

EL USO DE HERRAMIENTAS INFORMATICAS PARA LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN EL ESTUDIO DEL DISEÑO DE VÍAS EN LA ASIGNATURA TOPOGRAFÍA

THE USE OF INFORMATIC TOOLS FOR TEACHING-LEARNING IN THE STUDY OF THE DESIGN OF ROADS IN THE COURSE TOPOGRAPHY

John De Jesús Galarza Rodrigo¹ (Johgaljr58@gmail.com)

Anibal Wilfrido Trujillo Naranjo² (Anibal.trujillon@ug.edu.ec)

Gustavo Raúl García Mendoza³ (gustavo.garciam@ug.edu.ec)

RESUMEN

El artículo tiene como finalidad realizar un análisis de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) en la educación superior y su incidencia en el currículo, los docentes y los alumnos. Se describe el sistema informático CivilCAD y se ofrecen sugerencias para su uso en el diseño geométrico de una vía, así como las ventajas y desventajas del uso de esta herramienta tecnológica educativa en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Topografía.

PALABRAS CLAVES: Estilos de aprendizaje, uso de las TIC, estudio y diseño de vías, aplicación proyectos reales.

ABSTRACT

The purpose of the article is to carry out an analysis of information and communication technologies (ICT) in higher education and its impact on the curriculum, teachers and students. The CivilCAD computer system is described and suggestions are offered for its use in the geometric design of a road, as well as the advantages and disadvantages of the use of this educational technology tool in the teaching-learning process of the Topography subject.

KEYWORDS: Learning styles, Use of TIC, learning process, study and design of roads, application of real projects.

Los constantes cambios y evolución de la sociedad respecto al uso de las tecnologías en general, y en el ámbito educativo en particular, están potenciando el hecho innegable de que es importante hacer uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC), que con un enfoque pedagógico adecuado pueden ayudar a los profesores a encontrar nuevas formas de enseñar, y motiven a los alumnos a que aumenten su interés en el uso de herramientas informáticas aplicadas en los cursos de topografía, de forma tal que los inciten a sentirse atraídos por el aprendizaje de esta ciencia.

Por tanto, este artículo se centra en la creación de bases que permitan la inclusión de las TIC en los programas de las asignaturas correspondientes a Ingeniería

¹ Profesor de la Facultad Ciencias Matemáticas y Físicas, Carrera Ingeniería Civil. Universidad de Guayaquil, Ecuador.

² Profesor de la Facultad Ciencias Matemáticas y Físicas, Carrera Ingeniería Civil. Universidad de Guayaquil, Ecuador.

³ Profesor de la Facultad Ciencias Matemáticas y Físicas, Carrera Ingeniería Civil. Universidad de Guayaquil, Ecuador.

Civil, como lo es el uso de la herramienta CAD (Computer, Aided Design), para evaluar el diseño vial; así como las ventajas y desventajas del uso de esta herramienta tecnológica educativa en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Topografía.

Las aplicaciones CAD para computadora sirven, como sus siglas lo indican (Computer Aid Design en inglés, Diseño Asistido por Computadora) para realizar diseños relacionados con la geometría (dibujos) de manera rápida, precisa y automatizada. Es posible realizar, prácticamente, cualquier tarea relacionada con el dibujo; modificando cada diseño de manera rápida (Grisales, 2015; Pérez y Alberto, 2003).

Para un camino el diseño geométrico es una de las partes más importantes dentro del proyecto de construcción o mejoramiento de una vía, pues ahí se determina su configuración tridimensional, es decir, la ubicación y la forma geométrica definida para los elementos de la carretera; de manera que esta sea funcional, segura, cómoda, estética, económica y compatible con el medio ambiente, a tal punto, que su construcción sea sostenible y los beneficios esperados sean mucho mayores que los costos (Sánchez, 2013).

A diferencia de los procedimientos y herramientas tradicionales para el diseño geométrico de caminos, con este tipo de programas de cómputo se modela la geometría del terreno y del camino proyectado en tres dimensiones (3D), de manera que se puede obtener información del proyecto de cualquier tipo (relacionada con la geometría) por ejemplo: longitudes, áreas, volúmenes, grados de curvatura, pendientes, elevaciones de terreno, elevaciones de rasante, etc.; que permiten al ingeniero tener un control más inmediato de las repercusiones de las decisiones tomadas al momento de diseñar (Grisales, 2015; Echaveguren, Vargas-Tejeda, Altamira y Riveros, 2009).

Diseño vial y el uso de las TIC

El diseño de la sección transversal típica de una vía depende casi exclusivamente del volumen de tráfico y del terreno y por consiguiente de la velocidad de diseño más apropiada para dicha carretera.

El ancho de la sección transversal típica está constituido por el ancho de:

- a. Pavimento.
- b. Espaldones.
- c. Taludes interiores.
- d. Cunetas.

Para nuestro caso el ancho del pavimento viene dado por el volumen y composición del tráfico y las características del terreno. Dado el orden de nuestra vía en base al volumen de tráfico, siendo de C1 orden en el libro de normas del MTOP, debe tener un ancho de 6.50m lo suficientemente adecuado y recomendable para evitar el deterioro del pavimento.

Curvas de nivel

Antes de generar curvas de nivel debe de producirse una triangulación entre los puntos X Y Z para que CivilCAD u otro sistema informático pueda calcular por interpolación las curvas de nivel a los intervalos especificados. A continuación, se describe el procedimiento mediante un ejercicio para ilustrar más claramente estos conceptos.

1. Del menú principal, seleccione la rutina para importar puntos (del Menú CivilCAD > Puntos > Terreno > Importar, o comando -IMPUNTO). Al hacerlo, aparecerá una caja de diálogo.

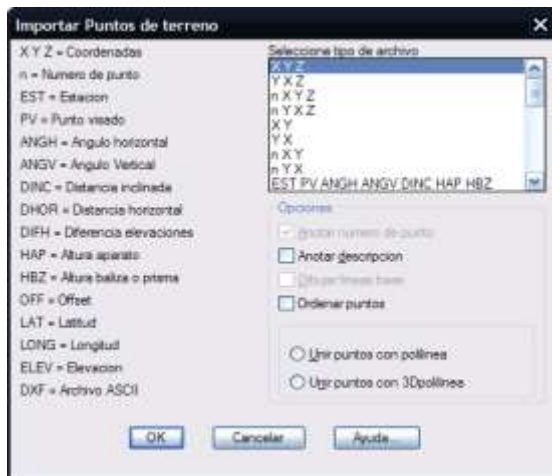


Ilustración 1: Importar puntos del terreno

Fuente: (CivilCAD, 2013)

2. Seleccione el tipo de archivo X Y Z, luego OK.

3. Al desaparecer la caja de diálogo aparecerá otra (Fig. 2) donde deberá seleccionar el archivo PUNTOS.DAT localizado en el directorio CIVILCAD.

4. Defina el área de trabajo con la rutina para insertar margen (Menú CivilCAD > Preparar hoja, o comando -MARGEN). Seleccione el tamaño D, escala 1: 1000. Al insertar el margen se establecen los factores de escala para conversión de altura de texto y líneas, además del área efectiva de impresión.

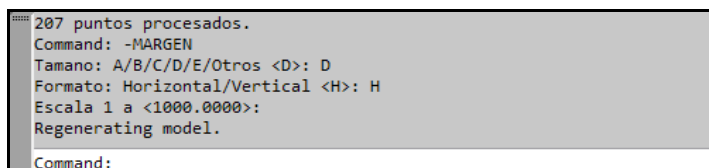


Ilustración 2: Configuración para procesar el área de trabajo

Fuente: (CivilCAD, 2013)

5. Active la rutina para generar triangulación de terreno (Menú CivilCAD > Altimetría > Triangulación > Terreno). Indique <P> para Puntos de Nivel, presione ENTER y seleccione los puntos dibujados. Después de seleccionar presionar ENTER de nuevo. Acepte los valores predeterminados para distancia máxima y ángulo mínimo. Aparecerá el mensaje leyendo coordenadas y se generará la triangulación

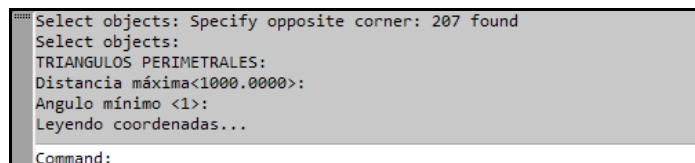


Ilustración 3: Valores predeterminados de triangulación de terreno
Fuente: (CivilCAD, 2013)

6. Seleccione generar curvas de nivel del Menú CivilCAD > Altimetría > Curvas de Nivel > Terreno, aceptando los valores que aparecen en la caja de diálogo correspondiente. Después de desaparecer la caja de diálogo, seleccione la triangulación generada y presione ENTER para generar las curvas de nivel.

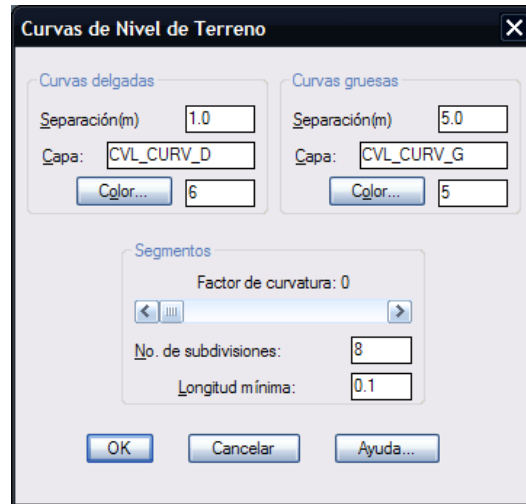


Ilustración 4: Caja de diálogo curvas de nivel
Fuente: (CivilCAD, 2013)

7. Active la rutina correspondiente para anotar elevación en las curvas gruesas Altimetría > Curvas de Nivel > Anotar. Aceptar los valores predeterminados e indicar el primer y segundo punto para generar una línea que atraviese las curvas de nivel, anotando los datos de curvas de nivel.

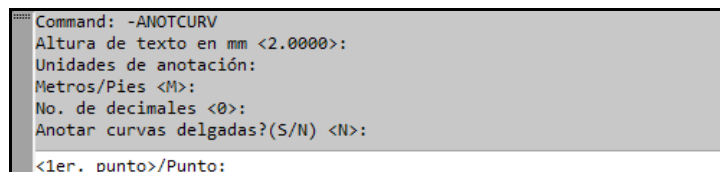


Ilustración 5: Valores predeterminados de Anotación de Curvas de Nivel

Fuente: (CivilCAD, 2013)

Perfiles y secciones

El procedimiento para generar perfiles y secciones consiste básicamente en los siguientes pasos:

- Marcar estaciones en el eje de proyecto, ya sea a intervalos regulares, en puntos seleccionados o por distancia a la estación inicial.
- Generar el perfil de terreno especificando la escala horizontal y vertical.

- Dibujar el perfil de proyecto y puntos de inflexión para establecer las pendientes y elevaciones de rasantes.
- Diseñar curvas verticales de acuerdo con la distancia horizontal o a la variación de pendiente máxima admisible por tramo de 20 metros.

Al hacer lo anterior, se pueden generar automáticamente las secciones transversales, cálculo de área y volumen de corte, terraplén y capas, elevación de terreno y rasante en cada estación, anotar pendientes, distancias, puntos de comienzo, inflexión y terminación de curvas verticales, además de un archivo resumen con los datos obtenidos.

1. Utilizando la triangulación del ejercicio anterior, proponga un eje de proyecto en planta. La única condición es que este eje sea dibujado con una polilínea (PLINE) y que se encuentre completamente dentro la triangulación existente. También es posible dibujar el eje con arcos y líneas y después utilizar el comando PEDIT opción JOIN de AutoCAD para convertirlos a polilíneas.

2. Después seleccione Menú CivilCAD > Altimetría > Eje de Proyecto > Marcar Estaciones para insertar estaciones en planta a intervalos de 20 metros, con 10 metros para izquierdas y derechas. Si lo desea puede insertar estaciones intermedias en los puntos de comienzo y terminación de curvas o a una distancia arbitraria del vértice inicial

3. Active la rutina para dibujar perfil de terreno Menú CivilCAD > Altimetría > Perfiles > Terreno > Dibujar y seleccione el eje de proyecto, especificando una escala horizontal de 1:1000 y vertical de 1:500. Coloque el perfil resultante en una parte donde no existan objetos dibujados.

4. Seleccione la rutina para dibujar el perfil de proyecto y especificar elevaciones, pendientes y puntos de inflexión del Menú CivilCAD > Altimetría > Perfiles > Proyecto > Dibujar. Si es necesario puede dibujar curvas verticales en el perfil de proyecto utilizando la rutina correspondiente. El perfil de proyecto puede moverse hacia arriba o hacia abajo para modificar la elevación de las rasantes, mientras no se desfase horizontalmente respecto al perfil de terreno.

5. Elija la rutina para calcular secciones y volúmenes en Menú CivilCAD > Altimetría > Secciones > Volúmenes > Procesar Eje, seleccionando el perfil de terreno (amarillo) para alimentar los datos al programa. Al hacer lo anterior, aparecerá una caja de diálogo donde se podrá especificar datos de proyecto y opciones



Ilustración 6: Caja de diálogo para cálculo de volúmenes
Fuente: (CivilCAD, 2013)

6. Seleccione el botón rotulado Definir con lo que aparecerá una caja de diálogo para especificar los datos de la sección transversal. Indique las siguientes distancias, pendientes y desniveles por cada tramo (deberá seleccionar el botón Añadir tramo para que se dibuje cada tramo)

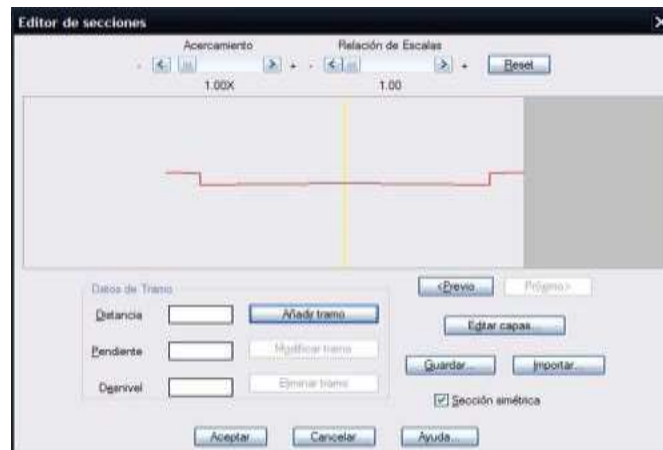


Ilustración 7: Caja de diálogo para definir secciones
Fuente: (CivilCAD, 2013)

7. Seleccione el botón Editar capas, aparecerá la siguiente caja de diálogo

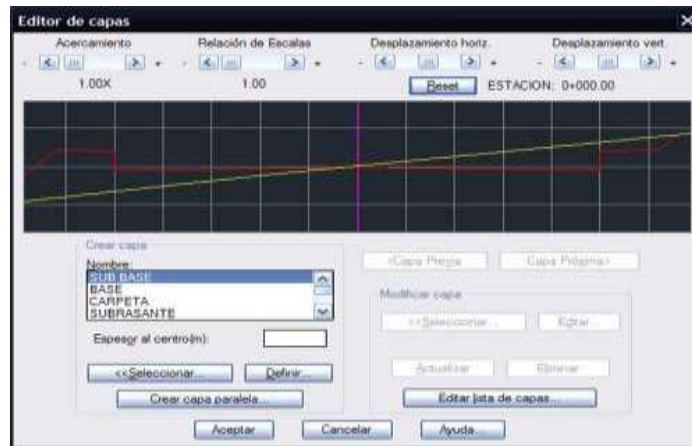


Ilustración 8: Editor de Capas
Fuente: (CivilCAD, 2013)

Se pueden diseñar capas seleccionando una polilínea previamente dibujada, utilizando el editor de secciones o creando capas paralelas a la última sección dibujada. Las condiciones que deben cumplirse al diseñar capas o elementos de sección son las siguientes:

- Ningún tramo de capa debe cruzar a la capa anterior.
- En caso de que se diseñen varias secciones Tipo se debe mantener el orden en que fueron creadas las capas en cada sección.
- La línea de centro de sección debe intersecar a cada capa.

8. Seleccione de la lista SUB BASE, especifique un grosor de 0.20 m. Presione el botón Crear capa paralela, aparecerá la caja de diálogo. Indique límites de capa por número de tramos, 1 a la izquierda y 1 a la derecha. Seleccione ACEPTAR para crear la capa SUB-BASE.

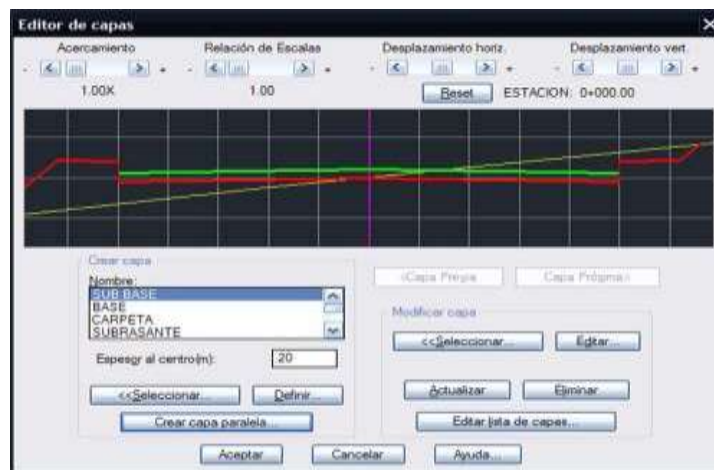


Ilustración 9: Crear capa "SUB BASE"
Fuente: (CivilCAD, 2013)

9. Seleccione BASE de la lista e indique un grosor de 0.1 m, y repita el paso anterior para crear una capa paralela.

Nota: Las capas pueden tener cualquier geometría de sección mientras cumplan con las condiciones expuestas en el paso 7. Se ha elegido crear capas paralelas para facilitar la ejecución del presente ejercicio. Si lo desea, puede seleccionar los datos de proyecto que se anotarán y otros parámetros eligiendo el botón Opciones con lo que aparecerá otra caja de diálogo.



Ilustración 10: Opciones disponibles

Fuente: (CivilCAD, 2013)

Acepte los valores propuestos en la caja de diálogo principal seleccionando el botón ACEPTAR. Al desaparecer la caja de diálogo aparecerá otra donde se deberá indicar el nombre y directorio del archivo que contendrá el resumen de los datos calculados.

Este archivo puede tener cualquier nombre mientras sea válido, solo se recomienda utilizar un esquema que sea fácilmente identificable para localizarlo y consultarlo posteriormente. Inmediatamente después comenzarán a procesarse las estaciones sobre el eje, calculando automáticamente los datos en cada estación.

Sugerencias

- Se recomienda situar el perfil de terreno y proyecto en la parte derecha del dibujo, en una zona donde no se encuentren elementos ya dibujados.
- Para generar secciones de rasantes o subrasantes utilizando el mismo perfil de proyecto este se puede mover hacia arriba o hacia abajo modificándose así la elevación en cada estación.
- El perfil y las secciones deben de imprimirse a la escala indicada para que correspondan las medidas con el escalímetro. En caso de que se impriman las secciones y el perfil juntos, se deben aumentar o reducir de acuerdo con la escala de impresión del plano. Por ejemplo, si el plano va a ser impreso a escala 1:1000 y la escala de las secciones es 1:100, estas deben ser aumentadas 10 veces para que correspondan con el escalímetro.
- Si desea cambiar el estilo de texto para números y títulos, modifique el valor de las variables ESTEX y ESTIT con la opción Cambiar variables de CivilCAD.
- Defina los valores de las variables PUNTO1 a PUNTO4 para que los colores de líneas correspondan al esquema que utiliza al imprimir los planos.

- Utilice la tecla TAB para pasar de una sección a otra en las cajas de diálogo, especialmente, en el editor de secciones.
- No utilice el comando DESHACER o U de AutoCAD® para borrar las secciones y perfiles una vez utilizada la rutina “Secciones y Volúmenes” si desea mantener la geometría de sección guardada en cada estación. De otra manera tendrá que diseñar las secciones de nuevo en la próxima corrida del programa.
- Utilice la sección Revisar para comprobar que la geometría de las secciones está correcta y para verificar que todos los taludes de secciones intercepten el terreno antes de procesarlas.
- En caso de que la sección sea difícil o laboriosa de definir en el editor de secciones puede utilizar la opción Seleccionar para alimentar la geometría de la sección seleccionando una polilíneas previamente dibujada.
- Una vez diseñada la sección tipo y capas o elementos seleccione el botón Guardar para poder importar los datos de sección posteriormente y no tener que diseñarla de nuevo.
- Si desea generar la memoria de cálculo de áreas de sección deberá activar la opción Generar archivo resumen y Generar memoria de cálculo de áreas de corte y terraplén en el apartado Opciones.
- Si la capa o elemento de sección no se encuentra en la lista puede utilizar la opción Editar lista de capas o Agregar capa para crearla.
- Se puede especificar un grosor de capa al centro de 0 (cero) en el caso de que la capa o elemento solo tenga grosor a la izquierda y/o derecha del eje de la sección, como en el caso de guarniciones o aceras.

Curvas horizontales

SECUENCIA EN MENÚ: Menú CivilCAD> Módulos> Carreteras SCT> Curvas Horizontales> Dibujar. SECUENCIA EN LÍNEA DE COMANDO: Command: -CURVHORZ. Indique punto de inflexión sobre polilíneas:

Al indicar un punto de inflexión sobre una polilínea existente aparecerá la siguiente caja de diálogo:

The dialog box 'Curvas horizontales' contains the following fields and options:

- Tipo de camino:** A4
- Datos calculados por reglamento:**
 - V=70-110km/h, Sc=9.9%, Le=107m
 - Gcmax=5°30'0.00", Ac=140cm, N=21.760m
- Velocidad de proyecto(km/h):** 80
- Grado de curvatura Gc:** 5 ° 0 ' 0 " (Gc mínimo = 0°20'7.55")
- Sobreelevación al centro Sc %:** 10
- Sobrancho Ac(cm):** 60
- Tipo de curva:** Simple (selected), Espiral
- Bombeo:** 2% (selected), 3%
- Sobreelevación inicial %:** -2
- Sobreelevación final %:** -2
- No. de segmentos curva espiral:** 10
- Longitudes de transición:**
 - Entrada:** Le: 69, % fuera de curva: 50, Le máxima = 40, Long. requerida en tangente = 68.58, Long. disponible en tangente = 449.61
 - Salida:** Le: 69, % fuera de curva: 50, Le máxima = 40, Long. requerida en tangente = 68.58, Long. disponible en tangente = 350.66
- No mostrar mensajes de advertencia por reglamento.
- Buttons: Aceptar, Cancelar, Ayuda...

Ilustración 11: Caja de diálogo para diseñar curvas horizontales
Fuente: (CivilCAD, 2013)

De acuerdo con el tipo de camino seleccionado y a la velocidad, grado de curvatura y bombeo en tangente indicado se calculan los datos por reglamento como grado de curvatura, sobreelevación y sobreelevación máxima al centro y longitud de transición mínima recomendable.

En caso de indicar algún dato que sea mayor al máximo o menor al mínimo admisible aparecerá una advertencia, con la opción de continuar se puede modificar el dato incorrecto:

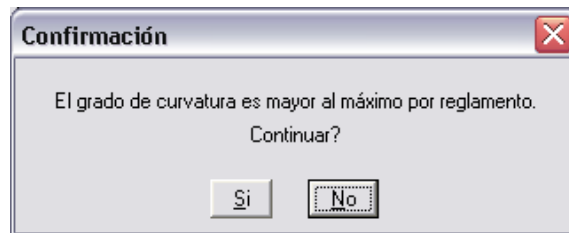


Ilustración 12: Advertencia modificar el dato incorrecto
Fuente: (CivilCAD, 2013)

En caso de curvas circulares simples puede indicarse un porcentaje de la longitud de transición fuera de la curva. En curvas espirales la longitud de transición será siempre 100 % dentro de la curva, por lo que la opción de porcentaje fuera de curva se desactivará automáticamente al seleccionar la opción de generar tipo de curva espiral. Si no es posible insertar la curva entre los dos tramos de tangente contiguos al punto de inflexión seleccionado aparecerá un mensaje indicando la distancia disponible de tramo:

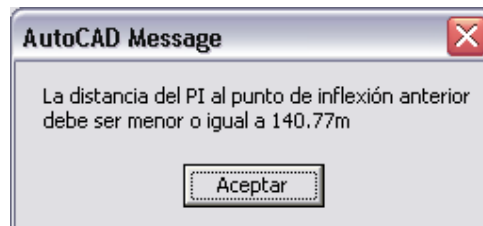


Ilustración 13: Mensaje distancia disponible de tramo
Fuente: (CivilCAD, 2013)

Los criterios para determinar el tipo de curva que habrá de emplearse son los siguientes:

- Si la sobreelevación S_c no sobrepasa el 7 % deberá diseñarse una curva simple.
- En casos en que la sobreelevación S_c sea igual o mayor a 7 % pero p sea menor a los 30 cms deberá utilizarse curva simple.
- En casos en que el S_c sea mayor a 7 % y p mayor a 30 cms se deberá diseñar una curva espiral.

La velocidad de proyecto debe indicarse en múltiplos de 10. En caso de que la velocidad no esté dentro del rango aceptable aparecerá un mensaje indicando la velocidad mínima y máxima recomendada de acuerdo con el tipo de camino seleccionado.

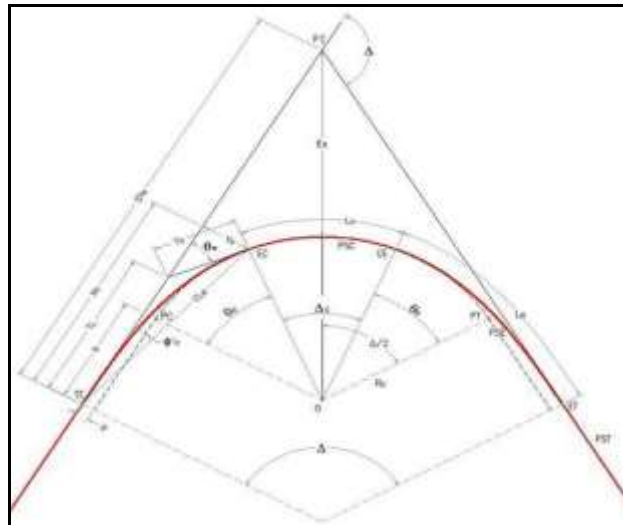


Ilustración 14: Elementos de la curva espiral
Fuente: (CivilCAD, 2013)

Los datos de sobreelevación inicial y final se pueden indicar con un valor desde la pendiente de bombeo hasta cero. Esto permite reducir la distancia de tangente N1 necesaria al inicio y final en caso de curvas horizontales tangentes o muy próximas (ver gráfica de sobreelevación).

Al seleccionar el botón Gráfica de sobreelevaciones aparece un diagrama en donde se puede apreciar el comportamiento del borde interior y exterior de la calzada desde el bombeo inicial hasta la sobreelevación máxima, además de las distancias de longitud de transición y de curva. Se puede visualizar también el PC y PT en curvas circulares simples y el TE, CE, CE, ET en el caso de curvas espirales.

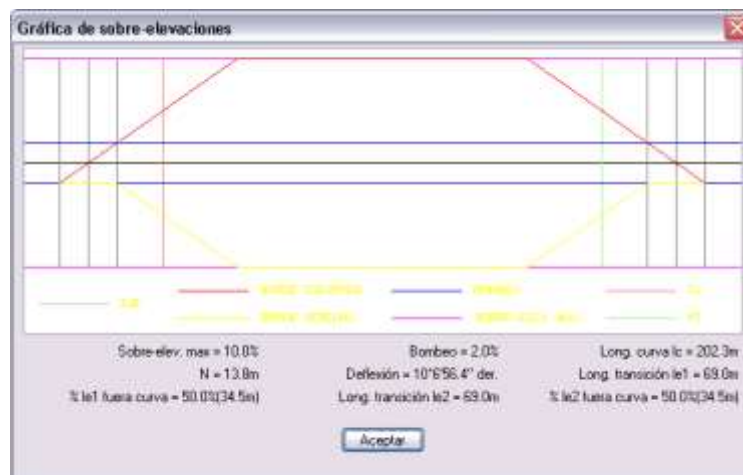


Ilustración 15: Gráfica de sobreelevaciones

Fuente: (CivilCAD, 2013)

También es posible generar la gráfica de sobreelevación seleccionando el botón correspondiente. En esta gráfica es posible apreciar donde empieza y termina el desarrollo del sobreelevación, desde cero hasta el valor máximo en el borde interior de la calzada sobre la curva horizontal.

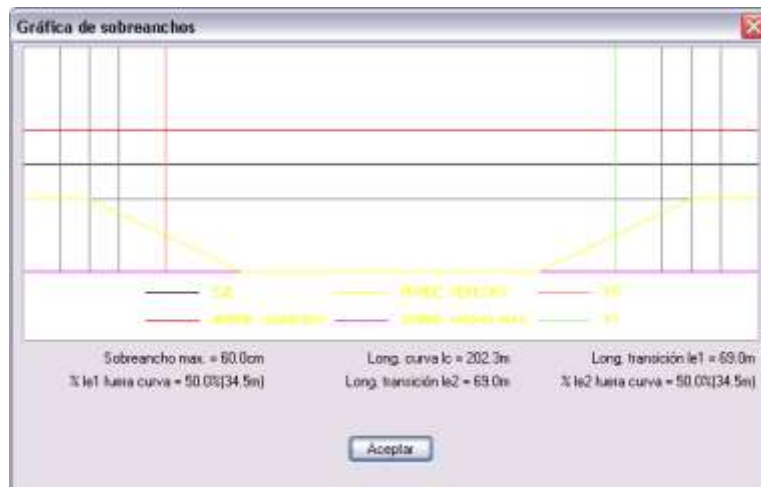


Ilustración 16: Gráfica de sobreelevación de curva horizontal

Fuente: (CivilCAD, 2013)

En caso de que no sea posible construir geoméricamente la curva horizontal aparecerá un mensaje explicando el motivo. Esto puede deberse a varias causas:

- No existe suficiente longitud en tangente inicial o final para construir la curva.

Deberá especificarse un grado de curvatura mayor y/o reducir las longitudes y porcentajes de transición fuera de curva. También puede indicarse un valor de sobreelevación inicial y final cercano a cero para reducir las longitudes de tangentes rectas necesarias al inicio y final en curvas muy cercanas.

- Las longitudes de transición se traslapan dentro de la curva. Deberá reducirse el grado de curvatura y/o las longitudes de transición de entrada y salida.

También puede aumentarse el porcentaje de transición fuera de curvas circulares



Ilustración 17: Posición tipo en curva circular en curva espiral

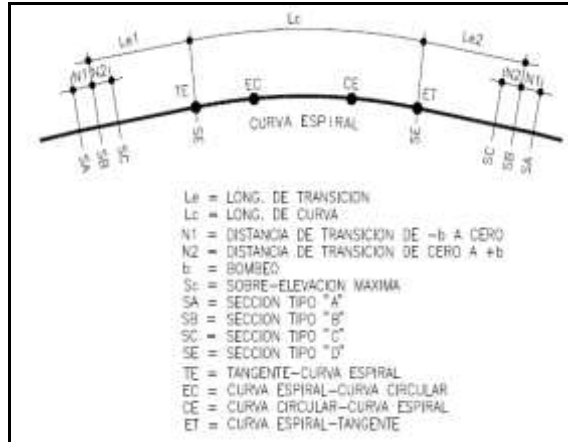


Ilustración 18: Posición tipo

Sugerencias:

- En la sección de longitudes de transición de la caja de diálogo principal puede consultar la longitud de tangente requerida y la disponible para construir la curva. La longitud requerida siempre deberá ser menor a la disponible para que sea posible insertar la curva.
- Para modificar la distancia requerida en tangentes para construir la curva puede ajustar el valor de los datos de longitud y porcentaje de transición fuera de curva, grado de curvatura, bombeo, sobre elevación inicial y final de curva.
- Genere la gráfica de sobre elevaciones y sobre anchos para tener una idea más clara del comportamiento de los bordes de la calzada centro de la curva.

Gráfica de sobre ancho

SECUENCIA EN MENÚ: Menú CivilCAD> Módulos> Carreteras SCT> Curvas horizontales> Gráfica de sobre-anchos

SECUENCIA EN LÍNEA DE COMANDO: Command: -GRAFSAC Escala de impresión 1 a <1000.0>: Indique punto de inserción:

Sugerencias:

- Modifique el valor de las variables punto1, punto2, punto4, punto6 de CivilCAD para modificar el color con que se dibujan las líneas de cadenamiento, eje, borde derecho e izquierdo de la gráfica, respectivamente.
- Modifique el valor de las variables ESTIT y ESTEX de CivilCAD para modificar el estilo de letra que utiliza esta rutina al anotar títulos y datos, respectivamente.
- Indique el punto de inserción alineado verticalmente con el inicio de gráficas de curvas y sobre elevaciones existentes para comparar con más facilidad la relación de los diferentes datos de curvas.

Diagrama de curvas horizontales

SECUENCIA EN MENÚ: Menú CivilCAD> Módulos> Carreteras SCT> Curvas horizontales> Diagrama de curvas

SECUENCIA EN LÍNEA DE COMANDO: Command: -DIAGCURV. Seleccione eje de proyecto: Escala de impresión 1 a <1000.0>: Indique punto de inserción:

Sugerencias:

- Modifique el valor de la variable punto3 para modificar el color con que se dibujan las líneas y arcos del diagrama.
- Modifique el valor de las variables ESTEX Y TEXTCLR de CivilCAD para modificar el estilo de letra y color que utiliza esta rutina al anotar datos.
- Para cambiar el número de decimales de despliegue en datos de azimut en tangentes, modifique el valor de la variable ANGPREC de CivilCAD.
- Indique el punto de inserción alineado verticalmente con el inicio de gráficas de curvas y sobreelevaciones existentes para comparar con más facilidad la relación de los diferentes datos de curvas.

Dibujar curvas verticales

SECUENCIA EN MENÚ: Menú CivilCAD> Módulos> Carreteras SCT> Curvas Verticales

SECUENCIA EN LÍNEA DE COMANDO: Command: -CURVERTP, Indique punto de inflexión:

Ilustración 19: Caja de diálogo para dibujar curvas verticales

Fuente: (CivilCAD, 2013)

Tiempo de reacción: El intervalo entre ver, oír o sentir y empezar a actuar en respuesta al estímulo de una situación de tránsito se conoce como "tiempo de reacción". El tiempo requerido para esta acción puede variar desde 0.5 segundos para situaciones simples, hasta 3 o 4 segundos para situaciones más complejas.

Parámetros de visibilidad: Los parámetros de visibilidad para una curva en cresta son la altura del ojo y la altura del objeto, para una curva en columpio son la altura de los faros y la pendiente del haz luminoso. La curva vertical en cresta es una curva vertical cuya concavidad queda hacia abajo, la curva vertical en columpio es una curva vertical cuya concavidad queda hacia arriba.

Altura del ojo: La variación de la altura del ojo es función de las características, tanto de los vehículos como de los conductores. Normalmente se considera la altura del ojo sobre la superficie del camino en 1.14 m y la altura del objeto en 0.15 m.

Altura de los faros: La altura de los faros de un vehículo se mide desde del foco luminoso sobre la superficie del camino. En promedio se considera esta altura como de 0.61 m, aunque puede variar de acuerdo con el tipo y características de los vehículos que transiten por la vialidad.

Pendiente del haz luminoso: La pendiente del haz luminoso es el ángulo máximo que forman los rayos de luz de los faros con el eje longitudinal del vehículo.

En curvas verticales en cresta se consideran los parámetros de visibilidad de altura del ojo y altura del objeto. Cuando la curva vertical es en columpio se toman en cuenta los parámetros de visibilidad de altura de los faros y la pendiente del haz luminoso.

La distancia de visibilidad de rebase es la distancia mínima necesaria para que el conductor de un vehículo pueda adelantar a otro que circula por el mismo carril, sin peligro de interferir con un tercer vehículo que venga en sentido contrario y se haga visible al iniciar la maniobra. Para los valores de los parámetros de rebase normalmente se considera la altura del ojo en 1.14 m y la altura del objeto en 1.37m.

El sistema informático CivilCAD nos ayuda a agilizar todo el proceso de cálculos de diseño de secciones de la vía en todo el tramo. Este programa nos brinda bondades ingenieriles, las cuales nos permiten ejecutar diseños geométricos sin cometer errores, nos brinda la información necesaria para poder posteriormente proyectar una vía correctamente con todos los parámetros estipulados por las normas nacionales e internacionales. El diseño geométrico de una vía utilizando este sistema informático no solo nos agiliza el tiempo de trabajo y proyección de la vía, sino también nos da seguridad, calidad y homogeneidad en el diseño geométrico.

REFERENCIAS

Echaveguren, T., Vargas-Tejeda, S., Altamira, A. Y Riveros, D. (2009). *Criterios para el análisis de consistencia del diseño geométrico: velocidad, aceleración, visibilidad y confiabilidad*. Trabajo presentado en el Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito.

Grisales, J. C. (2015). *Diseño geométrico de carreteras*. Ecoe Ediciones.

Pérez, A. M., y Alberto, M. (2003). *Diseño de un material didáctico computarizado (MDC) para facilitar el proceso de enseñanza aprendizaje de la Geometría Descriptiva (tesis de maestría inédita)*. Universidad Valle del Momboy. Valera, Venezuela.

Sánchez, J. C. (2013). *Estudio de las condiciones técnicas para proyectar el mejoramiento de la vía Ligua–Puñapi, de los cantones Baños y Patate*. Inédito.