



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VIA DE ACCESO A LAS LOMAS DEL CERRO
CHASTUDAL UTILIZANDO SOFTWARE DE CARRETERAS, TRAMO RIO SECO
HASTA ASOCIACION EL MIRADOR CHASTUDAL DEL DISTRITO GREGORIO
ALBARRACIN LANCHIPA – TACNA - 2016”**

TESIS PARA OPTAR POR EL TITULO DE

INGENIERO CIVIL

Presentada por:

Bach. Daniel Rodrigo Acusi Quispe

Bach. Omar Arturo Cutimbo Ticona

TACNA – PERU

2017

DEDICATORIA

Al creador: Te doy gracias por haberme concedido ese soplo de vida y con ello la oportunidad de disfrutar todo lo bello que es vivir, así como el razonamiento, la paciencia y la inteligencia propia de cada ser; inteligencia por medio de la cual he logrado salir adelante ante todas las adversidades que se me han presentado en el diario vivir.

A mi padre: Que siempre fue un buen guía y un digno ejemplo a seguir, y quien me enseñó a diferenciar los caminos del bien y el mal, ante lo cual, siempre me guió para que persiguiera el camino más arduo, que es el del bien, pero al final es el que presenta los mejores frutos y recompensas que una persona puede desear. Gracias Florentino Acusi Canchaca.

A mi madre: A quien desde niño la recuerdo con mucha alegría ya que es una mujer luchadora y trabajadora, que día a día me demuestra que todo se puede lograr, la que me inspira a seguir adelante en todos mis sueños, sin tu apoyo no hubiera sido capaz de lograr mis objetivos. Gracias Rosa Sofia Quispe Quispe.

A mis hermanos: Por todo ese apoyo que me brindaron cuando lo requerí, por brindarme esos ánimos cuando andaba decaído, por otorgarme su mano cuando tropecé para que me levantara y siguiera el camino emprendido y por esa amistad pura y esa convivencia característica que solo se vive entre hermanos. Gracias a ustedes Elena, Inés, Fany, Julio y Keyla.

A mis sobrinos: Por ser el regalo más lindo que tengo, por ser tan cariñosos conmigo, por dedicarme su tiempo su amor, por la convivencia y el interés, a ustedes les dedico este triunfo, y decirles que todo se puede lograr. Gracias Carlos, Ivan y Gustavo.

A mis Amigos: Por apoyarme entenderme y confiar en mí, por dedicarme su tiempo y entenderme, pero sobre todo por ser las personas que Dios puso en mi vida para darme felicidad, llegaron en el momento justo y en el tiempo de Dios y ahora solo puedo decir mil gracias por su amor y por confiar en mí. Gracias Karina Fernanda, Rocio, Guadalupe, Emmanuel, Carlos H., Yovanita y Adriano.

A mi Asesor, Maestro y Amigo: Ing. Civil Pedro Valerio Maquera Cruz, quien hizo posible este trabajo de graduación, gracias Ing. por confiar en nosotros y apoyarnos. Dios lo bendiga Ing. Pedro.

A mí alma mater: la prestigiosa Universidad Privada de Tacna un verdadero orgullo ser formado por la educación de excelencia, con valores éticos y morales que deben caracterizar a cada ex alumno; una institución que se caracteriza por estándares elevados de exigencia y calidad; haber pasado por sus aulas fue un proceso difícil pero nunca imposible y un sueño coronado.

DANIEL RODRIGO ACUSI QUISPE

DEDICATORIA

A mi padre: Que siempre fue un buen guía y un digno ejemplo a seguir, y quien me enseñó a diferenciar los caminos del bien y el mal, ante lo cual, siempre me guío para que persiguiera el camino más arduo, que es el del bien, pero al final es el que presenta los mejores frutos y recompensas que una persona puede desear. Gracias Francisco German Cutimbo Pantos.

A mi madre: A quien desde niño la recuerdo con mucha alegría ya que es una mujer luchadora y trabajadora, que día a día me demuestra que todo se puede lograr, la que me inspira a seguir adelante en todos mis sueños, sin tu apoyo no hubiera sido capaz de lograr mis objetivos. Gracias María Luz Ticona Ticona.

A mí alma mater: la prestigiosa Universidad Privada de Tacna un verdadero orgullo ser formado por la educación de excelencia, con valores éticos y morales que deben caracterizar a cada ex alumno; una institución que se caracteriza por estándares elevados de exigencia y calidad; haber pasado por sus aulas fue un proceso difícil pero nunca imposible y un sueño coronado.

OMAR ARTURO CUTIMBO TICONA

RESUMEN

La presente tesis tiene como finalidad realizar el diseño de la vía y mejoramiento de la vía de acceso a las lomas del cerro Chastudal dentro del tramo río seco hasta asociación el mirador Chastudal del distrito Gregorio Albarracín Lanchipa, para poder mejorar el nivel de transitabilidad y lograr un adecuado acceso, ya que en la actualidad la zona presenta un déficit y ausencia de construcción de accesos a nivel rasante que cumplan con la normativa nacional existente, además de la inexistencia de obras de arte en la zona, además de lograr la integración inter distrital, provincial y el posterior acceso a los servicios básicos, que es fundamental para el desarrollo socio-económico y cultural de estas localidades.

El proyecto contiene los parámetros poblacionales del plan de desarrollo urbano en la ciudad de Tacna proyectado hasta el año 2025 que son, además para el proyecto se considera los Aspectos Generales: (Introducción, Antecedentes, Objetivos, Referencia Bibliográfica, Hipótesis y variables), el Marco de Referencia (Lineamientos de Política Sectorial en Transportes y Comunicaciones); Proceso y Guías de Diseño: (El Proceso de Diseño, Guías de diseño); Identificación: (Diagnóstico de la Situación Actual, Definición del Problema y sus Causas, Objetivo del Proyecto); Análisis de resultados y propuestas ; Resultados, Conclusiones, Recomendaciones y Estudios Preliminares (Trabajos de Campo, estudio de Suelos, estudio geológico)

INDICE

Capítulo 1 : GENERALIDADES	1
1.1 Introducción	2
1.2 Antecedentes.....	3
1.3 Objetivos.....	4
1.4 Referencia Bibliográfica	5
1.5 Hipótesis y variables	5
Capítulo 2 : MARCO TEORICO.....	7
2.1 Clasificación de las Carreteras	8
2.1.1 Consideraciones Para el diseño Geométrico	8
2.1.2 Clasificación de Carreteras.	8
2.2 Criterios y controles básicos para el diseño geométrico.....	9
2.2.1 Estudios preliminares para efectuar el diseño geométrico	9
a) Criterios generales.....	9
b) Información general	9
c) Niveles de estudios preliminares	9
d) Criterios básicos	9
2.2.2 Características del tránsito.....	10
a) Índice medio diario anual (IMDA)	10
b) Volumen horario de diseño (VHD)	11
2.2.3 Velocidad de diseño.....	12
a) Velocidad de diseño del tramo homogéneo	12
b) Velocidad específica de los elementos que integran el trazado en planta y perfil.....	12
c) Velocidad específica en las curvas horizontales	14
2.3 Diseño geométrico en planta, perfil y sección transversal	14
2.3.1 Tramos en Tangente.....	14
2.3.2 Curvas circulares	15
2.3.3 Diseño Geométrico en Perfil.	18
A. Pendientes.....	18

2.3.4 Sección Transversal en el diseño de Carreteras	19
Capítulo 3 : MODULO DE DISEÑO DE CARRETERAS CON SOFTWARE	
Autodesk AutoCAD® Civil 3D®	28
3.1 Consideraciones generales.....	29
3.2 Levantamiento topográfico.....	29
3.3 Configuración inicial.....	30
3.4 Importación de puntos	32
3.5 Crear Alineamiento Horizontal	36
3.8 Insertar Perfil Longitudinal O Alineamiento Vertical	41
3.9 Trazo de Rasante en Alineamiento Vertical.	45
3.10 Actualización de Datos de las Bandas del Perfil.	47
3.11 Definiendo y Creación de Obra Lineal – Corridor.....	48
3.12 Crear Líneas de Muestreo – Sample Lines.	55
3.13 Insertar Sección Transversal.	56
3.14 Visualización del Reporte Movimiento de Tierra	64
3.15 Mejorar Diseño para la Presentación Final.....	68
3.16 Recorrido Virtual de la Vía.	70
Capítulo 4 : ANALISIS DE RESULTADOS	74
4.1 Memoria de Calculo	75
4.1.1 Antecedentes.....	75
4.1.2 Vía de intervención	75
4.1.3 Procedimiento para recopilación de datos	76
4.1.4 Normativa	77
4.1.5 Condiciones Actuales	77
4.2 Parámetros de Diseño	77
4.2.1 Características Técnicas.....	77
a) Normatividad:	77
b) Clasificación	77
c) Orografía	77

d) Vehículos por día.....	77
e) Velocidad directriz	78
f) Radio Mínimo en curva circular.....	78
g) Pendiente Mínima.....	79
h) Pendiente Máxima	79
i) Ancho de superficie de rodadura	79
j) Ancho de Bermas	80
k) Bombeo Transversal.....	80
l) Taludes de Corte	80
m) Taludes de Relleno	81
4.2.2 Análisis de Alternativas Geométricas	81
4.2.3 Topografía (alineamiento Horizontal)	82
4.2.4 Alineamiento Horizontal	83
4.2.5 Perfil Longitudinal y Diseño de la Subrasante	83
4.2.6 Secciones Transversales:	84
4.2.7 Geología	85
4.2.8 Suelos y Pavimentos	85
4.2.9 Memoria de Cálculo de Movimiento de Tierras	85
4.3 Conclusiones	86
4.4 Recomendaciones	86
4.5 Bibliografía.....	87
4.6 Anexos.....	88

ÍNDICE DE IMAGEN

Imagen 1. Simbología de la curva circular.....	16
Imagen 2. Sección Transversal Tipo a media ladera para una autopista en tangente.	20
Imagen 3. Sección Transversal Típica a Media Ladera via de dos carriles en curva.	21
Imagen 4. Sección Transversal típica en tangente.....	25
Imagen 5. Ubicación de Proyecto.....	30
Imagen 6. Ventana de Configuración de Dibujo.....	31
Imagen 7. Ventana para opción de insertar.....	33
Imagen 8. Ventana de Creación de Puntos.....	33
Imagen 9. Configuración de Puntos.....	34
Imagen 10. Ventana de Edición de Puntos.....	34
Imagen 11. Ventana para creación de superficies.....	35
Imagen 12. Ventana para creación de superficies.....	35
Imagen 13. Ventana para creación de superficies.....	36
Imagen 14. Vista de creación de superficies.....	36
Imagen 15. Ventana de Alineamientos.....	37
Imagen 16. Ventana de Creación de Eje.....	37
Imagen 17. Ventana de Herramientas para diseño de Eje.....	38
Imagen 18. Vista de en Planta de Diseño de Eje.....	38
Imagen 19. Ventana para opciones de edición.....	39
Imagen 20. Ventana para agregar datos de PI.....	39
Imagen 21. Ventana de opciones para añadir Elementos de Curva.....	40
Imagen 22. Ventana de Edición de Curvas, estilos de plantillas.....	40
Imagen 23. Vista de Elementos de Curva.....	41
Imagen 24. Ventana para Alineamiento Vertical del eje.....	41
Imagen 25. Ventana de opciones para creación de eje.....	42
Imagen 26. Vista de Creación de perfil a nivel de terreno natural.....	42
Imagen 27. Ventana de Opciones para edición de perfil.....	43
Imagen 28. Ventana de opciones para creación de Perfil.....	43
Imagen 29. Ventana de Opciones de perfil, Import Band Set.....	44
Imagen 30. Ventana de Creación y edición de líneas para rasante.....	44
Imagen 31. Vista de Perfil de Terreno Natural.....	45

Imagen 32. Ventana para Creación de Rasante.....	45
Imagen 33. Ventana de Opciones para ingresar parámetros de diseño.....	46
Imagen 34. Vista de Dibujo de Rasante.....	46
Imagen 35. Vista de Edición de Curvas Verticales.....	47
Imagen 36. Ventana de Propiedades de perfil.....	47
Imagen 37. Vista de Perfil final.....	48
Imagen 38. Ventana de Opciones para Correr el diseño.....	48
Imagen 39. Ventana de Opciones para parámetros de Diseño.....	49
Imagen 40. Ventana para modificación de propiedades.....	49
Imagen 41. Ventana de Opciones para Obras complementarias.....	50
Imagen 42. Ventana de opciones de material en progresivas.....	50
Imagen 43. Ventana de opciones para alineamiento en Eje de Vía.....	51
Imagen 44. Ventana de Opciones de edición para Alineamiento de Eje Vial.....	51
Imagen 45. Vista para generar la muestra.....	52
Imagen 46. Vista para generar la muestra en planta.....	52
Imagen 47. Ventana de opciones de obra lineal.....	53
Imagen 48. Ventana de opciones de obra lineal – opciones de Daylight.....	53
Imagen 49. Vista de opciones para correr método para obra lineal.....	54
Imagen 50. Vista del eje de Vía con sus componentes en planta.....	54
Imagen 51. Ventana de opciones para muestreo.....	55
Imagen 52. Ventana para Configuración de Distancias de Muestreo.....	55
Imagen 53. Vista de Línea de muestreo en Planta.....	56
Imagen 54. Ventana de Opciones de Sección transversal.....	56
Imagen 55. Ventana de Opciones para Crear secciones.....	57
Imagen 56. Vista de Tipo de Seccion.....	57
Imagen 57. Ventana de Opciones para Calculo de Peraltes.....	58
Imagen 58. Ventana de confinación para Cálculo de Peraltes.....	58
Imagen 59. Ventana de diseño de Berma.....	59
Imagen 60. Ventana de diseño de Bombeo.....	59
Imagen 61. Ventana de diseño de Berma.....	59
Imagen 62. Ventana de diseño de Obras complementarias.....	60
Imagen 63. Vista de cuadro de peraltes.....	60
Imagen 64. Vista de Secciones multiples.....	61
Imagen 65. Visualización de peraltes.....	61
Imagen 66. Vista de ventana para configuración de Corte y relleno.....	62

Imagen 67. Ventana de Opciones para Alineamiento.....	62
Imagen 68. Ventana de Opciones para corte y relleno en Línea de Muestreo.	63
Imagen 69. Vista de secciones indicando los cortes y rellenos.....	63
Imagen 70. Ventana de Opciones para Visualización de cortes y rellenos.....	64
Imagen 71. Vista de formato de cuadro de metrados.	64
Imagen 72. Vista de formato de metrados en Excel.....	65
Imagen 73. Vista de opciones para extraer plantilla de metrados en el mismo programa.	65
Imagen 74. Ventana de opciones para extraer plantilla de metrados.	66
Imagen 75. Vista de Volumen de movimiento de tierras en el programa.	66
Imagen 76. Ventana de opciones para ver los cortes y rellenos en cada sección...	67
Imagen 77. Ventana de Opciones para integrar los metrados en las secciones.....	67
Imagen 78. Vista de sección con componentes de Áreas de Corte y Relleno.	68
Imagen 80. Ventana de opciones de edición de capas.	69
Imagen 81. Vista Final de Proyecto en planta y secciones.....	69
Imagen 82. Ventana de Opciones para recorrido virtual.	70
Imagen 83. Ventana de Procedimiento para Recorrido virtual.	70
Imagen 84. Ventana de Selección de Terreno Natural.....	71
Imagen 85. Ventana de Acceso para valores.....	71
Imagen 86. Ventana de Selección de Obra Lineal.	72
Imagen 87. Ventana de Selección de Obra Lineal y recorrido.	72
Imagen 88. Vista de Recorrido Virtual.	73
Imagen 89. Vía de estudio.....	76

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Variables e Indicadores	6
Tabla 2 Rangos de la Velocidad de Diseño en función a la clasificación de la carretera por demanda y orografía.....	12
Tabla 3. Longitudes de tramos en tangente.	14
Tabla 4. Radios mínimos y peraltes máximos para diseño de carreteras.	17
Tabla 5. Pendientes Máximas	19
Tabla 6. Anchos Mínimos de Calzada en Tangente.....	21
Tabla 7. Ancho de bermas.....	22
Tabla 8. Valores de Bombeo de la Calzada.	23
Tabla 9. Valores referenciales para taludes en corte (Relación H: V).....	24
Tabla 10. Taludes referenciales en zonas de relleno.....	25

Capítulo 1 : GENERALIDADES

1.1 Introducción

Los caminos proyectados dentro de los planes de desarrollo urbano contemplan, dentro de sus parámetros una simulación de lotización y ubicación de vías y accesos a zonas alejadas, las vías, calles o avenidas que enlazan a las comunidades, son partes necesarias de cualquier sistema de transporte que brinda servicios a la población en zonas urbanas; para mejorar el flujo de bienes y servicios, además de promover el desarrollo, la salud pública, la educación, y como una ayuda en la administración del uso del suelo y de los recursos naturales. Al mismo tiempo, que define drásticamente el trazo de futuros proyectos de electrificación, distribución de agua potable, tratamiento y disposición de las aguas pluviales y de servicio.

Una carretera bien diseñada toma en consideración la movilidad que necesitan los usuarios de la carretera (motoristas, peatones o ciclistas) así como la seguridad y el confort de los mismos, balanceando esto con las restricciones físicas y naturales del entorno en el cuál, el proyecto se realiza; formando así un sistema de transporte seguro y eficiente. La seguridad vial está optimizada al conectar los elementos geométricos con la velocidad de diseño y parámetros normalizados, de modo que la geometría resultante tiene una coherencia que reduce la posibilidad que un conductor se enfrente con una situación inesperada.

En el mundo moderno, no obstante, es posible establecer medios de transporte estándar ya sea de pasajeros o de carga por diferentes medios, para determinar a partir de ello las condiciones particulares de cada diseño geométrico de carreteras. Así como también factores de tipo económico, social, político y físico de la zona en estudio, determinando así la elección final de las bases prioritarias del diseño y la metodología a utilizar para dicho proyecto.

Cada proyecto de diseño de carreteras es único en cuanto a las características del área, los puntos obligatorios de circulación, valores de la comunidad, las necesidades de los usuarios de la carretera, y los probables usos de la tierra.

Estos son factores únicos que el diseñador debe considerar en cada proyecto, haciendo uso del conocimiento sobre los principios básicos de la ingeniería, así como la experiencia y el adecuado criterio profesional que debe ser parte integral del arte del diseño de carreteras.

El presente documento propone sintetizar de manera eficiente los criterios modernos y el uso de software para el diseño geométrico de carreteras, estableciendo parámetros para garantizar la consistencia y conjugación armoniosa de todos sus elementos unificando los procedimientos y documentación requeridos para la elaboración y el desarrollo del trabajo de graduación titulado - “DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VIA DE ACCESO A LAS LOMAS DEL CERRO CHASTUDAL UTILIZANDO SOFTWARE DE CARRETERAS, TRAMO RIO SECO HASTA ASOCIACION EL MIRADOR CHASTUDAL DEL DISTRITO GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA – TACNA - 2016”, iniciando con los antecedentes del tema en cuestión, continuando con el planteamiento del problema, los objetivos que se pretenden alcanzar al desarrollar la guía, la bibliografía a utilizar, variables, los alcances y limitaciones que se tienen.

1.2 Antecedentes

En el año 2015 se define un plan de desarrollo urbano (PDU¹) en la ciudad de Tacna proyectado hasta el año 2025, el cual contempla los parámetros urbanos usados para la delimitación de las áreas de servicios correspondientes y usando la normativa vigente, respetando los pre diseños y ubicación de vías en el marco urbano.

La vía del tramo del proyecto, no cuenta con un diseño vial, tomando en cuenta que la zona o el tramo contemplado dentro la presente tesis, no contempla un diseño geométrico que garantice los parámetros mínimos de la normativa vigente para el diseño de vías, y considerando que esta vía servirá como una vía alterna para unir dos zonas urbanas a diferente nivel (pendientes críticas en el tramo proyectado). Es necesario tener un diseño geométrico de este tramo, para poder mejorar el plan y tener otra perspectiva de proyecto, basándonos en la normativa no solo urbana, sino también en los diseños geométricos ya definidos de las vías proyectadas.

El presente trabajo considera el diseño geométrico de la de la vía de acceso a las lomas del cerro Chastudal utilizando SOFTWARE de carreteras, tramo rio seco hasta asociación el mirador Chastudal del distrito Gregorio Albarracín Lanchipa, para efectos de diseño se considera la norma DG-2014, diseño geométrico, ya que

¹ Ordenanza Municipal N° 0019 15 Tacna – Municipalidad Provincial de Tacna, 27 de agosto de 2015

dicho tramo se encuentra en la zona rural bajo las faldas y en la cabecera del cerro Chastudal.

El desarrollo del diseño se ha efectuado en el contexto de un análisis integral del sistema de transporte actual y sus prevenciones futuras en el ámbito regional y sectorial. Se ha considerado así mismo como una alternativa al trazo, las características geométricas de diseño tipo de carretera. Los objetivos se han alcanzado a partir de una evaluación de los recursos naturales de la zona, de los análisis y de los planes y programas de desarrollo provincial, así como de los proyectos de transportes existentes, planteándose los requerimientos de Ingeniería.

El objetivo de los trabajos de la tesis es mejorar el camino vecinal con la finalidad de conectar adecuadamente a los pobladores de la población existente en las lomas del cerro Chastudal con la población de la ciudad de Tacna, mediante un adecuado diseño de la vía en toda la ruta.

Las perspectivas de mejorar dicha vía con el presente proyecto, beneficiaría a las comunidades circundantes a la zona del proyecto.

1.3 Objetivos

PRINCIPAL

Determinar el adecuado diseño de carretera a nivel rasante del tramo río seco hasta asociación el mirador Chastudal del distrito Gregorio Albarracín Lanchipa, con software aplicativo.

ESPECÍFICOS

- Realizar el levantamiento topográfico del área.
- Generar el alineamiento geométrico y Diseñar una vía potencial tomando en consideración aspectos de la DG-2014 de diseño basados en el confort, visibilidad, seguridad, viabilidad económica y sostenibilidad. que a futuro pueda convertirse en uno de los accesos principales a la zona y por ende mejorar las condiciones económicas de los pobladores.
- Realizar el estudio de suelos.

- Realizar el estudio geológico.
- Utilizar el programa Civil 3D, para el diseño geométrico.

1.4 Referencia Bibliográfica

- Municipalidad Provincial de Tacna, (2015), **“Plan de Acondicionamiento Territorial de la Provincia de Tacna – PAT”**, Tacna, Perú.
- Municipalidad Provincial de Tacna, (2015), **“Plan de Desarrollo Urbano – PDU” 2015- 2025**, Tacna, Perú.

El desarrollo del Proyecto se sustenta en la aprobación de la Municipalidad Provincial de Tacna que fue aprobado y publicado el 27 de agosto de 2015 en el Diario el Peruano, por aprobar el plan de acondicionamiento de áreas para diferentes usos, en el cual se detalla las posibles calles y avenidas, proyectadas para la unir la ciudad con las diferentes asociaciones de viviendas.

- Ministerio De Transportes Y Comunicaciones Del Perú, (2014), **“Diseño Geométrico De Carreteras Dg-2014”**, Lima, Perú.

El Manual de Carreteras “Diseño Geométrico”, forma parte de los Manuales de Carreteras establecidos por el Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial aprobado por D.S. N° 034-2008-MTC y constituye uno de los documentos técnicos de carácter normativo, que rige a nivel nacional y es de cumplimiento obligatorio, por los órganos responsables de la gestión de la infraestructura vial de los tres niveles de gobierno: Nacional, Regional y Local.

- Autodesk, (2016), **Autodesk AutoCAD® Civil 3D® -AYUDA**, Estados Unidos, On-line.

1.5 Hipótesis y variables

Hipótesis

Propuesta a realizar de diseño geométrico en el tramo río seco hasta la asociación el mirador Chastudal del distrito Gregorio Albarracín Lanchipa de la ciudad de

Tacna, bajo la normativa vigente (DG 2014-MANUAL DE CARRETERAS, DISEÑO GEOMETRICO). Analizando el plan de desarrollo urbano de Tacna.

Variables

Tabla 1. Variables e Indicadores

VARIABLES	INDICADORES
variables independientes	<ul style="list-style-type: none"> - Tiempo de viaje - Costos del proyecto - Beneficios del proyecto - Desgaste de vehículos
variables dependientes	<ul style="list-style-type: none"> - Afluencia de la población de la zona - Producción pecuaria

(Fuente: Propia)

Capítulo 2 : MARCO TEORICO

2.1 Clasificación de las Carreteras²

2.1.1 Consideraciones Para el diseño Geométrico

Seguridad vial.

Funcionalidad.

Confort o comodidad

Adaptación al entorno natural.

Estética y armonía.

Economía.

2.1.2 Clasificación de Carreteras. ³

En la actualidad la nueva norma Diseño Geométrico DG - 2014 de carreteras, se deben clasificar según 3 criterios:

Según su funcionamiento:

- ✓ Red Vial Nacional (Primaria).
- ✓ Red Vial Departamental (Secundaria).
- ✓ Red Vial Nacional (Terciaria).

Según la demanda:

- ✓ Autopistas de Primera Clase
- ✓ Autopistas de Segunda Clase
- ✓ Carreteras de Primera Clase
- ✓ Carreteras de Segunda Clase
- ✓ Carreteras de Tercera Clase
- ✓ Trochas Carrozables

Según condiciones orográficas:

- ✓ Terreno plano (tipo 1)
- ✓ Terreno ondulado (tipo 2)
- ✓ Terreno accidentado (tipo 3)
- ✓ Terreno escarpado (tipo 4)

Las dos primeras clasificaciones son prácticamente las mismas de la norma anterior, en cambio la tercera clasificación es una nueva consecución de las nuevas normas DG - 2014, que contempla las consideraciones relacionadas con la

² “Manual de Carreteras – Diseño Geométrico DG – 2014” – Ministerio de Transportes y Comunicaciones

³ “Manual de Carreteras – Diseño Geométrico DG – 2014” – Ministerio de Transportes y Comunicaciones, pág. De 12 a 14.

Topografía y Orografía en la zona del proyecto, que influye considerablemente en la velocidad de los vehículos.

La clasificación que se dá a la carretera según la Orografía, es un factor determinante al momento de la elección de las dimensiones de la sección transversal (ancho de la calzada y de las bermas).

2.2 Criterios y controles básicos para el diseño geométrico⁴

2.2.1 Estudios preliminares para efectuar el diseño geométrico

a) Criterios generales

El manual de diseño de carreteras DG. 2014, define la geometría de la vía, no debe perderse de vista que el objetivo es diseñar una carretera que reúna las características apropiadas, con dimensiones y alineamientos tales que su capacidad resultante satisfaga la demanda del proyecto, dentro del marco de la viabilidad económica y cumpliendo lo establecido en la Capacidad y Niveles de Servicio.

b) Información general

Se recurrirá a fuentes como son los vértices geodésicos, mapas, cartas y cartografía vial, así como fotografías aéreas, ortofotos, etc.

c) Niveles de estudios preliminares

Para la definición preliminar de las características y parámetros de diseño; se tendrá la propuesta e identificación de rutas posibles, además de considerar anteproyectos preliminares de las rutas posibles y se realizará la selección de rutas.

d) Criterios básicos

Proyecto y estudio

Término “proyecto” incluye las diversas etapas que van desde la concepción de la idea, hasta la materialización de una obra civil, complejo industrial o programa de desarrollo en las más diversas áreas. En consecuencia, el proyecto es el objetivo que motiva las diversas acciones requeridas para poner en servicio una nueva obra vial, o bien recuperar o mejorar una existente.

⁴ “Manual de Carreteras – Diseño Geométrico DG – 2014” – Ministerio de Transportes y Comunicaciones, pág. De 15 a 129.

Las materias tratadas en el presente manual están referidas a los diversos estudios preliminares y estudios definitivos requeridos, en sus diferentes fases, todo lo cual será identificado como “Estudios”.

Estándar de diseño de una carretera

La Sección Transversal, es una variable dependiente tanto de la categoría de la vía como de la velocidad de diseño, pues para cada categoría y velocidad de diseño corresponde una sección transversal tipo, cuyo ancho responde a un rango acotado y en algunos casos único.

estándar de una obra vial, que responde a un diseño acorde con las instrucciones y límites normativos establecidos en el presente, queda determinado por:

1. La Categoría que le corresponde (autopista de primera clase, autopista de segunda clase, carretera de primera clase, carretera de segunda clase y carretera de tercera clase).
2. La velocidad de diseño (V).
3. La sección transversal definida.

2.2.2 Características del tránsito

a) Índice medio diario anual (IMDA)

Representa el promedio aritmético de los volúmenes diarios para todos los días del año, previsible o existente en una sección dada de la vía. Su conocimiento da una idea cuantitativa de la importancia de la vía en la sección considerada y permite realizar los cálculos de factibilidad económica. Los valores de IMDA para tramos específicos de carretera, proporcionan al proyectista, la información necesaria para determinar las características de diseño de la carretera, su clasificación y desarrollar los programas de mejoras y mantenimiento. Los valores vehículo/día son importantes para evaluar los programas de seguridad y medir el servicio proporcionado por el transporte en carretera.

La carretera se diseña para un volumen de tránsito, que se determina como demanda diaria promedio a servir hasta el final del período de diseño, calculado como el número de vehículos promedio, que utilizan la vía por día actualmente y que se incrementa con una tasa de crecimiento anual.

b) Volumen horario de diseño (VHD)

El VHD deberá obtenerse a partir de un ordenamiento decreciente, de los mayores volúmenes horarios registrados a lo largo de todo un año. Al graficar estos valores se podrá establecer el volumen horario de demanda máxima normal, que para la mayoría de los caminos de tránsito mixto (aquellos que no presentan un componente especializado preponderante, por ejemplo: turismo), coincide con el volumen asociado a la trigésima hora de mayor demanda. Los volúmenes asociados a las horas, que ocupan las primeras posiciones en el ordenamiento decreciente, se consideran máximos extraordinarios, en los que se acepta cierto grado de congestión al final de la vida útil del proyecto. El volumen asociado a la trigésima hora será mayor, aunque muy similar, a los volúmenes previsibles en una gran cantidad de horas al año que figuran a continuación de la trigésima hora, de allí su definición como máximo normal.

De esta forma, si se ordenan por magnitudes decrecientes los volúmenes horarios en ambos sentidos de circulación de las 8760 horas de un año, se denomina Volumen de la Hora Trigésima al que ocupa el rango trigésimo de dicho ordenamiento. En otros términos, es el volumen horario que durante el transcurso del año sólo es superado 29 veces. De lo anteriormente expuesto se infiere que el VHD considera las demandas críticas tomando en cuenta las variaciones estacionales y diarias que normalmente presenta una carretera. Por otra parte, el VHD debe ser proyectado al término del período de diseño a fin de considerar su evolución en el tiempo.

El volumen horario de proyecto corresponde a un porcentaje entre el 12% y el 18% del IMDA estimado para el año horizonte del proyecto. A falta de información estadística que permita elaborar el análisis detallado del comportamiento horario actual de una ruta existente o para estimar el VHD, de una nueva ruta, se podrá utilizar la relación empírica extensamente comprobada en caminos de tránsito mixto, que relaciona el IMDA con el VHD:

$$\mathbf{VHD_{año\ i} = 0,12 \sim 0,18\ IMDA_{año\ i}}$$

Coeficientes del orden de 0,12 corresponden por lo general a carreteras de tránsito mixto con variaciones estacionales moderadas.

Coeficientes del orden de 0,18 se asocian a carreteras con variaciones estacionales marcadas, causadas normalmente por componentes de tipo turístico.

Es importante hacer notar que mientras no se prevea un cambio importante en las proporciones en que participan los diferentes componentes de tránsito (industrial, agrícola, minero, turístico, etc.), la relación entre el VHD y el IMDA se mantendrá razonablemente constante.

2.2.3 Velocidad de diseño

a) Velocidad de diseño del tramo homogéneo

Se realizará de acuerdo al tipo y orografía, seleccionando la velocidad según la tabla 2.

Tabla 2 Rangos de la Velocidad de Diseño en función a la clasificación de la carretera por demanda y orografía.

CLASIFICACION	OROGRAFIA	VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO HOMOGENEO VTR (km/h)										
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Autopista de primera clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Autopista de Segunda Clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Carretera de Primera clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Carretera de Segunda clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Carretera de Tercera clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											

(Fuente: DG-2014)

b) Velocidad específica de los elementos que integran el trazado en planta y perfil.

Es necesario dimensionar los elementos geométricos de la carretera, en planta, perfil y sección transversal, en forma tal que pueda ser recorrida con seguridad, a la velocidad máxima asignada a cada uno de dichos elementos geométricos.

La velocidad máxima con que sería abordado cada elemento geométrico, es la Velocidad Específica con la que se debe diseñar. El valor de la Velocidad Específica de un elemento geométrico depende esencialmente de los siguientes parámetros:

- Del valor de la Velocidad de Diseño del Tramo Homogéneo en que se encuentra incluido el elemento. La condición deseable es que a la mayoría de los elementos geométricos que integran el tramo homogéneo se les pueda asignar como Velocidad Específica, el valor de la Velocidad de Diseño del tramo.
- De la geometría del trazado inmediatamente antes del elemento considerado, teniendo en cuenta el sentido en que el vehículo realiza el recorrido.

Para asegurar la mayor homogeneidad posible en la Velocidad Específica de curvas y tangentes, lo que necesariamente se traduce en mayor seguridad para los usuarios, requiere que las Velocidades Específicas de los elementos que integran un tramo homogéneo sean iguales a la Velocidad de Diseño del tramo o no superen esta velocidad en más de veinte kilómetros por hora.

La secuencia general para la asignación de la Velocidad Específica de los elementos geométricos en planta y perfil es la siguiente:

1) En el proceso de diseño en planta:

- Partiendo de la Velocidad de Diseño del tramo homogéneo adoptada, asignar la Velocidad Específica a cada una de las curvas horizontales.
- Partiendo de la Velocidad Específica asignada a las curvas horizontales, asignar la velocidad específica a las tangentes horizontales.

2) En el proceso de diseño en perfil:

- Partiendo de la Velocidad Específica asignada a las curvas horizontales y a las tangentes horizontales, asignar la Velocidad Específica a las curvas verticales.
- Partiendo de la Velocidad Específica asignada a las tangentes horizontales, asignar la Velocidad Específica a las tangentes verticales.

c) Velocidad específica en las curvas horizontales

Para asignar la Velocidad Específica a las curvas horizontales incluidas en un Tramo homogéneo, se consideran los siguientes parámetros:

- La Velocidad de Diseño del Tramo homogéneo en que se encuentra la curva horizontal.
- El sentido en que el vehículo recorre la carretera.
- La Velocidad Específica asignada a la curva horizontal anterior.
- La longitud del segmento en tangente anterior. Para efectos de éste

Manual, se considera segmento en tangente a la distancia horizontal medida entre los puntos medios de las espirales de las curvas al inicio y al final del segmento si éstas son espiralizadas o entre el PT y el PC de las curvas si son circulares.

- La deflexión en la curva analizada.

2.3 Diseño geométrico en planta, perfil y sección transversal ⁵

2.3.1 Tramos en Tangente

Las longitudes mínimas admisibles y máximas deseables de los tramos en tangente, en función a la velocidad de diseño, serán las indicadas en la Tabla 3.

Tabla 3. Longitudes de tramos en tangente.

V (km/h)	L. min.s (m)	L. min.o (m)	L. max (m)
30	42	84	500
40	56	111	668
50	69	139	935
60	83	167	1002
70	97	194	1169
80	111	222	1336
90	125	150	1503
100	139	278	1670
110	153	306	1837
120	167	333	2004
130	180	362	2171

(Fuente: DG-2014)

⁵ “Manual de Carreteras – Diseño Geométrico DG – 2014” – Ministerio de Transportes y Comunicaciones, pág. De 132 a 229.

Dónde:

L mín.s: Longitud mínima (m) para trazados en "S" (alineamiento recto entre alineamientos con radios de curvatura de sentido contrario).

L mín.o: Longitud mínima (m) para el resto de casos (alineamiento recto entre alineamientos con radios de curvatura del mismo sentido).

L máx: Longitud máxima deseable (m).

V: Velocidad de diseño (km/h)

Las longitudes de tramos en tangente presentada en la tabla 3, están calculadas con las siguientes fórmulas:

L mín.s: $1,39 V$

L mín.o: $2,78 V$

L máx: $16,70 V$

2.3.2 Curvas circulares

Las curvas horizontales circulares simples son arcos de circunferencia de un solo radio que unen dos tangentes consecutivas, conformando la proyección horizontal de las curvas reales o espaciales.

a) Elementos de la curva circular

Los elementos y nomenclatura de las curvas horizontales circulares que a continuación se indican, deben ser utilizadas sin ninguna modificación y son los siguientes:

P.C. : Punto de inicio de la curva

P.I. : Punto de Intersección de 2 alineaciones consecutivas

P.T. : Punto de tangencia

E : Distancia a externa (m)

M : Distancia de la ordenada media (m)

R : Longitud del radio de la curva (m)

T : Longitud de la subtangente (P.C a P.I. y P.I. a P.T.) (m)

L : Longitud de la curva (m)

L.C : Longitud de la cuerda (m)

Δ : Ángulo de deflexión ($^{\circ}$)

p : Peralte; valor máximo de la inclinación transversal de la calzada, asociado al diseño de la curva (%)

Sa : Sobreechanco que pueden requerir las curvas para compensar el aumento de espacio lateral que experimentan los vehículos al describir la curva (m)

En la Imagen 1, se ilustran los indicados elementos nomenclatura de la curva horizontal circular.

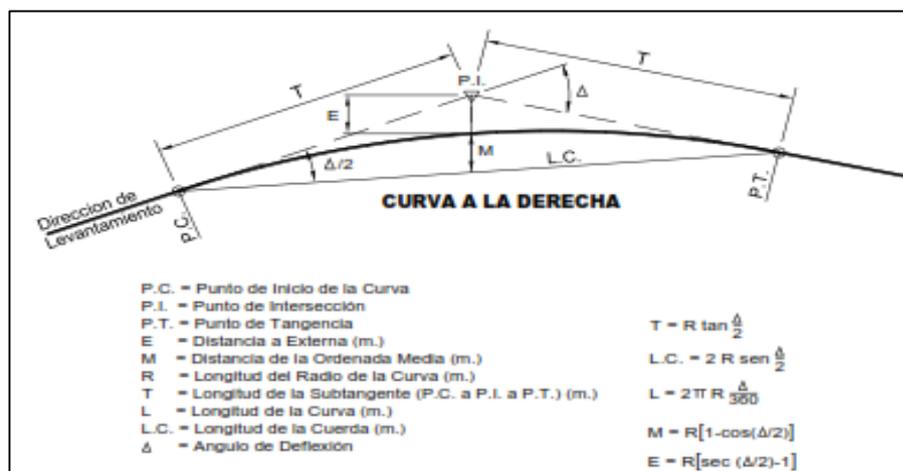


Imagen 1. Simbología de la curva circular.

(Fuente: DG-2014)

b) Elementos de la curva circular

Los radios mínimos de curvatura horizontal son los menores radios que pueden recorrerse con la velocidad de diseño y la tasa máxima de peralte, en condiciones aceptables de seguridad y comodidad, para cuyo cálculo puede utilizarse la siguiente fórmula:

$$R_{\min} = \frac{V^2}{127 (P_{\max} + f_{\max})}$$

Dónde:

R_{\min} : Radio Mínimo

V: Velocidad de diseño

P_{\max} : Peralte máximo asociado a V (en tanto por uno).

f_{\max} : Coeficiente de fricción transversal máximo asociado a V.

El resultado de la aplicación de la indicada fórmula se aprecia en la tabla 4.

Tabla 4. Radios mínimos y peraltes máximos para diseño de carreteras.

Ubicación de la vía	velocidad de diseño	β máx (%)	f. máx.	Radio Calculado (m)	Radio Redondeado (m)
Área Urbana	30	4.00	0.17	33.7	35
	40	4.00	0.17	60	60
	50	4.00	0.16	98.4	100
	60	4.00	0.15	149.2	150
	70	4.00	0.14	214.3	215
	80	4.00	0.14	280	280
	90	4.00	0.13	375.2	375
	100	4.00	0.12	835.2	495
	110	4.00	0.11	1108.9	635
	120	4.00	0.19	872.2	875
	130	4.00	0.08	1108.9	1110
Área Rural (con peligro de hielo)	30	6.00	0.17	30.8	30
	40	6.00	0.17	54.8	55
	50	6.00	0.16	89.5	90
	60	6.00	0.15	135	135
	70	6.00	0.14	192.9	195
	80	6.00	0.14	252.9	255
	90	6.00	0.13	437.4	335
	100	6.00	0.12	560.4	440
	110	6.00	0.11	755.9	560
	120	6.00	0.09	950.5	755
	130	6.00	0.08	1187.2	950
Área Rural (plano u ondulado)	30	8.00	0.17	28.3	30
	40	8.00	0.17	50.4	55
	50	8.00	0.16	82	90
	60	8.00	0.15	123.2	135
	70	8.00	0.14	175.4	195
	80	8.00	0.14	229.1	255
	90	8.00	0.13	303.7	335
	100	8.00	0.12	393.7	440
	110	8.00	0.11	501.5	560
	120	8.00	0.09	667	755
	130	8.00	0.08	831.7	950
Área Rural (accidentada o escarpada)	30	12.00	0.17	24.4	25
	40	12.00	0.17	43.4	45
	50	12.00	0.16	70.3	70
	60	12.00	0.15	105	105
	70	12.00	0.14	148.4	150
	80	12.00	0.14	193.8	195
	90	12.00	0.13	255.1	255
	100	12.00	0.12	328.1	330
	110	12.00	0.11	414.2	415
	120	12.00	0.09	539.9	540
	130	12.00	0.08	665.4	665

(Fuente: DG-2014)

2.3.3 Diseño Geométrico en Perfil.⁶

A. Pendientes

Pendiente mínima

Es conveniente proveer una pendiente mínima del orden de 0,5%, a fin de asegurar en todo punto de la calzada un drenaje de las aguas superficiales. Se pueden presentar los siguientes casos particulares:

- Si la calzada posee un bombeo de 2% y no existen bermas y/o cunetas, se podrá adoptar excepcionalmente sectores con pendientes de hasta 0,2%.
- Si el bombeo es de 2,5% excepcionalmente podrá adoptarse pendientes iguales a cero.
- Si existen bermas, la pendiente mínima deseable será de 0,5% y la mínima excepcional de 0,35%.
- En zonas de transición de peralte, en que la pendiente transversal se anula, la pendiente mínima deberá ser de 0,5%.

Pendiente máxima

Es conveniente considerar las pendientes máximas que están indicadas en la Tabla 303.01, no obstante, se pueden presentar los siguientes casos particulares:

- En zonas de altitud superior a los 3.000 msnm, los valores máximos de la Tabla 5, se reducirán en 1% para terrenos accidentados o escarpados.
- En autopistas, las pendientes de bajada podrán superar hasta en un 2% los máximos establecidos en la tabla 5.

^{6 6} "Manual de Carreteras – Diseño Geométrico DG – 2014" – Ministerio de Transportes y Comunicaciones, pág. De 132 a 229.

Tabla 5. Pendientes Máximas

Pendientes máximas (%)																					
Demanda		Autopista								Carretera				Carretera				Carretera			
Vehículos/día		>6.000				6.000-4001				4.000-2.001				2000-400				<400			
Características		Primera Clase				Segunda Clase				Primera Clase				Segunda Clase				Tercera Clase			
Tipo de Oreografía		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30 km/h																				10.00	10.00
40 km/h																	9.00	8.00	9.00	10.00	
50 km/h												7.00	7.00				8.00	9.00	8.00	8.00	
60 km/h						6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	7.00	8.00	9.00	8.00	8.00		
70 km/h				5.00	5.00	6.00	6.00	6.00	7.00	6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	6.00	7.00		7.00	7.00		
80 km/h		5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00		6.00	6.00			7.00	7.00		
90 km/h		4.50	4.50	5.00		5.00	5.00	6.00		5.00	5.00			6.00				6.00	6.00		
100 km/h		4.50	4.50	4.50		5.00	5.00	6.00		5.00				6.00							
110 km/h		4.00	4.00			4.00															
120 km/h		4.00	4.00			4.00															
130 km/h		3.50																			

Notas:

- 1) En caso de que se desee pasar de carreteras de Primera Clase o Segunda Clase, a una autopista, las características de estas se deberán adecuar al orden superior inmediato.
- 2) De presentarse casos no contemplados en la presente tabla, su utilización previo sustento técnico, será autorizado por el órgano competente del MTC.

(Fuente: DG - 2014)

2.3.4 Sección Transversal en el diseño de Carreteras

La sección transversal de una carretera en un punto de ésta, es un corte vertical normal al alineamiento horizontal, el cual permite definir la disposición y dimensiones de los elementos que forman la carretera en el punto correspondiente a cada sección y su relación con el terreno natural.

Para agrupar los tipos de carreteras se acude a normalizar las secciones transversales, teniendo en cuenta la importancia de la vía, el tipo de tránsito, las

condiciones del terreno, los materiales por emplear en las diferentes capas de la estructura de pavimento u otros, de tal manera que la sección típica adoptada influye en la capacidad de la carretera, en los costos de adquisición de zonas, en la construcción, mejoramiento, rehabilitación, mantenimiento y en la seguridad de la circulación.

Elementos de la sección transversal

Los elementos que integran y definen la sección transversal son: ancho de zona o derecho de vía, calzada ó superficie de rodadura, bermas, carriles, cunetas, taludes y elementos complementarios, tal como se ilustra en las Imágenes 2 y 3 donde se muestra una sección en media ladera para una vía multicarril con separador central en tangente y una de dos carriles en curva.

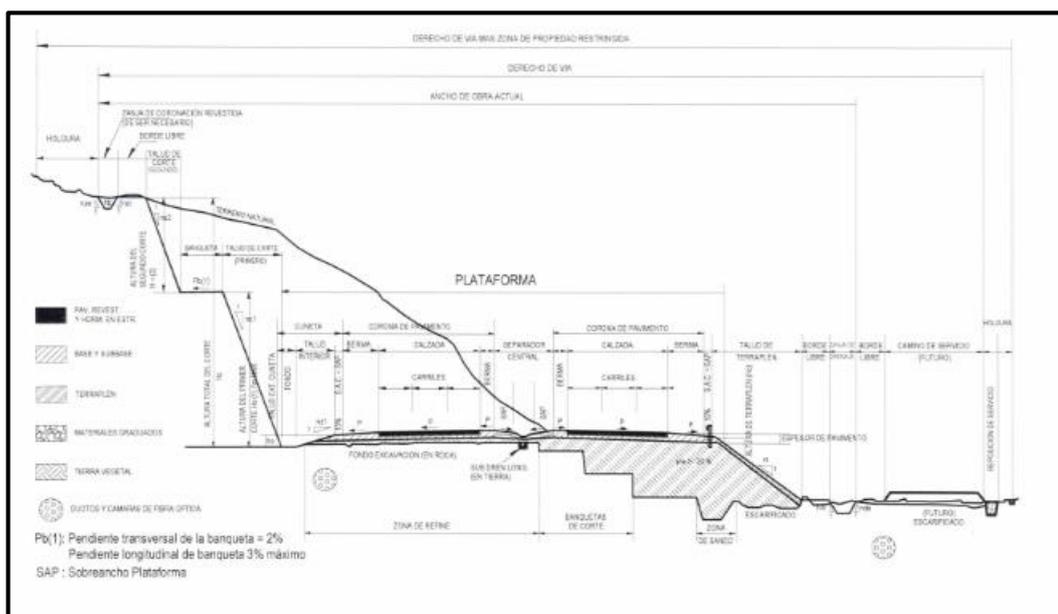


Imagen 2. Sección Transversal Tipo a media ladera para una autopista en tangente.

(Fuente: DG – 2014)

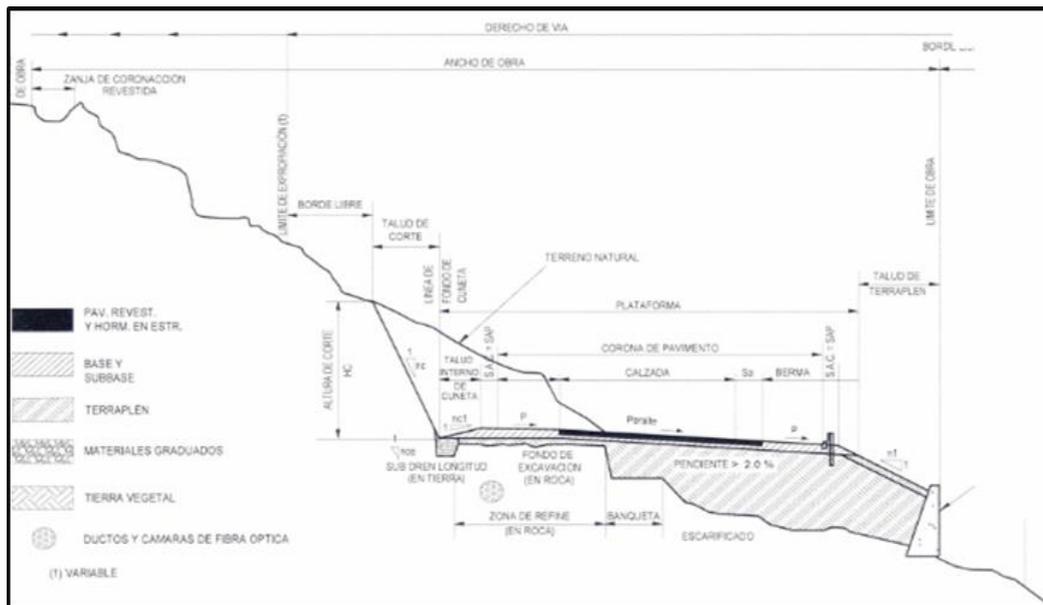


Imagen 3. Sección Transversal Típica a Media Ladera vía de dos carriles en curva.

(Fuente: DG – 2014)

Ancho de la calzada en tangente

Es la faja de terreno destinada a la construcción, mantenimiento, futuras ampliaciones de la Vía si la demanda de tránsito así lo exige, servicios de seguridad, servicios auxiliares y desarrollo paisajístico.

En las carreteras ejerce dominio sobre el derecho de Vía, el MTC a través de la Dirección General de Caminos quien normará, regulará y autorizará el uso debido del mismo.

Tabla 6. Anchos Mínimos de Calzada en Tangente.

Demanda	Autopista				Carretera				Carretera				Carretera							
	>6.000				6.000-4001				4.000-2.001				2000-400				<400			
Características	Primera Clase				Segunda Clase				Primera Clase				Segunda Clase				Tercera Clase			
Tipo de Oreografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño:																				
30 km/h																				
40 km/h																				
50 km/h																				
60 km/h					7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60	6.60	6.60	6.60		
70 km/h			7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60	6.60	6.60	6.60		
80 km/h	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20			6.60	6.60		
90 km/h	7.20	7.20	7.20		7.20	7.20	7.20		7.20	7.20			7.20				6.60	6.60		
100 km/h	7.20	7.20	7.20		7.20	7.20	7.20		7.20				7.20							
110 km/h	7.20	7.20			7.20															
120 km/h	7.20	7.20			7.20															
130 km/h	7.20																			

Notas:

- a) Orografico: Plano (1), Ondulado (2), Accidentado (3) y Escarpado (4).
- b) En Carreteras de Tercera Clase, Excepcionalmente podrán utilizarse calzadas de hasta 5.00 m, con el correspondiente sustento técnico y económico.

(Fuente: DG – 2014)

Bermas

En la Tabla 7, se establece el ancho de bermas en función a la clasificación de la vía, velocidad de diseño y orografía.

Tabla 7. Ancho de bermas.

Demanda	Autopista								Carretera				Carretera				Carretera			
Vehículos/día	>6.000				6.000-4001				4.000-2.001				2000-400				<400			
Características	Primera Clase				Segunda Clase				Primera Clase				Segunda Clase				Tercera Clase			
Tipo de Oreografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30 km/h																			0.50	0.50
40 km/h															120	120	120	0.90	0.50	
50 km/h											2.60	2.60			120	120	120	0.90	0.90	
60 km/h					3.00	3.00	2.60	2.60	3.00	3.00	2.60	2.60	2.00	2.00	120	120	120	120		
70 km/h			3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.00	2.00	120		120	120		
80 km/h	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00		2.00	2.00			120	120		
90 km/h	3.00	3.00	3.00		3.00	3.00	3.00		3.00	3.00			2.00				120	120		
100 km/h	3.00	3.00	3.00		3.00	3.00	3.00		3.00				2.00							
110 km/h	3.00	3.00			3.00															
120 km/h	3.00	3.00			3.00															
130 km/h	3.00																			

(Fuente: DG-2014)

Notas:

- a) Orografía: Plano (1), Ondulado (2), Accidentado (3), y Escarpado (4).
- b) Los anchos indicados en la tabla son para la berma lateral derecha, para la berma lateral izquierda es de 1,50 m para Autopistas de Primera Clase y 1,20 m para Autopistas de Segunda Clase.

c) Para carreteras de Primera, Segunda y Tercera Clase, en casos excepcionales y con la debida justificación técnica, la Entidad Contratante podrá aprobar anchos de berma menores a los establecidos en la presente tabla, en tales casos, se preverá áreas de ensanche de la plataforma a cada lado de la carretera, debiendo reportar al órgano normativo del MTC.

Bombeos

En tramos rectos o en aquellos cuyo radio de curvatura permite el contraperalte las calzadas deberán tener, con el propósito de evacuar las aguas superficiales, una inclinación transversal mínima o bombeo, que depende del tipo de superficie de rodadura y de los niveles de precipitación de la zona.

La tabla 8 especifica estos valores indicando en algunos casos un rango dentro del cual el proyectista deberá moverse, afinando su elección según los matices de la rugosidad de las superficies y de los climas imperantes.

Tabla 8. Valores de Bombeo de la Calzada.

Tipo de Superficie	Bombeo (%)	
	Precipitación <500 mm/año	Precipitación >500 mm/año
Pavimento asfáltico y/o concreto Portland	2	2.5
Tratamiento superficial	2.5	2.5-3.0
Afirmado	3.0-3.5	3.4-4.0

(Fuente: DG – 2014)

Taludes

Los taludes para las secciones en corte variarán de acuerdo a la estabilidad de los terrenos en que están practicados; la altura admisible del talud y su inclinación se determinarán en lo posible, por medio de ensayos y cálculos, aún aproximados.

Taludes en Corte

Exige EL Diseño de taludes, el estudio de las condiciones especiales del lugar, especialmente las geológicas, geotécnicas (prospecciones), ensayos de laboratorio, análisis de estabilidad, etc y medio ambientales, para optar por la solución más conveniente, entre diversas alternativas, La inclinación y altura de los taludes para

secciones en corte variarán a lo largo del Proyecto según sea la calidad y homogeneidad de los suelos y/o rocas evaluados (prospectados).

En el diseño de estos taludes se tomará en cuenta la experiencia del comportamiento de los taludes de corte ejecutados en rocas y/o suelos de naturaleza y características geotécnicas similares, ubicadas en la zona y que se mantienen estables ante las mismas condiciones ambientales actuales.

Los valores de la inclinación de los taludes para las secciones en corte serán, de un modo referencial, los indicados en la tabla 9.

Tabla 9. Valores referenciales para taludes en corte (Relación H: V).

Clasificación de materiales de corte		Roca Fija	Roca Fija	Material		
				Grava	Limo arcilloso o arcilla	Arenas
Altura de corte	< 5 m	1:10	1:6-1:4	1:1 1:3	1:1	2:1
	5-10 m	1:10	1:4-1:2	1:1	1:1	
	> 10 m	1:8	1:2	*		

(*) Requerimiento de banquetas y/o estudio de estabilidad.

(Fuente: DG – 2014)

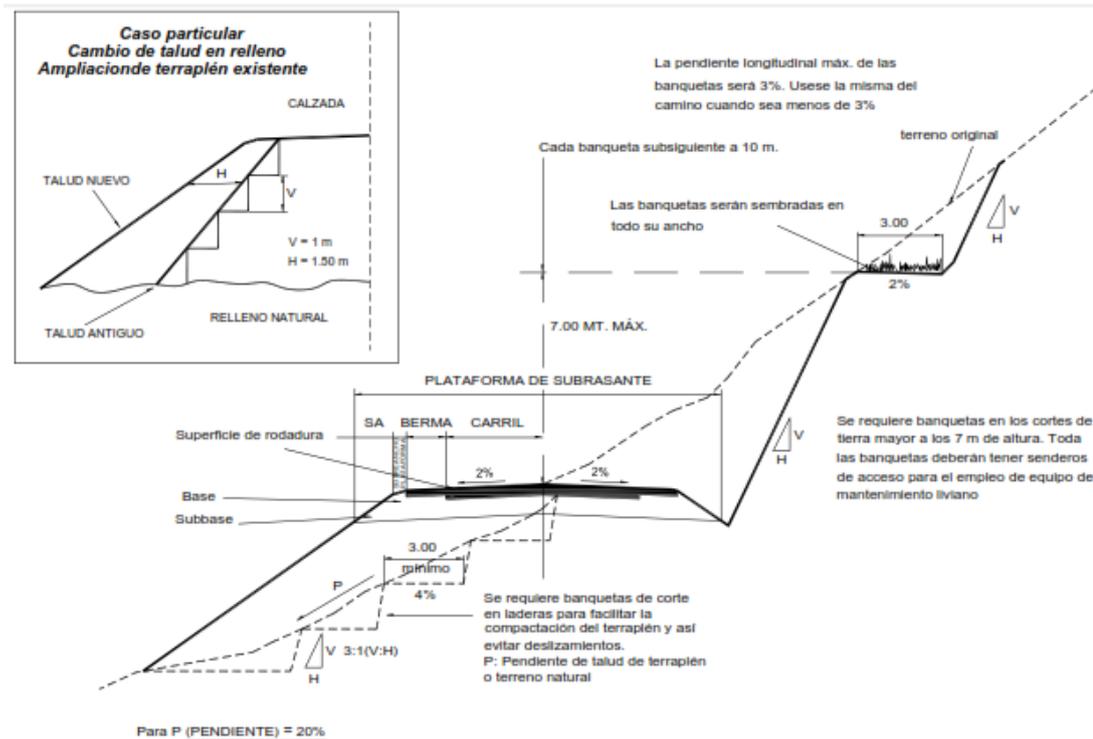


Imagen 4. Sección Transversal típica en tangente.

(Fuente: DG-2014)

Taludes en Relleno

En el diseño de estos taludes se tomará de acuerdo a la tabla N° 10.

Tabla 10. Taludes referenciales en zonas de relleno

Material	Material		
	<5	5-10	>10
Gravas, limo arenoso y arcilla	1:1.5	1:1.75	1:2
Arena	1:2	1:2.25	01:02.5
Enrocado	1:1	1:1.25	1:1.15

(Fuente: DG – 2014)

Cunetas

Son canales abiertos construidos lateralmente a lo largo de la carretera, con el propósito de conducir los escurrimientos superficiales y sub-superficiales

procedentes de la plataforma vial, taludes y áreas adyacentes a fin de proteger la estructura del pavimento. La sección transversal puede ser triangular, trapezoidal o rectangular.

Sus dimensiones se deducen a partir de cálculos hidráulicos, teniendo en cuenta su pendiente longitudinal, la intensidad de lluvia prevista, pendiente de cuneta, área de drenaje y naturaleza del terreno, entre otros.

En lo acápites que siguen se abordarán las características geométricas generales como: taludes interiores, las profundidades y los fondos de las cunetas entre otros de forma referencial, considerando fundamentalmente factores geométricos.

Talud Interior de Cunetas

La inclinación del Talud dependerá, por condiciones de seguridad, de la velocidad y volumen de diseño de la carretera o camino. El valor máximo correspondiente a velocidades de diseño <70 Km/h. (1:2) es aplicable solamente a casos muy especiales, en los que se necesite imprescindiblemente una sección en corte reducida (terrenos escarpados), la que contará con elementos de protección (Guardavías). Inclinaciones fuera de estos Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG - 2014) 86 mínimos deberán ser justificadas convenientemente y se dispondrán de los elementos de protección adecuados.

Profundidad de la Cuneta

La profundidad será determinada, en conjunto con los demás elementos de su sección, por los volúmenes de las aguas superficiales a conducir, así como de los factores funcionales y geométricos correspondientes. En caso de elegir la sección triangular, las profundidades mínimas de estas cunetas serán de 0.20 m para regiones secas, de 0.30 m para regiones lluviosas y de 0.50 m para regiones muy lluviosas.

El Fondo de la Cuneta

El ancho del fondo será función de la capacidad que quiera conferírsele a la cuneta. Eventualmente, puede aumentársele si se requiere espacio para almacenamiento

de nieve o de seguridad para caída de rocas. En tal caso, la cuneta puede presentar un fondo inferior para el agua y una plataforma al lado del corte a una cota algo superior, para los fines mencionados.

Longitudinalmente, el fondo de la cuneta deberá ser continuo, sin puntos bajos. Las pendientes longitudinales mínimas absolutas serán 0,2%, para cunetas revestidas y 0.5% para cunetas sin revestir.

Revestimiento

Si la cuneta es de material fácilmente erosionable y se proyecta con una pendiente tal que le infiere al flujo una velocidad mayor a la máxima permisible del material constituyente, se protegerá con un revestimiento resistente a la erosión.

**Capítulo 3 : MODULO DE DISEÑO DE CARRETERAS CON
SOFTWARE Autodesk AutoCAD® Civil 3D®**

3.1 Consideraciones generales

AutoCAD® Civil 3D® es un software de aplicación para el desarrollo de diseño y documentación de ingeniería el cual ofrece las herramientas para modelar en 3D y soportar los flujos de trabajo de BIM (Building Information Modeling).

El siguiente capítulo ayudara a ejecutar los principales productos que otorga el software Autodesk AutoCAD® Civil 3D® en un proyecto de vías como:

- Creación de superficies (curvas de nivel)
- Alineamiento horizontal
- Perfil longitudinal
- Cómputo de materiales
- Secciones transversales
- Diagrama de masas

Para el inicio y flujo normal de trabajo se debe tener datos de levantamiento topográfico, la velocidad del proyecto, calculo estimado de flujo de vehículos, entre otros que se detallaran en su momento.

3.2 Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico consistió en la obtención de información relativa entre varios puntos sobre un plano horizontal de la zona a diseñar la vía, las características del levantamiento son las siguientes:

Sistema de Coordenadas Geográficas: WGS84 (Sistema Geodésico Mundial 1984)

Sistemas de unidades: UTM (Universal Transversal de Mercator).

Zona: 19 sur

Área de trabajo: El área de trabajo está restringido por el trazo propuesto en el plan de desarrollo urbano de la provincia de Tacna (PDU TACNA).



Imagen 5. Ubicación de Proyecto.

(Fuente: Elaboración propia)

3.3 Configuración inicial

Los datos de objetos de AutoCAD Civil 3D siempre se presentan en coordenadas del sistema de coordenadas universales de AutoCAD. Por ejemplo, los datos de alineación de la vista Entidades de alineación de la ventana Panorámica se muestran en coordenadas universales. Además, los comandos transparentes de AutoCAD Civil 3D se basan en el sistema de coordenadas universales de AutoCAD. Sin embargo, si se crea un objeto y se ha definido un sistema de coordenadas personales (SCP) de AutoCAD, cuando se especifiquen ubicaciones se seguirá el SCP, lo que significa que un punto de inserción o una coordenada se interpretará en relación con el SCP.

1. En el Espacio de herramientas, en la ficha Configuración, haga clic con el botón derecho en el nombre del dibujo de la parte superior de la colección y haga clic en Editar configuración de dibujo.
2. En el cuadro de diálogo Configuración de dibujo, haga clic en la ficha Unidades y huso.
3. En Unidades de dibujo, seleccione Pies o Metros.
4. En Unidades angulares, elija un formato de ángulo.
5. Especifique uno de los siguientes formatos para convertir unidades imperiales a métricas.

Pie internacional (1 pie = 0.3048 metros)

Pie topográfico americano (39.37 pulgadas por metro)

6. Active la casilla de verificación Establecer variables de AutoCAD para que coincidan para sincronizar la configuración de AutoCAD con la configuración de AutoCAD Civil 3D. Si no hay parámetros de AutoCAD equivalentes, aparecerá un mensaje en el que se pregunta si desea que coincidan lo máximo posible. Los parámetros de AutoCAD que están sincronizados con los de AutoCAD Civil 3D incluyen las variables de sistema (sysvars) de AutoCAD AUNITS, DIMAUNIT, INSUNITS y MEASUREMENT.
7. En Escala, seleccione la escala de trazado deseada en unidades imperiales o métricas.
8. En Escala personalizada, seleccione el tamaño de trazado de diversos componentes relacionados con la anotación, por ejemplo, textos de etiqueta, marcas y alturas de guitarra. Al cambiar la escala, todos los objetos de anotación se ajustarán como corresponda.
9. En Huso, seleccione una categoría de la lista Categorías.
10. Entre las categorías se incluyen latitud y longitud, estados de EE.UU., etc. Al seleccionar una categoría, en la lista Sistemas de coordenadas disponibles se muestran todos los husos definidos en esa categoría. Haga clic en Aceptar.

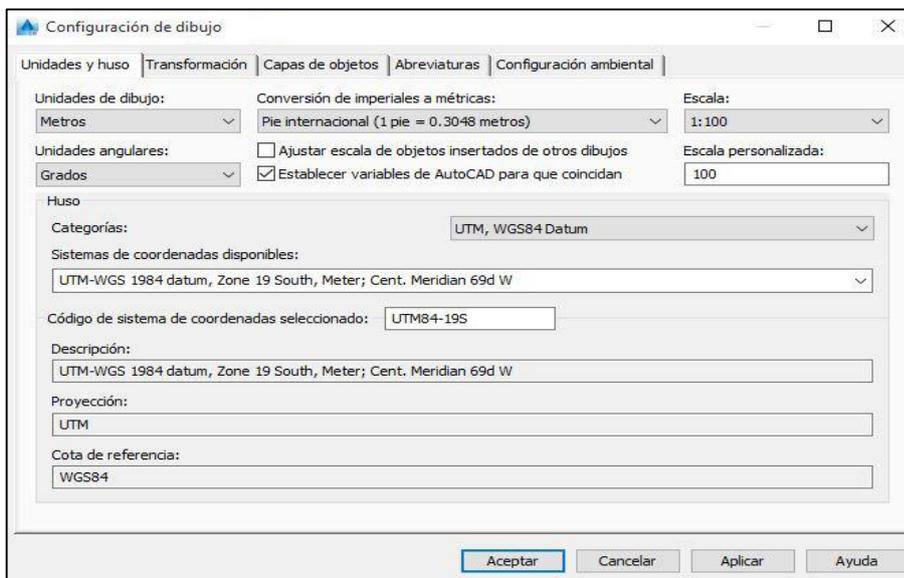


Imagen 6.Ventana de Configuración de Dibujo.

(Fuente: Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D)

3.4 Importación de puntos

Antes de importar puntos, debe crear un formato de archivo de puntos que describa la composición de los datos de puntos en el archivo de datos de puntos.

- a) Haga clic en la ficha Inicio >> grupo Crear datos de terreno >> menú Puntos >> Herramientas de creación de puntos.
- b) En la barra de herramientas Crear puntos, haga clic en el botón Importar puntos.
- c) En el cuadro de diálogo Importar puntos, haga clic en (+) y seleccione los archivos de datos de puntos que desee importar.
Tras haber precisado un archivo de puntos, la lista de especificación del formato de archivos de puntos se filtra por los tipos de archivos que pueden corresponder con el archivo seleccionado.
En función del formato de archivo de puntos, se analiza el archivo de puntos seleccionado y se muestra una vista preliminar en el área Vista preliminar.
- d) Seleccione el formato de archivo de puntos adecuado.
La visualización del área de vista preliminar cambia para reflejar el formato de archivo de puntos seleccionado actualmente, así como el contenido del archivo de puntos seleccionado.
- e) Si lo desea, especifique un grupo de puntos al que añadir los puntos importados.

Haga clic en Aceptar para importar los puntos.

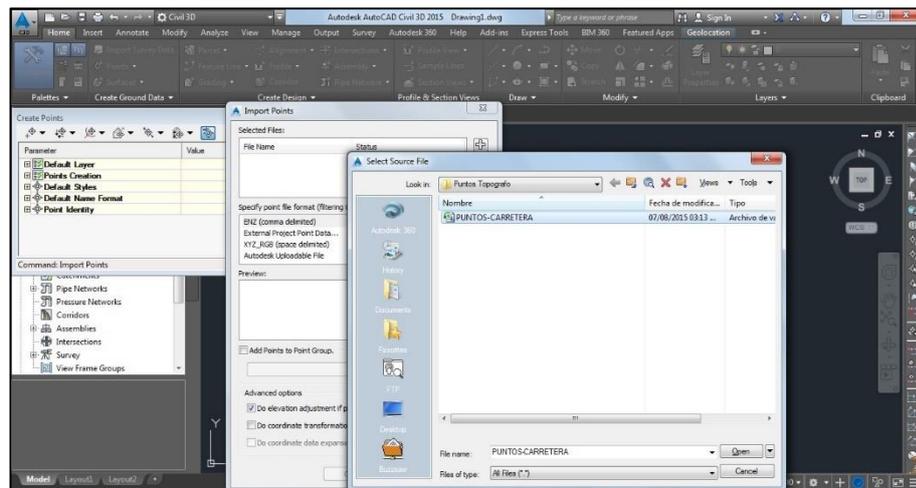


Imagen 7. Ventana para opción de insertar.

(Fuente: Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D)

C) Creamos un nombre al grupo de puntos. Ejemplo: Puntos de Carretera.

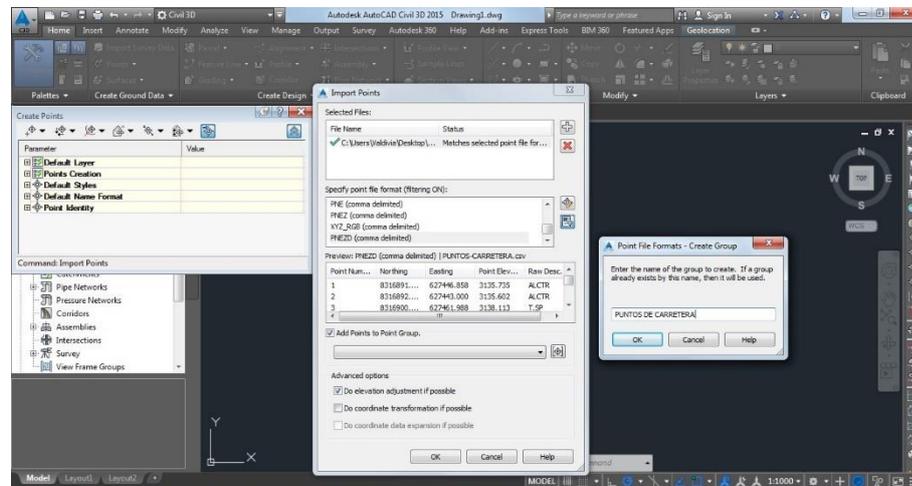


Imagen 8. Ventana de Creación de Puntos.

(Fuente: Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D)

D) Con un ZE visualizamos los puntos ya con un estilo definido de acuerdo a nuestra plantilla configurada.

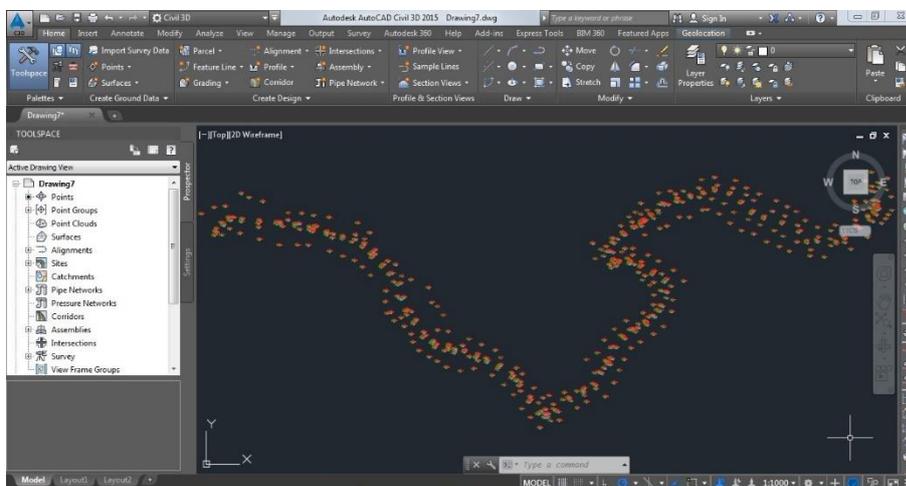


Imagen 9. Configuración de Puntos.

(Fuente: Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D)

E) Para editar estilo de puntos: Prospector/Point Groups/Click Derecho sobre PUNTOS DE CARRETERA/Properties...

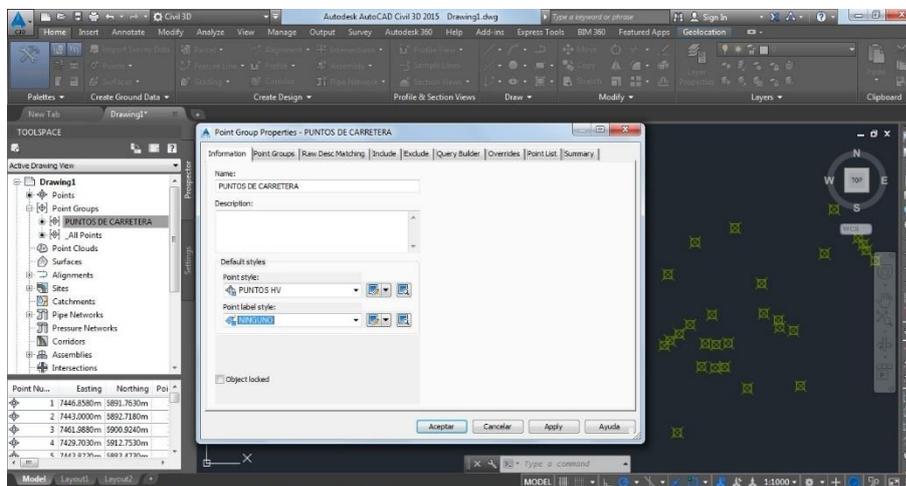


Imagen 10. Ventana de Edición de Puntos.

(Fuente: Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D)

F) **Crear Superficies: Curvas de Nivel.** Para crear superficies nos vamos: Prospector/Surface Create...

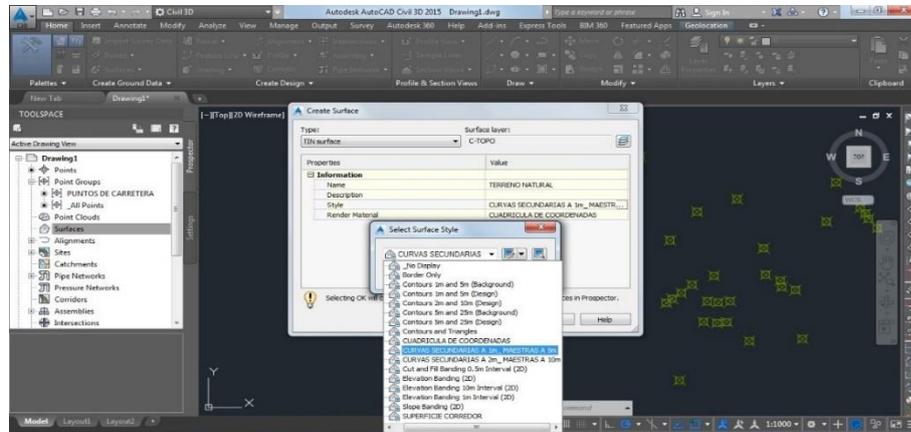


Imagen 11. Ventana para creación de superficies.

(Fuente: Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D)

G) Luego agregamos los puntos a nuestra Superficie para que se generen nuestras curvas de nivel.

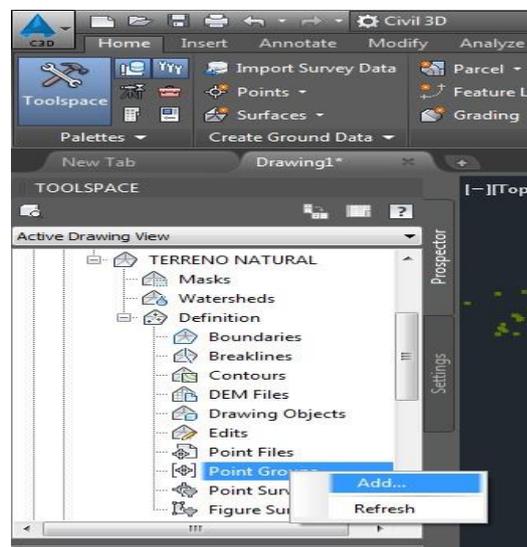


Imagen 12. Ventana para creación de superficies.

(Fuente: Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D)

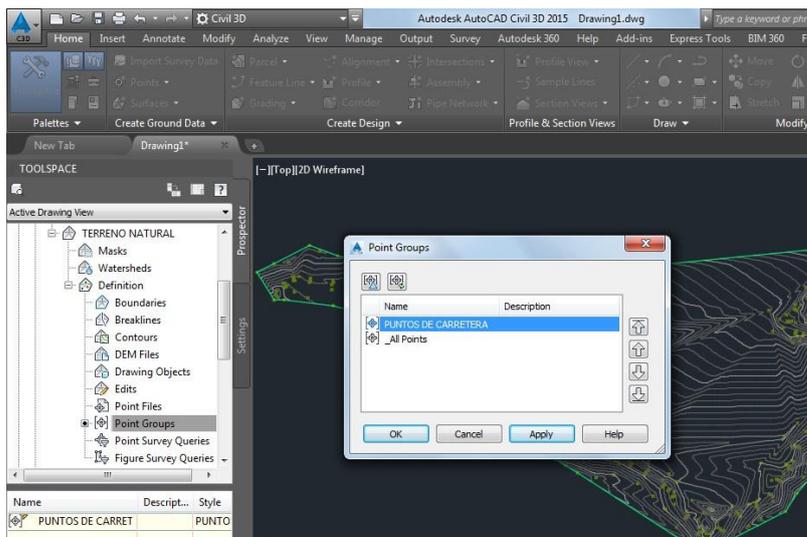


Imagen 13. Ventana para creación de superficies.

(Fuente: Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D)

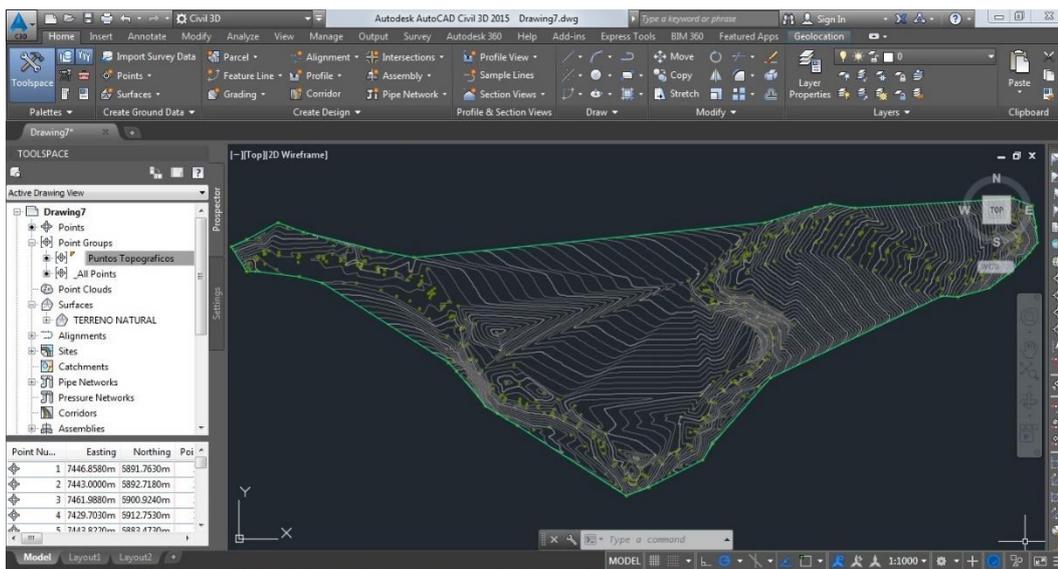


Imagen 14. Vista de creación de superficies.

(Fuente: Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D)

3.5 Crear Alineamiento Horizontal

A) Para realizar nuestro alineamiento horizontal nos vamos: Alignment/Alignment Create Tools.

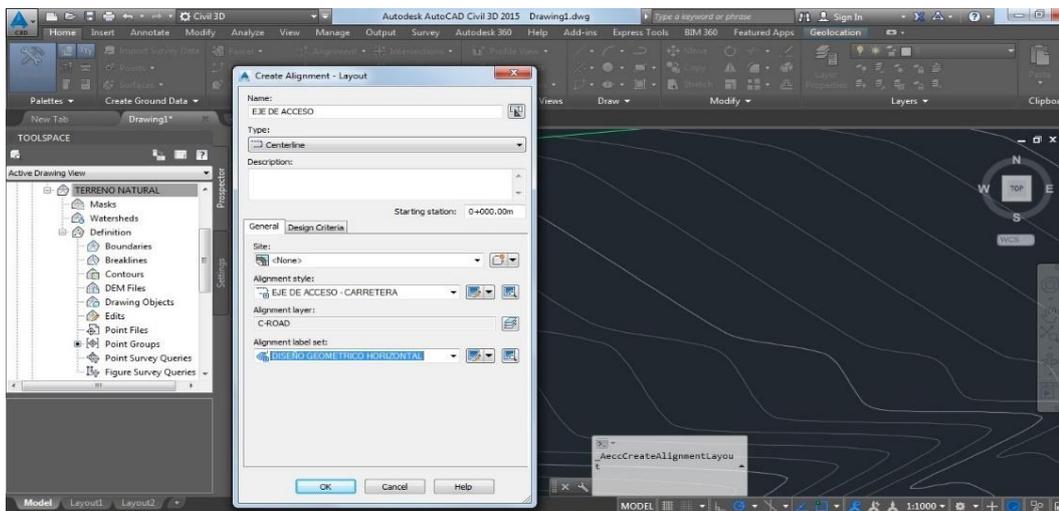


Imagen 15. Ventana de Alineamientos.

(Fuente: Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D)

B) Usamos nuestro propio criterio de diseño ya configurado, en este caso Diseño de velocidad 30km/h para Área Rural Accidentado.

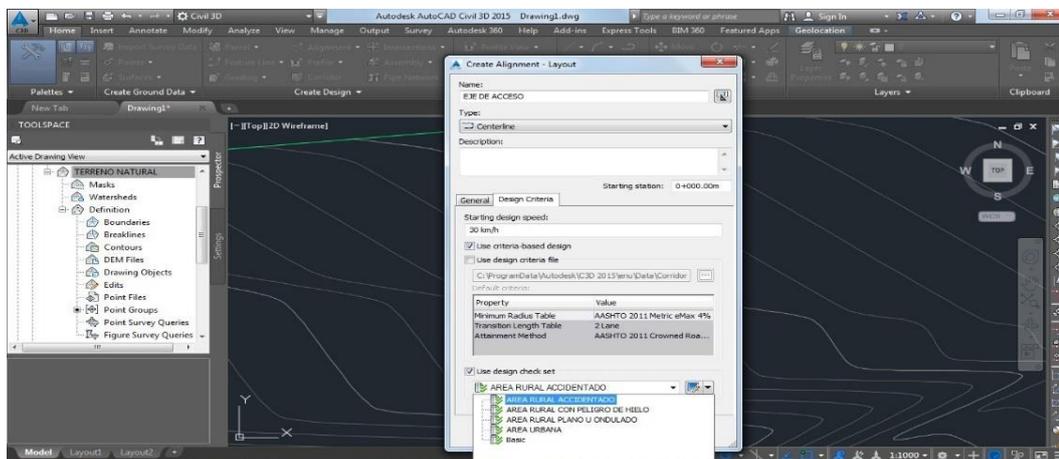


Imagen 16. Venta de Creación de Eje.

(Fuente: Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D)

Esto quiere decir “Cuando voy a diseñar la vía fuera de la norma sale una advertencia.”

C) Ocultamos los puntos para que se nos haga fácil el alineamiento luego:

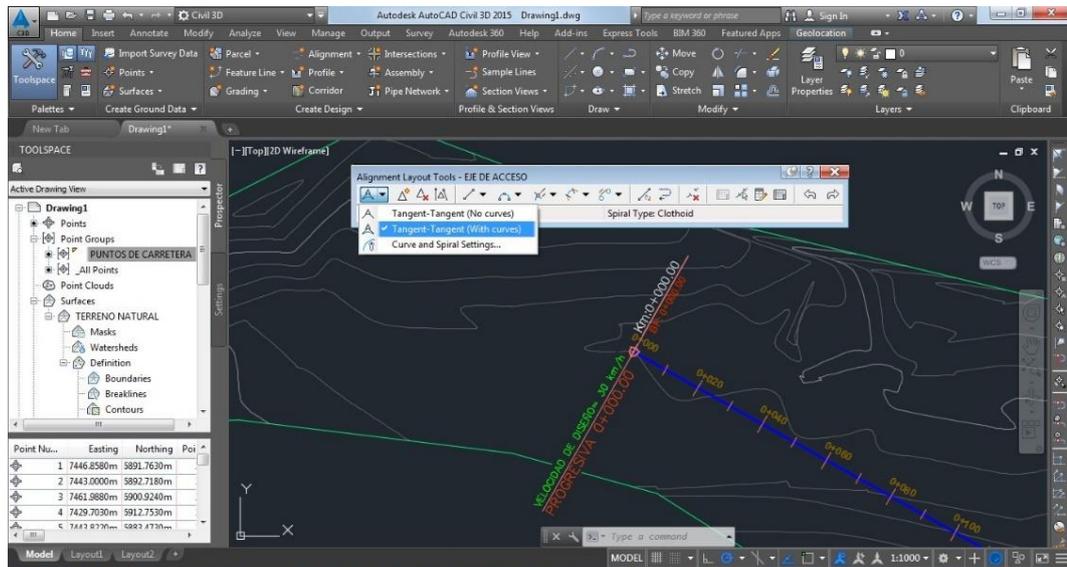


Imagen 17. Ventana de Herramientas para diseño de Eje.

(Fuente: Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D)

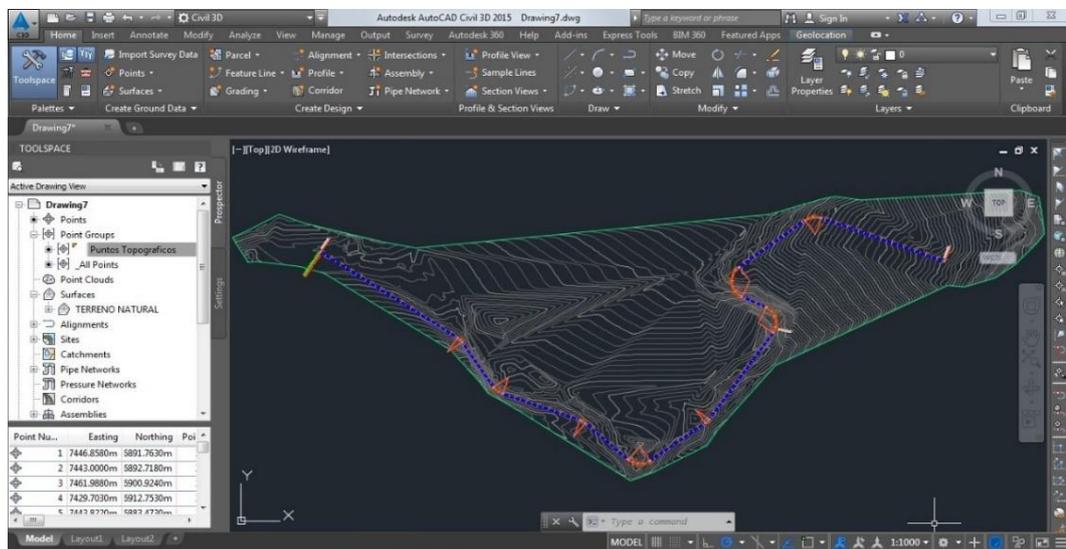


Imagen 18. Vista de en Planta de Diseño de Eje.

(Fuente: Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D)

3.6 Enumerar Etiquetas de los PI's.

A) Para añadir la numeración de los elementos de curvas:

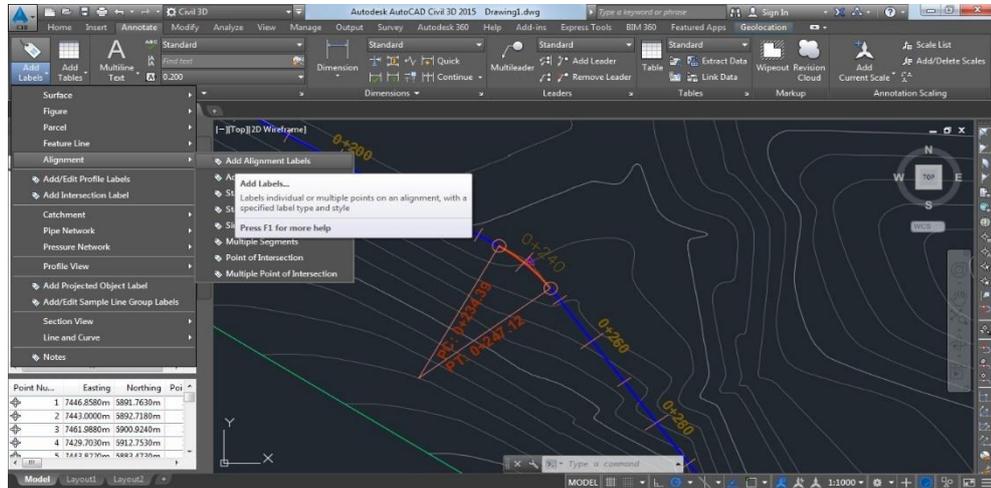


Imagen 19. Ventana para opciones de edición.

(Fuente: Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D)

B) Luego de presionar el botón ADD seleccionamos el alineamiento.

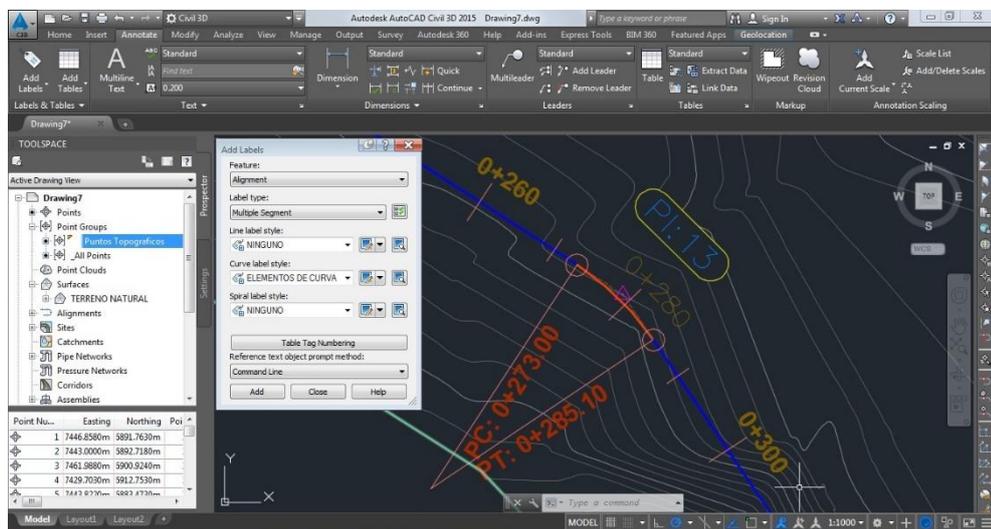


Imagen 20. Ventana para agregar datos de PI.

(Fuente: Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D)

3.7 Insertar Cuadros de elementos de Curvas.

A) Para añadir Cuadro de Elementos de Curvas.

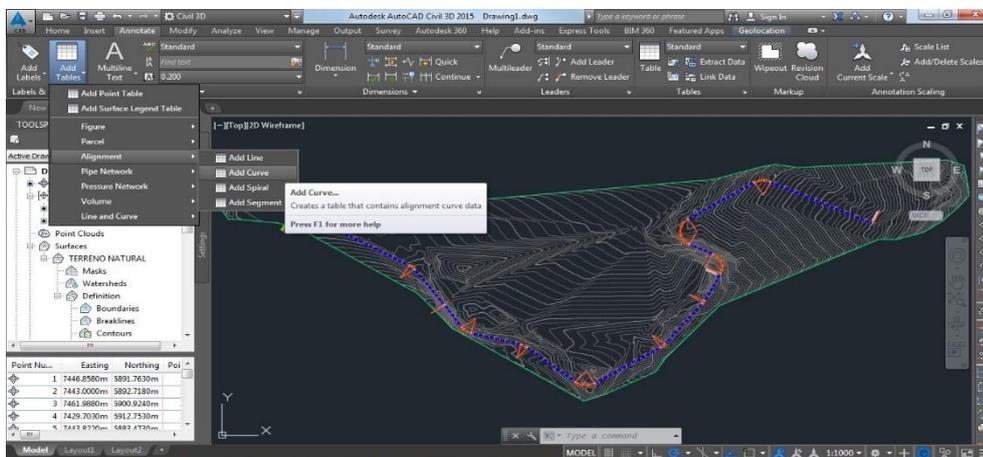


Imagen 21. Ventana de opciones para añadir Elementos de Curva.

(Fuente: Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D)

B) Seleccionamos el estilo de nuestra plantilla y se genera nuestro cuadro de elementos de curvas.

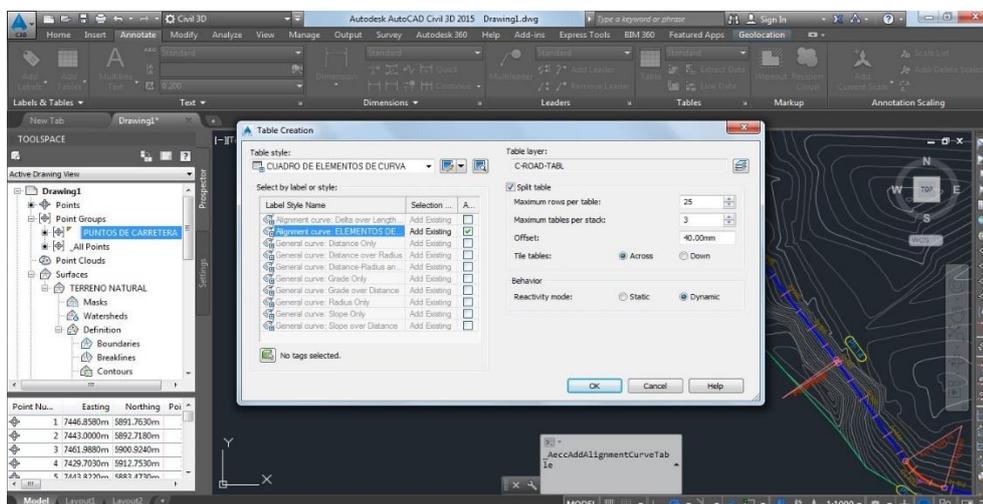
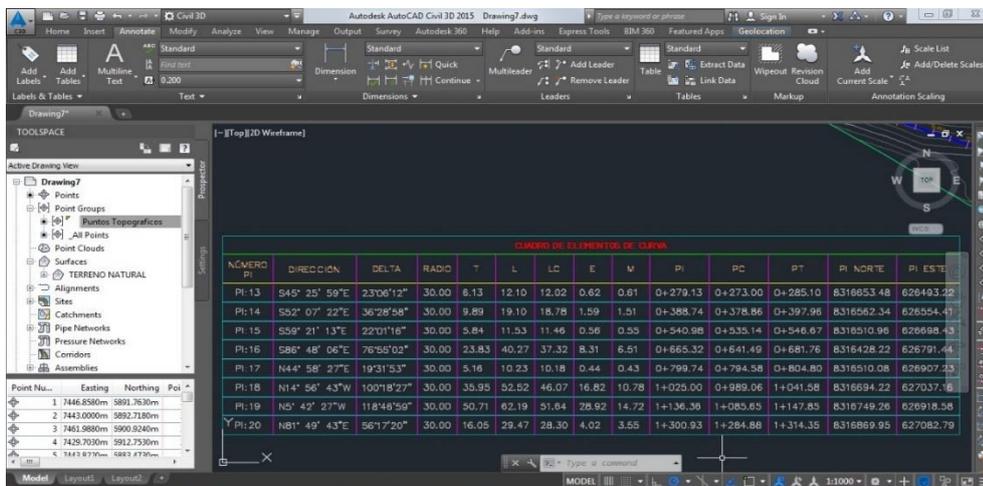


Imagen 22. Ventana de Edición de Curvas, estilos de plantillas.

(Fuente: Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D)

C) Ya tenemos los datos primordiales para un diseño de una vía.



NÚMERO PI	DIRECCIÓN	DELTA	RADIO	T	L	LC	E	M	PI	PC	PT	PI NORTE	PI ESTE
PI-13	S45° 25' 59"E	23°06'12"	30.00	8.13	12.10	12.02	0.62	0.61	0+279.13	0+273.00	0+285.10	8316853.48	626493.22
PI-14	S52° 07' 22"E	36°28'58"	30.00	9.89	19.10	18.78	1.59	1.51	0+388.74	0+378.86	0+397.96	8316562.34	626554.41
PI-15	S59° 21' 13"E	22°01'18"	30.00	5.84	11.53	11.46	0.56	0.55	0+540.98	0+535.14	0+546.67	8316510.96	626688.43
PI-16	S86° 48' 06"E	76°55'02"	30.00	23.83	40.27	37.32	8.31	6.51	0+665.32	0+641.49	0+681.76	8316428.22	626791.44
PI-17	N44° 58' 27"E	19°31'53"	30.00	5.16	10.23	10.18	0.44	0.43	0+799.74	0+794.58	0+804.80	8316510.08	626907.23
PI-18	N14° 56' 43"W	100°18'27"	30.00	35.95	52.52	46.07	16.82	10.78	1+025.00	0+999.06	1+041.58	8316694.22	627037.16
PI-19	N5° 49' 27"W	118°46'59"	30.00	50.71	62.19	51.64	28.92	14.72	1+136.36	1+085.65	1+147.85	8316749.26	626918.56
PI-20	N81° 49' 43"E	56°17'20"	30.00	16.05	29.47	28.30	4.02	3.55	1+300.93	1+284.88	1+314.35	8316869.95	627082.79

Imagen 23. Vista de Elementos de Curva.

(Fuente: Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D)

3.8 Insertar Perfil Longitudinal O Alineamiento Vertical

A) Seleccionar el eje principal se activa un menú de Alignment EJE DE ACCESO luego presionar en Surface Profile: nos sale el cuadro de Create Profile From Surface:

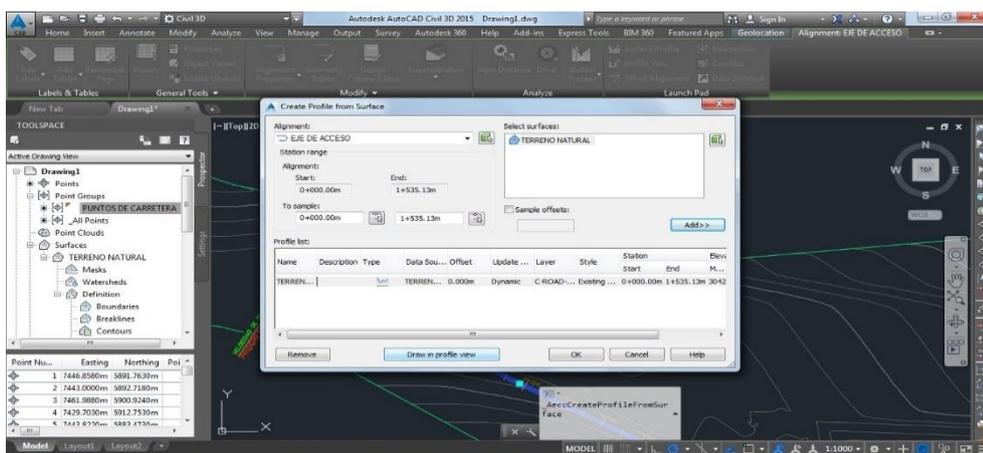


Imagen 24. Ventana para Alineamiento Vertical del eje.

(Fuente: Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D)

B) Luego de Agregar la superficie (Terreno natural) presionamos Draw in profile view:

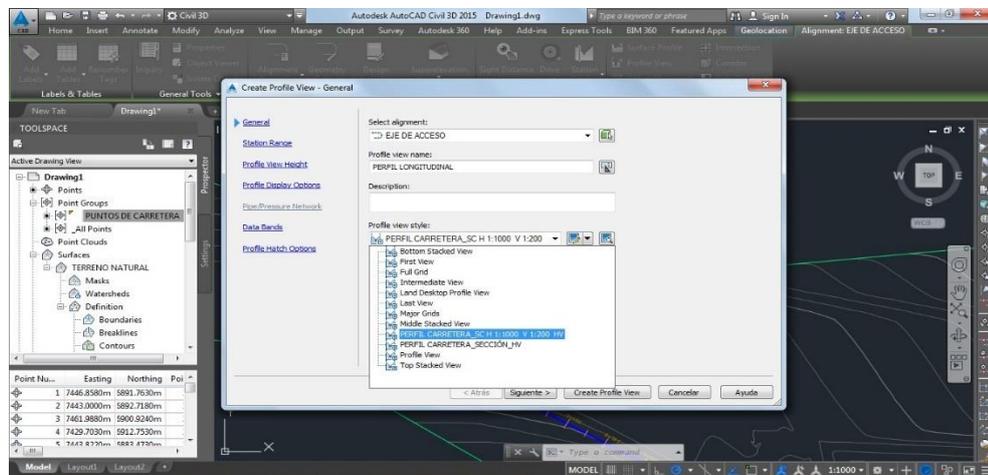


Imagen 25. Ventana de opciones para creación de eje.

(Fuente: Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D)

C) Seleccionando el perfil de nuestra plantilla le damos en siguiente luego realizamos click Create profile view y generamos nuestro Perfil longitudinal:

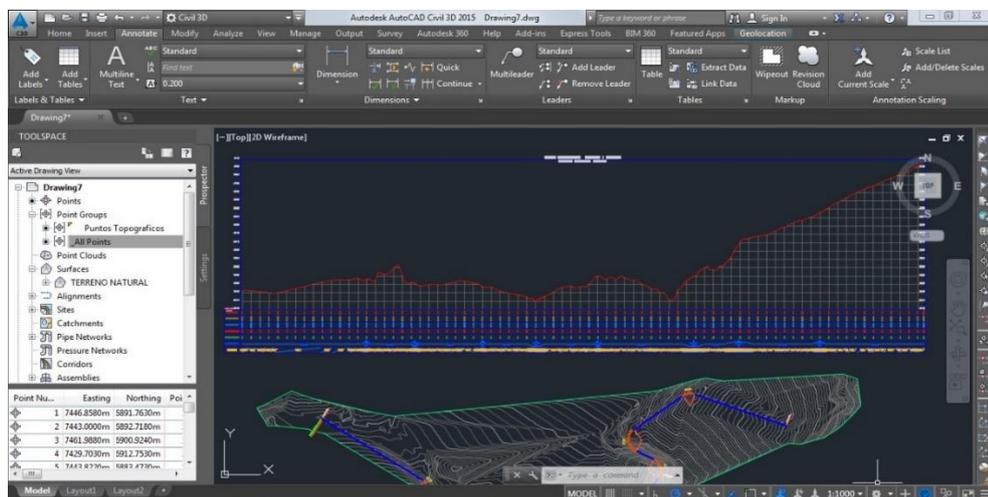


Imagen 26. Vista de Creación de perfil a nivel de terreno natural.

(Fuente: Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D)

D) Cambiar estilo de perfil longitudinal (Opcional): Seleccionamos el perfil click derecho y seleccionamos Profile View Properties...

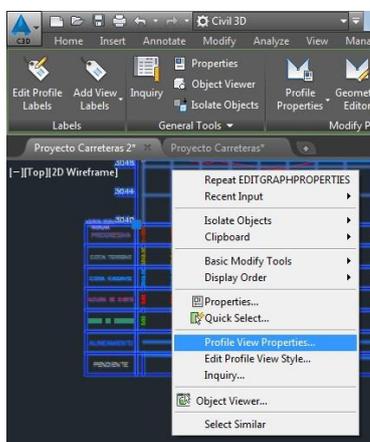


Imagen 27. Ventana de Opciones para edición de perfil.

(Fuente: Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D)

D1) Seleccionamos el estilo PERFIL CARRETERA_SECCIÓN_HV (Opcional)

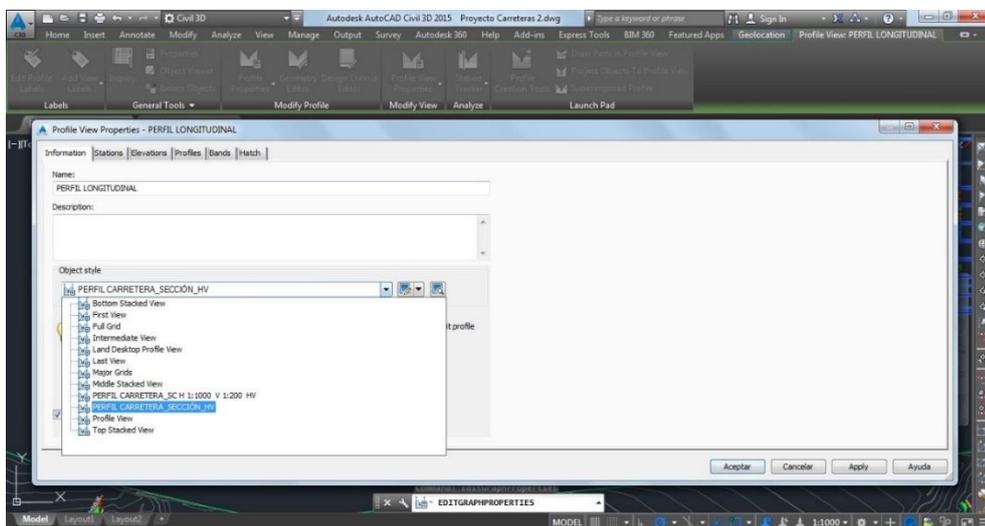


Imagen 28. Ventana de opciones para creación de Perfil.

(Fuente: Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D)

D2) Y en la pestaña Bands seleccionamos Import Band Set y seleccionamos BANDAS DE PERFIL_SECCION_HV (Opcional)

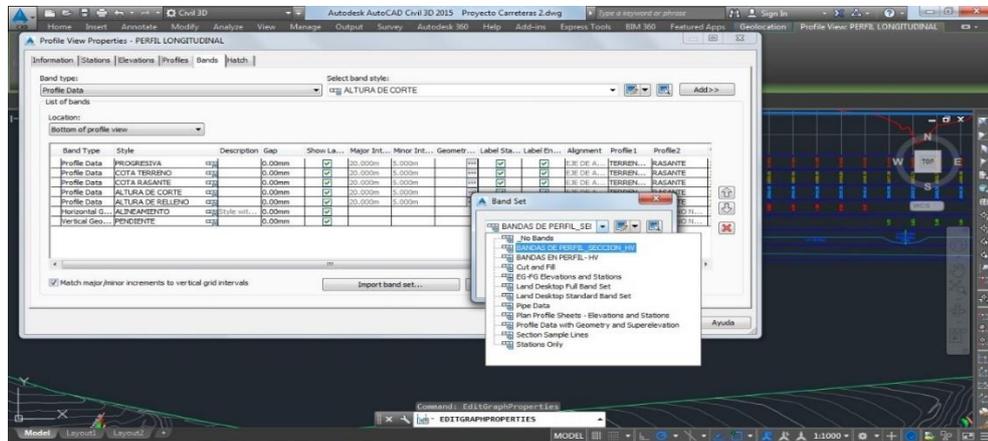


Imagen 29. Ventana de Opciones de perfil, *Import Band Set*.

(Fuente: Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D)

D3) Y en la columna Profile2 cambiamos a Rasante y en la columna Data source seleccionar líneas de muestreo. (Opcional)

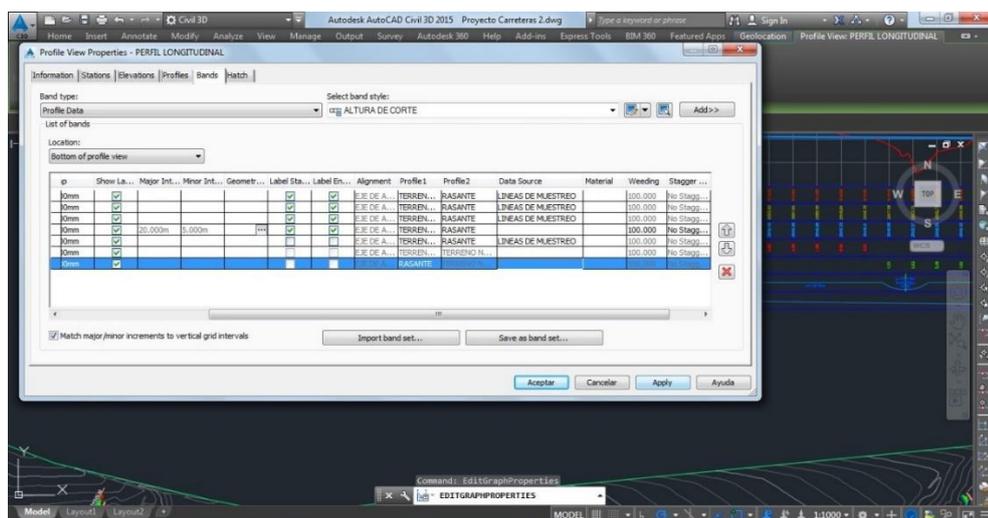


Imagen 30. Ventana de Creación y edición de líneas para rasante.

(Fuente: Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D)

D4) Demostrando en las curvas cada 10 metros. (Opcional)

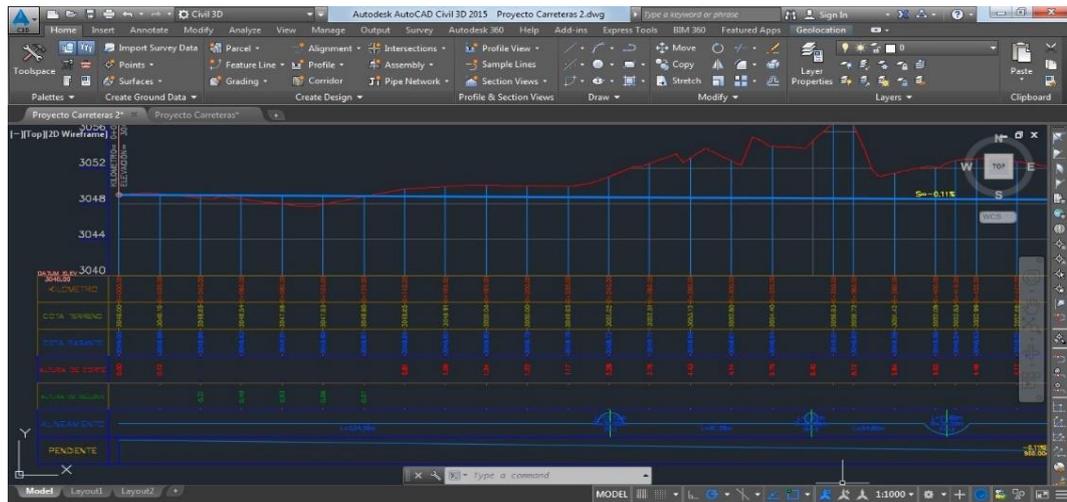


Imagen 31. Vista de Perfil de Terreno Natural.

(Fuente: Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D)

3.9 Trazo de Rasante en Alineamiento Vertical.

A) Hacemos click en el perfil recién creado y seleccionamos botón Profile Creation tools

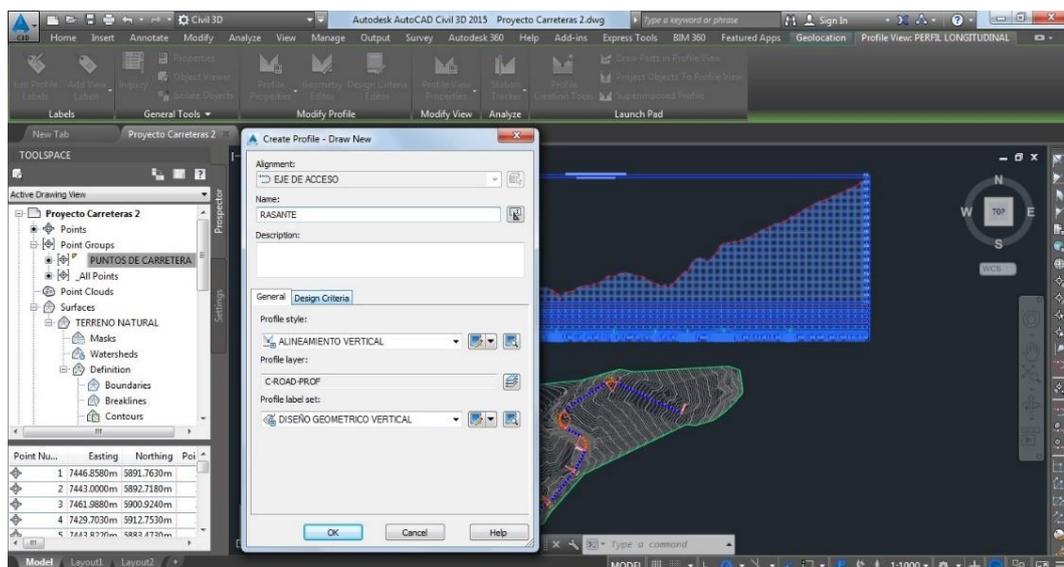


Imagen 32. Ventana para Creación de Rasante.

(Fuente: Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D)

B) Hacemos click en la pestaña Design Criteria y seleccionamos la norma AASHTO 2011.

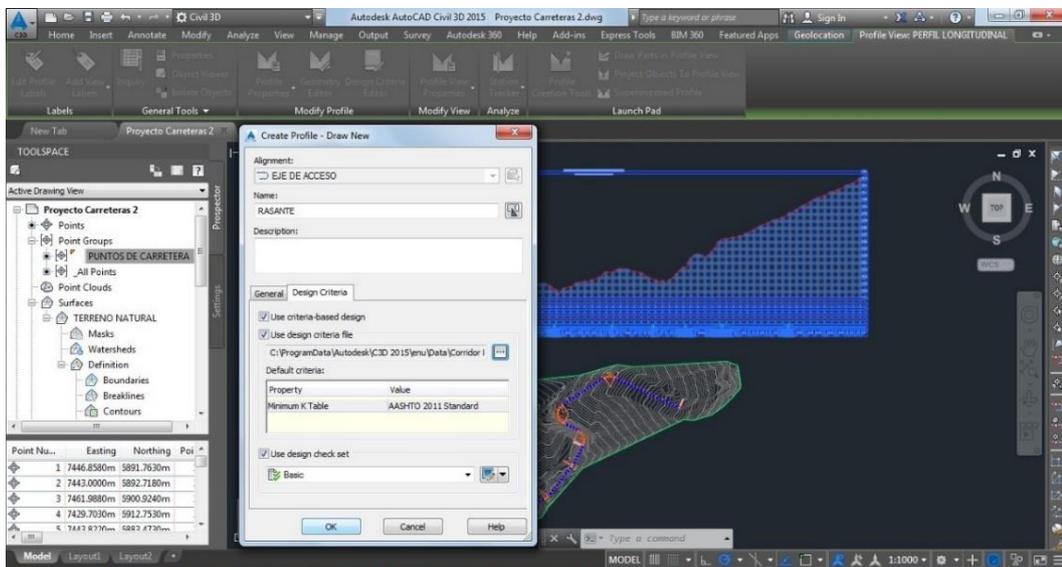


Imagen 33. Ventana de Opciones para ingresar parámetros de diseño.

(Fuente: Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D)

C) Saliendo el siguiente cuadro seleccionamos para dibujar la Rasante:

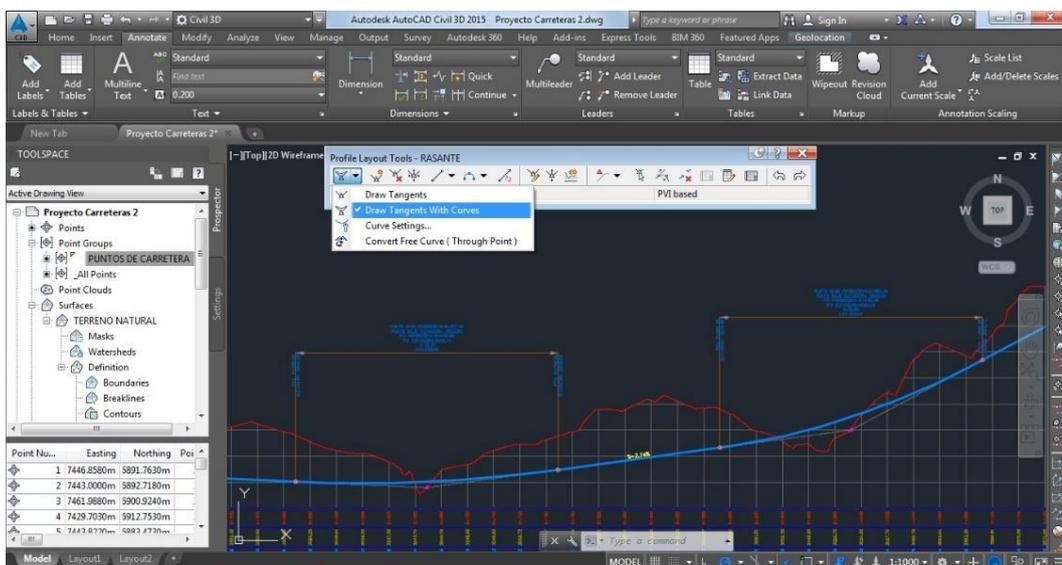


Imagen 34. Vista de Dibujo de Rasante.

(Fuente: Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D)

D) Recuerda que la Radio de Curvas Vertical deben ser múltiplo de 5 y 10:

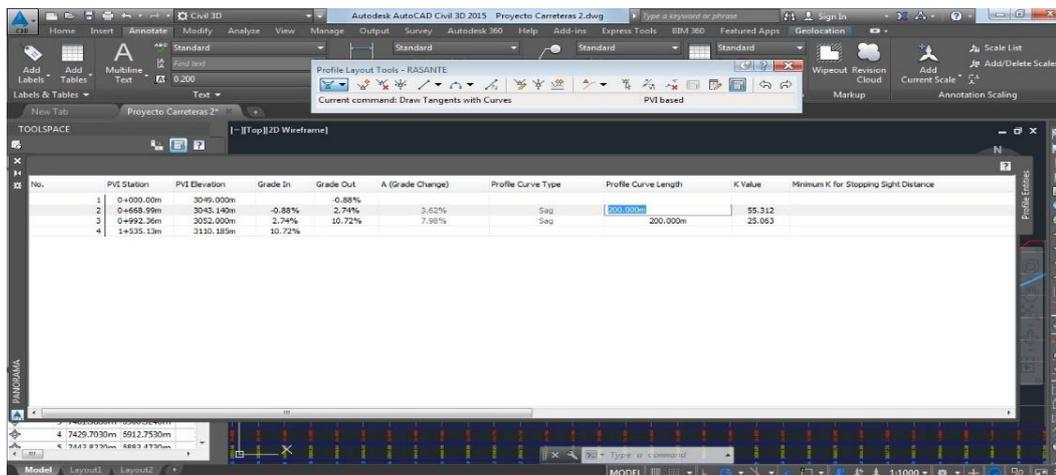


Imagen 35. Vista de Edición de Curvas Verticales.

(Fuente: Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D)

3.10 Actualización de Datos de las Bandas del Perfil.

A) Hacemos click derecho en el Perfil Longitudinal y seleccionamos Profile view properties y en columna Profile 2, seleccionamos Rasante; luego se actualiza la banda de nuestro perfil.

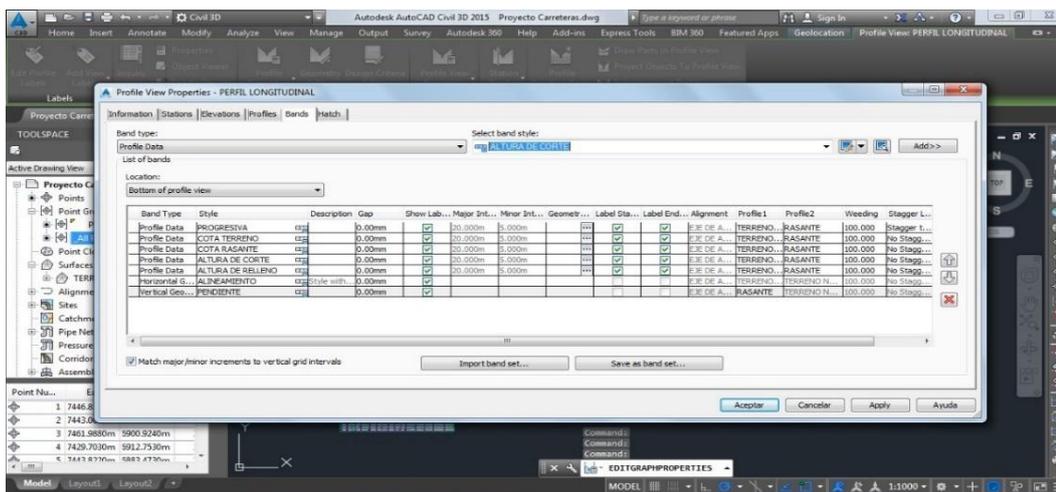


Imagen 36. Ventana de Propiedades de perfil.

(Fuente: Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D)

B) Aquí la banda de nuestro perfil actualizado con la Rasante.

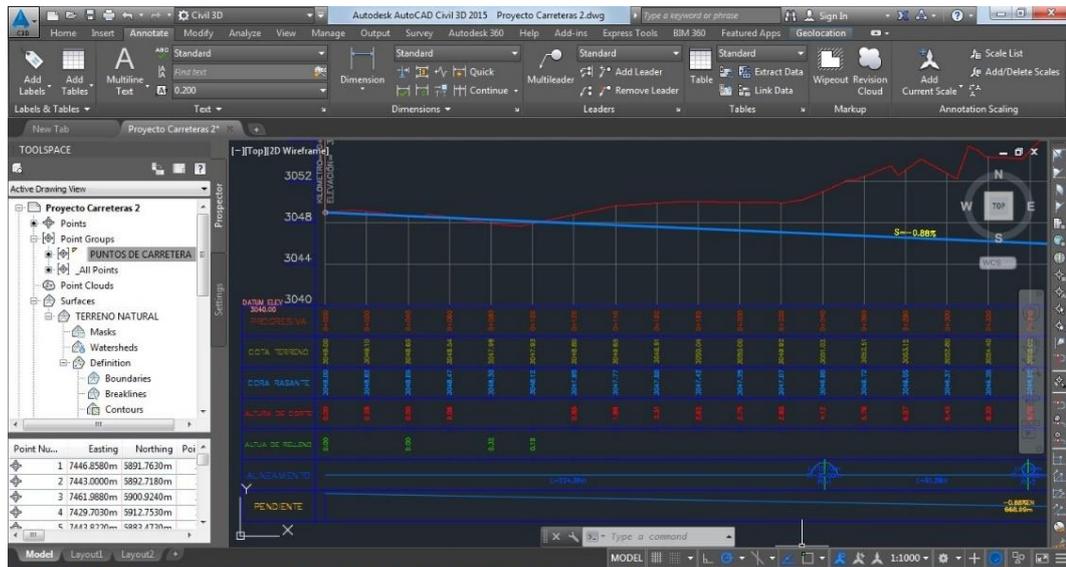


Imagen 37. Vista de Perfil final.

(Fuente: Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D)

3.11 Definiendo y Creación de Obra Lineal – Corridor.

A) Ingresamos al cuadro de Create Corridor: Home/Corridor

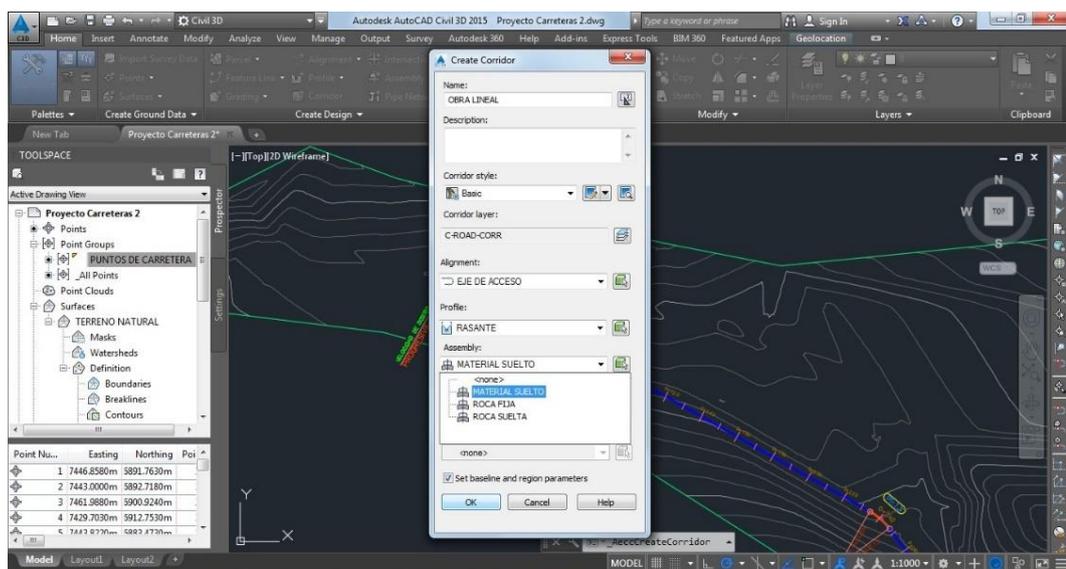


Imagen 38. Ventana de Opciones para Correr el diseño.

(Fuente: Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D)

B) En lo que es Ensamble tenemos tres tipos de materiales: Material suelto/ Roca fija/ Roca suelta. Que tienen diferentes tipos de cortes según a la norma. Recuerden que aquí es donde defines los costos para el movimiento de tierra según el tipo de material a utilizar.

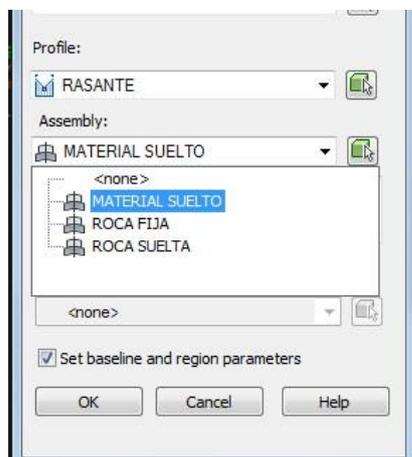


Imagen 39. Ventana de Opciones para parámetros de Diseño.

(Fuente: Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D)

C) Lo podemos modificar en: Prospector/Assemblies click derecho sobre uno de ellos y seleccionamos Properties.

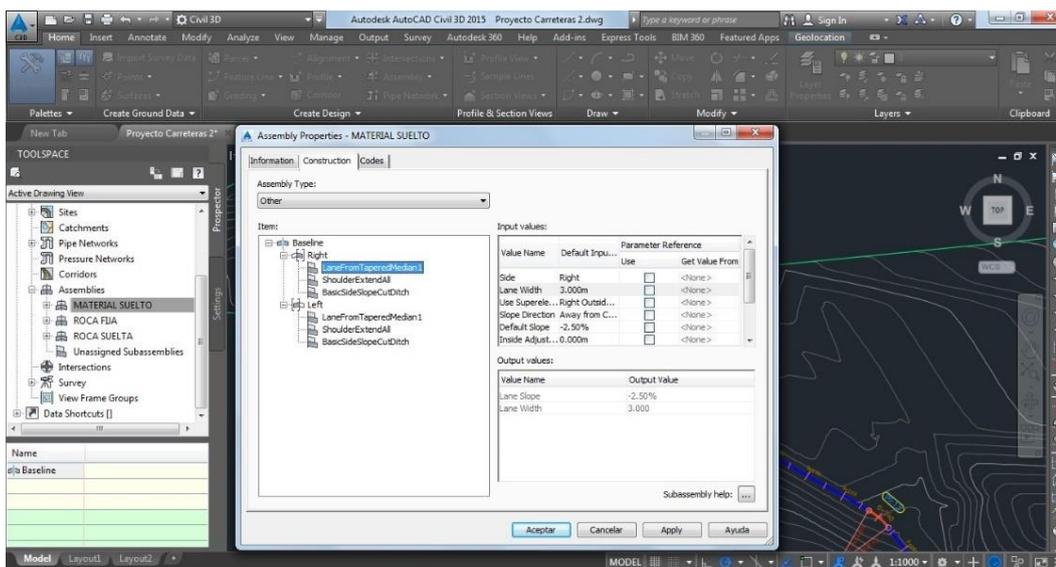


Imagen 40. Ventana para modificación de propiedades.

(Fuente: Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D)

D) Aquí realizamos los cambios para la calzada/ Berma/ Cuneta/ Corte y Relleno. A la necesidad del proyecto.

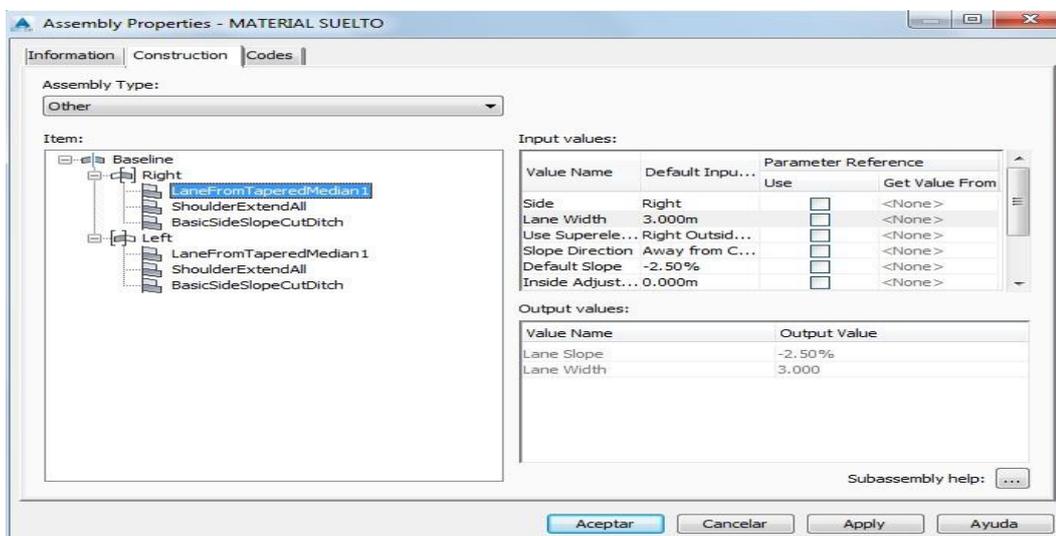


Imagen 41. Ventana de Opciones para Obras complementarias.

(Fuente: Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D)

E) Definimos la Obra Lineal Home /corridor Agregamos material en las progresivas según estudio de suelo: Add Region para cada material.

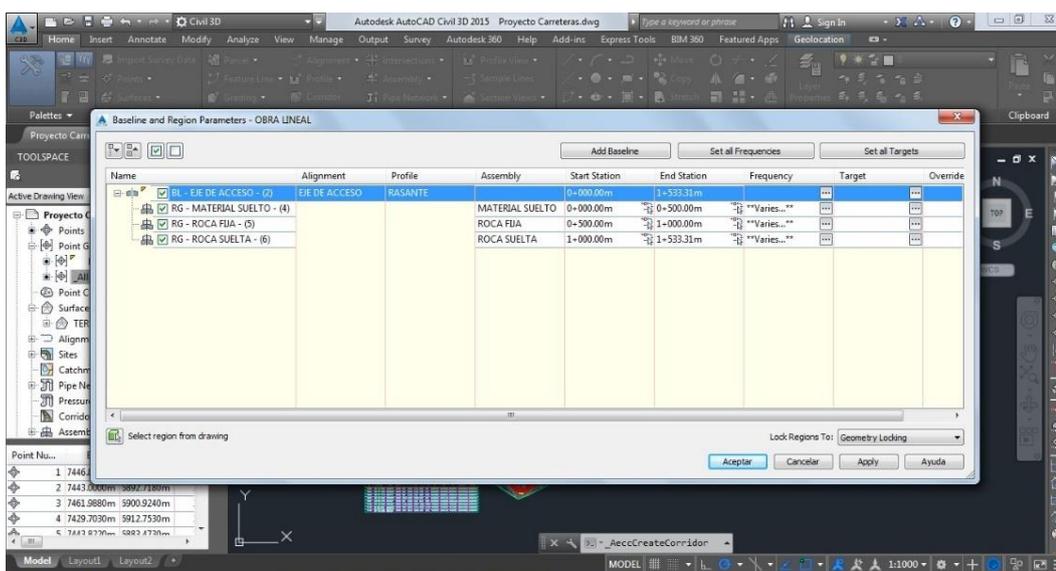


Imagen 42. Ventana de opciones de material en progresivas.

(Fuente: Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D)

F) Haciendo click en Frecuency agregamos el alineamiento cada 10 m. en las curvas y espirales:

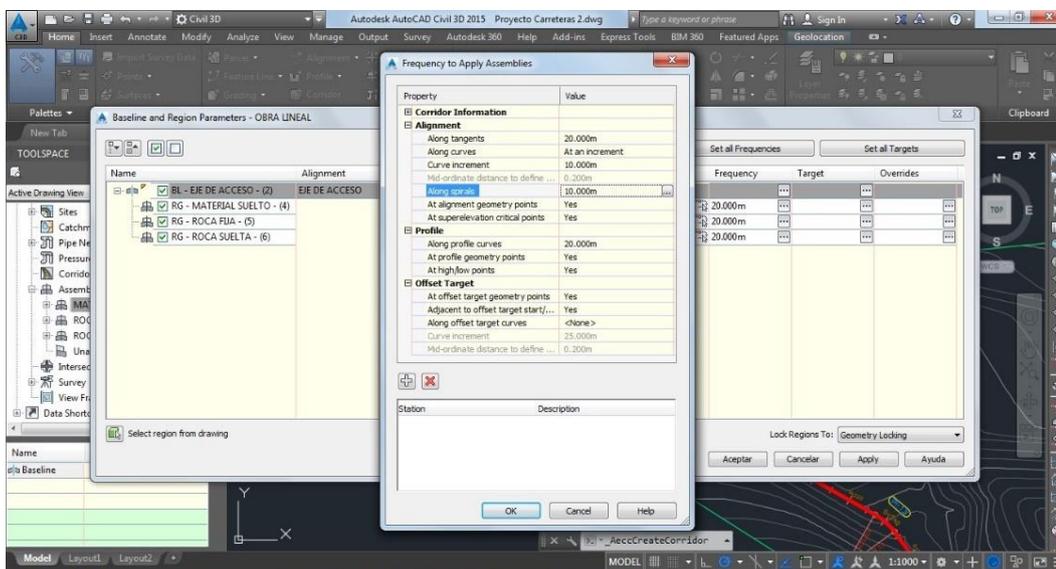


Imagen 43. Ventana de opciones para alineamiento en Eje de Via.

(Fuente: Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D)

G) Y para activar la superficie hacemos click en Target:

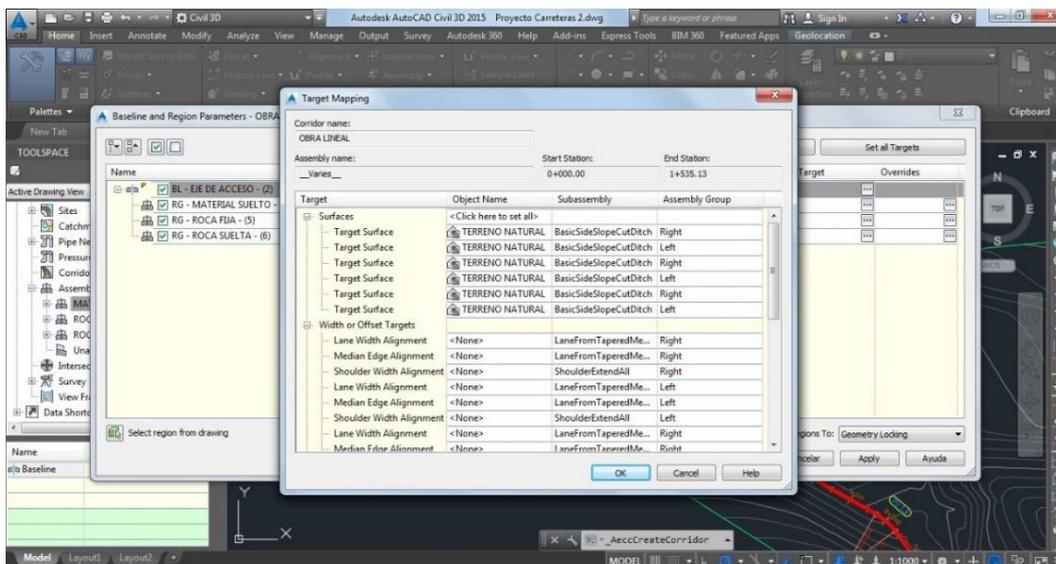


Imagen 44. Ventana de Opciones de edición para Alineamiento de Eje Vial.

(Fuente: Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D)

H) Haciendo click en Ok, aplicar, aceptar y Rebuild corredor se generara nuestra Obra Lineal.

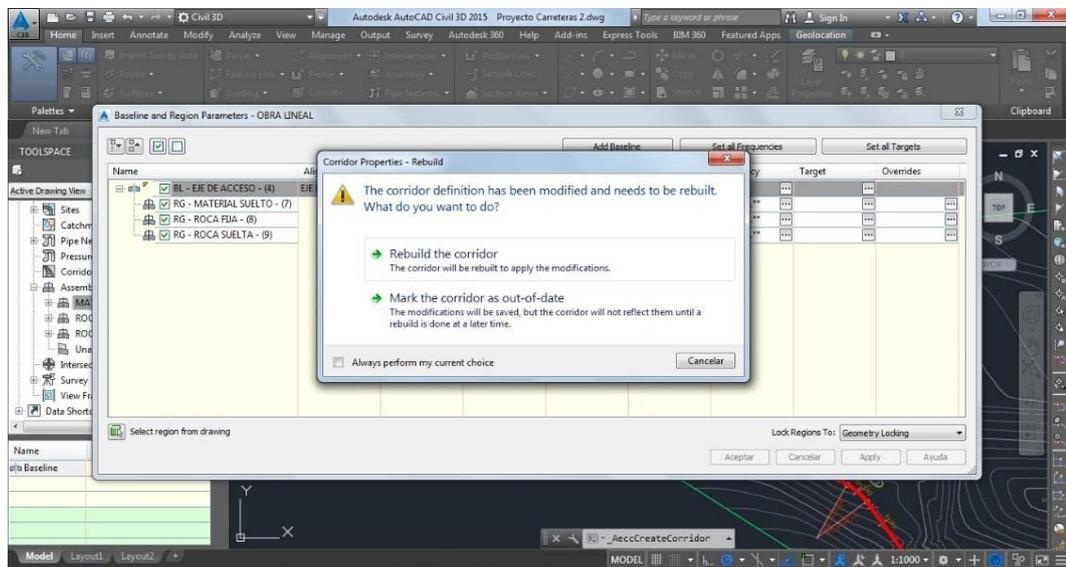


Imagen 45.Vista para generar la muestra.

(Fuente: Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D)

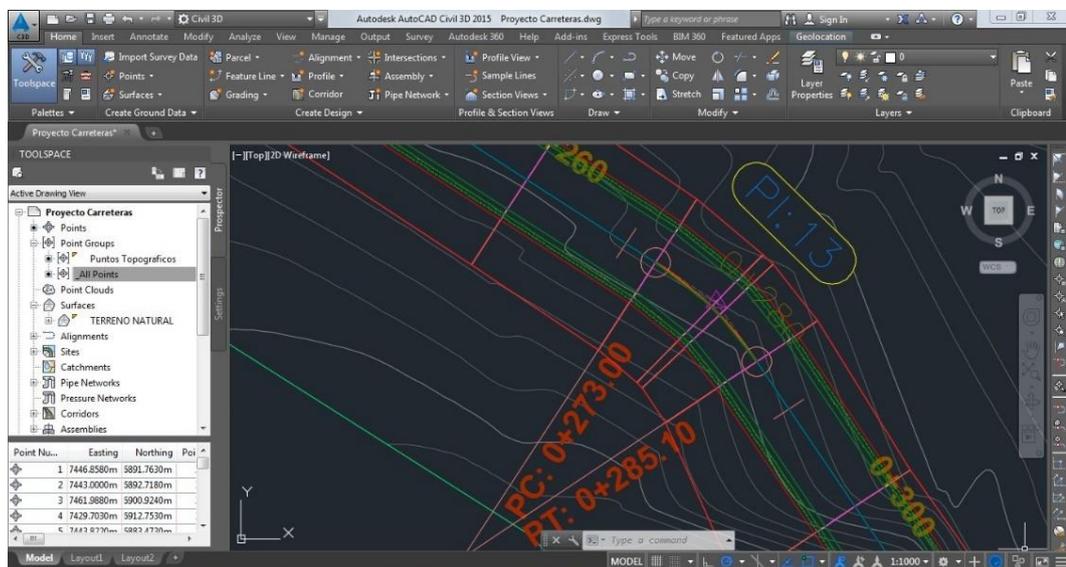


Imagen 46. Vista para generar la muestra en planta.

(Fuente: Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D)

l) Definiendo Superficie para la obra lineal –Corridor Seleccionamos corredor (Obra Lineal) click derecho Corridor Properties...

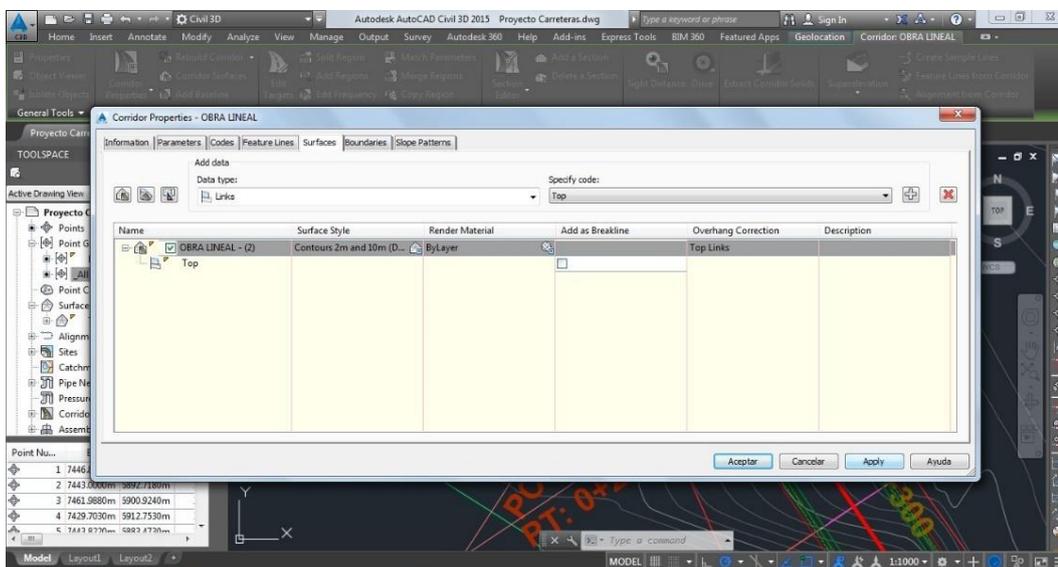


Imagen 47. Ventana de opciones de obra lineal.

(Fuente: Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D)

En la pestaña Boundaries Creamos un Daylight.

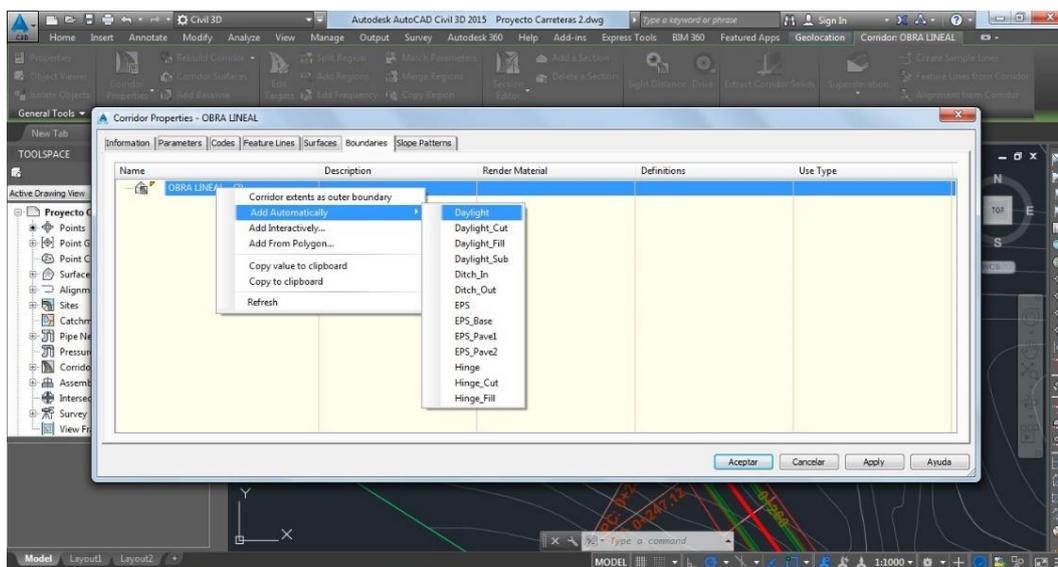


Imagen 48. Ventana de opciones de obra lineal – opciones de Daylight.

(Fuente: Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D)

Aplicar / Rebuild the corridor / Aceptar Ya tenemos superficie para la Obra Lineal.

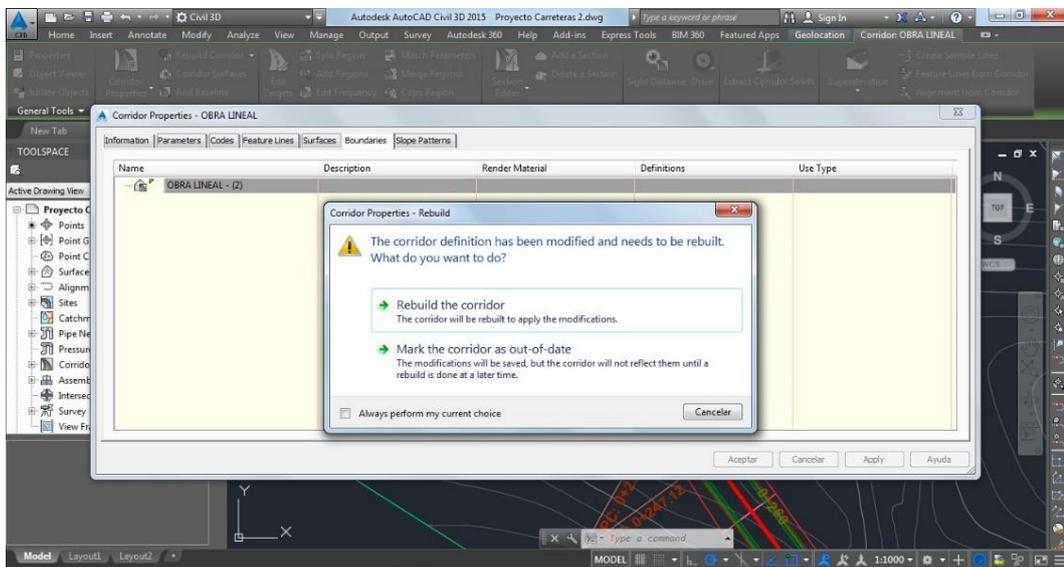


Imagen 49. Vista de opciones para correr método para obra lineal.

(Fuente: Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D)

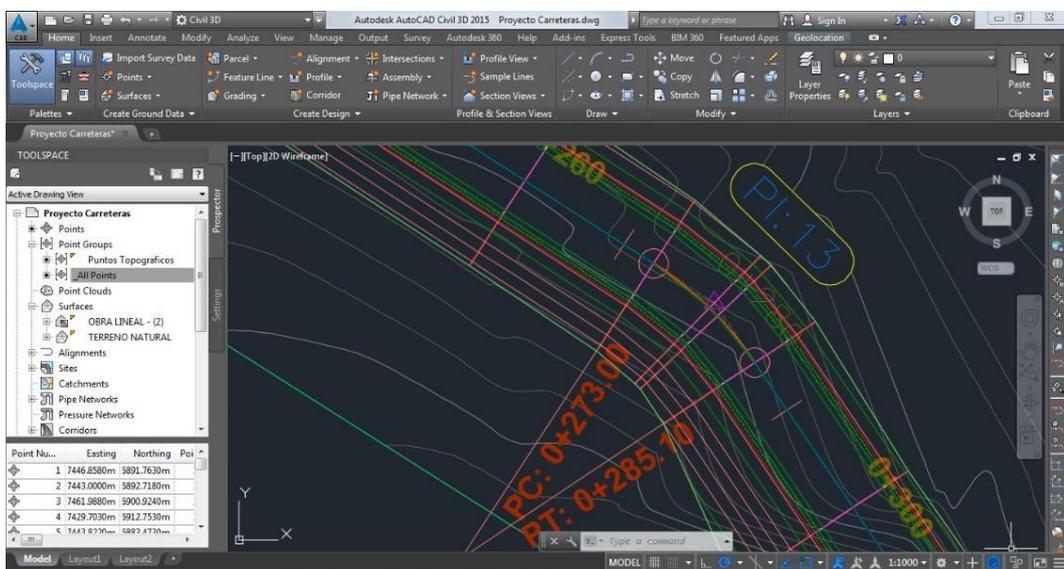


Imagen 50. Vista del eje de Vía con sus componentes en planta.

(Fuente: Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D)

3.12 Crear Líneas de Muestreo – Sample Lines.

A) Para crear líneas de muestreo nos vamos a Home/ Sample Line/ Click derecho/ Seleccionamos nuestro alineamiento y ok.

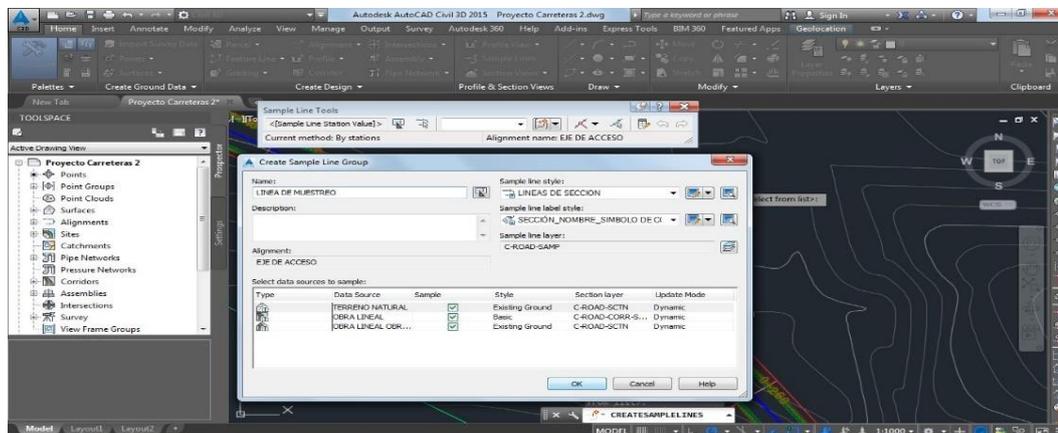


Imagen 51. Ventana de opciones para muestreo.

(Fuente: Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D)

B) Luego de configurar nuestra plantilla para este cuadro elegimos Ok.

Seleccionamos la opción By range by stations nos sale otro cuadro en donde vemos que este configurado las distancias para el muestreo.

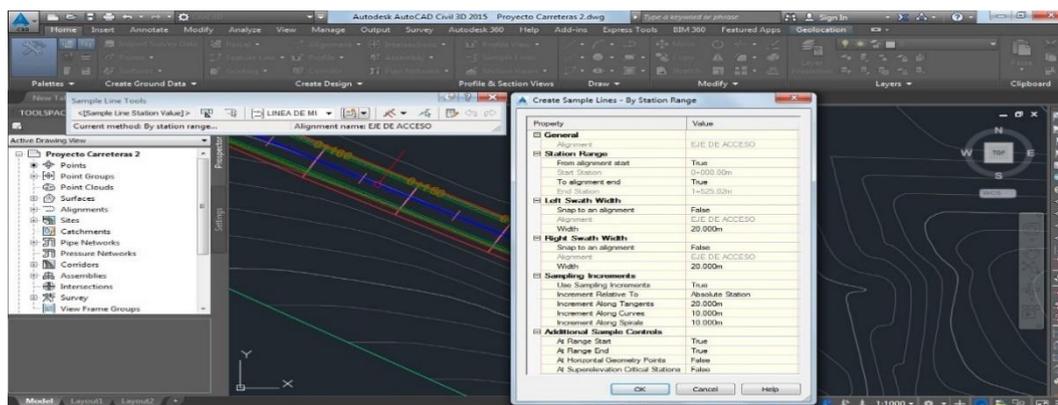


Imagen 52. Ventana para Configuración de Distancias de Muestreo.

(Fuente: Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D)

C) Esta es la representación de las líneas de muestreo en planta.

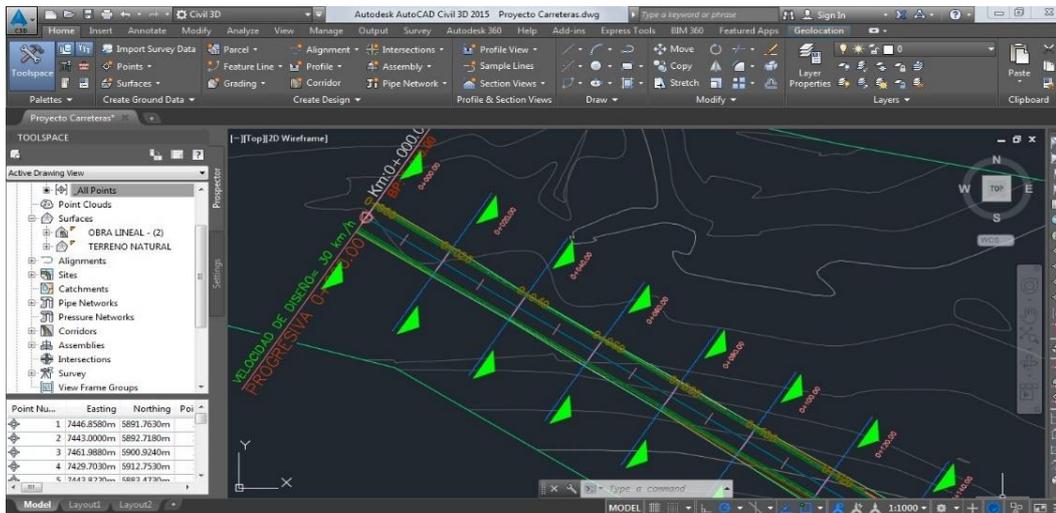


Imagen 53. Vista de Línea de muestreo en Planta.

(Fuente: Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D)

3.13 Insertar Sección Transversal.

A) Nos vamos Home/Section Views/Create multiples views.

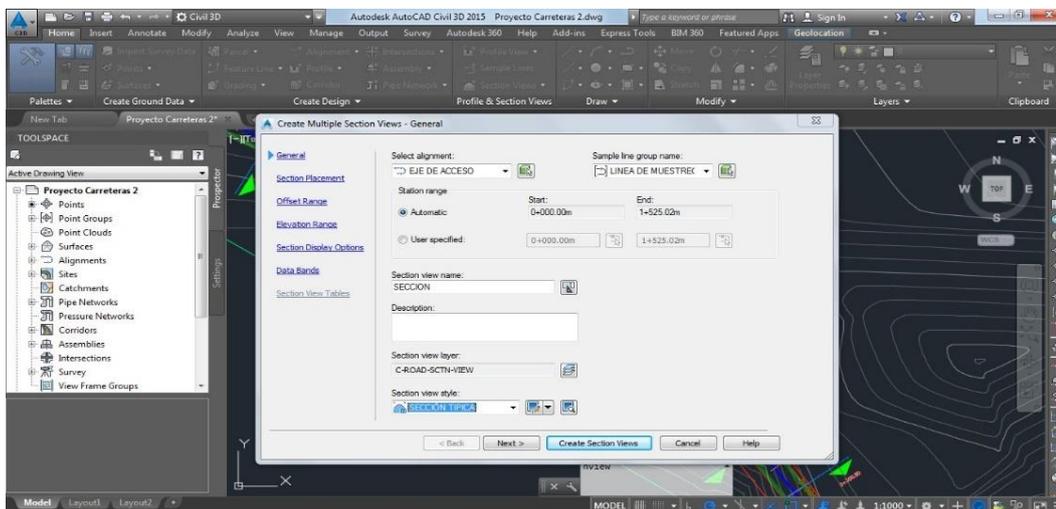


Imagen 54. Ventana de Opciones de Sección transversal.

(Fuente: Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D)

B) Damos en siguientes hasta dar con Create section views.

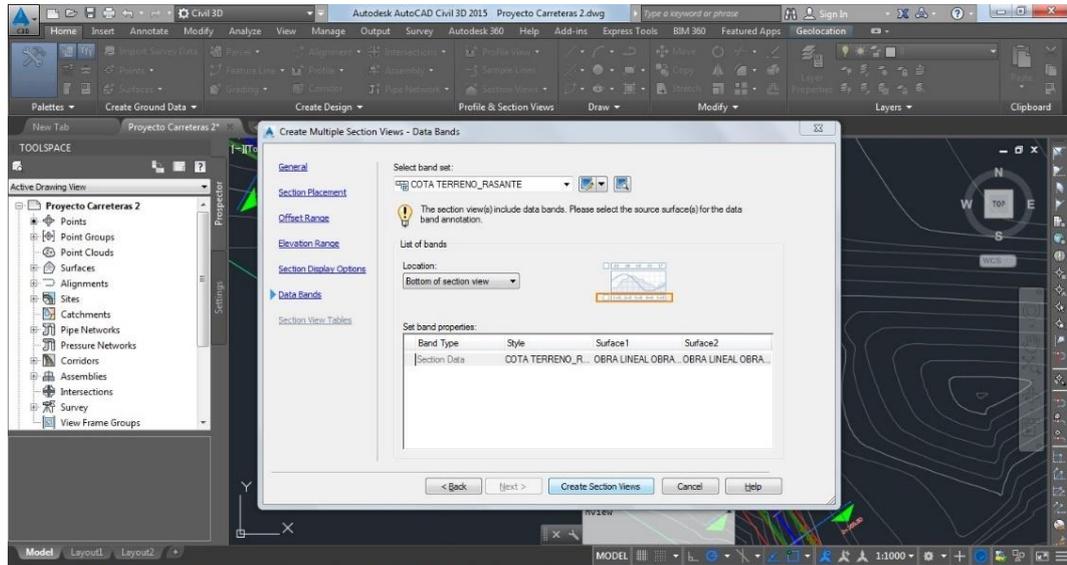


Imagen 55. Ventana de Opciones para Crear secciones.

(Fuente: Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D)

C) Bien ahora tenemos la sección típica de tres tipos de material.

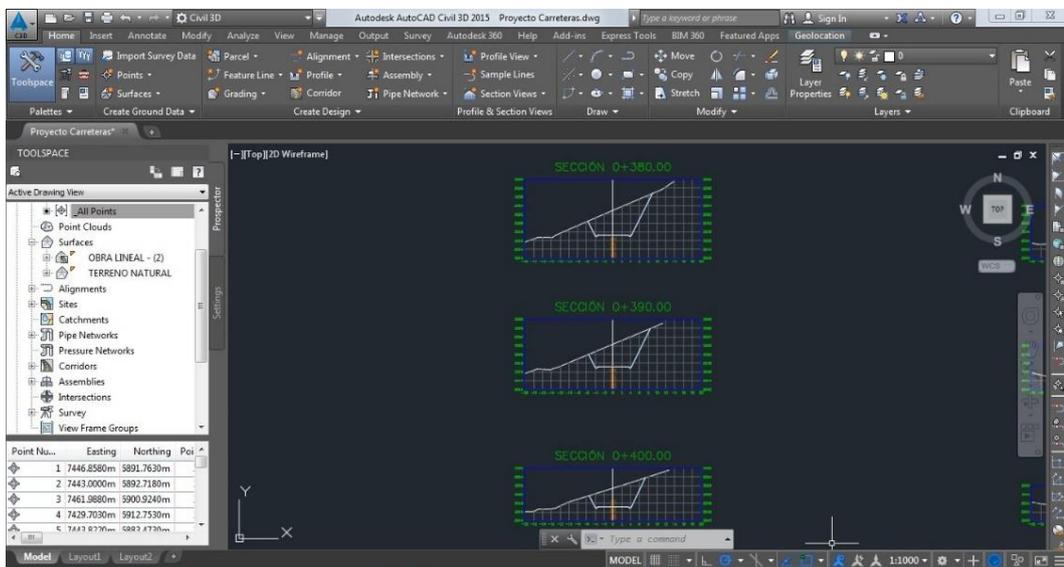


Imagen 56. Vista de Tipo de Sección.

(Fuente: Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D)

D) Calcular peraltes

Nos vamos a Prostector/Alignments/Centerline Alignments/EJE DE ACCESO/Edit superrelevation... luego Calculate.

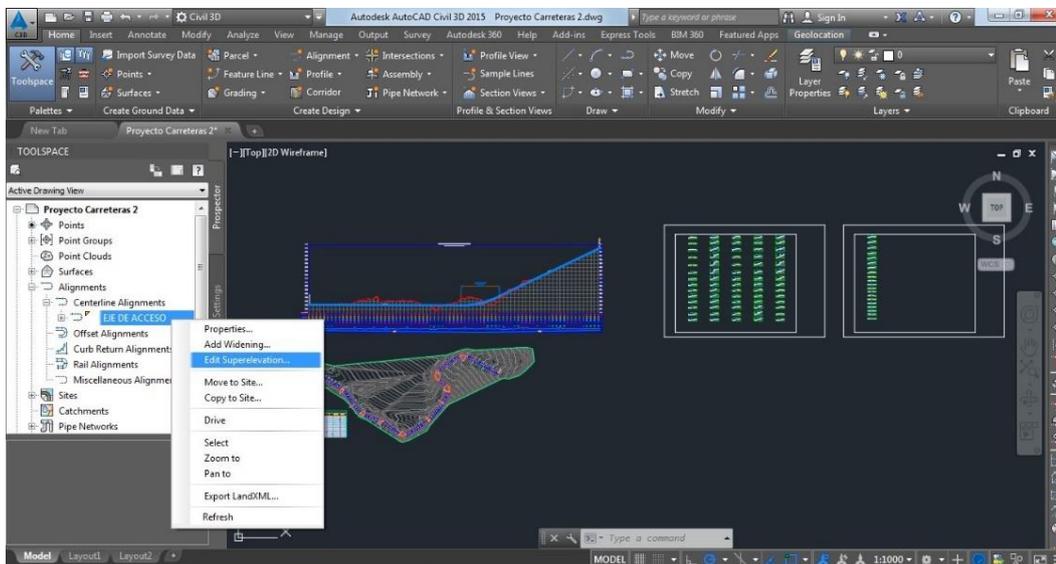


Imagen 57. Ventana de Opciones para Calculo de Peraltes.

(Fuente: Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D)

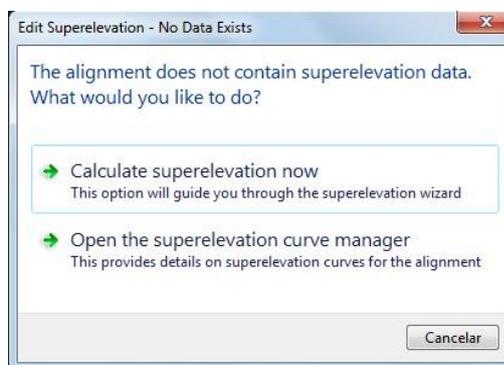


Imagen 58. Ventana de confinación para Cálculo de Peraltes.

(Fuente: Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D)

Luego para el siguiente cuadro ingresamos para Berma: 0.50m ancho. Bombeo - 4% y la norma ASSHOT 2011 12% . Ver figura.

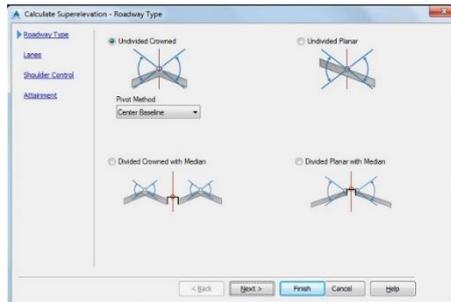


Imagen 59. Ventana de diseño de Berma.

(Fuente: Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D)

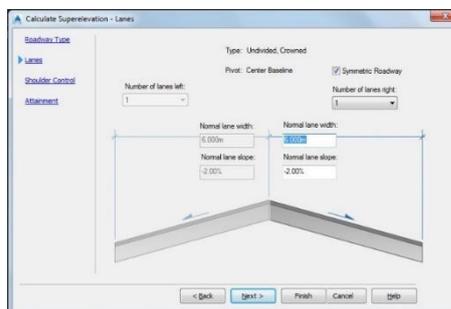


Imagen 60. Ventana de diseño de Bombeo.

(Fuente: Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D)

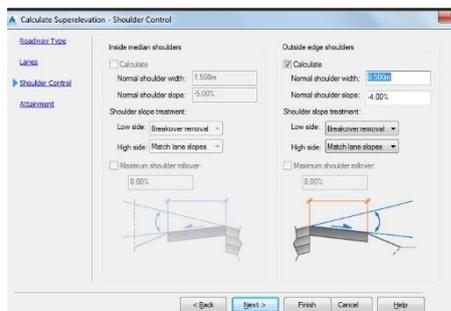


Imagen 61. Ventana de diseño de Berma.

(Fuente: Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D)

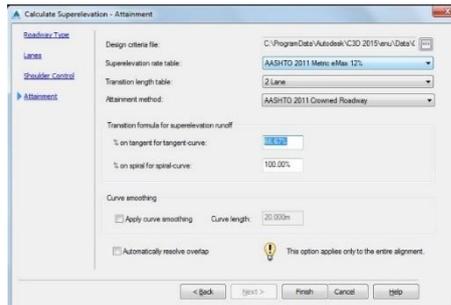


Imagen 62. Ventana de diseño de Obras complementarias.

(Fuente: Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D)

Se genera un cuadro calculado de peraltes para todas las curvas.

Superelevation Curve	Start Station	End Station	Length	Overlap	Left Outside Shoulder	Left Outside Lane	Right Outside Lane	Right Outside Shoulder
Level Crown	1+265.54m	1+265.54m		0.00%	0.00%	-2.00%	-4.00%	
Runoff	1+265.54m	1+317.54m	52.000m					
Level Crown	1+265.54m	1+265.54m		0.00%	0.00%	-2.00%	-4.00%	
Reverse Crown	1+275.17m	1+275.17m		2.00%	2.00%	-2.00%	-4.00%	
Low Shoulder Match	1+284.80m	1+284.80m		4.00%	4.00%	-4.00%	-4.00%	
Begin Curve	1+300.20m	1+300.20m						
Begin Full Super	1+317.54m	1+317.54m		10.80%	10.80%	-10.80%	-10.80%	
Transition Out Region	1+314.24m	1+386.20m	71.259m					
Runoff	1+314.24m	1+386.94m	52.000m					
End Full Super	1+314.24m	1+314.24m		10.80%	10.80%	-10.80%	-10.80%	
End Curve	1+322.27m	1+322.27m						
Low Shoulder Match	1+347.68m	1+347.68m		4.00%	4.00%	-4.00%	-4.00%	
Reverse Crown	1+357.31m	1+357.31m		2.00%	2.00%	-2.00%	-4.00%	
Level Crown	1+366.94m	1+366.94m		0.00%	0.00%	-2.00%	-4.00%	
Runoff	1+366.94m	1+376.57m	9.630m					
Level Crown	1+366.94m	1+366.94m		0.00%	0.00%	-2.00%	-4.00%	
Begin Normal Crown	1+376.57m	1+376.57m		-2.00%	-2.00%	-2.00%	-4.00%	

Imagen 63. Vista de cuadro de peraltes..

(Fuente: Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D)

Ahora actualizar el corredor para visualizar los cambios en las secciones de vistas múltiples.

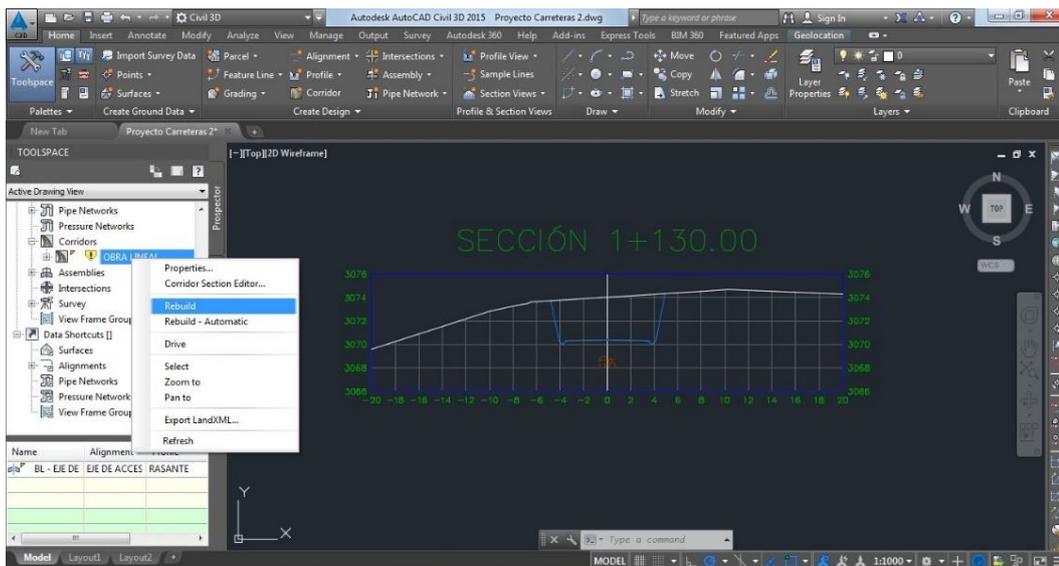


Imagen 64. Vista de Secciones multiples.

Ventana de diseño de Bombeo.

(Fuente: Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D)

Visualización del peralte calculado en las secciones.

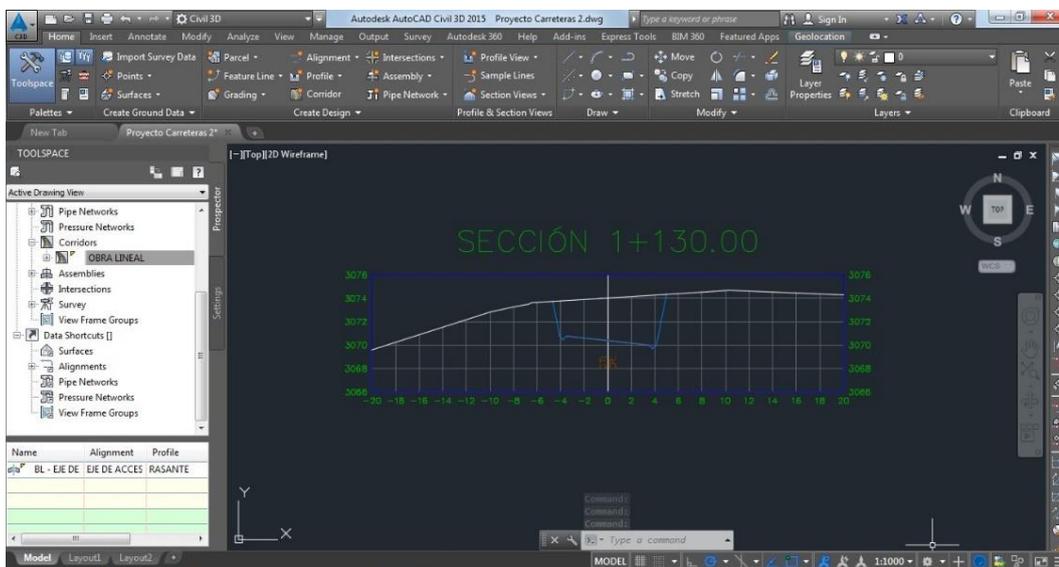


Imagen 65. Visualización de peraltes.

(Fuente: Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D)

E) Configuración del Corte y Relleno de las Secciones Transversales.

En el menú Analyze/Compute materials.

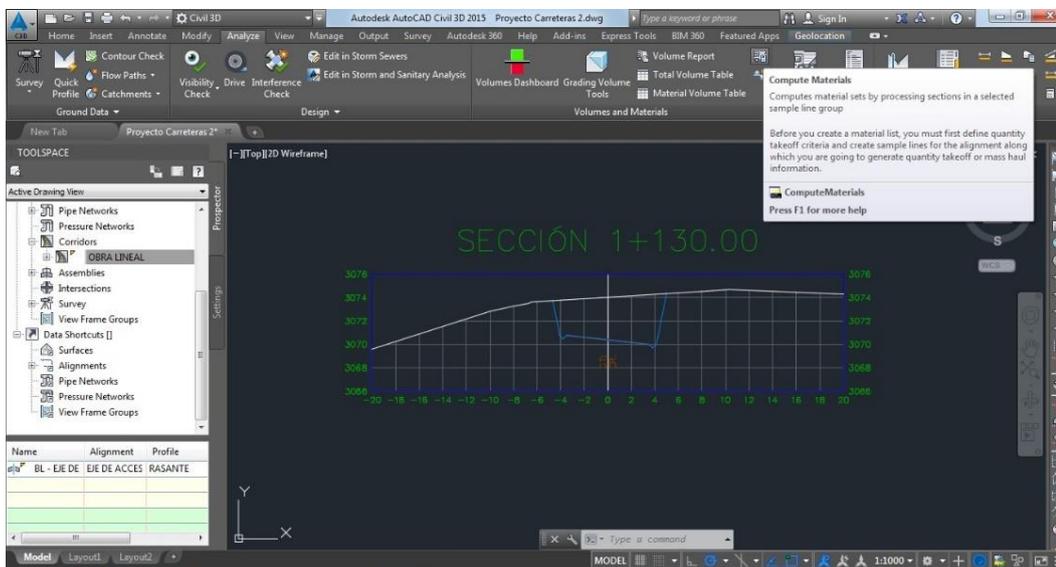


Imagen 66. Vista de ventana para configuración de Corte y relleno.

(Fuente: Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D)

En este cuadro seleccionamos: El alineamiento y líneas de muestreo:

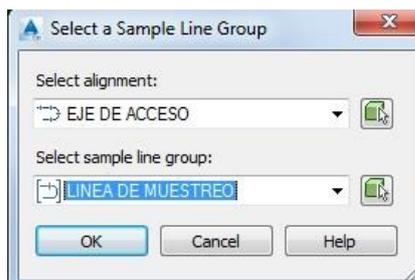


Imagen 67. Ventana de Opciones para Alineamiento.

(Fuente: Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D)

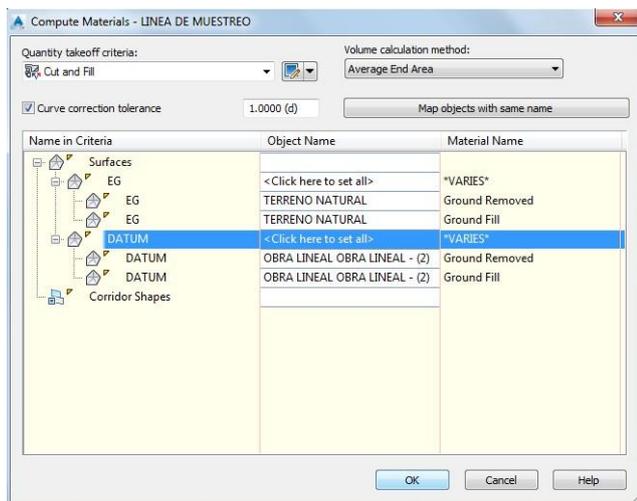


Imagen 68. Ventana de Opciones para corte y relleno en Línea de Muestreo.

(Fuente: Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D)

Bien de esta manera se realiza el cálculo de corte y relleno en las secciones.

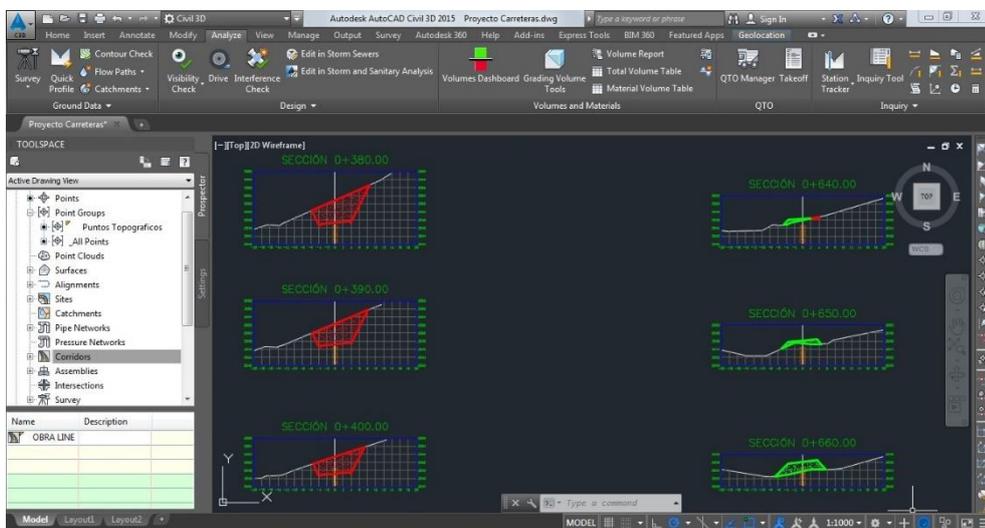


Imagen 69. Vista de secciones indicando los cortes y rellenos.

(Fuente: Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D)

3.14 Visualización del Reporte Movimiento de Tierra

A) Bueno ahora visualizamos los reportes:

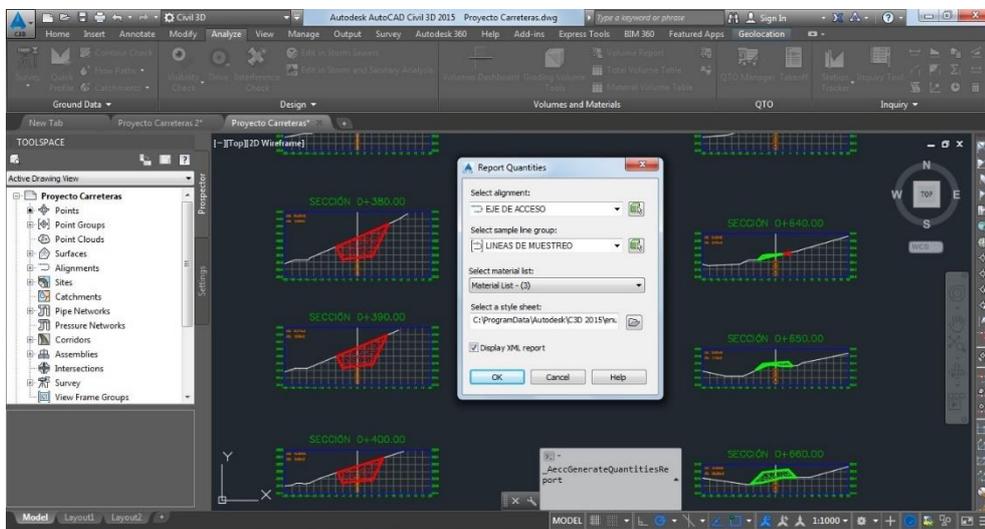


Imagen 70. Ventana de Opciones para Visualización de cortes y rellenos.

(Fuente: Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D)



Informe de volumen

Proyecto: C:\Users\EI Omar\Dropbox (Personal)\Tesis UPT\2da
 Propuesta\Planos\Perfil Longitudinal.dwg
 Alineación: Alineamiento Horizontal
 Grupo de líneas de muestreo: Líneas de Muestreo
 P.K. inicial: 0+000.000
 P.K. final: 2+758.087

P.K.	Área de desmonte (metros cuadrados)	Volumen de desmonte (metros cúbicos)	Volumen reutilizable (metros cúbicos)	Área de terraplén (metros cuadrados)	Volumen de terraplén (metros cúbicos)	Vol. desmonte acumul. (metros cúbicos)	Vol. reutilizable acumul. (metros cúbicos)	Vol. terraplén acumul. (metros cúbicos)	Vol. neto acumul. (pies cúbicos)
0+000.000	6.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+020.000	2.47	88.99	88.99	2.18	21.85	88.99	88.99	21.85	67.14
0+040.000	2.00	44.69	44.69	3.17	53.55	133.69	133.69	75.40	58.29
0+060.000	4.07	60.61	60.61	1.27	44.36	194.29	194.29	119.76	74.53
0+080.000	6.07	101.35	101.35	1.10	23.66	295.64	295.64	143.42	152.22
0+100.000	6.26	123.32	123.32	1.08	21.77	418.96	418.96	165.19	253.76
0+120.000	5.94	122.06	122.06	0.53	16.03	541.02	541.02	181.22	359.79
0+140.000	0.00	59.43	59.43	0.68	12.08	600.45	600.45	193.31	407.14
0+160.000	5.04	50.38	50.38	0.86	15.42	650.83	650.83	208.72	442.11
0+180.000	4.23	92.65	92.65	1.23	20.88	743.48	743.48	229.60	513.88
0+200.000	3.21	74.31	74.31	2.02	32.51	817.79	817.79	262.11	555.68
0+220.000	1.38	45.86	45.86	5.69	77.14	863.65	863.65	339.26	524.40
0+240.000	0.08	14.64	14.64	11.34	170.32	878.30	878.30	509.58	368.72
0+260.000	0.00	0.83	0.83	17.82	291.64	879.13	879.13	801.22	77.91
0+280.000	0.00	0.00	0.00	17.76	355.83	879.13	879.13	1157.05	-277.92
0+300.000	0.10	0.98	0.98	15.27	330.33	880.11	880.11	1487.38	-607.28
0+320.000	0.65	7.51	7.51	10.92	261.92	887.61	887.61	1749.31	-861.69
0+335.182	4.23	37.08	37.08	3.16	106.91	924.70	924.70	1856.21	-931.52
0+340.000	5.48	24.00	24.00	2.23	12.69	948.70	948.70	1868.90	-920.20
0+350.000	8.65	72.30	72.30	0.85	15.02	1021.00	1021.00	1883.92	-862.92
0+355.182	9.43	47.89	47.89	0.65	3.80	1068.90	1068.90	1887.72	-818.82

Imagen 71. Vista de formato de cuadro de metrados.

(Fuente: Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D)

B) Podemos copiar y pegar a Excel.

P.K.	desmonte	desmonte	reutilizable	terraplén	terraplén	desmonte	reutilizable	terraplén	acumul.
0+000.000	6.43	0	0	0	0	0	0	0	0
0+020.000	2.47	88.99	88.99	2.18	21.85	88.99	88.99	21.85	67.14
0+040.000	2	44.69	44.69	3.17	53.55	133.69	133.69	75.4	58.29
0+060.000	4.07	60.61	60.61	1.27	44.36	194.29	194.29	119.76	74.53
0+080.000	6.07	101.35	101.35	1.1	23.66	295.64	295.64	143.42	152.22
0+100.000	6.26	123.32	123.32	1.08	21.77	418.96	418.96	165.19	253.76
0+120.000	5.94	122.06	122.06	0.53	16.03	541.02	541.02	181.22	359.79
0+140.000	0	59.43	59.43	0.68	12.08	600.45	600.45	193.31	407.14
0+160.000	5.04	50.38	50.38	0.86	15.42	650.83	650.83	208.72	442.11
0+180.000	4.23	92.65	92.65	1.23	20.88	743.48	743.48	229.6	513.88
0+200.000	3.21	74.31	74.31	2.02	32.51	817.79	817.79	262.11	555.68
0+220.000	1.38	45.86	45.86	5.69	77.14	863.65	863.65	339.26	524.4
0+240.000	0.08	14.64	14.64	11.34	170.32	878.3	878.3	509.58	368.72
0+260.000	0	0.83	0.83	17.82	291.64	879.13	879.13	801.22	77.91
0+280.000	0	0	0	17.76	355.83	879.13	879.13	1157.05	-277.92
0+300.000	0.1	0.98	0.98	15.27	330.33	880.11	880.11	1487.38	-607.28
0+320.000	0.65	7.51	7.51	10.92	261.92	887.61	887.61	1749.31	-861.69
0+335.182	4.23	37.08	37.08	3.16	106.91	924.7	924.7	1856.21	-931.52
0+340.000	5.48	24	24	2.23	12.69	948.7	948.7	1868.9	-920.2
0+350.000	8.65	72.3	72.3	0.85	15.02	1021	1021	1883.92	-862.92
0+355.182	9.43	47.89	47.89	0.65	3.8	1068.9	1068.9	1887.72	-818.82
0+360.000	8.99	45.31	45.31	0.8	3.39	1114.2	1114.2	1891.11	-776.91
0+370.000	8.97	91.69	91.69	1.12	9.31	1205.9	1205.9	1900.42	-694.52
0+375.182	11.1	53.17	53.17	0.95	5.21	1259.07	1259.07	1905.63	-646.57

Imagen 72. Vista de formato de metrados en Excel.

(Fuente: Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D)

C) Ahora insertamos la tabla en el mismo civil con nuestra plantilla: Hacer click Total volumen table.

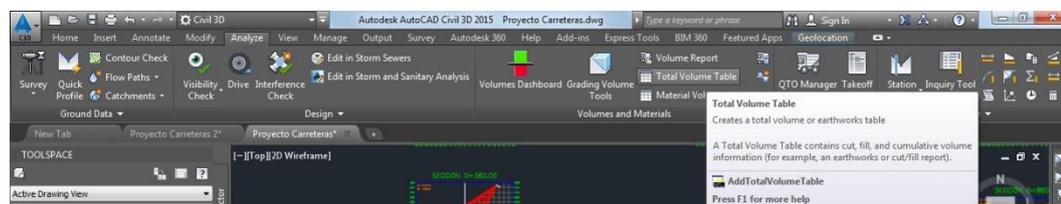


Imagen 73. Vista de opciones para extraer plantilla de metrados en el mismo programa.

(Fuente: Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D)

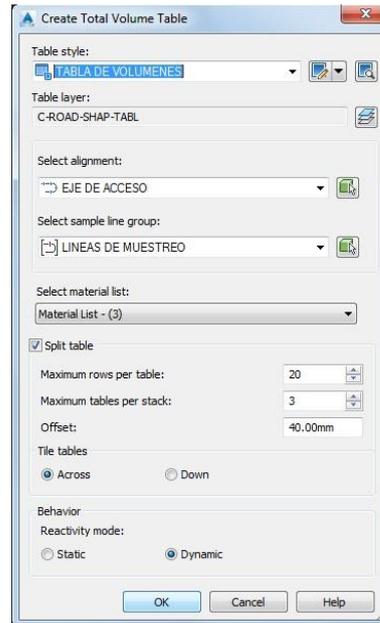


Imagen 74. Ventana de opciones para extraer plantilla de metrados.

(Fuente: Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D)

D) Visualizamos la Tabla de Volumen – Movimiento de Tierra.

PROGRESIVA	AREA DE RELLENO(m2)	AREA DE CORTES(m2)	VOLUMEN DE RELLENO(m3)	VOLUMEN DE CORTE(m3)	VOL. ACUMULABLE DE RELLENO(m3)	VOL. ACUMULABLE DE CORTE(m3)	VOLUMEN NETO(m3)
0+000.00	0.01	0.77	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+020.00	0.00	1.51	0.13	22.81	0.13	22.81	22.68
0+040.00	1.80	0.00	17.99	15.15	18.13	37.96	19.84
0+060.00	3.60	0.00	54.04	0.00	72.16	37.96	-34.20
0+080.00	3.77	0.12	73.77	1.24	145.93	39.20	-106.73
0+100.00	0.00	5.54	37.73	56.61	183.66	95.80	-87.85
0+120.00	0.00	16.15	0.00	216.89	183.66	312.89	129.04
0+140.00	0.00	28.04	0.00	441.87	183.66	794.97	570.91
0+160.00	0.00	41.12	0.00	691.58	183.66	1446.15	1262.50
0+180.00	0.00	53.49	0.00	946.15	183.66	2392.30	2208.65
0+200.00	0.00	63.84	0.00	1173.29	183.66	3565.60	3381.94
0+220.00	0.00	71.03	0.00	1348.70	183.66	4914.29	4730.64
0+240.00	0.00	76.09	0.00	1471.23	183.66	6385.52	6201.87
0+260.00	0.00	83.03	0.00	1591.19	183.66	7976.71	7793.06
0+270.03	0.00	77.70	0.00			8782.99	8599.34

Imagen 75. Vista de Volumen de movimiento de tierras en el programa.

(Fuente: Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D)

E) Visualización de texto de corte y relleno en la sección. Hacemos click en la sección típica, click derecho y seleccionamos Section View Group Properties...



Imagen 76. Ventana de opciones para ver los cortes y rellenos en cada sección.

(Fuente: Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D)

F) En esta tabla hacemos click en la columna Change Volumen Table...

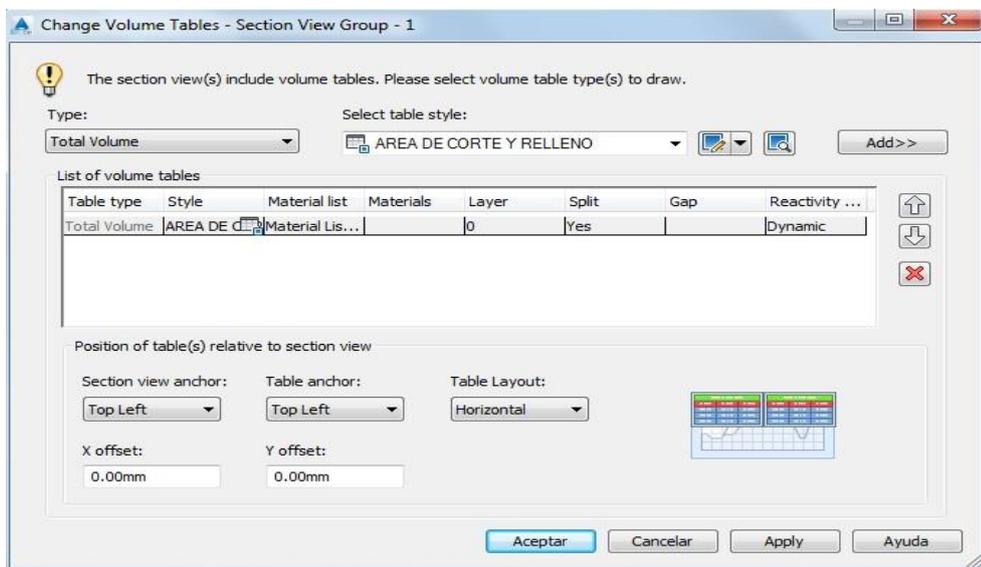


Imagen 77. Ventana de Opciones para integrar los metrados en las secciones.

(Fuente: Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D)

G) Así es como se debe tener una sección típica de Área de corte y Área de relleno.

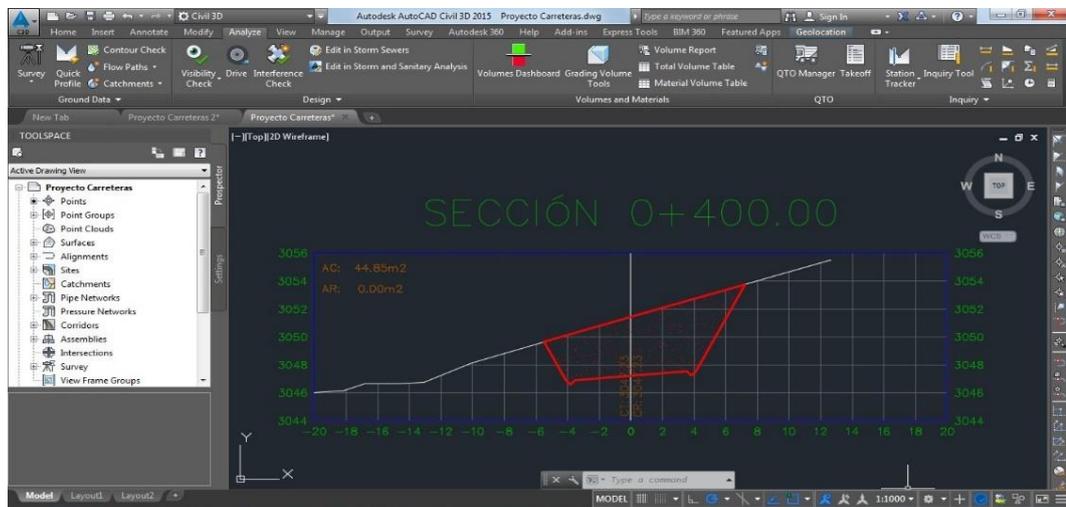


Imagen 78. Vista de sección con componentes de Áreas de Corte y Relleno.

(Fuente: Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D)

3.15 Mejorar Diseño para la Presentación Final.

A) Borrar curvas de nivel mediante triangulación.

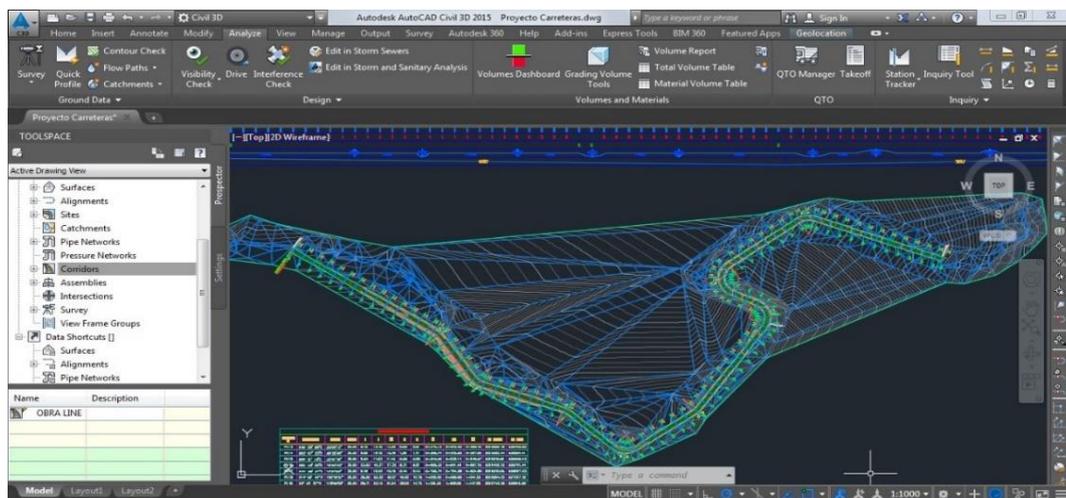


Imagen 79. Vista en planta de proyecto.

(Fuente: Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D)

B) Etiquetar curvas de nivel.

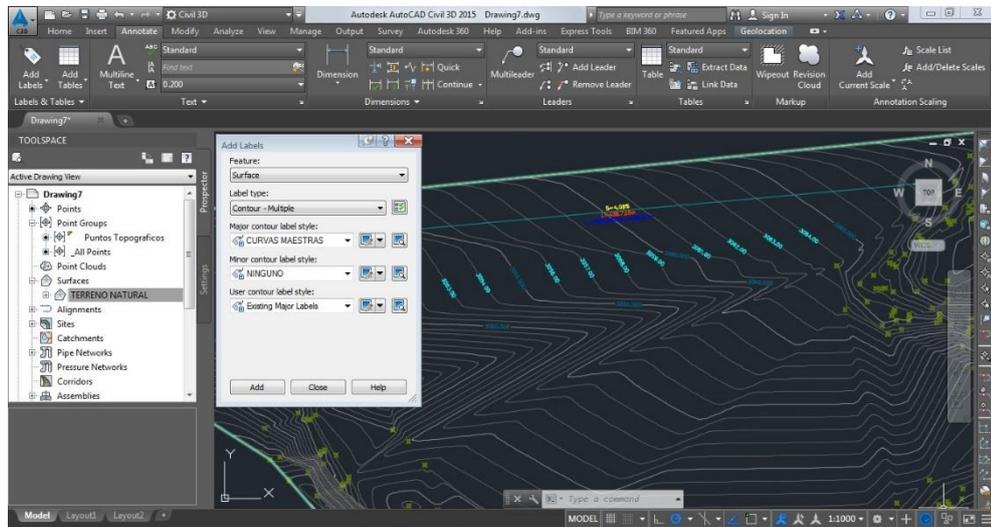


Imagen 79. Ventana de opciones de edición de capas.

(Fuente: Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D)

C) Ubicación final de Planta, Perfil Longitudinal, cuadros de volúmenes, secciones.

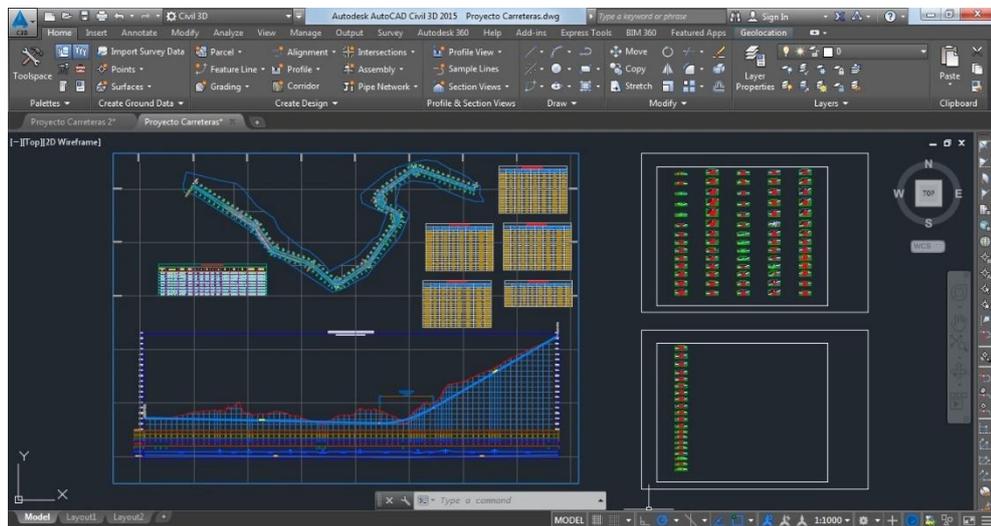


Imagen 80. Vista Final de Proyecto en planta y secciones.

(Fuente: Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D)

3.16 Recorrido Virtual de la Vía.

A) Prospector/Surface/Create Surface... y en el cuadro siguiente damos el nombre de RECORRIDO VIRTUAL y Ok.

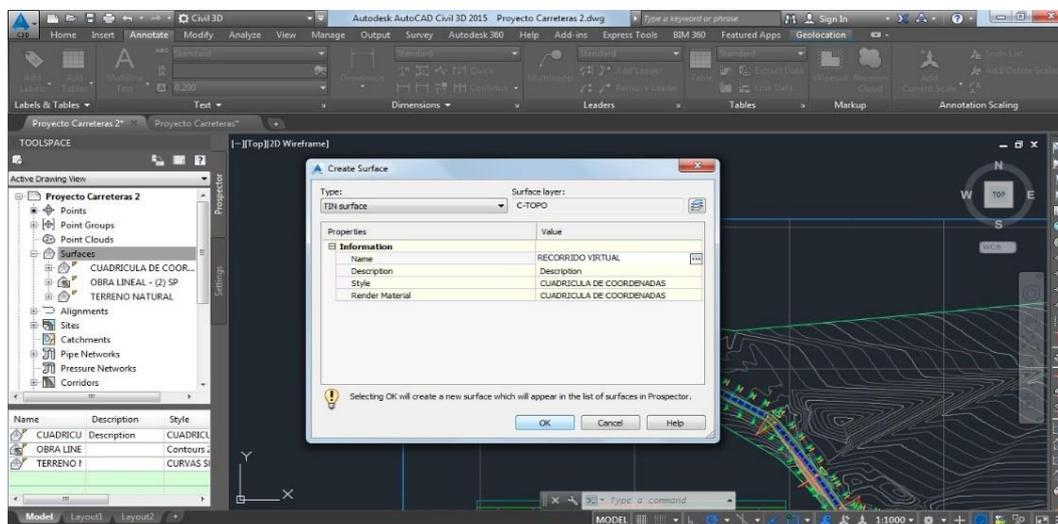


Imagen 81. Ventana de Opciones para recorrido virtual.

(Fuente: Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D)

B) Seguir los siguientes pasos según la imagen.

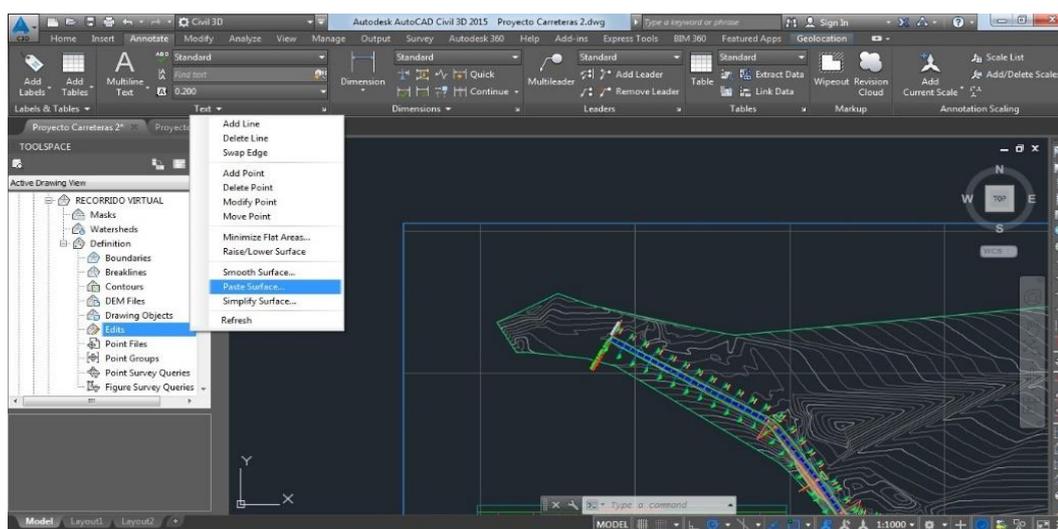


Imagen 82. Ventana de Procedimiento para Recorrido virtual.

(Fuente: Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D)

C) En el siguiente cuadro escogemos TERRENO NATURAL.

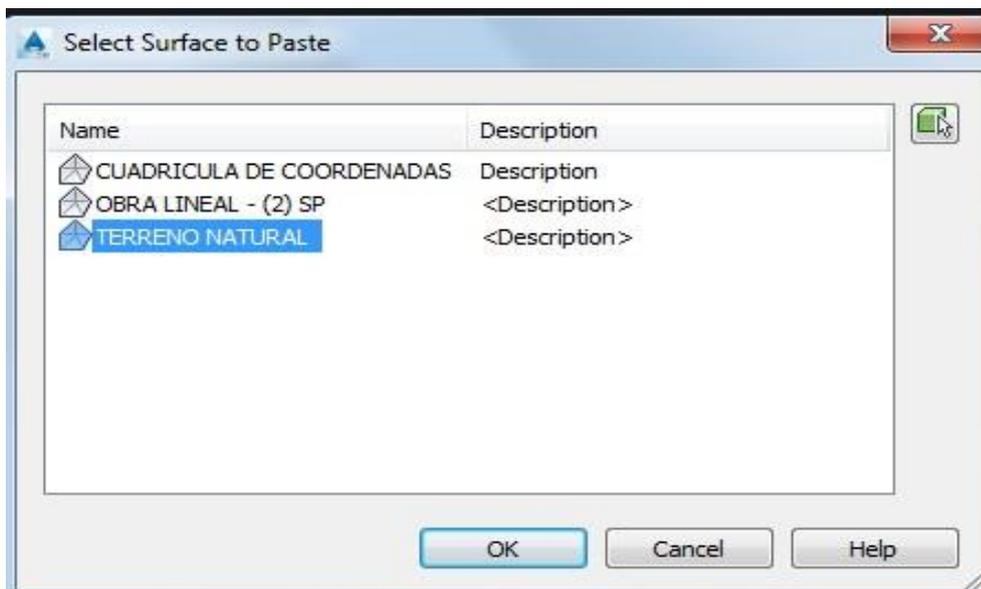


Imagen 83. Ventana de Selección de Terreno Natural.

(Fuente: Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D).

D) Seguido nos vamos a Boundaries/Add... Poner valores, ver imagen.

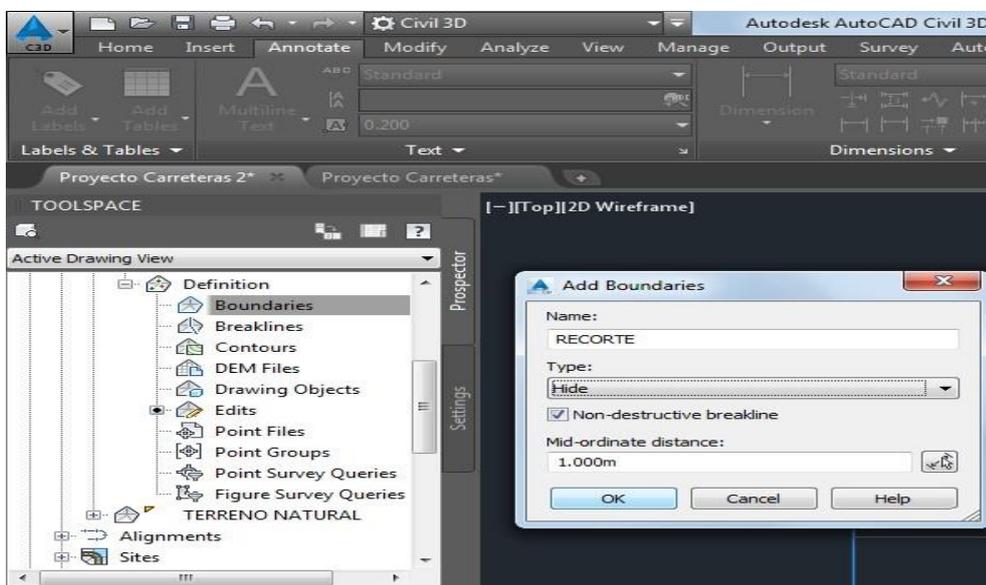


Imagen 84. Ventana de Acceso para valores.

(Fuente: Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D).

E) En la parte inferior del comando seleccionar y hacemos click en Superficie, luego botón secundario elegimos OBRA LINEAL y nos sale el siguiente cuadro.

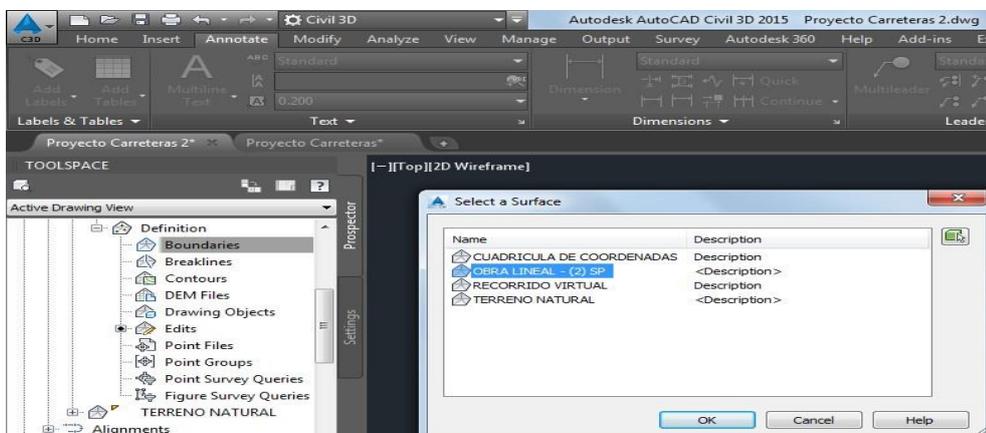


Imagen 85. Ventana de Selección de Obra Lineal.

(Fuente: Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D).

F) Ocultemos la superficie del TERRENO NATURAL ahora para visualizar el Recorrido Virtual debemos de seleccionar nuestro OBRA LINEAL (Corridor) y en el menú aparecerá el botón Drive y seleccionamos de nuevo la OBRA LINEAL y damos ok al cuadro que aparece.

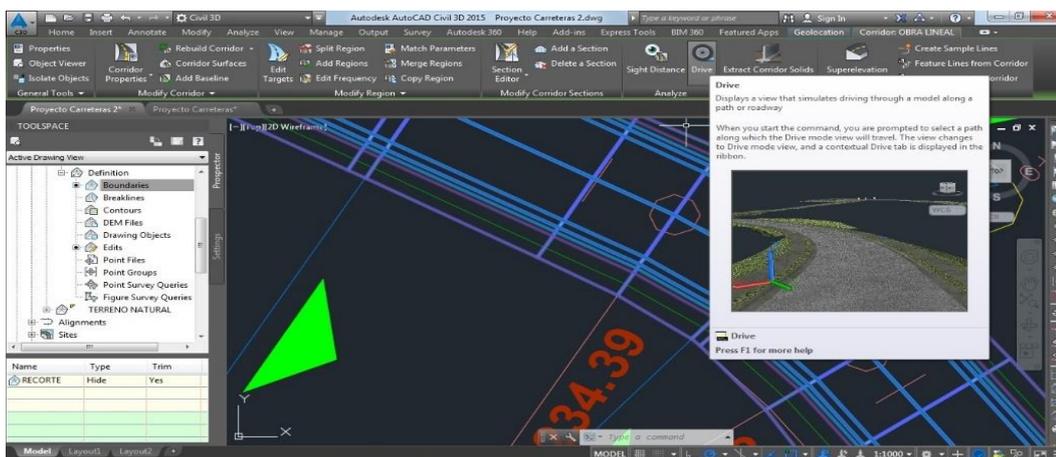


Imagen 86. Ventana de Selección de Obra Lineal y recorrido.

(Fuente: Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D).

G) Dando click en Play entramos al recorrido virtual.

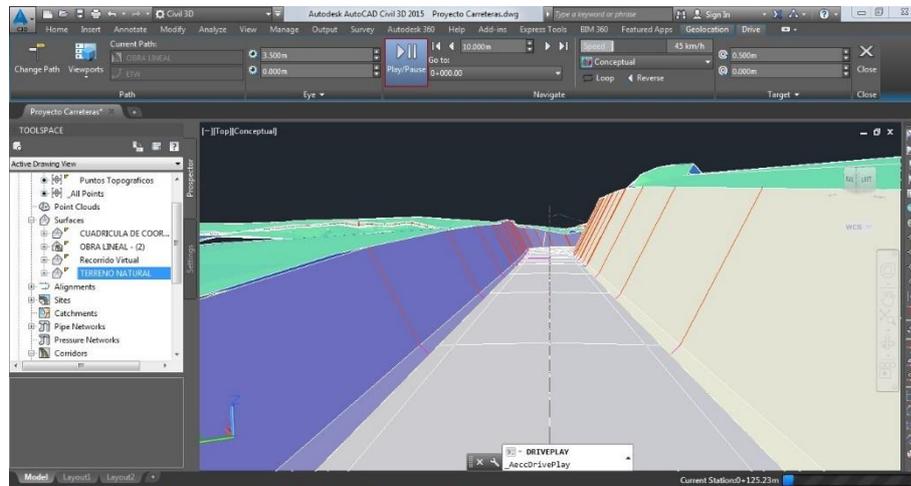


Imagen 87.Vista de Recorrido Virtual.

(Fuente: Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D).

Capítulo 4 : ANALISIS DE RESULTADOS

4.1 Memoria de Calculo

4.1.1 Antecedentes

Teniendo como objetivo, mejorar el nivel de Socioeconómica de la zona beneficiada, mediante inversiones en su mejoramiento, desarrollo de capacidades técnicas e impulsando cambios que fortalezcan en materia vial; contribuyendo de este modo al proceso de descentralización, así como a la mejora de la integración, la competitividad y a las condiciones de vida en los territorios beneficiados por el proyecto.

Los estudios definitivos de ingeniería a nivel de mejoramiento para la vía que será intervenida, consideran estándares técnicos con niveles de intervención con costos acordes a la demanda vehicular próxima, este estudio se basará en el plan urbano actual aprobado bajo ORDENANZA MUNICIPAL 0019-2015, donde se determina la red vial de Tacna.

Los indicados estándares técnicos, están orientados a lograr una circulación permanente y segura en las vías a intervenir.

4.1.2 Vía de intervención

La vía a intervenir se encuentra ubicado en viñani, valle dos mil a faldas del cerro chastudal, según el Plan de Desarrollo Urbano, la vía a estudiar se muestra en la imagen 89:

Datos generales

Departamento	:	Tacna
Provincia	:	Tacna
Distrito	:	Coronel Gregorio Albarracín
Cota de inicio del tramo	:	415.09 m.s.n.m.
Cota de fin del tramo	:	516.01 m.s.n.m.
Longitud del tramo	:	2.758 km



Imagen 88. Vía de estudio

(Fuente: PDU 2015-2025 MTP)

4.1.3 Procedimiento para recopilación de datos

La primera etapa del estudio estuvo destinada a la recopilación de datos e información útil para el desarrollo del estudio búsqueda y análisis de toda la información de antecedentes de la vía. En este sentido, la información recogida proviene de las siguientes actividades:

- Trabajos de topografía a cargo de los autores.
- Toma de datos del plan vial de la Municipalidad Provincial de Tacna 2015-2015.
- Evaluación de campo y toma de datos y muestras de suelos, canteras y fuentes de agua, por parte del especialista en suelos y pavimentos.
- Evaluación de campo y toma de datos correspondiente a la geología y geotecnia, por parte del especialista.
- Evaluación de campo y toma de muestras de las condiciones de las estructuras existentes, por parte del especialista.

4.1.4 Normativa

- Manual para el diseño de caminos no pavimentados bajo volumen de tránsito.
- Manual de técnicas generales para construcción de carreteras (DG – 2014).
- Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras.

4.1.5 Condiciones Actuales

Actualmente, la carretera en estudio no presenta un diseño, que cumpla con los requerimientos técnicos, determinados en el Manual de Carreteras DG-2014, vigente para los diseños viales en el Perú.

4.2 Parámetros de Diseño

4.2.1 Características Técnicas.

Según el Reglamento Vigente en el Peru se determina los siguientes parámetros Técnicos

a) Normatividad:

Diseño Geométrico DG - 2014 de carreteras (Manual de Carreteras – Diseño Geométrico DG – 2014” – Ministerio de Transportes y Comunicaciones)

b) Clasificación

Carretera de Tercera Clase – Red Vial Nacional terciaria (según el Ítem 2.1.2 Clasificación de Carreteras.), para funcionamiento.

c) Orografía

Terreno ondulado (tipo 2, según el Ítem 2.1.2 Clasificación de Carreteras.), presenta pendientes pronunciadas por proyectarse en las faldas del cerro.

d) Vehículos por día

Menor a 140 unidades por día (según el Ítem 2.1.2 Clasificación de Carreteras.), proyectado a Menor a 140 unidades por día por tratarse de una propuesta, en la actualidad el tránsito en la zona es menor, por representar una vía no transitable.

e) **Velocidad directriz**

50 Km/h

Según el ítem: 2.2.3 Velocidad de diseño

Tabla 2 Rangos de la Velocidad de Diseño en función a la clasificación de la carretera por demanda y orografía.

CLASIFICACION	OROGRAFIA	VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO HOMOGENEO VTR (km/h)										
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Autopista de primera clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Autopista de Segunda Clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Carretera de Primera clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Carretera de Segunda clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Carretera de Tercera clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											

f) **Radio Mínimo en curva circular**

R= 90 metros

De la Tabla 4. Radios mínimos y peraltes máximos para diseño de carreteras.

Ubicación de la vía	velocidad de diseño	β máx (%)	f. máx.	Radio Calculado (m)	Radio Redondeado (m)
Área Rural (plano u ondulado)	30	8.00	0.17	28.3	30
	40	8.00	0.17	50.4	55
	50	8.00	0.16	82	90
	60	8.00	0.15	123.2	135
	70	8.00	0.14	175.4	195
	80	8.00	0.14	229.1	255
	90	8.00	0.13	303.7	335
	100	8.00	0.12	393.7	440
	110	8.00	0.11	501.5	560
	120	8.00	0.09	667	755
	130	8.00	0.08	831.7	950

g) Pendiente Mínima

0.5 %

Del ítem 2.3.3 Diseño Geométrico en Perfil. De pendientes mínima, el manual recomienda una pendiente mínima del orden de 0,5%.

h) Pendiente Máxima

8%

De la Tabla 5. Pendientes Máximas

Demanda	Autopista								Carretera				Carretera				Carretera			
Vehículos/día	>6.000				6.000-4001				4.000-2.001				2000-400				<400			
Características	Primera Clase				Segunda Clase				Primera Clase				Segunda Clase				Tercera Clase			
Tipo de Oreografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30 km/h																				
40 km/h																9.00	8.00	9.00	10.00	10.00
50 km/h											7.00	7.00			8.00	9.00	8.00	8.00	8.00	8.00
60 km/h					6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	7.00	8.00	9.00	8.00	8.00		
70 km/h			5.00	5.00	6.00	6.00	6.00	7.00	6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	6.00	7.00		7.00	7.00		
80 km/h	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00		6.00	6.00			7.00	7.00		
90 km/h	4.50	4.50	5.00		5.00	5.00	6.00		5.00	5.00			6.00				6.00	6.00		
100 km/h	4.50	4.50	4.50		5.00	5.00	6.00		5.00				6.00							
110 km/h	4.00	4.00			4.00															
120 km/h	4.00	4.00			4.00															
130 km/h	3.50																			

i) Ancho de superficie de rodadura

De la Tabla 6. Anchos Mínimos de Calzada en Tangente. 6.60 m.

Demanda	Autopista								Carretera				Carretera				Carretera			
Vehículos/día	>6.000				6.000-4001				4.000-2.001				2000-400				<400			
Características	Primera Clase				Segunda Clase				Primera Clase				Segunda Clase				Tercera Clase			
Tipo de Oreografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30 km/h																				
40 km/h																6.60	6.60	6.60	6.60	6.00
50 km/h											7.20	7.20			6.60	6.60	6.60	6.60	6.60	6.00
60 km/h					7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60	6.60	6.60	6.60		
70 km/h			7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60		6.60	6.60		
80 km/h	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20		7.20	7.20			6.60	6.60		
90 km/h	7.20	7.20	7.20		7.20	7.20	7.20		7.20	7.20			7.20				6.60	6.60		
100 km/h	7.20	7.20	7.20		7.20	7.20	7.20		7.20				7.20							
110 km/h	7.20	7.20			7.20															
120 km/h	7.20	7.20			7.20															
130 km/h	7.20																			

j) Ancho de Bermas

0.90 m a cada lado

De la Tabla 7. Ancho de bermas.

Demanda	Autopista								Carretera				Carretera				Carretera			
	>6.000				6.000-4001				4.000-2.001				2000-400				<400			
Características	Primera Clase				Segunda Clase				Primera Clase				Segunda Clase				Tercera Clase			
Tipo de Orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30 km/h																				
40 km/h																120	120	0.90	0.50	0.50
50 km/h											2.60	2.60				120	120	0.90	0.90	
60 km/h					3.00	3.00	2.60	2.60	3.00	3.00	2.60	2.60	2.00	2.00	120	120	120	120		
70 km/h			3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.00	2.00	120		120	120		
80 km/h	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00		2.00	2.00			120	120		
90 km/h	3.00	3.00	3.00		3.00	3.00	3.00		3.00	3.00			2.00				120	120		
100 km/h	3.00	3.00	3.00		3.00	3.00	3.00		3.00				2.00							
110 km/h	3.00	3.00			3.00															
120 km/h	3.00	3.00			3.00															
130 km/h	3.00																			

k) Bombeo Transversal

2.0%

De la Tabla 8. Valores de Bombeo de la Calzada.

Tipo de Superficie	Bombeo (%)	
	Precipitación <500 mm/año	Precipitación >500 mm/año
Pavimento asfáltico y/o concreto Portland	2	2.5
Tratamiento superficial	2.5	2.5-3.0
Afirmado	3.0-3.5	3.4-4.0

l) Taludes de Corte

1:10

De la Tabla 9. Valores referenciales para taludes en corte (Relación H: V).

Clasificación de materiales de corte	Roca Fija	Roca Fija	Material			
			Grava	Limo arcilloso o arcilla	Arenas	
Altura de corte	< 5 m	1:10	1:6-1:4	1:1 1:3	1:1	2:1
	5-10 m	1:10	1:4-1:2	1:1	1:1	
	> 10 m	1:8	1:2	*		

m) Taludes de Relleno

1:1.5

De la tabla 10:

Material	Material		
	<5	5-10	>10
Gravas, limo arenoso y arcilla	1:1.5	1:1.75	1:2
Arena	1:2	1:2.25	01:02.5
Enrocado	1:1	1:1.25	1:1.15

4.2.2 Análisis de Alternativas Geométricas

a) Análisis de Alternativa N° 01.

En el análisis de la alternativa N° 01 (PLANOS: PA-01 y PA-02), que no cumple por las siguientes observaciones:

1.- Pendientes mayores al 8.00 % de Pendiente Máxima (pendiente de 8.953 %), de la observación la alternativa no cumple con los parámetros mínimos, sugeridos en la normativa usada: "Diseño Geométrico DG - 2014 de carreteras (Manual de Carreteras – Diseño Geométrico DG – 2014" – Ministerio de Transportes y Comunicaciones)"

2.- Del Perfil Longitudinal, determina una altura de Corte elevada, esta alternativa generara mayor movimiento de tierra con respecto a la alternativa N° 03.

b) Análisis de Alternativa N° 02.

En el análisis de la alternativa N° 02 (PLANOS: PA-01 y PA-03), se ha determinado que no cumple por las siguientes observaciones:

1.- Pendientes mayores al 8.00 % de Pendiente Máxima (pendiente de 8.144 %), de la observación la alternativa no cumple con los parámetros mínimos, sugeridos en la normativa usada: “Diseño Geométrico DG - 2014 de carreteras (Manual de Carreteras – Diseño Geométrico DG – 2014” – Ministerio de Transportes y Comunicaciones)”

2.- Del Perfil Longitudinal, determina una altura de Corte y relleno elevada, esta alternativa generara mayor movimiento de tierra con respecto a la alternativa N° 03.

c) Análisis de Alternativa N° 03.

En el análisis de la alternativa N° 03 (PLANOS: PA-01, PG01, PG 02 PL-01, PL-02, PL-03), se ha determinado que la alternativa cumple con los parámetros mínimos de la normativa utilizada: “Diseño Geométrico DG - 2014 de carreteras (Manual de Carreteras – Diseño Geométrico DG – 2014” – Ministerio de Transportes y Comunicaciones)”, además se ha validado los parámetros mínimos del ítem 4.2 Parámetros de Diseño, por lo cual se determina la alternativa a evaluar en el presente trabajo.

4.2.3 Topografía (alineamiento Horizontal)

Los trabajos de topografía se han realizado georreferenciados al Sistema de coordenadas UTM – Faja 19 South – Modelo Geoidal EGM96 (Global) – Datum WGS84.

En su mayor parte el alineamiento horizontal es sinuoso, por la misma topografía del terreno donde las curvas y las tangentes se suceden rápidamente, se tiene continuidad en todo el tramo de la vía respecto al trazado en planta y perfil, ya que este trazo está funcionando y dando servicio a la usuarios de la vía aunque con las restricciones de transitabilidad y serviciabilidad, producido por el mal estado, ya que no cuenta con diseño, la actual via tiene pendientes mayores al 15 %.

4.2.4 Alineamiento Horizontal

En general el relieve del terreno es el elemento de control de la velocidad directriz y por lo tanto es el condicionante de las diferentes características geométricas que gobernarán el buen funcionamiento de esta vía.

El trazado del eje de la carretera se ha efectuado de acuerdo al Manual para el Diseño de Caminos DG – 2014, tratando de mantener siempre como criterio de diseño geométrico, el trazado existente, y también evitando en lo posible afectar las zonas de cultivos y/o Viviendas, o provocar grandes cantidades de movimientos de tierras.

Entre los alcances se ha considerado lo siguiente:

- ✓ Aprovechamiento al máximo de las partidas ya ejecutadas durante la construcción del camino, es decir las secciones de la plataforma y trazado existente al final del camino.
- ✓ Resultados preliminares de los estudios de: suelos, geología, drenaje, pavimentos, topografía y del socio económico.

El alineamiento horizontal descrito se ha realizado de acuerdo a los requerimientos, así como se indica a continuación:

- Tramos en tangente: estacado cada 20 m;
- Tramos en curvas: estacado cada 10 m;
- Tramos en curvas de volteo: estacado cada 5 m;

Por lo que concierne a los Bench Marks (B.M.), estos se tomaron de acuerdo a puntos por un GPS.

4.2.5 Perfil Longitudinal y Diseño de la Subrasante

A todo lo largo del tramo se ha tratado de reducir al mínimo los movimientos de tierra y, por lo tanto, se ha seguido en lo posible la rasante actual, considerando únicamente los cortes y rellenos necesarios para regularizar y nivelar la plataforma existente. Sólo en algunos sectores la nueva subrasante presenta unas diferencias, respecto al existente; estas diferencias se deben a la necesidad de mejorar el trazo, en especial en correspondencia de las curvas cerradas.

El Proyecto prevé que la nueva subrasante tenga una Pendiente Máxima Normal del 5 % y una Pendiente Máxima Excepcional del 7.5%.

Resumiendo, se puede decir que la subrasante del nuevo Alineamiento Vertical,

que se ha previsto en el Proyecto, presenta unas diferencias respecto del alineamiento vertical existente, por lo que el movimiento de tierras resulta reducido.

Los planos relativos al perfil longitudinal y subrasante se han dibujado en las siguientes escalas:

- horizontal: 1/2000
- vertical: 1/200.

4.2.6 Secciones Transversales:

Las secciones transversales tienen una múltiple finalidad:

- ✓ La de salvaguardar la seguridad de los transeúntes mediante su particular geometría, que presente una especial sobre elevación (peralte) y sobreebancho, los cuales sirven para contrarrestar la acción de la fuerza centrífuga que se desarrolla en las curvas horizontales.
- ✓ Con su geometría, condicionan el escurrimiento del agua superficial, permitiendo que, después de una lluvia, la plataforma quede libre de las aguas.
- ✓ Una tercera finalidad es determinar, juntamente con la distancia que las separa, la magnitud del movimiento de tierras.

Es obvio que el primer aspecto prima sobre los otros, en cuanto garantiza o, según el caso, perjudica la seguridad de los usuarios.

Como consecuencia, cuando se han establecido los parámetros para determinar la geometría de las secciones transversales, se han tomado en cuenta los factores mencionados.

El bombeo considerado es de 2.00 %, de acuerdo al Manual de caminos.

Por lo que concierne a los sectores en curva horizontal, como se encuentra en la DG-2014, para contrarrestar la acción de la fuerza centrífuga, se dispuso del peralte y del sobreebancho.

Por cuanto se refiere al movimiento de tierra, su magnitud está determinada por la geometría global de la sección transversal o sea, por la pendiente transversal, por la eventual presencia del peralte y del sobreebancho, por la cota de la subrasante y del terreno natural y por los taludes de corte y/o relleno, según sea el caso.

4.2.7 Geología

Los suelos de la zona en estudio son de naturaleza bastante homogénea; son suelos cuaternarios procedentes de la trituración del macizo rocoso por fenómenos mecánicos derivados de la orogenia e intemperismo de la localidad.

Según su textura son grandes bolones con presencia de una grava y arena dura y sana.

Los suelos francos gravo – arenosos, profundos, son de coloración metálico claro, en algunas zonas alteran con capas de arena gruesa, extendiéndose en otros casos capas arenosas con gran proporción de grava.

Estos suelos presentan un bajo contenido de materia orgánica y cuya humedad natural va desde el 0 al 1%.

Ver Anexo N° 03.

4.2.8 Suelos y Pavimentos

Ver Anexo N° 02

4.2.9 Memoria de Cálculo de Movimiento de Tierras

Ver Anexo N° 04

4.3 Conclusiones

- Se ha determinado el diseño de la carretera nivel rasante del tramo río seco hasta asociación el mirador Chastudal del distrito Gregorio Albarracín Lanchipa, por un tramo de 2.758 km con software Civil3d. se han analizado 3 alternativas, siendo la alternativa N° 3, la que satisface los parámetros de la normativa vigente.
- Se ha realizado el levantamiento topográfico de la zona de estudio, con una estación total, un GPS, tres prismas y el apoyo de 3 personas.
- Se ha realizado el estudio de la mecánica de suelos y estudio geológico el cual determinó que hay una predominancia de suelos tipo SM-GP en las faldas del cerro chastudal mas no en la ladera del mismo. El material cuaternario eólico se encuentra con un espesor máximo de 20 cm el cual no afecta al diseño de la vía.
- El desarrollo con ayuda del software civil3d optimiza y garantiza el uso de las limitantes establecidas en el DG-2014.
- Se ha determinado el volumen total de movimiento de tierras es de acuerdo a la siguiente tabla

Vol. reutilizable acumul. (metros cúbicos)	Vol. terraplén acumul. (metros cúbicos)	Vol. neto acumul. (pies cúbicos)
36523.07	8124.62	28398.45

4.4 Recomendaciones

- El plan de desarrollo urbano establece una serie de vías propuestas que se ejecutaran en una futura expansión urbana de Tacna, pero la aplicación de los parámetros establecidos en el DG-2014 limita la ejecución de las mismas. De acuerdo al diseño dispuesto en el presente proyecto, se recomienda cambiar el diseño de la vía principal, para que cumpla con los parámetros del DG-2014.
- Si bien es cierto el programa civil3d es una herramienta que facilita mucho de los cálculos en el diseño de carreteras, se recomienda la verificación y modificación de ser necesario en los cálculos y planos, dado siempre hay posibilidad de errores.
- Se recomienda complementar el proyecto con obras alternas como plazuelas, óvalos, vías auxiliares, etc.

4.5 Bibliografía

1. Autodesk (2015), Manual de Autodesk AutoCAD Civil 3D 2015, EEUU
2. Garber; Nicholas J. Ingeniería de tránsito y carreteras; THOMSON, D.F.; México.
3. Ministerio de Transportes y comunicaciones del Perú (2014), Manual de carreteras “Diseño Geométrico” DG 2014, Perú.
4. Municipalidad Provincial de Tacna (2015). Plan de Desarrollo Urbano 2015 – 2025, Tacna, Perú.

4.6 Anexos

ANEXO N° 01 – PLANOS

ANEXO N° 02 – ESTUDIOS DE SUELOS

ANEXO N° 03 – ESTUDIO GEOLOGICO

ANEXO N° 04 – COSTOS Y PRESUPUESTOS

ANEXO N° 05 - ORDENANZA MUNICIPAL 0019-2015

ANEXO N° 06 – PANEL FOTOGRAFICO