

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN**



**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

**TESIS**

**DISEÑO AUTOMATIZADO DE LA NORMA DE DISEÑO  
GEOMÉTRICO DE CARRETERAS EN XML APLICADO EN  
AUTOCAD CIVIL 3D.**

**PRESENTADO POR:**

**DIEGO FERNANDO ESPINOZA BAZALAR**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**ASESOR:**

**CELSO TEODOSIO QUISPE OJEDA**

**HUACHO – 2019**

**DISEÑO AUTOMATIZADO DE LA NORMA DE DISEÑO  
GEOMÉTRICO DE CARRETERAS EN XML APLICADO EN  
AUTOCAD CIVIL 3D.**

**DIEGO FERNANDO ESPINOZA BAZALAR**

**TESIS**

**CELSO TEODOSIO QUISPE OJEDA**

**UNIVERSIDAD NACIONAL**

**JOSE FAUSTINO SANCHEZ CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

**HUACHO**

**2019**



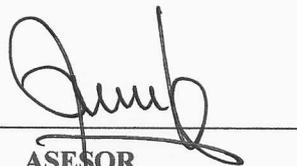
**PRESIDENTE**  
**M(o). ABARCA RODRIGUEZ JOAQUIN JOSE**  
**CIP: 108833**



**SECRETARIO**  
**ING. CHRISTHIAN BENAVENTE LEON**  
**CIP: 179838**



**VOCAL**  
**ING. SLEYTHER ARTURO DE LA CRUZ VEGA**  
**CIP: 207587**



**ASESOR**  
**ING. QUISPE OJEDA TEODOSIO CELSO**  
**CIP: 76763**

## **DEDICATORIA**

Esta investigación se la dedicaré a mi hermano Edgar Omar Espinoza Bazalar, quién nunca dudó de mi capacidad y siempre estuvo hasta el final dando por mi educación y mi salud. La fuerza y la fe de mi hermano Omar me permitió obtener un nuevo concepto de hermandad y la preocupación por un ser querido. Vivió, teniendo siempre arriba sus creencias, actuando siempre a bien, nunca dando un paso atrás, dando la mano a nuestros familiares y a desconocidos. Su ejemplo de vida me mantuvo soñando cuando muchas veces quise desistir.

*El autor*

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por todas sus bendiciones, a mis Padres: Amparo y Javier, que han sabido darme su ejemplo de honradez y paciencia para este proyecto de estudio, a mis hermanos, amigos y profesores que han estado siempre dándome su apoyo sin condición, a mi enamorada por su apoyo y paciencia en este proyecto.

*El autor*

## ÍNDICE

<b>DEDICATORIA</b>	<b>IV</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b>	<b>V</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>X</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>XI</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	<b>12</b>
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>12</b>
<b>1.1. Descripción de la Realidad Problemática</b>	<b>12</b>
<b>1.2. Formulación del Problema</b>	<b>13</b>
<b>1.2.1. Problema General.</b>	<b>13</b>
<b>1.2.2. Problemas específicos.</b>	<b>13</b>
<b>1.3. Objetivos de la Investigación</b>	<b>13</b>
<b>1.3.1. Objetivo general:</b>	<b>13</b>
<b>1.3.2. Objetivos específicos:</b>	<b>13</b>
<b>1.4. Justificación de la Investigación</b>	<b>14</b>
<b>CAPÍTULO II</b>	<b>15</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b>	<b>15</b>
<b>2.1. Antecedentes de la Investigación</b>	<b>15</b>
<b>2.1.1. Investigaciones Internacionales</b>	<b>15</b>
<b>2.1.2. Investigaciones Nacionales</b>	<b>17</b>
<b>2.2. Bases Teóricas</b>	<b>19</b>
<b>2.3. Formulación de Hipótesis</b>	<b>64</b>
<b>2.3.1. Hipótesis General</b>	<b>64</b>
<b>2.3.2. Hipótesis específicas.</b>	<b>64</b>
<b>CAPÍTULO III</b>	<b>65</b>
<b>METODOLOGÍA</b>	<b>65</b>
<b>3.1. Diseño Metodológico</b>	<b>65</b>

3.1.1.	Tipo De Investigación	65
3.1.2.	Enfoque de la Investigación	66
3.2.	Población y muestra	66
3.3.	Operacionalización de Variables e Indicadores.	67
3.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos:	68
3.4.1.	Técnicas a emplear:	68
<b>CAPÍTULO IV</b>		<b>69</b>
<b>RESULTADOS</b>		<b>69</b>
4.1.	Análisis de Resultados	69
<b>CAPÍTULO V</b>		<b>70</b>
<b>DISCUSIÓN</b>		<b>70</b>
5.1.	Discusión de Resultados	70
<b>CAPÍTULO VI</b>		<b>91</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>		<b>91</b>
6.1.	Conclusiones	91
6.2.	Recomendaciones	92
<b>CAPÍTULO VII</b>		<b>93</b>
7.1.	Fuentes Bibliografica	93
7.2.	Fuentes Electrónicas	94
<b>ANEXOS</b>		<b>95</b>
<b>ANEXO 1: PANEL FOTOGRAFICO</b>		<b>95</b>
<b>ANEXO 2: MATRIZ DE CONSISTENCIA</b>		<b>129</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1: L. de curva según velocidad.....</i>	<i>21</i>
<i>Tabla 2: Deflex. Máx. aceptables sin curva circular.....</i>	<i>21</i>
<i>Tabla 3: Longitudes en tramos de tangente.....</i>	<i>22</i>
<i>Tabla 4: Fricción max. en curva.....</i>	<i>27</i>
<i>Tabla 5: Radio lím. en contraperalte vía pavimentada.....</i>	<i>28</i>
<i>Tabla 6 Aceleración transversal.....</i>	<i>35</i>

## RESUMEN

**Objetivo:** Realizar un diseño automatizado de la norma técnica DG2018, para elaborar y verificar diseños geométricos de carreteras mediante AutoCAD Civil 3D.

**Materiales y métodos:** Esta con respecto al diseño es de característica no experimental, es de tipo básica, presenta un enfoque cualitativo y de nivel correlacional. La población en estudio es una carretera de 26+00 km y la muestra considerada es de un tramo de 5+00 km. Se utilizaron como técnicas la observación y diseño, procesándose los datos mediante el programa Civil 3D (AutoCAD).

**Resultados:** Se elaboró realizándose el diseño de la carretera de Canta a Huamantanga, también la corrección de puntos topográficos tomados de la Estación total Además se demostró que la hipótesis planteada sobre el uso de XML y el AutoCAD Civil 3D se mejorará significativamente, para elaborar diseños geométricos de carreteras, es verdadera en el que se aplicó el manual DG 2018.

**Conclusiones:** Existe relación entre diseño automatizado de la norma de diseño geométrico de carreteras en XML aplicado en AutoCAD Civil 3D, esto se muestra en la hipótesis utilizando el programa, donde al ser procesado los datos mediante el programa XML se obtuvo errores de alineamiento en el diseño geométrico de la carretera.

**Palabras clave:** XML, geométrico, alineamiento, diseño.

## ABSTRACT

**Objective:** To make an automated design of the technical standard DG2018, to elaborate and to verify geometric designs of roads by means of AutoCAD Civil 3D.

**Materials and methods:** This with respect to the design isn't experimental characteristic, it is of the basic type, it presents a qualitative and correlational level approach. The population in study is a road of 26 + 00 km and the sample considered is of a section of 5 + 00 km. Observation and design techniques were used, processing the data through the Civil 3D program (AutoCAD).

**Results:** The design of the road from Canta to Huamantanga was also developed, also the correction of topographic points taken from the Total Station It was also demonstrated that the hypothesis proposed on the use of XML and the Civil AutoCAD 3D will be significantly improved, to elaborate geometric designs of roads, it is true in which the DG 2018 manual was applied

**Conclusions:** There is a relationship between automated design of the geometric road design standard in XML applied in AutoCAD Civil 3D, this is shown in the hypothesis test using the program, where when the data was processed through the XML program, alignment errors were obtained in the geometric road design.

**Keywords:** xml, Geometric, alignment, design,

## INTRODUCCIÓN

Esta tesis tiene como objeto de estudio analizar la norma técnica DG 2018 para verificar y elaborar los caminos donde el tránsito es bajo para los accesos de los peatones de algunas comunidades, son accesos necesarios para cualquier sistema que nos pueda brindar servicios de transporte a áreas rurales y urbanas; también el mejoramiento del traslado de bienes y servicios, asimismo promueve que se desarrollen.

Para diseñar una buena carretera se toma en cuenta el transporte que necesitan los beneficiarios de la carretera, de la misma manera el bienestar y seguridad de las personas, interactuando con limitaciones de origen natural y físicas de este medio, en el que el proyecto se ejecutará. (Aleman, Juarez, & Nerio, 2015).

Y siendo este manual tan indispensable para el criterio de Diseño Geométrico de carreteras, siempre se ha buscado la manera más sencilla de diseñar y con menor cantidad de tiempo empleado.

En el presente proyecto pretendemos aplicar de manera racional el manual de carreteras y un programa para realizar un diseño de carreteras, teniendo en cuenta los parámetros indicados para asegurar la eficacia de todos los elementos aplicados para la realización del trabajo.

# **CAPÍTULO I**

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1. Descripción de la Realidad Problemática**

En nuestro país, ha habido un aumento significativo de elaboración de vías y caminos que brindan o son de utilidad, entre distritos, provincias y a veces entre departamentos. Coadyuvando de esa manera a que estos distritos, provincias y departamentos que tienen la necesidad de interrelacionarse y a su vez mejorando también el aspecto económico de los mismos.

También podemos decir que la población peruana tiene muchas necesidades, es por eso que los ministerios, los gobiernos regionales, municipalidades provinciales y municipalidades distritales, buscan cubrir estas necesidades, mediante la construcción de vías de accesos, hospitales, colegios, obras de agua y alcantarillado, etc.

El diseño de carreteras es muy importante para el transporte de la población. Es por eso que en el Perú a través de los ministerios ( MTC) brinda este manual del MTC de diseño de carreteras DG 2018 al alcance de toda la población.

Debido a esta situación, es necesario analizar la carencia de la relación entre la norma peruana y los programas de diseño, hacen que se genere una demora en la elaboración de proyectos de carreteras, para así conocer los cuales son las principales deficiencias que posee y plantear alternativas de solución, para que los proyectistas puedan diseñar rápida y eficazmente.

## **1.2. Formulación del Problema**

### **1.2.1. Problema General.**

¿De qué manera se puede realizar un diseño automatizado de la norma técnica DG2018, para elaborar y verificar diseños geométricos de carreteras mediante AutoCAD Civil 3D?

### **1.2.2. Problemas específicos.**

- ¿De qué manera se puede elaborar los diseños geométricos de carreteras mediante AutoCAD Civil 3D, con criterios de diseño de la norma técnica DG2018?
- ¿De qué manera se puede verificar los diseños geométricos de carreteras mediante AutoCAD Civil 3D, con criterios de diseño de la norma técnica DG2018?

## **1.3. Objetivos de la Investigación**

### **1.3.1. Objetivo general:**

Encontrar un diseño automatizado de la norma técnica DG2018, para elaborar y verificar diseños geométricos de carreteras mediante AutoCAD Civil 3D.

### **1.3.2. Objetivos específicos:**

- Elaborar los diseños geométricos de carreteras mediante AutoCAD Civil 3D, con criterios de diseño de la norma técnica DG2018.
- Verificar si los diseños geométricos de carreteras mediante AutoCAD Civil 3D, tienen criterios de diseño de la norma técnica DG2018.

#### **1.4. Justificación de la Investigación**

La siguiente tesis realizada pretende analizar la falta de integración entre la tecnología y las normativas peruanas, el cual es de gran importancia en el reconocimiento de los proyectistas que trabajan puedan resolver los principales problemas.

Asimismo, justificamos la presente investigación de la aplicación de este importante manual DG 2018, que será para reconocer estas características que propone dar un mejor funcionamiento y de esta manera mejorar los proyectos realizados de manera errónea.

Desde este punto de vista el trabajo de investigación, es importante debido a que analizamos los distintos tipos de carreteras que encontramos en nuestro país, y de una manera queremos solucionar la falta de tecnología aplicada a nuestra normativa peruana.

Metodológicamente el presente trabajo de investigación básica e importante porque permitirá la aplicación del Diseño Geométrico de carreteras que podrá tenerse en cuenta para futuras investigaciones

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes de la Investigación**

##### **2.1.1. Investigaciones Internacionales**

(Aleman, Juarez, & Nerio, 2015) En la tesis que presentó para obtener el título de Ingeniero Civil: (“Propuesta del diseño geométrico de 5.0 KM de vía acceso vecinal montañosa, final Col. Quezaltepeque-Cantón Victoria, Santa Cleta, La Libertad, utilizando software especializado para diseño de carreteras”) en la Universidad de El Salvador. Arribó a la siguiente conclusión:

Llego a la conclusión que las pendientes longitudinales utilizadas en el alineamiento de la vertical son las más óptimas, debido a que un objetivo de esta vía es el de obtener comunicación y desarrollo y poder generar turismo (p.290).

En síntesis, podemos decir de acuerdo a lo leído de la presente investigación antes citada que se considera como un diseño aceptable pero no absoluto puesto a que esta tesis no ha sido trabajada con un proyecto topográfico para que pueda generar las curvas de nivel aceptable y hacer un correcto diseño geométrico con las medidas dadas.

(Carreras, 2010-2011) En su tesis de investigación de pregrado para obtener el título de Ingeniero Civil: ("La consistencia del diseño geométrico en vías de Interés Nacional de dos carriles") en la Universidad Central "MARTA ABREU" de las Villas. Determinó las conclusiones mencionadas:

La evaluación de la consistencia se realizó en cinco tramos de carreteras para ambos sentidos de circulación, los que suman 63 Km de vía, obteniéndose regular en todos los tramos evaluados. El fruto obtenido en estos últimos años se han insertado muchos cambios tecnológicos en los automóviles, como su ancho y también su largo, asimismo la velocidad, los frenos, y las iluminaciones, etc. El uso de la computadora permite desplazarnos a mucha más velocidad y con una mejor seguridad.

En síntesis, podemos decir que a medida de los años la tecnología ha avanzado por lo tanto también en el sistema vehicular, y debido a eso se actualizó la norma técnica del DG para poder brindar un correcto resultado en el diseño de carretera.

(Lorenas, 2009) Realizó la tesis necesaria para el título de Ingeniero Civil: ("El diseño Geométrico de corredores exclusivos de transporte para ciudades de la sierra y su incidencia en la disminución de tiempos de viaje y costos de operación") en la Universidad Técnica de Ambato. Arribó a las siguientes conclusiones:

La contaminación ambiental que provoca tener una cantidad de buses de tecnología antigua será disminuida notablemente con corredores exclusivos, ayudando a disminuir el efecto invernadero que cada día es más evidente en el planeta.

La equidad en el uso del espacio público se incrementa ya que los beneficiarios directos son las personas que viajan en buses, que generalmente son las personas de clase baja a clase media los cuales son el 80% de los viajes que se efectúa en las ciudades, ocupan solo el 20% de vehículos que están en la ciudad.

Somos de la opinión que acepta la reducción de la contaminación ambiental que provocan los automóviles y buses de tecnología antigua, por lo cuál debe ser escaso su uso, ya que sería una mejora para el ambiente y los ciudadanos.

### **2.1.2. Investigaciones Nacionales**

(Rosales, 2003) Desarrolló la tesis de pregrado para optar el título de Ingeniero Civil : (Diseño de la carretera Condebamba-Canta km. 0+00-km. 07+76) en la Universidad Nacional de Ingeniería. Arribó a las siguientes conclusiones:

Se ha obtenido 05 curvas de volteo (de desarrollo) en cuyas zonas se observan radios mínimos, pero dentro de los límites establecidos. Asimismo, se observa en algunas curvas reversas la falta de longitudes de transición del peralte siendo necesario la adecuada señalización.

Se detectan curvas en donde la distancia mínima de visibilidad de parada es limitada, por lo que, a fin de evitar mayor movimiento de tierras, debe proyectarse la señalización preventiva adecuada.

El EMS efectuados desde un primer kilómetro de la vía, se puede concluir la buena calidad del terreno de fundación con un CBR de 25%, originando de acuerdo a los diseños, prescindir del cimiento.

Del resumen de diseños de pavimentos, se observa que los métodos de la AASHTO arrojan los mayores valores.

Se ha planteado la necesidad de adoptar para las vías rurales, catalogas de diseño de pavimentos, teniendo en cuenta la diversidad de características de nuestras regiones, y del diseño integral de pavimentos, tal como estila en otros países.

En nuestra opinión el estudio efectuado en el diseño se concluye que es una buena calidad de terreno, y que por motivo de las distancias de paradas debe de haber señalización preventiva para evitar futuros accidentes de tránsito.

(Tarazona, 2008) En la tesis necesaria para poder titularse como Ingeniero Civil titulado: (Diseño Geométrico de la Carretera Sayanacotamacon GPS) en la Universidad Nacional de Ingeniería. Llego a concluir:

El sistema GPS tiene ventajas sobre los métodos topográficos clásicos, debido a que no requiere intervisibilidad entre las estaciones, puede ser usado en cualquier momento del día y la noche, se obtiene mejores rendimientos, en menos tiempo y con menos personal.

La diferencia de cotas promedio entre los perfiles es de 0.17 cm. y el rango valores absolutos de los delta's es de 0 a 0.58 cm.

En proyectos del ámbito vial y de transporte es importante tener un sustento técnico que demuestre su viabilidad (SNIP), por tal razón, es vital determinar sus características técnicas, la cual se encuentra en función del IMD y la clasificación proyectado y la orografía.

Del análisis comparativo de la partida Movimiento de Tierras se obtiene una diferencia de 13% en volumen de corte y -32% en volumen de relleno. Finalmente, del análisis de costos de las partidas, la incidencia es de 9.08%.

En síntesis, podemos decir de acuerdo a lo leído de la presente investigación antes citada, que el uso del GPS es muy accesible y con mayor rapidez en el avance de la medida del

terreno, y que puede ser usada en cualquier momento, pero no es muy recomendable, debido a que su precisión es inexacta y no tenemos un adecuado levantamiento topográfico.

(Chura & Mamani, 2016) En la tesis para poder titularse de Ingeniero Civil: (Diseño de intercambio Vial en Intersecciones De la carretera Panamericana Sur y de Puno) en la Universidad Nacional Del Altiplano. Arribó a las siguientes conclusiones:

La alternativa para la intersección en un desnivel, se determinó el de tipo trompeta, esta contiene 03 ramales y también un enlace, para una cantidad de vehículos de 172 vehículos para tiempos de 15 min. en la dirección desde Puno hasta Desaguadero.

En los EMS se realizó una exploración 7.60 m de profundidad obteniendo lo siguiente: N.F. -0.40 metros, arena limosa según clasificación SUCS, etc.

En síntesis, las características proporcionadas fueron extraídas del DG-2014 para dar un diseño prevalente de tipo trompeta con prevalencia en la entrada, y seguir con las características planteadas en el DG-2014 para dar las secciones del puente, los carriles, aceras.

## **2.2. Bases Teóricas**

### **2.2.1. Diseño Geométrico De Carreteras (DG)**

El DG de cualquier tipo de carretera es el método de nuestra carrera que emplea la trayectoria de una vía en el terreno. (Alicante, 2019)

En nuestro manual DG- 2018 describe como los elementos de todas las carretera en primer lugar la planta, asimismo tambien los perfiles y por ultimo las secciones

transversales, que deben de tener un continuo tránsito con una velocidad constante, de acuerdo con las normas que se dice para la vía.

### **2.2.1.1. Diseño Geométrico En Planta**

Según el diseño que se realizará en planta, contiene alineamientos rectos, asimismo las curvas, que van a permitir que el vehículo pueda pasar de alineaciones curvas a rectas o al contrario y asimismo entre curvas distintas. (MTC, Diseño Geométrico de carretera DG2018, 2018)

En síntesis los alineamientos tienen que permitir el cálculo constante de vehículos, aplicando siempre las velocidades de diseño en mayores longitudes de tramos.

En la descripción del dibujo en planta corresponderá a un eje, que establecerá cada punto en las secciones transversales de la vía. Usualmente, en algunas ocasiones suficientemente demostrados, se adquirirá para el eje de la carretera:

#### **2.2.1.1.1. Consideraciones de diseño**

Criterios para poder diseñar en planta:

- Se deben de evitarse en los mayores tramos muchas longitudes. Durante el día los tramos no llegan a tener una variación de color, en cuanto a la noche, aumenta el peligro por la falta de alumbramiento, ya que los vehículos avanzan en sentido opuesto. Se recomienda reemplazar por radios más grandes. (MTC, 2018)
- El trazo para las autopistas de primer y segundo nivel deberán contener combinaciones de curvas con un amplio radio y no mucha extensión de las tangentes.
- Según (MTC, 2018), la determinación de ángulos de deflexiones  $\Delta$  en este caso mínimos, menores a  $5^\circ$ , el radio tiene que ser amplio para brindar una longitud de mínima curva  $L$  :

Utilizando la siguiente formula

$$L > 30(10 - \Delta), \Delta < 5^\circ$$

(Para L usar metros; y el angulo usar grados)

La longitud mín. de curva (L)

*Tabla 1: L. de curva según velocidad*

Carretera red nacional	L (m)
Autopistas	6V
Carrreteras de dos carriles	3V

*Fuente: MTC- Manual DG 2018*

- Para los pequeños ángulos, no se requiere una curva . Como podemos observar en el cuadro siguiente, no se requiere curvas horizontales en inflexión máx.

*Tabla 2: Deflex. Máx. aceptables sin curva circular*

Velocidad de diseño	Deflexión máxima aceptable sin curva circular
30	2°30'
40	2°15'
50	1°50'
60	1°30'
70	1°20'
80	1°10'

*Fuente: MTC – Manual DG 2018*

En síntesis es evitar el peligro por la falta de alumbramiento y no seguir el diseño adecuado, lo más adecuado es seguir el protocolo dado en el diseño para obtener un mejor desempeño en el uso de la carretera.

### 2.2.1.1.2. Tramos en tangente

La long. aceptables (maximas o minimas ) para distintos tramos tangente, teniendo en cuenta la velocidad son:

*Tabla 3: Longitudes en tramos de tangente*

<b>V (km/h)</b>	<b>L min.s (m)</b>	<b>L min.o (m)</b>	<b>L máx. (m)</b>
30	42	84	500
40	56	111	668
50	69	139	835
60	83	167	1002
70	97	194	1169
80	111	222	1336
90	125	250	1503
100	139	278	1670
110	153	306	1837
120	167	333	2004
130	180	362	2171

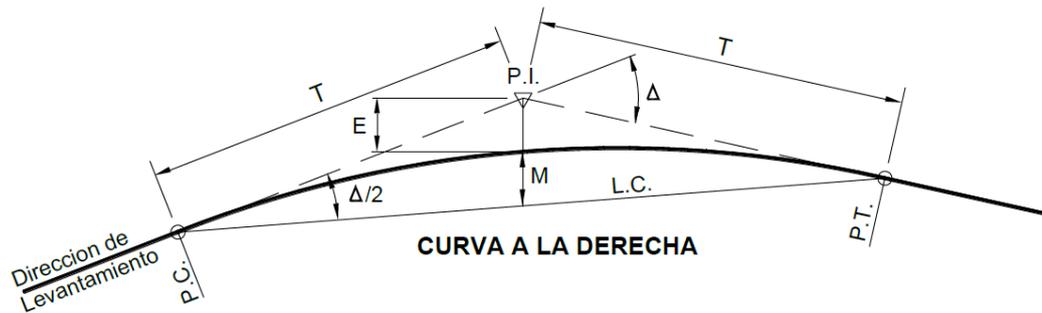
*Fuente: Manual del MTC - DG 2018*

### 2.2.1.1.3. Curvas circulares

Se denominan curvas circulares a los arcos en circunferencia que poseen un unico R:radio y pueden unir dos alineamientos rectos. (MTC, 2018)

### 2.2.1.1.3.1. Elementos

Figura 1: Símbolos en una curva



$$T = R \tan \Delta / 2$$

$$L.C. = 2R \text{sen} \Delta / 2$$

$$L = 2\pi R \Delta / 360$$

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

$$E = R [\sec (\Delta / 2) - 1]$$

Fuente: Manual del MTC- DG 2018

### 2.2.1.1.3.2. Radios mínimos

A nuestro parecer para el radio mínimo de curvatura horizontal siempre son menores R:Radio que recorren con V y la f (tasa máx peralte) para obtener un margen aceptable destinado para la seguridad y comodidad de la población. (MTC, 2018)

$$R_{\text{mín}} = V^2 / 127 (P_{\text{máx}} + f_{\text{máx}})$$

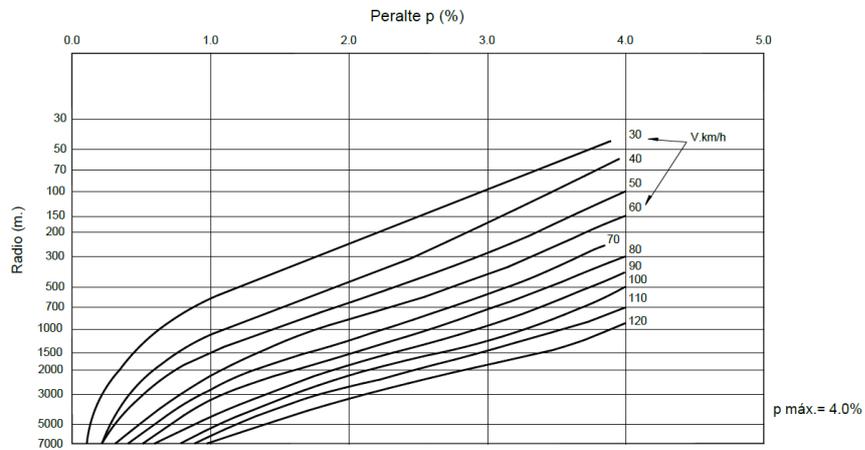
Figura 2: Los radios mín y peraltes max

Ubicación de la vía	Velocidad de diseño	P 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	492.1	495
	110	4.00	0.11	635.2	635
	120	4.00	0.09	872.2	875
Área rural (con peligro de hielo)	130	4.00	0.08	1108.9	1110
	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	335.9	335
Área rural (plano u ondulada)	100	6.00	0.12	437.4	440
	30	8.00	0.17	28.3	30
	40	8.00	0.17	50.4	50
	50	8.00	0.16	82	85
	60	8.00	0.15	123.2	125
	70	8.00	0.14	175.4	175
	80	8.00	0.14	229.1	230
	90	8.00	0.13	303.7	305
	100	8.00	0.12	393.7	395
	110	8.00	0.11	501.5	500
Área rural (accidentada o escarpada)	120	8.00	0.09	667	670
	130	8.00	0.08	831.7	835
	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: Manual del MTC- DG 2018

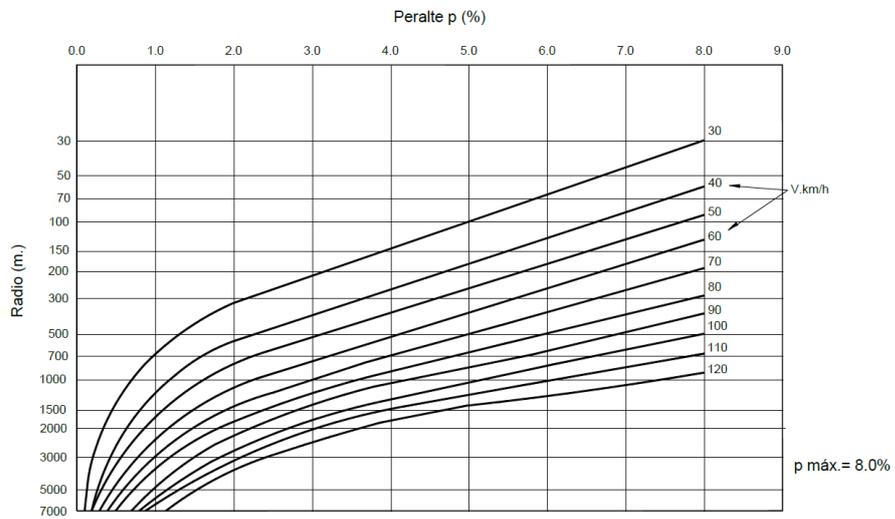
### 2.2.1.1.3.3. Peralte (f), Radio(R) y velocidad(V)

Figura 3: Peralte- área urbana en cruce



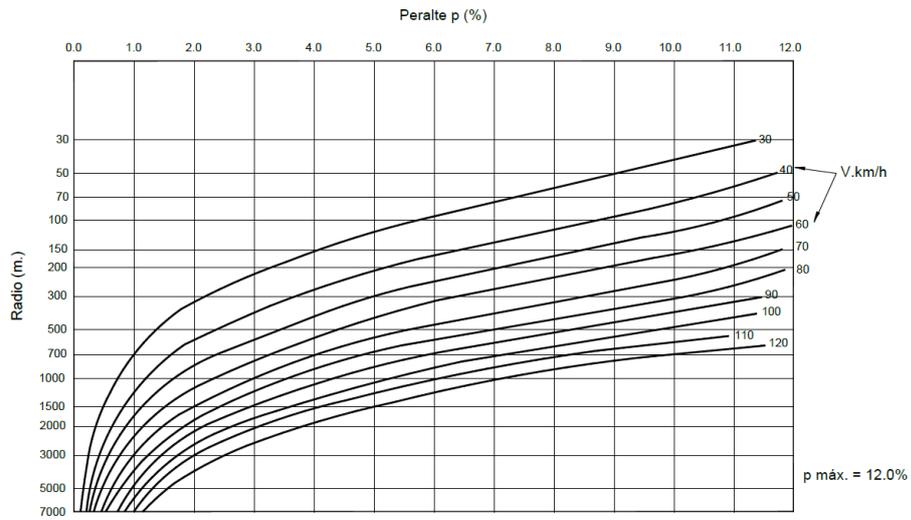
Fuente: Manual de MTC- DG 2018

Figura 4: Peralte - zona rural



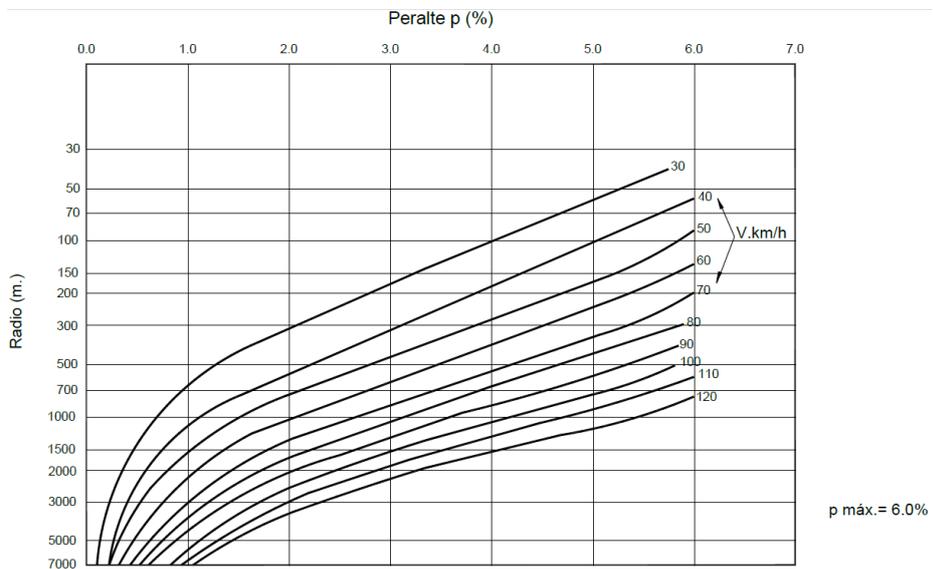
Fuente: Manual del MTC - DG 2018

Figura 5: Peralte- area rural



Fuente: MTC – DG-2018

Figura 6: Peralte- área con hielo



Fuente: Manual del MTC - DG 2018

(MTC, 2018) En Tercera Clase, usando la siguiente fórmula , se puede determinar valores precisados en la Tabla.

$$R_{mín} = V^2 / 127 (0.01 e_{máx} + f_{máx})$$

Tabla 4: Fricción max. en curva

Velocidad de diseño Km/h	f <sub>máx</sub>
30 (ó menos)	0.17
40	0.17
50	0.16
60	0.15

Fuente: Manual del MTC - DG 2018

Figura 7: Radio mín., peraltes máx y valor límite de fricción.

Velocidad específica km/h	Peralte máximo e (%)	Valor límite de fricción f <sub>máx.</sub>	Calculado radio mínimo (m)	Redondeo radio mínimo (m)
30	4.0	0.17	33.7	35
40	4.0	0.17	60.0	60
50	4.0	0.16	98.4	100
60	4.0	0.15	149.1	150
30	6.0	0.17	30.8	30
40	6.0	0.17	54.7	5
50	6.0	0.16	89.4	90
60	6.0	0.15	134.9	135
30	8.0	0.17	28.3	30
40	8.0	0.17	50.4	50
50	8.0	0.16	82	80
60	8.0	0.15	123.2	125
30	10.0	0.17	26.2	25
40	10.0	0.17	46.6	45
50	10.0	0.16	75.7	75
60	10.0	0.15	113.3	115
30	12.0	0.17	24.4	25
40	12.0	0.17	43.4	45
50	12.0	0.16	70.3	70
60	12.0	0.15	104.9	105

Fuente: Manual del MTC - DG 2018

#### 2.2.1.1.3.4. Curvas en contraperalte

Puede optar conforme este resultado , si el radio  $\geq$  que el mostrado en la Tabla 5, en cualquiera de las próximas condiciones:

- La pendiente(%) long. es demasiado baja y la transición de peralte aumentara el necesario drenaje.
- En zonas de transición que hay ramales de entrada y/o salida juntos con la curva extensa, se evita el quiebre de la arista entre ellas.

Bombeo = -2.5%

Coefficiente de fricción lateral aceptable  $f = f_{\text{máx}}/2$

Entonces:

$R \text{ límite contraperalte} = V^2/127 ((f_{\text{máx}}/2) - 0.025)$

*Tabla 5: Radio lím. en contraperalte vía pavimentada*

Velocidad (km/h)	60	70	80	90	100	110	120	130
$(f_{\text{máx}}/2 - 0.025)$	0.05	0.05	0.045	0.04	0.04	0.035	0.03	0.25
<b>RL Calculado</b>	567	772	1120	1560	1970	2722	3780	5322
<b>RL Adoptado</b>	1000	1000	1200	1600	2000	2800	4000	5500

*Fuente: Manual del MTC - DG 2018*

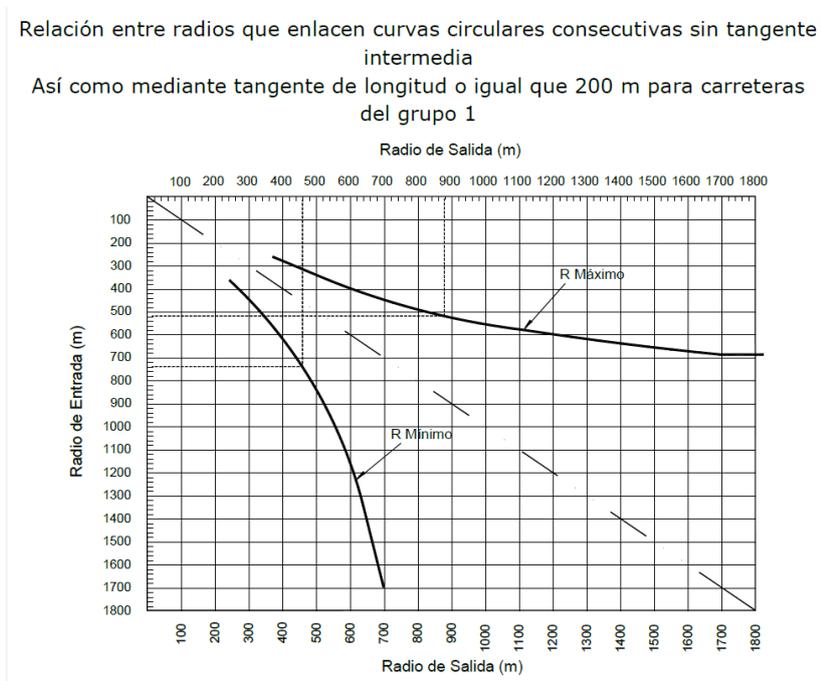
En síntesis, se da un contraperalte en relación al sentido de las curvas para obtener un radio que es igual a la tabla referenciada dada.

### 2.2.1.1.3.5. Coordinación entre curvas circulares

(MTC, 2018) La coordinación entre curvas circulares se da , en momento que se unen curvas circulares seguidas sin tangente intermedia, la relación de radios de las curvas circulares no sera mayor a los de la Figura 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 y 15

- Grupo(G) 1: Primera Clase (carreteras y Autopistas )
- Grupo(G) 2: Segunda y Tercera Clase ( Carretera)

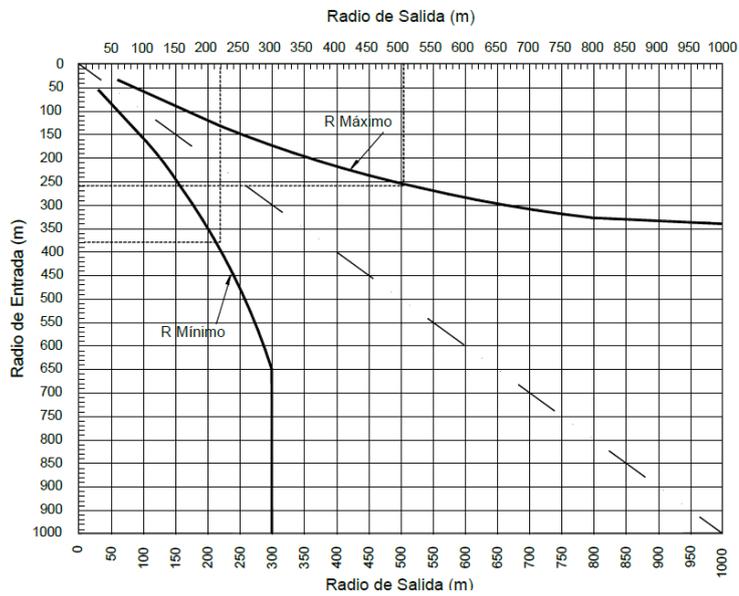
*Figura 8: Radios G-1*



*Fuente: Manual del MTC - DG 2018*

figura 9: Radios G-2

Relación entre radios que enlacen curvas circulares consecutivas sin tangente intermedia  
 Así como mediante tangente de longitud menor o igual que 200 m para carreteras del grupo 2



Fuente: Manual del MTC - DG 2018

Figura 10: Radios G-1

Radio Entrada (m)	Radio Salida (m)		Radio Entrada (m)	Radio Salida (m)	
	Máximo	Mínimo		Máximo	Mínimo
250	375	250	820	> 1720	495
260	390	250	840	> 1720	503
270	405	250	880	> 1720	510
280	420	250	880	> 1720	517
290	435	250	900	> 1720	524
300	450	250	920	> 1720	531
310	466	250	940	> 1720	537
320	481	250	960	> 1720	544
330	497	250	980	> 1720	550
340	513	250	1000	> 1720	558

Fuente: Manual del MTC- DG 2018

Figura 11: Radios consecutivos – G1

Radio Entrada (m)	Radio Salida (m)		Radio Entrada (m)	Radio Salida (m)	
	Máximo	Mínimo		Máximo	Mínimo
350	529	250	1020	> 1720	561
360	545	250	1040	> 1720	567
370	562	250	1060	> 1720	572
380	579	253	1080	> 1720	578
390	596	260	1100	> 1720	583
400	614	267	1120	> 1720	588
410	633	273	1140	> 1720	593
420	652	280	1160	> 1720	598
430	671	287	1180	> 1720	602
440	692	293	1200	> 1720	607
450	713	300	1220	> 1720	611
460	735	306	1240	> 1720	616
470	758	313	1260	> 1720	620
480	781	319	1280	> 1720	624
490	806	326	1300	> 1720	628
500	832	332	1320	> 1720	632
510	859	338	1340	> 1720	636
520	887	345	1360	> 1720	640

Fuente: Manual del MTC - DG 2018

Figura 12: Radios G-1 (Continuación)

530	917	351	1380	> 1720	644
540	948	357	1400	> 1720	648
550	981	363	1420	> 1720	651
560	1015	369	1440	> 1720	655
570	1051	375	1460	> 1720	659
580	1089	381	1480	> 1720	662
590	1128	386	1500	> 1720	666
600	1170	392	1520	> 1720	669
610	1214	398	1540	> 1720	672

Fuente: Manual del MTC - DG 2018

Figura 13: Relación -radios consecutivos – G-I(Continuación)

Radio Entrada (m)	Radio Salida (m)		Radio Entrada (m)	Radio Salida (m)	
	Máximo	Mínimo		Máximo	Mínimo
40	60	50	360	> 670	212
50	75	50	370	> 670	216
60	90	50	380	> 670	220
70	105	50	390	> 670	223
80	120	53	400	> 670	227
90	135	60	410	> 670	231
100	151	67	420	> 670	234
110	166	73	430	> 670	238
120	182	80	440	> 670	241
130	198	87	450	> 670	244
140	215	93	460	> 670	247
150	232	100	470	> 670	250
160	250	106	480	> 670	253
170	269	112	490	> 670	256
180	289	119	500	> 670	259
190	309	125	510	> 670	262
200	332	131	520	> 670	265
210	355	137	530	> 670	267
220	381	143	540	> 670	270
230	408	149	550	> 670	273
240	437	154	560	> 670	275
250	469	160	570	> 670	278
260	503	165	580	> 670	280

Figura 14: Relación - radios consecutivos – G-2

Radio Entrada (m)	Radio Salida (m)		Radio Entrada (m)	Radio Salida (m)	
	Máximo	Mínimo		Máximo	Mínimo
620	1260	403	1560	> 1720	676
640	1359	414	1580	> 1720	679
660	1468	424	1600	> 1720	682
680	1588	434	1620	> 1720	685
700	1720	444	1640	> 1720	688
720	> 1720	453	1660	> 1720	691
740	> 1720	462	1680	> 1720	694
760	> 1720	471	1700	> 1720	697
780	> 1720	479	1720	> 1720	700
800	> 1720	488		> 1720	

Fuente: MTC – DG-2018

Figura 15: Relación - radios consecutivos – G-2 (Continuación)

Radio Entrada (m)	Radio Salida (m)		Radio Entrada (m)	Radio Salida (m)	
	Máximo	Mínimo		Máximo	Mínimo
270	540	171	590	> 670	282
280	580	176	600	> 670	285
290	623	181	610	> 670	287
300	670	186	620	> 670	289
310	> 670	190	640	> 670	294
320	> 670	195	660	> 670	298
330	> 670	199	680	> 670	302
340	> 670	204	700	> 670	306
350	> 670	208		> 670	

Fuente: MTC – DG-2018

En conclusión, se deben unir curvas seguidas sin tangente intermedia y siempre respetando los valores obtenidos en las tablas dadas para los 2 grupos.

#### 2.2.1.1.4. Curvas de transición

En síntesis, a nuestro parecer, las curvas de transición son una curva calculada para trazar una sección de la carretera o cualquier sistema vial, donde desde una alineación recta cambia a una curva circular.

##### 2.2.1.1.4.1. Tipo-curvas de transiciones

(MTC, 2018) Se utilizará la clotoide cuyos beneficios son:

- La aceleración transversal no compensada, propia de una trayectoria en curva, puede controlarse graduando su incremento a una magnitud que no produzca molestia a los ocupantes del vehículo.
- La flexibilidad de la clotoide permite acomodarse al terreno sin romper la continuidad, mejorando la armonía y apariencia de la carretera.

La ecuación de la clotoide (Euler) está dada por:

$$R L = A^2 \dots (*)$$

##### 2.2.1.1.4.2. Determinar el parámetro para utilizar

(MTC, 2018) Para usar el parámetro mínimo ( $A_{mín}$ ), de la clotoide determinada para distribuir las aceleraciones transversales que no se encuentran compensadas, a una tasa  $J$  que tenga compatibilidad con comodidad y la seguridad necesaria.

$$A_{mín} = \sqrt{\frac{VR}{46.656} \left( \frac{V^2}{R} - 1.27p \right)}$$

*Tabla 6 Aceleración transversal*

<b>V</b> <b>(km/h)</b>	<b>V &lt; 80</b>	<b>80 &lt; V &lt; 100</b>	<b>100 &lt; V &lt; 120</b>	<b>V &gt; 120</b>
<b>J (m/s<sup>3</sup>)</b>	0.5	0.4	0.4	0.4
<b>Jmáx (m/s<sup>3</sup>)</b>	0.7	0.8	0.5	0.4

*Fuente: Manual del MTC – DG-2018*

#### **2.2.1.1.4.3. Long -curva de transición**

(MTC, 2018) Los valores mín. se diseñarán utilizando la siguiente formula:

$$L_{\text{mín}} = \frac{V}{46.656J} \left( \frac{V^2}{R} - 1.27p \right)$$

Figura 16:  $L_{\text{mín}}$  - curva de transición

Velocidad Km/h	Radio mín. m	J m/s <sup>3</sup>	Peralte máx. %	A mín. m <sup>2</sup>	Longitud de transición (L)	
					Calculada m	Redondeada m
30	24	0.5	12	26	28	30
30	26	0.5	10	27	28	30
30	28	0.5	8	28	28	30
30	31	0.5	6	29	27	30
30	34	0.5	4	31	28	30
30	37	0.5	2	32	28	30
40	43	0.5	12	40	37	40
40	47	0.5	10	41	36	40
40	50	0.5	8	43	37	40
40	55	0.5	6	45	37	40
40	60	0.5	4	47	37	40
40	66	0.5	2	50	38	40
50	70	0.5	12	55	43	45
50	76	0.5	10	57	43	45
50	82	0.5	8	60	44	45
50	89	0.5	6	62	43	45
50	98	0.5	4	66	44	45
50	109	0.5	2	69	44	45
60	105	0.5	12	72	49	50
60	113	0.5	10	75	50	50
60	123	0.5	8	78	49	50
60	135	0.5	6	81	49	50
60	149	0.5	4	86	50	50
60	167	0.5	2	90	49	50
70	148	0.5	12	89	54	55
70	161	0.5	10	93	54	55
70	175	0.5	8	97	54	55
70	193	0.5	6	101	53	55
70	214	0.5	4	107	54	55
70	241	0.5	2	113	53	55
80	194	0.4	12	121	75	75
80	210	0.4	10	126	76	75
80	229	0.4	8	132	76	75
80	252	0.4	6	139	77	75
80	280	0.4	4	146	76	75
80	314	0.4	2	155	76	75
90	255	0.4	12	143	80	80
90	277	0.4	10	149	80	80
90	304	0.4	8	155	79	80
90	336	0.4	6	163	79	80
90	375	0.4	4	173	80	80
90	425	0.4	2	184	80	80

Fuente: Manual del MTC- DG 2018

Figura 17:  $L_{\text{mín}}$  - curva de transición (continuación)

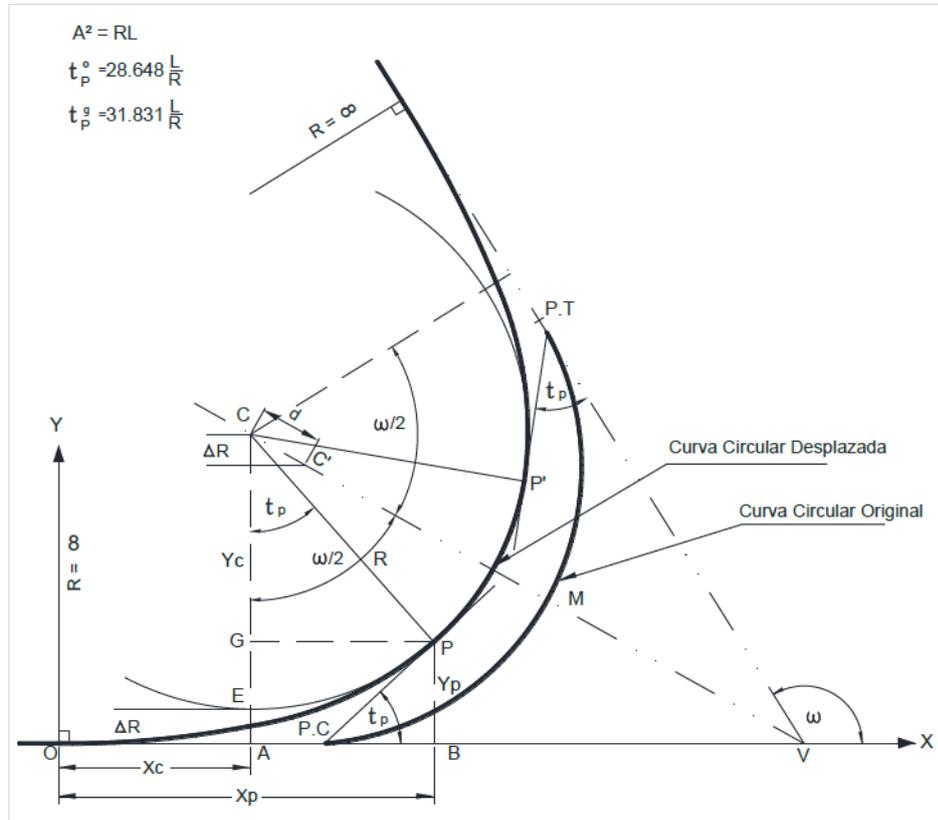
Velocidad Km/h	Radio mín. m	J $\text{m/s}^3$	Peralte máx. %	$A_{\text{mín.}}$ $\text{m}^2$	Longitud de transición (L)	
					Calculada m	Redondeada m
100	328	0.4	12	164	82	85
100	358	0.4	10	171	82	85
100	394	0.4	8	179	81	85
100	437	0.4	6	189	82	82
100	492	0.4	4	200	81	85
100	582	0.4	2	214	81	85
110	414	0.4	12	185	83	90
110	454	0.4	10	193	82	90
110	501	0.4	8	203	82	90
110	560	0.4	6	215	83	90
110	635	0.4	4	229	83	90
110	733	0.4	2	246	83	90
120	540	0.4	12	169	73	75
120	597	0.4	10	209	73	75
120	667	0.4	8	221	73	75
120	756	0.4	6	236	74	75
120	872	0.4	4	253	73	75
120	1031	0.4	2	275	73	75
130	700	0.4	12	208	62	65
130	783	0.4	10	220	62	65
130	887	0.4	8	234	62	65
130	1024	0.4	6	252	62	65
130	1210	0.4	4	274	62	65
130	1479	0.4	2	303	62	65

Fuente: Manual del MTC- DG 2018

Nota: No se tomaran las longitudes de transición menos de 30 m.

#### 2.2.1.1.4.4. Elementos curva de transición

Figura 18: Elementos



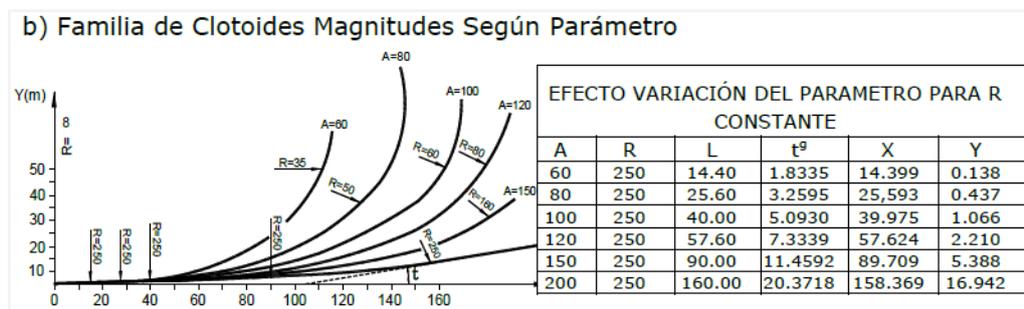
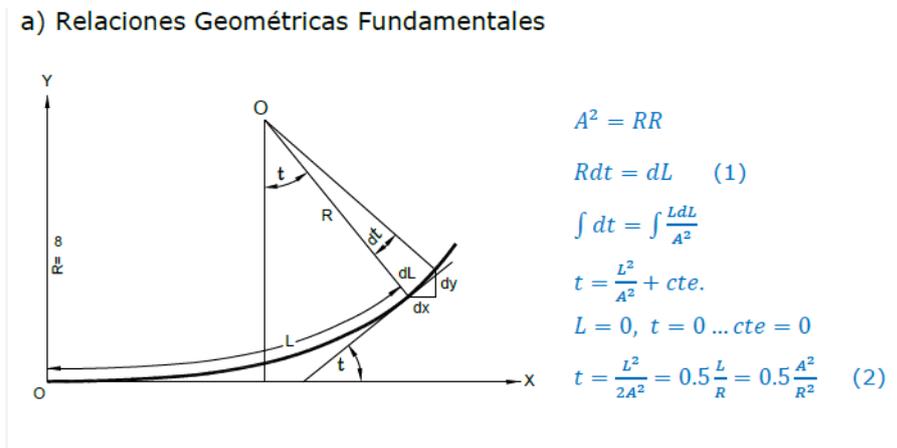
Fuente: MTC - DG-2018

Figura 19: Elemento en transición y curva circular

	$CE = CP = C'M = R$
Desplazamiento :	$\Delta R = EA = (PB - GE)$
	$\Delta R = Y_p - R(1 - \cos t_p)$
Desplazamiento Centro :	$d = CC' = \frac{\Delta R}{\cos \frac{\omega}{2}}$
Origen Curva Enlace :	$OV = X_p + AV - AB$
	$OV = X_p + (R + \Delta R) \tan \frac{\omega}{2} - R \operatorname{sen} t_p$
Coordenada de c :	$X_c = X_p - R \operatorname{sen} t_p$
	$Y_c = Y_p + R \cos t_p = R + \Delta R$
Desarrollo Circular :	$PP' = \frac{R(\omega - 2t_p)}{57.296} \quad (^\circ)$
	$PP' = \frac{R(\omega - 2t_p)}{63.662} \quad (g)$

Fuente: MTC – DG-2018

Figura 20: La clotoide



Fuente: MTC- DG-2018

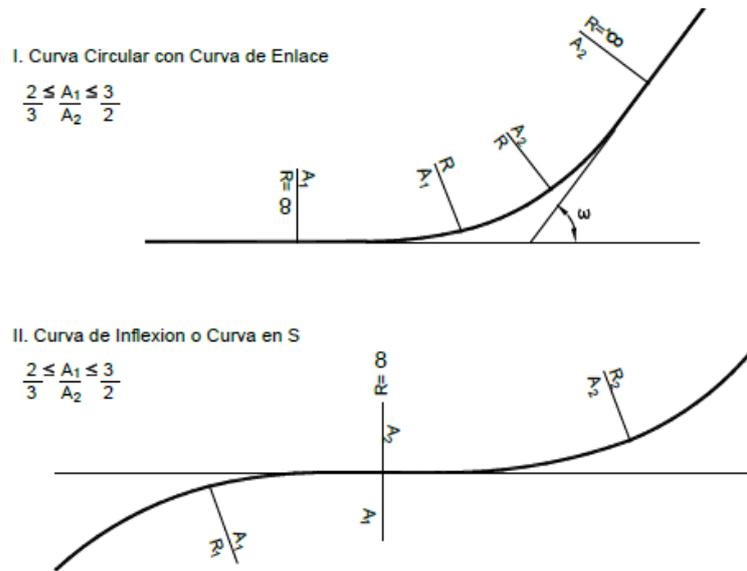
### 2.2.1.1.5. Curvas compuestas

Las curvas compuestas son curvas de diferentes radios aplicadas a la misma dirección, dirigidas hacia la misma dirección, colocadas una de otra. En la mayoría se eludirá el uso de curvas compuestas.

#### 2.2.1.1.5.1. Curvas vecinas del mismo sentido

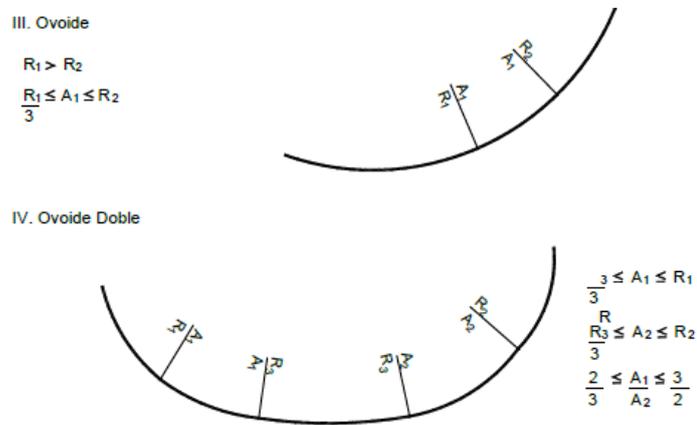
(MTC, 2018) La Figura incluye configuración para tener con seguridad y elegancia en el dibujo realizado.

Figura 21: Configuraciones- curva compuesta



Fuente: MTC - DG-2018

Figura 22: Configuraciones de curva compuesta



Fuente: Manual del MTC - DG 2018

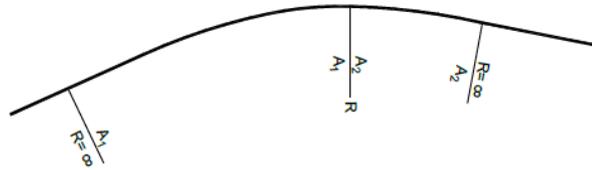
Figura 23: Configuraciones no recomendables

I. Clotoide de Vértice sin Arco Circular

En casos inevitables

$$A_1 \cong A_2$$

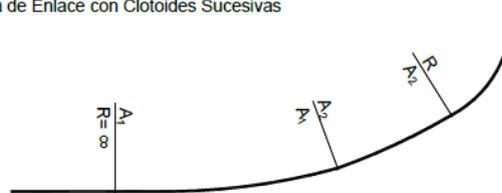
$$R \geq 1.4 R \text{ mínimo}$$



II. Falso Ovoide



III. Curva de Enlace con Clotoides Sucesivas



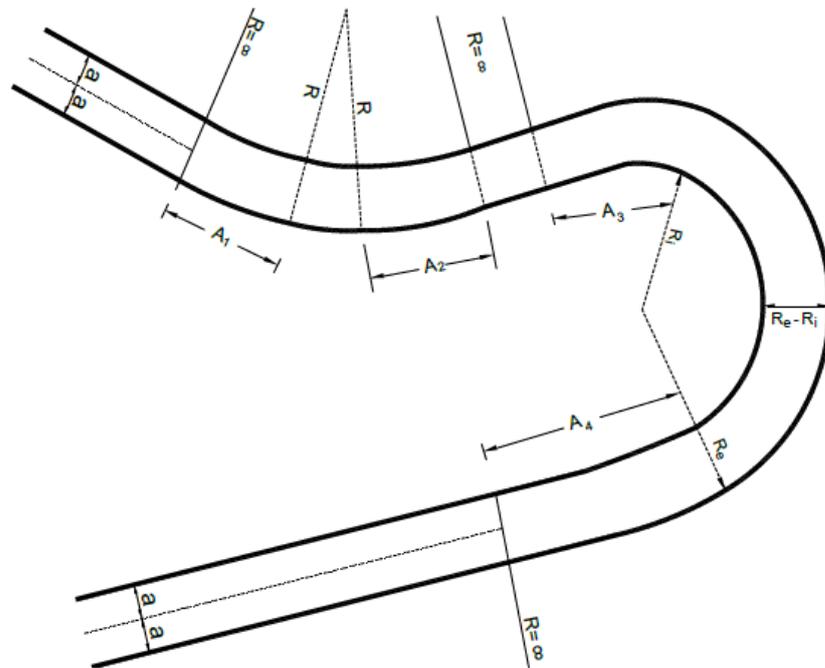
Fuente: Manual del MTC - DG 2018

### 2.2.1.1.6. Curvas de vuelta

(MTC, 2018) Son las proyectadas en una ladera cualquiera, para zonas accidentadas, con el único objetivo de obtener y alcanzar una cota mayor, sin pasar las pendientes máx.

En síntesis, en nuestra opinión, las curvas de vuelta son aplicadas a terrenos escarpados para alcanzar una cota mayor teniendo en cuenta la pendiente máxima, y así mismo evitar algún accidente en el diseño de carretera.

*Figura 24: Curva de volteo*



*Fuente: MTC – DG-2018*

(MTC, 2018) La figura, muestra valores posibles en  $R_i$  y  $R_e$  según los usos del vehículos:

T2S2: Es un camión semirremolque que describe la curva en el retorno.

C2: Camión dos ejes, el cual puede definir la curva con un vehículo ligero, cualquier tipo.

C2 + C2: 2 camiones de 2 ejes pueden definir la curva simultáneamente.

Figura 25:  $R$  exterior mín.

Radio interior $R_i$ (m)	Radio Exterior Mínimo $R_e$ (m). según maniobra prevista		
	T2S2	C2	C2+C2
6.0	14.00	15.75	17.50
7.0	14.50	16.50	18.25
8.0	15.25	17.25	19.00
10.0	16.75*	18.75	20.50
12.0	18.25*	20.50	22.25
15.0	21.00*	23.25	24.75
20.0	26.00*	28.00	29.25

Fuente: Manual del MTC - DG 2018

#### 2.2.1.1.7. Transición de peralte

(MTC, 2018) Es el dibujo del borde, en la que se dá el cambio en la pendiente(%), en el área tangente, y peraltada de la curva.

Para Tercera Clase, se considera valores para definir la longitud mín. de transición de bombeo y de peralte teniendo en cuenta nuestra velocidad.

#### 2.2.1.1.8. Sobreancho

Es la dimensión adicional en la carpeta asfáltica, en curva con la finalidad de compensar más espacios para la vuelta de los vehículos. (MTC, 2018).

### 2.2.1.1.8.1. Necesidad del sobreancho

(MTC, 2018) Esta necesidad se da porque existe una mayor dificultad de un vehículo cuando este se encuentra en curvos de cualquier tipo.

*Figura 26: Holguras usado en vehículos ancho de 2.60 m*

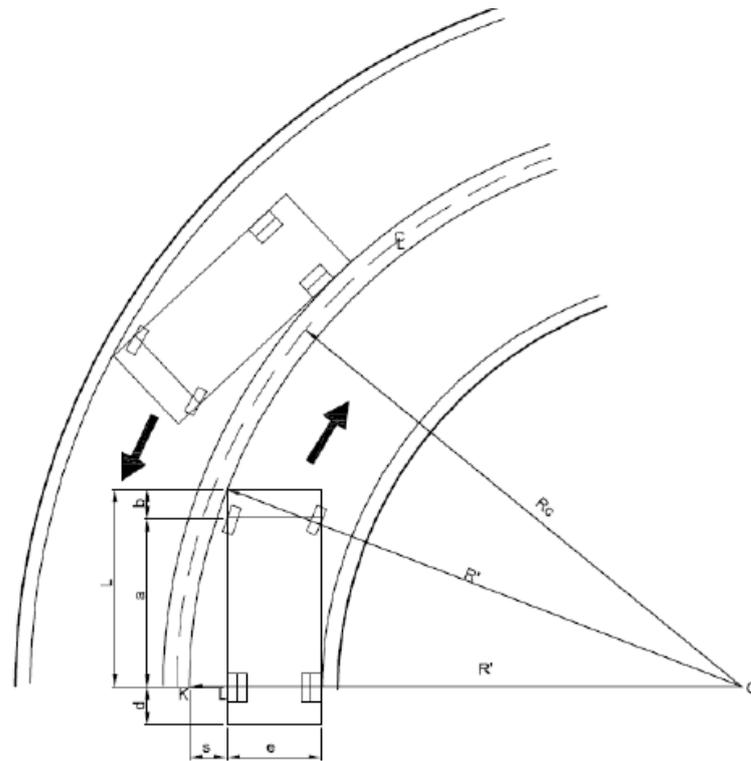
Calzada de 7.20 m		Calzada de 6.00 m	
En recta	En curva ensanchada	En recta	En curva ensanchada
$h_1$ 0.5 m	0.6 m	0.3 m	0.45 m
$h_2$ 0.4 m	0.4 m	0.1 m	0.05 m
$h_{2\text{ ext}}$ 0.4m	0.0 m	0.1 m	0.0 m

*Fuente: MTC – DG-2018*

### 2.2.1.1.8.2. Valores del sobreancho

(MTC, 2018) Este cambiará dependiendo el vehículo, radio de la curva y la velocidad para la cual se realiza el diseño y se empleará la fórmula:

Figura 27: sobreaño-curvas

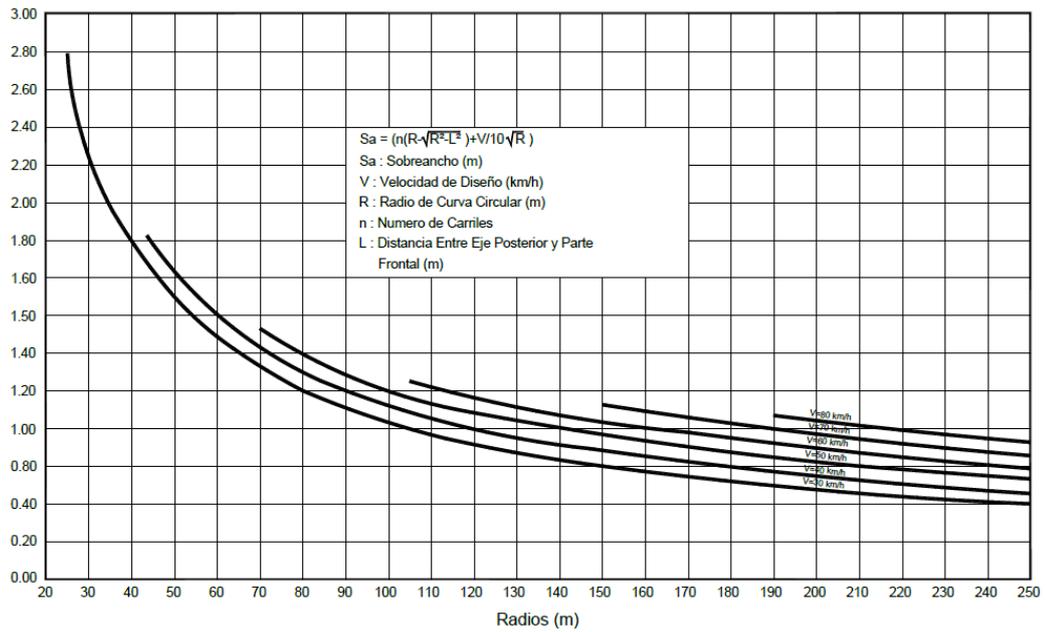


Fuente: MTC - DG 2018

$$S_a = n \left( R - \sqrt{R^2 - L^2} \right) + \frac{V}{10\sqrt{R}}$$

(MTC, 2018) Se considera apropiado un valor mínimo de 0.40 m de sobreaño para justificar su adopción. También puede determinarse el sobreaño, empleando la Figura 40, en función a “L” del tipo de vehículo de diseño.

Figura 28: Sobreancho utilizando L



Fuente: MTC – DG-2018

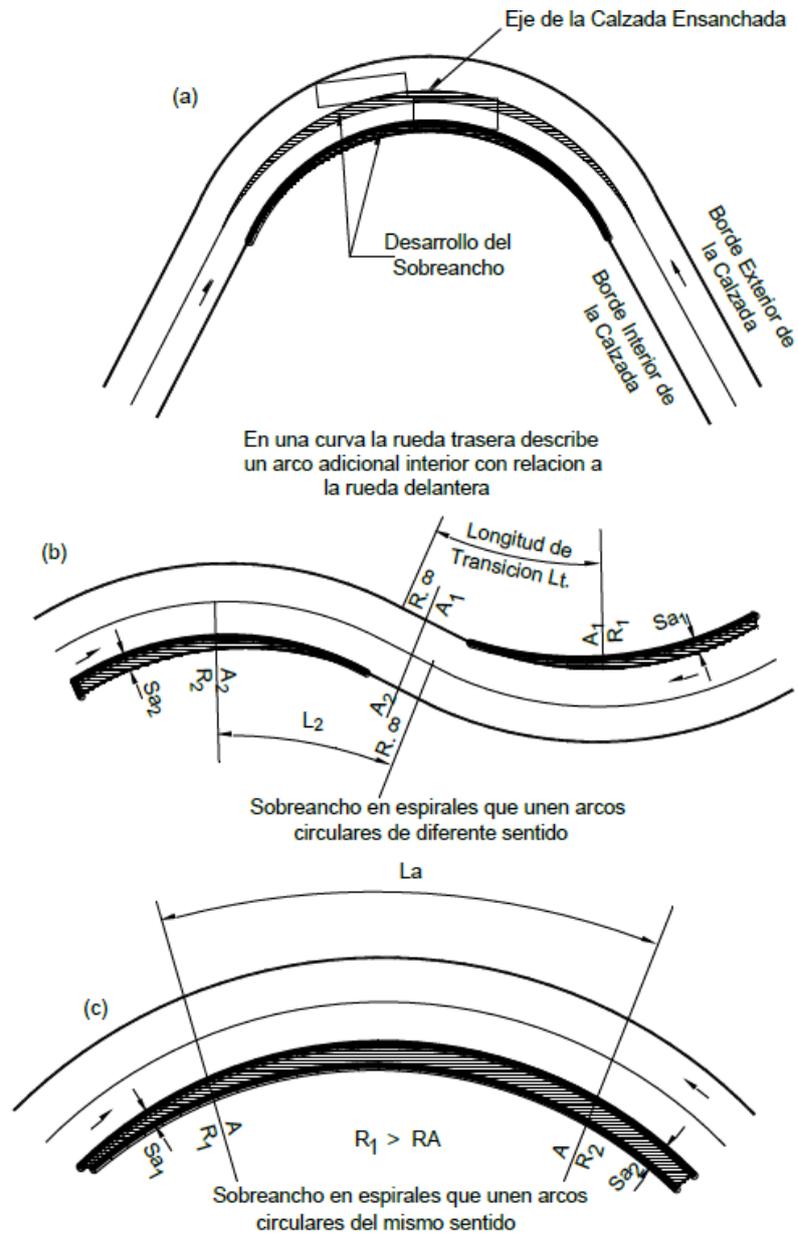
Figura 2926: Factor de reducción - sobreancho – calzada 7.20 m

Radio (R) (m)	Factor de reducción	Radio (R) (m)	Factor de reducción
25	0.86	90	0.60
28	0.84	100	0.59
30	0.83	120	0.54
35	0.81	130	0.52
37	0.8	150	0.47
40	0.79	200	0.38
45	0.77	250	0.27
50	0.75	300	0.18
55	0.72	350	0.12
60	0.70	400	0.07
70	0.69	450	0.08
80	0.63	500	0.05

Nota: El valor mínimo del sobreancho a aplicar es de 0.40 m

Fuente: Manual del MTC - DG 2018

Figura 30: sobreancho para sector de transiciones y circulares

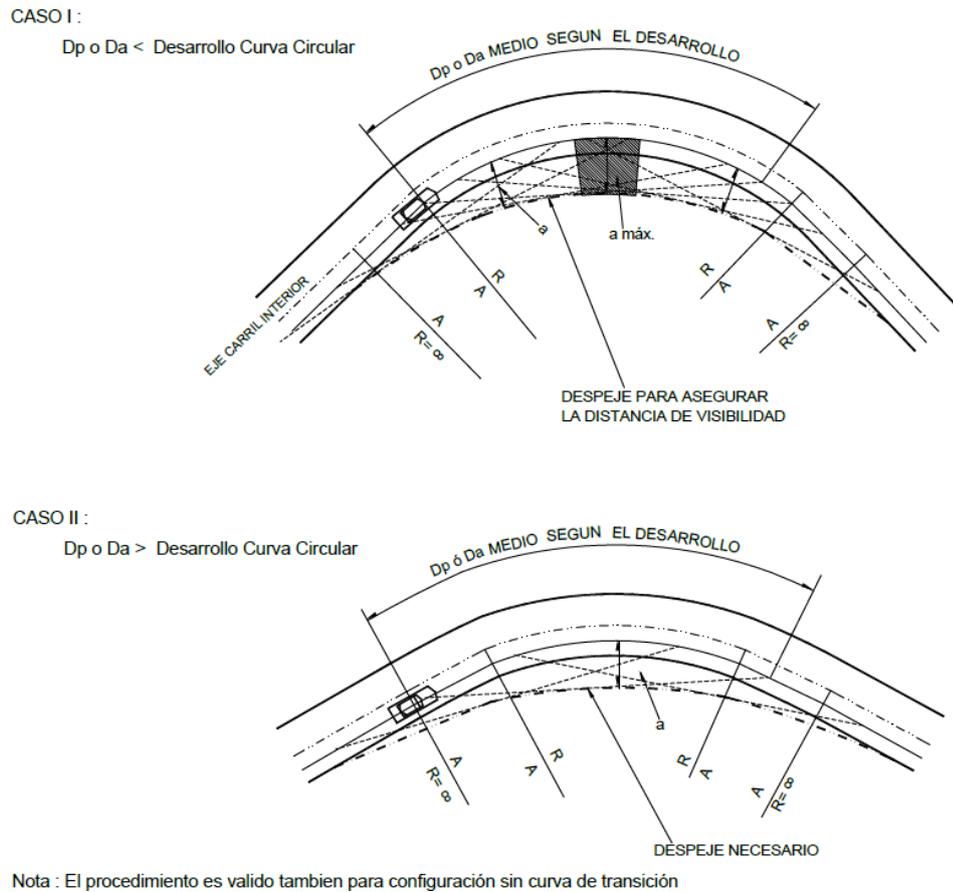


Fuente: MTC - DG 2018

### 2.2.1.1.8.3. Verificación

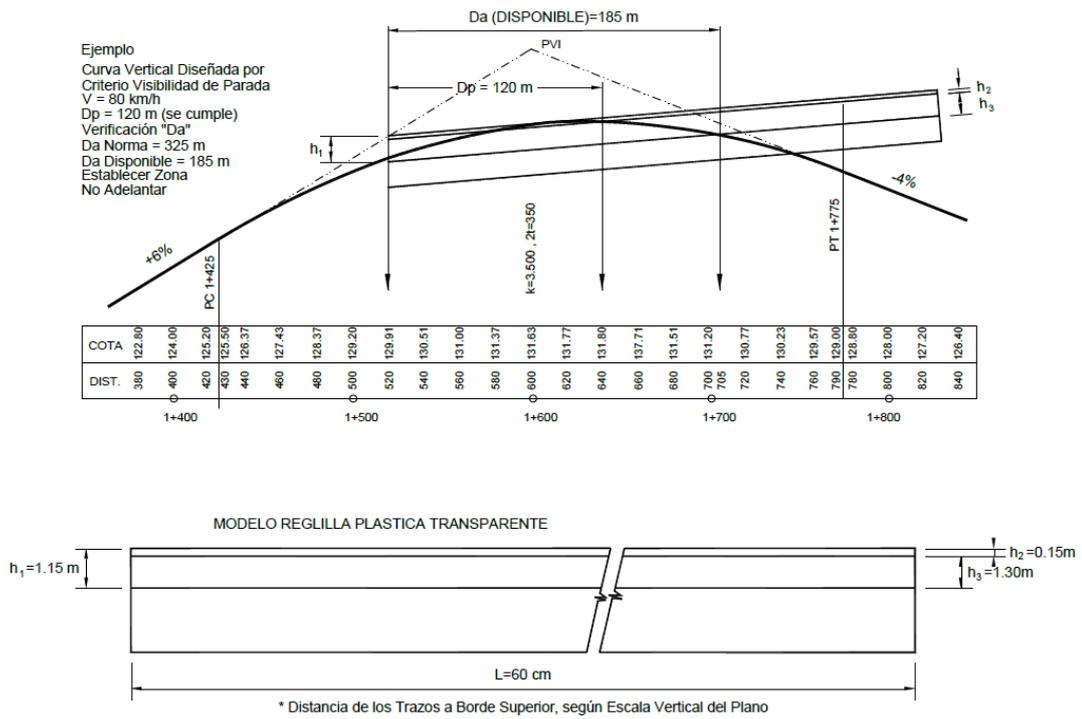
(MTC, 2018) Los alineamientos, según las distancias de visibilidad, se realizará en todo inicio de cualquier proyecto vial.

Figura 271: Distancias de visibilidad en curvas en planta



Fuente: MTC - DG 2018

Figura 32: distancia para visibilidades

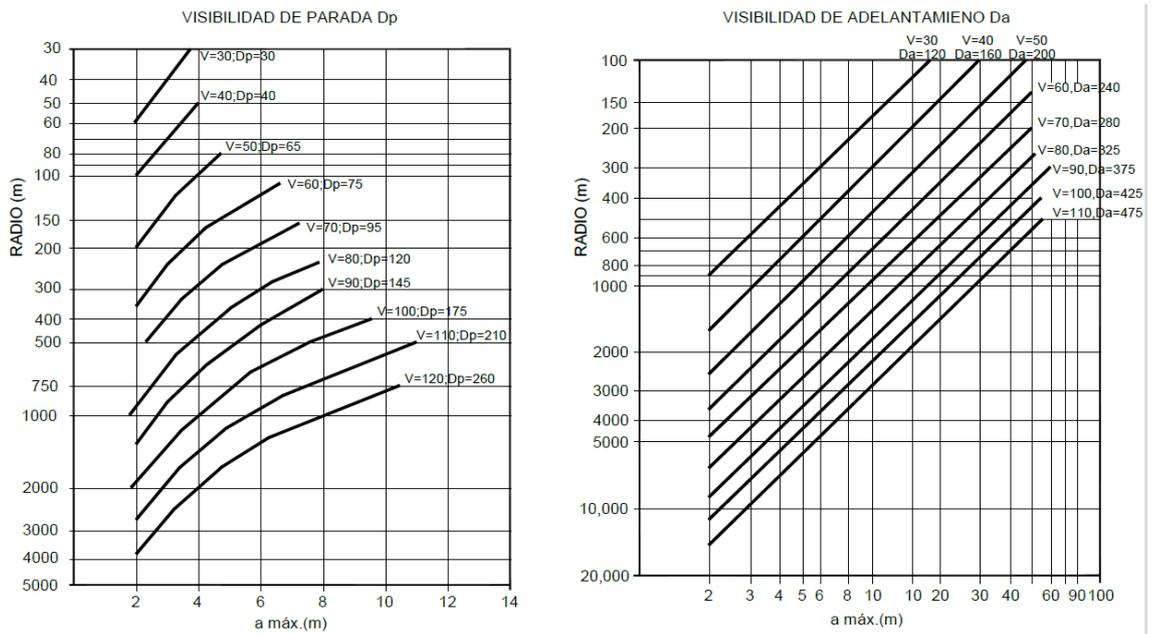


Fuente: Manual del MTC - DG 2018

#### 2.2.1.1.8.4. Banquetas de visibilidad

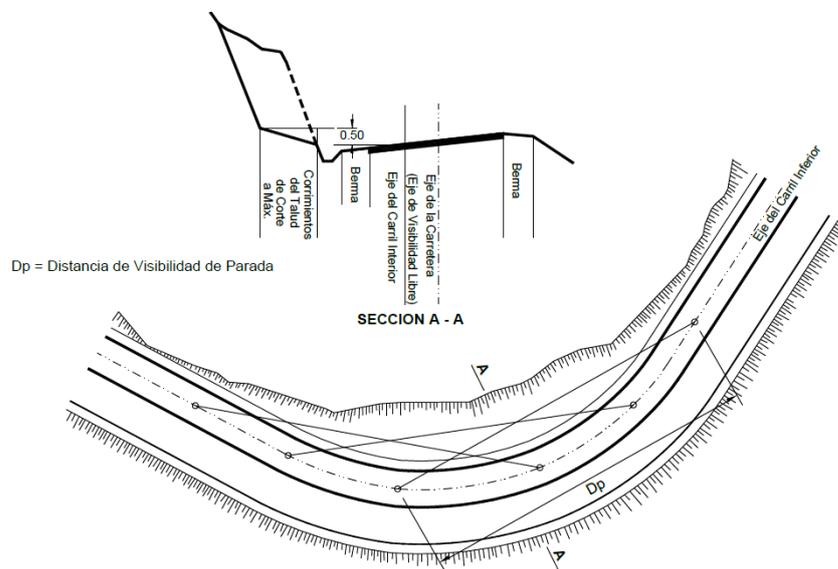
(MTC, 2018) El ancho máx. de la banqueta de visibilidad, se determinará, después de verificar si la curva brinda la distancia de visibilidad requerida.

Figura 33: Banquetas



Fuente: Manual del MTC - DG 2018

Figura 34: Visibilidad en Curva



Fuente: Manual del MTC - DG 2018

Figura 35: Distancias - obstáculos fijos

Descripción	Distancia (m)
Obstáculos aislados (pilares, postes, etc.)	1.50 (0.60)
Obstáculos continuos (muros, paredes. Barreras, etc.)	0.60 (0.30)
Pared, muro o parapeto, sin flujo de peatones	0.80 (0.60)
Pared, muro o parapeto, con flujo de peatones	1.50

Fuente: Manual del MTC - DG 2018

#### 2.2.1.1.8.5. Zonas de no adelantar

El área que sea prohibida, se señalizará con pintura sobre la carpeta asfáltica y/o señalización vertical necesaria, para la seguridad correspondiente en el diseño empleado.

#### 2.2.1.1.8.6. Frecuencia para adelantar

(MTC, 2018) Tomando la visibilidad de adelantamiento requerida es superior a la de parada, la orografía no permite mantener un trazado con distancias de adelantamiento adecuadas.

Por tal razón, los sectores con visibilidad adecuada para adelantar, deberán distribuirse lo más homogéneamente posible a lo largo del trazado y se mantengan dentro de los porcentajes que se indican en la figura 48.

*Figura 36: % de tramo - visibilidad de adelantar*

<b>Tipo de terreno</b>	<b>% Mínimo</b>	<b>% Deseable</b>
Plano	45	≥65
Ondulado	30	≥50
Accidentado o escarpado	20	≥30

*Fuente: MTC – DG-2018*

### **2.2.1.2. Diseño geométrico en perfil**

Este se basa en unas rectadas enlazadas por curvas verticales parabólicas, que permite la operación sin interrupciones de los vehículos y conservar en diseño en la mayor longitud posible.

#### **2.2.1.2.1. Consideraciones de diseño**

- En terreno plano
- En terreno ondulado
- En terreno accidentado
- En terreno escarpado

(MTC, 2018) Lo más recomendable es trazar una rasante compuesta por pendientes no exageradas, que presenten variaciones graduales de los lineamientos y que sean compatibles con la carretera y la topografía del terreno.

## 2.2.1.2.2. Pendiente

### 2.2.1.2.2.1. Pendiente mínima

(MTC, 2018) Se recomienda brindar una pendiente mín. de 0.5%, con la finalidad de que todo punto en la calzada tenga drenaje de aguas de lluvia y/o otras.

### 2.2.1.2.2.2. Pendiente máxima

(MTC, 2018) Se recomienda diseñar las pendientes max. que están indicadas.

Excepción de estos 2 casos:

- Para 3.000 msnm, resultados máximos, se disminuirán en 1% en terrenos escarpados o accidentados.
- En autopistas, las pendientes de bajada podrán superar hasta en un 2% los máximos establecidos.

Figura 37: Max. Pendiente en (%)

Demanda	Autopistas								Carretera				Carretera				Carretera			
	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400			
Vehículos/día	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera clase			
Características	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
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																			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	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																			

*Fuente: MTC – DG-2018*

### **2.2.1.2.3. Curvas verticales**

#### **2.2.1.2.3.1. Generalidades**

(MTC, 2018) Longitudes de rasante consecutivo, estará unidos por curvas verticales parabólicas, cuando la diferencia algebraica de sus pendientes sea mayor del 1%, para carreteras pavimentadas y del 2% para las demás. Dependerán de su parámetro K según la formula , donde L es longitud y A Variación de pendiente.

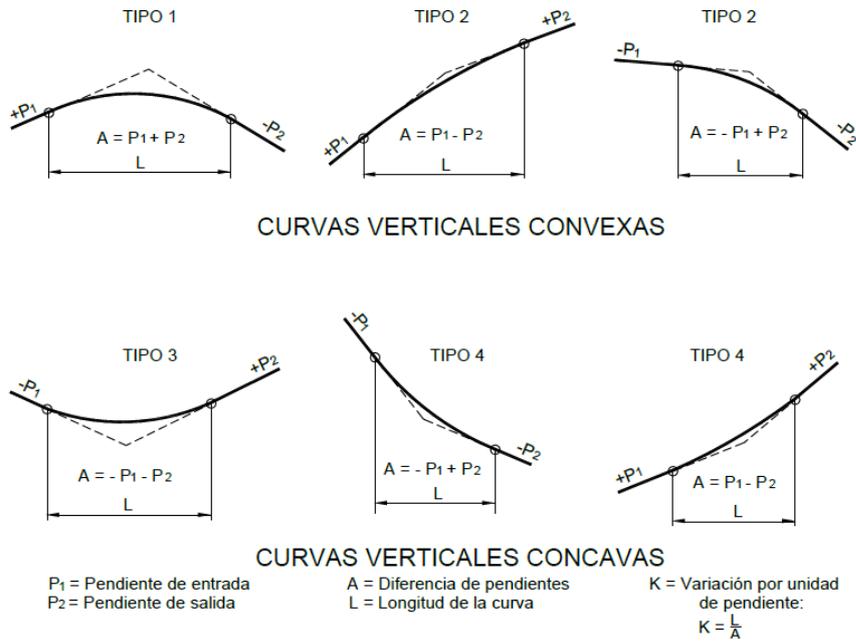
Formula

$$K = L/A$$

#### **2.2.1.2.3.2. Tipo Curva vertical**

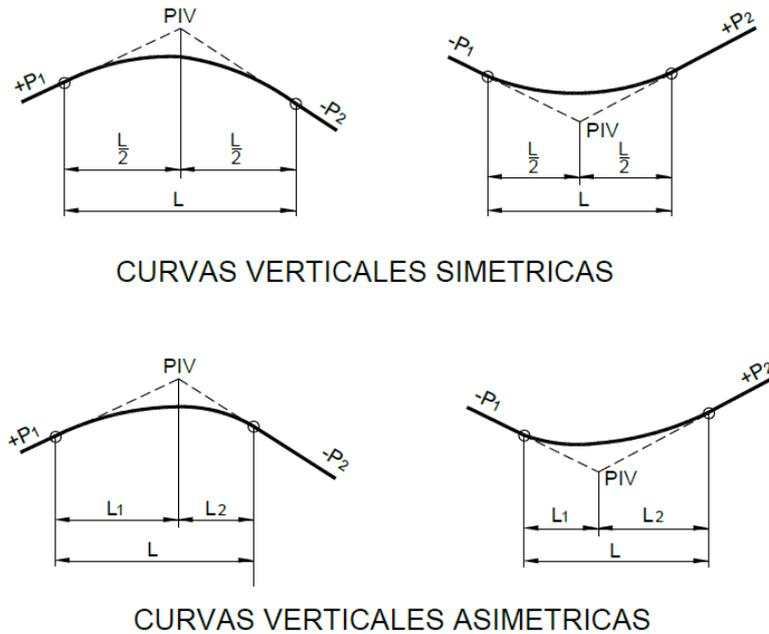
(MTC, 2018) Pueden existir de formas cóncavas y también convexas. Asimismo dependiendo de las ramas, se encuentran como asimétricas y simétricas.

Figura 38: 28 Tipo curva vertic. convex y cóncav.



Fuente: Manual del MTC – DG-2018

Figura 39: Curva vertical simétrica - asimétrica

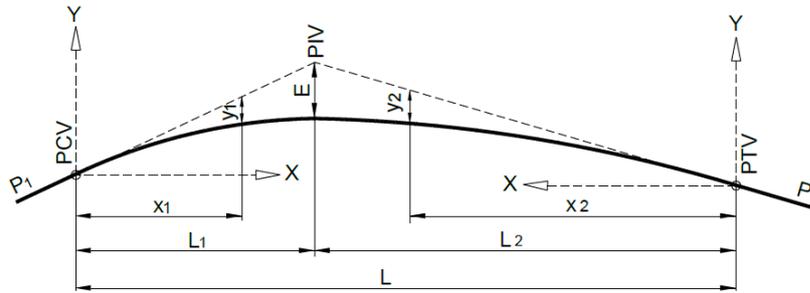


$L$  = Longitud de la curva       $L_1$  = Longitud rama de entrada       $L_2$  = Longitud rama de salida

Fuente: Manual del MTC – DG-2018

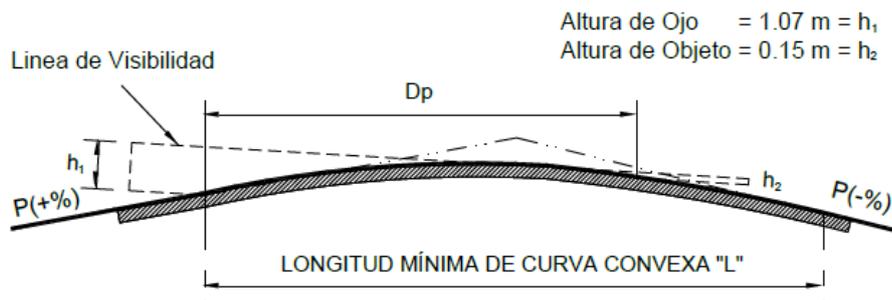
(MTC, 2018) Compuesta por 2 parábolas de misma longitud.

Figura 40: Elementos - curva vertical asimétrica



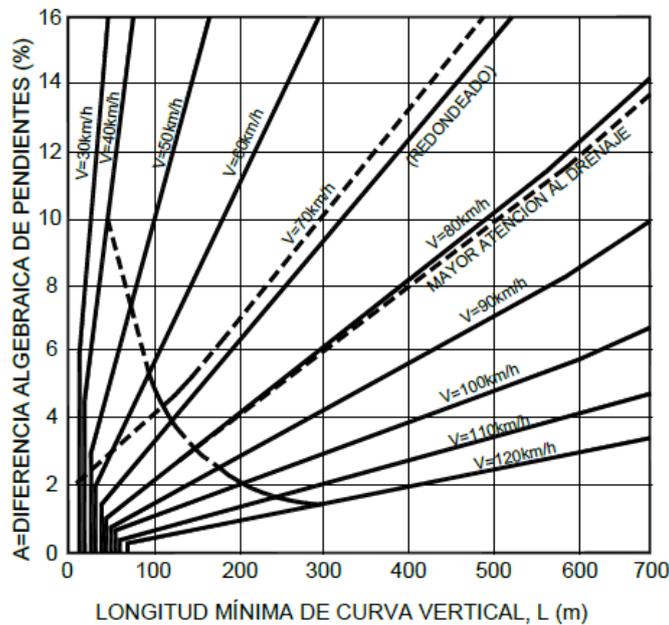
Fuente: MTC - DG 2018

Figura 41: L mín de curva verti convex. - visibilidad en parada



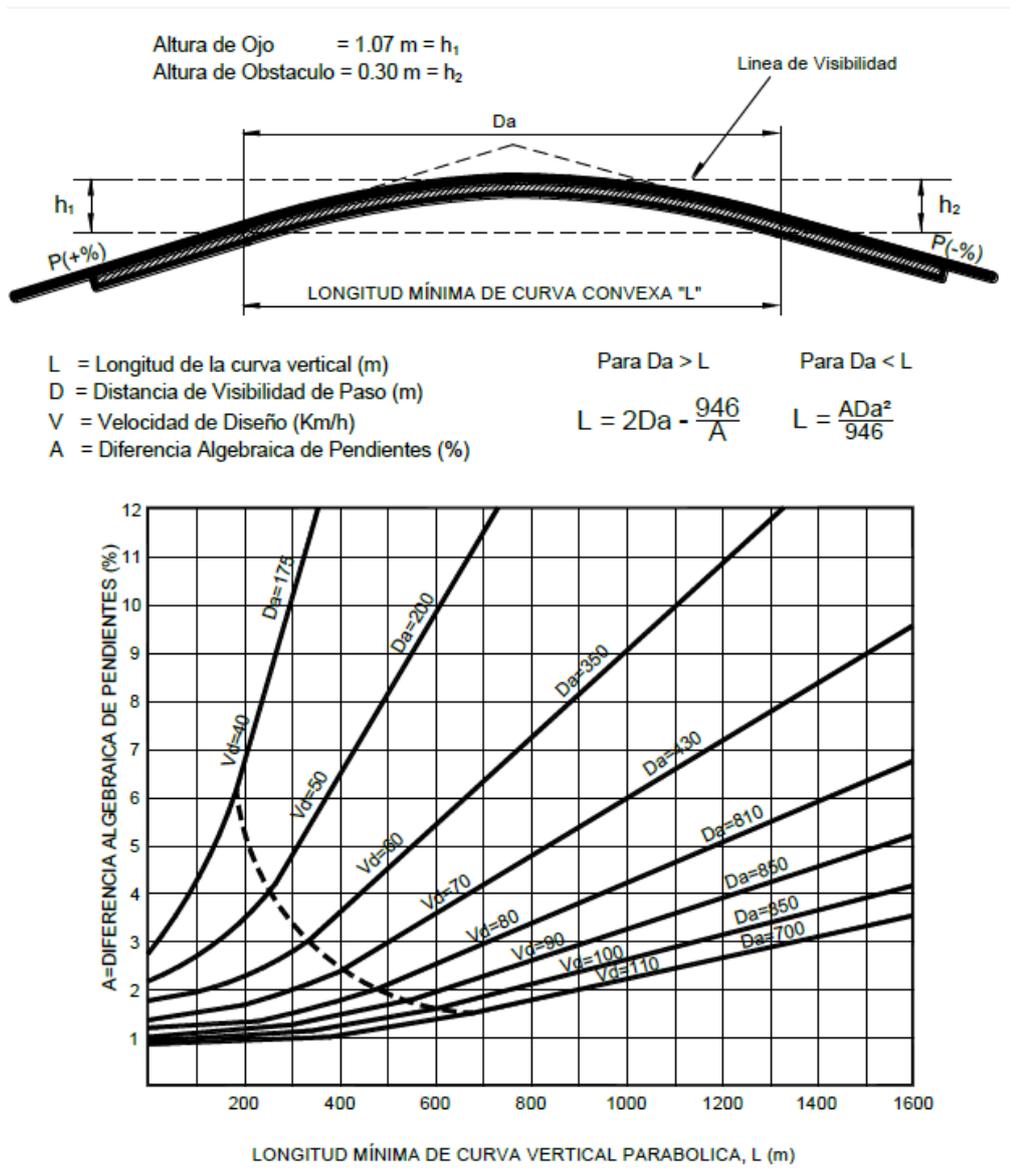
$L$  = Longitud de la curva vertical (m)  
 $D_p$  = Distancia de Visibilidad de Frenado (m)  
 $V$  = Velocidad de Diseño (Km/h)  
 $A$  = Diferencia Algebraica de Pendientes (%)

Para  $D_p > L$       Para  $D_p < L$   
 $L = 2D_p - \frac{404}{A}$        $L = \frac{AD_p^2}{404}$



Fuente: MTC - DG 2018

Figura 292: *L* mín de curva vertical convexas y visibilidad en paso



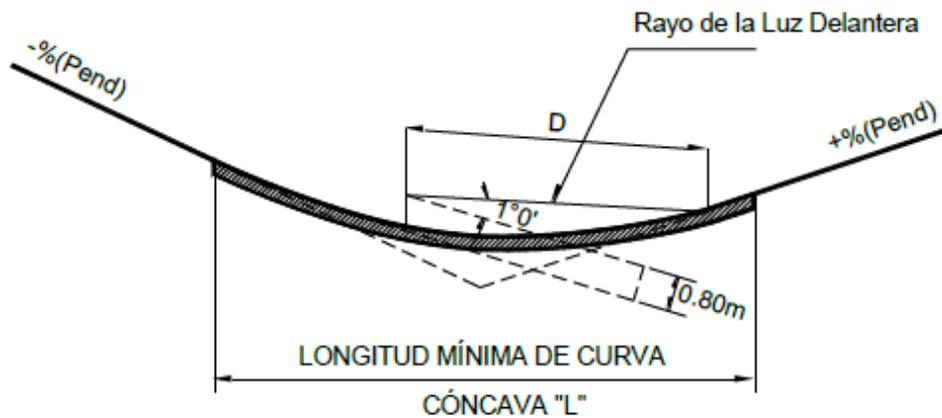
Fuente: MTC – DG-2018

Figura 4330: Índice K - cálculo de la Long. curva vertical convexa- tercera clase

Velocidad de diseño km/h	Longitud controlada por visibilidad de parada		Longitud controlada por visibilidad de paso	
	Distancia de visibilidad de parada	Índice de curvatura K	Distancia de visibilidad de paso	Índice de curvatura K
20	20	0.6		
30	35	1.9	200	46
40	50	3.8	270	84
50	65	6.4	345	138
60	85	11	410	195
70	105	17	485	272
80	130	26	540	338
90	160	39	615	438

Fuente: MTC – DG-2018

Figura 44: L mín de curva vertical de forma cóncava



L = Longitud de la curva vertical (m)  
 D = Distancia desde los Faros a la rasante (m)  
 V = Velocidad de Diseño (Km/h)  
 A = Diferencia Algebraica de Pendientes (%)

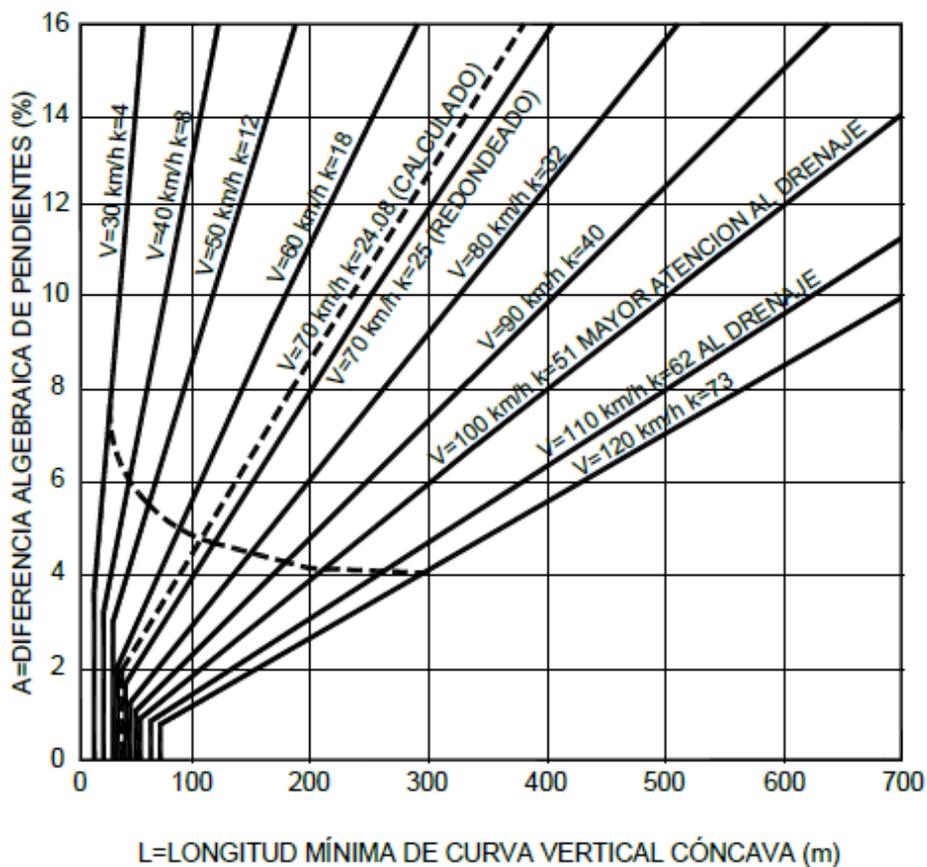
D = Dp

Dp > L

$$L = 2Dp - \left( \frac{120 + 3.50 Dp}{A} \right)$$

Dp < L

$$L = \frac{A Dp^2}{120 + 3.5 Dp}$$



Fuente: MTC- DG-2018

Figura 431: Índice K en longitud de curva vertical cóncava- carretera de tercera clase

Velocidad de diseño (km/h)	Distancia de visibilidad de parada (m)	Índice de curvatura K
20	20	3
30	35	6
40	50	9
50	65	13
60	85	18
70	105	23
80	130	30
90	160	38

Fuente: MTC – DG-2018

### 2.2.2. XML

(MDN, 2019) Es un lenguaje que tiene un gran parecido con el HTML.. Significa (Lenguaje de Marcado Extensible), la programación XML no es predefinida y se tiene que colocar las propias etiquetas y su objetivo es brindar los datos obtenidos en forma de muchos sistemas, como recopilación de datos verbal, sistemático o internet.

¿Por qué XML?

(Ecured, 2019) Es un lenguaje de programación internacionalmente conocido, también es libre de cualquier entidad y se puede utilizar el internet.

### 2.2.2.1. Definición

(MDN, 2019) Es la determinación para diseñar lenguajes de marcado, que nos posibilita delimitar etiquetas individualizadas para la presentación y estructuración de datos.

¿Para qué sirve XML?

En síntesis, a nuestro parecer, sirve para que se puede obtener información y pueda ser almacenada y transmitida para diversos tipos de dispositivos.

Ventajas de XML:

(MDN, 2019) Se puede procesar con mucha simplicidad, separa los contenidos y también el formato se puede utilizar en cualquier lenguaje de programación

Características:

(MDN, 2019) Es basado en texto, orientado a los contenidos no presentación y las etiquetas se definen para crear los documentos, no tienen un significado preestablecido.

Aplicaciones de XML:

Es para publicar e intercambiar los contenidos de las bases de datos, asimismo algunos formatos de mensaje en muchas aplicaciones.

Documento XML:

(MDN, 2019) Se define como un grupo de datos con sus singulares etiquetas para su marcado XML, y se puede almacenar también como texto en .xml.

Este puede incluir todos los flujos de datos de un texto cualquiera: por ejemplo: revistas, resúmenes, etc.

## Estructura de un XML

- Está conformado por múltiples caracteres y marcado ( en todas las etiquetas):

*Figura 46: Estructuración en el XML*

```
Prologo { <?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1" standalone="no"?>
          <! DOCTYPE persona SYSTEM "persona.dtd"
Cuerpo  { <persona>
          <nombre>Luis</nombre>
          <apellidos>Pérez</apellidos>
          </persona>
```

*Fuente: MDN 2019*

## Componentes:

- ✓ Un documento XML tiene los siguientes componentes:

Elementos, instrucciones, las instrucciones xml, comentarios, declaraciones de tipo, secciones cdata.

## EJEMPLO

Figura 47: Ejemplo de documento XML

```
<?xml version="1.0" standalone="no"?>
<!DOCTYPE peliculas SYSTEM "Peliculas.dtd">

<peliculas>
  <pelicula tipo="comedia" sistema="PG-13" ejemplares="5" año="1987">
    <titulo>Raising Arizona</titulo>
    <guionista>Ethan Coen</guionista>
    <guionista>Joel Coen</guionista>
    <productor>Ethan Coen</productor>
    <director>Joel Coen</director>
    <actor>Nicolas Cage</actor>
    <actor>Holly Hunter</actor>
    <actor>John Goodman</actor>
    <comentarios>Una pelicula clasica de Comedia.</comentarios>
  </pelicula>

  <pelicula tipo="ciencia-ficcion" sistema="PG-13" ejemplares="4" año="1989">
    <titulo>The Abyss</titulo>
    <guionista>James Cameron</guionista>
    <productor>Gale Anne Hurd</productor>
    <director>James Cameron</director>
    <actor>Ed Harris</actor>
    <actor>Mary Elizabeth Mastrantonio</actor>
    <comentarios>Una buena pelicula.</comentarios>
  </pelicula>
</peliculas>
```

Fuente: MDN 2019

Normas de buena construcción en XML:

(MDN, 2019) La letra en primer orden de su nombre deberá escribirse en mayúscula, los compuestos se deberán poner juntos y/o separados por guión bajo y los elementos deberán empezar por un carácter o “\_” no numérico.

✓ Tipos:

- El que se orienta a la presentación

Figura 48: Ejemplo 1

```
<Poema> <Negrita>El reino perdido</Negrita>
<Cursiva>Las huestes de don Rodrigo desmayan y <Negrita> huían
</Negrita> ..... <Cursiva> .....
.....</Poema>
```

Fuente: MDN 2019

- No orientado a la presentación (recomendable)

*Figura 49:: Ejemplo 2*

```
<Poema> <Título>El reino perdido</Título>
<Cuerpo>Las huestes de don rodrigo desmayan y huían.....
<Cuerpo> ..... <Comentario> buen poema de.. <Comentario>
.....</Poema>
```

*Fuente: MDN 2019*

## **2.3. Formulación de Hipótesis**

### **2.3.1. Hipótesis General**

Si se determinara la forma en la que se puede realizar un diseño automatizado de la norma técnica DG2018, entonces se podrá elaborar y verificar diseños geométricos de carreteras mediante AutoCAD Civil 3D.

### **2.3.2. Hipótesis específicas.**

Si se elaborara los diseños geométricos de carreteras mediante AutoCAD Civil 3D, con criterios de diseño de la norma técnica DG2018 entonces habría un mejor diseño geométrico en carreteras.

Si se verificara los diseños geométricos de carreteras mediante AutoCAD Civil 3D, tienen criterios de diseño de la norma técnica DG2018 entonces habría un mejor diseño geométrico en carreteras.

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1. Diseño Metodológico**

##### **3.1.1. Tipo De Investigación**

Esta investigación es de tipo básica “Por qué no tiene propósito aplicativo inmediato, solo aumentes todos los conocimientos que existen cerca de realidad” (Sampieri, 2003)

La investigación, asimismo es no experimental, debido a que no se alterara la variable estudiada, es decir solo se observaran los fenómenos del contexto en estado natural. (Sampieri, 2003)

Así mismo es de corte transversal, porque el instrumento seleccionado para recolectar los datos se realizará en un solo momento y en tiempo único. (Sampieri, 2003)

### **3.1.2. Enfoque de la Investigación**

La investigación es cualitativa, y de nivel correlacional, ya que en el proceso de recojo de datos hará uso de la interpretación y análisis, lo cual para ello obtendremos resultados en cualidades. (Sampieri, 2003)

## **3.2. Población y muestra**

### **3.2.1. Población**

La población vendría a estar determinada por los 26+00 KM que comprende la carretera desde Canta a Huamantanga.

### **3.2.2. Muestra**

La muestra será del 00+000 km a 05+000 km de la carretera desde Canta a Huamantanga.

### 3.3. Operacionalización de Variables e Indicadores.

#### Variable Dependiente

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
DISEÑO GEOMÉTRICO	Es el método de nuestra carrera, en el cual emplea la trayectoria de una carretera y se establecen las dimensiones que se requieren.	Es lo obtenido cuando se ha corregido el alineamiento de la carretera.	• Planta	programado
			• Perfil	programado
			• Sección transversal	Ausentismo del diseño

#### Variable Independiente

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
XML	No es predefinida y se tiene que colocar las propias etiquetas y su objetivo es compartir los datos obtenidos a través de diferentes sistemas.	Es de obtener resultados muy buenos a través de la programación.	• Extensibilidad	Buena
			• Estructura	Buena
			• Validación	Buena

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:**

#### **3.4.1. Técnicas a emplear:**

La técnica que se utilizará en esta investigación será : observación científica, por medio de un instrumento del programa xml.

---

<b>TECNICA</b>	<b>INSTRUMENTO</b>
<b>Observación científica</b>	<b>XML</b>

### **3.5. Técnicas para la Procesamiento de información:**

La técnica de procesamiento de informaciones será software AutoCAD Civil 3D, asimismo se trabajará dentro del programa aplicando el manual del DG-2018 con XML con el correcto uso de esta aplicación del manual.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS**

#### **4.1. Análisis de Resultados**

El diseño geométrico de carretera se basa en las condiciones de la normatividad del DG 2018 (manual de carreteras del MTC) , las mismas que se refieren a aspectos de uso en el diseño de carreteras.

De acuerdo a la norma DG-2018 aplicado a software AutoCAD Civil 3D con XML se da la aplicación DG 2018 (manual) con la finalidad de evitar y verificar todos los errores de alineamientos debido a que el software está establecido con la norma internacional AASHTO 2011, para lo cual, en el Perú no es el diseño respectivo que se debe dar.

La efectividad y la rapidez con la que se logra diseñar con el software aplicado con xml.

Elaborándose los diseños geométricos de carreteras mediante AutoCAD Civil 3D, con criterios de diseño de la norma técnica DG2018 se comprueba que hay un mejor diseño geométrico en carreteras.

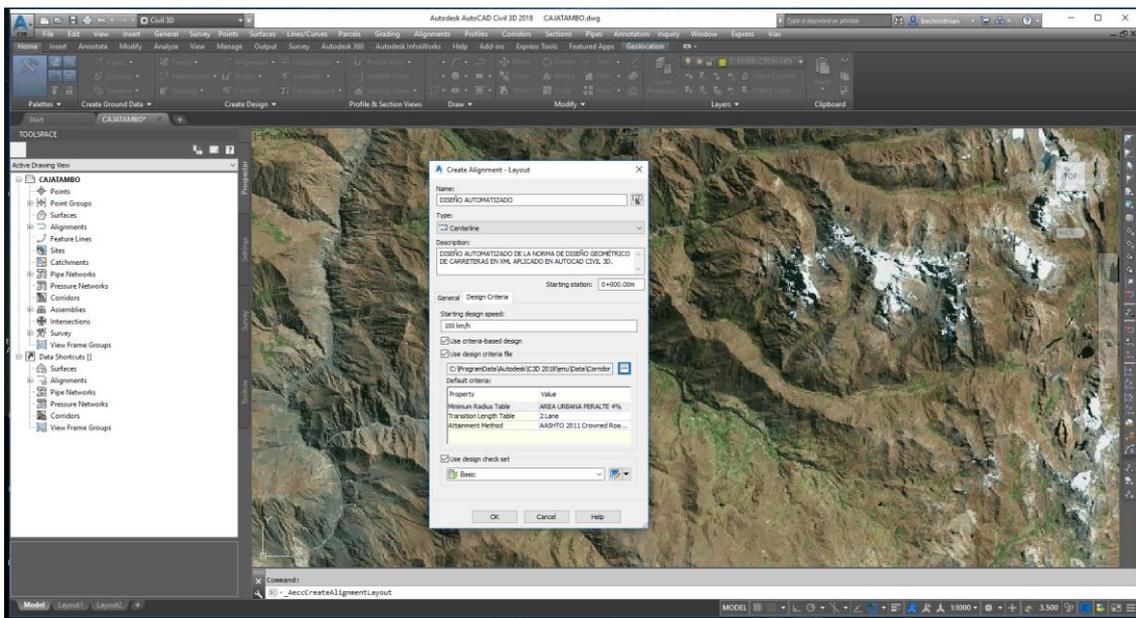
Y verificando los diseños geométricos de carreteras mediante AutoCAD Civil 3D, teniendo criterios de diseño de la norma técnica DG2018 se confirma nuevamente que hay más rapidez y eficacia al realizar dicho proyecto.

# CAPÍTULO V

## DISCUSIÓN

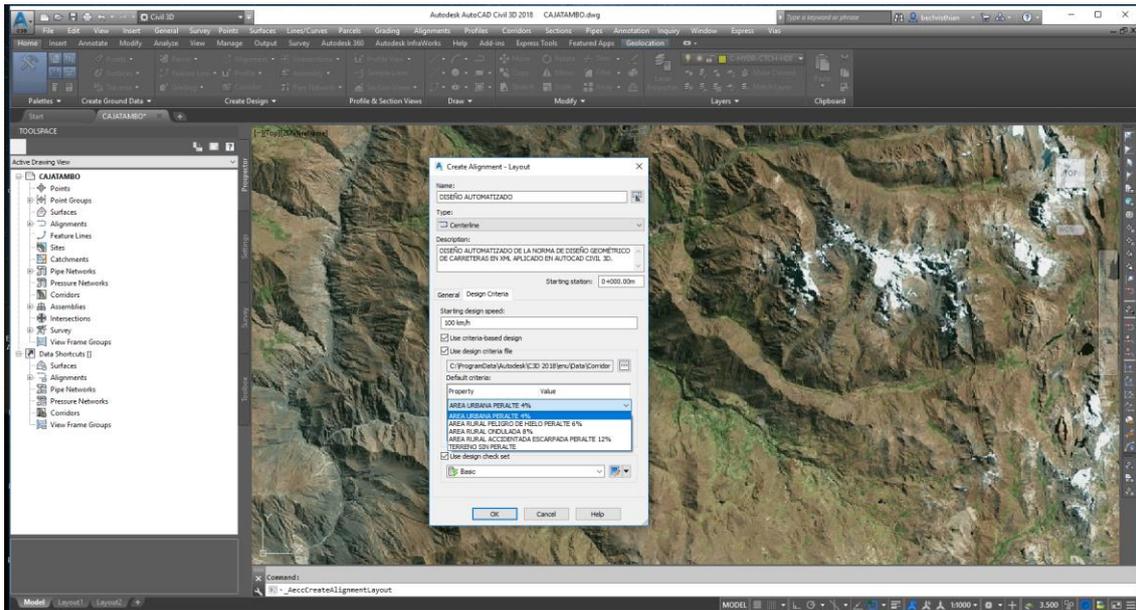
### 5.1. Discusión de Resultados

*Figura 32: XML DISEÑADO CON NORMATIVA AASHTO 2011*



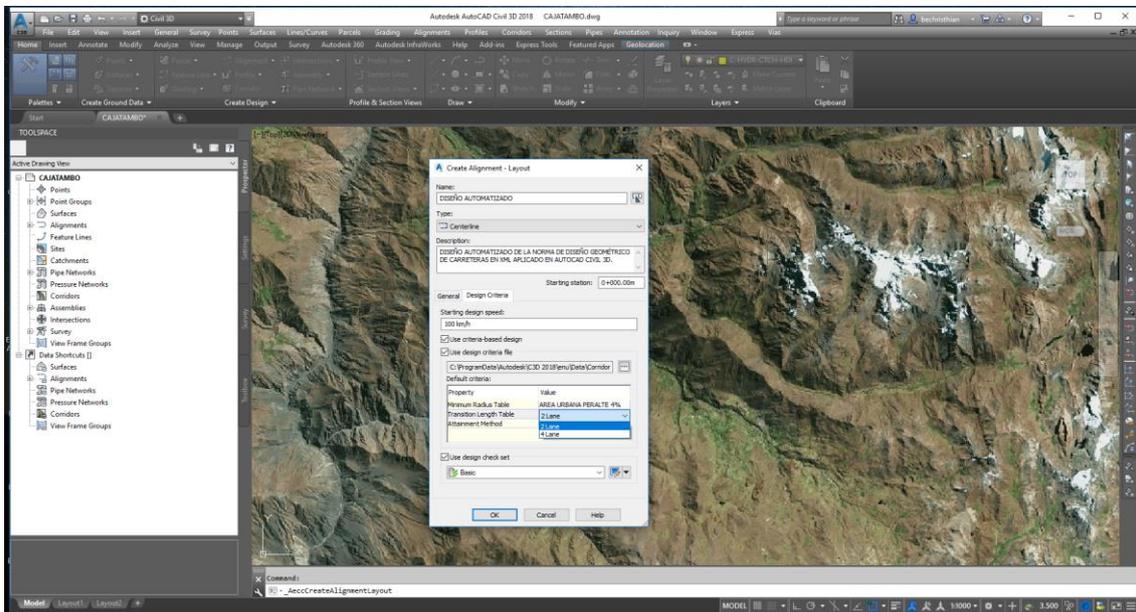
*Nota: Elaboración propia*

Figura 5133: ÁREA UBANA PERALTE 4%



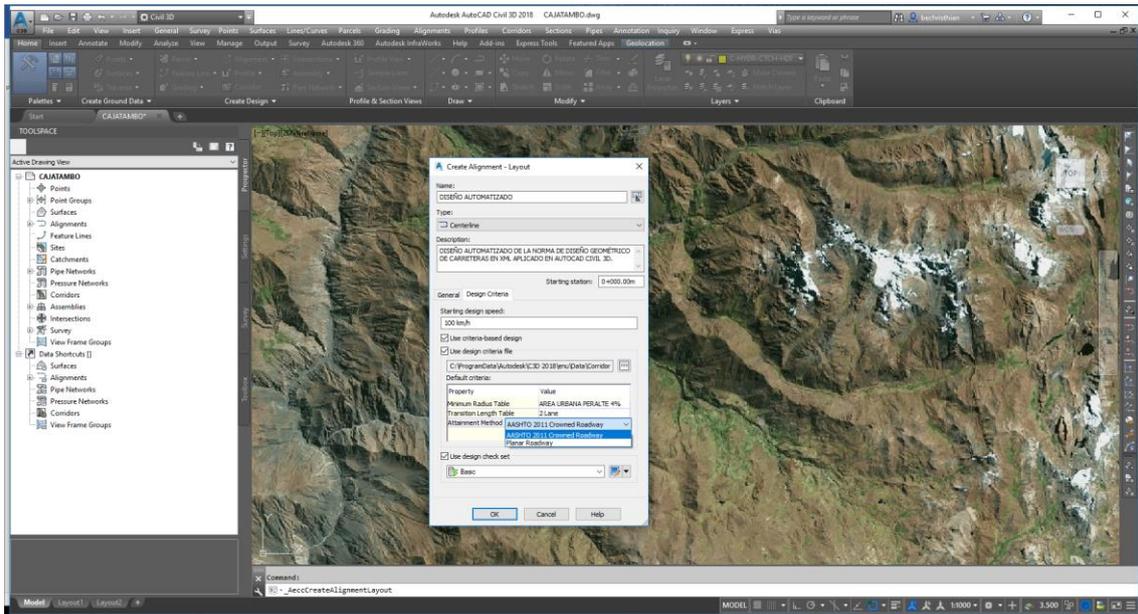
Nota: Elaboración propia

Figura 52: REALIZACIÓN DEL CRITERIO LÍNEAS ADOPTADO



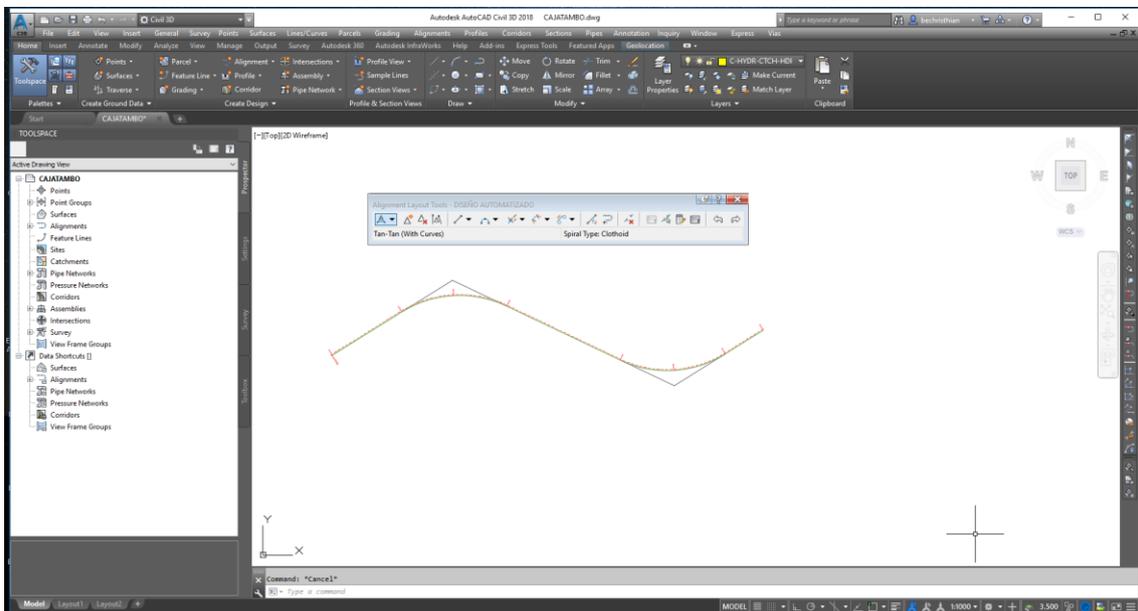
Nota : Elaboración del autor

Figura 34: CARRETERA CORONADA AASHTO 2011



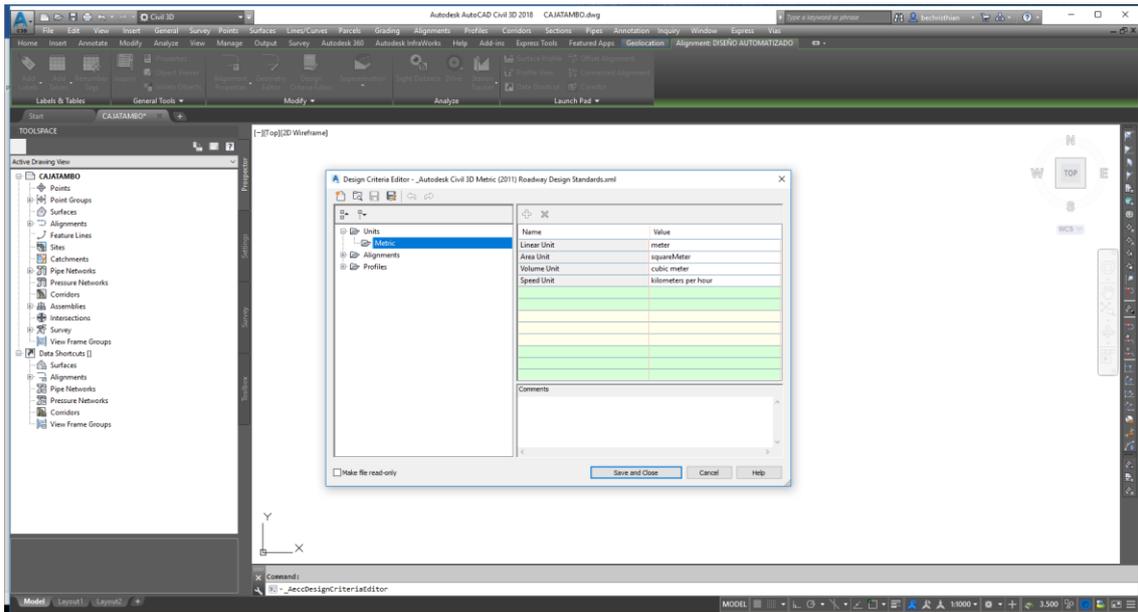
Nota: Elaboración propia

Figura 35: FORMAMOS EL ALINEAMIENTO



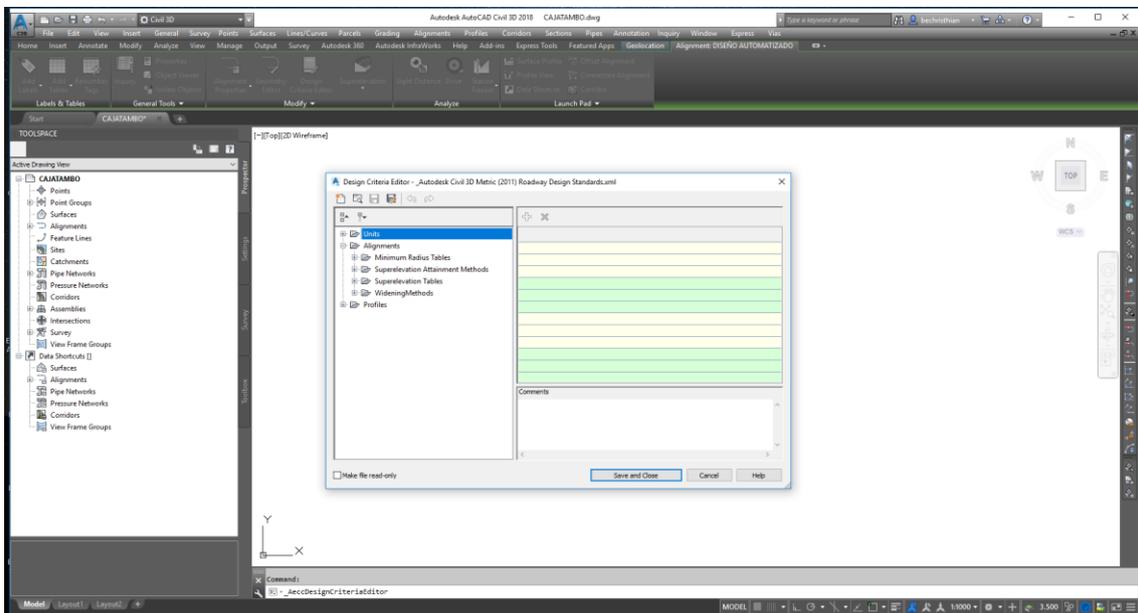
Nota: Elaboración propia

Figura 36: EDITOR -CRITERIO DE DISEÑO (unidades métricas)



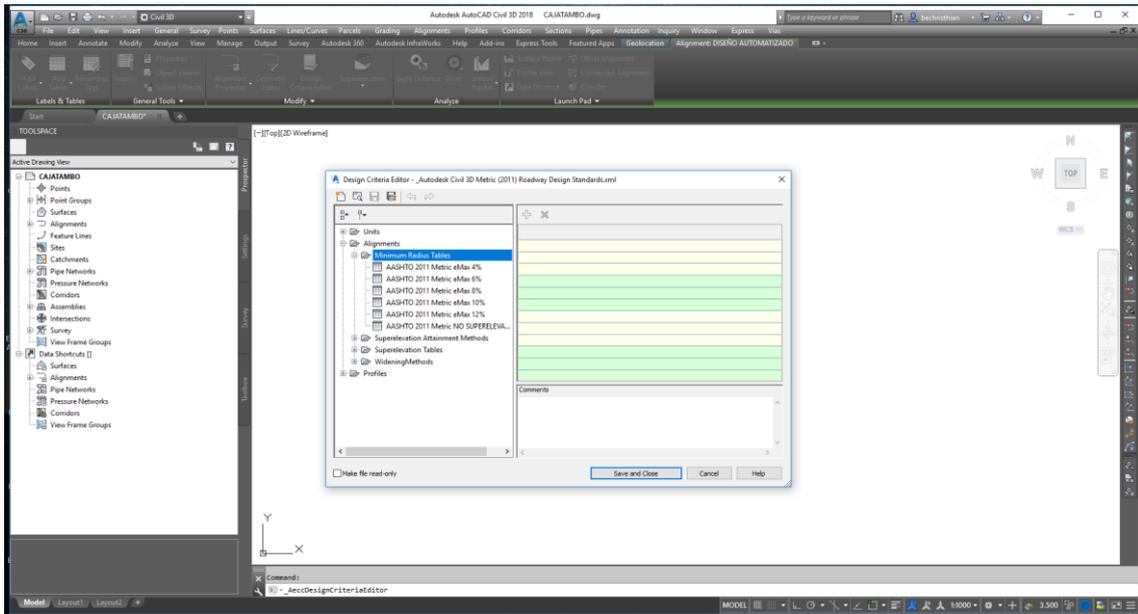
Nota: Elaboración propia

Figura 37: EDITOR - DISEÑO DE CRITERIO (CONTINUACIÓN)



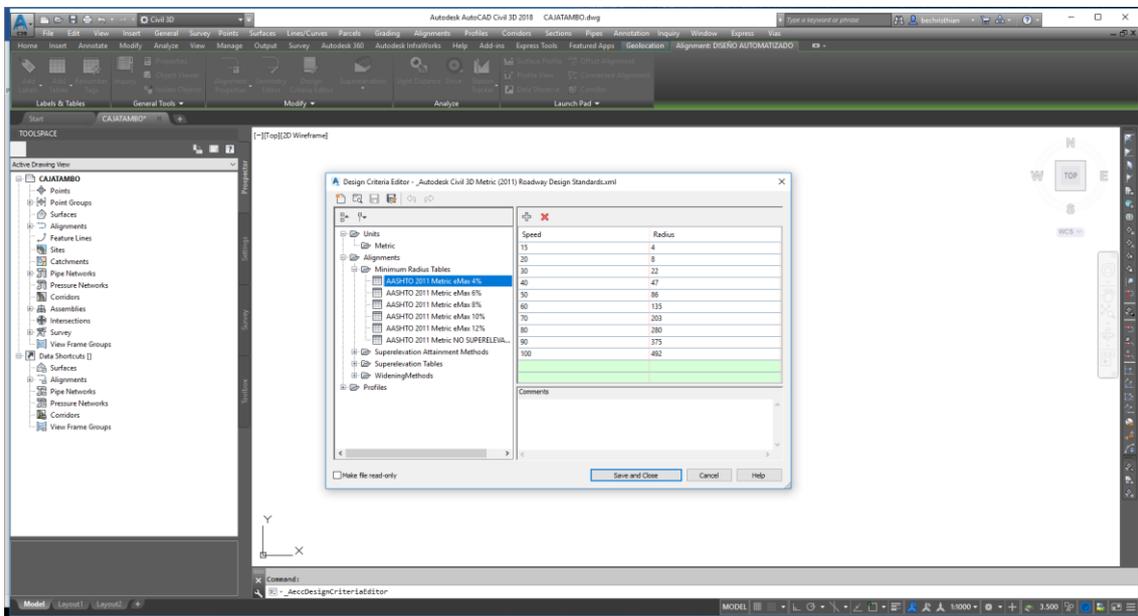
Nota: Elaboración del autor

Figura 38: EN ALINEAMIENTO – RADIO MINIMO



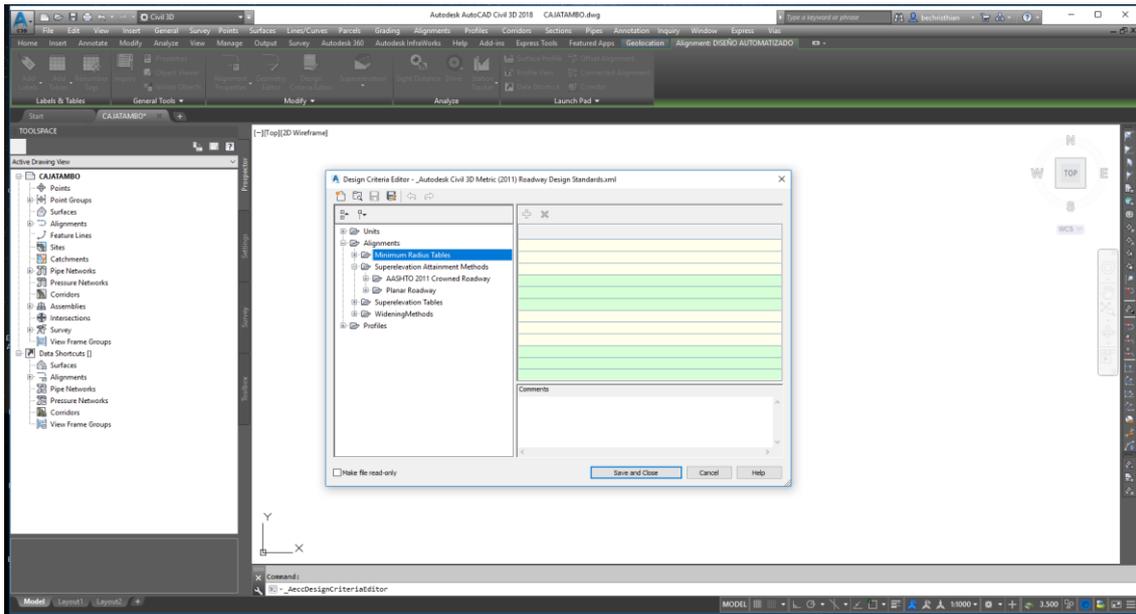
Nota: Elaboración del autor

Figura 39: AASHTO 2011 METRIC eMax 4%



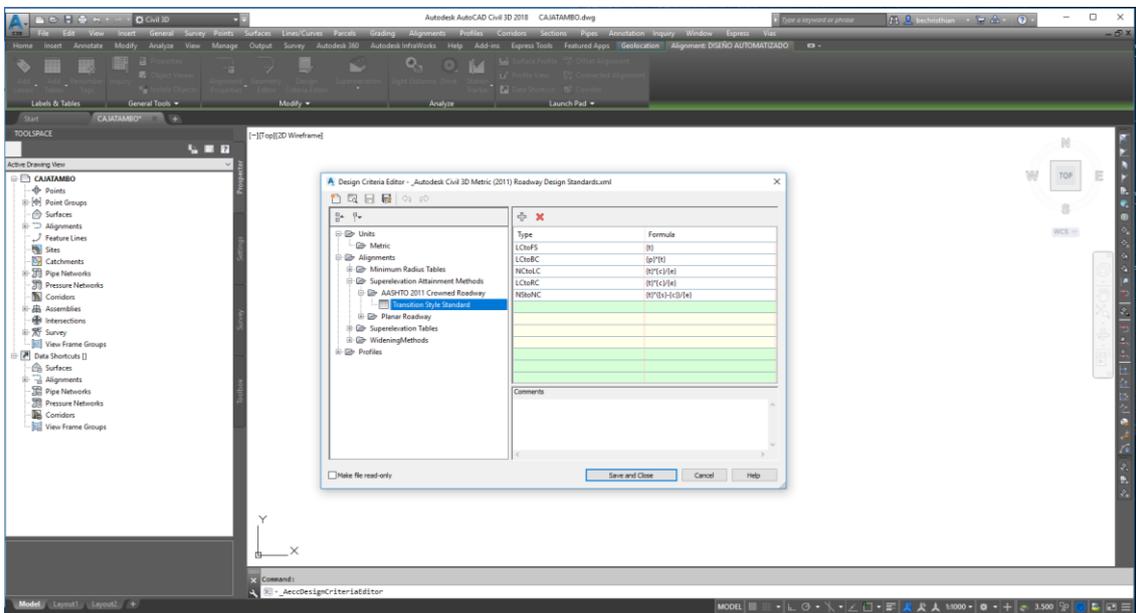
Nota: Elaboración propia

Figura 40: MÉTODO SUPERELEVACIÓN



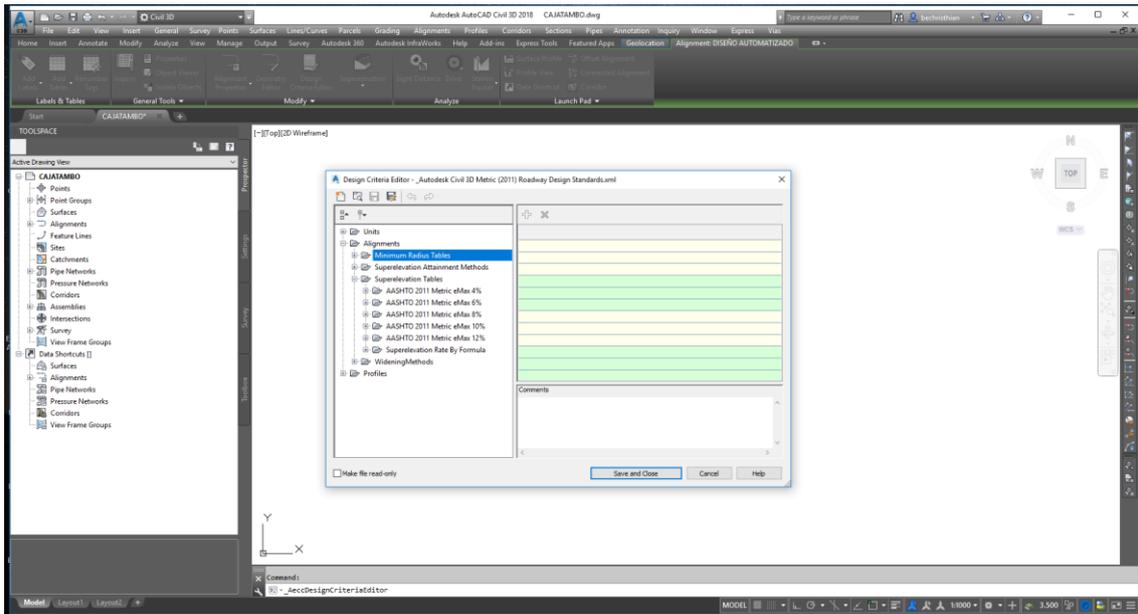
Nota: Elaboración propia

Figura 41: AASHTO 2011 – ESTILO DE TRANCISIÓN ESTANDAR



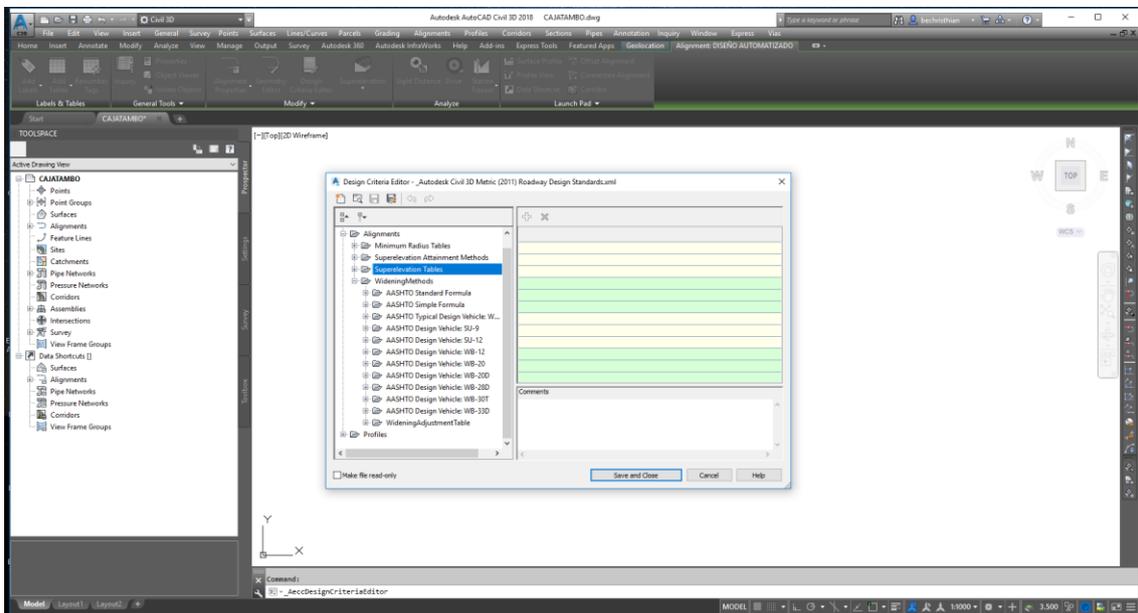
Nota: Elaboración del autor

Figura 42: TABLA SUPERELEVACIONES



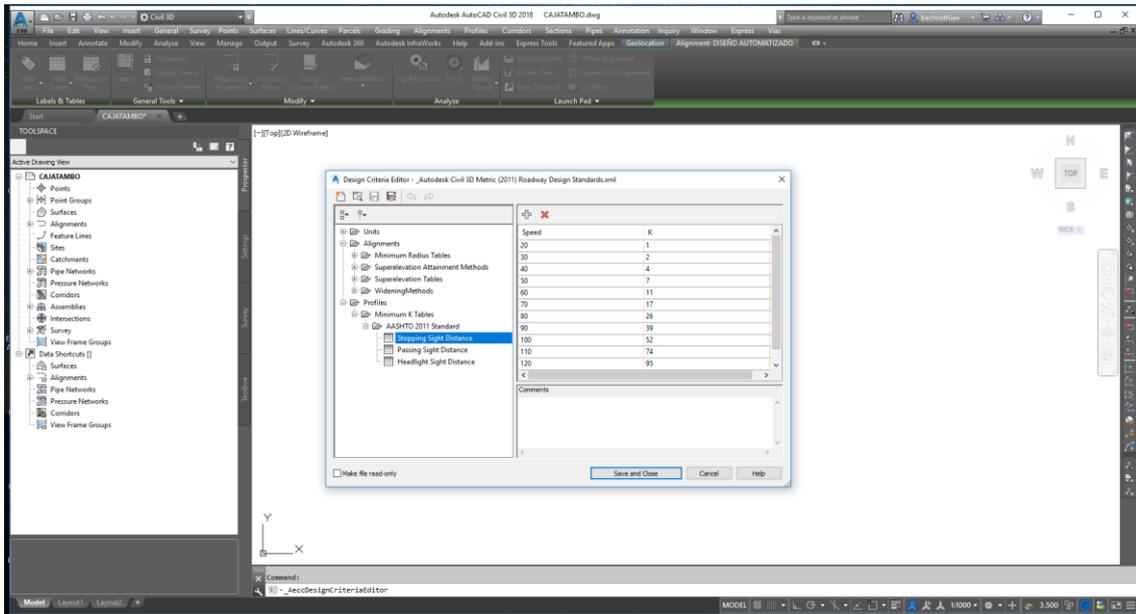
Nota: Elaboración del autor

Figura 43: AMPLIANDO MÉTODOS



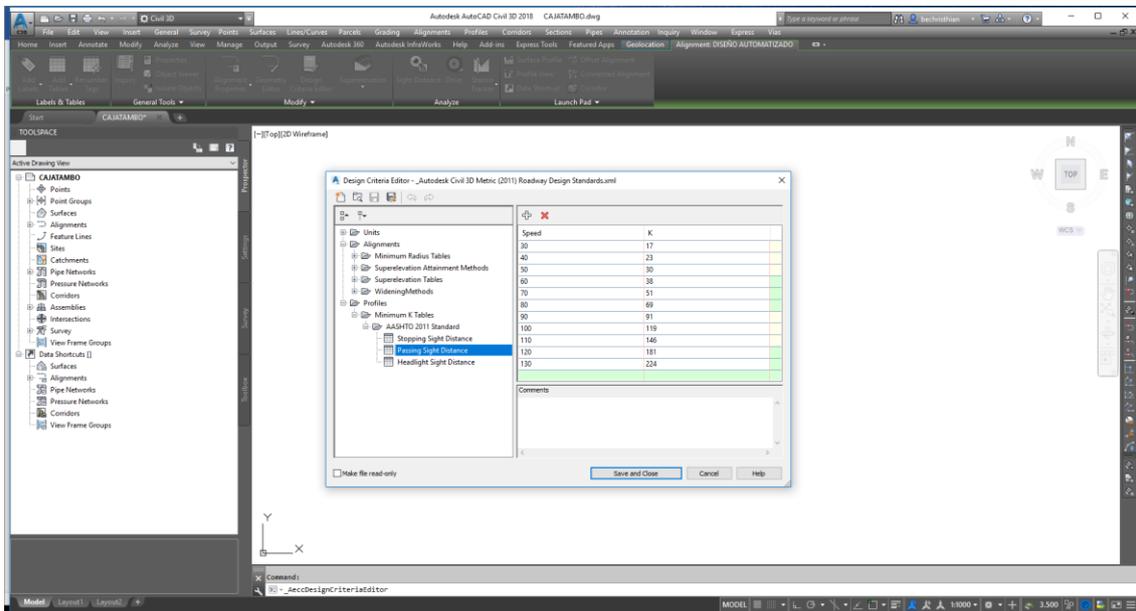
Nota: Elaboración del autor

Figura 44: PERFILES – AASHTO 2011 – DISTANCIA DE VISIÓN DE PARADA



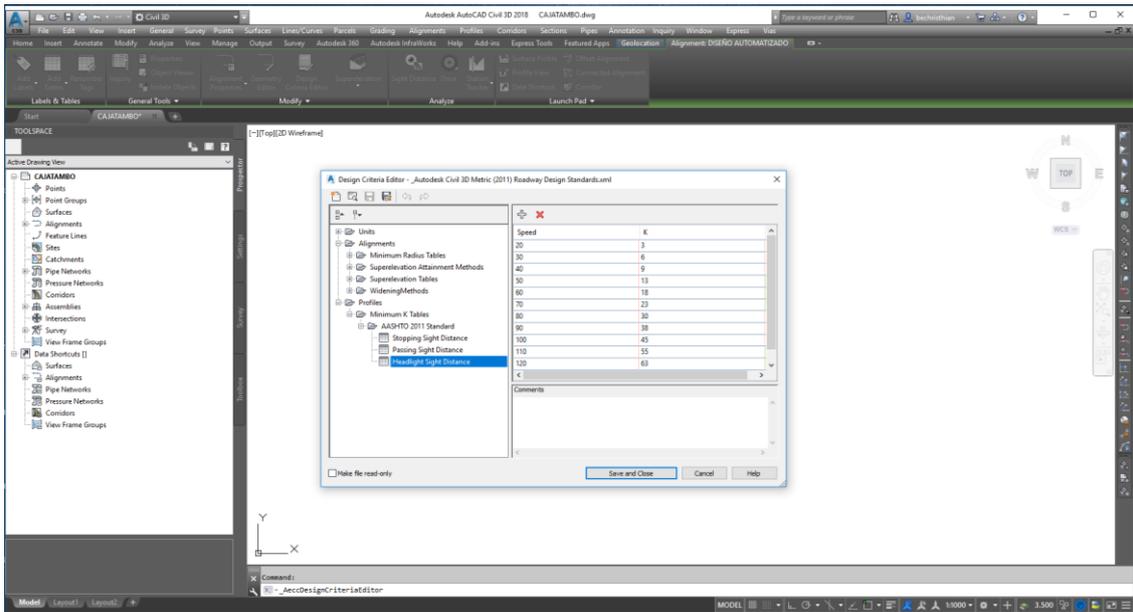
Nota: Elaboración propia

Figura 45: DISTANCIA - VISIÓN PASO



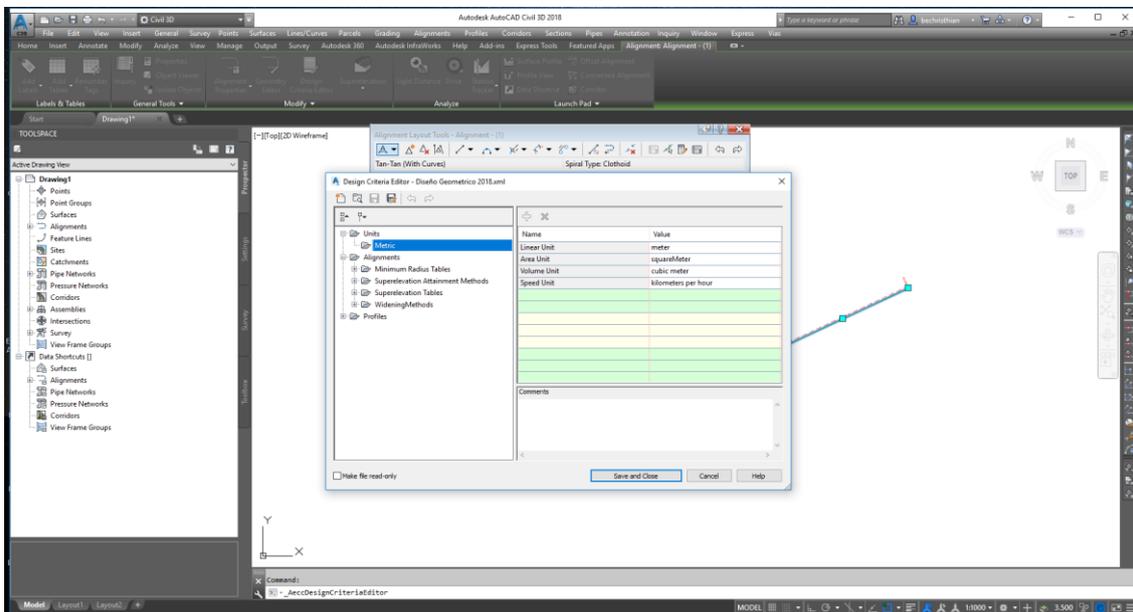
Nota: Elaboración propia

Figura 46: DISTANCIA - VISIÓN LUZ



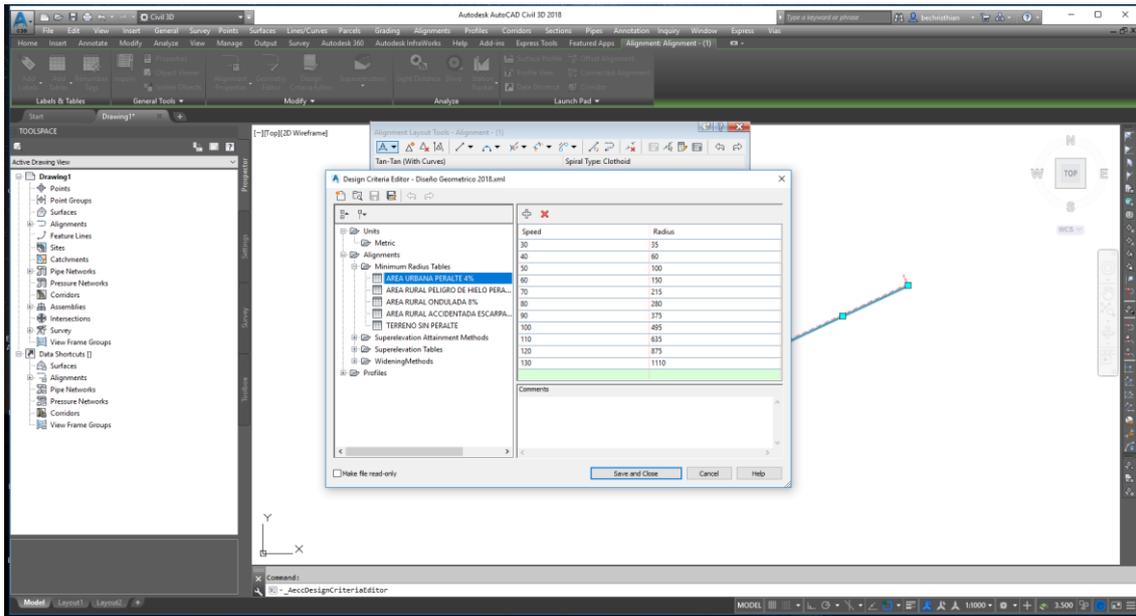
Nota: Elaboración del autor

Figura 47: XLM DISEÑADO CON NORMATIVA PERUANA DG2018



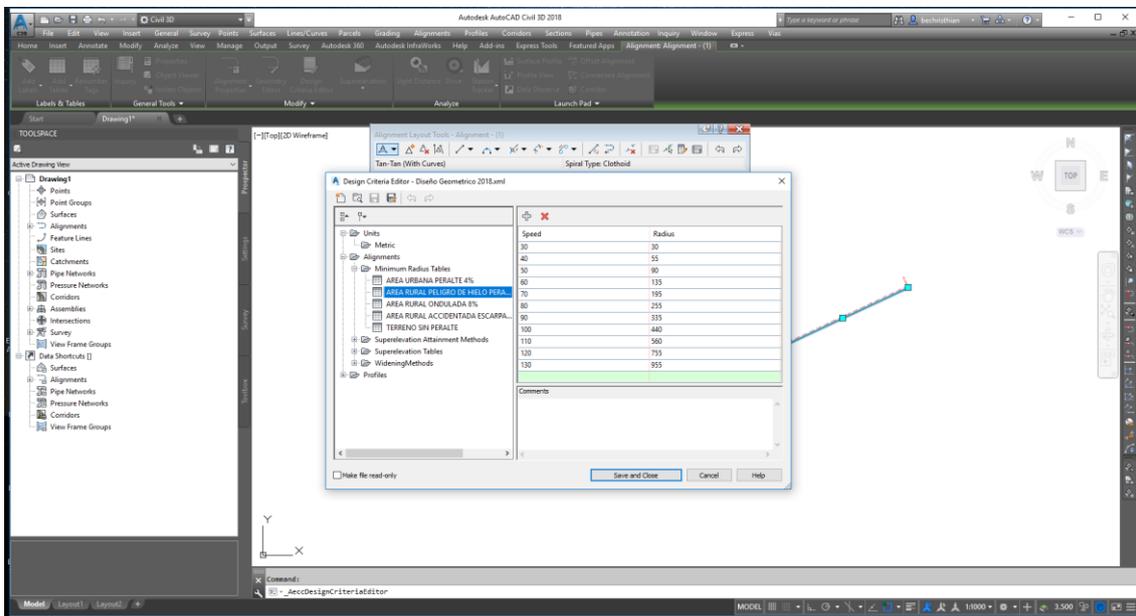
Nota: Elaboración del autor

Figura 48: ÁREA URBANA PERALTE 4%



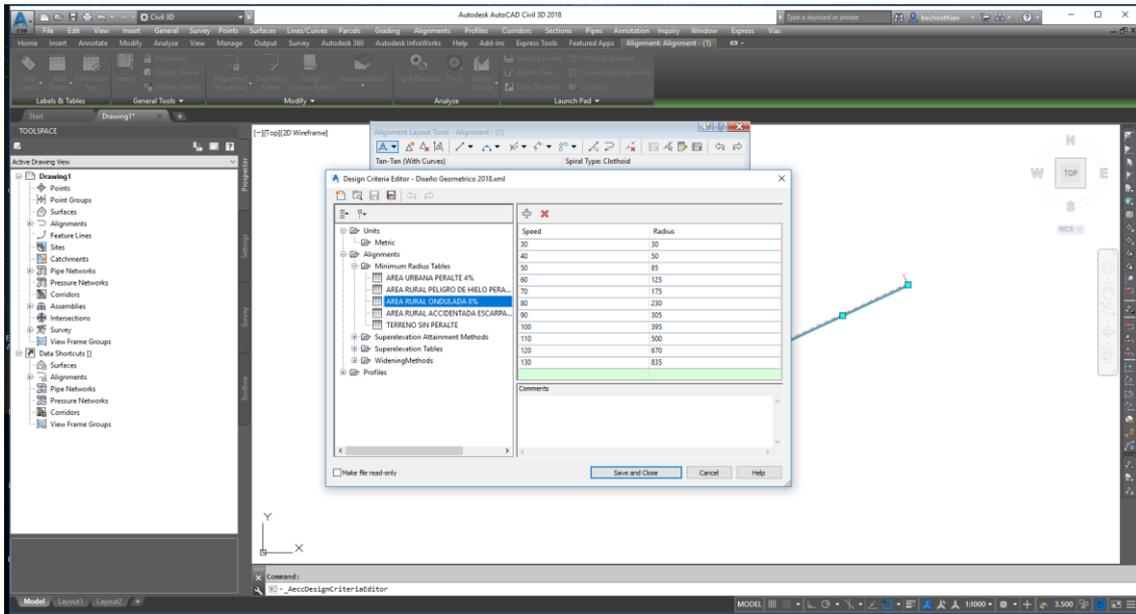
Nota: Elaboración del autor

Figura 49: ÁREA RURAL PELIGRO EN HIELO PERALTADO



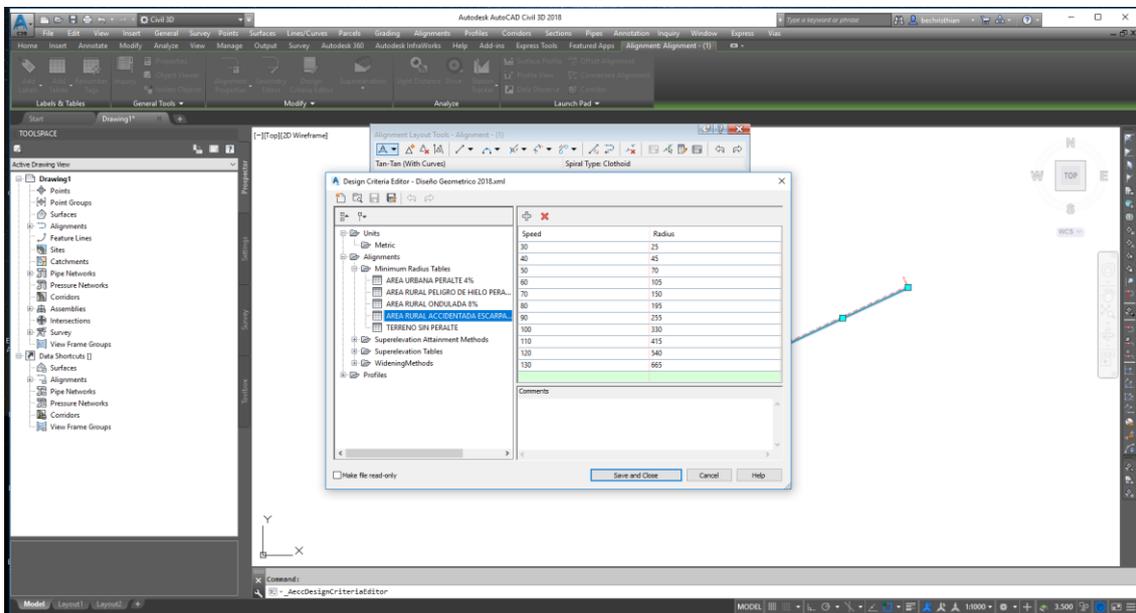
Nota: Elaboración del autor

Figura 50: ÁREA RURAL ONDULADA EN 8%



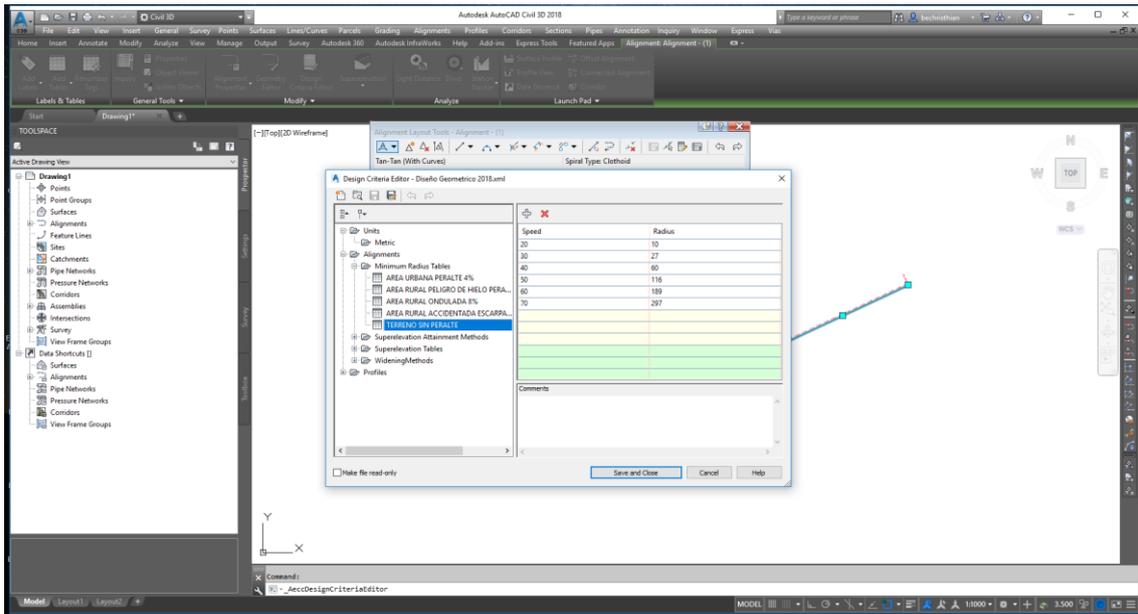
Nota: Elaboración del autor

Figura 51: ÁREA RURAL ACCIDENTADA ESCARPADA



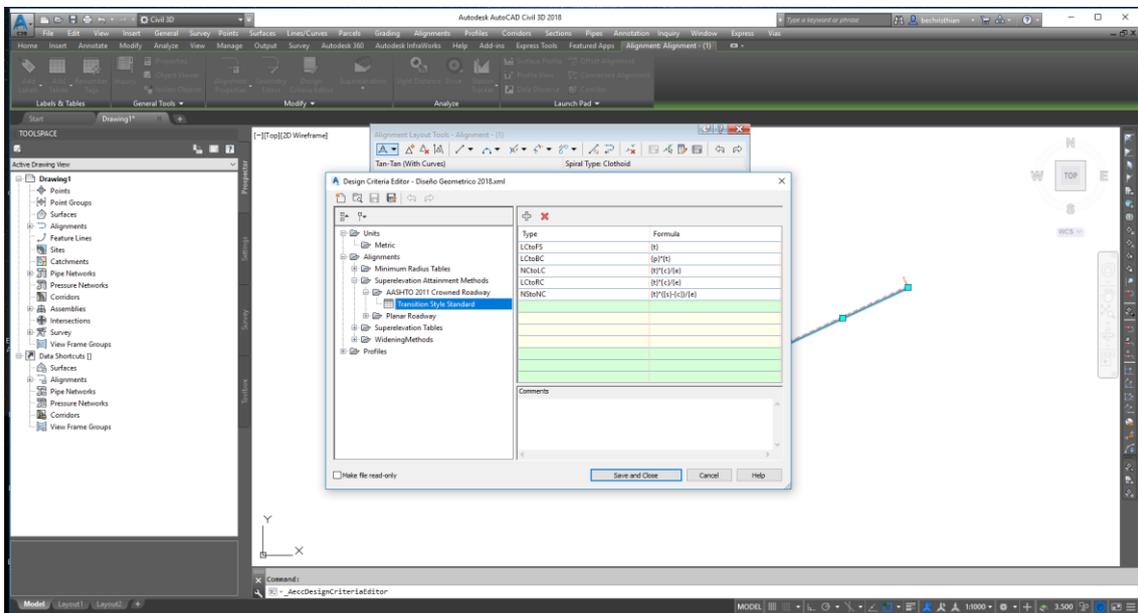
Nota: Elaboración del autor

Figura 52: TERRENO SIN PERALTE



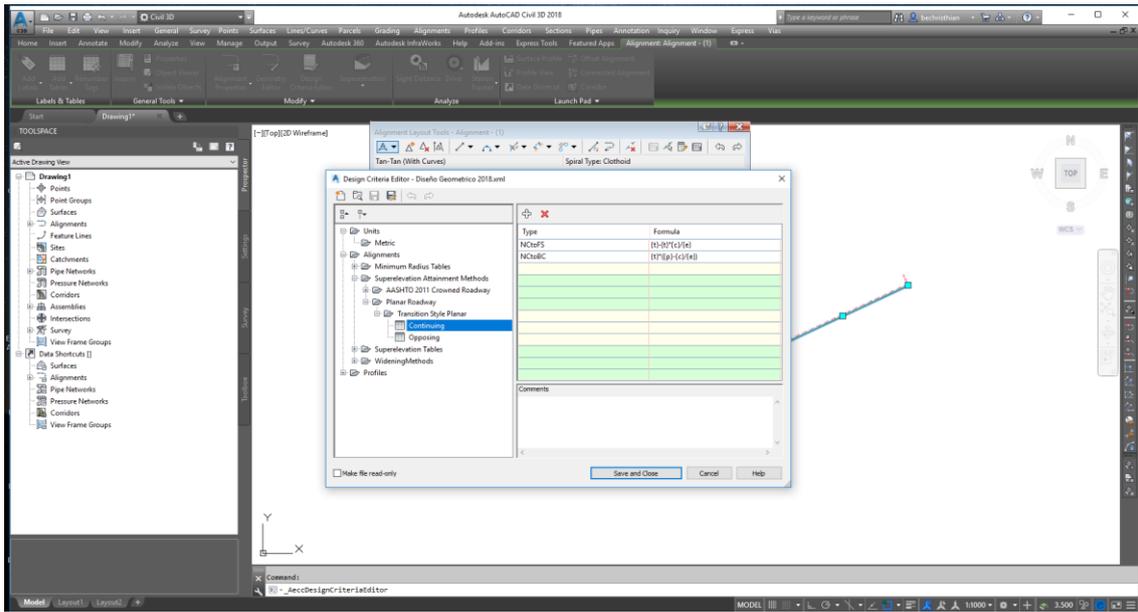
Nota: Elaboración del autor

Figura 53: ESTILO DE TRANSICIÓN ESTANDAR



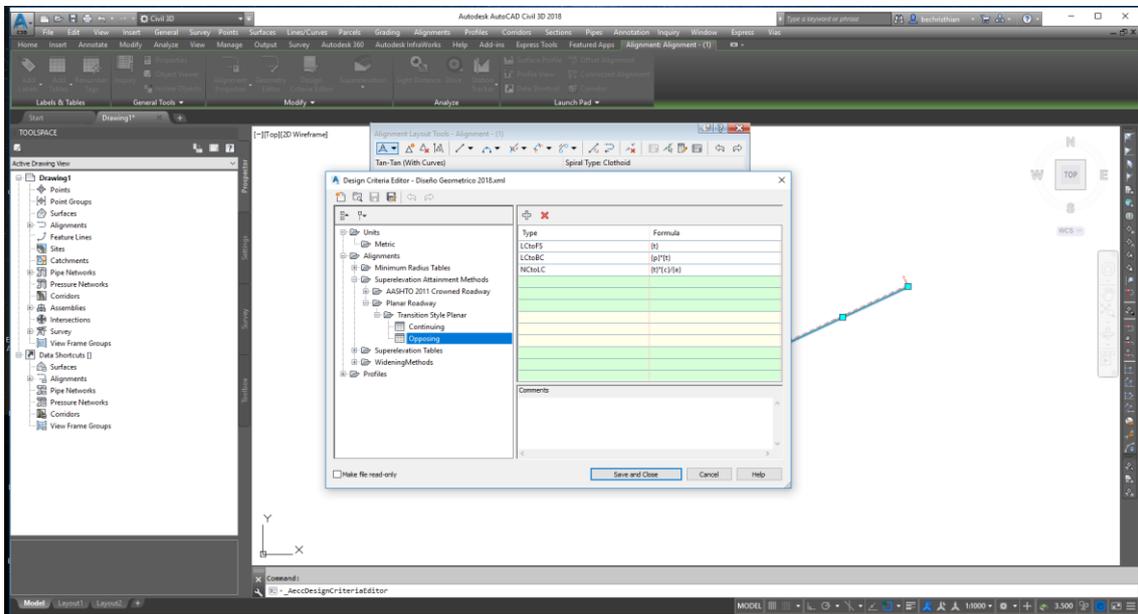
Nota: Elaboración propia

Figura 54: CONTINUO



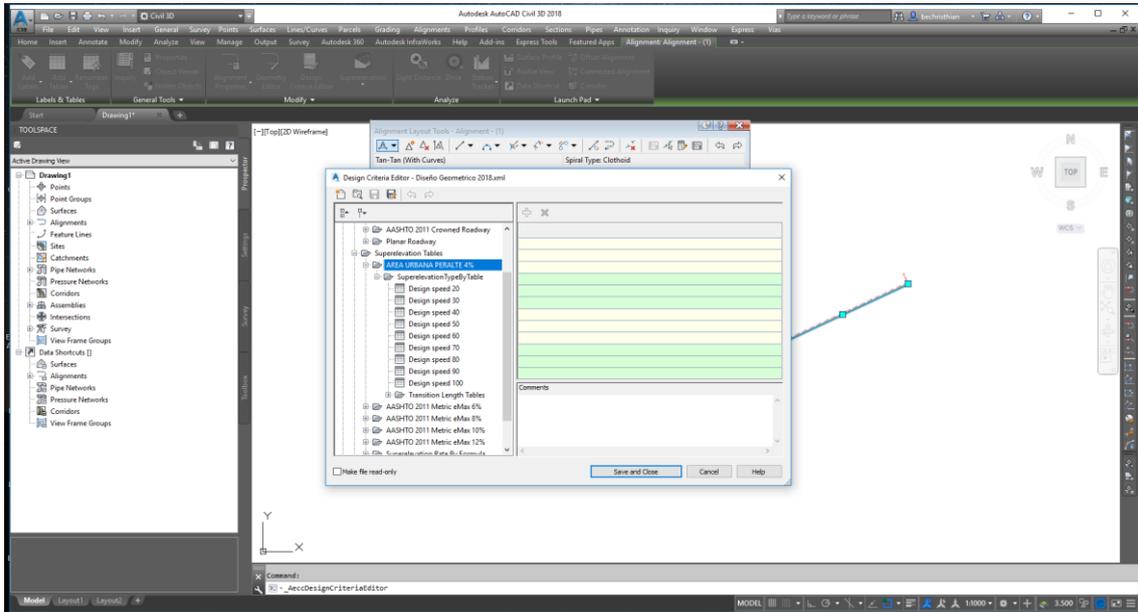
Nota: Elaboración propia

Figura 55: OPONIENDO



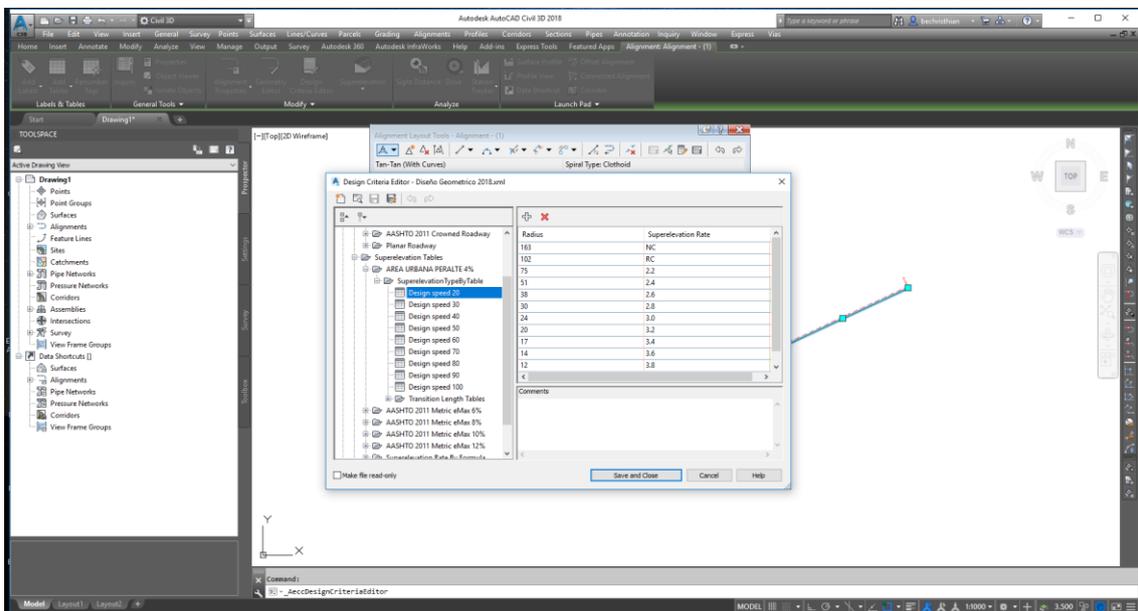
Nota: Elaboración propia

Figura 56: ÁREA URBANA PERRALTE DE 4% - TABLA DE SUPERELEVACIONES TÍPICAS



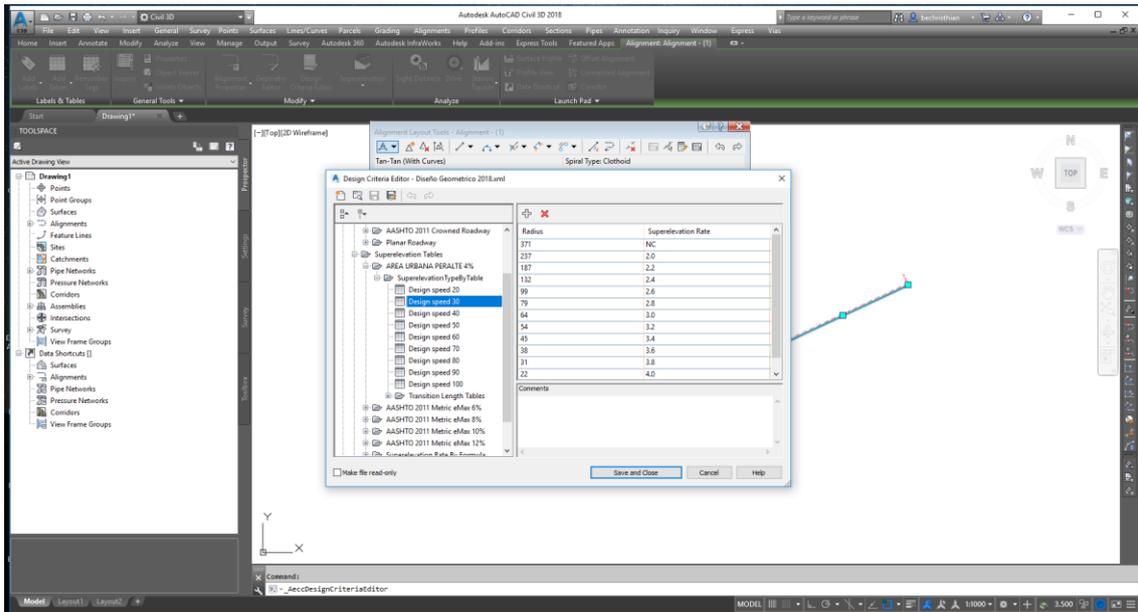
Nota: Elaboración del autor

Figura 57: VELOCIDAD EN 20



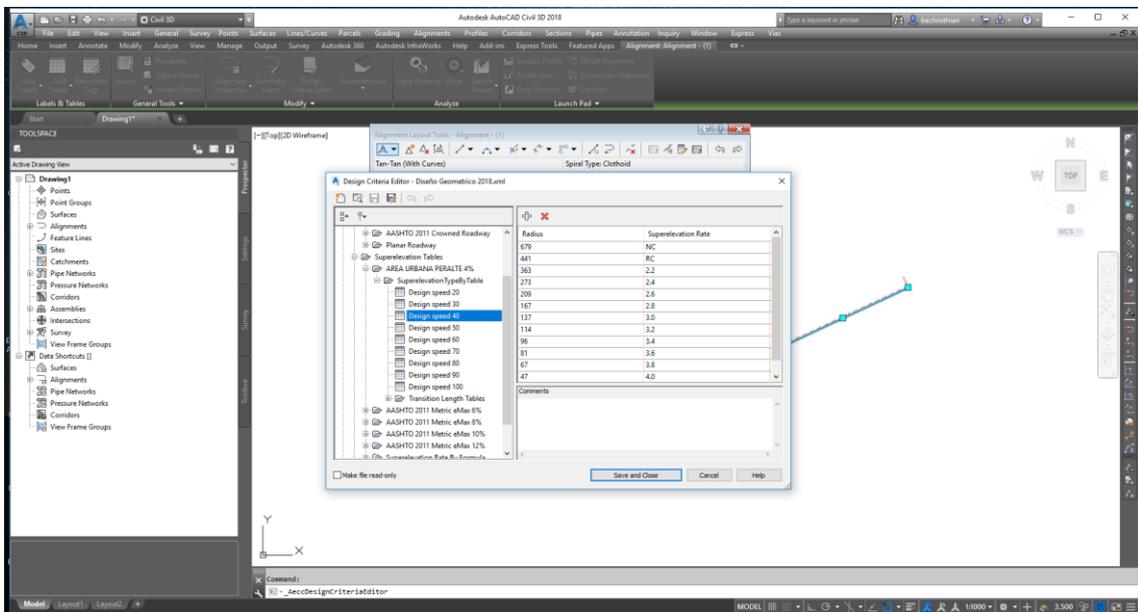
Nota: Elaboración propia

Figura 58: VELOCIDAD EN 30



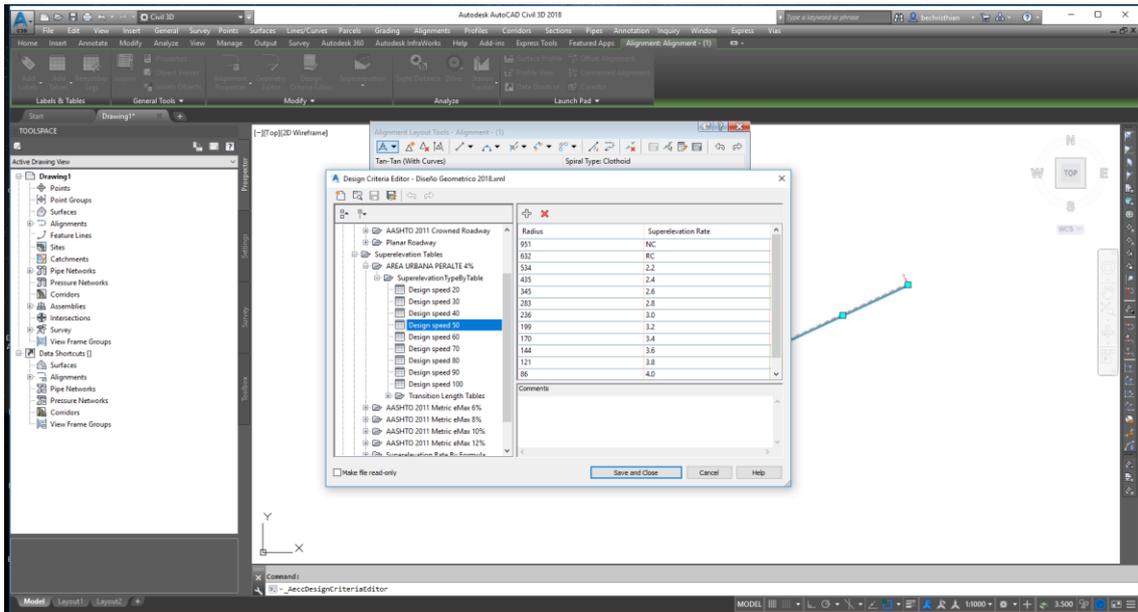
Nota: Elaboración propia

Figura 59: VELOCIDAD EN 40



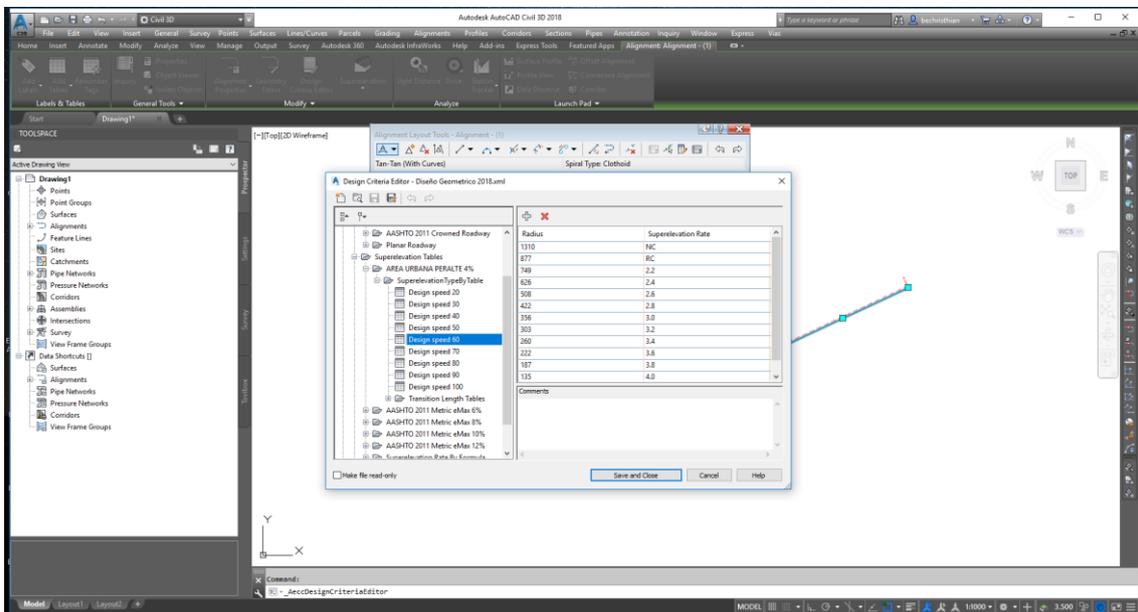
Nota: Elaboración propia

Figura 60: VELOCIDAD EN 50



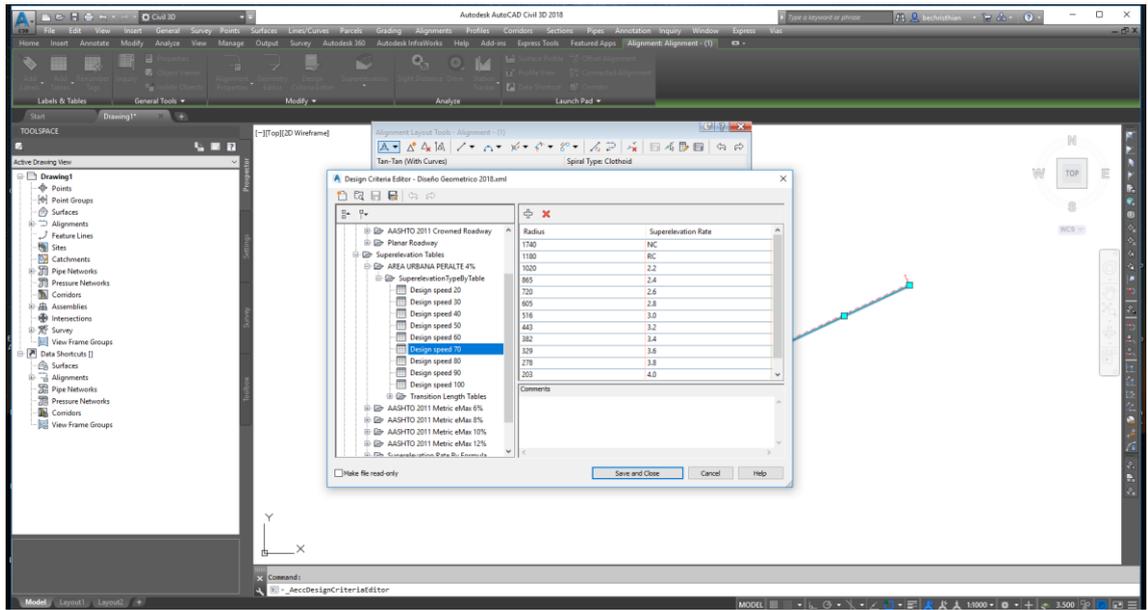
Nota: Elaboración propia

Figura 61: VELOCIDAD EN 60



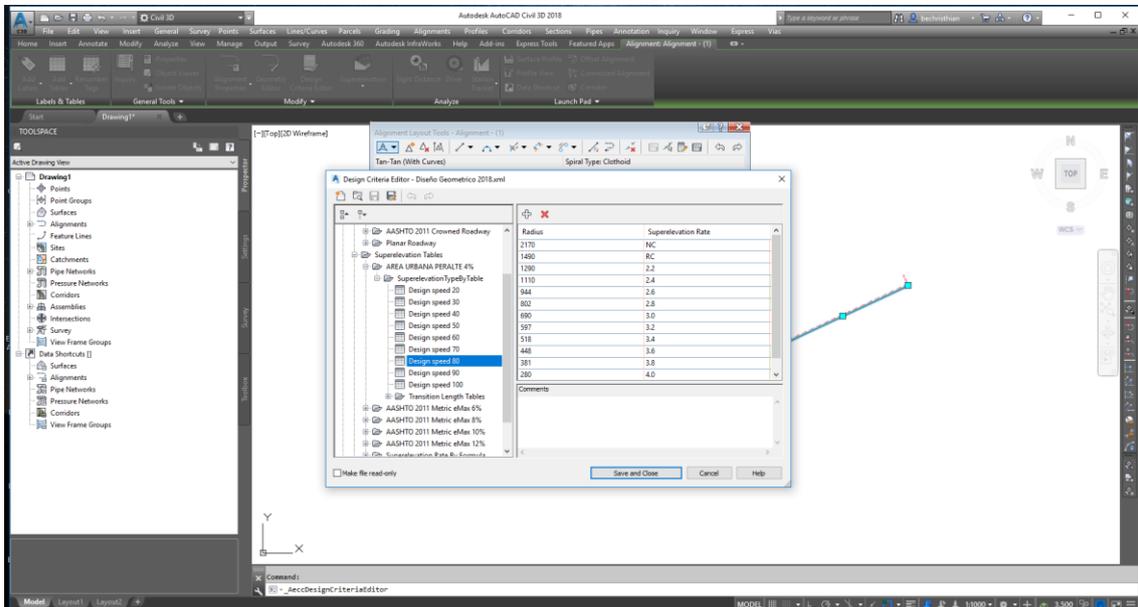
Nota: Elaboración propia

Figura 63: VELOCIDAD EN 70



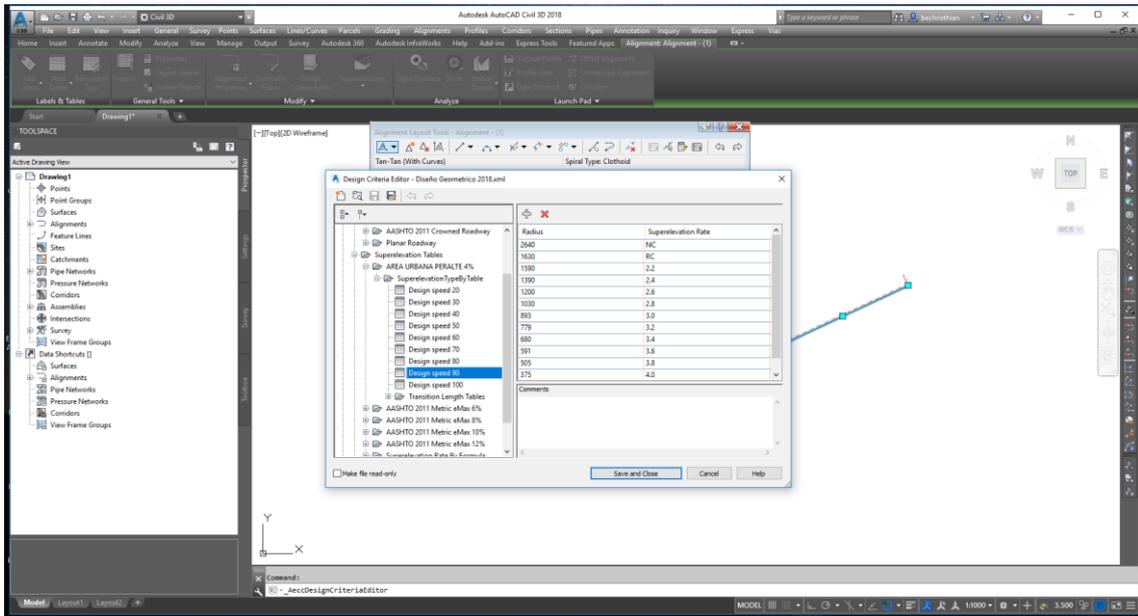
Nota: Elaboración propia

Figura 62: VELOCIDAD EN 80



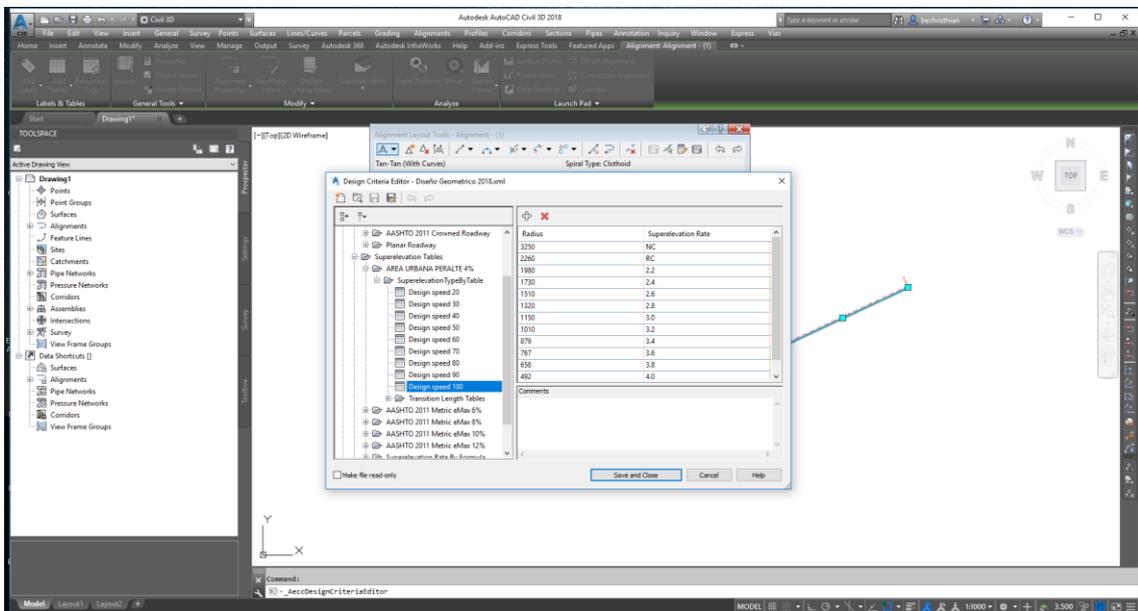
Nota: Elaboración propia

Figura 63: VELOCIDAD EN 90



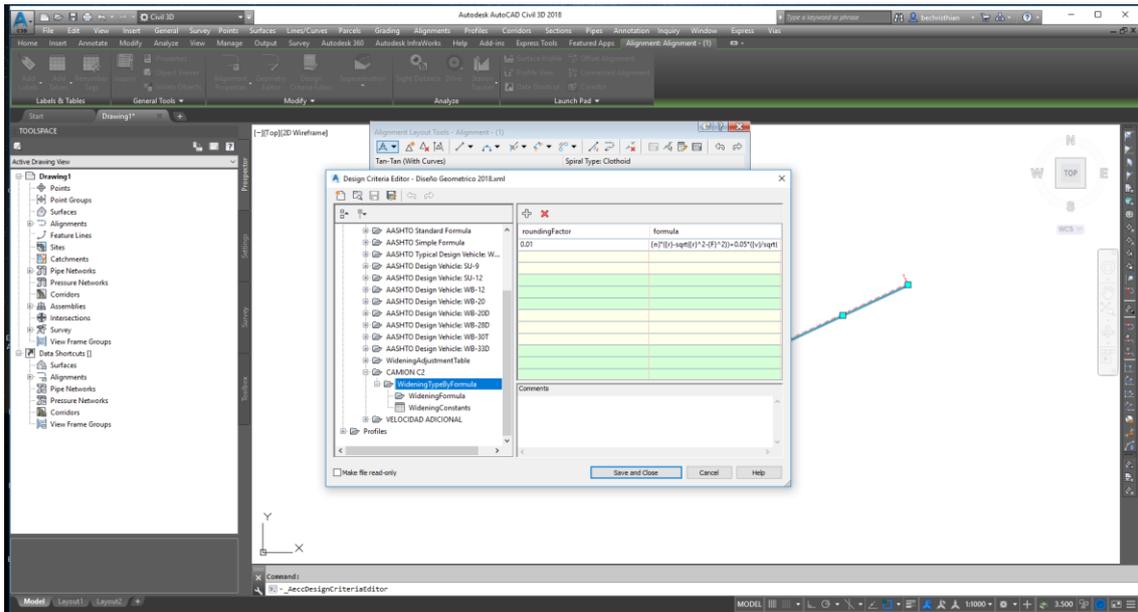
Nota: Elaboración propia

Figura 64: VELOCIDAD EN 100



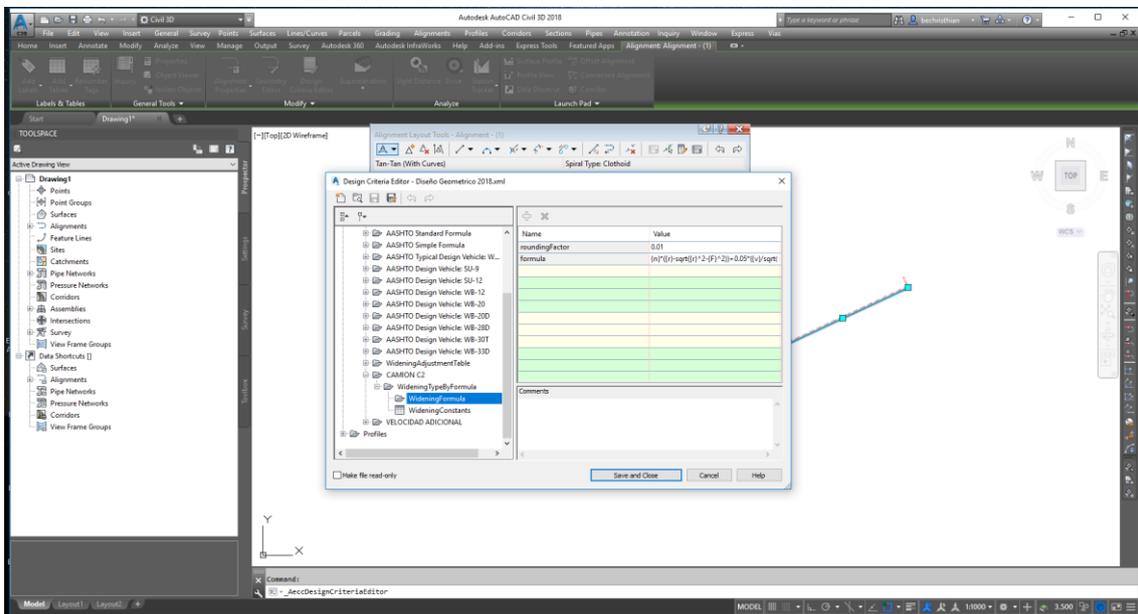
Nota: Elaboración propia

Figura 65: FÓRMULA TIPO -ENSANCHAMIENTO



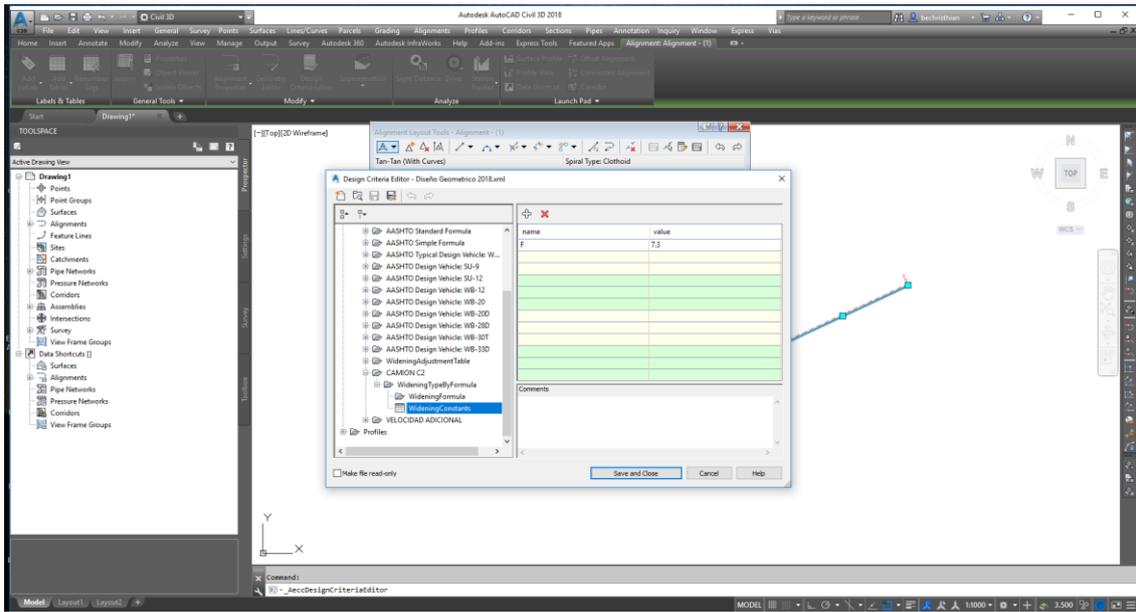
Nota: Elaboración propia

Figura 68: FORMULA ENSANCHAMIENTO



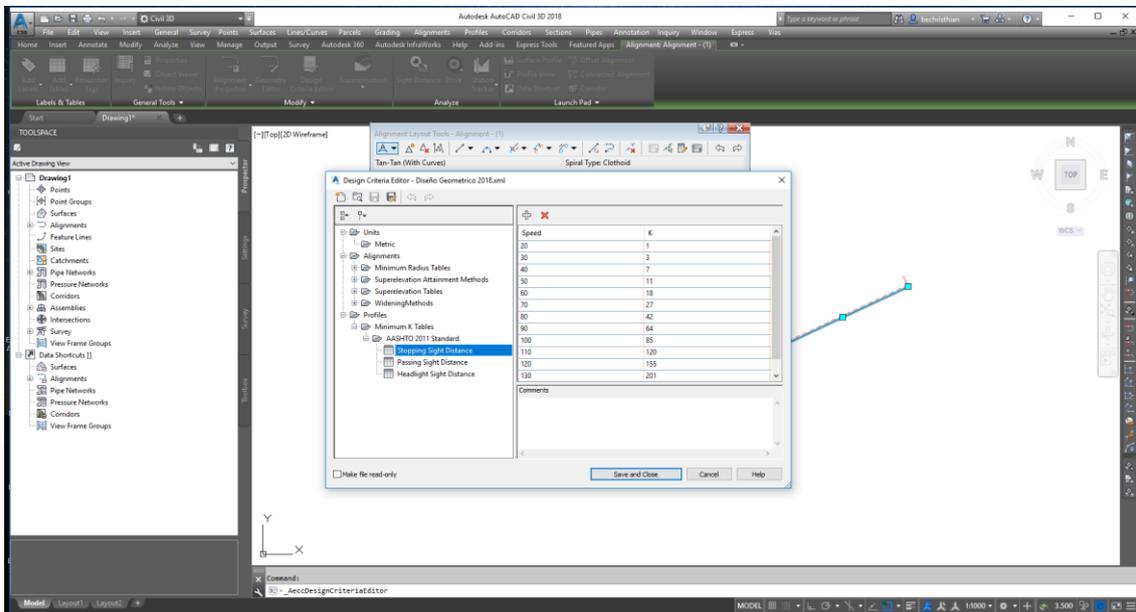
Nota: Elaboración del autor

Figura 66: ENSANCHAMIENTO CONSTANTE



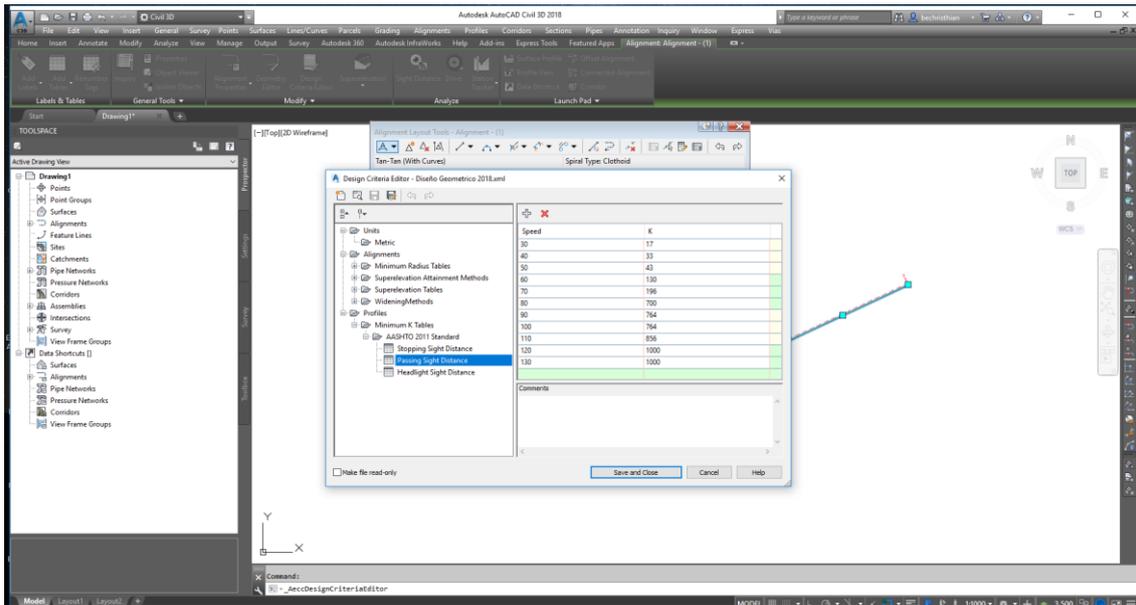
Nota: Elaboración propia

Figura 67: DISTANCIA: VISIÓN PARADA



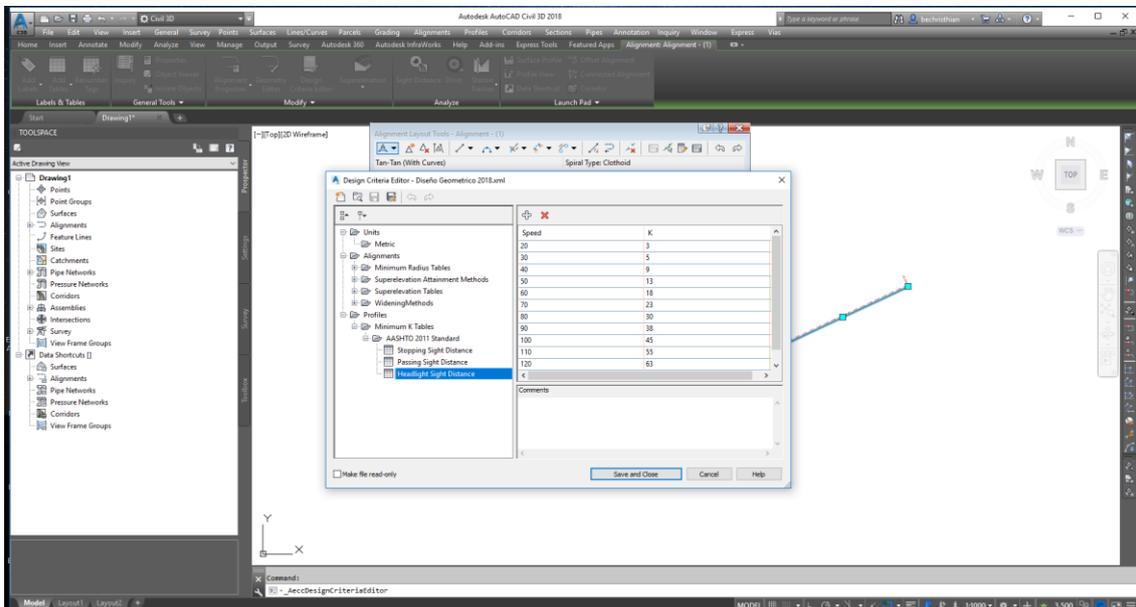
Fuente: Elaboración del autor

Figura 68: DISTANCIA : VISIÓN DE PASO



Nota: Elaboración propia

Figura 69: DISTANCIA : VISIÓN LUZ



Nota: Elaboración del autor

## **CAPÍTULO VI**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **6.1. Conclusiones**

El nivel de confiabilidad del diseño es ratificante debido a que está comprendida con el manual de carreteras DG 2018.

La mayoría de los proyectistas realizan sus proyectos sin realizar el diseño apropiado y por falta de conocimiento no se guían del diseño geométrico que está establecido en nuestro país.

Asimismo, algunos proyectistas conocen del manual y se guían de él, pero toma mucho tiempo ya que el programa no cuenta con la normativa de Perú, ya que está con la normal AASHTO 2011 que es internacional y no es aplicada a nuestro país.

El mayor porcentaje de las personas no conocen de la norma de diseño geométrico y piensa que es fácil el diseño, no teniendo en cuenta muchas pautas, como para evitar riesgos y accidentes.

## **6.2. Recomendaciones**

Al momento de realizar el proyecto tener en cuenta muchos detalles, ya que debido a la cantidad de datos que se tiene que recolectar a xml puede haber errores.

Realizar el proyecto un día en el que el proyectista tenga la disponibilidad de tiempo para poderlo realizar sin presión alguna.

Con respecto al diseño geométrico, es mucho más amplio ya que siempre puede variar debido al terreno en el que se realice.

## CAPÍTULO VII

### 7.1. Fuentes Bibliografica

- Aleman, H., Juarez, F., & Nerio, J. "Propuesta del diseño geométrico de 5.0 KM de vía acceso vecinal montañosa, final Col. Quezaltepeque-Cantón Victoria, Santa Cleta, La Libertad, utilizando software especializado para diseño de carreteras". (*Tesis de Pregrado*). Universidad El Salvador, El Salvador.
- Carreras, A. "*La consistencia del diseño geométrico en vías de Interés Nacional de dos carriles*". Universidad Central "MARTA ABREU" de las Villas, Santa Clara.
- Chura, O., & Mamani, E. (2016). *Diseño de intercambio Vial en Intersecciones De la carretera Panamericana Sur y de Puno*. UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA, Puno.
- Lorenas, F. "El diseño Geométrico de corredores exclusivos de transporte para ciudades de la sierra y su incidencia en la disminución de tiempos de viaje y costos de operación". (*Tesis de Posgrado*). Universidad Técnica de Ambato, Ambato.
- MTC. (2018). *Diseño Geometrico de carretera DG2018*. Lima.
- MTC. (2018). *Manual de carreteras DG 2018*. Lima.
- Rosales, J. (2003). *Diseño de la carretera Condebamba-Canta km. 0+00-km. 07+76*. Lima.
- Sampieri, R. (2003). *Metodología de la Investigación*. Mexico.
- Tarazona, C. (2008). *Diseño Geometrico de la Carretera Sayanacotamacon GPS*. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima.

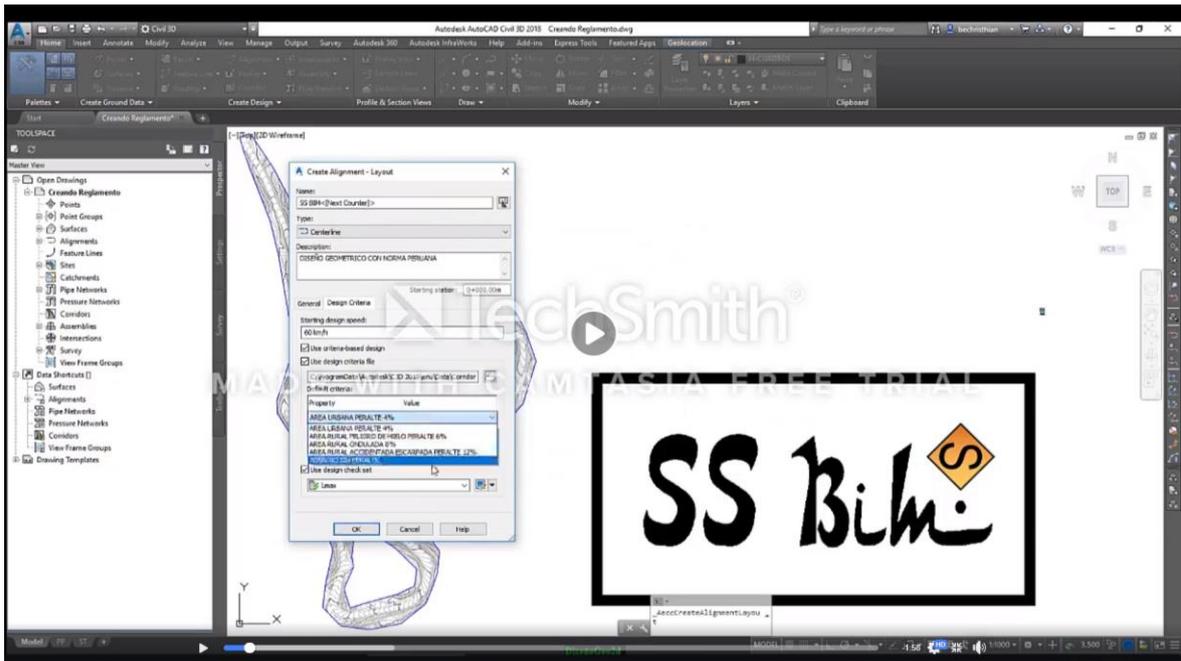
## 7.2. Fuentes Electrónicas

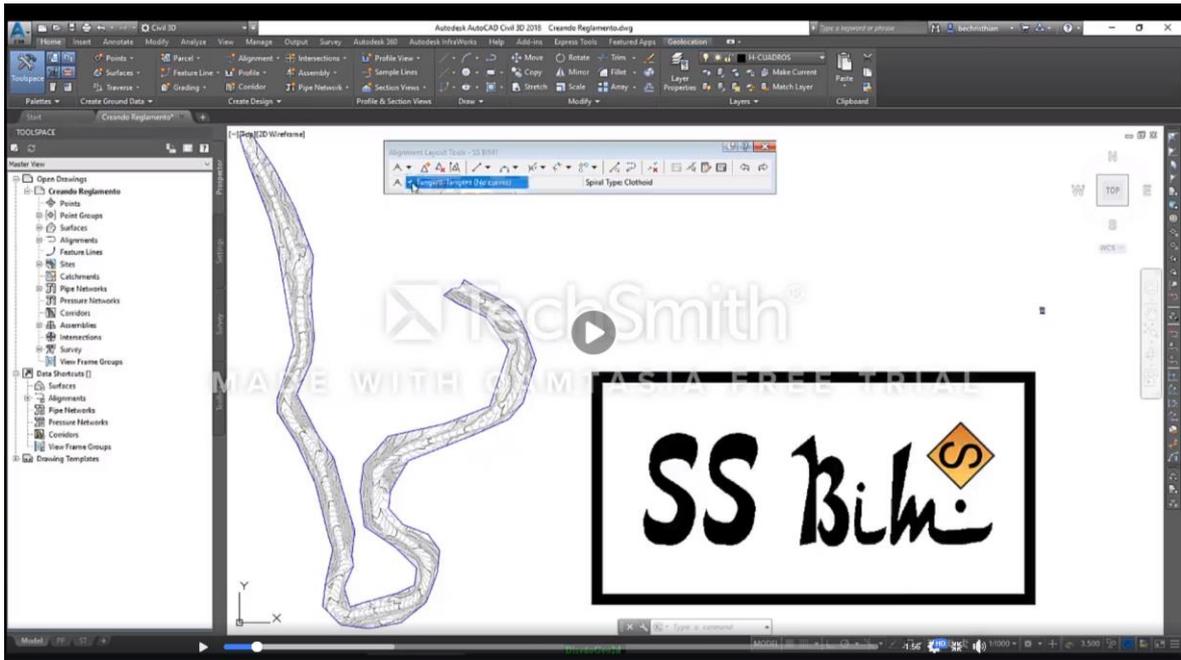
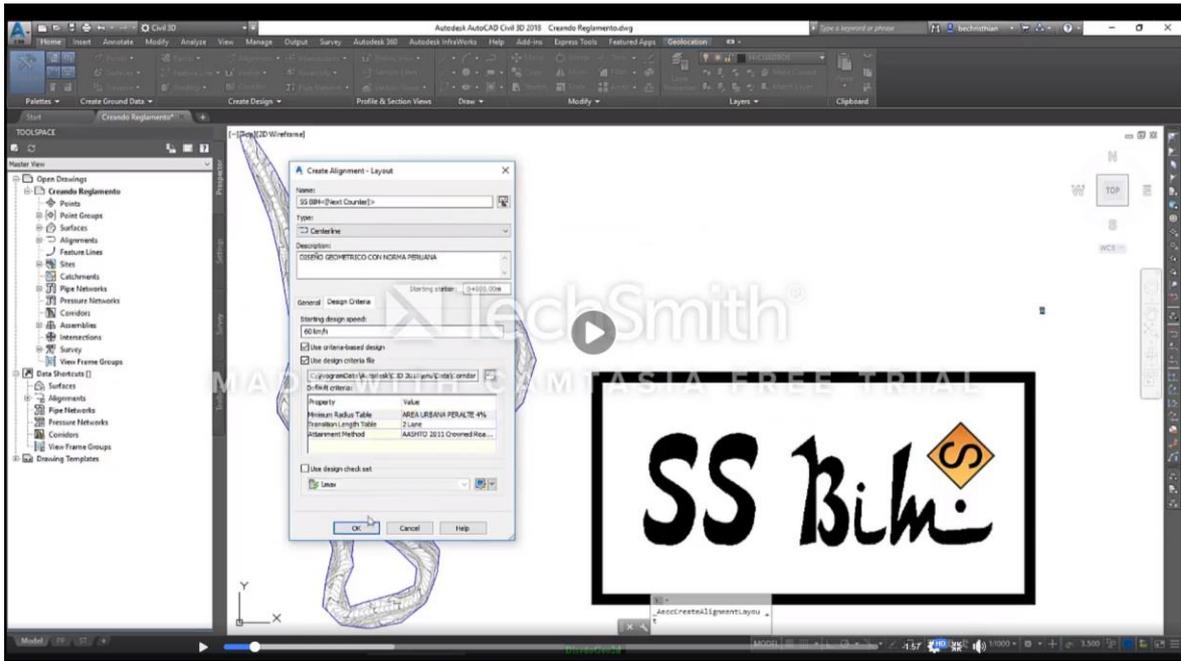
Alicante. (2019). *Glosarios*. Obtenido de <https://glosarios.servidor-alicante.com/disenyo-geometrico-carreteras>

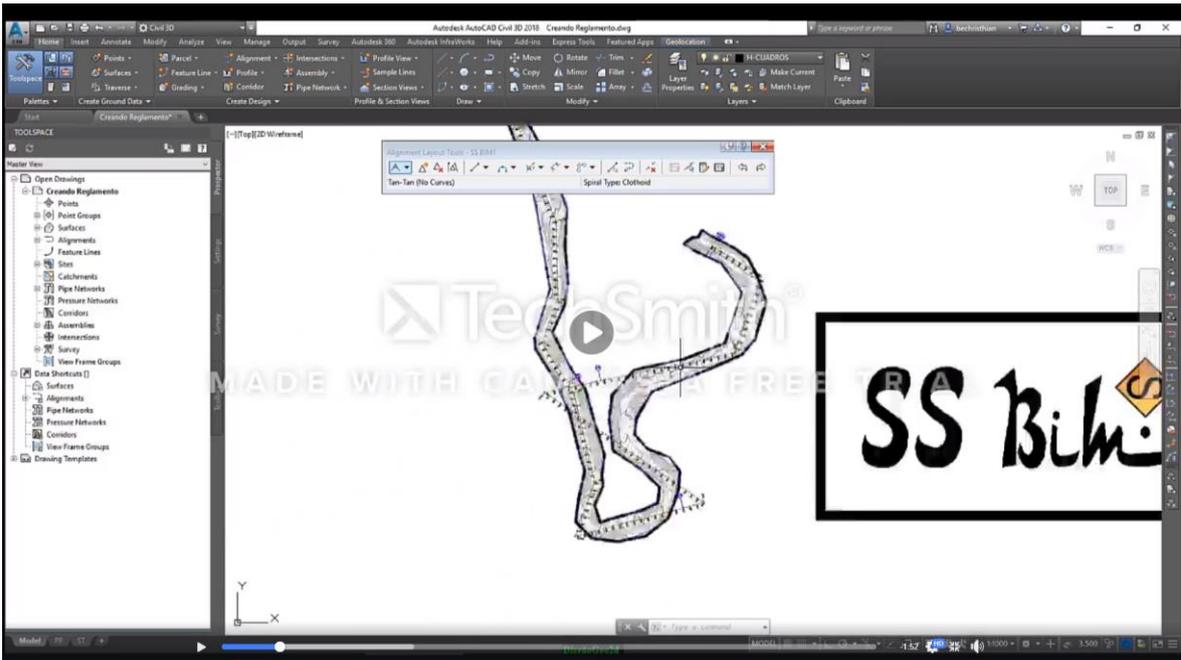
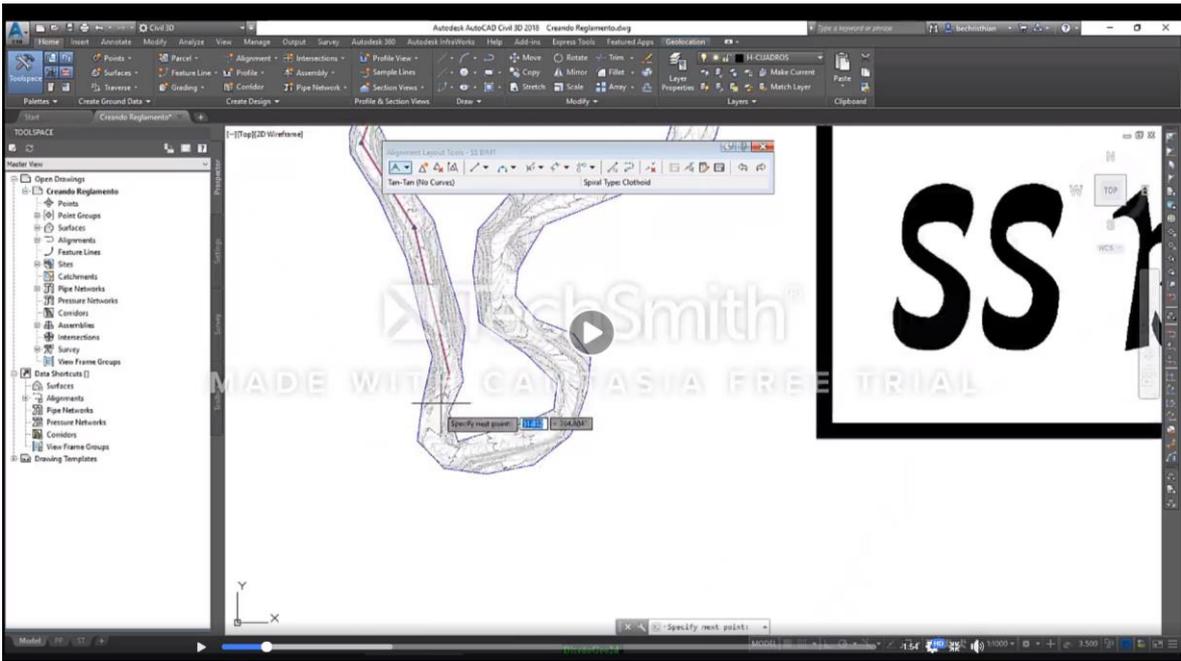
Ecured. (2019). *xml*. Obtenido de <https://www.ecured.cu/XML>

MDN. (2019). *MDN Web docs*. Obtenido de [https://developer.mozilla.org/es/docs/Web/XML/Introducci%C3%B3n\\_a\\_XML](https://developer.mozilla.org/es/docs/Web/XML/Introducci%C3%B3n_a_XML)



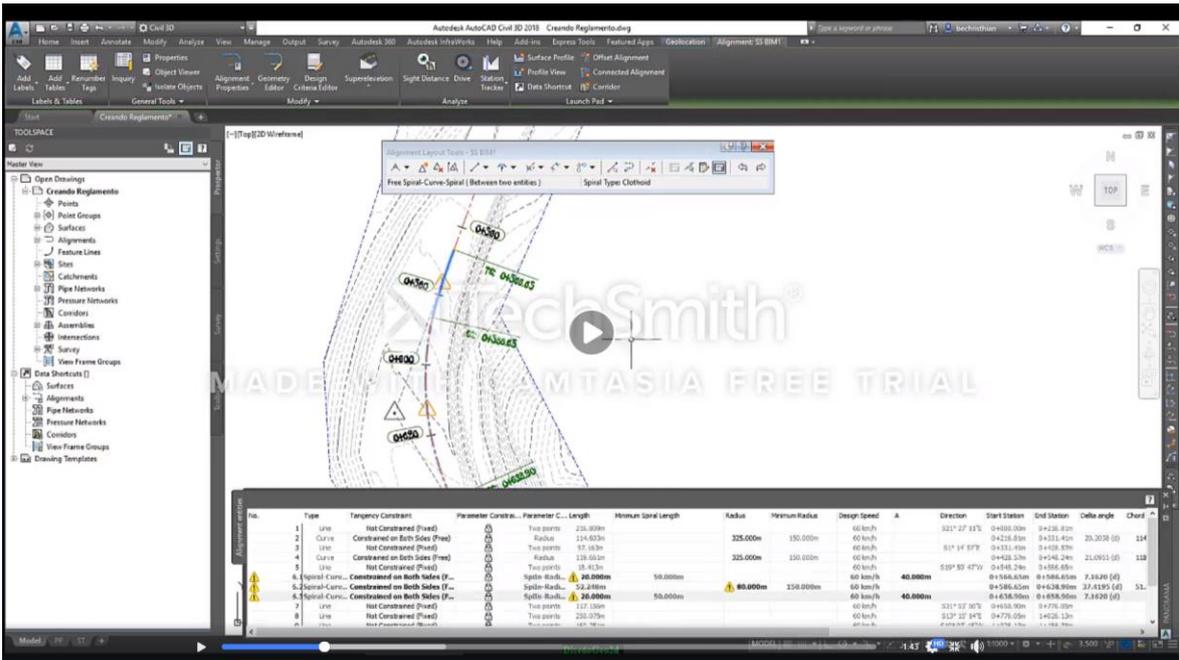
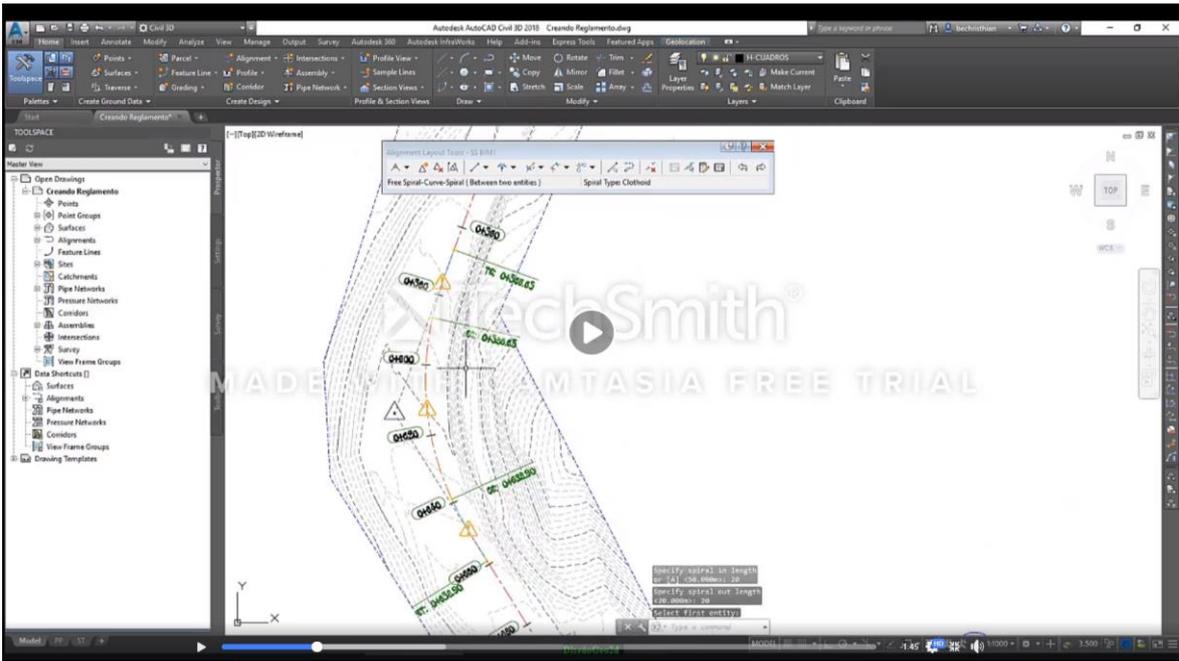


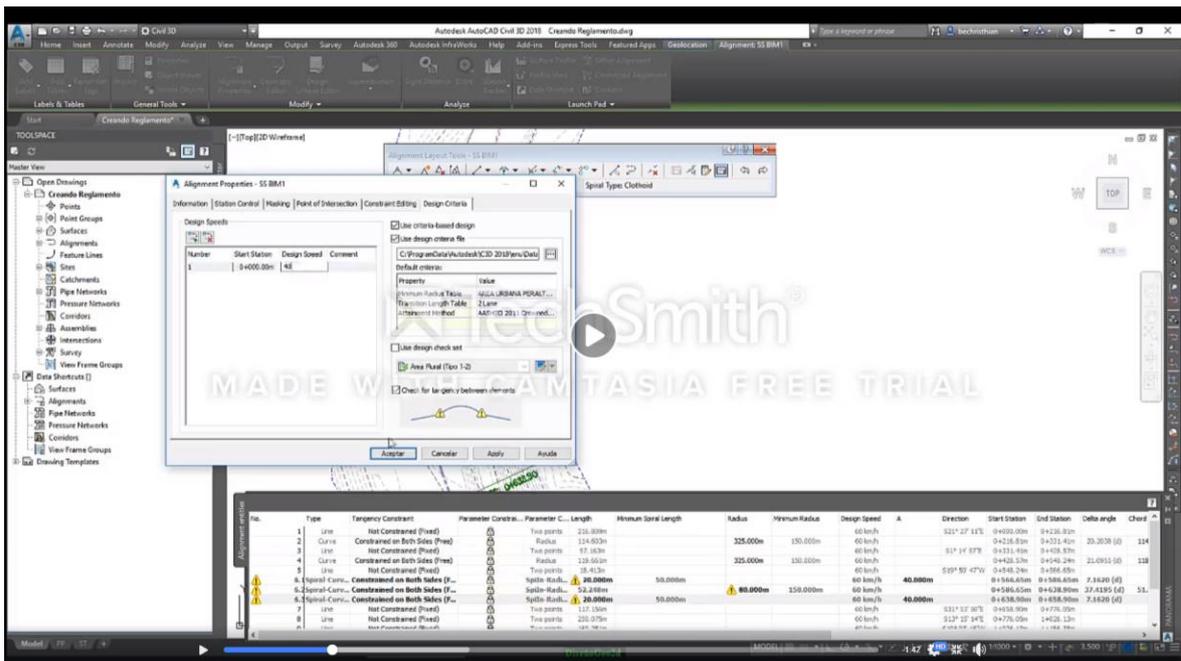
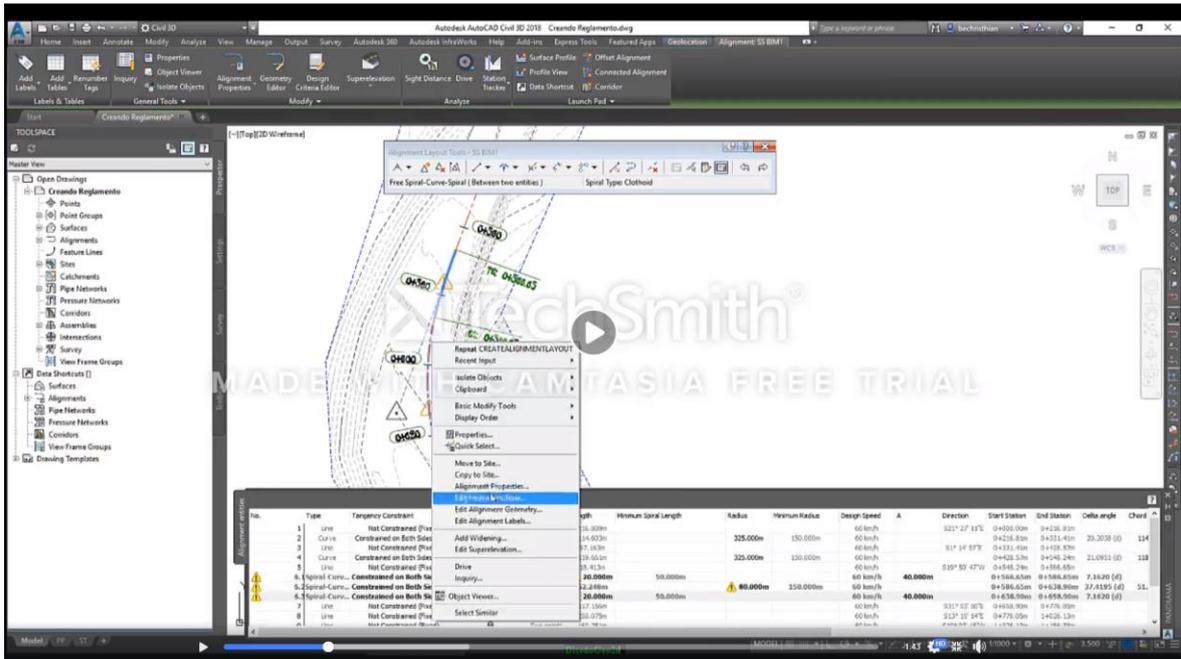


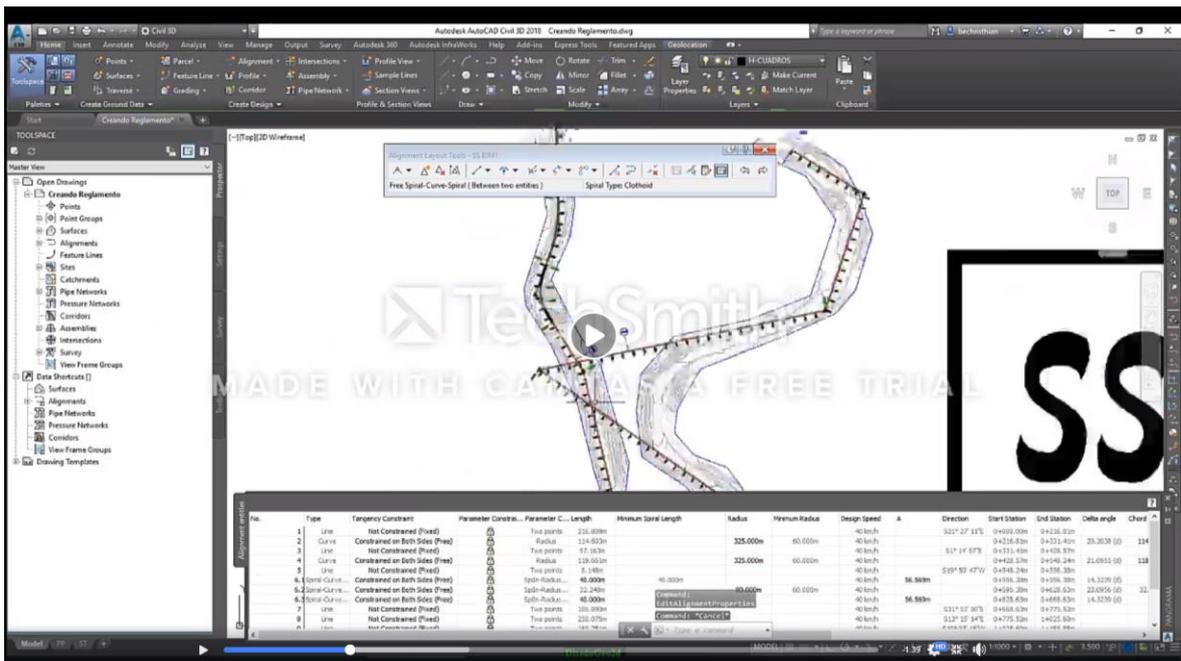
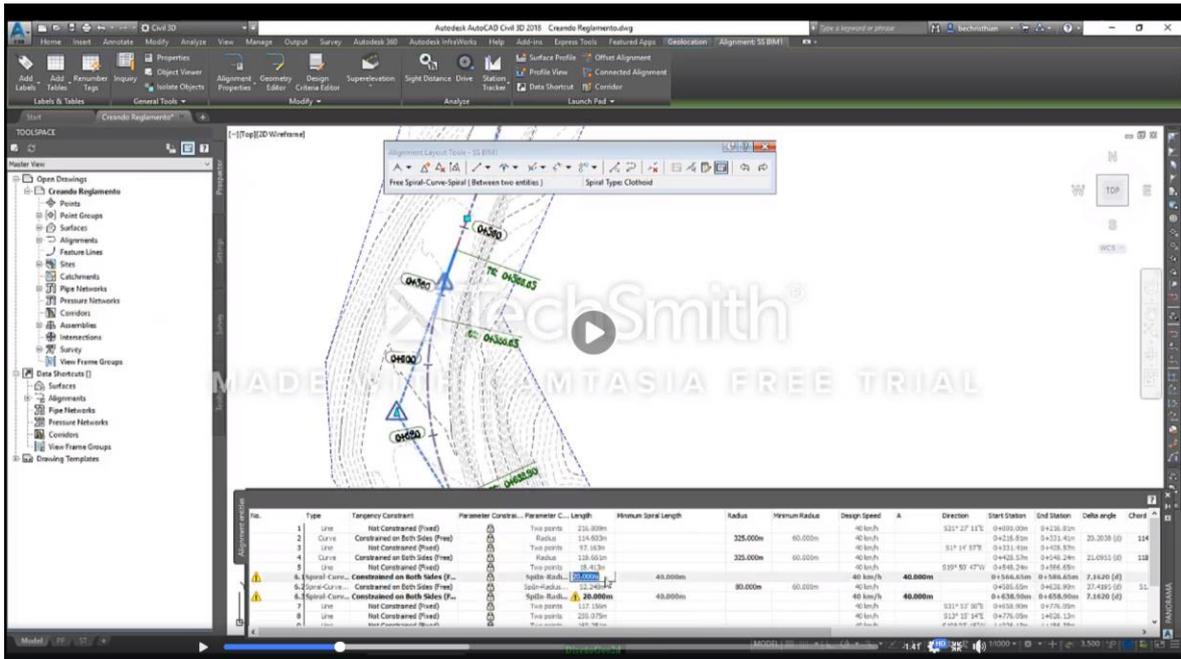


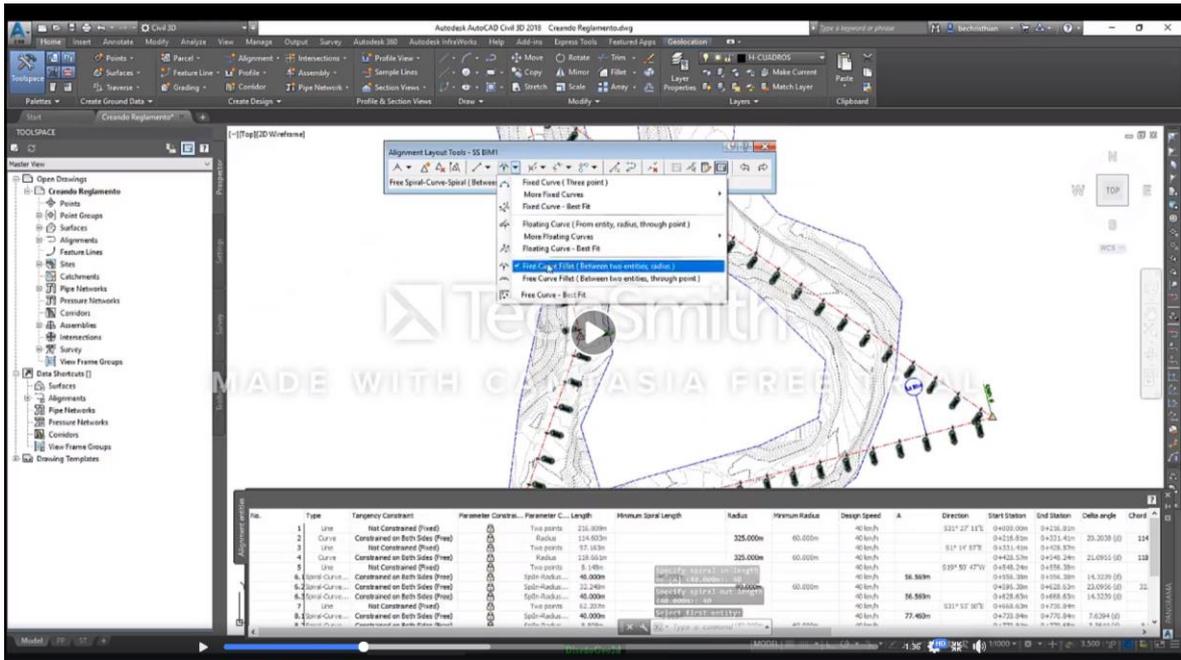
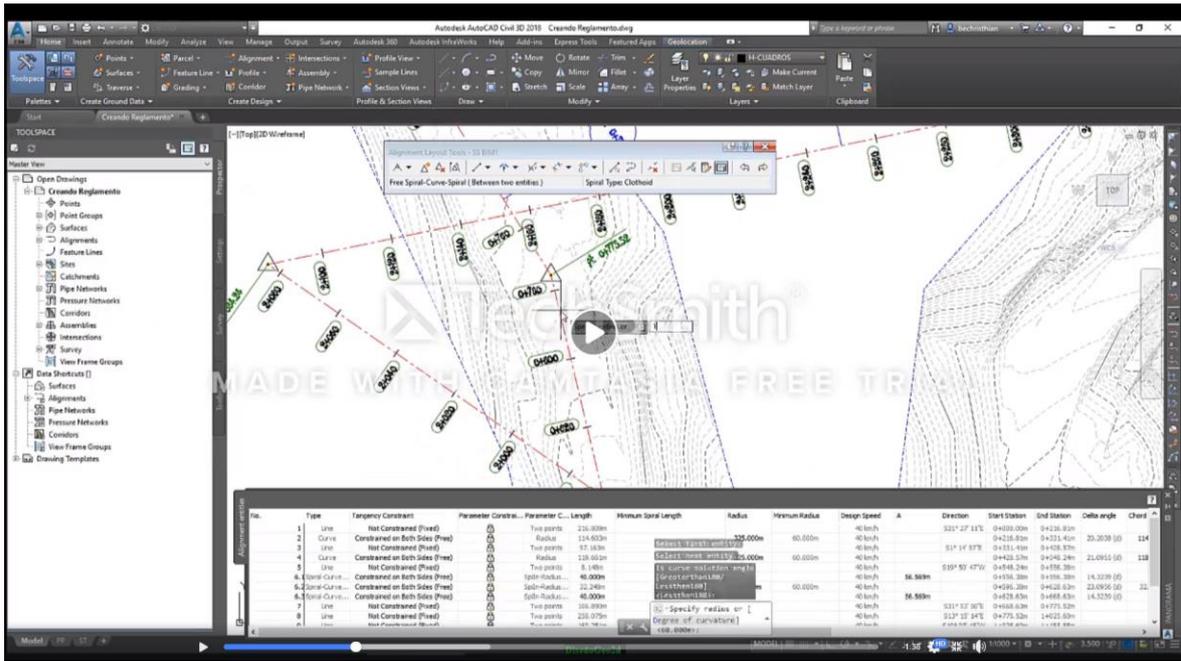


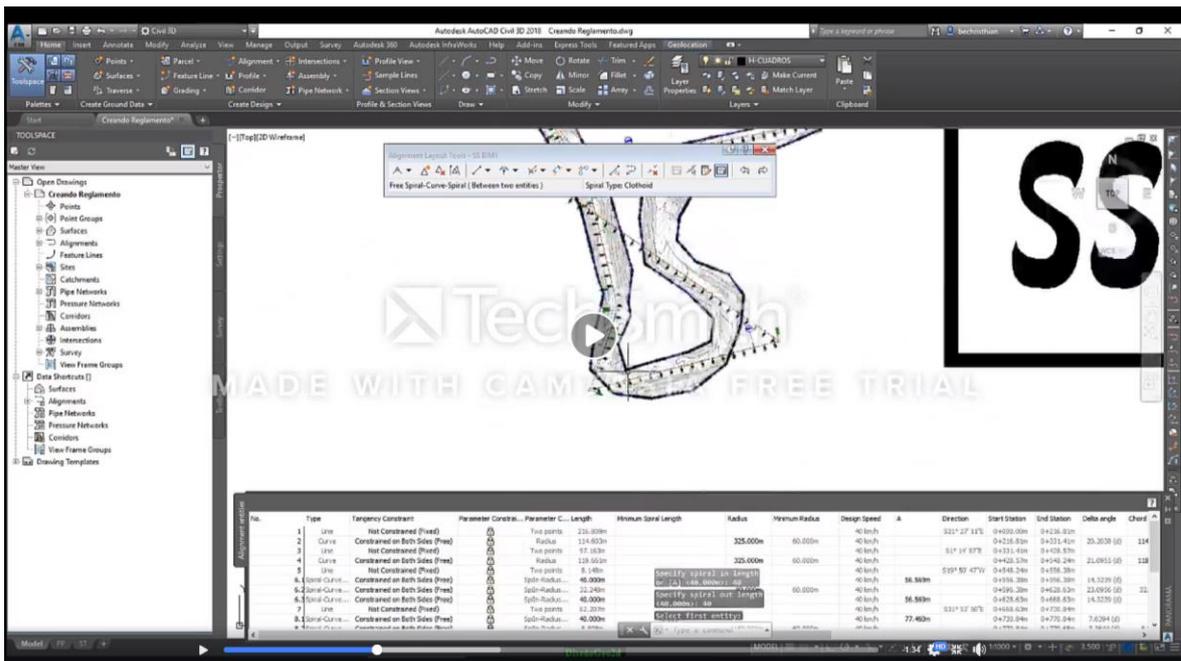
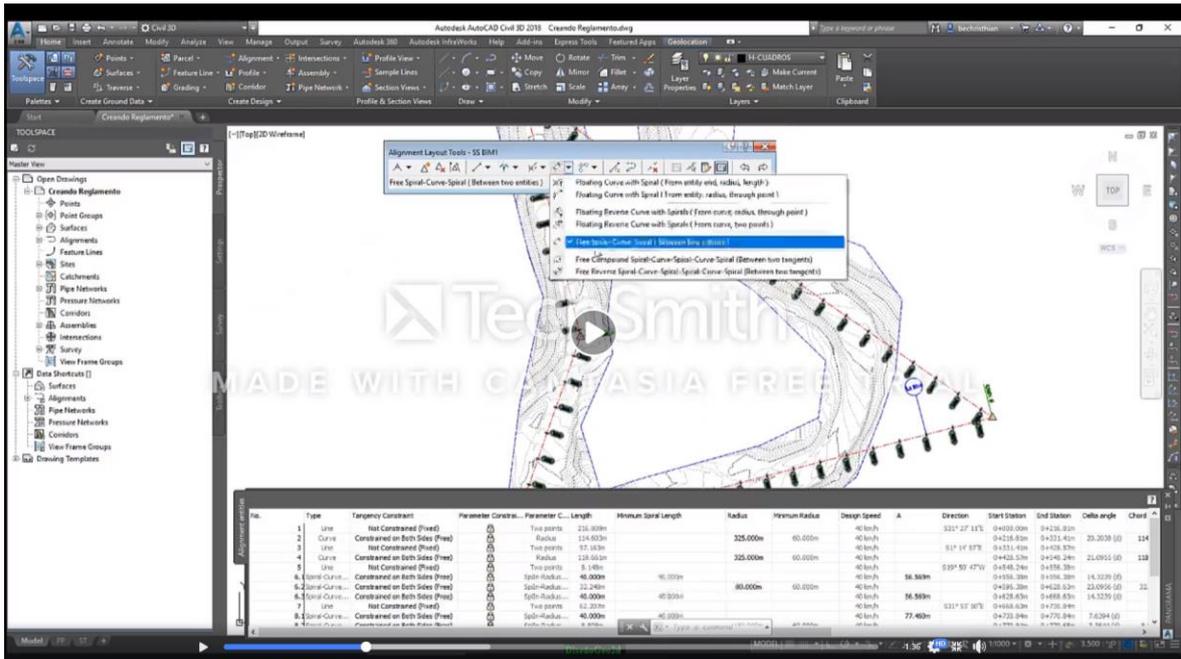


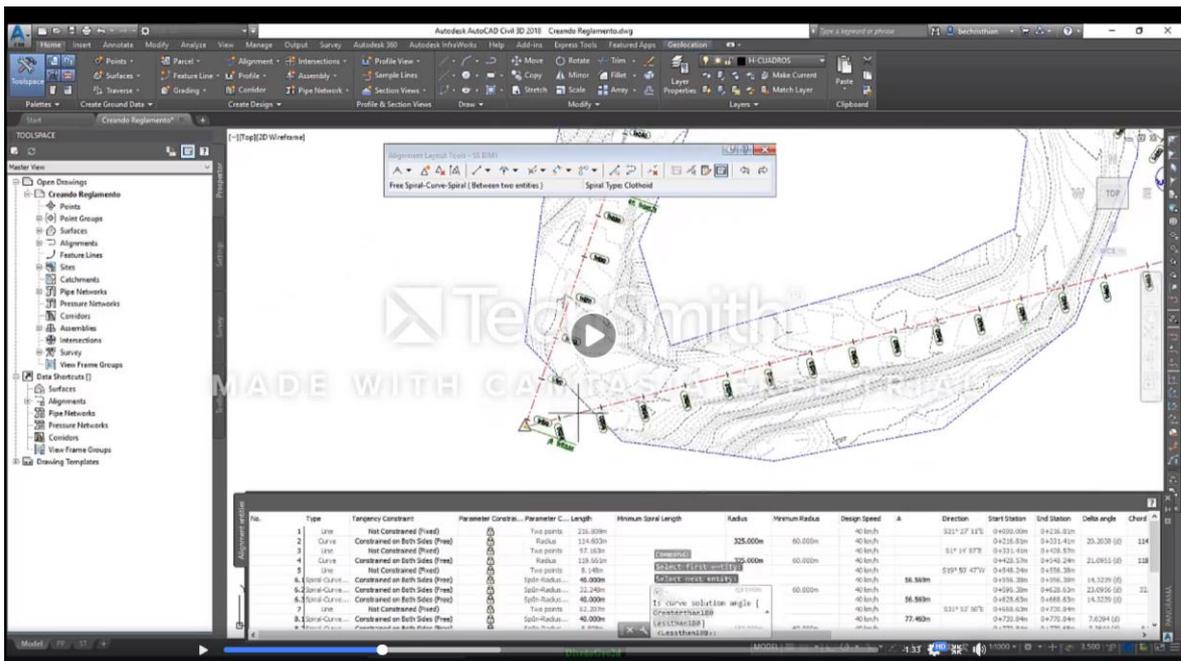
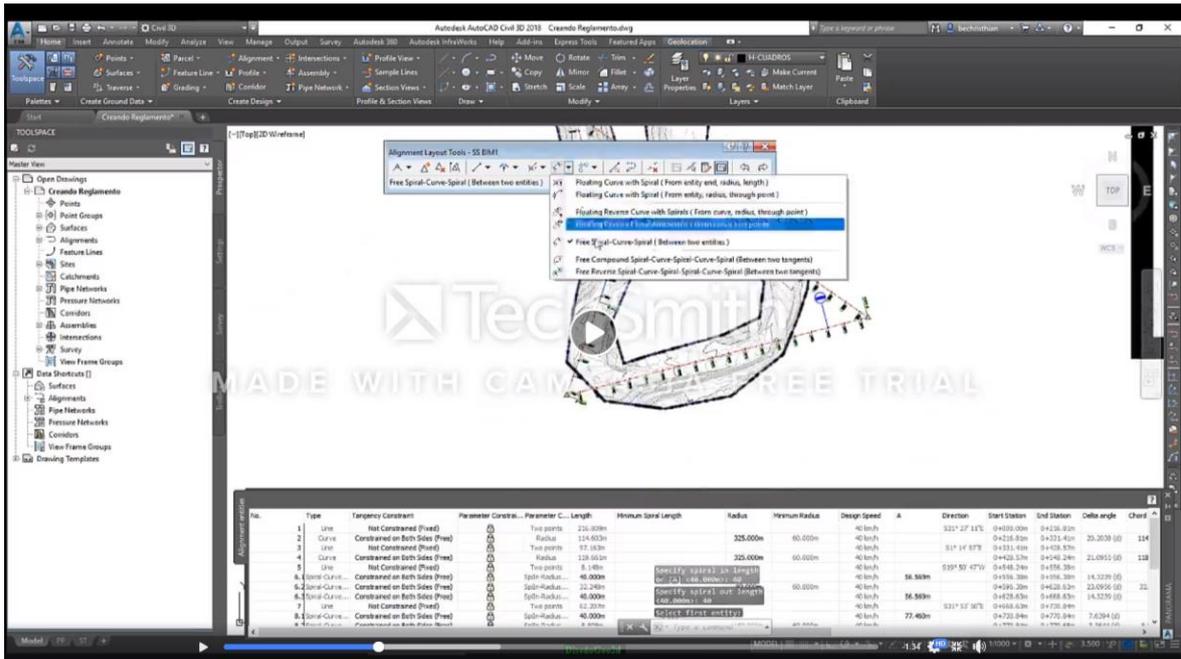


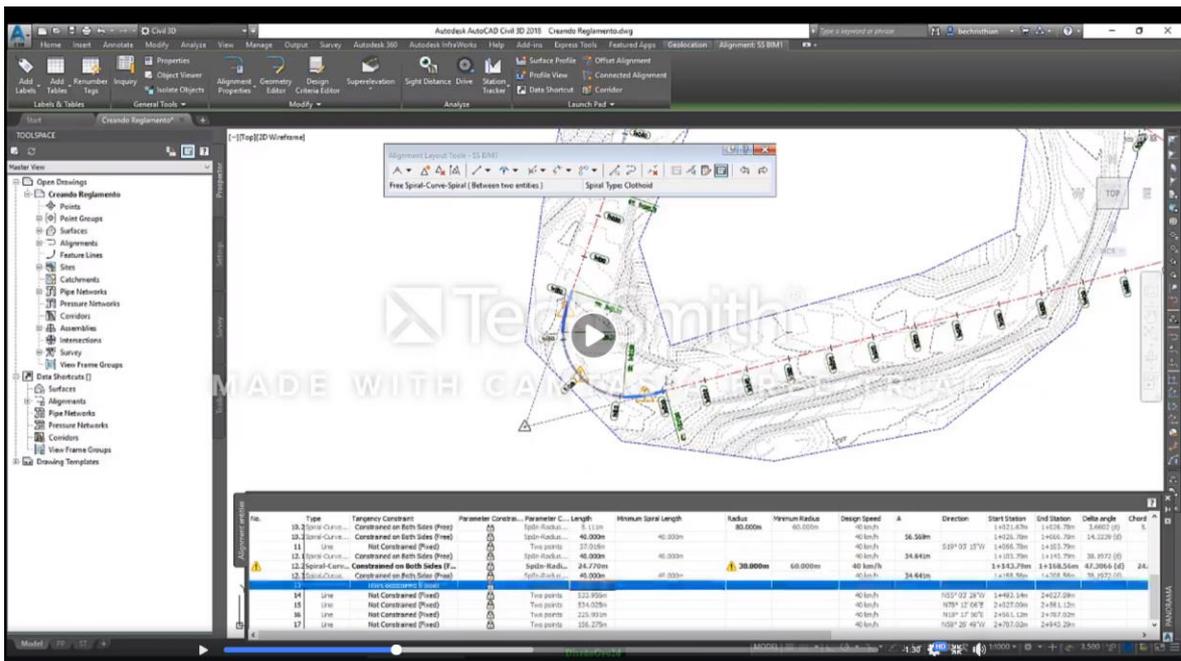
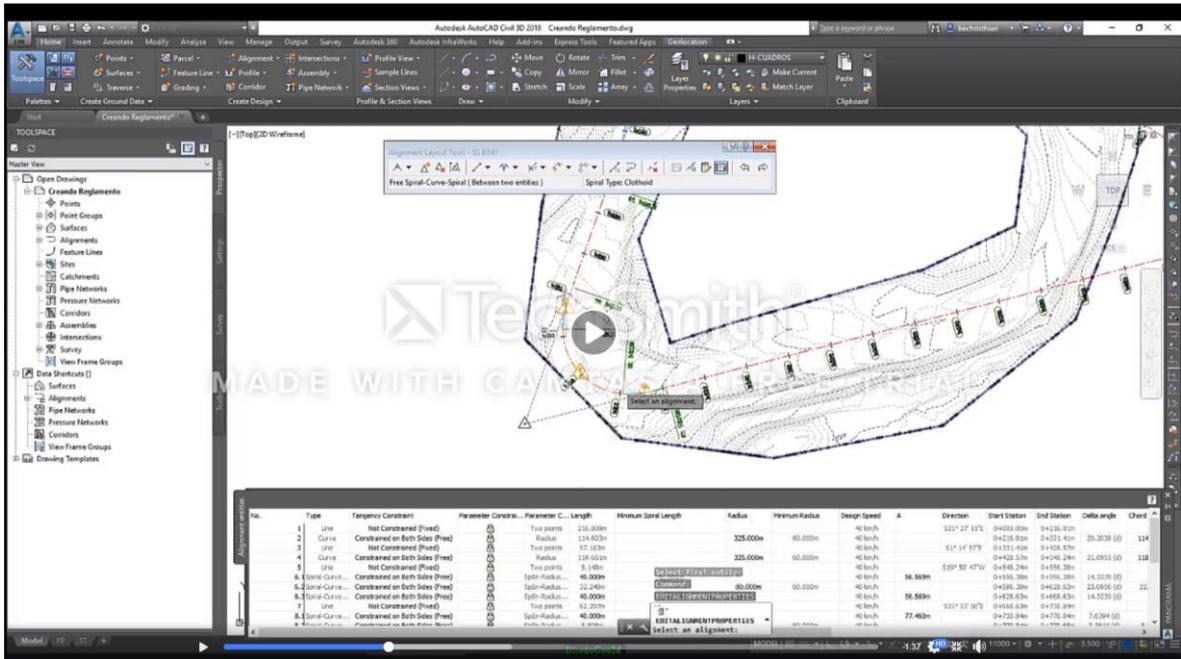


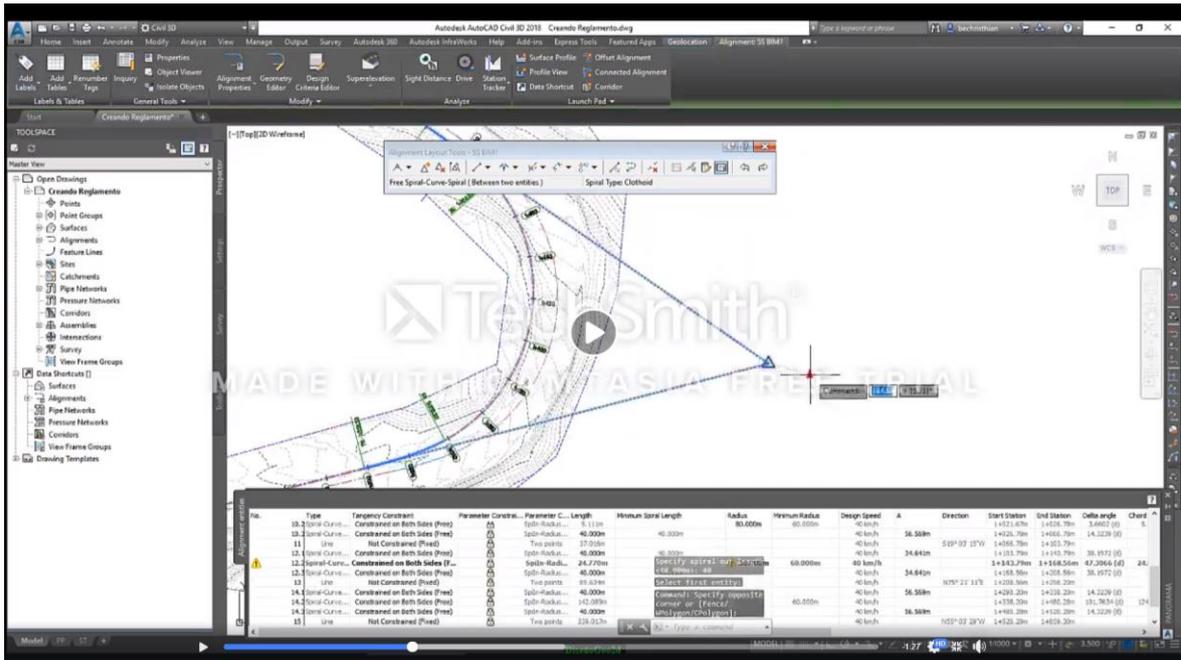
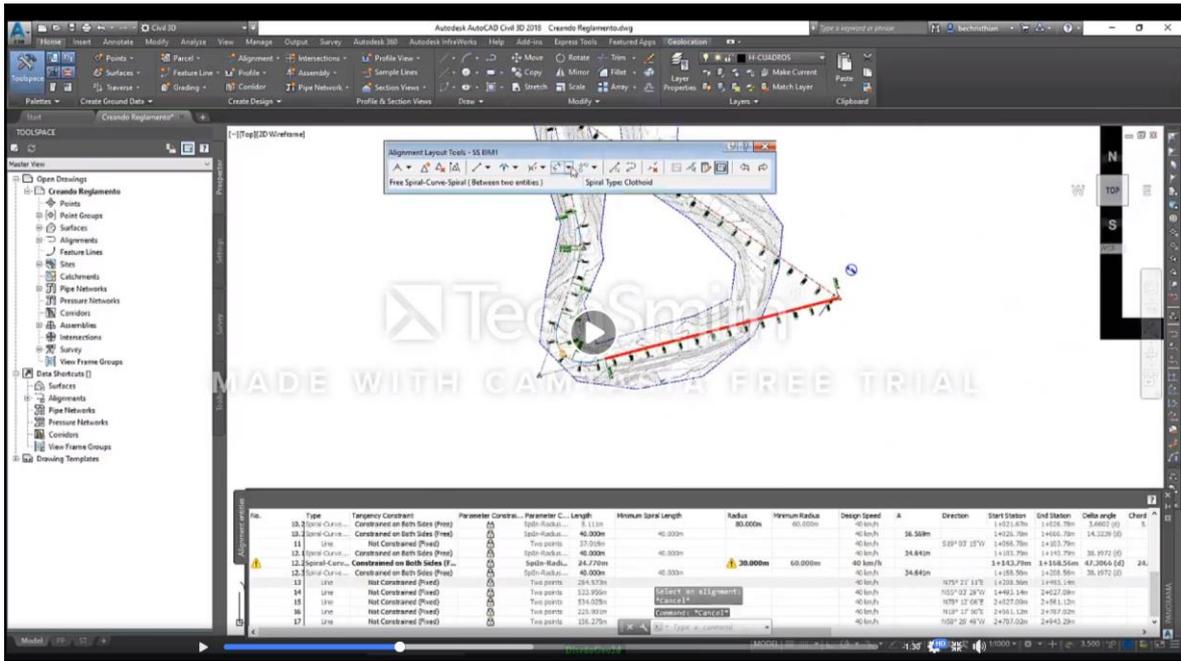


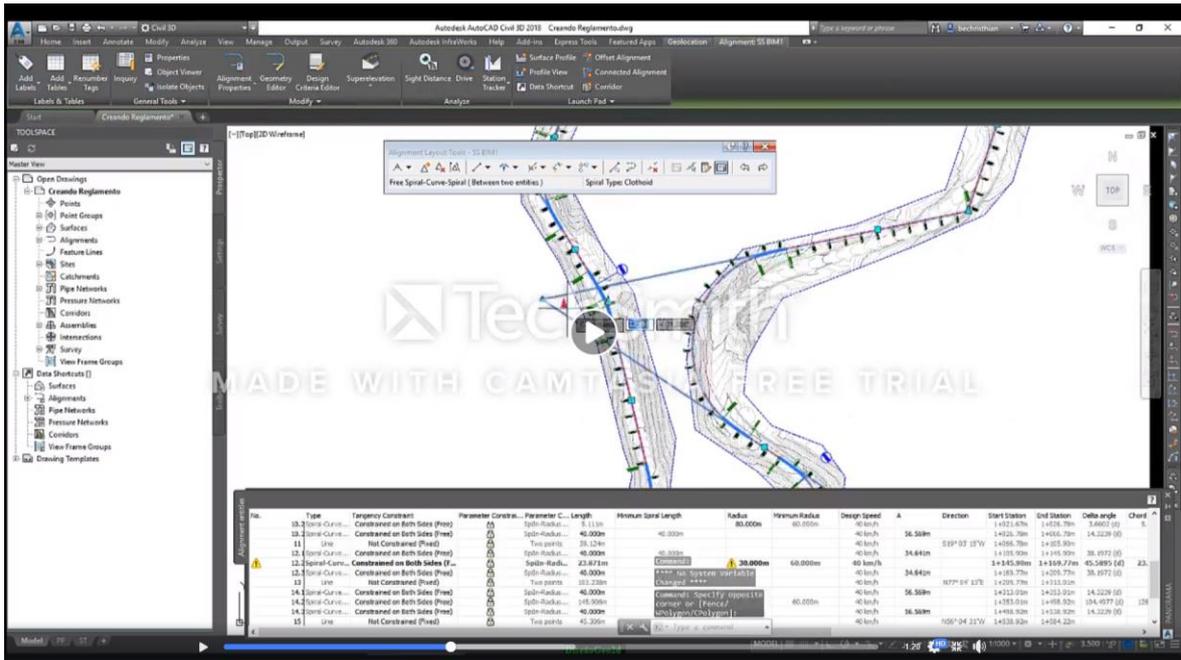
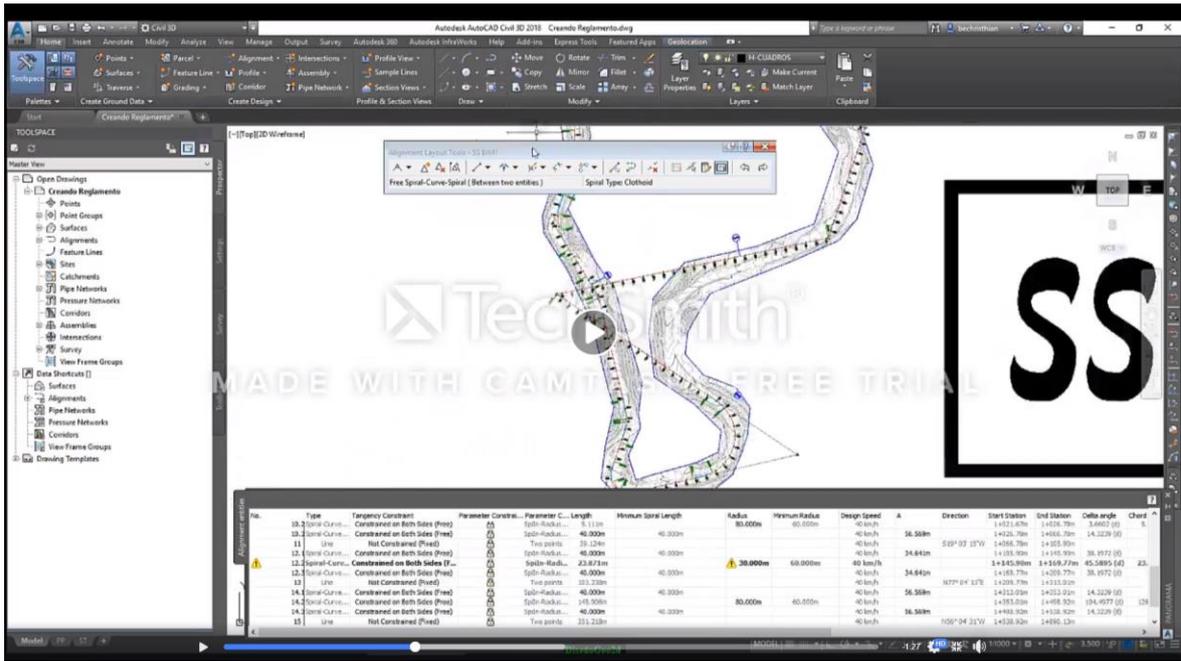


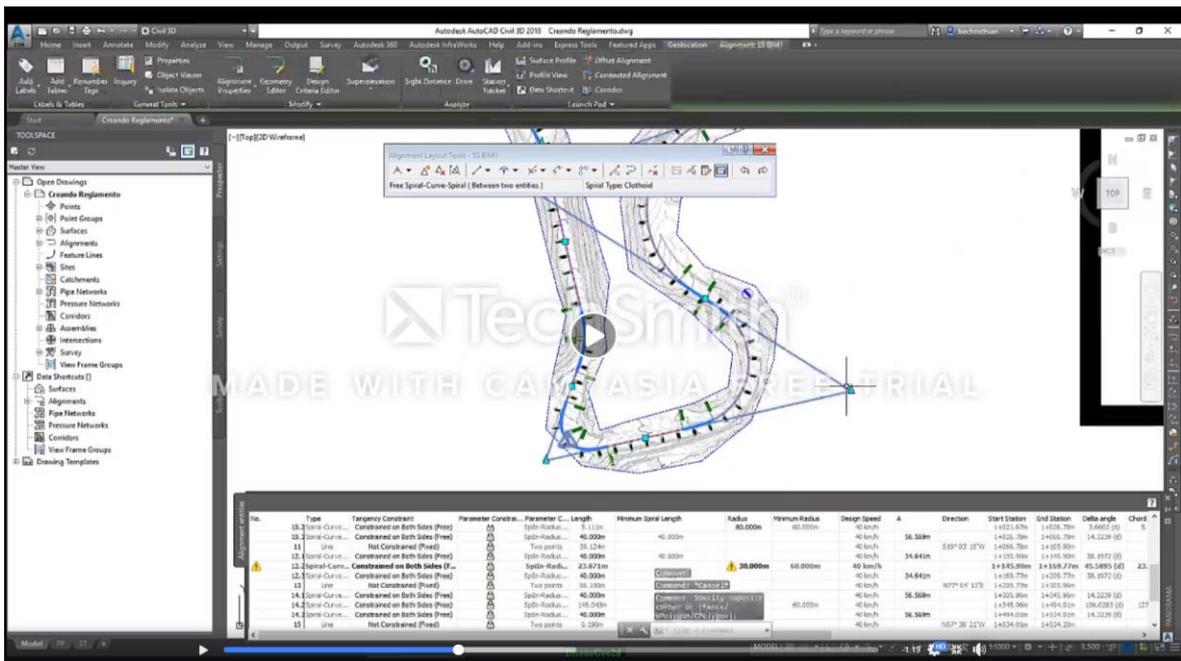
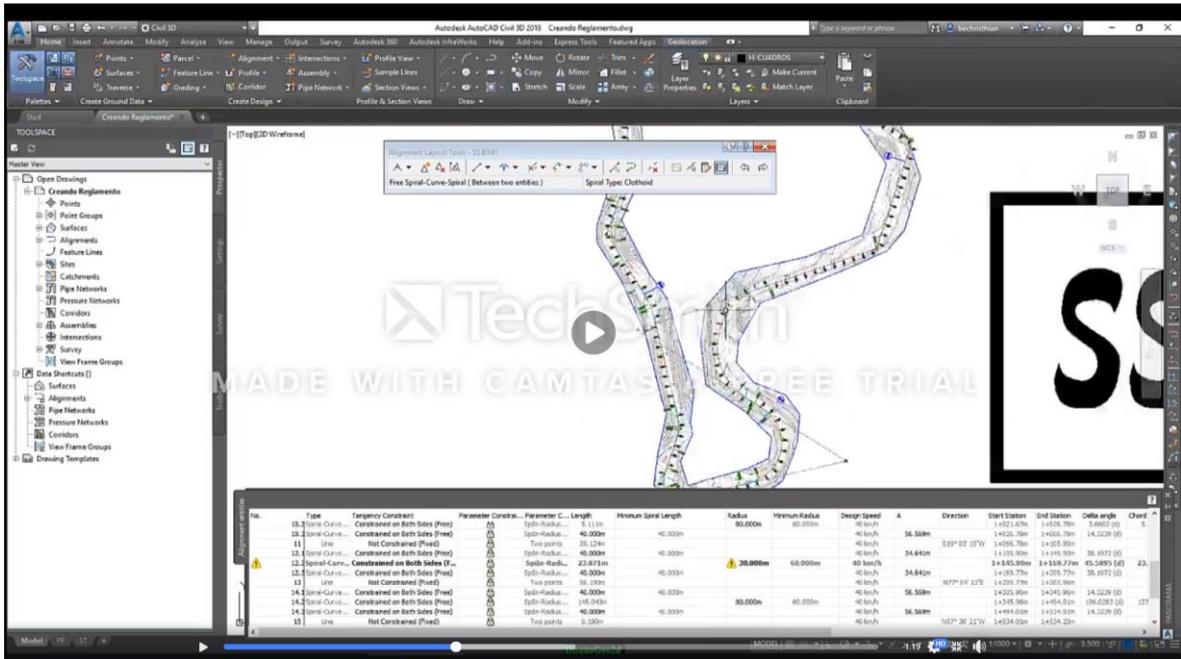


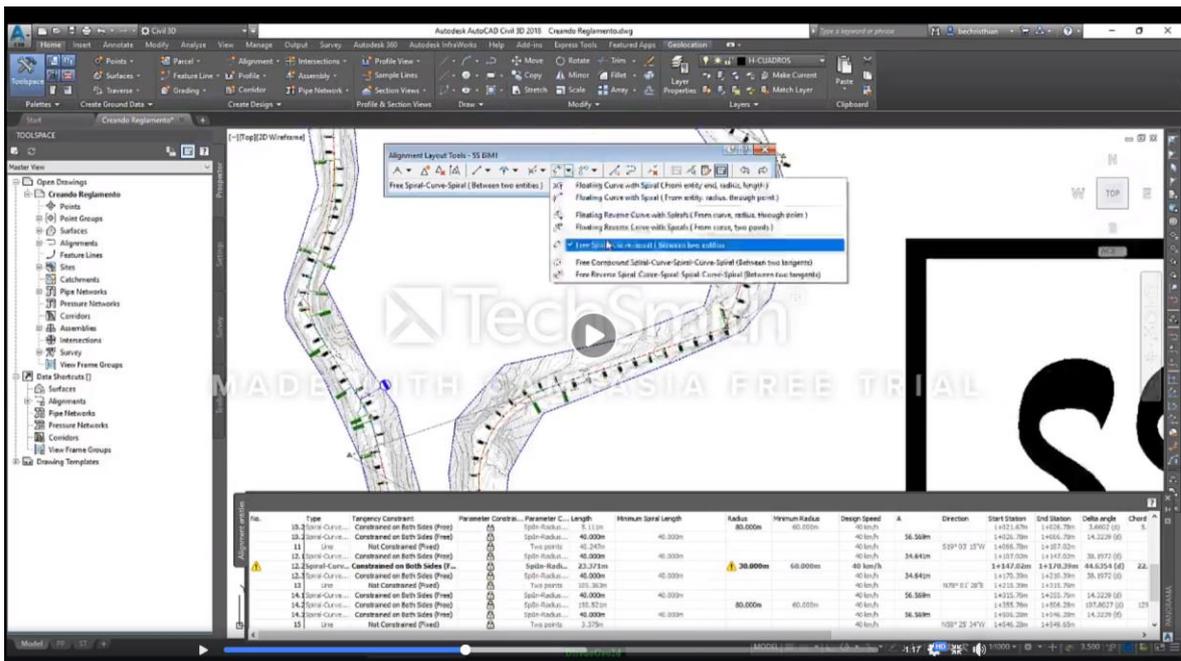
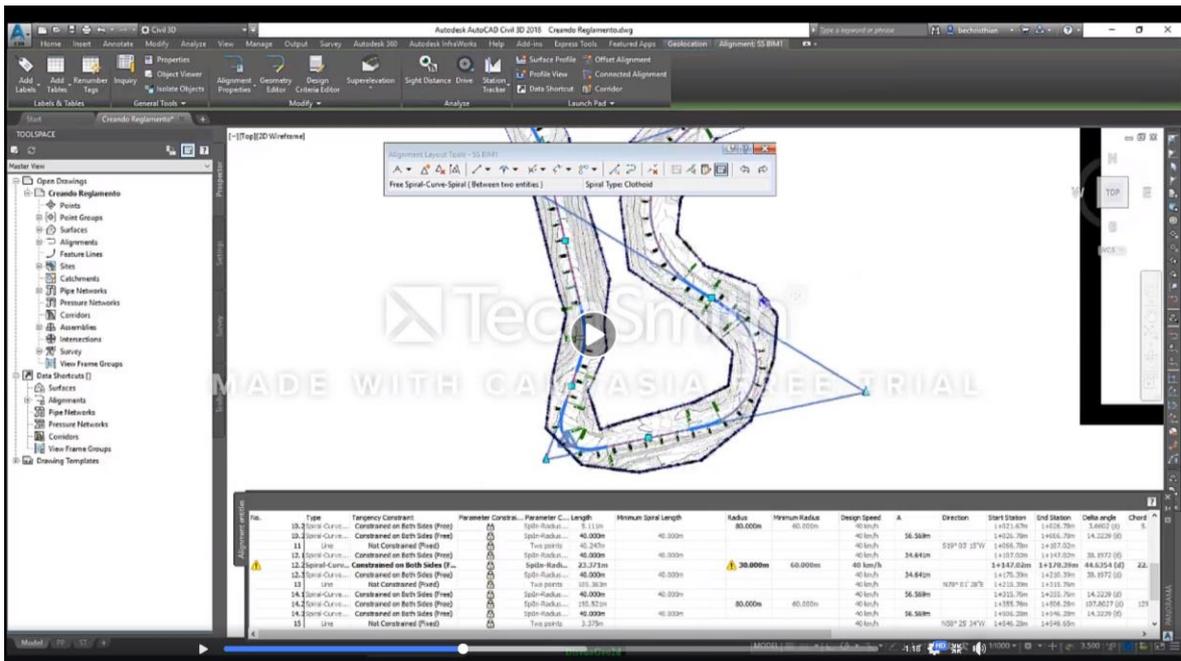


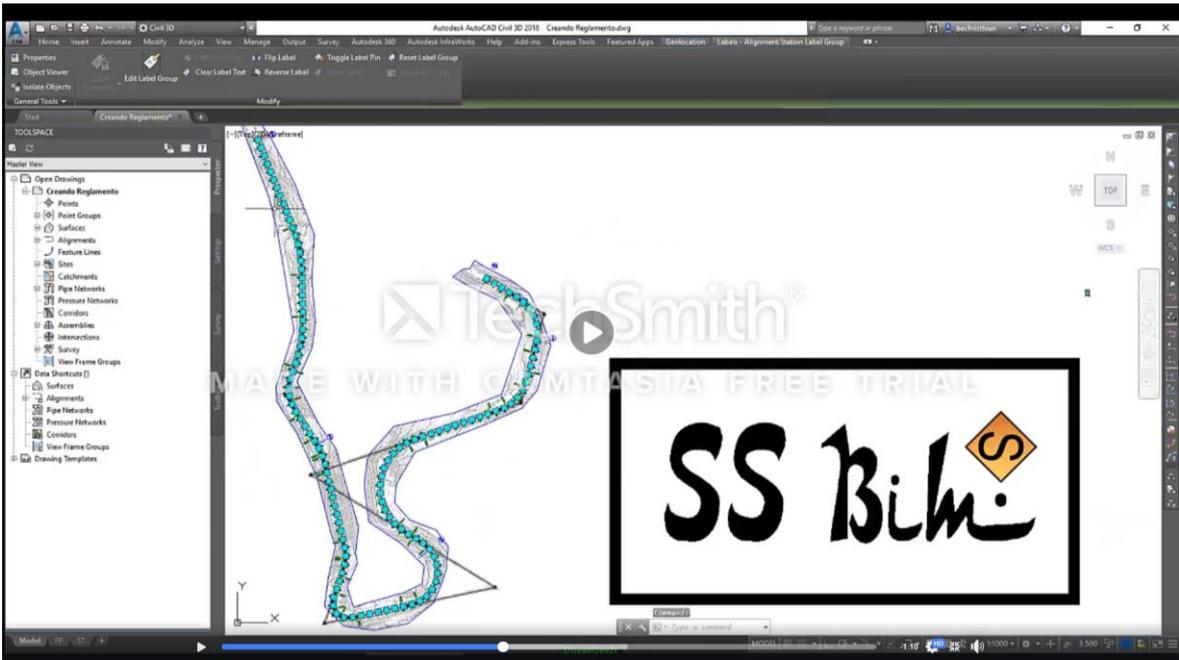
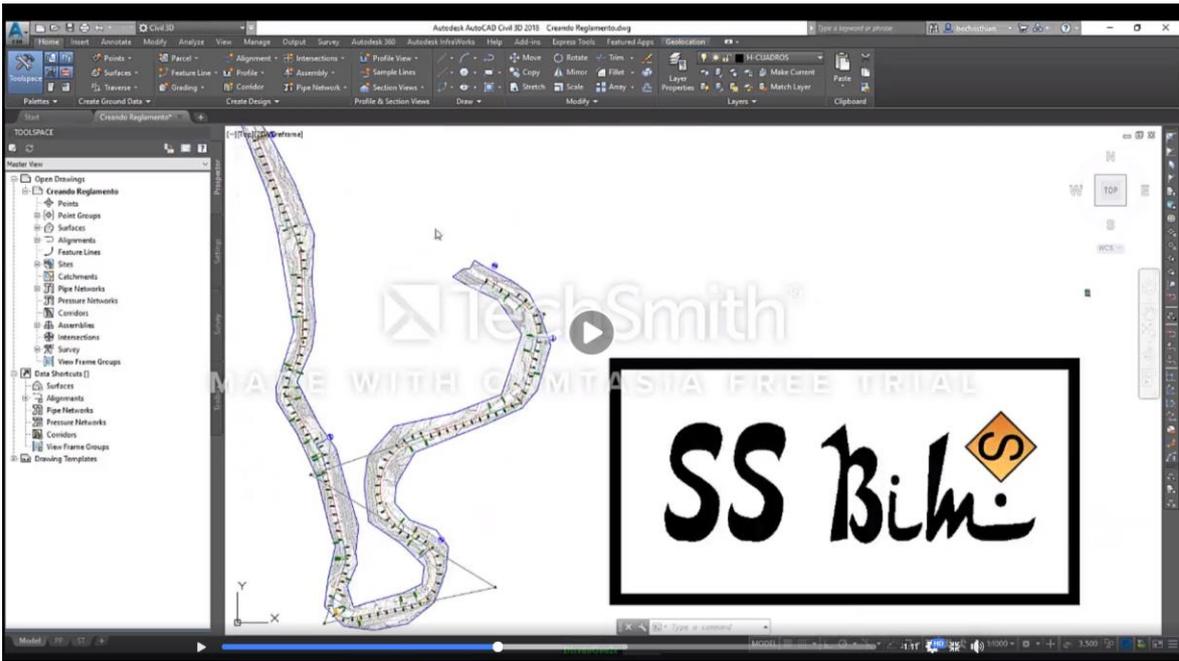




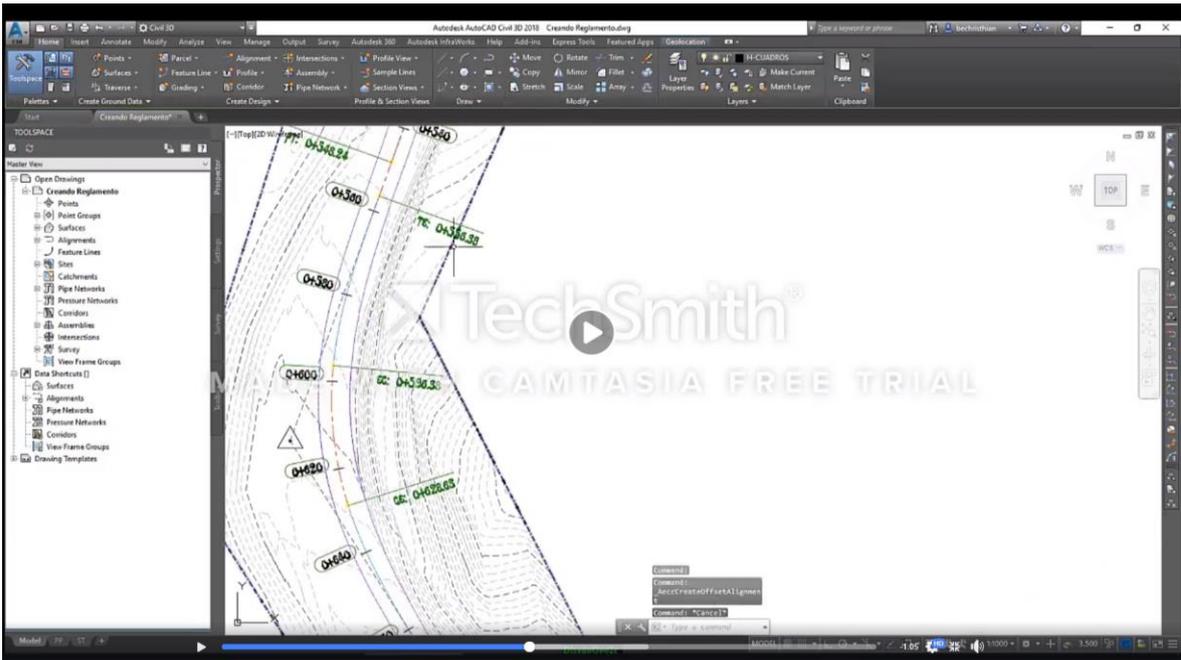
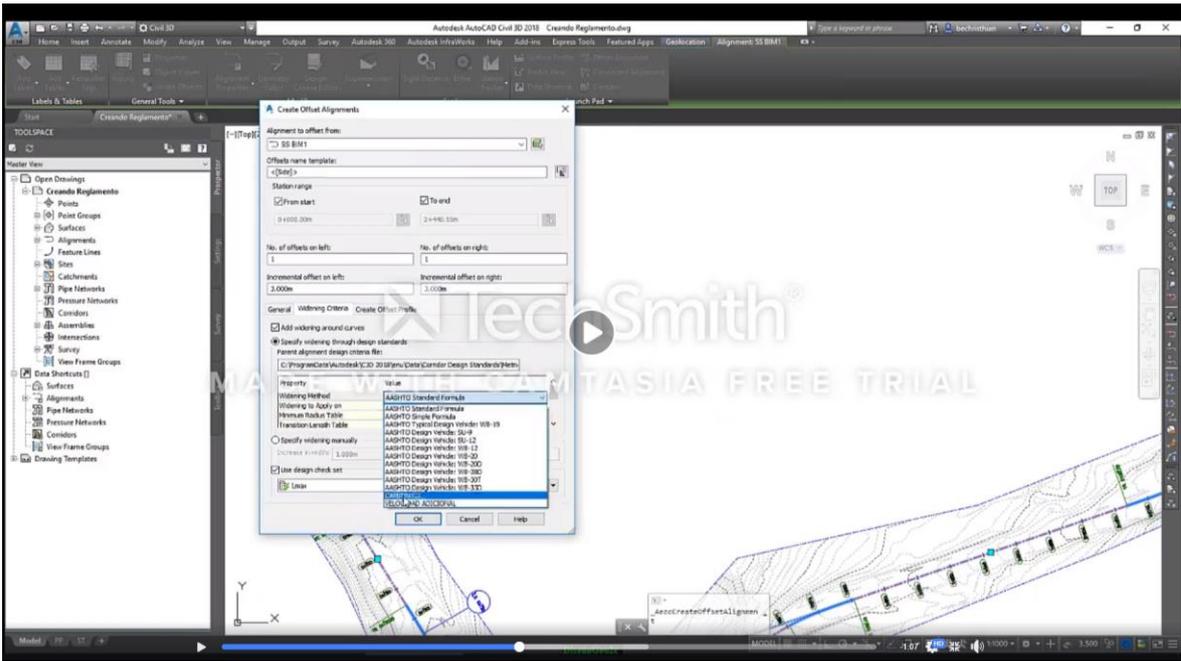


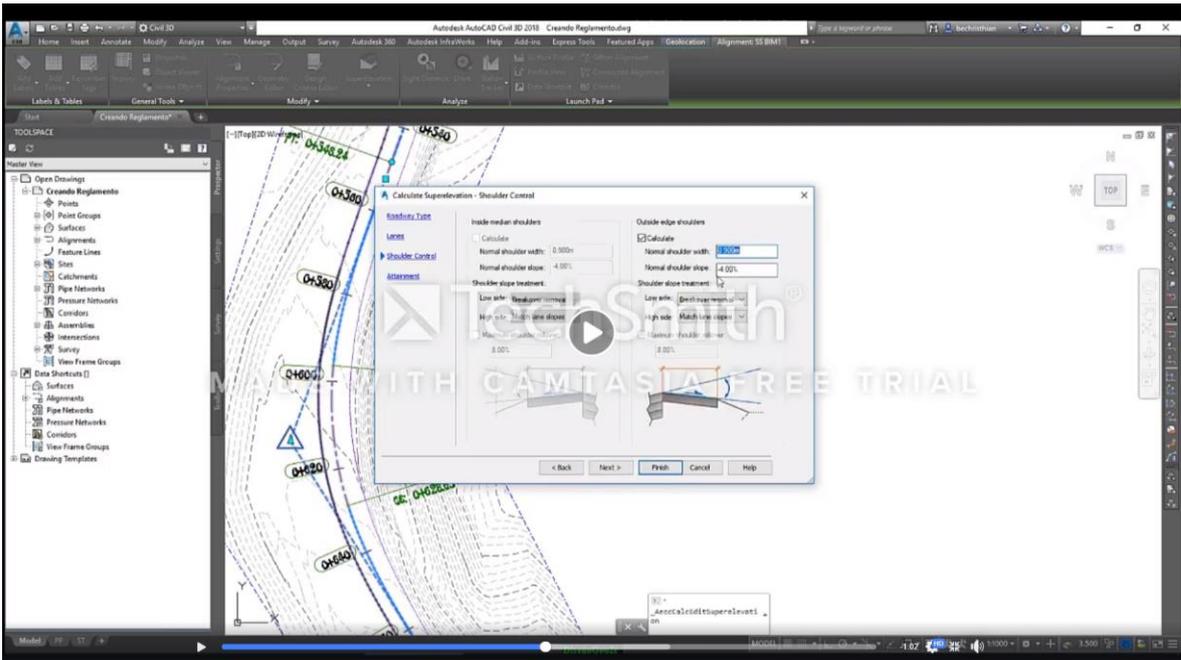
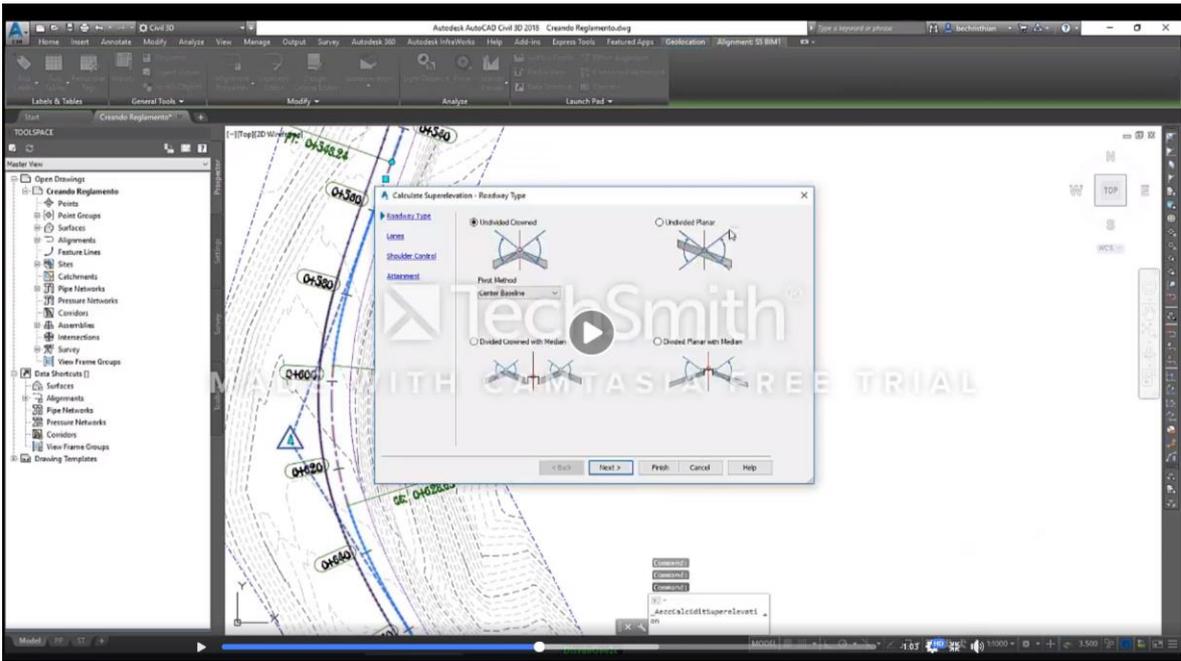


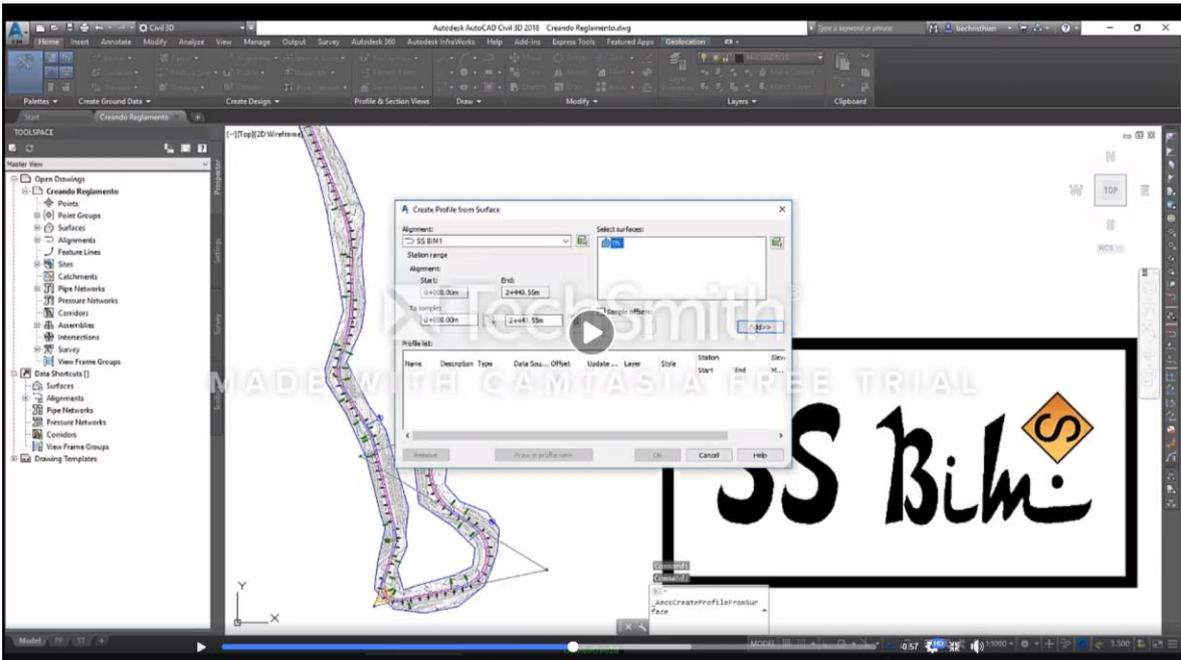
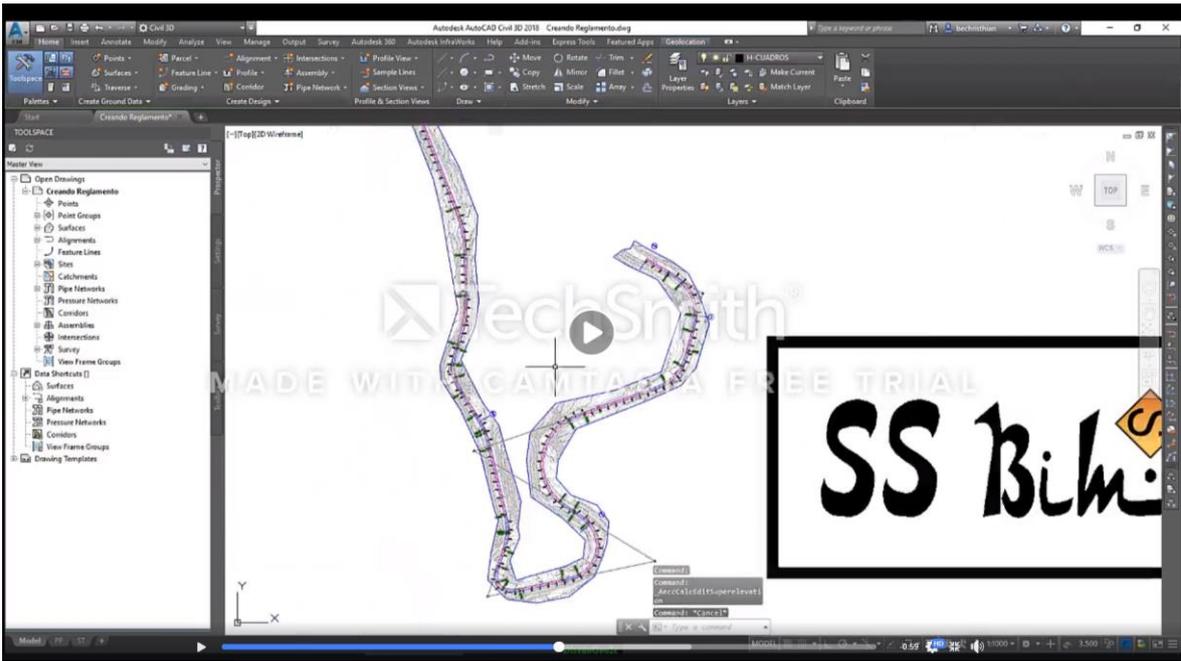


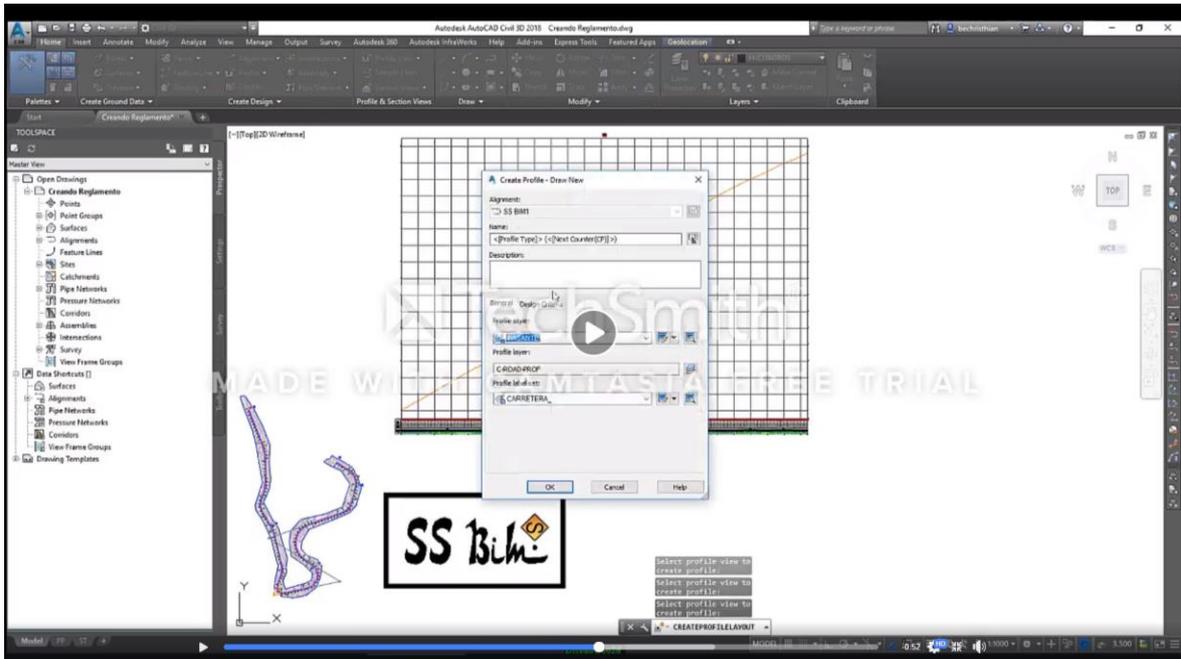
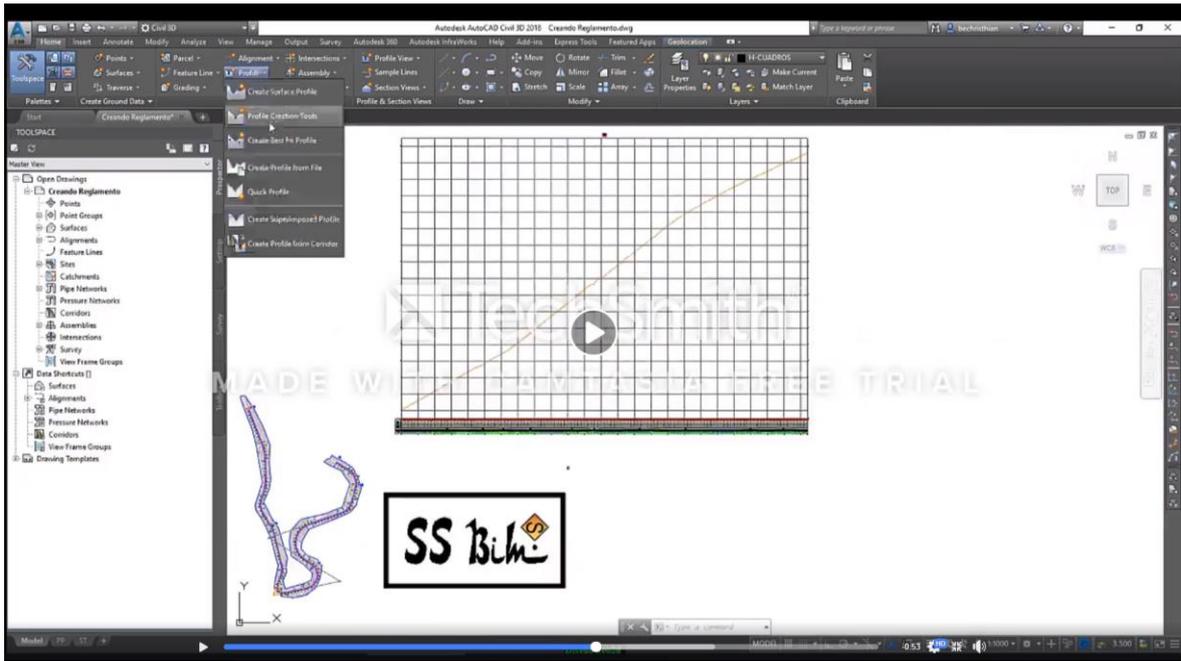




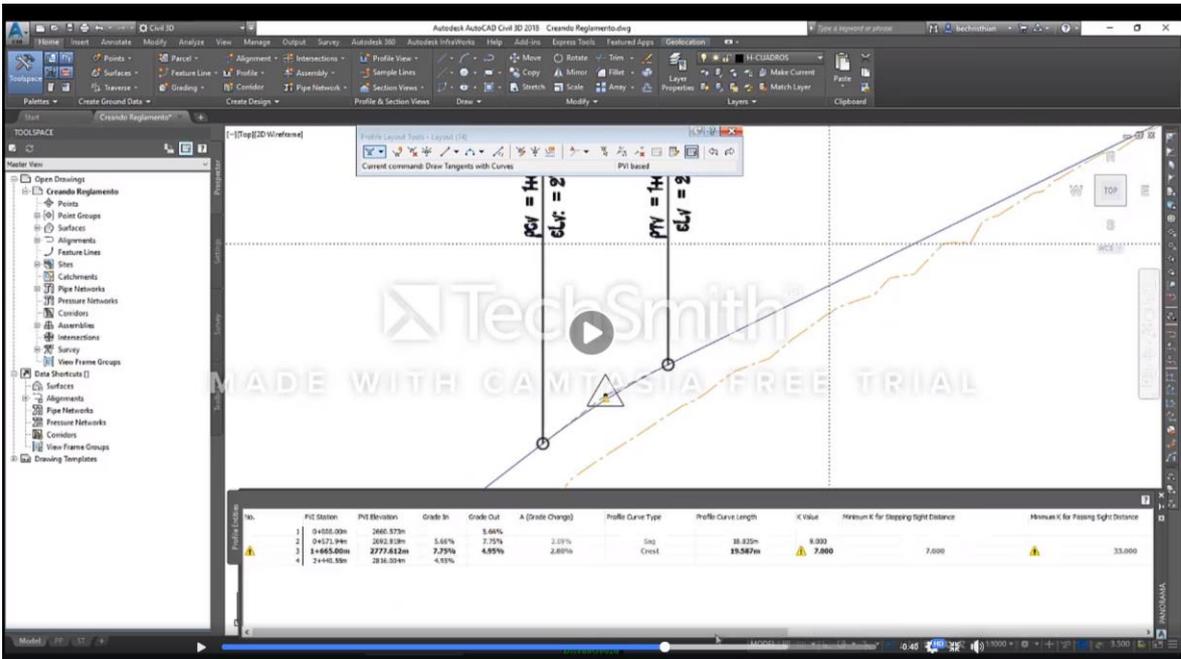
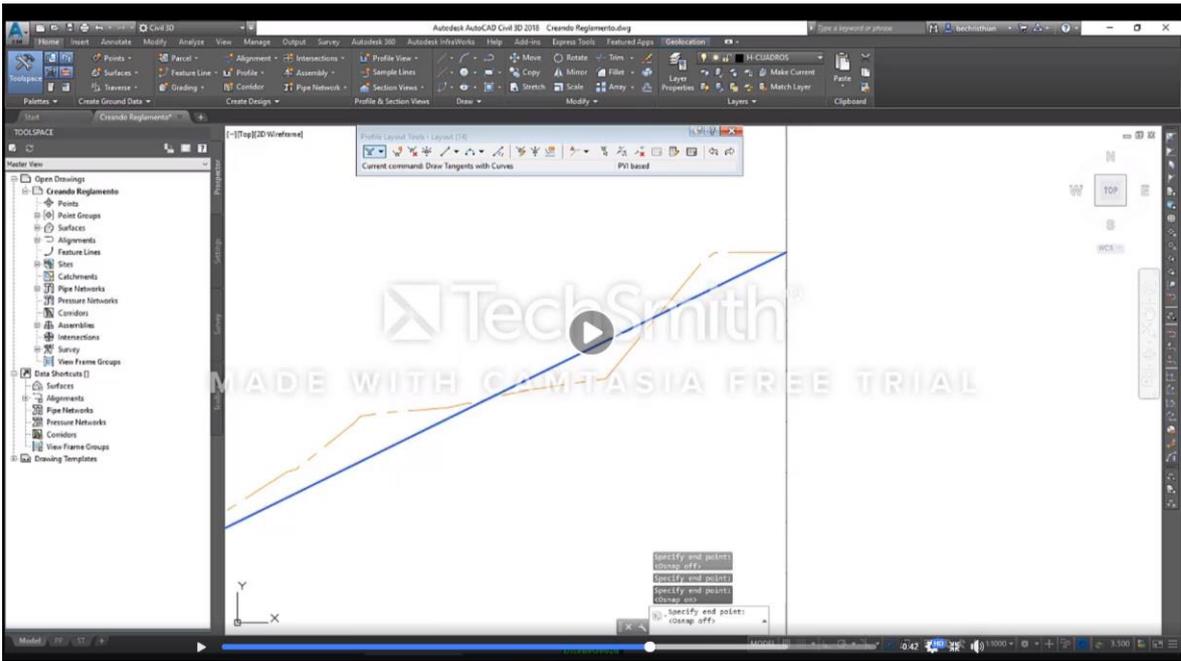


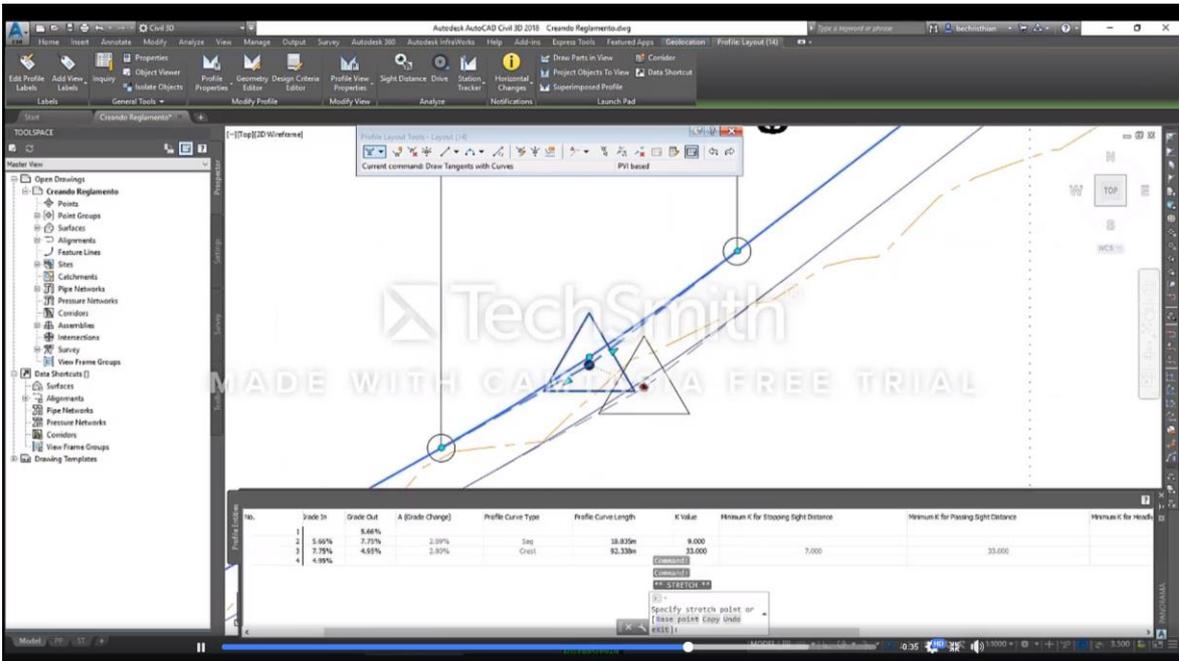
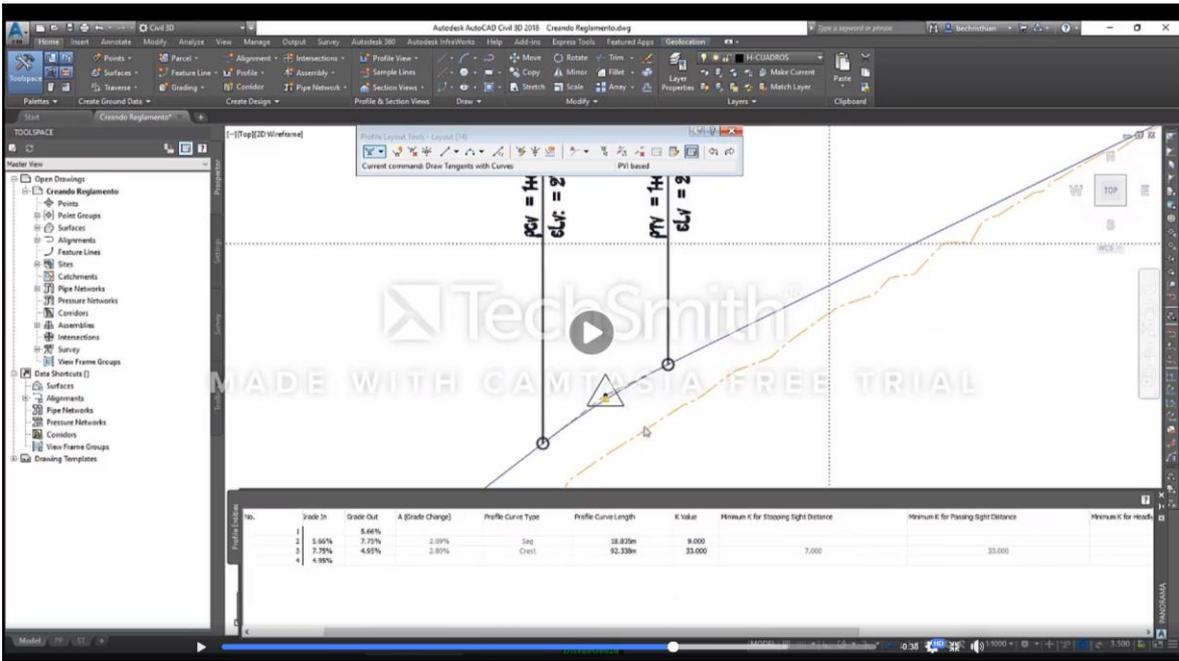


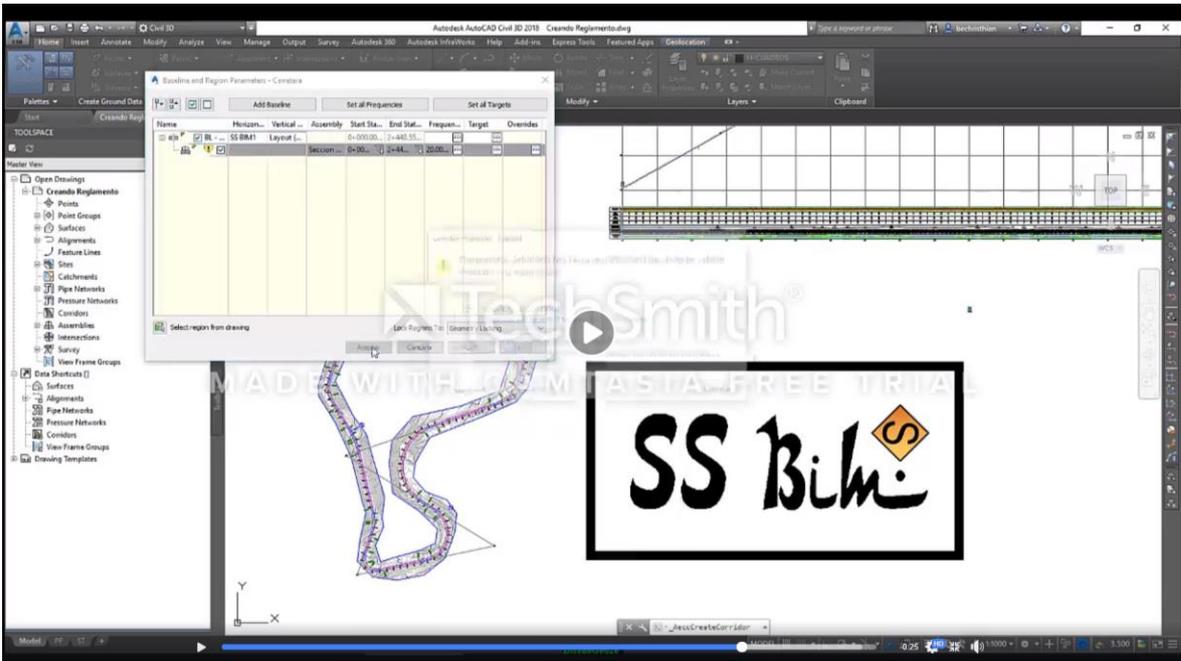
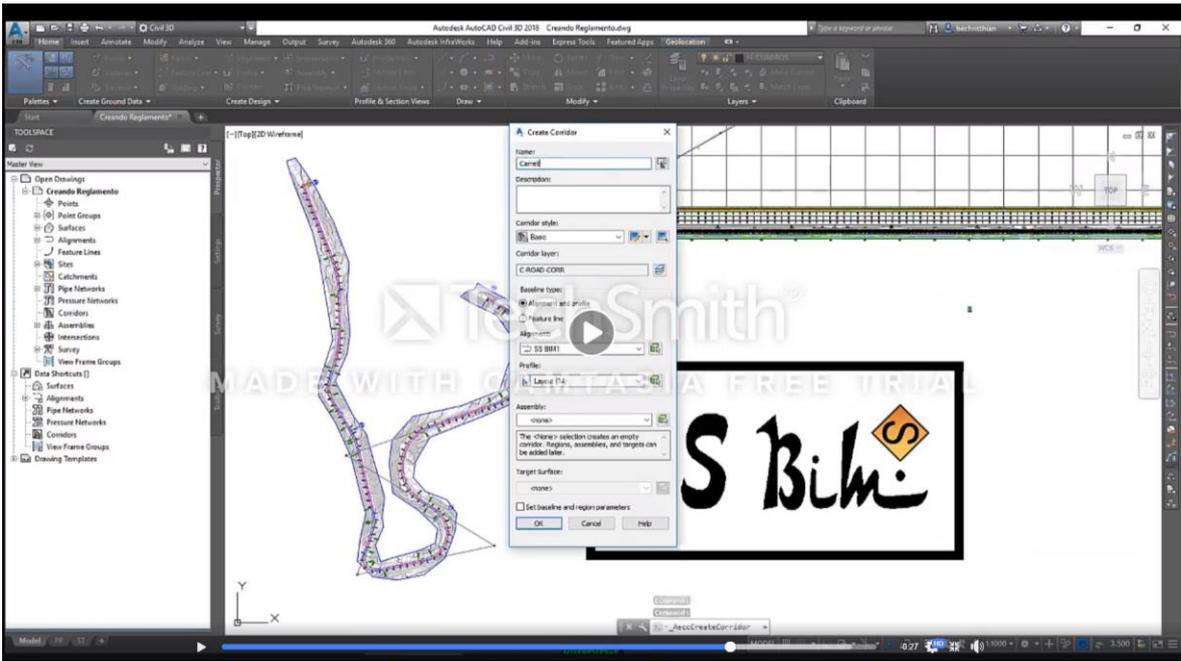


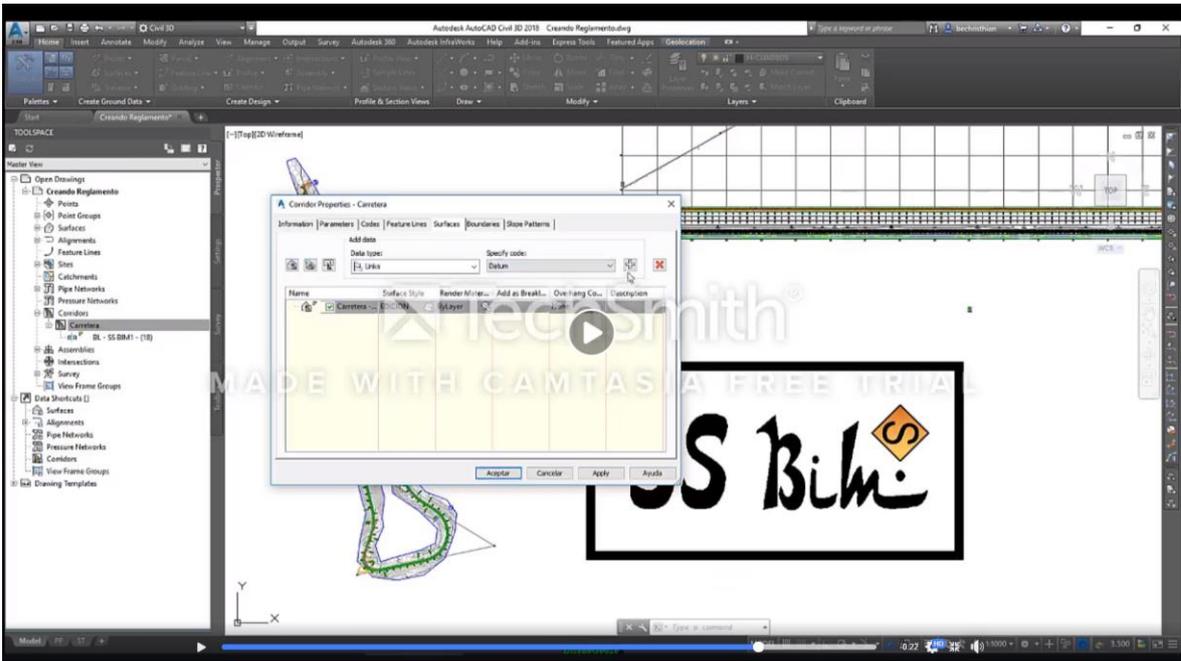
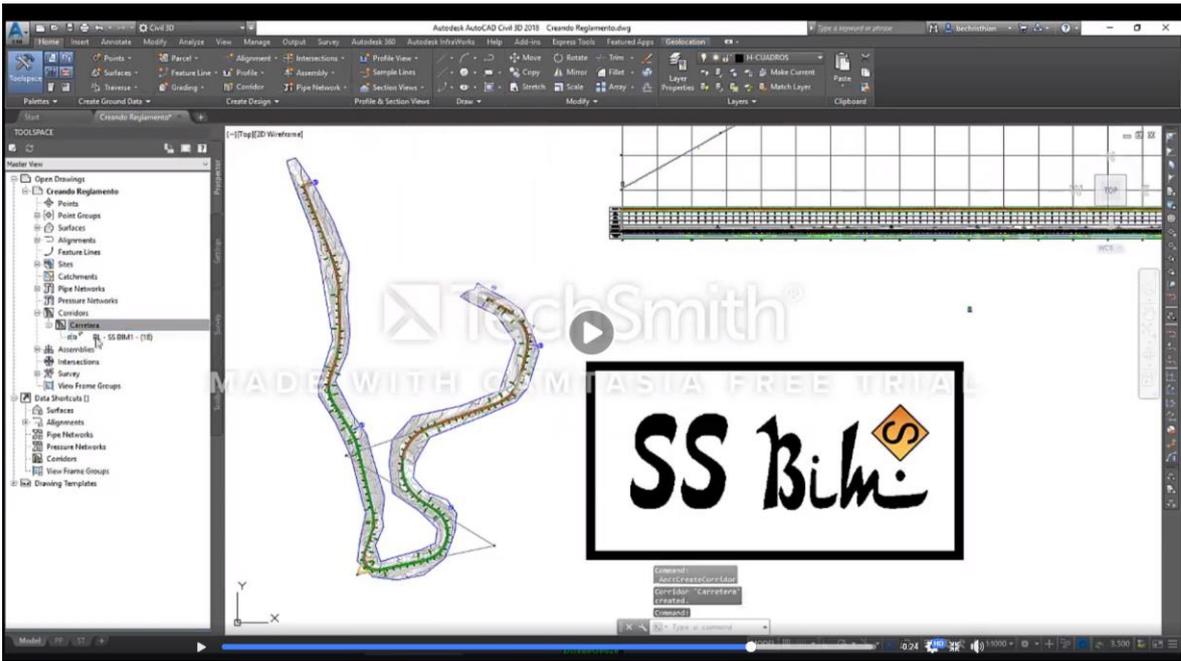


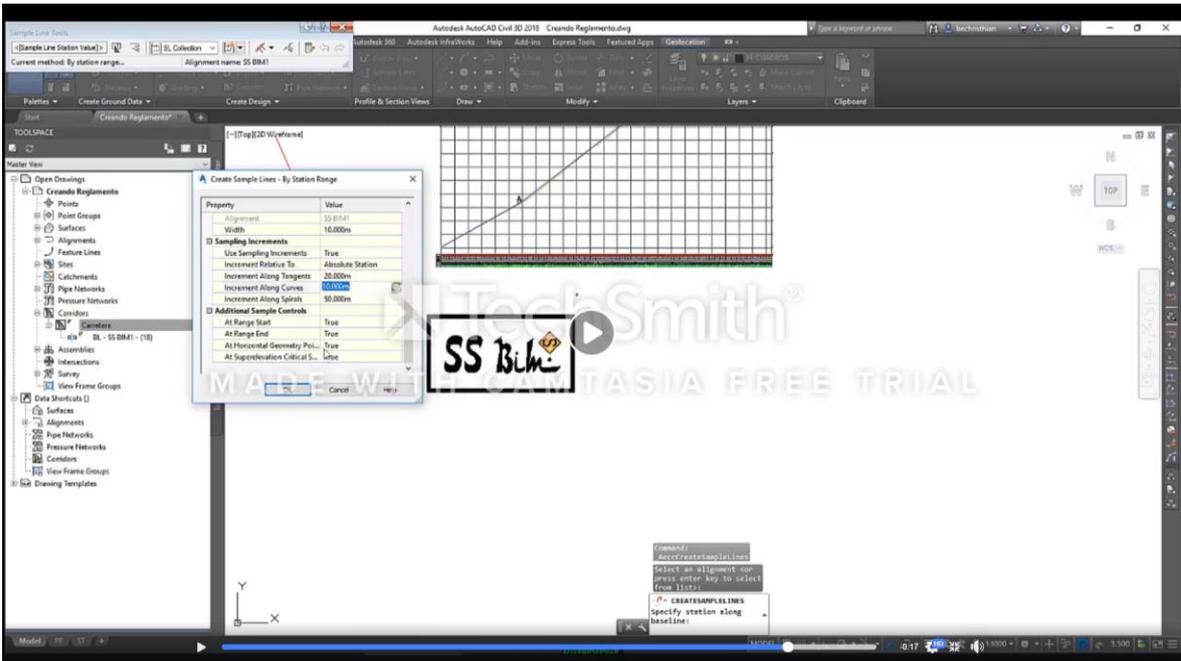
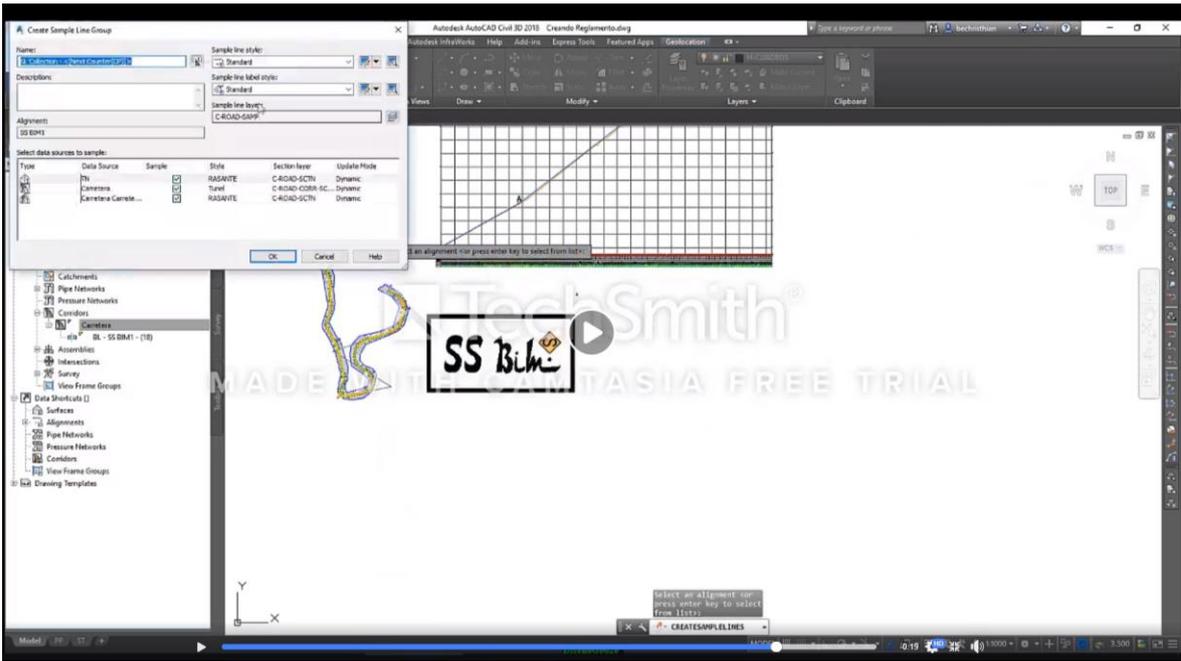


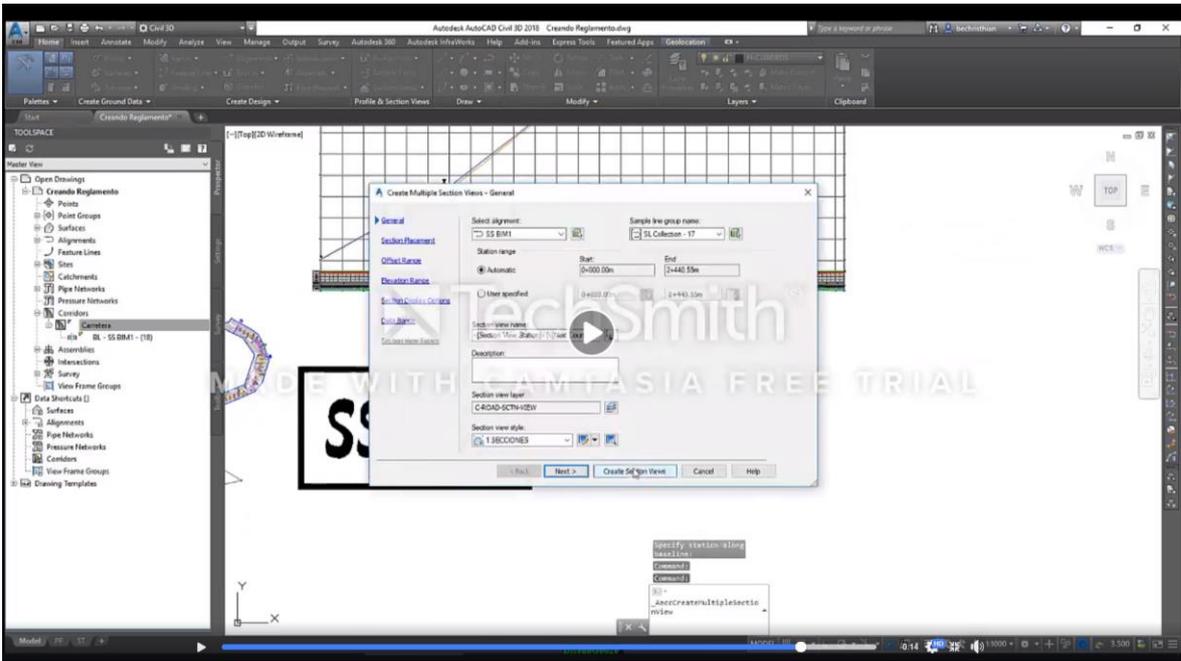
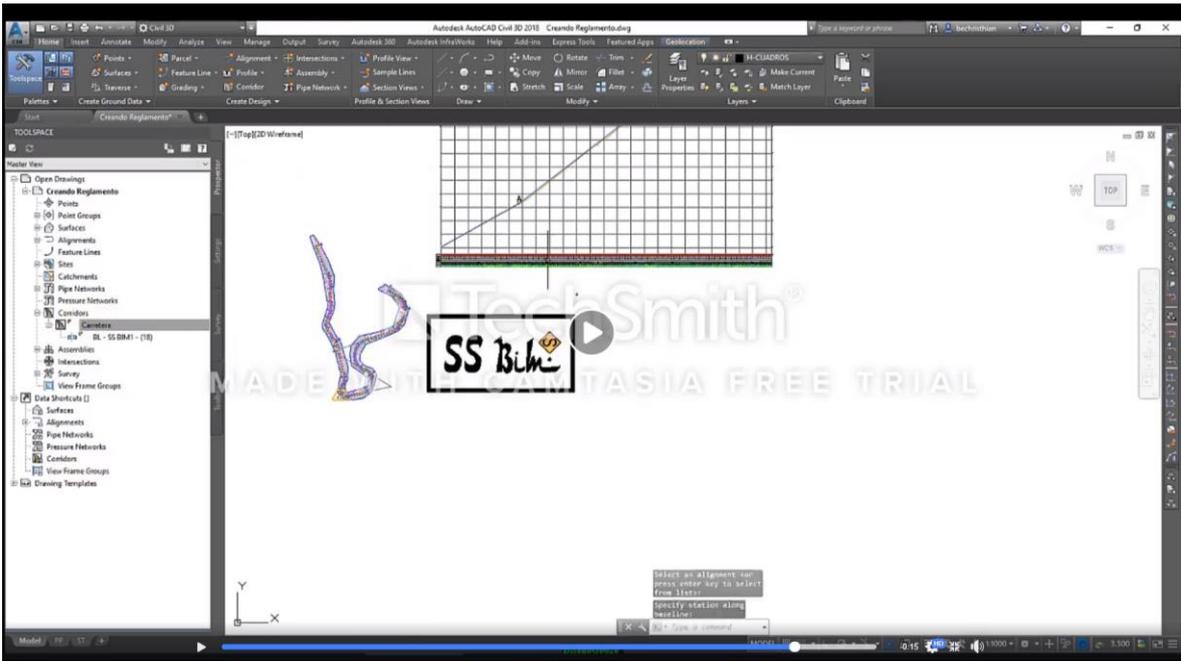


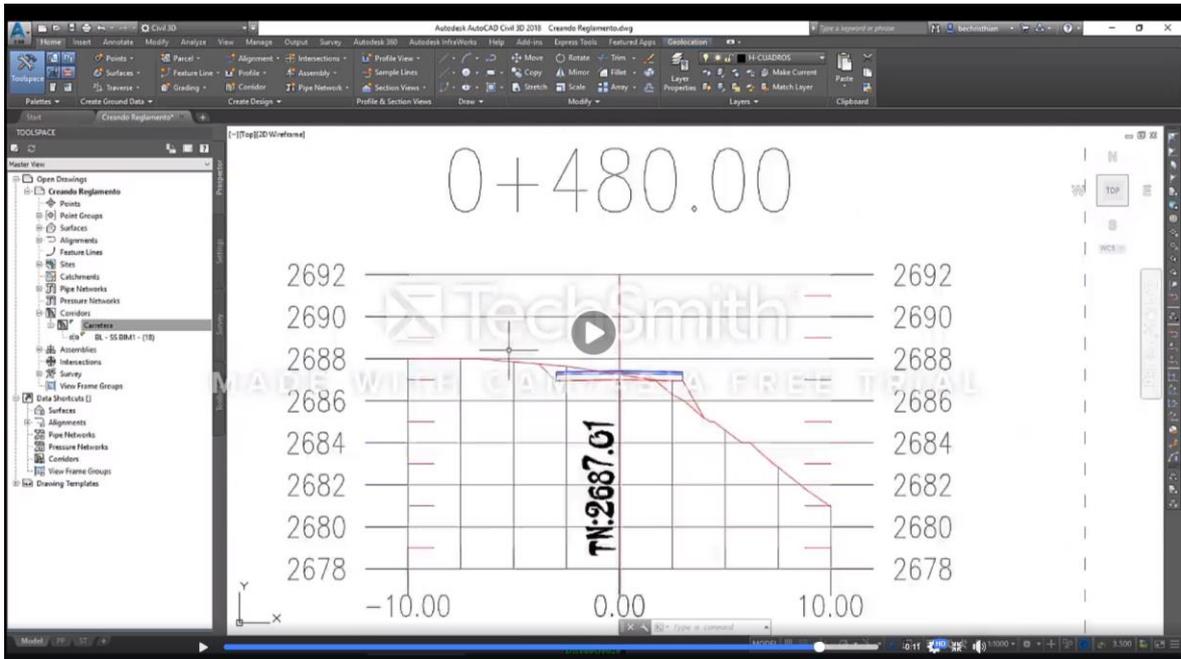
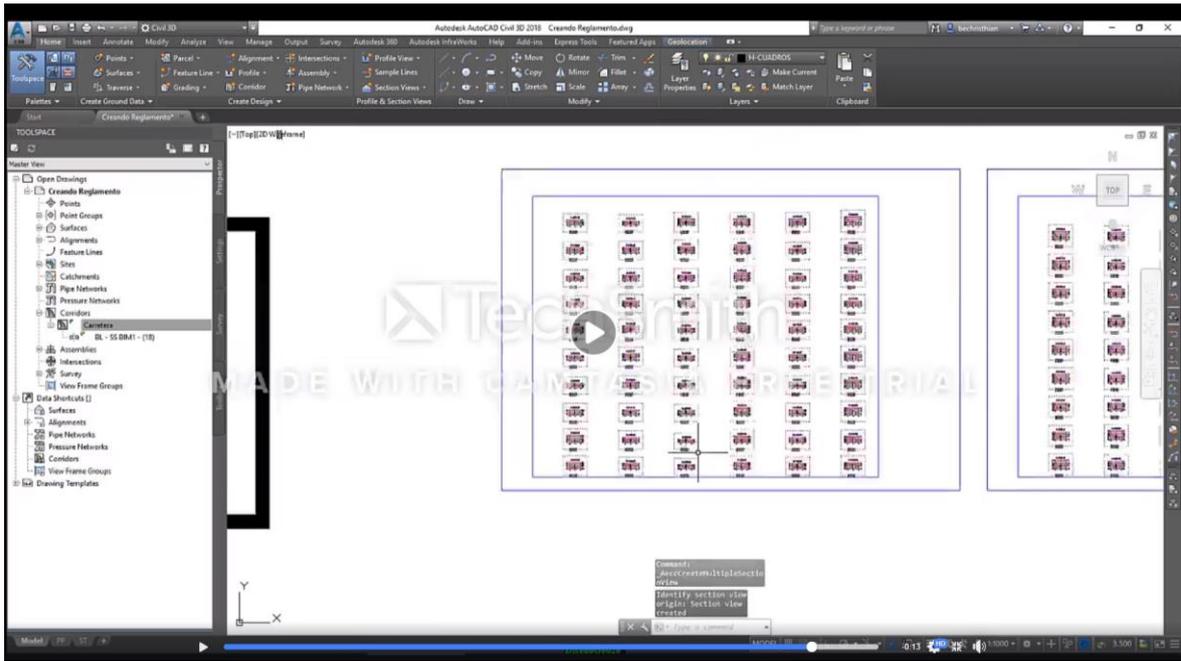


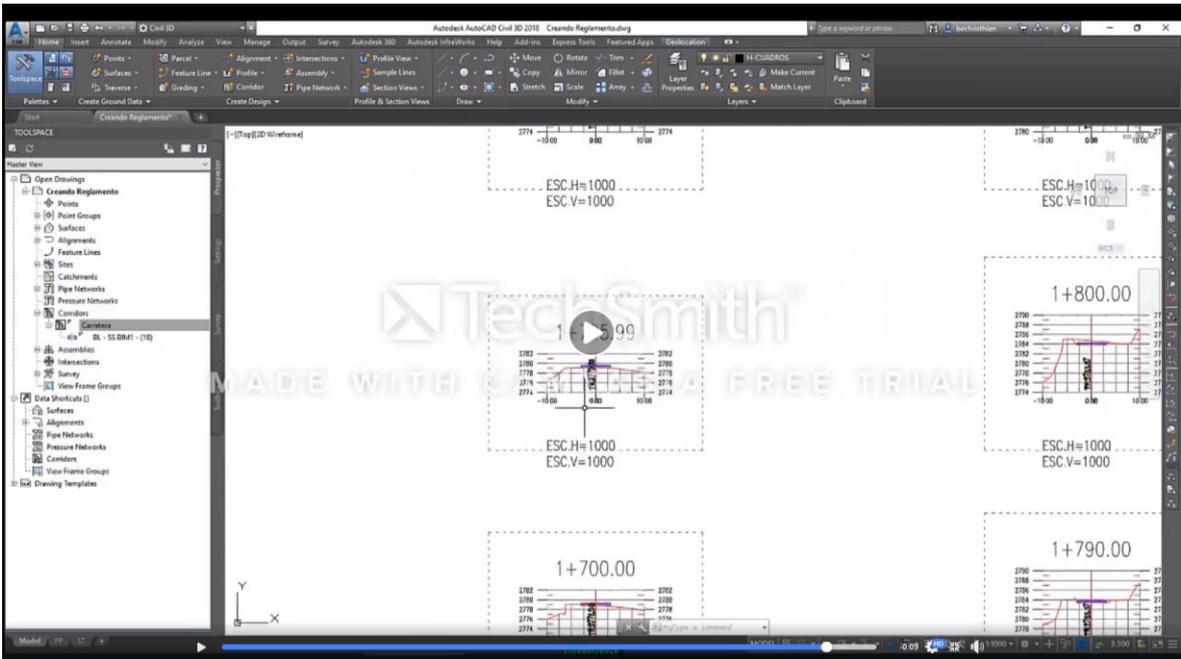
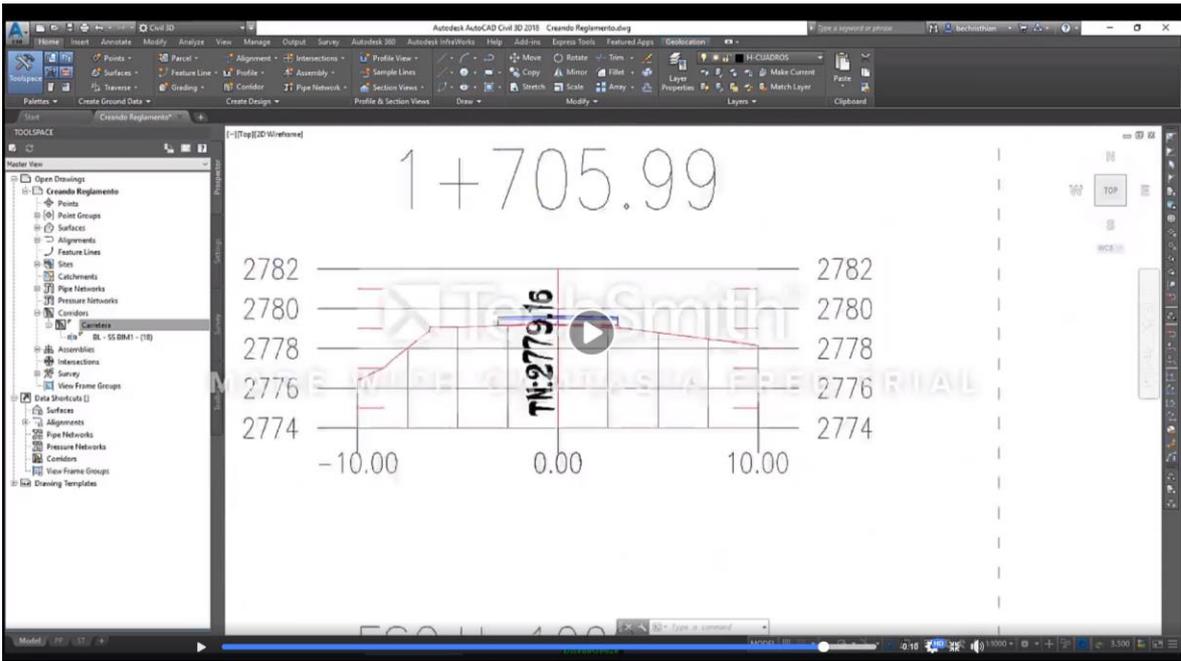


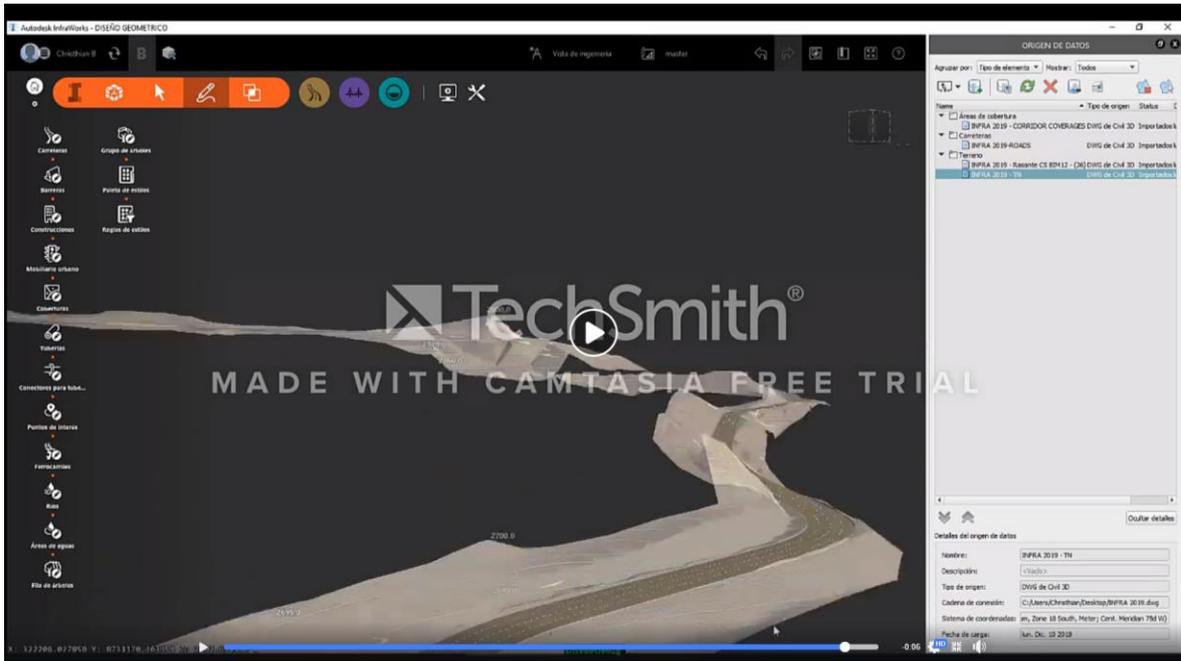
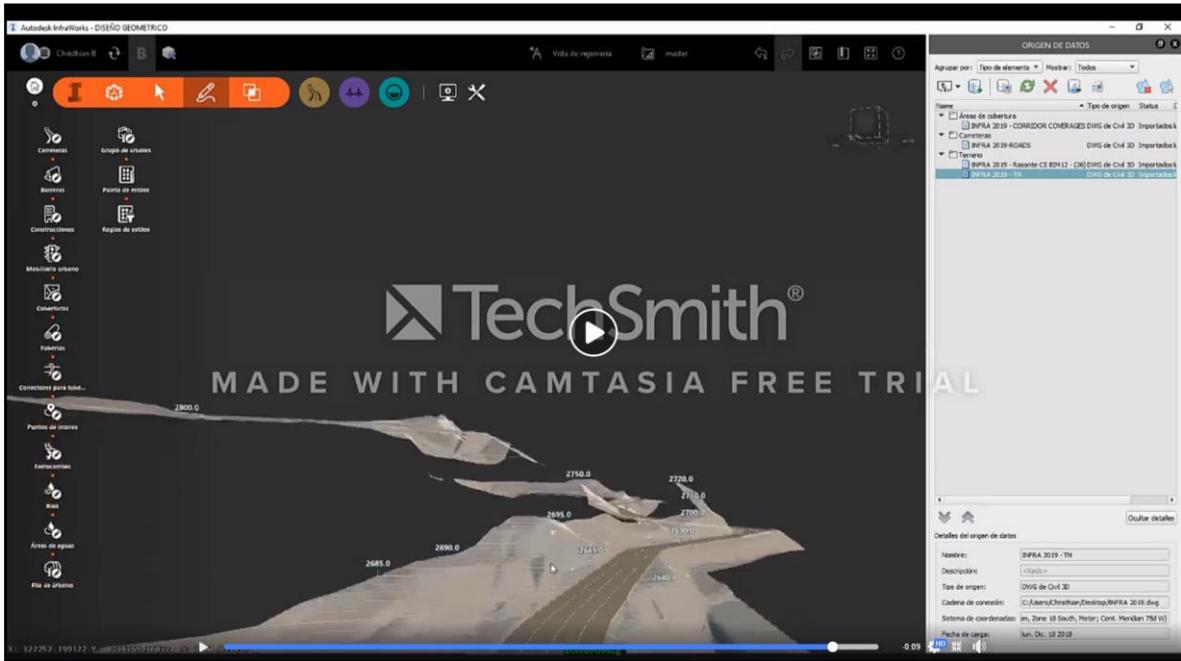


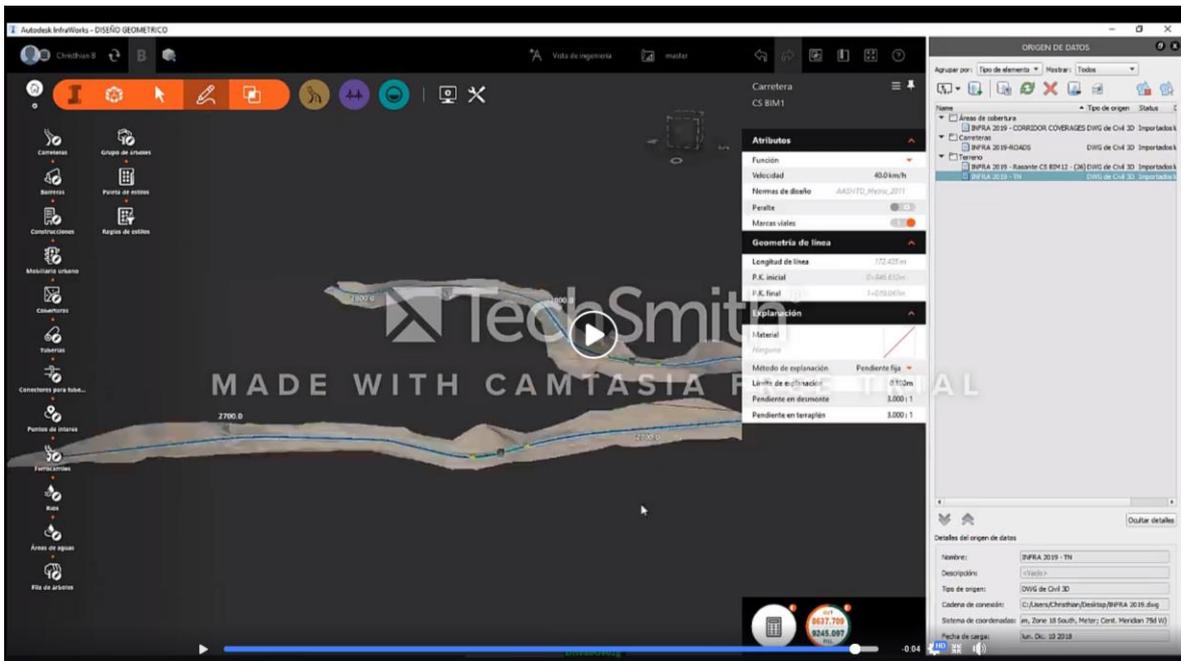
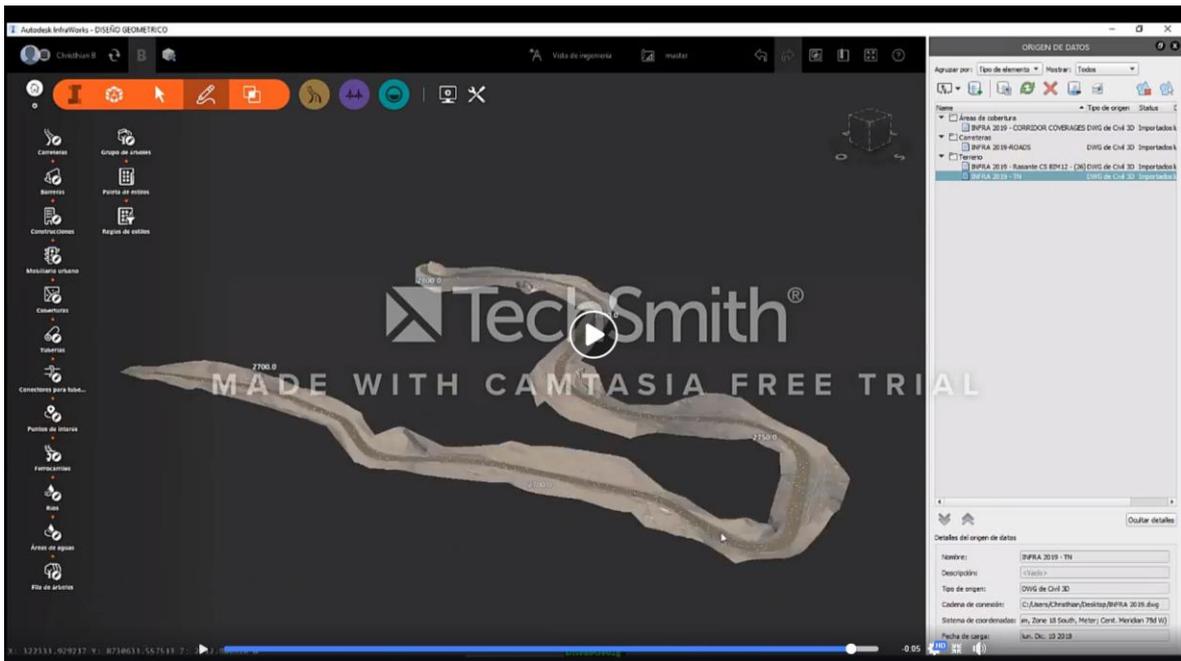












## ANEXO 2: MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLE	DIMENSIONES	METODOLOGIA
<p style="text-align: center;"><b>Problema General</b></p> <p>¿De qué manera se puede realizar un diseño automatizado de la norma técnica DG2018, para elaborar y verificar diseños geométricos de carreteras mediante AutoCAD Civil 3D?</p> <p style="text-align: center;"><b>Problemas Específicos</b></p> <p>¿De qué manera se puede elaborar los diseños geométricos de carreteras mediante AutoCAD Civil 3D, con criterios de diseño de la norma técnica DG2018?</p> <p>¿De qué manera se puede verificar los diseños geométricos de carreteras mediante AutoCAD Civil 3D, con criterios de diseño de la norma técnica DG2018?</p>	<p style="text-align: center;"><b>Objetivo General</b></p> <p>Realizar un diseño automatizado de la norma técnica DG2018, para elaborar y verificar diseños geométricos de carreteras mediante AutoCAD Civil 3D.</p> <p style="text-align: center;"><b>Objetivos Específicos</b></p> <p>Elaborar los diseños geométricos de carreteras mediante AutoCAD Civil 3D, con criterios de diseño de la norma técnica DG2018.</p> <p>Verificar si los diseños geométricos de carreteras mediante AutoCAD Civil 3D, tienen criterios de diseño de la norma técnica DG2018.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Hipótesis General</b></p> <p>Si se determinara la forma en la que se puede realizar un diseño automatizado de la norma técnica DG2018, entonces se podrá elaborar y verificar diseños geométricos de carreteras mediante AutoCAD Civil 3D</p> <p style="text-align: center;"><b>Hipótesis Específicos</b></p> <p>Si se elaborara los diseños geométricos de carreteras mediante AutoCAD Civil 3D, con criterios de diseño de la norma técnica DG2018 entonces habría un mejor diseño geométrico en carreteras.</p> <p>Si se verificara los diseños geométricos de carreteras mediante AutoCAD Civil 3D, tienen criterios de diseño de la norma técnica DG2018 entonces habría un mejor diseño geométrico en carreteras.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Independiente</b></p> <p style="text-align: center;">xml</p> <p style="text-align: center;"><b>Dependiente</b></p> <p style="text-align: center;">Diseño geométrico de carreteras</p>	<p style="text-align: center;">Extensibilidad</p> <p style="text-align: center;">Estructura</p> <p style="text-align: center;">Validación</p> <p style="text-align: center;">Planta</p> <p style="text-align: center;">Perfil</p> <p style="text-align: center;">Sección transversal</p>	<p style="text-align: center;">Es básica, porque no tiene propósito aplicativo.</p>