DEL COSTO DE MANO DE OBRA				Q	7.31	
MATERIALES						
MATERIAL	UNIDAD	DOSIFICACION	VALOR ADQUISICION	COSTO UNITARIO		
4 TOTAL DE MATERIALES				Q	-	
RESUMEN						
COSTO DIRECTO DEL REGLON:				Q	4,387.96	
FACTOR INDIRECTOS				Q	1,842.93	
TOTAL				Q	6,230.89	
PRECIO UNITARIO DEL REGLON:				Q	32.08	

Precio unitario = 6,230.89(TOTAL)/194.24(CANTIDAD)

Tabla No. XIII Integración de precios unitarios

PROYECTO: CHIBUC - TURBALYÁ
REGLON: EXCAVACION ESTRUCTURAL PARA ALCANTARILLAS
CANTIDAD: 423.06
UNIDAD: M³

MAQUINARIA Y EQUIPO						
TIPO DE MAQUINARIA	UNIDAD	RENDIMIENTO	Q/H	COSTO UNITARIO		
RETROEXCAVADORA	HORAS	110.00	Q 175.00	Q	19,250.00	
CAMIONES 10 M ³	HORAS	80.20	Q 85.00	Q	6,817.00	
1 TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO				Q	26,067.00	
MANO DE OBRA						
MANO DE OBRA	UNIDAD	RENDIMIENTO	Q/H	COSTO UNITARIO		
2 PEONES	HORAS	159.93	Q 3.75	Q	599.74	
TOTAL				Q	599.74	
FACTOR DE PRESTACIONES incluye beneficios sociales			0.46	Q	275.88	
2 TOTAL MANO DE OBRA				Q	875.62	
3 COSTO DE HERRAMIENTA ES IGUAL AL 5% DEL COSTO DE MANO DE OBRA				Q	43.78	
MATERIALES						
MATERIAL	UNIDAD	DOSIFICACION	VALOR ADQUISICION	COSTO UNITARIO		
4 TOTAL DE MATERIALES				Q	-	
RESUMEN						
COSTO DIRECTO DEL REGLON:				Q	26,986.40	
FACTOR INDIRECTOS				Q	11,334.29	
TOTAL				Q	38,320.69	
PRECIO UNITARIO DEL REGLON:				Q	90.58	

Precio unitario = 38,320.69(TOTAL)/423.06(CANTIDAD)

Tabla No. XIV Integración de precios unitarios

PROYECTO: CHIBUC - TURBALYÁ

REGLON: EXCAVACION ESTRUCTURAL PARA CAJAS Y CABEZALES

CANTIDAD: 215.92

UNIDAD: M³

MAQUINARIA Y EQUIPO						
TIPO DE MAQUINARIA	UNIDAD	RENDIMIENTO	Q/H	COSTO UNITARIO		
EXCAVADORA	HORAS	60.00	Q 175.00	Q	10,500.00	
CAMIONES 10 M ³	HORAS	40.20	Q 85.00	Q	3,417.00	
1 TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO				Q	13,917.00	
MANO DE OBRA						
MANO DE OBRA	UNIDAD	RENDIMIENTO	Q/H	COSTO UNITARIO		
2 PEONES	HORAS	79.83	Q 3.75	Q	299.35	
TOTAL				Q	299.35	
FACTOR DE PRESTACIONES			0.46	Q	137.70	
incluye beneficios sociales		2 TOTAL MANO DE OBRA		Q	437.05	
3 COSTO DE HERRAMIENTA ES IGUAL AL 5% DEL COSTO DE MANO DE OBRA				Q	21.85	
MATERIALES						
MATERIAL	UNIDAD	DOSIFICACION	VALOR ADQUISICION	COSTO UNITARIO		
4 TOTAL DE MATERIALES				Q	-	
RESUMEN						
COSTO DIRECTO DEL REGLON:				Q	14,375.90	
FACTOR INDIRECTOS				Q	6,037.88	
TOTAL				Q	20,413.78	
PRECIO UNITARIO DEL REGLON:				Q	94.54	

Precio unitario = 20,413.78(TOTAL)/215.92(CANTIDAD)

Tabla No. XV Integración de precios unitarios

PROYECTO: CHIBUC - TURBALYÀ
REGLON: CAPA DE BALASTO
CANTIDAD: 14,044.00
UNIDAD: M³

MAQUINARIA Y EQUIPO						
TIPO DE MAQUINARIA	UNIDAD	RENDIMIENTO	Q/H	Q	COSTO UNITARIO	
MOTONIVELADORA 140 G	HORAS	240.00	Q	305.00	Q	73,200.00
RODO LISO	HORAS	120.00	Q	170.00	Q	20,400.00
REGADORA DE AGUA	HORAS	200.00	Q	80.00	Q	16,000.00
BOMBA DE AGUA	HORAS	180.00	Q	25.00	Q	4,500.00
TRACTOR D6D	HORAS	250.00	Q	255.00	Q	63,750.00
EXCAVADORA DE ORUGA	HORAS	250.00	Q	450.00	Q	112,500.00
1 TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO					Q	290,350.00
MANO DE OBRA						
MANO DE OBRA	UNIDAD	RENDIMIENTO	Q/H	Q	COSTO UNITARIO	
6 PEONES	HORAS	1201.797	Q	3.75	Q	4,506.74
TOTAL					Q	4,506.74
FACTOR DE PRESTACIONES				0.46	Q	2,073.10
incluye beneficios sociales					Q	6,579.84
2 TOTAL MANO DE OBRA					Q	6,579.84
3 COSTO DE HERRAMIENTA ES IGUAL AL 5% DEL COSTO DE MANO DE OBRA					Q	328.99
MATERIALES						
MATERIAL	UNIDAD	DOSIFICACION	VALOR ADQUISICION	Q	COSTO UNITARIO	
COMPRA DE MATERIAL	M ³	14,044.00	Q	2.50	Q	35,110.00
4 TOTAL DE MATERIALES					Q	35,110.00
RESUMEN						
COSTO DIRECTO DEL REGLON:				Q	332,368.83	
FACTOR INDIRECTOS				Q	139,594.91	
TOTAL				Q	471,963.74	
PRECIO UNITARIO DEL REGLON:					Q	33.61

Precio unitario = 471,963.74(TOTAL)/14,044.00(CANTIDAD)

Tabla No. XVI Integración de precios unitarios

PROYECTO: CHIBUC - TURBALYÀ
REGLON: ACARREO DE BALASTO
CANTIDAD: 11,376.00
UNIDAD: M³-KM

MAQUINARIA Y EQUIPO						
TIPO DE MAQUINARIA	UNIDAD	RENDIMIENTO	Q/H	COSTO UNITARIO		
6 CAMIONES 10 M³	M³/KM	11,376.00	Q 2.30	Q	26,164.80	
1 TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO				Q	26,164.80	
MANO DE OBRA						
MANO DE OBRA	UNIDAD	RENDIMIENTO	Q/H	COSTO UNITARIO		
2 CHEQUE	HORAS	266.69	Q 3.75	Q	1,000.09	
TOTAL				Q	1,000.09	
FACTOR DE PRESTACIONES			0.46	Q	460.04	
incluye beneficios sociales			2 TOTAL MANO DE OBRA	Q	1,460.13	
3 COSTO DE HERRAMIENTA ES IGUAL AL 5% DEL COSTO DE MANO DE OBRA				Q	73.01	
MATERIALES						
MATERIAL	UNIDAD	DOSIFICACION	VALOR ADQUISICION	COSTO UNITARIO		
4 TOTAL DE MATERIALES				Q	-	
RESUMEN						
COSTO DIRECTO DEL REGLON:				Q	27,697.93	
FACTOR INDIRECTOS				Q	11,633.13	
TOTAL				Q	39,331.07	
PRECIO UNITARIO DEL REGLON:				Q	3.46	

Precio unitario = 39,331.07(TOTAL)/11,376.00(CANTIDAD)

Tabla No. XVII Integración de precios unitarios

PROYECTO: CHIBUC - TURBALYÀ

REGLON: ALCANTARILLAS DE METAL CORRUGADO DE 30"

CANTIDAD: 165.00

UNIDAD: ML

JINARIA Y EQUIPO						
TIPO DE MAQUINARIA	UNIDAD	RENDIMIENTO	Q/H	COSTO UNITARIO		
TRACTOR D6D	HORAS	20.00	Q 255.00	Q	5,100.00	
REGADORA DE AGUA	HORAS	80.00	Q 80.00	Q	6,400.00	
BOMBA DE AGUA	HORAS	80.00	Q 25.00	Q	2,000.00	
RETROEXCAVADORA	HORAS	40.00	Q 175.00	Q	7,000.00	
VIBRO APISONADOR	HORAS	250.00	Q 30.00	Q	7,500.00	
CAMIONES DE 10'3	HORAS	51.00	Q 85.00	Q	4,335.00	
1 TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO				Q	32,335.00	
ANO DE OBRA						
MANO DE OBRA	UNIDAD	RENDIMIENTO	Q/H	COSTO UNITARIO		
ALBAÑILES	HORAS	428.50	Q 6.25	Q	2,678.13	
AYUDANTES	HORAS	1694.83	Q 3.75	Q	6,355.61	
TOTAL				Q	9,033.73	
FACTOR DE PRESTACIONES			0.46	Q	4,155.52	
incluye beneficios sociales			2 TOTAL MANO DE OBRA		Q	13,189.25
3 COSTO DE HERRAMIENTA ES IGUAL AL 5% DEL COSTO DE MANO DE OBRA				Q	659.46	
MATERIALES						
MATERIAL	UNIDAD	DOSIFICACION	VALOR ADQUISICION	COSTO UNITARIO		
ALCANTARILLA	ML	165.00	Q 375.40	Q	61,941.00	
4 TOTAL DE MATERIALES				Q	61,941.00	
RESUMEN						
COSTO DIRECTO DEL REGLON:				Q	108,124.71	
FACTOR INDIRECTOS				Q	45,412.38	
TOTAL				Q	153,537.09	
PRECIO UNITARIO DEL REGLON:				Q	930.53	

Precio unitario = 153,537.09(TOTAL)/165.00(CANTIDAD)

Tabla No. XVIII Integración de precios unitarios

PROYECTO: CHIBUC - TURBALYÁ
REGLON: MUROS, CAJAS Y CABEZALES PARA ALCANTARILLAS
CANTIDAD: 253.14
UNIDAD: M³

MAQUINARIA Y EQUIPO						
TIPO DE MAQUINARIA	UNIDAD	RENDIMIENTO	Q/H	COSTO UNITARIO		
CONCRETERA	HORAS	280.00	Q 30.00	Q	8,400.00	
CAMION 10 M ³	HORAS	280.00	Q 85.00	Q	23,800.00	
REGADORA DE AGUA	HORAS	150.00	Q 80.00	Q	12,000.00	
BOMBA DE AGUA	HORAS	150.00	Q 25.00	Q	3,750.00	
CARGADOR 950	HORAS	280.00	Q 225.00	Q	63,000.00	
1 TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO				Q	110,950.00	
MANO DE OBRA						
MANO DE OBRA	UNIDAD	RENDIMIENTO	Q/H	COSTO UNITARIO		
OPERADOR CONCRETERA	HORAS	280.00	Q 6.00	Q	1,680.00	
ALBAÑILES	HORAS	280.00	Q 6.25	Q	1,750.00	
PEONES	HORAS	563.638	Q 3.75	Q	2,113.64	
TOTAL				Q	5,543.64	
FACTOR DE PRESTACIONES			0.46	Q	2,550.08	
incluye beneficios sociales			2 TOTAL MANO DE OBRA	Q	8,093.72	
3 COSTO DE HERRAMIENTA ES IGUAL AL 5% DEL COSTO DE MANO DE OBRA				Q	404.69	
MATERIALES						
MATERIAL	UNIDAD	DOSIFICACION	VALOR ADQUISICION	COSTO UNITARIO		
CEMENTO	SACOS	1,227.98	Q 39.50	Q	48,505.29	
ARENA	M ³	96.48	Q 30.00	Q	2,894.53	
PIEDRIN	M ³	122.80	Q 85.00	Q	10,437.85	
MADERA	PIE-TABLA	1,328.99	Q 4.05	Q	5,382.39	
PIEDRA BOLA	M ³	87.71	Q 30.00	Q	2,631.39	
4 TOTAL DE MATERIALES				Q	69,851.45	
RESUMEN						
COSTO DIRECTO DEL REGLON:				Q	189,299.86	
FACTOR INDIRECTOS				Q	79,505.94	
TOTAL				Q	268,805.79	
PRECIO UNITARIO DEL REGLON:				Q	1,061.89	

Precio unitario = 268,805.79(TOTAL)/253.14(CANTIDAD)

Tabla No. XIX Integración de precios unitarios

PROYECTO: CHIBUC - TURBALYÀ
REGLON: CUNETAS REVESTIDAS.
CANTIDAD: 5,885.32
UNIDAD: M²

MAQUINARIA Y EQUIPO						
TIPO DE MAQUINARIA	UNIDAD	RENDIMIENTO	Q/H	COSTO UNITARIO		
CONCRETERA	HORAS	165.00	Q 30.00	Q	4,950.00	
CAMION 10 M ³	HORAS	165.00	Q 85.00	Q	14,025.00	
REGADORA DE AGUA	HORAS	165.00	Q 80.00	Q	13,200.00	
BOMBA DE AGUA	HORAS	102.50	Q 25.00	Q	2,562.50	
CARGADOR 950	HORAS	165.00	Q 225.00	Q	37,125.00	
1 TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO				Q	71,862.50	
MANO DE OBRA						
MANO DE OBRA	UNIDAD	RENDIMIENTO	Q/H	COSTO UNITARIO		
OPERADOR CONCRETERA	HORAS	165.00	Q 6.00	Q	990.00	
ALBAÑILES	HORAS	165.00	Q 6.25	Q	1,031.25	
PEONES	HORAS	329.771	Q 3.75	Q	1,236.64	
TOTAL				Q	3,257.89	
FACTOR DE PRESTACIONES			0.46	Q	1,498.63	
incluye beneficios sociales				Q	4,756.52	
2 TOTAL MANO DE OBRA				Q	4,756.52	
3 COSTO DE HERRAMIENTA ES IGUAL AL 5% DEL COSTO DE MANO DE OBRA				Q	237.83	
MATERIALES						
MATERIAL	UNIDAD	DOSIFICACION	VALOR ADQUISICION	COSTO UNITARIO		
CEMENTO	SACOS	3,531.19	Q 41.00	Q	144,778.87	
ARENA	M ³	323.69	Q 60.00	Q	19,421.56	
PIEDRIN	M ³	441.40	Q 105.00	Q	46,346.90	
MADERA	PIE-TABLA	2,942.66	Q 6.10	Q	17,950.23	
4 TOTAL DE MATERIALES				Q	228,497.55	
RESUMEN						
COSTO DIRECTO DEL REGLON:				Q	305,354.40	
FACTOR INDIRECTOS				Q	128,248.85	
TOTAL				Q	433,603.24	
PRECIO UNITARIO DEL REGLON:				Q	73.68	

Precio unitario = 433,603.24(TOTAL)/5,885.32(CANTIDAD)

Tabla No. XX Integración de precios unitarios

PROYECTO: CHIBUC - TURBALYÁ

REGLON: ROTULO

CANTIDAD: 2.00

UNIDAD: U

MAQUINARIA Y EQUIPO						
TIPO DE MAQUINARIA	UNIDAD	RENDIMIENTO	Q/H	COSTO UNITARIO		
CAMION	HORAS	2.38	Q 35.00	Q	83.30	
1 TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO				Q	83.30	
MANO DE OBRA						
MANO DE OBRA	UNIDAD	RENDIMIENTO	Q/H	COSTO UNITARIO		
ENCARGADO	HORAS		2.00 Q 8.00	Q	16.00	
ALBAÑIL	HORAS		2.00 Q 6.25	Q	12.50	
AYUDANTE	HORAS		2.00 Q 3.75	Q	7.50	
SOLDADOR	HORAS		7.00 Q 6.00	Q	42.00	
AYUDANTE	HORAS		14.00 Q 3.75	Q	52.50	
PINTOR	HORAS		25.131 Q 4.00	Q	100.52	
TOTAL				Q	231.02	
FACTOR DE PRESTACIONES			0.46	Q	106.27	
incluye beneficios sociales				Q	337.30	
3 COSTO DE HERRAMIENTA ES IGUAL AL 5% DEL COSTO DE MANO DE OBRA				Q	16.86	
MATERIALES						
MATERIAL	UNIDAD	DOSIFICACION	VALOR ADQUISICION	COSTO UNITARIO		
CEMENTO	BOLSA	1.00	Q 36.00	Q	36.00	
ARENA	M^3	0.34	Q 69.88	Q	23.58	
PIEDRIN	M^3	0.47	Q 85.00	Q	39.95	
TUBO	UNIDAD	1.00	Q 120.00	Q	120.00	
LAMINA	UNIDAD	2.00	Q 185.00	Q	370.00	
PINTURA	UNIDAD	4.00	Q 84.80	Q	339.20	
4 TOTAL DE MATERIALES				Q	928.73	
RESUMEN						
COSTO DIRECTO DEL REGLON:				Q	1,366.19	
FACTOR INDIRECTOS				Q	573.80	
TOTAL				Q	1,940.00	
PRECIO UNITARIO DEL REGLON:				Q	970.00	

Precio unitario = 1,940.00(TOTAL)/2.00(CANTIDAD)

Tabla No. XXI Presupuesto general

PROYECTO: CHIBÚC - TURBALYÁ
MUNICIPIO: SACAPULAS
DEPARTAMENTO: QUICHE
LONGITUD: 5.14 KMS.

CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	VALOR	TOTAL
200	MOVIMIENTO DE TIERRAS					3,257,592.90
202.03	Limpia, Chapeo y Destronque	Ha	6.16	8,645.05	53,253.51	
203.04 (a)	Excavación No Clasificada	M³	13,643.78	55.24	753,682.41	
203.04 (b)	Excavación No Clasificada de Desperdicio	M³	100,463.37	20.00	2,009,196.84	
203.04 (b)	Excavación No Clasificada de Desperdicio (Capa Vegetal)	M³	12,329.50	26.27	323,898.59	
203.04(f)	Remoción y Prevención de derrumbes	M³	1,500.00	35.06	52,596.19	
204	Excavación de canales de entrada y salida para alcant.	M³	194.24	32.08	6,230.89	
205.06	Excavación Estructural para Alcantarillas	M³	423.06	90.58	38,320.69	
205.05	Excavación Estructural para cajas y cabezales	M³	215.92	94.54	20,413.78	
	CAPA DE RODADURA					920,574.45
301	Reacondicionamiento de sub rasante	Km	5.14	79,626.39	409,279.64	
209	Capa de balasto	M³	14,044.00	33.61	471,963.74	
208	Acarreo	M³-Km	11,376.00	3.46	39,331.07	
600	ESTRUCTURAS DE DRENAJE MENOR					941,206.30
603 (30")	Alcantarillas de metal corrugado de 30"	ML	165.00	930.53	153,537.09	
603 (60")	Alcantarillas de metal corrugado de 60"	ML	24.00	3,552.51	85,260.18	
607.03	Concreto ciclópeo para cajas y cabezales para alcantarillas	M³	253.14	1,061.89	268,805.79	
608.04	Cunetas Revestidas	M²	5,885.32	73.68	433,603.24	
	RENGLONES VARIOS					1,940.00
S/N	Rotulo	UNIDAD	2.00	970.00	1,940.00	
TOTAL						5,121,313.65

CONCLUSIONES

Luego de haber realizado los estudios de factibilidad técnica y económica, se concluye que el proyecto es factible, lo que se sustenta de manera específica en las siguientes conclusiones:

1. con el desarrollo del presente proyecto, se tiene una adecuada solución al problema planteado de mejorar para toda época del año, la accesibilidad a las comunidades de Chibuc y Turbalyá;
2. desde el punto de vista de la demanda, se encontró que si hay factibilidad para el proyecto, ya que existe un conjunto de 66 familias entre Chibuc, que en su calidad de beneficiarios directos constituyen demanda excedente y a la vez usuarios cautivos cuando el proyecto entre en operación. A ellos se suman 165 familias residentes en la comunidad de Turbalyá, quienes harán uso de la carretera en sus viajes hacia las mencionadas comunidades;
3. desde el punto de vista de los estudios técnicos, los resultados demuestran que existe factibilidad constructiva para realizar el proyecto, ya que, a pesar de que las condiciones naturales del lugar presentan un suelo mayoritariamente arcilloso, se tienen condiciones adecuadas para llevar a cabo la construcción del tramo carretero, esto se debe gracias a factores tales como: geomorfología, edafología, ausencia de zonas pantanosas, existencia de bancos de materiales a inicios del propio proyecto;

4. desde el punto de vista administrativo, los estudios presentan una modalidad, a través de la cual es factible que la etapa de construcción del proyecto se lleve a cabo en un tiempo de seis meses. Durante este período se deben realizar actividades de apoyo, de parte de las comunidades beneficiadas, así, también, se deben desarrollar actividades de supervisión control y evaluación de parte de la municipalidad de Sacapulas, en su calidad de propietaria del proyecto;
5. desde el punto de vista ambiental, el proyecto presenta algunos impactos con magnitud baja a factores del medio natural tales como “suelo” y “atmósfera”, debido a la disminución de la cubierta vegetal y masa arbórea que se tiene a lo largo del 50% del tramo carretero. En el caso del ambiente social, el proyecto presenta altos impactos positivos;
6. el tipo de camino que mas se adapto a las condiciones del terreno fue el “G”, de acuerdo con las especificaciones de la Dirección General de Caminos, ya que, permite: pendientes hasta del 18%, un transito promedio bajo, ancho de calzada de 5.50 metros;

En este caso, el tramo carretero del presente proyecto, se convierte en, altamente, rentable aún en los escenarios más pesimistas que se puedan presentar.

RECOMENDACIONES

1. Garantizar la supervisión técnica, durante la ejecución de la carretera para que se cumpla con todas las normas y especificaciones establecidas en el estudio y diseño, en beneficio directo de sus comunidades.
2. Basados en los resultados positivos obtenidos en el estudio de factibilidad del proyecto, se plantea la recomendación de que del tramo vial de acceso a las comunidades de Chibuc y Turbalyá desde la Ruta Nacional 7W, debe construirse.
3. Organizar las cuadrillas de mantenimiento de la carretera, para garantizar el buen funcionamiento de la misma, dando limpieza a las alcantarillas y cunetas, ya que, de estas depende la vida útil de la carretera.
4. Que la municipalidad apoye a los comités de las diferentes comunidades, con los recursos económicos necesarios para el mantenimiento de la carretera.

BIBLIOGRAFÍA

1. PÉREZ MÉNDEZ, Augusto René. Metodología de actividades para el diseño geométrico de carreteras. Tesis Ing. Civ. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad Ingeniería, 1989.
2. MORALES CASTILLO, Willisem Alejandro. Diseño de la carretera que une a las aldeas Acal y Casaca; y la carretera hacia el caserío la Mariposa, La Vega de San Miguel, San Ildefonso Ixtahuacan, Huehuetenango. Tesis de Ing. Civ. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2003.
3. DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS. Especificaciones generales para la construcción de carreteras y puentes. Guatemala. Cámara Guatemalteca de la Construcción, 2001.
4. MINISTERIO DE COMUNICACIONES, INFRAESTRUCTURA Y VIVIENDA. Especificaciones Técnicas para la construcción de caminos rurales en Guatemala, caminos ambientalmente compatibles, Guatemala 2002.
5. SAICABUN MORALES, Juan Leonidas. Diseño y estudio del camino que une la carretera interamericana a la aldea el Bojonal del departamento de San Marcos. Tesis Ing. Civ. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería 1998.

APÉNDICES

Figura 11. Detalle de sección típica en alineación en recta

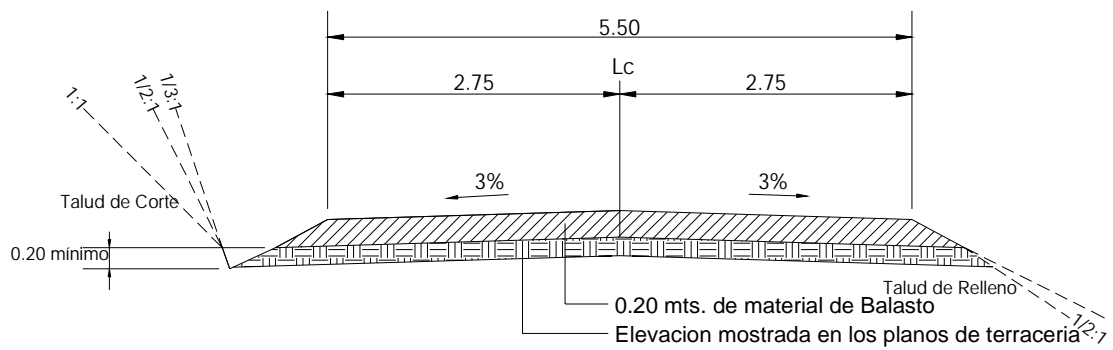


Figura 12. Detalle de sección típica en alineación en curva

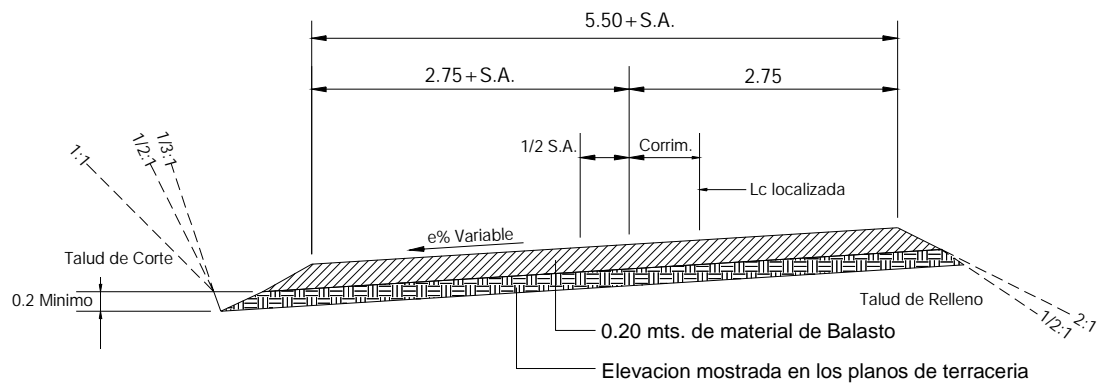
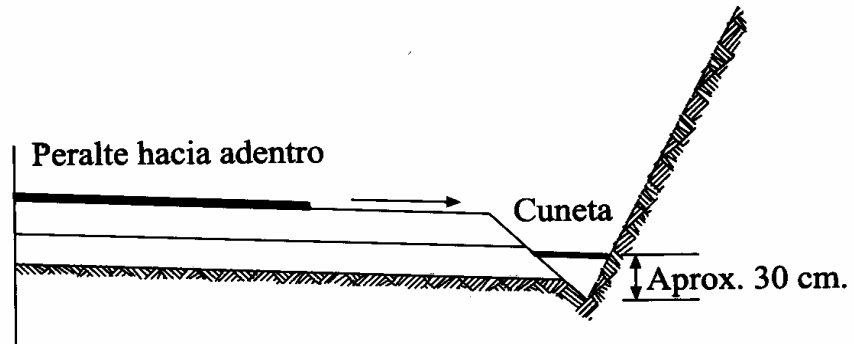
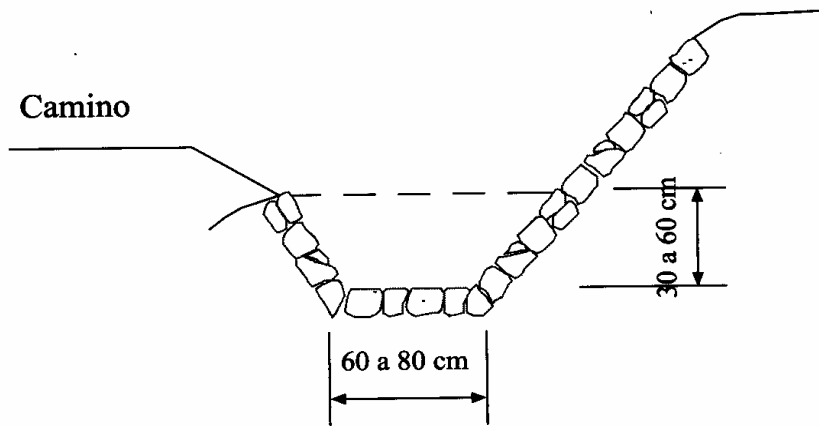


Figura 13. Detalles de cuneta con peralte hacia adentro

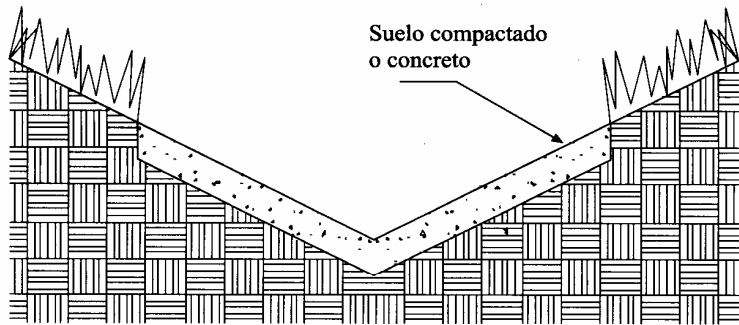


Cuneta simple

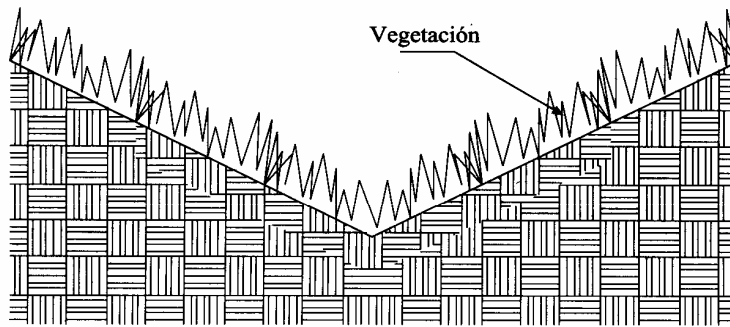


Cuneta revestida

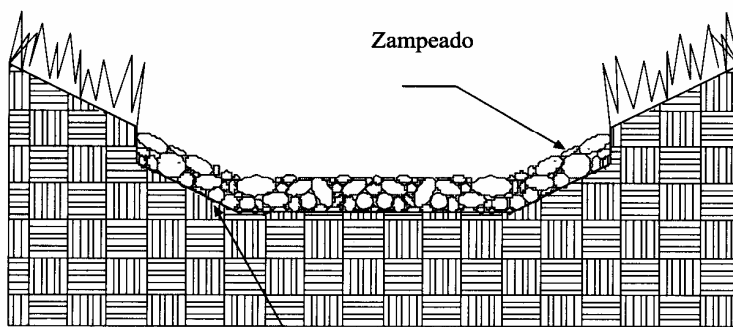
Figura 14. Tipos de revestimiento para cunetas



De suelo o concreto



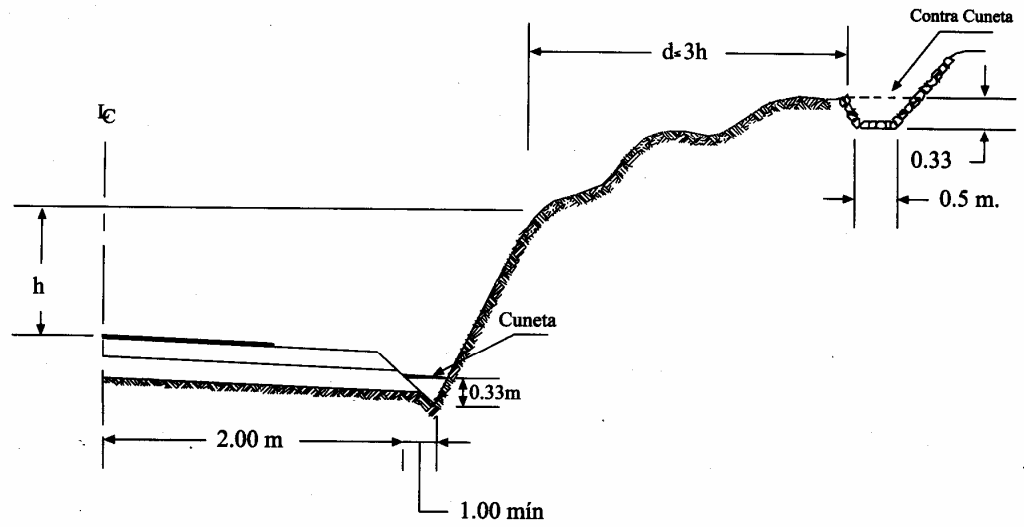
De vegetación



Capa de filtro o geotextil

Sección transversal típica de forma trapezoide

Figura 15. Dimensiones de contracunetas



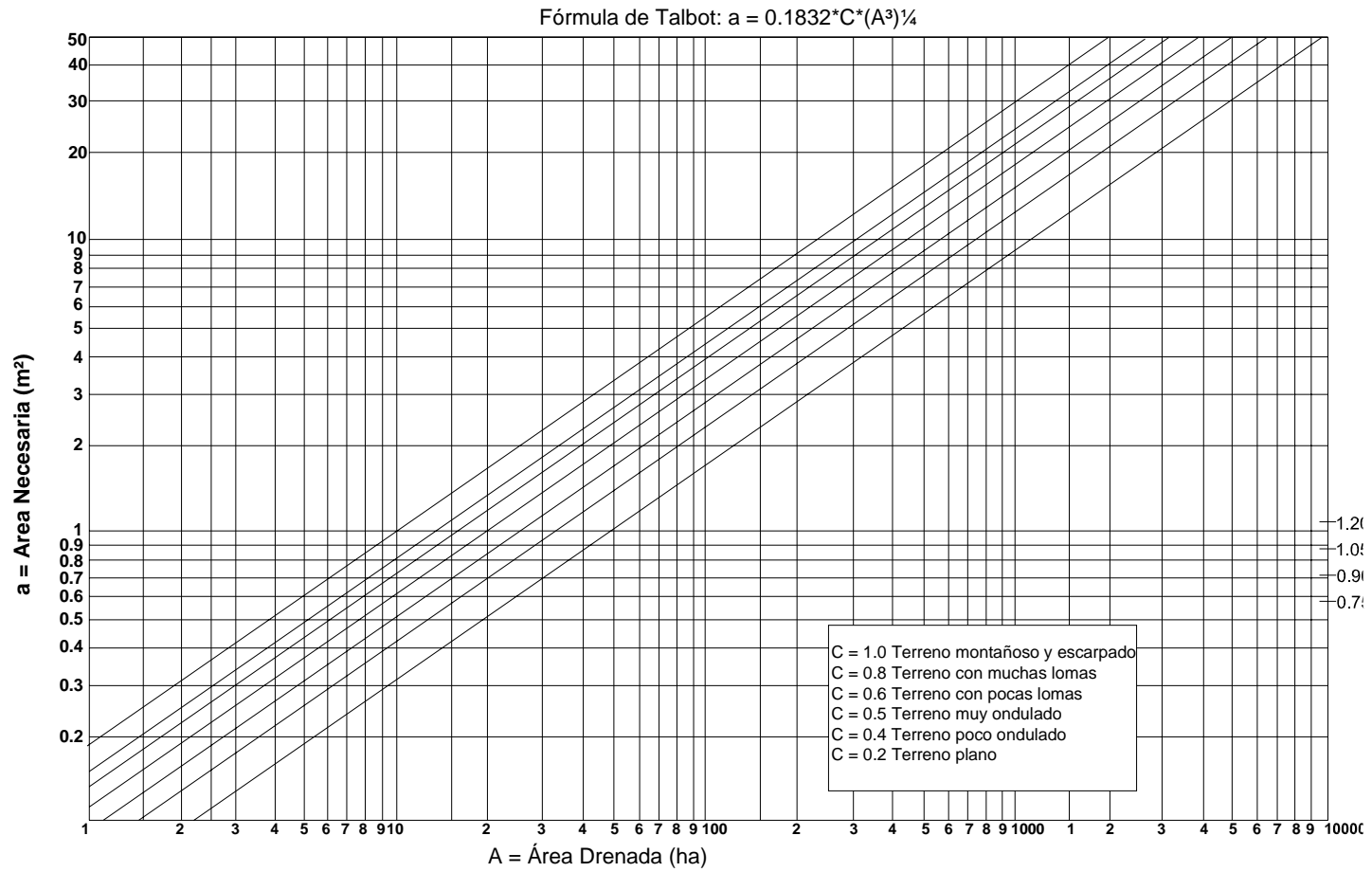


Figura 16. Nomograma para resolver la Fórmula de Talbot (Sistema Métrico)

Fuente: Manual para caminos rurales con bajo impacto ambiental

INSTITUCIÓN DE DON QUINCE DE GUATEMALA	
DIVISIÓN DE INGENIERÍA Y SERVICIO DE CALIDAD	
PROYECTO	ALCANTARILLADO PARA EL SECTOR DE LA ZONA
UBICACIÓN	ALCANTARILLADO PARA EL SECTOR DE LA ZONA
FECHA	15 DE ABRIL DE 2010
ESCALA	1:100
PROYECTANTE	ING. JUAN JOSÉ GONZÁLEZ
REVISOR	ING. JUAN JOSÉ GONZÁLEZ
APROBADO	ING. JUAN JOSÉ GONZÁLEZ
FECHA DE APROBACIÓN	15 DE ABRIL DE 2010
FECHA DE EMISIÓN	15 DE ABRIL DE 2010
FECHA DE RECEPCIÓN	15 DE ABRIL DE 2010
FECHA DE CANCELACIÓN	15 DE ABRIL DE 2010
FECHA DE VIGENCIA	15 DE ABRIL DE 2010
FECHA DE EXPIRACIÓN	15 DE ABRIL DE 2010
FECHA DE RENOVACIÓN	15 DE ABRIL DE 2010
FECHA DE EXTENSIÓN	15 DE ABRIL DE 2010
FECHA DE ANULACIÓN	15 DE ABRIL DE 2010
FECHA DE REVISIÓN	15 DE ABRIL DE 2010
FECHA DE ACTUALIZACIÓN	15 DE ABRIL DE 2010
FECHA DE CANCELACIÓN	15 DE ABRIL DE 2010
FECHA DE VIGENCIA	15 DE ABRIL DE 2010
FECHA DE EXPIRACIÓN	15 DE ABRIL DE 2010
FECHA DE RENOVACIÓN	15 DE ABRIL DE 2010
FECHA DE EXTENSIÓN	15 DE ABRIL DE 2010
FECHA DE ANULACIÓN	15 DE ABRIL DE 2010
FECHA DE REVISIÓN	15 DE ABRIL DE 2010
FECHA DE ACTUALIZACIÓN	15 DE ABRIL DE 2010

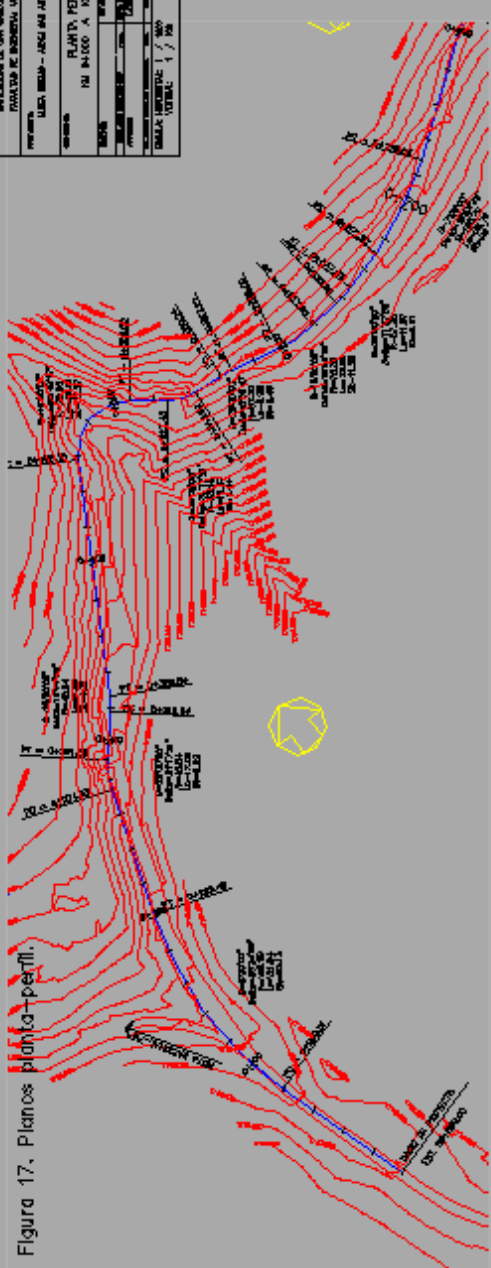
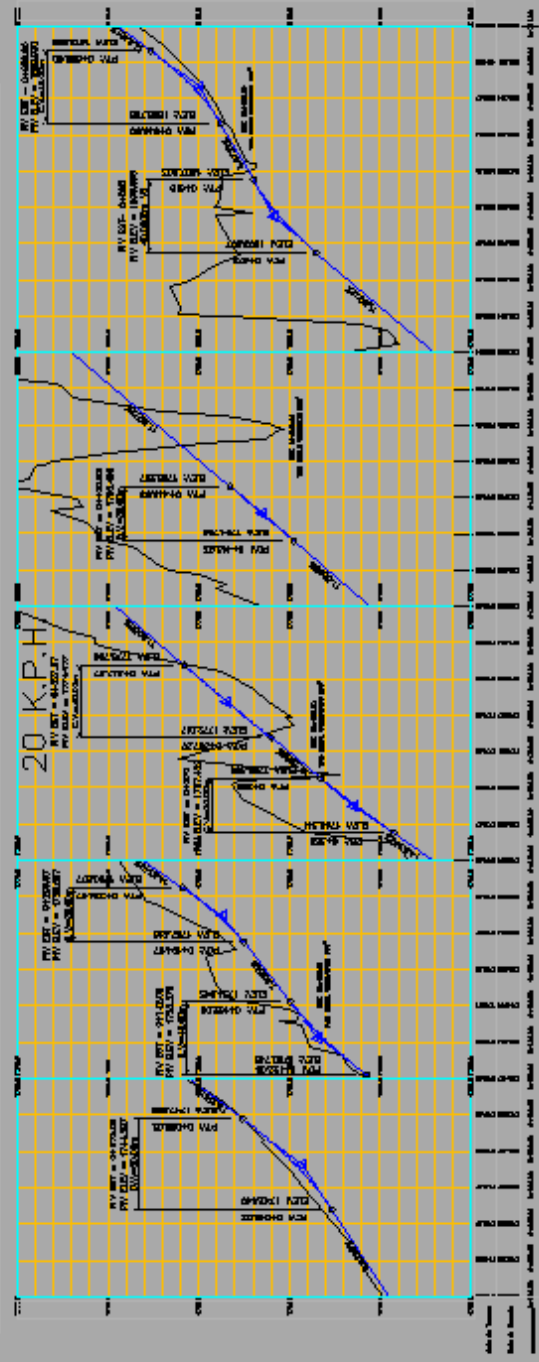
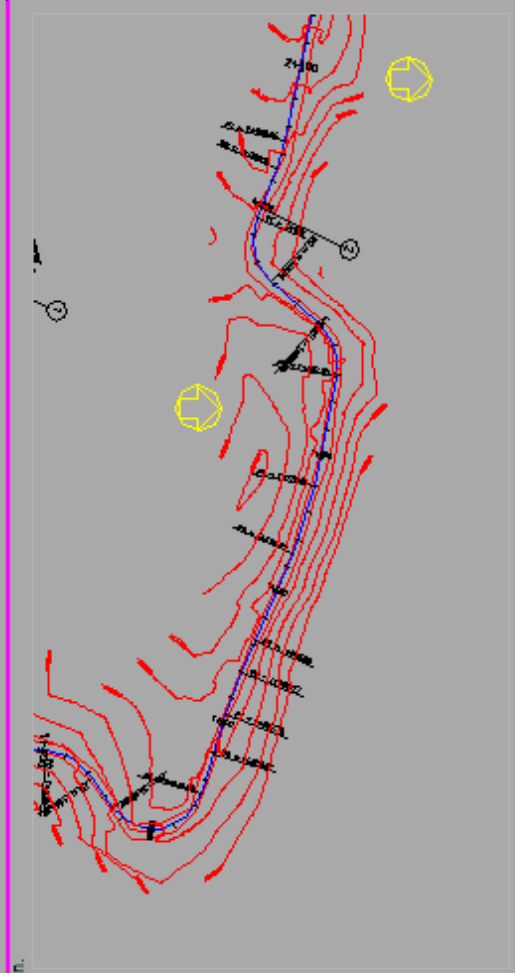


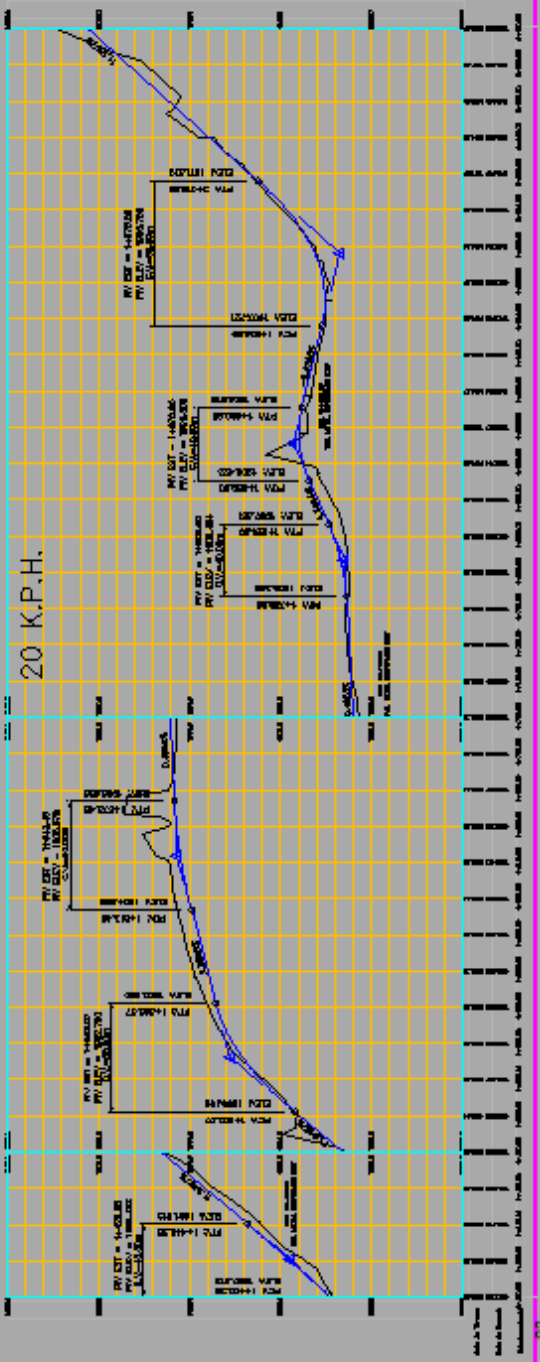
Figura 17. Planos planta-perfil.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL DE ZAPAC	
PROYECTO:	PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCION DEL CANAL DE LA ZAPACA
CONTENIDO:	PLANTA DE OBRAS
FECHA:	DEL 14-03-2011 AL 14-04-2011
PROFESOR:	ING. JUAN CARLOS GONZALEZ
ALUMNO:	ING. JUAN CARLOS GONZALEZ
GRUPO:	11-01
FECHA DE ENTREGA:	11-01-2011
FECHA DE CALIFICACION:	11-01-2011
FECHA DE APROBACION:	11-01-2011

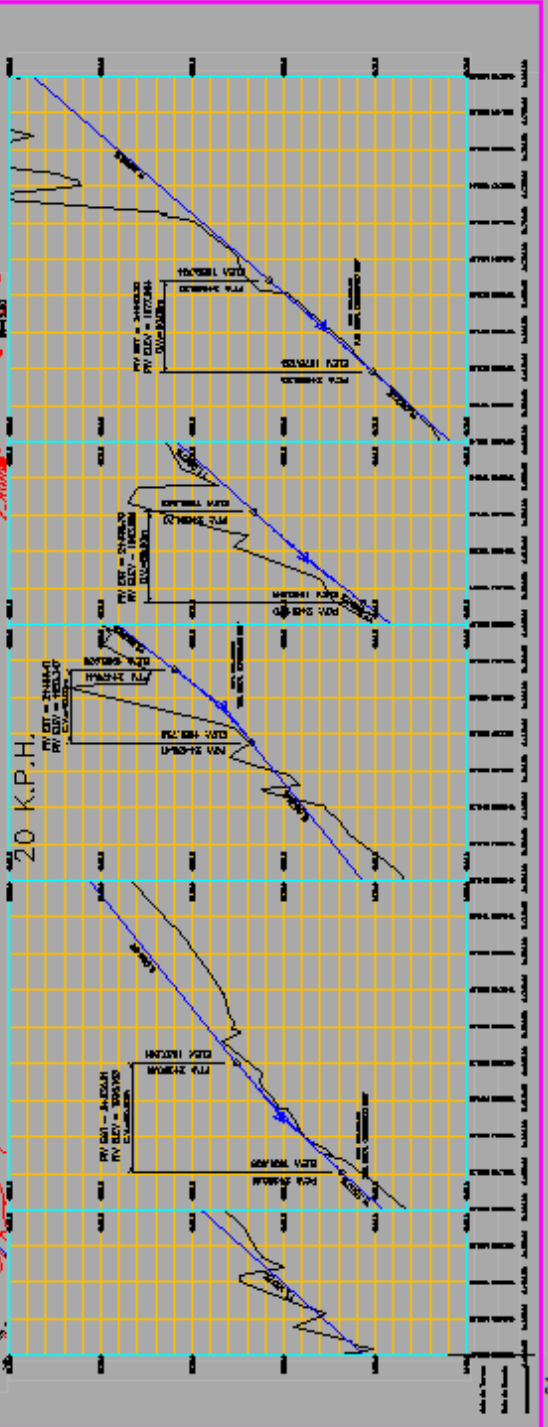
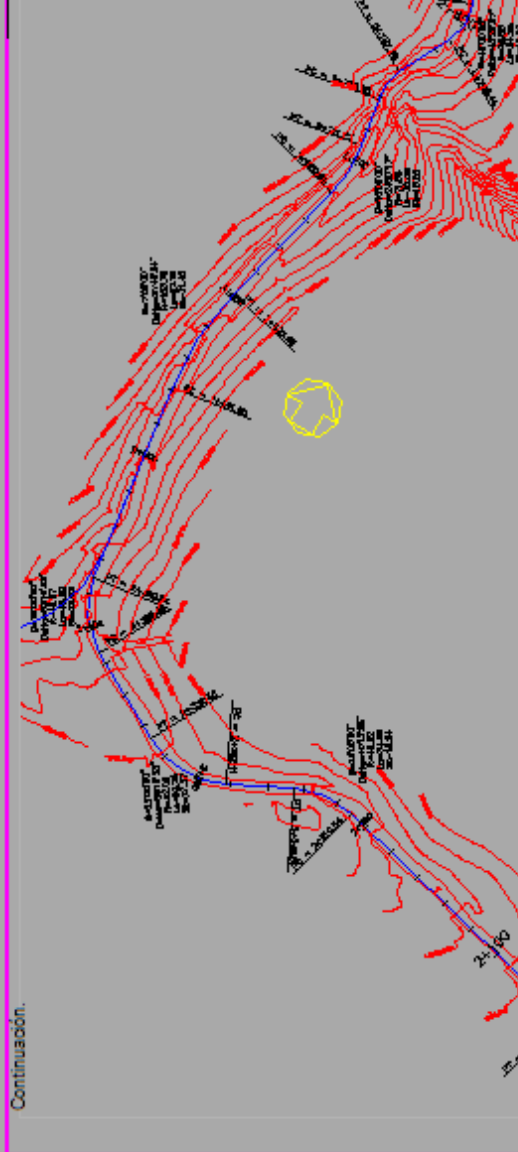


Continuación.



INFORMACIÓN DE DATOS GENERALES DEL PROYECTO

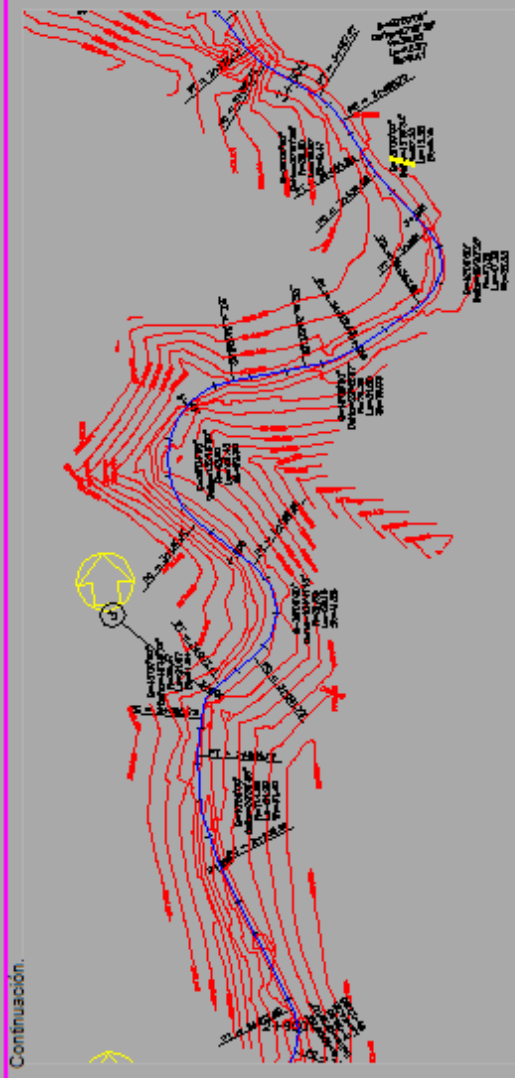
PROYECTO:	ALICATA - ALICATA - ALICATA - ALICATA - ALICATA
CONTRATO:	ALICATA - ALICATA - ALICATA - ALICATA - ALICATA
FECHA:	ALICATA - ALICATA - ALICATA - ALICATA - ALICATA
ESCALA:	ALICATA - ALICATA - ALICATA - ALICATA - ALICATA
PROYECTANTE:	ALICATA - ALICATA - ALICATA - ALICATA - ALICATA
REVISOR:	ALICATA - ALICATA - ALICATA - ALICATA - ALICATA
APROBADO:	ALICATA - ALICATA - ALICATA - ALICATA - ALICATA
FECHA DE APROBACIÓN:	ALICATA - ALICATA - ALICATA - ALICATA - ALICATA



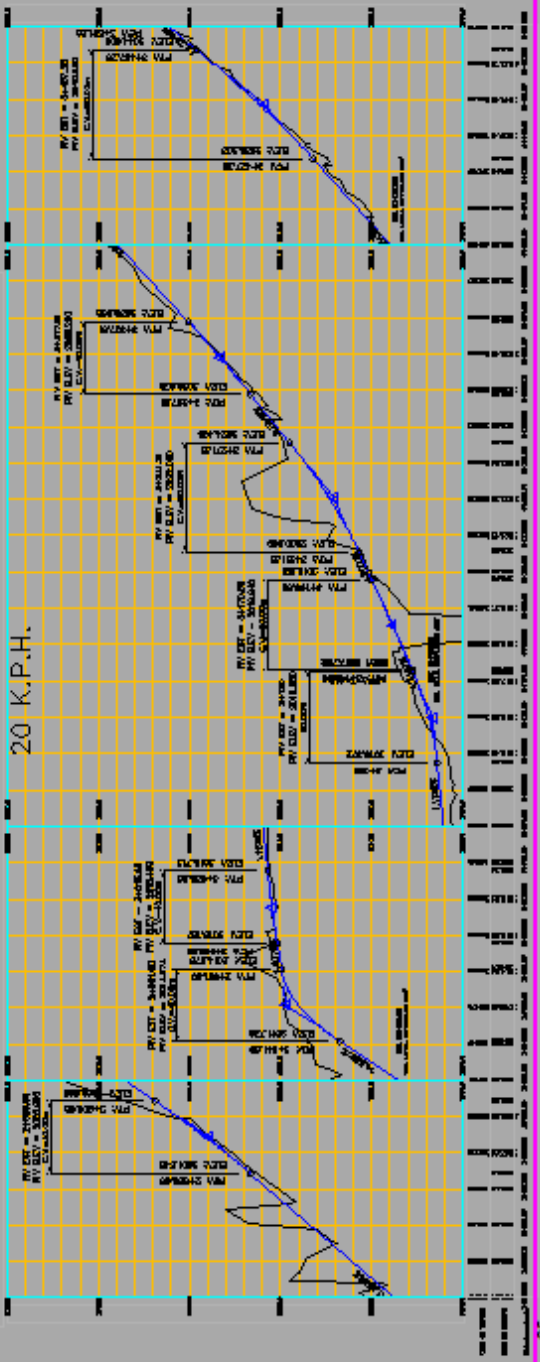
Continuación.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

NOMBRE DEL PROYECTO	PLANTA MAQUETA
FECHA	10/03/2020
PROFESOR	ING. JUAN CARLOS A. DIAZ
ALUMNO	ING. JUAN CARLOS A. DIAZ
GRUPO	10/03/2020
OTROS DATOS	

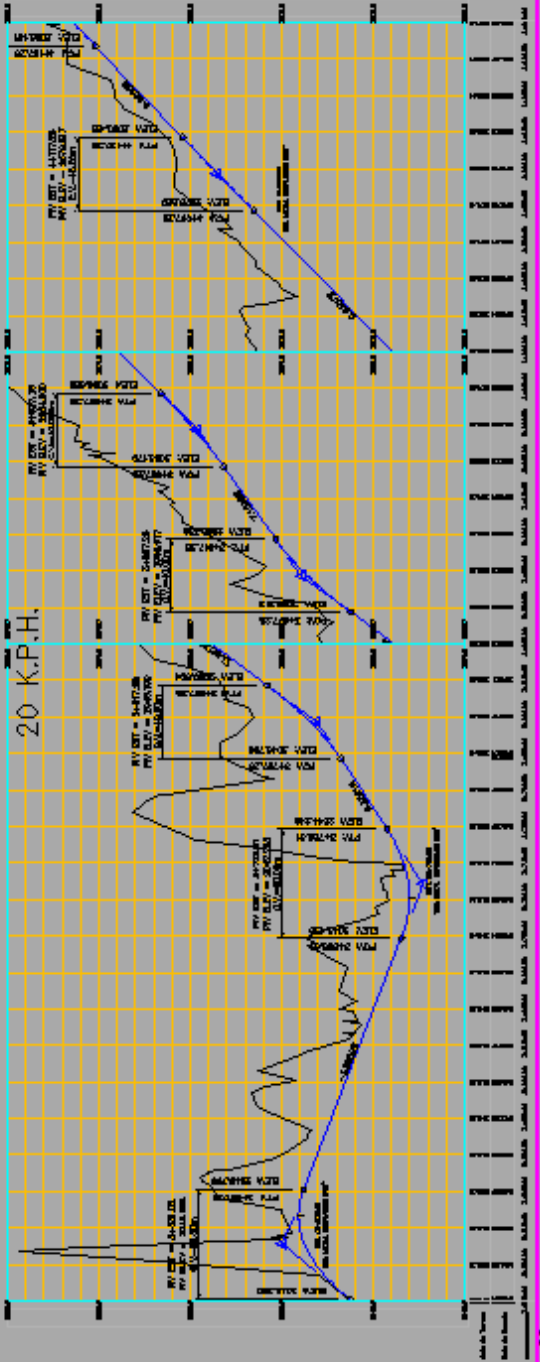
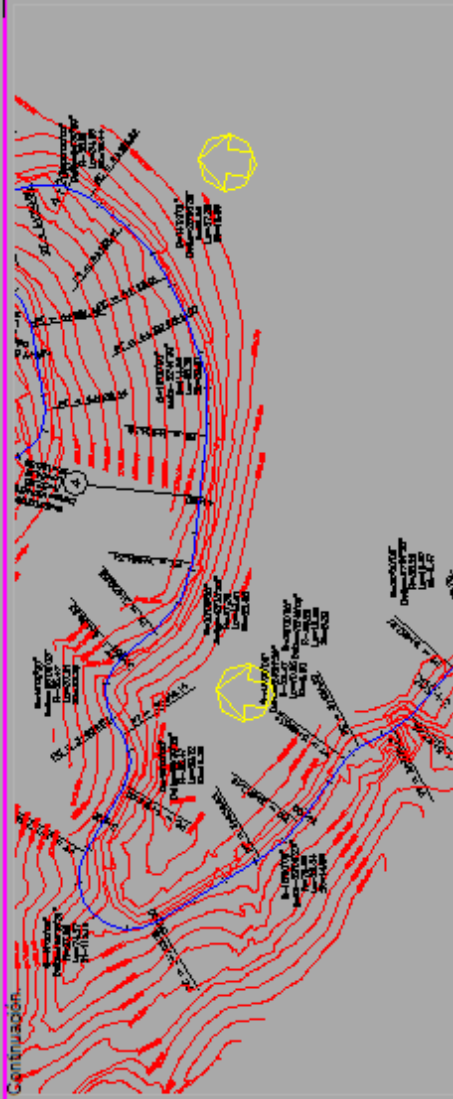


Continuación.

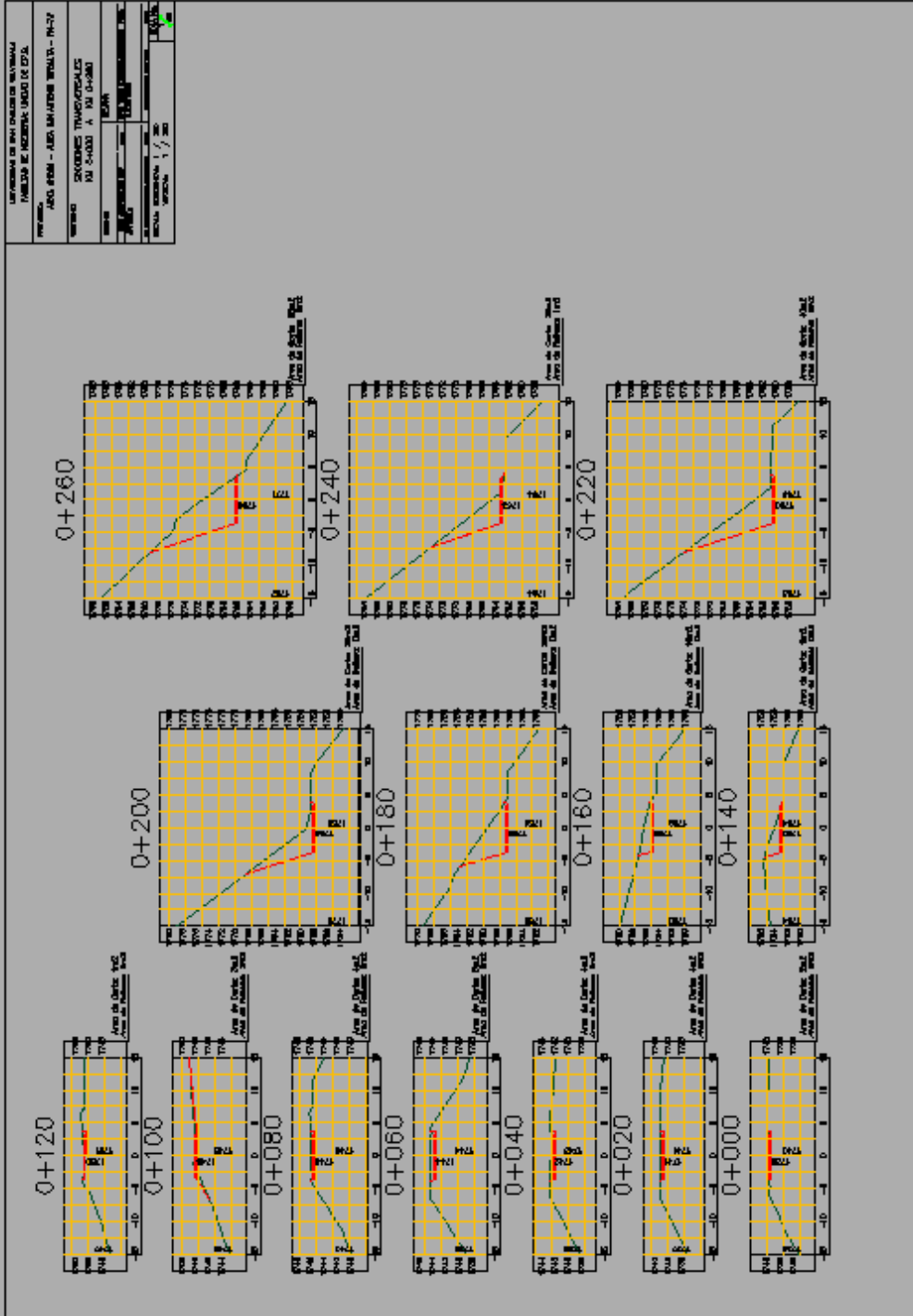


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL E IDIA

PROFESOR	ALDO CHIC - ALBA DEL ROSARIO FERRAZ - 8079
ASISTENTE	PLANTA TOTAL
TÍTULO	RM 2000 A RM 4000
FECHA	
PROYECTO	
UBICACIÓN	
ESCALA	1 / 100
PROYECTANTE	
REVISOR	
APROBADO	

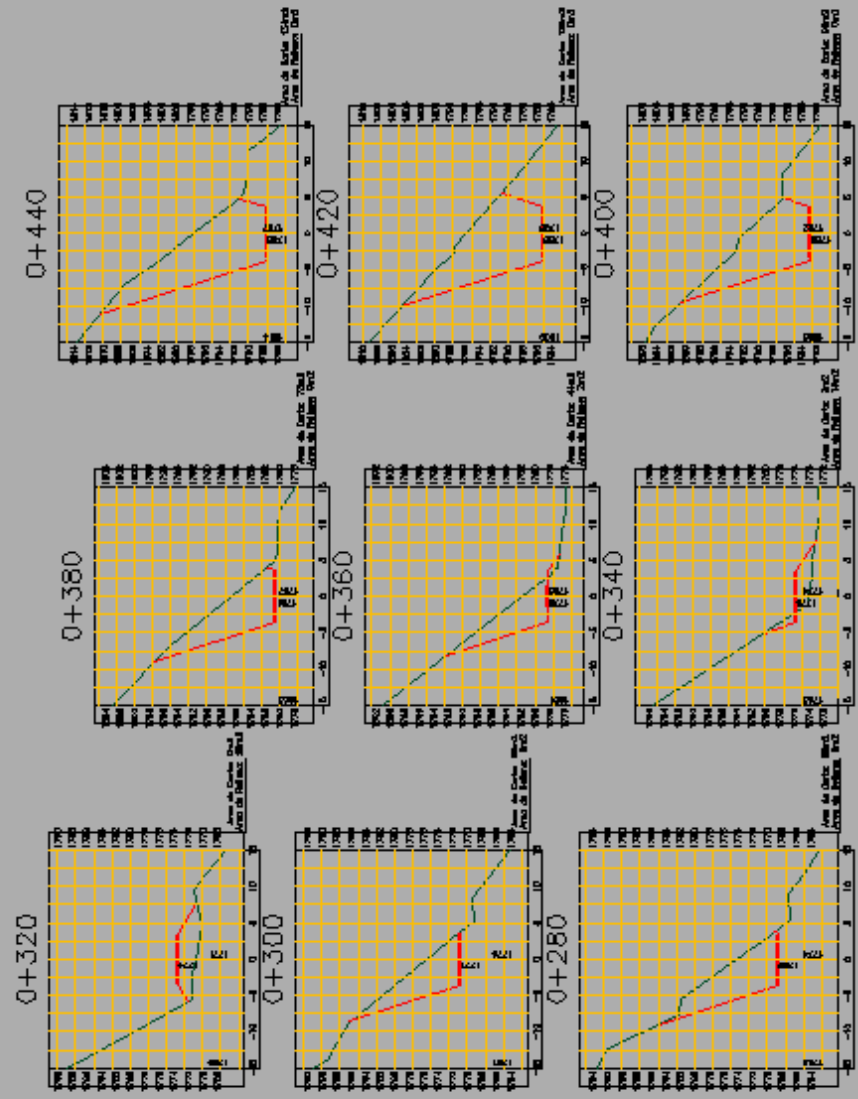


PLANOS SECCIONES TRANSVERSALES



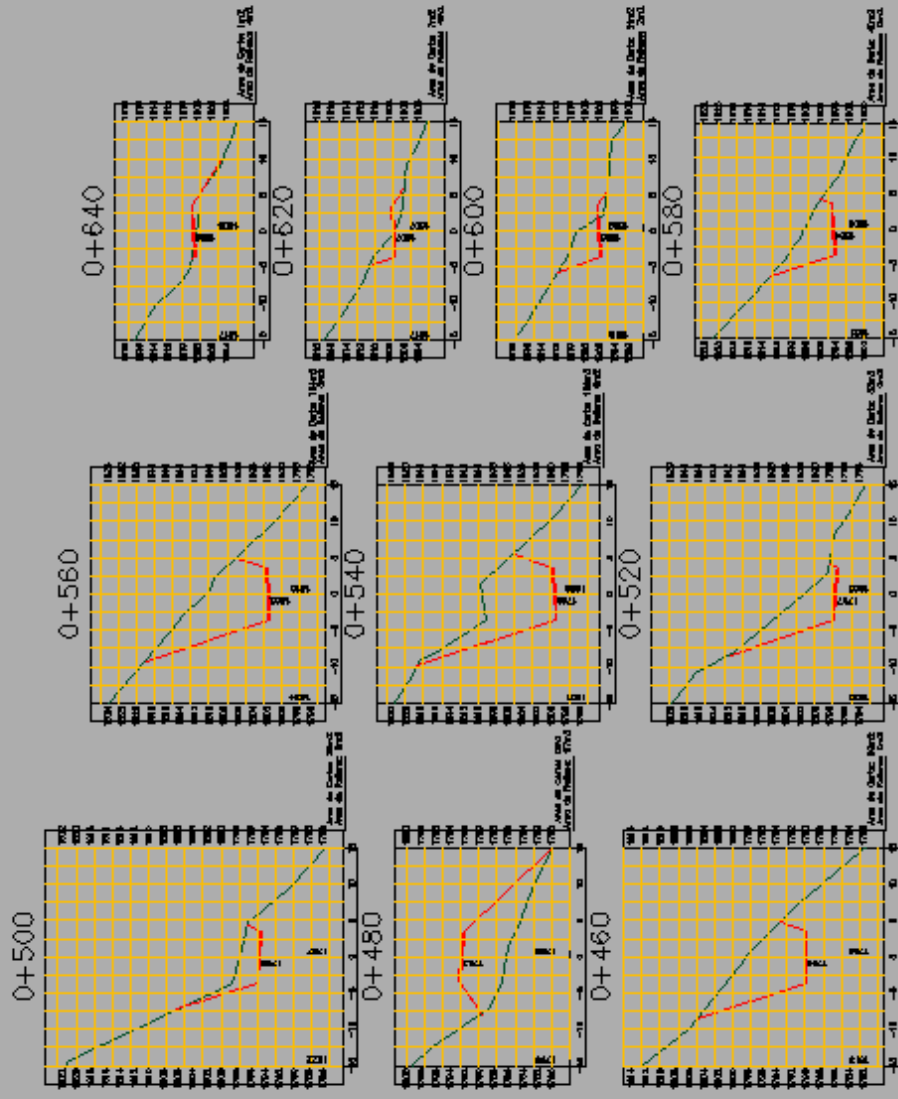
CONTINUACIÓN

INSTITUCIÓN DE LAS CUERPOS DE INGENIERÍA FUNDACIÓN DE INVESTIGACIÓN DE LA UPR	
PROYECTO ALIEN CRIBED - ALUMINUMATION SUBROUT - P4-99	FECHA DE ELABORACIÓN 11 / 2001
TÍTULO SECCIONES TRANSVERSALES RM 0+280 A RM 0+440	ESCALA 1" = 10'
DISEÑO [Blank]	REVISIÓN [Blank]
PLAN [Blank]	AUTORIZACIÓN [Blank]
DISEÑO [Blank]	[Blank]



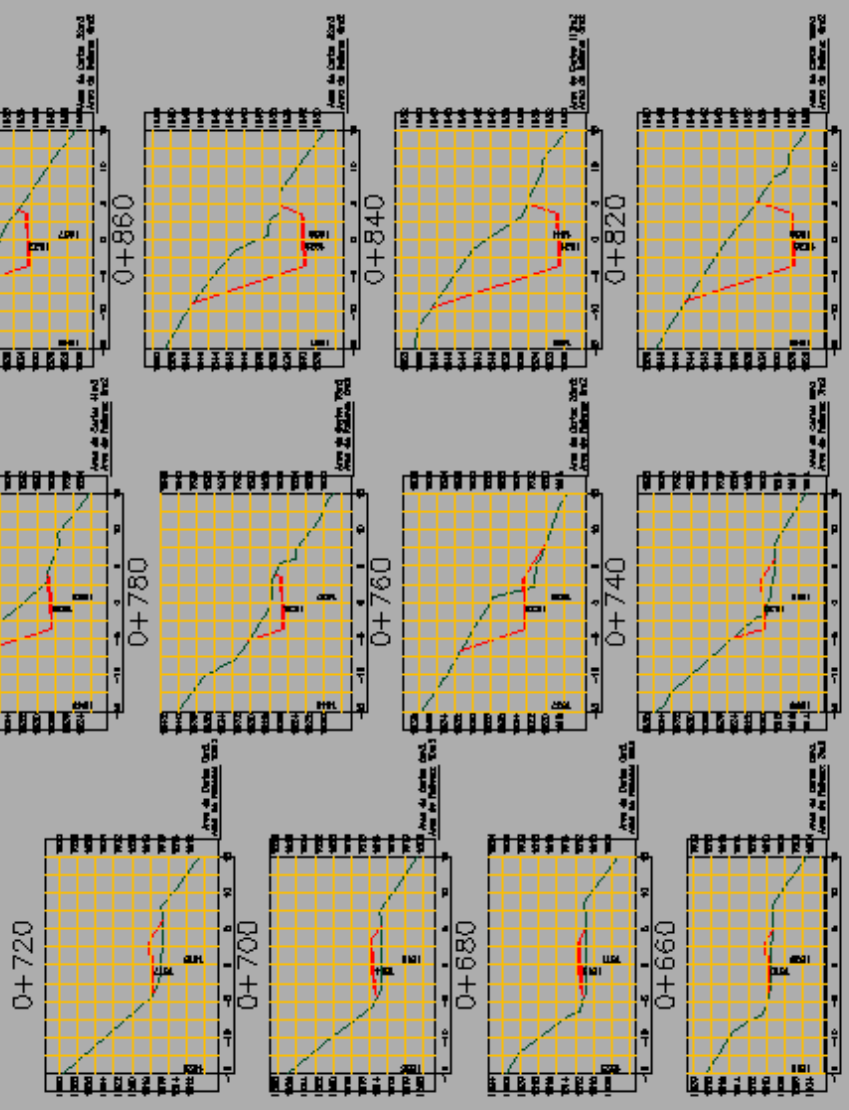
CONTINUACIÓN

INSTITUCIÓN DE ORIGEN DE LOS DATOS: MINISTERIO DE TRANSPORTES Y OBRAS PÚBLICAS	
PROYECTO: ALIENACIÓN DE TERRENO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA DE ALTA TENSION DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA	
ESTUDIO: ESTUDIOS PRELIMINARES DE ALIENACIÓN DE TERRENO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA DE ALTA TENSION DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA	
FECHA: 15 de Mayo de 2011	
HOJA: 11 de 11	
ESCALA: 1:1000	

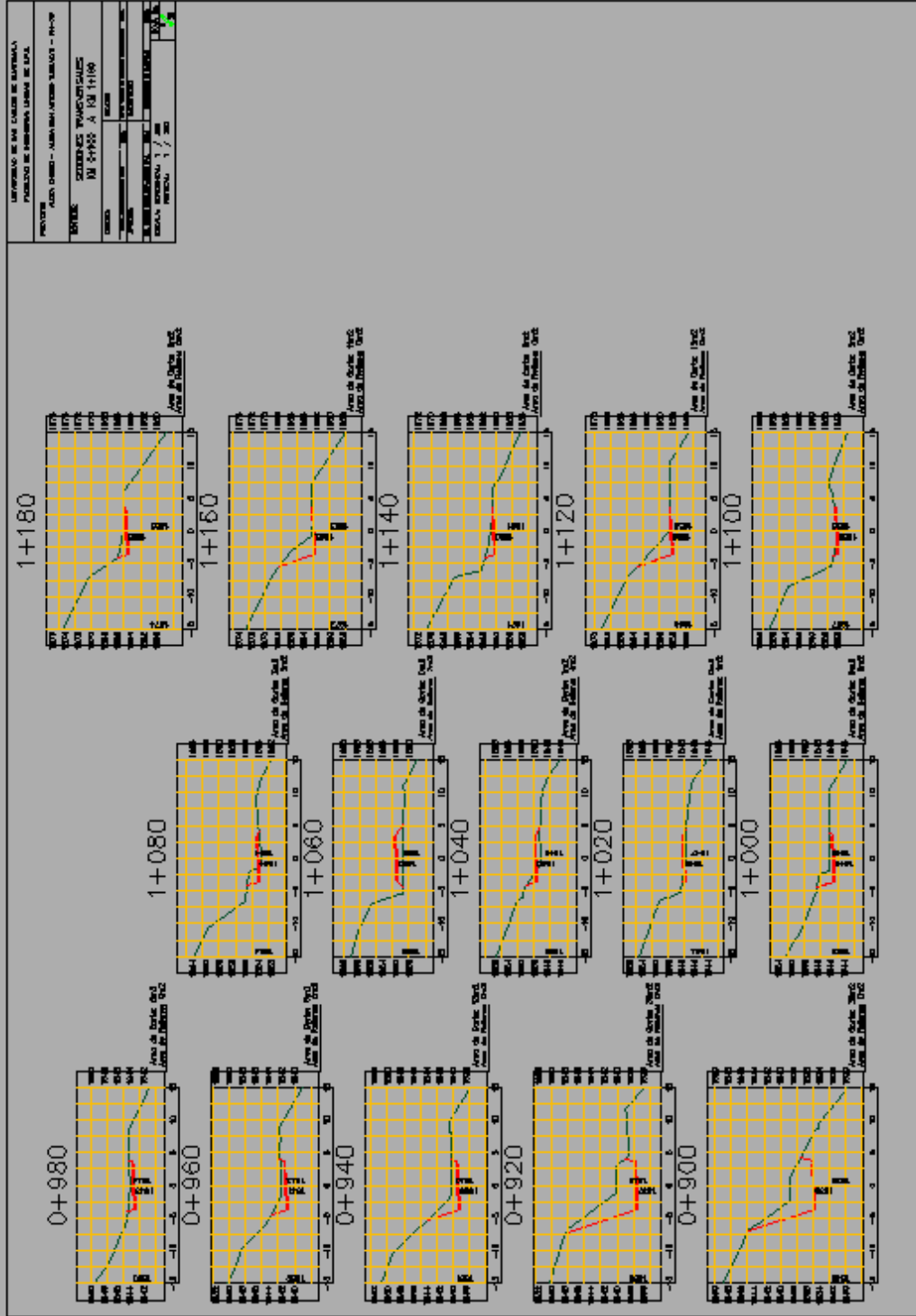


CONTINUACIÓN

EMPRESA DE LAS CUERPOS DE INGENIERIA	
PROYECTO: PASADIZO DE BARRIO LA LINDA DE S.A.S.	
PROYECTO: ALIEN OMBRO - ALUMINACION SUBCANTON - P4-09	
ESTADIO: SECCIONES TRANSVERSALES	
DE: (0+660) A (0+900)	
ESCALA:	1:50
FECHA:	11/03/2011
PROYECTANTE:	ING. J. J. GARCIA
REVISOR:	ING. J. J. GARCIA
APROBADO:	ING. J. J. GARCIA



CONTINUACIÓN



INFORMACIÓN DE LOS DATOS DE MATERIAL

PROYECTO: ALIADO CHIMBÉ - ALUMINACIÓN SUBALTO - P+P-99

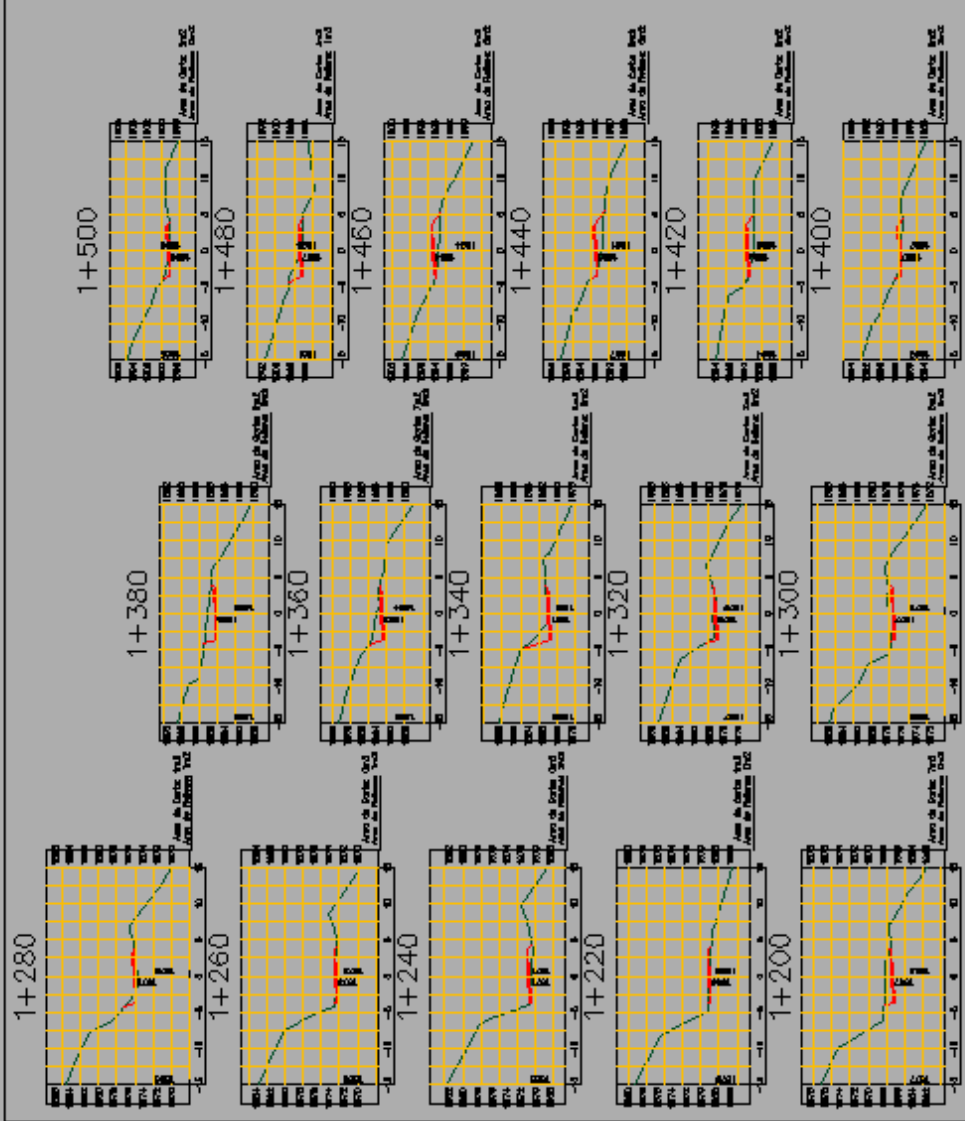
ESTRADA: SECCIONES TRANSVERSALES

DE: 5+450 A 13+1100

ESCALA:	1:100
FECHA:	1 / 1 / 2011
PROYECTANTE:	INSTITUTO VEC
REVISOR:	INSTITUTO VEC
APROBADO:	INSTITUTO VEC

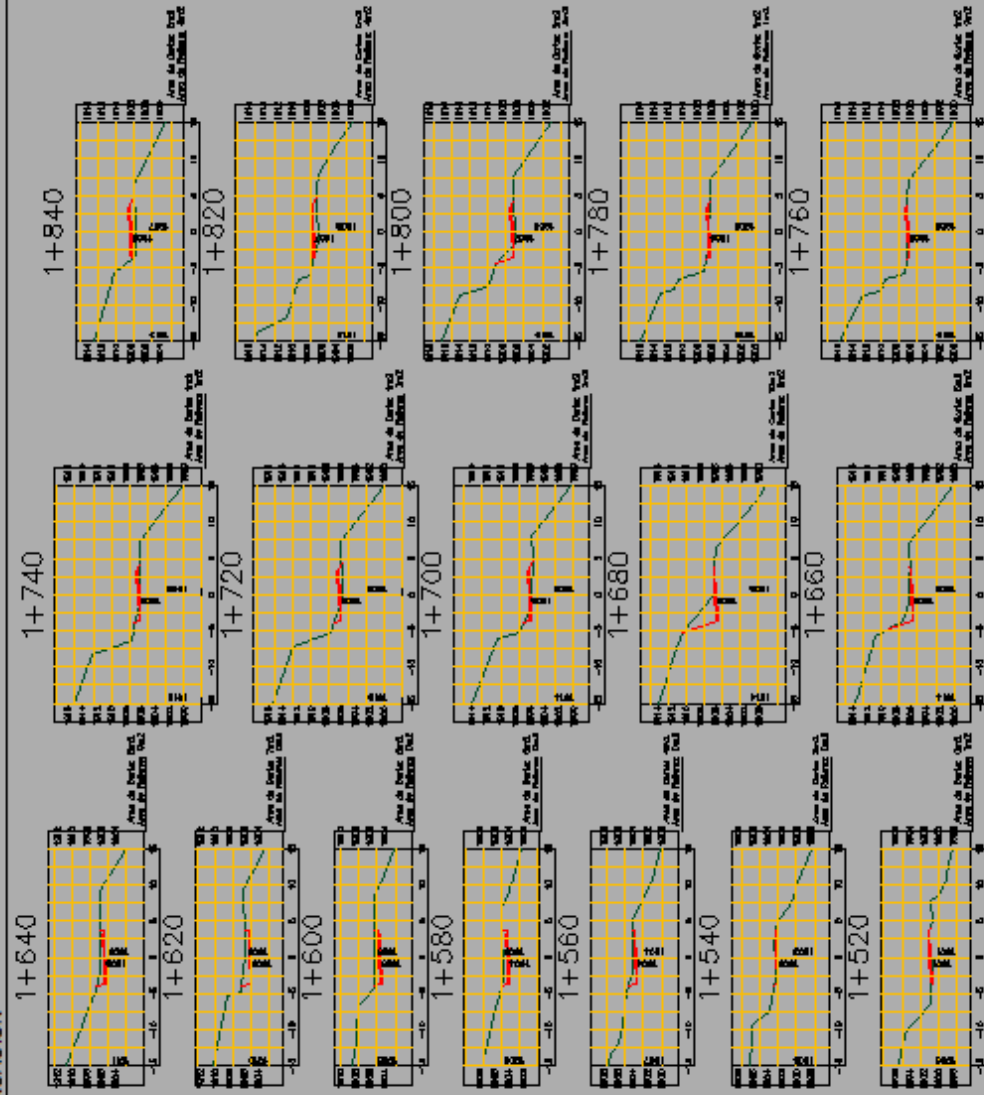
CON TINUACIÓN

INSTITUCIÓN DE LAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA MINISTERIO PÚBLICO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES	
PROYECTO ALIENACIÓN DE ALUMINUM TUBULOS - PAV-20	ESTADIO 1/1
ESTACIÓN 0+000 A 0+1000	PLAN 1/100
FECHA DE ELABORACIÓN 1 / 1	ESCALA 1/1
AUTORES 1 / 1	REVISOR 1 / 1

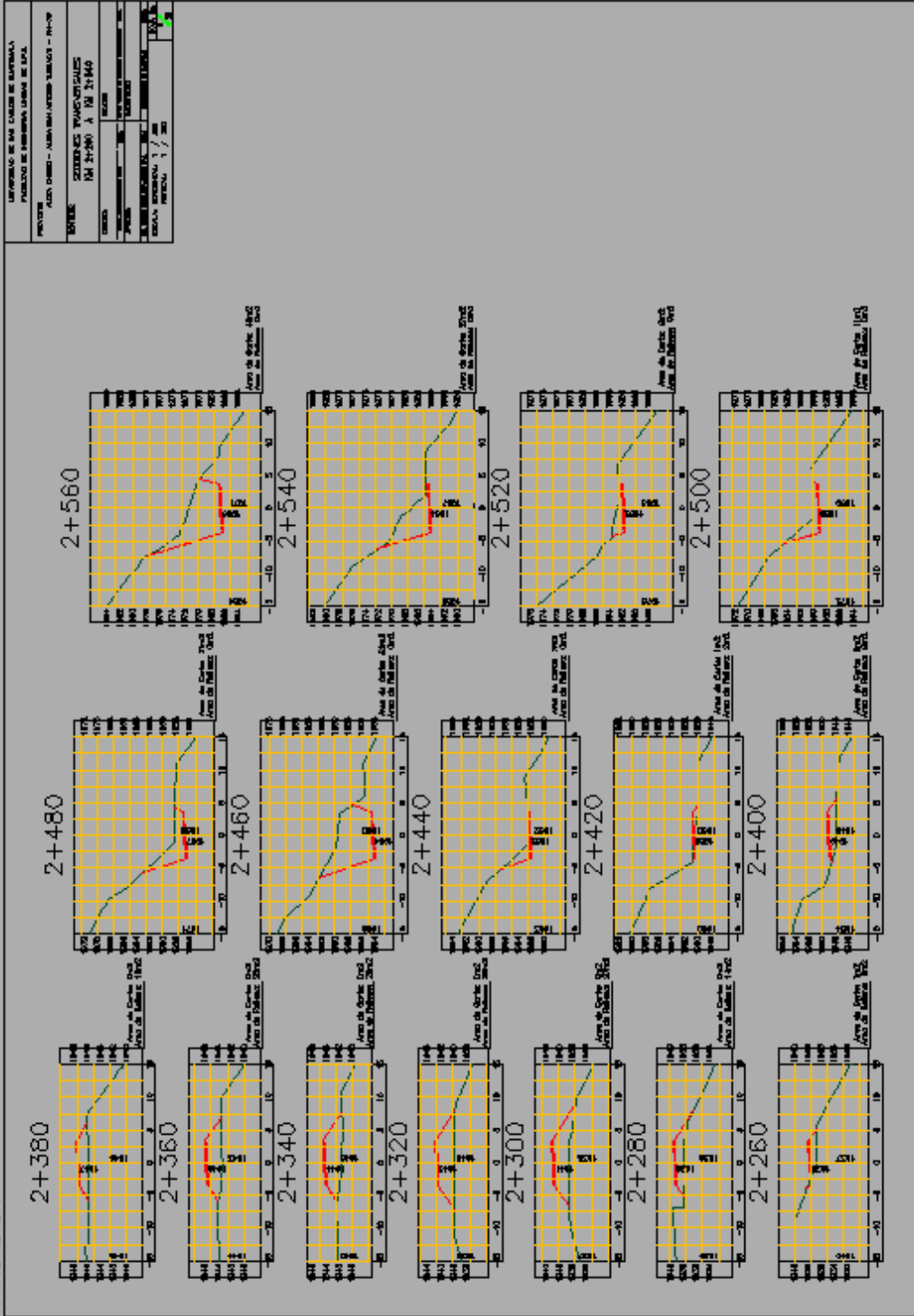


CONTINUACIÓN

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES DE MÉRIDA	
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL DE BARRAS	
PROYECTO	CARRILLO CARRERA - ALBERCA DEL BARRIO TUMBALITO - 191-70
ESTUDIO	SECCIONES TRANSVERSALES
CONDICIÓN	M 1+800 A M 1+840
FECHA	11/05/2011
ESCALA	1/100
HOJA	11
TOTAL	11



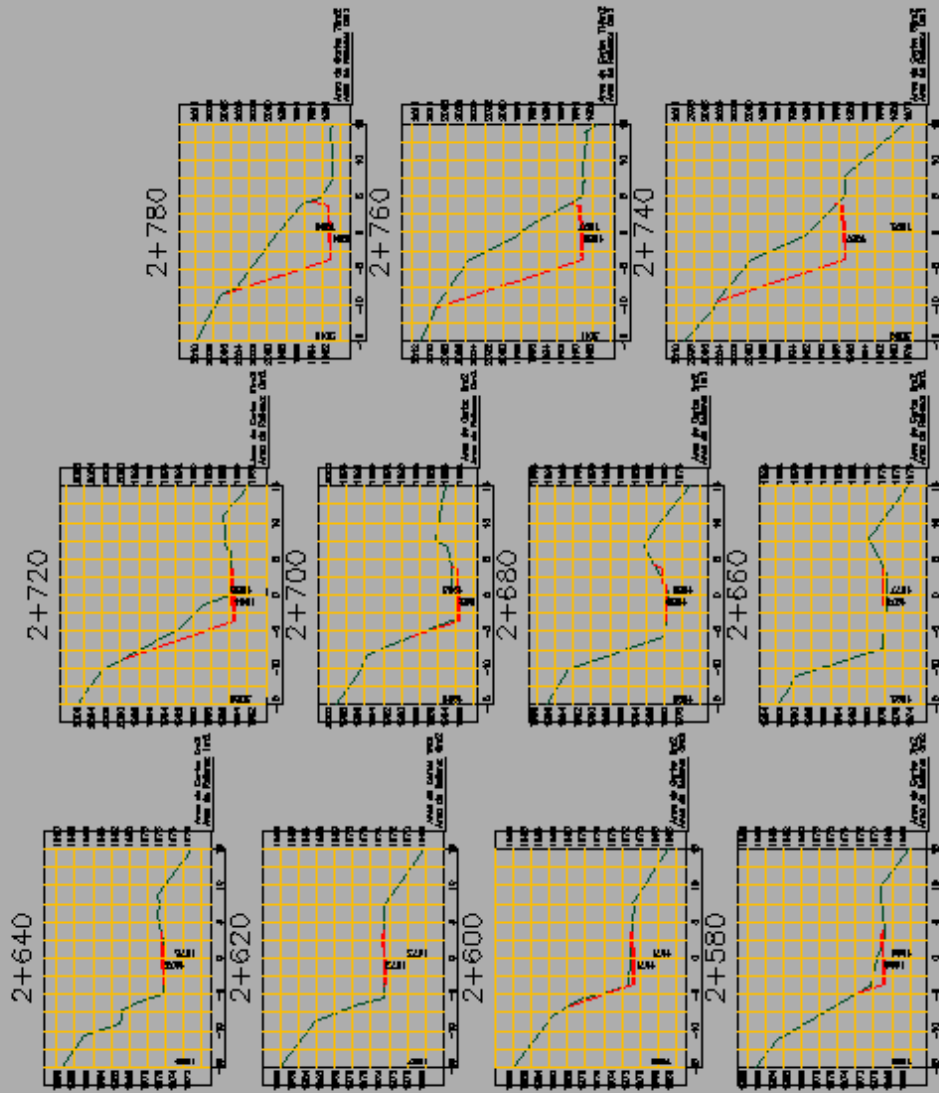
CONTINUACIÓN



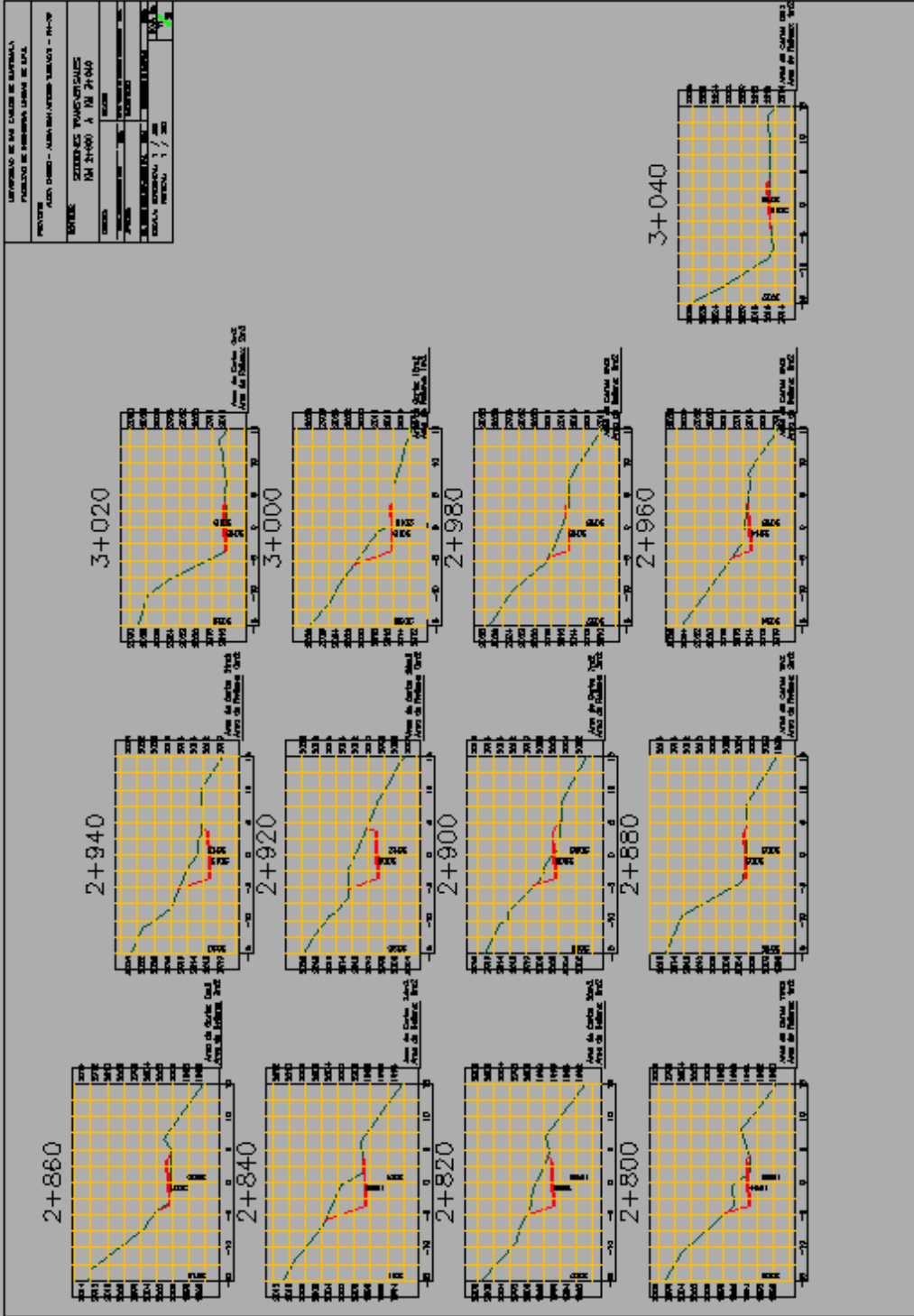
INSTITUCIÓN DE LAS OBRAS DE MAESTRÍA MINISTERIO PÚBLICO DE DEFENSA LABORAL DE LA F.	
PROYECTO OBRAS DE MAESTRÍA - ALIARMA AUTOMÁTICA TUBOS - P-1-99	ESTACIÓN 2+260 A 2+560
DISEÑO DISEÑO	ESCALA 1:100
FECHA 1 / 1 / 2001	HOJA 1 / 1

CONTINUACIÓN

EMPRESA DE LAS CUERPOS DE BARRERA	
PROYECTO: PASADIZO DE BARRERA, LÍNEA DE B.A.F.	
ESTUDIO: SECCIONES TRANSVERSALES	
DE: KM 2+600 A KM 2+780	
ESCALA:	1:100
FECHA:	1 / 1
REVISIÓN:	1 / 1
APROBADO:	1 / 1

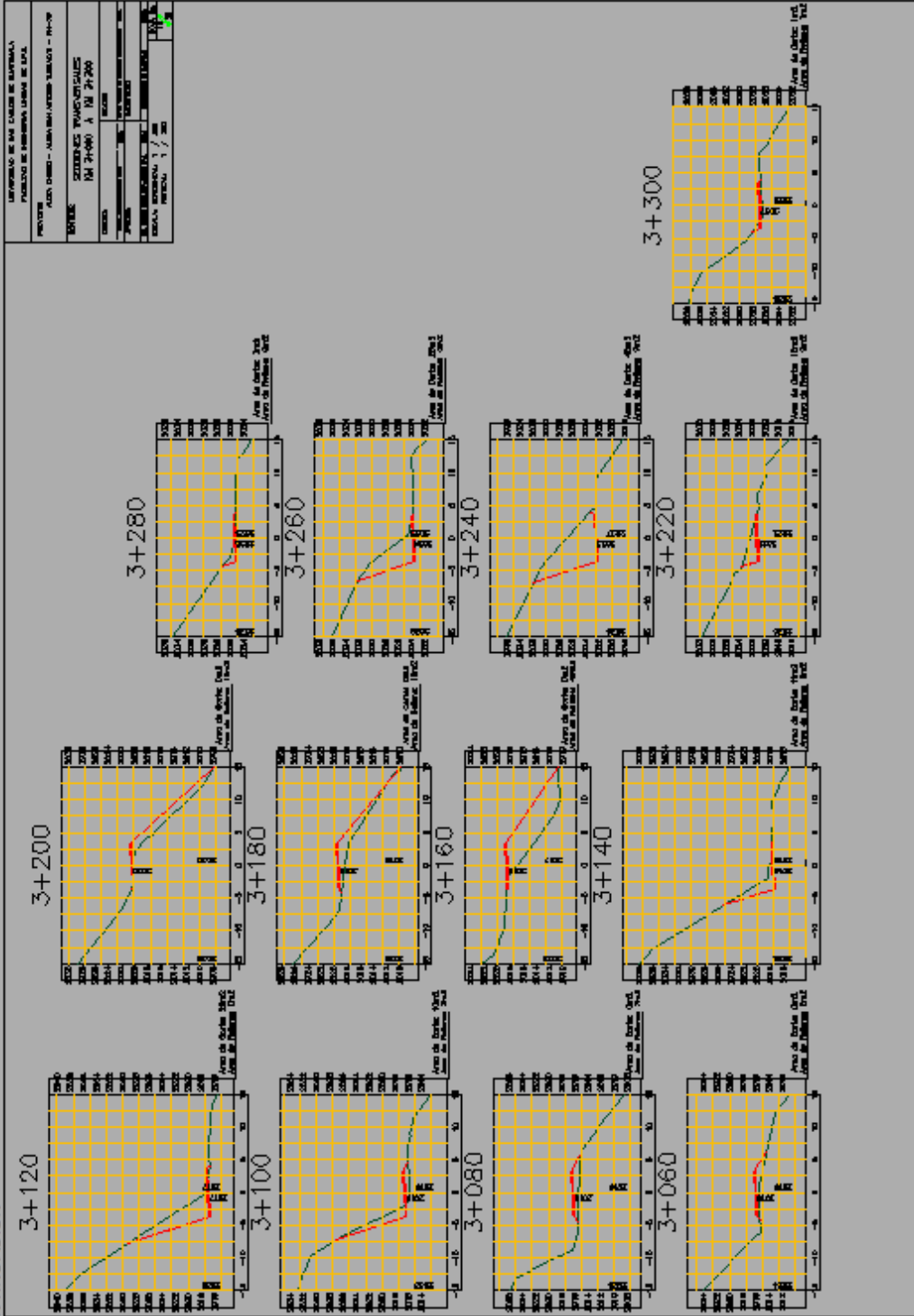


CONTINUACIÓN



INFORMACIÓN DE LOS DATOS DE MATERIAL	
PROYECTO: PASADIZO DE BARRIO LA LOMA DE SAN JUAN	
ESTUDIO: SECCIONES TRANSVERSALES	
Escala: 1:100	
FECHA: 11/11/2011	
AUTOR: [Logo]	
REVISOR: [Logo]	
APROBADO: [Logo]	

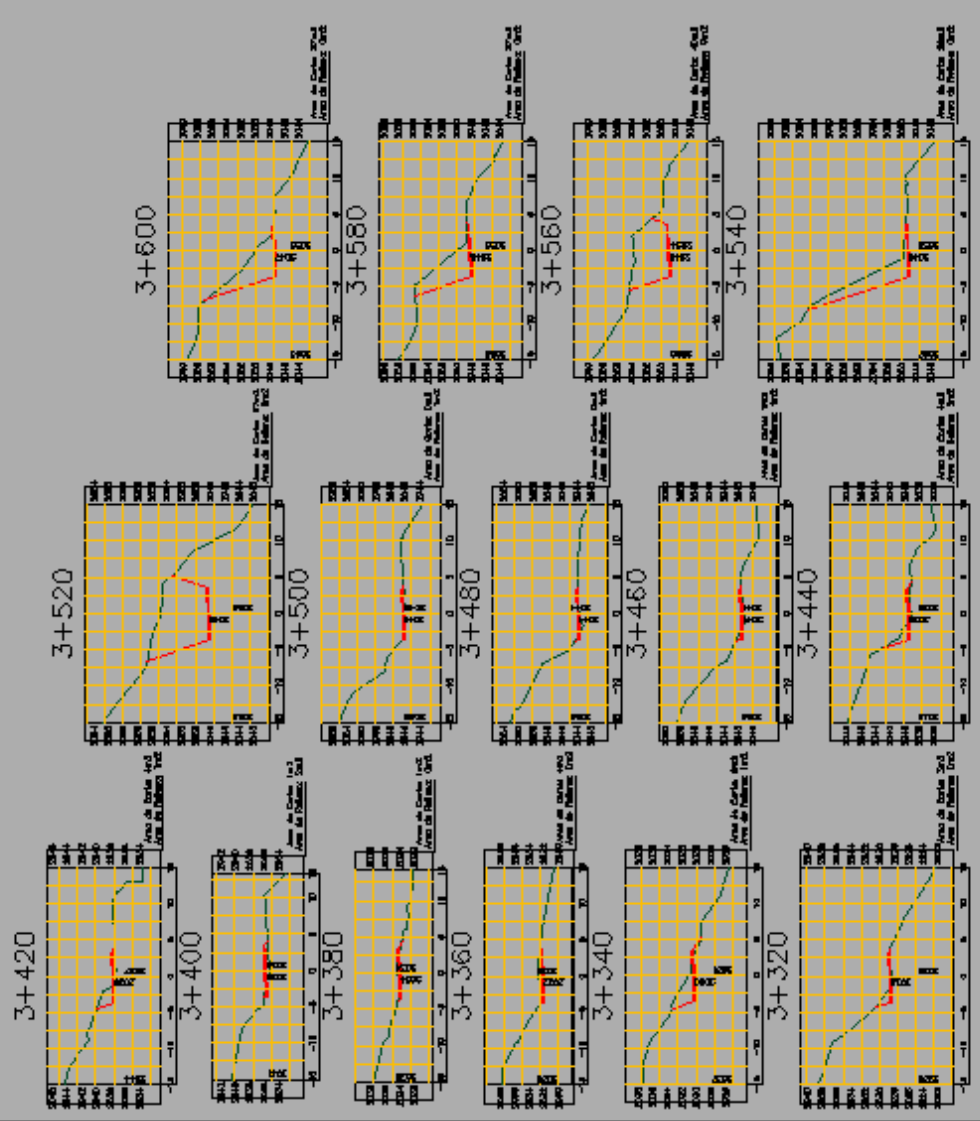
CONTINUACIÓN



EMPRESA DE OBRAS Y SERVICIOS	
PROYECTO: PAVIMENTACIÓN DE EMPALME CARRETERA DE CALI	
ALCALDÍA DE CALI - ALIADA MUNICIPAL SERVICIOS - PAV-09	
ESTUDIO: SECCIONES TRANSVERSALES	
DE: KM 2+000 A KM 2+200	
ESCALA:	1:100
FECHA:	1 / 1 / 2011
PROYECTANTE:	ING. J. J. GARCÍA
REVISOR:	ING. J. J. GARCÍA
APROBADO:	ING. J. J. GARCÍA

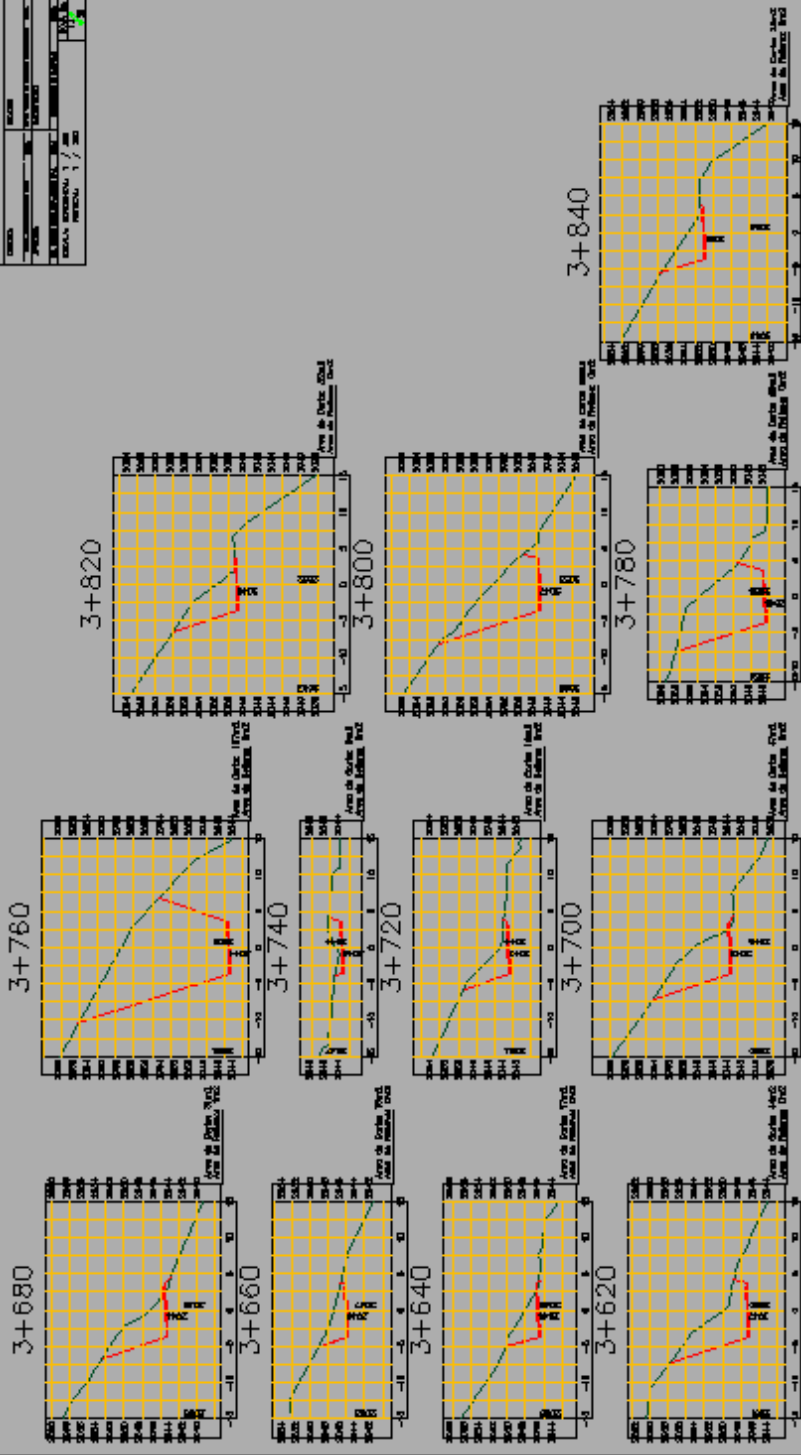
CONTINUACIÓN

INSTITUCIÓN DE LAS CUERPOS DE BARRERA PLANIFICACIÓN DE BARRERAS LÍNEA DE BARRA	
PROYECTO ALIEN OMBRO - ALUMINACIÓN SUBCANTO - P+P-99	ESCALA 1:100
ESTUDIO SECCIONES TRANSVERSALES RM 2+200 A RM 2+100	FECHA 1 / 1 / 2001
DISEÑO [Firma]	APROBADO [Firma]
VERIFICADO [Firma]	[Firma]
REVISADO [Firma]	[Firma]
APROBADO [Firma]	[Firma]



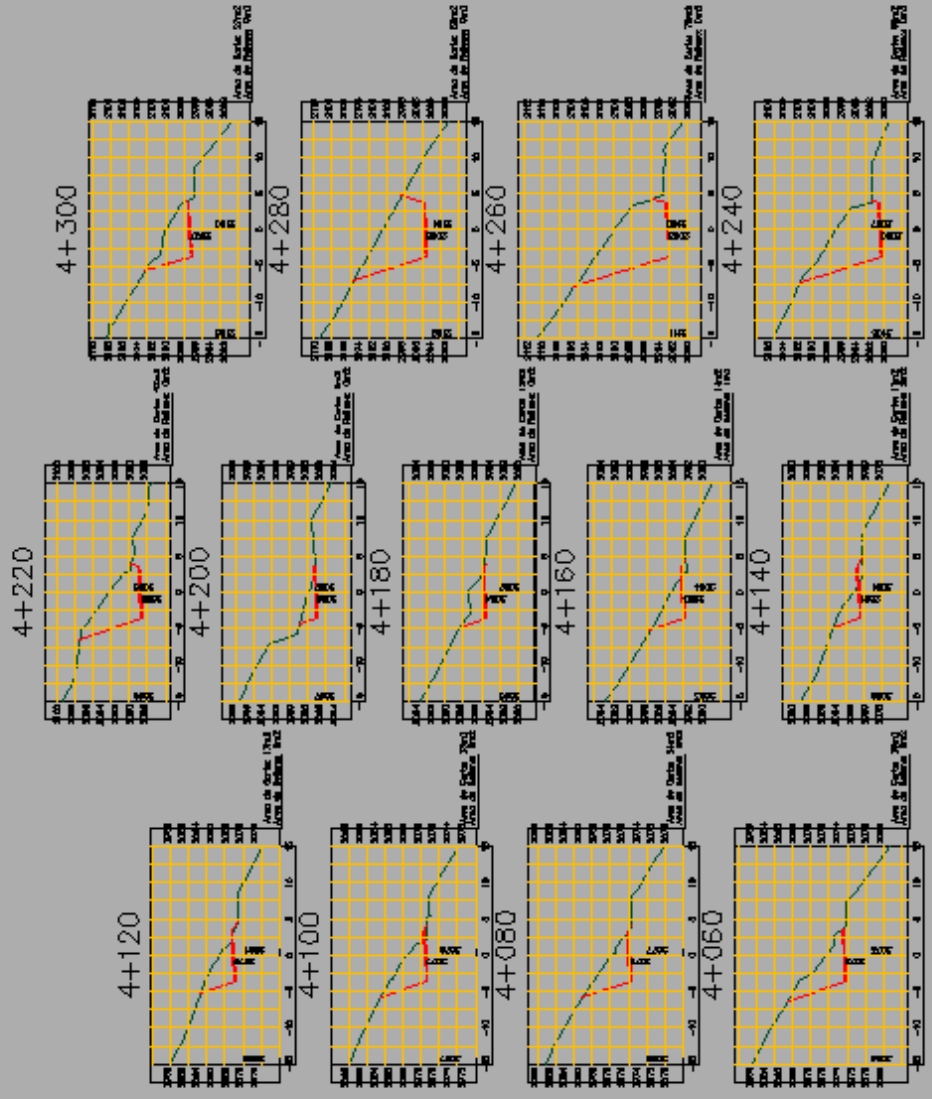
CONTINUACIÓN

INSTITUCIÓN DE LAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES	
PROYECTO ALIENACIÓN DE TERRENO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA DE FERROVIARIO DE ALTA VELOCIDAD ENTRE LAS ESTACIONES TRANSACCIONALES (K+3+600) A (K+3+840)	
CANTÓN GUAYAS	ESCALA 1:1000
FECHA DE ELABORACIÓN 15/05/2014	FECHA DE APROBACIÓN 15/05/2014
ELABORADO POR J. J. J.	APROBADO POR J. J. J.



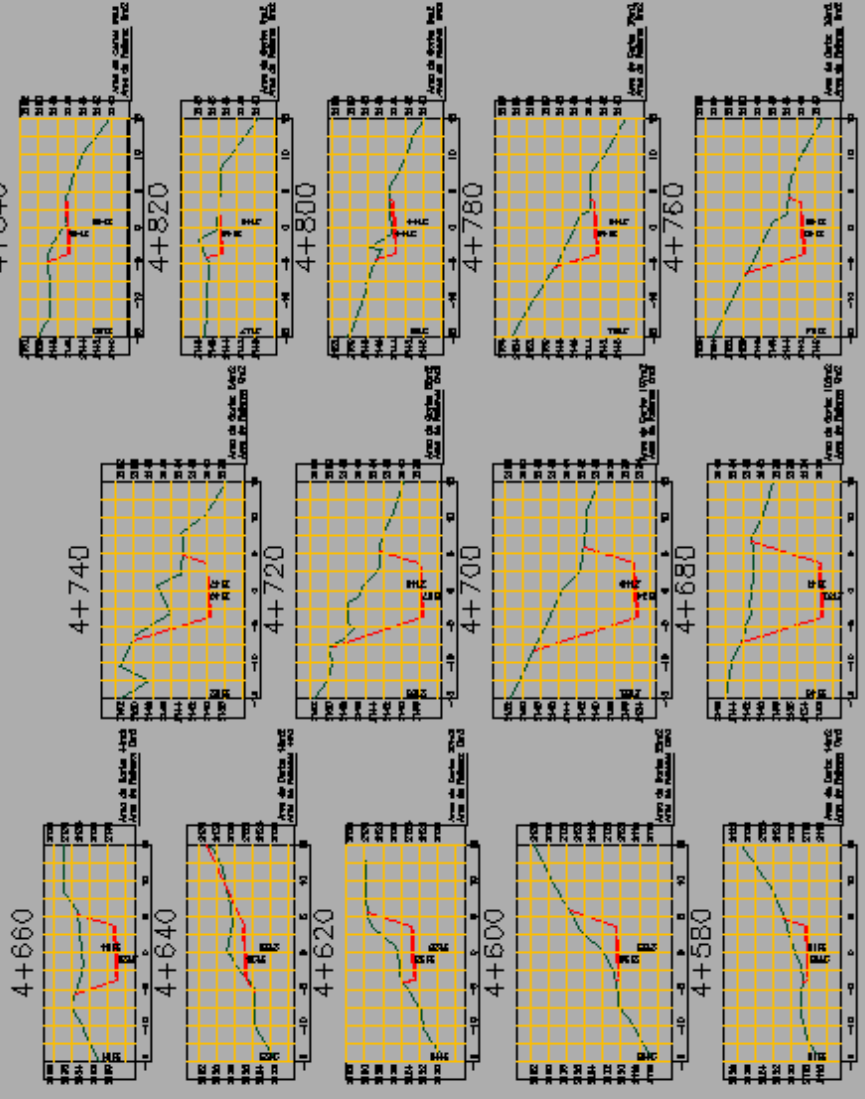
CONTINUACIÓN

INFORMACIÓN DE LOS DATOS DE MATERIAL	
PROYECTO: PASADIZO DE BARRIO LA LINDA DE S.A.S.	
ALCALDÍA: ALCALDÍA DE SAN CARLOS	
MUNICIPIO: SAN CARLOS	
CORRECTOR: ALVARO GONZALEZ	
FECHA: 15/05/2018	
Escala: 1:100	
Hoja: 104	



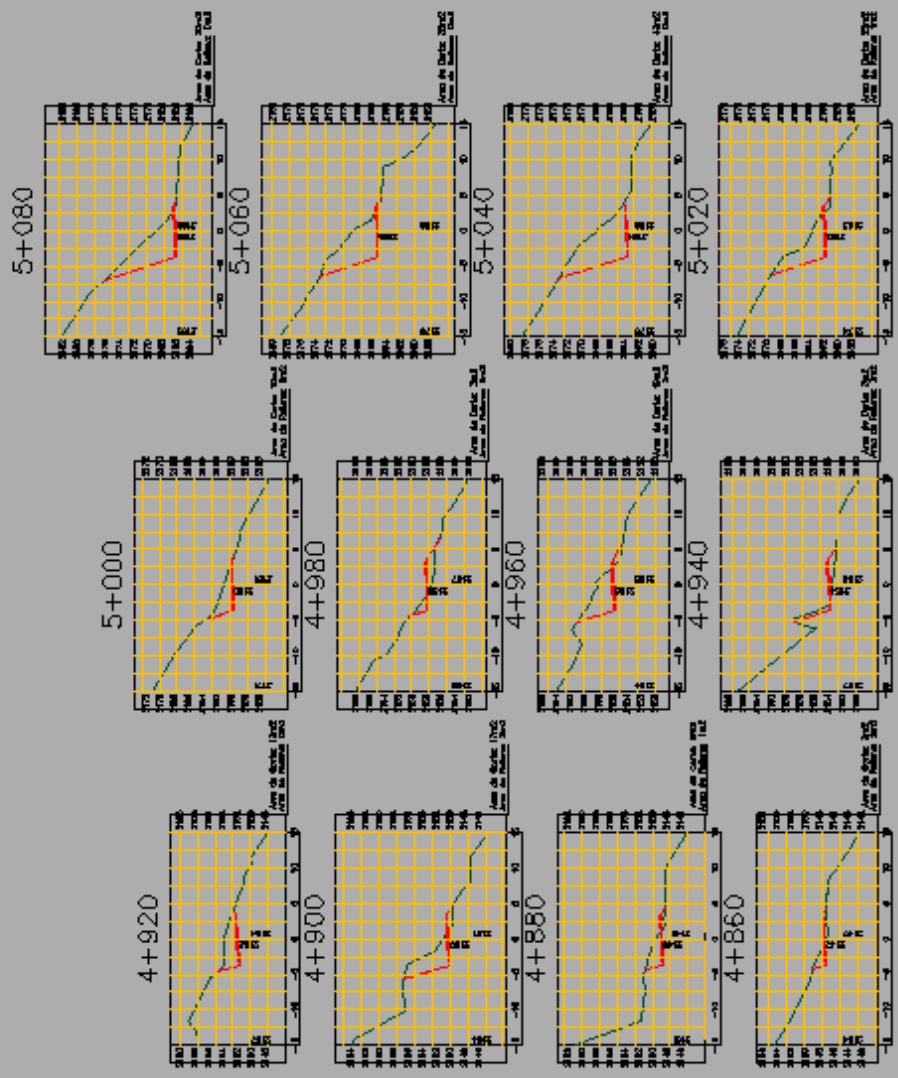
CONTINUACIÓN

INSTITUCIÓN DE LAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA MINISTERIO PÚBLICO DE DEFENSA LABORAL DE LA F.	
PROYECTO ALIENACIÓN DE ALIENACIÓN DE BIENES RAÍZ - P-1-99	ESTADIOS TRANSACCIONALES RM 4+660 A RM 4+840
CANTON QUITO	ZONA URBANA
PLAN PLAN DE OBRAS	TIPO DE OBRAS RECONSTRUCCIÓN
DESCRIPCIÓN DE LA OBRA RECONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA	ESCALA 1:100
FECHA DE ELABORACIÓN 11/01/2001	FECHA DE APROBACIÓN 11/01/2001
ELABORADO POR J. J. J.	APROBADO POR J. J. J.



CONTINUACIÓN

EMPRESA DE INGENIEROS CIVILES	
PROYECTO DE RECONSTRUCCIÓN DE EDA	
PROYECTO	ACCESO CARRETERO ALZAR DEL LITORAL TUNJA - P-107
CONTRATO	MESES DE TRABAJO
FECHA	14/11/2010 A 14/11/2010
PROYECTO	1/1/10
ESTADO	1/1/10
REVISOR	1/1/10
PROYECTISTA	1/1/10
APROBADO	1/1/10
FECHA	1/1/10



CONTINUACIÓN

EMPRESA DE BENTONITE COLIMILLA PROYECTO DE RECONSTRUCCIÓN DE EDSA	
PRESENTACIÓN ALCEA OMSA - ALCEA BENTONITE TAPACHULA - P-100	PLAN 100/100
CANTONAMIENTO 0+000 A 0+1100	ESCALA 1:100
FECHA 10/05/2017	HOJA 108
DISEÑADO J. J. GARCÍA	APROBADO J. J. GARCÍA

