



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

## **GUÍA DE USO DEL *SOFTWARE* CIVIL 3D 2008 APLICADO AL DISEÑO DE CARRETERAS**

**Luis Alfonso Avila Martínez**

Asesorado por el Ing. Pedro Roberto Martínez Quevedo

Guatemala, febrero de 2012



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**GUÍA DE USO DEL SOFTWARE CIVIL 3D 2008 APLICADO  
AL DISEÑO DE CARRETERAS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**LUIS ALFONSO AVILA MARTÍNEZ**

ASESORADO POR EL ING. PEDRO ROBERTO MARTÍNEZ QUEVEDO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, FEBRERO DE 2012



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. José Gabriel Ordóñez Morales
EXAMINADOR	Ing. Enrique Omar Medrano Méndez
EXAMINADOR	Ing. William Ricardo Yon Chavarría
SECRETARIO	Ing. Marcia Ivónne Véliz Vargas



## 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:

### GUÍA DE USO DEL *SOFTWARE* CIVIL 3D 2008 APLICADO AL DISEÑO DE CARRETERAS

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha marzo de 2009.



Luis Alfonso Avila Martínez





Guatemala, 27 de septiembre 2011

Ing. Mario Estuardo Arriola Avila  
Coordinador del Area de Topografía y  
Transporte  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Guatemala

Estimado Ingeniero

Por medio de la presente informo a usted que he asesorado y revisado el trabajo de graduación titulado **GUÍA DE USO DEL SOFTWARE CIVIL 3D 2008 APLICADO AL DISEÑO DE CARRETERAS**, el cual fue presentado por el estudiante Luis Alfonso Avila Martínez, manifestando que el mismo cumple satisfactoriamente con los propósitos planteados en el programa del mismo y por la importancia en la rama del diseño de carreteras, la doy por aprobada.

Sin otro particular, me suscribo de usted atentamente,



Ing. Pedro Roberto Martínez Quevedo

Asesor





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
www.ingenieria-usac.edu.gt



Guatemala,  
9 de noviembre de 2011

Ingeniero  
Hugo Leonel Montenegro Franco  
Director Escuela Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **GUÍA DE USO DEL SOFTWARE CIVIL 3D 2008 APLICADO AL DISEÑO DE CARRETERAS**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Luis Alfonso Ávila Martínez, quien contó con la asesoría del Ing. Pedro Roberto Martínez Quevedo.

Considero este trabajo bien desarrollado y habiendo cumplido con los objetivos del referido trabajo doy mi aprobación al mismo solicitando darle el trámite respectivo.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

  
Ing. Mario Estuardo Arriola Ávila  
Coordinador del Área de Topografía y Transportes



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
TRANSPORTES  
USAC

bbdeb.







UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
www.ingenieria-usac.edu.gt



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Pedro Roberto Martínez Quevedo y del Coordinador del Área de Topografía y Transportes, Ing. Mario Estuardo Arriola Ávila, al trabajo de graduación del estudiante Luis Alfonso Ávila Martínez, titulado **GUÍA DE USO DEL SOFTWARE CIVIL 3D 2008 APLICADO AL DISEÑO DE CARRETERAS**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

  
Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, marzo de 2012.

/bbdeb.








El Decano 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: **GUÍA DE USO DEL SOFTWARE CIVIL 3D 2008 APLICADO AL DISEÑO DE CARRETERAS**, presentado por el estudiante universitario **Luis Alfonso Avila Martínez**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

  
Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos  
Decano

The official stamp is oval-shaped and contains the text: "UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA" at the top, "DECANATO" in the center, and "FACULTAD DE INGENIERIA" at the bottom. A small star is visible at the very bottom of the stamp.

Guatemala, marzo de 2012

/cc





## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Ya que con Él todo es posible, por darme todas las virtudes necesarias para alcanzar una nueva meta en mi vida.
- Mis padres** Luis Alfonso Avila Santos y María Teresa Martínez Quevedo, ya que sin su ayuda no sería la persona que soy, por darme su incondicional apoyo durante la realización de todos mis estudios hasta el día de hoy.
- Mis hermanos** Gerson, Benjamín y Pedro por compartir este momento tan importante en mi vida.
- Mis amigos(as)** Ya que siempre me mostraron su apoyo para poder seguir y ver hacia adelante.
- Mi familia** Quienes de alguna manera siempre han mostrado su apoyo durante la realización de mis estudios.



## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Dios</b>	Por darme vida y los dones para haber llegado hasta este momento.
<b>Mis padres</b>	Gracias por todo su apoyo, consejos, sacrificios y paciencia mostrados durante toda mi vida y en especial en este momento tan importante.
<b>Mis hermanos</b>	Por su apoyo incondicional.
<b>Mi familia</b>	Por darme ánimos para seguir con la lucha.
<b>La Facultad de Ingeniería</b>	Por los conocimientos adquiridos.
<b>Mi asesor</b>	Ing. Pedro Roberto Martínez Quevedo, por el apoyo y tiempo brindado para realizar este trabajo de graduación.
<b>A la empresa CONCAL - SUPERDICON</b>	Por haberme brindado la oportunidad de prepararme profesionalmente.

A todas las personas que de alguna manera colaboraron con el desarrollo del presente trabajo.



## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS .....	XIII
GLOSARIO .....	XV
RESUMEN .....	XVII
OBJETIVOS .....	XIX
INTRODUCCIÓN .....	XXI
1. ÁREA DE TRABAJO .....	1
1.1. Ventana espacio de herramientas .....	2
1.2. Plantillas de dibujo .....	3
1.3. Configuración del espacio de trabajo .....	5
1.3.1. Configuración de dibujo .....	6
1.3.2. Configuración de elemento .....	6
1.3.3. Configuración de comandos .....	6
1.4. Ventana configuración del dibujo .....	6
1.4.1. Unidades y zona ( <i>units and zone</i> ) .....	7
1.4.2. Transformación ( <i>transformation</i> ) .....	8
1.4.3. Capas de objetos ( <i>object layers</i> ) .....	8
1.4.4. Abreviaturas ( <i>abbreviations</i> ) .....	8
1.4.5. Configuración del ambiente de trabajo ( <i>ambient settings</i> ) .....	9
2. PUNTOS .....	11
2.1. Estilos de los puntos .....	11
2.1.1. Estilo de punto .....	12

2.1.1.1.	Cuadro de diálogo estilo de punto ( <i>point style</i> ) .....	13
2.1.2.	Estilo de etiqueta de un punto .....	17
2.1.2.1.	Cuadro de diálogo estilo de etiqueta compuesto ( <i>label style composer</i> ) .....	19
2.2.	Creación de puntos .....	24
2.2.1.	Diálogo de creación de puntos .....	25
2.2.2.	Importación de un archivo de texto .....	25
3.	GRUPO DE PUNTOS .....	31
3.1.	Nuevo grupo .....	32
3.2.	Cuadro de diálogo propiedades del grupo de puntos ( <i>point group properties</i> ) .....	34
3.2.1.	Pestaña <i>information</i> .....	34
3.2.1.1.	Estilo predeterminado ( <i>default styles</i> ) .....	35
3.2.2.	Pestaña <i>point groups</i> .....	35
3.2.3.	Pestaña <i>raw desc matching</i> .....	36
3.2.4.	Pestaña <i>include</i> .....	36
3.2.5.	Pestaña <i>exclude</i> .....	38
3.2.6.	Pestaña <i>query builder</i> .....	39
3.2.7.	Pestaña <i>overrides</i> .....	42
3.2.8.	Pestaña <i>point list</i> .....	44
3.2.9.	Pestaña <i>summary</i> .....	44
4.	SUPERFICIE .....	45
4.1.	Creación de una superficie triangular (TIN) .....	45
4.2.	Definición de datos para la superficie .....	47
4.3.	Definición de grupo de puntos para crear la superficie .....	48
4.4.	Definición de líneas de rompimiento ( <i>breaklines</i> ) .....	48

4.5.	Cambios en la superficie ( <i>Edit surface</i> ) .....	49
4.6.	Definición del borde o contorno de la superficie .....	51
4.7.	Modificación de las propiedades de la superficie.....	54
4.7.1.	Pestaña información .....	54
4.7.2.	Pestaña definición.....	55
4.7.3.	Pestaña análisis ( <i>analysis</i> ).....	59
4.8.	Estilo de superficie.....	61
4.8.1.	Cuadro de diálogo estilo de superficie .....	63
4.8.1.1.	Pestaña información.....	63
4.8.1.2.	Pestaña bordes .....	64
4.8.1.3.	Pestaña curvas de nivel .....	67
4.8.1.4.	Pestaña cuadrícula.....	71
4.8.1.5.	Pestaña puntos .....	73
4.8.1.6.	Pestaña triángulos.....	75
4.8.1.7.	Pestaña análisis .....	77
4.8.1.8.	Pestaña visualizar .....	77
4.8.1.9.	Pestaña resumen .....	78
5.	ALINEAMIENTO HORIZONTAL.....	81
5.1.	Creación de alineamiento .....	81
5.2.	Creación de un alineamiento mediante las herramientas de composición de un alineamiento ( <i>create alignment by layout</i> ).....	82
5.2.1.	Utilización de la barra de herramientas ( <i>alignment layout tools</i> ).....	84
5.2.2.	Creación de un alineamiento a partir de poli líneas ( <i>create alignment from polyline</i> ).....	86
5.3.	Editar el alineamiento .....	88
5.3.1.	Editar alineamientos mediante las herramientas de composición de alineamientos .....	88

5.3.2.	Editar alineamientos mediante la ventana entidades del alineamiento ( <i>alignment grid view</i> ).....	89
5.3.3.	Editar en forma gráfica el alineamiento.....	92
5.3.4.	Inversión de la dirección de un alineamiento.....	93
5.4.	Propiedades.....	93
5.5.	Estilo.....	94
5.6.	Textos o etiquetas del alineamiento.....	96
6.	PERFIL.....	101
6.1.	Generación del perfil del eje diseñado.....	101
6.2.	Creación de la vista del perfil.....	102
6.3.	Editar el estilo de vista.....	104
6.3.1.	Pestaña información.....	105
6.3.2.	Pestaña gráfico ( <i>graph</i> ).....	105
6.3.3.	Pestaña de cuadrícula ( <i>grid</i> ).....	107
6.3.4.	Pestaña colocación del título ( <i>title annotation</i> ).....	110
6.3.5.	Pestaña eje horizontal ( <i>horizontal axes</i> ).....	112
6.3.6.	Pestaña eje vertical ( <i>vertical axes</i> ).....	116
6.3.7.	Pestaña visualización ( <i>display</i> ).....	120
6.3.8.	Pestaña resumen ( <i>summary</i> ).....	121
6.4.	Creación de rasante.....	122
6.4.1.	Herramientas para perfiles por composición ( <i>profile layout tools</i> ).....	124
7.	CREACIÓN DE SECCIÓN TÍPICA DE UNA CARRETERA.....	135
7.1.	Pasos para crear la sección típica.....	135
7.2.	Modificación de las propiedades de un sub ensamblaje.....	140
7.2.1.	Cuadro de diálogo propiedades de sub ensamblaje.....	140
7.2.1.1.	Pestaña información.....	140



7.2.1.2.	Pestaña parámetros .....	141
7.2.1.3.	Pestaña códigos.....	143
7.2.2.	Taludes de corte y relleno.....	144
8.	CREACIÓN DEL CORREDOR DE TRABAJO .....	149
8.1.	Visualizar y editar secciones transversales .....	152
8.1.1.	Modificación de la vista de secciones transversales .....	154
8.2.	Insertar secciones transversales en el dibujo .....	156
	CONCLUSIONES .....	163
	RECOMENDACIONES.....	165
	BIBLIOGRAFÍA.....	167
	APÉNDICES .....	169
	ANEXOS.....	171



# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1.	<i>Workspaces</i> .....	1
2.	Área de trabajo.....	2
3.	<i>Toolspace</i> .....	3
4.	<i>Drawing templates</i> .....	4
5.	<i>Toolspace settings</i> .....	5
6.	<i>Drawing settings</i> .....	7
7.	<i>Point style information</i> .....	13
8.	<i>Point style marker</i> .....	14
9.	<i>Point style 3D geometry</i> .....	15
10.	<i>Point style display</i> .....	16
11.	<i>Point style summary</i> .....	17
12.	<i>Label style composer information</i> .....	19
13.	<i>Label style composer general</i> .....	20
14.	<i>Component name</i> .....	21
15.	<i>Label style composer layout</i> .....	21
16.	Agregar componente.....	22
17.	<i>Label style composer dragged state</i> .....	23
18.	<i>Label style composer summary</i> .....	24
19.	Importación de puntos.....	26
20.	Cuadro de diálogo importar puntos ( <i>import points</i> ), formato .....	27
21.	Cuadro de diálogo formato de archivos de punto ( <i>point file formats</i> ) .....	28
22.	Agregar puntos a un grupo de puntos ( <i>add points to point group</i> ) .....	29

23.	Creación de grupo de puntos.....	33
24.	Propiedades del grupo de puntos ( <i>point group properties</i> ), pestaña <i>information</i> .....	34
25.	Propiedades del grupo de puntos ( <i>point group properties</i> ), pestaña <i>point groups</i> .....	35
26.	Propiedades del grupo de puntos ( <i>point group properties</i> ), pestaña <i>include</i> .....	36
27.	Propiedades del grupo de puntos ( <i>point group properties</i> ), pestaña <i>exclude</i> .....	39
28.	Propiedades del grupo de puntos ( <i>point group properties</i> ), pestaña <i>query builder</i> .....	40
29.	Propiedades del grupo de puntos ( <i>point group properties</i> ), pestaña <i>overrides</i> .....	43
30.	Propiedades del grupo de puntos ( <i>point group properties</i> ), pestaña <i>point list</i> .....	44
31.	Triangulación .....	46
32.	Superficie .....	47
33.	Funciones para edición de superficies .....	50
34.	Agregar un contorno .....	52
35.	Cuadro de diálogo añadir bordes.....	53
36.	Contorno de superficie .....	53
37.	Propiedades de superficie ( <i>surface properties</i> ), pestaña informa- ción ( <i>information</i> ) .....	55
38.	Propiedades de superficie ( <i>surface properties</i> ), pestaña definición ( <i>definition</i> ) .....	56
39.	Propiedades de superficie ( <i>surface properties</i> ), pestaña análisis ( <i>analysis</i> ).....	59
40.	Editar estilo de superficie, primera forma .....	62
41.	Editar estilo de superficie, segunda forma .....	63

42.	Estilo de superficie ( <i>surface style</i> ), pestaña información ( <i>information</i> ) .....	64
43.	Estilo de superficie ( <i>surface style</i> ), pestaña bordes ( <i>borders</i> ).....	66
44.	Estilo de superficie ( <i>surface style</i> ), pestaña curvas de nivel ( <i>contours</i> ) .....	67
45.	Superficie vista 3D .....	68
46.	Estilo de superficie ( <i>surface style</i> ), pestaña cuadrícula ( <i>grid</i> ) .....	72
47.	Estilo de superficie ( <i>surface style</i> ), pestaña puntos ( <i>points</i> ).....	74
48.	Estilo de superficie ( <i>surface style</i> ), pestaña triángulos ( <i>triangles</i> ).....	76
49.	Estilo de superficie ( <i>surface style</i> ), pestaña análisis ( <i>analysis</i> ) .....	77
50.	Estilo de superficie ( <i>surface style</i> ), pestaña visualizar ( <i>display</i> ).....	78
51.	Estilo de superficie ( <i>surface style</i> ), pestaña resumen ( <i>summary</i> ) .....	79
52.	Menu alineamiento <i>create alignment by layout</i> .....	82
53.	Cuadro de diálogo <i>create alignment-layout</i> .....	83
54.	Barra de herramientas para creación de alineamientos .....	84
55.	Menú alineamiento, <i>create alignment from polyline</i> .....	86
56.	Cuadro de diálogo <i>create alignment - from polyline</i> .....	87
57.	Editar alineamiento.....	89
58.	<i>Alignment grid view</i> .....	90
59.	<i>Alignment layout parameters</i> .....	91
60.	Alineamiento y puntos de control .....	92
61.	<i>Alignment style</i> .....	95
62.	Modificación de textos o etiquetas del alineamiento .....	97
63.	Etiquetas del alineamiento ( <i>alignment labels</i> ) .....	98
64.	Agregar etiquetas de elementos geométricos .....	99
65.	Cuadro de diálogo agregar etiquetas ( <i>Add Labels</i> ) .....	99
66.	Vista de perfil.....	103
67.	<i>Profile view style</i> , pestaña <i>information</i> .....	104
68.	<i>Profile view style</i> , pestaña <i>graph</i> .....	106

69.	<i>Profile view style, pestaña grid</i> .....	107
70.	<i>Vertical grid options</i> .....	108
71.	<i>Horizontal grid options</i> .....	109
72.	<i>Profile view style, pestaña title annotation</i> .....	111
73.	<i>Profile view style, pestaña horizontal axes</i> .....	113
74.	<i>Text component editor – Major tick text</i> .....	114
75.	<i>Text componente editor – Minor tick text</i> .....	116
76.	<i>Profile view style, pestaña vertical axes</i> .....	117
77.	<i>Text component editor – Major tick text elevation</i> .....	118
78.	<i>Text component editor – Minor tick text elevations</i> .....	120
79.	<i>Profile view style, pestaña display</i> .....	121
80.	<i>Profile view style, pestaña summary</i> .....	122
81.	<i>Create profile</i> .....	123
82.	<i>Profile layout tools 1</i> .....	124
83.	<i>Profile layout tools 2</i> .....	124
84.	<i>Vertical curve settings</i> .....	125
85.	<i>Profile layout tools 3</i> .....	127
86.	<i>Profile layout tools 4</i> .....	128
87.	<i>Insert PIVs</i> .....	130
88.	<i>Raise/Lower PIV elevation</i> .....	131
89.	<i>Copy profile data</i> .....	132
90.	<i>Profile layout parameters</i> .....	133
91.	<i>Panorámica</i> .....	134
92.	<i>Vista de perfil de diseño</i> .....	134
93.	<i>Menú corredor</i> .....	135
94.	<i>Cuadro de diálogo crear ensamblaje (Create Assembly)</i> .....	136
95.	<i>Ensamblaje</i> .....	137
96.	<i>Menú corredor opción herramientas de sub ensamblajes</i> .....	137
97.	<i>Herramientas de sub ensamblajes</i> .....	138

98.	Inserción de sub ensamblajes.....	139
99.	Propiedades de sub ensamblaje ( <i>Subassembly Properties</i> ), pestaña información.....	141
100.	Propiedades de sub ensamblaje ( <i>Subassembly Properties</i> ), pestaña parámetros.....	142
101.	Propiedades de sub ensamblaje ( <i>Subassembly Properties</i> ), pestaña códigos.....	144
102.	Talud de corte y relleno.....	145
103.	Propiedades de sub ensamblaje de taludes de corte y relleno.....	146
104.	Propiedades de sub ensamblaje de taludes de corte y relleno, pestaña parámetros.....	147
105.	<i>BasicSideSlopeCutDitch</i> .....	148
106.	Creación de corredor.....	149
107.	Cuadro de diálogo creación de un corredor simple ( <i>Create Simple Corridor</i> ).....	150
108.	Cuadro de diálogo componentes del corredor ( <i>Target Mapping</i> ).....	151
109.	Menú corredor, opción ver o editar secciones transversales del corredor.....	152
110.	Vista preliminar de una sección transversal y herramientas para editar.....	153
111.	Editor de la vista de secciones transversales.....	154
112.	Cuadro de diálogo opciones para editar y ver secciones transversales del corredor.....	155
113.	Estilo de vista de sección ( <i>Section View Style</i> ).....	156
114.	Menú <i>sections</i> opción crear líneas simples.....	157
115.	Cuadro de diálogo creación de un grupo de líneas simple ( <i>Create Sample Line group</i> ).....	158
116.	Herramientas para la creación de líneas simple ( <i>Sample Line Tools</i> ).....	102

117.	Creación de las líneas en base a los estacionamientos del corredor.....	159
118.	Menú <i>sections</i> opción crear secciones múltiples .....	160
119.	Visualización de corredor.....	161
120.	Visualización de sección transversal.....	161



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
!	Distinto de
=	Igual
$\geq$	Mayor o igual que
$>$	Mayor que
$\leq$	Menor o igual que
$<$	Menor que



## **GLOSARIO**

<b>Alineamiento horizontal</b>	Proyección del eje de proyecto de una carretera sobre un plano horizontal.
<b>Alineamiento vertical</b>	Proyección del desarrollo de un alineamiento horizontal sobre un plano vertical.
<b>K</b>	Variación de longitud por unidad de pendiente.
<b>Peralte</b>	Pendiente transversal que se da en curvas a la calzada de una carretera, con el fin de contrarrestar la fuerza centrífuga que impulsa el vehículo hacia el exterior de la curva.
<b>Perfil</b>	Representación gráfica de los cambios de elevación de un alineamiento.
<b>PI</b>	Punto de intersección entre dos líneas en el alineamiento horizontal.
<b>PIV</b>	Punto de intersección entre dos líneas en el alineamiento vertical.
<b>Sección típica</b>	Representación gráfica de los elementos de la carretera visto como una sección transversal.

**Sección transversal**

Corte vertical normal al alineamiento horizontal de la carretera.

## RESUMEN

El presente trabajo consiste en una guía para la utilización del *software* Civil 3D aplicado al diseño de carreteras, en el cual se encuentra una descripción de los diferentes componentes de una carretera que se utilizan para el diseño geométrico de la misma, como también se podrá encontrar los diferentes procedimientos para realizar las respectivas configuraciones de los elementos de dibujo para simplificar el trabajo en Civil 3D. Entre dichos elementos están los puntos, grupos de puntos, alineamientos horizontales o verticales, superficies, perfiles y secciones transversales.

Del mismo modo se hace una descripción detallada de los diferentes estilos que componen a los diferentes elementos, como también de los diferentes cuadros de diálogo que se desplegarán conforme se trabaje con el programa, en los cuales se describen sus diferentes componentes y el uso de los mismos.

De la misma manera se detallan las diferentes formas para acceder a modificar los diferentes estilos y configuraciones de los elementos que se encuentran en el dibujo.

Por último se realizaron planos de 15 kilómetros en los cuales se muestra como debería de quedar el diseño empleando el programa Civil 3D.



# OBJETIVOS

## General

Facilitar el uso y manejo del programa Civil 3D 2008 para el diseño geométrico de carreteras, al conocer las diferentes herramientas, propiedades, procedimientos que se realizan en la planificación y elaboración de un proyecto.

## Específicos

1. Trabajar los diferentes componentes geométricos de la carretera en forma secuencial.
2. Analizar dinámicamente el alineamiento, perfil y secciones de la carretera a diseñar.





## INTRODUCCIÓN

Actualmente ha habido un gran avance tecnológico en el equipo topográfico y los *software* para procesar la información que con estos se genera.

Para el diseño de carreteras que es nuestro interés, el programa *Autodesk Civil 3D* ha desarrollado una herramienta que permite trabajar gran variedad de tareas de ingeniería civil. Estas tareas crean relaciones inteligentes entre objetos para que las modificaciones que se realicen de acuerdo a especificaciones y exigencias de normas en los diseños, se actualicen de forma dinámica en los elementos que están relacionados entre sí. Esto conlleva a la simplificación de los pasos que se realizan cuando se trabaja en el diseño geométrico de una carretera, optimizando tiempo y recursos que con los *software* anteriores no se disponía.

El presente trabajo desarrolla una guía para el uso del *software* Civil 3D, analizando los pasos para crear y modificar los diferentes componentes geométricos de una carretera en diseño. Aparecerán según el desarrollo de la sección del diseño, las diferentes herramientas que el *software* ha desarrollado y perfeccionado como las ventanas y cuadros de diálogo que se despliegan en el proceso.

Este *software* facilita en gran medida el trabajo del diseñador de carreteras ya que maneja actualizaciones dinámicas entre objetos relacionados entre sí, permitiendo así realizar los cambios necesarios y con ello evitar las implicaciones que tienen estos sobre la realización del proyecto.

Es de suma importancia el conocimiento y manejo de este tipo de *software* ya que representa reducción de tiempos, mejora los rendimientos de producción pues los volúmenes de trabajo que se manejan son excesivos y además permite visualizar y evaluar varias alternativas para una mejor selección de la opción a construir.

Entre las relaciones que crea el *software* podemos mencionar por ejemplo la del alineamiento: que al realizar un cambio sobre éste, se modificaran dinámicamente los siguientes elementos: perfil, rasante y secciones transversales. Así como si se hace un cambio en una superficie del terreno se modificaran automáticamente el perfil y secciones transversales.

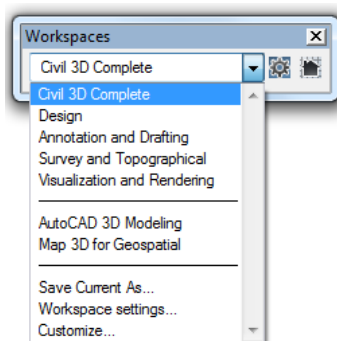
# 1. ÁREA DE TRABAJO

El área de trabajo de Civil 3D es una plataforma de Auto Cad 2008 en la cual se encuentran herramientas para facilitar el trabajo en el manejo de los datos provenientes de un levantamiento topográfico.

Las áreas o espacios de trabajo son conjuntos de menús, barras de herramientas y ventanas (como el espacio de herramientas) que se agrupan y organizan para permitir trabajar en un entorno de dibujo personalizado y orientado hacia una tarea concreta. Del espacio de trabajo del programa que se necesite utilizar, dependen los menús, barras de herramientas y ventanas que desplegará el programa, relacionadas con el espacio de trabajo seleccionado.

Para cambiar de área de trabajo se busca la barra de herramientas que se muestra en la siguiente figura.

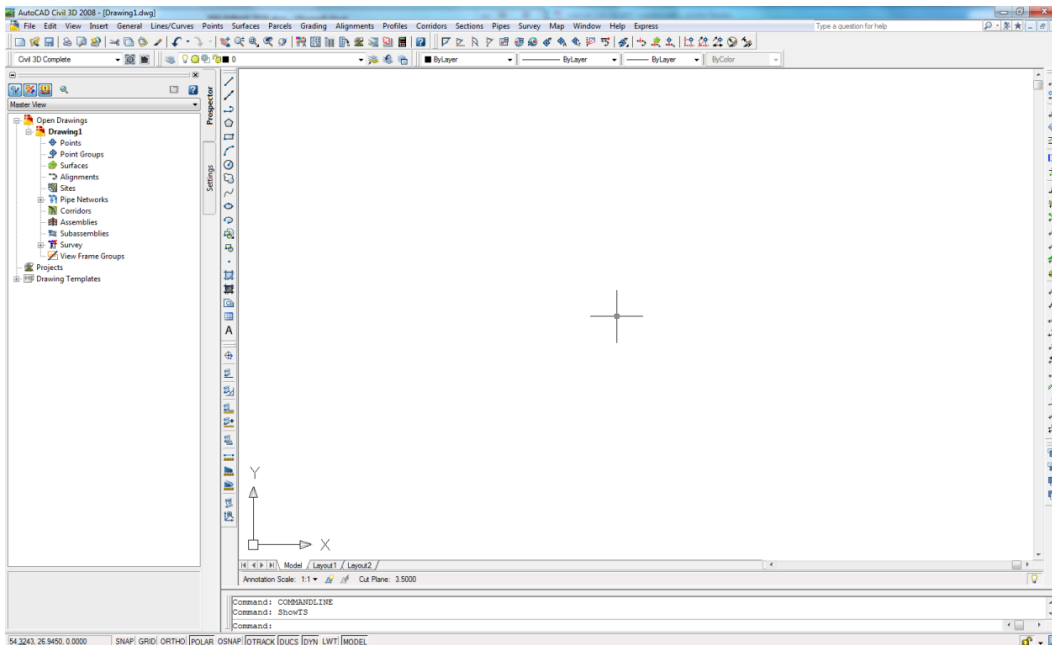
Figura 1. *Workspaces*



Fuente: elaboración propia.

En la siguiente imagen se puede observar como se ve gráficamente el área de trabajo seleccionada:

Figura 2. Área de trabajo



Fuente: elaboración propia.

### 1.1. Ventana espacio de herramientas

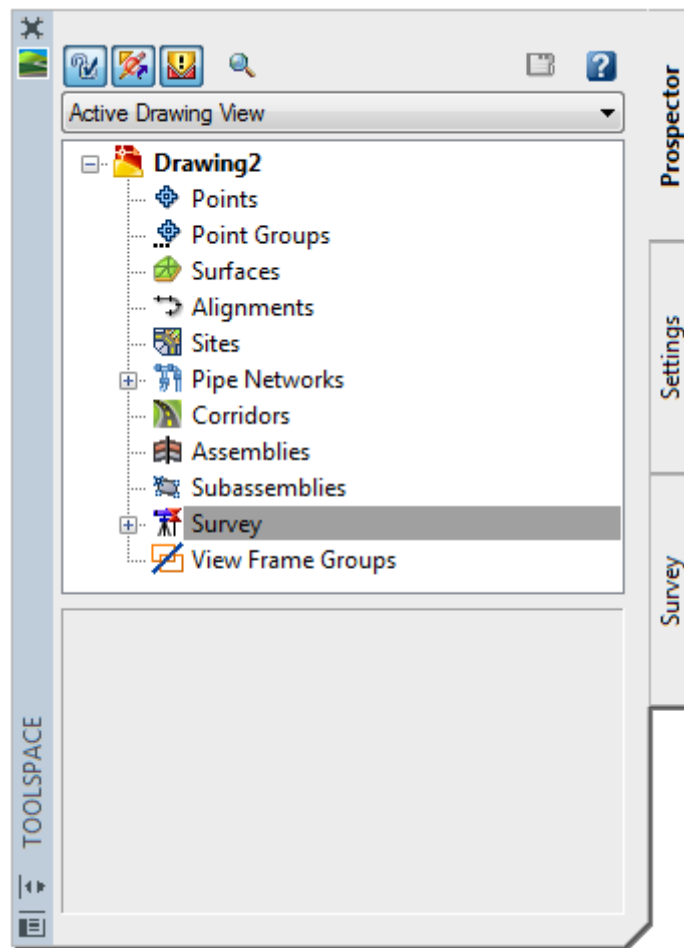
Esta ventana permite acceder a las pestañas del administrador (*prospector*), configuración (*settings*) y topografía (*survey*).

La pestaña *prospector* se utiliza para administrar los objetos de diseño.

La pestaña configuración (*settings*) permite administrar los estilos de objetos, así como, controlar la configuración de los dibujos y comandos.

La pestaña de topografía (*survey*) permite administrar proyectos y datos de topografía.

Figura 3. **Toolspace**



Fuente: elaboración propia.

## 1.2. Plantillas de dibujo

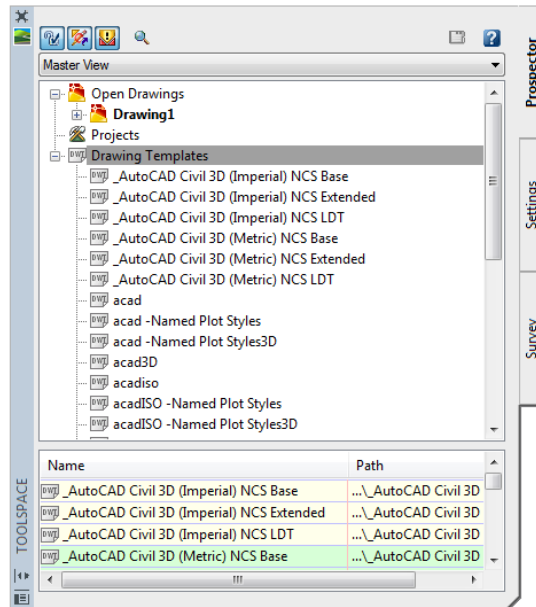
Una plantilla de dibujo puede contener información estándar de Auto Cad, tales como: capas (*layer*), parámetros y objetos de Auto Cad, (líneas y textos).

Además, puede incluir toda la información de dibujo de Civil 3D que se muestra en el árbol de configuración (incluida la configuración, estilos de etiquetas, tablas, claves descriptivas y formatos para importar/exportar puntos de Civil 3D) o en el árbol del *prospector* (incluidos todos los objetos de Civil 3D, como los grupos de puntos).

Éstas, también pueden ser creadas por el usuario si ya se ha trabajado un proyecto y se quiere conservar los *layers* para futuros proyectos, solamente se hace una copia del dibujo y a esta copia se le borra todo lo que contenga, menos los *layers* grabándose con una extensión dwt.

Las plantillas se muestran en la vista maestra del árbol del *prospector*, en la colección plantillas de dibujo como se puede ver en la siguiente figura.

Figura 4. **Drawing templates**



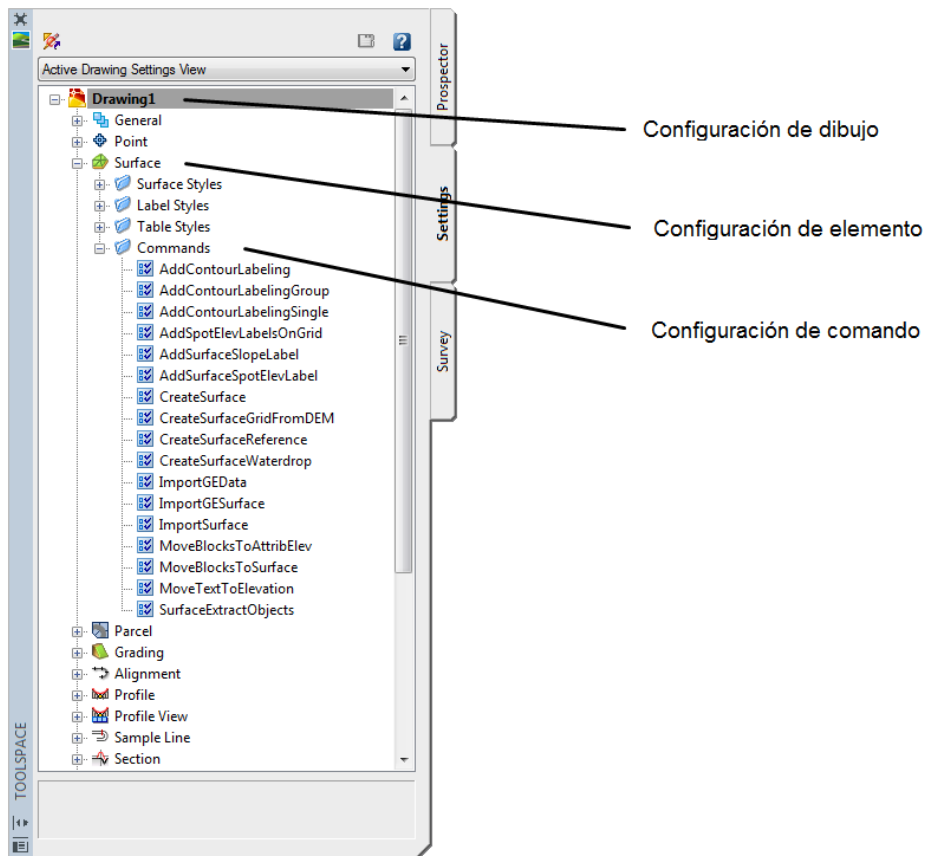
Fuente: elaboración propia.

### 1.3. Configuración del espacio de trabajo

Para editar el espacio de trabajo se utiliza la pestaña de configuración de la ventana espacio de herramientas, la que se puede realizar de tres formas diferentes: configuración de dibujo, de elemento o de comando.

Cada configuración modifica una posición distinta del árbol de configuración, como se ilustra en la siguiente imagen:

Figura 5. *Toolspace settings*



Fuente: elaboración propia.

### **1.3.1. Configuración de dibujo**

Existen dos configuraciones a nivel de dibujo que se pueden realizar:

- Configuraciones de dibujo (*drawing settings*)
- Configuraciones de ambiente (*ambient settings*)

### **1.3.2. Configuración de elemento**

Permite controlar todas las configuraciones que forman parte del tipo del objeto y las configuraciones del ambiente.

### **1.3.3. Configuración de comandos**

Permite configurar el objeto y las configuraciones predeterminadas del dibujo, comando por comando y configurar comandos específicos.

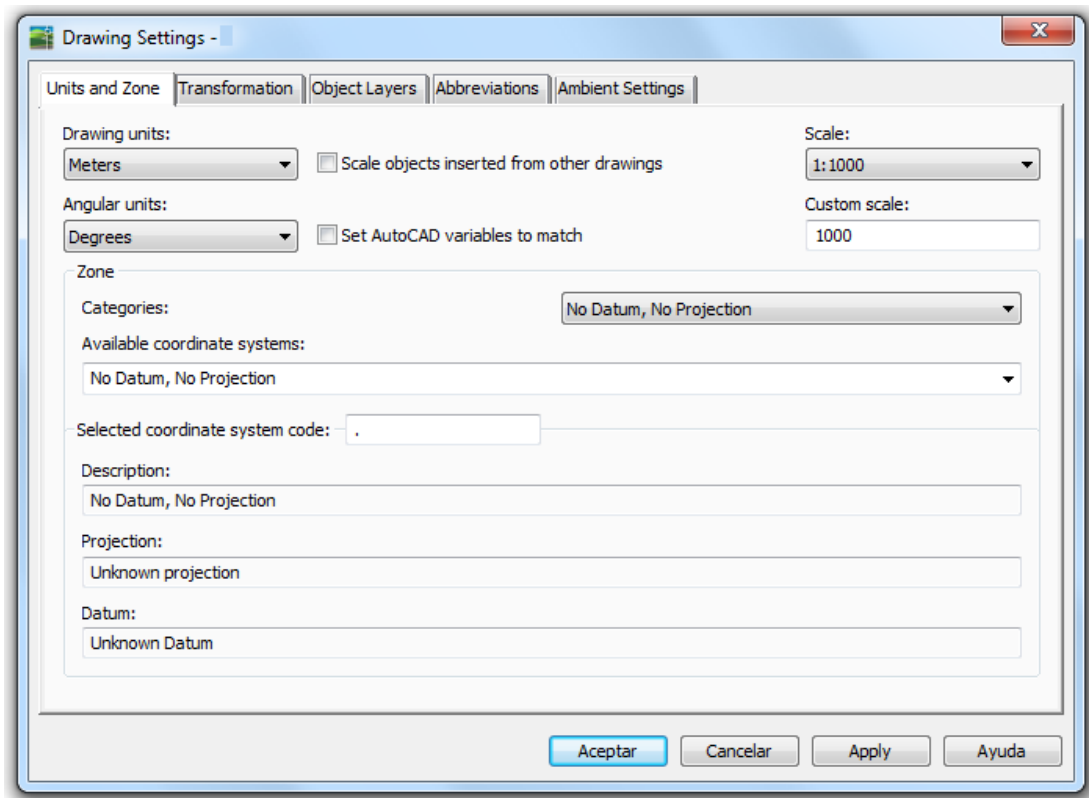
## **1.4. Ventana configuración del dibujo**

Para acceder a esta ventana se deben seguir los siguientes pasos:

- Seleccionar la pestaña de configuraciones (*settings*)
- Seleccionar con clic derecho sobre el nombre del dibujo
- Seleccionar la opción editar configuración de dibujo (*edit drawing settings*).
- Se despliega la ventana configuración de dibujo (*drawing settings*) que se puede apreciar en la siguiente imagen.



Figura 6. *Drawing settings*



Fuente: elaboración propia.

#### 1.4.1. Unidades y zona (*units and zone*)

Esta pestaña (figura 6) permite la selección de las unidades lineales y angulares, escala y zona del dibujo, así como, el sistema de coordenadas locales del mismo.

Las coordenadas en Civil 3D se expresan en ordenadas, abscisas y alturas. La ordenada equivale al eje “Y”, la abscisa al eje “X” y la altura al eje “Z”.

#### **1.4.2. Transformación (*transformation*)**

Esta pestaña permite relacionar las coordenadas locales del dibujo con la cuadrícula de coordenadas de la zona en la que se esté posicionado.

La configuración de transformación de la zona permite realizar las siguientes acciones:

- Relacionar coordenadas locales y cartesianas mediante la transformación de distancias medidas sobre la superficie de la tierra en distancias sobre un elipsoide.
- Relacionar distancias sobre el elipsoide con el plano del sistema de coordenadas cartesianas de la zona actual.

Estas transformaciones se realizan mediante el uso de factores de escala.

#### **1.4.3. Capas de objetos (*object layers*)**

En esta ventana se pueden hacer las modificaciones concernientes a los *layers* de los principales objetos que formarán parte en el diseño de la carretera, se pueden modificar los *layers* que se tienen por *default* pero siempre y cuando se identifiquen de forma correcta, si se cargó una plantilla es mejor dejar los *layers* que tienen por default para no perder los parámetros que se han cargado con la misma.

#### **1.4.4. Abreviaturas (*abbreviations*)**

En esta ventana aparecerán las abreviaturas de los principales elementos geométricos que componen los alineamientos horizontal o vertical y los diferen-

tes elementos de las secciones transversales. Estas abreviaturas están en inglés y si se desea modificarlas para verlas en español en los textos que coloca automáticamente el programa en el dibujo se debe sustituir las abreviaturas al español.

#### **1.4.5. Configuración del ambiente de trabajo (*ambient settings*)**

Esta pestaña permite cambiar las formas de desplegar información en pantalla como por ejemplo si se quiere calcular áreas en pies pero la configuración del dibujo está en metros se busca en *ambient settings* área y se le cambian las unidades de medida a pies cuadrados y a la hora de crear la tabla de áreas la desplegará en pies cuadrados.



## 2. PUNTOS

Los puntos son objetos en el programa por tanto se pueden mostrar y manipular gráficamente.

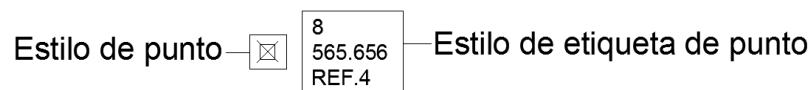
Los puntos son componentes básicos de *Auto Cad Civil 3D*, estos se pueden utilizar en proyectos de desarrollo de terreno para ubicaciones fijas y elementos de diseño existentes.

### 2.1. Estilos de los puntos

Los estilos permiten modificar la presentación del símbolo y la etiqueta de los puntos en el dibujo.

Los puntos hacen referencia a dos estilos:

- Estilo de punto: delimita el modo de visualización de un símbolo de punto en el dibujo. Para cambiar el símbolo de un punto, se edita el estilo o se cambia el punto de forma que haga referencia a un estilo distinto.
- Estilo de etiqueta de punto: delimita cómo se etiqueta un punto en el dibujo. Para cambiar el modo de etiquetar un punto, se puede editar el estilo de etiqueta o cambiar el punto de forma que haga referencia a un estilo de etiqueta distinto.



### 2.1.1. Estilo de punto

Para crear un estilo de punto se realizan los siguientes pasos:

- Ubicar la ventana de *toolspace* y seleccionar la pestaña *settings*.
- Expandir las opciones de puntos (*points*)
- Dar clic derecho sobre *point styles*
- Seleccionar la opción, nuevo (*new*)
- Se desplegará el cuadro de diálogo *point style*

Para realizar una copia de un estilo de punto se realizan los siguientes pasos:

- Ubicar la ventana de *toolspace* y seleccionar la pestaña *settings*
- Expandir las opciones de puntos (*points*)
- Expandir las opciones de *point style*
- Dar clic derecho sobre el estilo que se quiere copiar y seleccionar *copy*.
- Se desplegará el cuadro de diálogo *point style*

Para editar la configuración del estilo de punto se realizan los siguientes pasos:

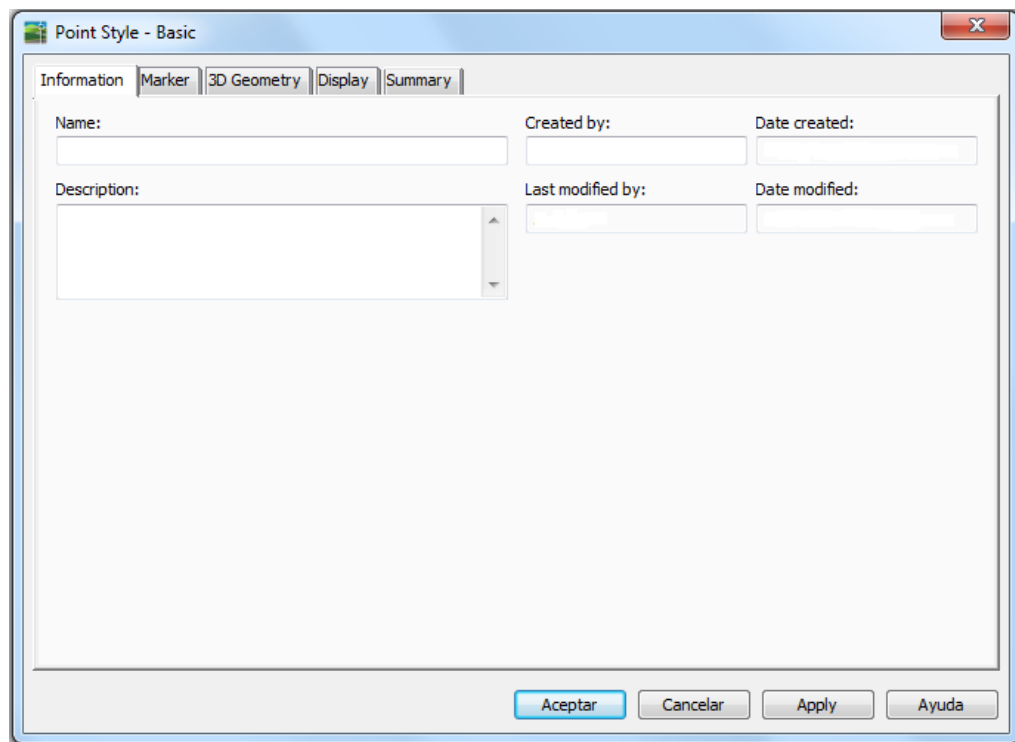
- Ubicar la ventana de *toolspace* y seleccionar la pestaña de *settings*.
- Expandir las opciones de puntos (*points*)
- Buscar estilos de puntos (*points styles*) y se expande esta carpeta
- Dar clic derecho sobre el estilo que se desea editar
- Elegir editar, y automáticamente desplegará el cuadro de diálogo *point style*.

### 2.1.1.1. Cuadro de diálogo estilo de punto (*point style*)

En este cuadro se puede editar la forma de la marca que tendrán los puntos en pantalla o cuando se inserten. Este cuadro de diálogo está compuesto de las siguientes pestañas:

Pestaña información (*information*):

Figura 7. ***Point style information***



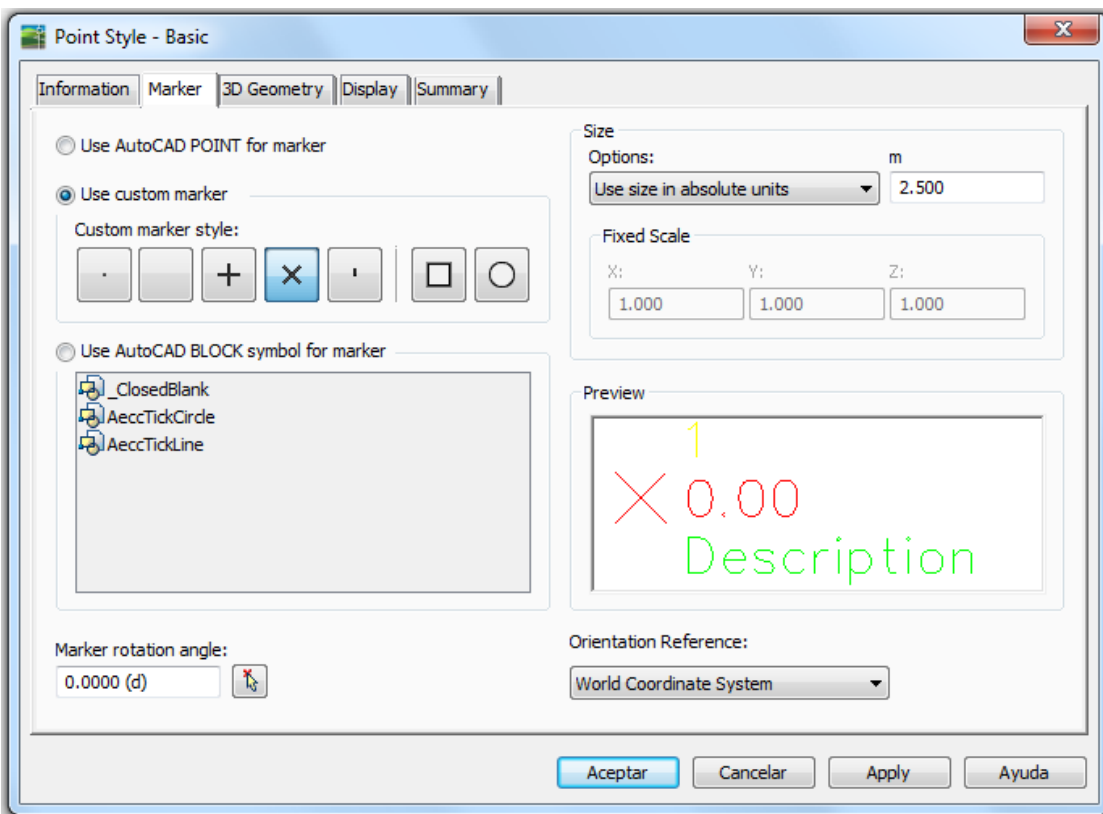
Fuente: elaboración propia.

En esta pestaña se puede cambiar o agregar un nombre y una descripción para el estilo. En esta también se puede ver la información de quién lo creó y la fecha de creación, el último que lo modificó y la fecha que fue modificado.

Pestaña marca (*marker*):

Esta pestaña permite personalizar el modo de visualizar el tipo de marca y el tamaño con el cual se mostrará en pantalla.

Figura 8. **Point style marker**



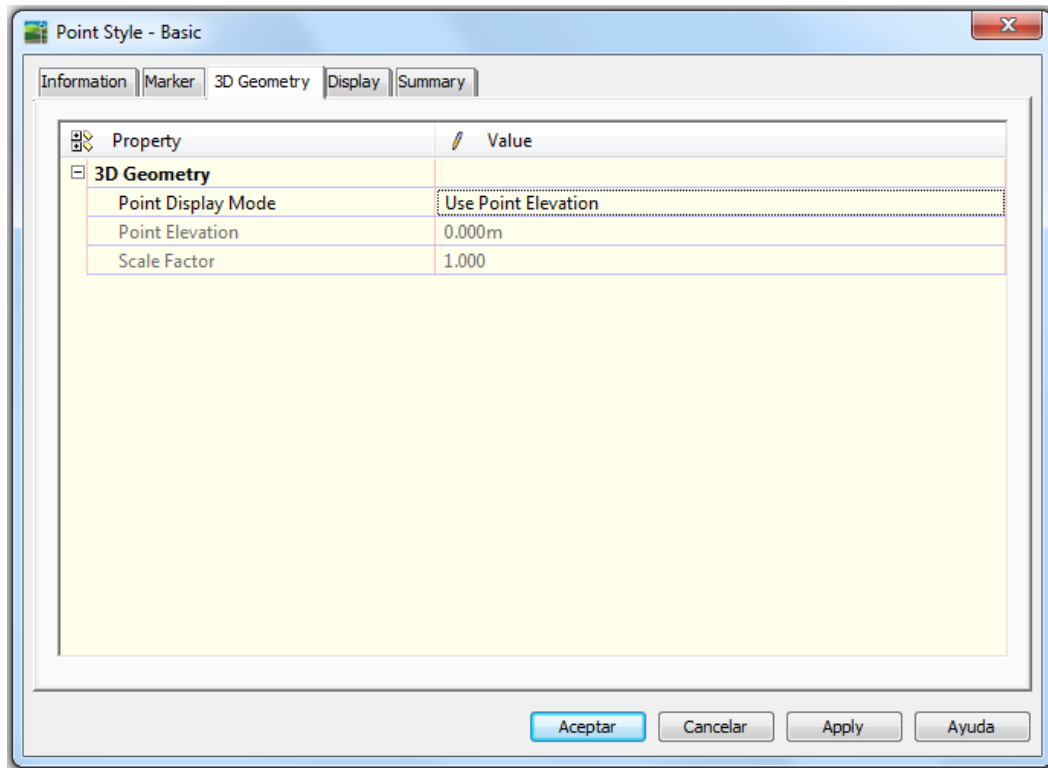
Fuente: elaboración propia.

Pestaña 3D geometría (*3D geometry*):

Esta pestaña permite cambiar la forma en que se desplegarán los puntos en una vista 3D.



Figura 9. **Point style 3D geometry**



Fuente: elaboración propia.

Modo de visualización de puntos (*point display mode*), despliega las siguientes opciones:

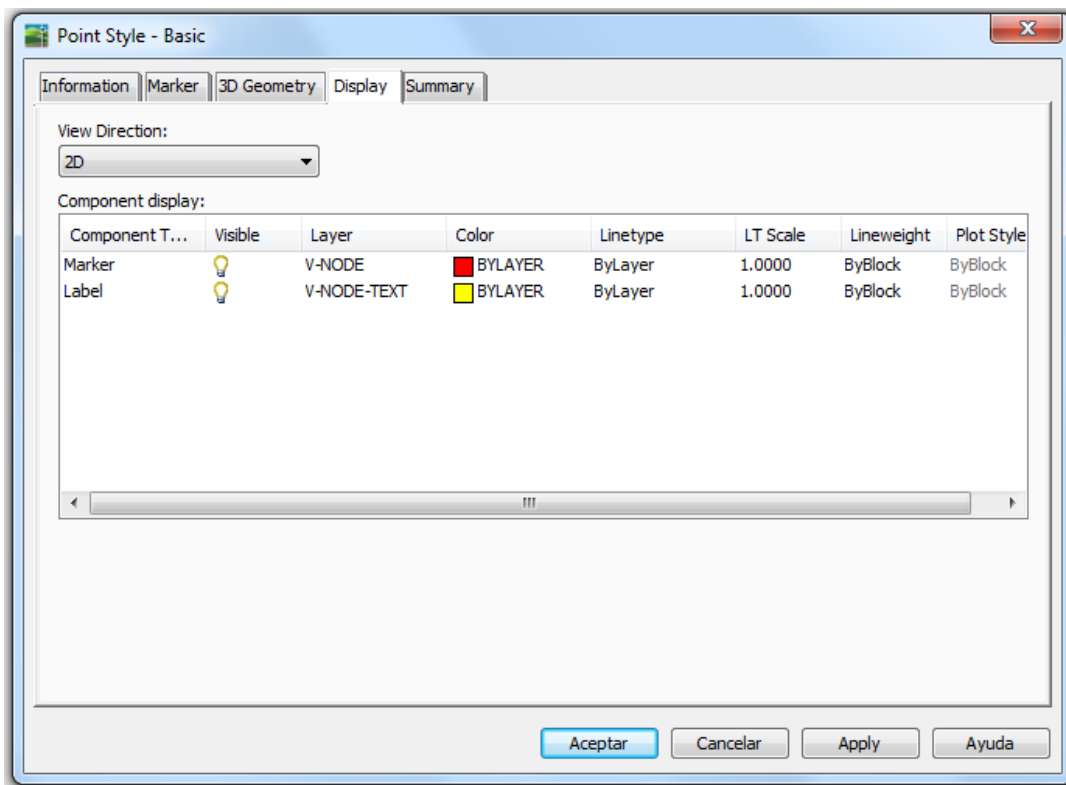
- Usar elevación de punto (*use point elevation*): muestra el punto con el valor real de elevación
- Aplanar los puntos hasta elevación (*flatten points to elevation*): permite ingresar la elevación a la que se proyectará o aplanará el punto. Hay que especificar un valor de elevación para esta opción
- Exageración de puntos mediante un factor de escala (*exaggerate points by scale factor*): permite exagerar la elevación del punto mediante un factor de

escala. Hay que especificar un valor de factor de escala si se activa esta opción

Pestaña mostrar (*display*):

En esta pestaña se puede apagar o encender los *layers* para verlos en el dibujo ya sea en 3D o en 2D, como por ejemplo, si no se desean ver las etiquetas de los puntos solo se apaga el *layer label*.

Figura 10. **Point style display**

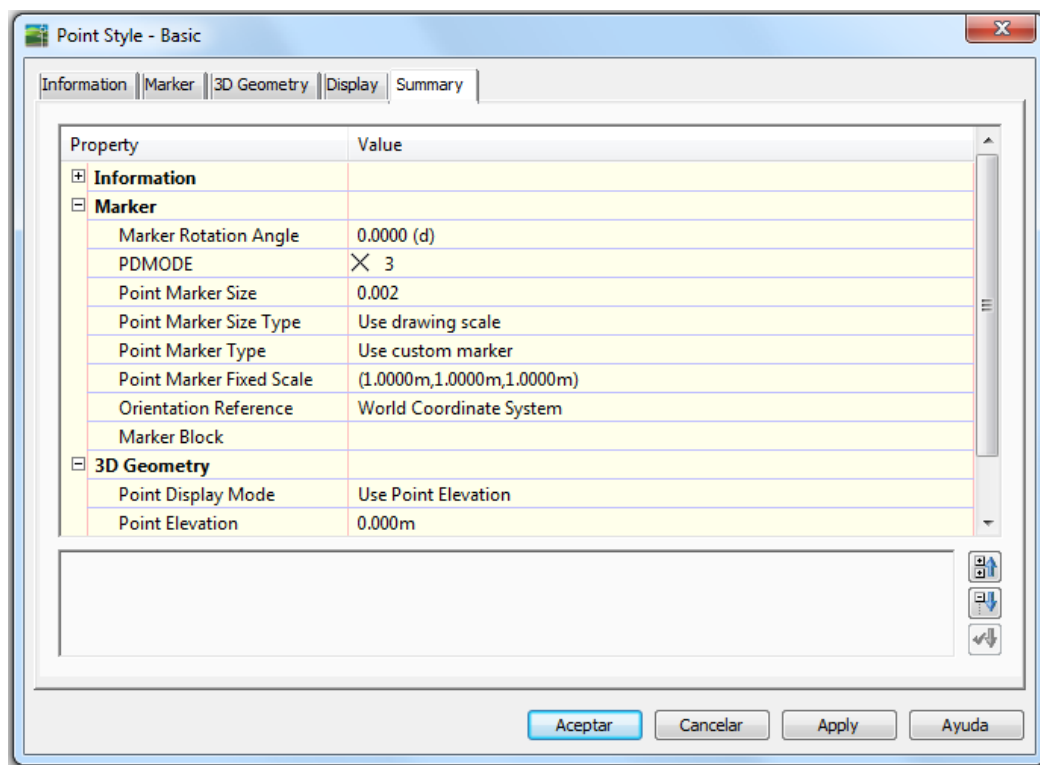


Fuente: elaboración propia.

Pestaña resumen (*summary*):

En esta pestaña se puede ver un resumen de las configuraciones anteriores y se puede hacer cambios de las mismas.

Figura 11. ***Point style summary***



Fuente: elaboración propia.

### 2.1.2. Estilo de etiqueta de un punto

Para crear un estilo de etiqueta de punto se realizan los siguientes pasos:

- Ubicar la ventana de *toolspace* y seleccionar la pestaña *settings*.

- Expandir las opciones de puntos (*points*)
- Dar clic derecho sobre *label styles*
- Seleccionar la opción, nuevo (*new*)
- Se desplegará el cuadro de diálogo *label style composer*

Para realizar una copia de un estilo de etiqueta de punto se realizan los siguientes pasos:

- Ubicar la ventana de *toolspace* y seleccionar la pestaña *settings*.
- Expandir las opciones de puntos (*points*)
- Expandir las opciones de *label style*
- Dar clic derecho sobre el estilo que se desea copiar y seleccionar *copy*.
- Se desplegará el cuadro de diálogo *label style composer*

Para editar la configuración del estilo de etiqueta de punto se realizan los siguientes pasos:

- Ubicar la ventana de *toolspace* y seleccionar la pestaña de *settings*.
- Expandir las opciones de puntos (*points*)
- Buscar el estilo de etiqueta (*label style*) y expandir esta carpeta
- Dar clic derecho sobre el estilo que se desea editar
- Seleccionar editar, y automáticamente desplegará el cuadro de diálogo *label style composer*.

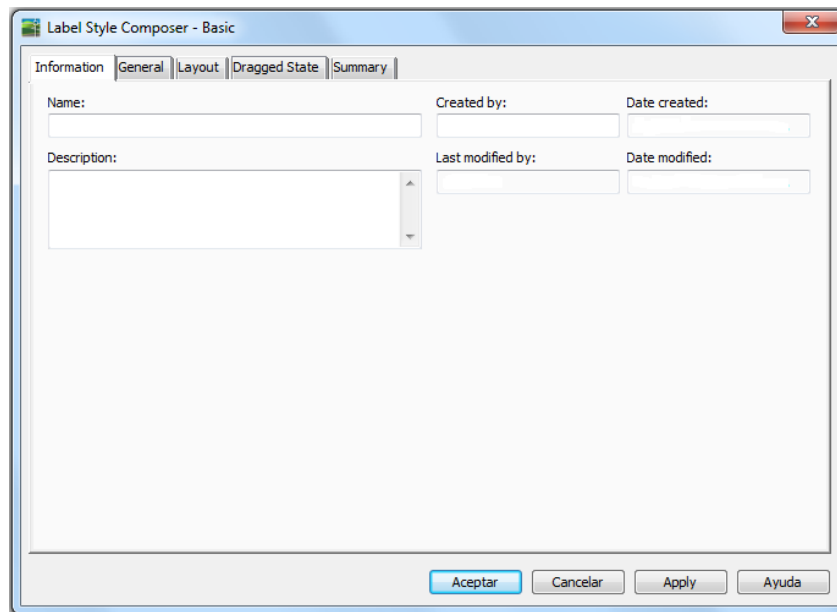
### 2.1.2.1. Cuadro de diálogo estilo de etiqueta compuesto (*label style composer*)

En este cuadro de diálogo se puede modificar la información que se desplegará en cada punto cuando se inserten en el dibujo. Este cuadro de diálogo está compuesto de las siguientes pestañas:

Pestaña información (*information*):

En esta pestaña (figura 12) se puede cambiar o agregar un nombre y una descripción para el estilo. En esta también se puede ver la información de quién lo creó y la fecha de creación, el último que lo modificó y la fecha que fue modificado.

Figura 12. *Label style composer information*



The image shows a screenshot of a software dialog box titled "Label Style Composer - Basic". The dialog has a tabbed interface with four tabs: "Information", "General", "Layout", and "Dragged State". The "Information" tab is currently selected. The dialog contains several input fields for metadata: "Name:" (a single-line text box), "Description:" (a multi-line text box with a vertical scrollbar), "Created by:" (a single-line text box), "Date created:" (a date picker), "Last modified by:" (a single-line text box), and "Date modified:" (a date picker). At the bottom of the dialog, there are four buttons: "Aceptar" (highlighted in blue), "Cancelar", "Apply", and "Ayuda".

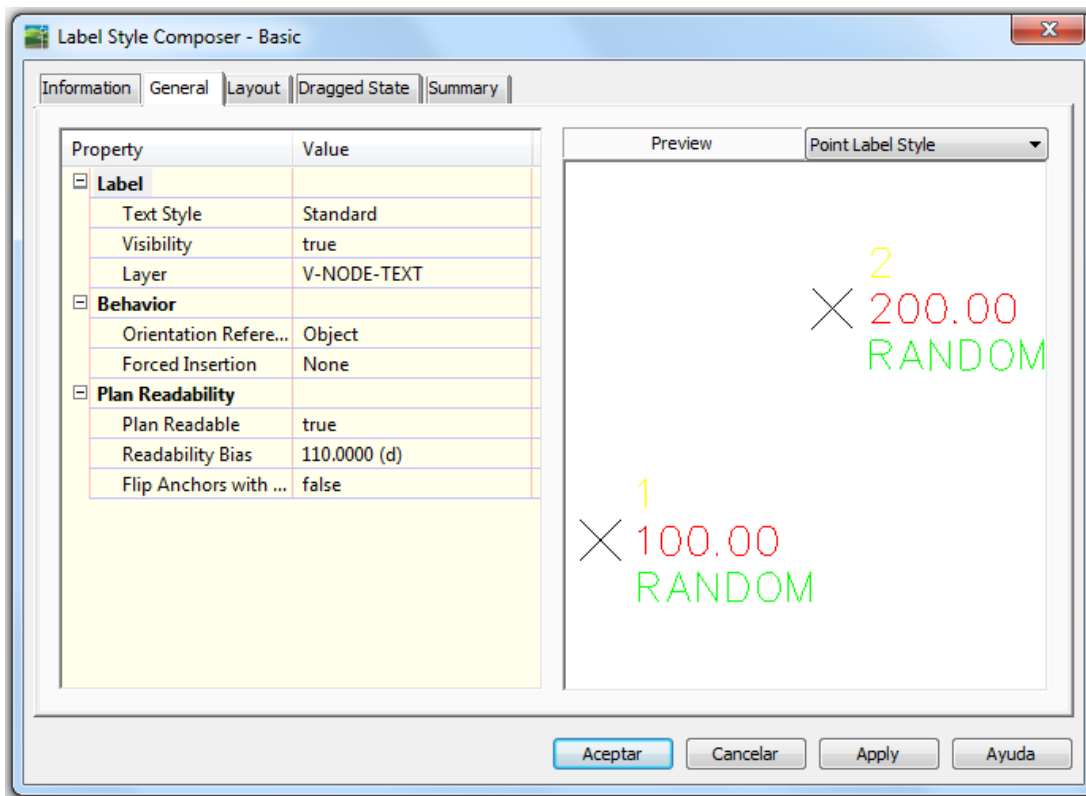
Fuente: elaboración propia.

Pestaña general:

En esta pestaña (figura 13) se pueden cambiar aspectos generales del texto que tendrán los puntos, como por ejemplo:

- El estilo de texto (*text style*)
- La visibilidad (*visibility*): con esta opción se pueden apagar los textos informativos de los puntos.
- La capa (*layer*): permite cambiar la capa de los textos de los puntos

Figura 13. **Label style composer general**



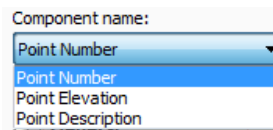
Fuente: elaboración propia.

Pestaña composición (*layout*):

En esta ventana (figura 15) se puede editar o agregar textos a los que se tienen por default.

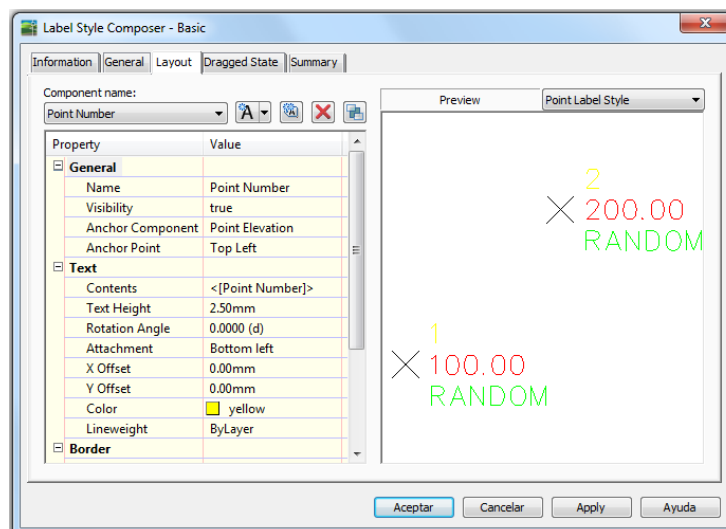
Para editar alguno de los componentes se selecciona en *component name* (figura 14).

Figura 14. **Component name**



Fuente: elaboración propia.

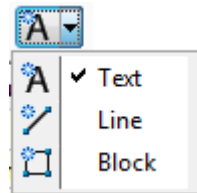
Figura 15. **Label style composer layout**




Fuente: elaboración propia.

Si se desea agregar algún otro componente al estilo se despliegan las opciones que se muestran en la siguiente figura.

Figura 16. **Agregar componente**



Fuente: elaboración propia.

Si se desea copiar o eliminar algún componente se selecciona alguno de los siguientes íconos: 

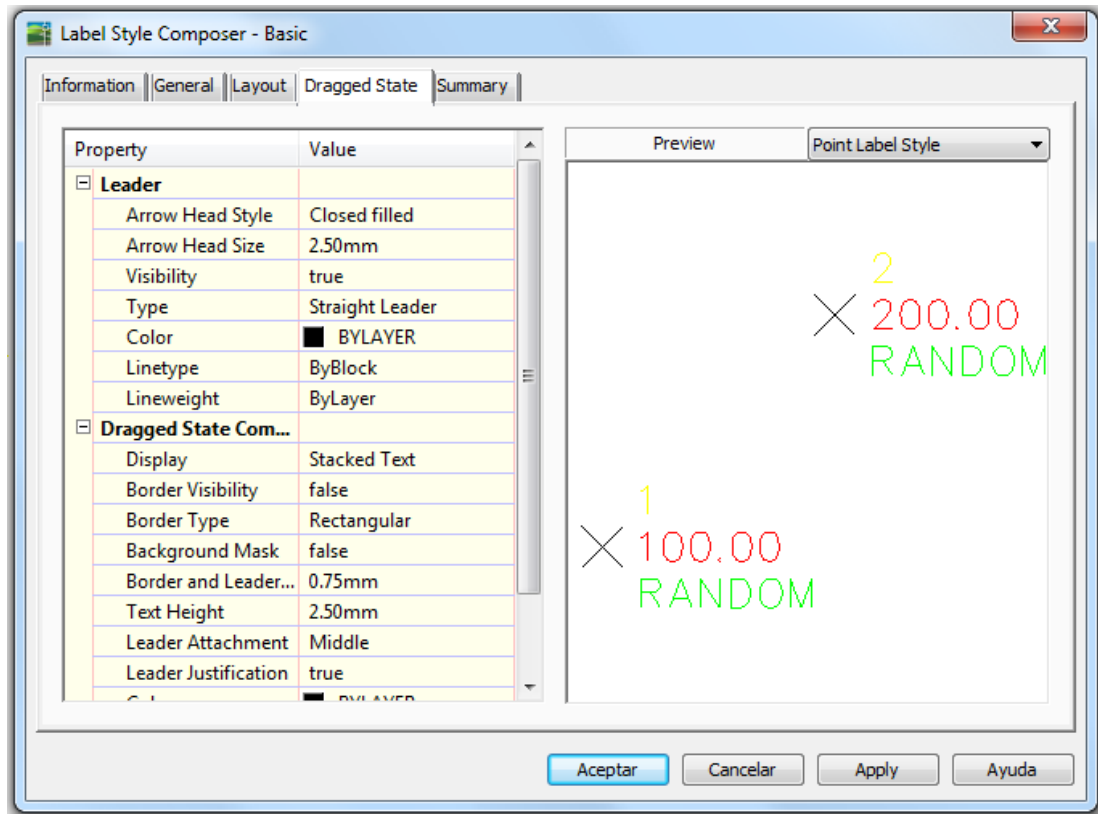
Pestaña *dragged state*:

Las opciones de esta pestaña (figura 17) servirán si en el dibujo gráficamente se mueve un texto de un punto, este automáticamente creará una flecha hacia donde se desplazó el texto y si es necesario, también se le podría colocar un recuadro al texto. Esto sólo se podrá ver si las siguientes dos opciones están activas:

- En *leader*, *visivility* está en *true*
- En *dragged state components*, *border visibility* está en *true*



Figura 17. **Label style composer dragged state**

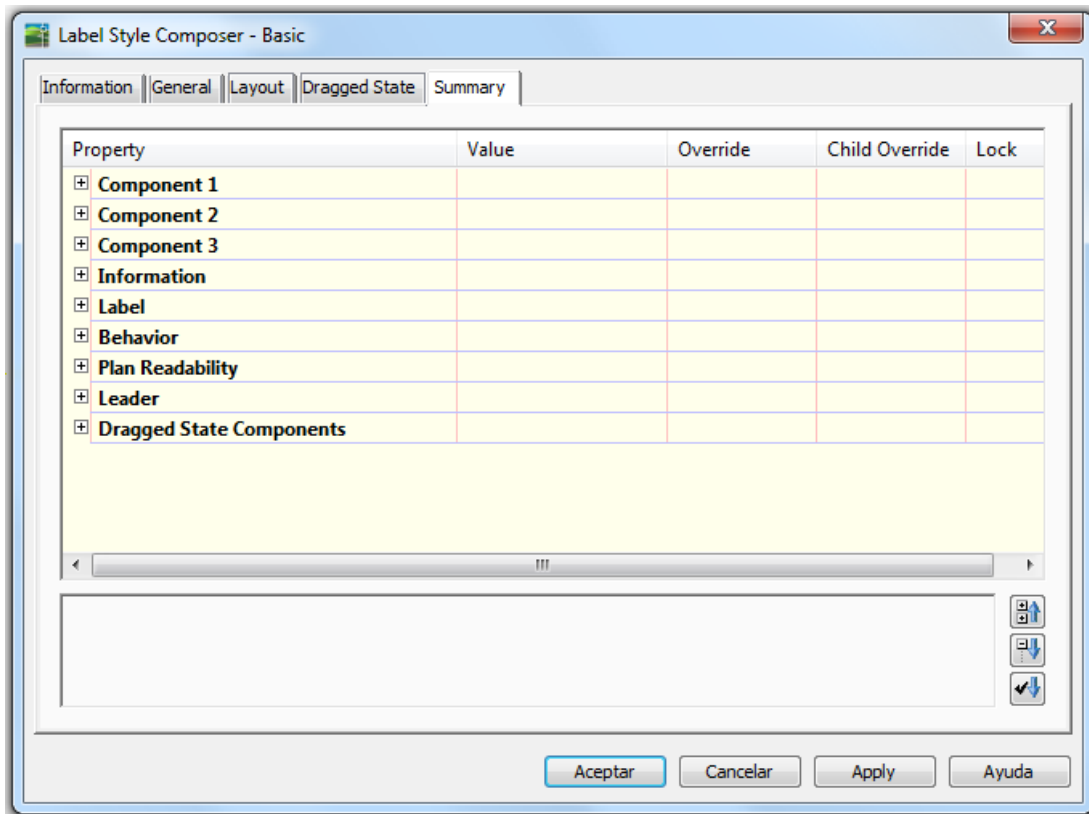


Fuente: elaboración propia.

### Pestaña *summary*

En esta pestaña se puede ver un resumen de todas las configuraciones que se realizaron en las pestañas anteriores.

Figura 18. *Label style composer summary*



Fuente: elaboración propia.

## 2.2. Creación de puntos

Para crear puntos es posible elegir entre muchos comandos de creación de puntos. También se pueden crear puntos mediante la importación de datos de puntos de un archivo.

Al crear o importar puntos, se pueden utilizar claves descriptivas para controlar automáticamente el aspecto de un punto en el dibujo en función de su código original.

### **2.2.1. Diálogo de creación de puntos**

El diálogo de creación de puntos permite crear puntos mediante varias opciones que se mencionan a continuación:

- Varios
- Intersección
- Alineaciones
- Superficie
- Interpolación
- Talud
- Importar puntos

Cada una de las opciones mencionadas se puede expandir para crear puntos, accediendo a la configuración relevante de la creación de puntos. Si se efectúan cambios a la configuración en el diálogo de creación de puntos, dichos cambios se reflejarán en la configuración del comando *Create Points*.

Para crear puntos utilizando información conocida, como por ejemplo, el ángulo y la distancia, también se pueden utilizar los comandos transparentes de *Civil* en combinación con el comando Manual de crear puntos.

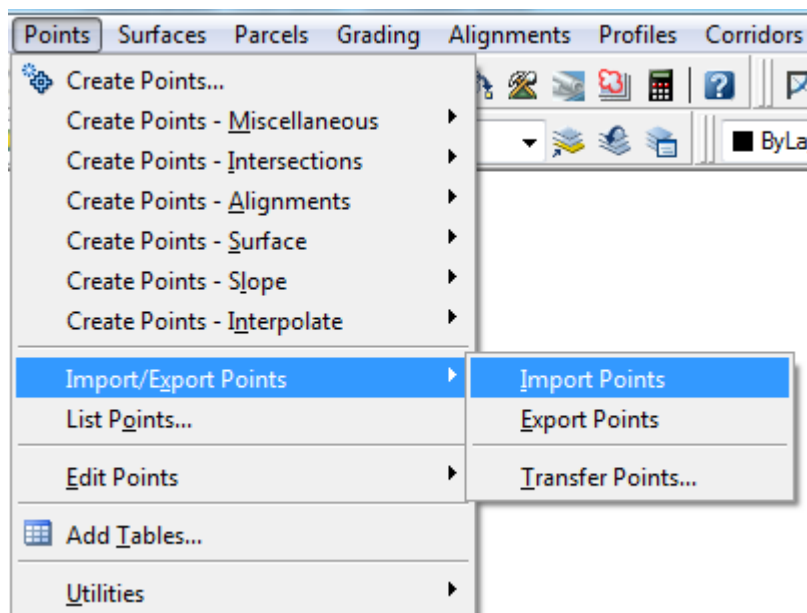
### **2.2.2. Importación de un archivo de texto**

Para importar puntos desde un archivo de texto se realizan los siguientes pasos:

- Se ubica el menú *point* para desplegar las opciones que este contiene

- Se busca la opción *import/export points* que desplegará más opciones para importar o exportar puntos.
- Se selecciona la opción *import points*, esto desplegará el cuadro de diálogo *import points*.

Figura 19. **Importación de puntos**



Fuente: elaboración propia.

- En el siguiente cuadro de diálogo *import points* se pueden hacer las siguientes operaciones:
  - En formato (*format*): se puede escoger entre los diferentes formatos predeterminados que trae el programa que sea compatible con los datos del archivo de texto. Si no se encuentra un formato que sea compatible con el archivo de texto, se debe crear uno que sea compatible o copiar uno similar y cambiarle las propiedades para


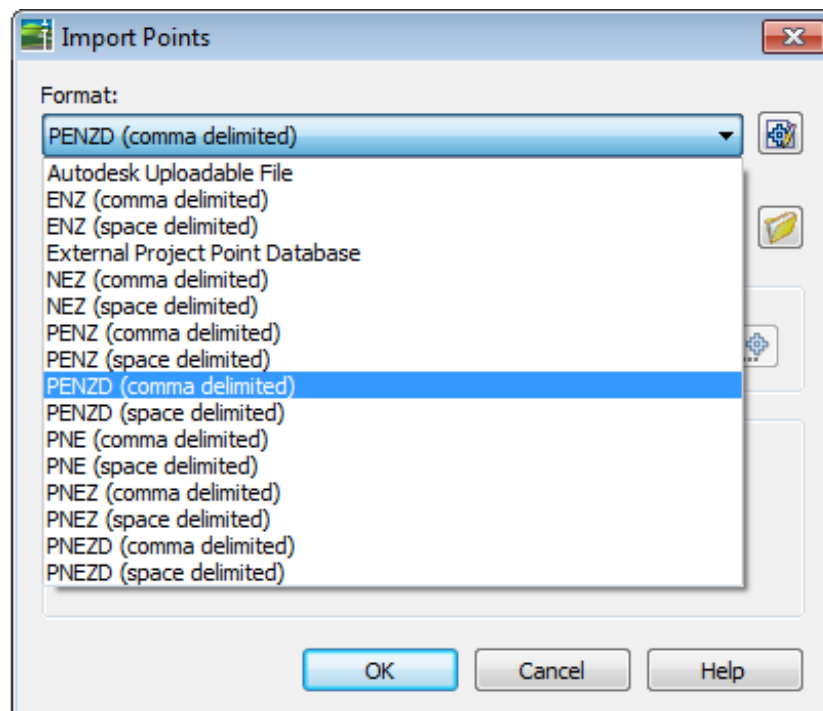
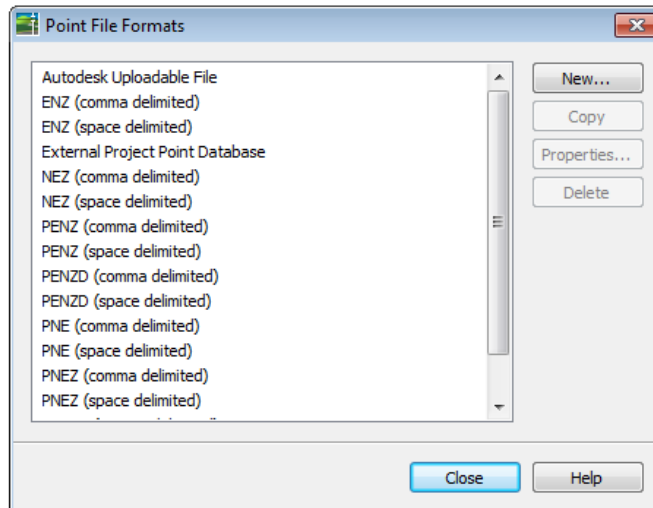
hacerlo compatible, utilizando el siguiente ícono , el cual, luego de darle clic izquierdo, desplegará el cuadro de diálogo *point file formats*

Figura 20. **Cuadro de diálogo importar puntos (*import points*), formato**



Fuente: elaboración propia.

Figura 21. **Cuadro de diálogo formato de archivos de punto (*point file formats*)**



Fuente: elaboración propia.



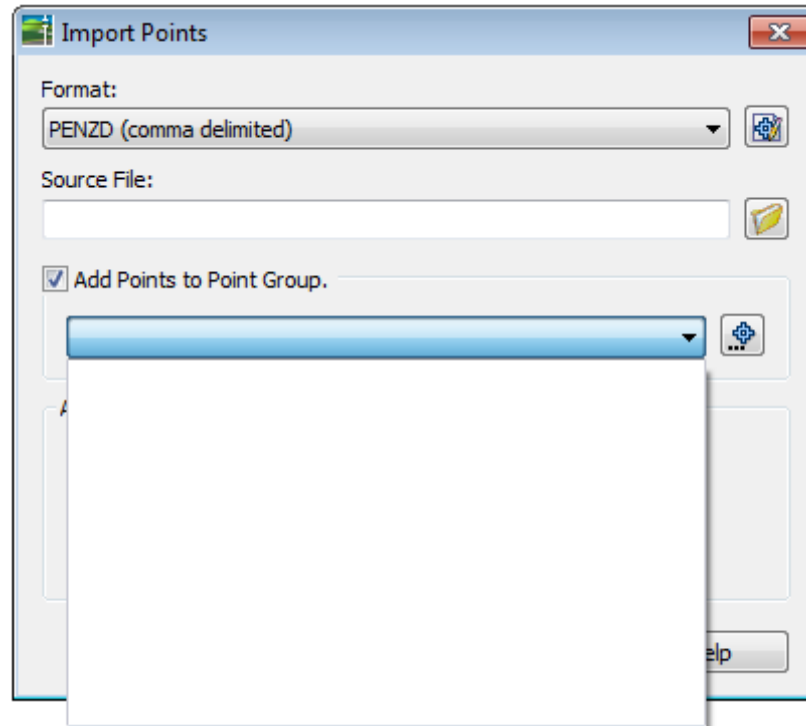
- Origen del archivo (*source file*): con esta opción se puede especificar la dirección del archivo que se desea importar, si no se conoce la dirección del archivo se debe utilizar este ícono  que permitirá buscar el archivo con las herramientas de *Windows*
- Agregar los puntos a un grupo de puntos (*add points to point group*): si se activa esta opción (figura 22), se puede escoger el grupo al cual se agregarán los puntos, con darle un clic para que despliegue la lista de puntos, si no se tiene ningún grupo la lista aparecerá en blanco. Si se desea crear un grupo de puntos se debe de utilizar el ícono  el cual desplegará un cuadro de diálogo donde se deberá ingresar el nombre del grupo que se creará

Figura 22. **Agregar puntos a un grupo de puntos (*add points to point group*)**



Fuente: elaboración propia.

- En las opciones avanzadas del cuadro de diálogo agregar puntos a un grupo de puntos, es mejor no modificarlas, solo si se tiene bien definido un sistema de coordenadas y se desea transformar los puntos que se importarán
- Se selecciona “ok” y los puntos se agregan al dibujo





### **3. GRUPO DE PUNTOS**

Estos permiten organizar los puntos y controlar el aspecto de los mismos en un dibujo.

Los grupos de puntos proporcionan una forma flexible y sencilla de identificar puntos que comparten características comunes o que se utilizan para realizar una tarea, como por ejemplo crear una superficie.

Tienen un papel importante en el control de la visualización de un punto en el dibujo. Cuando varios puntos comparten características comunes de visualización se puede utilizar un grupo para identificar el estilo y etiqueta de todos los puntos en lugar de asignar dichos estilos a cada uno de ellos individualmente.

Un grupo de puntos se define por sus propiedades, las cuales describen los criterios especificados que deben coincidir en un punto para pertenecer a un grupo como número de punto, nombre, código original o descripción completa y elevación. Los puntos que cumplen los criterios especificados se añaden a la lista de puntos del grupo.

El grupo de puntos se puede crear antes o después que los puntos que lo constituyen. La lista de puntos se mantiene de forma dinámica, lo que significa que siempre que ocurra un cambio que pueda afectar a la lista de puntos se notificará al usuario.

### 3.1. Nuevo grupo

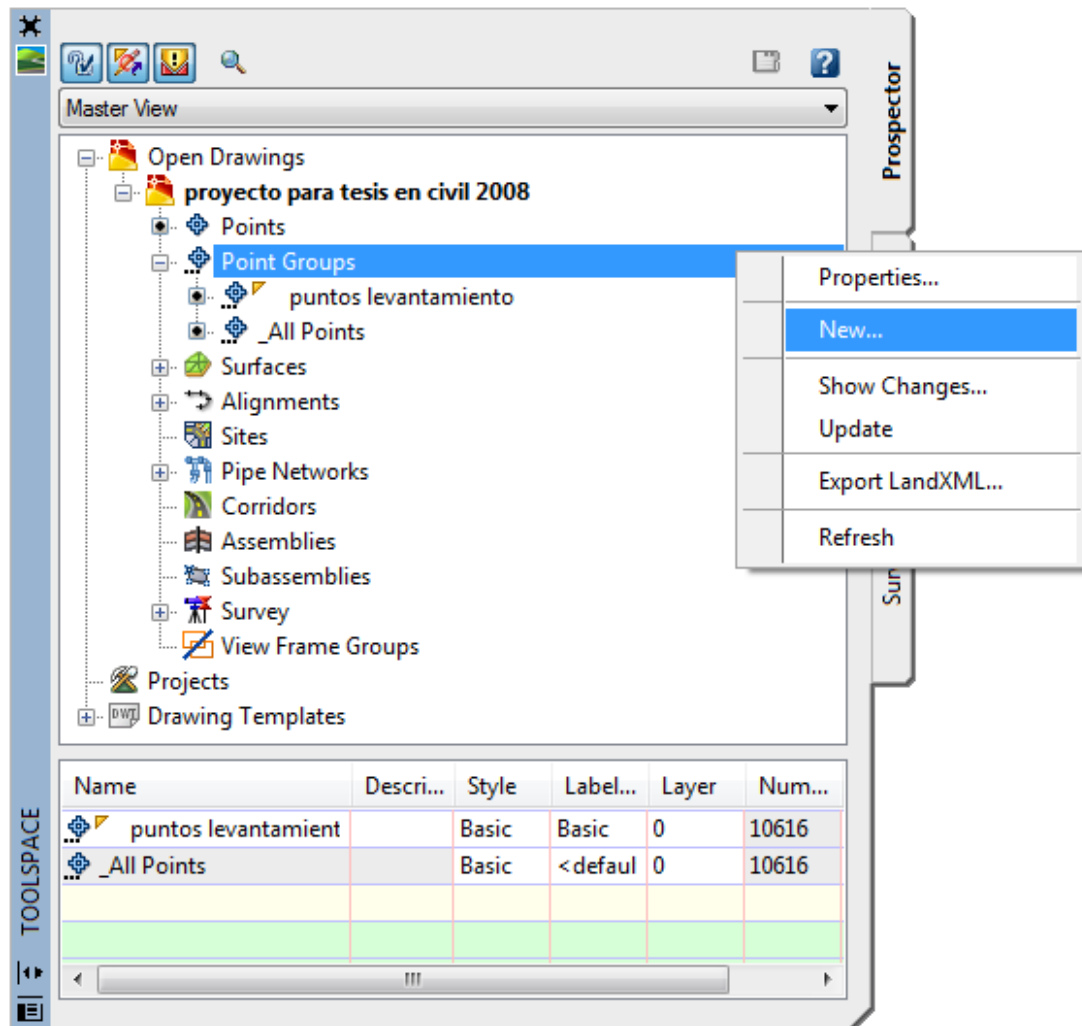
Un grupo de puntos se puede crear mediante la definición de sus propiedades. Las pestañas del cuadro de diálogo propiedades de grupo de puntos permiten definir las propiedades de un grupo de puntos. Las pestañas que se utilizan dependen del método empleado para definir el grupo:

- Método básico: este método permite definir con facilidad las propiedades de un gran número de grupos de puntos. Puede utilizar las pestañas de grupos de puntos, coincidencias de códigos originales, incluir y excluir puntos del cuadro de diálogo de propiedades de grupo de puntos.
- Método de constructor de consultas: este método avanzado permite crear grupos de puntos mediante la combinación de expresiones, lo que permite utilizar una sola pestaña, constructor de consultas, para crear un grupo de puntos basado en las combinaciones de propiedades de puntos o de grupos de puntos.

Los pasos a seguir para la creación de un grupo de puntos son los siguientes:

- En la pestaña *prospector*
- Dar clic derecho sobre *point groups*
- Se escoge la opción *new*

Figura 23. Creación de grupo de puntos



Fuente: elaboración propia.

- El programa desplegará el cuadro de diálogo *point group properties*

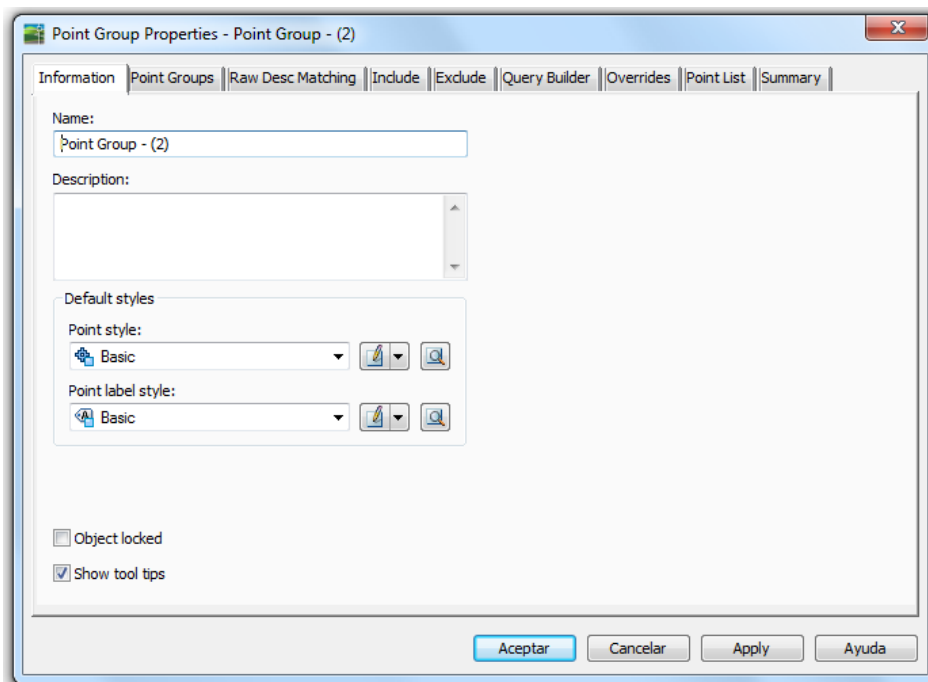
### 3.2. Cuadro de diálogo propiedades del grupo de puntos (*point group properties*)

Con este cuadro de diálogo se puede ver o editar la configuración de los grupos de puntos.

#### 3.2.1. Pestaña *information*

Esta pestaña sirve para identificar el nuevo grupo de puntos así como también se le utiliza para cambiar el estilo de presentación de los puntos en pantalla.

Figura 24. **Propiedades del grupo de puntos (*point group properties*), pestaña *information***



Fuente: elaboración propia.

### 3.2.1.1. Estilo predeterminado (*default styles*)

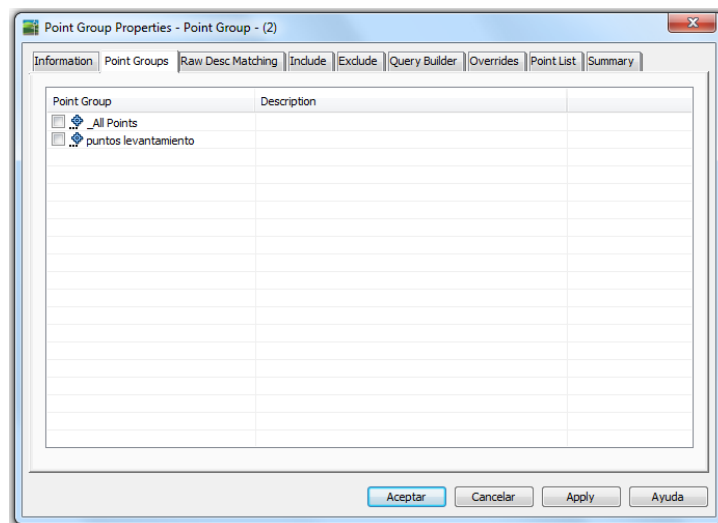
Estas opciones permiten especificar los estilos de punto y etiquetas de punto predeterminadas para un grupo de puntos. Los estilos y etiqueta de punto predeterminado se pueden ver, cambiar y crear con estas opciones.

### 3.2.2. Pestaña *point groups*

Esta pestaña permite que uno de los grupos ya existentes de puntos forme parte del nuevo grupo de puntos.

En el listado de grupos de puntos que muestra el recuadro inferior se debe marcar un cheque sobre el cuadro izquierdo correspondiente al grupo de puntos que se desea integrar.

Figura 25. **Propiedades del grupo de puntos (*point group properties*), pestaña *point groups***



Fuente: elaboración propia.

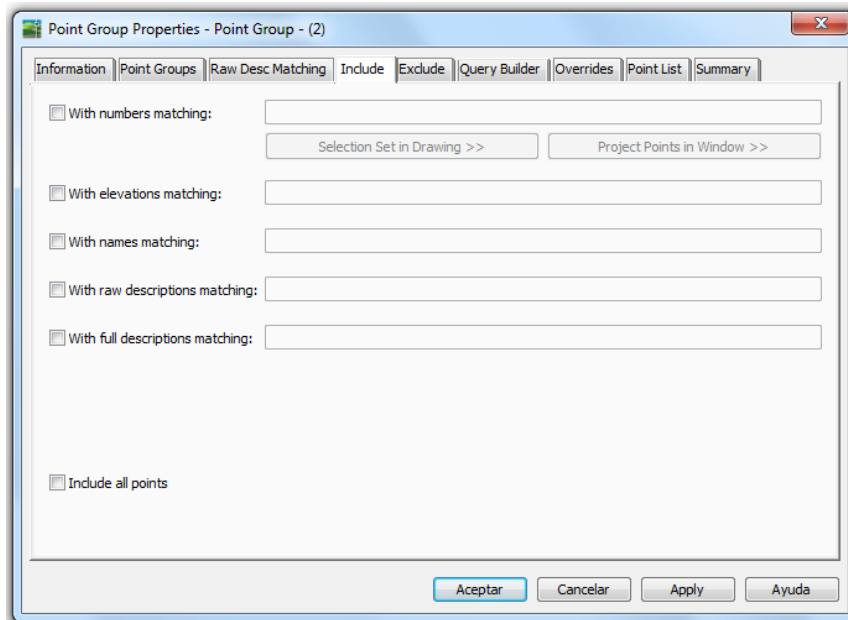
### 3.2.3. Pestaña *raw desc matching*

Esta pestaña se utiliza para incluir puntos en el grupo que se esté creando, usando la coincidencia de descripciones originales (*raw description matching*) de los puntos basada en los códigos de claves descriptivas (*description key codes*) disponibles. Si no se muestra nada en esta ventana es que no se tiene ningún *description key code* activo.

### 3.2.4. Pestaña *include*

Esta pestaña permite incluir puntos en un grupo de puntos mediante su número, descripción, nombre, elevación y selección.

Figura 26. **Propiedades del grupo de puntos (*point group properties*), pestaña *include***



Fuente: elaboración propia.

Números que coincidan con (*with numbers matching*): permite incluir un punto en el grupo de puntos mediante número y selección.

- Se indican los números de puntos y/o intervalos de números separados por comas. Los intervalos están constituidos mediante un número inicial y uno final separados por un guión.
- La opción de selección en dibujo (*selection set in drawing*): con este método solo se deben de seleccionar manualmente los puntos que se desea incluir en el dibujo.
- La opción puntos de proyecto en la ventana (*Project points window*): con este método se debe definir una ventana, todos los puntos que estén contenidos en esta ventana se incluirán ya sea que estén visibles o no.

Elevaciones que coincidan con (*with elevations matching*): permite incluir puntos en un grupo de puntos mediante su elevación, esto se puede hacer mediante la combinación de los siguientes métodos separados por comas.

- Un valor de elevación individual
- Un signo mayor que (>) seguido de un valor de elevación. Incluye todos los puntos con una elevación mayor al valor especificado.
- Un signo menor que (<) seguido de un valor de elevación. Incluye todos los puntos con una elevación menor al valor especificado.
- Intervalo de elevación, se especifica mediante la separación del valor de la elevación inicial y final con un guión.

Nombres que coincidan con (*with names matching*): permite incluir puntos en el grupo de puntos mediante su nombre. Se escribe uno o más nombres de punto separados por comas.

Códigos originales que coincidan con (*with raw descriptions matching*): permite incluir puntos en el grupo de puntos en función de su código original. Se escribe uno o más códigos originales separados por comas, por ejemplo casa\*,tubería\*,sta.

El asterisco (\*) es un carácter comodín que coincide con cualquier cadena. El asterisco colocado después de un código original incluirá todos los códigos originales que comiencen con el código original que se puso como base.

Descripciones completas que coincidan con (*with full description matching*): permite incluir puntos en el grupo de puntos en función de su descripción completa. Se puede escribir una o más descripciones completas separadas por comas, en esta opción también se pueden emplear el asterisco.

Incluir todos los puntos (*include all points*): permite incluir todos los puntos del dibujo en el grupo. Al activar la casilla de verificación el resto de opciones de la pestaña se desactiva.

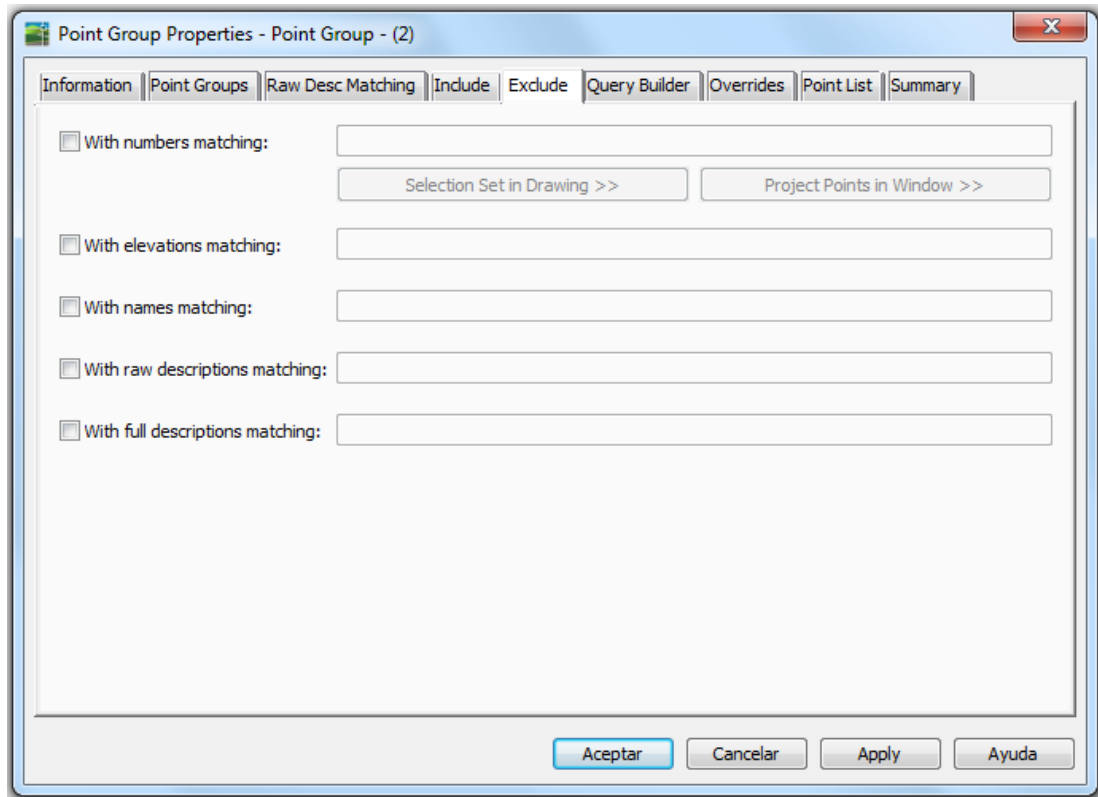
### **3.2.5. Pestaña *exclude***

Esta pestaña permite excluir puntos en un grupo de puntos mediante su número, descripción, nombre, elevación y selección.

Todas las opciones de esta pestaña son iguales a las opciones de la pestaña *include* con la diferencia que en esta es para excluir los puntos.



Figura 27. **Propiedades del grupo de puntos (*point group properties*), pestaña *exclude***



Fuente: elaboración propia.

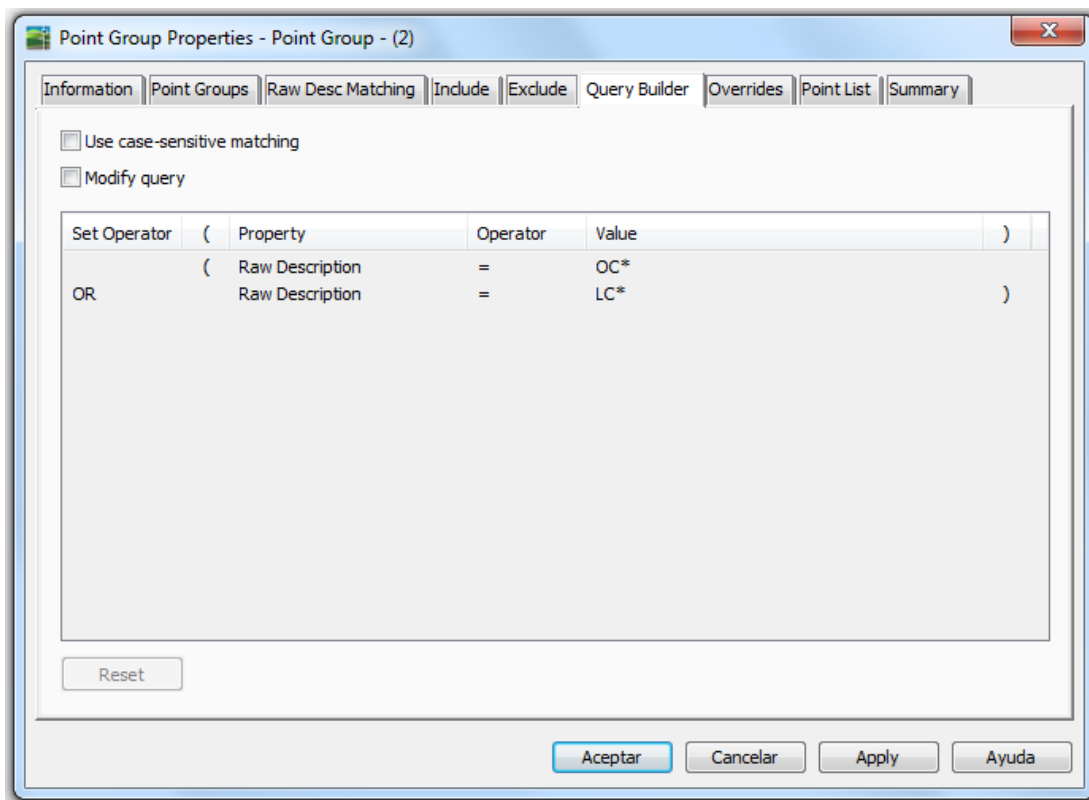
### 3.2.6. Pestaña *query builder*

Esta pestaña permite definir grupos de puntos mediante una consulta, que consiste en un conjunto de condiciones y parámetros complejos.

Una consulta se compone de una o varias expresiones. Cada fila de la pestaña *query builder* contiene una expresión y las expresiones se combinan mediante los operadores *and*, *or* y *not*. También se pueden usar paréntesis para agruparlas.

Cuando se despliega por primera vez esta ventana, lo que se muestra es el contenido actual de las siguientes pestañas: *point groups*, *raw desc matching*, *include* y *exclude*.

Figura 28. **Propiedades del grupo de puntos (*point group properties*), pestaña *query builder***



Fuente: elaboración propia.

Esta pestaña es sólo de lectura hasta que se activa la casilla *modify query*. Para modificar una celda en la rejilla del *query builder*, se le da clic una vez en la celda para activar la fila y a continuación otro clic para activar la celda.

Para crear una nueva fila, se debe hacer clic con el botón derecho en la rejilla y seleccionar *insert row*, para eliminar una fila se selecciona la fila a eliminar y se le da la opción suprimir.

Establecer operador (*set operator*): permite especificar el operador establecido para una expresión, una vez activada la celda se puede escoger entre los siguientes operadores:

- *And*
- *Or*
- *Not*

Propiedades (*property*): permite especificar la propiedad de la expresión:

- *Name*
- *Raw description*
- *Full description*
- *Point number*
- *Point elevation*
- *Point group*

Operador (*operator*): permite definir la relación entre la propiedad y el valor. Los operadores mostrados en la lista dependen de la propiedad especificada para la expresión, los operadores que se pueden utilizar son los siguientes:

- =
- !=
- >


- <
- >=
- <=

Valor (*value*): permite especificar el valor para la propiedad. Estos valores dependen de la propiedad que se asigne como se muestra a continuación:

- *Name*: se especifica el nombre del punto
- *Raw description*: se especifica un código original, se puede utilizar el asterisco.
- *Full description*: para especificar una descripción completa se puede utilizar el asterisco.
- *Point number*: se puede especificar un número y/o un intervalo de puntos
- *Point elevation*: se puede especificar un número y/o un intervalo de valores de elevaciones.
- *Point group*: se puede especificar el nombre de grupo

### 3.2.7. Pestaña *overrides*

Esta pestaña permite modificar algunas propiedades de los puntos de un grupo de puntos. Los valores modificados en esta pestaña se muestran en el dibujo, en la vista de elementos del grupo de puntos y en la pestaña *point list*, el punto en si no cambia.

Código original (*raw description*): permite modificar el código original de los puntos del grupo. Al activar la casilla de verificación se debe asegurar que el ícono de editar este activo  luego se hace clic en la casilla *override* para ingresar el nuevo valor del código original.


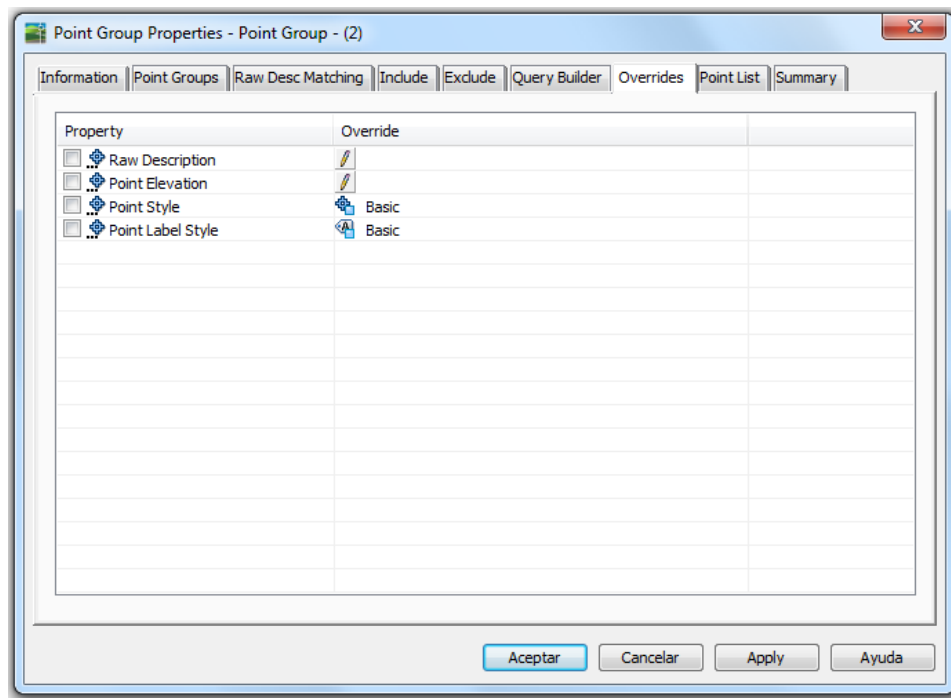
Elevación del punto (*point elevation*): permite modificar la elevación del grupo de puntos. Al activar la casilla de verificación se debe asegurar que el ícono de editar este activo  luego se hace clic en la casilla *override* para ingresar el nuevo valor de elevación del grupo.

Figura 29. **Propiedades del grupo de puntos (*point group properties*), pestaña *overrides***



Fuente: elaboración propia.

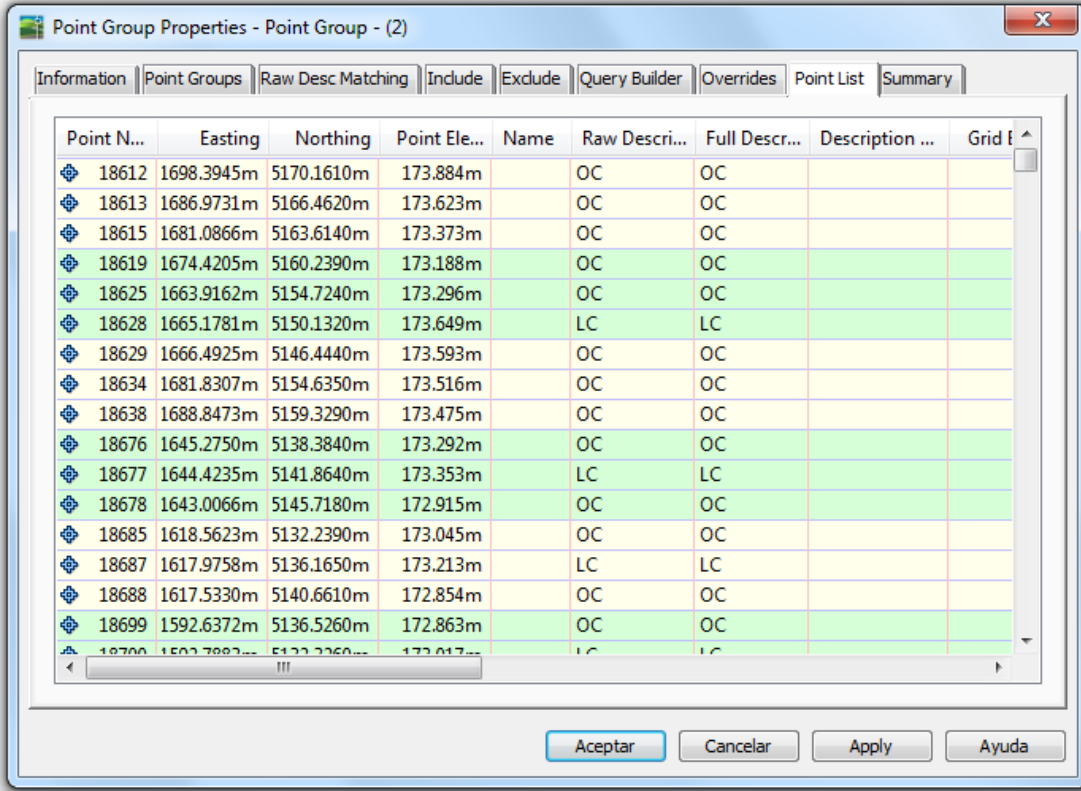
Estilo de punto (*point style*): permite modificar el estilo de los puntos del grupo.

Estilo de etiqueta (*point label style*): permite modificar el estilo de etiqueta de los puntos en el grupo.

### 3.2.8. Pestaña *point list*

Esta pestaña despliega una lista de los puntos que estén contenidos en el grupo la cual es solo de lectura.

Figura 30. **Propiedades del grupo de puntos (*point group properties*), pestaña *point list***



Point N...	Easting	Northing	Point Ele...	Name	Raw Descr...	Full Descr...	Description ...	Grid E
18612	1698.3945m	5170.1610m	173.884m		OC	OC		
18613	1686.9731m	5166.4620m	173.623m		OC	OC		
18615	1681.0866m	5163.6140m	173.373m		OC	OC		
18619	1674.4205m	5160.2390m	173.188m		OC	OC		
18625	1663.9162m	5154.7240m	173.296m		OC	OC		
18628	1665.1781m	5150.1320m	173.649m		LC	LC		
18629	1666.4925m	5146.4440m	173.593m		OC	OC		
18634	1681.8307m	5154.6350m	173.516m		OC	OC		
18638	1688.8473m	5159.3290m	173.475m		OC	OC		
18676	1645.2750m	5138.3840m	173.292m		OC	OC		
18677	1644.4235m	5141.8640m	173.353m		LC	LC		
18678	1643.0066m	5145.7180m	172.915m		OC	OC		
18685	1618.5623m	5132.2390m	173.045m		OC	OC		
18687	1617.9758m	5136.1650m	173.213m		LC	LC		
18688	1617.5330m	5140.6610m	172.854m		OC	OC		
18699	1592.6372m	5136.5260m	172.863m		OC	OC		
18700	1592.7882m	5132.2360m	173.017m		LC	LC		

Fuente: elaboración propia.

### 3.2.9. Pestaña *summary*

Se utiliza para mostrar información acerca de las propiedades de los grupos de puntos.

## 4. SUPERFICIE

Es una representación geométrica tridimensional del terreno, las superficies están compuestas por triángulos o cuadrícula que se crean cuando *Auto-desk Civil 3D* conecta los puntos que constituyen los datos de la superficie.

Se debe crear una superficie nueva y añadirle datos a continuación, o bien se pueden importar superficies existentes desde archivos *LandXML*, *TIN* o *DEM*.

Tipos de superficies:

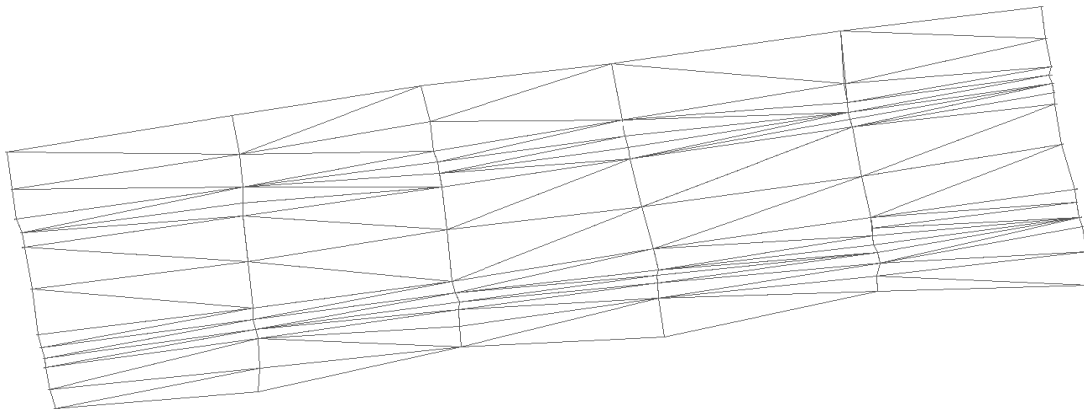
- Superficies *TIN*. Formada mediante la triangulación de un conjunto arbitrario de puntos.
- Superficies de cuadrícula. Formadas a partir de puntos de una cuadrícula regular como por ejemplo los modelos de elevación digital o *DEM*.
- Superficies de volumen *TIN*. Superficies compuestas creadas a partir de una combinación de puntos de una superficie superior (de comparación) e inferior (base), también conocidas como superficies diferenciales.
- Superficies de volumen de cuadrícula. Superficies diferenciales basadas en superficies superiores e inferiores especificadas con puntos sobre una cuadrícula que se debe especificar.

### 4.1. Creación de una superficie triangular (TIN)

Las líneas TIN forman triángulos que luego constituyen la triangulación de la superficie. Para crear líneas TIN, *CVIL 3D* conecta los puntos de la superficie



más cercanos entre sí unos de otros. La elevación de un punto de la superficie se define mediante la interpolación de las elevaciones de los vértices de los triángulos en los que se encuentra dicho punto.

Figura 31. **Triangulación**



Fuente: elaboración propia.

Pasos para crear una superficie TIN:

- En el menú superficies, hacer clic en crear superficie. En el cuadro de diálogo crear superficie, en la lista tipo, seleccionar superficie TIN.
- Hacer clic en el ícono  para seleccionar una capa o *layer*.
- En la rejilla de propiedades, hacer clic en la celda de la columna correspondiente a la propiedad nombre y colocar un nombre para identificar la superficie.
- Para cambiar el estilo de la superficie, en la rejilla de propiedades, hacer clic en la propiedad estilo y a continuación, hacer clic en el ícono , en la columna *value*. Se mostrará un cuadro de diálogo para seleccionar el estilo de la superficie.




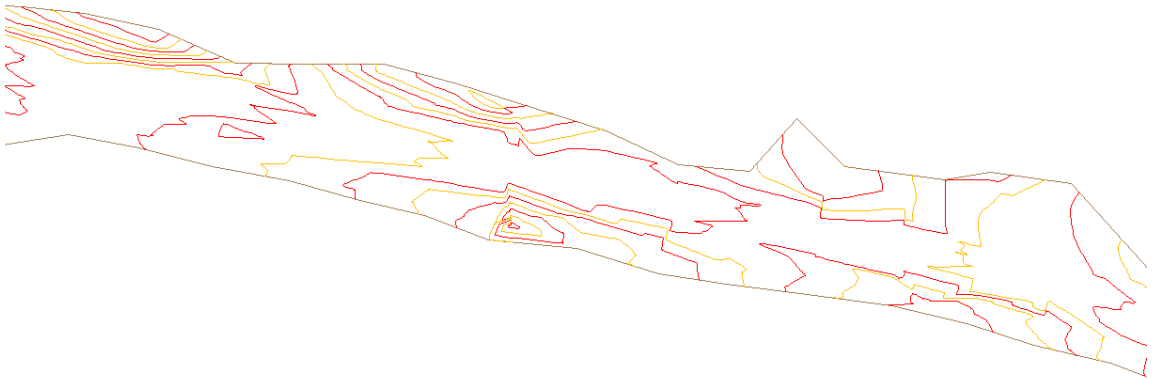
- Para cambiar el estilo del material de modelado de la superficie, en la rejilla de propiedades haga clic en la propiedad estilo de material de modelado y a continuación hacer clic en ícono  en la columna *value*. Se desplegará el cuadro de diálogo, seleccionar estilo de material de modelado.
- Hacer clic en aceptar para crear la superficie.

Figura 32. **Superficie**



Fuente: elaboración propia.

#### 4.2. Definición de datos para la superficie


Ya creada la superficie es posible editarla y añadirle datos los cuales se describen a continuación:

- Contornos: polígonos que definen los tipos de contornos de superficie exteriores, ocultos y mostrados.
- Líneas de rompimiento: se incluyen líneas de rompimiento estándar, de proximidad, no destructivas y de muro. Las líneas de rompimiento se definen a partir de objetos de dibujo.

- Curvas de nivel: incluyen datos de curvas de nivel que se puedan definir a partir de objetos de poli línea.
- Archivos DEM: incluyen archivos DEM de modelo de elevación digital
- Objetos de dibujo: incluyen líneas, puntos, bloques, textos, caras 3D y poli caras. Se utilizan para crear puntos de superficie a partir de entidades de *Auto Cad*.
- Grupos de puntos: incluyen grupos de puntos definidos previamente

#### **4.3. Definición de grupo de puntos para crear la superficie**

Para añadir un grupo de puntos a una superficie se realizan los siguientes pasos:

- En la barra de herramientas, seleccionar la pestaña *prospector*
- Expandir el árbol de superficies
- Expandir el árbol de la superficie a la que se agregarán los puntos
- Expandir el árbol de definición (*definition*)
- Dar clic con botón derecho en el ícono  o en grupo de puntos de la superficie y a continuación, dar clic en añadir (*add*).
- Se desplegará el cuadro de diálogo *point groups* en el cual se debe seleccionar el grupo de puntos que se ingresará a la superficie.
- Una vez seleccionado el grupo de puntos se da (*ok*) y los puntos se agregarán a la superficie.

#### **4.4. Definición de líneas de rompimiento (*breaklines*)**

Las líneas de rompimiento se utilizan para definir elementos, por ejemplo paredes de contención, bordillos, orillas de camino, pie de talud y corrientes de

agua. Las líneas de rompimiento delimitan la triangulación de la superficie que se produzca.

Las líneas de rompimiento resultan imprescindibles para la creación de un modelo de superficie preciso, ya que es la interpolación de los datos, lo que determina la forma del modelo, no solo los datos en sí.

Para crear una línea de rompimiento estándar se siguen los siguientes pasos:

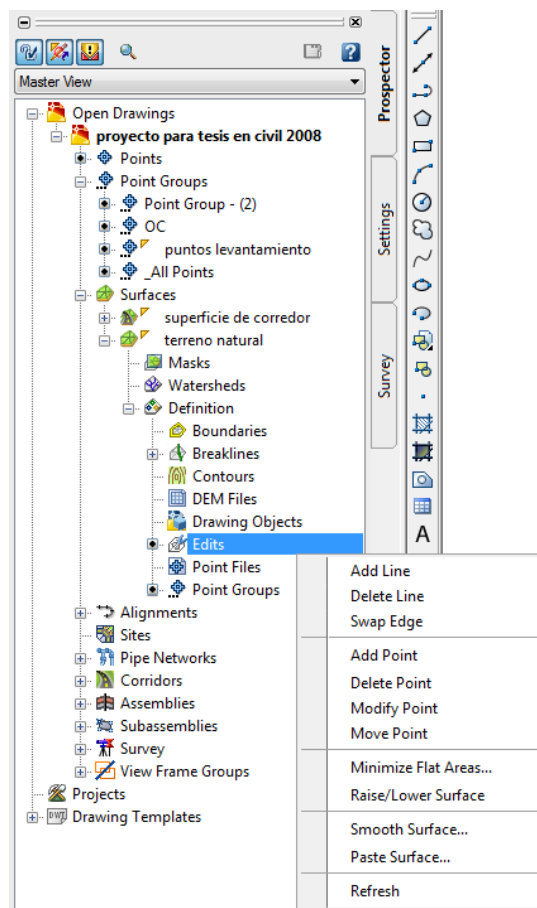
- En la barra de herramientas, seleccionar la pestaña *prospector*
- Expandir el árbol de superficies
- Expandir el árbol de la superficie a la que se agregarán las líneas de rompimiento.
- Expandir el árbol de definición (*definition*)
- Dar clic derecho sobre *breaklines* y seleccionar agregar (*add*)
- Se desplegará el cuadro de diálogo *add breaklines*
- Escribir una descripción para las líneas de rompimiento
- Seleccionar el tipo de línea de rompimiento y seleccionar *ok*
- Seleccionar las líneas que se convertirán en *breaklines*
- Una vez seleccionadas las *breaklines* se le da enter y se agregarán a la superficie las líneas de rompimiento.

#### **4.5. Cambios en la superficie (*Edit surface*)**

Es posible realizar cambios en las superficies mediante el editor de superficies, que son operaciones de datos, las cuales, se añaden a la superficie como operaciones del editor y no a componentes de datos de superficies existentes.

Todas las funciones del editor de datos de una superficie están disponibles al hacer clic con el botón derecho en el ícono *edits*, en el árbol de definición de la superficie contenido en el árbol de la superficie que se está editando a su vez, incluido en el árbol de superficies que se encuentra en *prospector*.

Figura 33. **Funciones para edición de superficies**



Fuente: elaboración propia.

#### 4.6. Definición del borde o contorno de la superficie

Un contorno es un polígono cerrado que afecta a la visibilidad de los triángulos contenidos en el mismo.

Para añadir contornos a una superficie se siguen los pasos siguientes:


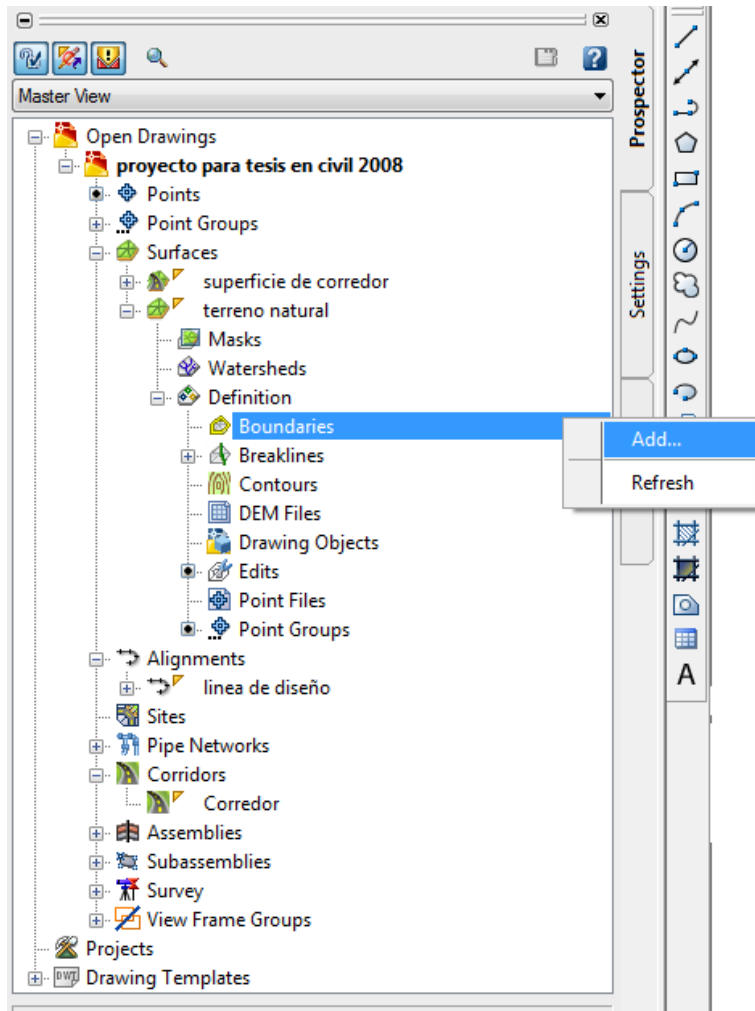
- En la barra de herramientas, en la pestaña *prospector*
- Expandir el árbol de superficies
- Expandir el árbol de la superficie a la que se le agregará el borde
- Expandir el árbol de definición (*definition*)
- dar un clic con el botón derecho en el ícono  *boundaries* y a continuación se hace clic en añadir (*add*).

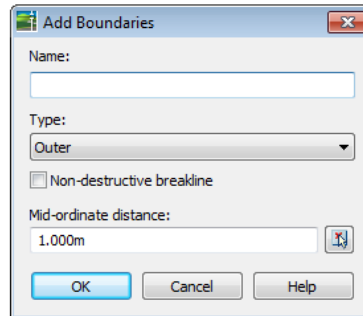
Figura 34. **Agregar un contorno**



Fuente: elaboración propia.

- Se desplegará el cuadro de diálogo añadir bordes (*add boundaries*)

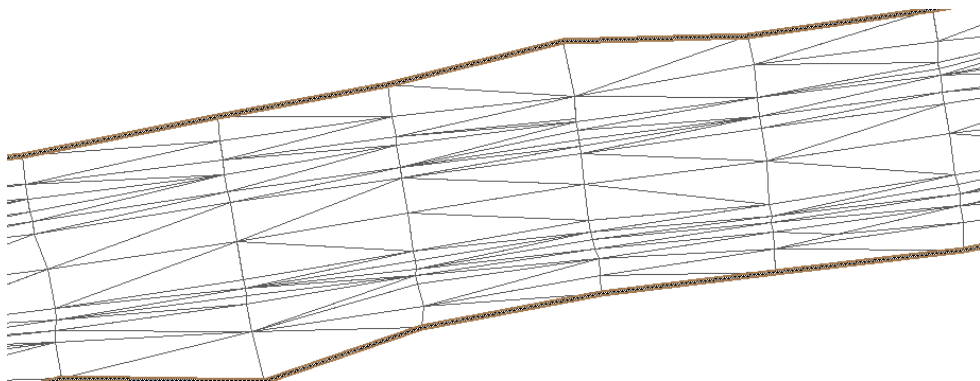
Figura 35. **Cuadro de diálogo añadir bordes**



Fuente: elaboración propia.

- Escribir el nombre del contorno en el campo nombre
- Seleccionar el tipo de contorno de la lista tipo y dar clic en el botón de aceptar.
- Seleccionar el objeto que se utilizará como borde y luego dar enter, creándose automáticamente el contorno el cual se añadirá a la colección de contornos de la superficie en el árbol del *prospector*.

Figura 36. **Contorno de superficie**



Fuente: elaboración propia.

## 4.7. Modificación de las propiedades de la superficie

Para editar las propiedades de una superficie se realizan los siguientes pasos:

- Desde la pestaña de *prospector*, se expande el árbol de superficies
- Dar clic derecho sobre la superficie que se desea editar
- Seleccionar *surface properties*
- Se despliega el cuadro de diálogo *surface properties* con las pestañas siguientes.

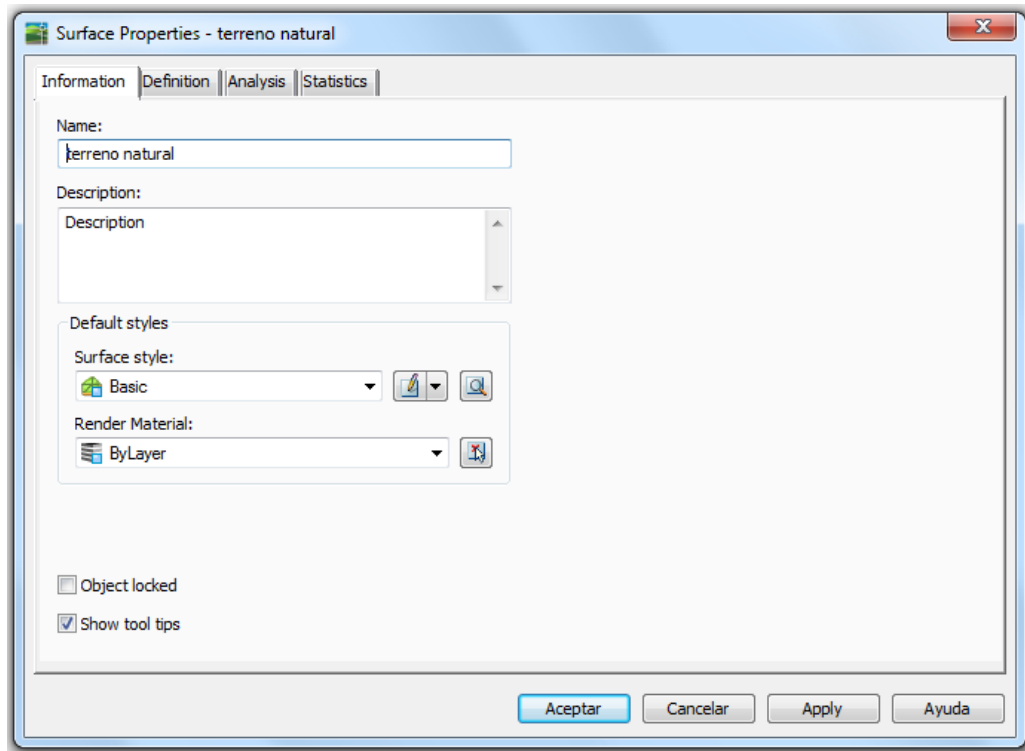
### 4.7.1. Pestaña información

Esta pestaña se utiliza para cambiar la siguiente información general de la superficie.

- Nombre (*name*): permite ver o cambiar el nombre de la superficie que se está editando.
- Descripción (*description*): permite ver o cambiar la descripción que se le asignó a la superficie cuando se creó.
- Estilo de superficie (*surface style*): permite editar el estilo predeterminado que se utiliza para mostrar la superficie.
- Material de modelado (*render material*): permite editar el material de modelado predeterminado que se utiliza para mostrar una superficie.
- Objeto bloqueado (*object locked*): este especifica si la superficie está bloqueada para editar.



Figura 37. **Propiedades de superficie (surface properties), pestaña información (information)**

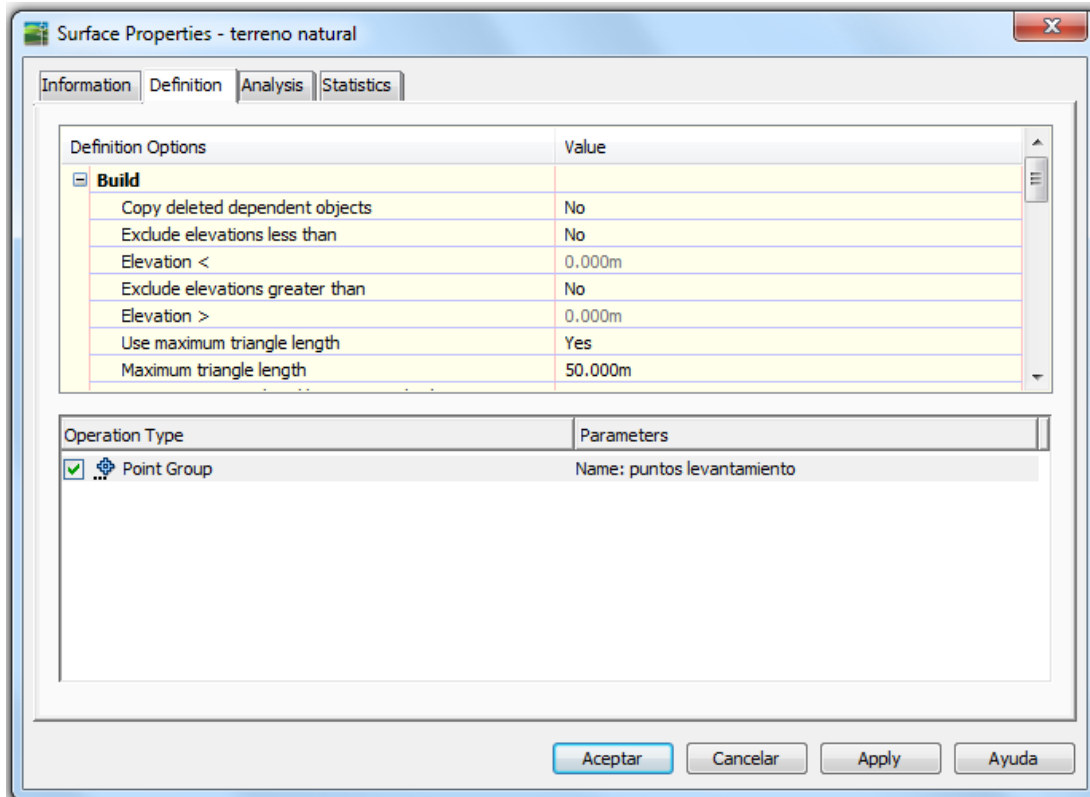


Fuente: elaboración propia.

#### 4.7.2. Pestaña definición

Esta pestaña se utiliza para activar datos y desactivar los diversos elementos que se utilizan para editar, o bien para eliminar elementos del editor de superficie.

Figura 38. **Propiedades de superficie (*surface properties*), pestaña definición (*definition*)**



Fuente: elaboración propia.

#### Construcción (*build*):

- Copiar objetos dependientes borrados (*copy deleted dependent objects*): permite especificar en *value* del árbol *build*, si un objeto de dibujo se copia o no en el elemento de definición de superficie cuando se borra dicho objeto, cambiando en *value*, *Yes* o *No*:

- Yes: si se definió algo en la superficie mediante un objeto de dibujo y este se borra del dibujo no se pierde la información que se definió en la superficie, ya que queda grabada en esta.
- No: si se definió algo en la superficie mediante un objeto de dibujo y este se borra del dibujo se pierde la información que se definió en la superficie.
- Excluir elevaciones menores que (*exclude elevations less than*): permite especificar si se deben excluir las elevaciones inferiores a un cierto valor al generar la superficie. Si se escoge “Yes” se excluirán las elevaciones que sean menores que el valor especificado en, “elevación <”.
- Elevación < (*elevation <*): permite especificar las elevaciones que se excluyen.
- Excluir elevaciones mayores que (*exclude elevation greater than*): permite especificar si se deben excluir las elevaciones superiores a un determinado valor al generar la superficie. Si se escoge “Yes” se excluirán las elevaciones que sean mayores que el valor especificado en, “elevación >”
- Elevación > (*elevation >*): permite especificar las elevaciones que se excluyen.
- Usar longitud de triángulo máxima (*use maximum triangle length*): permite especificar si se deben eliminar del contorno de la superficie los triángulos de superficie que superen la longitud especificada en la propiedad longitud de triángulo máxima.
- Longitud de triángulo máxima (*maximum triangle length*): permite especificar el valor de longitud máxima de los triángulos que formarán la superficie.
- Convertir líneas de rompimiento de proximidad en estándar (*convert proximity breaklines to standard*): permite especificar si las líneas de rompimiento de proximidad se deben convertir en líneas de rompimiento estándar al generar la superficie.

- Permitir cruce de líneas de rompimiento (*allow crossing breaklines*): permite especificar si las líneas de rompimiento pueden cruzarse entre sí. Si se escoge la opción “Yes” se activará las opciones de elevaciones a usar.
- Elevaciones a usar (*elevation to use*): permite especificar la elevación que se debe utilizar para las líneas de rompimiento de cruce.
  - Usar elevación de primera línea de rompimiento en intersección (*use first breakline elevation at intersection*): para determinar la elevación en la intersección se utiliza la elevación de la primera línea de rompimiento.
  - Usar elevación de la última línea de rompimiento en intersección (*use last breakline elevation at intersection*): para determinar la elevación en la intersección se utiliza la elevación de la última línea de rompimiento.
  - Usar el promedio de elevación de línea de rompimiento en la intersección (*use average breakline elevation at intersection*): para determinar la elevación en la intersección se utiliza el valor promedio de elevación de las líneas de rompimiento primera y última.

Operaciones de datos (*data operations*): permiten especificar en *value* del árbol *build* si las definiciones de datos de un cierto tipo se incluyen o no en la generación de la superficie cambiando en *value*, *Yes* o *No*.

- *Yes*: todas las operaciones con datos del tipo especificado se activan en la lista tipo de operación y se incluyen en la generación de superficie.
- *No*: todas las operaciones con datos del tipo especificado se desactivan en la lista tipo de operación y no se incluyen en la generación de la superficie.

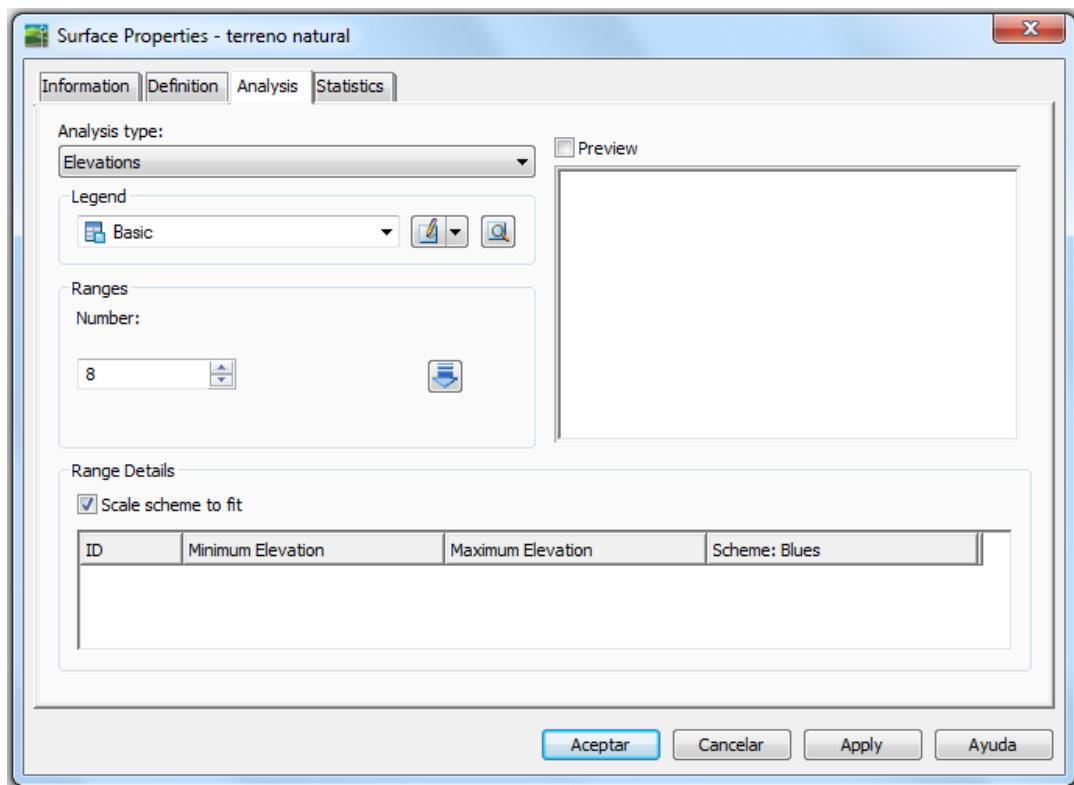
Operaciones de edición (*edit operations*): permiten especificar en *value* del árbol *build* si las operaciones de superficie de un tipo específico se incluyen o no en la generación de la superficie cambiando en *value*, *Yes* o *No*.

- Yes: todas las operaciones del editor para el tipo especificado se activan en la lista de operaciones y se incluyen en la generación de la superficie.
- No: todas las operaciones del editor para el tipo especificado se desactivan en la lista de operaciones y no se incluyen en la generación de la superficie.

### 4.7.3. Pestaña análisis (*analysis*)

Esta pestaña se utiliza para modificar las propiedades de un tipo de análisis de superficie seleccionado.

Figura 39. **Propiedades de superficie (*surface properties*), pestaña análisis (*analysis*)**



Fuente: elaboración propia.

Tipo de análisis (*analysis type*): permite especificar las propiedades del tipo de análisis actual que se pueden modificar:


- Curvas de nivel (*contours*)
- Orientaciones (*directions*)
- Elevaciones (*elevations*)
- Taludes (*slopes*)
- Flechas de talud (*slope arrows*)
- Curvas de nivel definidas por el usuario (*user-defined contours*)
- Cuencas hidrográficas (*watersheds*)

Vista preliminar (*preview*): muestra una vista preliminar de la tabla de leyendas para el tipo de análisis actual.

Leyenda (*legend*): permite especificar el estilo de leyenda para el tipo de análisis actual.

Rangos (*ranges*): permite especificar el número de intervalos que se utilizan para el análisis de curvas de nivel, orientaciones, elevaciones, taludes, flechas de talud, y curvas de nivel definidas por el usuario.

Número (*number*): permite especificar el número de intervalos en el análisis.

El ícono  permite generar el análisis y actualizar el cuadro de grupo de detalles de rango con la información del análisis.

Parámetros de cuencas hidrográficas: permite especificar el área y la profundidad de depresión mínimas para el análisis de cuencas.

Fusionar depresiones en desagües simples cuando la profundidad media mínima sea menor que (*merge depressions into single drain targets when minimum average depth is less than*): indica la profundidad mínima para que una depresión en la superficie se pueda considerar una cuenca. Eso impide que profundidades menores a la profundidad mínima se consideren cuencas.

Combinar cuencas que tengan límites adyacentes (*merge adjacent boundary watersheds*): especifica si las cuencas con desagüe lineal o puntual adyacentes se deben fusionar.

#### **4.8. Estilo de superficie**

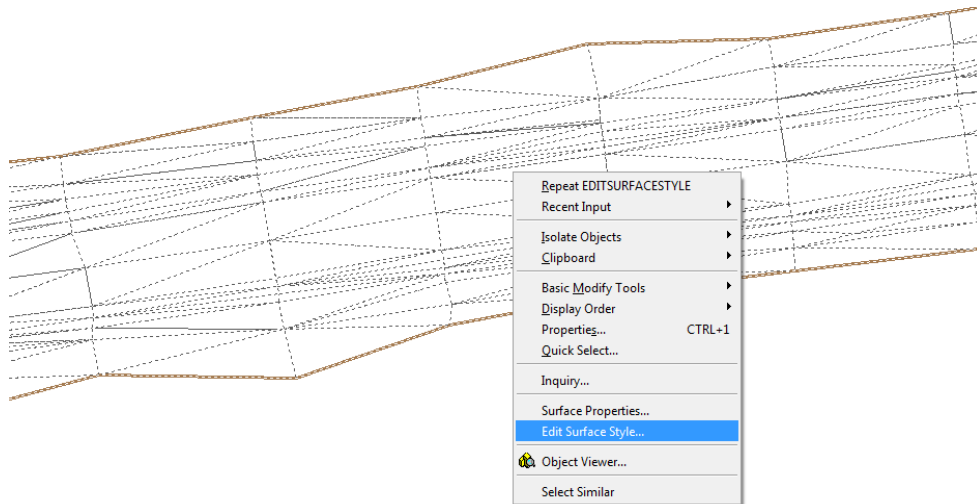
Un estilo de superficie es el que controla la visualización de una superficie y sus componentes tal como las curvas de nivel.

Para editar un estilo de superficie se deben seguir las siguientes formas con sus respectivos pasos:

Primera forma

- En el dibujo seleccionar la superficie que se utilizará
- Hacer clic derecho
- Seleccionar editar estilo de superficie (*edit surface style*)
- Y se desplegará el cuadro de diálogo estilo de superficie (*surface style*)

Figura 40. **Editar estilo de superficie, primera forma**



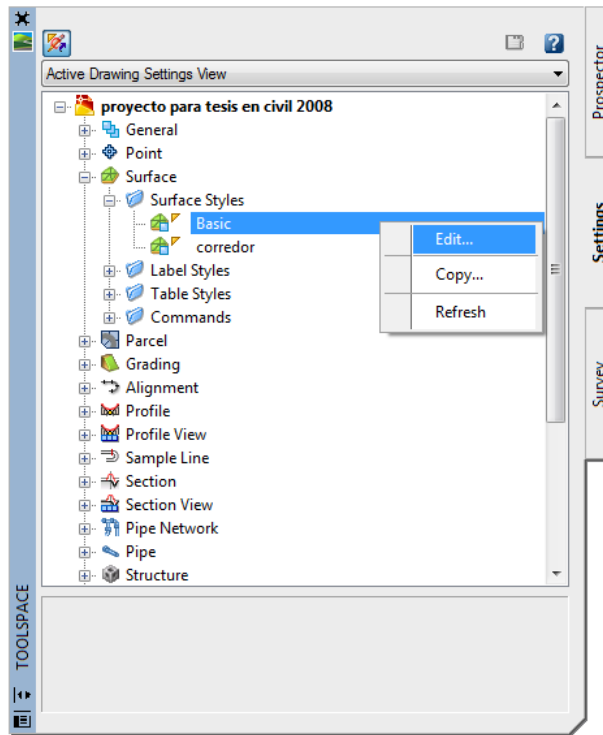
Fuente: elaboración propia.

#### Segunda forma

- En la pestaña de configuración (*settings*)
- Expandir el árbol de superficies (*surface*)
- Expandir el árbol de estilos de superficies (*surface style*)
- Hacer clic derecho sobre el estilo que se desea editar
- Seleccionar editar (*edit*)
- Y se desplegará el cuadro de diálogo estilo de superficie (*surface style*)



Figura 41. **Editar estilo de superficie, segunda forma**



Fuente: elaboración propia.

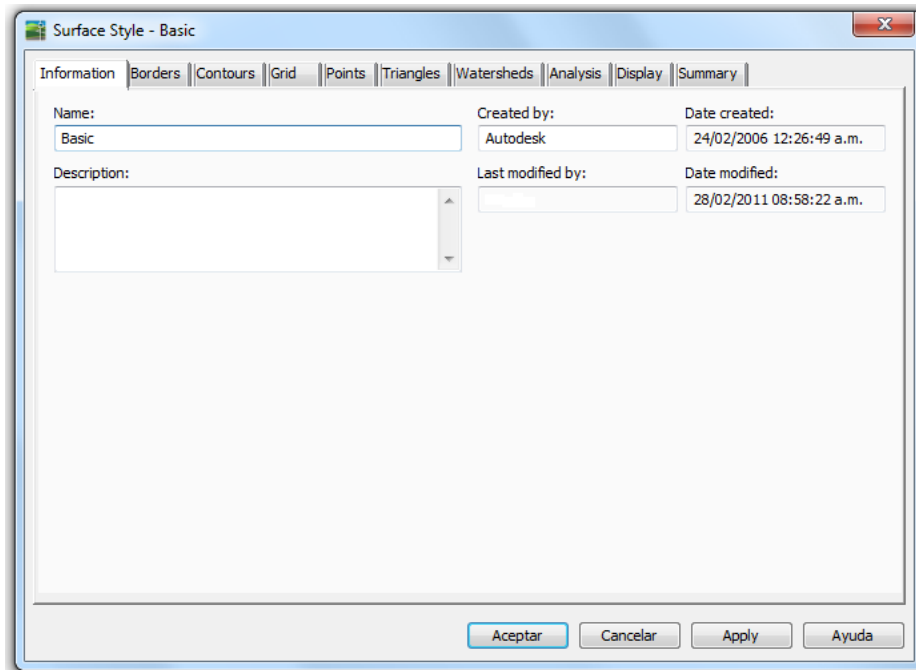
#### 4.8.1. **Cuadro de diálogo estilo de superficie**

Este cuadro se utiliza para definir el estilo de la superficie (figura 42).

##### 4.8.1.1. **Pestaña información**

Esta pestaña permite ver o cambiar la información de nombre y descripción del estilo de superficie. También se puede ver detalles como la fecha de creación del estilo y la última modificación.

Figura 42. **Estilo de superficie (*surface style*), pestaña información (*information*)**



Fuente: elaboración propia.

#### **4.8.1.2. Pestaña bordes**

Esta pestaña se utiliza para especificar la configuración del componente de borde de la superficie.

Los bordes muestran la extensión actual de la superficie, que puede o no coincidir con las curvas de nivel, los cuales se utilizan para definir la extensión de la superficie. A continuación se describen las diferentes opciones que ofrece cada árbol de esta pestaña.

### Geometría 3D (3D *geometry*):

- Modo de visualización de bordes (*border display mode*): especifica cómo se mostrará el borde:
  - Uso de elevación de la superficie (*use surface elevation*): muestra el borde con sus valores reales de elevación.
  - Aplanar elevaciones (*flatten elevations*): permite aplanar el borde hasta el valor especificado en, aplanar bordes hasta elevación.
  - Exagerar elevación (*exaggerate elevation*): permite ajustar la escala del borde conforme al factor especificado en, exagerar borde por un factor de escala.
- Aplanar bordes hasta elevación (*flatten borders to elevation*): permite especificar el valor de la elevación que se utilizará para aplanar los bordes.
- Exagerar bordes por un factor de escala (*exaggerate borders by scale factor*): permite especificar el factor de escala que se utilizará para deformar los bordes.

### Tipos de bordes (*Border Types*):

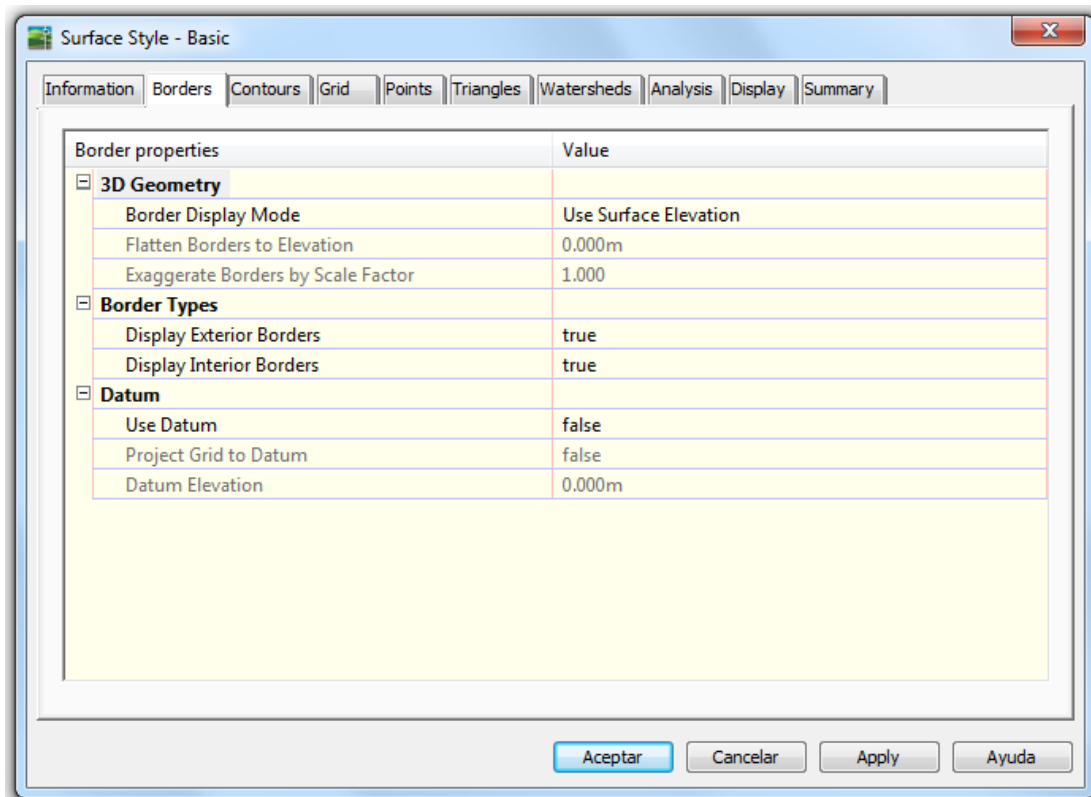
- Mostrar bordes exteriores (*display exterior borders*): permite especificar si se visualizarán los bordes exteriores.
- Mostrar bordes interiores (*display interior borders*): permite especificar si se visualizarán los bordes internos.

### Nivel de referencia (*datum*):

- Uso del nivel de referencia (*use datum*): permite especificar si el contorno exterior puede mostrar o no un nivel de referencia.

- Proyectar cuadrícula en el nivel de referencia (*Project grid to datum*): permite especificar si se desea que los segmentos de la curva de nivel exterior se proyecten en la cota de referencia.
- Elevación de referencia (*datum elevation*): permite especificar la elevación del nivel de referencia.

Figura 43. **Estilo de superficie (*surface style*), pestaña bordes (*borders*)**

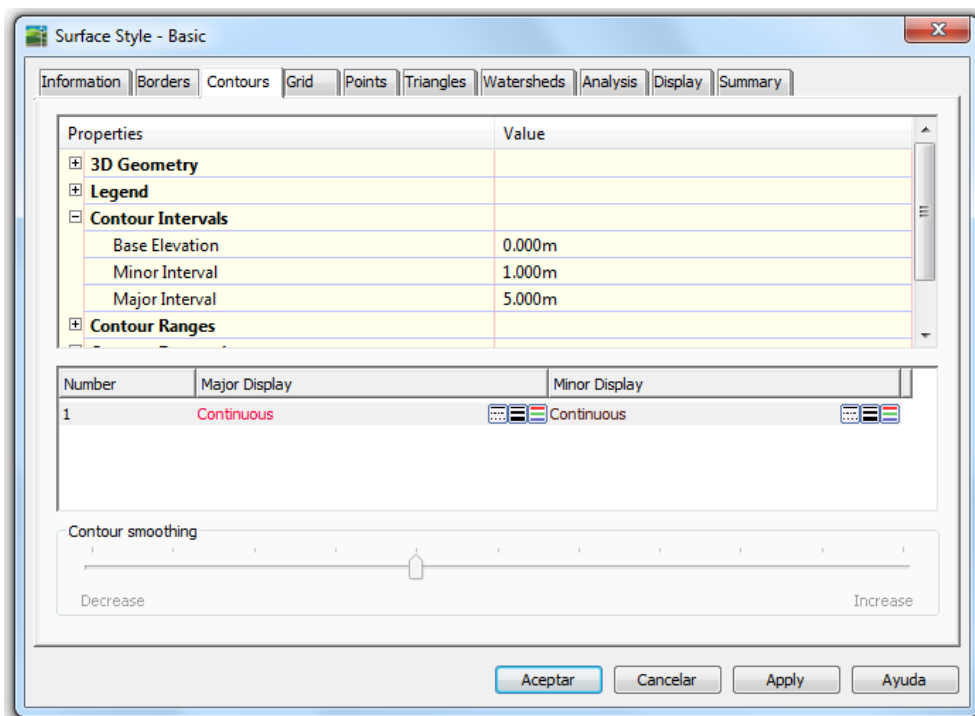


Fuente: elaboración propia.

### 4.8.1.3. Pestaña curvas de nivel

Esta pestaña se utiliza para especificar las configuraciones de los componentes de curvas de nivel de la superficie. A continuación se describen las diferentes opciones que ofrece cada árbol de esta pestaña.

Figura 44. **Estilo de superficie (surface style), pestaña curvas de nivel (contours)**



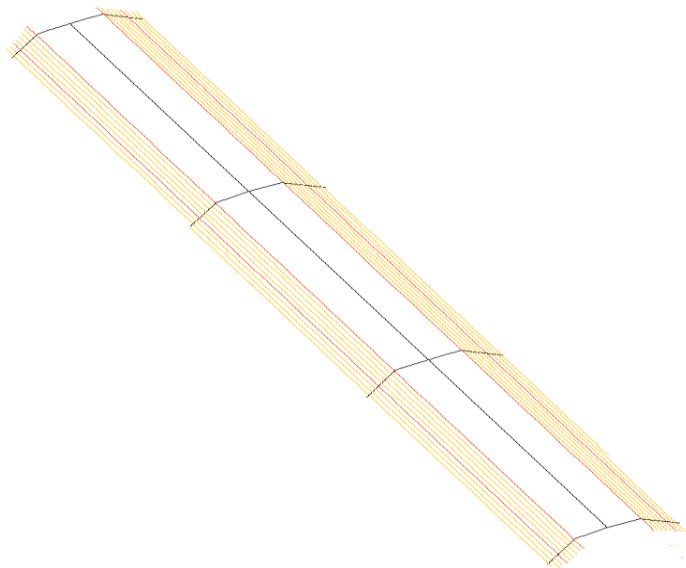
Fuente: elaboración propia.

Geometría 3D (3D geometry):

- Modo de visualización de curvas de nivel (*contours display mode*): especifica cómo se muestran las curvas de nivel:

- Uso de elevación de superficie (*use surface elevation*): muestra las curvas de nivel con sus valores reales de elevación.
- Aplanar elevaciones (*flatten elevations*): permite aplanar las curvas de nivel hasta el valor de elevación especificado en, aplanar curvas de nivel hasta elevación.
- Exagerar elevación (*exaggerate elevation*): permite ajustar la escala de las curvas de nivel conforme al factor especificado en, exagerar curvas de nivel por un factor de escala.
- Aplanar curvas de nivel hasta elevación (*flatten contours to elevation*): permite especificar la elevación que se utilizará para aplanar las curvas de nivel.
- Exagerar curvas de nivel por un factor de escala (*exaggerate contours by scale factor*): permite especificar el factor de escala que se utilizará para deformar las curvas de nivel.

Figura 45. **Superficie vista 3D**



Fuente: elaboración propia.

Leyenda (*legend*):

- Estilo de leyenda de curva de nivel (*contours legend style*): permite especificar el estilo de tabla de curvas de nivel.

Intervalos de curvas de nivel (*contours intervals*):

- Elevación base (*base elevation*): permite especificar la elevación base relativa para los intervalos de curva de nivel.
- Intervalo menor (*minor interval*): permite especificar la distancia entre curvas de nivel menores.
- Intervalo mayor (*major interval*): permite especificar la distancia entre curvas de nivel mayores.

Rangos de curvas de nivel (*contour ranges*):

- Agrupar valores por (*group values by*): permite especificar cómo se crean los intervalos de curvas de nivel:
  - Intervalo de igualdad (*equal interval*): Divide los datos en el número de rangos especificado del valor mínimo al máximo.
  - Cuantil (*quantile*): divide los datos de forma que el número de rangos especificado contenga un número equivalente de valores.
  - Desviación estándar (*standard deviation*): calcula y divide los datos en función de la diferencia entre los valores de datos y la media aritmética.
- Número de rangos (*number of ranges*): permite especificar el número de rangos que se utilizarán.
- Precisión de rango (*range precision*): permite especificar el formato y redondeo de los valores del rango.

- Uso de esquema de colores (*use color scheme*): permite especificar si se desea activar los esquemas de colores, principal y secundario.
- Esquema de colores mayores (*major color scheme*): permite especificar el esquema de colores mayores para el intervalo de curva de nivel.
- Esquema de colores menores (*minor color scheme*): permite especificar el esquema de colores menores para el intervalo de curva de nivel.

Depresiones de curva de nivel (*contour depressions*):

- Mostrar curvas de nivel de depresión (*display depression contours*): permite especificar si se visualizarán las curvas de nivel de depresión.
- Intervalo de marca (*tick mark interval*): permite especificar el espaciado de las marcas a lo largo de la curva de nivel de depresión.
- Longitud de marca (*tick mark length*): permite especificar la longitud de la marca que se dibuja a lo largo de la curva de nivel de depresión.

Suavizado de curva de nivel (*contour smoothing*):

- Suavizar curvas de nivel (*smooth contours*): permite especificar si se desea utilizar el suavizado de curvas de nivel.
- Tipo de suavizado (*smoothing type*): permite especificar el tipo de suavizado para mostrar las curvas de nivel.
  - Añadir vértices (*add vertices*): esta opción añade más puntos adicionales a las curvas de nivel al suavizar para darles un aspecto curvo más pronunciado pero manteniendo el mayor nivel de integridad posible respecto a la superficie.
  - Curva de nivel (*spline curve*): esta opción crea la representación de curva de nivel mas suavizada.



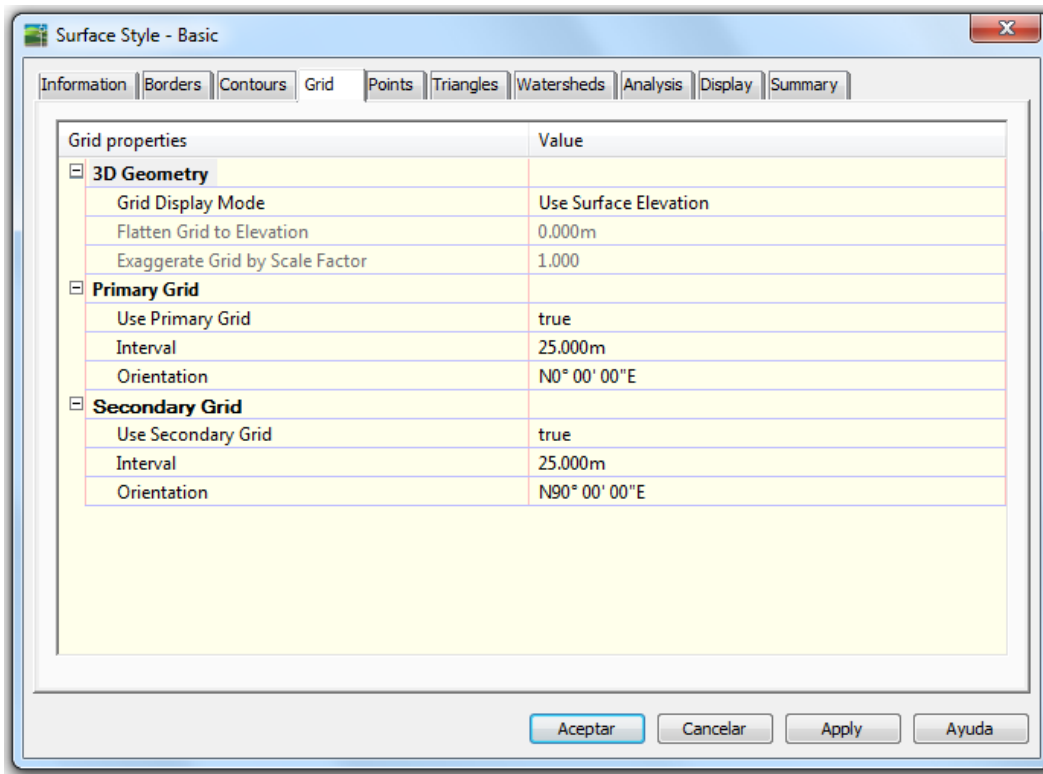
#### 4.8.1.4. Pestaña cuadrícula

Esta pestaña se utiliza para especificar la configuración de las líneas que formarán la cuadrícula del objeto superficie. A continuación se describen las diferentes opciones que ofrece cada árbol de esta pestaña.

Geometría 3D (*3D geometry*):

- Modo de visualización de cuadrícula (*grid display mode*): especifica cómo se mostrará la cuadrícula.
  - Uso de elevación de superficie (*use surface elevation*): muestra la cuadrícula con sus valores reales de elevación.
  - Aplanar elevaciones (*flatten elevation*): permite aplanar la cuadrícula hasta un valor de elevación especificado en, aplanar cuadrícula hasta elevación.
  - Exagerar elevación (*exaggerate elevation*): permite ajustar la escala de la cuadrícula conforme al factor especificado en, exagerar cuadrícula por un factor de escala.
- Aplanar cuadrícula hasta elevación (*flatten grid to elevation*): permite especificar la elevación utilizada para aplanar la cuadrícula.
- Exagerar cuadrícula por un factor de escala (*exaggerate grid by scale factor*): permite especificar el factor de escala que se utilizará para exagerar la cuadrícula.

Figura 46. **Estilo de superficie (*surface style*), pestaña cuadrícula (*grid*)**



Fuente: elaboración propia.

Cuadrícula principal:

- Uso de cuadrícula principal (*use primary grid*): permite especificar si las líneas de la cuadrícula principal se utilizarán en la visualización de la cuadrícula.
- Intervalo (*interval*): permite especificar el valor del intervalo de la cuadrícula principal en unidades lineales de dibujo, las líneas de la cuadrícula principal se dibujan norte-sur.
- Orientación (*orientation*): permite especificar el ángulo de orientación de las líneas de la cuadrícula principal.

Cuadrícula secundaria (*secondary grid*):

- Uso de cuadrícula secundaria (*use secondary grid*): permite especificar si las líneas de la cuadrícula secundaria se utilizarán en la visualización de la cuadrícula.
- Intervalo (*interval*): permite especificar el valor del intervalo de la cuadrícula secundaria en unidades lineales de dibujo, las líneas de la cuadrícula secundaria se dibujan este-oeste.
- Orientación (*orientation*): permite especificar el ángulo de orientación de las líneas de la cuadrícula secundaria.

#### 4.8.1.5. Pestaña puntos

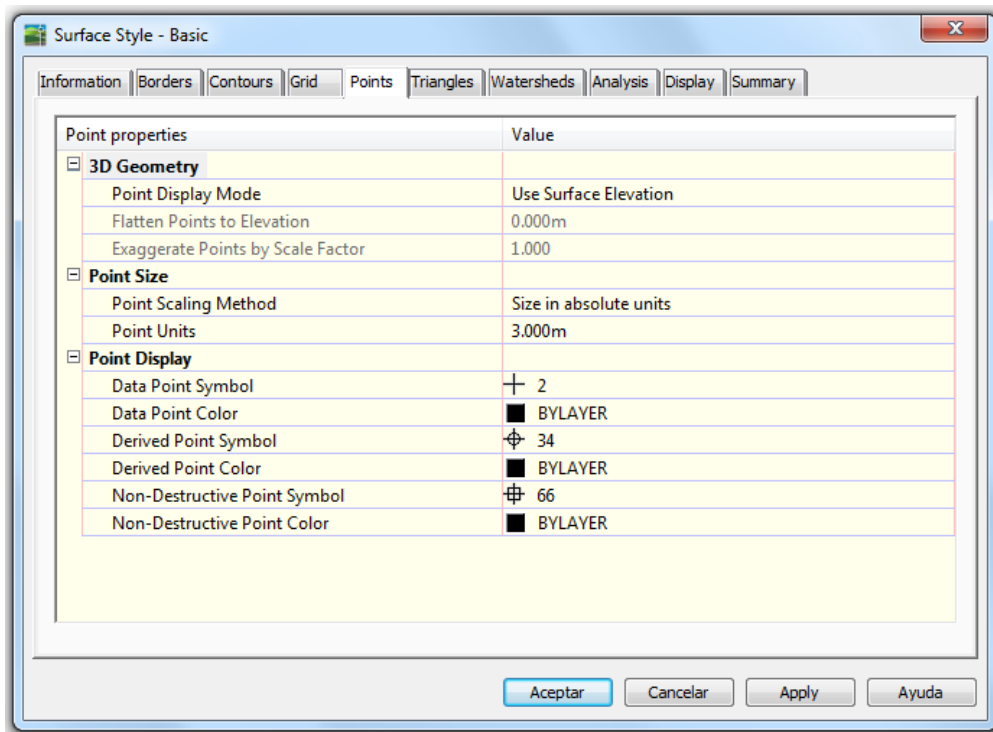
Esta pestaña se utiliza para especificar la configuración de los componentes de punto de los objetos de superficie. A continuación se describen las diferentes opciones que ofrece cada árbol de esta pestaña.

Geometría 3D (*3D geometry*):

- Modo de visualización de punto (*point display mode*): especifica cómo se mostrarán los puntos.
  - Uso de elevación de superficie (*use surface elevation*): muestra los puntos con sus valores reales de elevación.
  - Aplanar elevaciones (*flatten elevation*): permite aplanar los puntos hasta el valor de elevación especificado en, aplanar puntos hasta elevación.
  - Exagerar elevación (*exaggerate elevation*): permite ajustar la escala de los puntos conforme al factor especificado en, exagerar puntos por un factor de escala.

- Aplanar puntos hasta elevación (*flatten point to elevation*): permite especificar la elevación utilizada para aplanar los puntos.
- Exagerar puntos por un factor de escala (*exaggerate point by scale factor*): permite especificar el factor de escala que se utilizará para exagerar los puntos.

Figura 47. **Estilo de superficie (surface style), pestaña puntos (points)**



Fuente: elaboración propia.

Tamaño de punto:

- Método de escala de punto (*point scaling method*): permite especificar el método para la escala de los puntos.
  - Uso de escala de dibujo (*use drawing scale*)

- Tamaño relativo a la pantalla (*size relative to screen*)
- Tamaño en unidades absolutas (*size in absolute units*)
- Unidades de puntos (*point units*): permite especificar el tamaño de punto

Visualización de puntos:

- Símbolo de punto de dato (*data point symbol*): permite cambiar el símbolo de visualización del punto.
- Color de punto de dato (*data point color*): permite cambiar el color del punto
- Símbolo de punto derivado (*derived point symbol*): permite cambiar el símbolo de visualización del punto derivado.
- Color de punto derivado (*derived point color*): permite cambiar el color del punto derivado.
- Símbolo de punto no destructivo (*non-destructive point symbol*): permite cambiar el símbolo de visualización del punto no destructivo.
- Color de punto no destructivo (*non-destructive point color*): permite cambiar el color del punto no destructivo.

#### **4.8.1.6. Pestaña triángulos**

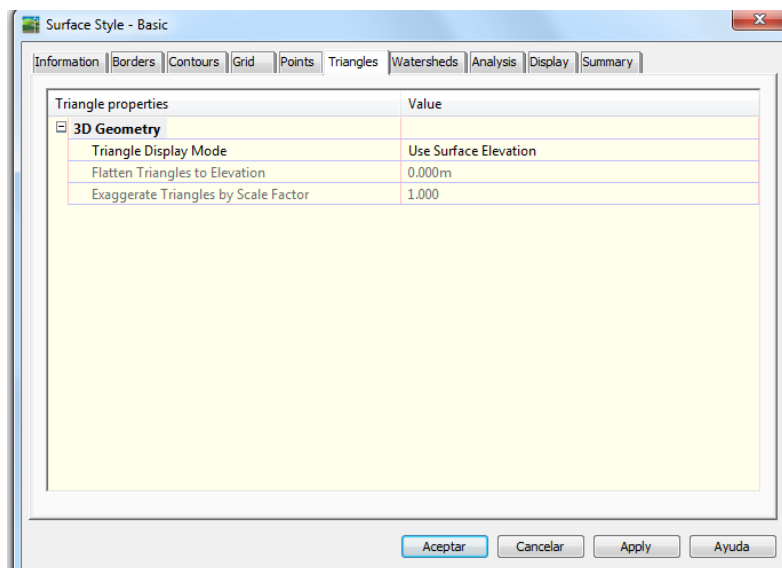
Esta pestaña se utiliza para especificar las propiedades de los componentes de triángulos del objeto de superficie. A continuación se describen las diferentes opciones que ofrece cada árbol de esta pestaña.

Geometría 3D (*3D geometry*):

- Modo de visualización de triángulos (*triangle display mode*): permite especificar cómo se mostrarán los triángulos.

- Uso de elevación de superficie (*use surface elevation*): muestra los triángulos con sus valores reales de elevación.
- Aplanar elevaciones (*flatten elevation*): permite aplanar los triángulos hasta el valor de elevación especificado en, aplanar triángulos hasta elevación.
- Exagerar elevación (*exaggerate elevation*): permite ajustar la escala de los triángulos conforme al factor especificado en, exagerar triángulos por un factor de escala.
- Aplanar triángulos hasta elevación (*flatten triangles to elevation*): permite especificar la elevación utilizada para aplanar los triángulos.
- Exagerar triángulos por un factor de escala (*exaggerate triangles by scale factor*): permite especificar el factor de escala que se utilizará para exagerar los triángulos.

Figura 48. **Estilo de superficie (*surface style*), pestaña triángulos (*triangles*)**

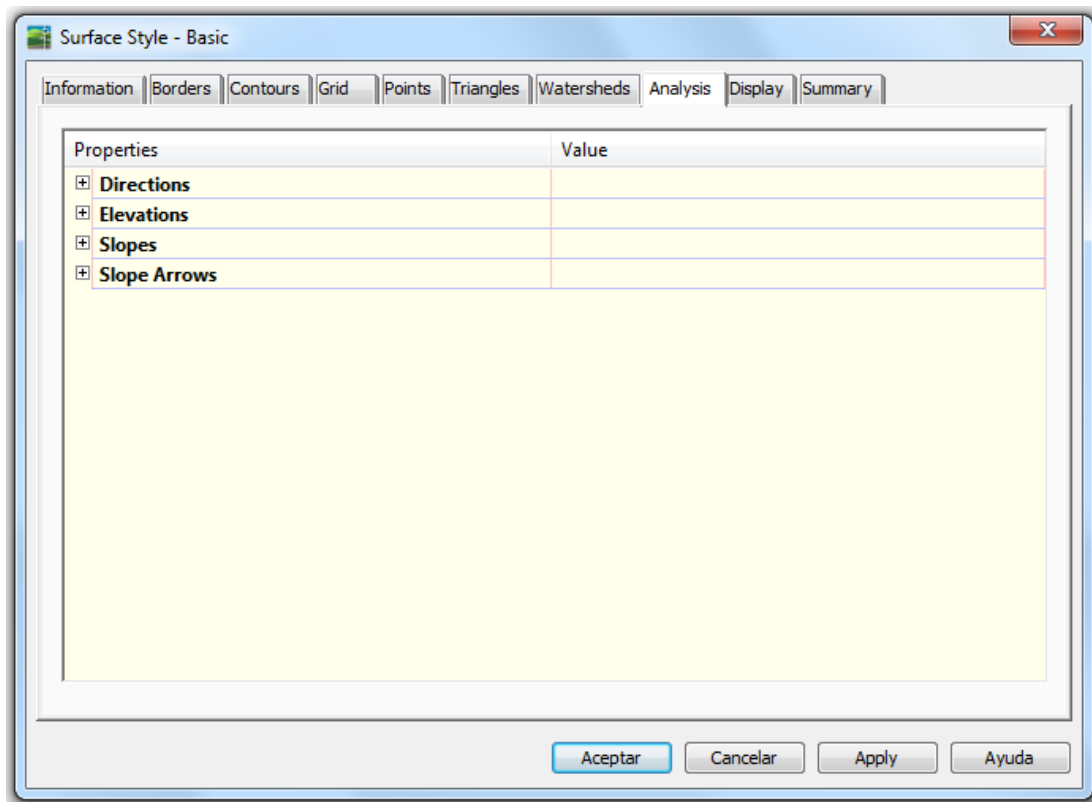


Fuente: elaboración propia.

#### 4.8.1.7. Pestaña análisis

Permite especificar los parámetros de presentación de las visualizaciones de análisis de superficie que tienen propiedades de vista comunes.

Figura 49. **Estilo de superficie (surface style), pestaña análisis (analysis)**

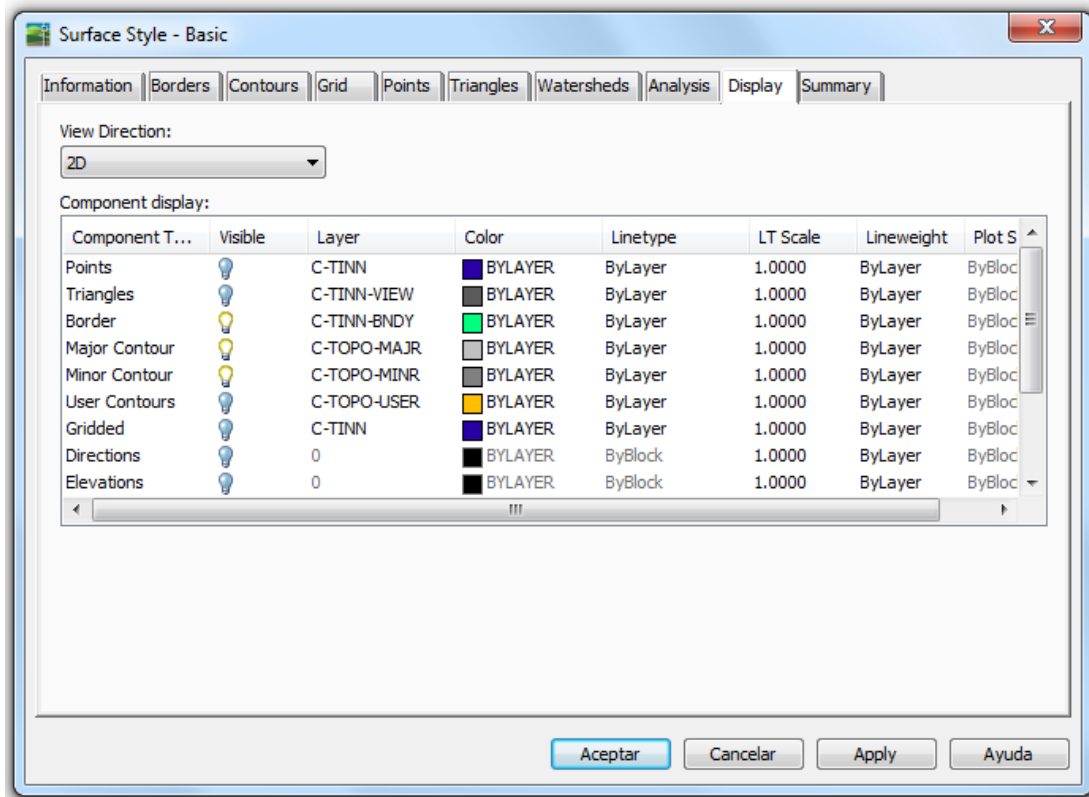


Fuente: elaboración propia.

#### 4.8.1.8. Pestaña visualizar

Esta pestaña se utiliza para controlar la visibilidad y presentación de los componentes que constituyen una superficie (figura 50). Como la visibilidad, el color y la capa de los componentes de una superficie.

Figura 50. **Estilo de superficie (*surface style*), pestaña visualizar (*display*)**



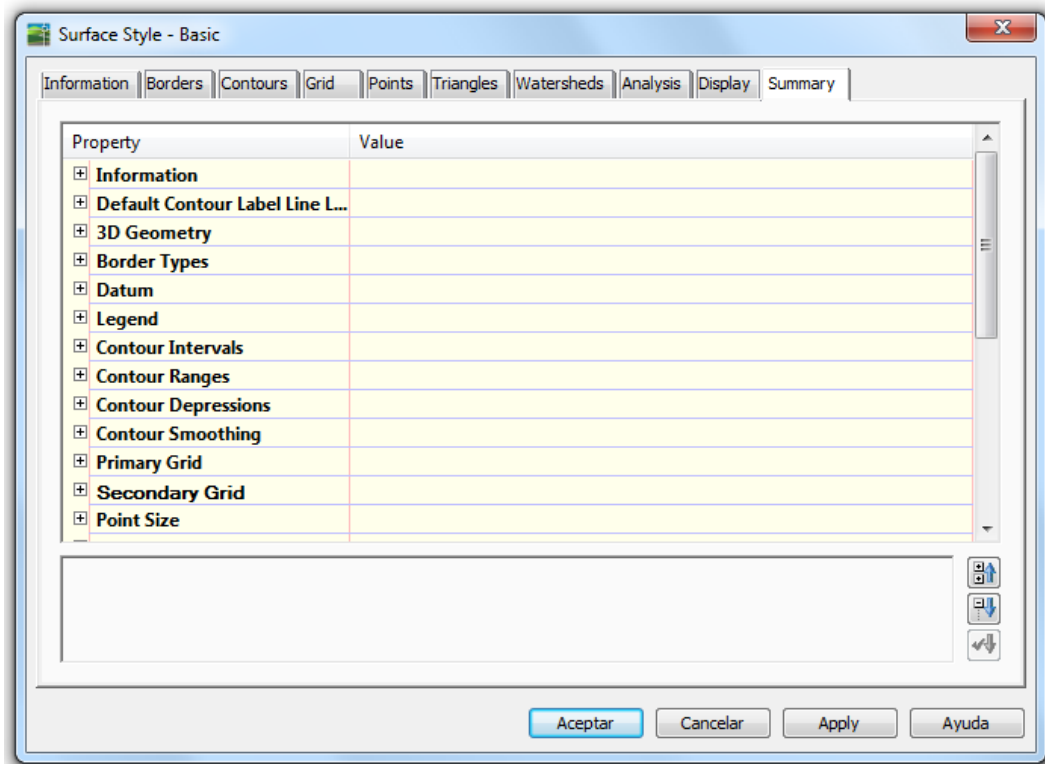
Fuente: elaboración propia.

#### 4.8.1.9. Pestaña resumen

Esta permite ver todas las propiedades del estilo de la superficie (figura 51).



Figura 51. **Estilo de superficie (surface style), pestaña resumen (summary)**



Fuente: elaboración propia.



## 5. ALINEAMIENTO HORIZONTAL

Los alineamientos pueden representar ejes, carriles, servidumbres de paso, líneas base y auxiliares. La creación y definición de un alineamiento horizontal es uno de los primeros pasos del diseño de carreteras. Es posible dibujar la geometría de alineación como una poli línea y crear la alineación guardada a partir de esa geometría, o bien crear un objeto de alineación mediante las herramientas de composición de alineación. También se pueden editar los alineamientos, utilizando comandos de la barra de herramientas de composición de alineación, mientras se mantiene automáticamente la tangencia entre los componentes del alineamiento.

Los alineamientos se pueden crear como una combinación de líneas, curvas y espirales que se visualizan como un objeto.

### 5.1. Creación de alineamiento

En Civil 3D se pueden crear alineamientos de muchas formas, por ejemplo, creándolos a partir de poli líneas, importando archivos *LandXML* y mediante las herramientas de composición de alineamientos.

Al crear un alineamiento se puede controlar su dirección, con independencia de la dirección con la que se ha dibujado realmente la poli línea. Si la alineación se crea mediante el comando crear desde poli línea, la dirección del alineamiento comenzará en el punto final más cercano al designado sobre la poli línea. Si la alineación se crea mediante el comando *create alignment by*

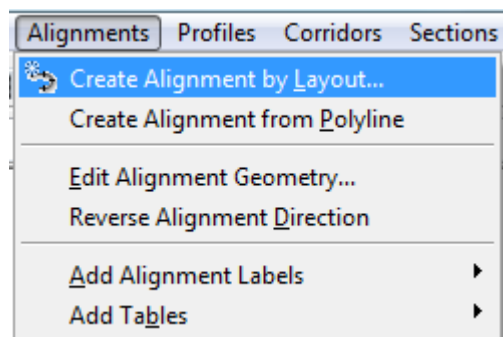
*layout*, la dirección del alineamiento estará dada por la dirección en la que se dibuja el alineamiento.

## 5.2. Creación de un alineamiento mediante las herramientas de composición de un alineamiento (*create alignment by layout*)

Para crear este tipo de alineamiento se realizan los siguientes pasos:

- Hacer clic en el menú *alignment*, luego en *create alignment by layout*

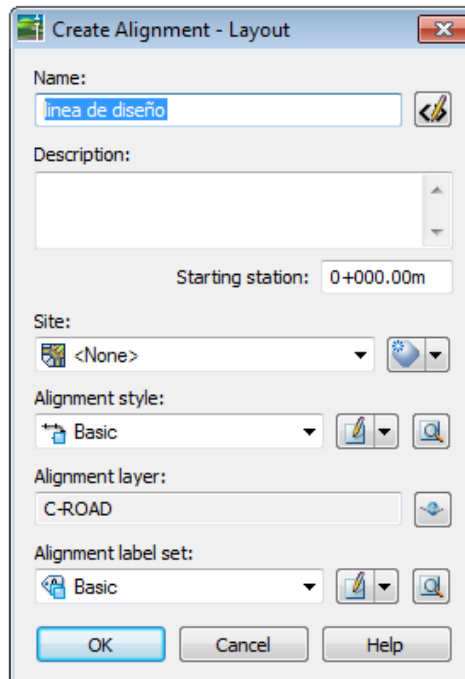
Figura 52. Menú alineamiento *create alignment by layout*



Fuente: elaboración propia.

- En el cuadro de diálogo en *create alignment – layout*, escribir un nombre para el alineamiento y escribir una descripción del alineamiento, si se desea.

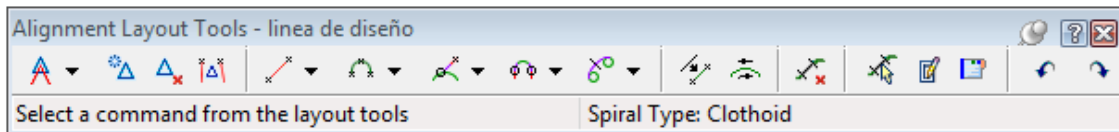
Figura 53. Cuadro de diálogo *create alignment-layout*



Fuente: elaboración propia.

- Indicar el estacionamiento de inicio
- Especificar el sitio con el que se asociará el alineamiento o aceptar el sitio predeterminado.
- Especificar el estilo del alineamiento o dejar el estilo predeterminado
- Especificar el *layer* del alineamiento
- Especificar el conjunto de etiquetas del alineamiento
- Hacer clic en aceptar para mostrar la barra de herramientas que se utiliza para la creación del alineamiento.

Figura 54. **Barra de herramientas para creación de alineamientos**



Fuente: elaboración propia.

- Utilizar los comandos de la barra de herramientas (*alignment layout tools*) para dibujar el alineamiento

### 5.2.1. Utilización de la barra de herramientas (*alignment layout tools*)

Los botones de la barra de herramientas se pueden utilizar en el diseño y para editar el alineamiento. Se inicia con comandos tangente – tangente, para dibujar la alineación entre tangentes y después se añaden tangentes, curvas y espirales fijas, libres o flotantes para crear la geometría de alineación final. A continuación se describen las opciones que ofrece la barra de herramientas:



Permite especificar puntos consecutivos para dibujar una serie de líneas de extremo a extremo fijas. No se dibuja ninguna curva entre las tangentes.



Permite especificar puntos consecutivos para dibujar una serie de líneas de extremo a extremo fijas con curvas dibujadas automáticamente entre las líneas. Las curvas se dibujan según se haya especificado en el cuadro de diálogo *curve and transition settings*.



Abre el cuadro de diálogo *curve and transition settings*.



Permite seleccionar un punto en el dibujo e insertar un punto PI. Este comando divide una línea fija en dos líneas fijas con nuevos puntos finales en el punto seleccionado.



Permite eliminar el PI seleccionado y combina las dos tangentes, eliminando el punto final seleccionado.



Separa los dos puntos finales de tangentes consecutivas.



Suprime una sub entidad del dibujo.



Selecciona una entidad del dibujo.



Permite desplegar las diferentes opciones de este botón las cuales muestran los diferentes métodos que se tienen para dibujar líneas en el alineamiento.



Permite desplegar las diferentes opciones de este botón las cuales muestran los diferentes métodos que se tienen para dibujar una curva en el alineamiento.



Al desplegar las diferentes opciones de este botón se podrán ver los diferentes métodos que se tienen para dibujar una espiral – curva - espiral en el alineamiento.



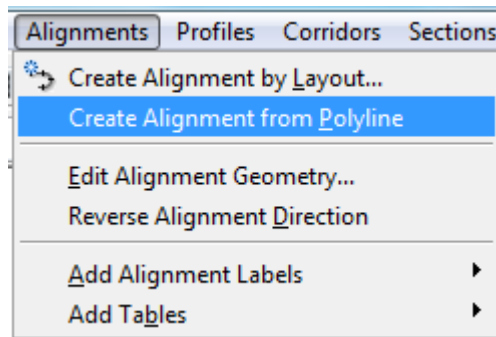
Al desplegar las diferentes opciones de este botón se podrán ver los diferentes métodos que se tienen para dibujar una curva compuesta en el alineamiento.

### 5.2.2. Creación de un alineamiento a partir de poli líneas (*create alignment from polyline*)

Para crear este tipo de alineamiento se realizan los siguientes pasos:

- Importar o dibujar una poli línea según sea el caso.
- Hacer clic en el menú *alignment*, luego en *create alignment by polyline*.
- Seleccionar la poli línea.

Figura 55. Menú alineamiento, *create alignment from polyline*

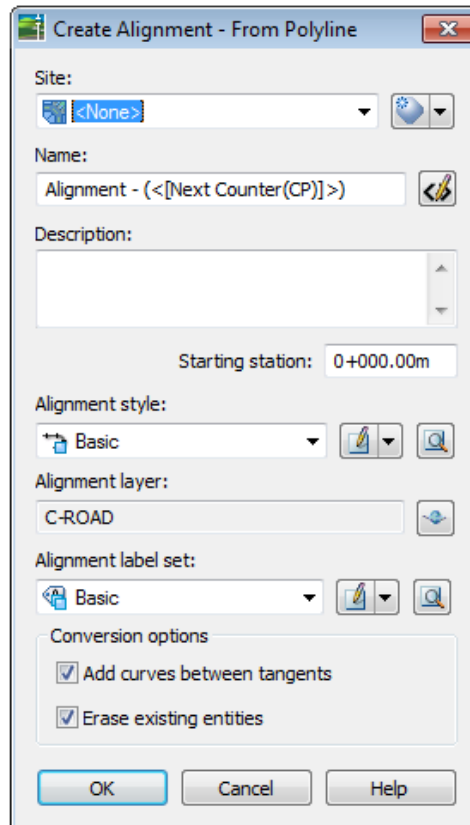


Fuente: elaboración propia.

- En el cuadro de diálogo *create alignment – from polyline*, escribir un nombre y una descripción opcional para el alineamiento.



Figura 56. Cuadro de diálogo *create alignment - from polyline*



Fuente: elaboración propia.

- Especificar el estacionamiento de inicio
- Identificar el sitio
- Especificar el estilo del alineamiento
- Identificar el *layer* del alineamiento
- Especificar el conjunto de etiquetas del alineamiento
- Indicar las opciones de conversión
- Hacer clic en aceptar

### **5.3. Editar el alineamiento**

Los alineamientos se pueden editar de diferentes formas, incluida la forma gráfica, las herramientas de composición de alineamientos y las ventanas parámetros de composición de alineamientos y entidades de alineación.

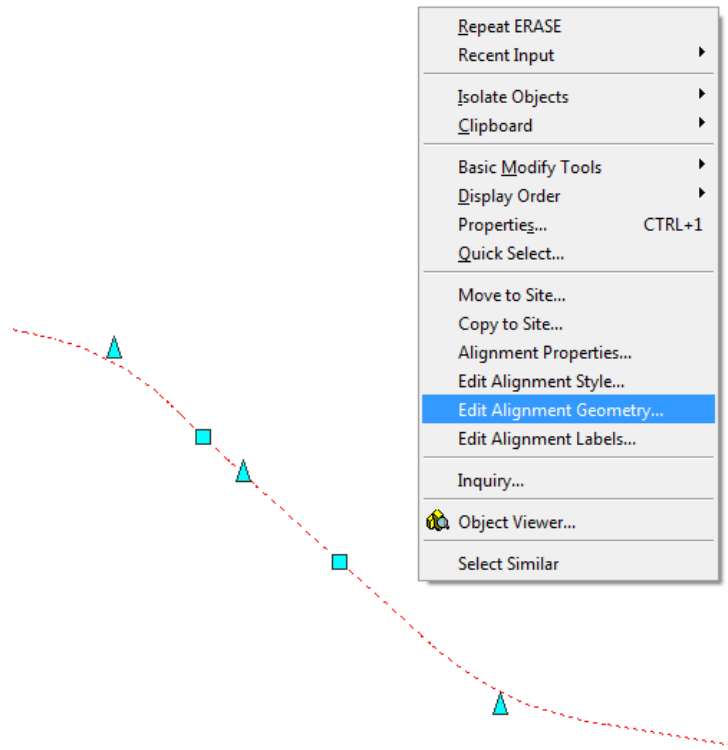
#### **5.3.1. Editar alineamientos mediante las herramientas de composición de alineamientos**

Un alineamiento se puede editar añadiéndole líneas, curvas o espirales basadas en restricciones. Los comandos para editar son los mismos que se utilizan en la creación de un alineamiento.

Para editar un alineamiento mediante las herramientas de composición, se realizan los siguientes pasos:

- Seleccionar el alineamiento a editar
- Dar clic con el botón derecho del ratón y seleccionar editar alineamiento (*edit alignment geometry*).

Figura 57. **Editar alineamiento**



Fuente: elaboración propia.

- Con la barra de herramientas de composición de alineamiento (*alignment layout tools*) se pueden añadir o suprimir entidades del alineamiento fijas, libres o flotantes.

### 5.3.2. **Editar alineamientos mediante la ventana entidades del alineamiento (*alignment grid view*)**

La ventana entidades de alineamiento permite visualizar todas las entidades de la alineación que forman parte de la geometría del alineamiento definido.

Figura 58. *Alignment grid view*

No.	Type	Length	Direction	Radius	Delta angle	Start Direction	End Direction	Chord length
1	Line	4883.158m	261°19'38"					
2.1	Spiral-Curve-Spiral	58.000m			9.2826 (d)	261°19'38"	252°02'40"	
2.2	Spiral-Curve-Spiral	136.398m		179.000m	43.6594 (d)	252°02'40"	208°23'06"	133.122m
2.3	Spiral-Curve-Spiral	58.000m			9.2826 (d)	208°23'06"	199°06'09"	
3	Line	862.098m	199°06'09"					
4.1	Spiral-Curve-Spiral	49.000m			8.8845 (d)	199°06'09"	207°59'13"	
4.2	Spiral-Curve-Spiral	3.659m		158.000m	1.3269 (d)	207°59'13"	209°18'50"	3.659m
4.3	Spiral-Curve-Spiral	49.000m			8.8845 (d)	209°18'50"	218°11'54"	
5	Line	322.990m	218°11'54"					
6.1	Spiral-Curve-Spiral	25.000m			1.6314 (d)	218°11'54"	219°49'47"	
6.2	Spiral-Curve-Spiral	107.174m		439.000m	13.9877 (d)	219°49'47"	233°49'03"	106.908m
6.3								
7	Line	545.016m	235°26'56"					
8.1	Spiral-Curve-Spiral	33.000m			3.0301 (d)	235°26'56"	238°28'44"	
8.2	Spiral-Curve-Spiral	206.220m		312.000m	37.8702 (d)	238°28'44"	276°20'57"	202.486m
8.3								
9	Line	1122.257m	279°22'46"					
10.1	Spiral-Curve-Spiral	29.000m			2.3142 (d)	279°22'46"	281°41'37"	
10.2	Spiral-Curve-Spiral	176.363m		359.000m	28.1472 (d)	281°41'37"	309°50'26"	174.594m
10.3								
11	Line	245.965m	312°09'17"					
12.1	Spiral-Curve-Spiral	8.000m			0.1508 (d)	312°09'17"	312°18'20"	
12.2	Spiral-Curve-Spiral	30.919m		1520.000m	1.1655 (d)	312°18'20"	313°28'16"	30.918m
12.3								
13	Line	74.281m	313°37'19"					
14.1	Spiral-Curve-Spiral	34.000m			3.2686 (d)	313°37'19"	310°21'12"	
14.2	Spiral-Curve-Spiral	131.233m		298.000m	25.2318 (d)	310°21'12"	285°07'17"	130.175m
14.3								
15	Line	2958.219m	281°51'11"					
16.1	Spiral-Curve-Spiral	40.000m			5.0259 (d)	281°51'11"	276°49'37"	
16.2	Spiral-Curve-Spiral	119.304m		228.000m	29.9808 (d)	276°49'37"	246°50'46"	117.948m
16.3								
17	Line	1225.791m	241°49'13"					
18.1	Spiral-Curve-Spiral	43.000m			6.1902 (d)	241°49'13"	248°00'38"	
18.2	Spiral-Curve-Spiral	149.317m		199.000m	42.9910 (d)	248°00'38"	291°00'05"	145.838m

Fuente: elaboración propia.

Esta ventana muestra un formulario similar a una hoja de cálculo, donde cada fila representa una entidad y cada columna un atributo de la entidad del alineamiento. La finalidad de esta vista consiste en permitir desplazarse rápidamente por las entidades que constituyen el alineamiento. Se puede hacer clic derecho en un encabezado de la columna, para personalizar la presentación de detalles en la vistas de columnas. Al seleccionar una fila los detalles de la entidad correspondiente aparecen en la ventana, parámetros de composición de alineamiento (*alignment layout parameters*).

Figura 59. *Alignment layout parameters*

No.	Type	Length	Direction	Radius	Delta angle	Start Direction	End Direction	Chord length
1	Line	4883.158m	261°19'38"					
2.1	Spiral-Curve-Spiral	58.000m			9.2826 (d)	261°19'38"	252°02'40"	
2.2	Spiral-Curve-Spiral	136.398m		179.000m	43.6589 (d)	252°02'40"	208°23'06"	133.122m
2.3	Spiral-Curve-Spiral	58.000m			9.2826 (d)	208°23'06"	199°06'09"	
3	Line	862.098m	199°06'09"					
4.1	Spiral-Curve-Spiral	49.000m			8.8845 (d)	199°06'09"	207°59'13"	
4.2	Spiral-Curve-Spiral	3.659m		158.000m	1.3269 (d)	207°59'13"	209°18'50"	3.659m
4.3	Spiral-Curve-Spiral	49.000m			8.8845 (d)	209°18'50"	218°11'54"	
5	Line	322.990m	218°11'54"					
6.1	Spiral-Curve-Spiral	25.000m			1.6314 (d)	218°11'54"	219°49'47"	
6.2	Spiral-Curve-Spiral	107.174m		439.000m	13.9877 (d)	219°49'47"	233°49'03"	106.908m
6.3	Line	545.016m	235°26'56"					
8.1	Spiral-Curve-Spiral	33.000m			3.0301 (d)	235°26'56"	238°28'44"	
8.2	Spiral-Curve-Spiral	206.220m		312.000m	37.8702 (d)	238°28'44"	276°20'57"	202.486m
8.3	Line	1122.257m	279°22'46"					
9	Line	1122.257m	279°22'46"					
10.1	Spiral-Curve-Spiral	29.000m			2.3142 (d)	279°22'46"	281°41'37"	
10.2	Spiral-Curve-Spiral	176.363m		359.000m	28.1472 (d)	281°41'37"	309°50'26"	174.594m
10.3	Line	245.965m	312°09'17"					
11	Line	245.965m	312°09'17"					
12.1	Spiral-Curve-Spiral	8.000m			0.1508 (d)	312°09'17"	312°18'20"	
12.2	Spiral-Curve-Spiral	30.919m		1520.000m	1.1655 (d)	312°18'20"	313°28'16"	30.918m
12.3	Line	74.281m	313°37'19"					
13	Line	74.281m	313°37'19"					
14.1	Spiral-Curve-Spiral	34.000m			3.2686 (d)	313°37'19"	310°21'12"	
14.2	Spiral-Curve-Spiral	131.233m		298.000m	25.2318 (d)	310°21'12"	285°07'17"	130.175m
14.3	Line	2958.219m	281°51'11"					
15	Line	2958.219m	281°51'11"					
16.1	Spiral-Curve-Spiral	40.000m			5.0259 (d)	281°51'11"	276°49'37"	
16.2	Spiral-Curve-Spiral	119.304m		228.000m	29.9808 (d)	276°49'37"	246°50'46"	117.948m
16.3	Line	1225.791m	241°49'13"					
17	Line	1225.791m	241°49'13"					
18.1	Spiral-Curve-Spiral	43.000m			6.1902 (d)	241°49'13"	248°00'38"	
18.2	Spiral-Curve-Spiral	149.317m		199.000m	42.9910 (d)	248°00'38"	291°00'05"	145.838m

Fuente: elaboración propia.

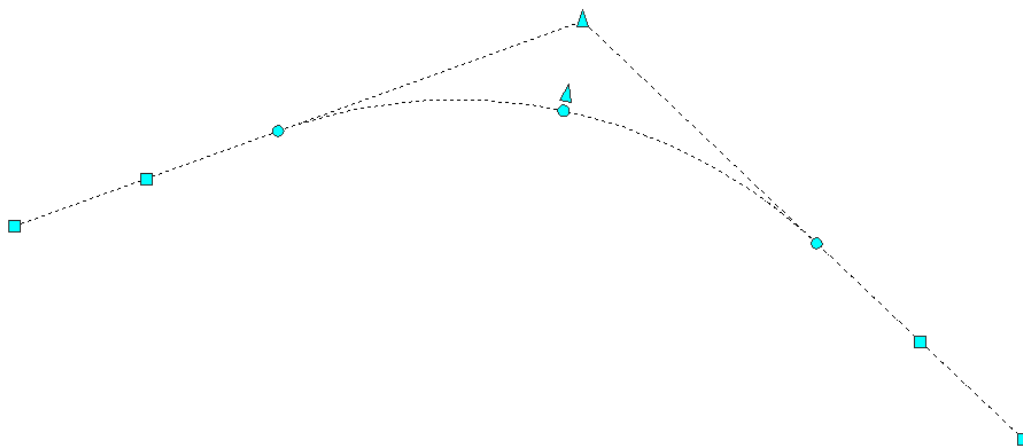
Para editar un alineamiento mediante este método se realizan los siguientes pasos:

- Seleccionar un alineamiento en el dibujo
- Hacer clic en el botón derecho
- Seleccionar editar alineamiento (*edit alignment geometry*)
- En la barra de herramientas de composición de alineamiento (*alignment layout tools*) hacer clic en el ícono,
- Buscar y seleccionar la entidad que se desea editar para hacer los cambios correspondientes.

### 5.3.3. Editar en forma gráfica el alineamiento

Esta forma, permite editar el alineamiento gráficamente en el área de dibujo moviendo los puntos de control de las entidades que conforman el alineamiento, estos puntos se pueden apreciar mejor en la siguiente figura.

Figura 60. **Alineamiento y puntos de control**



Fuente: elaboración propia.

Donde:

**Punto cuadrado:** Permite desplazar un punto de paso sin restricciones sobre una línea recta, curva o en el centro de un círculo. Sobre una curva, el desplazamiento de este no afecta el radio de la entidad a la que pertenece el punto. Sin embargo puede afectar al radio de entidades enlazadas.

**Punto circular:** Permite cambiar el radio desplazando el centro, el punto de paso o el punto de tangencia de una curva enlazada. Este

punto sólo se usa en curvas y círculos y siempre afecta al radio de la curva.

Punto triangular: Con este punto se puede cambiar la ubicación donde se intersectan dos puntos tangentes.

Para ver estos puntos y poder editarlos se debe seleccionar el alineamiento en el dibujo.

#### **5.3.4. Inversión de la dirección de un alineamiento**

Este comando permite cambiar la dirección del alineamiento. Es importante señalar que todos los objetos que dependan del alineamiento (perfiles, secciones y peraltes, etc.) también cambiarán. Esta opción se encuentra en el menú *alignments* con el nombre de *reverse alignment direction*.

#### **5.4. Propiedades**

Las propiedades de un alineamiento se pueden utilizar para asignar un nombre único y un estilo a la alineación. También para establecer puntos de numeración del estacionamiento, velocidades, propiedades de etiqueta y datos de peralte. El cuadro de diálogo (*alignment properties*) dispone también de pestañas para perfiles y visualización de perfiles asociados con el alineamiento.

La pestaña peralte se utiliza para definir las especificaciones para las regiones de peralte. Cada grupo de curvas del alineamiento se representa mediante una región de peraltes. El peralte se utiliza con el modelo de obra lineal para determinar las pendientes transversales del carril de circulación y de los hombros en cada estacionamiento del modelo.

El cuadro de diálogo propiedades de alineamiento presenta las siguientes pestañas:

- Información. Define el nombre, la descripción y estilo del objeto
- Control de estacionamiento. Muestra la longitud del alineamiento y el etiquetado en formato original así como opciones para cambiar el punto de referencia y aplicar los puntos donde se coloquen ecuaciones de estacionamientos.
- Velocidades de proyecto. Especifica las opciones para seleccionar puntos del dibujo en los que se desea asignar velocidades de diseño al alineamiento. Cuando se asigna una velocidad a un alineamiento, esa velocidad se aplica a todos los puntos posteriores del alineamiento hasta que se asigne una velocidad nueva.
- Perfiles. Muestra información de los perfiles asociados con el alineamiento
- Visualizaciones de perfil. Muestra información para las visualizaciones de perfiles asociados con el alineamiento.
- Peralte. Muestra los datos de cada región de peralte una vez realizado el cálculo.

## **5.5. Estilo**

Los estilos se utilizan para controlar el aspecto visual de los componentes del objeto de un alineamiento, así como los tipos y el aspecto de las etiquetas.

Se pueden crear estilos específicos para utilizarlos en las distintas fases de un proyecto.

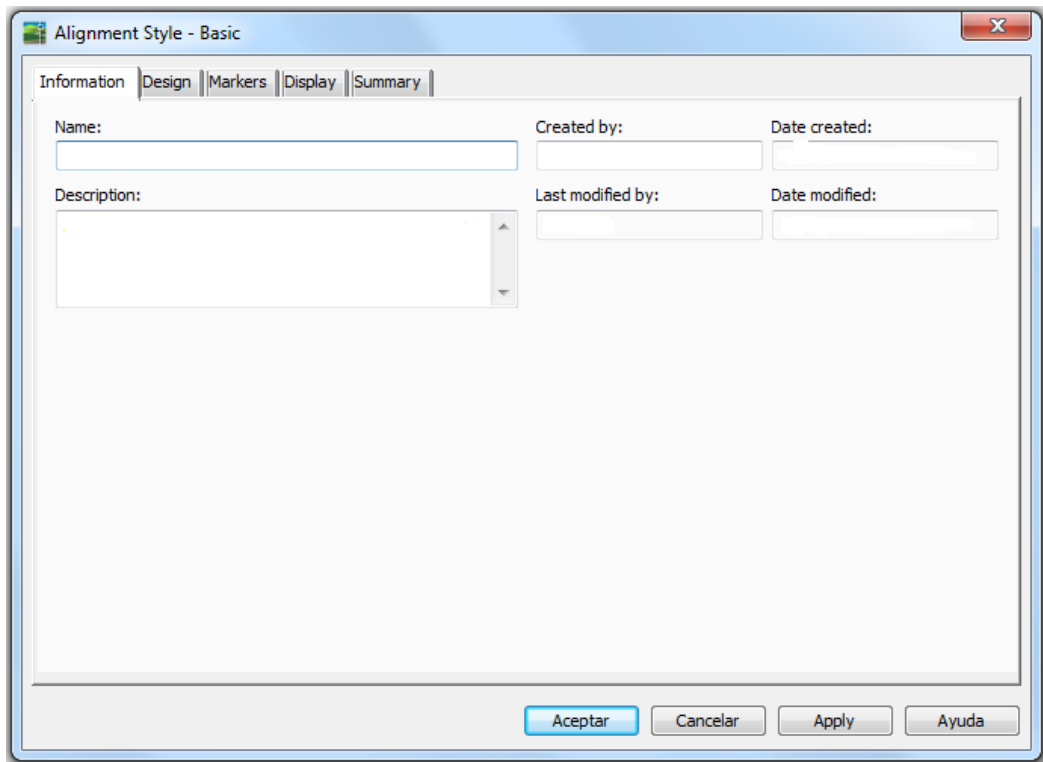
Los siguientes pasos permiten acceder a los estilos de alineamientos:



- Seleccionar un alineamiento, hacer clic derecho y elegir, editar estilo de alineamiento (*edit alignment style*).
- En la pestaña de configuración en el espacio de herramientas, se hace clic derecho en el estilo a editar en la carpeta de alineamientos y se selecciona editar.

Las pestañas del cuadro de diálogo estilo de alineamiento (*alignment style*) se utilizan para establecer información del estilo:

Figura 61. ***Alignment style***



Fuente: elaboración propia.

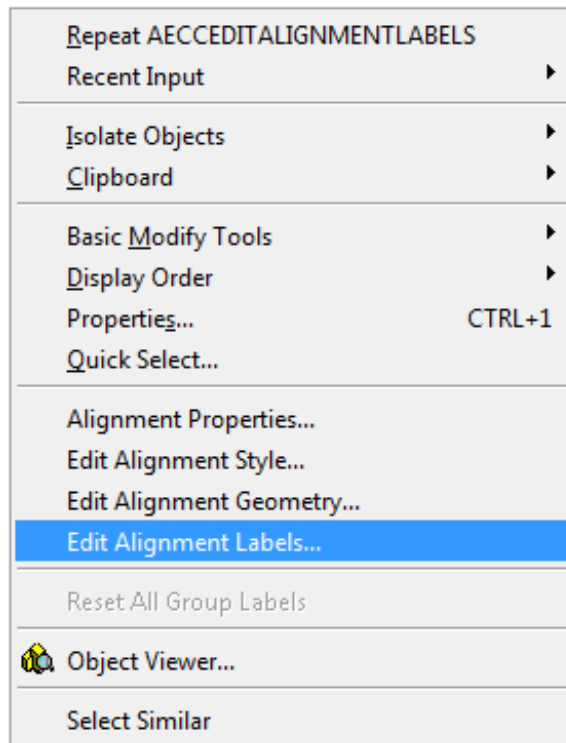
- Información (*information*). Define el nombre, la descripción e información general del estilo.
- Diseño (*design*). Especifica un determinado comportamiento del editor si se usa la forma gráfica de editar un alineamiento.
- Marcas (*markers*). Especifica estilos y opciones de colocación de marca para puntos del alineamiento.
- Visualización (*display*). Muestra los componentes de alineación y las opciones de visualización así como las de visibilidad en 2D o 3D, los componentes se pueden mostrar en una vista en planta 2D o en una vista 3D mediante otras herramientas, como las de órbita o punto de vista.
- Resumen (*summary*). Muestra todas las propiedades de estilo

## 5.6. Textos o etiquetas del alineamiento

Para insertar o modificar los textos o etiquetas de un alineamiento que genera el programa automáticamente se realizan los siguientes pasos:

- Seleccionar el alineamiento, hacer clic derecho y elegir, *edit alignment labels*, para modificar textos o etiquetas.

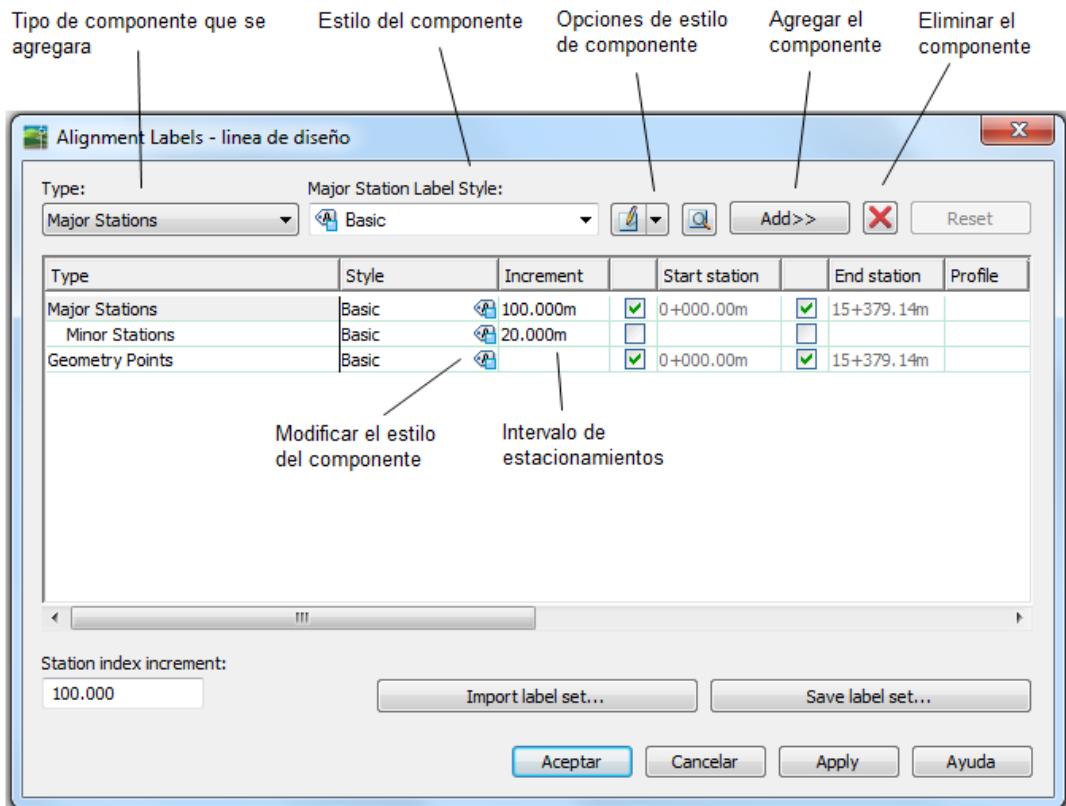
Figura 62. **Modificación de textos o etiquetas del alineamiento**



Fuente: elaboración propia.

- En el cuadro de diálogo etiquetas de alineamiento que se despliega se puede editar o agregar etiquetas al alineamiento

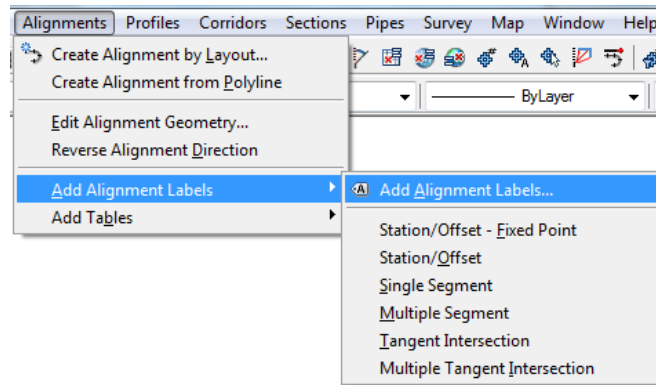
Figura 63. Etiquetas del alineamiento (*alignment labels*)



Fuente: elaboración propia.

- Para agregar los textos o etiquetas de los componentes geométricos se deben de desplegar las opciones del menú *alignments* y se busca la opción *add alignment labels*.

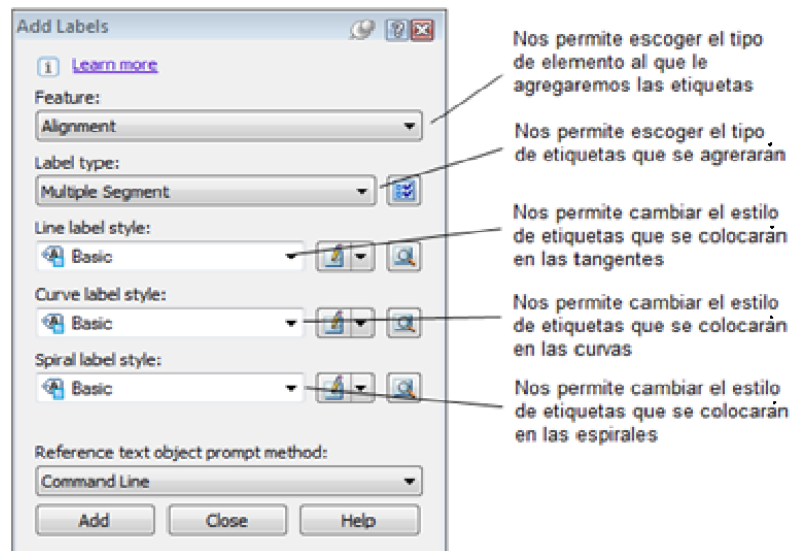
Figura 64. **Agregar etiquetas de elementos geométricos**




Fuente: elaboración propia.

- Al seleccionar *Add Alignment Labels* se desplegará el cuadro de diálogo agregar etiquetas (*add labels*):

Figura 65. **Cuadro de diálogo agregar etiquetas (*Add Labels*)**



Fuente: elaboración propia.

- Ya realizadas todas la modificaciones correspondientes, se le da clic en *add* para agregar las etiquetas.
- Se Selecciona el alineamiento al cual se le agregarán las etiquetas
- Con las etiquetas ya agregadas se revisan, si es necesario editarlas, en el cuadro de diálogo agregar etiquetas se selecciona el ícono  para modificar el estilo.

## 6. PERFIL

Los perfiles son una representación gráfica de los cambios de elevación a lo largo de un alineamiento.

Existen varios tipos de perfiles entre los cuales se tienen: perfiles de superficie, perfiles compuestos y perfiles superpuestos.

- Perfil de superficie denominado perfil de terreno existente, que se obtiene a partir de una superficie y muestra los cambios en la elevación a lo largo de una ruta concreta.
- Perfil compuesto es un objeto diseñado que muestra los cambios de elevación propuestos que se desean crear. El perfil compuesto es también llamado perfil longitudinal de sub rasante, se utiliza normalmente para una carretera.
- Perfil superpuesto es un perfil de una alineación superpuesta sobre visualizaciones del perfil de diferentes alineaciones. Estos perfiles son siempre dinámicos y se actualizan al realizar cambios en el perfil o en el alineamiento de origen.

### 6.1. Generación del perfil del eje diseñado

Para generar un perfil se deben realizar los siguientes pasos:

- Se despliega el menú perfiles (*profiles*) y se selecciona crear perfil a partir de superficie (*create profile from surface*).

- En el cuadro de diálogo crear perfil a partir de superficie, en la lista de alineamientos, se selecciona el alineamiento que se ha diseñado.
- Se selecciona la superficie que se utilizará.
- Si se desea un perfil que no abarque la longitud total del alineamiento se insertan los estacionamientos de inicio y final del tramo de perfil que se necesite.
- Luego hacer clic en añadir para que el perfil sea agregado a la lista de perfiles.
- Si se desea dibujar el perfil, en visualización del perfil, se hace clic en dibujar en visualización del perfil y continuar con el procedimiento de creación de la vista del perfil.

## 6.2. Creación de la vista del perfil

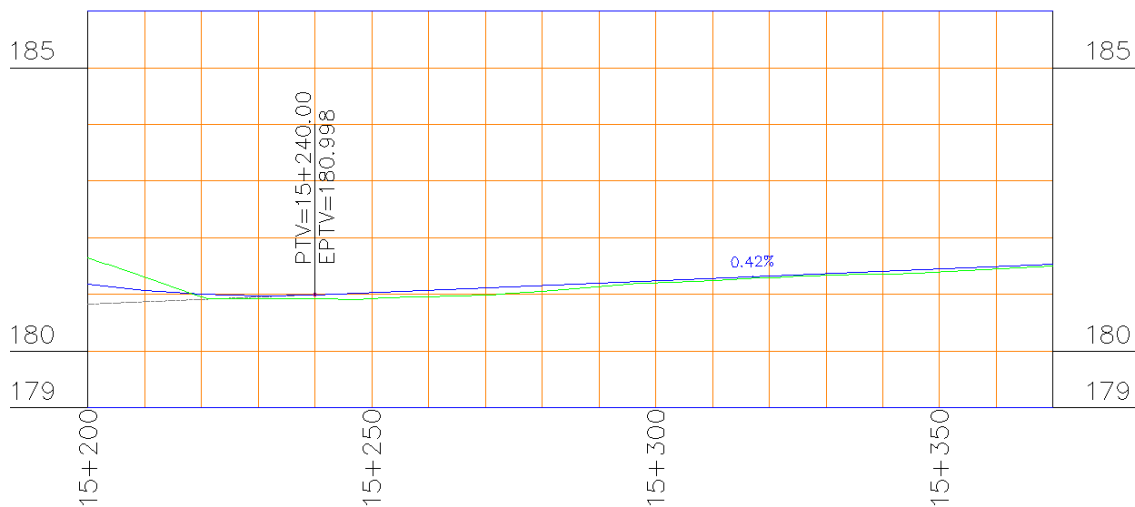
Para mostrar un perfil de superficie hay que crear una visualización del perfil, realizando los pasos siguientes:

- Se despliegan las opciones del menú perfiles, en donde se selecciona crear visualización.
- En el cuadro de diálogo crear visualización del perfil, se cambia el nombre predeterminado y descripción para la vista del perfil.
- En el campo del nombre de la alineación, se selecciona el alineamiento que se ha creado con anterioridad para ver su visualización en el perfil.
- Se revisa si la capa (*layer*) de visualización del perfil es la adecuada o si es necesario se hace el cambio de esta.
- Se revisan los valores de estacionamiento inicial y final del perfil. Si se desea un intervalo diferente, activar la opción especificar intervalo y luego se ingresan los valores del nuevo intervalo.



- En el área altura de visualización del perfil, se revisan los valores de la elevación mínima y elevación máxima. Si se desea un intervalo de visualización distinto, activar la opción de especificar altura, con lo cual se podrá introducir un nuevo intervalo de valores.
- Revisar los parámetros del estilo de visualización del perfil
- En el área seleccionar perfiles para dibujar, elegir el perfil que se generó con anterioridad.
- Seleccionar *ok*
- El programa pedirá la ubicación de dónde se desea colocar el perfil, se selecciona un punto en cualquier ubicación del dibujo, teniendo en cuenta que el punto que se asignará es el inferior de la izquierda para que no se traslape con otros dibujos u objetos en el dibujo.

Figura 66. **Vista de perfil**



Fuente: elaboración propia.

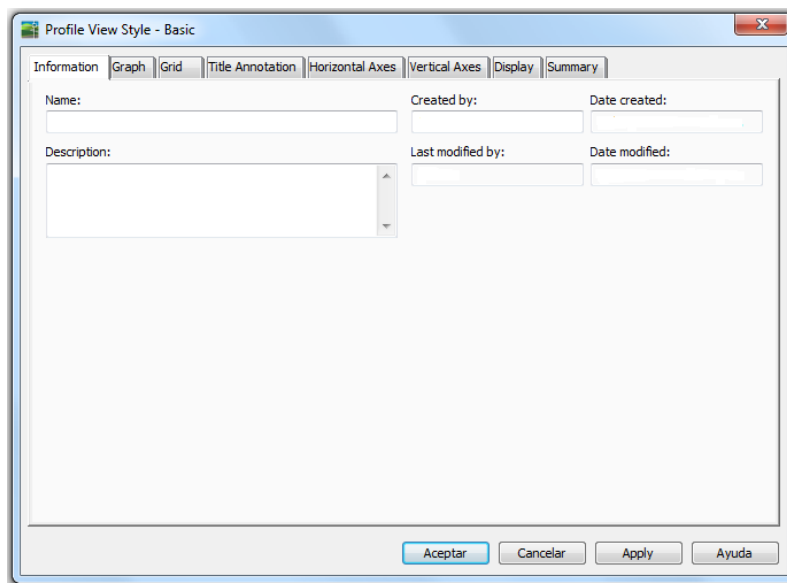
### 6.3. Editar el estilo de vista

Editar el estilo de vista permite definir estilos de visualización del perfil que controlan el formato de títulos, anotaciones de ejes y otros elementos de una visualización de este tipo.

Para editar el estilo de vista del perfil se realizan los siguientes pasos:

- Seleccionar el perfil a modificar y se le da clic derecho
- Seleccionar la opción *edit profile view style*, lo que desplegará el cuadro de diálogo *profile view style*.

Figura 67. **Profile view style, pestaña information**



Fuente: elaboración propia.

### 6.3.1. Pestaña información

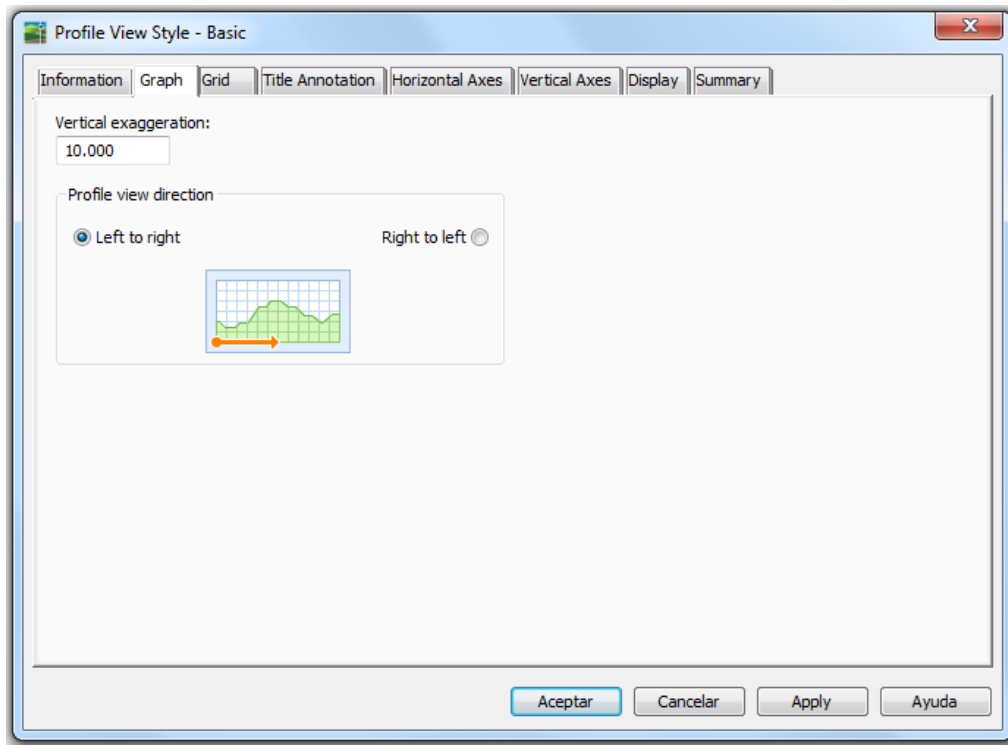
Esta pestaña permite registrar información básica sobre el estilo de visualización del perfil.

- Nombre (*name*): muestra el nombre del estilo de visualización del perfil
- Descripción (*description*): muestra la descripción que se le colocó al estilo, si se desea, se puede colocar una anotación que describa para qué se utilizará el estilo.
- Creado por (*created by*): muestra el nombre de identificación de *Windows* de la persona que ha creado el estilo de visualización del perfil.
- Fecha de creación (*date created*): muestra la fecha y la hora de creación del estilo de visualización del perfil.
- Modificado por última vez (*last modified by*): muestra el nombre de identificación de *Windows* de la última persona que ha modificado el estilo de visualización del perfil.
- Fecha de modificación (*date modified*): muestra la fecha y la hora en que se ha realizado la última modificación del estilo de visualización del perfil.

### 6.3.2. Pestaña gráfico (*graph*)

Esta pestaña permite establecer la dirección de la visualización del perfil y la escala vertical.

Figura 68. **Profile view style, pestaña graph**



Fuente: elaboración propia.

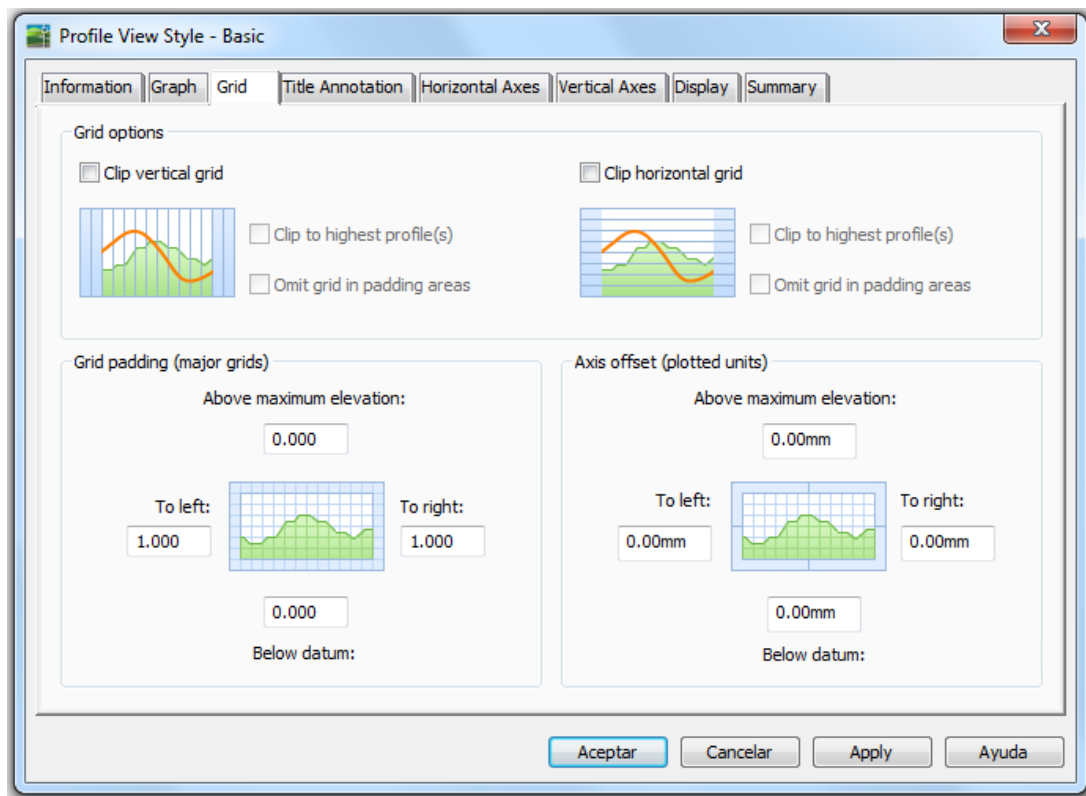
- Exageración vertical (*vertical exaggeration*): especifica cuánto aumentarán los valores de elevación en la visualización del perfil para obtener una mayor visibilidad. Si se desea no aumentar la escala se coloca 1 ó un número mayor para aumentarla. Los valores de elevación se multiplican por ese valor; así un número mayor aumenta la cantidad de deformación de la visualización del perfil.
- Dirección de vista del perfil (profile view direction): indica la dirección del perfil en la rejilla de la visualización del perfil:
  - De izquierda a derecha (*left to right*): el perfil se dibuja con el número de estacionamiento menor a la izquierda, y el número mayor a la derecha.

- De derecha a izquierda (*right to left*): el perfil se dibuja con el número de estacionamiento mayor a la izquierda, y el número menor a la derecha.

### 6.3.3. Pestaña de cuadrícula (*grid*)

En esta pestaña se puede escoger entre ver o no ver las líneas verticales u horizontales arriba de la línea del terreno natural, de acuerdo a las opciones que el programa ofrece.

Figura 69. **Profile view style, pestaña grid**

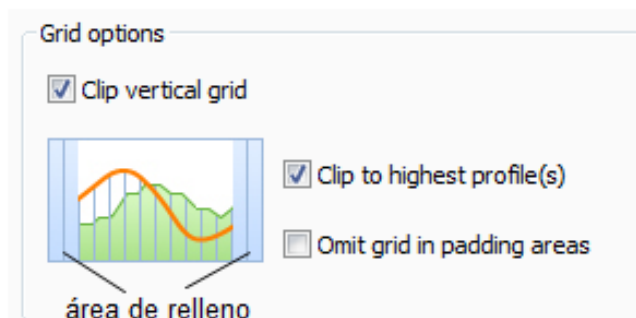


Fuente: elaboración propia.

Opciones de cuadrícula:

- Delimitar cuadrícula vertical (*clip vertical grid*): indica las líneas de cuadrícula vertical, si esta opción se deja sin marcar se tendrá como resultado que las líneas verticales no se interrumpan en ningún punto en cambio si se marca esta opción las líneas solo se dibujarán por debajo de la línea de terreno natural y se activarán las siguientes opciones:
  - *Clip to highest profile*: indica que las líneas verticales tomen a la rasante también como punto final de las mismas.
  - *Omit grid in padding areas*: si se activa esta no se pondrán líneas verticales en el área de relleno.

Figura 70. **Vertical grid options**

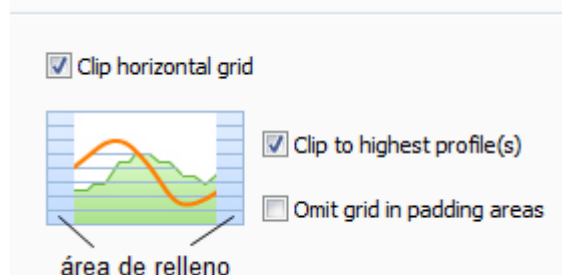


Fuente: elaboración propia.

- Delimitar cuadrícula horizontal (*clip horizontal grid*): indica las líneas de cuadrícula horizontal, si esta opción se deja sin marcar se tendrá como resultado que las líneas no se interrumpan en ningún punto en cambio si se marca esta opción las líneas solo se dibujarán por debajo de la línea de terreno natural y se activarán las siguientes opciones:

- *Clip to highest profile*: indica que las líneas horizontales tomen a la rasante también como punto final de las mismas.
- *Omit grid in padding areas*: si se activa esta no se pondrán líneas horizontales en el área de relleno.

Figura 71. **Horizontal grid options**



Fuente: elaboración propia.

Cuadrícula de relleno (*grid padding*):

- Por encima del nivel máximo (*above maximum level*): indica el número de bloques de cuadrícula que la visualización del perfil extiende por encima de la elevación de perfil máxima.
- Bajo la cota del *datum* (*below datum*): especifica el número de bloques de cuadrícula que la visualización del perfil extiende por debajo de la cota de referencia o la elevación de perfil mínima.
- A la izquierda (*to left*): precisa el número de cuadrículas principales que se colocarán antes del valor del estacionamiento situado más a la izquierda de la alineación. De este modo el gráfico puede ser más ancho que el perfil.
- A la derecha (*to right*): precisa el número de cuadrículas principales que se colocarán adelante del valor del estacionamiento situado más a la derecha

de la alineación. De este modo el gráfico puede ser más ancho que el perfil.

Paralelas a los ejes (*axis offset*):

Con estas opciones se pueden dejar un margen entre el perfil y los textos que se coloran a su alrededor.

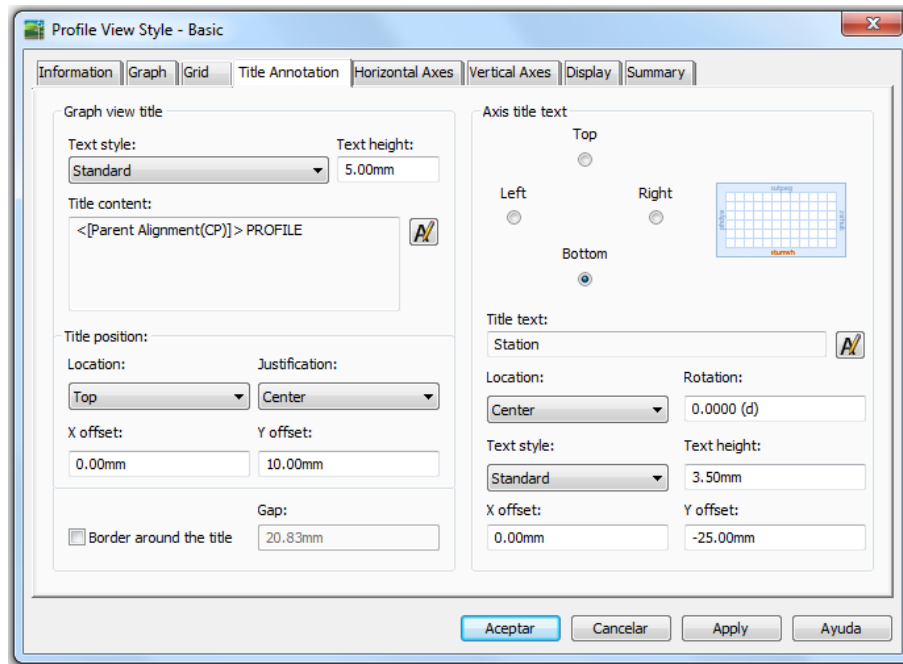
#### **6.3.4. Pestaña colocación del título (*title annotation*)**

Vista gráfica del título (*graph view title*):

- Estilo de texto (*text style*): especifica el estilo de texto para el título de la visualización del perfil.
- Altura del título (*text height*): indica la altura del texto actual en unidades de dibujo.
- Contenido del título (*title content*): especifica los elementos de texto que se utilizan para componer el título, como el nombre de la alineación horizontal.



Figura 72. **Profile view style, pestaña title annotation**



Fuente: elaboración propia.

Texto de título de eje (*axis title text*):

En estas opciones se escoge el eje en el cual trabajará la configuración de los títulos de los ejes, si se desea títulos en las 4 caras del perfil se tendrá que hacer la configuración para cada eje.

Posición del título (*title position*):

Estos controles determinan la posición del título de la visualización del perfil.

- Ubicación (*location*): especifica la ubicación del título con respecto a la rejilla de visualización del perfil: superior, inferior, derecha o izquierda.
- Justificación (*justification*): indica la justificación del título. Si la ubicación se establece en superior o inferior, los valores de justificación serán izquierda, derecha y centro. Si la ubicación se establece en derecha o izquierda, los valores de justificación serán inferior, medio y superior.
- Desplazar en X (*X offset*): especifica el desplazamiento horizontal desde la posición establecida mediante los valores de ubicación y justificación. Si se introduce un valor positivo, el título se desplaza a la derecha o un negativo para moverlo a la izquierda.
- Desplazar en Y (*Y offset*): especifica el desplazamiento vertical desde la posición establecida mediante los valores de ubicación y justificación. Si se introduce un valor positivo, el título se desplaza hacia arriba o negativo para moverlo hacia abajo.
- Borde alrededor del título (*border around the title*): precisa si se dibujará una línea de borde alrededor del bloque de título.
- Hueco (*gap*): especifica la distancia entre el título y su borde

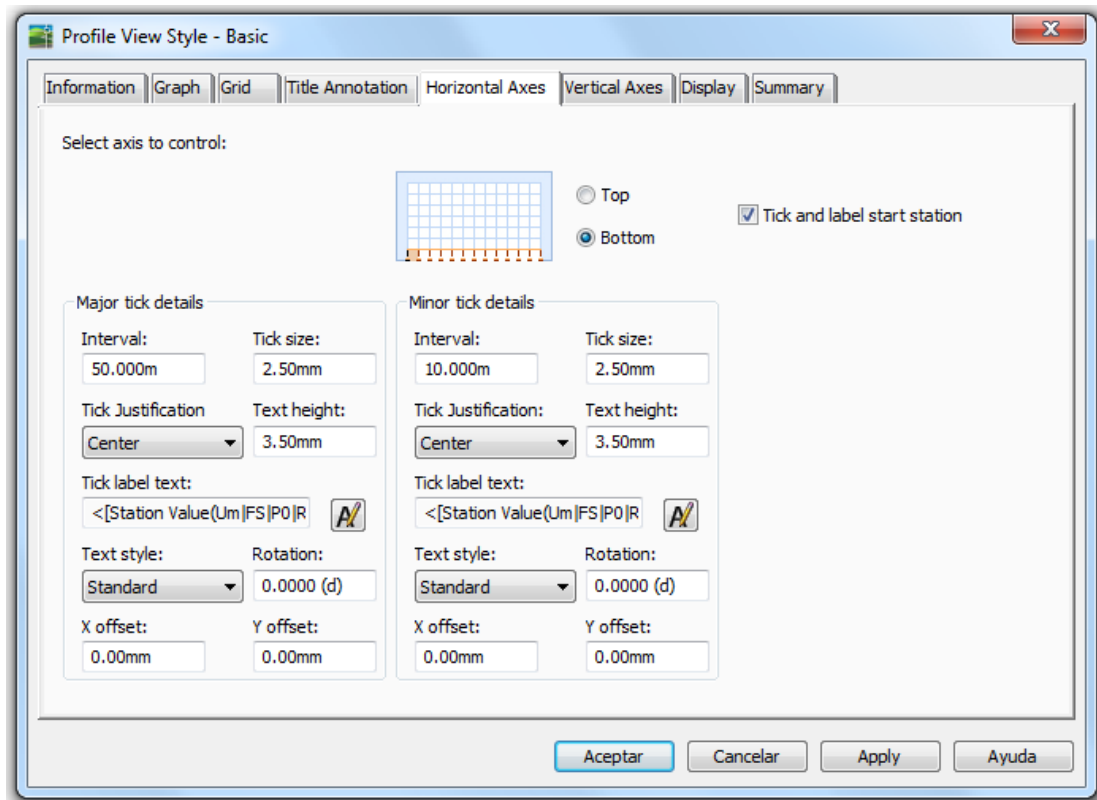
#### **6.3.5. Pestaña eje horizontal (*horizontal axes*)**

Esta pestaña permite especificar la ubicación de los textos de estacionamientos y el uso de marcas en el eje horizontal de la vista del perfil.

Seleccionar el eje de control (*select axis to control*):

En estas opciones se debe escoger qué eje se configurará, este proceso se debe de hacer para los dos ejes, arriba y abajo.

Figura 73. **Profile view style, pestaña horizontal axes**



Fuente: elaboración propia.

Intervalos de marca mayores (*major tick details*):

- Intervalo (*interval*): indica el intervalo de las marcas mayores sobre el eje horizontal, en unidades de terreno actuales.
- Tamaño de marca (*tick size*): especifica la altura de la marca sobre el eje horizontal en unidades de trazado.
- Estilo de texto (*text style*): especifica el estilo del texto de la etiqueta de marca.


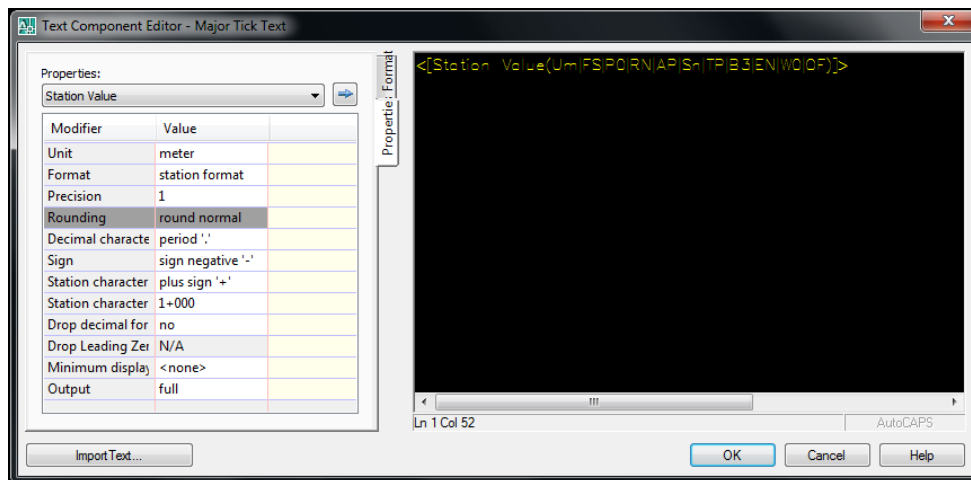
- Altura de texto (*text height*): especifica la altura del texto (en unidades de trazado) que se utiliza para etiquetar marcas mayores en el eje horizontal.
- Justificación de la marca (*tick justification*): esta define la justificación de la marca ya sea en la parte superior, inferior o centro.
- Texto de etiqueta de marca (*tick label text*): especifica una propiedad con la que se etiqueta la marca. Para cambiar el formato o el contenido del texto, haga clic en el ícono , el cual mostrará el cuadro de diálogo editor de componentes de texto (*text component editor*).

Figura 74. **Text component editor – Major tick text**



Fuente: elaboración propia.

- Rotación (*rotation*): especifica el ángulo de la etiqueta de marca. La dirección del ángulo siempre tiene sentido anti horario.
- Desplazar en X (*X offset*): desplazamiento horizontal de la etiqueta de marca desde la parte inferior de la marca.
- Desplazar en Y (*Y offset*): desplazamiento vertical de la etiqueta de marca desde la parte inferior de la marca.

Intervalos de marca menores (*minor tick details*):


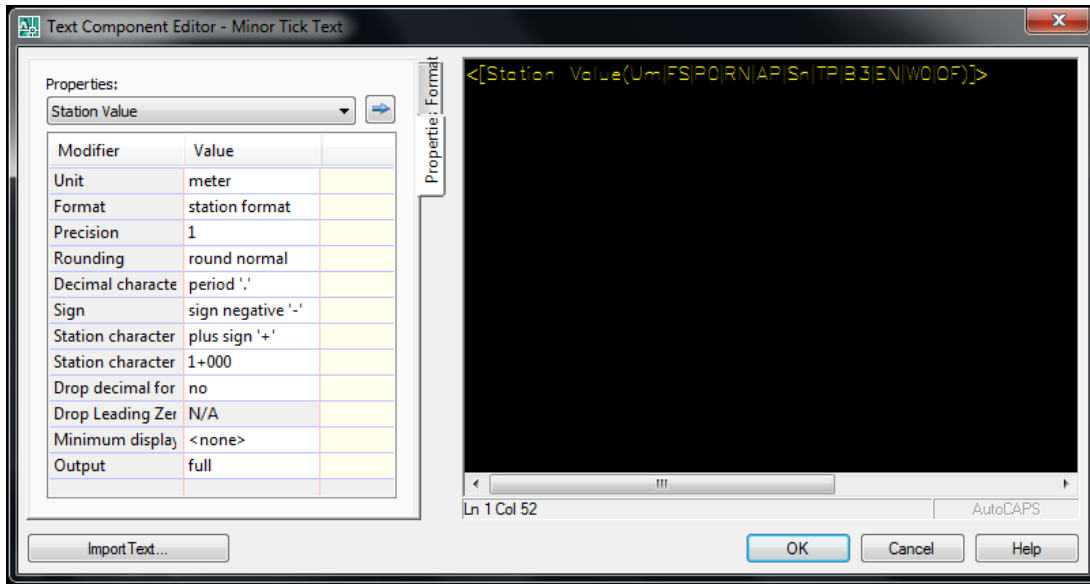
- Intervalo (*interval*): indica el intervalo de las marcas menores sobre el eje horizontal, en unidades de terreno actuales.
- Tamaño de marca (*tick size*): especifica la altura de la marca sobre el eje horizontal en unidades de trazado.
- Estilo de texto (*text style*): especifica el estilo del texto de la etiqueta de marca.
- Altura de texto (*text height*): especifica la altura del texto (en unidades de trazado) que se utiliza para etiquetar marcas menores en el eje horizontal.
- Justificación de la marca (*tick justification*): esta define la justificación de la marca ya sea en la parte superior, inferior o centro.
- Texto de etiqueta de marca (*tick label text*): especifica una propiedad con la que se etiqueta la marca. Para cambiar el formato o el contenido del texto, haga clic en el ícono , el cual mostrará el cuadro de diálogo editor de componentes de texto (*text component editor*).

Figura 75. **Text componente editor – Minor tick text**



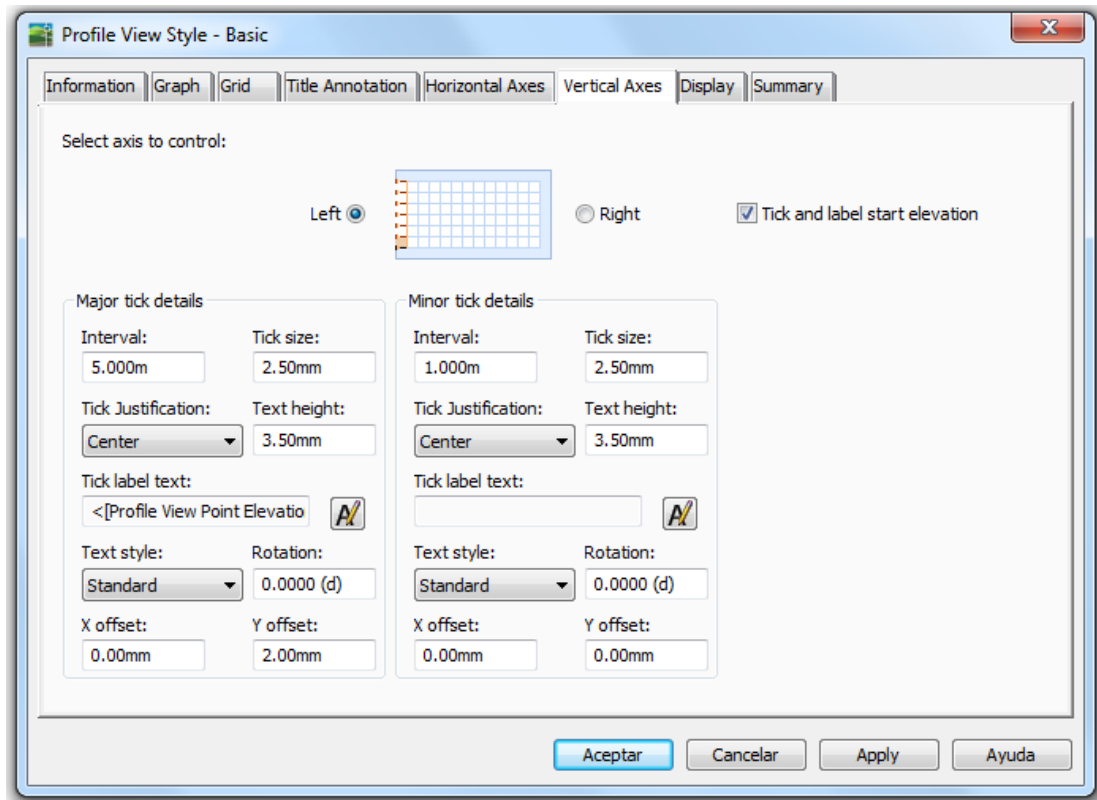
Fuente: elaboración propia.

- Rotación (*rotation*): especifica el ángulo de la etiqueta de marca. La dirección del ángulo siempre tiene sentido anti horario.
- Desplazar en X (*X offset*): desplazamiento horizontal de la etiqueta de marca desde la parte inferior de la marca.
- Desplazar en Y (*Y offset*): desplazamiento vertical de la etiqueta de marca desde la parte inferior de la marca.

### 6.3.6. Pestaña eje vertical (*vertical axes*)

Esta pestaña permite especificar la ubicación de los textos de elevaciones y el uso de marcas en el eje vertical de la vista del perfil.

Figura 76. **Profile view style, pestaña vertical axes**



Fuente: elaboración propia.

Seleccionar el eje de control (*select axis to control*):

En estas opciones se debe escoger qué eje se configurará primero, este proceso se debe de hacer para los dos ejes, derecho e izquierdo.

Intervalos de marca mayores (*major tick details*):

- Intervalo (*interval*): indica el intervalo de las marcas mayores sobre el eje vertical, en unidades de terreno actuales.


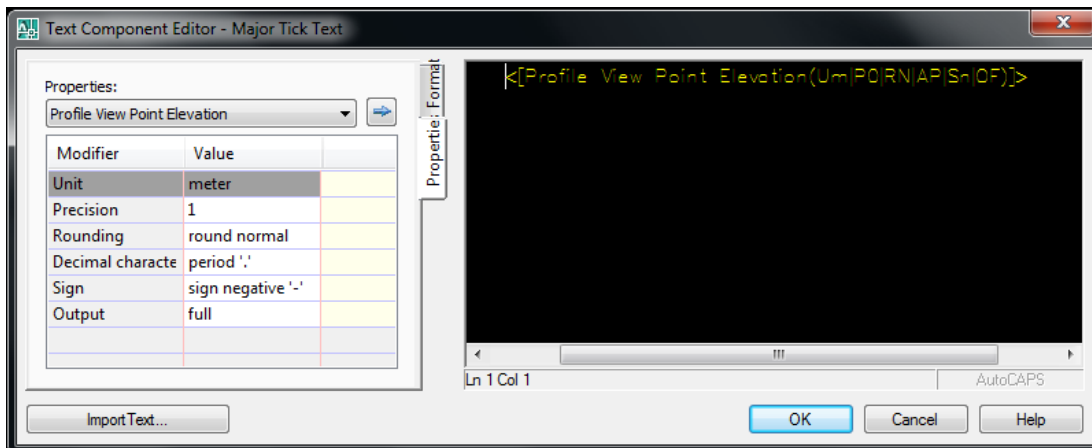
- Tamaño de marca (*tick size*): especifica la altura de la marca sobre el eje vertical en unidades de trazado.
- Estilo de texto (*text style*): especifica el estilo del texto de la etiqueta de marca.
- Altura de texto (*text height*): especifica la altura del texto (en unidades de trazado) que se utiliza para etiquetar marcas mayores en el eje vertical.
- Justificación de la marca (*tick justification*): esta define la justificación de la marca ya sea en la parte superior, inferior o centro.
- Texto de etiqueta de marca (*tick label text*): especifica una propiedad con la que se etiqueta la marca. Para cambiar el formato o el contenido del texto, haga clic en el ícono , el cual mostrará el cuadro de diálogo editor de componentes de texto (*text component editor*).

Figura 77. **Text component editor – Major tick text elevation**



Fuente: elaboración propia.

- Rotación (*rotation*): especifica el ángulo de la etiqueta de marca. La dirección del ángulo siempre tiene sentido anti horario.



- Desplazar en X (*X offset*): desplazamiento horizontal de la etiqueta de marca desde la parte inferior de la marca.
- Desplazar en Y (*Y offset*): desplazamiento vertical de la etiqueta de marca desde la parte inferior de la marca.

Intervalos de marca menores (*minor tick details*):


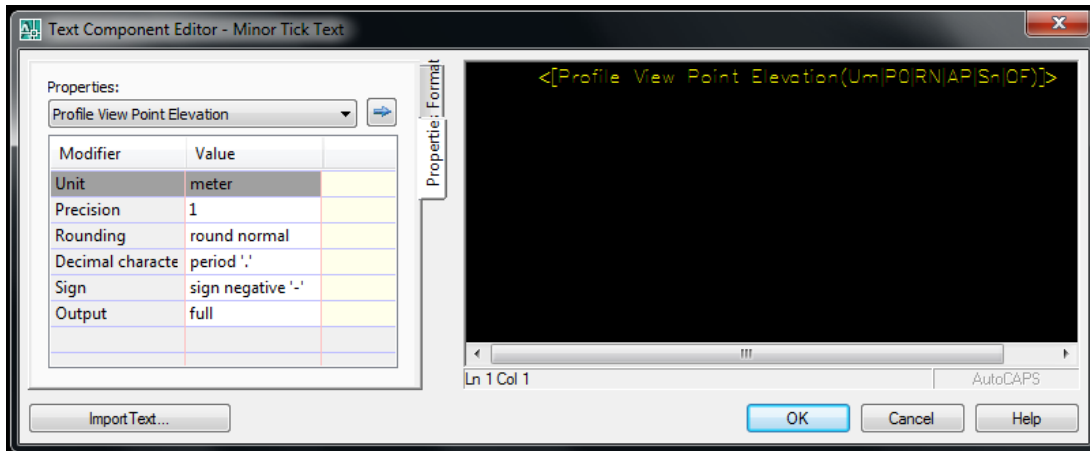
- Intervalo (*interval*): indica el intervalo de las marcas menores sobre el eje vertical, en unidades de terreno actuales.
- Tamaño de marca (*tick size*): especifica la altura de la marca sobre el eje vertical en unidades de trazado.
- Estilo de texto (*text style*): especifica el estilo del texto de la etiqueta de marca.
- Altura de texto (*text height*): especifica la altura del texto (en unidades de trazado) que se utiliza para etiquetar marcas menores en el eje vertical.
- Justificación de la marca (*tick justification*): esta define la justificación de la marca ya sea en la parte superior, inferior o centro.
- Texto de etiqueta de marca (*tick label text*): especifica una propiedad con la que se etiqueta la marca. Para cambiar el formato o el contenido del texto, haga clic en el ícono , el cual mostrará el cuadro de diálogo editor de componentes de texto (*text component editor*).

Figura 78. **Text component editor – Minor tick text elevations**



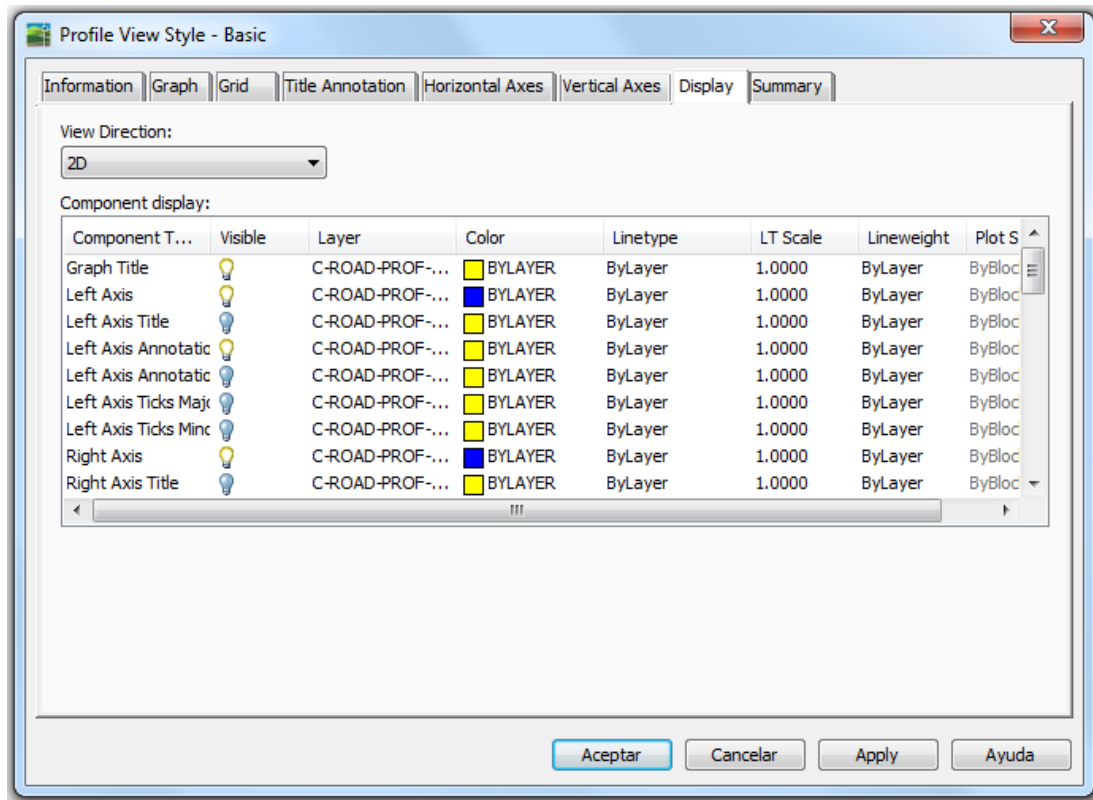
FUENTE: propia

- Rotación (*rotation*): especifica el ángulo de la etiqueta de marca. La dirección del ángulo siempre tiene sentido anti horario.
- Desplazar en X (*X offset*): desplazamiento horizontal de la etiqueta de marca desde la parte inferior de la marca.
- Desplazar en Y (*Y offset*): desplazamiento vertical de la etiqueta de marca desde la parte inferior de la marca.

### 6.3.7. Pestaña visualización (*display*)

Esta pestaña permite gestionar la presentación de los componentes de la visualización del perfil en 2D o 3D, ya sea encendiendo o apagando los *layer* donde se encuentran los componentes.

Figura 79. **Profile view style, pestaña display**

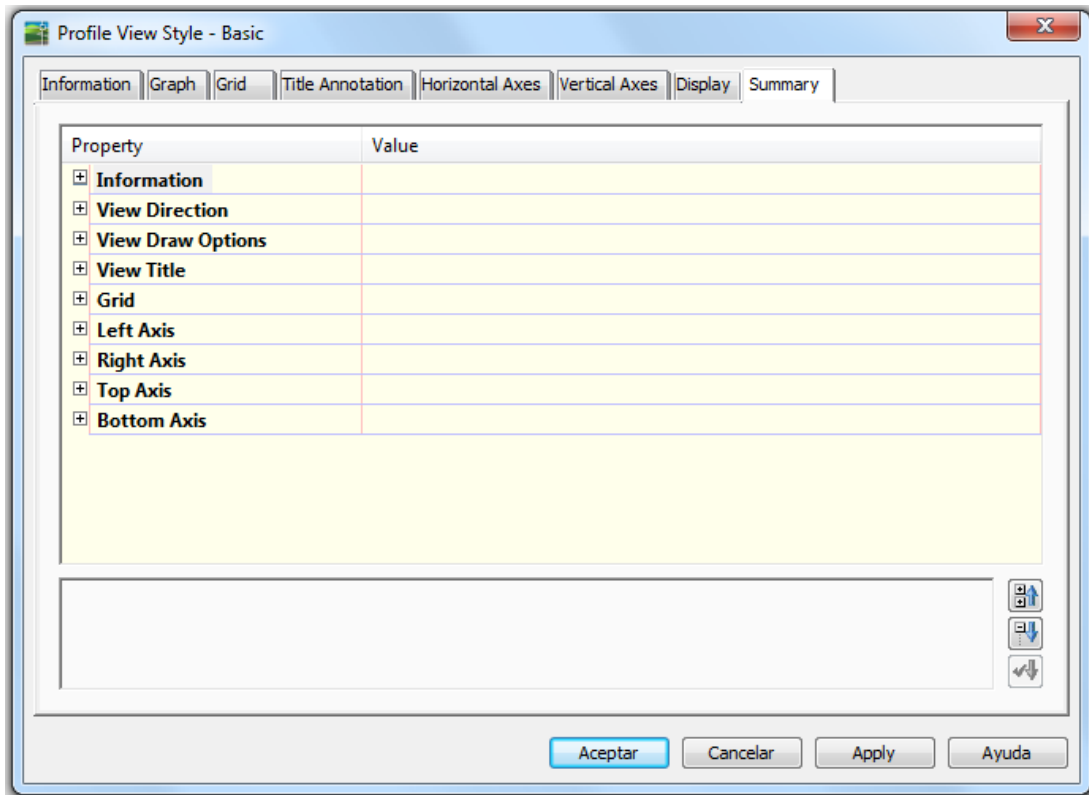


Fuente: elaboración propia.

### 6.3.8. Pestaña resumen (*summary*)

Esta pestaña se utiliza para revisar y ajustar parámetros del estilo de visualización del perfil, acá se pueden encontrar todas las configuraciones que se realizaron en las pestañas anteriores.

Figura 80. **Profile view style, pestaña summary**



Fuente: elaboración propia.

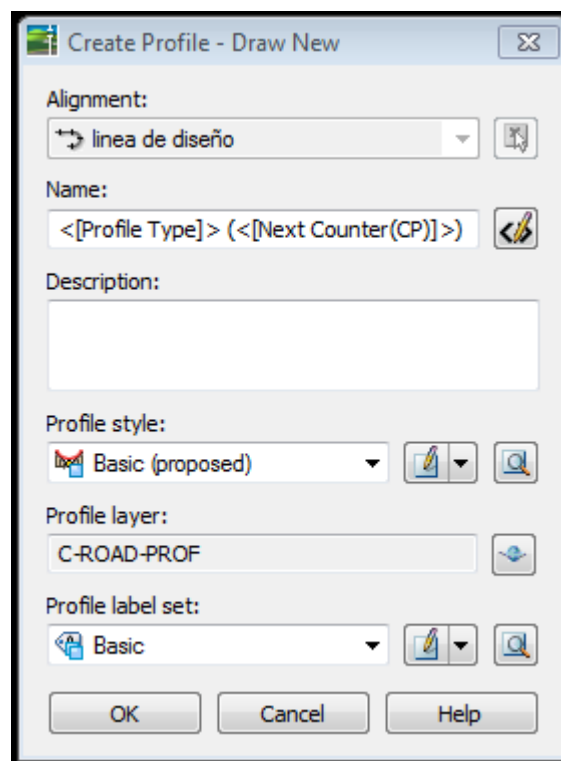
#### 6.4. Creación de rasante

Para crear una rasante de diseño, se utiliza la opción perfil por composición, que se utiliza para representar elevaciones diseñadas a lo largo de un alineamiento.

Normalmente, un perfil compuesto se dibuja en la rejilla de una visualización del perfil y se utiliza el perfil de superficie como guía. Para dibujar un perfil compuesto se realizan los siguientes pasos:

- Ingresar en menú perfiles (*profiles*)
- Seleccionar, crear perfil por composición (*create profile by layout*)
- Seleccionar, vista del perfil donde se trabajará la rasante
- Se despliega el cuadro de diálogo crear perfil

Figura 81. **Create profile**



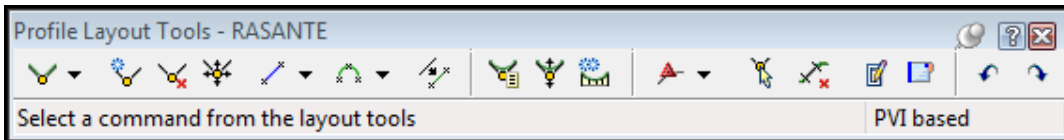
Fuente: elaboración propia.

- Escoger el alineamiento horizontal con el que se trabajará
- Se puede cambiar el nombre del perfil que se está creando
- Es opcional escribir una descripción
- Hacer clic en aceptar
- Se despliega la barra de comandos *profile layout tools*

- En esta barra de herramientas se escoge el método para el dibujo de la rasante.

#### 6.4.1. Herramientas para perfiles por composición (*profile layout tools*)

Figura 82. **Profile layout tools 1**



Fuente: elaboración propia.

Estas herramientas permiten dibujar y editar perfiles, siendo muy útiles para editar perfiles compuestos y perfiles de superficie.

Creación de perfiles compuestos:


Los tres botones que se muestran en la siguiente figura controlan cómo se dibuja un perfil compuesto en una visualización del perfil.


Figura 83. **Profile layout tools 2**



Fuente: elaboración propia.

Donde:

 Dibujar tangentes: solicita la designación de vértices (PIV) en la visualización del perfil y dibuja tangentes entre ellos.

 Dibujar tangentes con curvas: solicita la designación de PIV en la visualización del perfil y dibuja tangentes con una curva en cada PIV, excepto al inicio y al final del perfil de rasante.


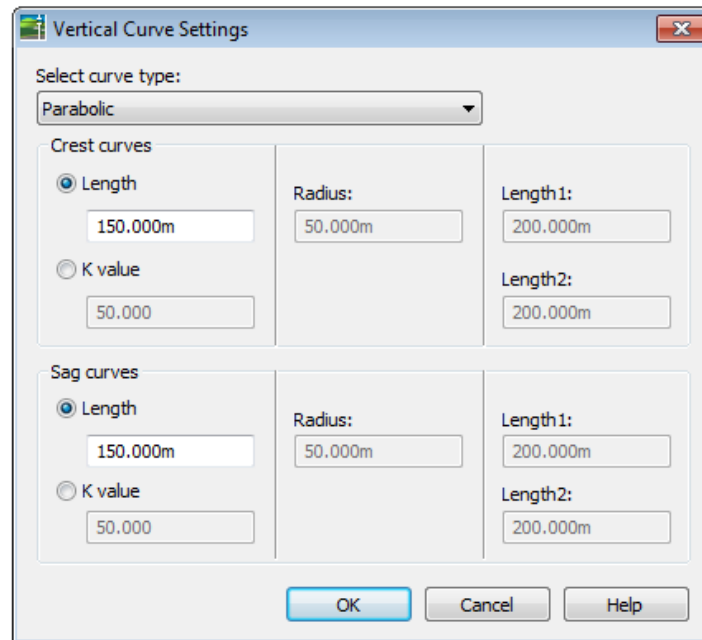
 Configuración de curvas: abre el cuadro de diálogo para configurar las curvas que se colocan entre las tangentes cuando se utiliza el botón de dibujar tangentes con curvas. El cuadro de diálogo que se abre es el siguiente:

Figura 84. **Vertical curve settings**



Fuente: elaboración propia.

Donde:

- Selección del tipo de curva (*select curve type*): permite escoger el tipo de curva que se utilizará, como se está trabajando rasante, se deben seleccionar curvas parabólicas.
- Longitud (*length*) se coloca una arbitraria o la mínima de acuerdo a las especificaciones del proyecto.

Operaciones de los PIVs:



Insertar PIV: solicita la designación de una ubicación en la visualización del perfil para generar un nuevo PIV. Cualquier tangente existente en esa ubicación se partirá para crear dos tangentes que se unen en el nuevo PIV.



Eliminar PIV: solicita la designación de un PIV para eliminarlo. Si dos tangentes se unen en un PIV, se sustituirán con una única tangente dibujada desde el PIV anterior hasta el posterior.

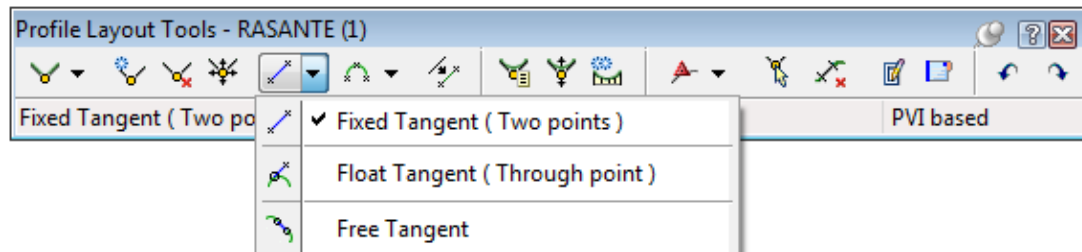


Mover PIV: solicita el desplazamiento de un PIV. Las tangentes se mantienen enlazadas y este se puede desplazar en cualquier dirección.






Operaciones para crear tangentes:

Figura 85. **Profile layout tools 3**

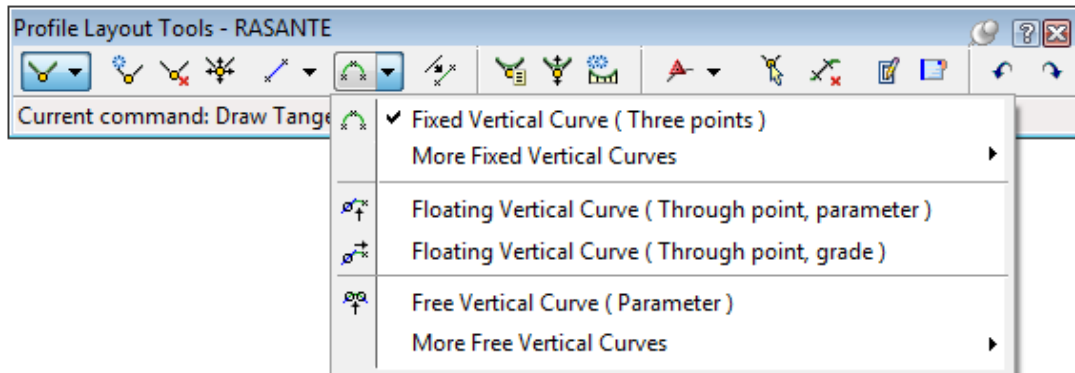


Fuente: elaboración propia.


-  Tangente fija (dos puntos): solicita que se genere una tangente mediante la selección de los puntos inicial y final.
  
-  Tangente flotante (punto de paso): solicita que se añada una tangente mediante la selección de una entidad y la especificación de un punto de paso.
  
-  Tangente libre (entre dos parábolas): solicita que se añada una tangente, mediante la selección de dos parábolas simétricas que se enlazan con una tangente.


Opciones de creación de curvas:


Figura 86. **Profile layout tools 4**



Fuente: elaboración propia.

 Curva vertical fija (tres puntos): solicita que se añada una curva mediante la selección de tres puntos, el inicial, un segundo punto en cualquier parte por donde se desee que pase la curva y un punto final.

 Curva vertical fija (extremo de entidad, punto de paso): solicita que se añada una curva mediante la selección de una entidad y la precisión de un punto de paso.

 Curva vertical fija (dos puntos, pendiente en punto inicial): solicita que se añada una curva mediante la especificación de dos puntos y la pendiente en el punto inicial.



Curva vertical fija (dos puntos, pendiente en punto final): solicita que se añada una curva mediante la especificación de dos puntos y la pendiente en el punto final.



Curva vertical flotante (punto de paso, pendiente): solicita que se añada una curva mediante la selección de una entidad a la que se enlazará, la especificación de un punto de paso y un valor de K o una longitud de radio mínima.



Curva vertical flotante (punto de paso, pendiente): solicita que se añada una curva mediante la selección de una entidad y la especificación de un punto de paso y una pendiente.



Curva vertical libre (parámetro): solicita que se añada una curva mediante la selección de dos entidades que se enlazarán y la especificación de un valor de K o una longitud de radio mínima.



Parábola vertical libre (basada en PIV): solicita que se añada una curva a un PIV mediante la especificación de una longitud de curva, un punto de paso o un valor de K.



Parábola asimétrica libre (basada en PIV): solicita que se añada una curva a un PIV mediante la especificación de la longitud de curva antes y después del PIV.



Curva circular libre (basada en PIV): solicita que se añada una curva a un PIV mediante la especificación de un radio de curva o un punto de paso.

Suprimir entidad:



Solicita que se seleccione una tangente o curva que se desea suprimir.

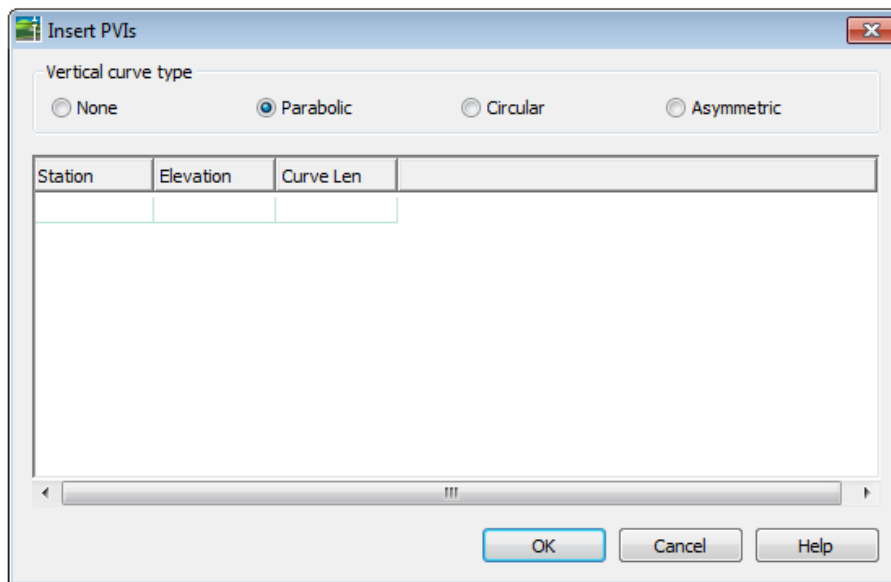
Operaciones de los PIVs:

Estos botones controlan diversas operaciones de los PIVs cuando está activo el cuadro de diálogo, vista de rejilla de perfil. Si el perfil es dinámico, es decir se actualiza automáticamente para reflejar los cambios en la superficie en la que está basado, solo estará disponible el botón copiar perfil.



Insertar PIV – tabular: abre el cuadro de diálogo insertar PIV como se muestra a continuación:

Figura 87. **Insert PIVs**



Fuente: elaboración propia.

Este cuadro de diálogo se utiliza para introducir datos numéricos de los PIVs, cuando se tienen puntos obligados por donde pasar con la rasante de diseño.


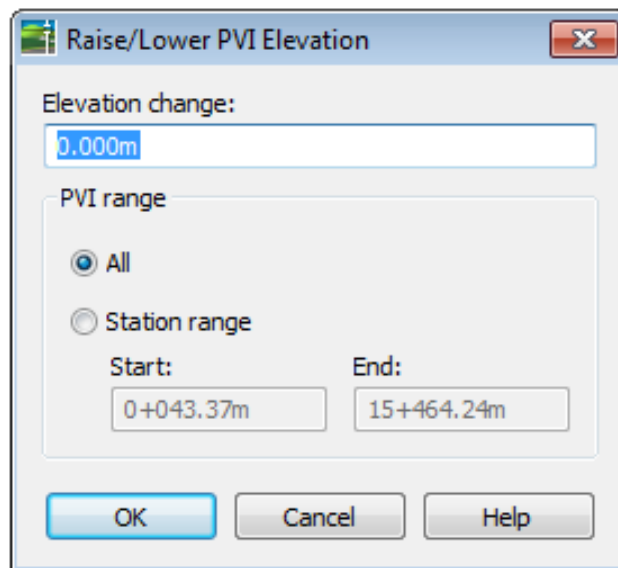
 Elevar/bajar PIV elevación: abre el cuadro de diálogo elevar/bajar, elevación de PIV, el cual se utiliza para hacer un cambio de elevación para todo el perfil o para un intervalo del perfil, como se muestra a continuación:

Figura 88. **Raise/Lower PVI elevation**



Fuente: elaboración propia.


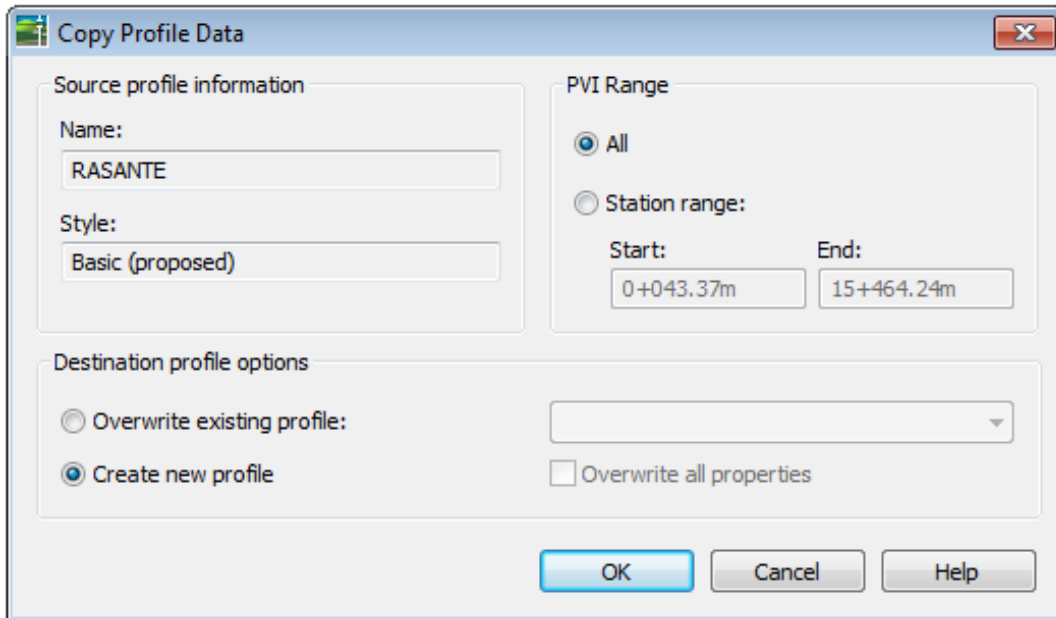

 copiar perfil: abre el cuadro de diálogo copiar datos de perfil, permitiendo copiar total o parcialmente un perfil y si se desea, se puede sobre escribir otro perfil existente como que se muestra a continuación.


Figura 89. **Copy profile data**




Fuente: elaboración propia.

Operaciones de selección:

 En base a PIV: indica que los cuadros de diálogo, parámetros de composición de perfil y vista de rejilla de perfil, muestran información de PIV.

 En base a entidad: indica que los cuadros de diálogo, parámetros de composición de perfil y vista de rejilla de perfil, muestran información de entidad.

 Seleccionar PIV: solicita la designación de un PIV en la pantalla. Esta acción resalta el PIV actual tanto en pantalla como en la vista de rejilla de perfil.

Análisis de datos:


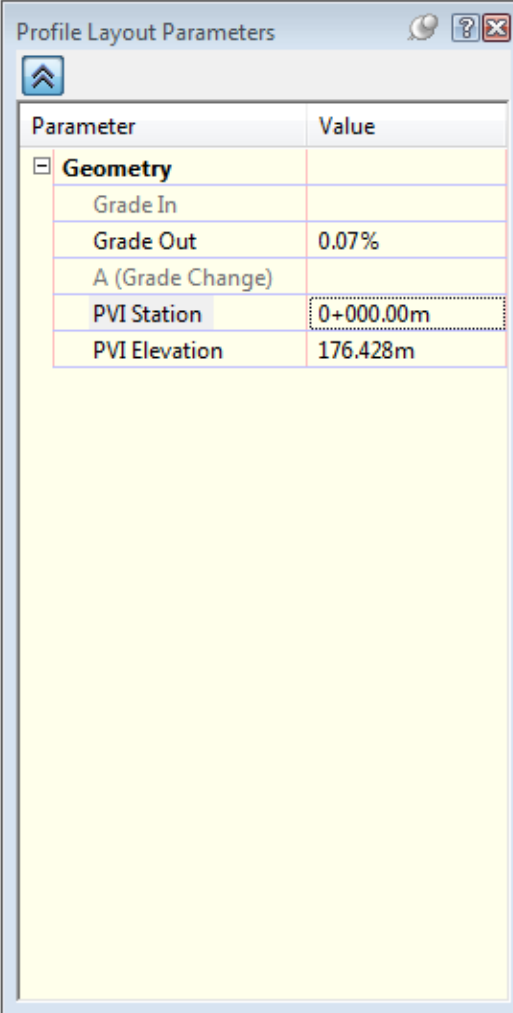
 Parámetros de composición de perfil: abre o cierra el cuadro de diálogo parámetros de composición de perfil, este cuadro muestra la información geométrica del elemento actual o seleccionado, como se muestra a continuación:

Figura 90. ***Profile layout parameters***



Parameter	Value
<b>Geometry</b>	
Grade In	
Grade Out	0.07%
A (Grade Change)	
PVI Station	0+000.00m
PVI Elevation	176.428m

Fuente: elaboración propia.


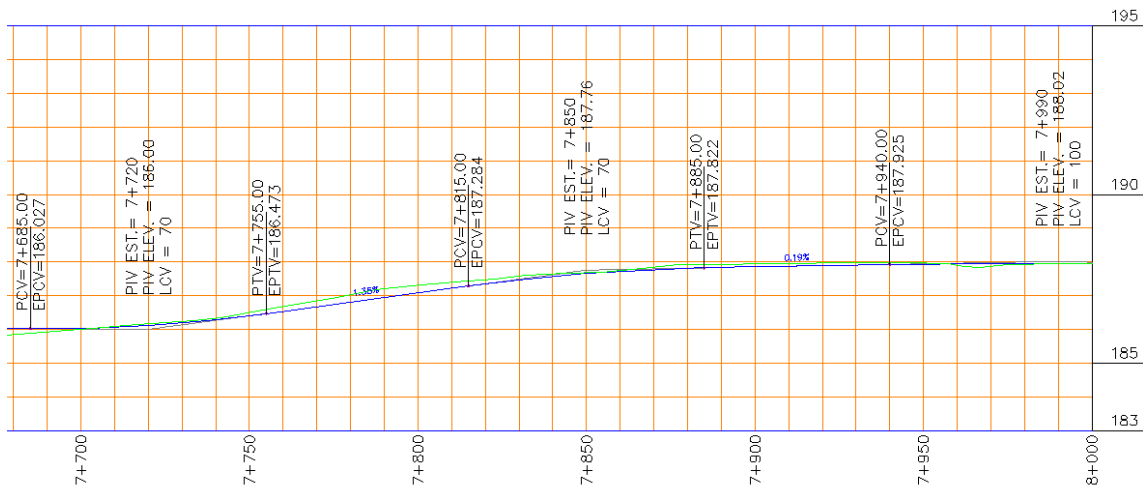
 Vista de rejilla de perfil: abre o cierra la vista entidades de perfil (panorámica), mostrando toda la información que se tenga ingresada. En este cuadro también se puede hacer modificaciones a la rasante como se muestra a continuación:

Figura 91. Panorámica

No.	PVI Station	PVI Elevation	Grade In	Grade Out	A (Grade Change)	Profile Curve Type	K Value	Sub-Entity Type	Profile Curve Length	Curve Radius
1	0+000.00m	176.428m		-0.10%						
2	0+557.42m	175.880m	-0.10%	0.39%	0.49%	Sag	244.308	Symmetric Parabola	120.000m	24430.765m
3	1+199.92m	178.403m	0.39%	-0.50%	0.89%	Crest	112.037	Symmetric Parabola	100.000m	11203.718m
4	1+761.05m	175.599m	-0.50%	0.24%	0.74%	Sag	189.649	Symmetric Parabola	140.000m	18964.933m
5	2+929.49m	178.385m	0.24%	0.07%	0.17%	Crest	834.022	Symmetric Parabola	140.000m	83402.227m
6	6+485.21m	180.896m	0.07%	0.34%	0.27%					
7	7+152.96m	183.139m	0.34%	1.45%	1.11%					
8	7+326.91m	185.663m	1.45%	0.04%	1.41%					
9	8+764.15m	186.221m	0.04%	0.81%	0.77%					

Fuente: elaboración propia.

Figura 92. Vista de perfil de diseño



Fuente: elaboración propia.



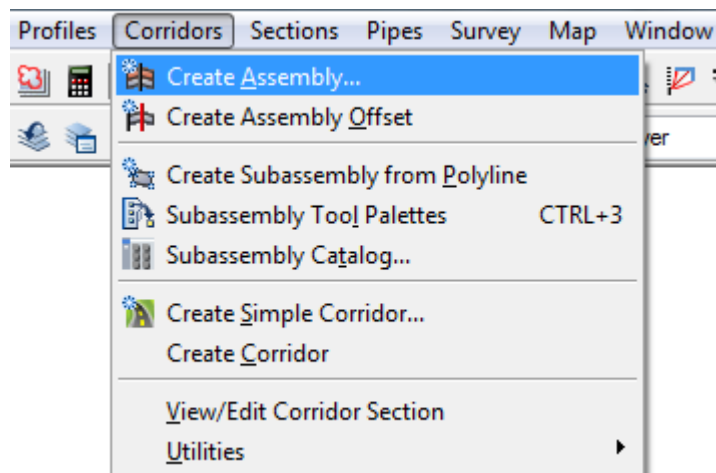
## 7. CREACIÓN DE SECCIÓN TÍPICA DE UNA CARRETERA

Se le llama sección típica a la representación gráfica de las dimensiones de los distintos elementos geométricos específicos que conforman la sección transversal de una carretera de un proyecto dado.

### 7.1. Pasos para crear la sección típica

- Generar el punto de control (*assembly*) para la sección en el menú *corridors*.

Figura 93. Menú corredor

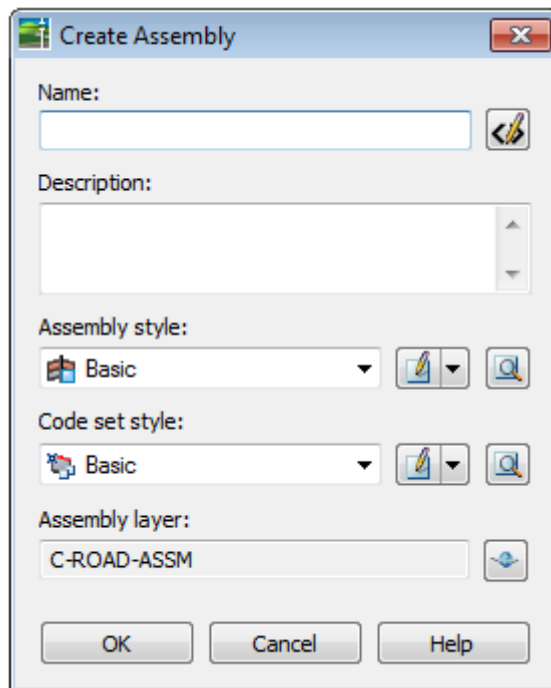


Fuente: elaboración propia.

- Seleccionar la opción *create assembly*

- Se desplegará el cuadro de diálogo *create assembly*. Ingresar el nombre, la descripción de la sección típica y también se puede editar los valores predeterminados de *assembly style* y *code set style*.

Figura 94. **Cuadro de diálogo crear ensamblaje (*Create Assembly*)**



Fuente: elaboración propia.

- Hacer clic en “ok”
- El programa solicita la ubicación donde insertará el ensamblaje. Acá se puede ingresar una coordenada directamente o haciendo clic en la pantalla, una vez especificada la coordenada se insertará el siguiente símbolo en pantalla.

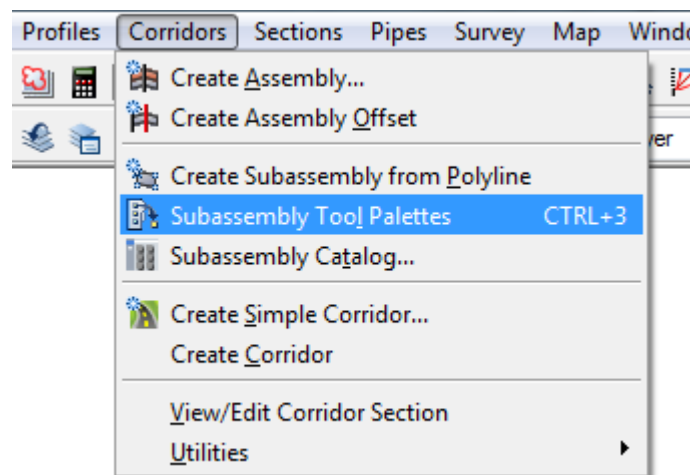
Figura 95. **Ensamblaje**



Fuente: elaboración propia.

- Se abre la ventana de herramientas para la creación de sub ensambles en el menú *corridors* en la opción *subassembly tool palettes*.

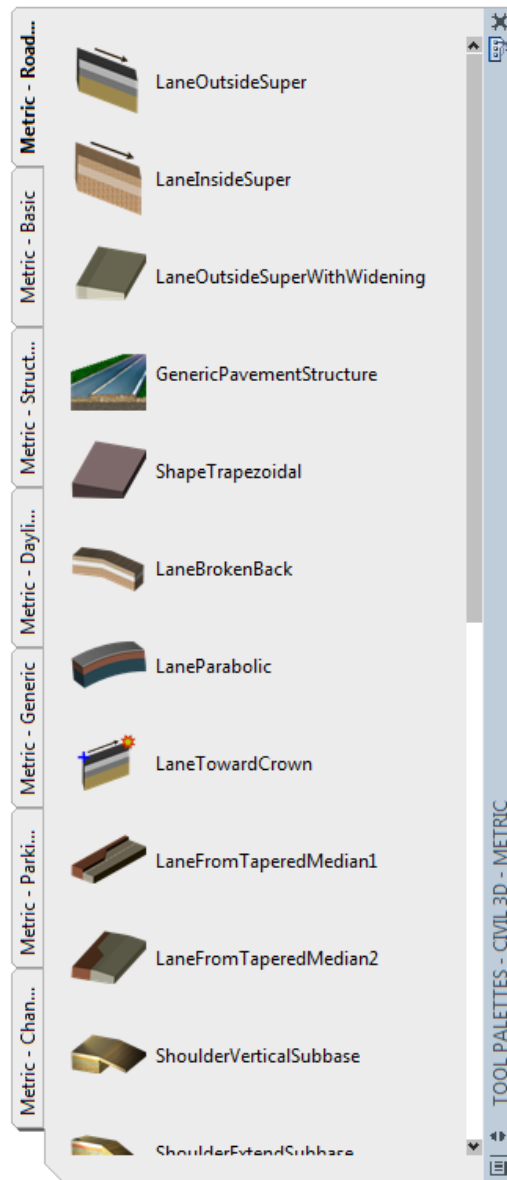
Figura 96. **Menú corredor opción herramientas de sub ensambles**



Fuente: elaboración propia.

- Esta opción muestra una ventana donde se pueden escoger varios tipos de objetos para formar la sección típica.

Figura 97. Herramientas de sub ensambles

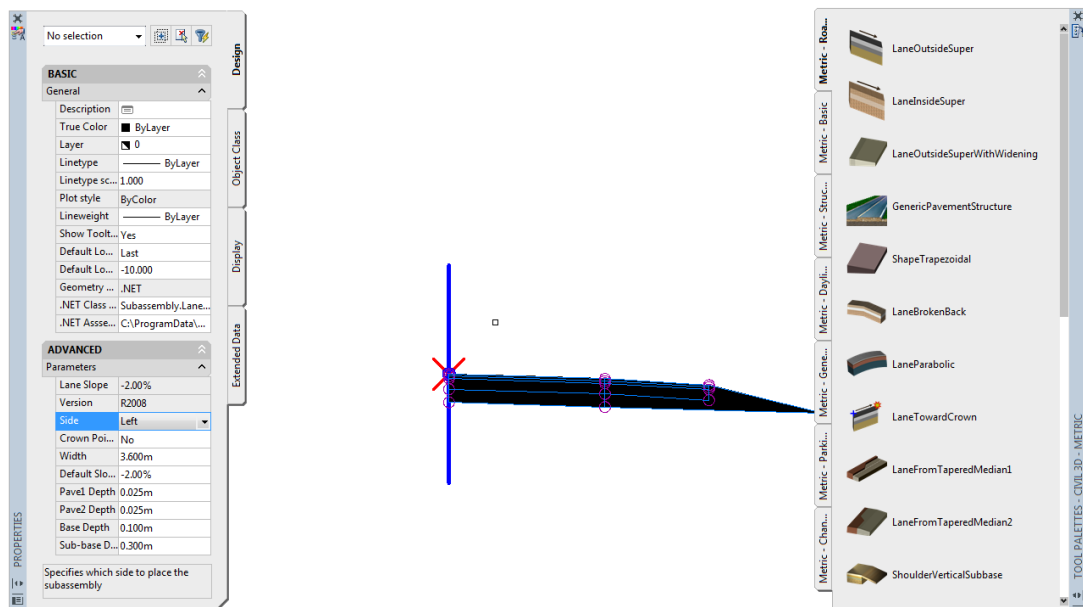


Fuente: elaboración propia.

- Para insertar un sub ensamble solo hace falta hacer clic sobre el objeto que se desea insertar y aparecerán sus propiedades en otra ventana donde la

opción más importante es designar el lado (*side*) donde se insertará, pero si se desea se pueden modificar las demás opciones para no hacerlo después una por una. Luego con un clic sobre la figura del *assembly*, el objeto se inserta en pantalla.

Figura 98. Inserción de sub ensamblés



Fuente: elaboración propia.

- Para agregar el hombro se busca en la barra de herramientas la opción *shoulderExtendAll* y como punto de intersección se escoge el punto superior del pavimento del sub ensamblé ya colocado.
- Por último se agregan los taludes. Para hacerlo se selecciona la pestaña *metric – basic* y en esta se busca la opción *basicSideSlopeCutDitch*.

## 7.2. Modificación de las propiedades de un sub ensamblaje

Para acceder a la configuración de un sub ensamblaje existen dos formas:

- Forma gráfica
  - Se selecciona el sub ensamblaje
  - Se hace clic derecho
  - Se selecciona la opción *subassembly properties*, lo cual, desplegará el cuadro de diálogo *sub assembly properties*.
- Desde la pestaña *prospector*
  - En la pestaña *prospector* se busca la *subassemblies* y se expande el árbol.
  - Aquí se encontrará el nombre del sub ensamblaje que se desea editar y sobre él se hace clic derecho.
  - Finalmente se selecciona la opción *properties*, lo cual, despliega el cuadro de diálogo *subassembly properties*.

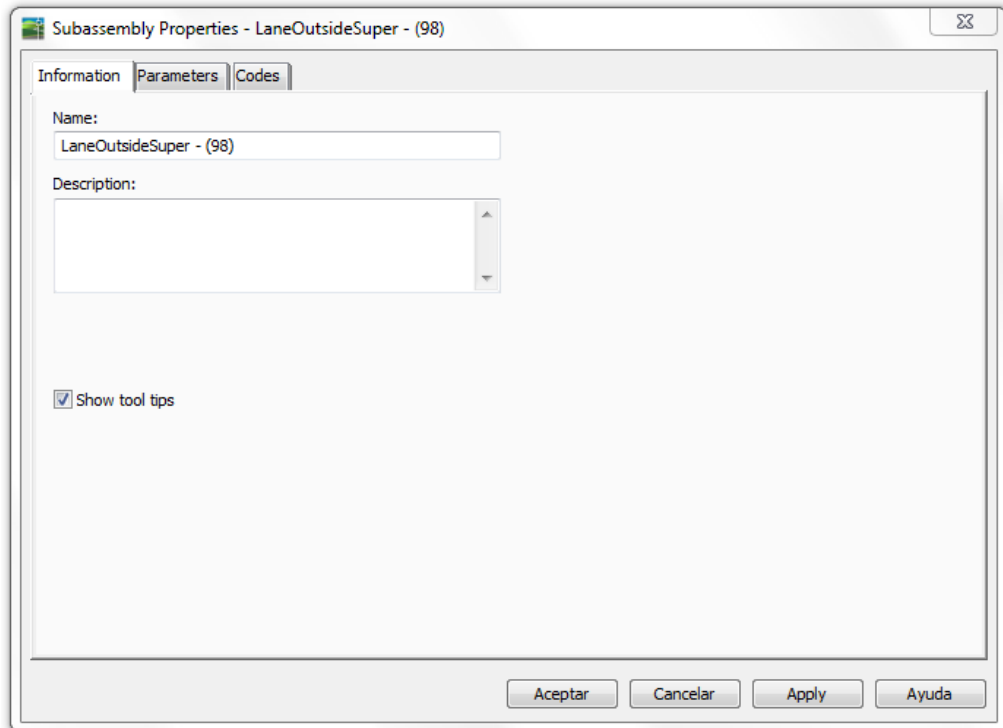
### 7.2.1. Cuadro de diálogo propiedades de sub ensamblaje

En este cuadro de diálogo aparece toda la información asociada a un sub ensamblaje.

#### 7.2.1.1. Pestaña información

Esta pestaña permite ver o modificar el nombre y la descripción del sub ensamblaje.

Figura 99. **Propiedades de sub ensamblaje (*Subassembly Properties*), pestaña información**

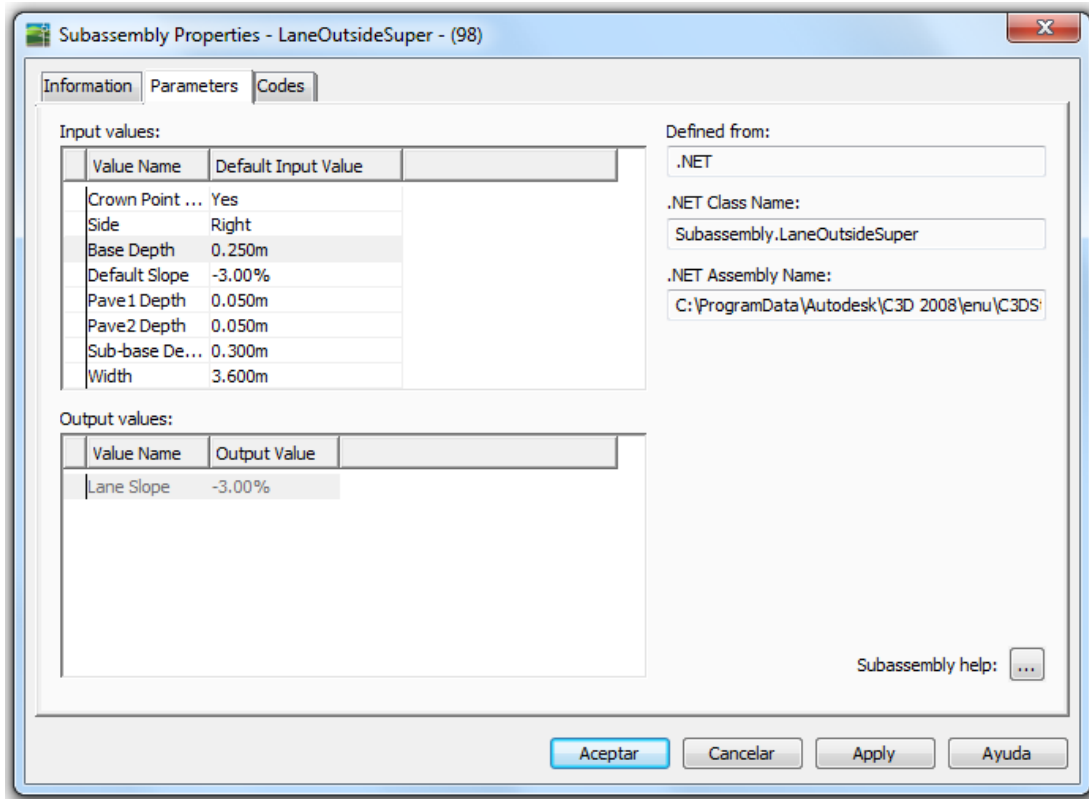


Fuente: elaboración propia.

### 7.2.1.2. Pestaña parámetros

Esta pestaña permite ver información sobre los parámetros de entrada y salida del sub ensamblaje, editar los parámetros de entrada y/o mostrar el tema de ayuda para el sub ensamblaje.

Figura 100. **Propiedades de sub ensamblaje (*Subassembly Properties*), pestaña parámetros**



Fuente: elaboración propia.

Donde:

Espesor de la base (*base depth*): se ingresa el valor de la altura de la base según el diseño de la estructura del pavimento.

Bombeo normal (*default slope*): se ingresa el bombeo normal de la sección típica que se esté utilizando.



Espesor de la primera capa de pavimento (*pave 1 depth*): se ingresa el valor del espesor de la primera capa de pavimento según el diseño de la estructura.

Espesor de la segunda capa de pavimento (*pave 1 depth*): se ingresa el valor del espesor de la segunda capa de pavimento según el diseño de la estructura.

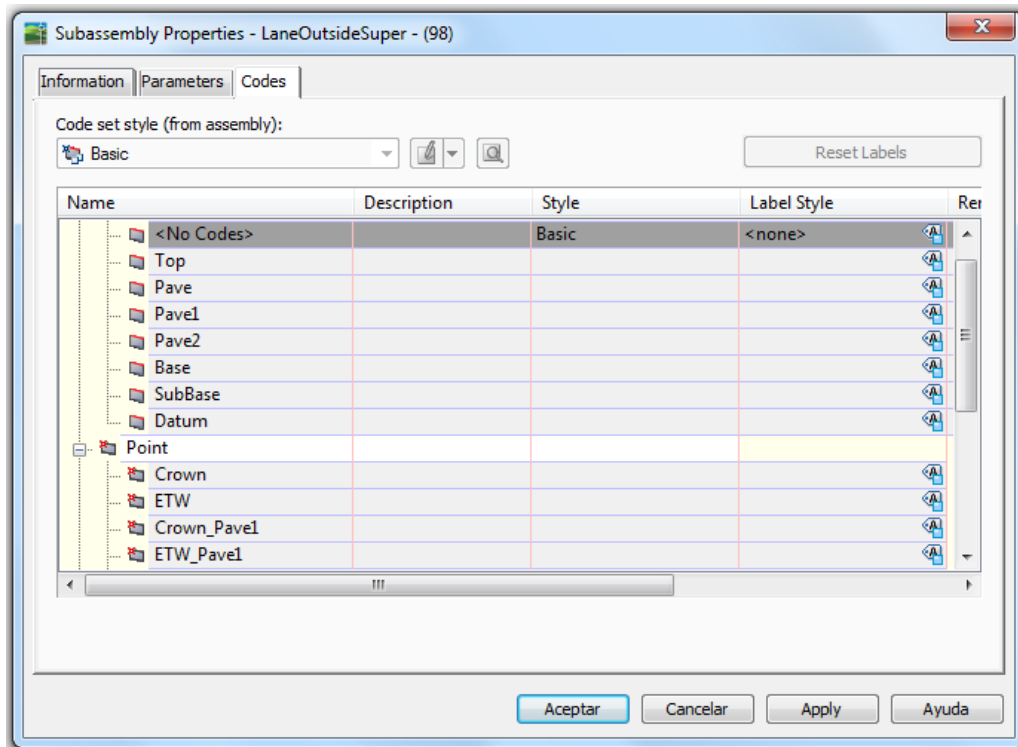
Espesor de la sub base (*sub-base depth*): se ingresa el valor del espesor de la sub base dado por el diseño de la estructura de pavimento.

Ancho (*width*): se ingresa el ancho de sección del lado que se esté trabajando.

#### **7.2.1.3. Pestaña códigos**

Esta pestaña permite ver o editar los estilos de visualización para los códigos relacionados al sub ensamblaje.

Figura 101. **Propiedades de sub ensamblaje (*Subassembly Properties*),  
pestaña códigos**



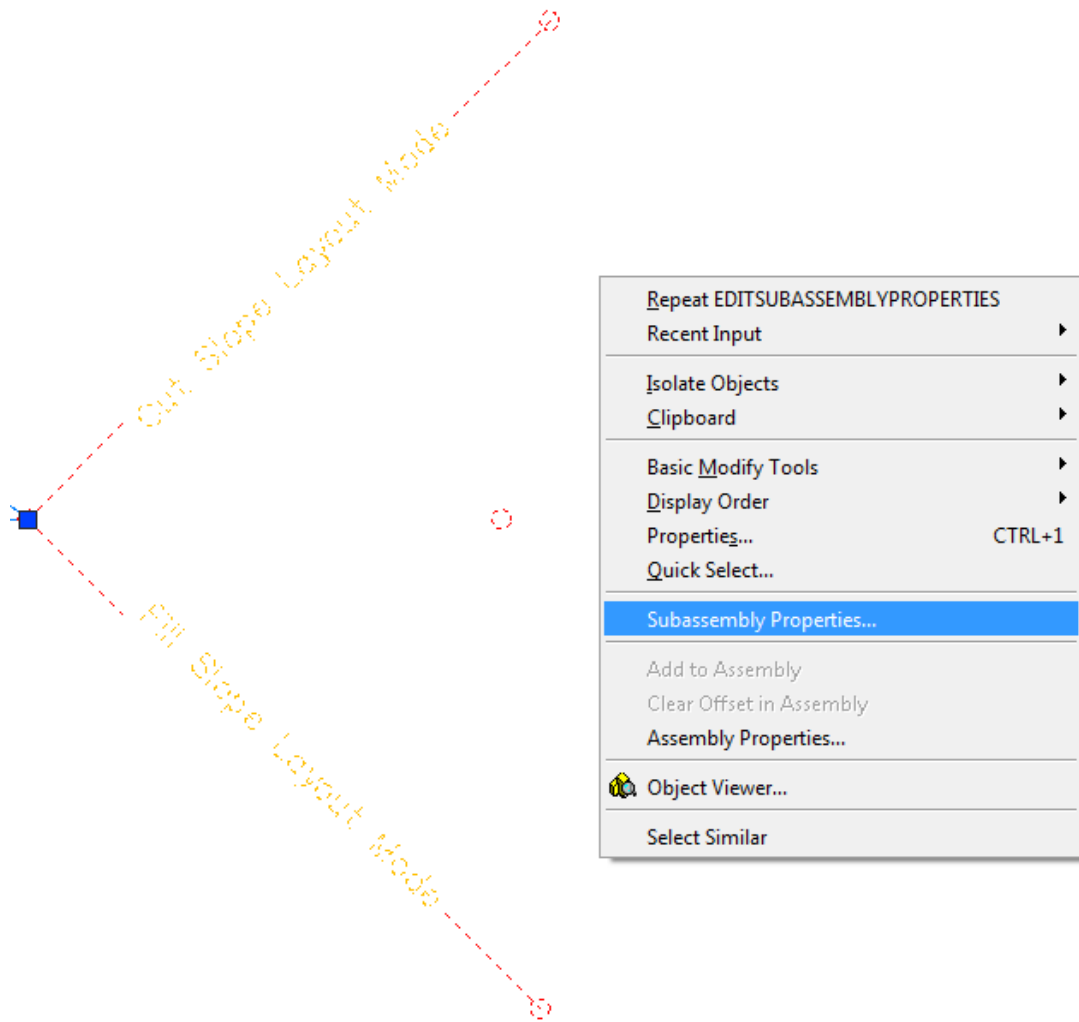
Fuente: elaboración propia.

### 7.2.2. Taludes de corte y relleno

Para editar los taludes de cada lado se siguen los siguientes pasos:

- Se selecciona en el dibujo el sub ensamblaje de los taludes (*basic side slope cut ditch*), se hace clic con el botón derecho y se selecciona la opción *subassembly properties*

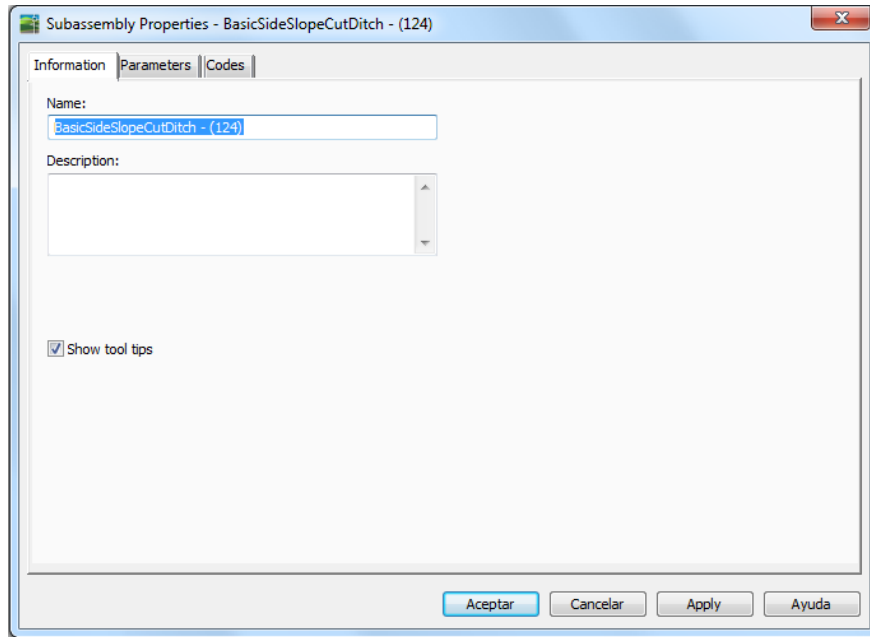
Figura 102. Talud de corte y relleno



Fuente: elaboración propia.

- Se mostrara el cuadro de diálogo de las propiedades del sub ensamble que se muestra a continuación:

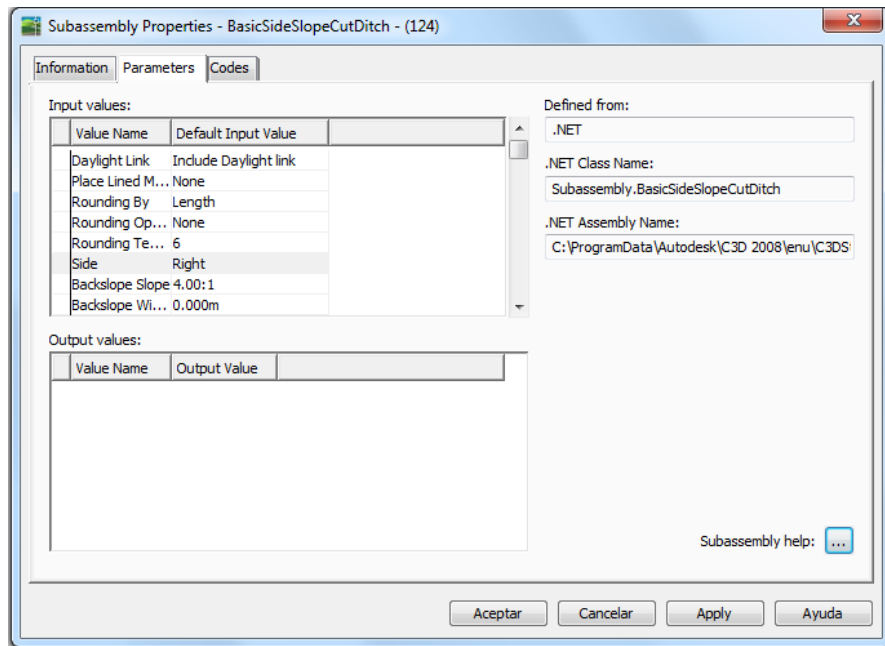
Figura 103. **Propiedades de sub ensamble de taludes de corte y relleno**



Fuente: elaboración propia.

- Pasamos a la pestaña parámetros donde se desplegarán todas las opciones que tienen los taludes incluidas.

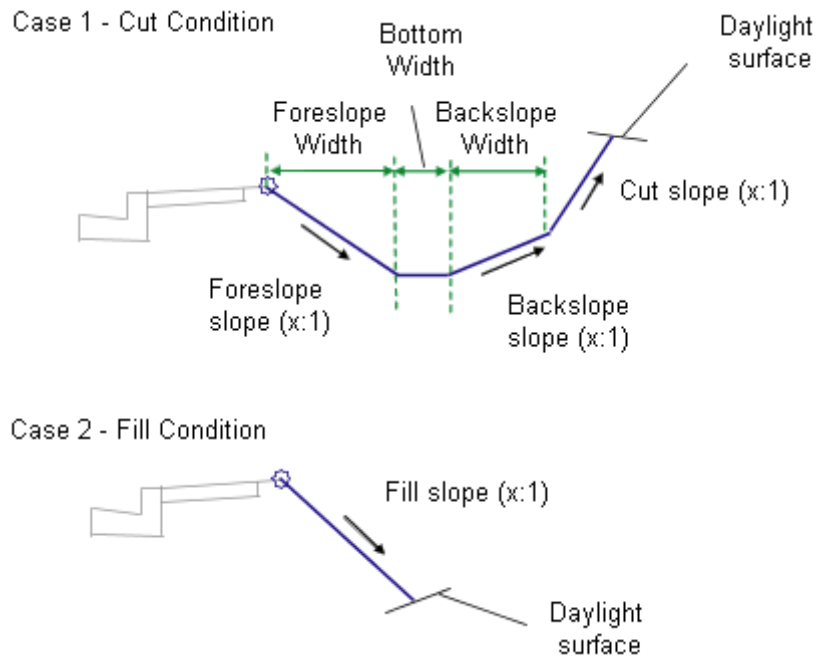
Figura 104. **Propiedades de sub ensamble de taludes de corte y relleno, pestaña parámetros**



Fuente: elaboración propia.

- Para entender mejor de que trata cada una ver la siguiente figura:

Figura 105. **BasicSideSlopeCutDitch**



Fuente: ayuda programa Civil 3D 2008

Donde *fill slope* and *cut slope* significan talud de relleno y talud corte respectivamente. Si no se quiere dejar una cuneta en las opciones solo se coloca cero en *foreslope*, *bottom* y *backslope width*.

## 8. CREACIÓN DEL CORREDOR DE TRABAJO

El corredor se puede utilizar para generar modelos tridimensionales configurables y flexibles en una carretera.

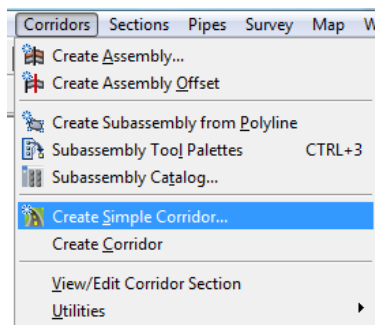
Los corredores se crean en base a diversos datos y objetos de *Civil 3D*, los cuales son:

- Alineamiento horizontal
- Perfiles
- Superficies
- Ensamblajes

Para crear un corredor se realizan los siguientes pasos:

- En el menú *corridors* se selecciona la opción *create simple corridor*

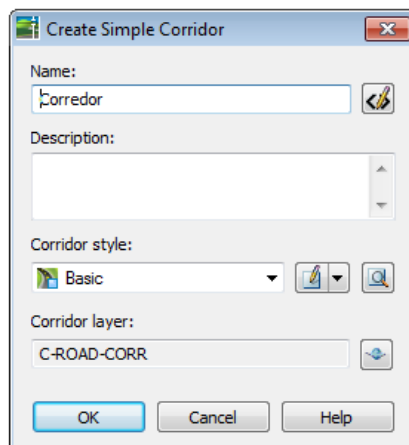
Figura 106. Creación de corredor



Fuente: elaboración propia.

- Esta opción despliega el cuadro de diálogo *create simple corredor* en el cual se puede cambiar el nombre del corredor predeterminado y colocar una descripción para el corredor creado. También se puede cambiar el estilo del corredor, la capa (*layer*) en la cual se creará y luego se selecciona “ok”.

Figura 107. **Cuadro de diálogo creación de un corredor simple (*Create Simple Corridor*)**



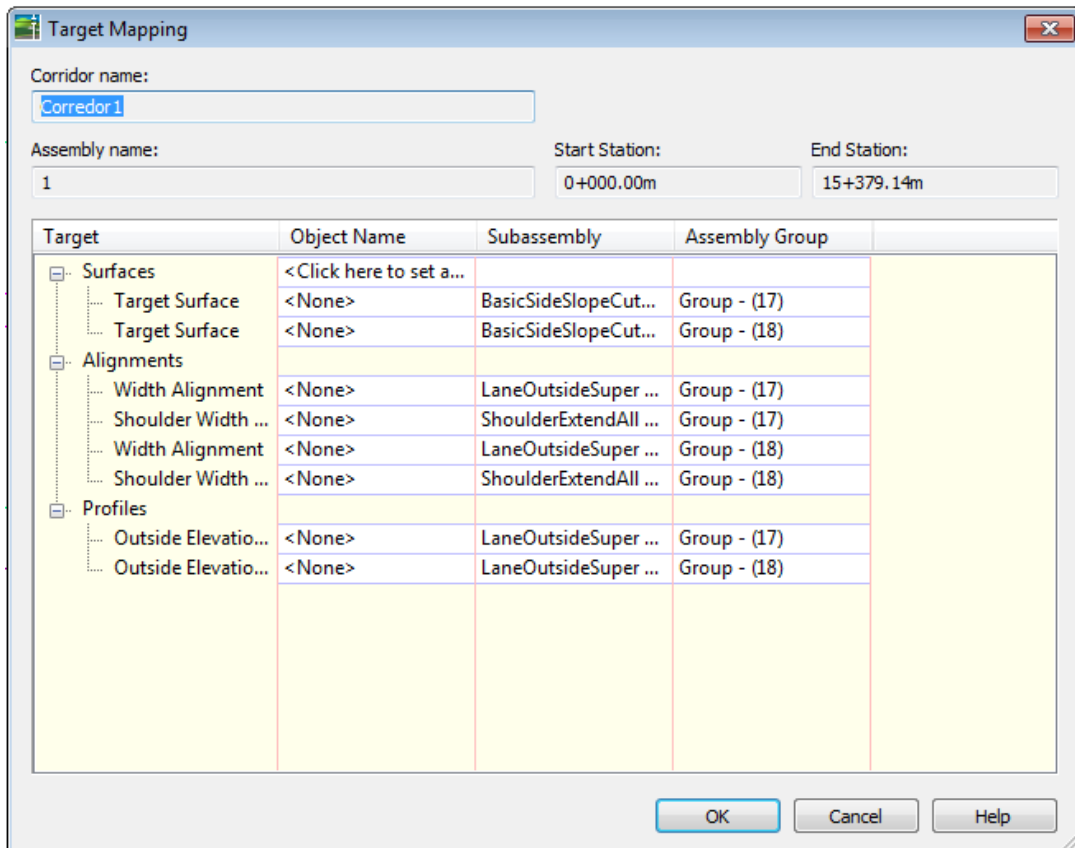
Fuente: elaboración propia.

- Seleccionar el alineamiento base para el corredor o se le da un enter y desplegará un cuadro de diálogo con el nombre de todos los alineamientos preexistentes en el dibujo y luego se selecciona el que se usará.
- Seleccionar el perfil que se utilizará como base para las elevaciones de la capa de rodadura de la sección típica o se le da un enter para que se despliegue el cuadro de diálogo que contiene el nombre de todos los perfiles y luego se selecciona el que usará.
- Seleccionar el ensamblaje o sección típica a utilizar o se le da un enter y desplegará un cuadro de diálogo con el nombre de todos los ensambles, en el cual se seleccionará el que se utilizará.



- Ya seleccionados todos los componentes del corredor se despliega el cuadro de diálogo *target mapping*, en el cual se muestran todos los componentes que conformarán el corredor y en el cual se pueden ingresar algunos objetos de referencia, por ejemplo, en los taludes de corte se asignan a la superficie del terreno natural como el punto a donde se prolongarán los taludes de corte o relleno.

Figura 108. **Cuadro de diálogo componentes del corredor (*Target Mapping*)**



Fuente: elaboración propia.

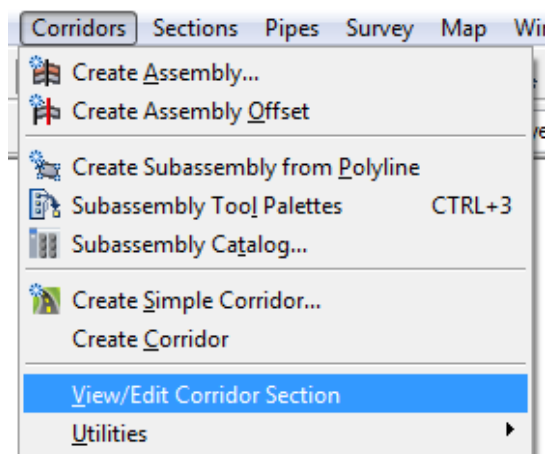
- Seleccionar “ok” y el corredor se crea en el dibujo

## 8.1. Visualizar y editar secciones transversales

Para poder visualizar y editar las secciones transversales se deben realizar los siguientes pasos:

- Se despliegan las opciones del menú *corridors* y se selecciona *view/edit corridor section*.

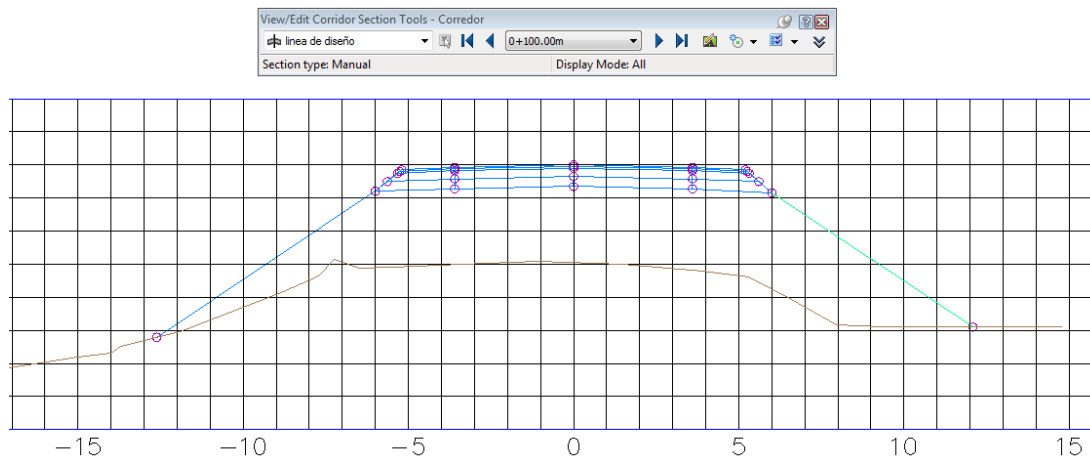
Figura 109. **Menú corredor, opción ver o editar secciones transversales del corredor**



Fuente: elaboración propia.

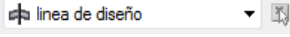
- Seleccionar el corredor que se desea ver o se pulsa la tecla enter para que despliegue un cuadro de diálogo con los nombres de los corredores que se tengan en el dibujo y se selecciona el que se desee utilizar.
- Una vez seleccionado el corredor, el programa mostrará la primera sección del alineamiento y una barra de herramientas para ver o editar secciones transversales.

Figura 110. **Vista preliminar de una sección transversal y herramientas para editar**





Fuente: elaboración propia.


Donde:

 Esta opción se utiliza para seleccionar la línea central que se utilizará para ver las secciones.

 Esta opción se emplea para desplazarse entre secciones.

 Ícono que despliega varias opciones para editar la sección.

 Este ícono despliega varias opciones, configuración de la vista de las secciones, construir nuevamente el corredor, etc.

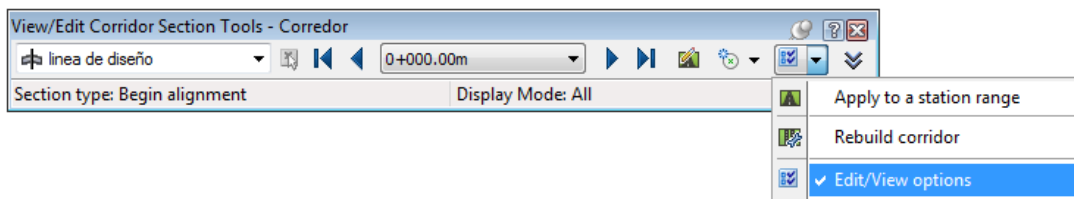
 Con este ícono se despliegan todos los componentes de la sección típica para hacer modificaciones a la sección transversal en ese estacionamiento.

### 8.1.1. Modificación de la vista de secciones transversales

Para cambiar la forma de desplegar la cuadrícula y los textos que se muestran en la sección se realizan los siguientes pasos:

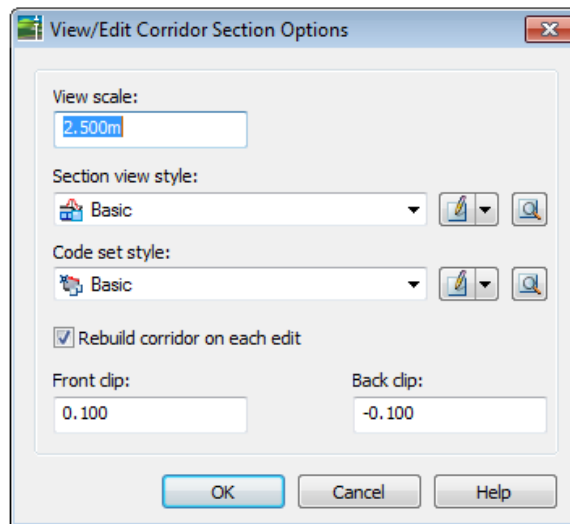
- Desplegar las opciones del menú *corridors* y se selecciona la opción *view/edit corridor section*.
- Seleccionar el corredor con el que se trabajará
- En la barra de herramientas se busca y selecciona la opción *edit/view option*. Esta desplegará el cuadro de diálogo *view/edit corridor section options*.

Figura 111. Editor de la vista de secciones transversales



Fuente: elaboración propia.

Figura 112. **Cuadro de diálogo opciones para editar y ver secciones transversales del corredor**



Fuente: elaboración propia.


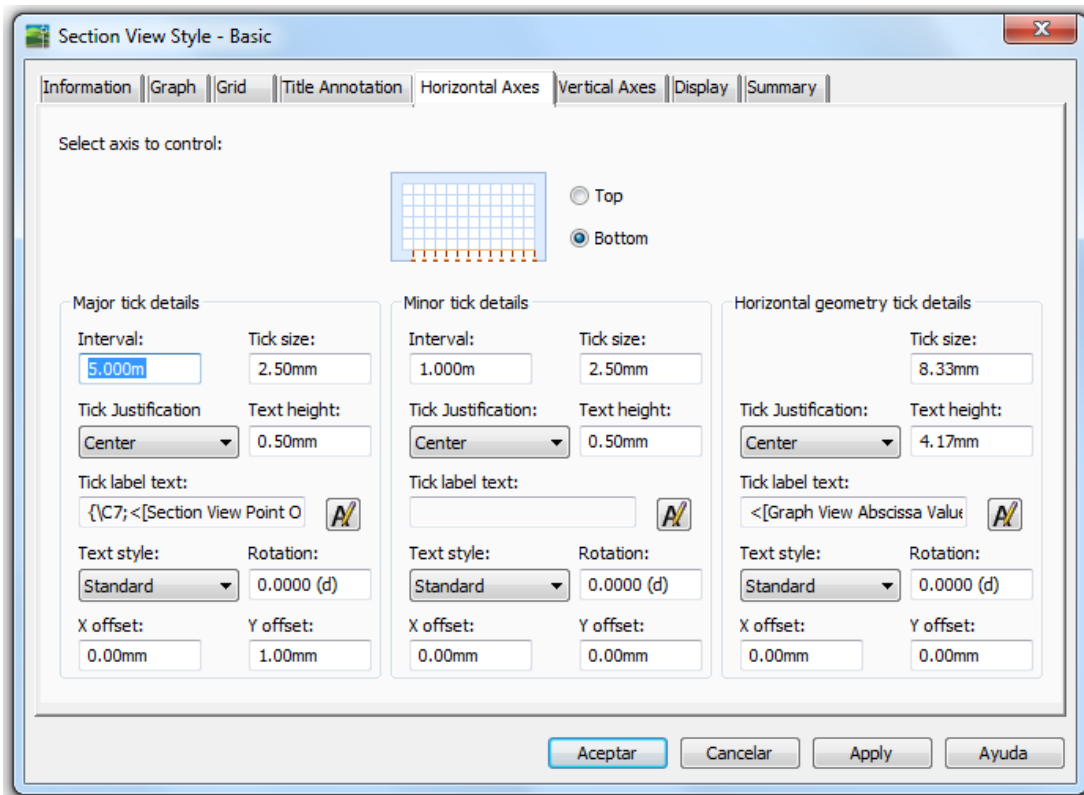
- En este cuadro (figura 112) se puede cambiar la escala en la cual se presentarán las secciones en pantalla también se puede cambiar el estilo de vista de la sección o modificar el estilo haciendo clic en el ícono  desplegándose automáticamente el cuadro de diálogo *section view style*.
- Este cuadro de diálogo es similar que el cuadro de edición de una vista de perfil.

Figura 113. **Estilo de vista de sección (Section View Style)**



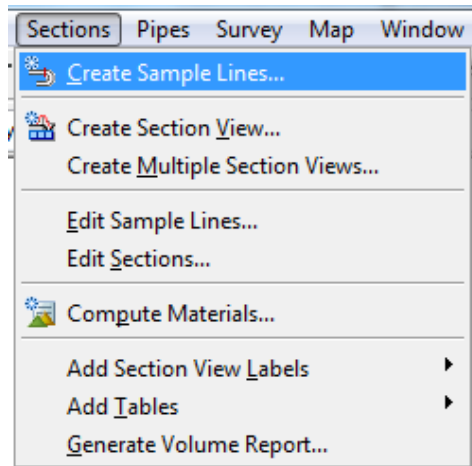
Fuente: elaboración propia.

## 8.2. Insertar secciones transversales en el dibujo

Las secciones se pueden plasmar en el dibujo, si se desea ver el comportamiento transversal de un tramo o el proyecto completo. Para insertar las secciones al dibujo se realizan los siguientes pasos:

- Desplegar las opciones del menú *sections* y se selecciona *create sample lines*.

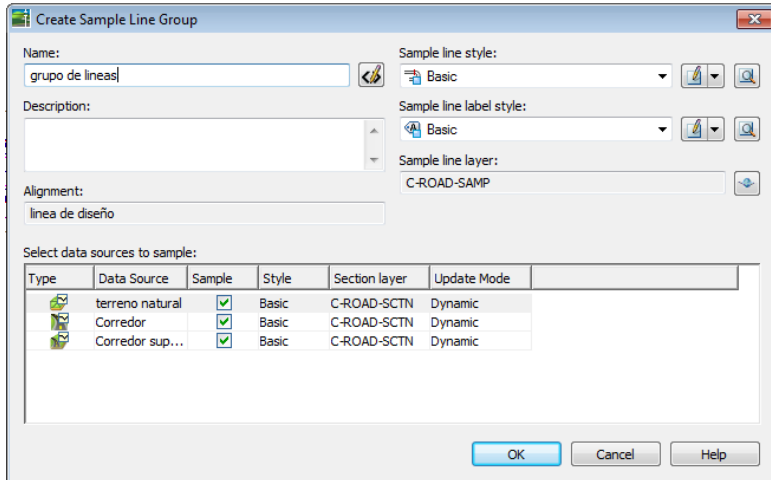
Figura 114. **Menú *sections* opción crear líneas simples**



Fuente: elaboración propia.

- El programa solicita que se designe el alineamiento a utilizar, si no se puede seleccionar se da un enter y se despliega un cuadro de diálogo donde se muestran todos los alineamientos que se tengan en el dibujo procediéndose a seleccionar el que se usará.
- Se desplegará el cuadro de diálogo *create sample line group*

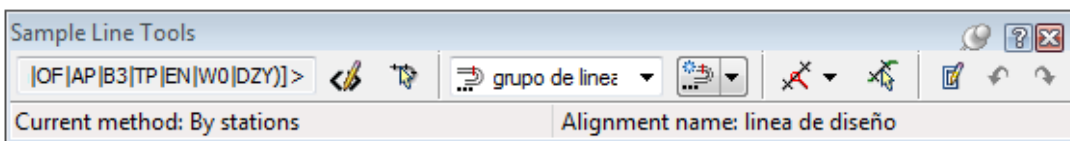
Figura 115. **Cuadro de diálogo creación de un grupo de líneas simple**  
**(Create Sample Line group)**



Fuente: elaboración propia.

- Seleccionar “ok”, se despliega la barra de herramientas de líneas simples (*sample line tools*)

Figura 116. **Herramientas para la creación de líneas simple (Sample Line Tools)**

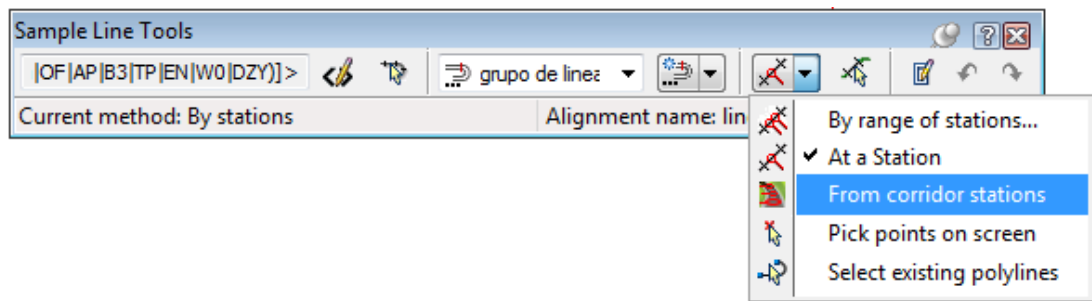


Fuente: elaboración propia.



- En esta barra de herramientas se encuentran los métodos de creación de líneas simples donde se escoge la opción *from corridor station*, que desplegará el cuadro de diálogo *create sample line*.

Figura 117. **Creación de las líneas en base a los estacionamientos del corredor**

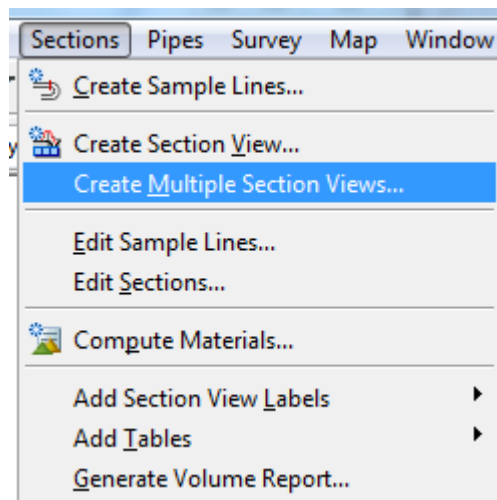


Fuente: elaboración propia.

- Modificaciones en el cuadro de diálogo *create sample lines*:
  - General: muestra el alineamiento y corredor que se utilizarán de los cuales solo se puede cambiar el corredor.
  - Rango de estaciones (*station range*): en esta opción se puede definir el rango en donde se crearán las líneas. Si no se desea crear desde el inicio hasta el final solo se cambian a falso las opciones *from alignment start* o *end* y esto habilitará las opciones para ingresar un rango de estacionamientos en el cual se crearán las líneas.
  - Ancho de franja izquierda (*left swath width*): con esta opción se puede establecer el ancho de la sección hacia el lado izquierdo.
  - Ancho de franja derecha (*right swath width*): con esta opción se puede establecer el ancho de la sección hacia el lado derecho.

- Luego se hace clic en “ok” y se cierra la barra de herramientas para creación de líneas simples y con esto se crean las líneas en el alineamiento.
- Para insertar las secciones al dibujo, se despliega el menú *sections* y se selecciona *create multiple sections views*, esto desplegará el cuadro de diálogo *create multiple sections views*.

Figura 118. Menú *sections* opción crear secciones múltiples

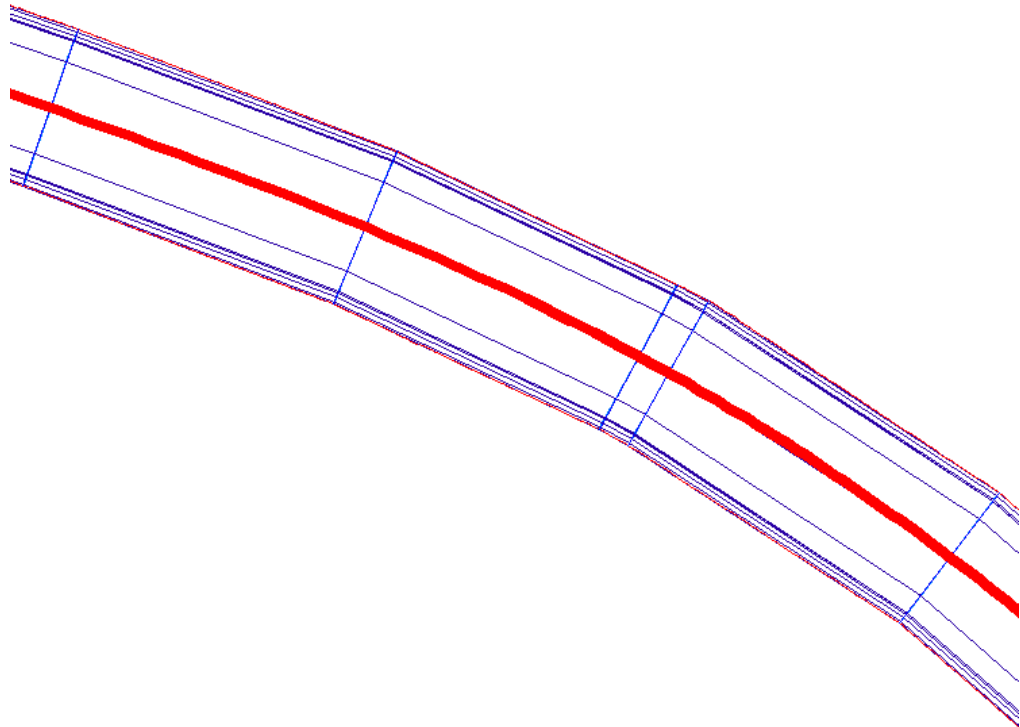


Fuente: elaboración propia.

- Si no se tiene ninguna otra modificación en este cuadro, se selecciona “ok”
- Se asigna el punto donde se insertarán las secciones. Luego de haber seleccionado el punto se insertarán automáticamente las secciones.

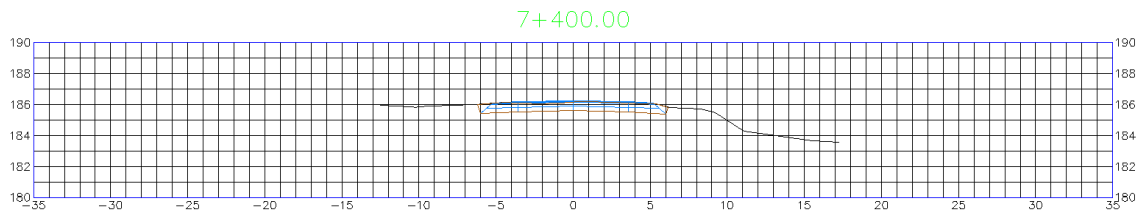
Para modificar el estilo de presentación de las secciones en el dibujo se selecciona una sección, se hace clic derecho y se selecciona *edit section view style* desplegándose a continuación el cuadro de diálogo *section view style* que es igual al estilo *profile view style*.

Figura 119. **Visualización de corredor**



Fuente: elaboración propia.

Figura 120. **Visualización de sección transversal**



Fuente: elaboración propia.



## CONCLUSIONES

1. El emplear el *software* Civil 3D en el diseño geométrico de carreteras, contribuye enormemente a reducir los pasos que se deben realizar en el proceso de cálculo y diseño de los elementos geométricos de una carretera, gracias a que varios elementos tanto del programa como de la geometría de una carretera están relacionados de forma dinámica, por lo que al hacer cambios en uno de estos se reflejan automáticamente en los que están relacionados a éste con lo cual se reducen grandemente los tiempos de diseño.
2. Con este *software* se puede analizar el diseño detectando visiblemente cómo se comporta el perfil, la rasante y las secciones transversales de la carretera conforme se acomoda el alineamiento horizontal para que éste quede en la posición idónea y cumpla con las especificaciones de diseño.
3. Al trabajar con este *software* se puede seguir un orden determinado en el manejo de los diferentes componentes y elementos geométricos de una carretera para lo cual se trabaja la configuración y edición de los siguientes componentes: puntos, superficies, alineamientos horizontales, perfil, rasante y secciones transversales.



## RECOMENDACIONES

1. Para el uso confiable y obtener resultados certeros de este *software* se debe tener conocimiento y experiencia en el diseño geométrico de carreteras
2. Es importante configurar el área de trabajo antes de iniciar a trabajar o cargar una plantilla previamente gravada para evitar errores en dimensiones más adelante
3. Para simplificar los pasos en el diseño geométrico de carreteras se debe de configurar y editar cada uno de los siguientes componentes en el orden que se describen a continuación: puntos, superficies, alineamientos horizontales, perfil, rasante y secciones transversales
4. Se debe tener en cuenta que algunos de los elementos no se actualizan dinámicamente, no por el hecho de que no se pueda si no por que consumen demasiado recurso de máquina y si se realizan junto a las demás actualizaciones automáticas se puede llegar a obstruir la operación normal del programa como por ejemplo cuando se actualiza el corredor lo cual puede significar perder parcial o totalmente la información trabajada posteriormente a la última vez que se grabó ya que este maneja gran cantidad de datos





## BIBLIOGRAFÍA

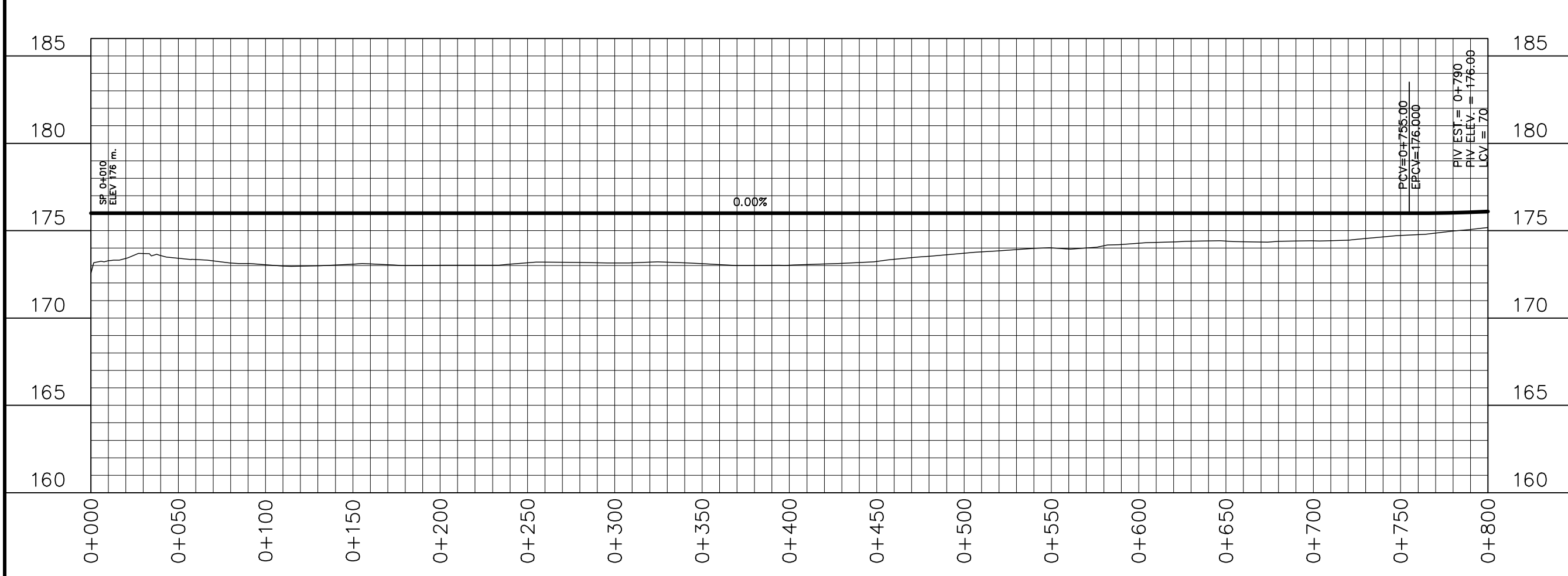
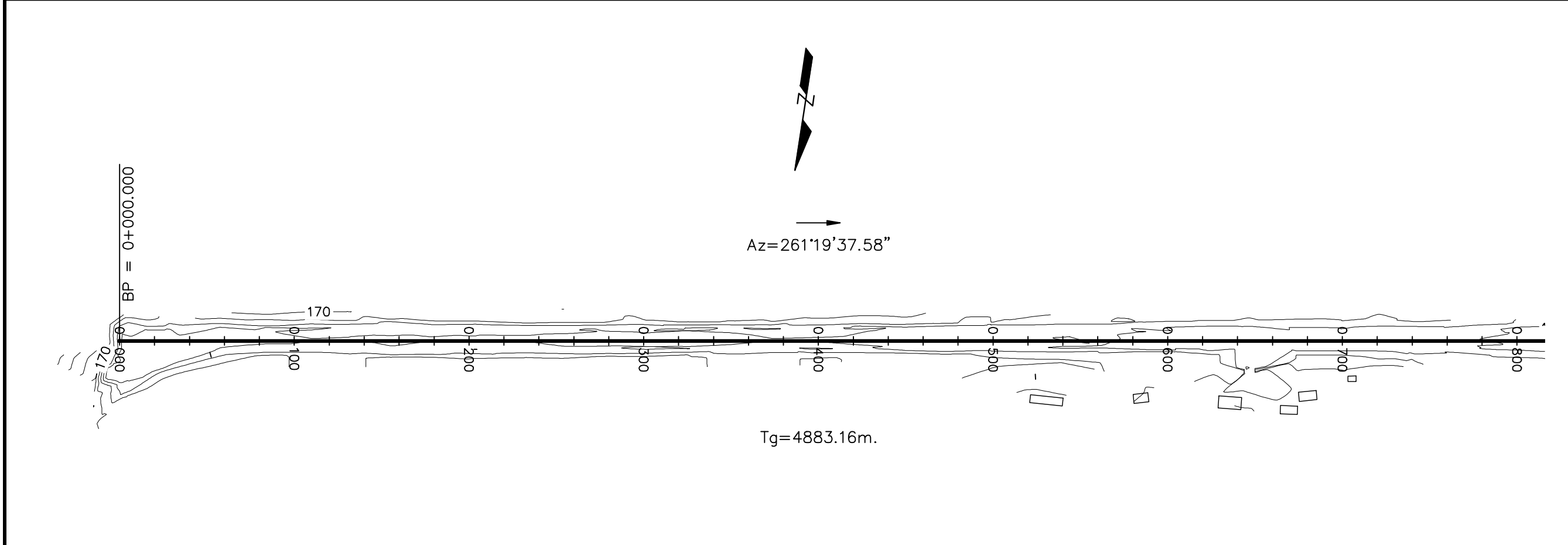
1. American Association of State Highway and Transportation Officials.  
*A Policy on Geometric Design of Highways and Streets* 2001 USA:  
AASHTO, 2001. 1200 p.
2. -----.  
*A Policy on Geometric Design of Highways and Streets* 2004  
USA: AASHTO, 2004. 940 p.
3. Autodesk. Manual del usuario Autodesk Civil 3D 2007. EEUU:  
Autodesk, 2006. 3026 p.
4. PROBERT, Dana; WEDDING, James. *Mastering AutoCad Civil 3D* 2008.  
USA: Wiley, 2007. 843 p.



## APÉNDICES

Planos del diseño geométrico del proyecto Río Chiyu – Chinacobeja  
Fuente: elaboración propia





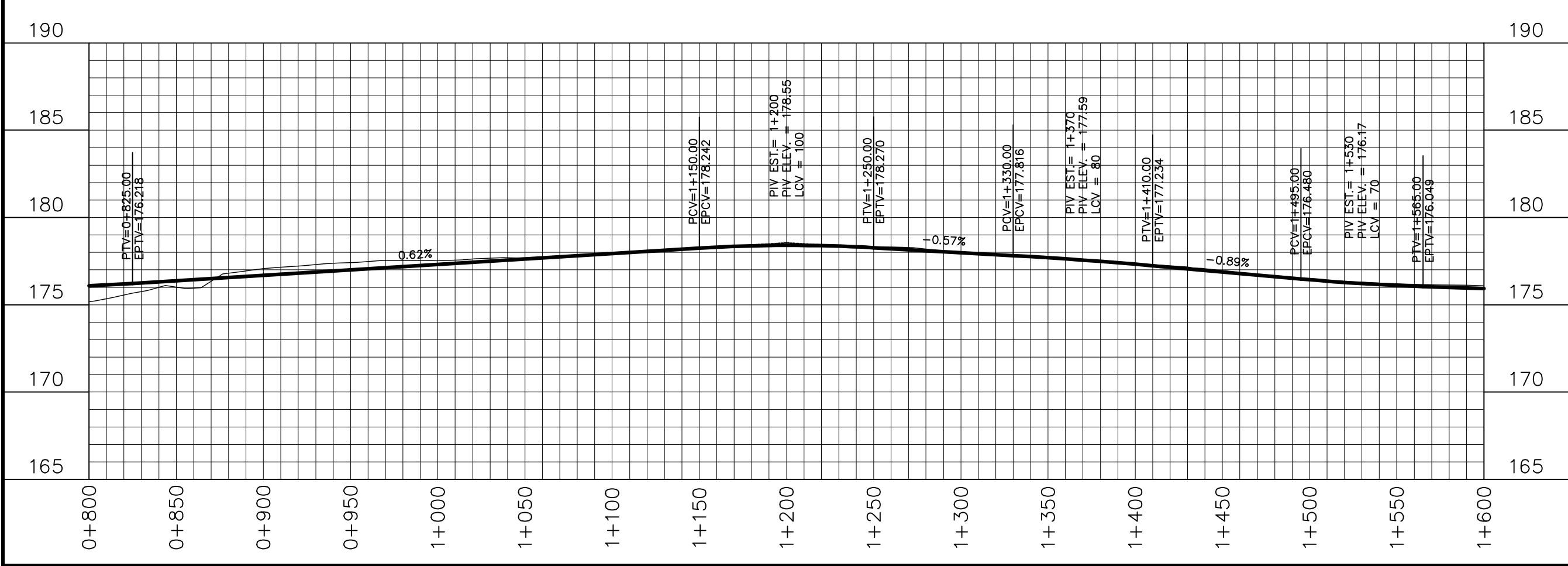
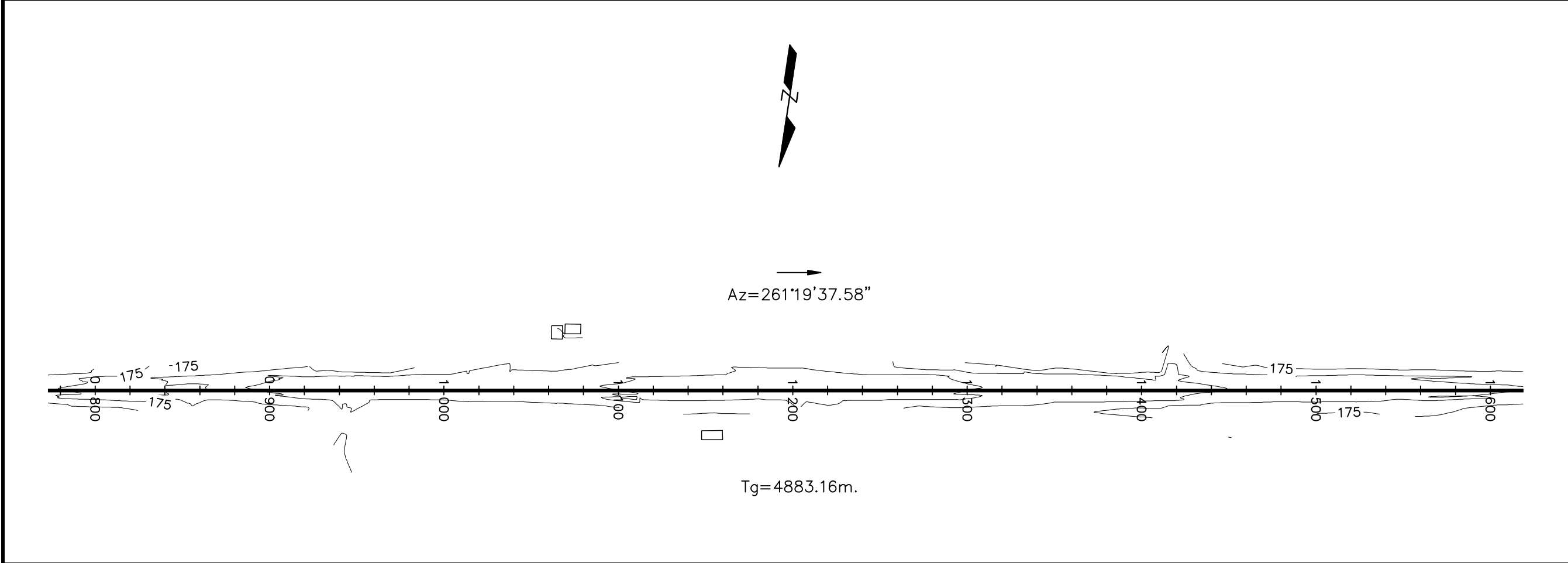
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Facultad de Ingeniería

Contiene: PLANTA-PERFIL  
DE EST. 0+000 A EST. 0+800

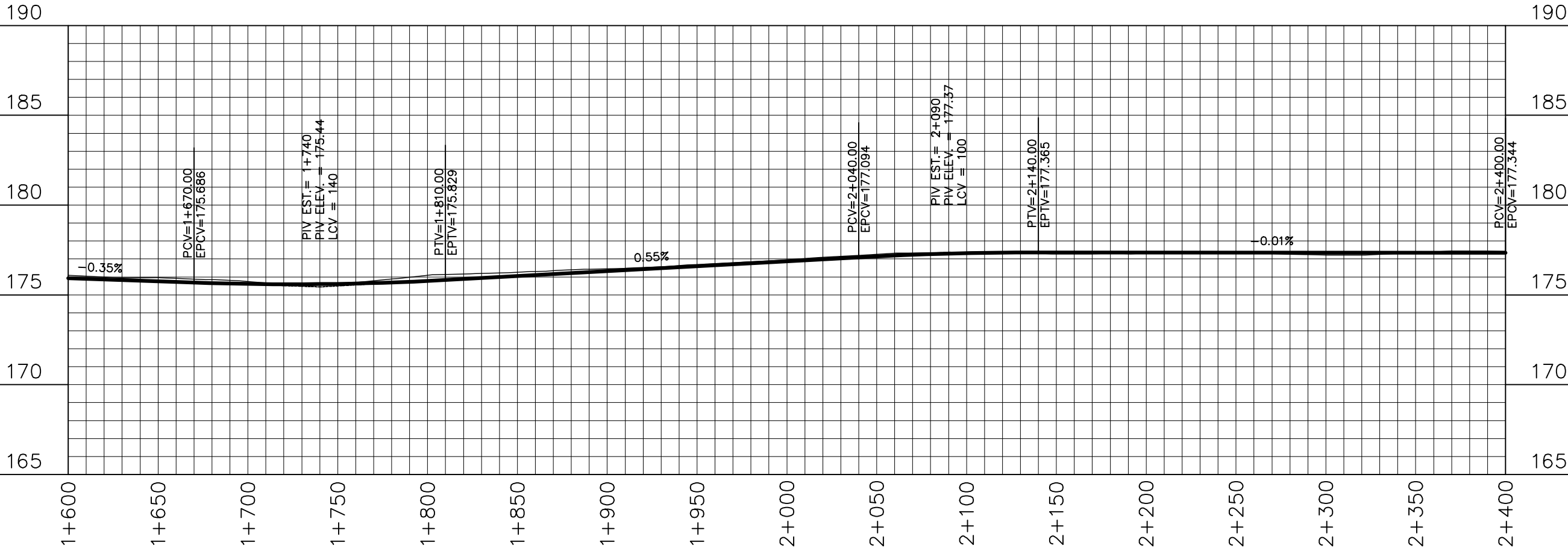
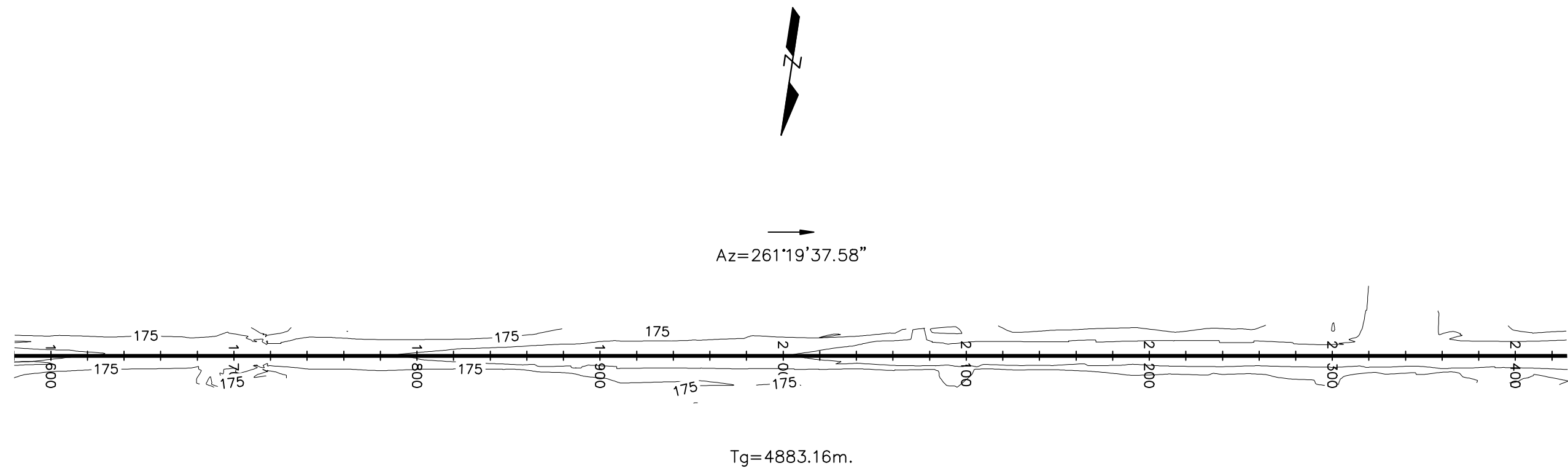
Escuela: Civil  
Proyecto: Río Chiyu-Chinacobeja

Escala: Horizontal 1/2500  
Vertical 1/250

HOJA No.  
1 / 19



<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> Facultad de Ingeniería	<b>Contiene:</b> PLANTA-PERFIL DE EST. 0+800 A EST. 1+600
Escuela: Civil Proyecto: Río Chiyu-Chinacobeja	<b>Escala:</b> Horizontal 1/2500 Vertical 1/250
HOJA No. <span style="font-size: 2em; font-weight: bold;">2</span> / <span style="font-size: 2em; font-weight: bold;">19</span>	



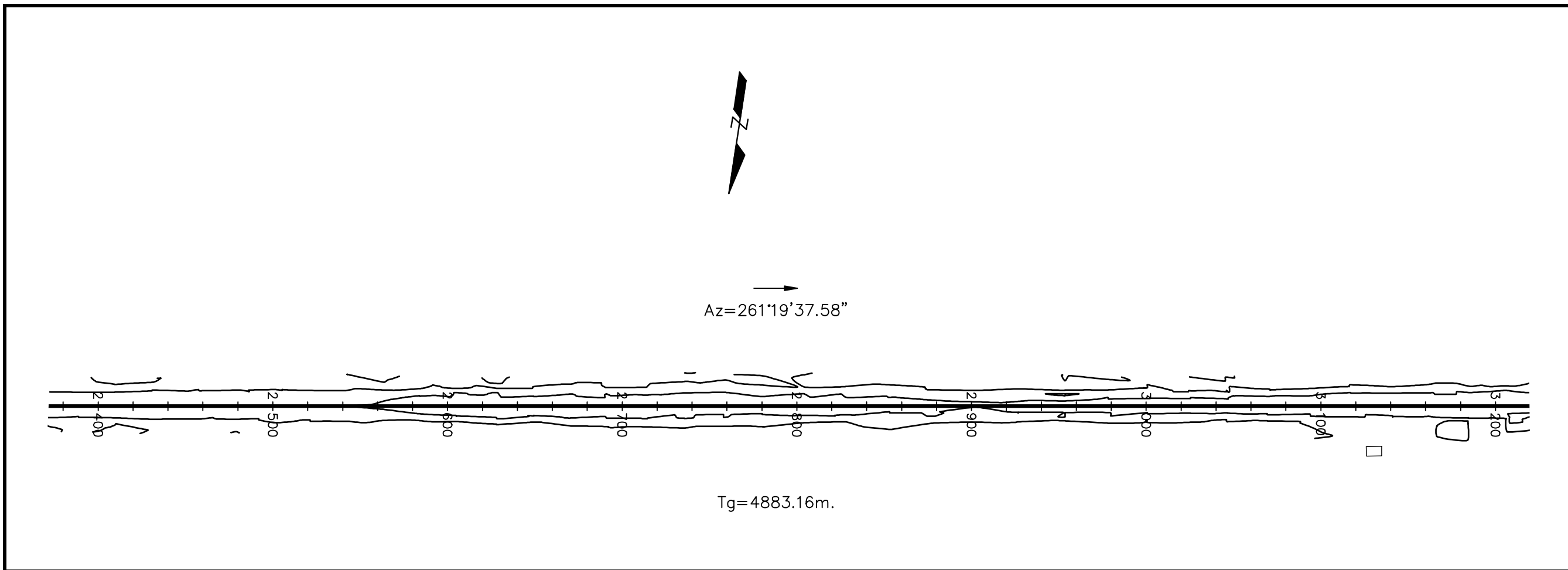
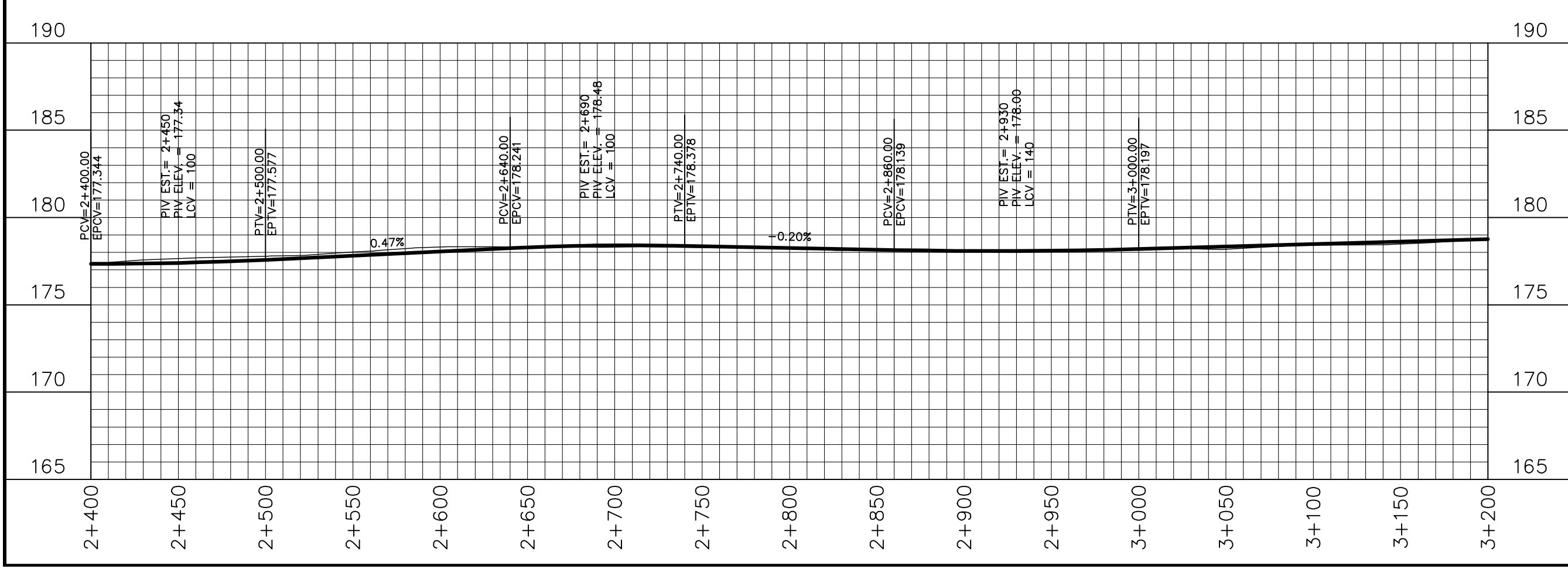
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Facultad de Ingeniería

Contiene: PLANTA-PERFIL  
DE EST. 1+600 A EST. 2+400

Escuela: Civil  
Proyecto: Río Chiyu-Chinacobeja

Escala: Horizontal 1/2500  
Vertical 1/250

HOJA No.  
3 / 19



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
 Facultad de Ingeniería

Escuela: Civil

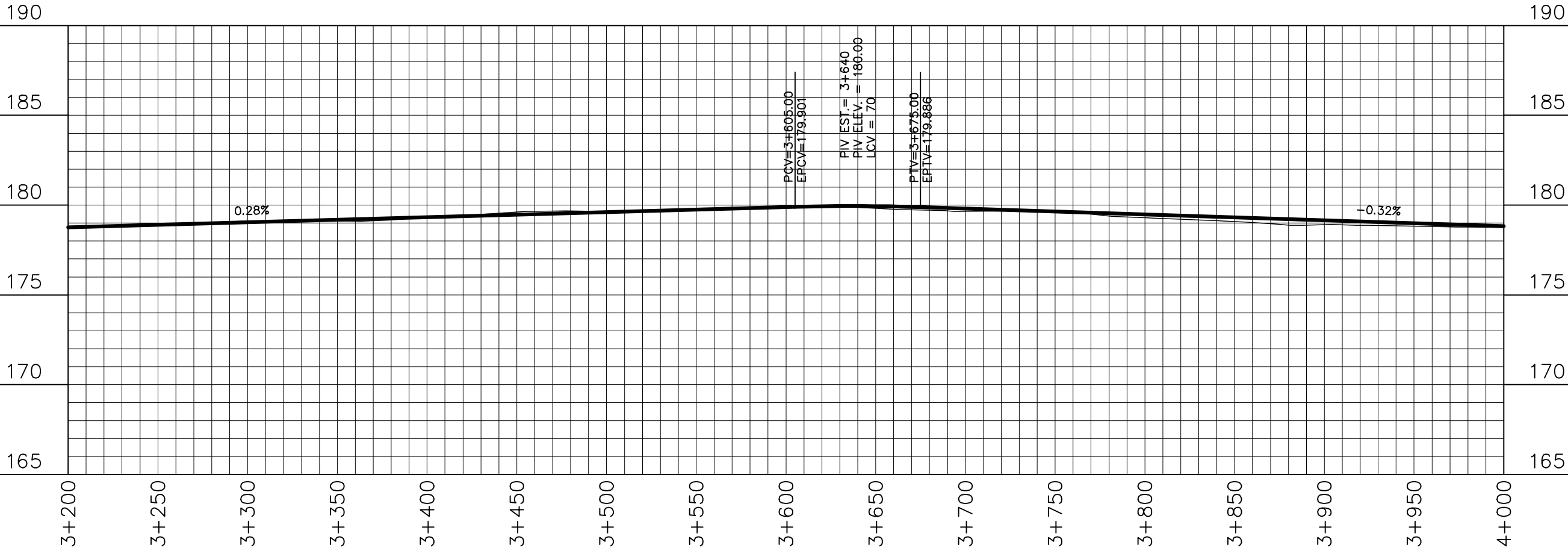
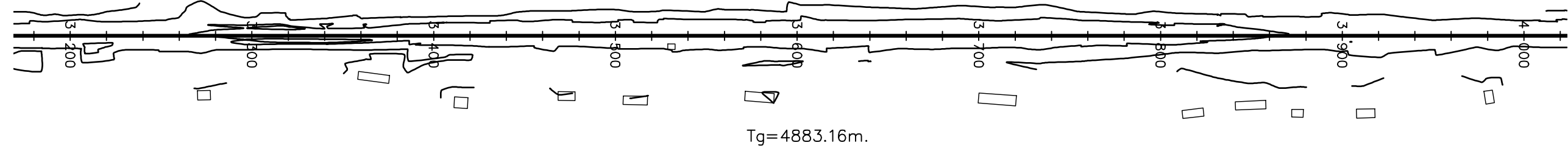
Proyecto: Río Chiyu—Chinacobeja

Contiene: **PLANTA—PERFIL**  
 DE EST. 2+400 A EST. 3+200

Escala: Horizontal 1/2500  
 Vertical 1/250

HOJA No. 4 / 19





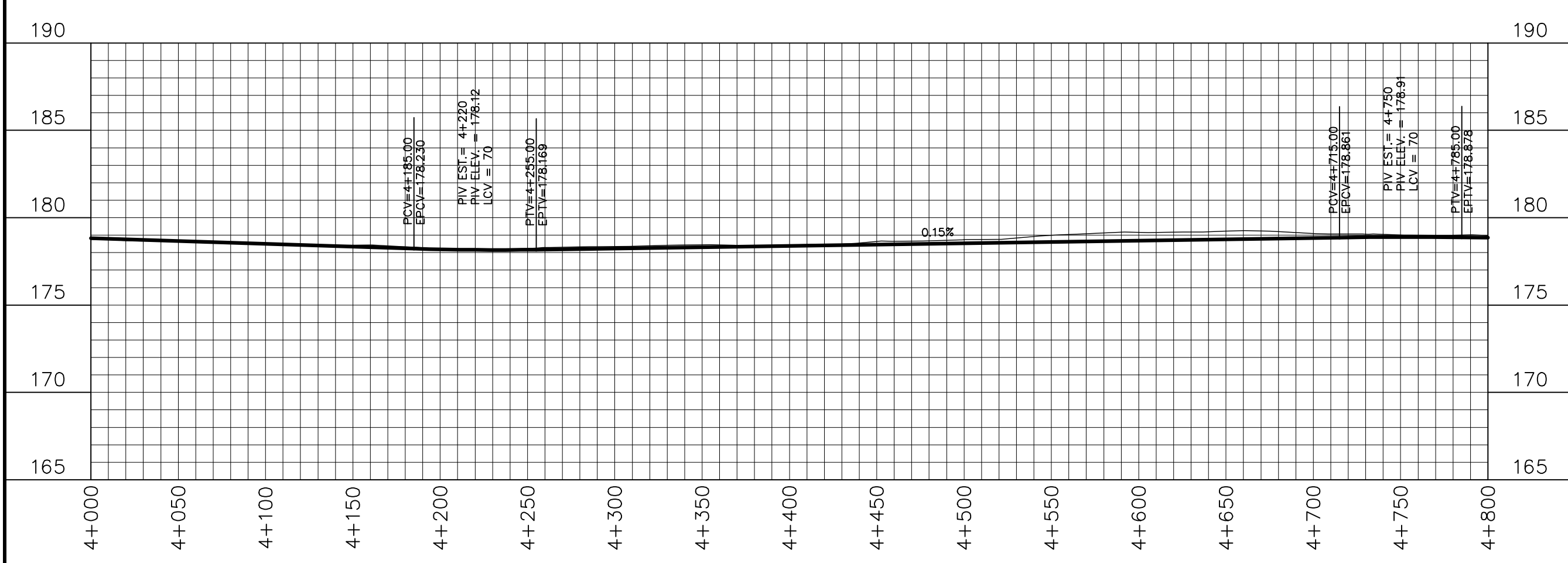
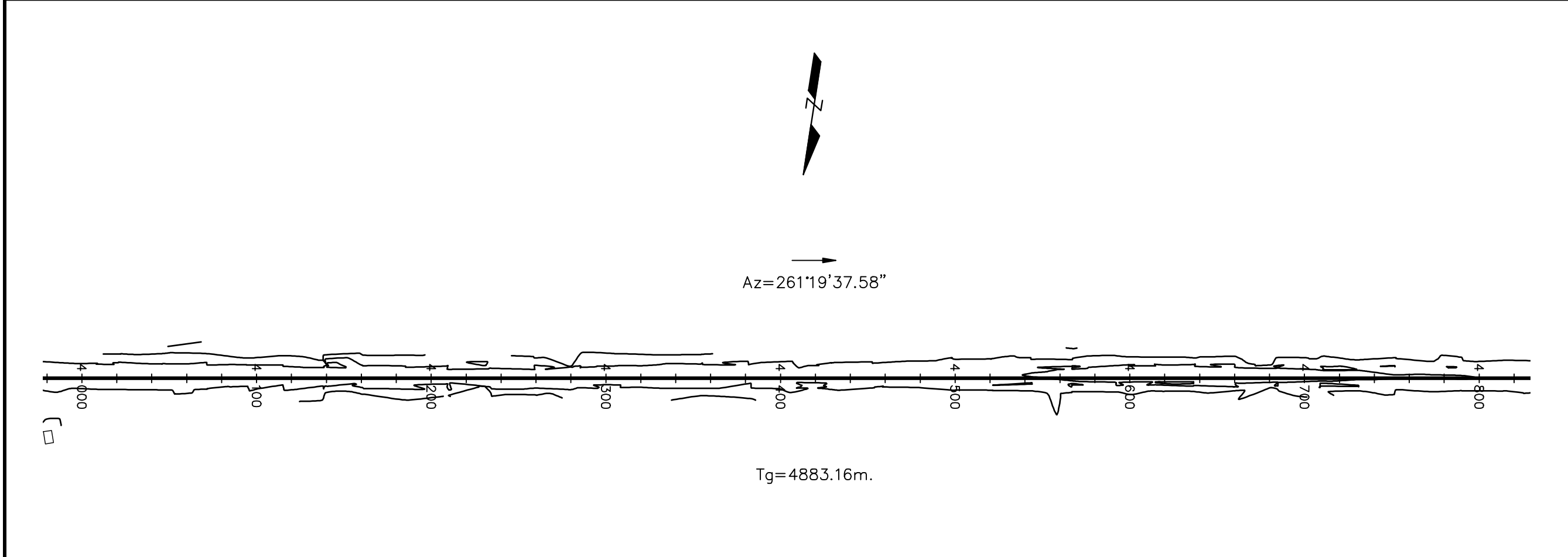
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Facultad de Ingeniería

Contiene: PLANTA-PERFIL  
DE EST. 3+200 A EST. 4+000

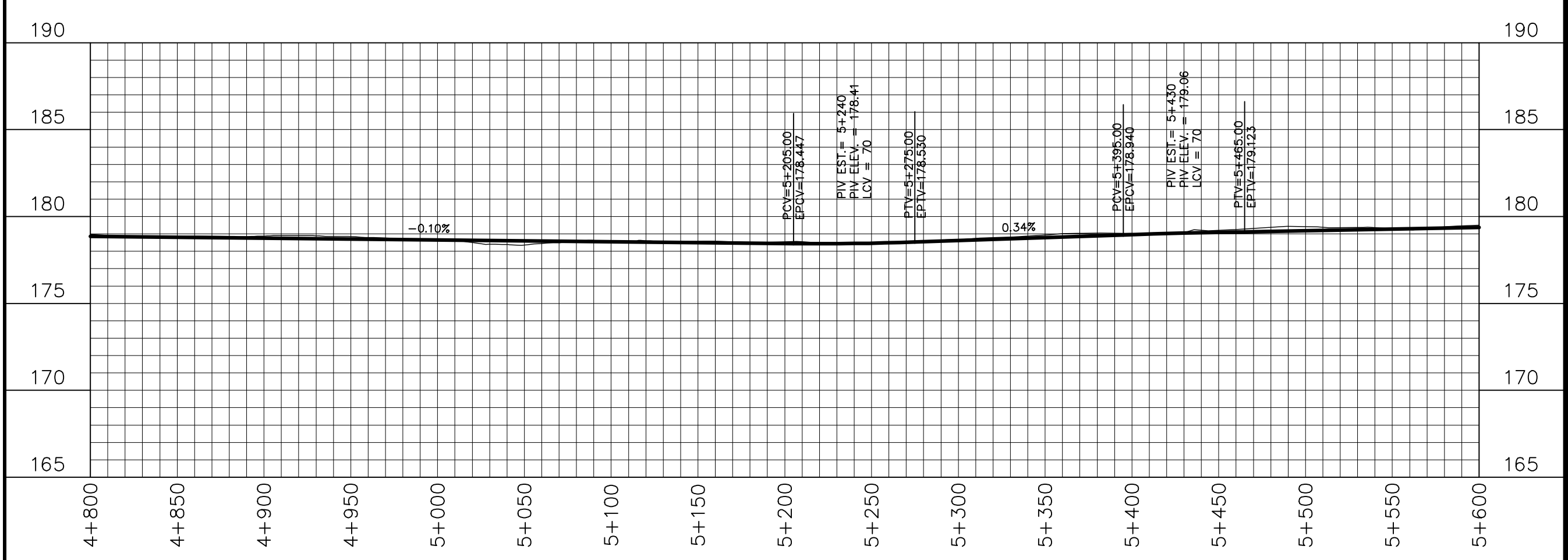
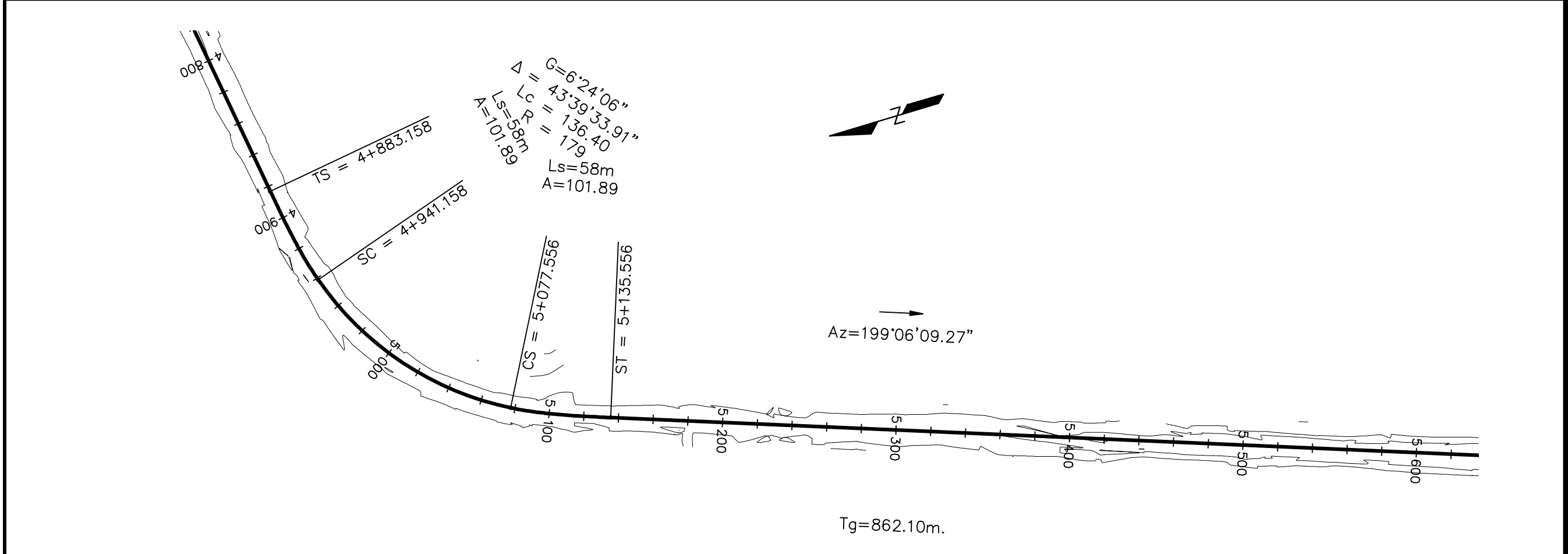
Escuela: Civil  
Proyecto: Río Chiyu-Chinacobeja

Escala: Horizontal 1/2500  
Vertical 1/250

HOJA No.  
5 / 19



<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> Facultad de Ingeniería	<b>Contiene:</b> PLANTA-PERFIL DE EST. 4+000 A EST. 4+800
Escuela: Civil Proyecto: Río Chiyu-Chinacobeja	<b>Escala:</b> Horizontal 1/2500 Vertical 1/250
HOJA No. <span style="font-size: 2em; font-weight: bold;">6</span> / <span style="font-size: 2em; font-weight: bold;">19</span>	



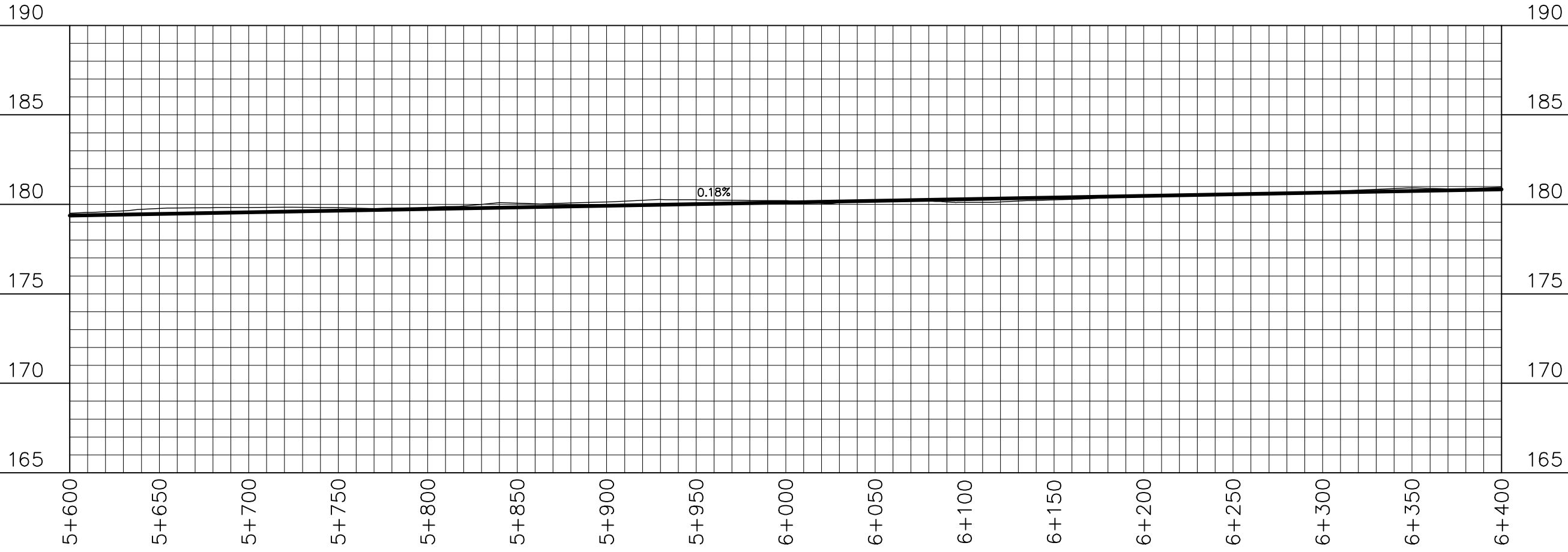
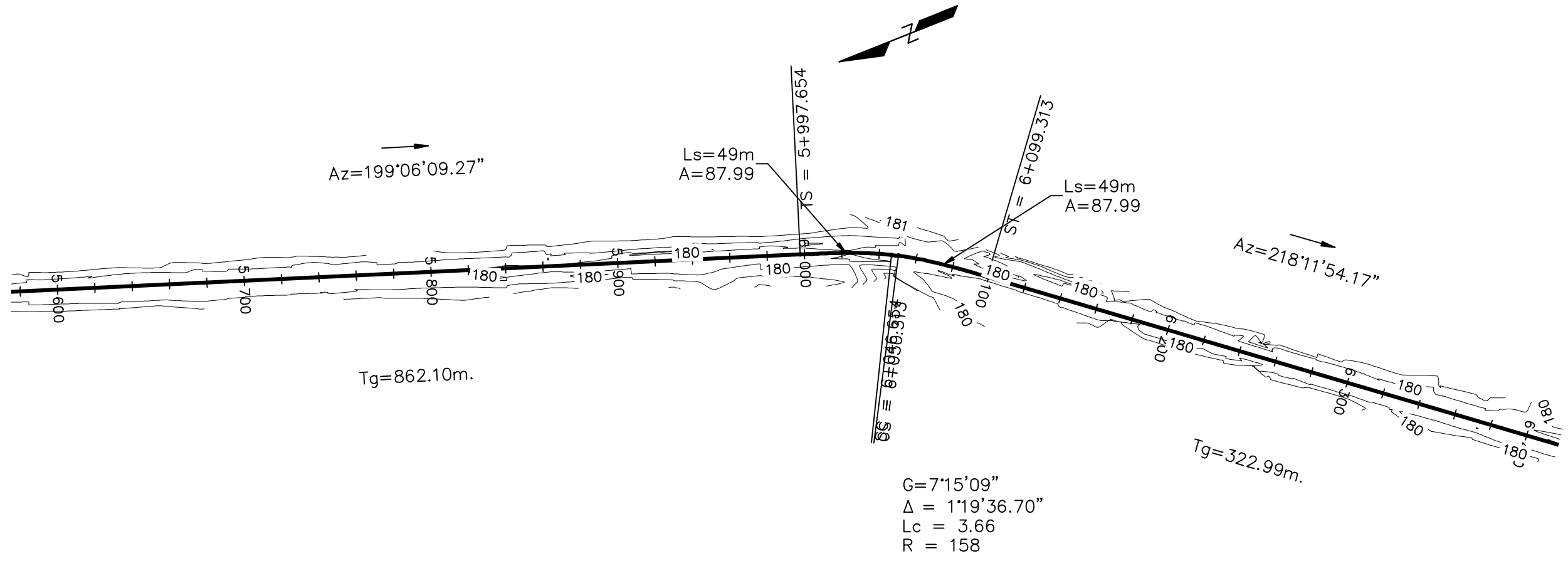
**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
 Facultad de Ingeniería

**Contiene:** PLANTA-PERFIL  
 DE EST. 4+800 A EST. 5+600

**Escuela:** Civil  
**Proyecto:** Río Chiyu-Chinacobeja

**Escala:** Horizontal 1/2500  
 Vertical 1/250

**HOJA No.**  
 7 / 19

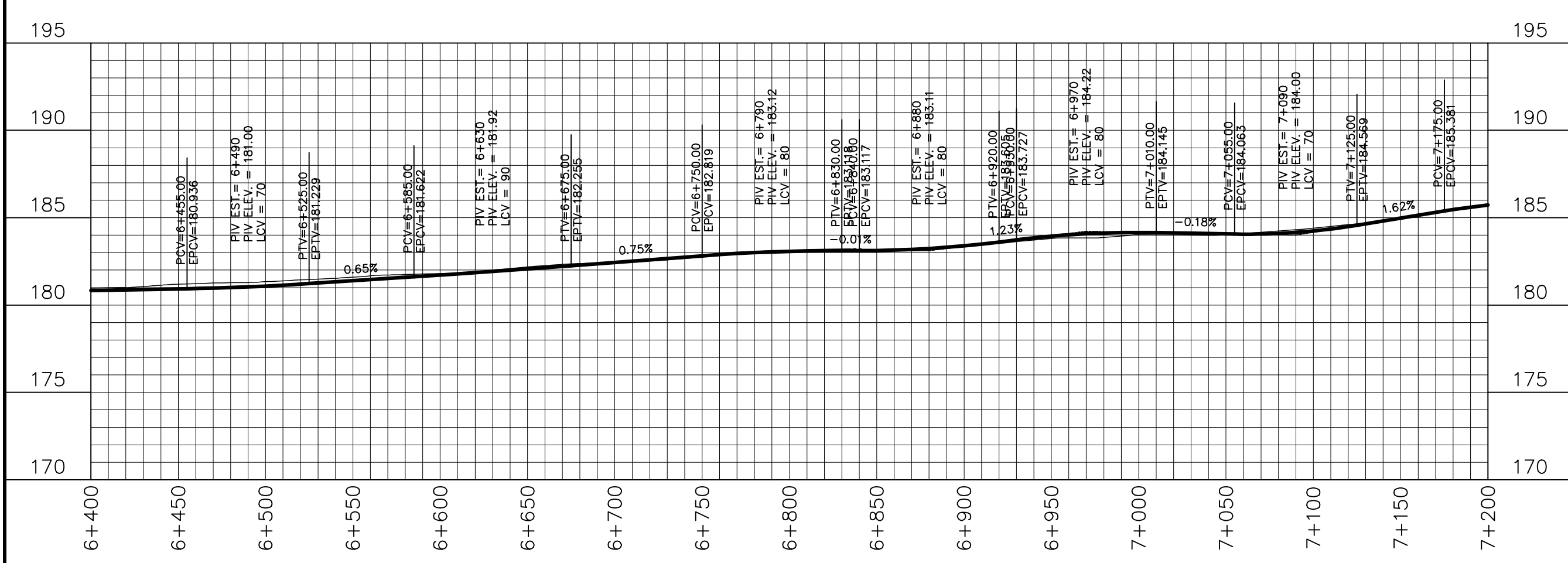
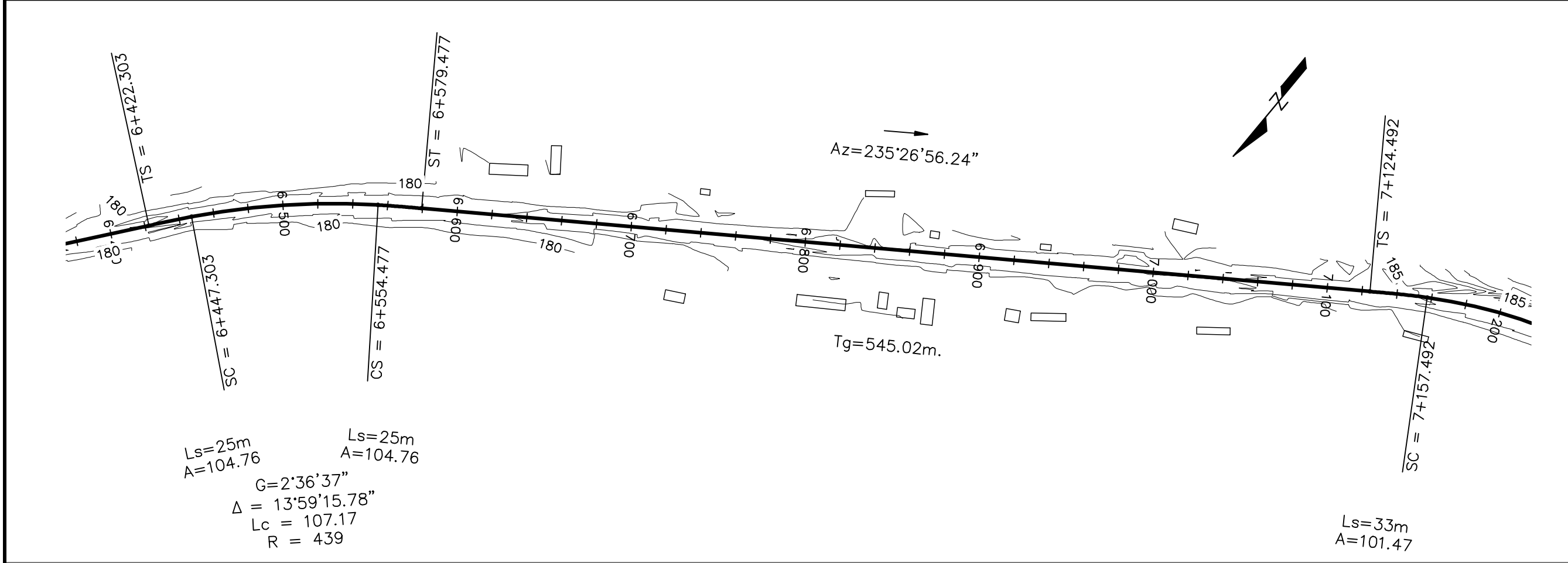


Contiene: PLANTA-PERFIL  
DE EST. 5+600 A EST. 6+400

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Facultad de Ingeniería

Escala: Horizontal 1/2500  
Vertical 1/250

Escuela: Civil  
Proyecto: Río Chiyu-Chinacobeja

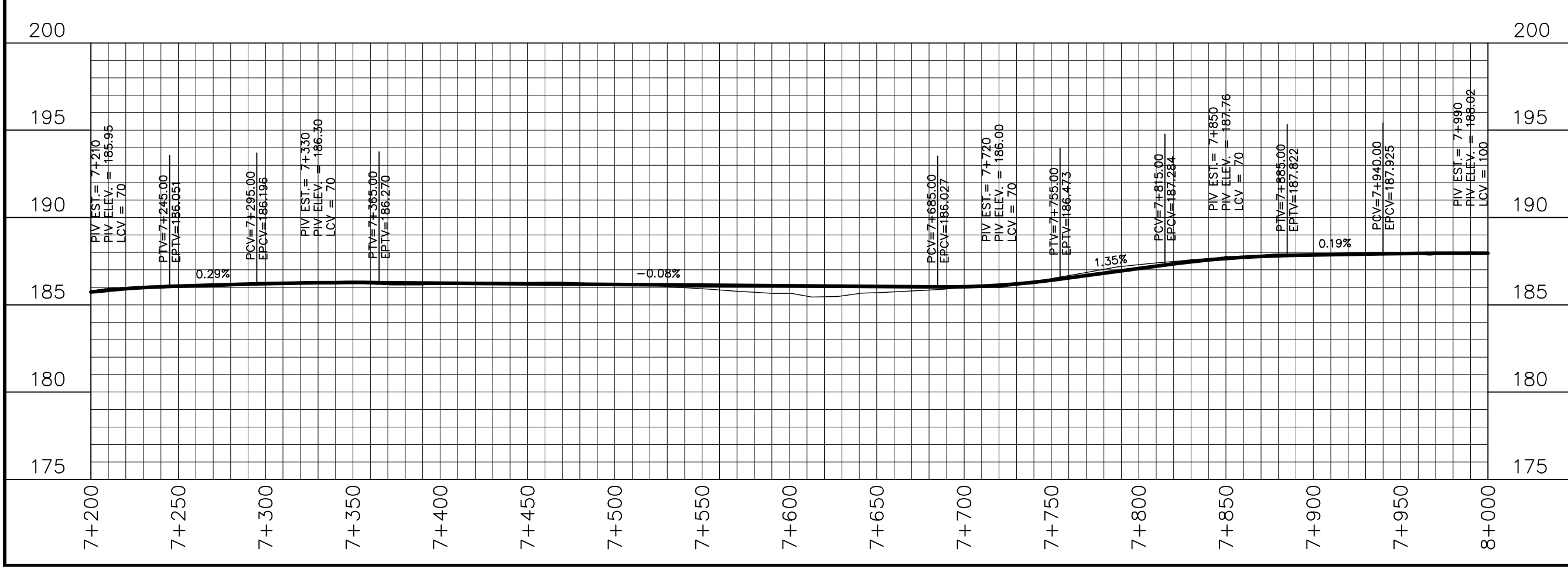
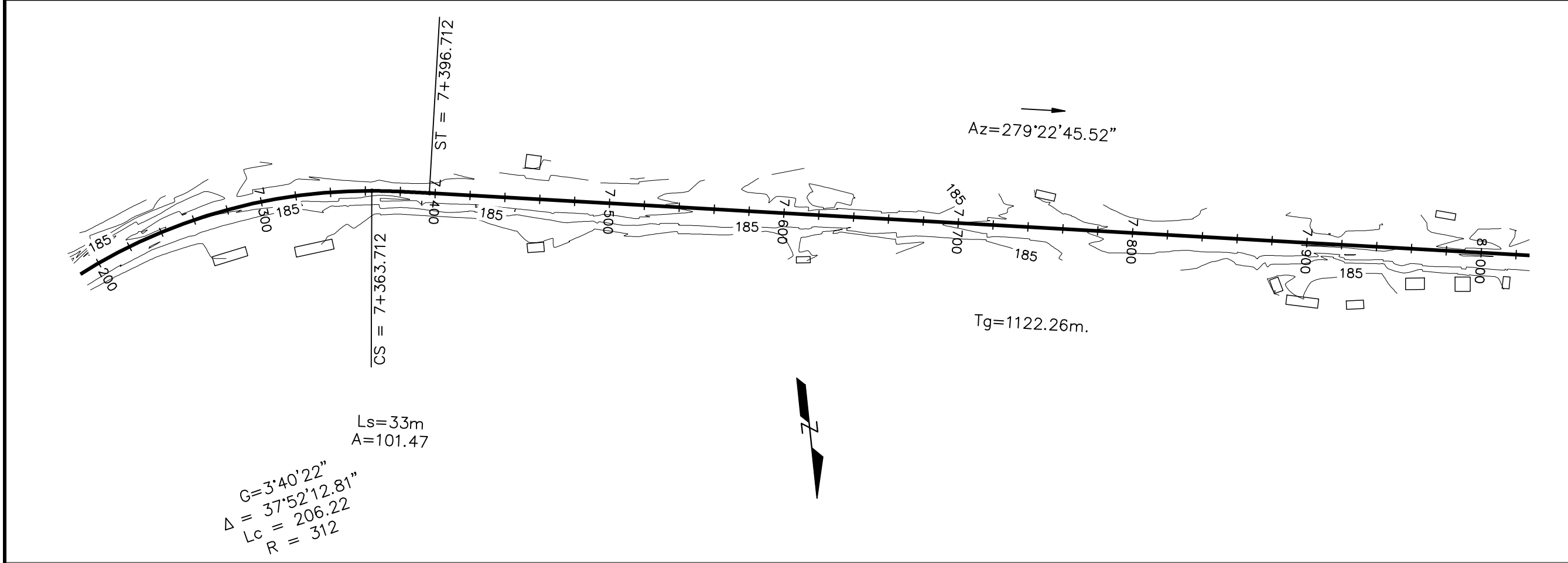


Contiene: PLANTA-PERFIL  
DE EST. 6+400 A EST. 7+200

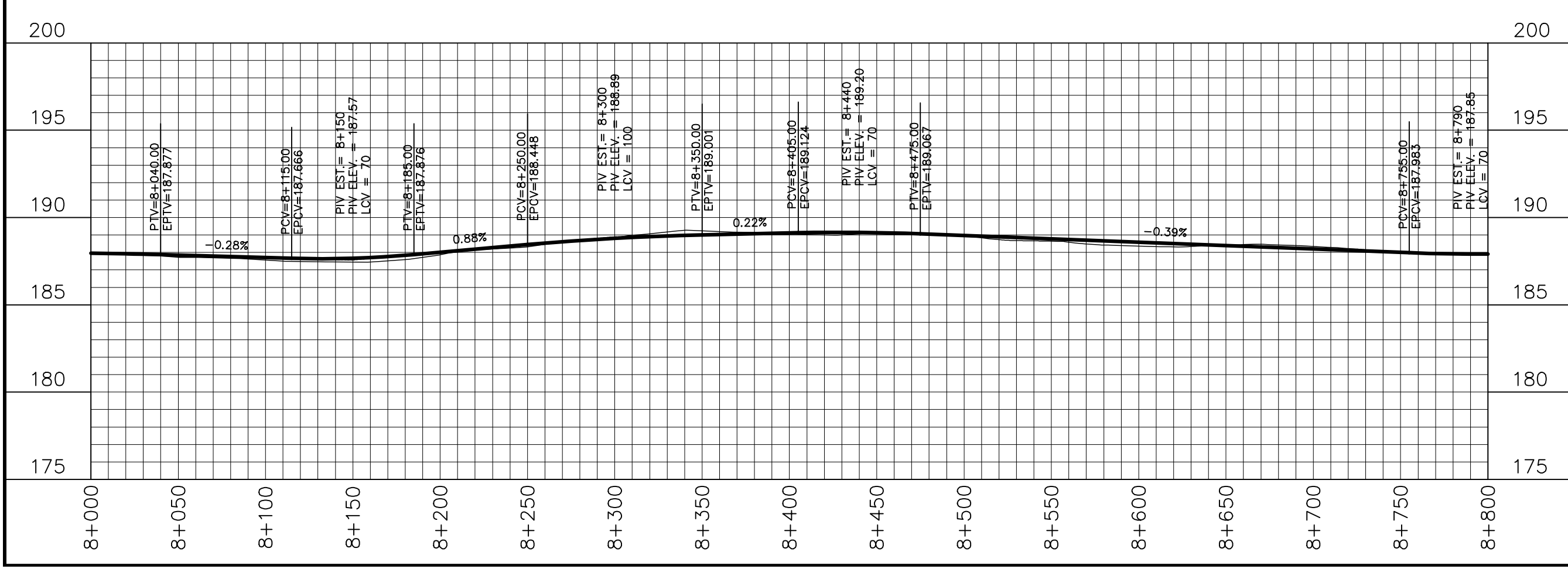
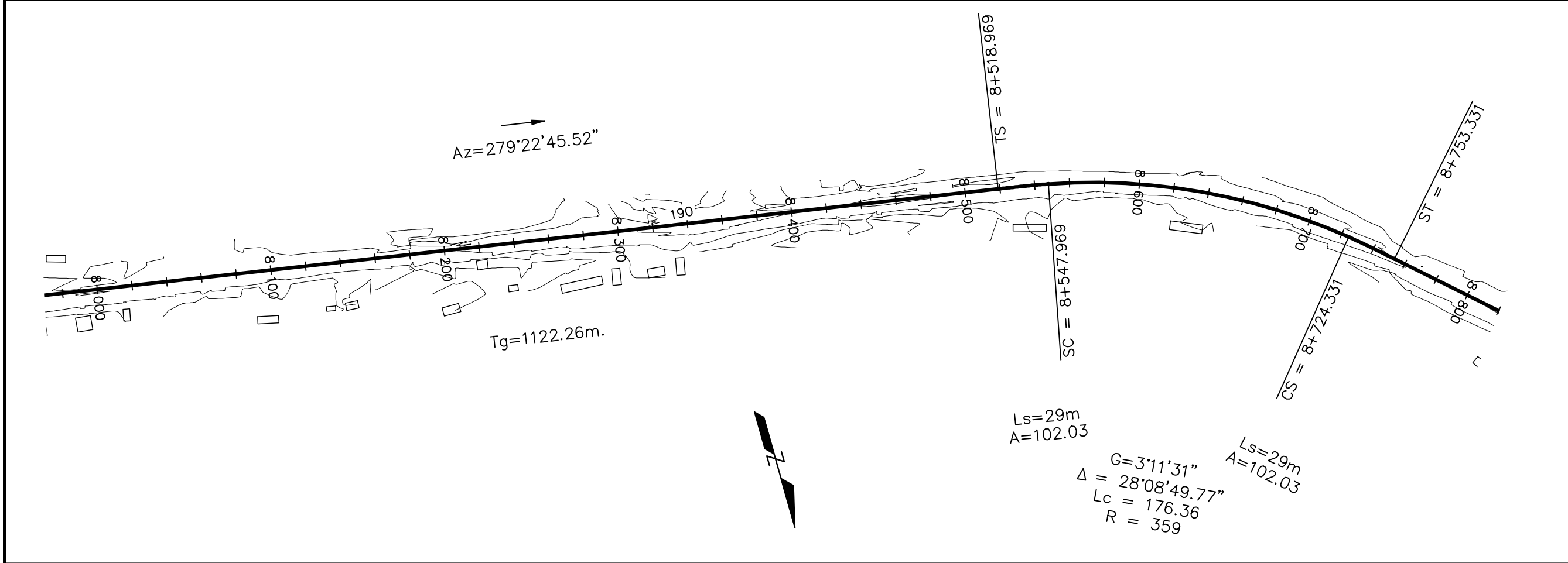
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Facultad de Ingeniería

Escala: Horizontal 1/2500  
Vertical 1/250

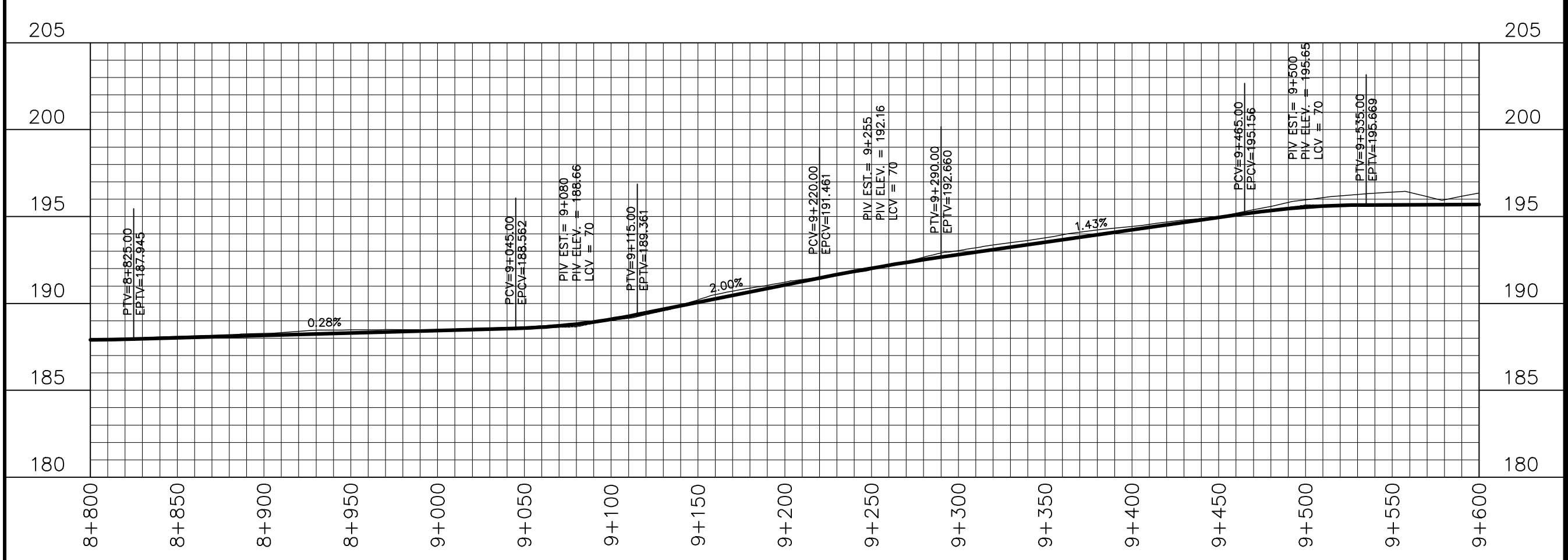
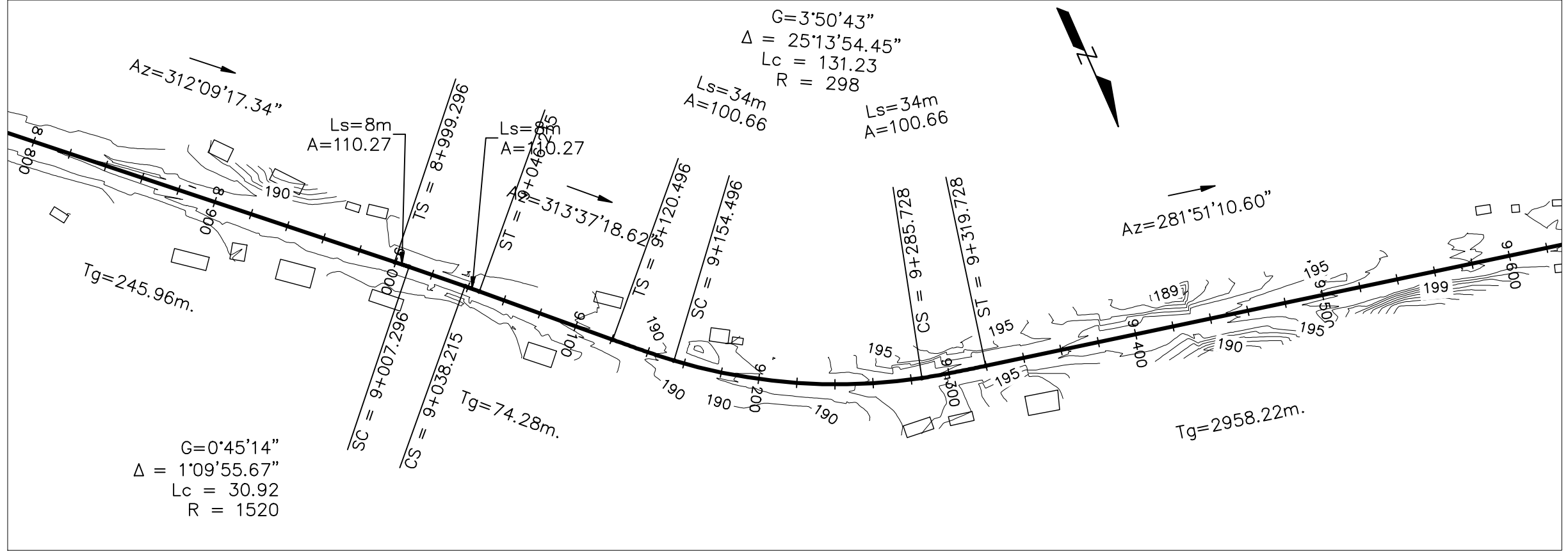
Escuela: Civil  
Proyecto: Río Chiyu-Chinacobeja



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA Facultad de Ingeniería	Contiene:	PLANTA-PERFIL DE EST. 7+200 A EST. 8+000
	Escala:	Horizontal 1/2500 Vertical 1/250
Escuela: Civil Proyecto: Río Chiyu-Chinacobeja	HOJA No.	10 / 19



<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> Facultad de Ingeniería	<b>Contiene:</b> PLANTA-PERFIL DE EST. 8+000 A EST. 8+800
Escuela: Civil Proyecto: Río Chiyu-Chinacobeja	<b>Escala:</b> Horizontal 1/2500 Vertical 1/250
HOJA No. <span style="font-size: 2em; vertical-align: middle;">11</span> / <span style="font-size: 2em; vertical-align: middle;">19</span>	



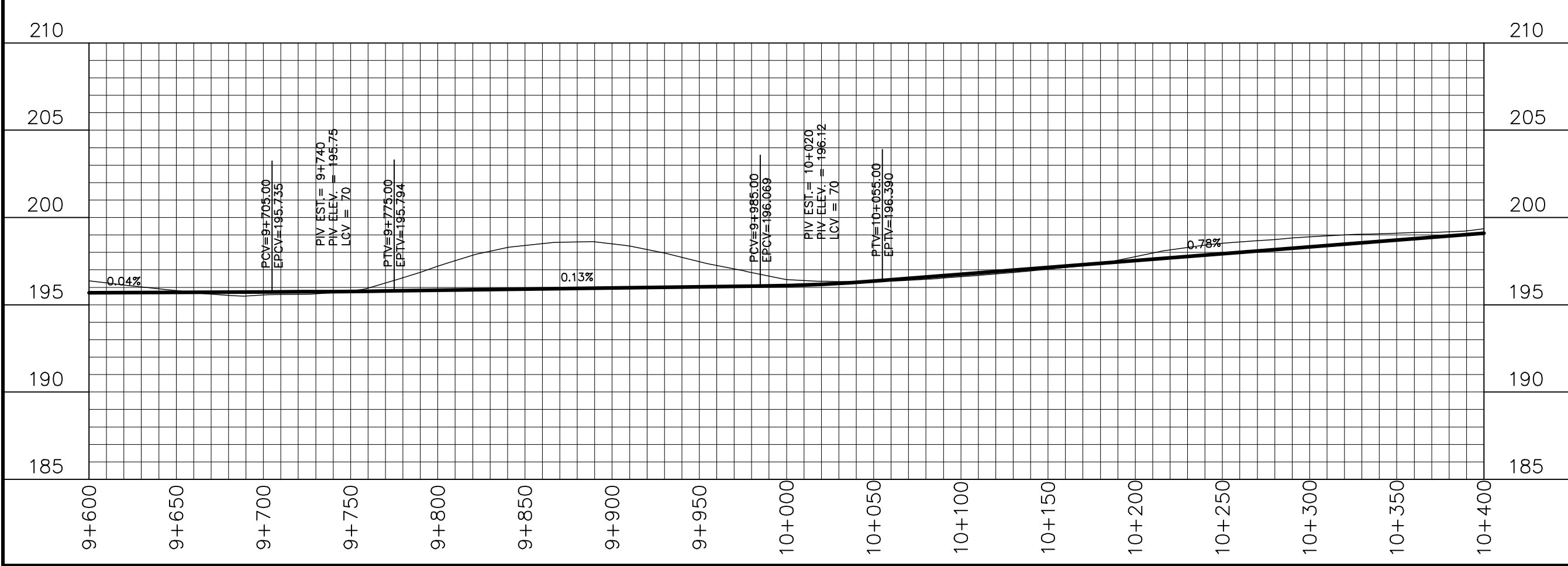
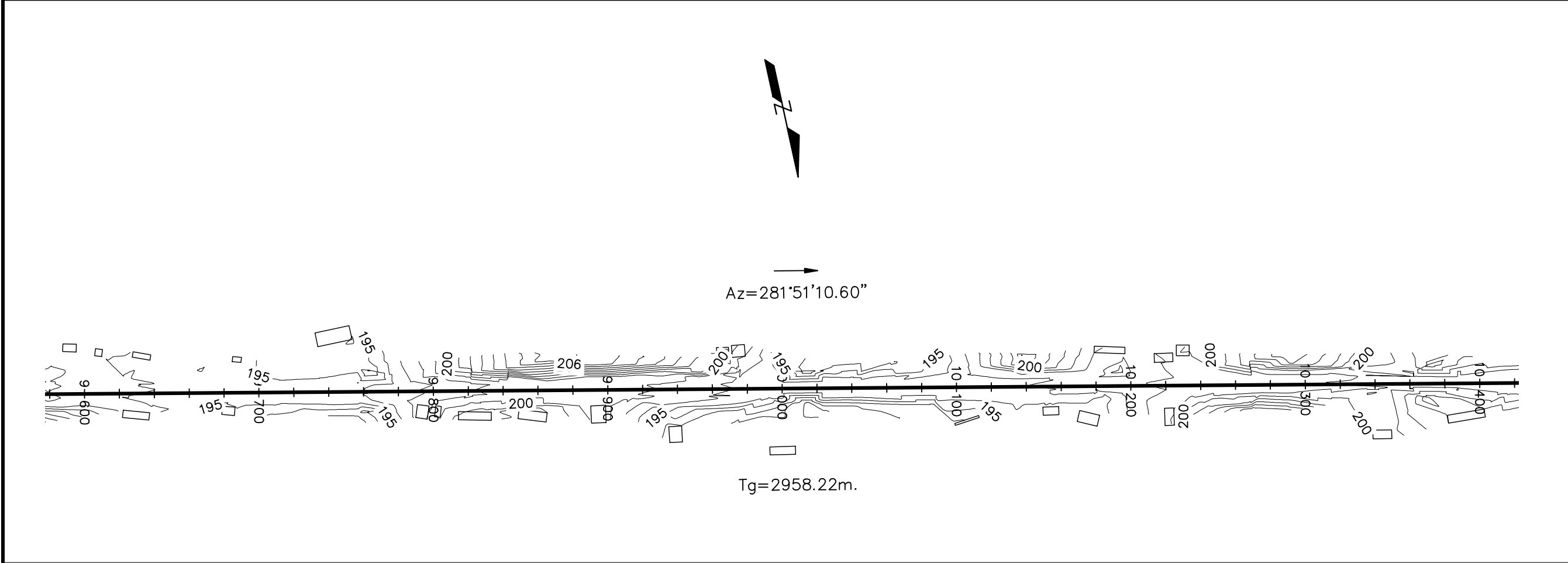
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Facultad de Ingeniería

Contiene: PLANTA-PERFIL  
DE EST. 8+800 A EST. 9+600

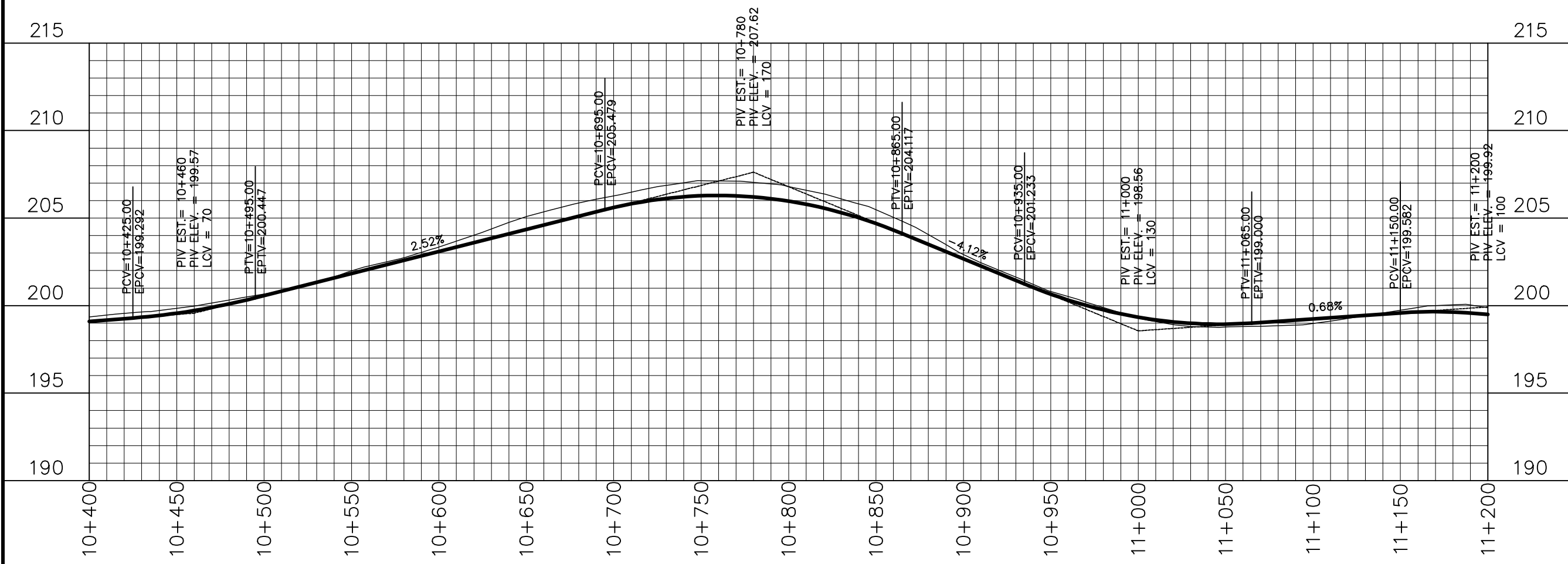
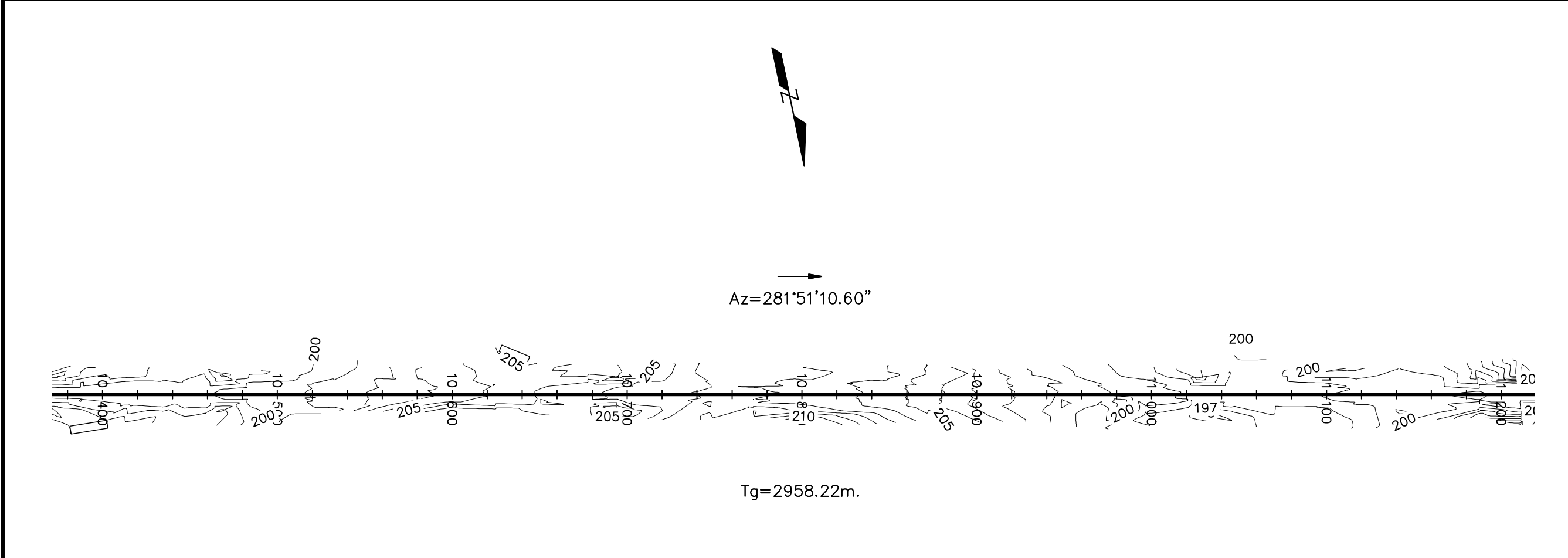
Escuela: Civil  
Proyecto: Río Chiyu-Chinacobeja

Escala: Horizontal 1/2500  
Vertical 1/250

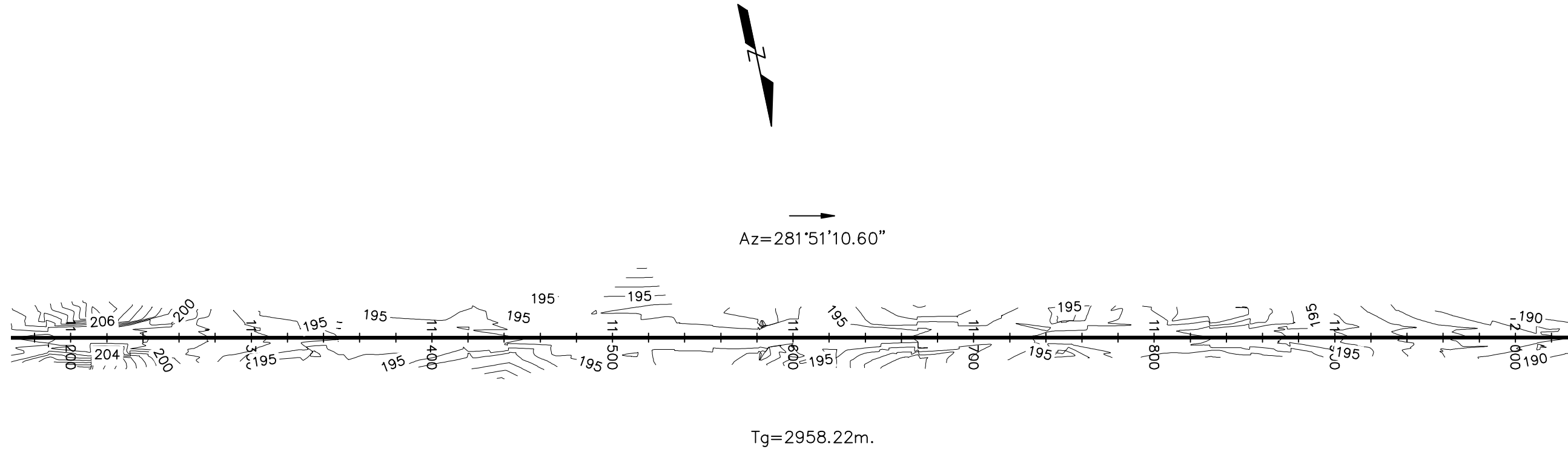




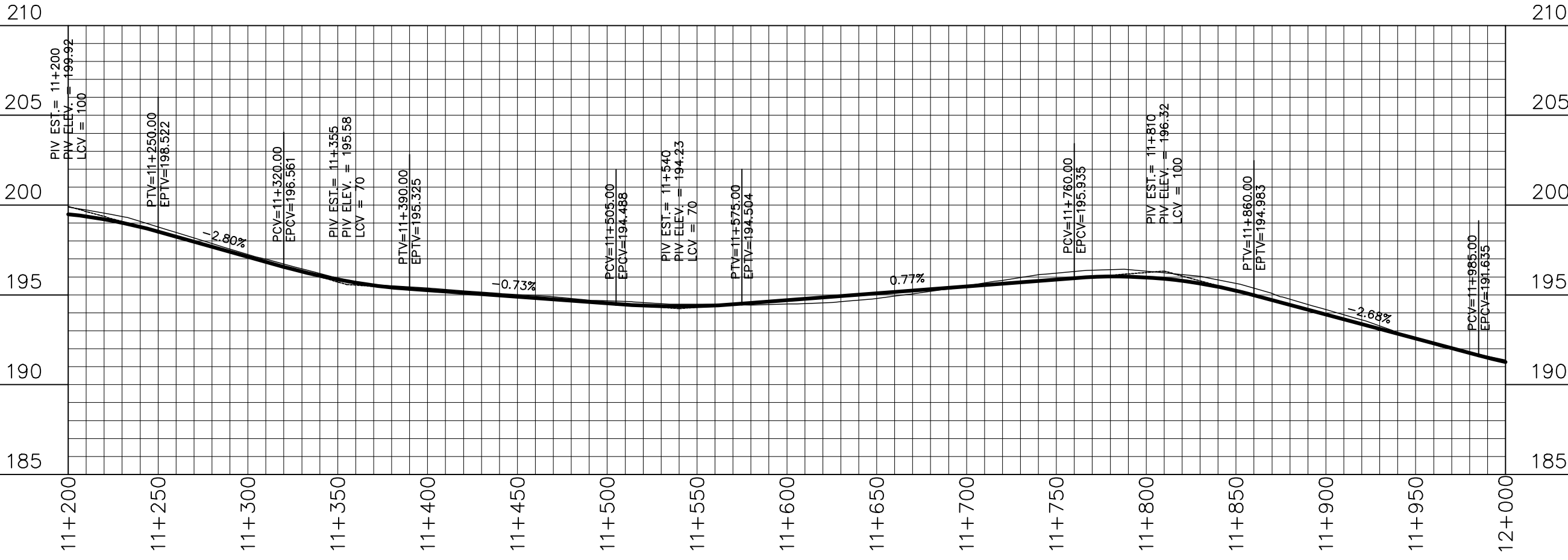
<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> Facultad de Ingeniería	<b>Contiene:</b> PLANTA-PERFIL DE EST. 9+600 A EST. 10+400	Escala: Horizontal 1/2500 Vertical 1/250	HOJA No. <b>13</b> / <b>19</b>
Escuela: Civil Proyecto: Río Chiyu-Chinacobeja			



<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> Facultad de Ingeniería	<b>PLANTA-PERFIL</b> DE EST. 10+400 A EST. 11+200
Escuela: Civil Proyecto: Río Chiyu-Chinacobeja	Escala: Horizontal 1/2500 Vertical 1/250
Contiene:	
Contiene:	
HOJA No. 14 / 19	



Tg=2958.22m.



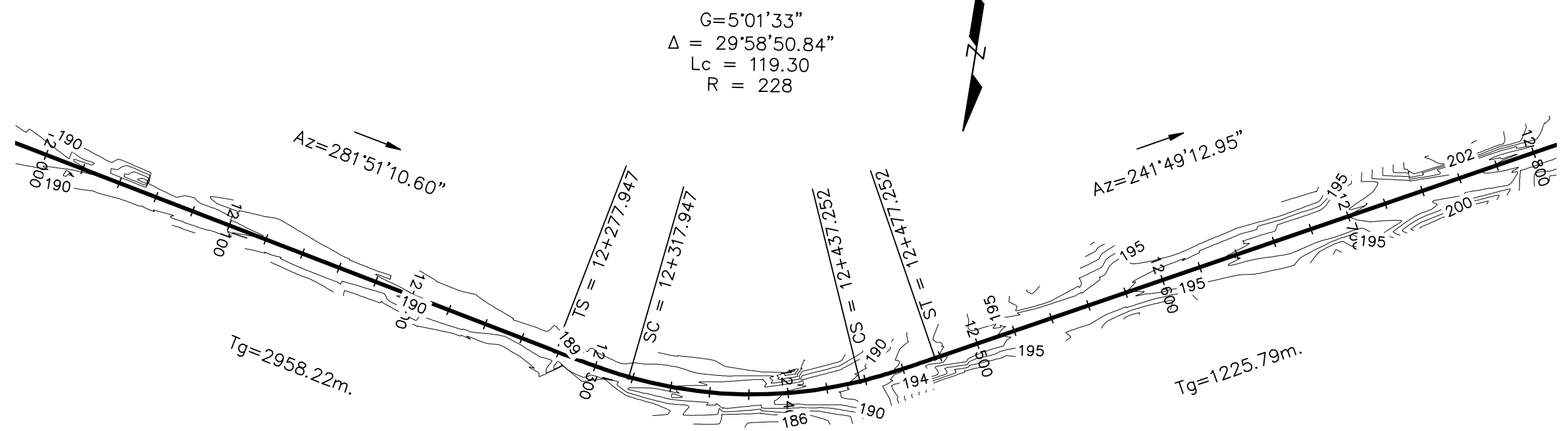
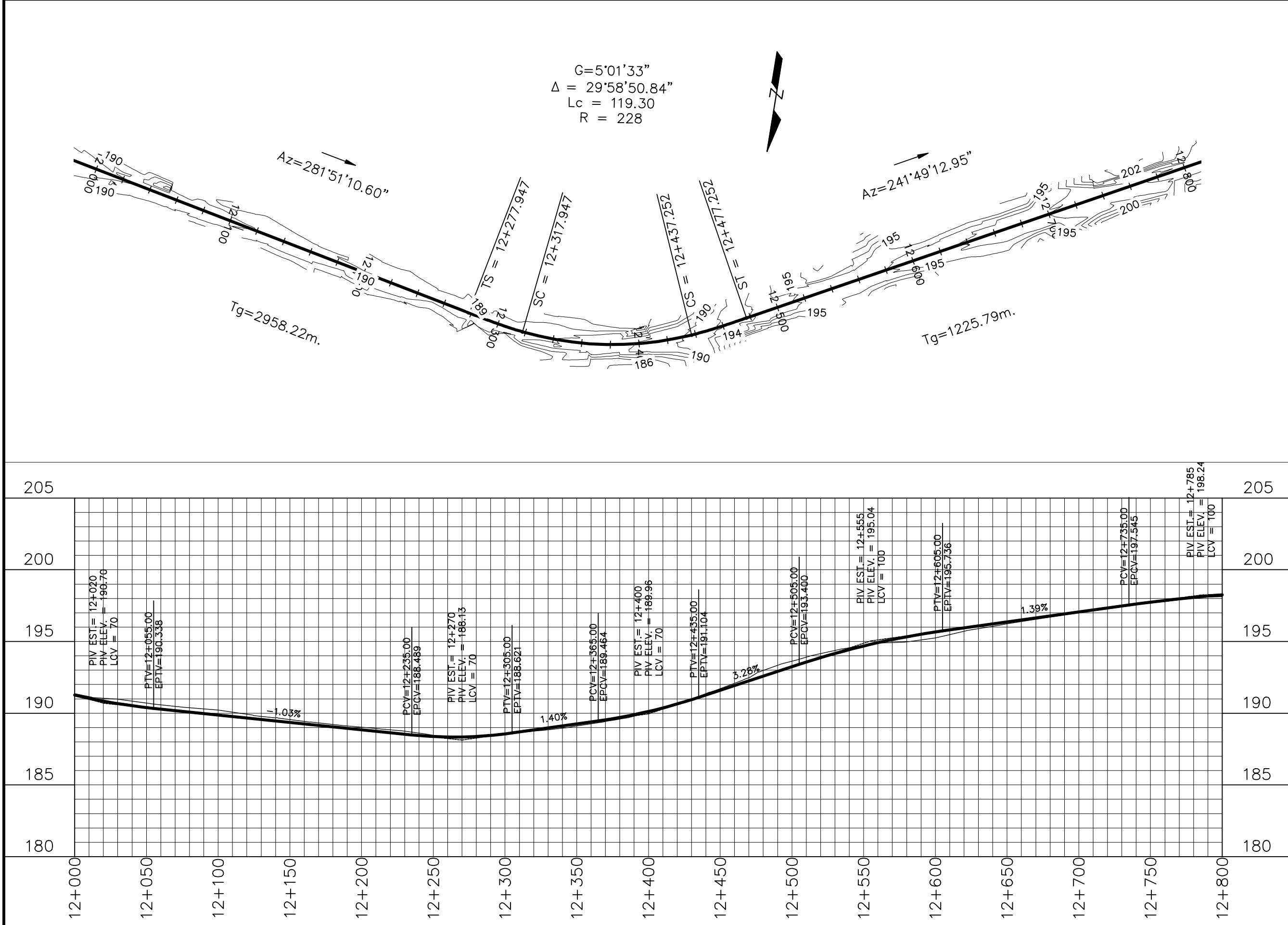
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Facultad de Ingeniería

Contiene: PLANTA-PERFIL  
DE EST. 11+200 A EST. 12+000

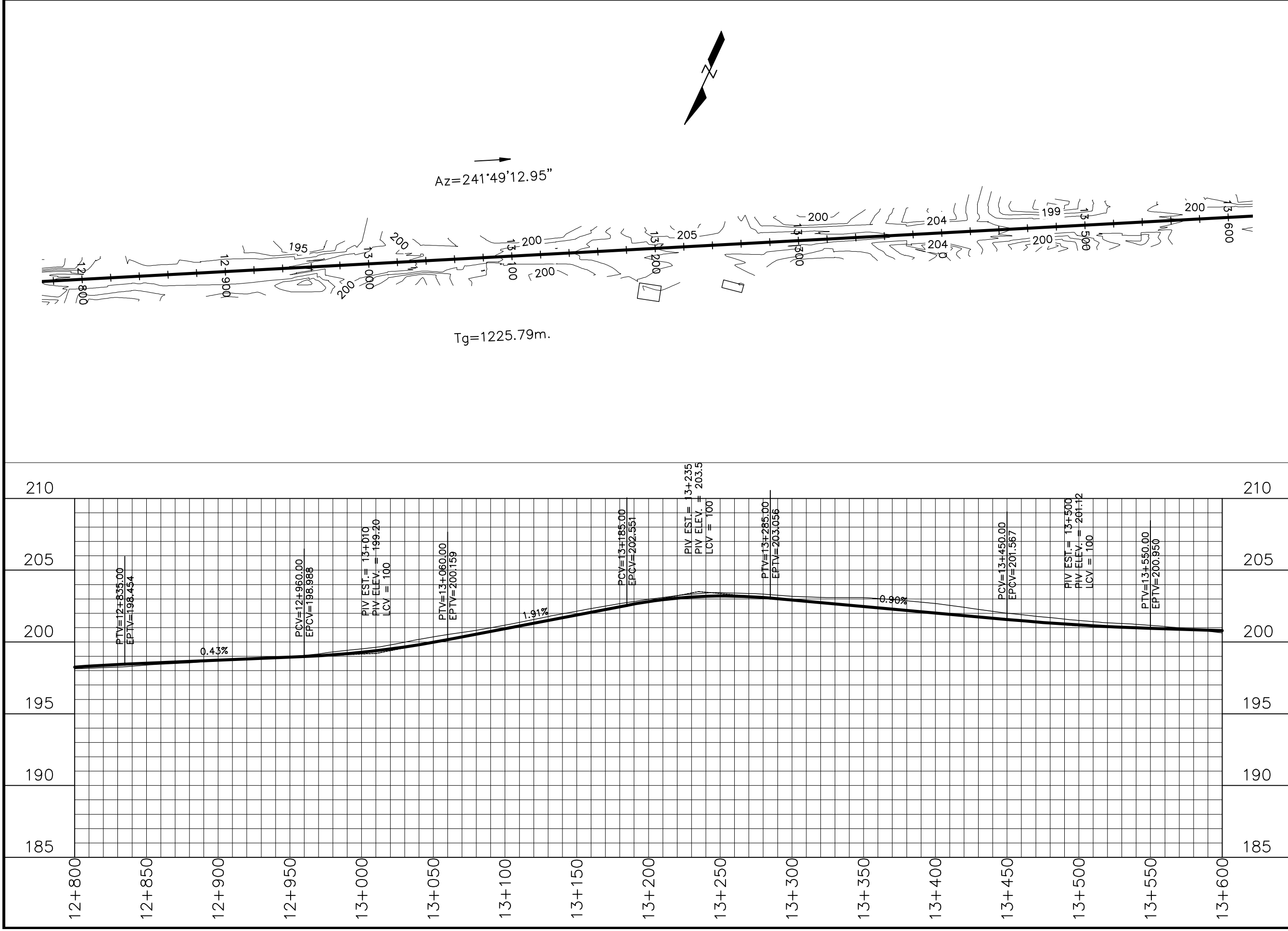
Escuela: Civil  
Proyecto: Río Chiyu-Chinacobeja

Escala: Horizontal 1/2500  
Vertical 1/250

HOJA No.  
15 / 19



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA Facultad de Ingeniería	Contiene: PLANTA-PERFIL	
	DE EST. 12+000 A EST. 12+800	
Escuela: Civil Proyecto: Río Chiyu-Chinacobeja	Escala:	Horizontal 1/2500
		Vertical 1/250
	HOJA No.	16 / 19

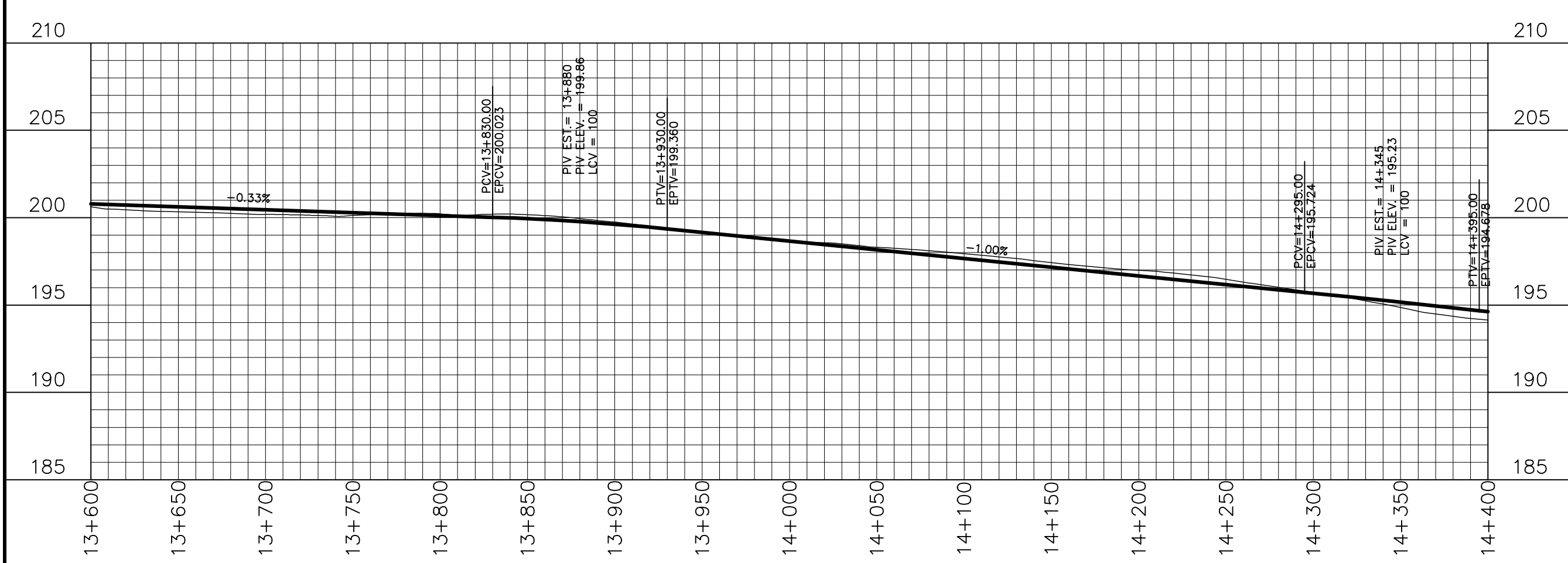
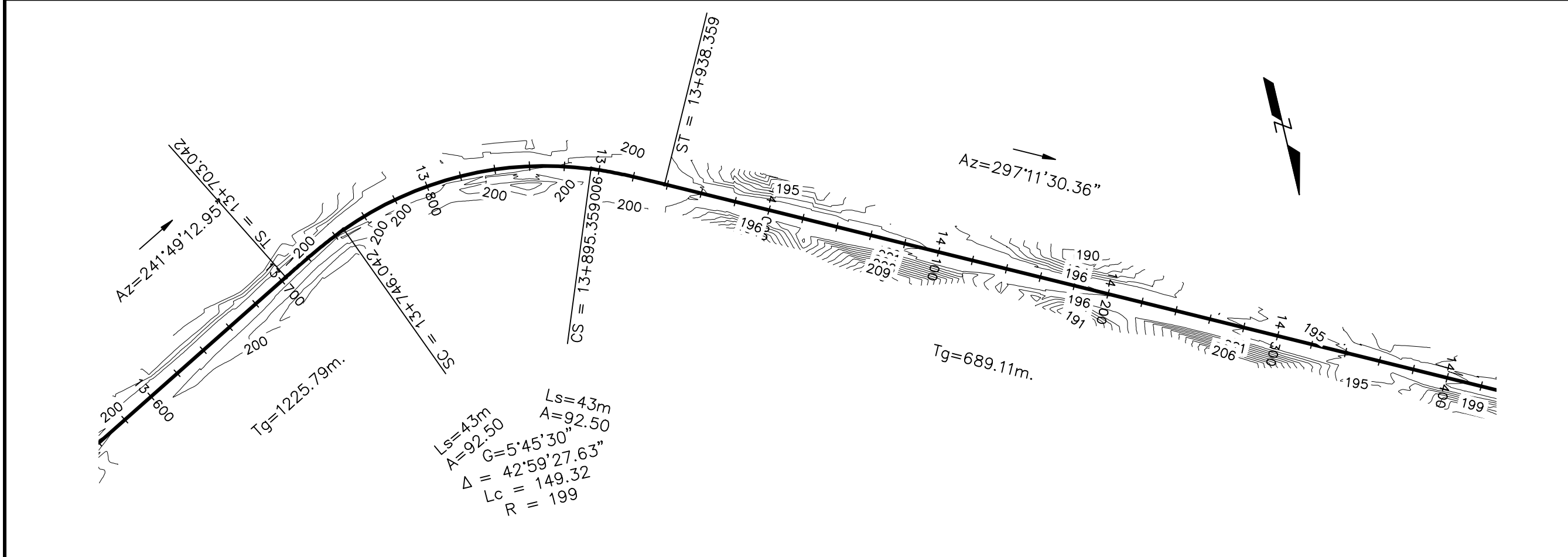


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Facultad de Ingeniería

Contiene: PLANTA-PERFIL  
DE EST. 12+800 A EST. 13+600

Escuela: Civil  
Proyecto: Río Chiyu-Chinacobeja

HOJA No.  
17 / 19

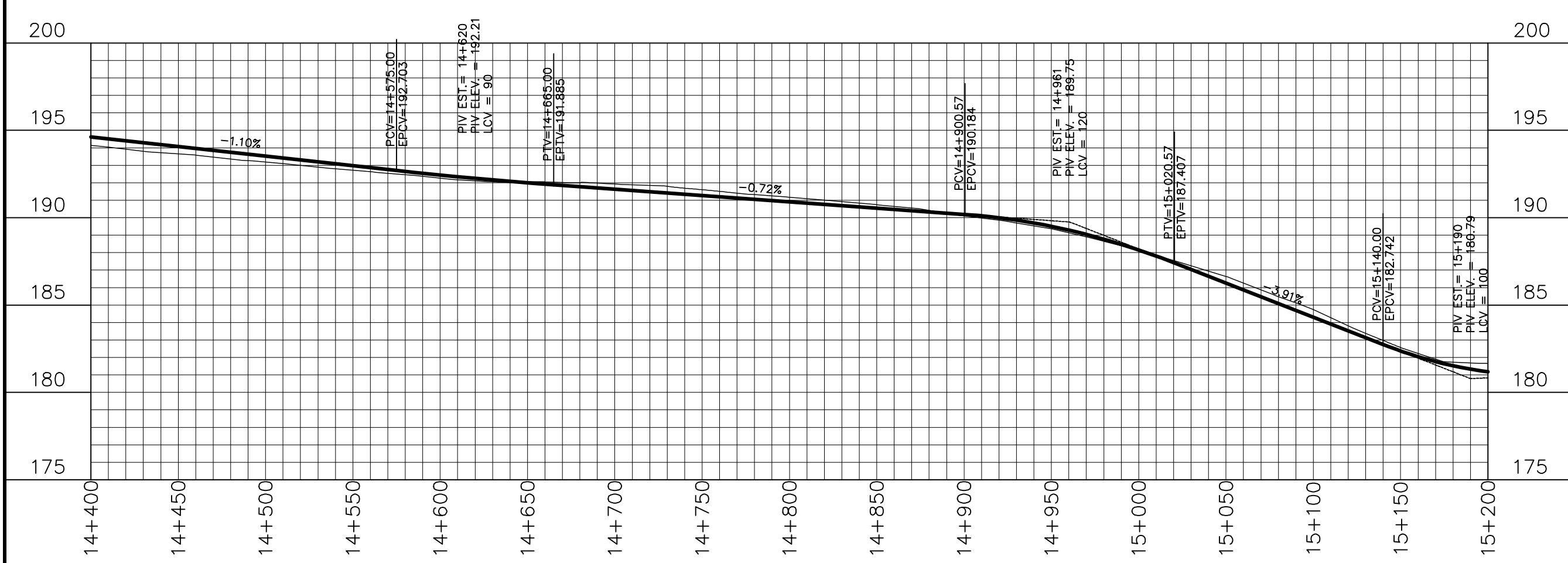
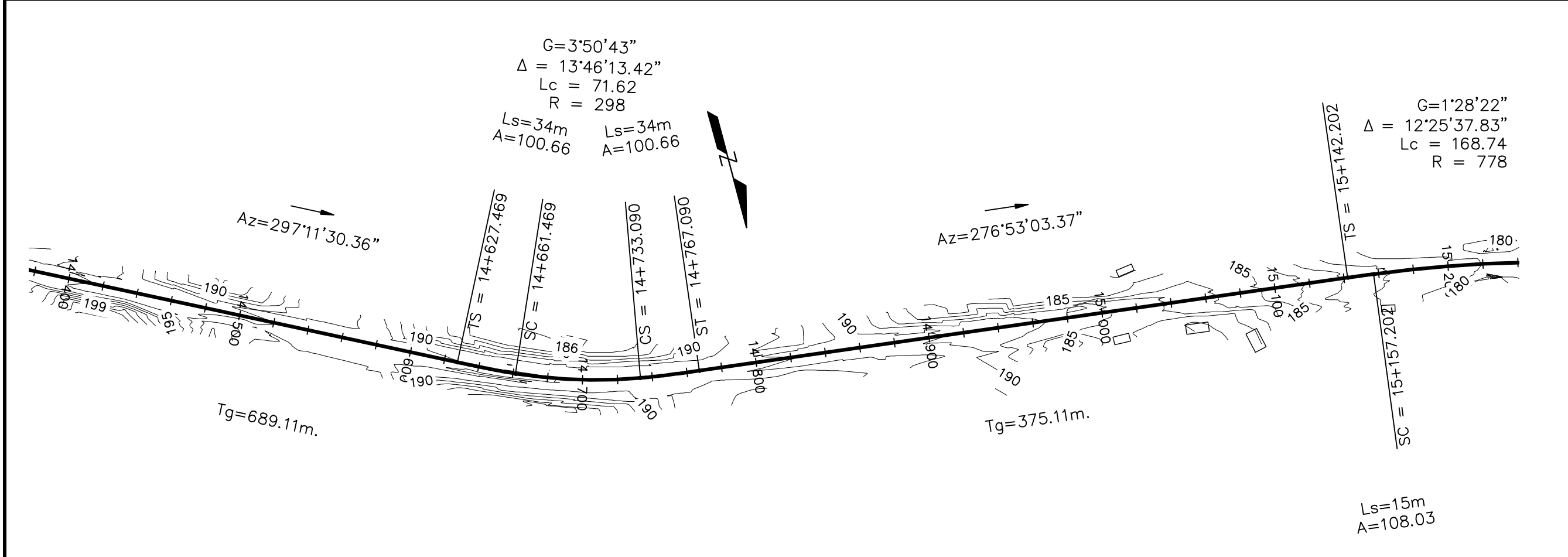


Contiene: **PLANTA-PERFIL**  
 DE EST. 13+600 A EST. 14+400

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
 Facultad de Ingeniería

Escala: Horizontal 1/2500  
 Vertical 1/250

Escuela: Civil  
 Proyecto: Río Chiyu-Chinacobeja

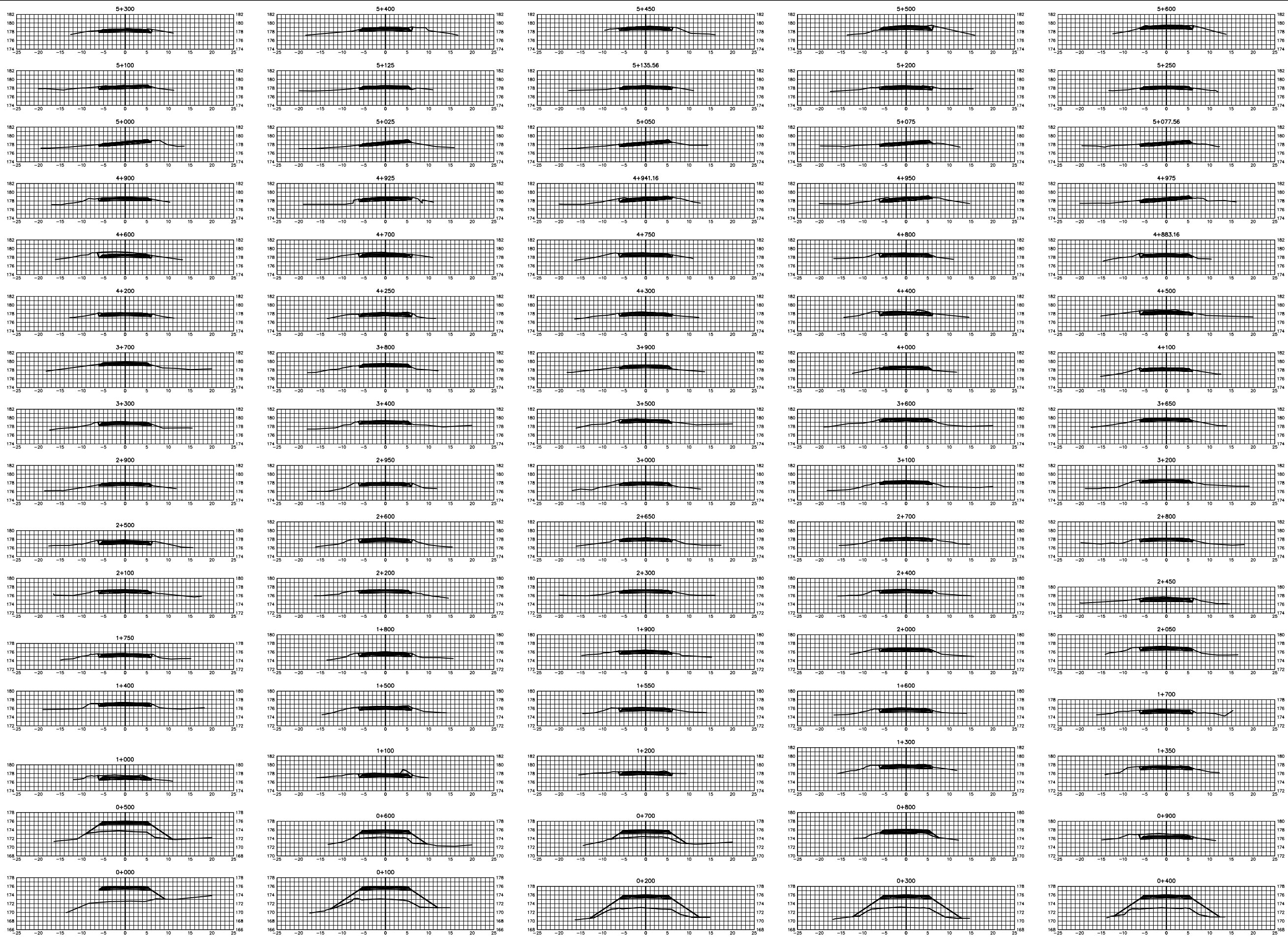


Contiene: PLANTA-PERFIL  
DE EST. 14+400 A EST. 15+200

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Facultad de Ingeniería

Escala: Horizontal 1/2500  
Vertical 1/250

Escuela: Civil  
Proyecto: Río Chiyu-Chinacobeja



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Facultad de Ingeniería

Contiene:

SECCIONES TRANSVERSALES

Escuela: Civil  
Proyecto: Río Chiyu—Chinacobeja

Escala:

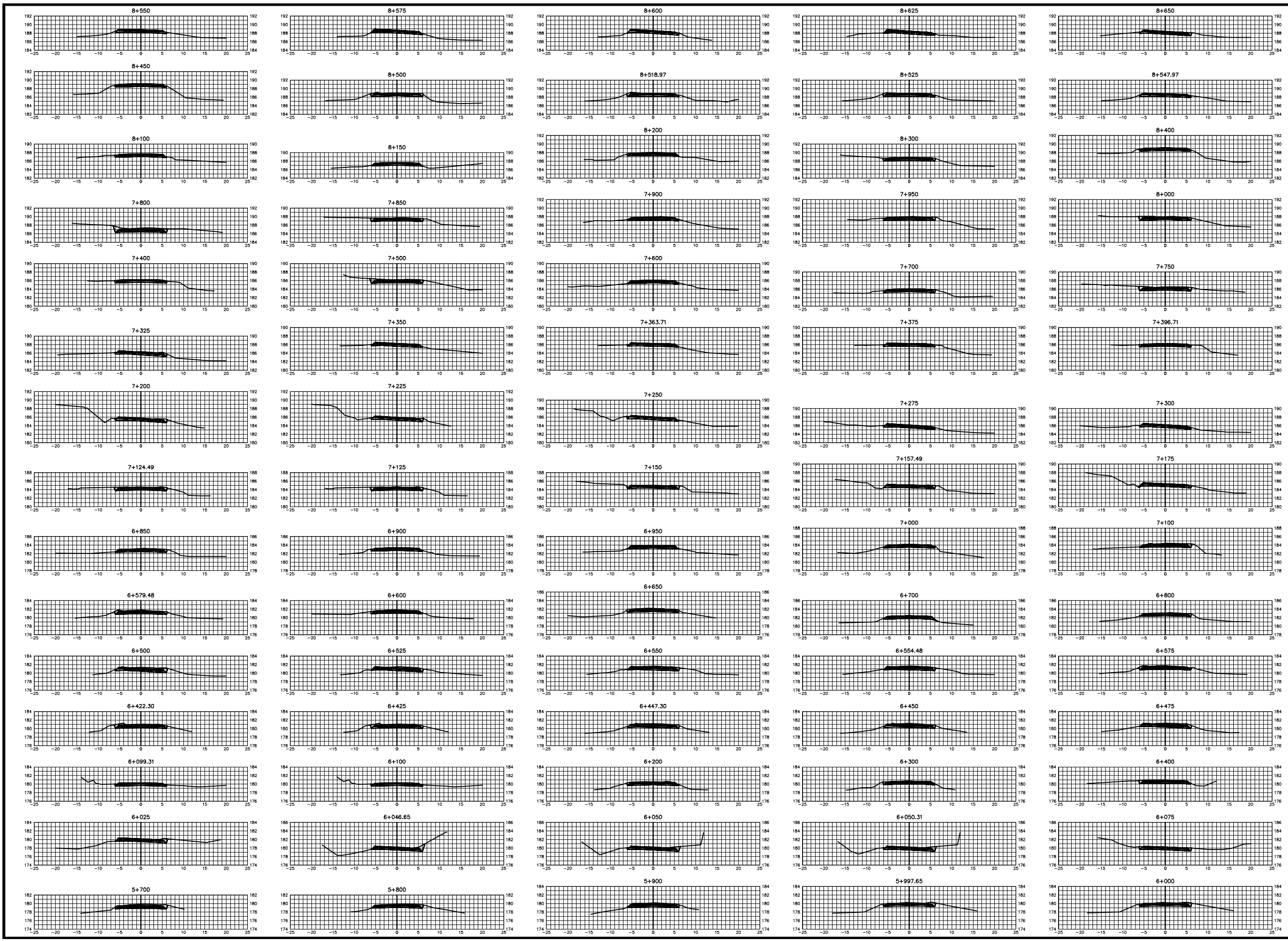
Sin escala

HOJA No.

1

4





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Facultad de Ingeniería

Contiene:

SECCIONES TRANSVERSALES

Escuela: Civil

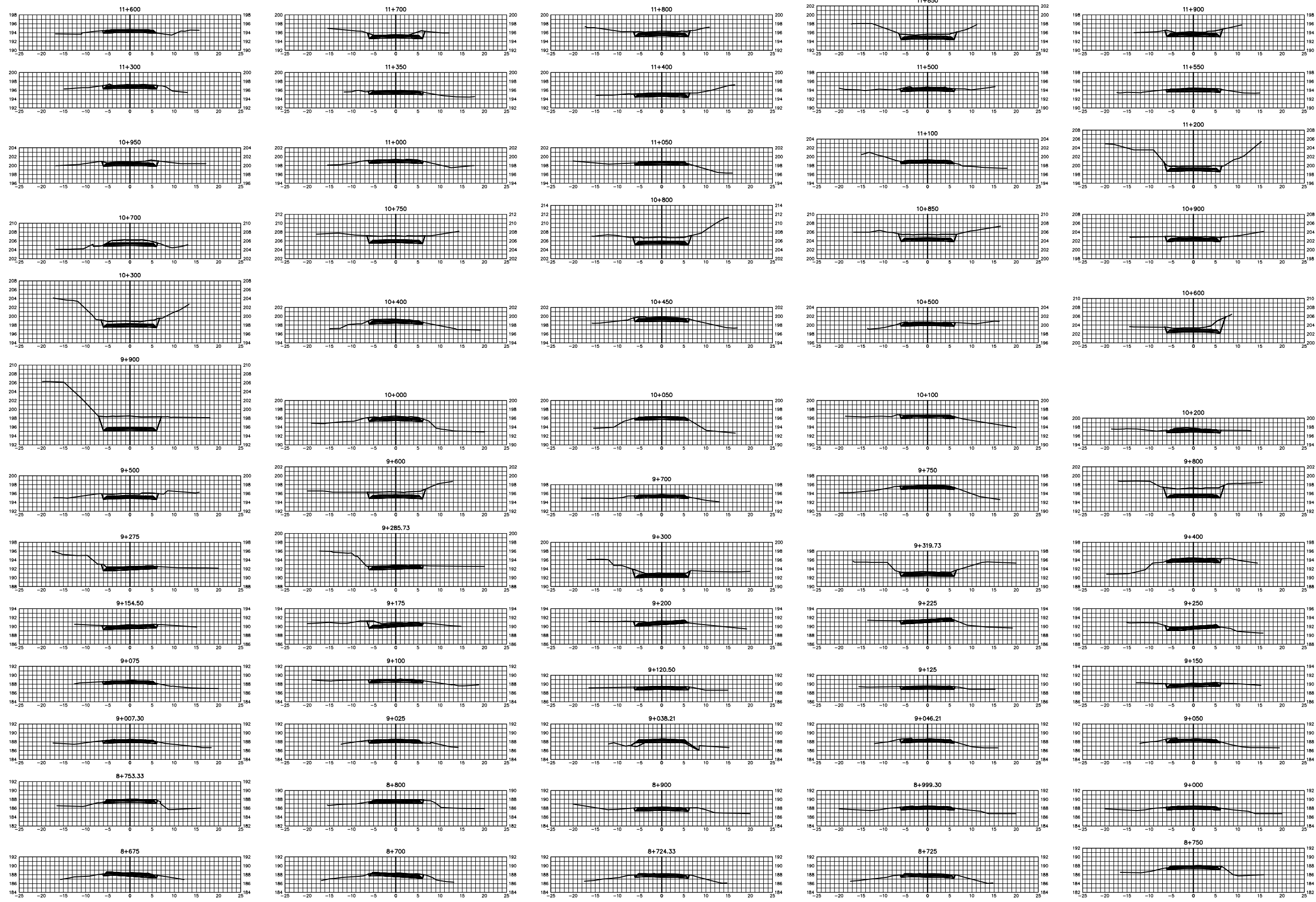
Escala: Sin escala

Proyecto: Río Chiyu—Chinacobeja

HOJA No.

2

4



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Facultad de Ingeniería

Contiene:

SECCIONES TRANSVERSALES

Escuela: Civil

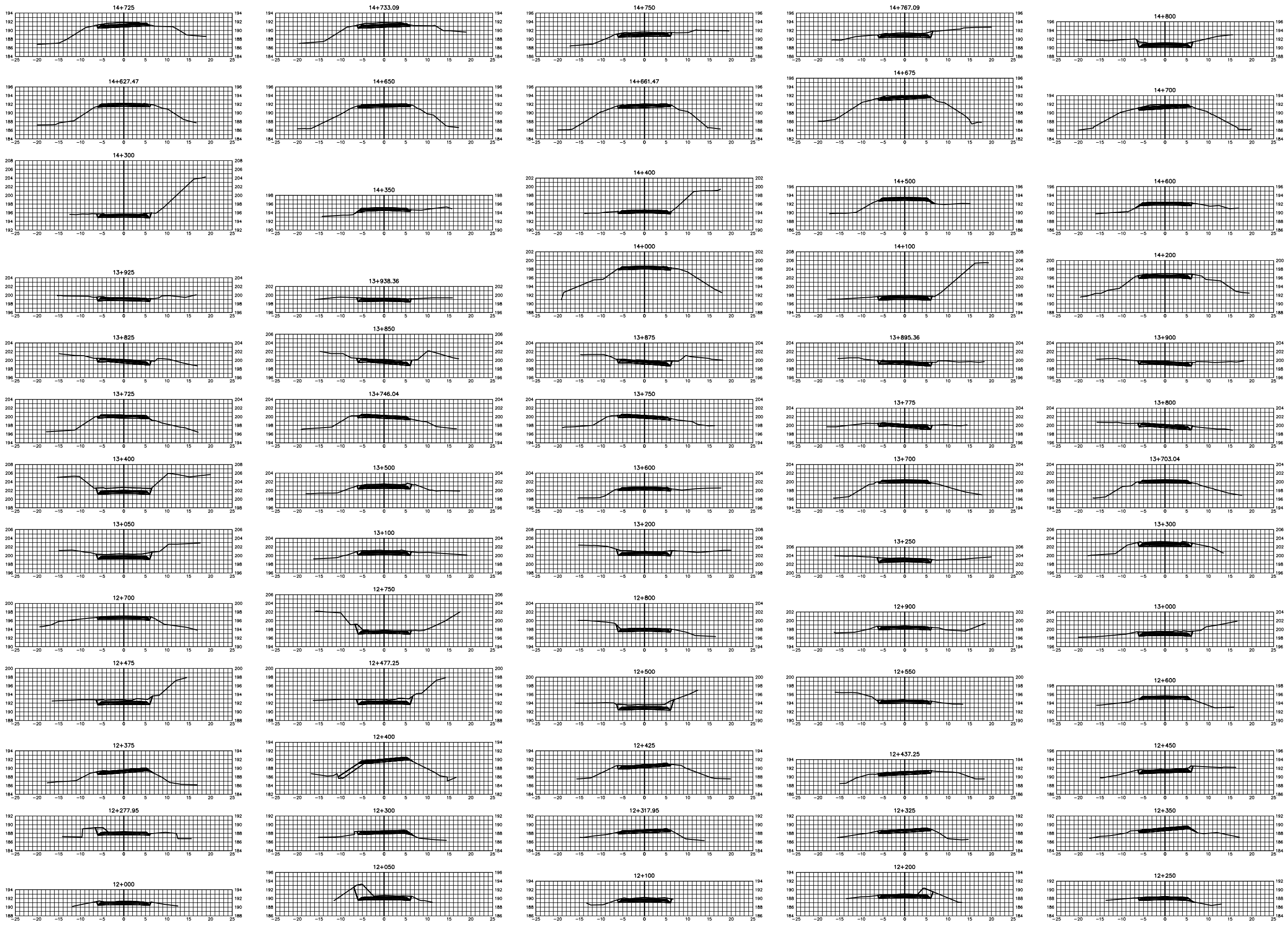
Proyecto: Río Chiyu—Chinacobeja

Escala: Sin escala

HOJA No.

3

4



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Facultad de Ingeniería

Contiene:

SECCIONES TRANSVERSALES

Escuela: Civil

Escala: Sin escala

HOJA No. 4

Proyecto: Río Chiyu—Chinacobeja

4

Total Volume Table						
Station	Fill Area	Cut Area	Fill Volume	Cut Volume	Cumulative Fill Vol	Cumulative Cut Vol
0+000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+100.00	45.85	0.00	2292.38	0.00	2292.38	0.00
0+200.00	45.87	0.00	4585.82	0.00	6878.20	0.00
0+300.00	45.20	0.00	4553.40	0.00	11431.60	0.00
0+400.00	46.02	0.00	4561.05	0.00	15992.65	0.00
0+500.00	29.24	0.00	3763.13	0.00	19755.78	0.00
0+600.00	18.52	0.00	2388.16	0.00	22143.95	0.00
0+700.00	15.59	0.00	1705.56	0.00	23849.51	0.00
0+800.00	2.86	0.00	922.41	0.01	24771.91	0.01
0+900.00	0.00	12.48	142.96	623.98	24914.88	623.99
1+000.00	0.00	10.99	0.00	1173.44	24914.88	1797.44
1+100.00	0.00	10.73	0.00	1086.18	24914.88	2883.62
1+200.00	0.00	9.14	0.00	993.79	24914.88	3877.40
1+300.00	0.00	8.87	0.00	900.34	24914.88	4777.74
1+350.00	0.00	8.06	0.00	423.15	24914.88	5200.89
1+400.00	0.00	8.18	0.00	405.98	24914.88	5606.87
1+500.00	0.00	8.72	0.00	845.16	24914.88	6452.04
1+550.00	0.00	9.17	0.00	447.41	24914.88	6899.45
1+600.00	0.00	9.44	0.00	465.41	24914.88	7364.85
1+700.00	0.00	9.55	0.00	949.78	24914.88	8314.64
1+750.00	0.00	8.29	0.00	446.01	24914.88	8760.65
1+800.00	0.00	10.37	0.00	466.44	24914.88	9227.09
1+900.00	0.00	8.48	0.00	942.26	24914.88	10169.34
2+000.00	0.00	8.26	0.00	836.98	24914.88	11006.33
2+050.00	0.00	8.72	0.00	424.62	24914.88	11430.95
2+100.00	0.00	8.13	0.00	421.40	24914.88	11852.34
2+200.00	0.00	6.83	0.00	748.42	24914.88	12600.77
2+300.00	0.00	6.23	0.00	653.04	24914.88	13253.81
2+400.00	0.00	8.77	0.00	749.72	24914.88	14003.53
2+450.00	0.00	10.45	0.00	480.50	24914.88	14484.03
2+500.00	0.00	9.94	0.02	509.81	24914.90	14993.84
2+600.00	0.00	10.16	0.14	1004.93	24915.04	15998.77
2+650.00	0.00	7.14	0.05	432.50	24915.09	16431.27
2+700.00	0.00	6.15	0.00	332.38	24915.09	16763.65
2+800.00	0.00	7.22	0.00	668.60	24915.09	17432.25
2+900.00	0.00	6.80	0.00	700.98	24915.09	18133.23
2+950.00	0.00	7.93	0.00	368.19	24915.09	18501.42
3+000.00	0.00	6.42	0.00	358.69	24915.09	18860.11
3+100.00	0.00	6.21	0.00	631.64	24915.09	19491.75
3+200.00	0.00	6.74	0.00	647.67	24915.09	20139.42
3+300.00	0.00	8.53	0.00	763.72	24915.09	20903.14
3+400.00	0.00	7.30	0.00	791.42	24915.09	21694.56
3+500.00	0.00	7.83	0.00	756.07	24915.09	22450.63
3+600.00	0.00	7.46	0.00	764.07	24915.09	23214.70
3+650.00	0.00	6.27	0.00	343.20	24915.09	23557.90
3+700.00	0.00	5.58	0.00	296.20	24915.09	23854.10
3+800.00	0.00	4.83	0.00	520.21	24915.09	24374.31
3+900.00	0.02	3.73	1.01	427.97	24916.11	24802.27
4+000.00	0.00	6.03	1.03	487.91	24917.13	25290.18
4+100.00	0.00	7.21	0.01	682.02	24917.14	25952.20
4+200.00	0.00	7.78	0.00	749.73	24917.14	26701.93
4+250.00	0.00	9.01	0.00	419.72	24917.14	27121.65
4+300.00	0.00	8.17	0.00	429.42	24917.14	27551.07
4+400.00	0.00	10.07	0.00	912.15	24917.14	28463.22
4+500.00	0.00	10.47	0.00	1027.00	24917.14	29490.23
4+600.00	0.00	13.33	0.00	1189.70	24917.14	30679.93
4+700.00	0.00	10.24	0.00	1178.28	24917.14	31858.21
4+750.00	0.00	8.78	0.00	474.89	24917.14	32333.10
4+800.00	0.00	8.62	0.00	434.40	24917.14	32767.50
4+883.16	0.00	7.89	0.15	686.31	24917.30	33453.81
4+900.00	0.00	7.84	0.03	132.41	24917.33	33586.22
4+925.00	0.00	8.03	0.00	198.22	24917.33	33784.44
4+941.16	0.00	8.47	0.00	133.08	24917.33	33917.53
4+950.00	0.00	8.34	0.00	73.98	24917.33	33991.51
4+975.00	0.00	7.33	0.00	194.82	24917.33	34186.33
5+000.00	0.00	6.46	0.00	171.76	24917.33	34358.08
5+025.00	0.00	4.90	0.03	141.80	24917.36	34499.89
5+050.00	0.01	4.21	0.15	113.25	24917.51	34612.93
5+075.00	0.03	5.80	0.45	124.36	24917.95	34737.29
5+077.56	0.00	6.07	0.04	15.17	24917.99	34752.47
5+100.00	0.00	6.76	0.03	143.38	24918.02	34895.85
5+125.00	0.09	5.65	1.15	154.83	24919.17	35050.68
5+135.56	0.00	6.89	0.48	66.18	24919.65	35116.86
5+200.00	0.00	8.87	0.00	507.88	24919.65	35624.74
5+250.00	0.00	7.19	0.00	401.51	24919.65	36026.25
5+300.00	0.00	7.87	0.00	376.47	24919.65	36402.72

Total Volume Table						
Station	Fill Area	Cut Area	Fill Volume	Cut Volume	Cumulative Fill Vol	Cumulative Cut Vol
5+400.00	0.00	8.61	0.00	824.24	24919.65	37226.96
5+450.00	0.00	8.63	0.00	430.98	24919.65	37657.94
5+500.00	0.00	9.83	0.07	461.37	24919.72	38119.32
5+600.00	0.00	9.27	0.14	954.75	24919.86	39074.07
5+700.00	0.00	10.36	0.00	981.55	24919.86	40055.61
5+800.00	0.00	8.40	0.00	938.31	24919.86	40993.92
5+900.00	0.00	9.53	0.00	896.68	24919.86	41890.60
5+997.65	0.00	8.86	0.00	898.10	24919.86	42788.70
6+000.00	0.00	8.80	0.00	20.71	24919.86	42809.42
6+025.00	0.00	5.95	0.00	184.01	24919.86	42993.42
6+046.65	0.00	7.94	0.00	149.22	24919.86	43142.65
6+050.00	0.00	8.09	0.00	26.61	24919.86	43169.26
6+050.31	0.00	8.09	0.00	2.53	24919.86	43171.79
6+075.00	0.00	7.19	0.00	188.03	24919.86	43359.83
6+099.31	0.00	5.15	0.00	149.94	24919.86	43509.77
6+100.00	0.00	5.16	0.00	3.54	24919.86	43513.31
6+200.00	0.00	8.34	0.00	674.98	24919.86	44188.29
6+300.00	0.00	7.90	0.00	812.33	24919.86	45000.62
6+400.00	0.00	8.98	0.00	844.14	24919.86	45844.76
6+422.30	0.00	10.00	0.00	211.63	24919.86	46056.38
6+425.00	0.00	9.91	0.00	26.85	24919.86	46083.23
6+447.30	0.00	9.37	0.00	215.06	24919.86	46298.29
6+450.00	0.00	9.35	0.00	25.25	24919.86	46323.55
6+475.00	0.00	9.42	0.00	234.38	24919.86	46557.93
6+500.00	0.00	10.47	0.00	248.19	24919.86	46806.10
6+525.00	0.00	8.37	0.00	234.97	24919.86	47041.07
6+550.00	0.00	8.37	0.00	208.71	24919.86	47249.78
6+554.48	0.00	0.00	0.00	18.74	24919.86	47268.52
6+575.00	0.00	9.01	0.00	92.48	24919.86	47360.99
6+579.48	0.00	8.87	0.00	40.01	24919.86	47401.00
6+600.00	0.00	7.43	0.00	167.25	24919.86	47568.26
6+650.00	0.00	8.62	0.00	401.40	24919.86	47969.66
6+700.00	0.17	5.89	4.21	362.97	24924.07	48332.64
6+800.00	0.00	7.42	8.42	665.80	24932.48	48998.44
6+850.00	0.00	6.51	0.00	348.30	24932.48	49346.73
6+900.00	0.00	6.91	0.00	335.43	24932.48	49682.17
6+950.00	0.00	4.51	0.00	285.40	24932.48	49967.57
7+000.00	0.00	5.10	0.00	240.26	24932.48	50207.83
7+100.00	0.00	8.95	0.00	702.76	24932.48	50910.58
7+124.49	0.00	8.69	0.01	216.07	24932.50	51126.66
7+125.00	0.00	8.67	0.00	4.41	24932.50	51131.06
7+150.00	0.00	7.33	0.01	199.95	24932.51	51331.01
7+157.49	0.00	7.43	0.00	55.24	24932.51	51386.25
7+175.00	0.13	7.06	1.19	126.68	24933.70	51512.93
7+200.00	0.00	7.81	1.70	185.59	24935.40	51698.52
7+225.00	0.00	7.28	0.00	188.32	24935.40	51886.84
7+250.00	0.00	6.19	0.00	168.29	24935.40	52055.13
7+275.00	0.00	6.21	0.00	154.89	24935.40	52210.02
7+300.00	0.00	6.67	0.00	160.69	24935.40	52370.71
7+325.00	0.00	7.02	0.00	170.90	24935.40	52541.61
7+350.00	0.00	5.79	0.00	159.91	24935.40	52701.52
7+363.71	0.00	4.89	0.00	73.19	24935.40	52774.72
7+375.00	0.00	5.72	0.00	59.90	24935.40	52834.62
7+396.71	0.00	6.83	0.00	136.26	24935.40	52970.88
7+400.00	0.00	7.01	0.00	22.76	24935.40	52993.63
7+500.00	0.00	9.94	0.00	847.26	24935.40	53840.89
7+600.00	0.01	2.49	0.75	621.38	24936.15	54462.27
7+700.00	0.00	6.97	0.75	473.22	24936.89	54935.50
7+750.00	0.00	10.00	0.00	424.43	24936.89	55359.92
7+800.00	0.00	11.60	0.00	540.21	24936.89	55900.14
7+850.00	0.00	8.83	0.00	510.82	24936.89	56410.96
7+900.00	0.00	8.36	0.00	429.74	24936.89	56840.70
7+950.00	0.00	7.76	0.00	402.92	24936.89	57243.61
8+000.00	0.00	8.63	0.00	409.54	24936.89	57653.15
8+100.00	0.00	5.18	0.00	690.32	24936.89	58343.48
8+150.00	0.00	4.58	0.00	244.08	24936.89	58587.56
8+200.00	0.04	6.37	0.91	273.90	24937.80	58861.46
8+300.00	0.00	8.15	1.82	726.17	24939.63	59587.62
8+400.00	0.00	6.30	0.00	722.66	24939.63	60310.28
8+450.00	0.00	5.95	0.00	306.37	24939.63	60616.65
8+500.00	0.00	7.81	0.00	343.96	24939.63	60960.61
8+518.97	0.00	7.38	0.00	144.07	24939.63	61104.68
8+525.00	0.0					

## ANEXOS

Especificaciones para el alineamiento vertical:

Para curvas convexas:

Metric				US Customary			
Design speed (km/h)	Stopping sight distance (m)	Rate of vertical curvature, $K^a$		Design speed (mph)	Stopping sight distance (ft)	Rate of vertical curvature, $K^a$	
		Calculated	Design			Calculated	Design
20	20	0.6	1	15	80	3.0	3
30	35	1.9	2	20	115	6.1	7
40	50	3.8	4	25	155	11.1	12
50	65	6.4	7	30	200	18.5	19
60	85	11.0	11	35	250	29.0	29
70	105	16.8	17	40	305	43.1	44
80	130	25.7	26	45	360	60.1	61
90	160	38.9	39	50	425	83.7	84
100	185	52.0	52	55	495	113.5	114
110	220	73.6	74	60	570	150.6	151
120	250	95.0	95	65	645	192.8	193
130	285	123.4	124	70	730	246.9	247
				75	820	311.6	312
				80	910	383.7	384

<sup>a</sup> Rate of vertical curvature,  $K$ , is the length of curve per percent algebraic difference in intersecting grades ( $A$ ).  $K = L/A$

Autor: AASHTO, Exhibit 3-72, pagina 272.

Para curvas cóncavas:

Metric				US Customary			
Design speed (km/h)	Stopping sight distance (m)	Rate of vertical curvature, $K^a$		Design speed (mph)	Stopping sight distance (ft)	Rate of vertical curvature, $K^a$	
		Calculated	Design			Calculated	Design
20	20	2.1	3	15	80	9.4	10
30	35	5.1	6	20	115	16.5	17
40	50	8.5	9	25	155	25.5	26
50	65	12.2	13	30	200	36.4	37
60	85	17.3	18	35	250	49.0	49
70	105	22.6	23	40	305	63.4	64
80	130	29.4	30	45	360	78.1	79
90	160	37.6	38	50	425	95.7	96
100	185	44.6	45	55	495	114.9	115
110	220	54.4	55	60	570	135.7	136
120	250	62.8	63	65	645	156.5	157
130	285	72.7	73	70	730	180.3	181
				75	820	205.6	206
				80	910	231.0	231

<sup>a</sup> Rate of vertical curvature,  $K$ , is the length of curve (m) per percent algebraic difference intersecting grades ( $A$ ).  $K = L/A$

Autor: AASHTO, Exhibit 3-75, pagina 277.

Especificaciones para el alineamiento horizontal:

**PERALTE, LONGITUDES DE TRANSICION Y DESVANECIMIENTO DEL BOMBEO RECOMENDADOS POR AASHTO 2004 PARA TIPICA "C"**

Ancho de calzada de 6.50 m    Peralte máximo de 10%    Bombeo normal 3%  
 Radio Mínimo = 47.75 metros

30KPH				40KPH				50KPH			
Radio	e%	Ls	Db	Radio	e%	Ls	Db	Radio	e%	Ls	Db
454	1.5	7	2	790	1.5	7	2	1110	1.5	8	2
333	2.0	9	3	580	2.0	9	3	815	2.0	10	3
300	2.2	10	3	522	2.2	10	3	735	2.2	11	3
272	2.4	10	3	474	2.4	11	3	669	2.4	12	4
249	2.8	12	4	434	2.8	13	4	612	2.8	14	4
229	2.8	12	4	399	2.8	13	4	564	2.8	14	4
211	3.0	13	4	366	3.0	14	4	522	3.0	15	5
196	3.2	14	4	342	3.2	15	4	485	3.2	16	5
182	3.4	15	4	316	3.4	16	5	453	3.4	17	5
170	3.6	16	5	297	3.6	17	5	424	3.6	18	5
159	3.6	16	5	278	3.6	17	5	398	3.6	18	5
149	4.0	17	5	261	4.0	19	6	374	4.0	20	6
140	4.2	18	5	245	4.2	20	6	353	4.2	21	6
132	4.4	19	6	231	4.4	20	6	333	4.4	22	7
124	4.6	20	6	218	4.6	21	6	315	4.6	23	7
117	4.8	21	6	206	4.8	22	7	299	4.8	24	7
111	5.0	22	7	194	5.0	23	7	283	5.0	25	8
104	5.2	23	7	184	5.2	24	7	269	5.2	26	8
98	5.4	23	7	174	5.4	25	8	256	5.4	27	8
93	5.6	24	7	164	5.6	26	8	243	5.6	28	8
88	5.8	25	8	155	5.8	27	8	232	5.8	29	9
82	6.0	26	8	148	6.0	28	8	221	6.0	30	9
77	6.2	27	8	136	6.2	29	9	210	6.2	31	9
72	6.4	28	8	130	6.4	30	9	200	6.4	32	10
67	6.6	29	9	121	6.6	31	9	191	6.6	33	10
62	6.8	29	9	114	6.8	32	9	181	6.8	34	10
58	7.0	30	9	107	7.0	33	10	172	7.0	35	11
55	7.2	31	9	101	7.2	33	10	164	7.2	36	11
51	7.4	32	10	95	7.4	34	10	156	7.4	37	11
48	7.6	33	10	90	7.6	35	11	148	7.6	38	11
45	7.8	34	10	85	7.8	36	11	141	7.8	39	12
43	8.0	35	10	80	8.0	37	11	135	8.0	40	12
40	8.2	36	11	76	8.2	38	11	128	8.2	41	12
38	8.4	36	11	72	8.4	39	12	122	8.4	42	13
36	8.6	37	11	68	8.6	40	12	116	8.6	43	13
34	8.8	38	11	64	8.8	41	12	110	8.8	44	13
32	9.0	39	12	61	9.0	42	13	105	9.0	45	14
30	9.2	40	12	57	9.2	43	13	99	9.2	46	14
28	9.4	41	12	54	9.4	44	13	94	9.4	47	14
26	9.6	42	12	50	9.6	45	13	88	9.6	48	14
24	9.8	42	13	46	9.8	46	14	81	9.8	49	15
19	10	43	13	38	10	46	14	68	10	50	15

60KPH				70KPH				80KPH			
Radio	e%	Ls	Db	Radio	e%	Ls	Db	Radio	e%	Ls	Db
1520	1.5	8	2	2000	1.5	9	3	2480	1.5	10	3
1120	2.0	11	3	1480	2.0	12	4	1840	2.0	13	4
1020	2.2	12	4	1340	2.2	13	4	1660	2.2	14	4
920	2.4	13	4	1220	2.4	14	4	1520	2.4	16	5
844	2.8	15	5	1120	2.8	17	5	1390	2.8	18	5
778	2.8	15	5	1030	2.8	17	5	1290	2.8	18	5
720	3.0	16	5	952	3.0	18	5	1190	3.0	20	6
670	3.2	17	5	887	3.2	19	6	1110	3.2	21	6
626	3.4	18	6	829	3.4	20	6	1040	3.4	22	7
586	3.6	20	6	777	3.6	21	6	974	3.6	23	7
551	3.6	20	6	731	3.6	21	6	917	3.6	23	7
519	4.0	22	7	690	4.0	24	7	866	4.0	26	8
490	4.2	23	7	652	4.2	25	7	820	4.2	27	8
464	4.4	24	7	617	4.4	26	8	777	4.4	29	9
439	4.6	25	7	588	4.6	27	8	738	4.6	30	9
417	4.8	26	8	557	4.8	28	9	703	4.8	31	9
396	5.0	27	8	530	5.0	30	9	670	5.0	33	10
377	5.2	28	8	505	5.2	31	9	640	5.2	34	10
359	5.4	29	9	482	5.4	32	10	611	5.4	35	11
343	5.6	30	9	461	5.6	33	10	585	5.6	36	11
327	5.8	31	9	441	5.8	34	10	561	5.8	38	11
312	6.0	33	10	422	6.0	35	11	538	6.0	39	12
298	6.2	34	10	404	6.2	37	11	516	6.2	40	12
285	6.4	35	10	387	6.4	38	11	496	6.4	42	12
273	6.6	36	11	372	6.6	39	12	476	6.6	43	13
261	6.8	37	11	357	6.8	40	12	458	6.8	44	13
249	7.0	38	11	342	7.0	41	12	441	7.0	46	14
238	7.2	39	12	329	7.2	43	13	425	7.2	47	14
228	7.4	40	12	315	7.4	44	13	409	7.4	48	14
218	7.6	41	12	303	7.6	45	13	394	7.6	49	15
206	7.8	42	13	291	7.8	46	14	380	7.8	51	15
199	8.0	43	13	279	8.0	47	14	366	8.0	52	16
190	8.2	44	13	268	8.2	48	15	353	8.2	53	16
182	8.4	46	14	257	8.4	50	15	339	8.4	55	16
174	8.6	47	14	246	8.6	51	15	326	8.6	56	17
166	8.8	48	14	238	8.8	52	16	313	8.8	57	17
158	9.0	49	15	225	9.0	53	16	300	9.0	59	18
150	9.2	50	15	215	9.2	54	16	287	9.2	60	18
142	9.4	51	15	204	9.4	56	17	274	9.4	61	18
133	9.6	52	16	192	9.6	57	17	259	9.6	62	19
124	9.8	53	16	179	9.8	58	17	242	9.8	64	19
105	10.0	54	16	154	10.0	59	18	210	10.0	65	20

FUENTE: AASHTO