



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

**REHABILITACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA RURAL, QUE
CONDUCE DEL GANCHO EN CANTÓN FLOR DE MAYO HACIA EL
ENTRONQUE DE LA ALDEA EL ROSARIO, TACANÁ, SAN MARCOS**

Kevin Werner Orozco Gutierrez

Asesorado por el Ing. Oscar Argueta Hernández

Guatemala, junio de 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**REHABILITACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA RURAL, QUE
CONDUCE DEL GANCHO EN CANTÓN FLOR DE MAYO HACIA EL
ENTRONQUE DE LA ALDEA EL ROSARIO, TACANÁ, SAN MARCOS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

KEVIN WERNER OROZCO GUTIERREZ

ASESORADO POR EL ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, JUNIO DE 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Armando Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

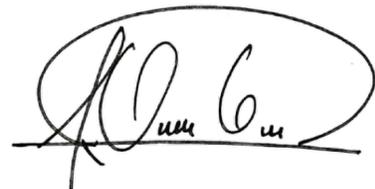
DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Oscar Argueta Hernández
EXAMINADOR	Ing. Juan Merck Cos
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**REHABILITACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA RURAL, QUE
CONDUCE DEL GANCHO EN CANTÓN FLOR DE MAYO HACIA EL
ENTRONQUE DE LA ALDEA EL ROSARIO, TACANÁ, SAN MARCOS.**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 30 de octubre de 2018.

A handwritten signature in black ink, enclosed within a large, hand-drawn oval. The signature is stylized and appears to read 'Kevin W. Orozco G.' with a horizontal line underneath.

Kevin Werner Orozco Gutierrez

Universidad de San Carlos de
Guatemala



Facultad de Ingeniería
Unidad de EPS

Guatemala, 19 de abril de 2023
REF.EPS.D.136.04.2021

Ing. Armando Fuentes Roca
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Fuentes Roca:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **REHABILITACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA RURAL, QUE CONDUCE DEL GANCHO EN CANTÓN FLOR DE MAYO HACIA EL ENTRONQUE DE LA ALDEA EL ROSARIO, TACANÁ, SAN MARCOS**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Kevin Werner Orozco Gutiérrez, CUI 2835 92001 1202 y Registro Académico 201314837**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Oscar Argueta Hernández.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación como Asesor-Supervisor y Director apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

Ing. Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS

OAH/ra

Guatemala, 7 de marzo de 2023

Ingeniero
Armando Fuentes Roca
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
USAC

Estimado Ingeniero Fuentes:

Por este medio se informa que el Área de Topografía y Transportes, ha aprobado el trabajo de graduación denominado: **“REHABILITACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA RURAL, QUE CONDUCE DEL GANCHO EN CANTÓN FLOR DE MAYO HACIA EL ENTRONQUE DE LA ALDEA EL ROSARIO, TACANÁ, SAN MARCOS.”**, el cual fue presentado por el estudiante de Ingeniería Civil **Kevin Werner Orozco Gutierrez**, con CUI **2835 92001 1202** y registro académico No. **201314837**, quien contó con la asesoría de la Ingeniero Civil **Oscar Argueta Hernández**. Y después de haber realizado las correcciones pertinentes por el estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil.

Por lo que considero que este trabajo llena los requisitos planteados y que representa un aporte para la Facultad de Ingeniería, por lo que se aprueba al mismo, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, le saludo muy atentamente.

ID Y ENSEÑAD A TODOS,



Ing. Alejandro Castañón López
Coordinación de Área de
Topografía y Transportes

FACULTAD DE INGENIERÍA
ÁREA
DE TOPOGRAFÍA
Y TRANSPORTES
COORDINACIÓN



LNG.DIRECTOR.135.EIC.2023

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador de Área y la aprobación del área de lingüística del trabajo de graduación titulado: **REHABILITACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA RURAL, QUE CONDUCE DEL GANCHO EN CANTÓN FLOR DE MAYO HACIA EL ENTRONQUE DE LA ALDEA EL ROSARIO, TACANÁ, SAN MARCOS**, presentado por: **Kevin Werner Orozco Gutierrez**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Armando Fuentes Roca
Director
Escuela de Ingeniería Civil



Guatemala, junio de 2023



LNG.DECANATO.OI.518.2023

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **REHABILITACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA RURAL, QUE CONDUCE DEL GANCHO EN CANTÓN FLOR DE MAYO HACIA EL ENTRONQUE DE LA ALDEA EL ROSARIO, TACANÁ, SAN MARCOS**, presentado por: **Kevin Werner Orozco Gutierrez**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Inga. Aurelia Arabela Cordova Estrada
Decana



Guatemala, junio de 2023

AACE/gaac

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por brindarme el entendimiento, sabiduría y vigor; en el transcurso y finalización de la carrera.
Mis padres	Werner Domingo Orozco y Orozco Blanca Aidé Gutierrez Velásquez. Por ser mi mayor inspiración y debido a su apoyo incondicional puedo decir, meta alcanzada.
Mis abuelos	Por inculcar valores; los cuales fueron reflejados en mis padres y me han convertido en una persona de bien.
Mis hermanos	Andy José, Susan Aidé Orozco Gutierrez. Por darme su apoyo y ser mis pilares.
Mis tíos	Por sus consejos, cariño y apoyo.
Mis familiares y amigos en general	Por estar a mi lado y sustentarme en todo momento.

M .

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por haberme dado la vida, proporcionarme salud y estar siempre a mi lado.
Padres	Por brindarme sus consejos, amor y confianza; hasta la culminación de mi carrera. Este éxito es tanto propio como de ellos.
Hermanos	Por los regaños y alientos en los momentos difíciles de la carrera.
Ing. Oscar Argueta Hernández	Por su amistad y la asesoría prestada para la realización del presente trabajo de graduación.
Mi amigo	José Pablo Flores Trujillo por el apoyo mutuo en cada semestre y su amistad sincera.
Mis amigos de EPSUM segunda cohorte	Por brindarme su apoyo en el proceso del EPS, cariño y compañerismo.
Síndico 5 Ricardo Miguel	Por darme la oportunidad de realizar el EPS en la Municipalidad de Tacaná, San Marcos. Como también apoyar el proceso del EPS.

Facultad de Ingeniería

Por brindarme el conocimiento necesario para poder ser un profesional capaz.

INDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCION	XVII
1. MONOGRAFÍA DEL MUNICIPIO DE TACANÁ, SAN MARCOS.....	1
1.1. Antecedentes históricos.....	1
1.2. Características geográficas	2
1.2.1. Localización	2
1.2.2. Colindancias	3
1.2.3. Vías de acceso	3
1.2.4. Orografía e Hidrografía	5
1.2.5. Servicios existentes	6
1.2.5.1. Vivienda.....	6
1.2.5.2. Servicio de agua	6
1.2.5.3. Servicio sanitario	7
1.2.5.4. Tren de aseo.....	7
1.2.5.5. Servicio de alumbrado	7
1.2.5.6. Transporte	7
1.2.5.7. Telecomunicaciones	8
1.2.5.8. Otros servicios	8
1.2.6. Actividades económicas	8
1.2.7. Aspectos climáticos	9

1.2.8.	Aspectos sociales.....	9
1.2.8.1.	Demografía.....	10
1.2.8.2.	Religión	10
1.2.8.3.	Educación Primaria	10
1.2.8.4.	Educación básica	11
1.2.8.5.	Educación diversificada.....	11
1.2.8.6.	Educación superior.....	12
1.2.9.	Diagnóstico de necesidades en infraestructura y servicios básico	12
1.2.10.	Descripción de las necesidades	13
1.2.11.	Priorización de las necesidades	13
2.	REHABILITACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA RURAL, QUE CONDUCE DEL GANCHO EN CANTÓN FLOR DE MAYO HACIA EL ENTRONQUE DE LA ALDEA EL ROSARIO, TACANÁ, SAN MARCOS.	15
2.1.	Descripción del proyecto	15
2.2.	Definición de camino rural.....	15
2.3.	Importancia de rehabilitar un camino	16
2.4.	Definición de balasto	16
2.5.	Uso del balasto como carpeta de rodadura.....	17
2.6.	Clasificación funcional de caminos.....	18
2.7.	Clasificación de caminos por tráfico promedio diario	18
2.8.	Levantamiento topográfico	19
2.8.1.	Planimetría	20
2.8.2.	Altimetría	20
2.9.	Estudio de suelo para carretera	21
2.9.1.	Subrasante	21
2.9.2.	Límites de atterberg	22

	2.9.2.1.	Límite líquido	22
	2.9.2.2.	Límite plástico.....	23
	2.9.2.3.	Índice plástico.....	24
	2.9.3.	Granulometría.....	24
	2.9.3.1.	Tamizado.....	26
	2.9.4.	Proctor modificado.....	26
	2.9.5.	Valor soporte de suelo CBR	27
2.10.		Análisis de resultados.....	28
2.11.		Diseño geométrico.....	29
	2.11.1.	Parámetros del diseño geométrico	29
	2.11.2.	Alineamiento horizontal	30
	2.11.2.1.	Tangente horizontal	31
	2.11.2.2.	Curva horizontal.....	31
	2.11.2.3.	Curva de transición.....	31
	2.11.2.4.	Curva simple.....	32
	2.11.2.5.	Cálculo de curva horizontal simple	34
	2.11.2.6.	Sobre ancho	39
	2.11.2.7.	Corrimientos	40
	2.11.2.8.	Derecho de vía	40
	2.11.3.	Alineamiento vertical.....	41
	2.11.3.1.	Subrasante	42
	2.11.3.2.	Pendiente.....	42
	2.11.3.3.	Curva vertical.....	44
	2.11.3.4.	Cálculo de curva vertical simétrica	46
	2.11.3.5.	Correcciones.....	48
2.12.		Movimiento de tierras	50
	2.12.1.	Sección transversal y sección típica	50
	2.12.2.	Cálculo de áreas.....	52
	2.12.3.	Cálculo de volúmenes	54

2.12.4.	Curva de masas	55
2.13.	Capas que conforman el balasto.....	56
2.13.1.	Subrasante	56
2.13.1.1.	Reacondicionamiento de la subrasante.....	57
2.13.2.	Capa de rodadura del balasto	57
2.13.3.	Banco de materiales.....	58
2.13.4.	Análisis de la calidad del balasto.....	58
2.13.4.1.	Ensayo proctor modificado	58
2.13.4.2.	Granulometría	59
2.13.4.3.	Límites de Atterberg	59
2.13.4.4.	Resultados	60
2.13.4.5.	Diseño final de la capa	60
2.14.	Sistema de drenaje	60
2.14.1.	Drenaje longitudinal.....	61
2.14.1.1.	Cunetas	61
2.14.2.	Drenaje transversal	62
2.15.	Elaboración de planos.....	64
2.16.	Presupuesto	64
2.16.1.	Integración de precios unitarios.....	65
2.16.2.	Cantidad estimadas de trabajo.....	66
2.17.	Cronograma de ejecución física.....	68
2.18.	Evaluación de impacto ambiental.....	69
2.18.1.	Impacto ambiental en construcción	69
2.18.2.	Impacto ambiental en operación	70
CONCLUSIONES.....		71
RECOMENDACIONES		73
BIBLIOGRAFÍA.....		75

APÉNDICES 77

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Localización del Municipio de Tacaná, San Marcos.....	3
2.	Efectos de la lluvia sobre la capa de balasto	17
3.	Subrasante del tramo carretero.....	22
4.	Ilustración del tamizado.....	26
5.	Elementos de una curva de transición	32
6.	Elementos de una curva simple	33
7.	Elementos del alineamiento vertical.....	41
8.	Principales elementos de curva vertical	46
9.	Alineación recta sección típica F	52
10.	Área de Sección transversal estación 4+540.00	53
11.	Área de sección transversal estación 4+560.00.....	54
12.	Curva de masa 0+000 a 12+381	56
13.	Área de captación de lluvia	63

TABLAS

I.	Distancia entre los municipios de San Marcos y la Ciudad capital.....	4
II.	Tasa de escolarización, terminación y alfabetización	11
III.	Clasificación de caminos por tráfico promedio diario	18
IV.	Grado máximo de curvatura para distintas velocidades.....	37
V.	Pendiente máxima para carretera rural.....	43
VI.	Coeficiente angular según el tipo de curva	45
VII.	Cálculo de curva vertical	48

VIII.	Correcciones de curva vertical.....	49
IX.	Integración de precios unitarios	65
X.	Cuadro de cantidades estimadas de trabajo.....	67
XI.	Cronograma de ejecución física	68

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials
Δ	Angulo de deflexión
CBR	California Bearing Ratio
CU	Coeficiente de uniformidad
CC	Coeficiente de curvatura
K	Coeficiente de curvatura circular
A	Diferencia algebraica
G	Grado de curvatura
Kg	Kilogramo
Km/h	Kilometro por hora
Lb	Libra
L	Longitud de curva
Mm	Milímetro
D₆₀	60 % menor a diámetro de tamiz
D₁₀	10 % menor a diámetro de tamiz
M	Ordenada media
PC	Principio de curva
PT	Principio de tangencia
P%	Pendiente
R	Radio
S.A.	Sobre ancho
ST	Sub tangente

T.P.D.

Trafico promedio diario

GLOSARIO

Altimetría	Parte de la topografía que se ocupa de la medición de las alturas.
Balasto	Capa de grava que se extiende sobre un terreno para asentar y que circulen vehículos.
Carretera	Vía de comunicación, generalmente interurbana, proyectada y construida fundamentalmente para la circulación de vehículos automóviles.
D.G.C.	Dirección General de Caminos institución que planifica, diseña, ejecuta y supervisa las obras de construcción, mejoramiento, ampliación, reconstrucción y mantenimiento de las carreteras en la República de Guatemala.
Estudio de Suelo	Estudio que permite conocer las características físicas y mecánica del suelo.
Movimiento de tierra	Es el conjunto de actuaciones a realizarse en un terreno para la ejecución de una obra. Dicho conjunto de actuaciones se puede realizar en forma manual o en forma mecánica.

Planimetría	Parte de la topografía que trata la medición y representación de una porción de la superficie terrestres sobre una superficie plana.
Sección transversal	Proyección de una sección de un objeto que se ha realizado mediante un corte perpendicular al eje largo del mismo.
Suelo	Es la base para el establecimiento de cualquier proyecto de construcción civil, antes de establecer cualquier uso del suelo es necesario conocer sus características.
Subrasante	Es la superficie terminada de la carretera a nivel de movimiento de tierra, sobre el cual se coloca la estructura del pavimento o afirmado.
Topografía	Técnica que consiste en describir y representar en un plano la superficie o el relieve de un terreno.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación, contiene en forma detallada el procedimiento que se llevó a cabo para el desarrollo de los proyectos de rehabilitación del tramo carretero, que conduce del Cantón Flor de Mayo hacia la aldea El Rosario.

La investigación se divide en dos capítulos los cuales presentan dos clases de información, el capítulo uno consiste en dar a conocer la monografía del lugar donde se trabajó el proyecto, con la finalidad de exponer un estudio detallado en temas como: antecedentes, características, aspectos, actividades, salud educación y demografía. Siendo estos los principales en el primer capítulo, el cual permite a las autoridades o interesados el de tener de información actualizada del lugar. Luego en el capítulo dos se establece el trabajo técnico profesional, donde se presentan temas sobre la rama de ingeniería civil y este se desglosa como un proyecto de vías terrestres, por el motivo de ser un proyecto de carretera. El segundo capítulo está conformado por varios temas siendo los principales: alineamiento horizontal, alineamiento vertical y secciones transversales, en donde se presentan todas las características de la carretera; las cuales fueron diseñadas de acuerdo con códigos de seguridad dadas por la Dirección General de Caminos.

Finalizando los capítulos se encuentra la información que fue utilizada como apoyo para la realización del proyecto, cabe mencionar el análisis de suelo y códigos. Después se muestran los planos de la carretera y estos representan visualmente todo el estudio que conllevo el trabajo.

OBJETIVOS

General

Diseñar la rehabilitación y mejoramiento de la carretera rural, que conduce del Gancho en cantón Flor de Mayo hacia el entronque de la aldea El Rosario, Tacaná, San Marcos.

Específicos

1. Desarrollar una investigación monográfica de la aldea donde se realizará la ampliación y mejoramiento de la carretera rural.
2. Diseñar la carretera de acuerdo a los códigos establecidos por la Dirección General de Caminos.
3. Elaborar las características de la carretera y luego realizar planos, presupuesto, cronograma y evaluación ambiental del proyecto.

INTRODUCCION

El E.P.S nos da la oportunidad de vivir de cerca lo que es el trabajo conjunto de la municipalidad con la población y ser un medio por el cual muchos proyectos municipales pueden llevarse a cabo en beneficio de la población del municipio, lo que es sinónimo de satisfacción, tanto personal como profesional.

El presente trabajo de graduación Rehabilitación y mejoramiento de la carretera rural, que conduce del Gancho en cantón Flor de Mayo Hacia el entronque de la aldea El Rosario, Tacaná, San Marcos, tiene como principio fundamental promover el desarrollo por medio de proyectos viales, para lograr que dichas poblaciones tengan acceso a un mejor nivel de vida.

En Guatemala, a nivel nacional, es necesario ampliar la red de infraestructura vial, tal es el caso de la aldea que va desde el cantón Flor de Mayo hacía la aldea El Rosario. En la mayoría de veces, esto significa mejorar o ampliar caminos existentes, adaptándolos a las especificaciones de caminos, dependiendo de la categoría de cada uno de éstos.

1. MONOGRAFÍA DEL MUNICIPIO DE TACANÁ, SAN MARCOS

1.1. Antecedentes históricos

El municipio de Tacaná que indiscutiblemente es de origen precolonial figura en el índice alfabético de las ciudades, villas y pueblos del reino de Guatemala. Igualmente aparece con el mismo nombre entre los pueblos del estado de Guatemala que se repartieron para la administración de justicia por el sistema de jurado que adoptó el código de Livingston que se decretó el 27 de agosto de 1936, adscrito al Circuito de Cuilco en el Departamento de Huehuetenango.

El nombre Tacaná traducido al idioma maya Mam significa Fuego dentro de la casa, derivado del vocablo Mam, presenta varios significados tales como:

TAC (Casa) AC (Dentro) ACNA (Fuego)= Fuego dentro de la casa
TAC (Casa) ACNA (Fuego) = Casa de Fuego
TOJ'Q'ANAQ= TOJ (dentro) Q'ANAQ (Canáque) = Dentro del Canáque¹.

La monografía del municipio de Tacaná indica que los primeros lugares del interior de la república que se menciona en “el memorial de Tecpán-Atitlán, son las montañas de Meme y Tacna, indudablemente la tierra de los Mames y el Volcán de Tacaná, en el actual departamento de San Marcos, Guatemala”².

Así mismo, hace mención en el Diccionario Geográfico de Guatemala donde se encuentra una cita al Memorial de Sololá o Anales de los Cakchiqueles, relacionada al origen del asentamiento de Tacaná, el cual dice: “Y nosotros dijimos, cuando removíamos el sueño de las montañas y nuestros valles, vamos a aprobar nuestros arcos y nuestros escudos a alguna parte donde tengamos que pelear. Busquemos

¹ CHUN. Erick. *Pobreza desde el desarrollo de los tacanecos*. p.8.

² *Ibíd.*

ahora estos nuestros hogares y nuestro valle, así dijimos. En seguida nos dispersaremos por las montañas, entonces nos fuimos todos, cada tribu tomo su camino, cada familia siguió el suyo. Luego regresaron al lugar del Valval Xucxuc, pasaron al lugar de Memehuyú y Tacnahuyú". En la relación simbólica de la dispersión de las tribus que fueron a buscar un sitio de paz y seguridad, Memehuyú es el país de los mames o de los indígenas de habla mam, que era muy diferente al Cakchiquel, mientras que Tacnahuyú se refiere al volcán de Tacaná. Lo anterior demuestra que el origen de Tacaná es precolombino, no pudiéndose precisar cuándo se redujo a poblado³.

"La monografía del municipio, donde aparece que el entonces encomendador del convento mercedario en Tejutla, vendió 14 caballerías de tierras, situadas cerca del volcán Tacaná y del pueblo de Tejutla a Blas de León Cardona"⁴.

También se hace referencia a un expediente que data del año 1743 el cual fue enviado por el corregidor de Quetzaltenango a la Real Audiencia, con el resultado de las elecciones de los pueblos, cantones y principales de cada uno de ellos, en el mismo que se hace mención de Asunción Tacaná⁵.

1.2. Características geográficas

El municipio de Tacaná geográficamente es un lugar montañoso, con un volcán que lo caracteriza.

1.2.1. Localización

El municipio de Tacaná se localiza al norte del departamento de San Marcos con una distancia de 72 kilómetros y a 322 kilómetros de la ciudad capital, tiene una extensión territorial de 302 kilómetros cuadrados. El proyecto se encuentra ubicado en el kilómetro 310 de la cabecera municipal, "Las coordenadas geográficas iniciales y finales respectivamente son: latitud norte de 15°10'41" y

³ SEGEPLAN. *Plan de desarrollo Tacaná San marcos*. p.15.

⁴ *Ibíd.* p.16.

⁵ *Ibíd.*

longitud oeste de 91°57'29", latitud norte de 15°13'58" y longitud oeste de 92°02'50"⁶.

Figura 1. **Localización del Municipio de Tacaná, San Marcos**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

1.2.2. Colindancias

Colinda al norte con el municipio de Tectitán departamento de Huehuetenango, al sur con el municipio de Sibinal departamento de San Marcos, al este con el municipio de San José Ojetenám e Ixchiguán del departamento de San Marcos, al oeste con la cabecera municipal de Tacaná⁷.

1.2.3. Vías de acceso

La carretera principal que se usa con mayor frecuencia para acceder al municipio de Tacaná es la ruta nacional 12N que proviene de la cabecera

⁶ SEGEPLAN. *Plan de desarrollo Tacana San marcos*. p.9.

⁷ *Ibíd.* p.10.

departamental y colinda con varios municipios como los son: San Pedro Sacatepéquez, San Lorenzo, Tejutla, Tajumulco, Ixchiguán, Sibinal y San José Ojetenán. Esta ruta está compuesta en toda su longitud de asfalto flexible, dos carriles, cunetas y puentes.

Hay una alternativa de acceso al municipio de Tacaná es la ruta 7 W que proviene del municipio de Tectitán departamento de Huehuetenango y se une a la ruta nacional 12 N hasta llegar a la cabecera municipal. Esta ruta está compuesta en toda su longitud de una capa de balasto compactada lo cual dificulta la movilización de vehículos, pero conforme los años se ha convertido en una vía de comercio entre el estado Chiapas de la República Mexicana y Tacaná.

Dentro del municipio solo el área urbana cuenta en su totalidad con carreteras pavimentadas, en el área rural el cien por ciento de sus vías de acceso son de terracería, las cuales en verano son transitables y en poca de lluvia algunas quedan cerradas por derrumbes. Para el acceso hacia el proyecto se encuentra habilitado dos ingresos los cuales son en el kilómetro 310 de la ruta nacional 12 y desde la cabecera municipal, debido a que es una carretera rural está conformado de balasto y en ella solo transitan pick up de carga, la carretera lleva a las comunidades de: El Rosario, Toaka, Sanajaba, Valle verde, Canatzaj; las cuales son beneficiadas con él proyecto.

Tabla I. **Distancia entre los municipios de San Marcos y la Ciudad capital**

Municipio	Distancia a la cabecera municipal (Km)	Distancia a la ciudad capital (Km)
San Marcos		252
Catalina	54	306
Comitancillo	34	272

Continuación de la tabla 1.

Concepción Tutuapa	58	310
El Quetzal	45	297
El Rodeo	35	287
El tumbador	49	301
Esquipulas Palo Gordo	9	261
Ixchiguán	44	296
La reforma	40	292
Malacatán	49	301
Nuevo Progreso	64	316
Ocós	104	356
Pajapita	68	320
Rio Blanco	34	268
San Antonio Sacatepéquez	9	243
San Cristobal Cucho	28	280
San José Ojetenám	57	309
San Lorenzo	26	260
San Miguel Ixtahuacán	69	321
San pablo	40	292
San Pedro Sacatepéquez	2	250
San Rafael	27	279
Sibinal	65	317
Sipacapa	65	317
Tacaná	71	323
Tajumulco	37	289
Tecún Umán	83	335
Tejutla	31	283

Fuente: elaboración propia con información de Cámara de Transportistas Centroamericanos, empleando Microsoft Word.

1.2.4. Orografía e Hidrografía

El municipio se encuentra en la entrada de la Sierra Madre, tiene en su jurisdicción el volcán Tacaná que sirve de límite territorial entre Guatemala y la República de México, el segundo más alto de Centro América con una altitud de 4109 msnm. Cuenta con cuatro montañas, entre ellas la más importantes la Meme y Tacna⁸.

⁸ SEGEPLAN. *Plan de desarrollo Tacaná San marcos*. p.48.

La cuenca a la que pertenece el municipio de Tacaná es la del río Coatán. En la rehabilitación del proyecto la corriente atraviesa solamente dos comunidades las cuales son la aldea Toaka y la aldea El Rosario, también la cabecera de Tacaná, pero esta se encuentra fuera del proyecto, finalmente el cauce toma rumbo hacia el sur. En la aldea Cunlaj cambia su curso al serpentear hacia el suroeste, pasa al oeste del caserío Chichum colindante con el territorio mexicano.

1.2.5. Servicios existentes

En la cabecera del municipio de Tacaná se encuentran diferentes servicios en el siguiente apartado se menciona de algunos.

1.2.5.1. Vivienda

En el censo poblacional del año 2002 se registró un total de 14 315 viviendas de las cuales el 98,2 % son viviendas formales en las que los materiales de construcción predominante son: paredes de adobe 81,9 %, block 13,1 %, para techo de lámina metálica 87,5 %, de concreto 5,0 %, de paja 5,5 % y para el piso, tierra 50,5 %, torta de cemento 13,9 %. Las comunidades beneficiadas con el proyecto en el año 2018, cambiaron el sistema de vivienda, ya que, hubo un aumento al número de viviendas con paredes de block, el techo de lámina sigue siendo preeminente y para el piso incremento el uso de torta de cemento⁹.

1.2.5.2. Servicio de agua

“El 100 % de las viviendas urbanas cuentan con agua entubada, mientras en el área rural la cobertura alcanza el 62,58 % de las viviendas”¹⁰.

⁹ SEGEPLAN. *Plan de desarrollo Tacaná San marcos*. p.48.

¹⁰ *Ibíd.* p.38.

1.2.5.3. Servicio sanitario

En el área urbana las viviendas cuentan con drenaje sanitarios en un 97,45 % y con pozos ciegos un 2,55 %, mientras que el área rural un 35,66 % de viviendas carecen del servicio de eliminación de excretas. Tanto en las comunidades como en la cabecera municipal, carecen de un tratamiento adecuado de las aguas residuales, perjudican la salud, la economía y la calidad de vida de la población¹¹.

1.2.5.4. Tren de aseo

“Actualmente existe un tren de aseo, pero solamente en el área urbana, el cual consiste en la recolección mediante un camión de volteo y el costo es de Q 1,00 por costal”¹². En las comunidades rurales se elimina la basura mediante la quema en botaderos clandestinos o en las mismas viviendas.

1.2.5.5. Servicio de alumbrado

“En cuanto al servicio de energía eléctrica es proporcionado por la Empresa UNION FENOSA DEOCSA”¹³, solo se cuenta de este servicio en el casco urbano y por falta de pago incremento la deuda con la empresa proveedora, hasta que cesara el servicio de alumbrado público en el año 2018; por tal motivo las autoridades decidieron prender generadores municipales los cuales proporcionan la energía para el alumbrado público.

1.2.5.6. Transporte

El municipio dispone de cuarenta unidades de transporte público, el tipo de transporte varia de un lugar a otro, sin embargo, en la mayoría de las

¹¹ SEGEPLAN. *Plan de desarrollo Tacaná San marcos*. p.41.

¹² *Ibíd.* p.42.

¹³ *Ibíd.* p.43.

comunidades existe transporte público de camionetas o microbuses y pick-ups particulares que realizan viajes a la cabecera municipal.

1.2.5.7. Telecomunicaciones

El municipio cuenta con 772 líneas fijas de teléfono. Otros medios de comunicación que existen en el territorio son: radiodifusoras que transmiten en frecuencia modulada, una oficina de correos, un sistema de televisión por cable, servicio de Internet comercial y telefonía celular.¹⁴.

En el área rural no se cuenta con los servicios mencionados solamente con teléfono celular con mala recepción y en algunas casas con cable satelital.

1.2.5.8. Otros servicios

La cabecera municipal como centro primario; permite la afluencia de sus habitantes para la adquisición de servicios que presta el gobierno municipal, servicios básicos para el área rural, la presencia de plazas y mercados, el comercio formal e informal con actividades como tiendas, agro servicios, comedores, farmacias, papelerías, cafeterías, hoteles¹⁵.

En las comunidades que se relacionan con el proyecto solo se cuenta con servicios de tienda, farmacias, carpinterías; ya que el comercio se concentra en la cabecera.

1.2.6. Actividades económicas

La agricultura es la principal actividad de la mayoría de los habitantes de las comunidades anuentes al proyecto. En el municipio de Tacaná, la producción agrícola es de importancia porque constituye una fuente de ingreso, además de proveer de alimentos a los productores y a sus familias. La producción forestal a

¹⁴ SEGEPLAN. *Plan de desarrollo Tacaná San Marcos*. p.43.

¹⁵ *Ibíd.* p.44.

excepción de las comunidades de Chequin, Aldea Subjchay y Casco urbano que cuentan con licencia para el manejo y aprovechamiento forestal.

Los productos de consumo diario son traídos de México debido a que es frontera con el país vecino; estos productos son comercializados con los demás municipios y se ha convertido en la actividad económica por defecto.

En la actualidad el turismo es una de las actividades productivas menos importantes para la economía del municipio, pero la población percibe como una fortaleza la vocación forestal del territorio y de otros recursos naturales.

1.2.7. Aspectos climáticos

De acuerdo con la clasificación del clima de Thornthwaite el municipio de Tacaná tiene clima que va del templado a frío con invierno benigno con más de 127 días de lluvia y 64 a 27 días de calor.

“La temperatura anual es de 11,8 °C con variaciones de 8 a 20 °C, la precipitación pluvial promedio es de 2 089,35 mm con máximas de 3 630,81 mm”¹⁶. El proyecto fue realizado en comunidades ubicadas en montaña por lo que la temperatura era calurosa de la mañana hasta que se ocultaba el sol luego en la noche se propaga la neblina y a veces la lluvia.

1.2.8. Aspectos sociales

Los aspectos sociales característicos del municipio de Tacaná se definen en el siguiente espacio.

¹⁶ CHUN, Erick, *Pobreza desde el desarrollo de los tacanecos*. p.10.

1.2.8.1. Demografía

La población es el conjunto de personas que conforman el municipio, constituyen el recurso fundamental, como sujetos del proceso productivo, que generan riquezas y desarrollo económico y social.

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística del año 2002 al 2010 la población total del municipio aumento de 64 741 a 87 998, lo que significa que creció un 36 %. Si se cumplen los supuestos bases de las proyecciones demográficas, la población de Tacaná alcanzará una magnitud cercana a los 96 208 al 2015 y de 114 997 hacia el 2 025. El mayor número de pobladores se encuentran ubicados en el casco urbano de la cabecera municipal¹⁷.

1.2.8.2. Religión

Según percepción de los actores locales, indican que aproximadamente un 60 % de la población profesa la religión católica, mientras el 30 % profesa la religión evangélica y el 10 % profesa otra religión o no tienen ninguna creencia.

1.2.8.3. Educación Primaria

En Tacaná hay 313 centros educativos tanto oficiales como privados y municipales: 70 centros del nivel preprimaria, 166 del nivel de primaria, 24 del nivel básico, 2 centros de nivel diversificado, 26 centros de alfabetización de adultos, 20 academias de mecanografía y 5 centros de computación. En las comunidades anuentes al proyecto se tiene una cantidad de 7 establecimientos los cuales brindan solo educación primaria, por lo tanto, los estudiantes tienen que trasladarse al casco urbano para obtener educación básica y diversificado¹⁸.

¹⁷ CHUN, Erick, *Pobreza desde el desarrollo de los tacanecos*. p.11.

¹⁸ SEGEPLAN. *Plan de desarrollo Tacaná San marcos*. p.31.

Tabla II. **Tasa de escolarización, terminación y alfabetización**

Nivel	%		
	Tasa neta de escolaridad primaria	Tasa de terminación primaria	Tasa de alfabetización
Municipal	96,5	55,1	89,5
Departamental	98,4	62,58	84,13
Nacional	86,3	60,5	82,2

Fuente: elaboración propia con información de Plan de desarrollo Tacaná, empleando Microsoft Word.

1.2.8.4. Educación básica

“La tasa neta de escolaridad para este nivel es de 23,14 %, la tasa de retención y deserción para este nivel fue de 97,48 % y 2,52 %. El número de estudiante en educación básica es la más alta”¹⁹.

1.2.8.5. Educación diversificada

“Este nivel se ha ido en crecimiento, la cantidad de alumnos que se incorporan 10,2 %, la tasa de retención y deserción fue de 100 % y 0,00 % respectivamente²⁰”. Debido a que los estudiantes ya no se trasladan al municipio de San marcos para obtener este servicio, sin embargo, para la educación superior hay flujo de estudiantes que prefieren trasladarse a centros universitarios que se encuentran ubicados en Quetzaltenango o San marcos.

¹⁹ SEGEPLAN. *Plan de desarrollo Tacaná San Marcos*. p.31.

²⁰ *Ibíd.* p.34.

1.2.8.6. Educación superior

La educación superior en el municipio existe una extensión de la Carrera de Pedagogía y Ciencias de la Educación del Centro Universitario de San Marcos de la Universidad de San Carlos de Guatemala, la que funciona plan fin de semana con una población a la fecha de 175 estudiantes.

1.2.9. Diagnóstico de necesidades en infraestructura y servicios básico

En la actualidad el municipio no cuenta en su totalidad de infraestructura vial, lo que ha provocado que las carreteras rurales se encuentren en malas condiciones y afecten directamente a la población. En la cabecera surge el proyecto de nomenclatura el cual consiste en brindar a los habitantes de una dirección y ubicación habitacional ya que los servicios como el agua, energía o correos; no tienen el control para recaudar el impuesto. Existen proyectos de agua y saneamiento, tienen el objetivo de entregar a la población de agua entubada; ya que solo la cabecera cuenta en su totalidad de este servicio. La agricultura es la actividad económica predominante en las comunidades, esto origina proyectos sobre riego de cultivo y bodegas, para el crecimiento y recolección del cultivo. Debido al sismo que afecto el municipio de Tacaná en el año 2012 existen escuela inhabilitadas, ya que la estructura cedió o no se encuentra en condiciones para que los niños puedan recibir clases.

La escasez en la infraestructura induce un progresivo desarrollo en el municipio de Tacaná, esto debido a la falta de propuesta y gestión de las autoridades. El mejoramiento en estas ramas ayuda al desarrollo económico de las comunidades, como también de la cabecera departamental.

1.2.10. Descripción de las necesidades

La infraestructura vial, es el proyecto a los cuales no se les ha destinado ningún fondo y de acuerdo con esto existe una escasez en la actualidad; esto provoca que los habitantes de las comunidades no cuenten con algunos servicios como lo son: transporte, mensajería y comercio.

Englobando todos estos problemas el desarrollo económico del municipio de Tacaná será imposible si no se destina fondos a la infraestructura vial y capacitación de la población.

1.2.11. Priorización de las necesidades

En el municipio se debe priorizar la red vial, debido a que toda se encuentra en mal estado, pero la principal actividad de trabajo de la población es en el campo, por lo cual se invierte más a proyectos agrícolas y se deja en segundo plano proyectos de infraestructura.

2. REHABILITACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA RURAL, QUE CONDUCE DEL GANCHO EN CANTÓN FLOR DE MAYO HACIA EL ENTRONQUE DE LA ALDEA EL ROSARIO, TACANÁ, SAN MARCOS.

2.1. Descripción del proyecto

El proyecto consiste en la rehabilitación del tramo carretero que conduce del Gancho hacia el entronque El Rosario, cuenta con una longitud de 12 kilómetros y está conformada de terracería. Se realizó un plano de la vía existente como también se rediseñó todos los elementos que conforman la carretera rural y por último se calculó la carpeta de rodadura, la cual será de balasto, con el diseño se pretende tener información de la carretera juntamente con nuevos datos de seguridad basados con las normas que rigen en Guatemala y dar a las comunidades de una carretera que mejore las condiciones actuales y proporcionar seguridad a los vehículos.

2.2. Definición de camino rural

Es la vía que interconecta las comunidades rurales con el municipio, se distingue por ser de distancia corta, no sobrepasa un tráfico promedio diario de 100 vehículos y está conformado en toda su longitud de una carpeta de balasto. La importancia de la carretera se debe al comercio agrícola que hay entre la comunidad y el casco urbano.

2.3. Importancia de rehabilitar un camino

Uno de los principales problemas que afectado a la población rural es la falta de infraestructura vial, por lo que la rehabilitación de caminos se ha convertido en un tema crucial para el desarrollo de las comunidades. Con el mejoramiento de caminos se pretende beneficiar a los habitantes a optimizar sus actividades tales como: agricultura, ganadería, comercio, turismo, educación y salud; esto incrementaría los ingresos de los pobladores y daría oportunidad a los más vulnerables.

La rehabilitación de la infraestructura vial existente desencadena un desarrollo económico, que beneficia a varios ejes de la economía de un país.

2.4. Definición de balasto

“Es un material que se coloca sobre la subrasante terminada de una carretera, con el objeto de protegerla y de que sirva de superficie de rodadura”²¹. Debe ser de calidad uniforme y estar exento de residuos de madera, raíces o cualquier material perjudicial o extraño.

El tamaño máximo del agregado grueso del balasto no debe ser mayor a 100 milímetros, el peso unitario suelto debe ser mayor a 1 450 kg/m², la porción de balasto retenida en el tamiz N°40 debe tener un límite líquido menor a 35 y un índice de plasticidad entre 5 y 11; según lo establecido por la Dirección General de Caminos, en las especificaciones generales para construcción de carreteras y puentes, sección 209²².

²¹ Dirección General de Caminos. *Especificaciones generales para construcción de carreteras y puentes*. p.209.

²² *Ibíd.*

2.5. Uso del balasto como carpeta de rodadura

El balasto es utilizado como el material por defecto para revestir la subrasante de las carreteras rurales, se origina de la necesidad de proporcionar fricción a los vehículos que circulan por la vía y en la mayoría de los casos; al igual que la carretera del Gancho hacia el entronque El Rosario cuentan con un banco de material, por lo tanto, el material es manejable y accesible de movilizar. Este tipo de material es factible de utilizar si en la carretera circulan menos de cien vehículos como tráfico promedio diario, esto diferencia a la carretera rural de un colector principal.

En época de invierno un acceso rural se vuelve intransitable, ya que la capa de balasto se barre con la lluvia dejando sin protección la subrasante; esto provoca que los vehículos no puedan transitar con seguridad, lo cual se convierte en la principal desventaja del material como carpeta de rodadura.

Figura 2. Efectos de la lluvia sobre la capa de balasto



Fuente: elaboración propia, aldea de Valle Verde Municipio de Tacaná.

2.6. Clasificación funcional de caminos

La clasificación funcional identifica a las redes viales dependiendo de las características visuales de la carretera, razón por la cual, se le asigna un uso. Esta clasificación divide los caminos en tres grupos:

Arterial: Es el camino con mayor velocidad, larga distancia y no existe interrupciones.

Colector: Es el que une los caminos locales con los arteriales, es de menor de velocidad y una distancia media.

Local: Es un camino de menor velocidad, corta distancia y su único servicio es dar acceso a las comunidades²³.

2.7. Clasificación de caminos por tráfico promedio diario

En Guatemala la Dirección General de Caminos estableció una forma de distinguir los tipos de carretera mediante el tráfico promedio diario, este consiste en fijarse en un punto de la carretera y tomar la cantidad de vehículos que circulan en un día sobre la vía, para luego clasificarla con la siguiente tabla:

Tabla III. Clasificación de caminos por tráfico promedio diario

Tráfico promedio diario	Clasificación	Ancho de calzada
3 000-5 000	A	14,40 m
1 500-3 000	B	7,20 m
900-1 500	C	6,50 m
500-900	D	6,00 m
100-500	E	5,50 m
10-100	F	5,50 m

Fuente: elaboración propia con información de la Dirección General de Caminos, empleando Microsoft Word.

²³ SIECA. *Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras*. p.25.

2.8. Levantamiento topográfico

Procedimiento donde se traza la línea preliminar o se replantea el corredor de una carretera. Para el levantamiento topográfico de una carretera se utiliza el método de la poligonal abierta, el cual consiste como primer punto, nivelar el equipo en una estación con coordenadas conocidas; segundo punto, visualizar los puntos de orilla de calzada y línea central; tercer punto, identificar la siguiente estación tomando en cuenta la visibilidad del lente telescópico; cuarto punto, se traslada la estación a la nueva y se confirma la estación anterior. Este proceso fue utilizado a lo largo de la vía.

En el levantamiento se realiza secciones a cada veinte metros, pero si el lente telescópico tiene una visibilidad amplia es oportuno lanzar secciones a mayor distancia; con el fin de abarcar largos recorridos y no saturar el aparato.

Los recursos indispensables para llevar a cabo el replanteo de la carretera por medio del levantamiento topográfico se dividen en equipo y mano de obra. El equipo y mano de obra mínima necesaria, se clasifica de la siguiente manera:

- Equipo:
 - Trípode
 - Estación total
 - Bastón
 - Prisma
 - Metro
 - Clavo de cabeza ancha, martillo y machete
- Mano de obra:
 - Topógrafo (epesista)
 - Cadenero

2.8.1. Planimetría

La planimetría tiene como función representar el trazo preliminar de la carretera en un plano de dos dimensiones, por lo tanto, no toma en cuenta la altura de la coordenada en estudio. Este proceso se puede realizar con estación total o teodolito; no obstante, los dos equipos tienen un procedimiento diferente para obtener las coordenadas.

En el teodolito se utiliza el método de deflexiones simples para una poligonal abierta, el cual consiste en tomar como referencia el norte magnético y de ahí trazar el azimut inicial hacia el primer punto, luego se fija, se traslada el teodolito a la nueva estación, se da una vuelta de campana al lente y se confirma la estación anterior. Para el proceso con estación total es la siguiente; con la mira del lente telescópico se visualiza el prisma, esto arroja como resultado el ángulo y distancia de la coordenada, se traslada el equipo a la nueva estación y luego se confirma la estación anterior. Ciertamente, el segundo procedimiento es corto ya que no se realiza el método de deflexiones simples y fue realizado para la carretera en estudio.

2.8.2. Altimetría

La altimetría es el procedimiento donde se mide la diferencia del nivel de terreno y la elevación de coordenadas en un plano horizontal. La estación total al inicio solicita un único dato y es la altura que se encuentra el aparato del suelo, de ahí sus niveles electrónicos al visualizar el prisma proporciona la altura de la coordenada, posteriormente este dato es utilizado para obtener primero, curvas de nivel; segundo, perfil del terreno; tercero, secciones transversales de la carretera.

Las consideraciones para obtener la altimetría con estación total, es la altura de referencia, porque en lugares montañosos es necesario colocar un nivel alto para que las coordenadas se mantengan con un mismo signo, ya que al trasladar los datos a un *software* de levantamiento el signo indica en cuál de los ejes se encuentra el punto. En la carretera se colocó un nivel de cuatro mil quinientos metros debido que es un lugar montañoso y ondulado, luego se fue descendiendo hasta llegar a la coordenada con nivel más bajo.

2.9. Estudio de suelo para carretera

Permite conocer las características físicas y mecánicas del suelo en donde será colocado el aglomerante o pavimento para revestir la carretera. Al iniciar el estudio de suelo primero hay que identificar la uniformidad del estrato por medio de calicatas y de acuerdo con lo anterior se extrae la muestra alterada.

En la carretera se realizó calicatas de un metro de profundidad a cada kilómetro, de manera que se pudo visualizar la uniformidad del suelo en toda su longitud, por esa razón fue extraído dos quintales de material alterado y luego fue trasladado al laboratorio de mecánica de suelos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, donde se realizaron los estudios pertinentes en el tema de carretera.

2.9.1. Subrasante

“Es la base natural que surge del corte o relleno compactado y es donde se coloca la estructura de pavimento o revestimiento granular, con el objetivo de protegerla de la carga vehicular”²⁴.

²⁴ Dirección General de Caminos. *Especificaciones generales para construcción de carreteras y puentes*. p.301.

Figura 3. **Subrasante del tramo carretero**



Fuente: elaboración propia, aldea Sanajaba del Municipio de Tacaná.

2.9.2. Límites de atterberg

“También conocido como límites de consistencia, tiene como finalidad medir los cambios de estado que sufren los suelos finos al proporcionarle diferentes cantidades de humedad”²⁵; por ejemplo: un suelo seco se encuentra en estado sólido, al agregarle un porcentaje de humedad cambia a un estado plástico y si le agregamos demasiada agua pasara a un estado líquido. El ensayo clasifica en tres grupos los límites de atterberg: límite líquido, límite plástico y índice plástico.

2.9.2.1. Límite líquido

“Cantidad de suelo fino a la cual se le proporciona un contenido de humedad, con el propósito de tener una muestra que se encuentre entre el estado plástico para pasar al estado semilíquido o líquido”²⁶.

²⁵ CRESPO. Carlos. *Mecánica de suelos y cimentaciones*. p.17.

²⁶ *Ibíd.*

La norma para determinar el límite líquido es la AASHTO T089-02, esta se realiza de la siguiente forma: se tamiza la muestra en el tamiz No.40 hasta tener una masa de suelo considerable, luego se coloca la masa en una porcelana y se le agrega una cantidad de agua, finalmente la muestra homogeneizada se talla en la copa de Casagrande, la pasta en la copa debe tener una profundidad de 1 cm, con el ranurador se divide simétricamente la muestra el cual deja una separación de 2 cm, se gira la manivela de la maquina hasta que las mitades tiendan a unirse 1 cm (el numero aceptable de golpes esta entre 15 a 35) y por ultimo cada mitad se toma para determinar su humedad.

Terminado el ensayo es necesario calcular el límite líquido, por esa razón hay dos procedimientos: el método de curva de flujo y método de ecuación de lambe. Para el primer método es necesario tener varios puntos para que la gráfica semi logarítmica sea más precisa a la hora de interpolar.

2.9.2.2. Límite plástico

“Cantidad de suelo fino a la cual se le proporciona un contenido de humedad, con el objetivo de tener una muestra que se encuentre entre el estado semisólido y el estado plástico”²⁷.

La norma para determinar el límite plástico es la AASHTO T090-00, esta se realiza de la siguiente forma: se tamiza suelo seco en un tamiz No.40 hasta tener una masa considerable de material fino, luego se coloca el material fino en una porcelana y se le agrega una cantidad de agua, posteriormente con la muestra homogeneizada se moldean cilindros de 3 mm hasta que en su superficie se visualicen grietas, el proceso se realiza hasta tener 30 cilindros y por último en

²⁷ CRESPO. Carlos. *Mecánica de suelos y cimentaciones*. p.17.

dos tarros se vierten 15 cilindros en cada lado, con la finalidad de conocer su humedad.

Terminado el ensayo se calcula el límite plástico y no es más que el porcentaje de humedad de los cilindros, por ese motivo es la diferencia entre el peso neto húmedo y peso neto seco, el resultado de la operación anterior se divide dentro del peso neto seco y finalmente da el límite plástico.

2.9.2.3. Índice plástico

Se define como la diferencia entre el límite líquido y límite plástico, donde el resultado representa el cambio de humedad de un suelo en estado plástico.

$$I. P. = L. L. - L. P.$$

Variables:

I.P.= Índice plástico

L.P.= Límite plástico

L.L.= Límite líquido

2.9.3. Granulometría

El estudio granulométrico permite graduar una muestra de suelo de acuerdo con el tamaño de su grano. Este ensayo se puede realizar por medio de cribado; si la muestra contiene en su mayoría grava o arena, por medio de hidrómetro; cuando la muestra es arcilla o limo.

El ensayo por cribado esta normado por la AASHTO T087-86 y AASHTO T088-00, por ese motivo su proceso es el siguiente: se extrae una muestra de 550 gramos de suelo, con un tamiz No.200 se lava la muestra para eliminar el material fino, terminado el lavado se coloca la muestra en un horno por 24 horas, luego se ordena los tamices (1 ½ ", ¾", No.4, No.10, No.40, No.200 y fondo) de abajo hacia arriba, se posiciona la muestra al inicio del tamiz y se deja por 5 minutos en la maquina

tamizadora, de ahí se pesa lo retenido en cada malla de forma acumulativa hasta llegar al último tamiz²⁸.

Con los datos obtenidos del ensayo se procede a realizar la curva granulométrica que tiene forma semi logarítmica, donde en la abscisa se coloca el tamaño en milímetros y en la ordenada el porcentaje de material que pasa. La grafica es necesaria para poder establecer la graduación del suelo en coeficiente numérico, este coeficiente se divide en coeficiente de uniformidad (Cu) y coeficiente de curvatura (Cc).

“El coeficiente de uniformidad (Cu) indica el tamaño de los granos extraídos de la muestra alterada; si $Cu > 4$ es grava y $Cu > 6$ es fino, se define como”²⁹:

$$CU = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

Variables: Cu= Coeficiente de uniformidad

D₆₀= 60% de la muestra que es menor en diámetro

D₁₀= 10% de la muestra que es menor en diámetro

El coeficiente de curvatura (Cc) mide la forma de la curva entre el D₆₀ y D₁₀; por tal razón el valor debe ser $1 < Cc < 3$ para estar bien graduado, se define como:

$$Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{60} * D_{10}}$$

Variables: Cu= Coeficiente de curvatura

D₃₀= 30% de la muestra que es menor en diámetro

D₁₀= 10% de la muestra que es menor en diámetro

²⁸ CRESPO. Carlos. *Mecánica de suelos y cimentaciones*. p.87.

²⁹ *Ibíd.* p.88.

D_{60} = 60 % de la muestra que es menor en diámetro

2.9.3.1. Tamizado

Es el método por el cual se separa una muestra de suelo, utilizando varios tamices apilados con mallas de diámetro diferente.

Figura 4. Ilustración del tamizado



Fuente: elaboración propia, la Facultad de Ingeniería, Guatemala.

2.9.4. Proctor modificado

“El ensayo de proctor modificado es utilizado en la planificación de carretera, por qué sirve como control de calidad de la subrasante y se basa en la compactación del suelo. Los datos que arroja el estudio son: porcentaje de humedad de compactación, peso unitario del suelo y curva de compactación”³⁰.

En un principio el estudio de compactación se realizaba por medio del proctor estándar; pero luego el pistón fue variado de 5 Lb a 10Lb, la caída libre

³⁰ CRESPO. Carlos. *Mecánica de suelos y cimentaciones*. p.99.

paso de 12” a 18”, se le agrego 2 capas de compactación para ser un total de 5 y esto trasformo el ensayo a proctor modificado. En la obtención de la humedad optima por medio del ensayo de compactación existen dos formas por método dinámico o método mecánico; ambos métodos se diferencian ya que en el primero la muestra se compacta por medio de golpes con un martillo y el segundo con una prensa hidráulica.

La norma AASHTO T180-01 es la que rige la calidad del ensayo y el proceso se realiza de la siguiente forma: por medio de la energía del sol se seca el suelo en un tiempo de 2 horas, se tamiza el suelo seco con un tamiz No.4 hasta tener 5 kg de muestra, se le coloca agua a la muestra y se homogeneiza, luego se tara la probeta sin collarín, se ubica la probeta en el suelo, se pone una capa de muestra y se apisona 25 veces (5 capas, 125 apisonamientos), con la muestra compacta se tara la probeta y por último se extrae dos muestras del cilindro. El procedimiento se realiza 4 veces con el objetivo de tener mejor ilustración de la curva de compactación.

Terminado el ensayo se procede a calcular porcentaje de humedad seca máxima y humedad optima, luego se plotea los valores promedios para obtener grafica de compactación.

2.9.5. Valor soporte de suelo CBR

“El ensayo California Bearing Ratio (C.B.R) tiene la función de proporcionar en el estudio de carretera, el módulo de valor soporte del suelo y es utilizado para asignar el espesor del pavimento flexible o rígido”³¹. La muestra en el laboratorio pasa por tres fases: compactación, saturación y penetración; con esto se puede medir la resistencia al corte y el porcentaje de relación soporte.

³¹ CRESPO. Carlos. *Mecánica de suelos y cimentaciones*. p.117.

La norma AASHTO T193-99 rige la calidad del ensayo, por tal motivo el procedimiento se realiza de la siguiente forma: se tamiza suelo seco con el tamiz No.4 hasta tener 15 kg de muestra, se tara tres cilindros y se ubican en el suelo para compactar la muestra, para el primer cilindro (5 capas, 10 golpes cada una) en el segundo cilindro (5 capas, 25 golpes cada una) y el tercer cilindro (5 capas, 56 golpes cada una), se coloca el ultimo filtro y se tara el cilindro, luego se calibra el cilindro y se sumerge en un estanque, se deja sumergido los cilindros por 96 horas y cada día se mide la expansión, saturado el suelo se sacan y se dejan drenar por 20 minutos, se procede a determinar la resistencia a la penetración y por último se retira la muestra compactada.

En el laboratorio de Mecánica de Suelos para medir el porcentaje de CBR, se calcula el promedio de los valores de 0,1 y 0,2 pulgadas de penetración, por esa razón es necesario revisar los valores ya que no deben tener una variación muy grande.

El Libro Azul de Caminos en las secciones 301 reacondicionamiento de subrasante, establece el porcentaje de CBR permisible según su uso, para los siguientes materiales son: Subrasante CBR 20, Subbase CBR 30, Subbase granular CBR 40, Base granulara CBR 70, Base de piedra triturada CBR 90. Estos datos se efectúan sobre muestras saturadas al 96 % de compactación.

2.10. Análisis de resultados

De los dos ensayos realizados para la subrasante muestran las mismas características a pesar de ser dos muestras de diferente localidad y se obtuvo que el suelo estudiado tiene las siguientes características:

Clasificación: S.C.U.: MH, P.R.A.: A-5 Arena fina color café Limite líquido: 58,4 % Índice Plástico: 8,2 % Densidad seca máxima γ_d : 72,25 lb/pie³ Humedad óptima= 44,80 % CBR al 99,50 % de compactación es de 3,70 %. Como se observa, el material no cumple con los requisitos de subrasante, ya que el CBR al 99,5 % tendría que estar del 10 al 20 %, la cual se considera una subrasante regular a buena. Por lo tanto, es necesario mejorar la subrasante con material de acarreo que cumpla con las condiciones para mejorar su estabilidad. Más adelante se muestra las características del banco de balasto según los ensayos realizados.

2.11. Diseño geométrico

Determina las características geométricas de una carretera existente o de apertura en función de tres variables; la velocidad, topografía y tránsito.

El diseño geométrico se subdivide en tres elementos: alineamiento horizontal, alineamiento vertical y sección transversal; estos elementos se rigen por las normas de la Dirección General de Caminos y tiene como objetivo darle seguridad a los vehículos que circulan por la vía.

2.11.1. Parámetros del diseño geométrico

El tráfico promedio diario de la carretera que conduce del Gancho hacia el entronque El Rosario; se encuentra en un intervalo de 10 a 100 vehículos por día, por lo cual está clasificado como una sección típica F (ver tabla II, sección 2.7). Los parámetros para un camino rural con una sección típica F según la Dirección General de Caminos es la siguiente:

- Velocidad de diseño:
 - Terreno plano 40 km/hora

- Terreno ondulado 30 Km/hora
- Terreno montañoso 20 Km/hora
- Pendiente:
 - Terreno plano 6 %
 - Terreno ondulado 8 %
 - Terreno montañoso 14 %
- Curvatura:
 - Terreno plano radio mínimo 47 metros
 - Terreno ondulado radio mínimo 30 metros
 - Terreno montañoso radio mínimo 18 metros
- Ancho de corona:
 - 7 metros
 - Ancho de capa de rodadura:
 - 5.50 metros
- Hombros:
 - No se construyen
 - Capa de rodadura:
 - 10-20 cm. De grava³²

La carretera de diseño tiene los siguientes parámetros: es de 20 – 30 km/h, pendiente de 12- 16 % y radio mínimo de 18 metros; por lo tanto, para contrarrestar la pendiente es necesario colocar una carpeta porosa en ambos sentidos.

2.11.2. Alineamiento horizontal

El alineamiento horizontal está formado por líneas rectas, las cuales se definen de acuerdo con la línea central, estas se unen por curvas horizontales o de transición de modo que permitan una circulación suave y segura al pasar de tramos rectos a tramos curvos.

Los elementos que conforman el alineamiento horizontal son: la tangente horizontal, la curva horizontal y curva de transición. Estos elementos se diseñan con el objetivo de proporcionar seguridad a los vehículos que circula por la vía.

³² Dirección General de Caminos. *Especificaciones generales para construcción de carreteras rurales*. p.5.

2.11.2.1. Tangente horizontal

Es la unión de dos líneas rectas que van a dar al PI (punto de intersección), Donde dependiendo de la circulación de los vehículos se traza un ángulo de deflexión (Δ) con el objeto de trazar una curva entre los puntos PC (tangente de entrada) y PT (tangente de salida).

El uso de las curvas se debe a que en tramos rectos el conductor tiende a sufrir sueño o cansancio debido a los focos de los vehículos que circulan en contra, por tal motivo es necesario limitar la longitud de las tangentes con el objetivo de evitar accidentes y proporcionar descanso a los conductores. En el caso de la carretera en estudio, es imposible alargar las tangentes porque la carretera ya se encuentra en uso, por lo cual se procuró darles seguridad a las curvas.

2.11.2.2. Curva horizontal

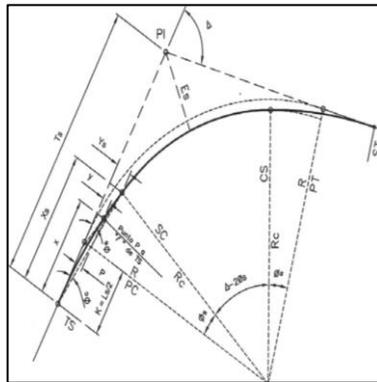
La curva horizontal es la que une dos tangentes, también proporciona el cambio de dirección de los vehículos de forma segura y con el objeto de que la fuerza centrífuga no los expulse de la vía. Esta curva se divide en curvas simples y curvas de transición, se diferencian porque el radio se conserva en la primera y en la segunda son variables.

2.11.2.3. Curva de transición

“Es una curva formada por varios radios y arcos de círculos, también da paso a la transición de bombeo en tangente a peralte en curvas. Estas son

utilizadas en tramos carreteros donde la velocidad de diseño es de 70 km/h, entronques o intersecciones”³³.

Figura 5. **Elementos de una curva de transición**



Fuente: SIECA. *Manual centroamericano de normas para el diseño geométrico de carreteras*.
p. 35.

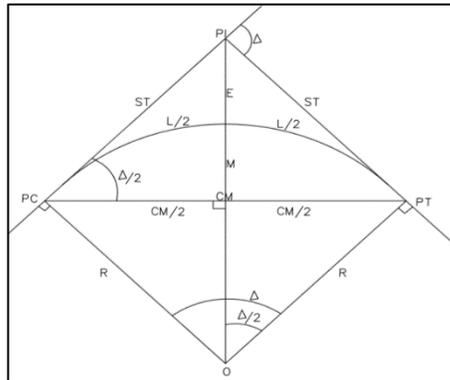
2.11.2.4. **Curva simple**

“Es la curva conformada por un radio constante, para su trazo depende solamente del radio y el ángulo de deflexión. Las partes que conforman una curva simple son”³⁴:

³³ Secretaria de comunicaciones y transportes. *Manual de proyecto geométrico de carreteras*. p.34.

³⁴ Secretaria de comunicaciones y transportes. *Manual de proyecto geométrico de carreteras*. p.32.

Figura 6. **Elementos de una curva simple**



Fuente: elaboración propia con información de Manual centroamericano de normas para el diseño geométrico de carreteras, empleando Civil 3d.

- Grado de curvatura (G): Es una sucesión de arcos que conforman el arco principal, con ángulo de curvatura G:

$$G = \frac{1145.9156}{R}$$

- Subtangente (ST): Es la recta que va del PC al PI y luego del PI al PT, surge del alineamiento central.

$$ST = R * \tan\left(\frac{\Delta}{2}\right)$$

- Ángulo de deflexión (Δ): Angulo formado por las dos Subtangente, con la función de direccionar la curva.

- Radio (R): Describe el arco de la curva simple.

$$R = \frac{1145.9156}{G}$$

- Punto comienzo de curva (Pc): Entrada del alineamiento e inicio de curva.
- Punto comienzo de curva (PI): Intersección de las Subtangente.

- Punto comienzo de curva (PT): Salida del alineamiento y finalización de curva.

- External (E): Recta que va de la mitad de la curva al punto de intersección.

$$E = R * \left(\sec\left(\frac{\Delta}{2}\right) - 1 \right)$$

- Ordenada media (M): Recta que va de la mitad de la cuerda máxima hacia el centro de la longitud de curva.

$$M = R * (1 - \cos\Delta) \quad M = R * \left(1 - \cos\left(\frac{\Delta}{2}\right) \right)$$

- Cuerda máxima (CM): Es la línea que va del PC al PT y es la cuerda que forma la curva principal.

$$CM = 2R * \left(\sin\left(\frac{\Delta}{2}\right) \right)$$

- Longitud de curva (L): Es la curva que va del PC al PT³⁵.

$$L = 20 * \frac{\Delta}{G}$$

2.11.2.5. Cálculo de curva horizontal simple

Para el diseño de la curva simple en la carretera, es necesario extraer datos que se obtienen de la topografía, estos datos son: longitud de la subtangente (ST), ángulo de deflexión (Δ) y el grado de curvatura (G) que será propuesto por el diseñador de acuerdo con las condiciones.

El procedimiento de cálculo de la curva simple en la carretera se describe de la siguiente manera.

³⁵ Secretaria de comunicaciones y transportes. *Manual de proyecto geométrico de carreteras*. p.34.

- Longitud de tramos rectos

“Los tramos rectos deben disminuirse debido a que los conductores tienden a cansarse por el deslumbramiento de los vehículos que viajan en sentido contrario”³⁶; también por la monotonía de viajar en una sola forma induce el sueño, estos efectos provocan accidentes y para evitarlos, los tramos rectos están condicionados con la siguiente ecuación:

$$L_r = 20 * V$$

VARIABLES:

L_r = longitud de la recta en (m)

V = Velocidad de diseño en (km/h)

- Longitud máxima de la tangente

La longitud máxima de la tangente no tiene límite especificado.

- Longitud mínima de la tangente

Entre dos curvas circulares inversas con transiciones mixtas deberán ser igual a la semisuma de las longitudes de dichas transiciones.

- Grado máximo de curvatura

“El grado máximo de curvatura para las diferentes velocidades destinadas de la carretera, se calcula con la siguiente ecuación”³⁷

³⁶ SIECA. *Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras*. p.82.

³⁷ *Ibíd.* p.83.

Proviene de la igualación:

$$R = \frac{V^2}{127*(S_{\max}+\mu)} \quad y \quad R = \frac{1145.92}{G_{\max}}$$

Ecuación:

$$G_{\max} = \frac{146000 * (S_{\max} + \mu)}{V^2}$$

Variables:

G_{\max} = Grado máximo de curvatura

S_{\max} =Sobre elevación máxima de la curva en m/m

μ =Factor de fricción lateral

V= Velocidades de la carretera Km/h

“La tasa máxima de sobre elevación en lugares rurales montañosos, siempre y cuando no exista nieve o hielo será de 0.10”³⁸.

El coeficiente de fricción lateral para usar en el diseño de las curvas de la carretera rural, se han tomado del Exhibit 3.12 de AASHTO.

³⁸ SIECA. Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras. p.83.

Tabla IV. **Grado máximo de curvatura para distintas velocidades**

Velocidad (Km/h)	Factor de fricción máxima	Peralte máximo	Radio calculado	Radio Recomendado	Grado de curvatura
20	0,35	0,10	7	7	163°42'
30	0,28	0,10	18,6	19	60°19'
40	0,23	0,10	38,2	38	30°09'
50	0,19	0,10	67,9	68	16°51'
60	0,17	0,10	105,0	105	10°55'
70	0,15	0,10	154,3	154	07°26'
80	0,14	0,10	210,0	210	05°27'
90	0,13	0,10	277,3	277	04°08'
100	0,12	0,10	357,9	358	03°12'
110	0,11	0,10	453,7	454	02°31'
120	0,09	0,10	596,8	597	01°55'

Fuente: elaboración propia con información de Manual centroamericano de normas para el diseño geométrico de carreteras, empleando Microsoft Word.

- Distancia de visibilidad de parada

“Esta distancia proporciona al conductor la capacidad de frenar si algún objeto o percance se visualiza sobre la vía”³⁹. La distancia de parada puede tomarse como la mínima para el diseño geométrico de la carretera y se calcula con la siguiente ecuación:

$$D = 0,278VT + 0,039 \frac{V^2}{A}$$

Variables:

V= Velocidad de diseño en km/h

T= Tiempo de reacción de 2,5 segundos

³⁹ SIECA. *Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras*. p.75.

A= Tasa de desaceleración de 3,4 m/s²

- Procedimiento de cálculo de curva horizontal simple (estación 0+358.46 a 0+375.93)

Los tramos rectos están condicionados por la siguiente longitud y debido a que la carretera se encuentra en función actualmente, solo queda como una restricción.

$$L_r = 20 * 30 \text{ km/h} = 600 \text{ metros}$$

Para la curva No.2 se tomó un radio de 10,21 m que proviene del replanteo de la línea central.

Grado de curvatura

$$G = \frac{1145 \text{ 9156}}{10,21 \text{ m}} = 112,23$$

El ángulo de deflexión se puede calcular de la resta de los azimuts provenientes de la topografía o el ángulo entre los dos radios del arco.

Angulo de deflexión

$$\Delta = 98^{\circ}00'00''$$

Longitud de curva

$$L = 20 * \frac{98^{\circ}}{112,23} = 17,46 \text{ m}$$

Subtangente

$$ST = 10,21 \text{ m} * \tan\left(\frac{98^{\circ}}{2}\right) = 11,75 \text{ m}$$

Cuerda máxima

$$CM = 2 * 10,21 * \left(\sin\left(\frac{98}{2}\right)\right) = 15,41 \text{ m}$$

Ordenada media

$$M = 10,21 * \left(1 - \cos\left(\frac{98}{2}\right)\right) = 3,51$$

2.11.2.6. Sobre ancho

“El sobre ancho se localiza en las curvas horizontales de radios menores y surge debido al problema que tienen algunos vehículos en maniobrar curvas cerradas”⁴⁰. En el diseño la parte interna de la calzada se ve afectada dejando por un lado la línea central y el borde externo para que no pierdan sus propiedades de arco concéntrico.

Para el cálculo del sobre ancho se utiliza la siguiente ecuación:

$$S.A. = Wc - Wn$$

Variables:

Wn= Ancho utilizado en la recta 7.00 m

Wc= Ancho requerido en la curva

El ancho requerido de la curva proviene de la siguiente ecuación:

$$Wc = N(U + c) + (N - 1)F_A + z_A$$

Variables:

N= Número de carriles (2 carriles)

⁴⁰ SIECA. *Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras*. p.109.

U= Ancho de huella del vehículo de diseño (camión tipo C-2 3.40m)

C= Claro lateral recomendado de 0.60 m

El resto de las variables se pueden obviar debido a que son factores de seguridad y son utilizados en carreteras donde la velocidad es más alta. El ancho de huella varia conforme el radio de las curvas, el valor dado corresponde a el de la curva No. 2 y da como resultado 1 metro de sobre ancho.

2.11.2.7. Corrimientos

Los corrimientos permiten mover la línea trazada en el replanteo de la carretera, con el objetivo de mejorar las condiciones existentes y llevarla lo más cercano a las especificaciones propuestas.

La sección de corona en el diseño de la carretera varia conforme su longitud, ya que en algunas partes es tan angosto que no cumple con las especificaciones de ancho mínimo de corona que es de 7 metros, por lo cual a partir de la línea central de la carretera se hizo la proyección de 3,50 metros a cada lado para que en toda su longitud pudiera cumplir.

2.11.2.8. Derecho de vía

Es la porción de terreno donado al estado para futuras construcciones o ampliaciones. “El derecho de vía dependerá del tipo de carretera, para caminos rurales que están clasificados como caminos de tercer orden y que conectan comunidades rurales con la cabecera municipal, su derecho de vía será de 6 a 8 metros desde la línea central”⁴¹.

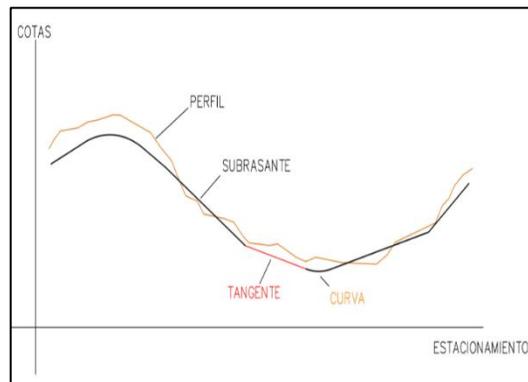
⁴¹ SIECA. *Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras*. p.104.

2.11.3. Alineamiento vertical

Es la proyección del eje central de la carretera paralelamente con la superficie del terreno. “El alineamiento vertical este compuesto por el perfil del terreno y la subrasante, la subrasante a su vez se conforma de tangentes verticales y curvas verticales con la finalidad de suavizar los cambios de pendiente”⁴².

En la gráfica del alineamiento se debe colocar las cotas de elevación como ordenadas y para las abscisas se sitúan los estacionamientos que es la longitud de la carretera. En la siguiente imagen se puede visualizar la funcionalidad del alineamiento vertical y sus partes.

Figura 7. **Elementos del alineamiento vertical**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

⁴² Secretaria de comunicaciones y transportes. *Manual de proyecto geométrico de carreteras*. p.46.

2.11.3.1. Subrasante

“Está conformada por curvas verticales y tangentes. Las curvas permiten enlazar la tangente de entrada y la tangente de salida por medio de una parábola”⁴³, las ventajas de utilizar la ecuación de una parábola son: Permite hacer un cambio gradual, brinda una apariencia agradable y proporciona un adecuado drenaje.

Las tangentes tienen su respectiva longitud proyectada desde los estacionamientos, para el cálculo de la pendiente se realiza la división de la diferencia de altura con la diferencia de longitud multiplicado por cien, ya que el valor debe estar expresado en porcentajes. Dicha pendiente estará normalizada por la pendiente mínima y pendiente máxima de acuerdo con el terreno en estudio.

2.11.3.2. Pendiente

“Es la parte del alineamiento que surge de los cambios de nivel en toda su longitud, para calcular el valor de la pendiente es necesario tener cuatro puntos de altura y distancia, luego se sustituye en la siguiente ecuación”⁴⁴:

$$P(\%) = \frac{\text{cota 2} - \text{cota 1}}{\text{estacionamiento 2} - \text{estacionamiento 1}} * 100$$

- Pendiente mínima

⁴³ OSPINA. Agudelo. *Diseño Geométrico de vías*. p.397.

⁴⁴ *Ibíd.* p.417.

Para efectos de drenaje es recomendable dejar una pendiente que no sea inferior al 0,5 % permitiéndose hasta un 0,3 %. En los tramos de relleno puede ser nula, ya que el drenaje de la carretera se efectúa mediante el bombeo transversal.

- **Pendiente máxima**

La pendiente máxima está definida de acuerdo con las características de la vía, topografía y velocidad de diseño. Es necesario tomar en cuenta el dato, ya que cuando circula un gran porcentaje de vehículos pesados estos tienden a disminuir su velocidad a tal punto que detienen el tráfico, por lo tanto, la pendiente no puede ser muy elevada. Si en los cambios del alineamiento no se puede modificar una pendiente elevada es necesario diseñar un carril de ascenso.

La pendiente máxima recomendable para una carretera rural, se indica a continuación:

Tabla V. **Pendiente máxima para carretera rural**

Tipo de terreno	Máxima pendiente (%) para la velocidad de diseño especificada KPH								
	20	30	50	50	60	70	80	90	100
Plano	9	8	7	7	7	7	6	6	5
ondulado	12	11	11	10	10	9	8	7	6
montañoso	17	16	15	14	13	12	10	10	----

Fuente: elaboración propia con información de Manual centroamericano de normas para el diseño geométrico de carreteras, empleando Microsoft Word.

La carretera rehabilitada tiene la característica de estar en montaña y tener una velocidad de diseño de 30 kph, por tal motivo la pendiente no debe sobrepasar el 16 %.

2.11.3.3. Curva vertical

“La curva vertical tiene la función de suavizar el cambio de pendiente, con el objetivo de que los vehículos puedan circular cómodamente. Dicha curva es de forma parabólica y puede ser convexa o cóncava”⁴⁵.

En el diseño del alineamiento vertical se prefiere usar curvas verticales simétricas, por el motivo que son más accesibles de calcular y se acomodan a todo tipo de cambios.

Para calcular el largo de una curva vertical simétrica de tal modo que se garantice la suficiente visibilidad de parada, se realiza con la siguiente ecuación:

$$L = K * A$$

Variables:

L= Longitud de curva vertical (m)

K= Coeficiente angular de curva vertical

A= Diferencia algebraica de pendiente (%)

El valor de K dependerá del tipo de curva, ya que puede ser cóncava o convexa y de una velocidad de diseño. En la siguiente tabla se encuentran los valores permisibles del coeficiente angular que serán utilizados en el diseño de la carretera.

⁴⁵ OSPINA. Agudelo. *Diseño Geométrico de vías*. p.426.

Tabla VI. **Coefficiente angular según el tipo de curva**

Velocidad de diseño en (KPH)	Distancia de visibilidad de parada (m)	Coeficiente angular K según tipo de curva	
		Convexa	Cóncava
20	20	1	3
30	35	2	6
40	50	4	9
50	65	7	13
60	85	11	18
70	105	17	23
80	130	26	30
90	160	39	38
100	185	52	45
110	220	74	55
120	250	95	63

Fuente: elaboración propia con información de Manual centroamericano de normas para el diseño geométrico de carreteras, empleando Microsoft Word.

Una curva vertical simétrica está conformada por varios elementos, los principales son:

PCV= Comienzo de curva

PIV= Intersección en tangentes verticales

PTV= Terminación de curva

L= Longitud de curva

E= External

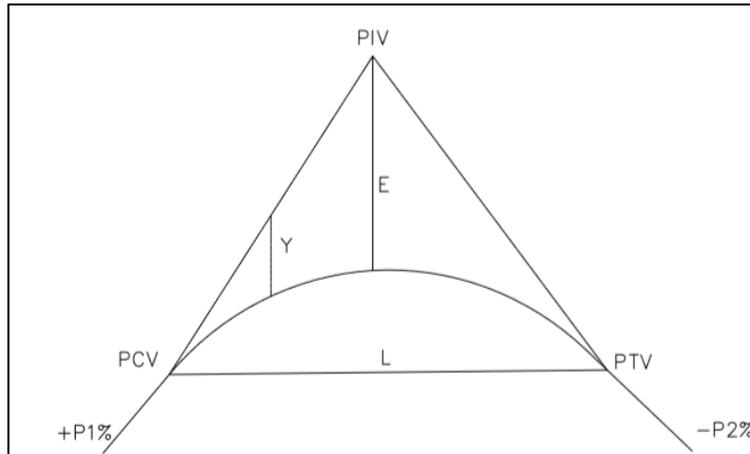
+P1= Pendiente de entrada

-P2= Pendiente de salida

A= Diferencia de pendientes

Y= Corrección vertical

Figura 8. Principales elementos de curva vertical



Fuente: elaboración propia, empleando Civil 3d.

2.11.3.4. Cálculo de curva vertical simétrica

- Procedimiento de cálculo curva vertical simétrica estación (0+915.08 a 1+184.38)

Como primer paso es necesario determinar la pendiente de entrada y pendiente de salida, de la siguiente forma:

$$P(1) = \frac{883\,497 - 896\,158}{1\,022,59 - 915,08} * 100 = -12,54\%$$

$$P(2) = \frac{880\,306 - 883\,497}{1\,184\,38 - 1\,022\,59} * 100 = -1,46\%$$

Los valores sustituidos en la ecuación corresponden a la elevación y longitud, del PCV al PIV luego del PIV al PTV.

La Dirección General de Caminos indica que la pendiente máxima aceptable es de 14 % con gobernadora del 8 %, en el manual de Diseño Geométrico de carretera centroamericano establece una pendiente máxima de 16 % con gobernadora del 8 %. Las cantidades calculadas de P1 y P2 se encuentran en los rangos establecidos. Para calcular la longitud de curva es necesario establecer las condiciones de diseño.

V= 30 Km/h velocidad de diseño

K=6 coeficiente angular de curva cóncava

A=P₂-P₁ Diferencia de pendientes

$$L = 6 * (-1,46 - (-12,54\%)) = 66 \text{ m} = 60 \text{ m}$$

La distancia mínima de visibilidad de parada es de 20 m, por lo tanto, la longitud de curva cumple con el criterio de seguridad. Con la curva se procede a determinar las distancias PCV y PTV.

$$\text{EST PCV} = \left(1\ 022,59 - \frac{60}{2} \right) = 992,59 \text{ m}$$

$$\text{EST PTV} = \left(1\ 022,59 + \frac{60}{2} \right) = 1052,59 \text{ m}$$

En la próxima tabla se presenta los valores de elevación de la subrasante, para el estacionamiento se tomó un intervalo de 10, con el fin de tener una mejor apreciación.

$$PCV \text{ E. S.} = 883\ 497 + 0,1254(1\ 022,59 - 992,59) = 887,259 \text{ m}$$

$$PTV \text{ E. S.} = 883\ 497 + 0,0146(1\ 052,59 - 1\ 022,59) = 883,93 \text{ m}$$

Tabla VII. **Cálculo de curva vertical**

Estación (Km)		Línea	Elevación subrasante (m)
PCV	0+992.59	-12,54 %	887,25
	1+000		886,33
	1+010		885,07
	1+020		883,82
PIV	1+022.59	X	883,49
	1+030	-1,46 %	883,60
	1+040		883,75
	1+050		883,89
PTV	1+052.59		883,93

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

2.11.3.5. Correcciones

“Las correcciones permiten mejorar la apariencia de la curva vertical, por tal motivo es necesario determinar su valor. De las propiedades de una parábola surgen las siguientes ecuaciones”⁴⁶:

$$OM = \frac{A * L}{800}$$

$$Y = \frac{A * D^2}{200 L}$$

Variables:

OM= Ordenada máxima

A= Diferencia de pendiente

L= Longitud de curva vertical

Y= Corrección de un punto cualquiera

⁴⁶ OSPINA. Agudelo. *Diseño Geométrico de vías*. p.430.

D= Distancia entre estacionamientos

Para el ejemplo del inciso anterior se calcula sus correcciones de tal forma que mejore su apariencia.

$$OM = \frac{(-1,46 - (-12,54)) * 60}{800} = 0,93$$

$$Y_{1000} = \frac{(-1,46 - (-12,54)) * (1\ 000 - 992,59)^2}{200 (60)} = 0,0068$$

$$Y_{1050} = \frac{(-1,46 - (-12,54)) * (1\ 052,59 - 1050)^2}{200 (60)} = 0,0023$$

Tabla VIII. Correcciones de curva vertical

Estación (Km)		Línea	Elevación subrasante (m)	Corrección	Subrasante Corregida (m)
PCV	0+992.59	-12,54 %	887,25	0	887,25
	1+000		886,33	0,0068	886,34
	1+010		885,07	0,016	885,08
	1+020		883,82	0,025	883,84
PIV	1+022,59	X	883,49	0,93	884,39
	1+030	-1,46 %	883,60	0,020	883,62
	1+040		883,75	0,011	883,76
	1+050		883,89	0,0023	883,89
PTV	1+052,59		883,93	0	883,93

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

Con los datos corregidos se procede a dibujar la curva vertical paralelamente a la subrasante y sus elementos.

2.12. Movimiento de tierras

Es la actividad que modifica un perfil terreno con el propósito de ampliar o abrir brecha para una carretera, la forma de modificar el terreno consiste en corte y relleno. El área de corte y relleno en calzada surge de las secciones transversales provenientes del alineamiento horizontal.

Las secciones transversales son importantes por las siguientes razones: las pendientes del terraplén se ubican de acuerdo con el terreno, para el diseño del drenaje, elaborar diagramas de masas y manejar de mejor forma los volúmenes de tierra.

2.12.1. Sección transversal y sección típica

“La característica de una vía se representa por medio de una sección transversal que es normal al alineamiento horizontal, esta se estructura por los siguientes elementos: plataforma, ancho de calzada, carril, rasante, pendiente transversal, cuneta, hombro y talud”⁴⁷. El dibujo de las secciones se realiza a cada veinte metros, ya que sirven para calcular los movimientos de tierras e indicar el sistema constructivo de la carretera.

Es fundamental tomar en cuenta la velocidad de diseño para la modulación de la sección transversal, por el motivo que los elementos deben favorecer al conductor y disminuir la probabilidad de accidente.

Los elementos de una sección transversal y sus condiciones se podrían definir a continuación.

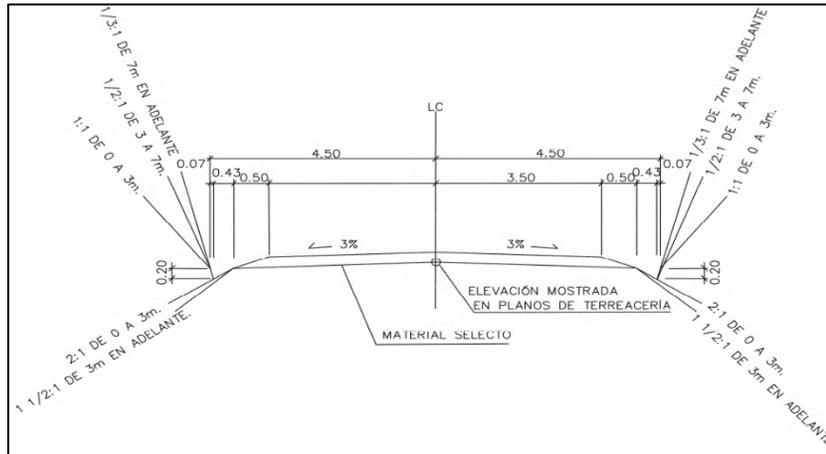
⁴⁷ OSPINA. Agudelo. *Diseño Geométrico de vías*. p. 487.

- **Plataforma**
Es la parte de la carretera que va desde el inicio de cuneta hacia el inicio del talud de terraplén, en la plataforma se pueden visualizar algunos elementos como: calzada, hombro, carril y rasante.
- **Ancho de calzada**
Está conformada por los dos carriles de siete metros de longitud para una carretera rural, dos hombros de dos metros en total y la rasante.
- **Carril**
El carril es el ancho de rodadura donde circulan los vehículos para ambas direcciones, un carril tiene una longitud de tres puntos cincuenta metros.
- **Rasante**
Los dos carriles deben contener una elevación en el eje central y es donde se proyectan los elementos para la izquierda o derecha de una carretera, esta parte se conoce como rasante.
Pendiente transversal
Tiene la función de evacuar el agua que cae sobre la vía y se puede dividir en dos:
 - Bombeo normal: Es la pendiente proporcionada a la plataforma para que el agua escurra directamente hacia las cunetas, en una carretera revestida por terracería es necesario dejar una pendiente transversal de 2 a 6.
 - Peralte: Las curvas horizontales deben tener una elevación con la función de evitar que la velocidad centrípeta expulse a los vehículos esta elevación es conocida como peralte.
- **Cuneta**
Tiene la función de evacuar el agua hacia el drenaje transversal para evitar la inundación, socavación y destrucción de la carretera.
- **Hombro**
Es la parte de la carretera donde se brinda un espacio para que los vehículos dañados puedan estacionarse.
- **Talud**
Esta parte surge del corte o relleno del perfil de terreno⁴⁸.

La Dirección General de Caminos clasifica las vías según su tráfico promedio diario, por lo cual en la carretera circulan de 0 a 100 vehículos y su sección típica debe ser F.

⁴⁸ SIECA. *Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras*. p. 139.

Figura 9. Alineación recta sección típica F



Fuente: elaboración propia, empleando Civil 3d.

2.12.2. Cálculo de áreas

“Es el procedimiento de colocar en el terreno natural un corredor de diseño, con el fin de obtener secciones de corte o de relleno sin tomar en cuenta la profundidad”⁴⁹. Para el cálculo de áreas en secciones transversales existen diferentes métodos, lo cual nos proporcionan una aproximación del dato exacto. Ah manera de ejemplo se puede calcular de la siguiente manera:

$$A = 0.5 * [(x_2y_1 + x_3y_2 + x_4y_3 + x_3y_4 + x_6y_5 + x_1y_6) - (x_1y_2 + x_2y_3 + x_3y_4 + x_4y_5 + x_5y_6 + x_6y_1)]$$

Donde el X y el Y son las coordenadas de los puntos en la sección transversal para poder calcular su área. estos puntos se colocan en dos columnas y se multiplican en cruz y da como resultado la ecuación anterior.

⁴⁹ OSPINA. Agudelo. *Diseño Geométrico de vías*. p. 417.

3.2	558
6.5	566
7.0	558
3.2	558

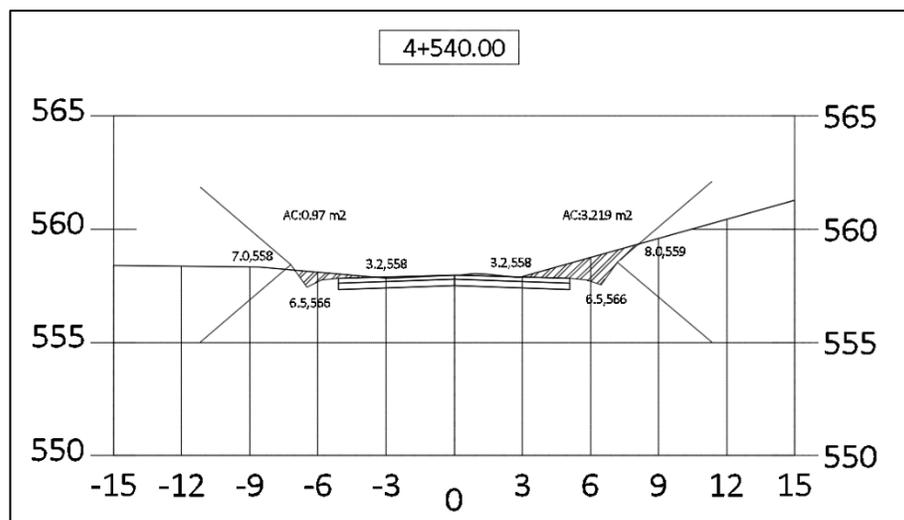
6.5	566
8.0	559
3.2	558

$$A = \frac{1}{200} * [(19.3184 * 10^4) - (19.2529 * 10^4)] = 3.275 \text{ m}^2$$

la ecuación proporciona un área aproximada de 3.275 metros cuadrados de la sección 4+540, el cual se proporciona más adelante y esa es la forma de realizarlo si no se utilizará un software.

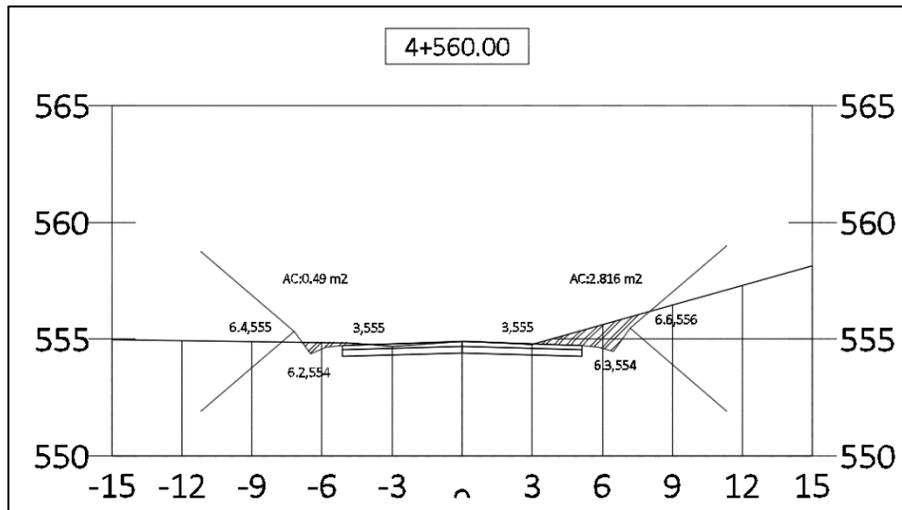
En la carretera este dato se calculó utilizando Autodesk AutoCAD Civil 3d y el método gráfico, consiste en obtener el área de acuerdo con los datos que proporcionan los ejes de la sección en diferentes figuras geométricas, ahora en el software solo es necesario el comando de área para la región requerida.

Figura 10. **Área de Sección transversal estación 4+540.00**



Fuente: elaboración propia, empleando Civil 3d.

Figura 11. **Área de sección transversal estación 4+560.00**



Fuente: elaboración propia, empleando Civil 3d.

2.12.3. Cálculo de volúmenes

“Para este cálculo se trabaja en dos secciones, donde la línea central se toma como cero con el objetivo que en esta parte el área sea cero”⁵⁰. Luego de esta sección se deben cálculos de relleno y corte por separado, utilizando la siguiente ecuación:

$$Vol_C = \left(\frac{A_C^2}{A_C + A_R} \right) * \frac{D}{2} ; \quad Vol_R = \left(\frac{A_R^2}{A_C + A_R} \right) * \frac{D}{2}$$

Donde:

A_R = área de corte (m2)

A_C = área de relleno (m2)

D= distancia entre dos secciones (m)

⁵⁰ OSPINA. Agudelo. *Diseño Geométrico de vías*. p.508.

Ah manera de ejemplo, se realizó el cálculo de la sección 4+540 y 4+560 la muestra es la siguiente:

$$Vol_C = \left(\frac{(4,19 + 3,305)^2}{(4,19 + 3,305) + 0} \right) * \frac{20}{2} = 75 \text{ m}^3 \quad ; \quad Vol_R$$

$$= \left(\frac{0^2}{(4,19 + 3,305) + 0} \right) * \frac{20}{2} = 0$$

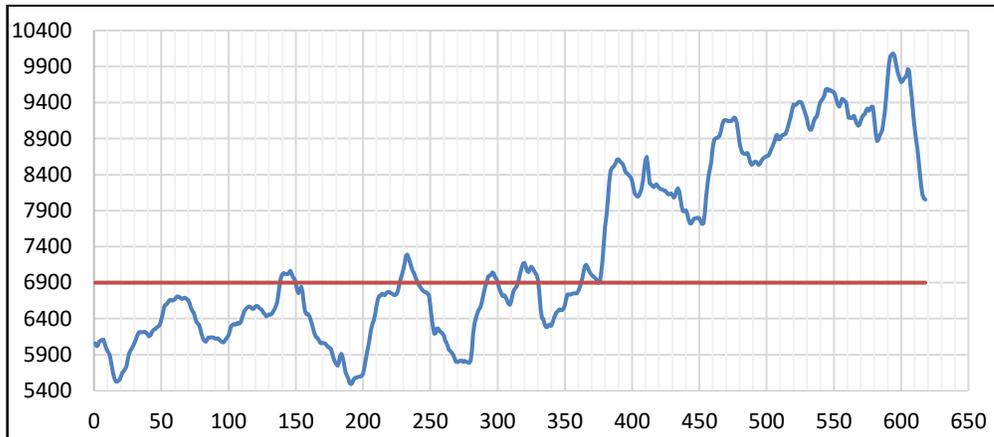
Como ambos lados eran de corte se sumaron todas las áreas de corte y se utilizaron en la formula, pero si en dado caso se deseará el corte por separado entonces se suman las ares de un lado y se calculan en la formula siendo este el valor de 15 m³ y del otro lado 60 m³, haciendo un total de 75 m³ para toda la sección.

$$Vol_C = 75 \text{ m}^3 \quad ; \quad Vol_R = 0$$

2.12.4. Curva de masas

Es un elemento importante cuya función indica la cantidad de movimiento de masas en la construcción de la carretera, esto dato se ve mediante una gráfica donde las ordenadas se integran por los volúmenes acumulados y en las abscisas se encuentran los estacionamientos. Para la carretera el diagrama de masas fue el siguiente.

Figura 12. **Curva de masa 0+000 a 12+381**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

2.13. Capas que conforman el balasto

Las carreteras de tipo rural se componen de capas básicas, las cuales se describen en el siguiente apartado.

2.13.1. Subrasante

Es la parte de la carretera que surge de la excavación y movimiento de tierra, en donde luego se colocará la carpeta de rodadura según el servicio que preste para la movilización de los vehículos. La subrasante debe proveer bombeo hacía las cunetas por lo que debe tener un 3 % de pendiente hacia los lados.

2.13.1.1. Reacondicionamiento de la subrasante

La subrasante debe reestructurarse cuando no cuenta con una buena estabilización de suelo natural, para realizar esta actividad es necesario escarificar, rellenar y compactar. Esto luego servirá como soporte para la carpeta de rodadura que puede ser de revestimiento, pavimento flexible o rígido.

2.13.2. Capa de rodadura del balasto

El balasto será el revestimiento utilizado en la carretera debido a factores como lo son: tráfico, importancia y cuenta con su banco de material.

Es necesario contar con el total de material que será colocado en toda la longitud de la carretera, por tal motivo el cálculo se realiza de la siguiente forma:

$$V_{\text{balasto}} = L * A * G$$

Variables:

L= Largo de la carretera (m)

A= Ancho de la carretera (m)

G= Grosor de capa de rodadura (m)

$$V_{\text{balasto}} = 12\,397 \text{ m} * 7 \text{ m} * 0,2 \text{ m} = 17\,355,8 \text{ m}^3$$

En Guatemala para transportar el material de balasto se utilizan camiones de 1 tonelada (1 000 m³) o de mayor capacidad, para poder acarrear 17 355,8 m³, por lo menos se necesitan 3 camiones y 6 viajes.

2.13.3. Banco de materiales

En la aldea Toaka del municipio de Tacaná se encuentra ubicado el material que será utilizado en la carretera, este ha servido como revestimiento en otras oportunidades, pero nunca se ha realizado estudio de suelo para determinar la calidad del material, por tal motivo en la siguiente sección se establecen ensayos para la calidad del balasto.

2.13.4. Análisis de la calidad del balasto

El banco de balasto se debe ensayar de acuerdo a las normas AASHTO, este apartado se describe a continuación.

2.13.4.1. Ensayo proctor modificado

El ensayo se realiza para establecer la estabilidad del revestimiento como carpeta de rodadura, la norma que se le realiza es la AASHTO T-99 y AASHTO T-180 al igual que la subrasante, el objetivo es obtener la curva de compactación, la densidad seca máxima y humedad óptima.

Los resultados proporcionados por el laboratorio dicen lo siguiente: Densidad seca máxima γ_d : 2 063,38 kg/m³ y humedad óptima: 7,90 %. La Dirección General de Caminos propone que la capa de balasto debe ser compactadas como mínimo al 95 % de la densidad seca máxima la cual tiene un valor de 1 960,21 kg/m³.

2.13.4.2. Granulometría

La norma AASHTO T-27 y AASHTO T-11 determinan la cantidad de grava, arena y finos existentes en la muestra de balasto, los pasos a seguir son los mismo que para la subrasante.

Los resultados del laboratorio arrojan lo siguiente: % Grava 52,47, %Arena 40,21, %Finos 7,31 y el análisis con tamices (ver apéndice 1); con estos valores la D.G.C. propone que el tamaño máximo del agregado grueso no debe ser mayor de 100 milímetros y el 100 % de la muestra paso el tamiz No.3" (75 mm) por tal motivo el tamaño cumple con la condición. Luego dice que la porción de balasto retenida en el tamiz No.4 debe estar comprendida entre el 40 % y 60 %, la retenida fue del 47,53 % por lo que cumple con las condiciones. Por último, la porción retenida en el tamiz No.200 no debe exceder el 15 % y el dato retenido en la muestra fue del 7,31 % lo cual cumple con las especificaciones.

2.13.4.3. Límites de Atterberg

Este ensayo normado por la AASHTO T-89 y T-90, es utilizado para encontrar los valores frontera entre el límite líquido y índice plástico, el procedimiento es el mismo que para la subrasante.

Los resultados dados por el laboratorio indican que la muestra de balasto es: no plástico o se dice que el índice de plasticidad es cero (ML baja compresibilidad). En la D.G.C. establecen que la muestra de balasto debe tener un límite líquido no mayor de 35 y un índice de plasticidad entre 5 y 11, por tal razón se puede decir que la muestra no cumple con esta norma.

2.13.4.4. Resultados

Los ensayos realizados en las secciones anteriores determinaron la calidad del material, se puede decir que el material es apto para el revestimiento de la carretera, pero al no contener plasticidad esta propenso a quebrarse y convertirse en polvo. Para determinar mejor esta suposición sería bueno realizar el ensayo de abrasión AASHTO T-96 ya que en el laboratorio no se contaba con ello.

2.13.4.5. Diseño final de la capa

La capa de balasto tendrá un grosor de 20 cm, se colocará en un ancho de 7 metros y un largo 12 397 km, por lo tanto, será necesario extraer del banco de material una cantidad de 17 355,8 m³. El material tendrá que ser triturado hasta que cumpla las condiciones de diseño y luego situarlo en los camiones de volteo (mínimo 10) para ser colocado en toda su longitud.

2.14. Sistema de drenaje

Es el elemento necesario para eliminar el agua superficial que llega a la carretera, con la finalidad de que el agua no erosione y destruya la carpeta de rodadura. Los sistemas de drenaje para una carretera rural se dividen en longitudinal y transversal, estos dos sistemas trabajan conjuntamente para el evacuar el agua, en la siguiente sección se establece los dos tipos de sistema propuestos de la carretera del gancho hacia la aldea El rosario.

2.14.1. Drenaje longitudinal

“Este sistema se encarga de recolectar toda el agua que escurre de los taludes y de la carpeta de rodadura a lo largo de la carretera, para luego colocarlo en el otro sistema de drenaje y evacuarlo”⁵¹.

Los elementos que conforman un drenaje longitudinal en una carretera rural son: canales, contra cunetas y cunetas. Para la carretera se propone el diseño de cunetas ya que es el elemento más importante de este sistema.

2.14.1.1. Cunetas

Para la carretera se propone la cuneta triangular debido a su fácil ejecución en campo y la capacidad que tiene de transportar el agua hacia el drenaje transversal. Las cunetas están ligadas a una longitud máxima de 200 metros, ya que su capacidad hidráulica no debe trabajar a sección llena.

El revestimiento de las cuentas será de la misma tierra compactada a menos que en el alineamiento vertical existan pendientes mayores al 15 %, por tal motivo se tendrían que revestir con concreto para evitar su erosión.

Las dimensiones de la cuneta son las que establece una sección típica F proporcionada por la Dirección General de Caminos, esta indica una cuneta de 1 metro de largo, 30 cm de alto en su parte más baja y un talud de 3:1. Estas dimensiones tienen la capacidad de trasportar el caudal de diseño y es de 0,033 m³/s (procedimiento realizado en drenaje transversal).

⁵¹ CARRERA. Ricardo. *Apuntes de ingeniería Sanitaria 2*. p. 55.

2.14.2. Drenaje transversal

El agua proveniente de las cunetas debe evacuarse y esta es la función del drenaje transversal, por tal motivo se construirán a cada 200 metros. “Las bases de diseño para la alcantarilla serán las siguientes: debe trabajar a media sección, la pendiente tiene que estar entre el 3 % al 6 %, el tubo es sencillo con lo cual el material es de hierro corrugado o PVC”⁵², el tubo debe estar rodeado de material granular.

En el diseño de la alcantarilla se utilizó el método racional para deducir el caudal que recibe la carretera y que evacuara la tubería, con el objetivo de evitar un colapso en el drenaje. La ecuación que describe el método racional es la siguiente:

$$Q = \frac{C * I * A}{360}$$

VARIABLES:

C= Coeficiente de escorrentía

I= Intensidad de lluvia (mm/hr)

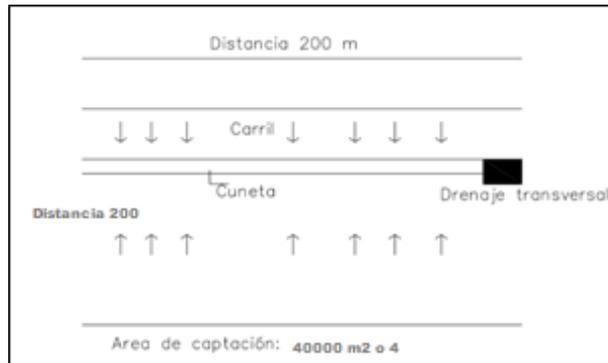
A= Área de captación (Ha)

El insivumeh.gob.gt en la sección de hidrología se encuentra el atlas hidrológico donde tiene la intensidad de lluvia en 20 minutos para un periodo de retorno de 30 años, lo cual dice que para Tacaná cae 160 milímetro por hora de lluvia. “El coeficiente de escorrentía es de 0,60 debido a que el material será de concreto (apuntes de ingeniería sanitaria 2)”⁵³. Para el área de captación de lluvia se realizó de la siguiente forma:

⁵² CARRERA. Ricardo. *Apuntes de ingeniería Sanitaria 2*. p. 85.

⁵³ *Ibíd.* p.92.

Figura 13. **Área de captación de lluvia**



Fuente: elaboración propia, empleando Civil 3d.

$$Q = \frac{0,60 * 160 \frac{\text{mm}}{\text{hr}} * 4 \text{ Ha}}{360} = 1,24 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

El dato del caudal permite establecer la cantidad de agua que transporta el canal, luego se propone cualquier diámetro de la tubería y con la ecuación de Manning se encuentra su capacidad. La ecuación es de la siguiente forma:

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

Variables:

N= Rugosidad del material

R= Radio de la tubería (m)

S= Pendiente

La tubería es de material corrugado o PVC, con lo cual su coeficiente rugosidad es de 0.021 (apuntes de ingeniería sanitaria 2); el diámetro propuesto de la tubería es de 30" o 0,762 m y el porcentaje de pendiente del 4 %.

$$V = \frac{1}{0,021} * 0,381^{\frac{2}{3}} * 0,04^{\frac{1}{2}} = 5,01 \frac{m}{s}$$

El dato de velocidad con el diámetro completo de la tubería indica el caudal a sección llena, por lo tanto, el resultado será la capacidad de agua que tiene de transportar la tubería propuesta.

$$Q = 5,01 \frac{m}{s} * \frac{\pi}{4} (0,762)^2 = 2,28 \frac{m^3}{s} \text{ cumple}$$

2.15. Elaboración de planos

Los planos de la carretera serán en tamaño doble carta, como primer plano; se representa la carretera en planta general, segundo plano; los detalles de sección en curva y recta como también los detalles de drenaje transversal y longitudinal, tercer plano; se coloca la geometría horizontal en la parte superior del formato y la vertical en la parte inferior, cuarto plano; la secciones transversales a cada 20 metros de la carretera, este último debido a que es un rehabilitación y la carretera es existente el movimiento de tierras puede ser despreciable.

El detalle que contendrá los planos será de acuerdo con el reconocimiento de carretera, según la Dirección General de Caminos.

2.16. Presupuesto

El presupuesto contempla los gastos para la rehabilitación de la carretera, los materiales cotizados son de acuerdo con el sector, por el motivo que hay productos que son traídos en su mayoría de México. La carretera se pretende

reconocer por la Dirección General de Caminos, por lo tanto, los precios son de acuerdo con cualquier contratista que haya licitado la obra.

Si la carretera cumple su objetivo dependerá del gobierno y de los comités de desarrollo para su rehabilitación, sin embargo, con el estudio se da un precedente del gasto técnico que con lleva. A continuación, se presenta un ejemplo de una integración de precio unitario y el resumen de las cantidades de trabajo que con lleva el proyecto de la rehabilitación de la carretera.

2.16.1. Integración de precios unitarios

En la integración de los precios unitarios se contempla los gastos de rehabilitación de la carretera rural, desglosados en el cuadro siguiente.

Tabla IX. Integración de precios unitarios

Proyecto		Rehabilitación y mejoramiento de la carretera rural, que conduce del Gancho en Cantón Flor de Mayo hacia la aldea El Rosario.			
		Ubicación	Municipio de Tacaná, departamento de San Marcos		
		Longitud del proyecto	12 kilómetros con 397 metros		
		Renglón	Preliminares		
		Sub-Renglón	Limpia, chapeo y destronque		
		Cantidad unitaria	1	Ha	
Equipo y maquinaria		Incluye renta, operador, combustibles y depreciación			
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo directo
1	Retroexcavadora 420 F	1	día	Q 3 550,00	Q 3 550,00
2	Pick-up	2	día	Q 250,00	Q 500,00
3	Equipo de topografía	1	día	Q 300,00	Q 300,00
4	Camión de volteo 6m3	1	día	Q 2 650,00	Q 2 650,00
		Total		Q	7 000,00

Continuación de la tabla 9.

Mano de obra		Incluye prestaciones laborales y beneficios sociales			
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo directo
1	Encargado	1	día	Q 175,00	Q 175,00
2	Topógrafo	1	día	Q 175,00	Q 175,00
3	Cadeneros	2	día	Q 90,00	Q 180,00
4	Albañiles	4	día	Q 140,00	Q 560,00
5	Ayudantes	10	día	Q 90,00	Q 900,00
		Total		Q	1 990,00
Prestaciones (85.6%)		Total		Q	1 703,44
Materiales					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo directo
		Total			
Total, costo directo		Q	10 693,44		
Costos indirectos 30%		Q	3 208,03		
Total, parcial		Q	13 901,47		
IVA 12%		Q	1 668,18		
Total, del día		Q	15 569,65		
Precio unitario		Q	15 569,65		

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

2.16.2. Cantidad estimadas de trabajo

Las cantidades de trabajo es utilizado para saber el costo directo de la obra en rehabilitación, mostrado en la siguiente sección.

Tabla X. Cuadro de cantidades estimadas de trabajo

No.	Reglones	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo directo
1	Preliminares				
1.1.	Limpia, chapeo y destronque	18	Ha	Q 15 569,65	Q 280 253,70
2	Movimiento de tierra				
2.1.	Excavación no clasificada	41 350	M3	Q 119,61	Q 4 945 873,50
2.2.	Excavación no clasificada de desperdicio	54 200	M3	Q 72,61	Q 3 935 462,00
2.3.	Excavación no clasificada de préstamo	16 380	M3	Q 72,09	Q 1 180 834,20
2.4.	Remoción, traslado y prevención de derrumbes	8 540	M3	Q 64,79	Q 553 306,60
2.5.	Excavación y conformación de canales laterales	7 200	M3	Q 72,57	Q 522 504,00
2.6.	Excavación de alcantarillas	2 754	M3	Q 137,21	Q 377 876,34
2.7.	Excavación para cabezales y cajas	2 760	M3	Q 127,67	Q 352 369,20
3	Capa de rodadura				
3.1.	Reacondicionamiento de subrasante	86 779	M2	Q 13,28	Q 1 152 425,12
3.2.	Acarreo de material	17 356	M3	Q 80,07	Q 1 389 694,92
3.3.	Colocación de balasto	17 356	M3	Q 98,25	Q 1 705 227,00
4	Estructura de drenaje				
4.1.	Alcantarillas tubería corrugada diámetro 30"	612	M	Q 854,99	Q 523 253,88
4.2.	Alcantarillas tubería corrugada diámetro 42"	612	M	Q 697,67	Q 426 974,04
4.3.	Caja de mampostería	1140	M3	Q 513,53	Q 585 424,20
4.4.	Cabezal de mampostería	1284	M3	Q 410,82	Q 527 492,88
4.5.	Revestimiento de cuneta	35,42	M3	Q 1 643,29	Q 58 205,33
5	Señalización vial				
5.1	Señalización	36	C/U	Q 4 830,67	Q 173 904,12
Costo total				Q	18 691 081,03

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

2.17. Cronograma de ejecución física

El cronograma de actividades representa el tiempo de estimación para realizar la rehabilitación y se desglosa en la siguiente sección.

Tabla XI. Cronograma de ejecución física

Proyecto	Rehabilitación y mejoramiento de la carretera rural que conduce del Gancho en Catón Flor de Mayo hacia la aldea El Rosario													
Ubicación	Tacaná, San marcos													
Cantidad	12 kilómetros con 387 metros													
Descripción	Meses													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	13	14	15
limpia, chapeo y destronque	■													
Excavación no clasificada	■	■												
Excavación no clasificada de desperdicio		■	■	■										
Excavación no clasificada de préstamo			■	■	■									
Remoción, traslado y prevención de derrumbes				■	■	■								
Excavación y conformación de canales laterales					■	■	■	■						
Excavación de alcantarillas						■	■	■						
Excavación para canales y cajas							■	■	■					
Reacondicionamiento de subrasante									■	■	■	■	■	■
Acarreo de material									■	■	■	■	■	■
Colocación de balasto										■	■	■	■	■
Alcantarilla tubería corrugada diámetro 30"									■	■	■	■	■	■
Caja de mampostería									■	■	■	■	■	■
Cabezal de mampostería									■	■	■	■	■	■

Continuación de la tabla 11.

Revestimiento de cuneta													
Señalización													

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

2.18. Evaluación de impacto ambiental

La evaluación de impacto ambiental se realiza de acuerdo con el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, el cual establece las condiciones para trabajar y evitar el deterioro del ecosistema. En los alrededores de la carretera no se cuenta con recursos que puedan ser contaminados, sin embargo, es necesario realizar la evaluación.

En la carretera es necesario realizar ampliaciones y la municipalidad en su plan de reforestación colocó árboles en las aproximaciones, por tal motivo es necesario establecer diálogo con las entidades correspondientes para evitar multas o sanciones. La evaluación de impacto ambiental del proyecto se encuentra en el apéndice B.

2.18.1. Impacto ambiental en construcción

En el proceso de construcción hay que tomar en cuenta las causas que pueden afectar a la población y el ambiente, los factores principales son: polvo, tráfico y ruido; esto provoca descontento a las comunidades, por lo tanto, es necesario trabajar cuando exista una menor fluctuación de personas.

2.18.2. Impacto ambiental en operación

La carretera no cuenta con montañas empinadas que puedan provocar accidentes a la hora de realizar cortes, pero es necesario realizar estas actividades según los criterios de diseño que proporciona la Dirección General de Caminos el cual depende de los residentes en obra.

Se propone la revegetación con Mulch este consiste en rociar con manguera semillas de césped para evitar la socavación del terreno, ya que realizar esta actividad con concreto provocaría gasto innecesario y daña el medio ambiente.

CONCLUSIONES

1. El estudio monográfico de la comunidad arrojó varios hechos, en los cuales al ser un lugar muy comercial las carreteras son de suma importancia y se puede decir que es el área donde no se han destinado fondos de rehabilitación, por lo que se encuentran en mal estado y esto dificulta la actividad económica.
2. El diseño se realizó sobre la existente, por tal motivo se mejoró sus condiciones empezando por las curvas horizontales, luego el mejoramiento de las curvas verticales y de último el movimiento de tierras, todo esto se realizó de acuerdo a los códigos que rigen en Guatemala, por lo tanto, con la nueva propuesta el diseño presenta una mayor seguridad para las personas que transitan por esta carretera.
3. La propuesta debe de presentar las condiciones plasmadas en un plano, por tal motivo se dibujó las características y distribución del nuevo diseño de la carretera y debido a esta actividad se pudo presentar un cronograma de ejecución, también un presupuesto y una evaluación de impacto ambiental. con esto se abarca todo lo contenido de este proyecto y lanza una propuesta adecuada para su rehabilitación.

RECOMENDACIONES

1. Tomar en cuenta que en la ejecución de los proyectos se debe tener una supervisión profesional con el fin de optimizar los recursos y maximizar los beneficios de los proyectos, debiendo seguir cuidadosamente las especificaciones técnicas del mismo.
2. Considerar que el camino trabaje adecuadamente, soportando pesadas cargas de tráfico y que presente mayor estabilidad, se le debe colocar un espesor de 20 centímetros en la subrasante y de 15 centímetros para la base, además, el proceso de compactación se debe efectuar de forma adecuada y eficiente.
3. Hacer conciencia en los vecinos del sector de Sanajaba, para que no coloquen sus tuberías de agua pluvial, ya que esto provocaría que el agua se estancara y que la carretera se inunde, provocando así una socavación que perjudicaría de manera directa el diseño de la carretera.

BIBLIOGRAFÍA

1. CRESPO VILLALAZ, Carlos. *Mecánica de suelos y cimentaciones*. México. Editorial Limusa. 2000. 650 p.
2. CARRERA RÍPELE, Ricardo Antonio. *Apuntes de Ingeniería Sanitaria 2. Trabajo de graduación de Ingeniero civil*. Trabajo de graduación Ing. Civil, Facultad de Ingeniería Universidad de San Carlos de Guatemala. 1977. 120 p.
3. Dirección General de Caminos (DGC). *Especificaciones generales para la construcción de carreteras y puentes*. Guatemala. 2001. 807 p.
4. OSPINA AGUDELO, John Jairo. *Diseño Geométrico de Vías*. Trabajo de graduación Especialista en Vías y Transporte, Colombia: Universidad Nacional de Colombia. 2002. 475 p.
5. RAMOS CONTRERAS, Carlos Enrique. *Diseño de la carretera y puente vehicular hacia la colonia Ferrocarrilera*, trabajo de graduación Ing. Civil, Facultad de Ingeniería Universidad de San Carlos de Guatemala. 2012. 155 p.
6. Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT). *Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras*. México. 2016. 557 p.

7. Secretaria de Integración Económica Centroamericana (SIECA). *Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras*. Guatemala.2011. 288 p.
8. Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia de la República de Guatemala (SEGEPLAN). *Plan de desarrollo Tacaná San Marcos*. Guatemala. 2010. 89 p.
9. VÁSQUEZ PINELO, Coralia Larissa. *Rehabilitación de tramo carretero que conduce del caserío El Poshte a la aldea El Barreal y diseño de un muro de contención para el polideportivo CDAG del sector Bella Vista zona 5 del Municipio de Chiquimula*. Trabajo de graduación Ing. Civil, Facultad de Ingeniería Universidad de San Carlos de Guatemala. 2007. 185 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. Ensayo de contenido de humedad natural

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

 **USAC**
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

INFORME No.: 060 S.S.A. **O.T.:** 39,398 **No.** 17079

INTERESADO: Kevin Werner Orozco Gutierrez

PROYECTO: EPS "Rehabilitación y mejoramiento de la carretera rural que conduce al gancho en Cantón Flor de Mayo hacia el entronque de la Aldea El Rosario, Tacaná, San Marcos"

UBICACIÓN: Tacaná, San Marcos

ASUNTO: ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

NORMA: AASHTO T-265 ASTM D-2216

FECHA: martes, 19 de febrero de 2019

RESULTADO DEL ENSAYO:

Contenido de humedad natural (%)	Muestra	Descripción del Material
17.85	Subrasante Inicio Carretera	Limo de alta plasticidad con arena fina color café
1.28	Base	Grava y arena con presencia de limo color gris

OBSERVACIONES: Muestra proporcionada por el interesado.

Atentamente,

Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos y Asfaltos

Ing. Edwin Josué Ixpatá Reyes
DIRECTOR CI/USAC

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

 **SECCION DE MECANICA DE SUELOS Y ASFALTOS**



FACULTAD DE INGENIERIA -USAC-
Edificio Emilio Beltrarena, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo 2418-9115 y 2418-9121. Planta 2418-8000 Exts. 86253 y 86252
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Continuación del apéndice 1.



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



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

INFORME No. 061 S.S.A. O.T.: 39,398 **No. 17080**

Interesado: Kevin Werner Orozco Gutierrez

Proyecto: EPS "Rehabilitación y Mejoramiento de la carretera rural que conduce Al Gancho en Cantón Flor de Mayo hacia El Entronque de la Aldea El Rosario, Tacaná, San Marcos"

Asunto: ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG

Norma: AASHTO T-89 Y T-90

Ubicación: Tacaná, San Marcos

FECHA: martes, 19 de febrero de 2019

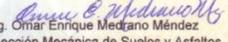
RESULTADOS:

ENSAYO No.	MUESTRA No.	L.L. (%)	L.P. (%)	CLASIFICACION *	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1	58.4	8.2	MH	Limo de alta plasticidad con arena fina color café

(*) CLASIFICACION SEGÚN CARTA DE PLASTICIDAD

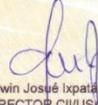
Observaciones: Muestra subrasante proporcionada por el interesado. Procedencia inicio carretera rural.

Atentamente,



Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos y Asfaltos

Visa.



Ing. Edwin José Ixpata Reyes
DIRECTOR CII/USAC





FACULTAD DE INGENIERIA -USAC-
Edificio Emilio Beltrán, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo 2418-9115 y 2418-9121. Planta 2418-8000 Exts. 86253 y 86252
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

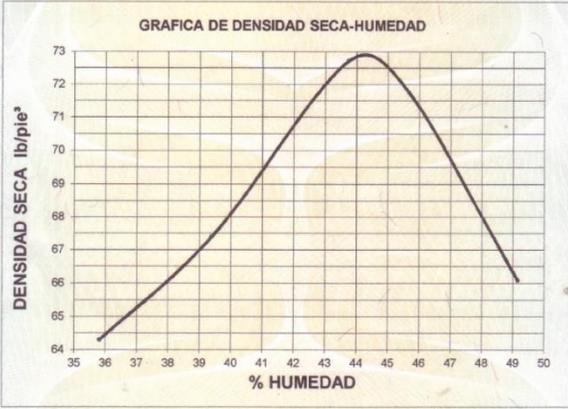
Continuación del apéndice 1.

	CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		USAC TRICENTENARIA Universidad de San Carlos de Guatemala
---	--	---	--

INFORME No. 063 S.S.A. O.T.: 39,398 **No. 17082**

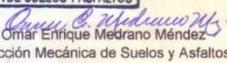
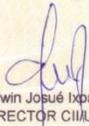
Interesado: Kevin Werner Orozco Gutierrez Proctor Estándar: () Norma: A.A.S.H.T.O. T-99
Asunto: ENSAYO DE COMPACTACIÓN. Proctor Modificado: (X) Norma: A.A.S.H.T.O. T-180
Proyecto: EPS "Rehabilitación y mejoramiento de la carretera rural que conduce al gancho en Cantón Flor de Mayo hacia el entronque de la Aldea El Rosario, Tacaná, San Marcos"
Ubicación: Tacaná, San Marcos
Fecha: martes, 19 de febrero de 2019

GRAFICA DE DENSIDAD SECA-HUMEDAD



% HUMEDAD	DENSIDAD SECA lb/ft³
36	64.5
37	65.5
38	66.5
39	67.5
40	68.5
41	69.5
42	70.5
43	71.5
44	72.5
45	72.90
46	72.5
47	71.5
48	70.5
49	69.5

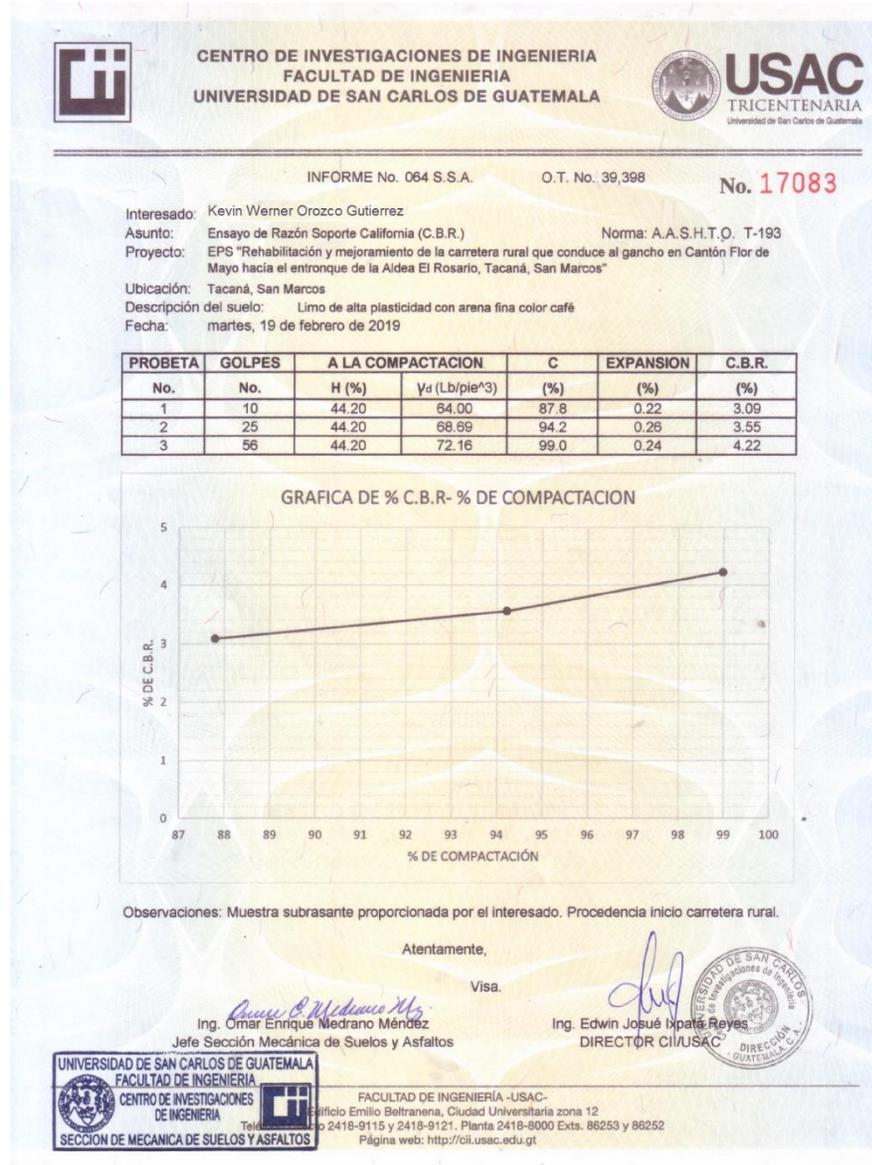
Descripción del suelo: Limo de alta plasticidad con arena fina color café
Densidad seca máxima γ_d : 1,167.86 Kg/m³ 72.90 lb/ft³
Humedad óptima Hop.: 44.20 %
Observaciones: Muestra subrasante proporcionada por el interesado. Procedencia inicio carretera rural.

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA SECCION DE MECANICA DE SUELOS Y ASFALTOS	Atentamente,
 Ing. Omar Enrique Medrano Méndez Jefe Sección Mecánica de Suelos y Asfaltos	Visa.
	 Ing. Edwin Josué Ixpatá Reyes DIRECTOR CIJUSAC



FACULTAD DE INGENIERIA -USAC-
Edificio Emilio Beltranena, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo 2418-9115 y 2418-9121. Planta 2418-8000 Exts. 86253 y 86252
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Continuación del apéndice 1.



Continuación del apéndice 1.



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



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

INFORME No. 065 S.S.A. O.T.: 39,398 **No. 17084**

Interesado: Kevin Werner Orozco Gutierrez

Proyecto: EPS "Rehabilitación y Mejoramiento de la carretera rural que conduce Al Gancho en Cantón Flor de Mayo hacia El Entronque de la Aldea El Rosario, Tacaná, San Marcos"

Asunto: ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG

Norma: AASHTO T-89 Y T-90

Ubicación: Tacaná, San Marcos

FECHA: martes, 19 de febrero de 2019

RESULTADOS:

ENSAYO No.	MUESTRA No.	L.L. (%)	I.P. (%)	CLASIFICACION *	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1	58.0	11.4	MH	Limo de alta plasticidad con arena fina color café

(*) CLASIFICACION SEGÚN CARTA DE PLASTICIDAD

Observaciones: Muestra subrasante proporcionada por el interesado. Procedencia final carretera rural.

Atentamente,



Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos y Asfaltos

Visa.



Ing. Edwin Josué Ixpátá Reyes
DIRECTOR CII/USAC




FACULTAD DE INGENIERÍA -USAC-
Edificio Emilio Beltrarena, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo 2418-9115 y 2418-9121. Planta 2418-8000 Exts. 86253 y 86252
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Continuación del apéndice 1.



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



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

Informe No.: 066 S.S.A. O.T.: 39,398

Interesado: Kevin Werner Orozco Gutierrez

Tipo de Ensayo: Análisis Granulométrico con tamices y lavado previo

Norma: ASTM D6913-04

Proyecto: EPS "Rehabilitación y Mejoramiento de la carretera rural que conduce Al Gancho en Cantón Flor de Mayo hacia El Entronque de la Aldea El Rosario, Tacaná, San Marcos"

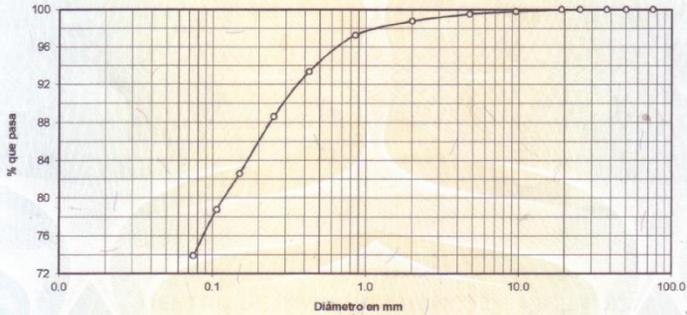
Ubicación: Tacaná, San Marcos

Fecha: martes, 19 de febrero de 2019

No. 17085

Análisis con Tamices:

Tamiz	Abertura	% que pasa	Tamiz	Abertura	% que pasa
3"	75 mm	100.00	10	2.00 mm	98.77
2"	50 mm	100.00	20	850 µm	97.25
1 1/2"	37.5 mm	100.00	40	425 µm	93.33
1"	25 mm	100.00	60	250 µm	88.80
3/4"	19.0 mm	100.00	100	150 µm	82.80
3/8"	9.5 mm	99.80	140	106 µm	78.75
4	4.75 mm	99.52	200	75 µm	73.91



Descripción del suelo: Limo de alta plasticidad con arena fina color café

Clasificación: S.C.U.: MH % de Grava: 0.48 D10: *

P.R.A.: A-7-5 % de Arena: 25.62 D30: *

 % de finos: 73.91 D60: *

Observaciones: Muestra subsamante proporcionada por el interesado. Procedencia final carretera rural

* Diámetro efectivo no aplica.

Atentamente,

Omar E. Medrano Méndez

Ing. Omar Enrique Medrano Méndez

SECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTOS

Visa.

Edwin Josué Ixpatá Reyes

Ing. Edwin Josué Ixpatá Reyes
DIRECTOR CI/USAC



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA

SECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTOS

FACULTAD DE INGENIERÍA -USAC-

Edificio Emilio Beltránena, Ciudad Universitaria zona 12

Teléfono: 2418-9115 y 2418-9121. Pínta 2418-8000 Exts. 86253 y 86252

Página web: <http://oil.usac.edu.gt>

Continuación del apéndice 1.



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

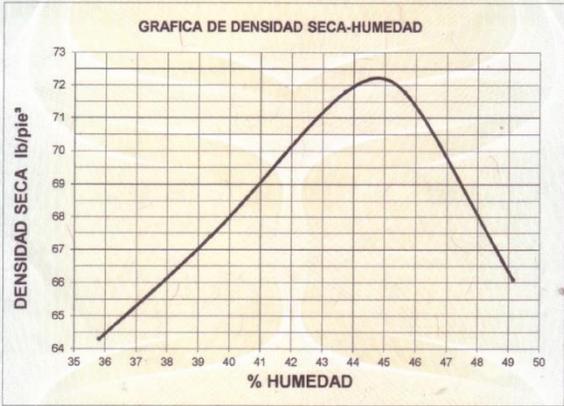


USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

INFORME No. 067 S.S.A. O.T.: 39,398 **No. 17086**

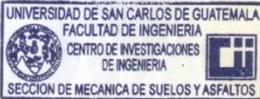
Interesado: Kevin Werner Crozco Gutierrez Proctor Estándar: () Norma: A.A.S.H.T.O. T-99
 Asunto: ENSAYO DE COMPACTACIÓN. Proctor Modificado: (X) Norma: A.A.S.H.T.O. T-180
 Proyecto: EPS "Rehabilitación y mejoramiento de la carretera rural que conduce al gancho en Cantón Fior de Mayo hacia el entronque de la Aldea El Rosario, Tacaná, San Marcos"
 Ubicación: Tacaná, San Marcos
 Fecha: martes, 19 de febrero de 2019

GRAFICA DE DENSIDAD SECA-HUMEDAD



% HUMEDAD	DENSIDAD SECA lb/ft³
36	64.5
37	66.0
38	67.5
39	69.0
40	70.5
41	72.0
42	73.0
43	72.5
44	72.25
45	71.5
46	70.5
47	69.5
48	68.5
49	67.5

Descripción del suelo: Limo de alta plasticidad con arena fina color café
 Densidad seca máxima ρ_d : 1,157.45 Kg/m³ 72.25 lb/ft³
 Humedad óptima Hop.: 44.80 %
 Observaciones: Muestra subrasante proporcionada por el interesado. Procedencia final carretera rural.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
SECCION DE MECANICA DE SUELOS Y ASFALTOS

Omar Enrique Medrano Méndez
Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos y Asfaltos

Atentamente,

Visa.

Edwin Josué Ixpátá Reyes
Ing. Edwin Josué Ixpátá Reyes
DIRECTOR CII/USAC



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
DIRECCION CII/USAC

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC -
 Edificio Emilio Beltranena, Ciudad Universitaria zona 12
 Teléfono directo 2418-9115 y 2418-9121. Planta 2418-8000 Exts. 86253 y 86252
 Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Continuación del apéndice 1.



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



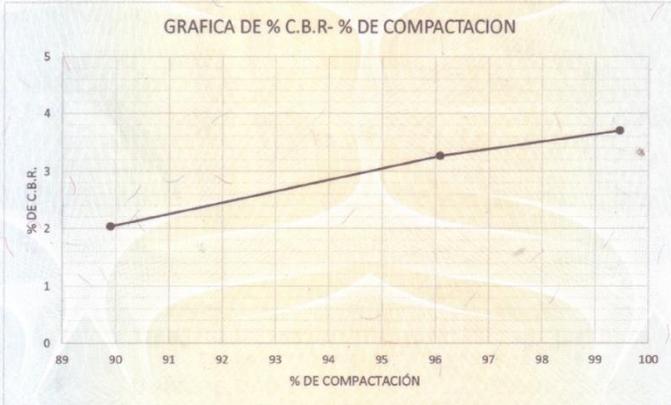
USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

INFORME No. 068 S.S.A. O.T. No. 39,398 **No. 17087**

Interesado: Kevin Werner Orozco Gutierrez
 Asunto: Ensayo de Razón Soporte California (C.B.R.) Norma: A.A.S.H.T.O. T-193
 Proyecto: EPS "Rehabilitación y mejoramiento de la carretera rural que conduce al gancho en Cantón Flor de Mayo hacia el entronque de la Aldea El Rosario, Tacaná, San Marcos"
 Ubicación: Tacaná, San Marcos
 Descripción del suelo: Limo de alta plasticidad con arena fina color café
 Fecha: martes, 19 de febrero de 2019

PROBETA	GOLPES	A LA COMPACTACION		C	EXPANSION	C.B.R.
No.	No.	H (%)	γ_d (Lb/pe ³)	(%)	(%)	(%)
1	10	44.80	64.96	89.9	0.17	2.03
2	25	44.80	69.42	96.1	0.22	3.27
3	56	44.80	71.86	99.5	0.33	3.70

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



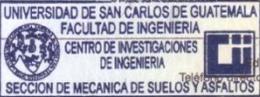
Observaciones: Muestra subrasante proporcionada por el interesado. Procedencia final carretera rural.

Atentamente,

Visa.

Omar Enrique Medrano Méndez
Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos y Asfaltos

Edwin Josué Ixpatá Reyes
Ing. Edwin Josué Ixpatá Reyes
DIRECTOR CII/USAC



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
SECCION DE MECANICA DE SUELOS Y ASFALTOS

FACULTAD DE INGENIERIA -USAC-
Oficina Emilio Beltranena, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono: 2418-9115 y 2418-9121. Planta 2418-8000 Exts. 86253 y 86252
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Continuación del apéndice 1.



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



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

INFORME No. 069 S.S.A.

O.T.: 39,398

No. 17088

Interesado: Kevin Werner Orozco Gutierrez

Proyecto: EPS "Rehabilitación y Mejoramiento de la carretera rural que conduce Al Gancho en Cantón Flor de Mayo hacia El Entronque de la Aldea El Rosario, Tacaná, San Marcos"

Asunto: ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG

Norma: AASHTO T-89 Y T-90

Ubicación: Tacaná, San Marcos

FECHA: martes, 19 de febrero de 2019

RESULTADOS:

ENSAYO No.	MUESTRA No.	LL (%)	I.P. (%)	CLASIFICACION *	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1	N.P.	N.P.	ML	Grava y arena con presencia de limo color gris

(*) CLASIFICACION SEGÚN CARTA DE PLASTICIDAD

Observaciones: Muestra para base proporcionada por el interesado.

Atentamente,



Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos y Asfaltos

Visa.



Ing. Edwin José Ixpata Rojas
DIRECTOR CIUSAC





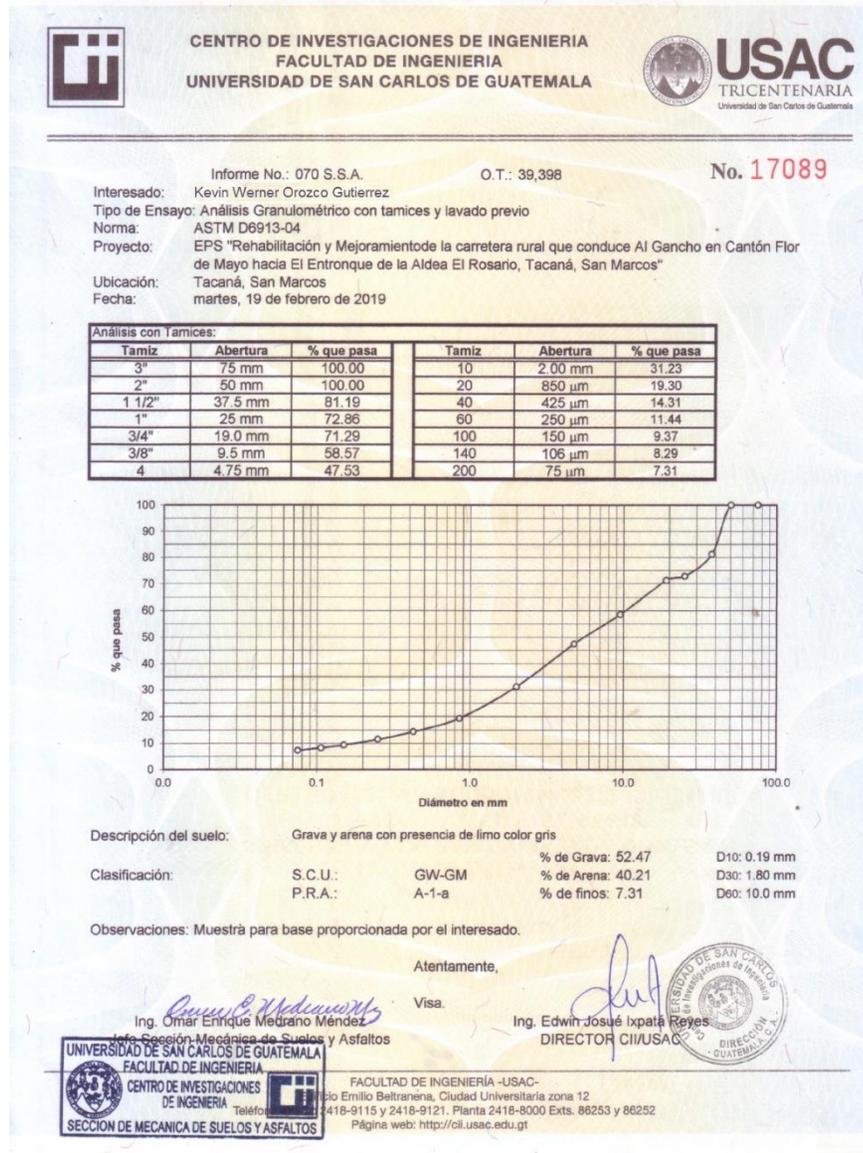
**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA**



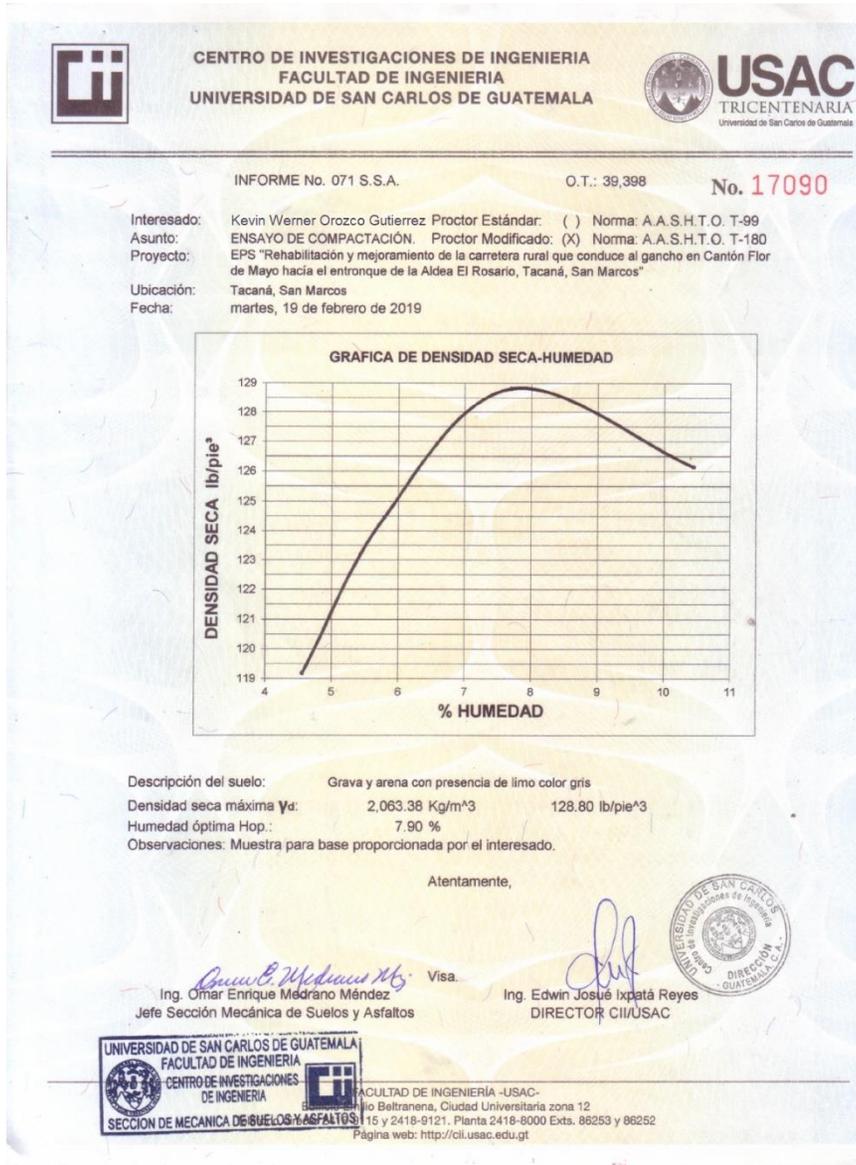
SECCION DE MECANICA DE SUELOS Y ASFALTOS

FACULTAD DE INGENIERIA -USAC-
Edificio Emilio Beltranena, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo 2418-9115 y 2418-9121. Planta 2418-8000 Exts. 86253 y 86252
Página web: <http://oii.usac.edu.gt>

Continuación del apéndice 1.



Continuación del apéndice 1.



Fuente: elaboración propia, con información de laboratorio mecánica de suelos, empleando equipo de laboratorio.

Continuación del apéndice 2.

II. INFORMACION GENERAL		
Se debe proporcionar una descripción de las actividades que serán efectuadas en el proyecto, obra, industria o actividad según etapas siguientes:		
II.1 Etapa de Construcción	Operación	Abandono
<ul style="list-style-type: none"> - Levantamiento topográfico - Limpia chapeo y destronque - Movimiento de tierra (relleno o excavación). - Colocación de tuberías y armado de mampostería de piedra para alcantarillado transversal. - Excavación de cunetas y conformación. - Acarreo de material del banco de balasto. - Colocación de la carpeta de rodadura. - Equipo de seguridad (casco, chaleco, botas industriales y entre otras). 	<ul style="list-style-type: none"> - Productos que no dañen la obra del alcantarillado transversal ni que sean productos dañinos para el medio ambiente. - Productos regidos por las normas ASTM y COGUANOR, para proporcionar la vida útil requerida. - Uso de maquinaria pesada (que se encuentre dentro de los límites de la obra). - Horarios de 7:00 AM a 12:00 PM y de 1:00 PM a 5:00 PM. - Productos y sub productos (bienes o servicios). - Mano de obra que sea anuente al proyecto. 	
II.3 Área a) Área total de terreno en metros cuadrados: <u>69,228.5 m2</u> b) Área de ocupación del proyecto en metros cuadrados: <u>8,750 m2</u> Área total de construcción en metros cuadrados: <u>77,978.5 m2</u>		

Continuación del apéndice 2.

II.4 Actividades colindantes al proyecto:
 NORTE San José Ojetenán SUR Ruta Nacional 12N
 ESTE Tacaná OESTE Ixchiguán

Describir detalladamente las características del entorno (viviendas, barrancos, ríos, basureros, iglesias, centros educativos, centros culturales, entre otros.):

DESCRIPCION	DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)	DISTANCIA AL PROYECTO
Abarrotería el Gancho	Sur	20 metros
Escuela Mixta Valle Verde	Norte	35 metros
Estación de buses Sanajaba	Oeste	15 metros
Auxiliatura de Santa María	Este	10 metros
Iglesia de El Rosario	Norte	150 metros
Estación de buses el entronque	Sur	25 metros

II.5 Dirección del viento: 8.5 Km/h Sureste

II.6 ¿En el área donde se ubica la actividad, a qué tipo de riesgo ha estado o está expuesto?

a) inundación () b) explosión () c) deslizamientos (X)

d) derrame de combustible () e) fuga de combustible () d) Incendio (X) e) Otro (X)

Detalle la información Tormentas eléctricas y alturas empinadas

II.7 Datos laborales

a) Jornada de trabajo: Diurna (X) Nocturna () Mixta () Horas Extras 2 horas

b) Número de empleados por jornada 30 empleados Total empleados 50 empleados

II.8 USO Y CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTRO...

Continuación del apéndice 2.

CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTROS...							
	Tipo	Si/No	Cantidad/(mes día y hora)	Proveedor	Uso	Especificaciones u observaciones	Forma de almacenamiento
Agua	Servicio publico	Si	150 litro/ día	Sanajaba			Tanque
	Pozo	No					
	Agua especial	No					
	Superficial	No					
Combustible	Otro	No					
	Gasolina	Si	5 gal/día	Gasolinera	Maquinaria		Recipientes
	Diesel	Si	16 gal/día	Gasolinera	Maquinaria		Recipientes
	Bunker	No					
	Glp	No					
	Otro	No					
Lubricantes	Solubles	Si	4 gal/mes	Privado	Tubería		Cajas
	No solubles	No					
Refrigerantes		No					

Continuación del apéndice 2.

III. IMPACTO AL AIRE
RUIDO Y VIBRACIONES III.3 Las operaciones producirían ruidos no tan permisibles para la población. III.4 Los ruidos y vibraciones se generan por medio de la maquinaria. III.5 Para evitar inconformidades con la población se distribuirá los tiempos de uso de la maquinaria.
OLORES III.6 Se emitiría solamente el dióxido de carbono producido por la maquinaria. III.7 Este tipo de olor se pierde en el medio, ya que existe una gran fuente de vegetación.
IV. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD EN EL AGUA
AGUAS RESIDUALES
CARACTERIZACION DE LAS AGUAS RESIDUALES IV.1 Con base en el Acuerdo Gubernativo 236-2006, Reglamento de las Descargas y Re-uso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos, qué tipo de aguas residuales (aguas negras) se generan? a) Ordinarias (aguas residuales generadas por las actividades domésticas) b) Especiales (aguas residuales generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias) c) Mezcla de las anteriores d) Otro; Cualquiera que fuera el caso, explicar la información, indicando el caudal (cantidad) de aguas residuales generado ___. En el proyecto solo se generarían aguas residuales por lluvia las cuales son dirigidas fuera del proyecto para evitar la erosión. _____ IV.2 Indicar el número de servicios sanitarios ___. En estas comunidades no existe servicio sanitario, por lo cual servicio es a base de letrinas _____

Continuación del apéndice 2.

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
<u>TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES</u>	
<p>IV.3 Describir que tipo de tratamiento se da o se propone dar a las aguas residuales generadas por la actividad. (usar hojas adicionales)</p> <p>a) sistema de tratamiento b) Capacidad c) Operación y mantenimiento d) Caudal a tratar e) Entre otros.</p>	
<u>DESCARGA FINAL DE AGUAS RESIDUALES</u>	
<p>IV. 4 En el proyecto no existe una descarga final de aguas residuales.</p>	
<u>AGUA DE LLUVIA (AGUAS PLUVIALES)</u>	
<p>IV.5 El medio de descarga del agua pluvial es por medio de alcantarillado longitudinal y transversal.</p>	
<u>V. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD SOBRE EL SUELO (Sistema edáfico y lítico)</u>	
<u>DESECHOS SÓLIDOS</u>	
<u>VOLUMEN DE DESECHOS</u>	
<u>V.1 Especifique el volumen de desechos o desperdicios genera la actividad desarrollada:</u>	
<input checked="" type="checkbox"/>	a) Similar al de una residencia 11 libras/día
<input type="checkbox"/>	b) Generación entre 11 a 222 libras/día
<input type="checkbox"/>	c) Generación entre 222 libras y 1000 libras/día
<input type="checkbox"/>	d) Generación mayor a 1000 libras por día
<p>V.2 Los desechos en obra son los comunes derivados del depósito en la letrina y la forma de eliminación comúnmente es sellándolo, los únicos valores para abrir o apertura una letrina es saber si no existe un acuífero. Por lo que en obra no existe cierto criterio.</p>	

Continuación del apéndice 2.

<p>VI. DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGIA</p>
<p>CONSUMO</p> <p>VI.1 Consumo de energía por unidad de tiempo (kW/hr o kW/mes) <u>150 kW/mes</u></p> <p>VI. 2 Forma de suministro de energía</p> <p>a) Sistema público <u>Proporcionado por la Municipalidad</u></p> <p>b) Sistema privado _____</p> <p>c) generación propia _____</p> <p>VI.3 Dentro de los sistemas eléctricos de la empresa se utilizan transformadores, condensadores, capacitores o inyectores eléctricos?</p> <p>SI _____ NO _____ X _____</p> <p>VI.4 Qué medidas propone para disminuir el consumo de energía o promover el ahorro de energía?</p> <p>Conectar los equipos únicamente si son necesarios en el momento de realizar la actividad y dejar todos los equipos desconectados al momento que se retiren los empleados de la obra.</p>
<p>VII. POSIBILIDAD DE AFECTAR LA BIODIVERSIDAD (ANIMALES, PLANTAS, BOSQUES, ENTRE OTROS.)</p>
<p>VI.1 En el sitio donde se ubica la empresa o actividad, existen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bosques <input checked="" type="checkbox"/> - Animales _____ - Otros _____ <p>Especificar información: <u>En las orillas de la carretera la Municipalidad de Tacaná reforesto con pinos, con la finalidad de tener mayores áreas verdes, esto únicamente fue realizado cerca de los poblados por lo cual en su totalidad no cuenta con una biodiversidad en peligro.</u></p> <p>VI.2 La operación de la empresa requiere efectuar corte de árboles?</p> <p>Si es necesario el corte arboles debido a la ampliación, pero ninguno de los árboles podría ser considerado con en peligro de extinción.</p> <p>VI.3 ¿Las actividades de la empresa, pueden afectar la biodiversidad del área? SI () NO (X) Por qué?</p> <p>Porque se toma en cuenta el tipo de árboles que se podrían quitar y volver a reforestar siempre y cuando la Municipalidad lo apruebe.</p>
<p>VIII. TRANSPORTE</p>
<p>VI.1 En cuanto a aspectos relacionados con el transporte y parqueo de los vehículos de la empresa, proporcionar los datos siguientes:</p> <p>a) Número de vehículos <u>5</u></p> <p>b) Tipo de vehículo <u>Pick up</u></p> <p>c) sitio para estacionamiento y área que ocupa <u>Terreno de los vecinos 30 m²</u></p> <p>d) Horario de circulación vehicular <u>7:00 AM a 8:00 PM y 5:00 PM a 7:00 PM</u></p> <p>e) Vías alternas <u>Solo existe una vía</u></p>
<p>IX. EFECTOS SOCIALES, CULTURALES Y PAISAJÍSTICOS</p>
<p>ASPECTOS CULTURALES</p> <p>IX.1 En el área donde funciona la actividad, existe alguna (s) etnia (s) predominante, ¿cuál?</p> <p>Etnia: Mam y ladina</p>

Continuación del apéndice 2.

<p>RECURSOS ARQUEOLOGICOS Y CULTURALES</p>
<p>IX.2 Con respecto de la actividad y los recursos culturales, naturales y arqueológicos, Indicar lo siguiente:</p> <p>a) <input type="checkbox"/> La actividad no afecta a ningún recurso cultural, natural o arqueológico _____ X _____</p> <p>b) <input type="checkbox"/> La actividad se encuentra adyacente a un sitio cultural, natural o arqueológico _____</p> <p>c) <input type="checkbox"/> La actividad afecta significativamente un recurso cultural, natural o arqueológico _____</p> <p>Ampliar información de la respuesta seleccionada</p> <p>No existe ningún sitio arqueológico dentro de los límites del proyecto.</p>
<p>ASPECTOS SOCIAL</p>
<p>IX.3. ¿En algún momento se han percibido molestias con respecto a las operaciones de la empresa, por parte del vecindario? SI () NO (x)</p> <p>IX.4 ¿Qué tipo de molestias? Ninguna</p> <p>X.5 ¿Qué se ha hecho o se propone realizar para no afectar al vecindario? No existe ninguna molestia por parte de los vecinos y autoridades, por lo cual están anuentes en ayudar y trabajar en el proyecto.</p>
<p>PAISAJE</p>
<p>IX.6 ¿Cree usted que la actividad afecta de alguna manera el paisaje? ¿Explicar por qué? El proyecto es una rehabilitación por lo cual significa que la carretera se encuentra en funcionamiento y ya existe una brecha, por lo tanto, no se estaría afectando el paisaje o el entorno.</p>
<p>X. EFECTOS Y RIESGOS DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD</p>
<p>X.1 Efectos en la salud humana de la población circunvecina:</p> <p>a) <input checked="" type="checkbox"/> La actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio</p> <p>b) <input type="checkbox"/> la actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de pobladores</p> <p>c) <input type="checkbox"/> la actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de pobladores</p> <p>Del inciso marcado explique las razones de su respuesta, identificar que o cuales serían las actividades riesgosas:</p> <p>No existe ningún riesgo, ya que la carretera no es muy transitada por los pobladores. Siendo la mayor actividad económica los días domingos, siendo este un día hábil en obra.</p>
<p>X.3 riesgos ocupacionales:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Existe alguna actividad que representa riesgo para la salud de los trabajadores</p> <p><input type="checkbox"/> La actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de los trabajadores</p> <p><input type="checkbox"/> La actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de los trabajadores</p> <p>Ampliar información: El polvo y el calor son las actividades más riesgosas para los trabajadores, por tal motivo será necesario proporcionar a los trabajadores de equipo de seguridad.</p>
<p>Equipo de protección personal</p>
<p>X.4 Se provee de algún equipo de protección para los trabajadores? SI (X) NO ()</p> <p>X.5 Detallar qué clase de equipo de protección se proporciona: Se proporcionaría cascos, mascarillas y chalecos reflectores</p> <p>X.6 ¿Qué medidas ha realizado o qué medidas propone para evitar las molestias o daños a la salud de la población y/o trabajadores? Para los trabajadores equiparlos con implementos de seguridad, a la población colocar anuncios.</p>

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

Apéndice 3. **Tabulación de curvas horizontales**

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

No.	PC	PT	Δ	G	R	LC	ST	cm	E	OM	LS	e%	Sa
1	31.33	81.90	30°20'36"	12	95.49	50.57	25.89	49.98	3.45	3.33	31.33	7.1	1.1
2	107.50	126.62	22°56'22"	24	47.75	19.12	9.69	18.99	0.97	0.95	25.6	7.8	1.7
3	265.10	280.91	20°33'07"	26	44.07	15.81	7.99	15.72	0.72	0.71	138.48	8.1	1.8
4	339.31	369.56	121°01'42"	80	14.32	30.26	25.33	24.94	14.78	7.27	58.4	10.0	3.0
5	407.31	432.58	88°25'19"	70	16.37	25.26	15.93	22.83	6.47	4.64	37.75	9.3	2.1
6	644.59	666.85	14°28'05"	13	88.15	22.26	11.19	22.20	0.71	0.70	212.01	4.5	1.1
7	742.36	773.45	54°24'41"	35	32.74	31.09	16.83	29.94	4.07	3.62	75.512	9.5	2.2
8	808.89	838.44	50°13'50"	34	33.70	29.55	15.80	28.61	3.52	3.19	35.44	9.4	2.2
9	890.30	911.04	20°44'36"	20	57.30	20.74	10.49	20.63	0.95	0.94	51.86	6.7	1.5
10	983.26	1011.56	33°57'41"	24	47.7	28.30	14.58	27.89	2.18	2.08	72.22	7.8	1.7
11	1020.89	1058.05	48°17'54"	26	44.07	37.15	19.76	36.06	4.23	3.86	9.33	8.1	1.8
12	1137.36	1199.56	46°39'25"	15	76.39	62.21	32.95	60.50	6.80	6.25	79.31	5.2	1.3
13	1299.97	1338.90	97°18'38"	50	22.92	38.92	26.05	34.41	11.78	7.78	100.41	10.0	3.0
14	1386.28	1417.56	37°32'32"	24	47.75	31.29	16.23	30.73	2.68	2.54	47.38	4.8	1.2
15	1457.95	1473.53	26°28'16"	34	33.70	15.57	7.93	15.43	0.92	0.90	40.39	5.2	1.2
16	1552.75	1572.34	17°37'53"	18	63.66	19.59	9.87	19.51	0.76	0.75	79.22	6.1	1.4
17	1653.33	1689.87	54°49'26"	30	38.20	36.55	19.81	35.17	4.83	4.29	80.99	8.9	2.0
18	1728.19	1743.10	23°51'01"	32	35.81	14.91	7.56	14.80	0.790	0.77	38.32	9.2	2.1
19	1760.23	1785.95	90°00'00"	70	16.37	25.71	16.37	23.15	6.78	4.79	17.13	10.0	3.0
20	1803.60	1818.64	30°04'51"	40	28.65	15.04	7.70	14.87	1.02	0.98	17.65	10.0	3.0
21	1856.63	1873.58	29°40'19"	35	32.74	16.96	8.67	16.77	1.13	1.09	37.99	9.5	2.2
22	1890.18	1915.83	38°28'04"	30	38.20	25.65	13.33	25.17	2.26	2.13	16.6	8.9	2.0
23	2029.11	2075.35	64°44'25"	28	40.93	46.24	25.94	43.82	7.53	6.36	113.28	8.5	1.9
24	2232.19	2248.65	14°49'05"	18	63.66	16.46	8.28	16.42	0.54	0.53	156.84	6.1	1.4
25	2316.62	2346.52	29°53'56"	20	57.30	29.90	15.30	29.56	2.01	1.94	67.97	6.7	1.5
26	2503.18	2536.46	36°36'11"	22	52.09	33.28	17.23	32.71	2.78	2.63	156.66	7.2	1.6
27	2845.43	2861.82	20°29'10"	25	45.84	16.39	8.28	16.30	0.74	0.73	308.97	7.9	1.8
28	3093.08	3107.92	14°50'34"	20	57.30	14.84	7.46	14.80	0.484	0.48	231.26	6.7	1.5
29	3247.40	3285.04	56°27'37"	30	38.20	37.64	20.51	36.14	5.16	4.54	139.48	8.9	2.0
30	3407.87	3450.68	44°56'52"	21	54.57	42.81	22.57	41.72	4.48	4.14	122.83	7.0	1.5
31	3560.92	3581.96	26°18'31"	25	45.84	21.05	10.71	20.86	1.24	1.20	110.24	7.9	1.7
32	3665.33	3687.90	31°35'29"	28	40.93	22.57	11.58	22.28	1.61	1.55	83.37	8.5	1.9
33	3734.84	3768.60	84°23'18"	50	22.92	33.76	20.78	30.79	8.02	5.94	46.94	10.0	3.0
34	3775.18	3799.86	43°11'31"	35	32.74	24.68	12.96	24.10	2.47	2.30	6.58	9.5	2.2
35	3855.64	3877.11	26°50'37"	25	45.84	21.47	10.94	21.28	1.29	1.25	55.78	7.9	1.7
36	4023.77	4040.72	16°56'43"	20	57.30	16.95	8.53	16.88	0.63	0.63	146.66	6.7	1.5
37	4143.24	4154.53	5°38'52"	10	114.59	11.30	5.65	11.29	0.139	0.14	102.52	3.5	1.0
38	4248.87	4279.06	33°12'08"	22	52.09	30.18	15.53	29.76	2.27	2.17	94.34	7.2	1.6
39	4345.03	4372.70	24°54'29"	18	63.66	27.68	14.06	27.46	1.53	1.50	65.97	6.1	1.4
40	4453.69	4489.34	62°23'30"	35	32.74	35.65	19.83	33.92	5.53	4.73	80.99	9.5	2.2
41	4511.35	4538.94	41°22'58"	30	38.20	27.59	14.43	26.99	2.63	2.46	22.01	8.9	2.0
42	4915.98	4940.71	30°54'16"	25	45.84	24.72	12.67	24.42	1.72	1.66	377.04	7.9	1.7

43	4957.83	4980.23	61°37'17"	55	20.83	22.41	12.43	21.34	3.42	2.94	17.12	10.0	3.0
44	5007.80	5039.48	60°11'22"	38	30.16	31.68	17.48	30.24	4.70	4.07	27.57	9.8	2.4
45	5066.57	5088.27	21°41'59"	20	57.30	21.70	10.98	21.57	1.04	1.02	27.09	6.7	1.5
46	5150.14	5172.17	38°32'27"	35	32.74	22.02	11.45	21.61	1.94	1.83	61.87	9.5	2.2
47	5252.11	5273.41	42°36'38"	40	28.65	21.31	11.17	20.82	2.10	1.96	79.94	10.0	3.0
48	5321.47	5343.03	40°57'30"	38	30.16	21.6	11.26	21.10	2.03	1.91	48.06	9.8	2.4
49	5376.07	5395.45	82°21'52"	85	13.48	19.38	11.79	17.75	4.43	3.34	33.04	10.0	3.0
50	5414.03	5432.57	111°13'56"	120	9.55	18.54	13.95	15.76	7.36	4.16	18.58	10.0	3.0
51	5476.75	5496.48	83°52'00"	85	13.48	19.73	12.1	18.02	4.64	3.45	44.18	10.0	3.0
52	5523.84	5543.34	73°08'06"	75	15.28	19.50	11.33	18.21	3.74	3.01	27.36	10.0	3.0
53	5560.70	5591.51	36°58'30"	24	47.75	30.81	15.96	30.28	2.60	2.46	17.36	7.8	1.7
54	5664.57	5676.97	12°23'51"	20	57.30	12.40	6.22	12.37	0.34	0.33	73.06	6.7	1.5
55	5818.95	5830.20	13°29'47"	24	47.75	11.25	5.65	11.22	0.33	0.33	141.98	7.8	1.7
56	5868.68	5890.65	32°57'12"	30	38.20	21.97	11.30	21.67	1.64	1.57	38.48	8.9	2.0
57	5919.89	5941.65	65°17'46"	60	19.10	21.77	12.24	20.61	3.58	3.02	29.24	10.0	3.0
58	6061.67	6081.86	15°08'11"	15	76.39	20.18	10.15	20.12	0.67	0.67	120.02	5.2	1.2
59	6131.27	6145.59	10°44'30"	15	76.39	14.32	7.18	14.30	0.34	0.34	49.41	5.2	1.2
60	6318.66	6343.74	30°05'58"	24	47.75	25.08	12.84	24.80	1.70	1.64	173.07	7.8	1.7
61	6428.07	6453.12	31°18'33"	25	45.84	25.05	12.84	24.74	1.77	1.70	84.33	7.9	1.7
62	6497.75	6529.72	59°08'34"	37	30.97	31.97	17.57	30.57	4.64	4.03	44.63	9.7	2.3
63	6580.70	6598.16	113°30'11"	130	8.81	17.46	13.45	14.74	7.26	3.98	50.98	10.0	3.0
64	6675.44	6685.77	134°19'29"	260	4.41	10.33	10.47	8.12	6.95	2.70	77.28	10.0	3.0
65	6760.54	6780.64	84°26'01"	84	13.64	20.10	12.38	18.33	4.78	3.54	74.77	10.0	3.0
66	6913.74	6927.37	10°13'10"	15	76.39	13.63	6.83	13.61	0.30	0.30	133.1	5.2	1.2
67	7103.12	7118.65	13°58'48"	18	63.66	15.53	7.81	15.49	0.48	0.47	175.75	6.1	1.4
68	7176.46	7198.35	26°15'40"	24	47.75	21.88	11.14	21.69	1.28	1.25	57.81	7.8	1.7
69	7319.80	7327.80	11°59'42"	30	38.20	8.00	4.01	7.98	0.21	0.21	121.45	8.9	2.0
70	7445.69	7458.75	13°43'13"	21	54.57	13.07	6.56	13.04	0.39	0.39	117.89	7.0	1.5
71	7572.84	7594.91	33°05'44"	30	38.20	22.06	11.35	21.76	1.65	1.58	114.09	8.9	2.0
72	7715.48	7735.82	24°24'40"	24	47.75	20.34	10.33	20.19	1.10	1.08	120.57	7.8	1.7
73	7815.78	7835.73	19°56'49"	20	57.30	19.95	10.08	19.85	0.88	0.87	79.96	6.7	1.5
74	7905.17	7927.08	16°26'05"	15	76.39	21.91	11.03	21.84	0.79	0.78	69.44	5.2	1.2
75	8123.21	8147.99	27°15'50"	22	52.09	24.79	12.63	24.55	1.51	1.47	196.13	7.2	1.6
76	8403.13	8435.49	64°42'48"	40	28.65	32.36	18.15	30.66	5.27	4.45	255.14	10.0	3.0
77	8475.94	8501.72	30°55'50"	24	47.75	25.78	13.21	25.46	1.79	1.73	40.45	7.8	1.7
78	8541.92	8564.11	61°02'13"	55	20.83	22.20	12.28	21.16	3.35	2.89	40.2	10.0	3.0
79	8583.05	8598.92	95°14'18"	120	9.55	15.87	10.46	14.11	4.62	3.11	18.94	10.0	3.0
80	8656.50	8667.60	108°10'45"	195	5.88	11.10	8.11	9.52	4.14	2.4	57.58	10.0	3.0
81	8726.10	8736.86	118°25'09"	220	5.21	10.77	8.74	8.95	4.97	2.54	58.5	10.0	3.0
82	8776.13	8804.99	50°30'04"	35	32.74	28.86	15.44	27.93	3.46	3.13	39.27	9.5	2.2
83	8811.17	8827.56	90°07'47"	110	10.42	16.39	10.44	14.75	4.33	3.06	6.18	10.0	3.0
84	8867.82	8879.84	141°16'34"	235	4.88	12.02	13.88	9.20	9.83	3.26	40.26	10.0	3.0
85	8943.45	8968.27	62°02'50"	50	22.92	24.82	13.78	23.62	3.83	3.28	63.61	10.0	3.0
86	9021.57	9037.14	105°05'46"	135	8.49	15.57	11.08	13.48	5.47	3.33	53.3	10.0	3.0

87	9079.34	9099.38	40°04'52"	40	28.65	20.04	10.45	19.63	1.85	1.73	42.2	10.0	3.0
88	9228.24	9248.54	45°40'07"	45	25.46	20.30	10.72	19.76	2.17	2.00	128.86	10.0	3.0
89	9274.69	9290.84	92°52'25"	115	9.96	16.15	10.48	14.4	4.49	3.10	26.15	10.0	3.0
90	9325.53	9339.97	32°28'38"	45	25.46	14.43	7.42	14.24	1.06	1.02	34.69	10.0	3.0
91	9369.69	9384.95	41°58'22"	55	20.83	15.26	7.99	14.92	1.48	1.38	29.72	10.0	3.0
92	9409.27	9432.25	39°03'58"	34	33.70	22.98	11.96	22.54	2.06	1.94	24.32	5.2	1.2
93	9458.83	9477.56	26°13'27"	28	40.93	18.73	9.53	18.57	1.10	1.07	26.58	8.5	1.9
94	9533.24	9547.27	23°50'39"	34	33.70	14.03	7.12	13.92	0.74	0.73	55.68	5.2	1.2
95	9664.42	9686.50	41°57'31"	38	30.16	22.08	11.56	21.59	2.14	2.00	117.15	9.8	2.4
96	9769.01	9779.48	8°53'47"	17	67.41	10.47	5.24	10.46	0.20	0.20	82.51	5.8	1.3
97	9940.56	9958.42	31°15'42"	35	32.74	17.86	9.16	17.64	1.26	1.21	161.08	9.5	2.2
98	9990.94	10003.90	35°38'27"	55	20.83	12.96	6.70	12.75	1.05	1.00	32.52	10.0	3.0
99	10092.87	10106.51	23°52'09"	35	32.74	13.64	6.92	13.54	0.72	0.71	88.97	9.5	2.2
100	10138.27	10154.96	58°25'18"	70	16.37	16.69	9.15	15.98	2.39	2.08	31.76	10.0	3.0
101	10221.08	10238.20	55°38'20"	65	17.63	17.12	9.30	16.45	2.30	2.04	66.12	10.0	3.0
102	10337.72	10348.14	15°37'24"	30	38.20	10.42	5.24	10.38	0.36	0.35	99.52	8.9	2.0
103	10412.79	10430.08	73°28'46"	85	13.48	17.29	10.06	16.13	3.34	2.68	64.65	9.5	2.2
104	10580.03	10604.23	42°21'08"	35	32.74	24.20	12.68	23.65	2.37	2.21	149.95	9.5	2.2
105	10625.42	10634.48	13°35'43"	30	38.20	9.06	4.55	9.04	0.27	0.27	21.19	8.9	2.0
106	10666.28	10678.75	96°35'50"	155	7.39	12.46	8.30	11.04	3.72	2.47	31.8	10.0	3.0
107	10685.28	10696.16	38°06'02"	70	16.37	10.89	5.65	10.69	0.95	0.90	6.53	10.0	3.0
108	10748.37	10763.18	62°55'39"	85	13.48	14.81	8.25	14.07	2.32	1.98	52.21	10.0	3.0
109	10812.59	10835.11	45°02'28"	40	28.65	22.52	11.88	21.95	2.36	2.18	49.41	10.0	3.0
110	10861.51	10879.34	17°49'51"	20	57.30	17.83	8.99	17.76	0.70	0.69	26.4	6.7	1.5
111	10939.02	10950.13	10°00'04"	18	63.66	11.11	5.57	11.10	0.24	0.24	59.68	6.1	1.4
112	11088.53	11110.22	21°41'37"	20	57.30	21.69	10.98	21.56	1.04	1.02	138.4	6.7	1.5
113	11217.60	11238.70	21°05'40"	20	57.30	21.09	10.67	20.98	0.98	0.97	107.38	6.7	1.5
114	11252.75	11274.72	41°45'11"	38	30.16	21.98	11.50	21.49	2.12	1.98	14.05	9.8	2.4
115	11310.92	11322.93	78°01'12"	130	8.81	12.00	7.14	11.10	2.53	1.97	36.2	10.0	3.0
116	11346.95	11373.42	33°05'11"	25	45.84	26.47	13.62	26.10	1.98	1.90	24.02	7.9	1.7
117	11486.42	11496.96	39°33'11"	75	15.28	10.55	5.49	10.34	0.96	0.90	113	10.0	3.0
118	11510.68	11522.21	34°33'55"	60	19.10	11.52	5.94	11.35	0.90	0.86	13.72	10.0	3.0
119	11641.05	11659.91	18°51'45"	20	57.30	18.86	9.52	18.78	0.79	0.77	118.84	6.7	1.5
120	11683.20	11698.04	25°58'21"	35	32.74	14.84	7.55	14.71	0.86	0.84	23.29	9.5	2.2
121	11735.66	11755.10	36°55'51"	38	30.16	19.44	10.07	19.10	1.64	1.55	37.62	9.8	2.4
122	11908.26	11916.78	08°31'06"	20	57.30	8.52	4.27	8.51	0.16	0.16	153.16	6.7	1.5
123	12123.43	12138.14	88°16'43"	120	9.55	14.71	9.27	13.30	3.76	2.70	206.65	10.0	3.0

Apéndice 4. **Tabulación de curvas verticales**

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

No.	EST PIV	ELEV PIV	Pe%	Ps%	A	K	LCV	Criterios LCV				OM	PIV CORREGIDA
								Seguridad	Apariencia	Comodidad	Drenaje		
1	0+272.76	972.47	-11.45	-12.34	-0.89	22.42	20.0	si	no	si	si	-0.02225	972.45
2	0+448.96	950.73	-12.34	-11.74	0.6	33.36	20.0	si	si	si	si	0.015	950.75
3	0+657.51	926.21	-11.74	-10.35	1.39	21.68	30.1	si	no	si	si	0.052298	926.26
4	0+789.93	912.54	-10.35	-13.1	-2.75	25.48	70.1	si	no	si	si	-0.24097	912.3
5	0+915.14	896.14	-13.1	-12.54	0.56	35.92	20.1	si	si	si	si	0.01407	896.15
6	1+022.59	882.67	-12.54	-1.46	11.08	5.42	60.1	si	no	si	si	0.832385	883.5
7	1+184.38	880.3	-1.46	-1.12	0.34	58.17	19.8	si	si	si	no	0.008415	880.31
8	1+381.09	878.09	-1.12	6.87	7.99	2.25	18.0	si	no	si	si	0.179775	878.27
9	1+463.53	883.76	6.87	-9.22	-16.09	1.86	29.9	si	no	no	si	-0.60136	883.16
10	1+625.85	868.79	-9.22	-5.95	3.27	15.3	50.0	si	no	si	si	0.204375	868.99
11	1+823.22	844.14	-5.95	6	11.95	3	35.9	si	no	si	si	0.635256	844.68
12	2+022.29	832.21	-6	-2.13	3.87	7.76	30.0	si	no	si	si	0.145125	832.36
13	2+263.07	827.07	-2.13	-7.63	-5.5	18.18	100.0	si	no	si	si	-0.6875	826.38
14	2+450.09	812.79	-7.63	-10.91	-3.28	19.81	65.0	si	no	si	si	-0.2665	812.52
15	2+750.54	780.00	-10.91	-5.42	5.49	7.28	40.0	si	si	si	si	0.2745	780.27
16	2+949.92	769.2	-5.42	-11.68	-6.26	19.16	120	si	si	si	si	-0.939	768.26
17	3+249.11	734.25	-11.68	-13.98	-2.3	17.39	40.0	si	no	si	si	-0.115	734.14
18	3+479.98	701.97	-13.98	-13.19	0.79	25.25	20	si	si	si	si	-0.0575	701.91
19	3+650.67	679.45	-13.19	-13.55	-0.36	56.35	20	si	si	si	no	-0.009	679.44
20	3+894.01	646.48	-13.55	-13.39	0.16	250	40	si	si	si	no	0.008	646.49
21	4+146.94	612.6	-13.39	-13.6	-0.21	96.82	20	si	si	si	si	-0.0052	612.59
22	4+279.24	594.61	-13.6	-12.47	1.13	22.04	25	si	no	si	si	0.035312	694.65
23	4+449.99	573.33	-12.47	-13.7	-1.23	24.24	30	si	no	si	si	-0.04613	573.28
24	4+616.00	550.58	-13.7	-3.4	10.3	6.17	64	si	no	si	si	0.824	551.4
25	4+892.77	539.55	-3.4	-1.71	1.69	18	30	si	si	si	si	0.0633	539.61
26	5+036.80	537.09	-1.71	-14.01	-12.3	2.03	25	si	no	si	si	-0.38438	536.71
27	5+185.82	516.22	-14.01	-14.78	-0.77	32.17	25	si	si	si	si	-0.02406	516.2
28	5+437.31	479.04	-14.78	-13.5	1.28	24	31	si	no	si	si	0.0496	479.09
29	5+677.67	443.72	-14.69	-8.7	5.99	5.84	35	si	no	si	si	0.056	443.78
30	5+940.63	420.84	-8.7	-12.21	-3.51	15.65	55	si	no	si	si	-0.24131	420.6

31	6+245.22	383.64	-12.21	-8.36	3.85	10.39	40	si	no	si	si	0.1925	383.83
32	6+431.03	368.1	-8.36	-0.29	8.07	6.2	50	si	no	si	si	0.504375	368.6
33	6+606.06	367.58	-0.29	-13.47	-13.18	2.28	30	si	no	si	si	-0.49425	367.09
34	6+809.14	340.22	-13.47	-11.61	1.86	10.76	20	si	si	si	si	0.0465	340.27
35	7+000.31	318.02	-11.61	-14.32	-2.71	18.51	50	si	no	si	si	-0.16938	317.85
36	7+250.22	282.24	-14.32	-10.96	3.36	10.43	35	si	no	si	si	0.147	282.39
37	7+463.01	258.92	-10.96	-13.94	-2.98	20.1	60	si	si	si	si	-0.2235	258.7
38	7+699.63	225.93	-13.94	3.04	16.98	6.18	105	si	no	si	si	2.22862	228.16
39	7+850.41	230.51	3.04	-9.28	-12.32	2.03	25	si	no	si	si	-0.385	230.13
40	8+009.78	215.72	-9.28	-15.42	-6.14	3.26	20	si	no	si	si	-0.1535	215.57
41	8+175.10	190.23	-15.42	-6.18	9.24	7.03	65	si	no	si	si	0.7507	190.98
42	8+399.20	176.38	-6.18	-10.62	-4.44	4.51	20	si	no	si	si	-0.111	176.27
43	8+645.15	150.27	-10.62	-9.61	1.01	30	30	si	si	si	si	0.037875	150.31
44	8+851.07	128.42	-9.61	-11.68	-2.07	17	35	si	no	si	si	-0.09056	128.33
45	9+040.65	106.27	-11.68	-13.35	-1.67	11.98	20	si	no	si	si	-0.04175	106.23
46	9+203.17	84.57	-13.65	-1.74	11.91	6	71	si	no	si	si	1.057012	85.63
47	9+502.09	78.73	-2.06	6.45	8.51	6.45	55	si	no	si	si	0.585062	79.32
48	9+636.96	87.43	6.45	-10.74	-17.19	2.04	35	si	no	si	si	-0.75206	86.68
49	9+902.35	58.94	-10.74	-5.51	5.23	5.75	30	si	no	si	si	0.196125	59.14
50	10+598.05	56.34	6.62	-9.74	-16.36	2.14	35	si	no	si	si	-0.71575	55.62
51	10+901.46	26.8	-9.74	7.52	17.26	6.09	105	si	no	si	si	2.2653	29.07
52	11+340.2	37.8	-2.46	-12.15	-9.69	2.07	20	si	no	si	si	-0.24225	37.56
53	11+751.0	-10.5	-5.29	10.05	15.34	4	61	si	si	si	si	1.169675	-9.33
54	11+937.3	28.22	10.05	-9.52	-19.57	2.04	40	si	no	no	si	-0.9785	27.24
55	12+129.1	9.96	-9.52	-10.46	-0.94	21	20	si	no	si	si	-0.0235	9.94
56	12+249.5	-2.62	-10.46	-12.77	-2.31	19.47	45	si	no	si	si	-0.12993	-2.75

Apéndice 5. **Tabulación de área de corte y área de relleno**

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

Estación	Área de corte (m2)			Área de relleno (m2)			Volumen corte (m3)	Volumen relleno (m3)	factor abundancia	Volumen abundado (m3)	Volumen abundado (m3)	Suma de volúmenes (m3)	
	C.1	C.2	C.T.	R.1	R.2	R.T.						C	R
0+020	0	0	0	3.72	1.7	5.42	0.0	93.1	1.1	0.0	-93.1	0	-93.1
0+040	0	0	0	2.98	0.91	3.89	4.1	45.1	1.1	4.5	-45.1	0	-40.6
0+060	1.76	0	1.76	1.97	0	1.97	28.0	12.0	1.1	30.8	-12.0	0	18.8
0+080	2.87	0	2.87	1.06	0	1.06	50.5	8.0	1.1	55.6	-8.0	47.6	0
0+100	4.19	0	4.195	1.75	0	1.75	24.6	13.5	1.1	27.1	-13.5	13.6	0
0+120	0	0.094	0.094	1.43	0	1.43	15.0	8.4	1.1	16.5	-8.4	0	8.1
0+140	2.53	0	2.53	0	0.53	0.53	13.7	9.7	1.1	15.1	-9.7	5.4	0
0+160	0	0	0	0.92	0.68	1.6	0.0	54.9	1.1	0.0	-54.9	0	-54.9
0+180	0	0	0	3.11	0.78	3.89	0.0	61.2	1.1	0.0	-61.2	0	-61.1
0+200	0	0.168	0.168	2.39	0	2.39	0.8	40.2	1.1	0.9	-40.2	0	-39.3
0+220	0	0.487	0.487	2.2	0	2.2	0.6	32.7	1.1	0.6	-32.7	0	-32.1
0+240	0	0	0	1.01	0.49	1.5	0.0	55.1	1.1	0.0	-55.1	0	-55.1
0+260	0	0	0	2.76	1.25	4.01	0.0	95.3	1.1	0.0	-95.3	0	-95.3
0+280	0	0	0	4.5	1.02	5.52	0.0	109.9	1.1	0.0	-109.9	0	-109.9
0+300	0	0	0	4.04	1.43	5.47	0.0	86.2	1.1	0.0	-86.2	0	-86.2
0+320	0	0	0	2.38	0.77	3.15	1.2	47.5	1.1	1.4	-47.5	0	-46.1
0+340	0	0.886	0.886	2.36	0	2.36	18.6	26.1	1.1	20.4	-26.1	0	-5.6
0+360	0	3.174	3.174	2.45	0	2.45	27.0	15.5	1.1	29.7	-15.5	14.2	0
0+380	1.56	0	1.564	0	1.14	1.14	17.8	10.5	1.1	19.5	-10.5	9.0	0
0+400	1.58	0	1.58	0	1.28	1.28	47.9	3.5	1.1	52.6	-3.5	49.2	0
0+420	4.49	0	4.49	0	0.35	0.35	49.3	1.5	1.1	54.2	-1.5	52.7	0
0+440	1.29	0	1.29	0	0.65	0.65	19.1	1.4	1.1	21.0	-1.4	19.7	0
0+460	0.74	0.396	1.136	0	0	0	23.5	0.0	1.1	25.8	0.0	25.8	0
0+480	0.86	0.351	1.211	0	0	0	37.4	0.0	1.1	41.1	0.0	41.1	0
0+500	2.16	0.365	2.525	0	0	0	83.4	0.0	1.1	91.7	0.0	91.7	0
0+520	3.23	2.585	5.815	0	0	0	77.9	0.0	1.1	85.7	0.0	85.7	0
0+540	1.66	0.315	1.975	0	0	0	32.9	0.0	1.1	36.1	0.0	36.1	0
0+560	1.31	0	1.31	0	0	0	31.8	0.0	1.1	35.0	0.0	35.0	0
0+580	0.42	1.448	1.868	0	0	0	34.9	0.0	1.1	38.3	0.0	38.3	0
0+600	0.76	0.858	1.618	0	0	0	33.9	0.0	1.1	37.2	0.0	37.2	0

0+620	0.64	1.128	1.768	0	0	0	39.6	0.0	1.1	43.6	0.0	43.6	0
0+640	0.26	1.936	2.196	0	0	0	47.8	0.0	1.1	52.6	0.0	52.6	0
0+660	0.28	2.303	2.583	0	0	0	43.3	2.1	1.1	47.7	-2.1	45.6	0
0+680	0	2.696	2.696	1.15	0	1.15	26.4	15.1	1.1	29.1	-15.1	14.0	0
0+700	0	1.94	1.94	2.35	0	2.35	17.2	22.1	1.1	18.9	-22.1	0	-3.2
0+720	0	1.724	1.724	1.81	0	1.81	20.6	15.5	1.1	22.7	-15.5	0	0
0+740	0	2.124	2.124	1.53	0	1.53	15.9	12.2	1.1	17.5	-12.2	5.3	0
0+760	0	0.858	0.858	1.08	0	1.08	5.6	8.1	1.1	6.1	-8.1	0	-1.9
0+780	0	0.372	0.372	0.4	0	0.4	2.7	16.7	1.1	2.9	-16.7	0	-13.8
0+800	0.56	0	0.56	0	1.94	1.94	2.8	28.2	1.1	3.1	-28.2	0	-25.0
0+820	0	0.617	0.617	0	1.77	1.77	3.0	25.9	1.1	3.3	-25.9	0	-22.6
0+840	0.57	0	0.57	0	1.71	1.71	20.6	6.0	1.1	22.7	-6.0	0	16.7
0+860	1.36	1.24	2.6	0	0	0	40.1	0.0	1.1	44.1	0.0	44.1	0
0+880	0.48	0.926	1.406	0	0	0	21.2	0.0	1.1	23.4	0.0	23.4	0
0+900	0.39	0.328	0.718	0	0	0	13.5	0.9	1.1	14.9	-0.9	13.9	0
0+920	0.99	0	0.99	0.45	0	0.45	14.7	1.7	1.1	16.2	-1.7	14.5	0
0+940	0.98	0	0.98	0	0.22	0.22	13.0	0.3	1.1	14.2	-0.3	14.0	0
0+960	0.27	0.237	0.507	0	0	0	11.8	0.0	1.1	12.9	0.0	12.9	0
0+980	0.27	0.398	0.668	0	0	0	21.5	0.0	1.1	23.7	0.0	23.7	0
1+000	0.79	0.696	1.486	0	0	0	51.6	0.0	1.1	56.8	0.0	56.8	0
1+020	3.37	0.308	3.678	0	0	0	84.0	0.0	1.1	92.3	0.0	92.3	0
1+040	3.62	1.097	4.717	0	0	0	83.5	0.0	1.1	91.9	0.0	91.9	0
1+060	3.16	0.477	3.637	0	0	0	31.5	0.7	1.1	34.7	-0.7	33.9	0
1+080	0	0	0	0.39	0.17	0.56	10.5	4.0	1.1	11.6	-4.0	0	7.6
1+100	1.7	0	1.7	0.49	0	0.49	25.0	1.7	1.1	27.5	-1.7	25.8	0
1+120	1.45	0	1.45	0	0.33	0.33	29.8	2.5	1.1	32.8	-2.5	30.3	0
1+140	2.4	0	2.4	0	0.79	0.79	13.4	9.6	1.1	14.8	-9.6	5.1	0
1+160	0.08	0	0.08	0	1.31	1.31	1.1	14.4	1.1	1.3	-14.4	0	-13.2
1+180	0.44	0	0.44	0	0.54	0.54	10.7	5.8	1.1	11.8	-5.8	0	6.0
1+200	1.42	0	1.42	0	0.83	0.83	15.8	4.4	1.1	17.4	-4.4	13.0	0
1+220	0.99	0	0.99	0	0.44	0.44	22.8	0.6	1.1	25.1	-0.6	24.4	0
1+240	1.04	0.626	1.666	0	0	0	18.2	1.2	1.1	20.1	-1.2	18.9	0
1+260	0.62	0	0.62	0	0.58	0.58	4.1	9.2	1.1	4.5	-9.2	-4.7	0

1+280	0.41	0	0.41	0	0.96	0.96	1.8	17.0	1.1	1.9	-17.0	0	-15.0
1+300	0.31	0	0.31	0	1.28	1.28	2.1	16.0	1.1	2.3	-16.0	0	-13.7
1+320	0.48	0	0.48	0	0.9	0.9	6.2	7.3	1.1	6.8	-7.3	0	-0.5
1+340	0.81	0	0.81	0	0.5	0.5	14.0	1.1	1.1	15.4	-1.1	14.3	0
1+360	0.81	0.172	0.982	0	0	0	6.4	8.3	1.1	7.0	-8.3	-1.2	0
1+380	0.38	0	0.38	0	1.55	1.55	3.0	19.3	1.1	3.3	-19.3	0	-16.0
1+400	0.68	0	0.68	0	1.14	1.14	1.6	17.1	1.1	1.7	-17.1	0	-15.3
1+420	0	0	0	0.34	0.75	1.09	0.1	40.0	1.1	0.2	-40.0	0	-39.9
1+440	0.26	0	0.26	0	3.16	3.16	0.1	60.8	1.1	0.1	-60.8	0	-60.7
1+460	0	0	0	0.78	2.39	3.17	0.0	48.0	1.1	0.0	-48.0	0	-48.0
1+480	0	0	0	0.75	0.88	1.63	0.2	22.8	1.1	0.2	-22.8	0	-22.6
1+500	0.24	0	0.24	0.87	0	0.87	0.1	58.1	1.1	0.1	-58.1	0	-58.0
1+520	0	0	0	4.68	0.49	5.17	0.0	67.0	1.1	0.0	-67.0	0	-67.0
1+540	0	0	0	1.33	0.2	1.53	0.0	24.0	1.1	0.0	-24.0	0	-24.0
1+560	0	0	0	0.6	0.27	0.87	0.0	24.4	1.1	0.0	-24.4	0	-24.4
1+580	0	0	0	0.81	0.76	1.57	0.0	59.3	1.1	0.0	-59.3	0	-59.3
1+600	0	0	0	2.05	2.31	4.36	0.0	70.8	1.1	0.0	-70.8	0	-70.8
1+620	0	0	0	0.66	2.06	2.72	0.0	53.3	1.1	0.0	-53.3	0	-53.3
1+640	0	0	0	1.53	1.08	2.61	0.0	38.8	1.1	0.0	-38.8	0	-38.8
1+660	0	0	0	0.37	0.9	1.27	3.6	16.0	1.1	3.9	-16.0	0	-12.0
1+680	1.11	0	1.11	0	1.08	1.08	26.7	2.5	1.1	29.4	-2.5	26.8	0
1+700	1.77	0.616	2.386	0	0	0	27.5	0.6	1.1	30.3	-0.6	29.7	0
1+720	0.76	0	0.76	0	0.45	0.45	6.6	4.9	1.1	7.2	-4.9	2.4	0
1+740	0.46	0	0.46	0	0.6	0.6	6.7	5.4	1.1	7.4	-5.4	0	1.9
1+760	0	0.817	0.817	0.55	0	0.55	6.7	4.4	1.1	7.4	-4.4	2.9	0
1+780	0.4	0	0.4	0.44	0	0.44	1.8	8.4	1.1	1.9	-8.4	0	-6.4
1+800	0.16	0	0.16	0	0.78	0.78	0.1	15.2	1.1	0.2	-15.2	0	-15.1
1+820	0	0	0	0.43	0.46	0.89	4.6	4.4	1.1	5.1	-4.4	0	0.7
1+840	0.44	0.475	0.915	0	0	0	13.3	8.4	1.1	14.6	-8.4	6.2	0
1+860	1.47	0	1.47	0	1.9	1.9	7.7	24.6	1.1	8.4	-24.6	0	-16.1
1+880	0.67	0	0.67	0	1.93	1.93	6.3	24.5	1.1	7.0	-24.5	0	-17.6
1+900	1.21	0	1.21	0	1.77	1.77	9.6	23.8	1.1	10.6	-23.8	0	-13.2
1+920	1.26	0	1.26	0	2.12	2.12	6.3	19.9	1.1	6.9	-19.9	0	-13.0

1+940	0.49	0	0.49	0	0.99	0.99	18.1	2.8	1.1	20.0	-2.8	0	17.2
1+960	1.29	0.746	2.036	0	0	0	25.3	0.0	1.1	27.8	0.0	27.8	0
1+980	0.35	0.145	0.495	0	0	0	20.7	1.3	1.1	22.8	-1.3	21.4	0
2+000	2.1	0	2.1	0	0.66	0.66	35.6	3.3	1.1	39.1	-3.3	35.9	0
2+020	2.53	0	2.53	0.74	0	0.74	65.7	3.2	1.1	72.3	-3.2	69.1	0
2+040	5.5	0	5.5	1.04	0	1.04	54.9	4.3	1.1	60.4	-4.3	56.1	0
2+060	1.52	0	1.52	0.92	0	0.92	22.0	6.1	1.1	24.2	-6.1	18.1	0
2+080	1.83	0	1.83	0.84	0	0.84	18.8	7.7	1.1	20.7	-7.7	13.0	0
2+100	1.25	0	1.25	1.13	0	1.13	8.2	18.2	1.1	9.0	-18.2	-9.2	0
2+120	0.79	0	0.785	0	1.91	1.91	16.7	13.0	1.1	18.4	-13.0	0	5.3
2+140	2.36	0	2.36	0	0.87	0.87	20.2	2.1	1.1	22.2	-2.1	20.1	0
2+160	0.24	0.075	0.315	0	0	0	0.5	13.0	1.1	0.6	-13.0	-12.4	0
2+180	0	0	0	0.57	0.99	1.56	22.9	5.0	1.1	25.2	-5.0	0	20.2
2+200	0.23	3.122	3.352	0	0	0	54.4	1.8	1.1	59.8	-1.8	58.0	0
2+220	0	3.075	3.075	1.17	0	1.17	50.9	1.9	1.1	56.0	-1.9	54.1	0
2+240	3	0	3	0	0	0	45.7	0.3	1.1	50.3	-0.3	50.0	0
2+260	0	1.917	1.917	0.37	0	0.37	23.4	1.5	1.1	25.8	-1.5	24.3	0
2+280	0	1.01	1.01	0.36	0	0.36	18.5	0.5	1.1	20.4	-0.5	19.8	0
2+300	0.51	0.636	1.149	0	0	0	13.1	0.2	1.1	14.4	-0.2	14.2	0
2+320	0.34	0	0.338	0	0.2	0.2	2.1	9.2	1.1	2.3	-9.2	-6.8	0
2+340	0.32	0	0.316	0	1.16	1.16	2.3	18.0	1.1	2.5	-18.0	0	-15.5
2+360	0.55	0	0.547	0	1.28	1.28	2.8	15.7	1.1	3.1	-15.7	0	-12.6
2+380	0.41	0	0.407	0	0.96	0.96	10.4	3.5	1.1	11.4	-3.5	0	7.9
2+400	0.33	0.913	1.24	0	0	0	27.5	5.5	1.1	30.3	-5.5	24.8	0
2+420	2.75	0	2.745	0	1.78	1.78	19.7	11.6	1.1	21.7	-11.6	10.1	0
2+440	0.74	0	0.741	0	0.89	0.89	2.3	18.8	1.1	2.6	-18.8	0	-16.2
2+460	0.15	0	0.154	0	1.65	1.65	0.9	20.0	1.1	1.0	-20.0	0	-19.1
2+480	0.35	0	0.351	0.77	0	0.77	0.8	9.7	1.1	0.9	-9.7	0	-8.8
2+500	0	0	0	0.19	0.28	0.47	0.0	18.4	1.1	0.0	-18.4	0	-18.4
2+520	0	0	0	0.77	0.61	1.37	0.0	30.4	1.1	0.0	-30.4	0	-30.4
2+540	0	0	0	0.81	0.85	1.67	0.0	27.1	1.1	0.0	-27.1	0	-27.1
2+560	0	0	0	0.44	0.6	1.04	0.0	25.1	1.1	0.0	-25.1	0	-25.1
2+580	0	0	0	0.93	0.54	1.47	11.7	9.1	1.1	12.9	-9.1	0	3.8

2+600	2.2	0	2.204	0.47	0	0.47	23.9	7.1	1.1	26.3	-7.1	19.2	0
2+620	1.49	0	1.487	0	1.54	1.54	15.2	18.7	1.1	16.7	-18.7	-2.0	0
2+640	1.72	0	1.721	0	2.02	2.02	22.7	15.6	1.1	25.0	-15.6	0	9.4
2+660	2.44	0	2.436	0	1.42	1.42	31.3	5.0	1.1	34.4	-5.0	29.4	0
2+680	1.95	0	1.945	0	0.33	0.33	24.8	0.4	1.1	27.3	-0.4	26.9	0
2+700	0.49	0.335	0.829	0	0	0	35.2	0.0	1.1	38.8	0.0	38.8	0
2+720	1.2	1.492	2.695	0	0	0	59.0	0.5	1.1	64.9	-0.5	64.4	0
2+740	0	3.737	3.737	0	0.58	0.58	96.7	0.3	1.1	106.3	-0.3	106.0	0
2+760	2.42	4.06	6.477	0	0	0	124.7	0.0	1.1	137.1	0.0	137.1	0
2+780	3.27	2.717	5.991	0	0	0	90.7	0.0	1.1	99.8	0.0	99.8	0
2+800	1.17	1.907	3.081	0	0	0	48.1	0.4	1.1	52.9	-0.4	52.5	0
2+820	0	2.149	2.149	0.46	0	0.46	18.6	8.4	1.1	20.5	-8.4	12.1	0
2+840	0	0.961	0.961	1.63	0	1.63	4.1	15.4	1.1	4.5	-15.4	0	-10.9
2+860	0	0.237	0.237	0.7	0	0.7	4.4	7.6	1.1	4.8	-7.6	0	-2.8
2+880	0	0.772	0.772	0.63	0	0.63	3.0	7.5	1.1	3.3	-7.5	-4.2	0
2+900	0	0	0	0.27	0.32	0.59	26.1	0.9	1.1	28.7	-0.9	0	27.7
2+920	0.75	2.356	3.102	0	0	0	25.3	3.4	1.1	27.8	-3.4	24.5	0
2+940	0	0.351	0.351	1.26	0	1.26	0.2	44.0	1.1	0.3	-44.0	0	-43.8
2+960	0	0	0	3.31	0.16	3.47	0.0	44.9	1.1	0.0	-44.9	0	-44.9
2+980	0	0	0	0.24	0.79	1.02	0.0	25.9	1.1	0.0	-25.9	0	-25.9
3+000	0	0	0	0.91	0.65	1.57	0.0	59.9	1.1	0.0	-59.9	0	-59.9
3+020	0	0	0	3.9	0.52	4.42	0.1	93.1	1.1	0.1	-93.1	0	-93.0
3+040	0.29	0	0.29	5.17	0	5.17	4.1	46.3	1.1	4.5	-46.3	0	-41.8
3+060	1.5	0	1.497	0.84	0	0.84	50.8	4.2	1.1	55.9	-4.2	51.8	0.0
3+080	5.04	0	5.042	1.03	0	1.03	45.0	16.4	1.1	49.5	-16.4	33.1	0
3+100	2.17	0	2.17	3.32	0	3.32	4.0	79.4	1.1	4.4	-79.4	0	-75.0
3+120	0	0	0	2.61	3.78	6.39	0.0	146.3	1.1	0.0	-146.3	0	-146.3
3+140	0	0	0	3.91	4.32	8.24	0.0	120.9	1.1	0.0	-120.9	0	-120.9
3+160	0	0	0	1.18	2.67	3.85	1.4	43.4	1.1	1.5	-43.4	0	-41.9
3+180	0	0.91	0.91	1.26	0	1.26	14.2	11.6	1.1	15.6	-11.6	0	4.0
3+200	0	1.788	1.788	1.18	0	1.18	5.9	24.4	1.1	6.5	-24.4	-17.9	0
3+220	0	0	0	1.53	0.94	2.46	0.0	53.2	1.1	0.0	-53.2	0	-53.2
3+240	0	0	0	1.23	1.63	2.86	0.0	70.4	1.1	0.0	-70.4	0	-70.4

3+260	0	0	0	0.99	3.19	4.18	0.0	73.4	1.1	0.0	-73.4	0	-73.4
3+280	0	0	0	1.03	2.13	3.16	0.0	58.8	1.1	0.0	-58.8	0	-58.8
3+300	0	0	0	1.14	1.58	2.72	0.0	39.6	1.1	0.0	-39.6	0	-39.6
3+320	0	0	0	0.69	0.54	1.24	4.9	17.9	1.1	5.4	-17.9	0	-12.6
3+340	0	1.424	1.424	1.49	0	1.49	3.5	32.3	1.1	3.9	-32.3	-28.4	0
3+360	0	0	0	1.11	1.7	2.81	0.9	37.4	1.1	0.9	-37.4	0	-36.4
3+380	0.65	0	0.65	0	1.49	1.49	11.4	24.3	1.1	12.5	-24.3	0	-11.8
3+400	2.15	0	2.149	0	2.6	2.6	26.4	27.2	1.1	29.1	-27.2	0	1.9
3+420	3.17	0	3.174	0	2.8	2.8	23.8	25.2	1.1	26.1	-25.2	1.0	0
3+440	1.65	0	1.646	0	2.16	2.16	7.0	18.2	1.1	7.7	-18.2	0	-10.4
3+460	0.19	0	0.189	0.79	0	0.79	0.1	20.6	1.1	0.2	-20.6	0	-20.4
3+480	0	0	0	0.29	1.15	1.44	0.0	27.4	1.1	0.0	-27.4	0	-27.4
3+500	0	0	0	0.32	0.99	1.3	4.1	10.2	1.1	4.5	-10.2	0	-5.7
3+520	1.06	0	1.06	0.37	0	0.37	4.2	21.0	1.1	4.7	-21.0	-16.3	0
3+540	0.31	0	0.308	0	2.67	2.67	3.7	67.4	1.1	4.1	-67.4	0	-63.3
3+560	1.65	0	1.652	5.66	0	5.66	7.7	72.2	1.1	8.5	-72.2	0	-63.7
3+580	1.48	0	1.48	0	3.92	3.92	14.8	60.0	1.1	16.3	-60.0	0	-43.7
3+600	2.99	0	2.99	0	5.07	5.07	21.2	64.2	1.1	23.3	-64.2	0	-40.9
3+620	2.82	0	2.82	0	5.04	5.04	22.7	47.8	1.1	25.0	-47.8	0	-22.8
3+640	2.75	0	2.747	0	3.03	3.03	44.6	9.6	1.1	49.1	-9.6	0	39.5
3+660	3.56	0.224	3.786	0	0	0	85.6	0.0	1.1	94.2	0.0	94.2	0
3+680	3.96	0.811	4.774	0	0	0	38.4	10.0	1.1	42.3	-10.0	32.3	0
3+700	1.03	0	1.031	0	2.96	2.96	1.2	66.8	1.1	1.4	-66.8	0	-65.5
3+720	0	0	0	0.57	4.06	4.63	0.0	97.6	1.1	0.0	-97.6	0	-97.6
3+740	0	0	0	0.74	4.39	5.13	0.0	94.2	1.1	0.0	-94.2	0	-94.2
3+760	0	0	0	0.4	3.89	4.29	5.2	47.4	1.1	5.7	-47.4	0	-41.7
3+780	2.09	0	2.086	0	2.02	2.02	4.9	52.4	1.1	5.4	-52.4	-47.1	0
3+800	0	0	0	2.52	2.3	4.82	0.0	61.4	1.1	0.0	-61.4	0	-61.4
3+820	0	0	0	0.71	0.61	1.32	0.6	15.8	1.1	0.6	-15.8	0	-15.2
3+840	0.36	0	0.358	0	0.56	0.56	19.3	5.1	1.1	21.2	-5.1	0	16.1
3+860	0	2.565	2.565	0	0.95	0.95	42.8	1.5	1.1	47.0	-1.5	45.5	0
3+880	1.35	1.162	2.512	0	0	0	25.6	1.9	1.1	28.2	-1.9	26.3	0
3+900	0	0.74	0.74	0.88	0	0.88	5.7	5.6	1.1	6.3	-5.6	0	0.6

3+920	0	0.396	0.396	0.25	0	0.25	9.3	1.9	1.1	10.3	-1.9	8.3	0
3+940	0	0.964	0.964	0.37	0	0.37	7.2	2.8	1.1	8.0	-2.8	5.2	0
3+960	0	0.211	0.211	0.36	0	0.36	5.2	2.1	1.1	5.7	-2.1	0	3.6
3+980	0	0.646	0.646	0.19	0	0.19	9.3	0.3	1.1	10.3	-0.3	10.0	0
4+000	0.12	0.325	0.448	0	0	0	23.4	0.0	1.1	25.7	0.0	25.7	0
4+020	0.27	1.62	1.89	0	0	0	77.5	0.0	1.1	85.2	0.0	85.2	0
4+040	1.8	4.05	5.855	0	0	0	113.4	0.0	1.1	124.7	0.0	124.7	0
4+060	1.47	4.015	5.484	0	0	0	91.6	0.0	1.1	100.7	0.0	100.7	0
4+080	0.92	2.756	3.671	0	0	0	76.8	0.0	1.1	84.4	0.0	84.4	0
4+100	1.69	2.313	4.005	0	0	0	95.8	0.0	1.1	105.3	0.0	105.3	0
4+120	2.52	3.052	5.571	0	0	0	105.6	0.0	1.1	116.2	0.0	116.2	0
4+140	1.4	3.59	4.992	0	0	0	75.0	0.1	1.1	82.5	-0.1	82.4	0
4+160	0	2.757	2.757	0.26	0	0.26	45.9	1.8	1.1	50.4	-1.8	48.6	0
4+180	0	2.745	2.745	0.84	0	0.84	73.1	0.8	1.1	80.5	-0.8	79.7	0
4+200	1.47	3.857	5.33	0	0	0	99.3	0.0	1.1	109.2	0.0	109.2	0
4+200	0.52	4.081	4.597	0	0	0	97.7	0.0	1.1	107.5	0.0	107.5	0
4+220	1.64	3.538	5.175	0	0	0	40.0	3.5	1.1	44.0	-3.5	40.6	0
4+260	0	0	0	0.32	1.2	1.52	19.6	19.6	1.1	21.6	-19.6	0	2.0
4+280	0	3.926	3.926	2.4	0	2.4	35.1	9.8	1.1	38.6	-9.8	28.7	0
4+300	0	1.437	1.437	0.44	0	0.44	7.3	17.1	1.1	8.0	-17.1	-9.1	0
4+320	0	0.405	0.405	2.38	0	2.38	7.3	20.1	1.1	8.1	-20.1	0	-12.1
4+340	0	1.543	1.543	0	0.85	0.85	28.9	11.5	1.1	31.7	-11.5	20.3	0
4+360	0	3.164	3.164	2.12	0	2.12	27.9	7.1	1.1	30.7	-7.1	23.5	0
4+380	0.34	0.69	1.032	0	0	0	6.4	2.3	1.1	7.1	-2.3	4.8	0
4+400	0	0	0	0.45	0.17	0.62	0.0	15.5	1.1	0.0	-15.5	0	-15.5
4+420	0	0	0	0.19	0.74	0.93	1.6	9.4	1.1	1.7	-9.4	0	-7.7
4+440	0.55	0	0.546	0.4	0	0.4	1.5	10.0	1.1	1.7	-10.0	-8.3	0
4+460	0	0	0	0.14	0.85	0.99	0.0	14.1	1.1	0.0	-14.1	0	-14.1
4+480	0	0	0	0.1	0.32	0.42	1.2	2.5	1.1	1.3	-2.5	0	-1.2
4+500	0.12	0.174	0.292	0	0	0	12.4	1.5	1.1	13.6	-1.5	12.1	0
4+520	1.38	0	1.378	0.58	0	0.58	50.4	0.5	1.1	55.5	-0.5	54.9	0
4+540	0.97	3.219	4.191	0	0	0	75.0	0.0	1.1	82.5	0.0	82.5	0
4+560	0.49	2.816	3.305	0	0	0	63.5	0.0	1.1	69.9	0.0	69.9	0

4+580	3.05	0	3.047	0	0	0	66.8	0.0	1.1	73.5	0.0	73.5	0
4+600	0.45	3.181	3.634	0	0	0	65.3	0.0	1.1	71.9	0.0	71.9	0
4+620	0.63	2.266	2.899	0	0	0	76.3	0.0	1.1	83.9	0.0	83.9	0
4+640	2.06	2.666	4.726	0	0	0	90.3	0.0	1.1	99.3	0.0	99.3	0
4+660	2.5	1.8	4.302	0	0	0	37.9	27.5	1.1	41.7	-27.5	14.2	0
4+680	2.71	0	2.71	0	5.97	5.97	18.5	81.9	1.1	20.3	-81.9	0	-61.6
4+700	3.02	0	3.023	0	6.11	6.11	14.5	70.6	1.1	16.0	-70.6	0	-54.6
4+720	1.63	0	1.628	4.15	0	4.15	10.2	73.0	1.1	11.2	-73.0	0	-61.7
4+740	2.13	0	2.126	0	5.88	5.88	13.6	64.0	1.1	15.0	-64.0	0	-49.0
4+760	2.19	0	2.186	0	3.47	3.47	11.2	55.7	1.1	12.3	-55.7	0	-43.3
4+780	1.44	0	1.437	0	4.6	4.6	8.2	62.6	1.1	9.0	-62.6	0	-53.5
4+800	1.65	0	1.647	0	3.92	3.92	7.4	48.4	1.1	8.1	-48.4	0	-40.3
4+820	0.98	0	0.979	0	2.81	2.81	3.9	41.8	1.1	4.3	-41.8	0	-37.5
4+840	0.7	0	0.701	0	2.66	2.66	2.2	32.8	1.1	2.4	-32.8	0	-30.4
4+860	0.36	0	0.362	0	1.46	1.46	0.7	31.5	1.1	0.7	-31.5	0	-30.7
4+880	0.17	0	0.167	0	2.15	2.15	4.2	31.5	1.1	4.6	-31.5	0	-26.9
4+900	1.4	0	1.4	0	2.15	2.15	5.5	26.8	1.1	6.0	-26.8	0	-20.7
4+920	0.36	0	0.361	0	1.74	1.74	10.4	19.5	1.1	11.4	-19.5	0	-8.1
4+940	2.1	0	2.103	0	1.64	1.64	12.5	21.3	1.1	13.8	-21.3	-7.5	0
4+960	0.79	0	0.785	0	2.12	2.12	8.9	26.9	1.1	9.8	-26.9	0	-17.1
4+980	1.65	0	1.646	0	2.11	2.11	5.7	25.7	1.1	6.3	-25.7	0	-19.4
5+000	0.14	0	0.144	0	1.68	1.68	0.3	136.2	1.1	0.3	-136.2	0	-135.9
5+020	0.52	0	0.515	0	12.57	12.57	0.1	192.9	1.1	0.1	-192.9	0	-192.7
5+040	0	0	0	5.32	1.9	7.22	0.0	121.2	1.1	0.0	-121.2	0	-121.2
5+060	0	0	0	2.07	2.84	4.9	6.7	93.6	1.1	7.3	-93.6	0	-86.3
5+080	3.17	0	3.166	6.96	0	6.96	41.5	39.7	1.1	45.7	-39.7	0	6.0
5+100	5.05	0	5.049	0	1.07	1.07	65.9	4.2	1.1	72.5	-4.2	68.3	0
5+120	3.2	0	3.2	0	1.01	1.01	14.3	21.8	1.1	15.8	-21.8	-6.1	0
5+140	0	0	0	1.33	1.62	2.94	0.2	33.5	1.1	0.2	-33.5	0	-33.3
5+160	0	0.291	0.291	0.68	0	0.68	4.5	19.1	1.1	5.0	-19.1	0	-14.1
5+180	0	1.09	1.09	2.16	0	2.16	5.1	18.1	1.1	5.6	-18.1	0	-12.5
5+200	0.38	0	0.375	0	0.61	0.61	0.3	38.5	1.1	0.3	-38.5	0	-38.1
5+220	0	0	0	2.98	0.6	3.58	0.0	64.5	1.1	0.0	-64.5	0	-64.5

5+240	0	0	0	1.57	1.3	2.87	0.0	32.7	1.1	0.0	-32.7	0	-32.7
5+260	0	0	0	0.2	0.21	0.4	0.0	46.3	1.1	0.0	-46.3	0	-46.3
5+280	0	0	0	0.67	3.56	4.23	9.2	63.9	1.1	10.1	-63.9	0	-53.8
5+300	3.34	0	3.342	0	4.58	4.58	14.9	33.8	1.1	16.4	-33.8	0	-17.3
5+320	0.4	0	0.396	0	1.04	1.04	2.7	24.2	1.1	2.9	-24.2	0	-21.3
5+340	0.67	0	0.67	0	2.18	2.18	5.2	32.1	1.1	5.7	-32.1	0	-26.3
5+360	1.14	0	1.144	0	2.32	2.32	1.9	47.4	1.1	2.1	-47.4	0	-45.3
5+380	0	0	0	0.19	3.18	3.37	0.9	52.3	1.1	1.0	-52.3	0	-51.2
5+400	0.8	0	0.798	0	2.56	2.56	8.9	16.0	1.1	9.8	-16.0	0	-6.2
5+420	0	1.288	1.288	0	0.24	0.24	10.6	1.9	1.1	11.7	-1.9	9.8	0
5+440	0.22	0	0.22	0	0.39	0.39	12.4	4.7	1.1	13.6	-4.7	0	8.9
5+460	1.78	0	1.782	0	0.85	0.85	10.7	10.3	1.1	11.8	-10.3	1.5	0
5+480	0.34	0	0.343	0	1.23	1.23	0.5	16.3	1.1	0.6	-16.3	0	-15.7
5+500	0	0	0	0.28	0.41	0.69	12.4	2.0	1.1	13.6	-2.0	0	11.7
5+520	1.09	0.646	1.734	0	0	0	15.8	19.4	1.1	17.4	-19.4	-2.0	0
5+540	1.59	0	1.594	3.69	0	3.69	9.8	22.2	1.1	10.8	-22.2	0	-11.4
5+560	0.86	0	0.857	0	0	0	9.5	17.6	1.1	10.5	-17.6	-7.2	0
5+580	1.39	0	1.391	3.06	0	3.06	18.6	24.3	1.1	20.5	-24.3	0	-3.8
5+600	2.6	0	2.6	0	1.5	1.5	33.8	6.8	1.1	37.2	-6.8	30.4	0
5+620	2.29	0	2.29	0	0.69	0.69	130.0	2.1	1.1	143.0	-2.1	140.9	0
5+640	0	12.38	12.38	1.19	0	1.19	217.1	1.6	1.1	238.8	-1.6	237.2	0
5+660	0	11.19	11.19	0.83	0	0.83	144.1	0.4	1.1	158.5	-0.4	158.1	0
5+680	0.66	3.349	4.008	0	0	0	54.5	0.0	1.1	60.0	0.0	60.0	0
5+700	0.44	1.002	1.445	0	0	0	50.9	0.0	1.1	56.0	0.0	56.0	0
5+720	0.22	3.429	3.645	0	0	0	45.1	0.3	1.1	49.7	-0.3	49.4	0
5+740	1.23	0	1.231	0	0.39	0.39	30.4	1.5	1.1	33.4	-1.5	31.9	0
5+760	2.49	0	2.495	0	0.45	0.45	51.0	0.3	1.1	56.1	-0.3	55.7	0
5+780	2.26	0.764	3.019	0	0	0	71.7	0.0	1.1	78.9	0.0	78.9	0
5+800	1.47	2.685	4.154	0	0	0	80.2	0.0	1.1	88.2	0.0	88.2	0
5+820	1.1	2.76	3.862	0	0	0	66.4	0.0	1.1	73.0	0.0	73.0	0
5+840	1.42	1.352	2.776	0	0	0	63.1	0.0	1.1	69.4	0.0	69.4	0
5+860	1.04	2.497	3.537	0	0	0	59.3	0.0	1.1	65.2	0.0	65.2	0
5+880	1.25	1.144	2.394	0	0	0	15.9	4.1	1.1	17.4	-4.1	13.3	0

5+900	0	0	0	0.63	0.59	1.22	9.0	5.3	1.1	9.9	-5.3	0	4.7
5+920	1.36	0.238	1.595	0	0	0	37.9	0.0	1.1	41.6	0.0	41.6	0
5+940	1.4	0.792	2.191	0	0	0	8.8	19.7	1.1	9.7	-19.7	-10.0	0
5+960	0	0	0	0.11	3.16	3.28	0.0	52.1	1.1	0.0	-52.1	0	-52.1
5+980	0	0	0	0.19	1.74	1.93	0.6	21.3	1.1	0.6	-21.3	0	-20.6
6+000	0.41	0	0.412	0	0.55	0.55	0.3	45.8	1.1	0.3	-45.8	0	-45.4
6+020	0	0	0	2.36	2.05	4.41	0.0	84.3	1.1	0.0	-84.3	0	-84.3
6+040	0	0	0	1.99	2.03	4.02	4.0	46.3	1.1	4.4	-46.3	0	-41.9
6+060	1.76	0	1.757	1.97	0	1.97	6.5	52.2	1.1	7.2	-52.2	0	-45.1
6+060	0.74	0	0.742	5.1	0	5.1	12.9	45.4	1.1	14.2	-45.4	0	-31.2
6+080	2.98	0	2.978	0	1.87	1.87	24.2	15.6	1.1	26.6	-15.6	11.0	0
6+100	1.39	0	1.386	0	1.64	1.64	8.8	33.7	1.1	9.7	-33.7	0	-24.0
6+120	1.22	0	1.221	0	3.46	3.46	11.7	52.5	1.1	12.8	-52.5	0	-39.7
6+140	2.42	0	2.424	0	4.27	4.27	6.1	53.4	1.1	6.8	-53.4	0	-46.6
6+160	0	0	0	0.59	2.29	2.88	3.2	23.5	1.1	3.6	-23.5	0	-19.9
6+180	1.2	0	1.195	0	0.34	0.34	41.7	0.2	1.1	45.8	-0.2	45.6	0
6+200	2.49	0.802	3.288	0	0	0	75.9	0.0	1.1	83.5	0.0	83.5	0
6+220	1.81	2.491	4.299	0	0	0	57.8	0.0	1.1	63.5	0.0	63.5	0
6+240	0.71	0.764	1.476	0	0	0	30.0	0.0	1.1	33.0	0.0	33.0	0
6+260	0.76	0.769	1.527	0	0	0	23.0	1.6	1.1	25.3	-1.6	23.7	0
6+280	1.39	0	1.393	0	0.78	0.78	43.0	1.1	1.1	47.3	-1.1	46.3	0
6+300	1.9	1.688	3.584	0	0	0	66.5	0.0	1.1	73.2	0.0	73.2	0
6+320	1.65	1.416	3.067	0	0	0	71.5	0.0	1.1	78.6	0.0	78.6	0
6+340	0.93	3.153	4.078	0	0	0	71.9	0.0	1.1	79.0	0.0	79.0	0
6+360	1.14	1.97	3.108	0	0	0	44.4	0.0	1.1	48.8	0.0	48.8	0
6+380	0.88	0.451	1.332	0	0	0	10.4	5.7	1.1	11.5	-5.7	5.8	0
6+400	0.48	0	0.484	0	1.34	1.34	0.7	48.9	1.1	0.8	-48.9	0.0	-48.1
6+420	0.18	0	0.176	0	4.14	4.14	0.1	62.4	1.1	0.1	-62.4	0	-62.2
6+440	0.12	0	0.122	0	2.38	2.38	3.1	18.6	1.1	3.4	-18.6	0	-15.3
6+460	0	0.941	0.941	0	0.24	0.24	38.2	0.6	1.1	42.0	-0.6	41.4	0
6+480	3.35	0	3.347	0	0.29	0.29	30.4	0.9	1.1	33.4	-0.9	32.5	0
6+500	0.21	0	0.213	0	0.32	0.32	0.9	18.4	1.1	1.0	-18.4	0	-17.5
6+520	0.27	0	0.273	0	1.92	1.92	0.8	39.1	1.1	0.8	-39.1	0	-38.3

6+540	0.35	0	0.35	2.54	0	2.54	3.7	37.8	1.1	4.1	-37.8	0	-33.7
6+560	1.21	0	1.206	0	2.42	2.42	17.9	44.9	1.1	19.7	-44.9	0	-25.3
6+580	3.42	0	3.419	0	4.91	4.91	16.6	74.8	1.1	18.3	-74.8	0	-56.6
6+600	1.77	0	1.769	0	6.1	6.1	1.6	158.5	1.1	1.8	-158.5	0	-156.7
6+620	0	0	0	7.91	3.45	11.36	0.0	269.3	1.1	0.0	-269.3	0	-269.3
6+640	0	0	0	12.9	2.67	15.57	17.3	138.6	1.1	19.1	-138.6	0	-119.5
6+660	6.64	0	6.636	0	3.19	3.19	31.1	43.9	1.1	34.2	-43.9	-9.8	0
6+680	0	0.168	0.168	4.9	0	4.9	1.5	71.9	1.1	1.6	-71.9	0	-70.3
6+700	0	1.012	1.012	3.32	0	3.32	5.5	46.5	1.1	6.0	-46.5	0	-40.5
6+720	0	1.135	1.135	2.93	0	2.93	18.6	24.4	1.1	20.4	-24.4	0	-4.0
6+740	2.85	0	2.849	1.64	0	1.64	52.7	23.0	1.1	58.0	-23.0	35.0	0
6+760	5.9	0	5.902	0	4.14	4.14	45.5	47.0	1.1	50.1	-47.0	3.1	0
6+780	3.28	0	3.277	0	5.18	5.18	40.7	63.2	1.1	44.8	-63.2	0	-18.4
6+800	5.86	0	5.863	0	6.21	6.21	80.2	34.7	1.1	88.2	-34.7	0	53.6
6+820	7.43	0	7.431	0	2.53	2.53	62.9	6.0	1.1	69.2	-6.0	63.2	0.0
6+840	0.35	0.442	0.793	0	0	0	34.4	0.9	1.1	37.8	-0.9	37.0	0
6+860	0	3.191	3.191	0.63	0	0.63	34.9	2.6	1.1	38.4	-2.6	35.8	0
6+880	0	1.253	1.253	0.58	0	0.58	21.8	6.7	1.1	23.9	-6.7	17.2	0
6+900	0	2.132	2.132	0	1.3	1.3	25.3	7.1	1.1	27.9	-7.1	20.8	0
6+920	0	1.743	1.743	0.75	0	0.75	7.5	13.2	1.1	8.2	-13.2	-5.0	0
6+940	0	0	0	0.86	0.71	1.57	5.2	9.8	1.1	5.7	-9.8	0	-4.0
6+960	1.23	0	1.234	0	0.12	0.12	23.3	0.8	1.1	25.6	-0.8	24.8	0
6+980	1.53	0	1.533	0.4	0	0.4	41.4	0.7	1.1	45.5	-0.7	44.8	0
7+000	3.14	0	3.142	0	0.21	0.21	82.3	0.1	1.1	90.5	-0.1	90.5	0
7+020	5.29	0	5.292	0	0	0	56.4	1.2	1.1	62.1	-1.2	60.9	0
7+040	1.16	0	1.162	0.93	0	0.93	9.7	11.8	1.1	10.7	-11.8	-1.1	0
7+060	0.88	0	0.879	1.32	0	1.32	8.3	15.1	1.1	9.1	-15.1	0	-6.0
7+080	1.06	0	1.064	1.31	0	1.31	15.3	8.7	1.1	16.8	-8.7	0	8.0
7+100	1.62	0	1.618	0.72	0	0.72	11.2	2.2	1.1	12.3	-2.2	10.1	0
7+120	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00	1.1	0.00	0.00	0	0
7+140	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00	1.1	0.00	0.00	0	0
7+160	0	0	0	0	0	0	6.1	0.0	1.1	6.8	0.0	0	0
7+180	0.28	0.337	0.614	0	0	0	30.8	0.0	1.1	33.9	0.0	33.9	0

7+200	0.97	1.495	2.466	0	0	0	35.9	0.0	1.1	39.5	0.0	39.5	0
7+220	0.63	0.497	1.128	0	0	0	53.4	0.0	1.1	58.8	0.0	58.8	0
7+240	2.35	1.867	4.214	0	0	0	77.6	0.0	1.1	85.4	0.0	85.4	0
7+260	2.7	0.848	3.549	0	0	0	82.2	0.0	1.1	90.4	0.0	90.4	0
7+280	4.19	0.48	4.668	0	0	0	66.8	0.1	1.1	73.5	-0.1	73.4	0
7+300	2.22	0	2.217	0	0.21	0.21	17.1	3.2	1.1	18.8	-3.2	15.6	0
7+320	0	0.232	0.232	0.85	0	0.85	0.1	43.8	1.1	0.1	-43.8	0	-43.7
7+340	0	0	0	2.1	1.65	3.75	0.0	46.1	1.1	0.0	-46.1	0	-46.1
7+360	0	0	0	0.35	0.51	0.86	0.0	28.6	1.1	0.0	-28.6	0	-28.6
7+380	0	0	0	0.26	1.74	2	0.1	24.0	1.1	0.1	-24.0	0	-23.9
7+400	0.16	0	0.156	0	0.55	0.55	0.1	15.2	1.1	0.1	-15.2	0	-15.0
7+420	0	0	0	0.39	0.72	1.11	0.1	17.2	1.1	0.1	-17.2	0	-17.1
7+440	0	0.127	0.127	0.73	0	0.73	0.1	21.2	1.1	0.1	-21.2	0	-21.1
7+460	0	0	0	1.24	0.27	1.51	0.0	25.9	1.1	0.0	-25.9	0	-25.9
7+480	0	0	0	0.85	0.23	1.08	0.4	29.0	1.1	0.5	-29.0	0	-28.5
7+500	0.4	0	0.398	0	2.17	2.17	26.1	10.8	1.1	28.7	-10.8	0	17.9
7+520	3.88	0	3.882	0.58	0	0.58	111.5	0.3	1.1	122.7	-0.3	122.4	0.0
7+540	1.91	5.91	7.822	0	0	0	153.2	0.0	1.1	168.5	0.0	168.5	0
7+560	2.93	4.563	7.495	0	0	0	206.8	0.0	1.1	227.4	0.0	227.4	0
7+580	8.65	4.523	13.18	0	0	0	216.8	0.0	1.1	238.4	0.0	238.4	0
7+600	5.08	3.411	8.496	0	0	0	158.2	0.0	1.1	174.0	0.0	174.0	0
7+620	2.5	4.823	7.322	0	0	0	189.8	0.0	1.1	208.8	0.0	208.8	0
7+640	5.48	6.176	11.66	0	0	0	213.7	0.0	1.1	235.0	0.0	235.0	0
7+660	2.99	6.717	9.706	0	0	0	140.8	0.0	1.1	154.8	0.0	154.8	0
7+680	1.6	2.775	4.37	0	0	0	47.6	1.6	1.1	52.4	-1.6	50.8	0
7+700	1.26	0	1.257	0	1.02	1.02	18.1	6.4	1.1	19.9	-6.4	13.6	0.0
7+720	1.63	0	1.627	0	0.69	0.69	23.6	2.8	1.1	25.9	-2.8	23.1	0
7+740	1.55	0	1.546	0	0.41	0.41	32.2	1.9	1.1	35.4	-1.9	33.5	0
7+760	2.44	0	2.444	0	0.55	0.55	41.2	1.9	1.1	45.3	-1.9	43.3	0
7+780	2.57	0	2.568	0	0.54	0.54	13.3	11.4	1.1	14.7	-11.4	3.2	0
7+780	0	0	0	0.15	1.69	1.84	5.7	35.7	1.1	6.3	-35.7	0	-29.4
7+800	2	0	1.998	0	3.16	3.16	13.5	32.1	1.1	14.9	-32.1	0	-17.3
7+820	1.44	0	1.441	0	2.14	2.14	11.8	27.8	1.1	12.9	-27.8	0	-14.9

7+840	1.54	0	1.544	0	2.45	2.45	2.8	57.7	1.1	3.1	-57.7	0	-54.7
7+860	0	0	0	0.19	4.4	4.59	0.0	57.8	1.1	0.0	-57.8	0	-57.8
7+900	0	0	0	0.55	0.65	1.19	0.0	17.0	1.1	0.0	-17.0	0	-17.0
7+920	0	0	0	0.27	0.23	0.51	0.0	14.0	1.1	0.0	-14.0	0	-14.0
7+940	0	0	0	0.41	0.48	0.89	0.0	24.9	1.1	0.0	-24.9	0	-24.9
7+960	0	0	0	0.84	0.76	1.6	0.0	23.7	1.1	0.0	-23.7	0	-23.7
7+980	0	0	0	0.13	0.64	0.77	0.0	45.4	1.1	0.0	-45.4	0	-45.4
8+000	0	0	0	0.43	3.35	3.77	0.0	90.4	1.1	0.0	-90.4	0	-90.4
8+020	0	0	0	1.92	3.35	5.27	0.0	80.4	1.1	0.0	-80.4	0	-80.4
8+040	0	0	0	2.01	0.76	2.77	0.3	35.1	1.1	0.3	-35.1	0	-34.8
8+060	0.32	0	0.323	1.04	0	1.04	0.5	14.1	1.1	0.6	-14.1	0	-13.5
8+080	0	0	0	0.35	0.28	0.64	7.8	2.2	1.1	8.6	-2.2	0	6.4
8+100	0.48	0.716	1.199	0	0	0	40.0	0.0	1.1	44.0	0.0	44.0	0
8+120	0.77	2.031	2.804	0	0	0	63.2	0.0	1.1	69.5	0.0	69.5	0
8+140	0.31	3.202	3.516	0	0	0	92.7	0.0	1.1	101.9	0.0	101.9	0
8+160	1.8	3.948	5.75	0	0	0	141.4	0.0	1.1	155.6	0.0	155.6	0
8+180	5.31	3.081	8.391	0	0	0	113.7	0.0	1.1	125.1	0.0	125.1	0
8+200	1.96	1.022	2.979	0	0	0	49.5	6.7	1.1	54.4	-6.7	47.7	0
8+220	3.79	0	3.792	0	2.5	2.5	15.8	193.4	1.1	17.4	-193.4	-176.0	0
8+240	3.31	0	3.31	0	22.36	22.36	9.6	200.7	1.1	10.5	-200.7	0	-190.2
8+260	2.04	0	2.035	0	2.1	2.1	12.5	23.8	1.1	13.7	-23.8	0	-10.0
8+280	0.94	0	0.937	0	2	2	2.0	28.2	1.1	2.1	-28.2	0	-26.0
8+300	0	0	0	0.96	0.6	1.56	4.2	20.7	1.1	4.6	-20.7	0	-16.0
8+320	0	1.356	1.356	1.44	0	1.44	25.0	4.9	1.1	27.5	-4.9	0	22.6
8+340	0	2.243	2.243	0.15	0	0.15	17.0	1.7	1.1	18.7	-1.7	17.0	0
8+360	0	0	0	0.32	0.24	0.56	0.4	21.6	1.1	0.4	-21.6	0	-21.2
8+380	0.32	0	0.323	0	1.89	1.89	0.3	27.0	1.1	0.3	-27.0	0	-26.6
8+400	0	0	0	0.35	0.74	1.1	0.0	15.5	1.1	0.0	-15.5	0	-15.5
8+420	0	0	0	0.32	0.12	0.45	0.0	7.1	1.1	0.0	-7.1	0	-7.1
8+440	0	0	0	0.12	0.14	0.26	0.0	6.7	1.1	0.0	-6.7	0	-6.7
8+460	0	0	0	0.13	0.28	0.41	0.0	8.0	1.1	0.0	-8.0	0	-8.0
8+480	0	0	0	0.11	0.27	0.39	0.0	13.1	1.1	0.0	-13.1	0	-13.1
8+500	0	0	0	0.14	0.78	0.92	0.0	25.3	1.1	0.0	-25.3	0	-25.3

8+520	0	0	0	0.6	1.02	1.61	0.0	16.1	1.1	0.0	-16.1	0	-16.1
8+540	0	0	0	0	0	0	6.5	4.4	1.1	7.1	-4.4	0	2.7
8+560	1.18	0	1.18	0.97	0	0.97	12.5	6.8	1.1	13.8	-6.8	7.0	0
8+580	1	0	0.996	0	0.63	0.63	2.4	24.4	1.1	2.6	-24.4	-21.8	0
8+600	0	0	0	0.35	2.23	2.57	7.5	40.1	1.1	8.3	-40.1	0	-31.9
8+620	2.49	0	2.487	0	3.18	3.18	33.9	11.8	1.1	37.3	-11.8	0	25.5
8+640	1.32	1.58	2.902	0	0	0	58.2	0.0	1.1	64.0	0.0	64.0	0
8+660	2.13	0.789	2.916	0	0	0	34.2	0.4	1.1	37.6	-0.4	37.3	0
8+680	0	0.858	0.858	0.39	0	0.39	1.3	42.1	1.1	1.4	-42.1	-40.7	0
8+700	0	0	0	0.9	3.65	4.55	0.0	110.3	1.1	0.0	-110.3	0	-110.3
8+720	0	0	0	0.76	5.72	6.48	0.7	112.9	1.1	0.8	-112.9	0	-112.1
8+740	0.96	0	0.963	0	5.7	5.7	4.6	61.6	1.1	5.1	-61.6	0	-56.5
8+760	1.19	0	1.191	0	2.15	2.15	13.5	9.9	1.1	14.8	-9.9	0	4.9
8+780	0.71	0.608	1.316	0	0	0	19.1	9.6	1.1	21.1	-9.6	11.5	0
8+800	0	1.951	1.951	2.31	0	2.31	4.6	49.0	1.1	5.0	-49.0	0	-44.0
8+820	0	0	0	2.34	1.75	4.09	0.0	79.7	1.1	0.0	-79.7	0	-79.7
8+840	0	0	0	2.14	1.74	3.88	0.1	58.1	1.1	0.1	-58.1	0	-58.0
8+860	0	0.244	0.244	0	2.16	2.16	17.8	22.9	1.1	19.6	-22.9	0	-3.3
8+880	0	3.556	3.556	2.15	0	2.15	45.8	11.7	1.1	50.4	-11.7	38.7	0
8+900	0	3.346	3.346	0	1.34	1.34	32.0	6.4	1.1	35.2	-6.4	28.7	0
8+920	0	1.287	1.287	0.74	0	0.74	12.2	7.3	1.1	13.5	-7.3	6.2	0
8+940	0.88	0	0.881	0	0.93	0.93	9.0	5.8	1.1	9.9	-5.8	0	4.1
8+960	0.74	0	0.742	0	0.37	0.37	8.2	3.6	1.1	9.0	-3.6	5.4	0
8+980	0.63	0	0.627	0	0.54	0.54	1.7	12.1	1.1	1.9	-12.1	-10.3	0
9+000	0	0	0	0.9	0.23	1.13	1.8	35.7	1.1	1.9	-35.7	0	-33.7
9+020	0.97	0	0.97	3.23	0	3.23	4.8	49.6	1.1	5.2	-49.6	0	-44.4
9+040	1.05	0	1.045	3.27	0	3.27	36.4	34.1	1.1	40.0	-34.1	0	6.0
9+060	6.12	0	6.118	3.66	0	3.66	119.0	7.2	1.1	130.9	-7.2	123.7	0.0
9+080	8.05	0.667	8.722	0	0	0	201.5	0.0	1.1	221.7	0.0	221.7	0
9+100	10.17	1.266	11.43	0	0	0	190.2	0.0	1.1	209.3	0.0	209.3	0
9+120	6.43	1.167	7.593	0	0	0	114.1	0.0	1.1	125.5	0.0	125.5	0
9+140	2.21	1.601	3.816	0	0	0	81.3	0.0	1.1	89.5	0.0	89.5	0
9+160	0.82	3.5	4.316	0	0	0	87.9	0.2	1.1	96.7	-0.2	96.5	0

9+180	4.93	0	4.926	0	0.47	0.47	160.0	0.1	1.1	176.0	-0.1	175.9	0
9+200	11.53	0	11.53	0	0	0	112.8	0.3	1.1	124.1	-0.3	123.8	0
9+220	0.31	0	0.313	0	0.59	0.59	18.0	6.2	1.1	19.8	-6.2	0.0	13.6
9+240	2.54	0	2.537	0	1.08	1.08	16.0	5.5	1.1	17.6	-5.5	12.2	0
9+260	0	0	0	0.25	0.15	0.4	4.9	3.9	1.1	5.4	-3.9	0	1.5
9+280	0	0.928	0.928	0.43	0	0.43	24.4	0.6	1.1	26.8	-0.6	26.2	0
9+300	0.54	1.343	1.882	0	0	0	56.2	0.0	1.1	61.9	0.0	61.9	0
9+320	2.48	1.259	3.741	0	0	0	79.7	0.0	1.1	87.7	0.0	87.7	0
9+340	2.36	1.872	4.228	0	0	0	49.2	0.2	1.1	54.2	-0.2	54.0	0
9+360	0	0.998	0.998	0	0.32	0.32	11.9	0.6	1.1	13.1	-0.6	12.5	0
9+380	0.22	0.238	0.454	0	0	0	1.5	6.4	1.1	1.6	-6.4	-4.8	0
9+400	0	0	0	0.16	0.8	0.95	1.1	8.8	1.1	1.2	-8.8	0	-7.6
9+420	0	0.417	0.417	0.24	0	0.24	3.8	4.5	1.1	4.1	-4.5	-0.4	0
9+440	0	0.369	0.369	0.62	0	0.62	2.6	5.6	1.1	2.9	-5.6	0	-2.7
9+460	0	0.277	0.277	0.32	0	0.32	6.0	0.9	1.1	6.6	-0.9	0	5.7
9+480	0.34	0.218	0.553	0	0	0	26.6	0.2	1.1	29.3	-0.2	29.0	0
9+500	0	2.362	2.362	0.28	0	0.28	19.9	3.7	1.1	21.9	-3.7	18.2	0
9+520	0.49	0	0.488	0.95	0	0.95	0.8	19.6	1.1	0.9	-19.6	0	-18.6
9+540	0	0	0	0.87	0.54	1.41	0.0	62.4	1.1	0.0	-62.4	0	-62.4
9+560	0	0	0	2.62	2.21	4.83	0.0	149.3	1.1	0.0	-149.3	0	-149.3
9+580	0	0	0	7.83	2.26	10.1	0.0	136.2	1.1	0.0	-136.2	0	-136.2
9+600	0	0	0	2.27	1.25	3.52	0.0	76.4	1.1	0.0	-76.4	0	-76.4
9+620	0	0	0	2.29	1.84	4.12	0.5	46.6	1.1	0.5	-46.6	0	-46.0
9+640	0	0.511	0.511	1	0	1	2.7	18.8	1.1	3.0	-18.8	0	-15.8
9+660	0	0.476	0.476	1.59	0	1.59	6.7	13.2	1.1	7.4	-13.2	0	-5.8
9+680	0	1.138	1.138	0.67	0	0.67	16.1	2.6	1.1	17.8	-2.6	15.1	0
9+700	1.12	0	1.125	0	0.24	0.24	5.4	6.4	1.1	5.9	-6.4	-0.5	0
9+720	0	0	0	0.56	0.43	0.99	0.0	59.8	1.1	0.0	-59.8	0	-59.8
9+740	0	0	0	2.29	2.7	4.99	0.0	80.5	1.1	0.0	-80.5	0	-80.5
9+760	0	0	0	0.48	2.59	3.06	4.0	26.2	1.1	4.4	-26.2	0	-21.8
9+780	0	1.433	1.433	0.59	0	0.59	20.1	3.1	1.1	22.1	-3.1	19.0	0
9+800	0	1.361	1.361	0.5	0	0.5	21.3	3.0	1.1	23.5	-3.0	20.5	0
9+820	0	1.574	1.574	0.6	0	0.6	8.3	6.7	1.1	9.1	-6.7	2.5	0

9+840	0	0	0	0.35	0.46	0.81	0.0	17.7	1.1	0.0	-17.7	0	-17.7
9+860	0	0	0	0.41	0.55	0.96	0.0	23.6	1.1	0.0	-23.6	0	-23.6
9+880	0	0	0	1.17	0.23	1.4	16.4	5.0	1.1	18.0	-5.0	0	13.0
9+900	0.35	2.189	2.541	0	0	0	37.1	0.0	1.1	40.8	0.0	40.8	0
9+920	0.34	0.825	1.168	0	0	0	21.5	0.0	1.1	23.7	0.0	23.7	0
9+940	0.8	0.188	0.983	0	0	0	18.1	1.1	1.1	19.9	-1.1	18.9	0
9+960	1.27	0	1.272	0	0.55	0.55	13.0	3.2	1.1	14.3	-3.2	11.0	0
9+980	0.67	0	0.672	0.42	0	0.42	10.0	2.2	1.1	11.0	-2.2	8.8	0
10+000	0.79	0	0.794	0	0.27	0.27	10.9	7.5	1.1	12.0	-7.5	4.5	0
10+020	1.2	0	1.195	1.38	0	1.38	29.7	3.5	1.1	32.6	-3.5	0	29.1
10+040	2.05	0.749	2.796	0	0	0	39.7	0.8	1.1	43.7	-0.8	42.9	0
10+060	1.73	0	1.727	0.63	0	0.63	38.1	2.1	1.1	41.9	-2.1	39.8	0
10+080	2.97	0	2.974	0.47	0	0.47	52.4	1.8	1.1	57.7	-1.8	55.9	0
10+100	3.23	0	3.231	0.67	0	0.67	44.3	3.2	1.1	48.7	-3.2	45.5	0
10+120	2.39	0	2.393	0	0.85	0.85	71.9	6.3	1.1	79.1	-6.3	72.9	0
10+140	6.92	0	6.924	0	1.9	1.9	46.7	46.0	1.1	51.4	-46.0	5.4	0
10+160	2.38	0	2.381	0	7.33	7.33	5.2	65.6	1.1	5.8	-65.6	0	-59.9
10+180	0	0	0	0.37	0.72	1.09	13.5	6.5	1.1	14.9	-6.5	0	8.4
10+180	0	2.291	2.291	0.5	0	0.5	35.0	0.6	1.1	38.5	-0.6	38.0	0
10+200	0.33	1.323	1.655	0	0	0	28.1	14.1	1.1	30.9	-14.1	16.8	0
10+220	3.14	0	3.141	0	3.4	3.4	23.2	23.6	1.1	25.5	-23.6	0	1.9
10+240	1.51	0	1.513	0	1.3	1.3	22.5	11.2	1.1	24.7	-11.2	13.5	0
10+260	2.32	0	2.323	0	1.41	1.41	41.7	3.0	1.1	45.9	-3.0	42.9	0
10+280	2.65	0.313	2.962	0	0	0	59.0	0.0	1.1	64.9	0.0	64.9	0
10+300	1.91	1.034	2.942	0	0	0	58.2	0.0	1.1	64.0	0.0	64.0	0
10+320	1.54	1.34	2.877	0	0	0	60.8	0.0	1.1	66.8	0.0	66.8	0
10+340	1.54	1.656	3.199	0	0	0	91.0	0.0	1.1	100.1	0.0	100.1	0
10+360	2.24	3.656	5.899	0	0	0	60.2	0.1	1.1	66.2	-0.1	66.1	0
10+380	0.35	0	0.352	0	0.24	0.24	0.8	9.5	1.1	0.9	-9.5	-8.6	0
10+400	0	0	0	0.44	0.54	0.98	11.9	7.7	1.1	13.1	-7.7	0	5.4
10+420	2.15	0	2.147	0	0.75	0.75	25.5	2.8	1.1	28.1	-2.8	25.3	0
10+440	1.26	0	1.256	0	0.38	0.38	16.8	1.8	1.1	18.5	-1.8	16.7	0
10+460	0.98	0	0.983	0.36	0	0.36	4.8	5.4	1.1	5.2	-5.4	-0.2	0

10+480	0	0	0	0.23	0.45	0.69	0.0	11.9	1.1	0.0	-11.9	0	-11.9
10+500	0	0	0	0.32	0.17	0.5	0.0	46.5	1.1	0.0	-46.5	0	-46.5
10+520	0	0	0	3.14	1.01	4.15	0.0	68.2	1.1	0.0	-68.2	0	-68.2
10+560	0	0	0	1.06	1.61	2.67	0.0	50.8	1.1	0.0	-50.8	0	-50.8
10+580	0	0	0	0.67	1.73	2.41	0.0	59.1	1.1	0.0	-59.1	0	-59.1
10+600	0	0	0	0.9	2.6	3.5	0.0	91.6	1.1	0.0	-91.6	0	-91.6
10+620	0	0	0	1.63	4.03	5.66	0.7	59.1	1.1	0.8	-59.1	0	-58.3
10+640	0.72	0	0.72	0.9	0	0.9	3.3	9.0	1.1	3.7	-9.0	0	-5.4
10+660	0.16	0	0.16	0.55	0	0.55	38.9	1.0	1.1	42.8	-1.0	0	41.8
10+680	4.36	0	4.361	0	0.18	0.18	64.6	0.0	1.1	71.1	0.0	71.1	0
10+700	0.66	1.622	2.278	0	0	0	44.7	0.0	1.1	49.1	0.0	49.1	0
10+720	2.07	0.118	2.189	0	0	0	21.5	1.0	1.1	23.7	-1.0	22.7	0
10+740	0	0.431	0.431	0.57	0	0.57	46.7	0.6	1.1	51.4	-0.6	0	50.8
10+760	0.16	4.599	4.756	0	0	0	84.5	1.0	1.1	92.9	-1.0	91.9	0
10+780	0	4.613	4.613	1.02	0	1.02	54.1	2.6	1.1	59.5	-2.6	56.9	0
10+820	0	1.974	1.974	0.42	0	0.42	28.8	0.5	1.1	31.7	-0.5	31.2	0
10+840	0.25	1.023	1.278	0	0	0	25.3	0.2	1.1	27.9	-0.2	27.7	0
10+860	0	1.449	1.449	0.21	0	0.21	36.6	0.1	1.1	40.2	-0.1	40.1	0
10+880	0.81	1.599	2.407	0	0	0	71.4	0.0	1.1	78.5	0.0	78.5	0
10+900	1.64	3.094	4.73	0	0	0	26.2	17.1	1.1	28.8	-17.1	11.7	0
10+920	0	0	0	2.44	1.38	3.82	6.2	33.7	1.1	6.8	-33.7	0	-26.9
10+940	2.07	0	2.067	0	1	1	17.6	8.5	1.1	19.3	-8.5	10.8	0
10+960	0.91	0	0.912	0	1.07	1.07	2.3	19.6	1.1	2.6	-19.6	0	-17.0
10+980	0	0	0	0.82	0.75	1.57	7.9	13.0	1.1	8.7	-13.0	0	-4.3
11+000	0	1.812	1.812	0.75	0	0.75	6.4	21.6	1.1	7.0	-21.6	-14.5	0
11+020	0	0	0	1.5	1.08	2.58	0.0	40.3	1.1	0.0	-40.3	0	-40.3
11+040	0	0	0	1.05	0.4	1.45	0.0	62.7	1.1	0.0	-62.7	0	-62.7
11+060	0	0	0	4.18	0.64	4.82	0.0	66.1	1.1	0.0	-66.1	0	-66.1
11+080	0	0	0	0.53	1.26	1.79	0.0	28.1	1.1	0.0	-28.1	0	-28.1
11+100	0.1	0	0.099	1.12	0	1.12	42.2	2.0	1.1	46.5	-2.0	0	44.5
11+120	2.53	2.515	5.044	0	0	0	56.2	0.2	1.1	61.8	-0.2	61.6	0
11+140	0.93	0	0.933	0	0.38	0.38	8.5	15.1	1.1	9.4	-15.1	-5.8	0
11+160	1.05	0	1.055	0	2.27	2.27	3.5	22.9	1.1	3.8	-22.9	0	-19.0

11+180	0.19	0	0.188	0	0.91	0.91	0.6	19.9	1.1	0.6	-19.9	0	-19.2
11+200	0.21	0	0.213	1.42	0	1.42	0.0	111.5	1.1	0.0	-111.5	0	-111.5
11+220	0	0	0	9.41	0.53	9.94	0.1	105.9	1.1	0.1	-105.9	0	-105.9
11+240	0	0.263	0.263	0.91	0	0.91	3.9	4.8	1.1	4.2	-4.8	0	-0.6
11+260	0.14	0.407	0.552	0	0	0	2.2	5.0	1.1	2.4	-5.0	-2.6	0
11+280	0	0	0	0.48	0.36	0.83	22.5	1.8	1.1	24.8	-1.8	0	22.9
11+300	2.38	0.519	2.899	0	0	0	15.6	11.6	1.1	17.1	-11.6	5.5	0
11+320	0	0	0	1.26	1.24	2.5	0.0	52.1	1.1	0.0	-52.1	0	-52.1
11+340	0	0	0	1.42	1.29	2.71	0.0	45.8	1.1	0.0	-45.8	0	-45.8
11+360	0	0	0	1.19	0.68	1.87	0.0	36.5	1.1	0.0	-36.5	0	-36.5
11+380	0	0	0	1.3	0.48	1.78	17.0	6.9	1.1	18.7	-6.9	0	11.7
11+400	1.61	1.174	2.785	0	0	0	48.3	0.1	1.1	53.1	-0.1	53.0	0
11+420	2.3	0	2.301	0	0.27	0.27	49.7	0.1	1.1	54.7	-0.1	54.5	0
11+440	1.74	1.185	2.925	0	0	0	27.8	1.9	1.1	30.6	-1.9	28.7	0
11+460	0	0.578	0.578	0.91	0	0.91	10.7	3.2	1.1	11.8	-3.2	0	8.6
11+480	0.61	0.474	1.085	0	0	0	53.0	0.0	1.1	58.3	0.0	58.3	0
11+500	3.64	0.574	4.215	0	0	0	30.3	9.9	1.1	33.3	-9.9	23.4	0
11+520	0.55	0	0.548	2.73	0	2.73	2.7	35.9	1.1	2.9	-35.9	0	-32.9
11+540	0.7	0	0.701	1.84	0	1.84	27.5	5.8	1.1	30.3	-5.8	0	24.5
11+560	2.53	0.786	3.315	0	0	0	35.1	2.7	1.1	38.6	-2.7	35.9	0
11+580	1.16	0	1.158	1.23	0	1.23	4.6	10.5	1.1	5.1	-10.5	0	-5.5
11+600	0	0	0	0.52	0	0.52	0.0	142.1	1.1	0.0	-142.1	0	-142.1
11+620	0	0	0	10.27	3.43	13.69	0.0	219.8	1.1	0.0	-219.8	0	-219.8
11+640	0	0	0	6.68	1.6	8.29	0.3	109.8	1.1	0.4	-109.8	0	-109.4
11+660	0.63	0	0.627	0	3.28	3.28	33.2	25.1	1.1	36.6	-25.1	0	11.4
11+680	5.58	0	5.585	2.12	0	2.12	57.6	6.4	1.1	63.4	-6.4	57.0	0
11+700	2.09	0	2.093	0.43	0	0.43	33.0	0.4	1.1	36.4	-0.4	35.9	0
11+720	0.46	1.134	1.597	0	0	0	48.4	0.0	1.1	53.3	0.0	53.3	0
11+740	2.93	0.311	3.244	0	0	0	111.7	0.0	1.1	122.8	0.0	122.8	0
11+760	6.31	1.616	7.923	0	0	0	122.8	0.0	1.1	135.1	0.0	135.1	0
11+780	2.55	1.805	4.357	0	0	0	184.0	0.0	1.1	202.4	0.0	202.4	0
11+800	2.32	11.71	14.04	0	0	0	249.3	0.0	1.1	274.2	0.0	274.2	0
11+820	1.01	9.873	10.89	0	0	0	173.1	0.3	1.1	190.4	-0.3	190.1	0

11+840	0	7.165	7.165	0.78	0	0.78	87.6	5.0	1.1	96.3	-5.0	91.4	0
11+860	0	3.677	3.677	1.8	0	1.8	31.9	10.1	1.1	35.1	-10.1	25.1	0
11+880	0	1.31	1.31	1	0	1	19.0	4.9	1.1	20.9	-4.9	16.0	0
11+900	0	1.553	1.553	0.45	0	0.45	3.7	38.1	1.1	4.1	-38.1	-34.0	0
11+920	0	0	0	1.06	3.48	4.54	0.0	90.9	1.1	0.0	-90.9	0	-90.9
11+940	0	0	0	1.98	2.56	4.55	0.0	92.9	1.1	0.0	-92.9	0	-92.9
11+960	0	0	0	2.05	2.69	4.74	0.0	75.8	1.1	0.0	-75.8	0	-75.8
11+980	0	0	0	2.09	0.75	2.84	0.0	60.8	1.1	0.0	-60.8	0	-60.8
12+000	0	0	0	2.35	0.89	3.24	2.8	47.4	1.1	3.1	-47.4	0	-44.4
12+020	1.43	0	1.427	2.65	0	2.65	23.1	17.6	1.1	25.4	-17.6	0	7.8
12+040	2.9	0	2.901	1.13	0	1.13	38.4	4.0	1.1	42.2	-4.0	38.2	0
12+060	2.18	0	2.182	0.52	0	0.52	24.6	1.5	1.1	27.1	-1.5	25.6	0
12+080	0.9	0	0.897	0.25	0	0.25	23.5	5.8	1.1	25.8	-5.8	20.0	0
12+100	2.62	0	2.62	1.5	0	1.5	92.2	12.6	1.1	101.5	-12.6	88.8	0
12+120	0	10.02	10.02	3.18	0	3.18	66.5	99.2	1.1	73.2	-99.2	-26.1	0
12+140	0	4.759	4.759	14.87	0	14.87	7.9	198.1	1.1	8.7	-198.1	0	-189.4
12+160	0	0	0	4.97	3.94	8.91	0.0	205.8	1.1	0.0	-205.8	0	-205.8
12+180	0	0	0	5.09	6.58	11.67	0.0	218.0	1.1	0.0	-218.0	0	-218.0
12+200	0	0	0	3.57	6.57	10.13	0.0	166.0	1.1	0.0	-166.0	0	-166.0
12+220	0	0	0	1.6	4.87	6.47	0.0	148.3	1.1	0.0	-148.3	0	-148.3
12+240	0	0	0	3.88	4.48	8.36	0.0	151.2	1.1	0.0	-151.2	0	-151.2
12+280	0	0	0	3.61	3.15	6.76	0.0	169.4	1.1	0.0	-169.4	0	-169.4
12+300	0	0	0	7.81	2.38	10.18	0.0	185.4	1.1	0.0	-185.4	0	-185.4
12+320	0	0	0	6.38	1.99	8.36	0.0	165.9	1.1	0.0	-165.9	0	-165.9
12+340	0	0	0	5.47	2.76	8.23	0.0	121.4	1.1	0.0	-121.4	0	-121.4
12+360	0	0	0	0.79	3.12	3.91	0.0	52.5	1.1	0.0	-52.5	0	-52.5
12+380	0	0	0	0.93	0.41	1.34	0.0	13.4	1.1	0.0	-13.4	0	-13.4

Apéndice 6. **Elaboración de planos**

Fuente: elaboración propia, empleando civil 3d.

FINAL DE PROYECTO
EL ENTRONQUE, ALDEA EL ROSARIO

CASERIO LOS CERNITOS

INICIO ALDEA TOACA

INICIO ALDEA SANAJABA

INICIO CANTON VALLE VERDE

INICIO CANTON SANTA MARIA

INICIO CANTON CANATZAJ

CANTON LOS LAURELES



PLANTA GENERAL

ESCALA: 1/20000

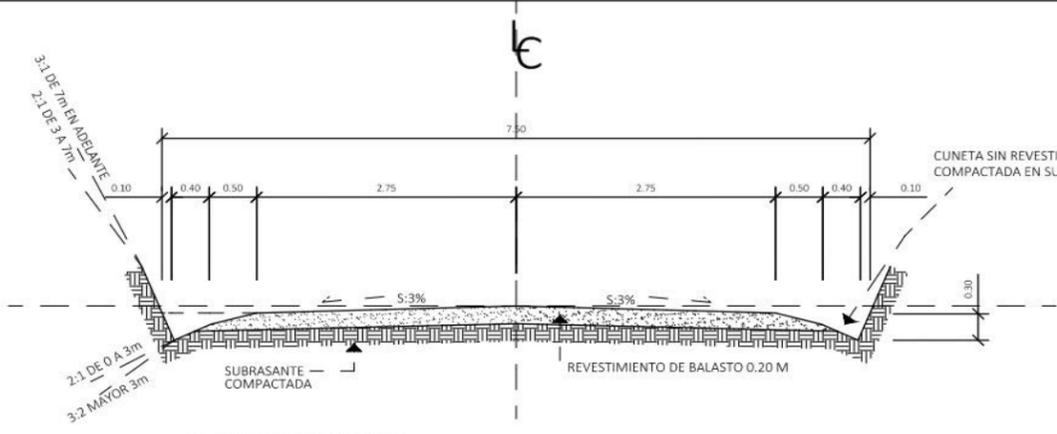
INICIO DEL PROYECTO
EL GANCHO, CANTON FLOR DE MAYO



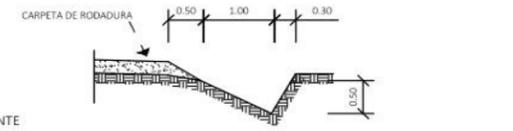
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE TACANA			
	PROYECTO: REHABILITACION DE CARRETERA DEL GANCHO HACIA EL ENTRONQUE DE LA ALDEA EL ROSARIO		HOJA:
	UBICACION: TACANA, SAN MARCOS		FECHA: 2021
KEVIN OROZCO	CONTENIDO: PLANTA GENERAL	ESCALA: INDICADA	01
KEVIN OROZCO KEVIN WERNER OROZCO AUTOREZ	ASESOR-SUPERVISOR: ING. OSCAR ARQUETA HERNANDEZ	VO BO	35

DATOS GENERALES:

- * LA CARRETERA INICIA EN EL GANCHO DEL CANTÓN FLOR DE MAYO HACIA EL ENTRONQUE DE LA ALDEA EL ROSARIO.
- * TIENE UNA LONGITUD DE 12 KILOMETROS CON 397 METROS.
- * ES DE DOS CARRILES CON UN ANCHO TOTAL DE 5 METROS EN TODA SU LONGITUD.
- * LA CARPETA DE RODADURA ES DE BALASTO.
- * CUENTA CON CUNETAS COMPACTADAS EN LA SUBRASANTE SIN REVESTIMIENTO.
- * TIENE 6 PUENTES.
- * LA CARRETERA ES UTILIZADA POR 7 COMUNIDADES.
- * LA SUBRASANTE ESTA CONFORMADA POR LIMO DE ALTA PLASTICIDAD CON ARENA FINA COLOR CAFÉ.



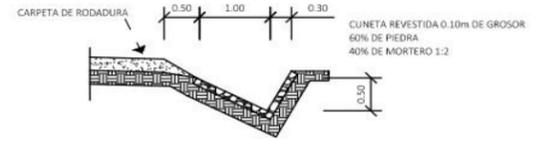
ALINEACIÓN RECTA
ESCALA: 1/75



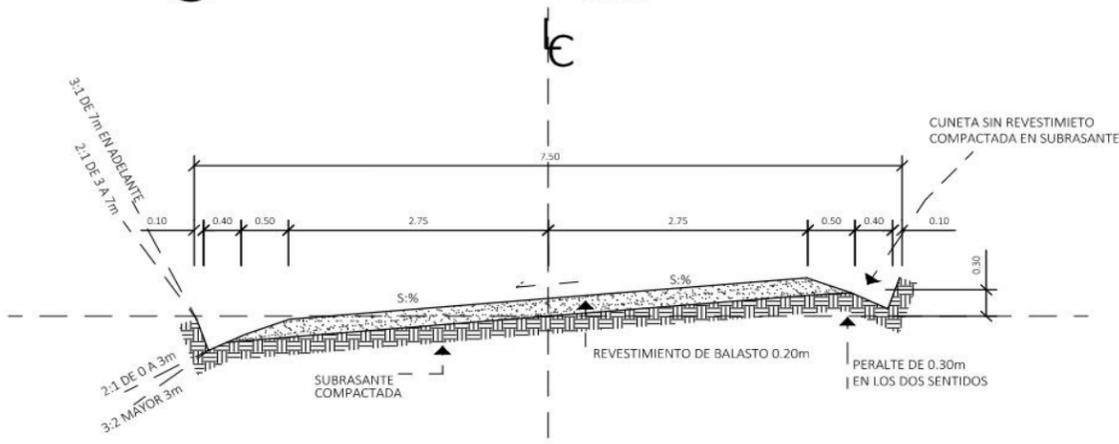
DETALLE DE CUNETA NATURAL
ESCALA: 1/50



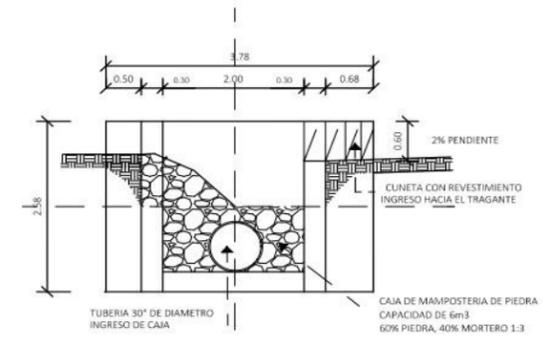
CARPETA DE RODADURA
ESCALA: 1/50



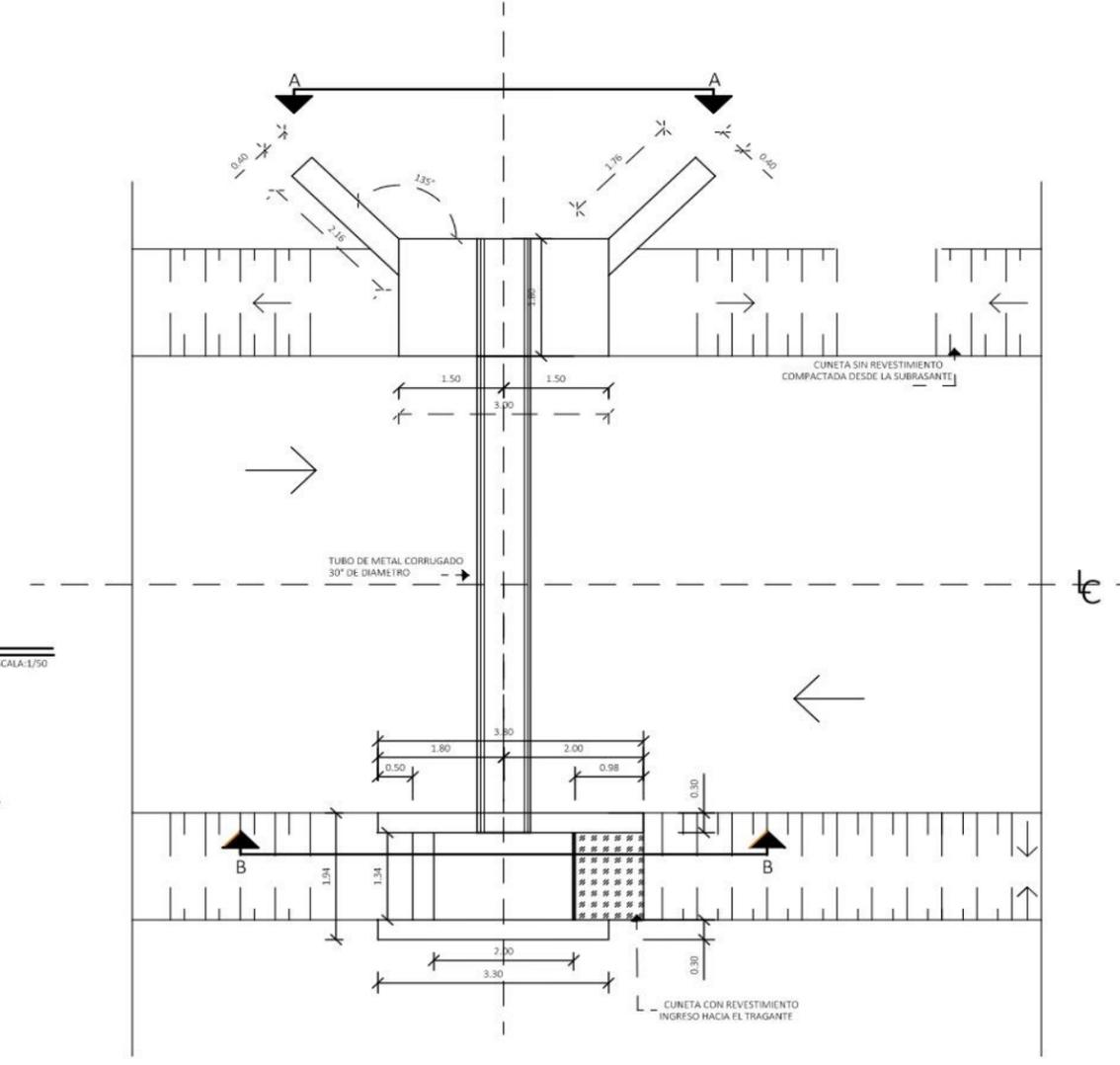
DETALLE DE CUNETA REVESTIDA
ESCALA: 1/50



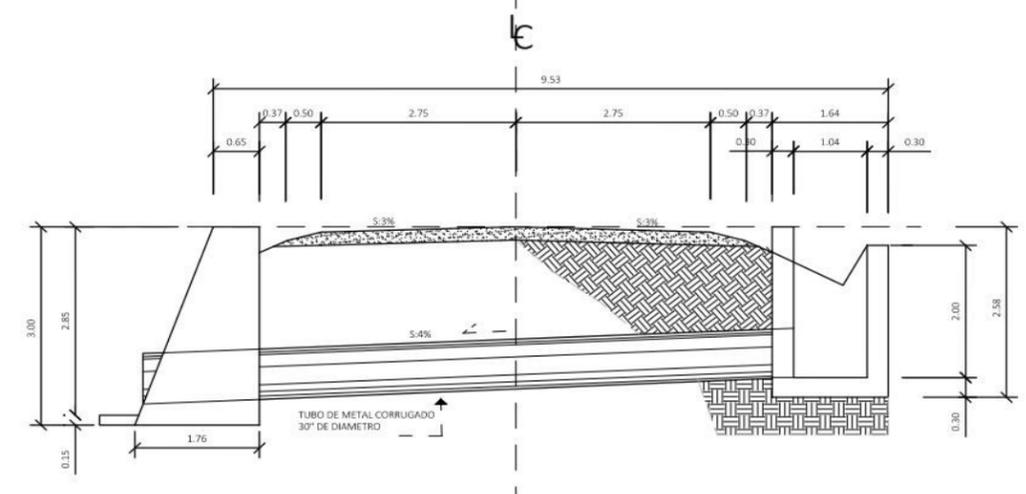
ALINEACIÓN CURVA
ESCALA: 1/75



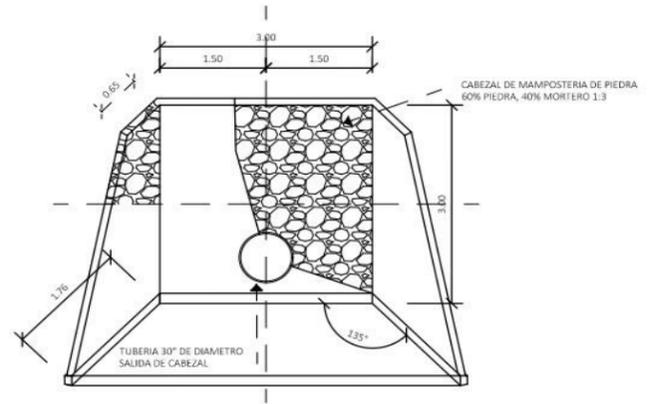
CORTE B-B CAJA DE ENTRADA
ESCALA: 1/50



PLANTA DE DRENAJE TRANSVERSAL
ESCALA: 1/75



SECCIÓN DE DRENAJE TRANSVERSAL
ESCALA: 1/100



ELEVACIÓN A-A CABEZAL DE SALIDA
ESCALA: 1/50



ELEMENTOS DE CURVA CIRCULAR	
R	95.42 m
LC	50.57 m
Δ	30°29'36"
ST	25.89 m
PT	0+081.50
PC	0+021.33
S.A.	1.1 m

ELEMENTOS DE CURVA CIRCULAR	
R	47.75 m
LC	19.12 m
Δ	23°56'22"
ST	9.69 m
PT	0+128.62
PC	0+107.50
S.A.	1.7 m

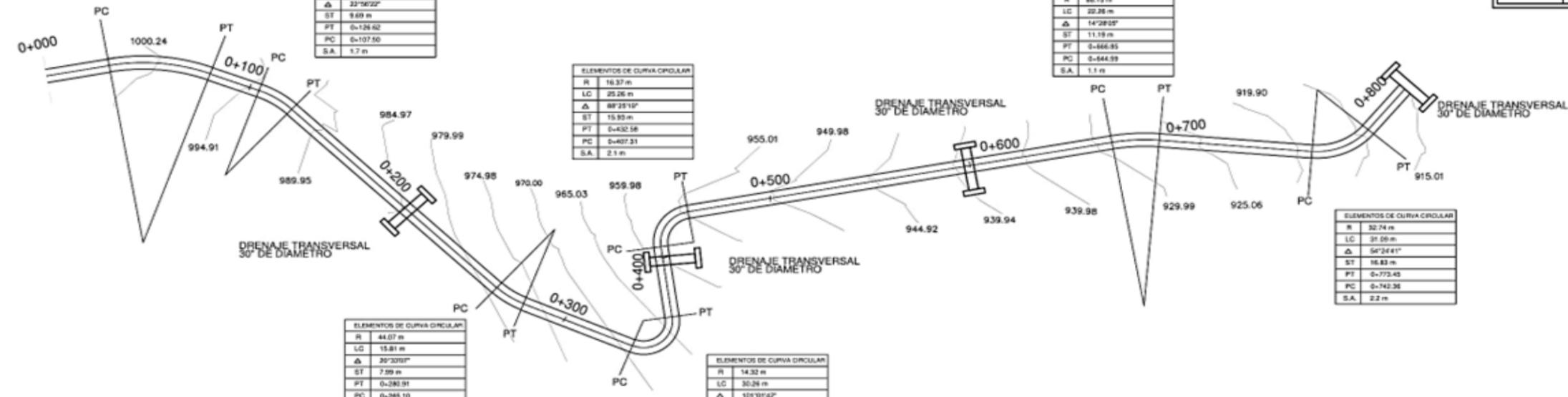
ELEMENTOS DE CURVA CIRCULAR	
R	16.37 m
LC	25.26 m
Δ	88°25'19"
ST	15.95 m
PT	0+432.58
PC	0+407.31
S.A.	2.1 m

ELEMENTOS DE CURVA CIRCULAR	
R	88.15 m
LC	22.26 m
Δ	14°28'07"
ST	11.19 m
PT	0+666.95
PC	0+644.59
S.A.	1.1 m

ELEMENTOS DE CURVA CIRCULAR	
R	52.74 m
LC	31.59 m
Δ	54°34'41"
ST	16.83 m
PT	0+773.45
PC	0+742.36
S.A.	2.2 m

ELEMENTOS DE CURVA CIRCULAR	
R	44.07 m
LC	15.81 m
Δ	26°30'07"
ST	7.99 m
PT	0+280.91
PC	0+265.10
S.A.	1.8 m

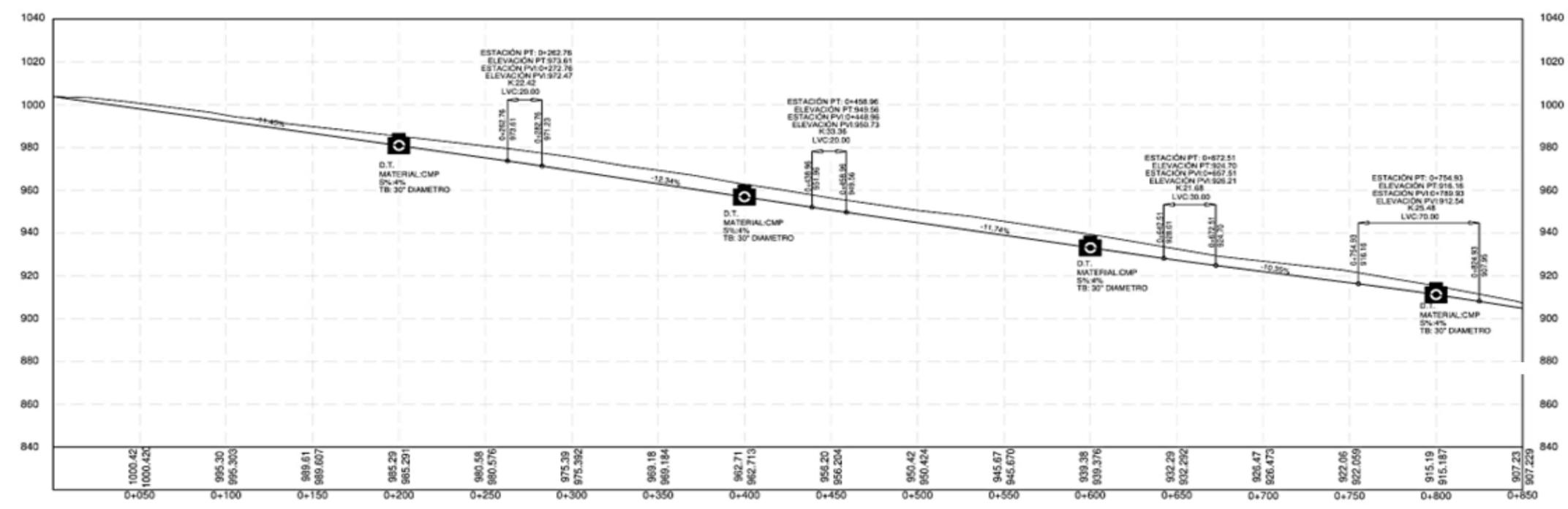
ELEMENTOS DE CURVA CIRCULAR	
R	14.32 m
LC	30.26 m
Δ	101°01'42"
ST	25.33 m
PT	0+393.56
PC	0+339.31
S.A.	3.0 m

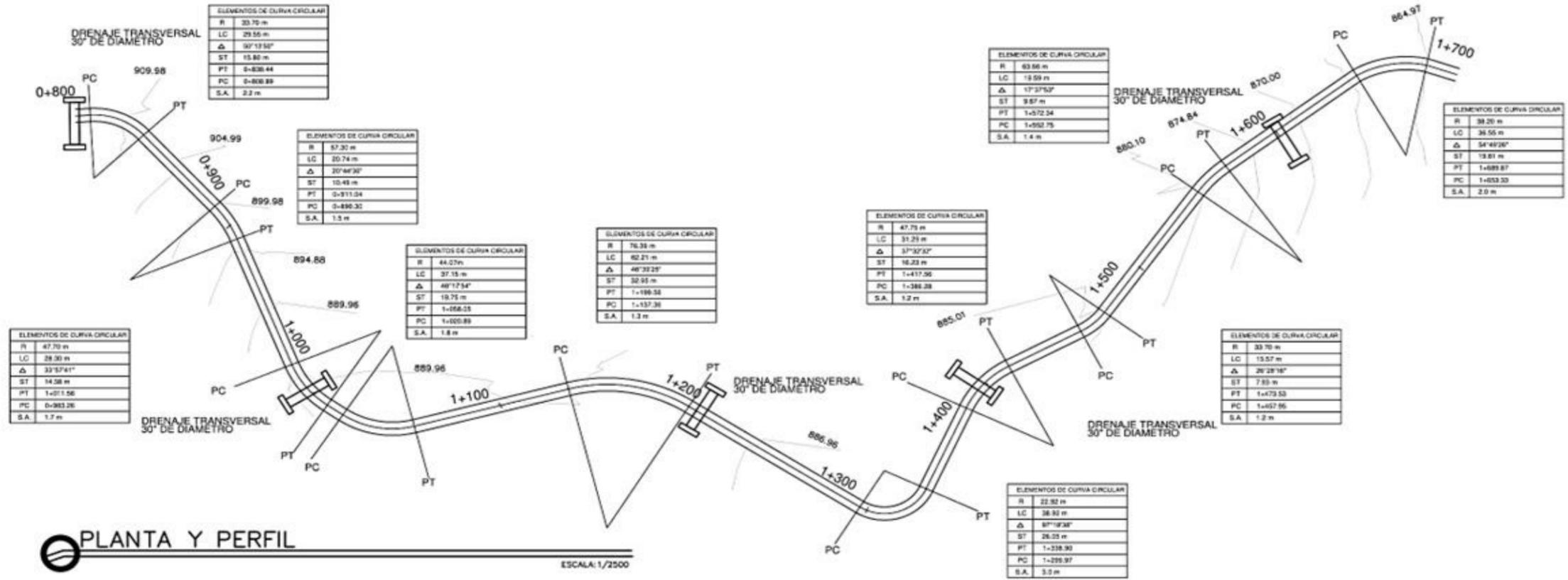


PLANTA Y PERFIL

ESCALA: 1/2500

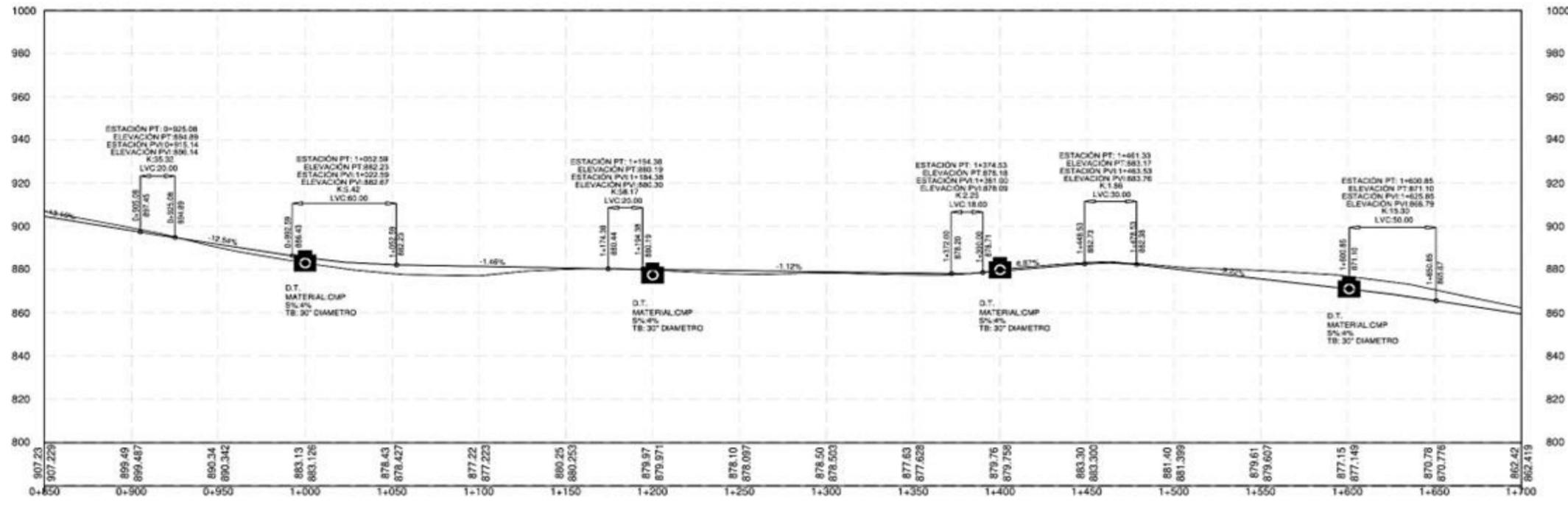
NOMENCLATURA	
PLANTA DE CARRETERA	
R	RADIO
LC	LONGITUD DE CURVA
Δ	ANGULO DE DEFLEXION
ST	SUB. TANGENTE
PT	Salida de Tangente
PC	Entrada de Tangente
S.A.	SOBRE ANCHO
PERFIL DE CARRETERA	
K	COEFICIENTE DE CURVATURA
LCV	LONGITUD DE CURVA VERTICAL
D.T.	DRENAJE TRANSVERSAL
PVI	INTERSECCION TANGENTE
PT	Salida de Tangente
CMP	CARCEL MAMPUESTERA PIEDRA
5%	PENDIENTE
TB	TUBERIA
⊗	DRENAJE TRANSVERSAL
MANUALES DE DISEÑO	
- ESPECIFICACIONES GENERALES PARA CONSTRUCCION DE CARRETERAS Y Puentes 2011, 2005.	
- MANUAL DE PROYECTO GEOMETRICO DE CARRETERAS MENOS 3018 SECRETARIA DE COMUNICACIONES.	
- MANUAL CENTROAMERICANO PARA EL DISEÑO GEOMETRICO DE CARRETERAS 2011, ACCD.	





PLANTA Y PERFIL

ESCALA: 1/2500



NOMENCLATURA

PLANTA DE CARRETERA

R	RADIO
LC	LONGITUD DE CURVA
Δ	ÁNGULO DE DEFLEXIÓN
ST	SUB TANGENTE
PT	SALIDA DE TANGENTE
PC	ENTRADA DE TANGENTE
S.A.	SOBRE ANCHO

PERFIL DE CARRETERA

K	COEFICIENTE DE CURVATURA
LVC	LONGITUD DE CURVA VERTICAL
D.T.	DRENAJE TRANSVERSAL
PVI	INTERSECCIÓN TANGENTE
PT	SALIDA DE TANGENTE
CMP	CARCEL MAMPUESTA-PIEDRA
%	PENDIENTE
TB	TUBERIA
■	DRENAJE TRANSVERSAL

MANUALES DE DISEÑO

- ESPECIFICACIONES GENERALES PARA CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS Y PUENTES. 2011. DGC.
- MANUAL DE PROYECTO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS. MEXICO 2016. SECRETARÍA DE COMUNICACIONES.
- MANUAL CENTROAMERICANO PARA EL DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS 2011. AECID.



R	40.93 m
LC	46.24 m
Δ	64°44'25"
ST	25.94 m
PT	2+075.35
PC	2+029.11
S.A.	1.9 m

R	35.81 m
LC	14.81 m
Δ	23°1'01"
ST	7.58 m
PT	1+743.10
PC	1+728.10
S.A.	2.1 m

R	30.74 m
LC	16.96 m
Δ	20°42'19"
ST	8.67 m
PT	1+873.58
PC	1+856.63
S.A.	2.2 m

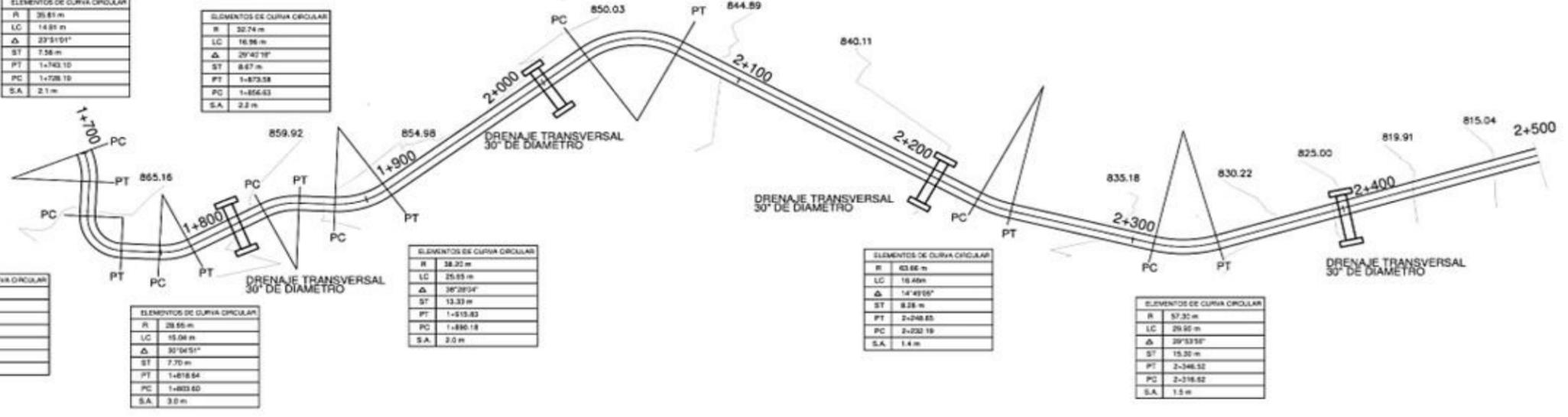
R	38.20 m
LC	25.93 m
Δ	30°20'21"
ST	13.33 m
PT	1+513.83
PC	1+480.18
S.A.	2.0 m

R	63.66 m
LC	16.46 m
Δ	14°49'09"
ST	8.28 m
PT	2+248.85
PC	2+232.19
S.A.	1.4 m

R	37.30 m
LC	28.90 m
Δ	20°53'51"
ST	15.30 m
PT	2+348.52
PC	2+318.52
S.A.	1.5 m

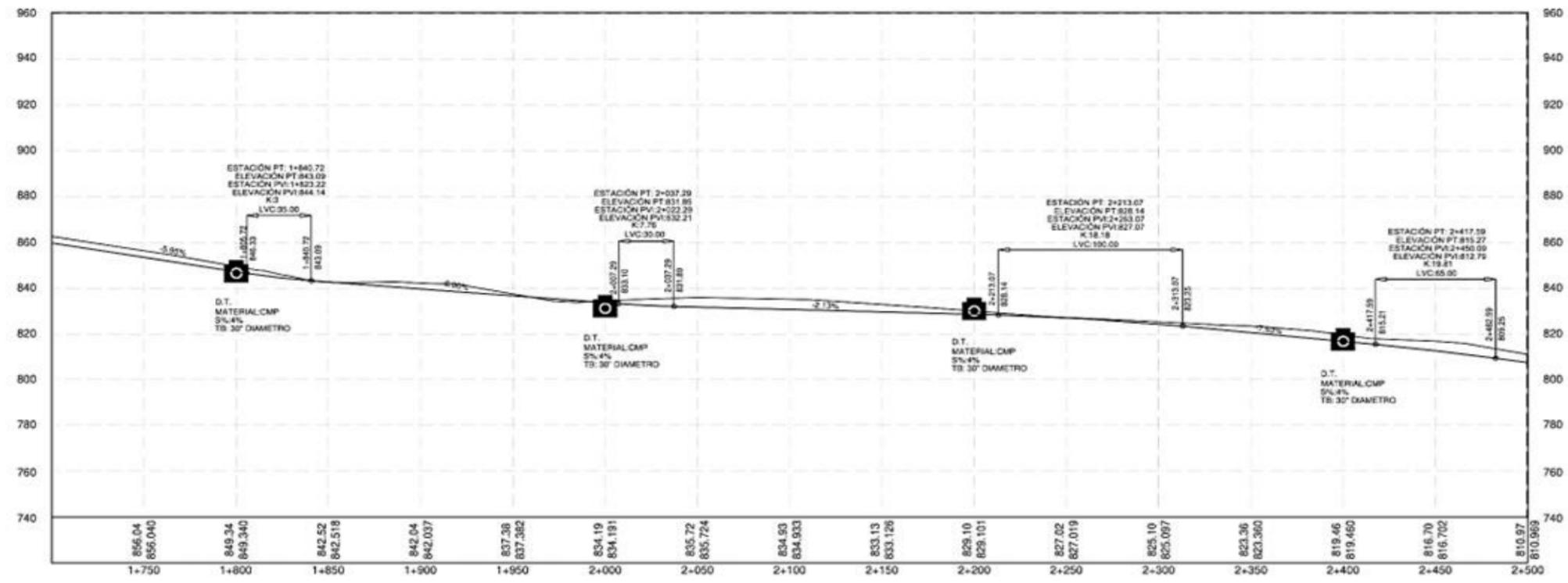
R	16.37 m
LC	25.71 m
Δ	90°00'00"
ST	16.37 m
PT	1+785.95
PC	1+760.23
S.A.	3.0 m

R	28.65 m
LC	15.04 m
Δ	30°04'51"
ST	7.70 m
PT	1+618.64
PC	1+603.60
S.A.	3.0 m



PLANTA Y PERFIL

ESCALA: 1/2500



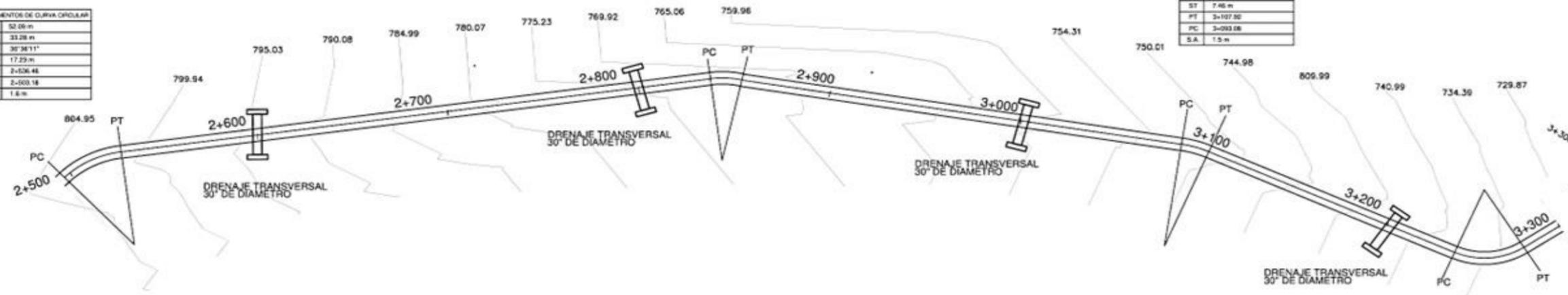
NOMENCLATURA	
PLANTA DE CARRTERA	
R	RADIO
LC	LONGITUD DE CURVA
Δ	ANGULO DE DEFLEXION
ST	SUB TANGENTE
PT	SALIDA DE TANGENTE
—	ENTRADA DE TANGENTE
S.A.	SOBRE ANCHO
PERFIL DE CARRTERA	
K	COEFICIENTE DE CURVATURA
LVC	LONGITUD DE CURVA VERTICAL
D.T.	DRENAJE TRANSVERSAL
PVI	INTERSECCION TANGENTE
PT	SALIDA DE TANGENTE
CMP	CARCEL MAMPUESTA PIEDRA
5%	PENDIENTE
TB	TUBERIA
—	DRENAJE TRANSVERSAL
MANUALES DE DISEÑO	
-ESPECIFICACIONES GENERALES PARA CONSTRUCCION DE CARRTERAS Y PUNTES 2001. DOC.	
-MANUAL DE PROYECTO GEOMETRICO DE CARRTERAS MODELO 2018 SECRETARIA DE COMUNICACIONES	
-MANUAL CENTROMERICANO PARA EL DISEÑO GEOMETRICO DE CARRTERAS 2011. AECO	

ELEMENTOS DE CURVA CIRCULAR	
R	32.00 m
LC	33.28 m
Δ	30°26'11"
ST	17.25 m
PT	2+506.46
PC	2+503.18
S.A.	1.6 m

ELEMENTOS DE CURVA CIRCULAR	
R	45.84 m
LC	16.39 m
Δ	20°22'10"
ST	8.28 m
PT	2+861.82
PC	2+855.43
S.A.	1.8 m

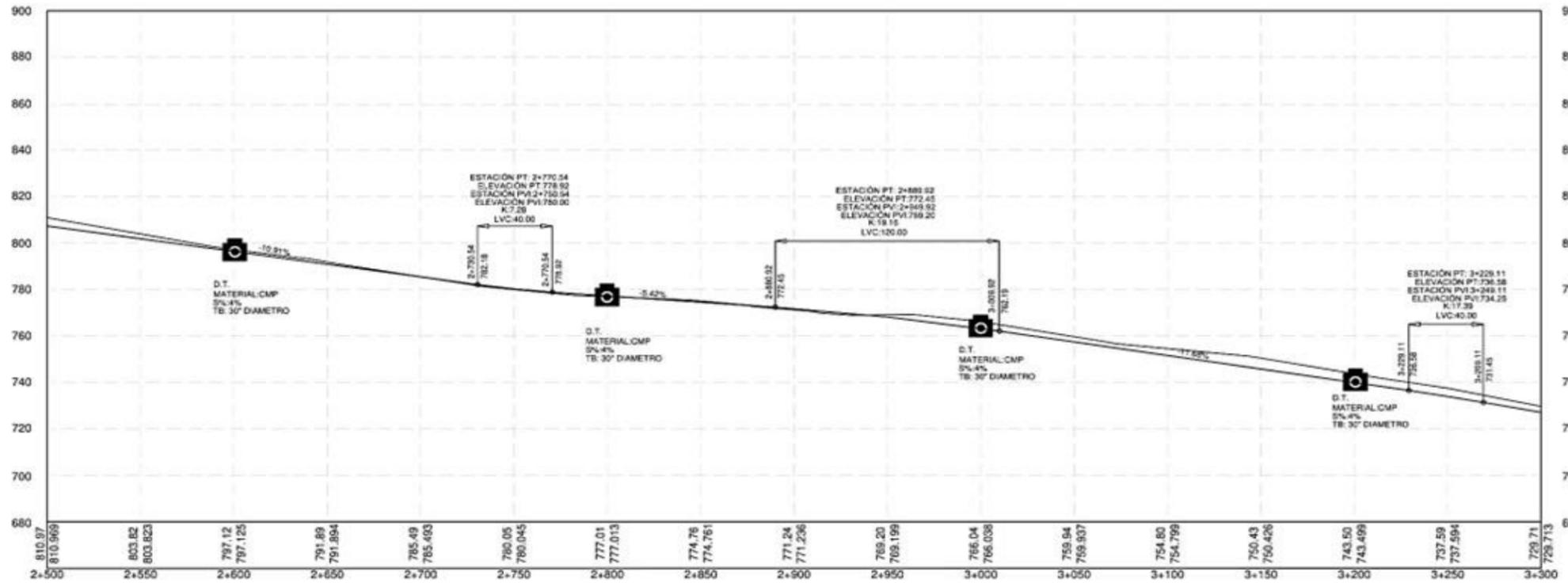
ELEMENTOS DE CURVA CIRCULAR	
R	57.30 m
LC	14.84 m
Δ	18°50'50"
ST	7.46 m
PT	3+107.90
PC	3+093.08
S.A.	1.5 m

ELEMENTOS DE CURVA CIRCULAR	
R	36.20 m
LC	37.64 m
Δ	50°27'37"
ST	20.51 m
PT	3+265.94
PC	3+247.40
S.A.	2.0 m

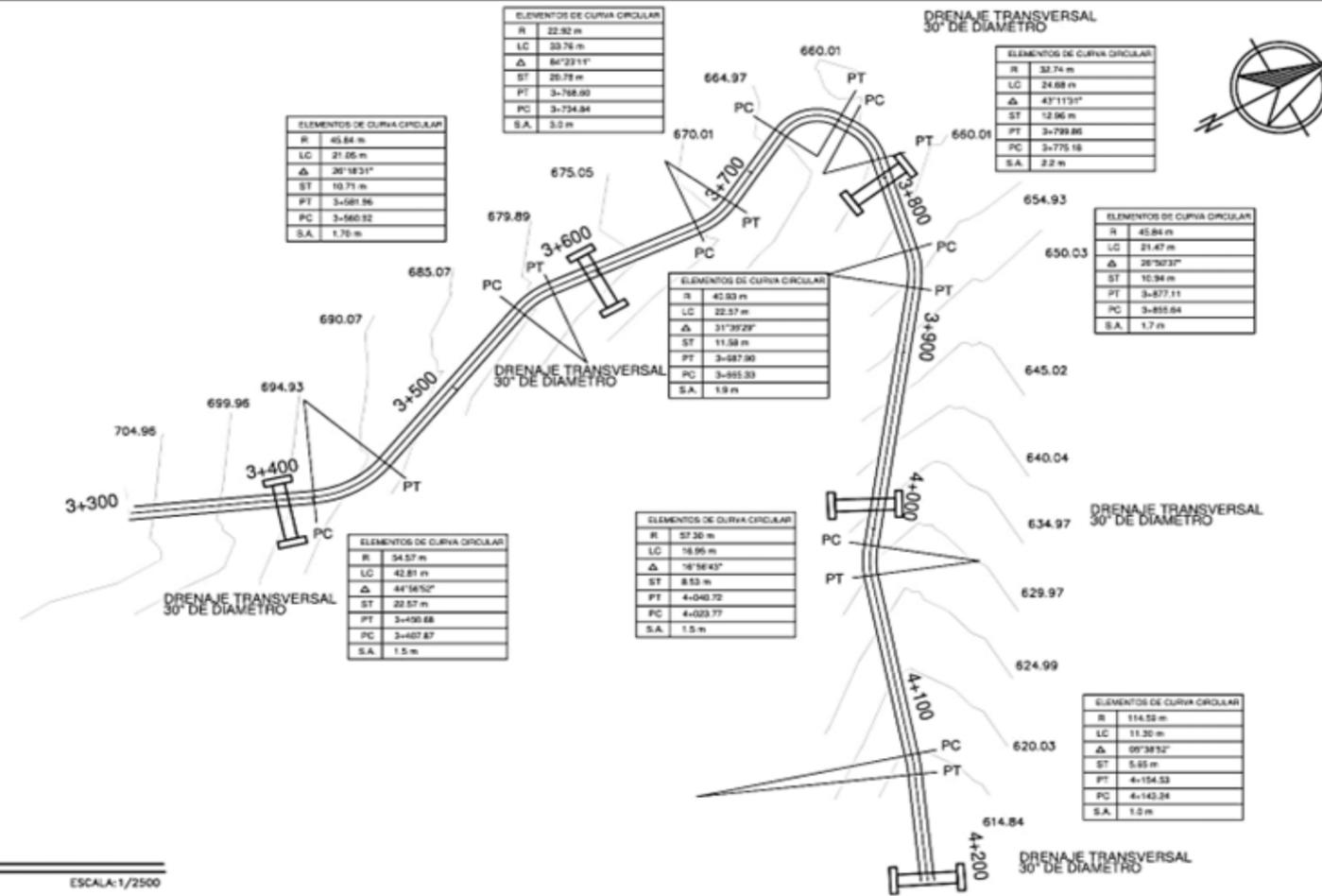


PLANTA Y PERFIL

ESCALA: 1/2500

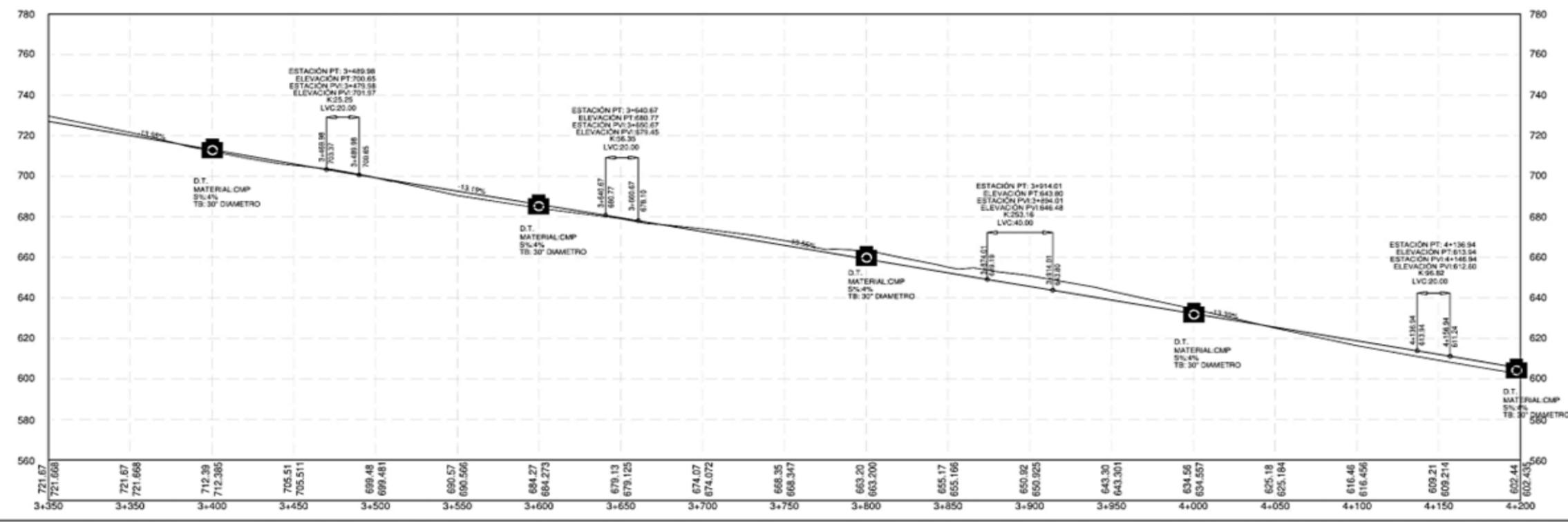


NOMENCLATURA	
PLANTA DE CARRETERA	
R	RADIO
LC	LONGITUD DE CURVA
Δ	ANGULO DE DEFLEXION
ST	SUS TANGENTE
PT	SALIDA DE TANGENTE
PC	ENTRADA DE TANGENTE
S.A.	SOBRE ANCHO
PERFIL DE CARRETERA	
K	COEFICIENTE DE CURVATURA
LCV	LONGITUD DE CURVA VERTICAL
D.T.	DRENAJE TRANSVERSAL
PVI	INTERSECCION TANGENTE
PT	SALIDA DE TANGENTE
CMP	CABEZAL MAMPUESTA PIEDRA
SN	PENDIENTE
TB	TUBERIA
	DRENAJE TRANSVERSAL
MANUALES DE DISEÑO	
- ESPECIFICACIONES GENERALES PARA CONSTRUCCION DE CARRETERAS Y Puentes. 301. DCC.	
- MANUAL DE PROYECTO GEOMETRICO DE CARRETERAS MEXICO 2018 SECRETARIA DE COMUNICACIONES.	
- MANUAL GEOMETRICO PARA EL DISEÑO GEOMETRICO DE CARRETERAS 2011. AEDD.	



PLANTA Y PERFIL

ESCALA: 1/2500



NOMENCLATURA

PLANTA DE CARRETERA

R	RADIO
LC	LONGITUD DE CURVA
Δ	ANGULO DE DEFLEXIÓN
ST	SUB. TANGENTE
PT	SAIDA DE TANGENTE
PC	ENTRADA DE TANGENTE
S.A.	SOBRE ANCHO

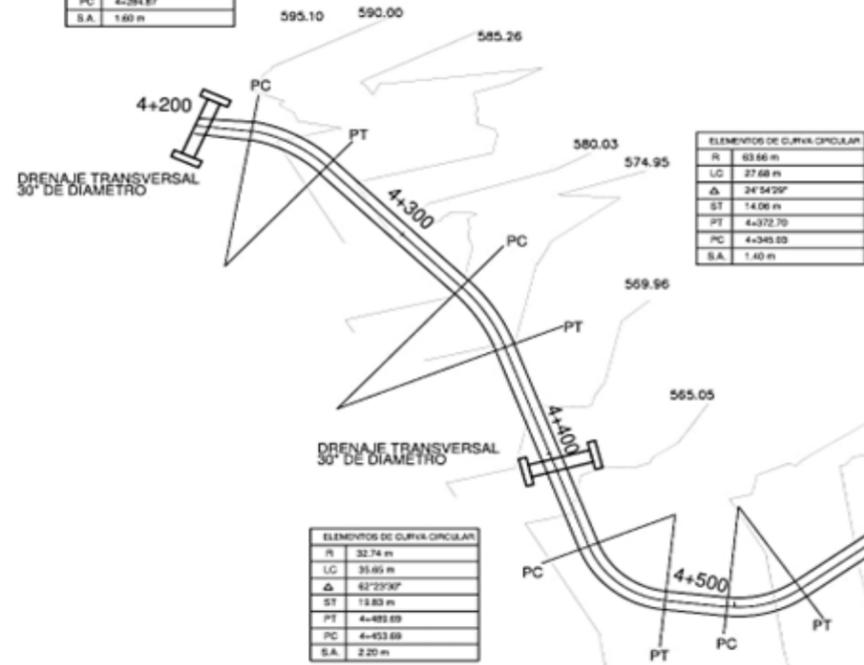
PERFIL DE CARRETERA

K	COEFICIENTE DE CURVATURA
LVC	LONGITUD DE CURVA VERTICAL
D.T.	DRENAJE TRANSVERSAL
PVI	INTERSECCIÓN TANGENTE
PT	SAIDA DE TANGENTE
CMP	CAJAZAL MAPOSTERA PIEDRA
S%	PENDIENTE
TS	TUBERIA
DT	DRENAJE TRANSVERSAL

MANUALES DE DISEÑO

- ESPECIFICACIONES GENERALES PARA CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS Y PUENTES 2011, DGC.
- MANUAL DE PROYECTO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS 2018, SECRETARÍA DE COMUNICACIONES.
- MANUAL CENTRISIMÉTRICO PARA EL DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS 2011, AGC.

ELEMENTOS DE CURVA CIRCULAR	
R	52.09 m
LC	32.18 m
Δ	33°12'00"
ST	15.53 m
PT	4+279.06
PC	4+284.87
S.A.	1.60 m



ELEMENTOS DE CURVA CIRCULAR	
R	63.66 m
LC	37.68 m
Δ	24°54'29"
ST	14.06 m
PT	4+372.70
PC	4+345.03
S.A.	1.40 m

ELEMENTOS DE CURVA CIRCULAR	
R	32.74 m
LC	35.95 m
Δ	62°23'30"
ST	13.83 m
PT	4+493.89
PC	4+453.69
S.A.	2.20 m

ELEMENTOS DE CURVA CIRCULAR	
R	38.20 m
LC	37.59 m
Δ	41°22'56"
ST	14.43 m
PT	4+538.94
PC	4+511.35
S.A.	2.8 m

ELEMENTOS DE CURVA CIRCULAR	
R	45.84 m
LC	24.72 m
Δ	30°54'18"
ST	12.67 m
PT	4+840.71
PC	4+815.58
S.A.	1.70 m

DRENAJE TRANSVERSAL 30" DE DIAMETRO

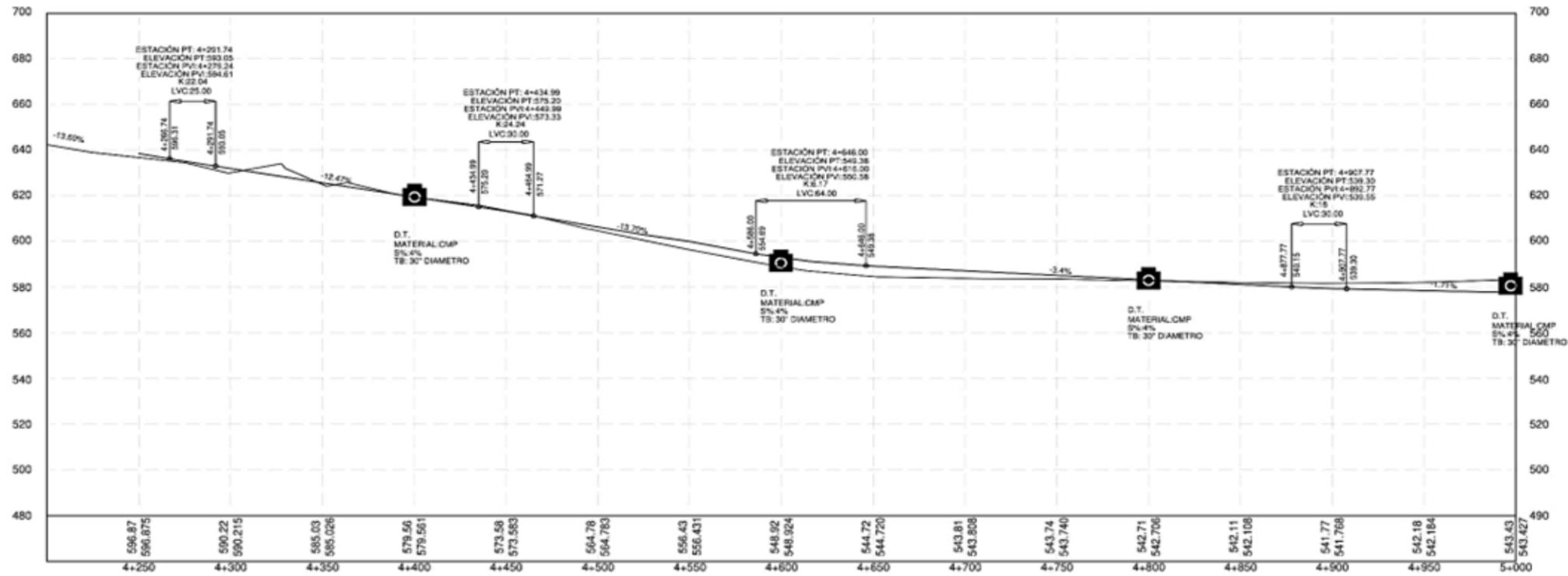
ELEMENTOS DE CURVA CIRCULAR	
R	28.83 m
LC	22.41 m
Δ	81°37'17"
ST	12.43 m
PT	4+983.29
PC	4+957.89
S.A.	3.0 m



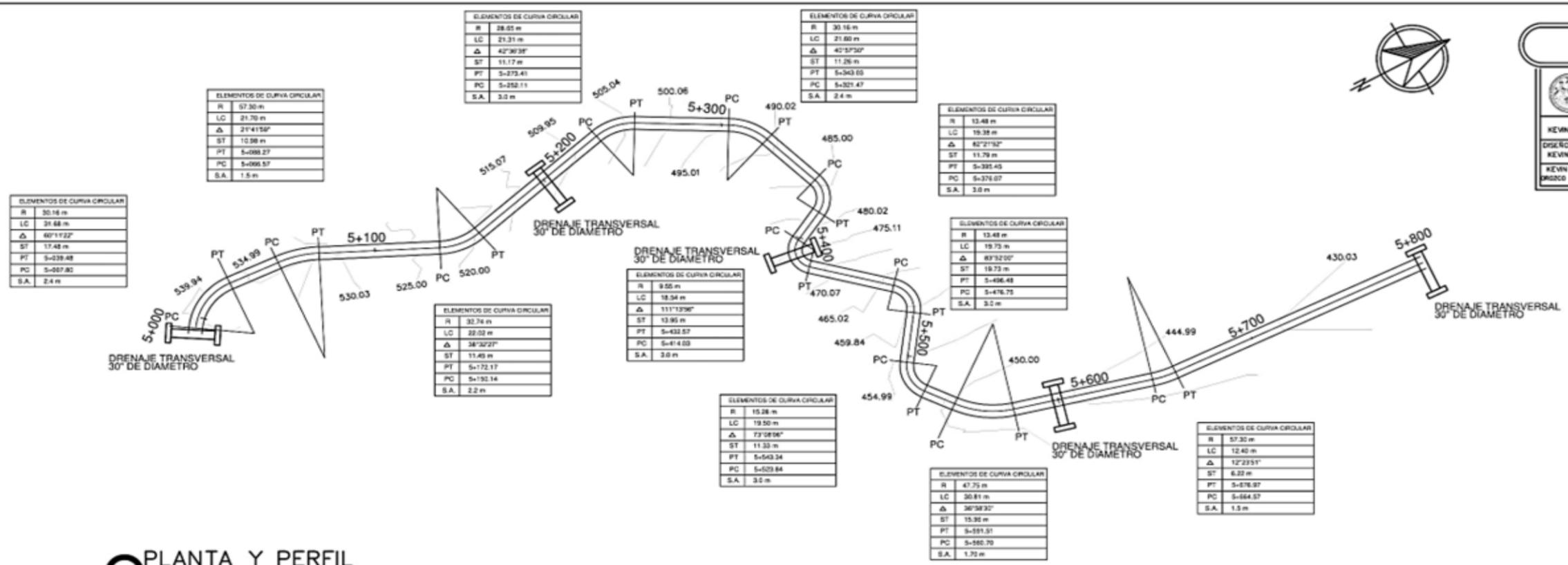
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE TACANÁ		HOJA: 08 35
PROYECTO: REHABILITACION DE CARRETERA DEL GANCHO HACIA EL ENTRONQUE DE LA ALDEA EL ROSARIO	FECHA: 2021	VO BO
UBICACION: TACANÁ, SAN MARCOS	ESCALA: INDICADA	
CONTEO: PLANTA Y PERFIL		
ASESOR-SUPERVISOR: ING. OSCAR ARGUETA HERNANDEZ		
DESIGNADO: KEVIN OROZCO		
PROYECTADO: KEVIN OROZCO ING. OSCAR ARGUETA HERNANDEZ		

PLANTA Y PERFIL

ESCALA: 1/2500



NOMENCLATURA	
PLANTA DE CARRETERA	
R	RADIO
LC	LONGITUD DE CURVA
Δ	ANGULO DE DEFLEXION
ST	SUB. TANGENTE
PT	SALIDA DE TANGENTE
PC	ENTRADA DE TANGENTE
S.A.	SOBRE ANCHO
PERFIL DE CARRETERA	
K	COEFICIENTE DE CURVATURA
LCV	LONGITUD DE CURVA VERTICAL
D.T.	DRENAJE TRANSVERSAL
PVI	INTERSECCION TANGENTE
PT	SALIDA DE TANGENTE
CMP	CARGAL MAMPUESTRA PIEDRA
%	PENDIENTE
TB	TUBERIA
■	DRENAJE TRANSVERSAL
MANUALES DE DISEÑO	
-ESPECIFICACIONES GENERALES PARA CONSTRUCCION DE CARRETERAS Y PUENTES 1991. DGC.	
-MANUAL DE PROYECTO GEOMETRICO DE CARRETERAS, MEXICO 2018 SECRETARIA DE COMUNICACIONES.	
-MANUAL CENTROAMERICANO PARA EL DISEÑO GEOMETRICO DE CARRETERA 2011. RECO.	



ELEMENTOS DE CURVA CIRCULAR	
R	30.16 m
LC	31.66 m
Δ	60°1'22"
ST	17.48 m
PT	5+039.48
PC	5+007.80
S.A.	2.4 m

ELEMENTOS DE CURVA CIRCULAR	
R	57.30 m
LC	21.70 m
Δ	21°4'15"
ST	12.98 m
PT	5+098.27
PC	5+096.57
S.A.	1.5 m

ELEMENTOS DE CURVA CIRCULAR	
R	28.05 m
LC	21.31 m
Δ	42°30'30"
ST	11.17 m
PT	5+273.41
PC	5+252.11
S.A.	3.0 m

ELEMENTOS DE CURVA CIRCULAR	
R	30.16 m
LC	21.80 m
Δ	42°5'20"
ST	11.26 m
PT	5+343.03
PC	5+321.47
S.A.	2.4 m

ELEMENTOS DE CURVA CIRCULAR	
R	13.48 m
LC	19.38 m
Δ	82°2'19"
ST	11.79 m
PT	5+395.43
PC	5+374.07
S.A.	3.0 m

ELEMENTOS DE CURVA CIRCULAR	
R	13.48 m
LC	19.73 m
Δ	83°32'00"
ST	19.73 m
PT	5+496.48
PC	5+476.70
S.A.	3.0 m

ELEMENTOS DE CURVA CIRCULAR	
R	32.74 m
LC	22.03 m
Δ	38°30'22"
ST	11.49 m
PT	5+172.17
PC	5+150.14
S.A.	2.2 m

ELEMENTOS DE CURVA CIRCULAR	
R	8.50 m
LC	18.04 m
Δ	111°13'36"
ST	13.95 m
PT	5+432.57
PC	5+414.03
S.A.	3.0 m

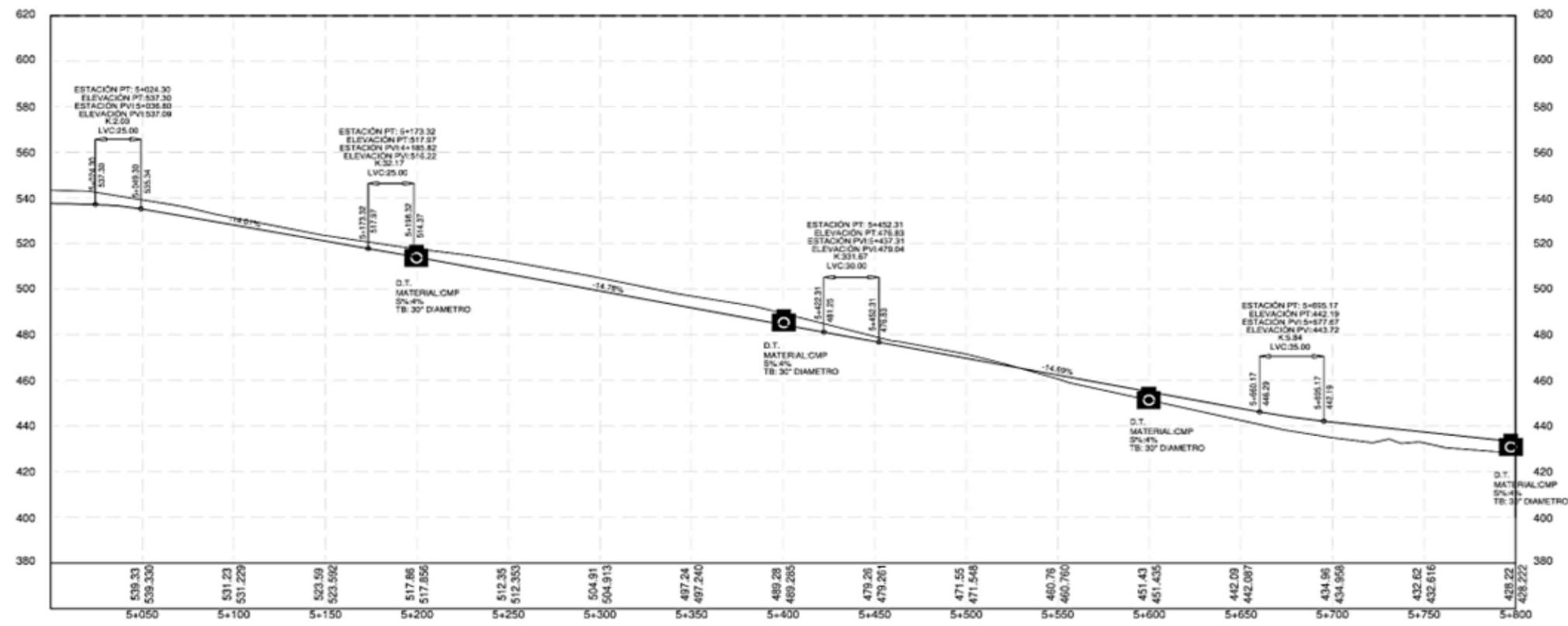
ELEMENTOS DE CURVA CIRCULAR	
R	15.26 m
LC	19.50 m
Δ	73°58'06"
ST	11.33 m
PT	5+543.34
PC	5+523.84
S.A.	3.0 m

ELEMENTOS DE CURVA CIRCULAR	
R	47.75 m
LC	30.81 m
Δ	38°38'30"
ST	15.30 m
PT	5+591.51
PC	5+580.70
S.A.	1.70 m

ELEMENTOS DE CURVA CIRCULAR	
R	57.30 m
LC	12.40 m
Δ	12°23'51"
ST	6.22 m
PT	5+578.97
PC	5+564.57
S.A.	1.5 m

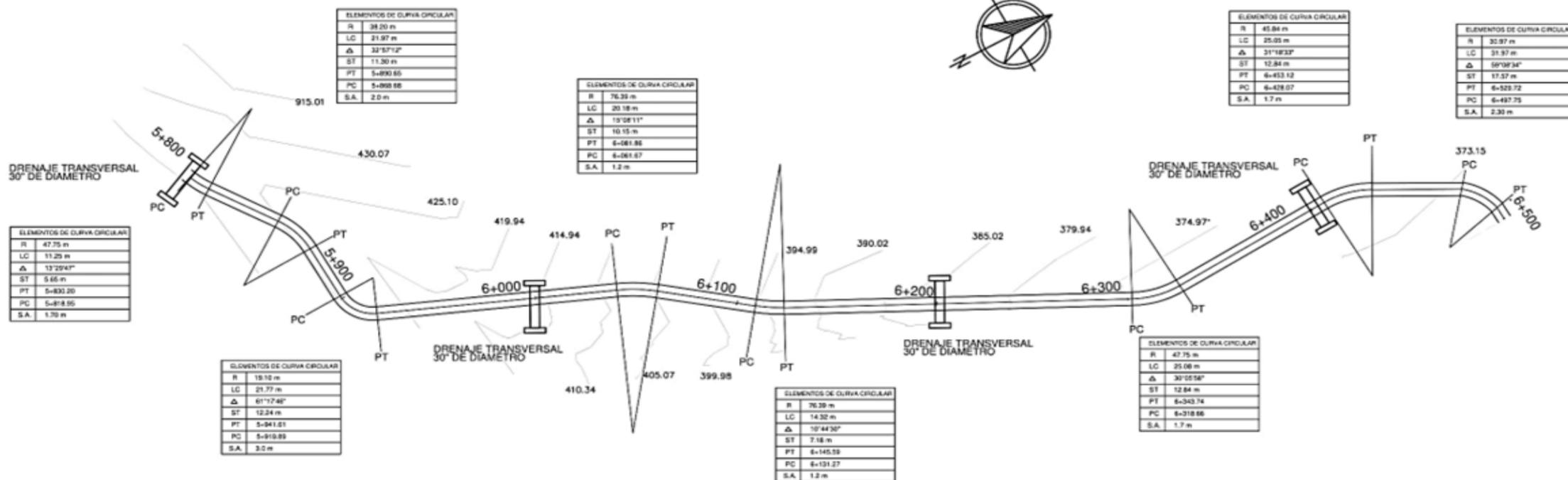
PLANTA Y PERFIL

ESCALA: 1/2500

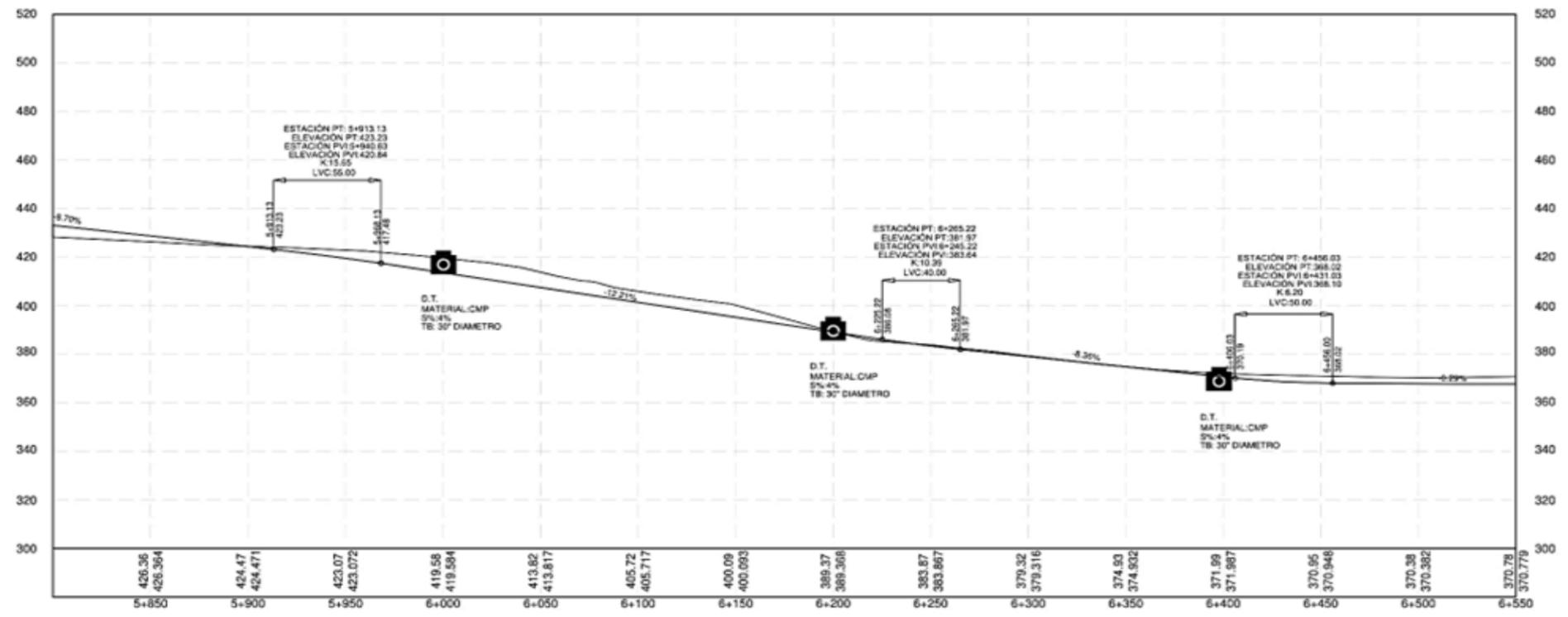


NOMENCLATURA	
PLANTA DE CARRETERA	
R	RADIO
LC	LONGITUD DE CURVA
Δ	ANGULO DE DEFLEXIÓN
ST	SUB-TANGENTE
PT	SALIDA DE TANGENTE
PC	ENTRADA DE TANGENTE
S.A.	SOBRE ANCHO
PERFIL DE CARRETERA	
K	COEFICIENTE DE CURVATURA
LVC	LONGITUD DE CURVA VERTICAL
D.T.	DRENAJE TRANSVERSAL
PVI	INTERSECCIÓN TANGENTE
PT	SALIDA DE TANGENTE
CMP	CABEZAL MAJOSTERIA PIEDRA
5%	PENDIENTE
TB	TUBERIA
■	DRENAJE TRANSVERSAL
MANUALES DE DISEÑO	
-ESPECIFICACIONES GENERALES PARA CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS Y PUENTES, 2801, DGC.	
-MANUAL DE PROYECTO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS, MEXICO, 2018, SECRETARÍA DE COMUNICACIONES.	
-MANUAL CENTROAMERICANO PARA EL DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERA, 2811, AECID.	

		PROYECTO: REHABILITACIÓN DE CARRETERA DEL GANCHO HACIA EL ENTRONQUE DE LA ALDEA EL ROSARIO		HOJA: 10 / 35
UBICACIÓN: TACANA, SAN MARCOS		FECHA: 2021		ESCALA: INDICADA
DISEÑO: KEVIN OROZCO KEVIN WERNER OROZCO GUTIERREZ		CONTENIDO: PLANTA Y PERFIL		
ASESOR-SUPERVISOR: ING. OSCAR ARGUETA HERNANDEZ		V.O.B.O.		



PLANTA Y PERFIL
 ESCALA: 1/2500



NOEMLATURA

PLANTA DE CARRETERA

R	RADIO
LC	LONGITUD DE CURVA
Δ	ANGULO DE DEFLEXIÓN
ST	SUB. TANGENTE
PT	SALIDA DE TANGENTE
PC	ENTRADA DE TANGENTE
S.A.	SOBRE ANCHO

PERFIL DE CARRETERA

K	COEFICIENTE DE CURVATURA
LCV	LONGITUD DE CURVA VERTICAL
D.T.	DRENAJE TRANSVERSAL
PVI	INTERSECCIÓN TANGENTE
PT	SALIDA DE TANGENTE
CMP	CANAL MAPOSTERA PIEDRA
5%	PENDIENTE
TB	TUBERIA
■	DRENAJE TRANSVERSAL

MANUALES DE DISEÑO

ESPECIFICACIONES GENERALES PARA CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS Y PUENTES 2001. DGC.

MANUAL DE PROYECTO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS MEXICO 2018 SECRETARÍA DE COMUNICACIONES.

MANUAL CENTROAMERICANO PARA EL DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERA 2011. MECO.

ELEMENTOS DE CURVA CIRCULAR	
R	4.41 m
LC	10.33 m
Δ	134°19'22"
ST	10.47 m
PT	6+885.77
PC	6+875.44
S.A.	3.0 m

ELEMENTOS DE CURVA CIRCULAR	
R	78.39 m
LC	13.63 m
Δ	10°13'10"
ST	6.83 m
PT	6+927.37
PC	6+913.74
S.A.	1.2 m

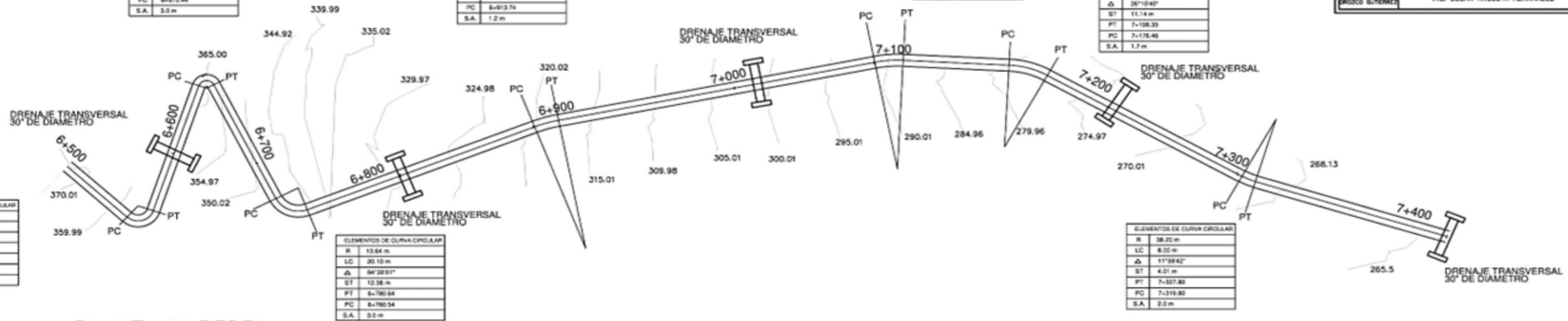
ELEMENTOS DE CURVA CIRCULAR	
R	63.64 m
LC	15.53 m
Δ	13°58'48"
ST	7.81 m
PT	7+118.65
PC	7+103.12
S.A.	1.4 m

ELEMENTOS DE CURVA CIRCULAR	
R	47.73 m
LC	21.88 m
Δ	26°15'40"
ST	11.14 m
PT	7+128.33
PC	7+116.46
S.A.	1.7 m

ELEMENTOS DE CURVA CIRCULAR	
R	8.81 m
LC	17.46 m
Δ	112°30'11"
ST	13.45 m
PT	6+586.16
PC	6+560.79
S.A.	3.0 m

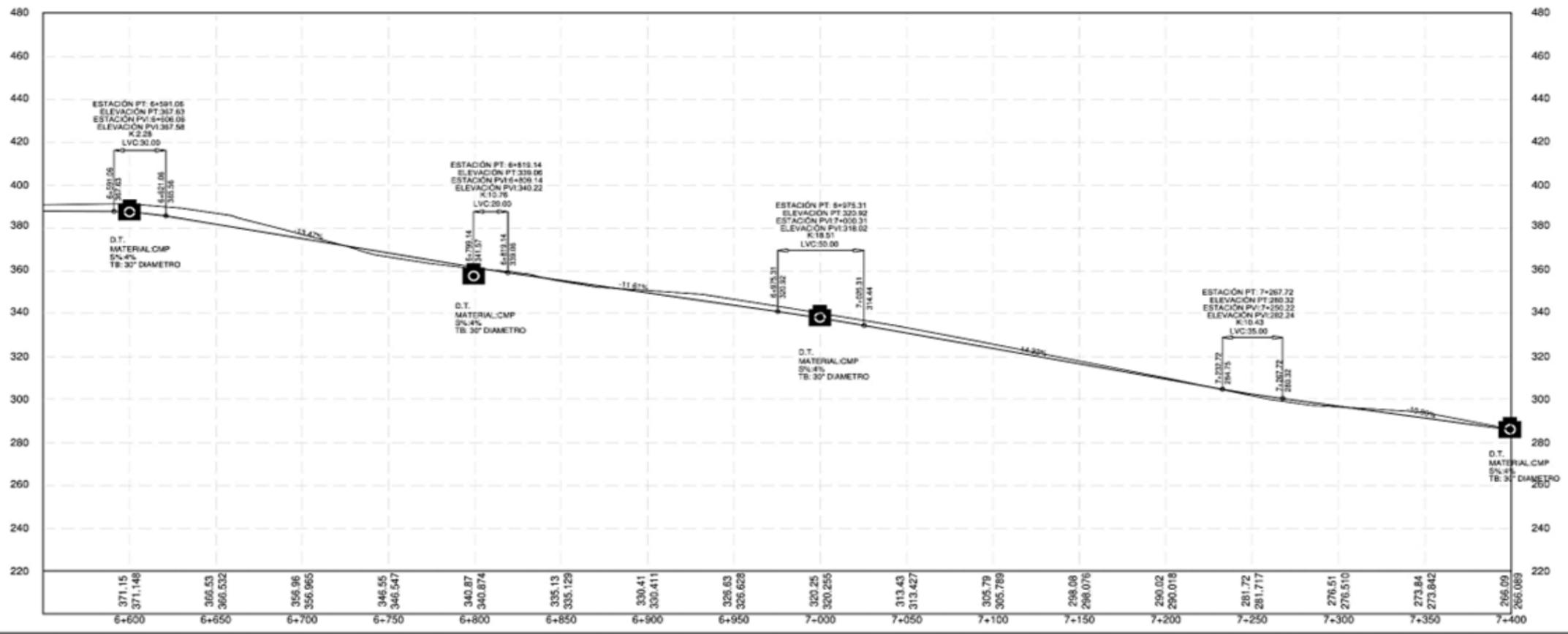
ELEMENTOS DE CURVA CIRCULAR	
R	13.64 m
LC	20.15 m
Δ	84°28'01"
ST	12.38 m
PT	6+780.64
PC	6+760.54
S.A.	3.0 m

ELEMENTOS DE CURVA CIRCULAR	
R	38.22 m
LC	8.02 m
Δ	11°59'42"
ST	4.01 m
PT	7+327.80
PC	7+319.80
S.A.	2.0 m

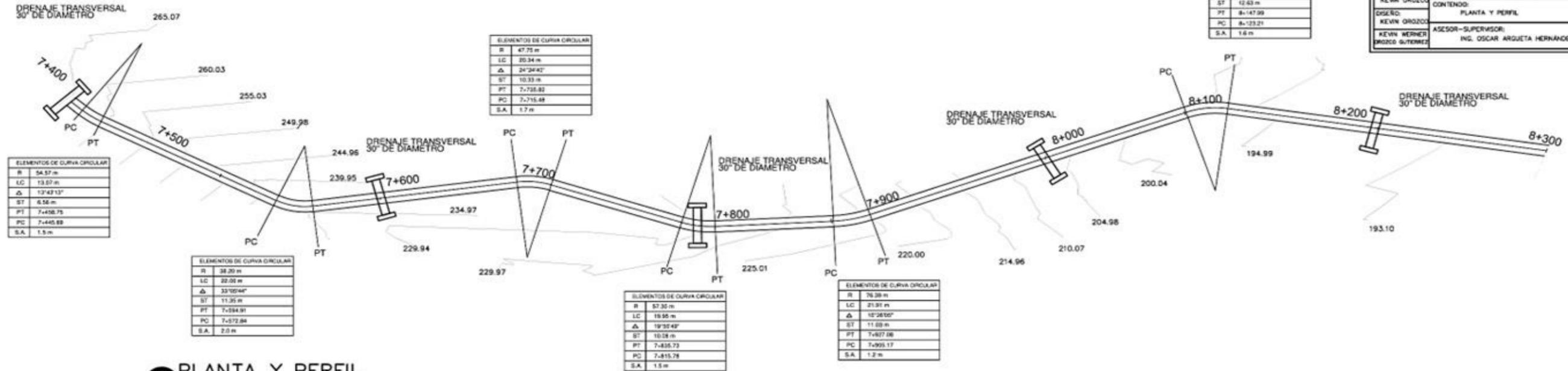


PLANTA Y PERFIL

ESCALA: 1/2500

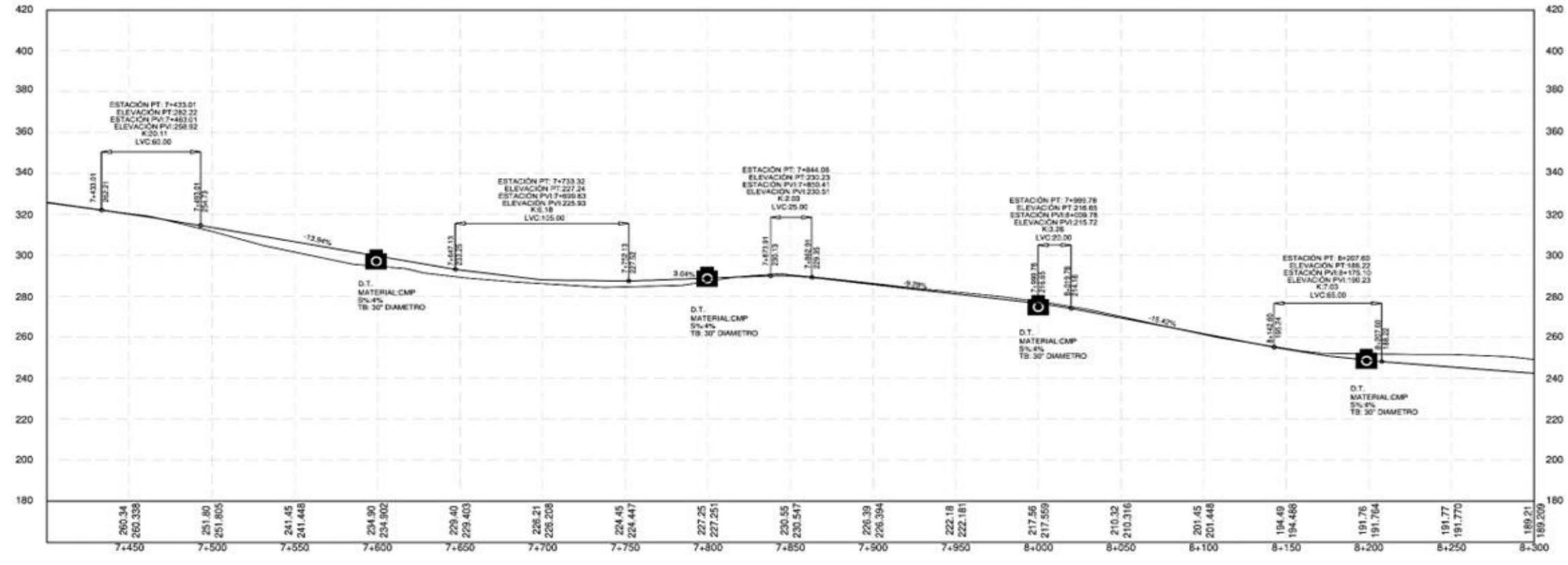


NOMENCLATURA	
PLANTA DE CARRETERA	
R	RADIO
LC	LONGITUD DE CURVA
Δ	ANGULO DE DEFLEXION
ST	SUB. TANGENTE
PT	SALIDA DE TANGENTE
PC	ENTRADA DE TANGENTE
S.A.	SOBRE ANCHO
PERFIL DE CARRETERA	
K	COEFICIENTE DE CURVATURA
LCV	LONGITUD DE CURVA VERTICAL
D.T.	DRENAJE TRANSVERSAL
PVI	INTERSECCION TANGENTE
PT	SALIDA DE TANGENTE
CMP	CABEZAL MAPOSTERA PIEDRA
3%	PENDIENTE
TB	TUBERIA
	DRENAJE TRANSVERSAL
MANUALES DE DISEÑO	
- ESPECIFICACIONES GENERALES PARA CONSTRUCCION DE CARRETERAS Y PUENTES. 2891. DGC.	
- MANUAL DE PROYECTO GEOMETRICO DE CARRETERAS. VEHIC. 2519. SECRETARIA DE COMUNICACIONES.	
- MANUAL CENTROAMERICANO PARA EL DISEÑO GEOMETRICO DE CARRETERA. 2811. AECG.	



PLANTA Y PERFIL

ESCALA: 1/2500



NOMENCLATURA

PLANTA DE CARRETERA

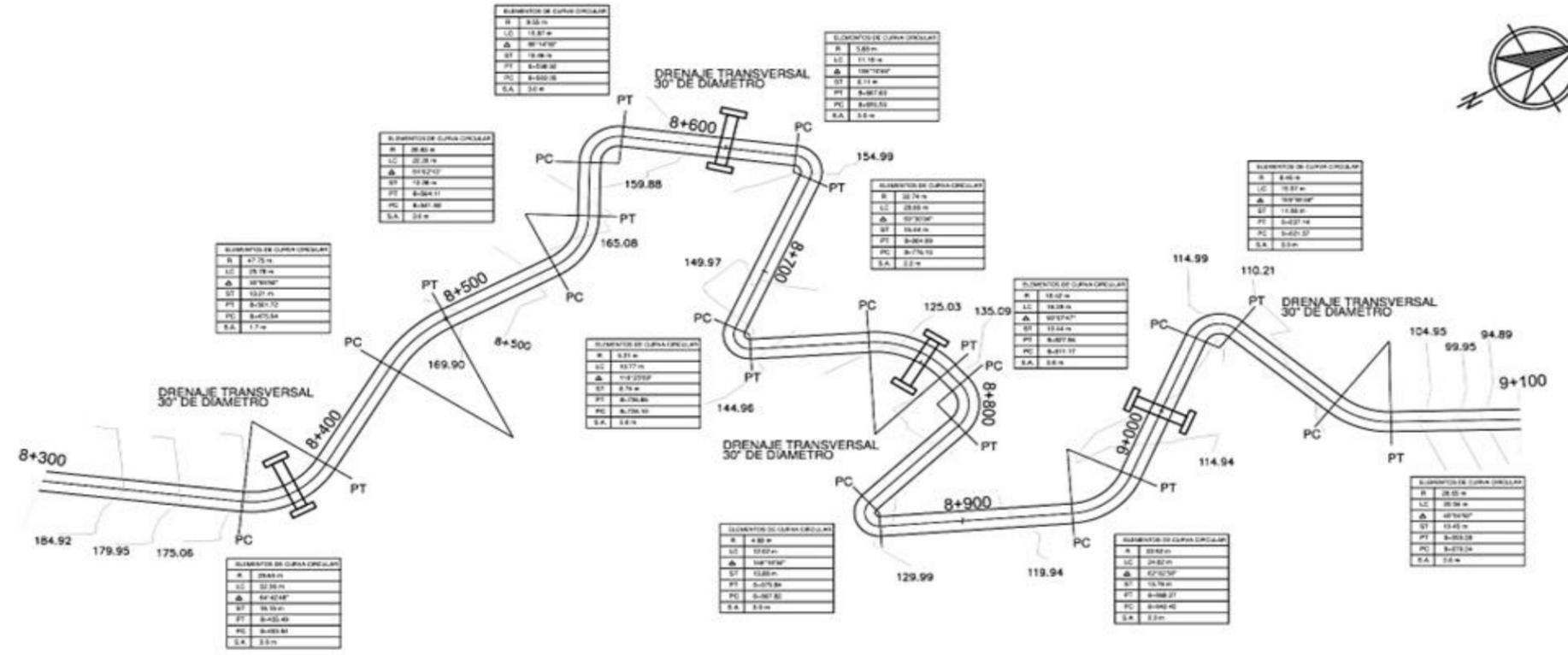
R	RADIO
LC	LONGITUD DE CURVA
Δ	ANGULO DE DEFLEXION
ST	SUB. TANGENTE
PT	SALIDA DE TANGENTE
PC	ENTRADA DE TANGENTE
S.A.	SOBRE ANCHO

PERFIL DE CARRETERA

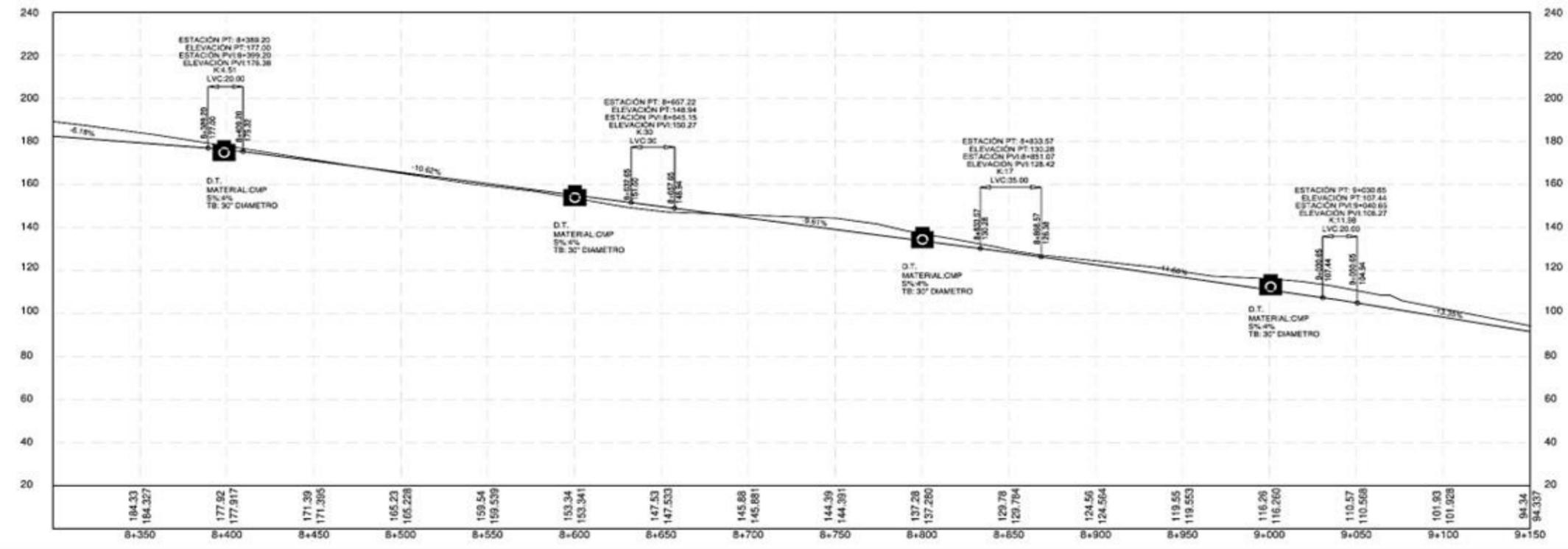
K	COEFICIENTE DE CURVATURA
LVC	LONGITUD DE CURVA VERTICAL
D.T.	DRENAJE TRANSVERSAL
PVI	INTERSECCION TANGENTE
PT	SALIDA DE TANGENTE
CMP	CARRETA MAQUINARIA PIEDRA
5%	PENDIENTE
TB	TUBERIA
■	DRENAJE TRANSVERSAL

MANUALES DE DISEÑO

- ESPECIFICACIONES GENERALES PARA CONSTRUCCION DE CARRETERAS Y PUENTES 2011. DOC
- MANUAL DE PROYECTO GEOMETRICO DE CARRETERAS MEXICO 2016 SECRETARIA DE COMUNICACIONES
- MANUAL CENTROAMERICANO PARA EL DISEÑO GEOMETRICO DE CARRETERA 2011. ACOE



PLANTA Y PERFIL
 ESCALA: 1/2500



NOVENGLATURA

PLANTA DE CARRETERA

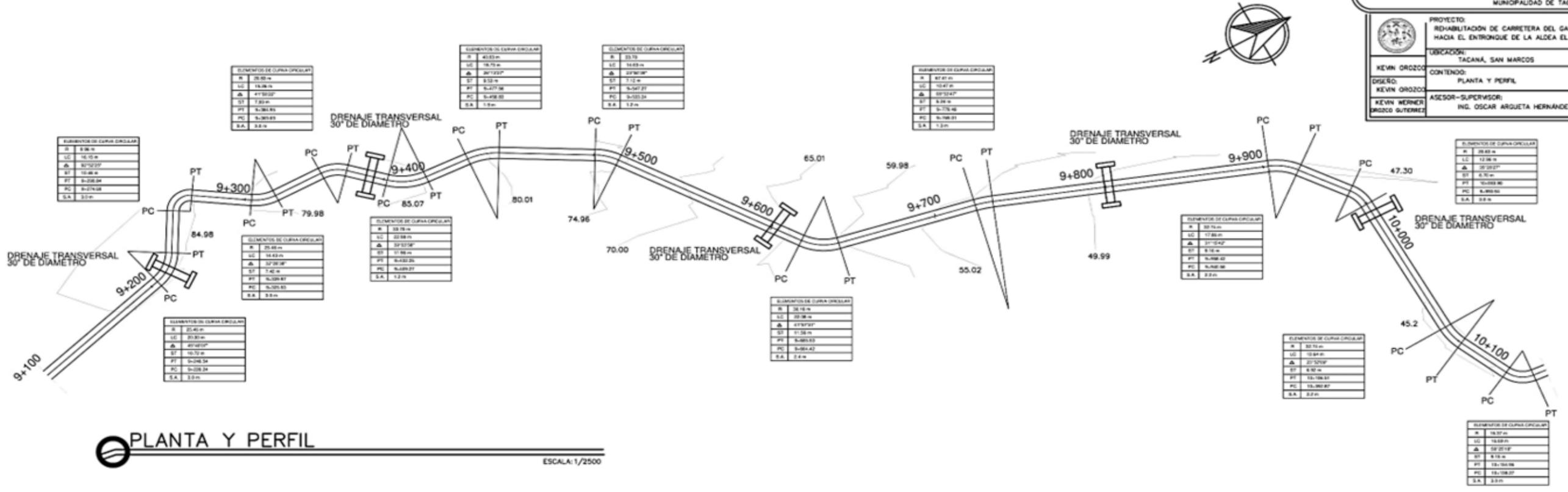
R	RADIO
LC	LONGITUD DE CURVA
Δ	ANGULO DE DEFLEXION
ST	SALIDA DE TANGENTE
PT	INTERSECCION TANGENTE
PC	ENTRADA DE TANGENTE
S.A.	SOBRES ANCHO

PERFIL DE CARRETERA

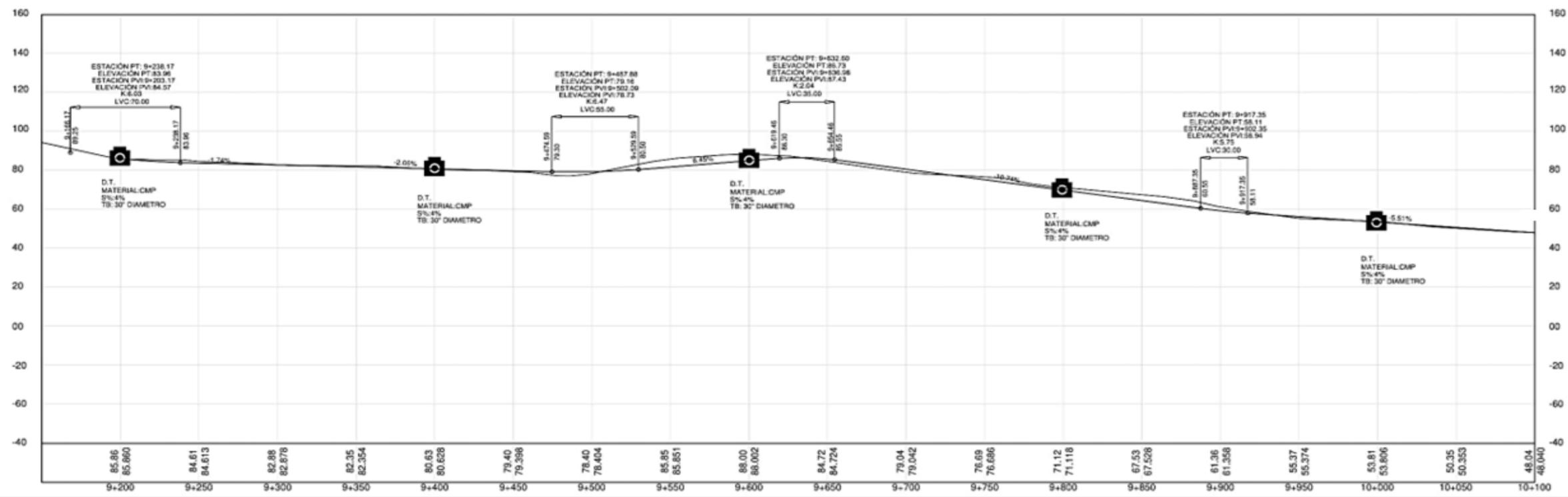
K	CORFICIENTE DE CURVATURA
LVC	LONGITUD DE CURVA VERTICAL
D.T.	DRENAJE TRANSVERSAL
PVI	INTERSECCION TANGENTE
PT	SALIDA DE TANGENTE
CMP	CABEZAL MANPOSTERIA PIEDRA
5%	PENDIENTE
TB	TUBERIA
■	DRENAJE TRANSVERSAL

MANUALES DE DISEÑO

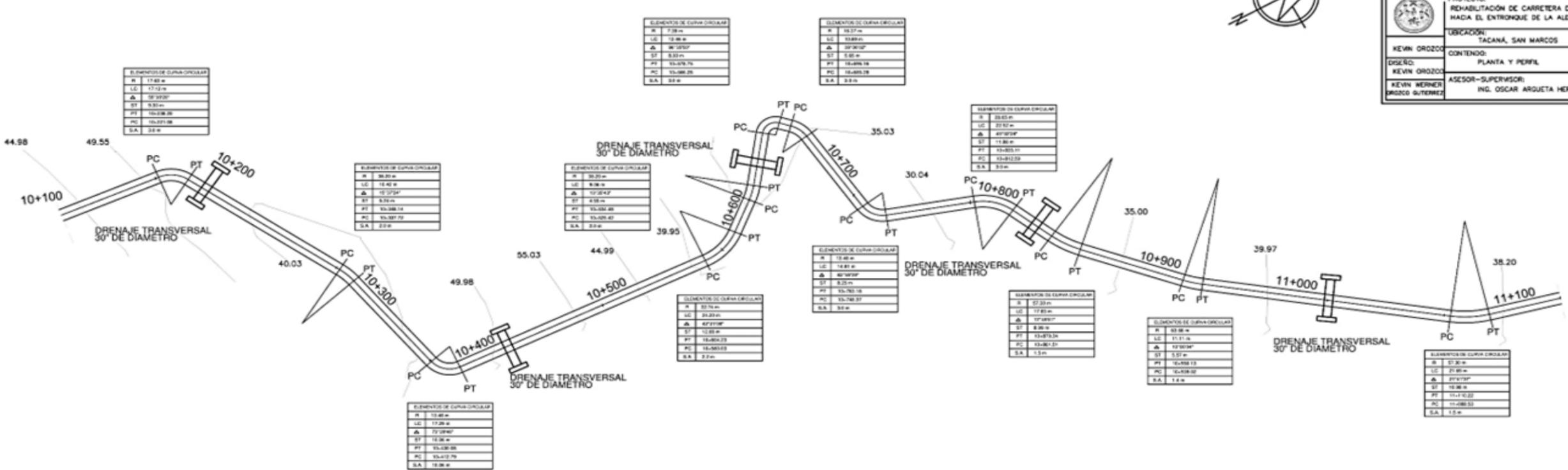
- ESPECIFICACIONES GENERALES PARA CONSTRUCCION DE CARRETERAS Y PUENTES. 2001. BGC.
- MANUAL DE PROYECTO GEOMETRICO DE CARRETERAS. MEXICO 2018. SECRETARIA DE COMUNICACIONES.
- MANUAL COSTAARRICENCIO PARA EL DISEÑO GEOMETRICO DE CARRETERA 2011. AECO.



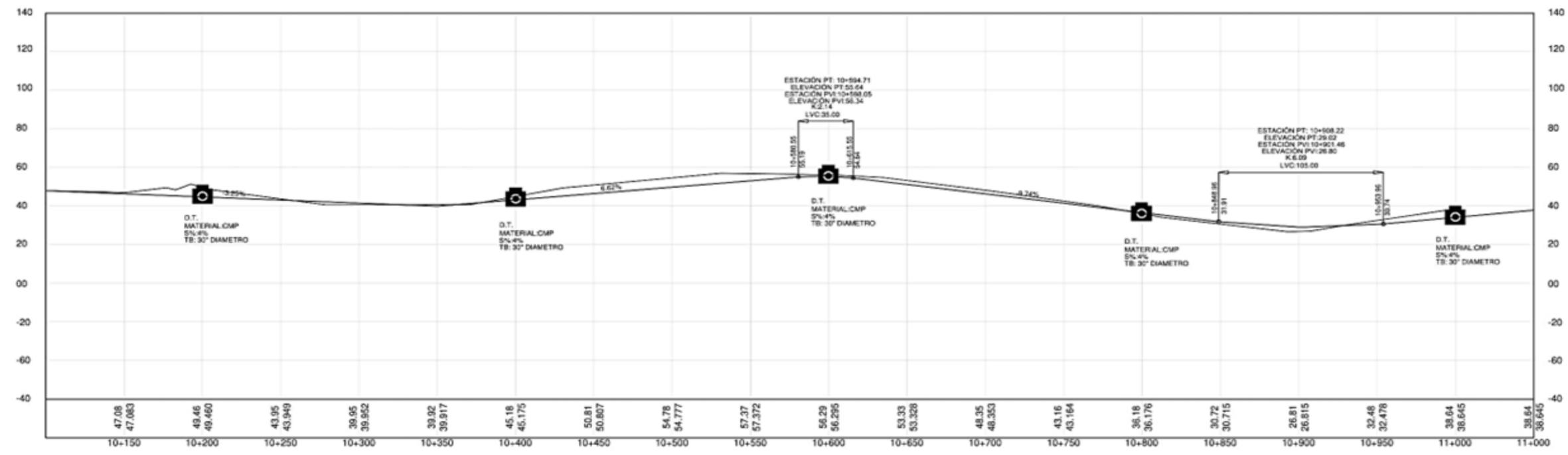
PLANTA Y PERFIL
 ESCALA: 1/2500



- NOMENCLATURA**
- PLANTA DE CARRERA**
- R RADIO
 - LC LONGITUD DE CURVA
 - Δ ANGLULO DE DEFLEXION
 - ST SALIDA DE TANGENTE
 - PT SALIDA DE TANGENTE
 - PC ENTRADA DE TANGENTE
 - S.A. SOBRE ANCHO
- PERFIL DE CARRERA**
- K COEFICIENTE DE CURVATURA
 - LVC LONGITUD DE CURVA VERTICAL
 - D.T. DRENAJE TRANSVERSAL
 - PVI INTERSECCION TANGENTE
 - PT SALIDA DE TANGENTE
 - CMP CAJON SIMPOSTERA PIEDRA
 - S% PENDIENTE
 - TB TUBERIA
 - DRENAJE TRANSVERSAL
- MANUALES DE DISEÑO**
- ESPECIFICACIONES GENERALES PARA CONSTRUCCION DE CARRERAS Y PUNTES 3011-306.
 - MANUAL DE PROYECTO GEOMETRICO DE CARRERAS MEXICO 2019 SECRETARIA DE COMUNICACIONES.
 - MANUAL CENTROAMERICANO PARA EL DISEÑO GEOMETRICO DE CARRERA 3011 AECID.



PLANTA Y PERFIL
ESCALA: 1/2500



NOMENCLATURA

PLANTA DE CARRETERA

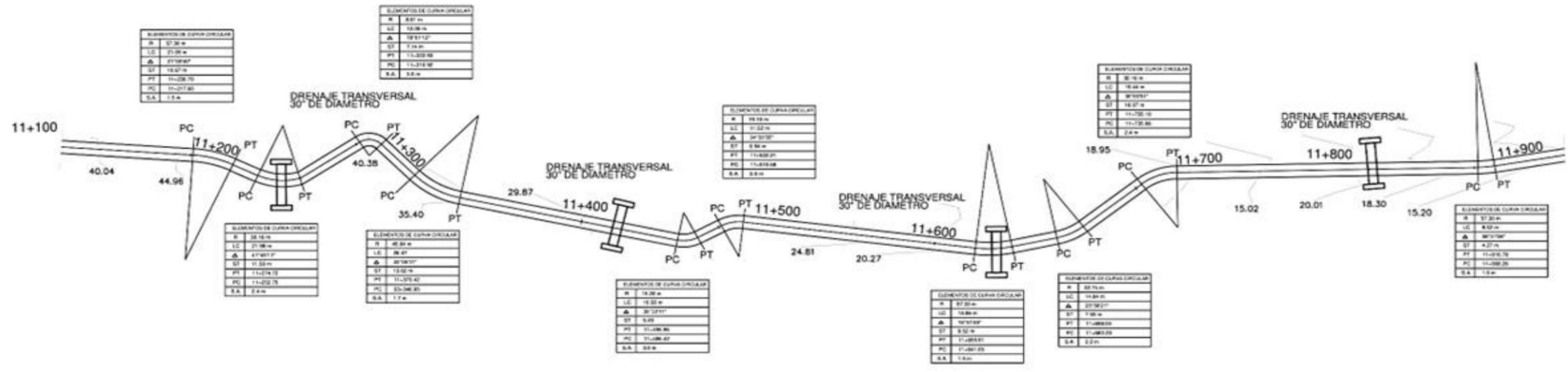
- R RADIO
- LC LONGITUD DE CURVA
- Δ ANGLULO DE DEFLEXIÓN
- ST SALID. TANGENTE
- PT SALIDA DE TANGENTE
- PC ENTRADA DE TANGENTE
- S.A. SOBRES ANCHO

PERFIL DE CARRETERA

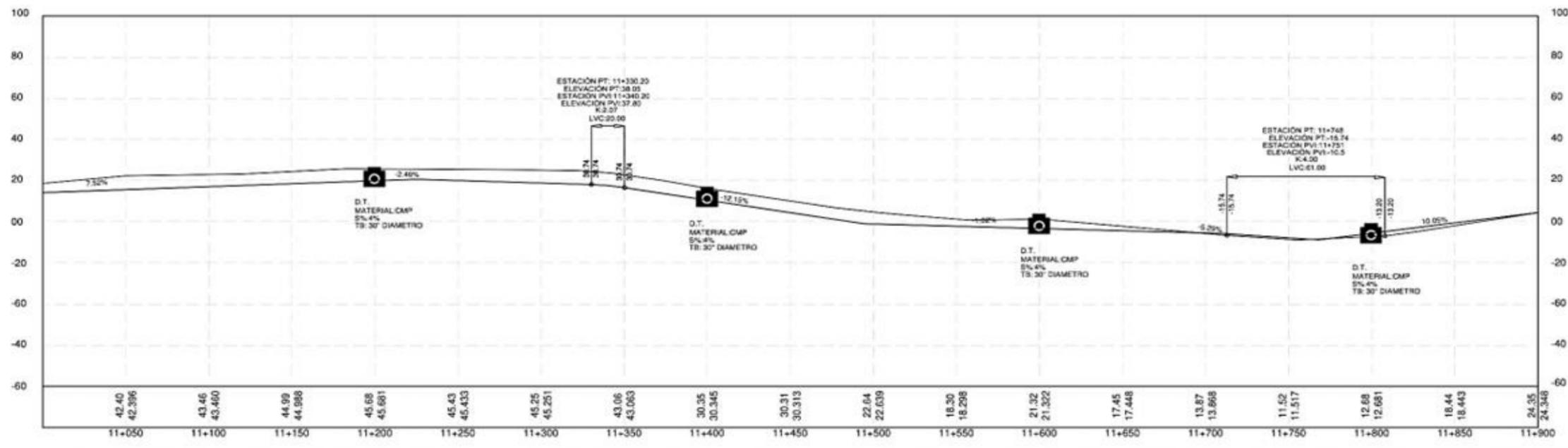
- K COEFICIENTE DE CURVATURA
- LVC LONGITUD DE CURVA VERTICAL
- D.T. DRENAJE TRANSVERSAL
- PVI INTERSECCIÓN TANGENTE
- PT SALIDA DE TANGENTE
- CMP CARRERA, MAMPUESTERA PIEDRA
- % PENDIENTE
- TB TUBERIA
- DRENAJE TRANSVERSAL

MANUALES DE DISEÑO

- ESPECIFICACIONES GENERALES PARA CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS Y PUENTES 2001. DGC.
- MANUAL DE PROYECTO GEOMETRICO DE CARRETERAS. MEXICO 2010 SECRETARIA DE COMUNICACIONES
- MANUAL CENTROAMERICANO PARA EL DISEÑO GEOMETRICO DE CARRETERA 2011. AECO.



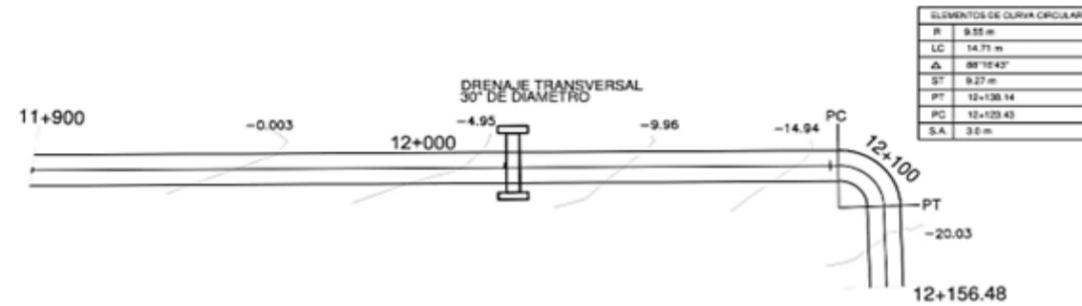
PLANTA Y PERFIL
 ESCALA: 1/2500



NOMENCLATURA	
PLANTA DE CARRETERA	
R	RADIO
LC	LONGITUD DE CURVA
Δ	ANGULO DE DEFLEXION
ST	SUB TANGENTE
PT	SALIDA DE TANGENTE
PC	ENTRADA DE TANGENTE
S.A.	SOBRE ANCHO
PERFIL DE CARRETERA	
K	COEFICIENTE DE CURVATURA
LCV	LONGITUD DE CURVA VERTICAL
D.T.	DRENAJE TRANSVERSAL
PVI	INTERSECCION TANGENTE
PT	SALIDA DE TANGENTE
CMP	CARREZIL NAPOPOSTERA PIEDRA
SN	PENDIENTE
TR	TUBERIA
■	DRENAJE TRANSVERSAL
MANUALES DE DISEÑO	
- ESPECIFICACIONES GENERALES PARA CONSTRUCCION DE CARRETERAS Y PUENTES 2001. DGC	
- MANUAL DE PROYECTO GEOMETRICO DE CARRETERAS MEXICO 2018 SECRETARIA DE COMUNICACIONES	
- MANUAL CENTROAMERICANO PARA EL DISEÑO GEOMETRICO DE CARRETERAS 2011. AECG	

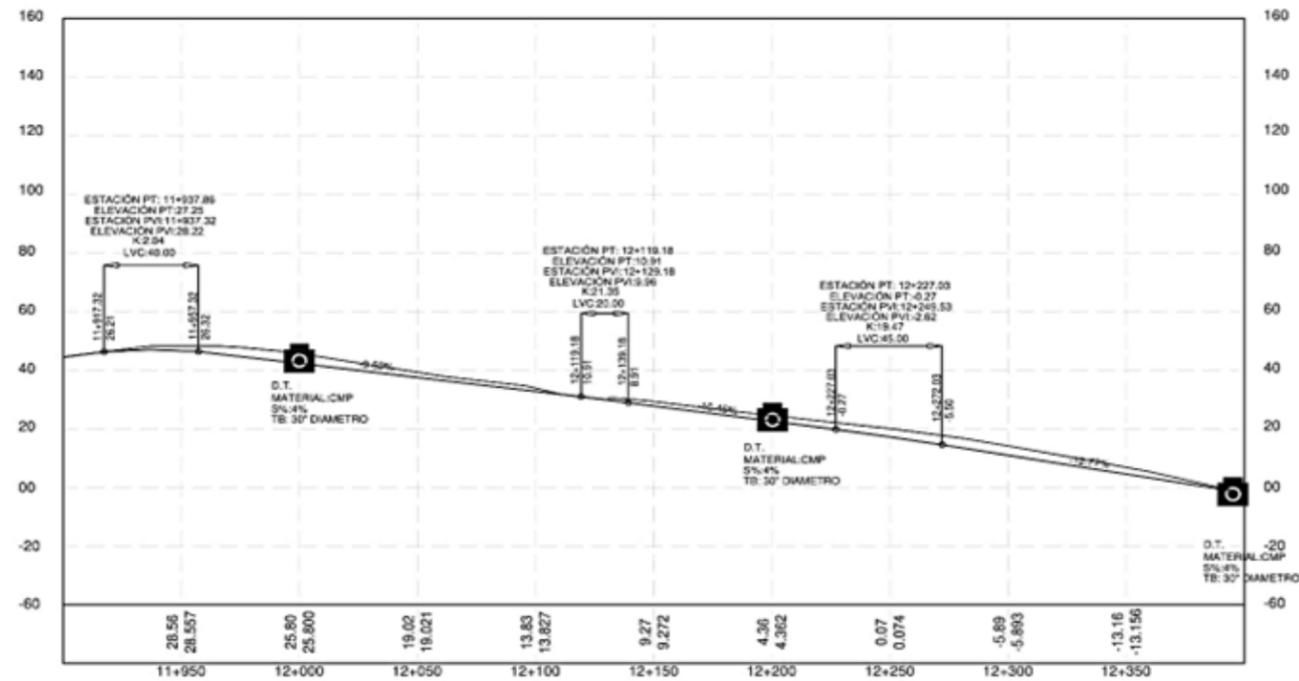


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE TACANÁ			
	PROYECTO: REHABILITACIÓN DE CARRETERA DEL GANCHO HACIA EL ENTRONQUE DE LA ALDEA EL ROSARIO		HOJA: 17 35
	UBICACIÓN: TACANÁ, SAN MARCOS		FECHA: 2021
KEVIN OROZCO	CONTENIDO: PLANTA Y PERFIL	ESCALA: INDICADA	
KEVIN OROZCO	ASESOR-SUPERVISOR: ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ	VO.BO	

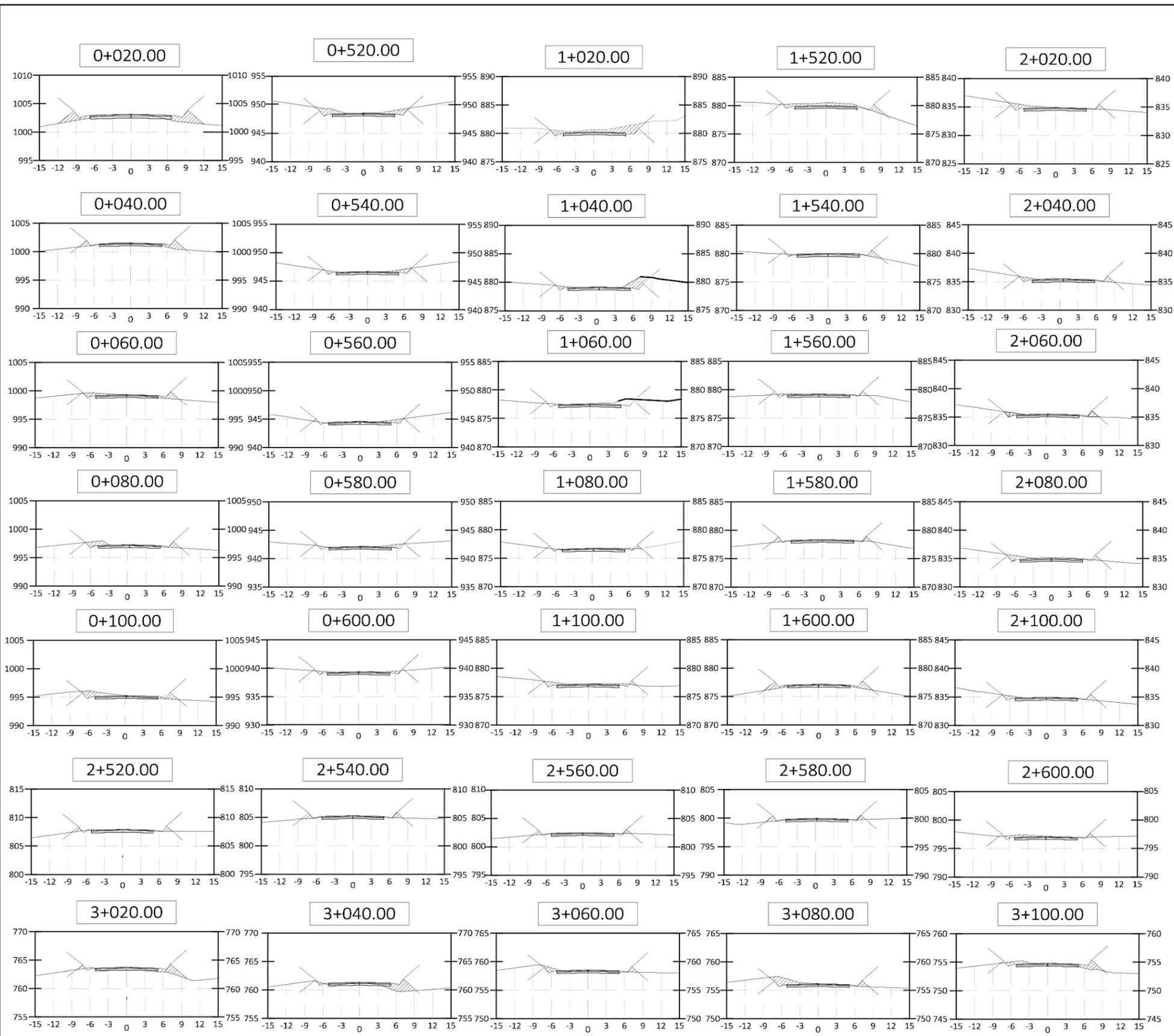


PLANTA Y PERFIL

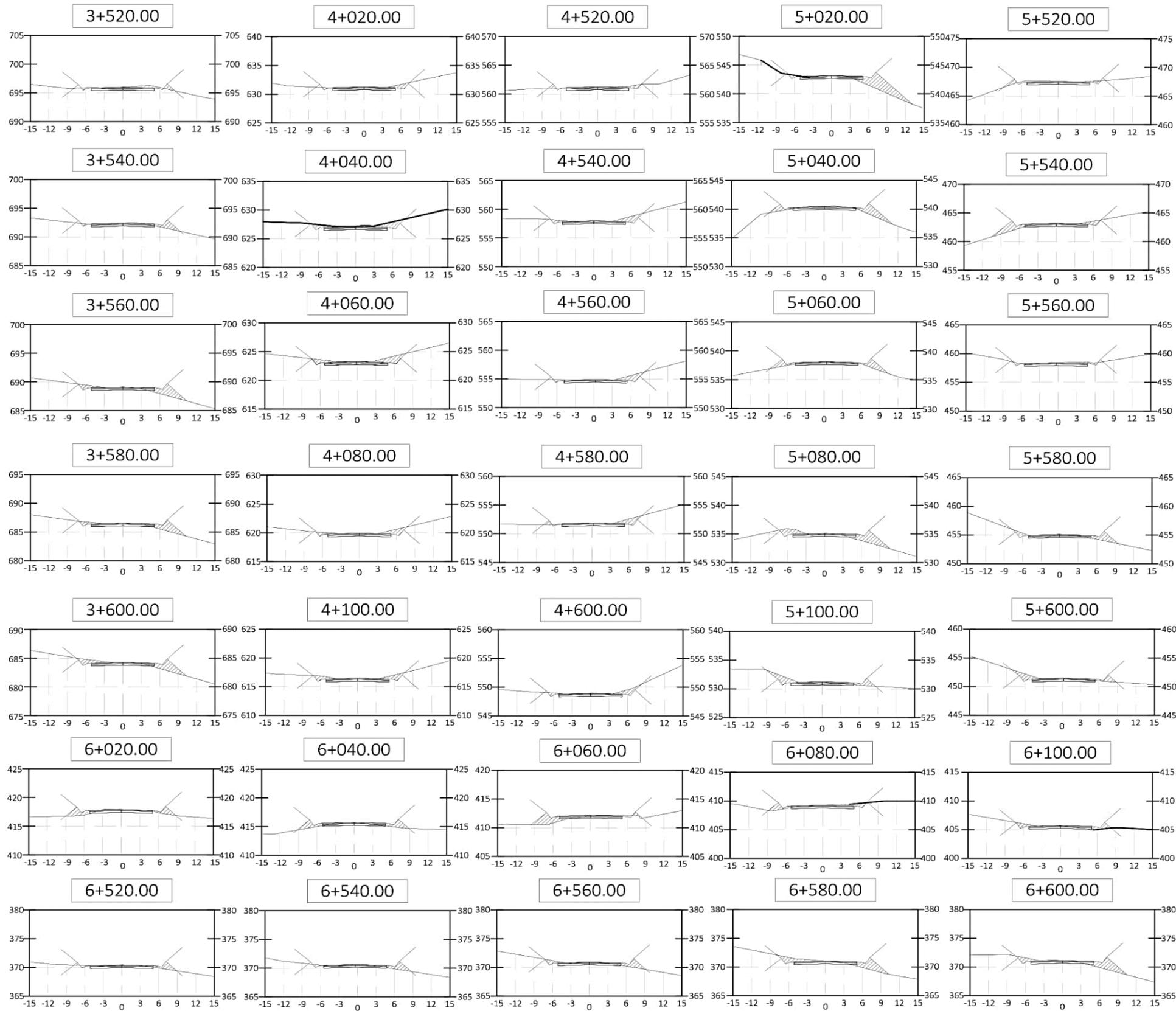
ESCALA: 1/2500



NOMENCLATURA	
PLANTA DE CARRETERA	
R	RADIO
LC	LONGITUD DE CURVA
Δ	ANGULO DE DEFLEXIÓN
ST	SUB. TANGENTE
PT	SALIDA DE TANGENTE
PC	ENTRADA DE TANGENTE
S.A.	SOBRE ANCHO
PERFIL DE CARRETERA	
K	COEFICIENTE DE CURVATURA
LCV	LONGITUD DE CURVA VERTICAL
D.T.	DRENAJE TRANSVERSAL
PVI	INTERSECCIÓN TANGENTE
PT	SALIDA DE TANGENTE
CMP	CABEZAL MANPOSTERA PIEDRA
SN	PENDIENTE
TB	TUBERIA
	DRENAJE TRANSVERSAL
MANUALES DE DISEÑO	
-ESPECIFICACIONES GENERALES PARA CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS Y PUENTES 2001. DGG.	
-MANUAL DE PROYECTO GEOMETRICO DE CARRETERAS MEXICO 2019 SECRETARIA DE COMUNICACIONES.	
-MANUAL CENTROAMERICANO PARA EL DISEÑO GEOMETRICO DE CARRETERAS 2011. AEGD.	

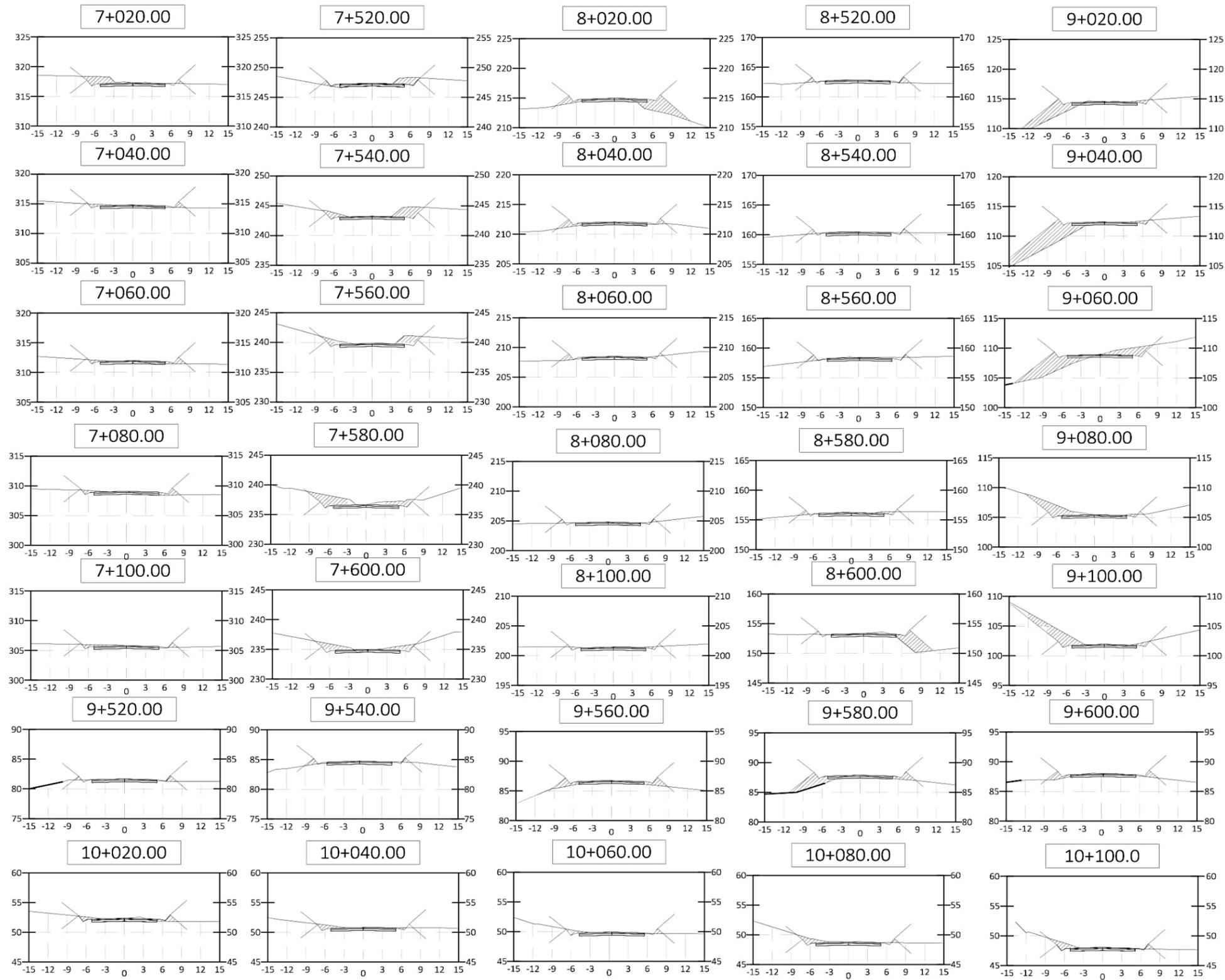


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE TACANÁ			
	PROYECTO: REHABILITACIÓN DE CARRETERA DEL GANCHO HACIA EL ENTRONQUE DE LA ALDEA EL ROSARIO		HOJA:
DISEÑO: KEVIN OROZCO	UBICACIÓN: TACANÁ, SAN MARCOS	FECHA: 2021	18 35
DISEÑO: KEVIN OROZCO	CONTENIDO: SECCIONES TRANSVERSALES	ESCALA: INDICADA	
KEVIN WERNER OROZCO GUTIERREZ	ASESOR SUPERVISOR: ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ	VO. BO	

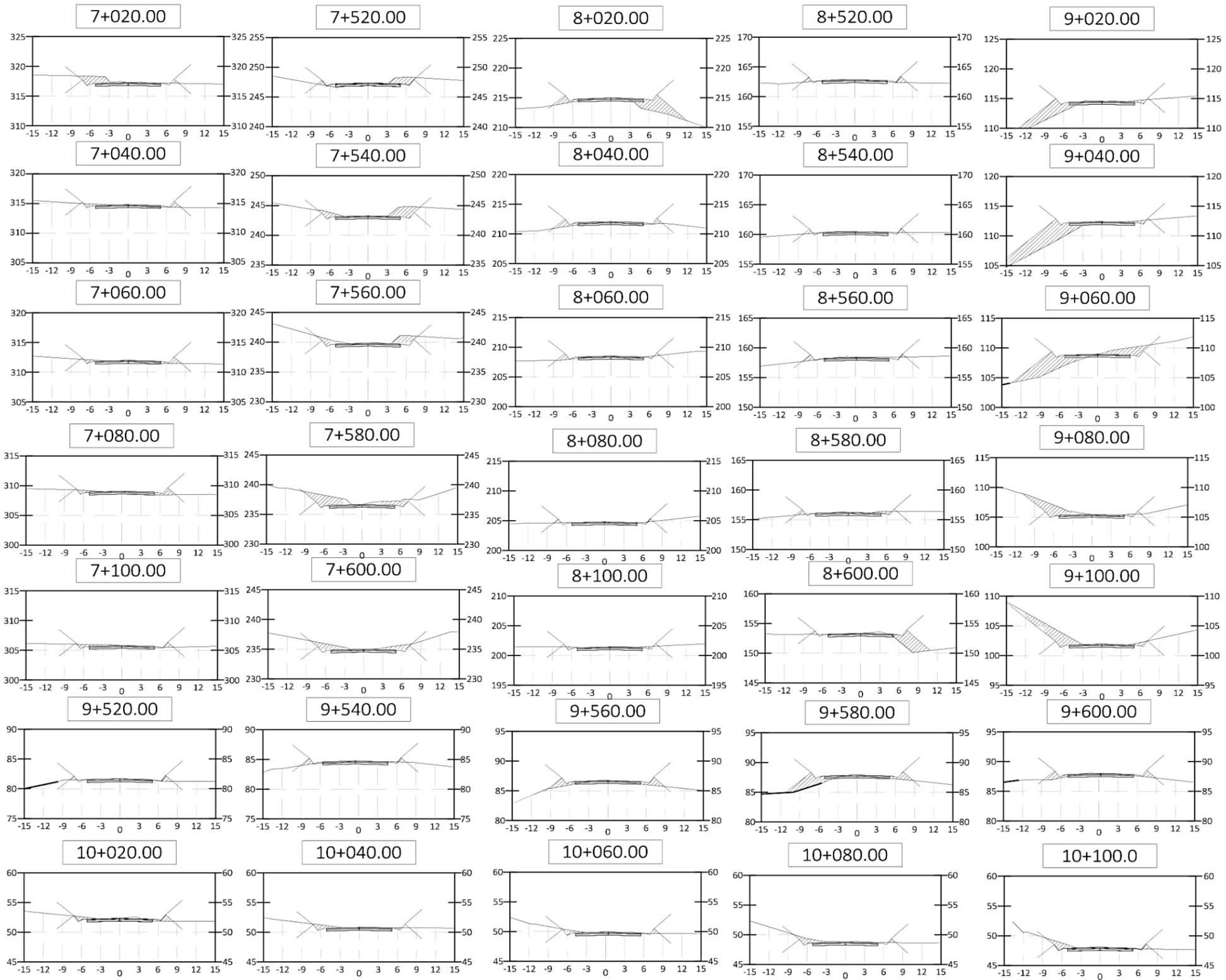


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE TACANÁ			
 KEVIN OROZCO DISEÑO: KEVIN OROZCO KEVIN WERNER PROZCO GUTIERREZ	PROYECTO: REHABILITACIÓN DE CARRETERA DEL GANCHO HACIA EL ENTRONQUE DE LA ALDEA EL ROSARIO	 FECHA: 2021 ESCALA: INDICADA VO. BO	HOJA: 19 35
	UBICACIÓN: TACANÁ, SAN MARCOS CONTENIDO: SECCIONES TRANSVERSALES ASESOR SUPERVISOR: ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ		

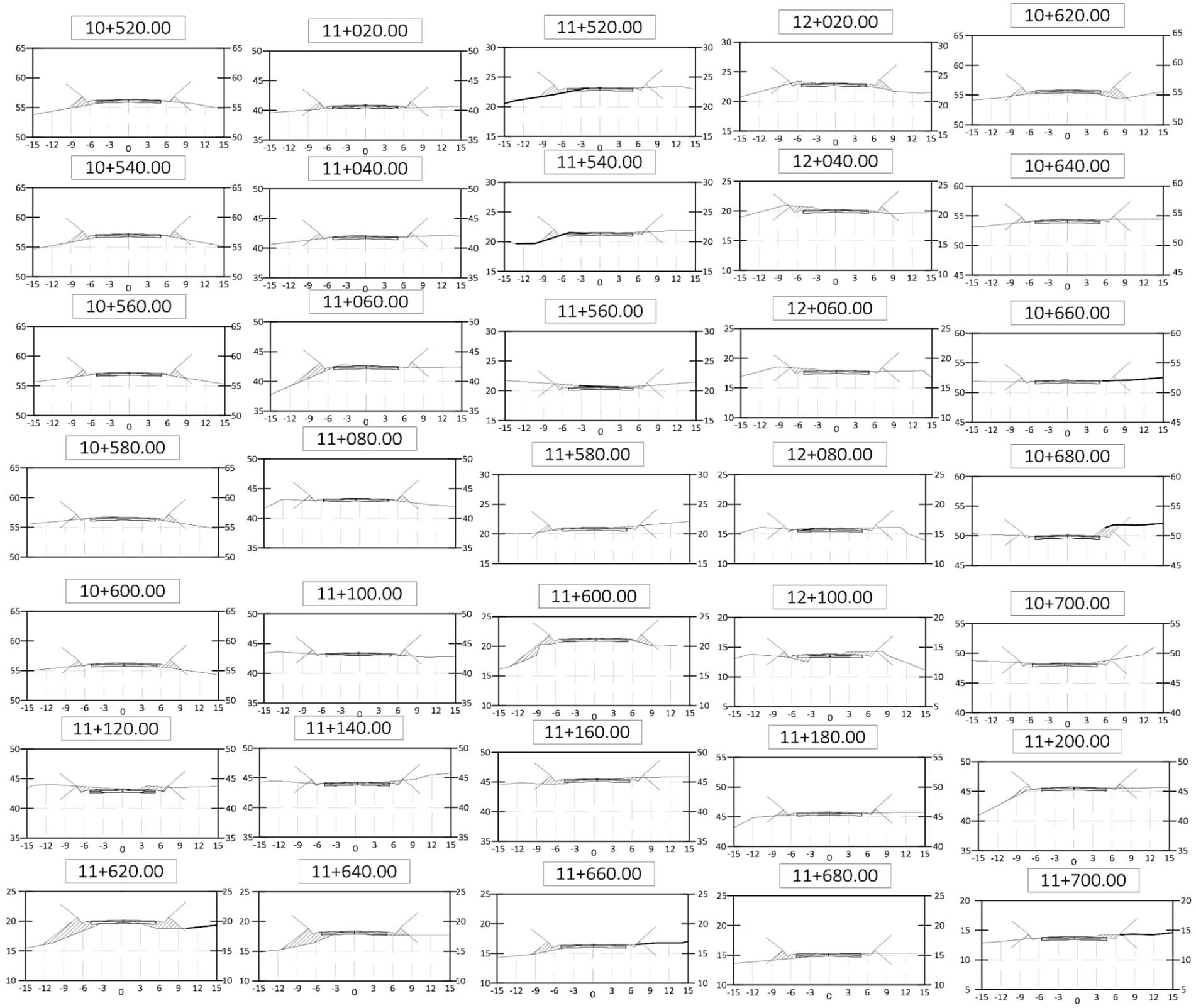
 SECCIONES TRANSVERSALES



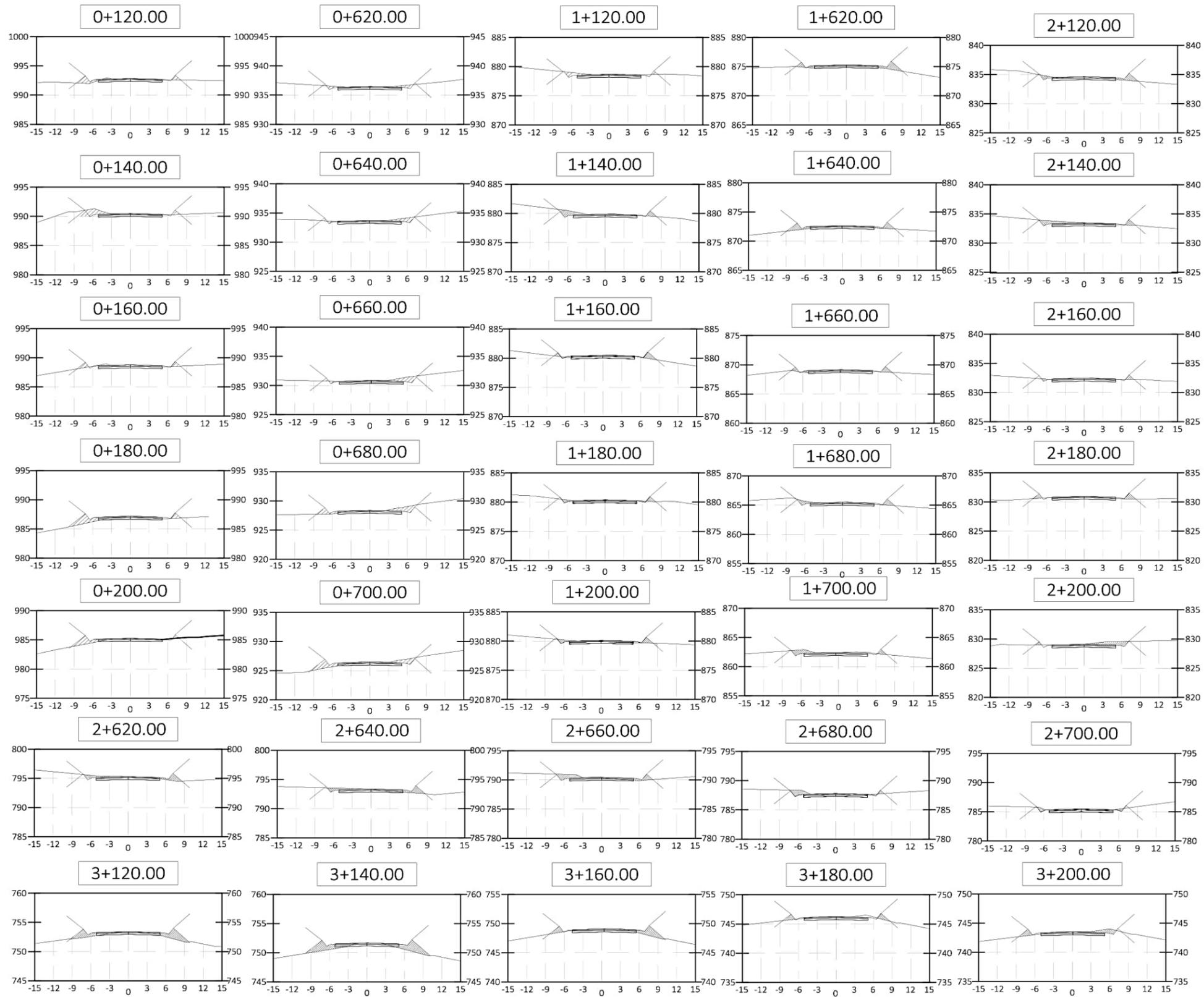
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE TACANÁ			
 KEVIN OROZCO KEVIN OROZCO KEVIN WERNER OROZCO GUTIERREZ	PROYECTO: REHABILITACIÓN DE CARRETERA DEL GANCHO HACIA EL ENTRONQUE DE LA ALDEA EL ROSARIO	 FECHA: 2021 ESCALA: INDICADA VO. BO	HOJA: <div style="font-size: 2em; font-weight: bold;">20</div> <div style="font-size: 2em; font-weight: bold;">35</div>
	UBICACIÓN: TACANÁ, SAN MARCOS CONTENIDO: SECCIONES TRANSVERSALES ASESOR-SUPERVISOR: ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ		



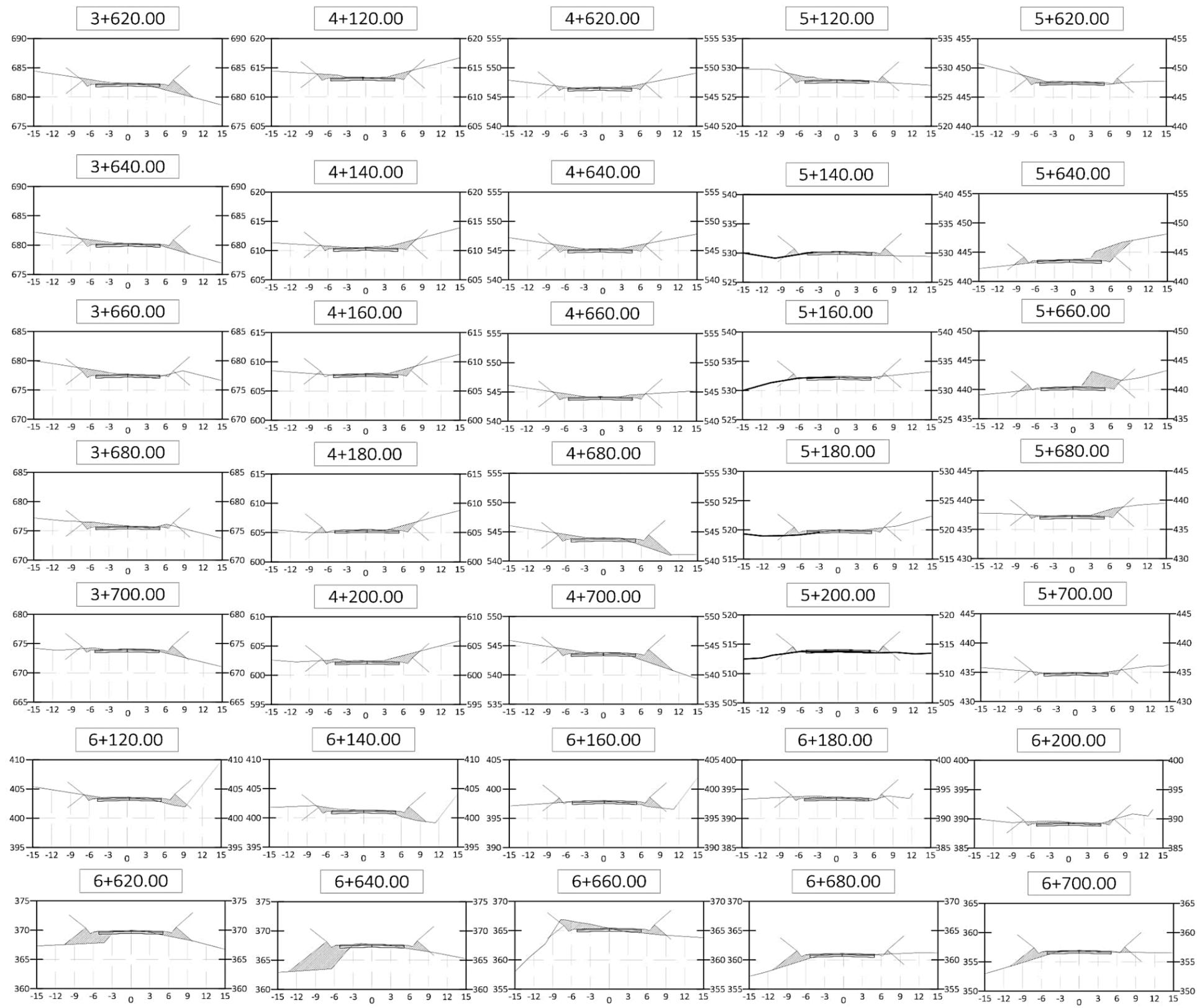
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE TACANÁ			
 KEVIN OROZCO DISEÑO: KEVIN OROZCO KEVIN WERNER OROZCO GUTIERREZ	PROYECTO: REHABILITACIÓN DE CARRETERA DEL GANCHO HACIA EL ENTRONQUE DE LA ALDEA EL ROSARIO	 TACANÁ, SAN MARCOS SECCIONES TRANSVERSALES ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ	HOJA: 20 35
	FECHA: 2021 ESCALA: INDICADA VO.80		



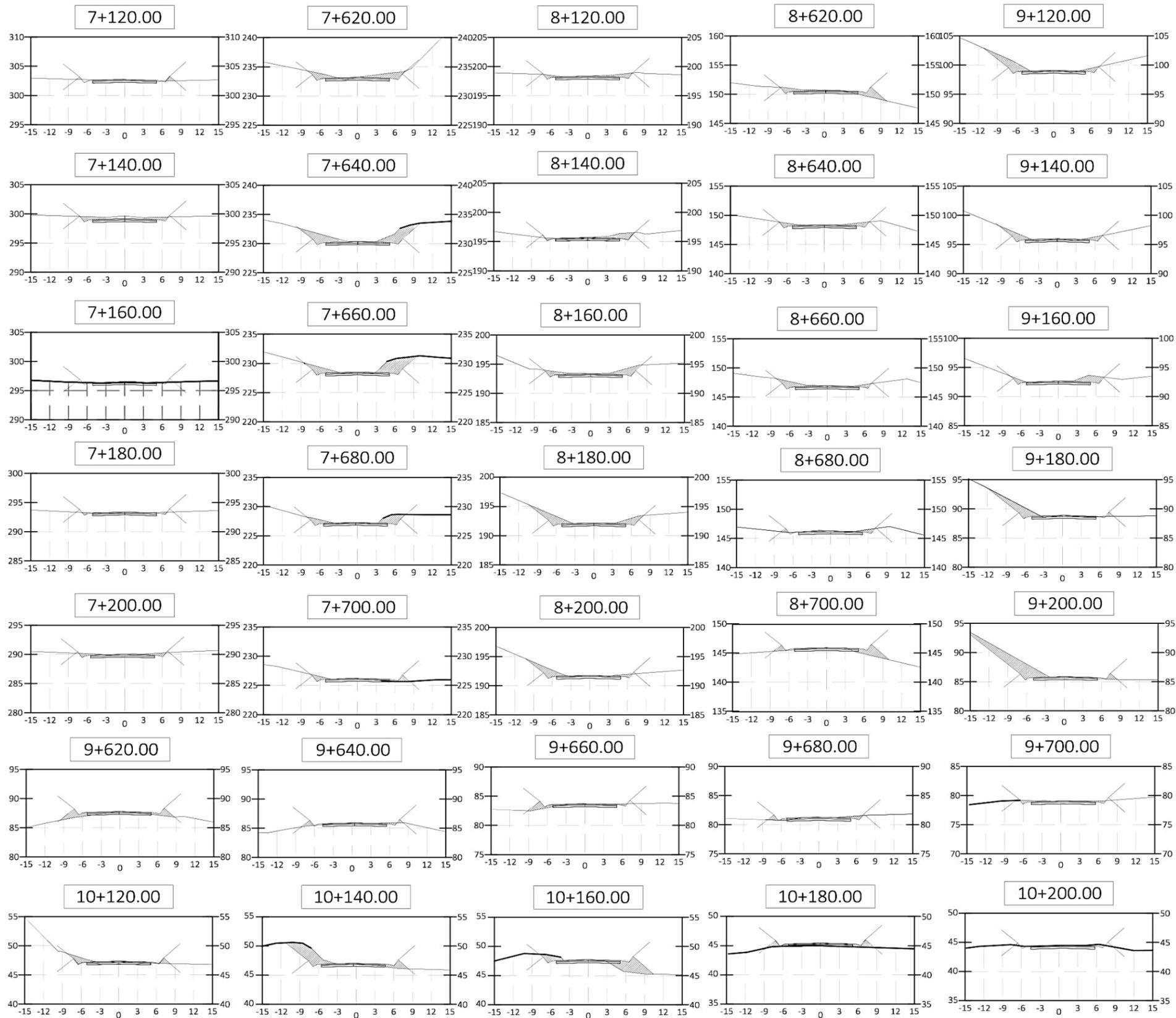
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE TACANÁ			
 KEVIN OROZCO KEVIN OROZCO KEVIN WERNER OROZCO GUTIERREZ	PROYECTO: REHABILITACIÓN DE CARRETERA DEL GANCHO HACIA EL ENTRONQUE DE LA ALDEA EL ROSARIO	 FECHA: 2021 ESCALA: INDICADA VO. BO	HOJA: 21 35
	UBICACIÓN: TACANÁ, SAN MARCOS		CONTENIDO: SECCIONES TRANSVERSALES



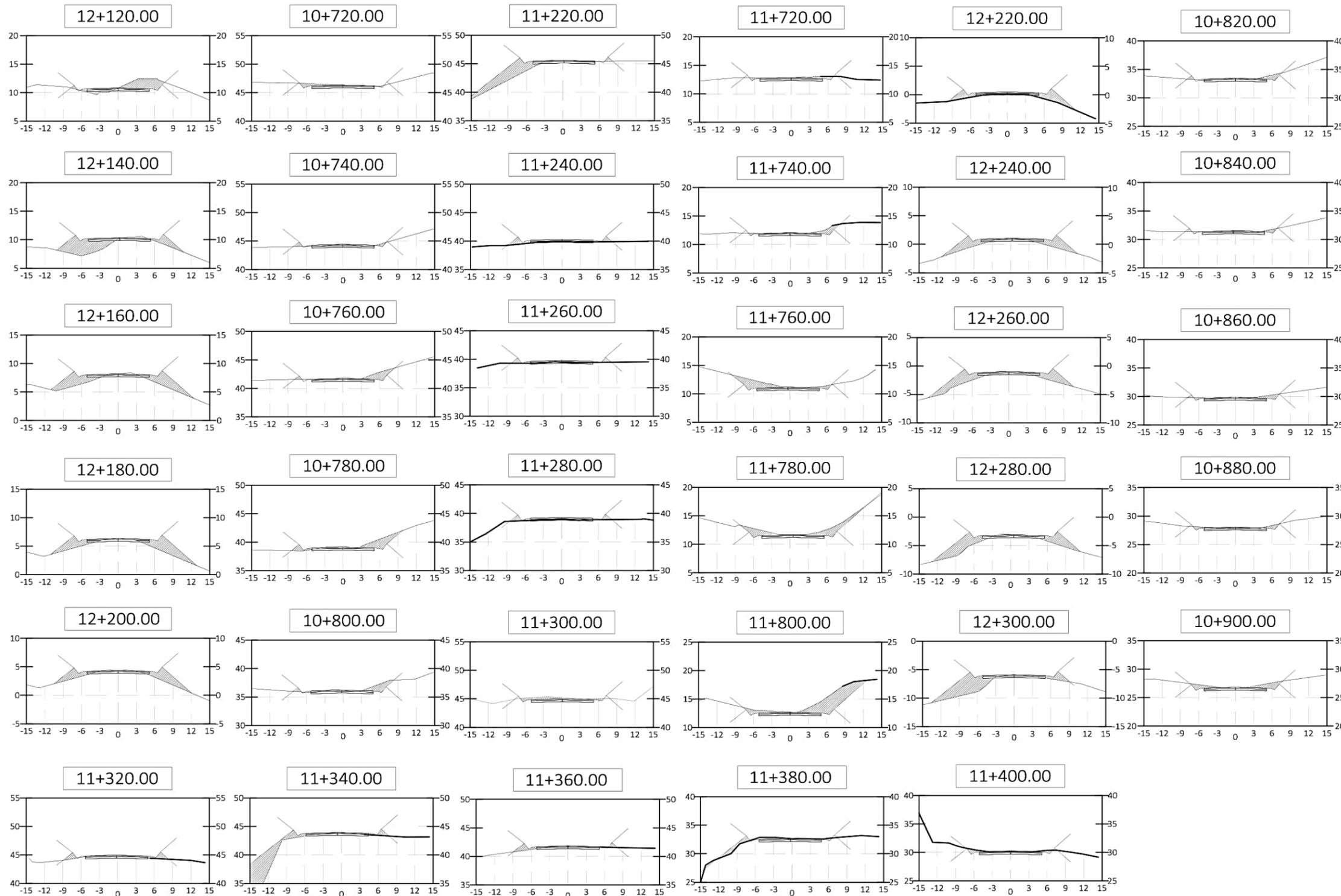
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE TACANÁ			
	PROYECTO: REHABILITACIÓN DE CARRETERA DEL GANCHO HACIA EL ENTRONQUE DE LA ALDEA EL ROSARIO		HOJA:
	UBICACIÓN: TACANÁ, SAN MARCOS		FECHA: 2021
KEVIN OROZCO	CONTENIDO: SECCIONES TRANSVERSALES	ESCALA: INDICADA	22 35
DISEÑO: KEVIN OROZCO	ASESOR SUPERVISOR: ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ	VO. BO	



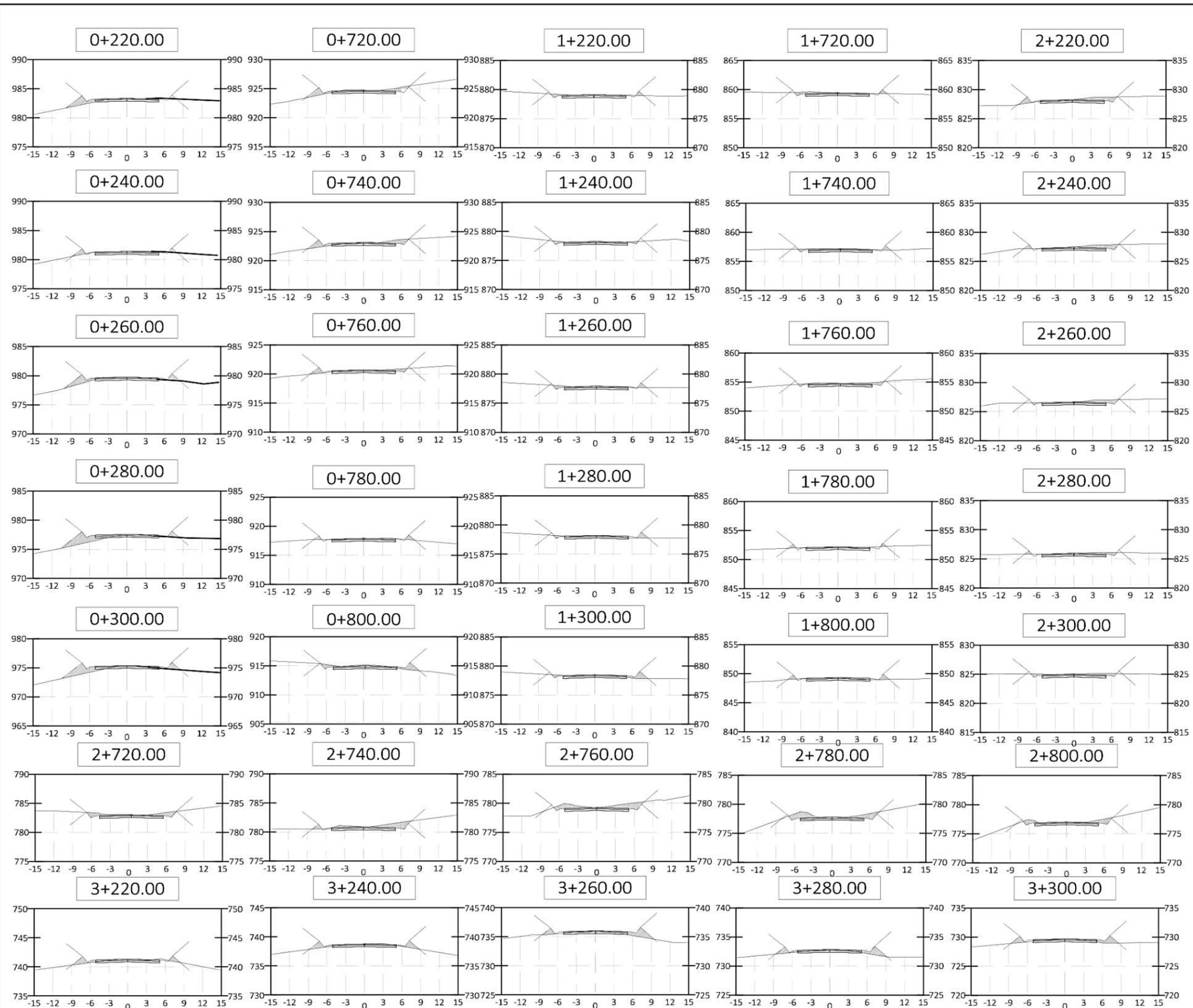
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE TACANÁ			
	PROYECTO:	REHABILITACIÓN DE CARRETERA DEL GANCHO HACIA EL ENTRONQUE DE LA ALDEA EL ROSARIO	HOJA: 23 35
	UBICACIÓN:	TACANÁ, SAN MARCOS	
DESIGNO:	KEVIN OROZCO	CONTENIDO:	SECCIONES TRANSVERSALES
ASESOR SUPERVISOR:	KEVIN WERNER OROZCO GUTIERREZ	ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ	FECHA: 2021 ESCALA: INDICADA VO. BO



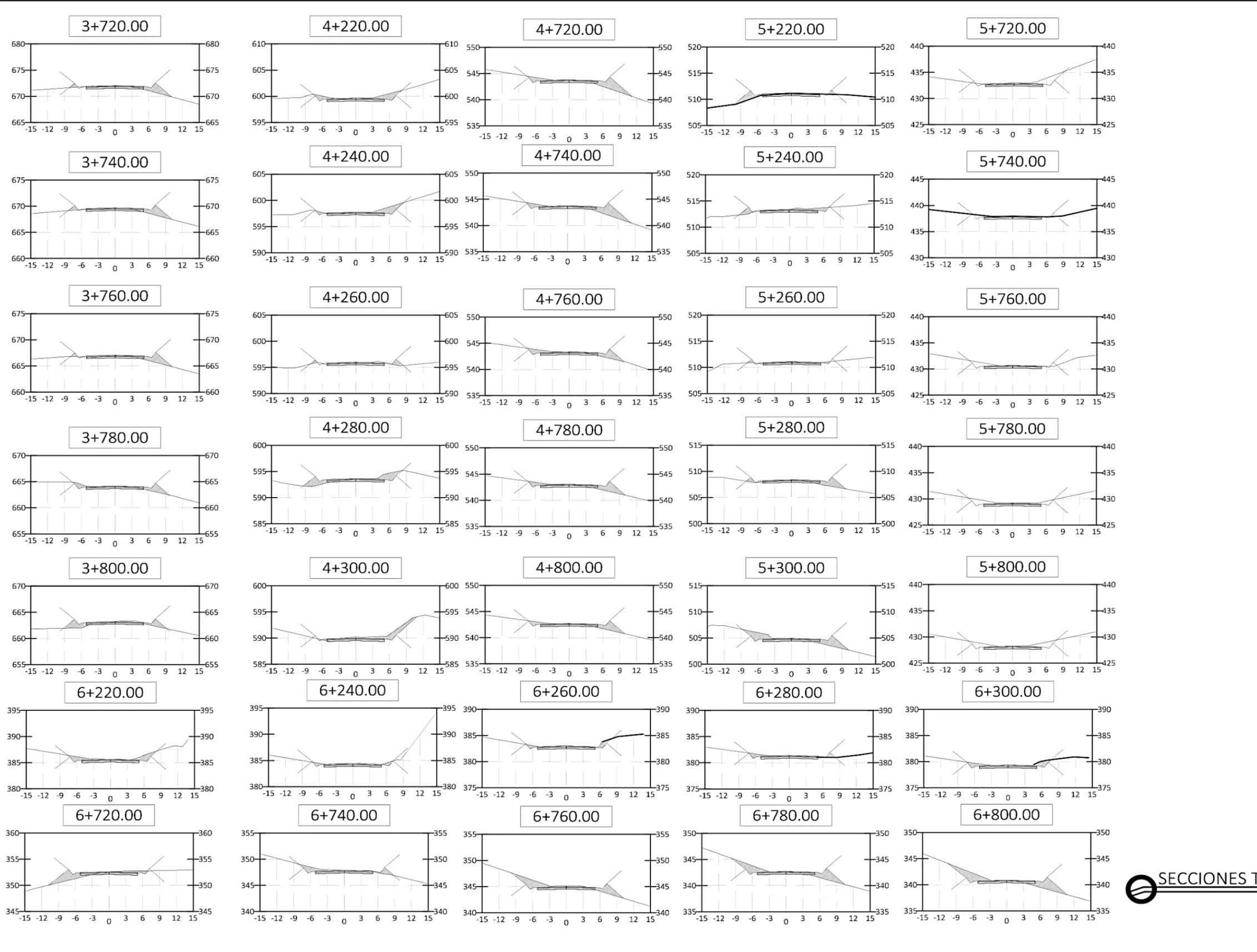
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE TACANÁ			
	PROYECTO: REHABILITACIÓN DE CARRETERA DEL GANCHO HACIA EL ENTRONQUE DE LA ALDEA EL ROSARIO		HOJA:
	UBICACIÓN: TACANÁ, SAN MARCOS		FECHA: 2021
KEVIN OROZCO	CONTENIDO: SECCIONES TRANSVERSALES	ESCALA: INDICADA	24 35
DISEÑO: KEVIN OROZCO KEVIN WERNER OROZCO GUTIERREZ	ASESOR SUPERVISOR: ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ	VO. BO	



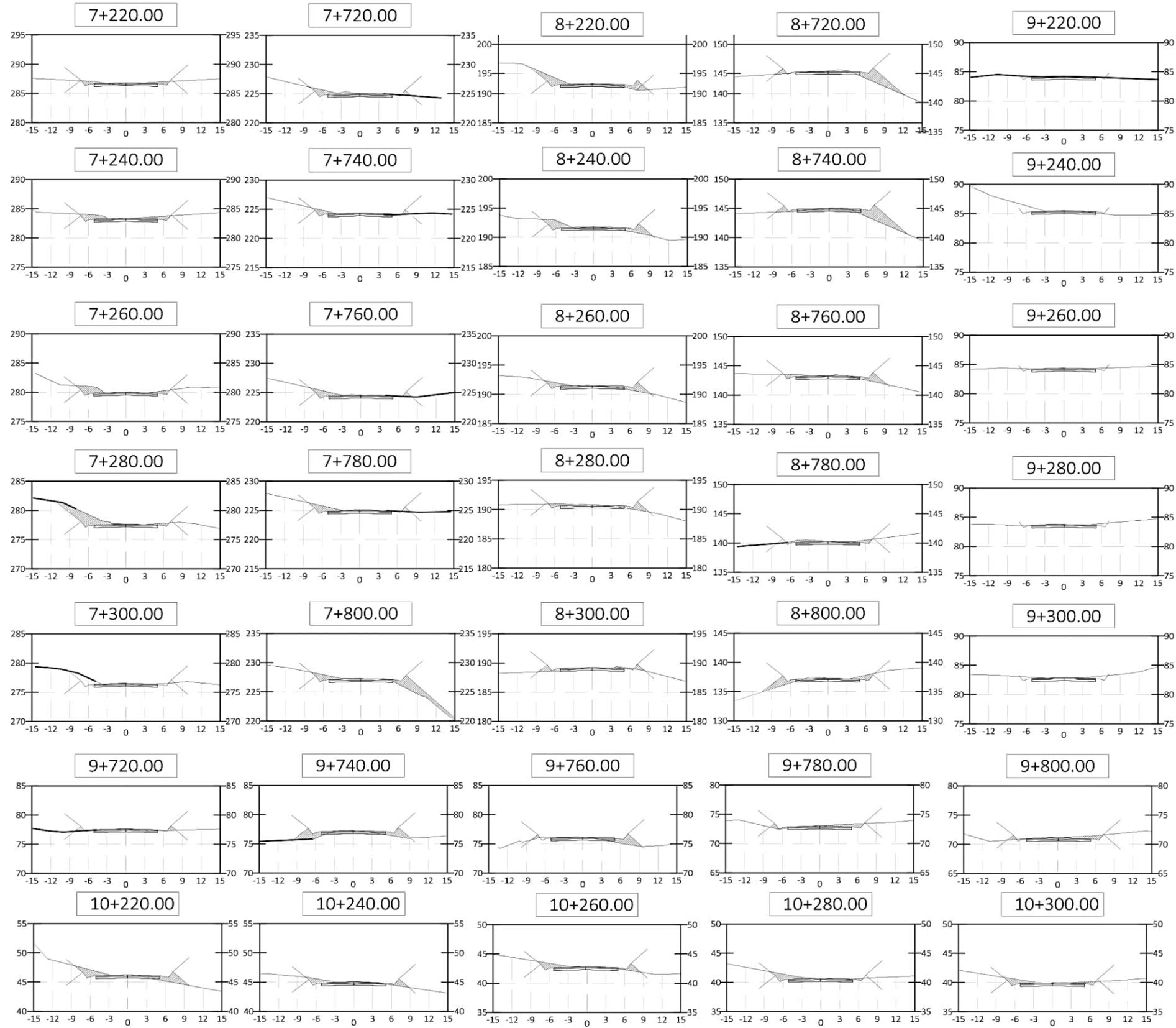
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE TACANÁ			
 KEVIN OROZCO DISEÑO: KEVIN OROZCO KEVIN WERNER OROZCO GUTIERREZ	PROYECTO: REHABILITACIÓN DE CARRETERA DEL GANCHO HACIA EL ENTRONQUE DE LA ALDEA EL ROSARIO		 HOJA: 25 35
	UBICACIÓN: TACANÁ, SAN MARCOS		
CONTENIDO: SECCIONES TRANSVERSALES		ESCALA: INDICADA	
ASESOR SUPERVISOR: ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ		NO.80	



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE TACANÁ			
	PROYECTO: REHABILITACIÓN DE CARRETERA DEL GANCHO HACIA EL ENTRONQUE DE LA ALDEA EL ROSARIO		HOJA:
	UBICACIÓN: TACANÁ, SAN MARCOS		FECHA: 2021
DESIGNO: KEVIN OROZCO	CONTENIDO: SECCIONES TRANSVERSALES	ESCALA: INDICADA	26 35
KEVIN WERNER OROZCO GUTIERREZ	ASESOR SUPERVISOR: ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ	VO. BO	

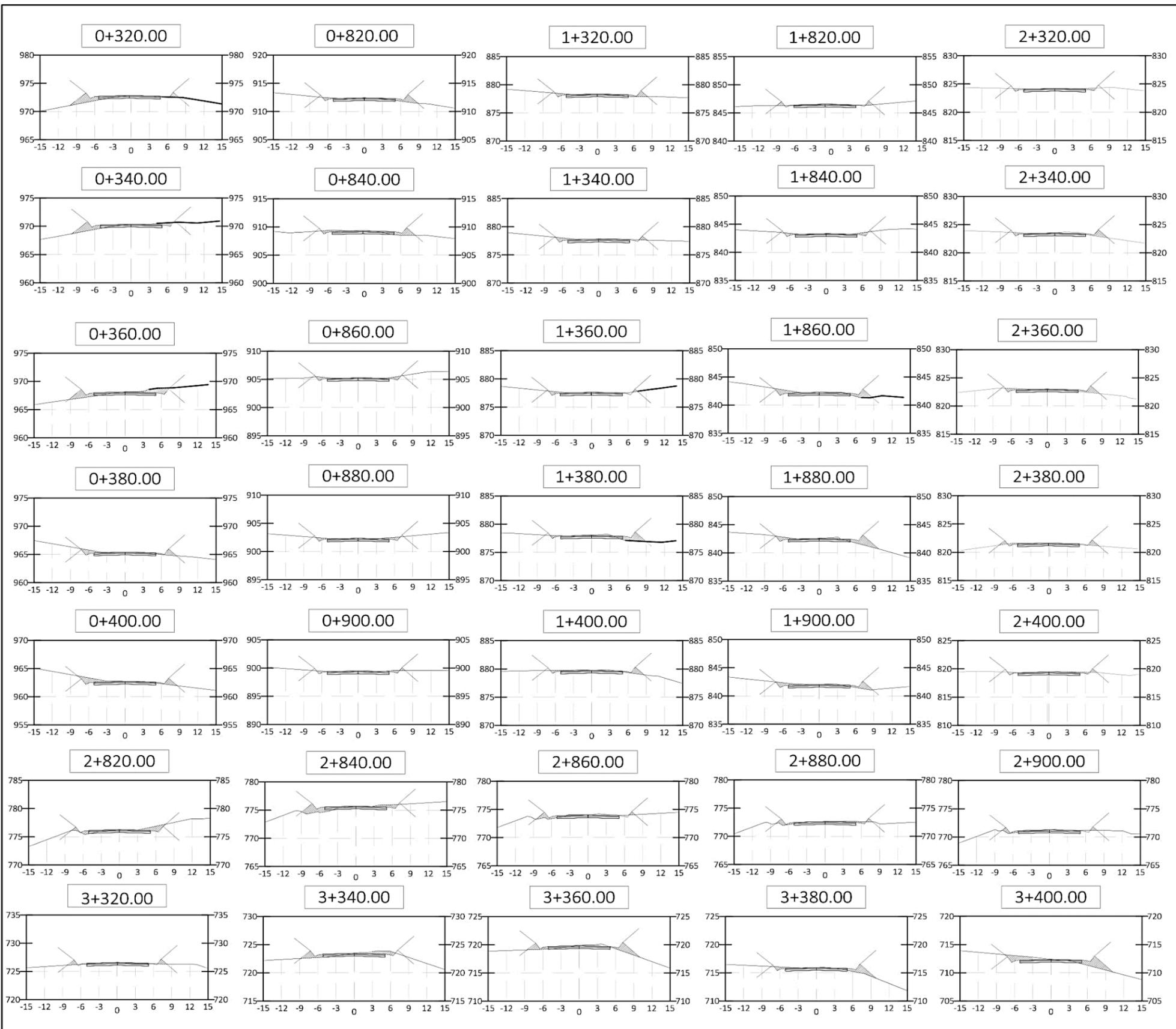


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE TACANÁ			
	PROYECTO: REHABILITACIÓN DE CARRETERA DEL GANCHO HACIA EL ENTRONQUE DE LA ALDEA EL ROSARIO		HOJA:
	UBICACIÓN: TACANÁ, SAN MARCOS		FECHA: 2021
KEVIN OROZCO	CONTENIDO: SECCIONES TRANSVERSALES	ESCALA: INDICADA	27 35
DISEÑO: KEVIN OROZCO	ASESOR SUPERVISOR: ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ	VO. BO	



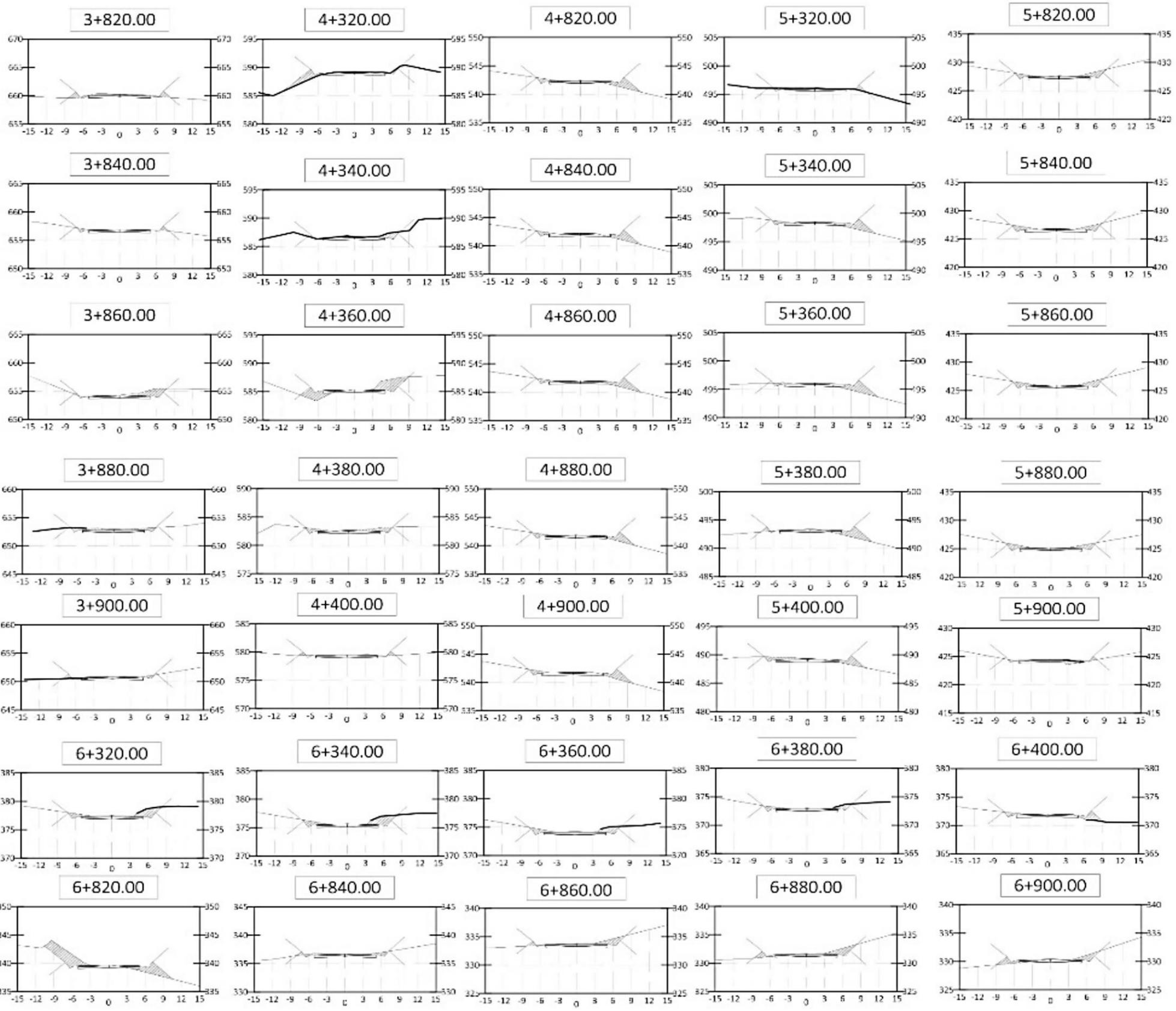
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE TACANÁ			
	PROYECTO:	REHABILITACIÓN DE CARRETERA DEL GANCHO HACIA EL ENTRONQUE DE LA ALDEA EL ROSARIO	
	UBICACIÓN:	TACANÁ, SAN MARCOS	
FECHA:	2021	HOJA:	28
DESIGNO:	SECCIONES TRANSVERSALES	ESCALA:	INDICADA
ASESOR SUPERVISOR:	ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ	VO. BO	35

SECCIONES TRANSVERSALES

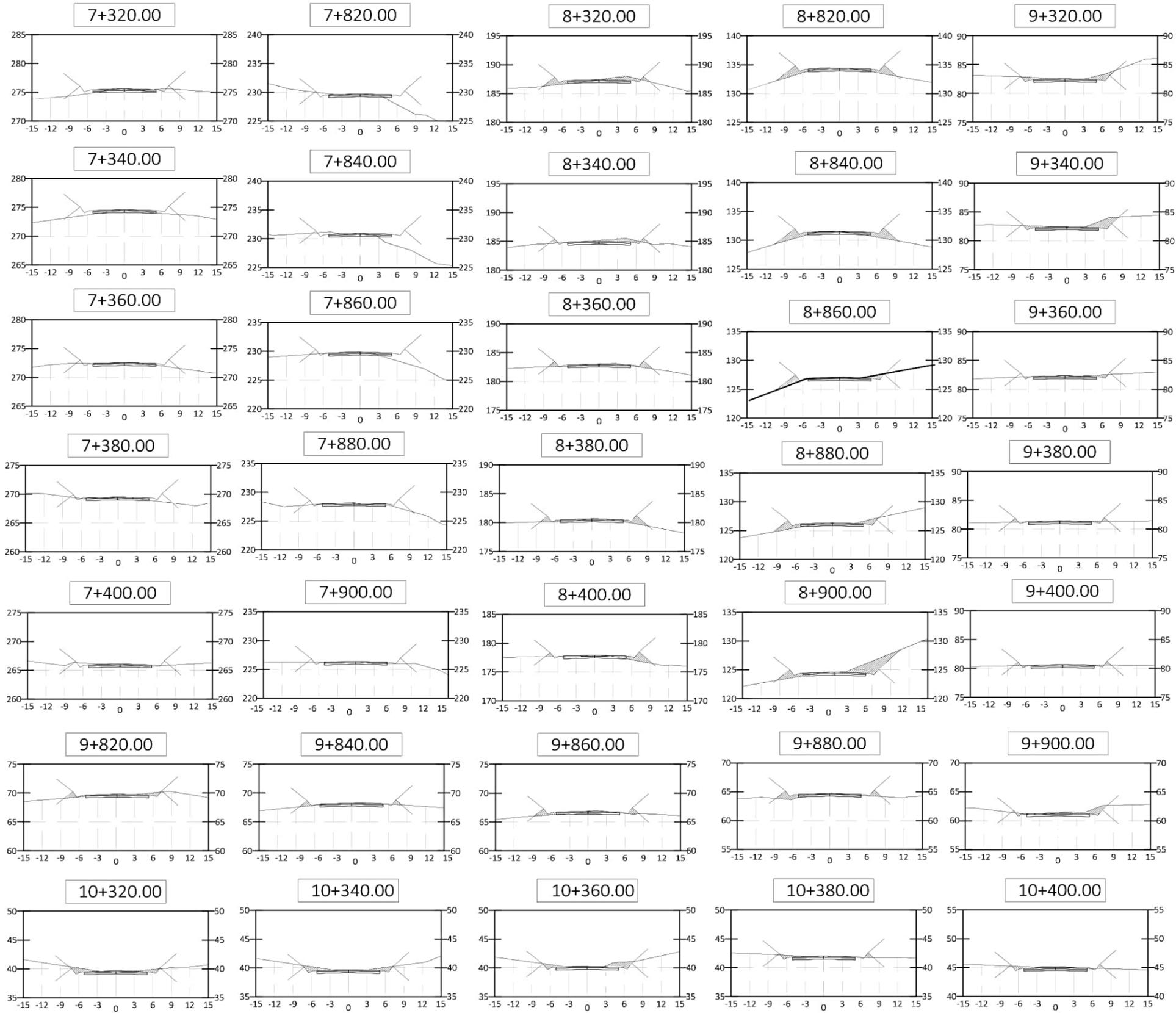


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE TACANÁ			
	PROYECTO:	REHABILITACIÓN DE CARRETERA DEL GANCHO HACIA EL ENTRONQUE DE LA ALDEA EL ROSARIO	
	UBICACIÓN:	TACANÁ, SAN MARCOS	
FECHA:	2021	HOJA:	29
DESIGNO:	SECCIONES TRANSVERSALES	ESCALA:	INDICADA
ASesor SUPLENTE:	IN. ARGUETA HERNÁNDEZ	VO. BO	35

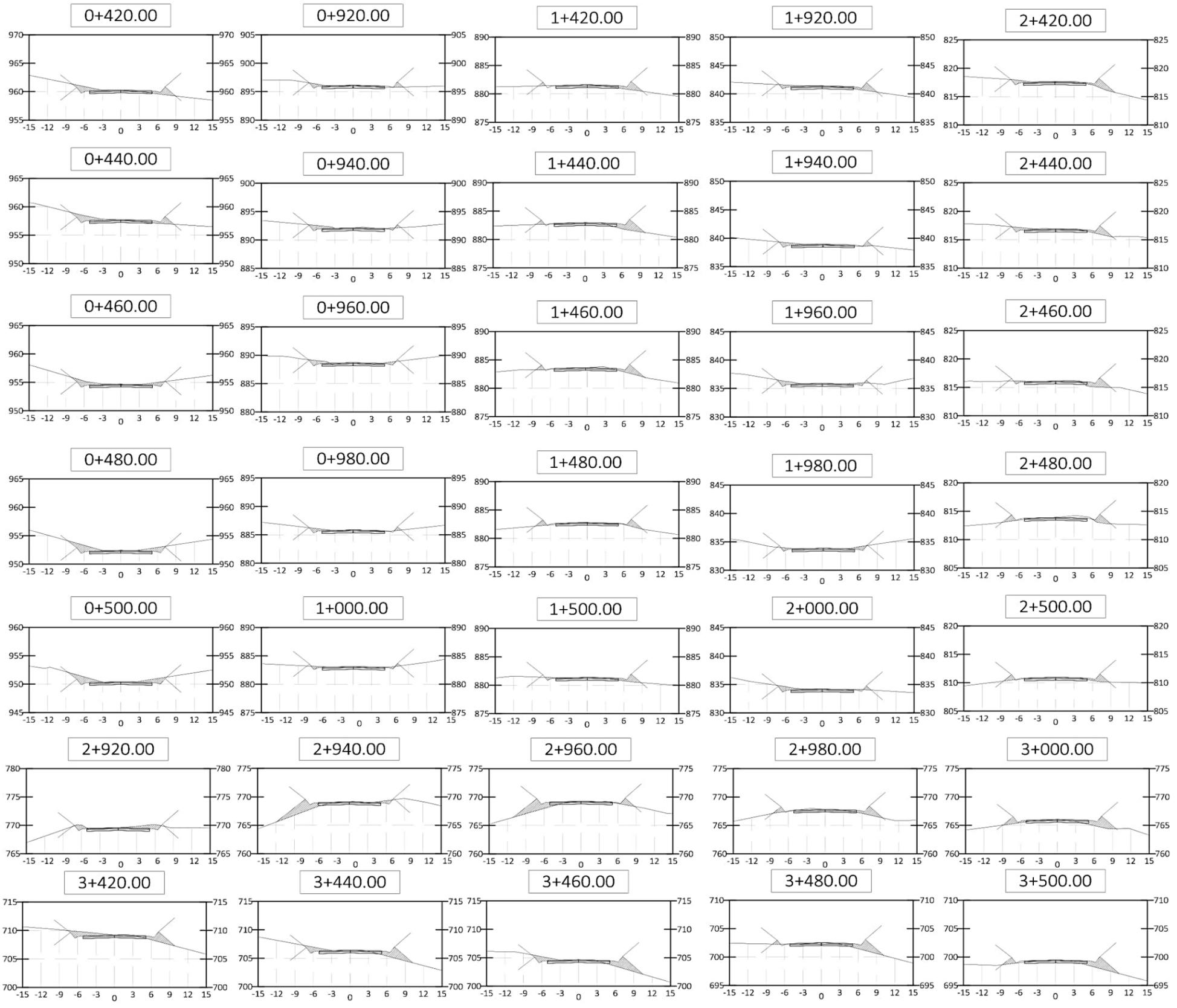
SECCIONES TRANSVERSALES



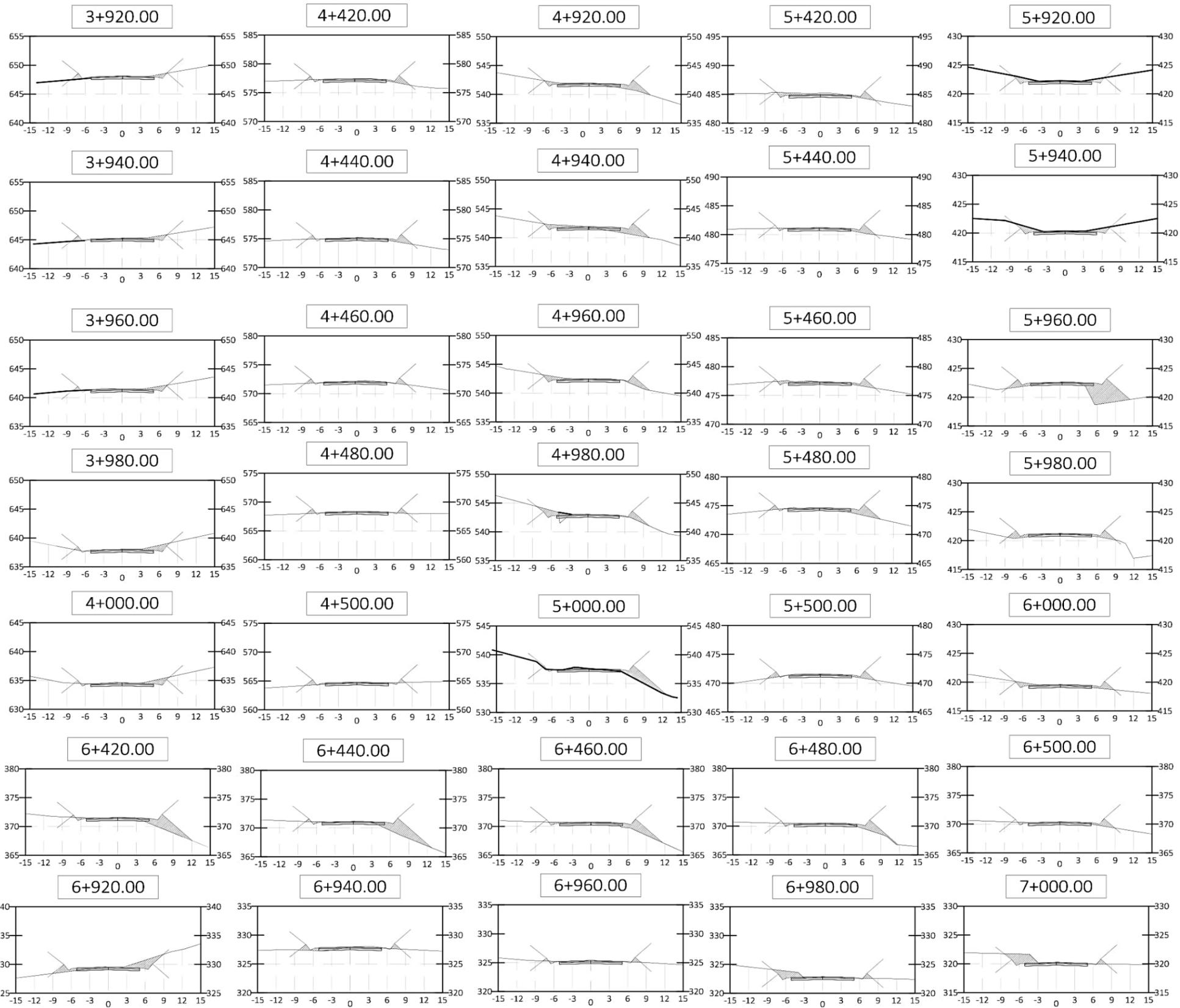
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL MUNICIPALIDAD DE TAGANA			
	PROYECTO:	RECONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA EN LA ZONA DE MAYAL EN EL MUNICIPIO DE LA ALFONSO B. ESCOBAR	HOJA: 30 35
	UNIDAD:	TAGANA SAN MARCOS	
DESIGNO:	SECCIONES TRANSVERSALES	ESCALA:	INDICADA
PROFESOR:	ING. OSCAR ANASTASIO HERNÁNDEZ	ALUMNO:	VERED



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE TACANÁ			
 KEVIN OROZCO DISEÑO: KEVIN OROZCO KEVIN WERNER OROZCO GUTIERREZ	PROYECTO: REHABILITACIÓN DE CARRETERA DEL GANCHO HACIA EL ENTRONQUE DE LA ALDEA EL ROSARIO	 FECHA: 2021 ESCALA: INDICADA VO. BO	HOJA: 31 35
	UBICACIÓN: TACANÁ, SAN MARCOS		CONTENIDO: SECCIONES TRANSVERSALES
ASESOR SUPERVISOR: ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ			

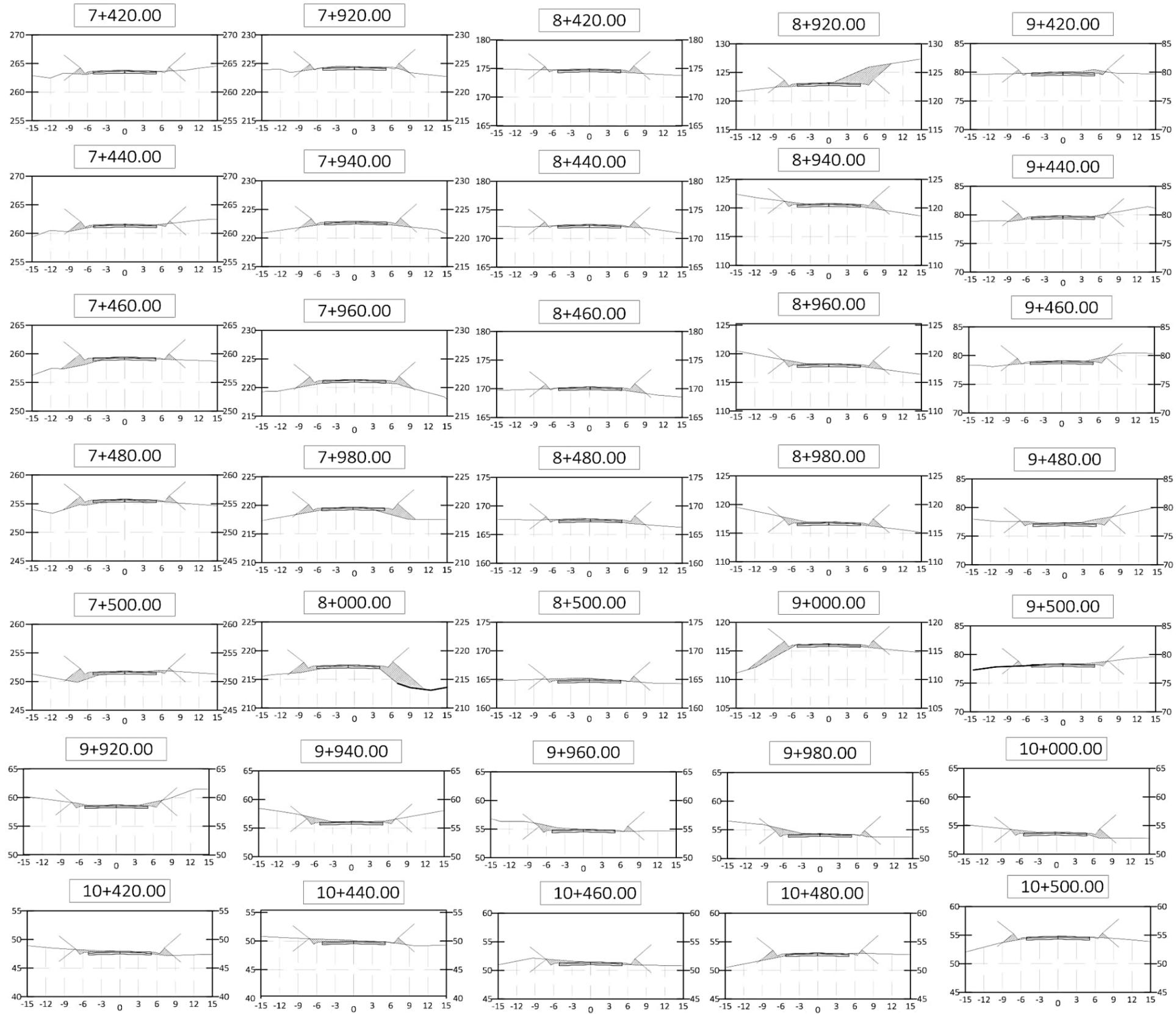


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE TACANÁ			
 KEVIN OROZCO DISEÑO: KEVIN OROZCO KEVIN WERNER OROZCO GUTIERREZ	PROYECTO: REHABILITACIÓN DE CARRETERA DEL GANCHO HACIA EL ENTRONQUE DE LA ALDEA EL ROSARIO	 FECHA: 2021 ESCALA: INDICADA VO. BO	HOJA: 32 / 35
	UBICACIÓN: TACANÁ, SAN MARCOS		CONTENIDO: SECCIONES TRANSVERSALES
ASESOR SUPERVISOR: ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ			

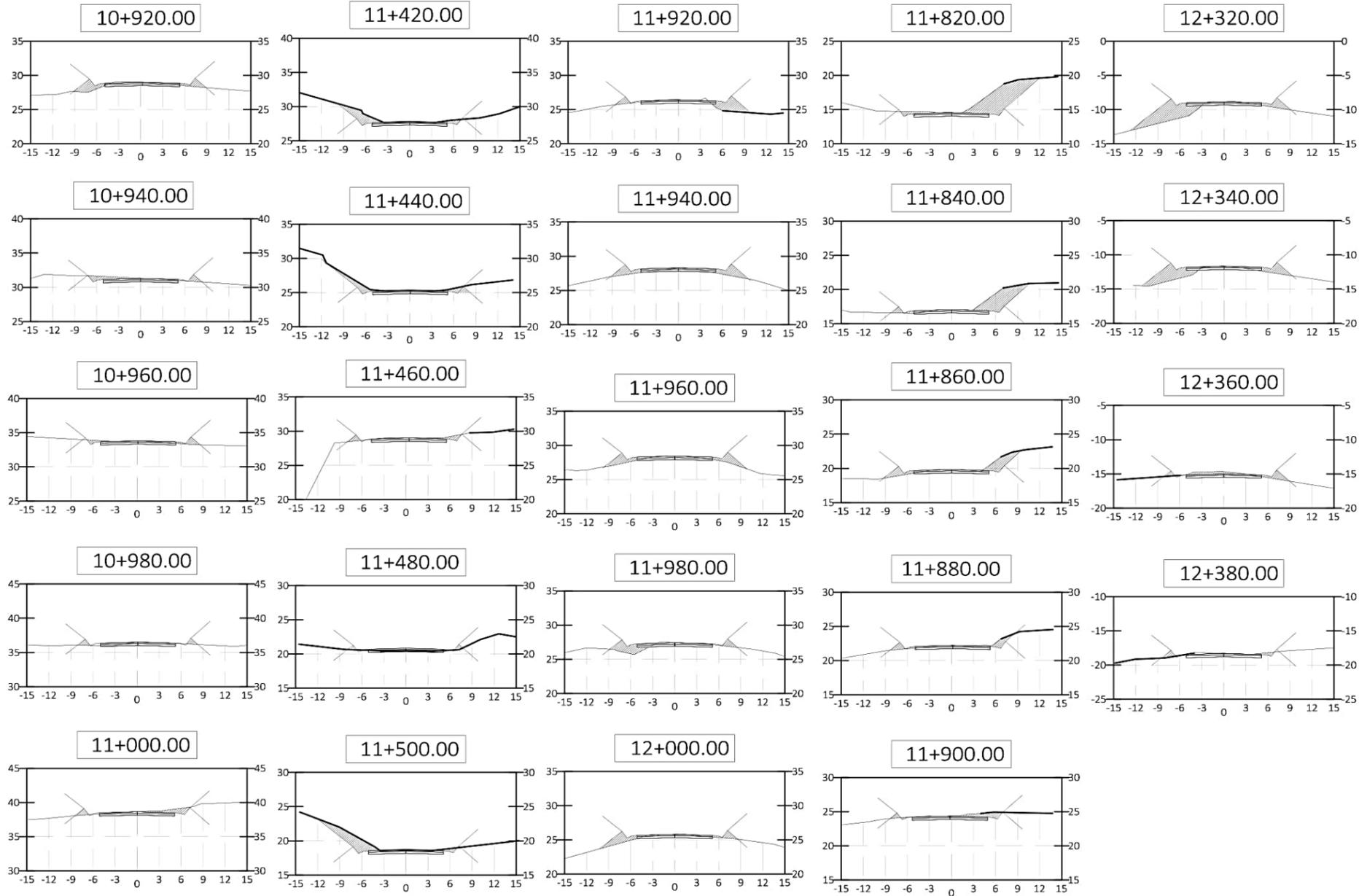


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE TACANÁ			
 KEVIN OROZCO KEVIN OROZCO KEVIN WERNER OROZCO GUTIERREZ	PROYECTO: REHABILITACIÓN DE CARRETERA DEL GANCHO HACIA EL ENTRONQUE DE LA ALDEA EL ROSARIO	 FECHA: 2021 ESCALA: INDICADA VO. BO	HOJA: 33 35
	UBICACIÓN: TACANÁ, SAN MARCOS CONTENIDO: SECCIONES TRANSVERSALES		ASESOR SUPERVISOR: ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ

 SECCIONES TRANSVERSALES



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE TACANÁ			
	PROYECTO:	REHABILITACIÓN DE CARRETERA DEL GANCHO HACIA EL ENTRONQUE DE LA ALDEA EL ROSARIO	HOJA: 34 35
	UBICACIÓN:	TACANÁ, SAN MARCOS	
FECHA:	2021		
DESIGNO:	KEVIN OROZCO	CONTENIDO:	SECCIONES TRANSVERSALES
ESCALA:	INDICADA		
ASESOR-SUPERVISOR:	ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ		
VO.80			



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE TACANÁ			
	PROYECTO: REHABILITACIÓN DE CARRETERA DEL GANCHO HACIA EL ENTRONQUE DE LA ALDEA EL ROSARID		HOJA:
	UBICACIÓN: TACANÁ, SAN MARCOS		FECHA: 2021
KEVIN OROZCO	CONTENIDO: SECCIONES TRANSVERSALES	ESCALA: INDICADA	35 35
KEVIN OROZCO OROZCO GUTIERREZ	ASESOR SUPERVISOR: ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ	VO BO	