

DISEÑO GEOMÉTRICO DE INTERSECCIONES VIALES CON CIVIL 3D

Mario Arturo Rincón Villalba
Wilson Ernesto Vargas Vargas
Carlos Javier González Vergara



ECOE
EDICIONES

DISEÑO GEOMÉTRICO DE INTERSECCIONES VIALES CON CIVIL 3D

MARIO ARTURO RINCÓN VILLALBA
WILSON ERNESTO VARGAS VARGAS
CARLOS JAVIER GONZÁLEZ VERGARA

Rincón Villalba, Mario Arturo, autor

Diseño geométrico de intersecciones viales con Civil 3D / Mario Arturo Rincón Villalba, Wilson Ernesto Vargas Vargas, Carlos Javier González Vergara. -- Primera edición. -- Bogotá : Ecoe Ediciones, 2022.
211 páginas.

Incluye datos curriculares de los autores -- Incluye referencias bibliográficas y bibliografía.

ISBN 978-958-503-396-2 (impreso) - 978-958-503-397-9 (e-book)

1. Carreteras -- Diseño y construcción -- Procesamiento de datos 2. Civil 3D (Programa para computador) -- Procesamiento de datos 3. Modelos geométricos -- Procesamiento de datos 4. Ingeniería civil I. Vargas Vargas, Wilson Ernesto, autor II. González Vergara, Carlos Javier, autor

CDD: 711.70285 ed. 23

CO-BoBN - a1095234



Área: Ingeniería y afines
Subárea: Ingeniería civil

ECOE
EDICIONES



© Mario Arturo Rincón Villalba
© Wilson Ernesto Vargas Vargas
© Carlos Javier González Vergara

► Ecoe Ediciones S.A.S.
info@ecoeediciones.com
www.ecoeediciones.com
Carrera 19 # 63C 32, Tel.: 919 80 02
Bogotá, Colombia

Primera edición: Bogotá, julio del 2022

ISBN: 978-958-503-396-2
e-ISBN: 978-958-503-397-9

Directora editorial: Claudia Garay Castro
Coordinadora editorial: Paula Bermúdez B.
Corrección de estilo: Jorge Alemán
Diagramación: Magda Rocío Barrero
Carátula: Wilson Marulanda Muñoz
Impresión: Multi-impresos S.A.S.
Calle 76 # 24 – 37
Bogotá D.C. Colombia

*Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio
sin la autorización escrita del titular de los derechos patrimoniales.*

Impreso y hecho en Colombia - Todos los derechos reservados

CONTENIDO

PRESENTACIÓN	IX
CAPÍTULO 1. INTERSECCIÓN EN T.....	1
1.1 Conceptos técnicos	1
1.2 Configuración inicial	6
1.3 Intersección en T con curva simple manteniendo los bombeos de todas las calzadas.....	17
1.4 Intersección en T con curva simple manteniendo los bombeos de la calzada principal.....	30
1.5 Intersección en T con curva compuesta simétrica manteniendo los bombeos de todas las calzadas	34
1.6 Intersección en T con curva compuesta asimétrica manteniendo los bombeos de todas las calzadas	37
CAPÍTULO 2. INTERSECCIONES EN X.....	39
2.1 Intersecciones en X empalme por ejes	40
2.1.1 Diseño de los bordes de calzada	40
2.1.2. Ejes de cada vía o ramal	44
2.1.3. Diseño vertical	44
2.1.4. Secciones típicas (<i>Assemblies</i>).....	45
2.1.5. Corredor de la vía principal	46

2.1.6. Bordillos y andenes	51
2.2 Intersecciones en X con la herramienta de Civil 3D	54
2.2.1 Intersección en X combinando las pendientes de los ramales de la intersección	57
2.2.2 Intersección en X manteniendo la pendiente la vía principal con carriles de cambio de velocidad	67
CAPÍTULO 3. GLORIETAS.....	71
3.1 Modelación de parámetros en Topo 3	72
3.2. Dibujo en planta	73
3.3. Diseño en planta.....	83
3.4. Diseño de corredor de la glorieta	86
3.5. Diseño de corredor: los accesos.....	93
CAPÍTULO 4. TROMPETA	105
4.1 Planta	107
4.2 Empalmes verticales y transversales	123
CAPÍTULO 5. TRÉBOL PARCIAL.....	129
5.1 Trébol parcial con enlaces semidirectos.....	130
CAPÍTULO 6. TÚNEL	143
6.1 Túneles de longitud mayor a 500 m.....	143
6.2 Variables para la construcción del <i>Assembly</i> en Composer	144
6.3 Construcción del <i>Assembly</i> en Composer.....	146
6.4 Diseño del túnel en Civil 3D.....	162
CAPÍTULO 7. EMPALME DE VÍAS LOCALES	177
7.1 Modelo digital y alineamiento	177
7.2 Peralte.....	182
7.3 Corredor	187
CAPÍTULO 8. PUENTE.....	191
REFERENCIAS	205
BIBLIOGRAFÍA	207
ACERCA DE LOS AUTORES	209

Sistema de Información en Línea



Al final del libro encontrará el código para ingresar al **Sistema de información en Línea** - SIL - donde podrá encontrar los archivos base para el desarrollo de los ejercicios desarrollados en el libro.



PRESENTACIÓN



Según la página de Autodesk, el AutoCAD® Civil 3D® permite entregar proyectos de ingeniería medioambientales, de transporte y urbanismo en menos tiempo y con más calidad. Sus herramientas especializadas posibilitan los procesos BIM (*Building Information Modeling*) y aceleran las tareas de diseño, análisis e implementación de cambios. El resultado es la capacidad de evaluar más escenarios hipotéticos y la optimización del rendimiento del proyecto. Las herramientas de Civil 3D para topografía y diseño agilizan los flujos de trabajo del proyecto porque automatizan las tareas lentas.

El presente documento es la continuación del texto “Diseño geométrico de Vías con Civil 3D”, ya que en él se describen el diseño avanzado de las infraestructuras viales especiales, como intersecciones a nivel en T, en X y glorietas; intersecciones a desnivel en trompeta y trébol e infraestructuras especiales como túneles, puentes y empalmes de vías locales.

Este documento es el resultado de los trabajos de docencia e investigación realizada por los autores en el desarrollo de los proyectos curriculares de Ingeniería Topográfica y la Especialización en Diseño de Vías Urbanas, Tránsito y Transporte.

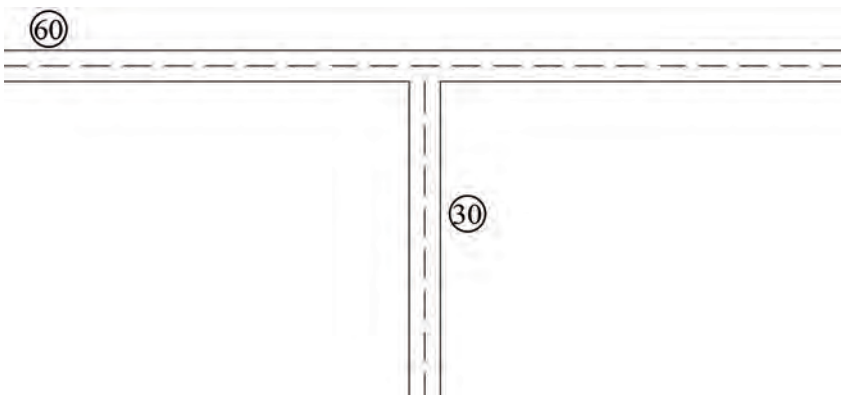
CAPÍTULO 1

INTERSECCIÓN EN T

1.1 Conceptos técnicos

Con base en la información de tránsito, las velocidades de diseño de la intersección se presentan en la siguiente figura.

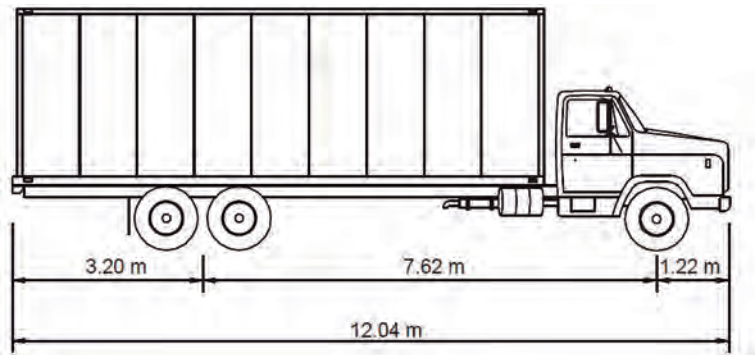
Figura 1. Velocidades de diseño



Fuente: elaboración propia.

De igual manera, para el ejemplo se diseñará la intersección con el vehículo SU-12 para las especificaciones de diseño.

Figura 2. Vehículo de diseño SU-12



Fuente: AASHTO (2018).

En el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (Invias, 2008) se determina la longitud del carril de aceleración (Tabla 1), que para este caso es 105 m con una longitud de transición de 55 metros.

Tabla 1. Longitud mínima del carril de aceleración

Vía primaria (calzada de destino)								
Velocidad específica del ramal de estrada ¹ o de enlace ² (km/h)		Pare	25	30	40	50	60	80
Velocidad específica del elemento de la calzada de destino inmediatamente anterior al inicio del carril de aceleración (km/h)	Longitud de la transición (m)	Longitud total del carril de aceleración, incluyendo la transición (m)						
50	45	90	70	55	45	-	-	-
60	55	140	120	105	90	55	-	-
70	60	185	165	150	135	100	60	-
80	65	35	215	200	185	150	105	-
100	75	340	320	305	290	255	210	105
120	90	435	425	410	390	360	300	210
Vía secundaria (calzada de destino)								
50	45	55	45	45	45	-	-	-
60	55	90	75	65	55	55	-	-
70	60	125	110	90	75	60	60	-
80	65	165	150	130	110	85	65	-
10	75	255	235	220	200	170	120	75
120	90	340	320	300	275	250	195	100

1. Rama de entrada en el caso de intersecciones canalizadas a nivel.

2. Ramal de enlace en el caso de intersecciones a desnivel (V_{RE}).

Fuente: Invias (2008).

De acuerdo al Manual también se determina la longitud del carril de desaceleración (Tabla 2), para este caso es 70 metros, con una longitud de transición de 55 metros.

Tabla 2. Longitud mínima de un carril de desaceleración

Velocidad específica del ramal de estrada ¹ o de enlace ² (km/h)		Pare	25	30	40	50	60	80
Velocidad específica del elemento de la calzada de origen inmediatamente anterior al inicio del carril de desaceleración (km/h)	Longitud de la transición (m)	Longitud total del carril de desaceleración, incluyendo la transición (m)						
50	45	70	50	45	45	-	-	-
60	55	90	70	70	55	55	-	-
70	60	105	90	90	75	60	60	-
80	65	120	105	105	90	75	65	-
100	75	140	125	125	110	95	80	75
120	90	160	145	145	130	130	110	90

1. Rama de salida en el caso de intersecciones canalizadas a nivel.

2. Ramal de enlace en el caso de intersecciones a desnivel (V_{RE}).

Fuente: Invias (2008).

El manual recomienda un ancho para estos carriles de mínimo de 3.3 metros o del mismo ancho del carril adyacente.

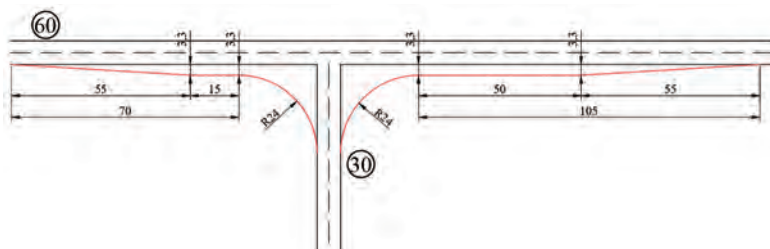
De la Tabla 3, el abocinamiento, siendo que el ángulo de intersección es de 90° y el radio es de 24 m en el vehículo SU-12 para el diseño con una curva simple.

Tabla 3. Radios de giro en curvas simples

Metric					
Angle of turn (°)	Design vehicle	Simple curve radius (m)	Simple curve radius with taper		
			Radius (m)	Offset (m)	Taper L:T
90	P	9	6	0,8	10:1
	SU-9	15	12	0,6	10:1
	SU-12	24	14	1,2	10:1
	WB-12	-	14	1,2	10:1
	WB-19	-	36	1,3	30:1
	WB-20	-	37	1,3	30:1
	WB-28D	-	30	1,8	10:1
	WB-30T	-	25	0,8	15:1
	WB-33D	-	35	0,9	15:1

Fuente: AASHTO (2011).

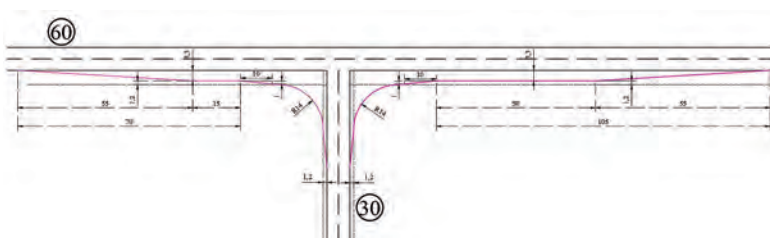
Con base en estas especificaciones, la planta diseñando el empalme con una curva simple es como en la Figura 3.

Figura 3. Diseño con curva simple

Fuente: elaboración propia.

El Manual recomienda un ancho para estos carriles de mínimo 3.3 metros o del mismo ancho del carril adyacente.

Ahora bien, en la Figura 4 encontrarán el diseño de la misma intersección con una curva simple y con un abocinamiento, que para este caso tiene un radio de 14 metros, un *offset* de 1.2 y una relación del abocinamiento de 10 a 1.

Figura 4. Diseño con curva simple y abocinamiento

Fuente: elaboración propia.

En la Tabla 4, referida al abocinamiento, considerando que el ángulo de intersección es 90° y al vehículo de SU-12, se encuentran los datos necesarios para el diseño con una curva compuesta.

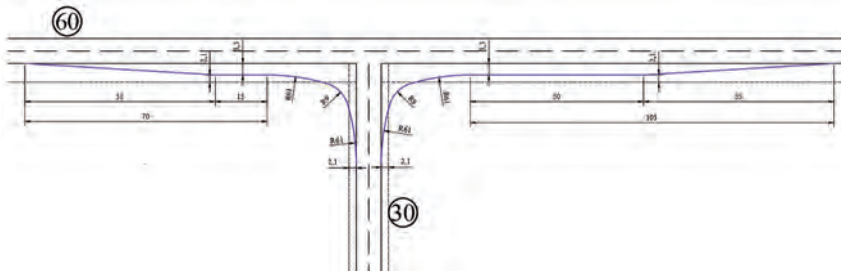
Tabla 4. Radios de giro de curvas compuestas

Angle of turn (°)	Design vehicle	Metric			
		Three-centered compound		Three-centered compound	
		Curve	Symmetric offset (m)	Curve	Asymmetric offset (m)
90	P	30-6-30	0,8	-	-
	SU-9	36-12-36	0,6	-	-
	SU-12	61-9-61	2,1	18-14-61	0,3-1,4
	WB-12	36-12-36	1,5	36-12-60	0,6-2,0
	WB-19	120-21-120	3,0	48-21-110	2,0-3,0
	WB-20	134-20-134	3,0	61-21-183	0,3-3,4
	WB-28D	143-23-143	3,0	46-27-152	0,5-2,6
	WB-30T	76-21-76	1,4	61-21-91	0,3-1,5
	WB-33D	213-34-213	2,0	30-29-168	0,6-3,5

Fuente: AASHTO (2011).

El diseño de la misma intersección con una curva compuesta simétrica de 3 radios, de radios 61-9-61 y con un *offset* de 2,1, es como el que se encuentra en la Figura 5.

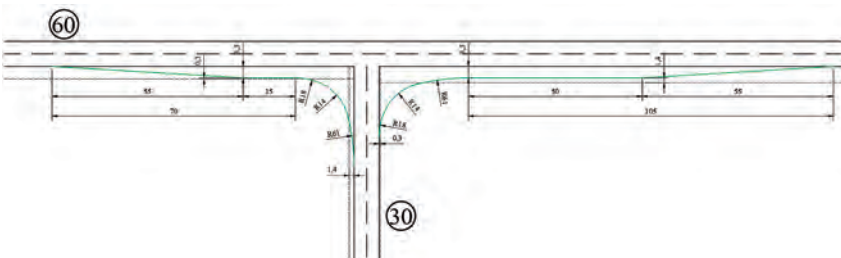
Figura 5. Diseño con curva compuesta simétrica



Fuente: elaboración propia.

En la Figura 6 se encuentra el diseño de la misma intersección con una curva compuesta asimétrica de 3 radios, de radios 18-14-61 y con un *offset* de 0.3 en la entrada y 1.4 en la salida.

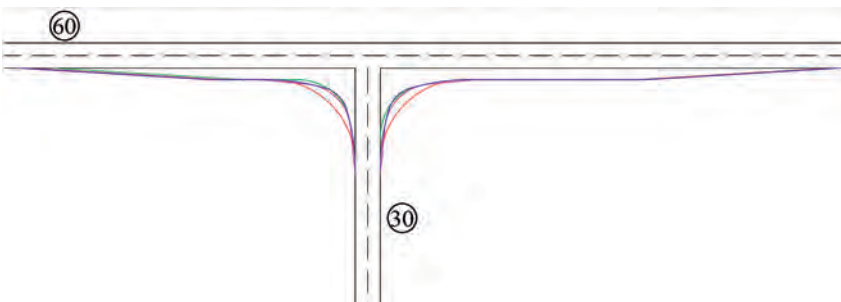
Figura 6. Diseño con curva compuesta asimétrica



Fuente: elaboración propia.

En la Figura 7 podemos observar la comparación de los cuatro diseños.

Figura 7. Los cuatro diseños comparados

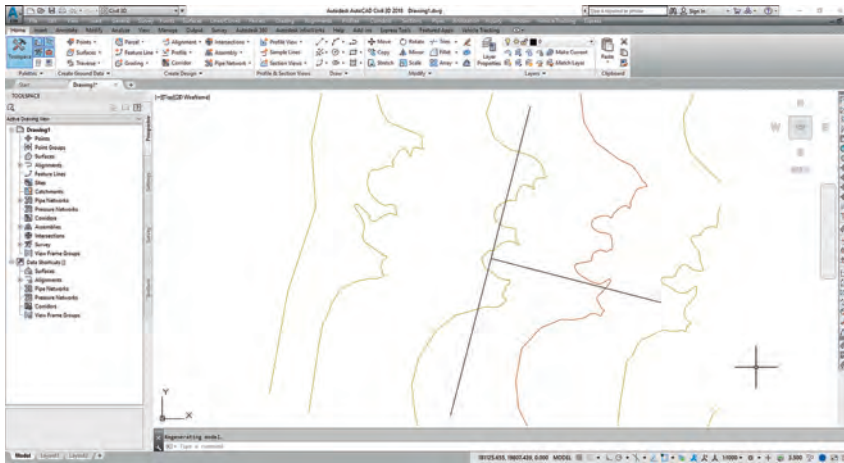


Fuente: elaboración propia.

1.2 Configuración inicial

Insertar la topografía en Civil 3D, la cual está compuesta por curvas de nivel y dos ejes que forman un eje de 90 grados. Se debe insertar el plano y no abrirlo en civil para que se mantengan los estilos y configuraciones ya creadas.

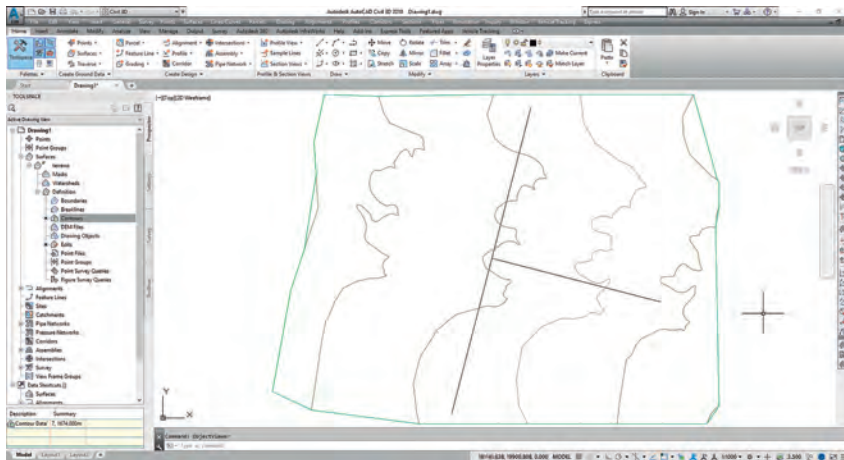
Figura 8. Curvas de nivel y polilíneas



Fuente: elaboración propia.

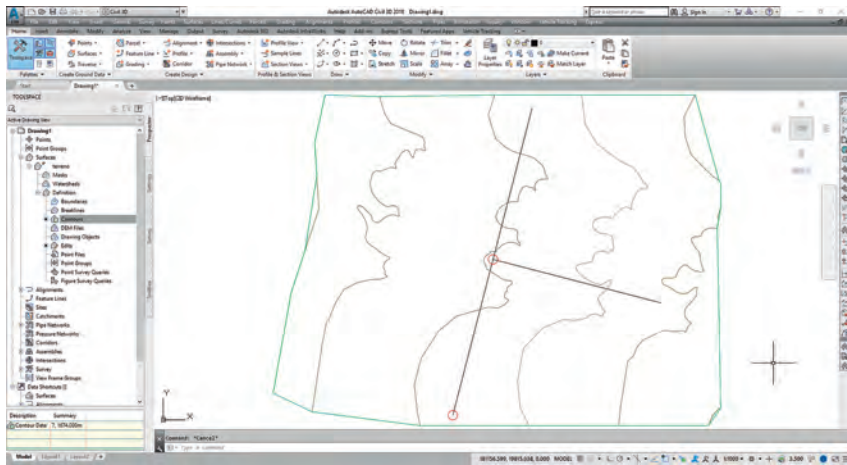
Generar la superficie con las curvas de nivel:

Figura 9. Modelo digital del terreno



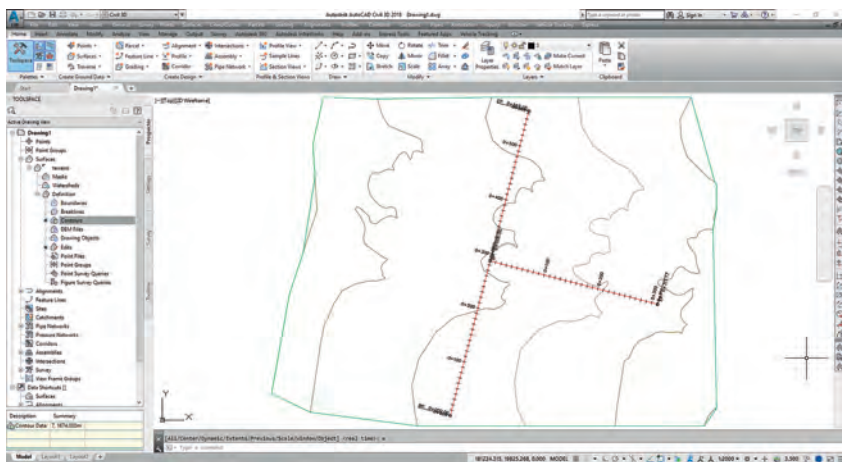
Fuente: elaboración propia.

Convertir las dos polilíneas en ejes. El que está de arriba abajo: colocar el cero en el extremo más bajo y en el otro colocar el cero donde empalma con el otro eje.

Figura 10. Origen de los alineamientos

Fuente: elaboración propia.

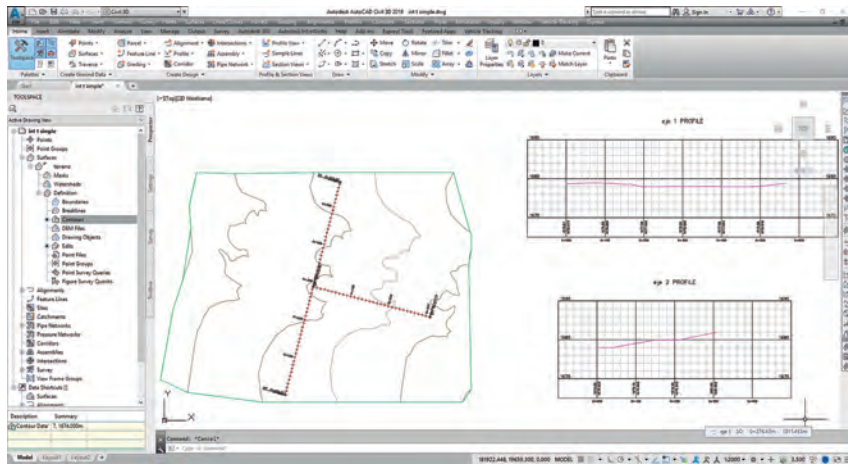
Denominar eje 1 al eje largo y eje 2 al eje perpendicular:

Figura 11. Alineamientos

Fuente: elaboración propia.

Con base en la superficie creada y los alineamientos, generar los perfiles de los dos ejes:

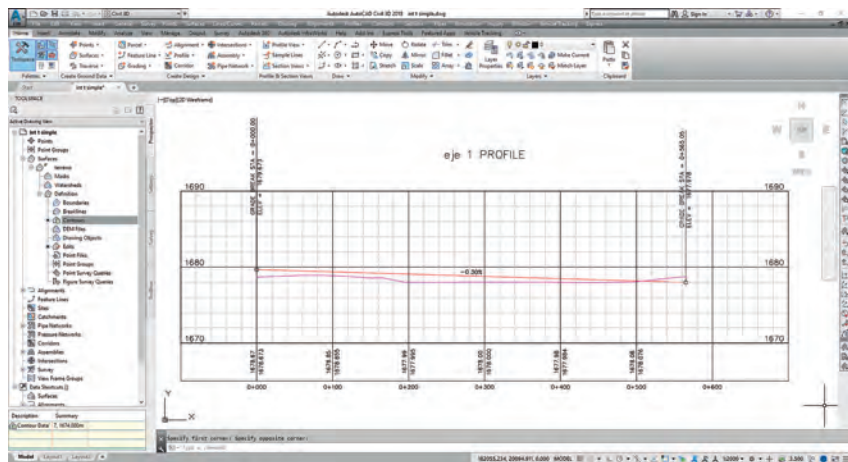
Figura 12. Perfil de los alineamientos



Fuente: elaboración propia.

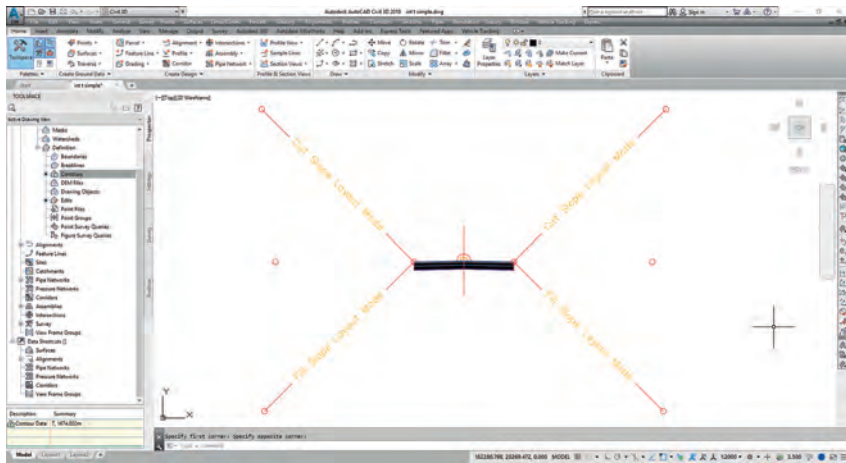
Trazar la rasante del eje 1 (principal) un metro arriba de la cota del inicio con una pendiente del -0.3% ; denominarlo “Rasante 1”:

Figura 13. Rasante 1



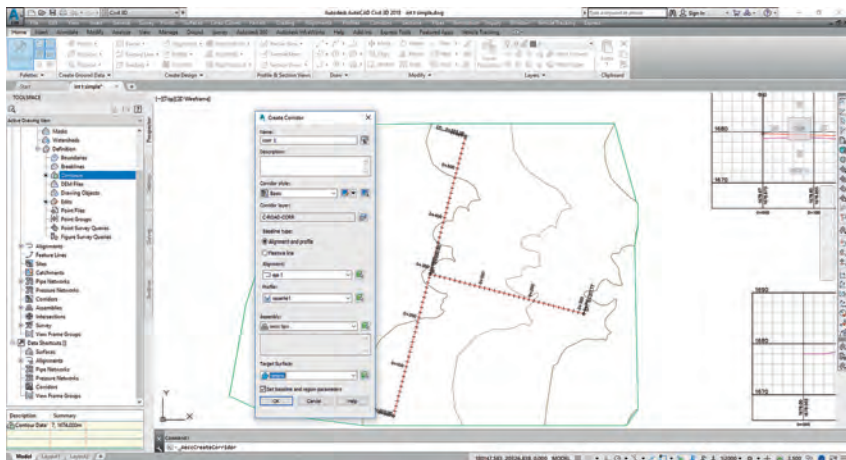
Fuente: elaboración propia.

Crear un *Assembly* (sección transversal) de 3.6 metros de ancho de carril, con el bombeo del -2% y una estructura de 10 cm de pavimento, 20 cm de base y 30 cm de subbase. Terminar la sección con un talud de 0.5:1.0 de corte y 1.0: 1.0 de relleno. Denominar el *Assembly* “secc. tipo”.

Figura 14. Assembly principal

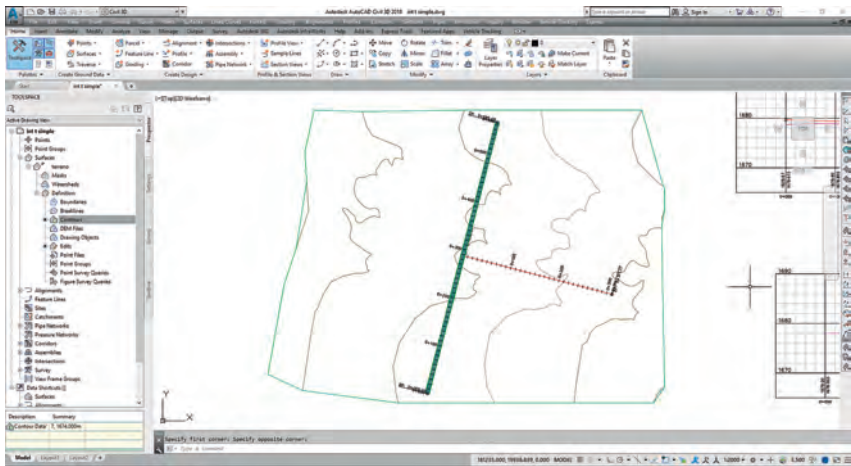
Fuente: elaboración propia.

Con el alineamiento (eje 1), el perfil (rasante 1) y la sección transversal (secc. tipo), construir el corredor al eje principal (eje 1); denominar el corredor “coor 1”.

Figura 15. Generación del corredor

Fuente: elaboración propia.

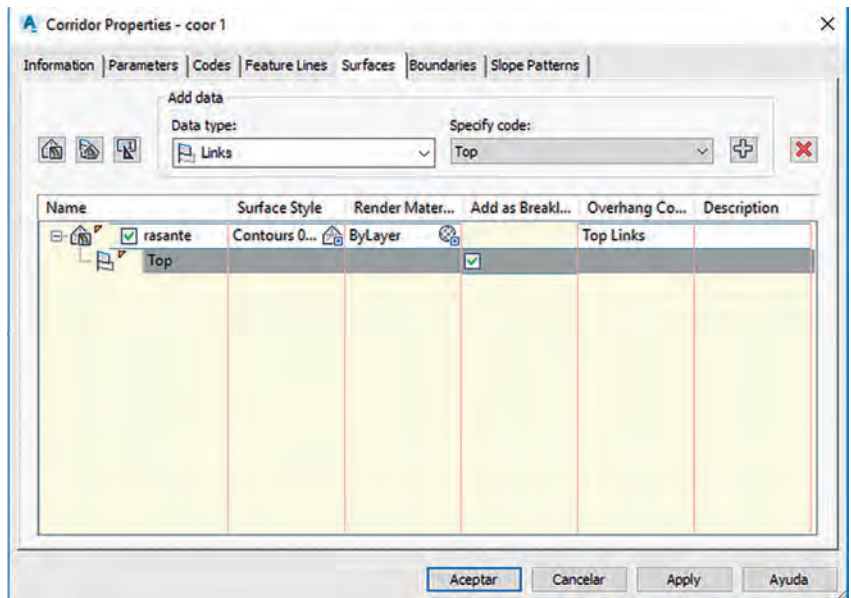
Figura 16. Corredor eje 1



Fuente: elaboración propia.

Generar la superficie del corredor de la rasante, es decir, crear la superficie de las líneas *Top*:

Figura 17. Generación de la rasante 1

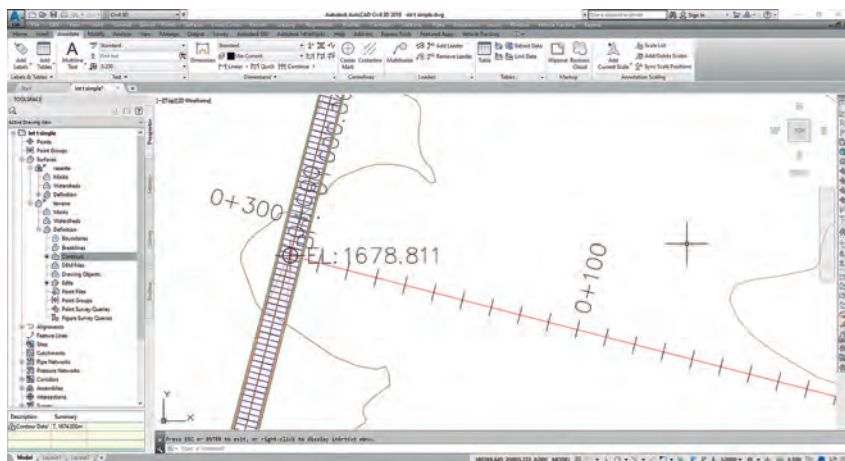


Fuente: elaboración propia.

Figura 18. Vista 3D de la rasante

Fuente: elaboración propia.

Con anotaciones, obtener la cota de la rasante del empalme de los dos ejes:

Figura 19. Cota punto de intersección

Fuente: elaboración propia.

Con base en esta cota, trazar la rasante del eje 2, el cual debe comenzar con esta cota y el final del perfil; denominarla “Rasante 2”: