Trabajar con superelevaciones

TUTORIAL DE TRIMBLE BUSINESS CENTER

Oficinas corporativas:

Trimble Navigation Limited
Engineering and Construction Division
5475 Kellenburger Road
Dayton, Ohio 45424-1099
Estados Unidos

Teléfono: +1-937-233-8921
Fax: +1-800-538-7800
Número gratuito (en Estados Unidos): +1-937-233-9441

www.trimble.com

Copyright y marcas comerciales:

© 2005-2010, Trimble Navigation Limited. Reservados todos los derechos.

El logo del triángulo con el mapamundi y Trimble son marcas comerciales de Trimble Navigation Limited. Todas las otras marcas registradas son propiedad de sus respectivos titulares.

Acerca de este tutorial

"Superelevación" es el banqueo de un camino o carretera a lo largo de una curva horizontal, de manera que los conductores puedan maniobrar por ella de manera cómoda y a velocidades razonables. A medida que aumenta la velocidad y las curvas horizontales se hacen más cerradas, se requiere una mayor relación de superelevación.

En este tutorial, definirá una superelevación para una alineación utilizada para una carretera curva. Luego aplicará las propiedades de la superelevación al corredor como instrucciones de plantilla de corredor. Finalmente, definirá los parámetros de diferencia para la carretera a fin de asegurar que las diferencias de pendiente entre segmentos (por ejemplo, una calzada para vehículos y una banquina en una curva superelevada) se mantengan en un mínimo para fines de seguridad y comodidad a la velocidad contemplada en el diseño.

Notas:

- Para crear una superelevación como se describe en este tutorial, debe tener en ejecución el software **Trimble Business Center** con la licencia de producto ***Survey Advanced***. Para comprobar la licencia de producto para su instalación, seleccione **Ayuda > Acerca de Trimble Business Center** y haga clic en el botón **Licencia**. Las funciones con licencia se muestran en la lista **Funciones**.
- Si no sabe aún cómo trabajar con corredores y especificar instrucciones de plantillas de corredor, es recomendable que complete el tutorial ***Trabajar con corredores*** antes de iniciar este tutorial.
- Si en cualquier momento necesita ayuda adicional mientras utiliza el software, presione **F1** para ver la ayuda en línea.

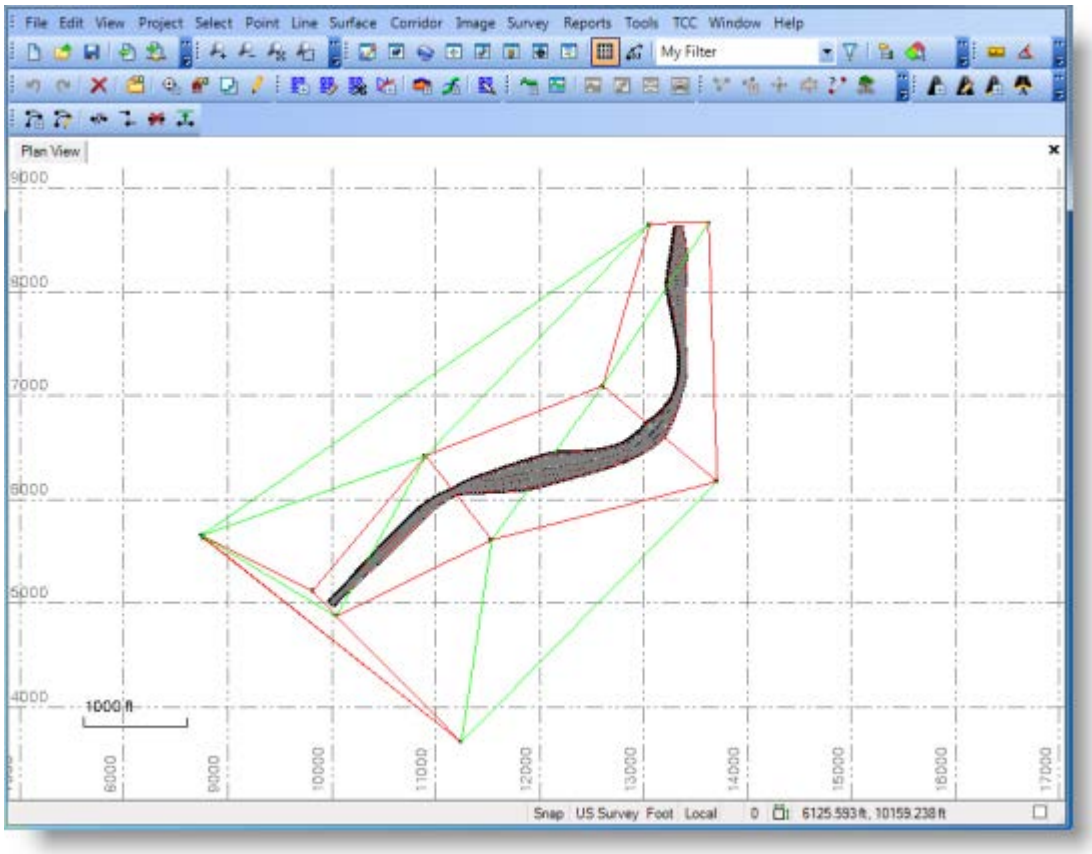
Paso 1. Abrir un proyecto.

Para este tutorial, usará el archivo de proyecto *Working with Superelevations.vce.* Este proyecto contiene una superficie, una alineación horizontal y vertical, y un corredor.

1. En la barra de menú de **Trimble Business Center**, seleccione **Archivo > Abrir proyecto**. O haga clic en el icono **Abrir proyecto** en la barra de herramientas.
2. En el diálogo **Abrir archivo**, vaya a ***C:\Trimble Tutorials\TBC\Projects\Working with Superelevations.vce*** y haga clic en **Abrir.**

   Si instaló el tutorial en una ubicación distinta a la predeterminada que se muestra aquí, navegue hasta esa ubicación.

El proyecto se abre en la ventana de **Trimble Business Center**.



Nota: Esta figura muestra la **Vista de plano** con un fondo blanco. Su fondo puede estar en negro. Si desea cambiarlo a blanco, seleccione **Herramientas > Opciones** y seleccione **Color de fondo: Blanco** en el diálogo **Opciones**.

El archivo de proyecto es de sólo lectura. Puede realizar los pasos del tutorial sin guardar el archivo del proyecto. Sin embargo, si sufre una interrupción mientras sigue el tutorial, puede guardarlo al seleccionar **Archivo > Guardar proyecto como** y guardarlo en ***..\Mis documentos\Trimble Business Center***, que es la ubicación típica para guardar archivos de proyectos en su computadora. Tras ello, puede volver a abrir el proyecto para proseguir con el tutorial más adelante.

Paso 2. Aplicar una superelevación a la alineación

La alineación horizontal de este proyecto incluye dos curvas en arco, una de las cuales incluye una espiral hacia adentro y una espiral hacia afuera. Para efectos de este tutorial, comenzará por aplicar una superelevación a las dos curvas para definir cambios de pendiente (banqueo) a lo largo de las mismas. Más adelante, añadirá instrucciones de superelevación a una plantilla de corredor.

Nota: Para ver una descripción más detallada acerca de las superelevaciones, consulte el tema "Comprender las superelevaciones" en la ayuda en línea.

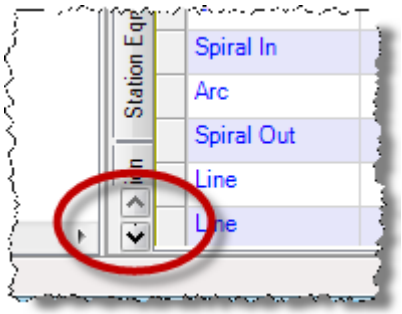
1. Seleccione **Ver > Explorador del proyecto**.

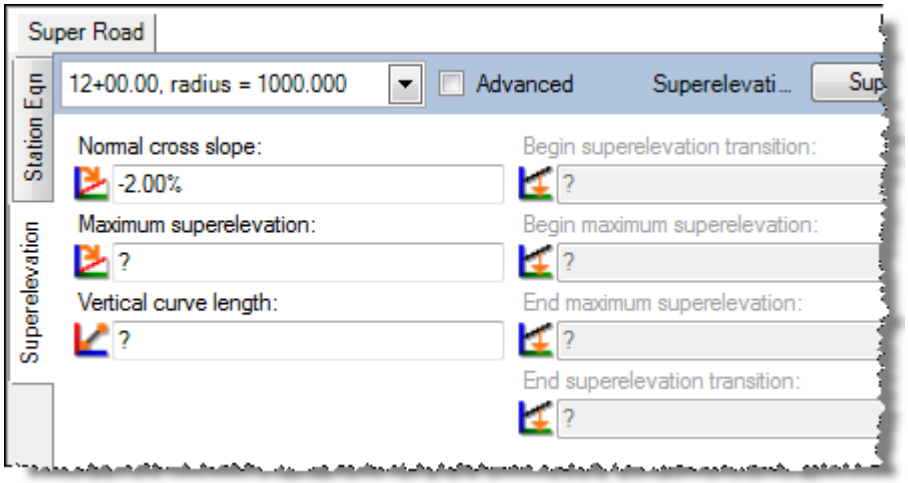
2. En el **Explorador del proyecto**, expanda el nodo **Alineaciones** . Luego haga clic con el botón secundario en *Carretera super* y seleccione **Editar**.

   El panel **Editor de Alineaciones** aparecerá en el área inferior de la pantalla.

3. Seleccione la ficha **Superelevación** en el lado izquierdo del panel **Editor de alineaciones**.

   Si es necesario, use el control de avance de tabulador para hacer que la ficha **Superelevación** aparezca y pueda ser seleccionada.





La lista desplegable ubicada en la parte superior de la ficha le permite seleccionar cada curva en la alineación horizontal, de modo que pueda definir parámetros de superelevación para ella. Para cada curva, se muestran la estación de inicio y el radio de curva.

Comenzará por definir parámetros de superelevación para la primera curva en la alienación, que es una curva de arco simple.

4. En la lista desplegable, seleccione la primera curva: *12+00,00, radio = 1000.000.* Luego ingrese los siguientes parámetros:

   a. En el campo **Pendiente transversal normal**, asegúrese de que el valor sea *-2,00%*.

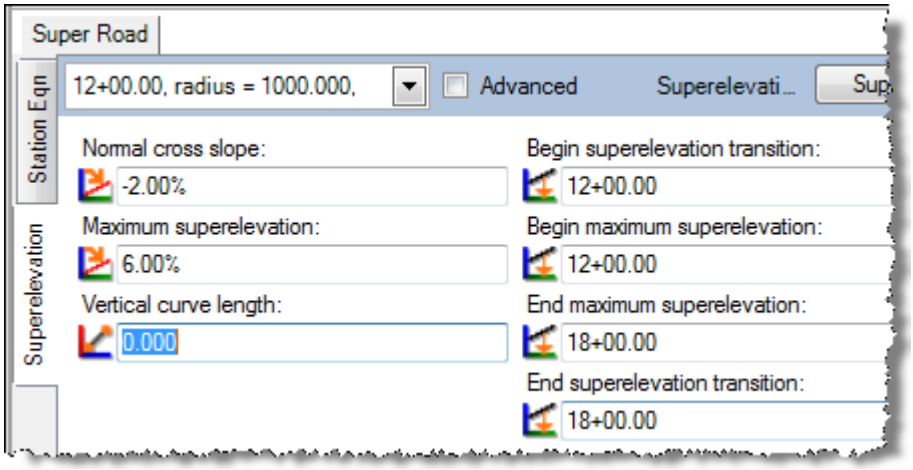
      Este valor representa la pendiente transversal normal de la carretera cuando no está en superelevación y todas las curvas superelevadas de la alineación hacen referencia a él. Si hace cambios en este campo, afectarán a todas las curvas superelevadas. Si elimina la pendiente transversal normal, la superelevación se eliminará de la alineación.

Nota: El valor de pendiente transversal normal que ingrese se usará en la vista **Diagrama de superelevación**. No reemplaza el valor de pendiente especificado en las instrucciones de plantilla de corredor.

   b. En el campo **Superelevación máxima**, escriba *6*.

      Cuando hace avanzar el cursor a otro campo o presiona la tecla **Tab**, el valor *6* cambia a *6,00%*. Este es el máximo de superelevación para la curva, en términos de porcentaje de pendiente.

      El programa ingresa automáticamente valores para los campos en el lado derecho de la ficha, en base a una superelevación máxima de 6,00% y el hecho de que se trata de una curva en arco simple. Puesto que la curva no tiene espiral hacia adentro y espiral hacia afuera, el programa usa los parámetros de arco para las transiciones de superelevación. Esto significa que no hay transición desde la corona normal a la superelevación completa, y de regreso a la corona normal. El cambio es abrupto. Corregirá esto más tarde.



   c. En el campo **Largo de curva vertical**, introduzca *100*.

Este valor especifica la longitud de la curva vertical parabólica que se aplicará en cada punto de transición de estación de inicio o término en la curva superelevada para suavizar la transición. El punto de transición es el PVI (punto vertical de intersección) para la curva vertical. El software traza además estas curvas verticales en el diagrama de superelevación en estos puntos de transición.

Ahora está listo para definir parámetros para la segunda curva en la alineación horizontal, que es una curva en arco con una espiral hacia adentro y una espiral hacia afuera.

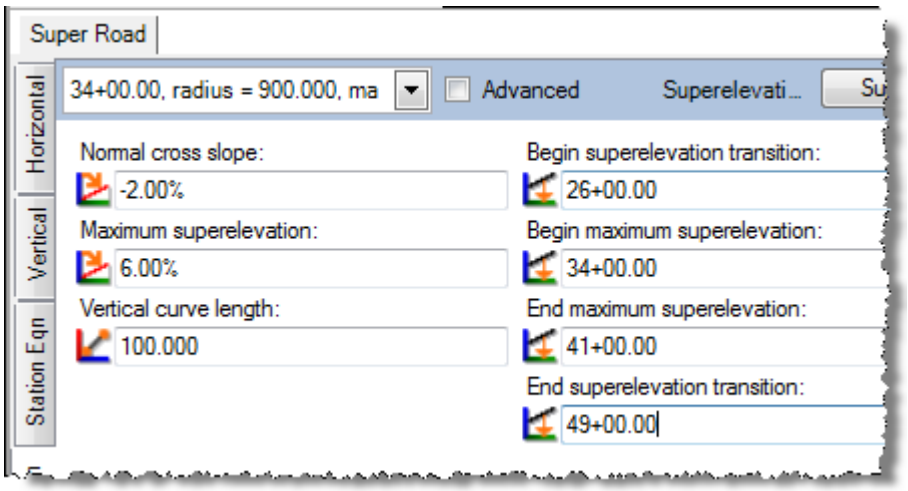
5. En la lista desplegable, seleccione la segunda curva: *34+00,00, radio = 900,000.* Luego ingrese los siguientes parámetros:

   a. En el campo **Pendiente transversal normal**, asegúrese de que el valor sea *-2,00%*.

   b. En el campo **Superelevación máxima**, escriba *6*.

   c. En el campo **Largo de curva vertical**, introduzca *100*.

   Los valores que se ingresan automáticamente en los campos del lado derecho de la ficha se basan en una superelevación máxima de 6,00% y al hecho de que esta es una curva en arco con una espiral hacia adentro y una espiral hacia afuera. El programa usa los valores de espiral hacia adentro, arco y espiral hacia afuera para llenar los valores de estación de transición a la superelevación.



- **Comenzar transición de superelevación** especifica la estación en que comienza la transición desde la corona normal a la superelevación máxima de 6% de pendiente.
- **Comenzar superelevación máxima** especifica la estación en que comienza la superelevación máxima de 6% de pendiente.
- **Finalizar superelevación máxima** especifica la estación en la que la superelevación máxima de 6% de pendiente y comienza la transición de regreso a la corona normal.
- **Finalizar transición de superelevación** especifica el fin de la transición desde la superelevación máxima de 6% de pendiente de regreso a la corona normal.

Las cifras siguientes muestran la transición desde la corona normal a la superelevación máxima, y de regreso a la corona normal a través de una curva superelevada.

Al aproximarse:

Comienzo con corona normal.

Transición a donde la vía exterior tiene una pendiente transversal cero (plana).

Transición a donde se ha quitado la corona.

Superelevación máxima.

Al alejarse:

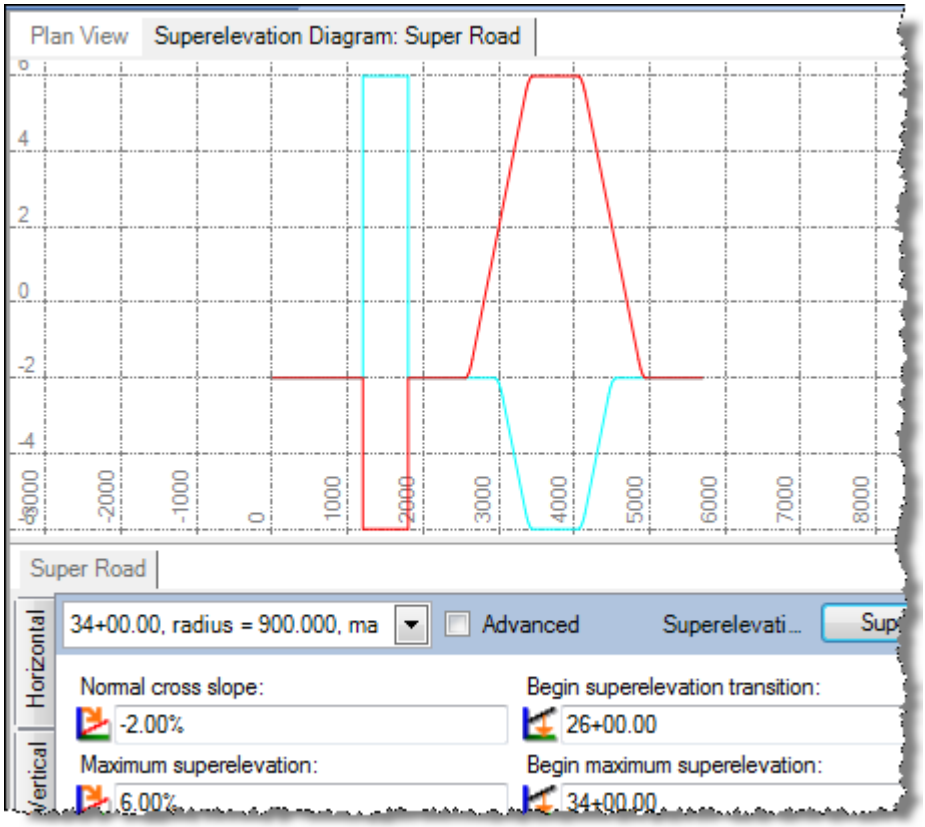
Transición de regreso a donde se ha quitado la corona.

Transición de regreso a donde la vía exterior tiene una pendiente transversal cero (plana).

Regreso a la corona normal.

Ahora verá la superelevación que ha definido en la vista **Diagrama de superelevación**.

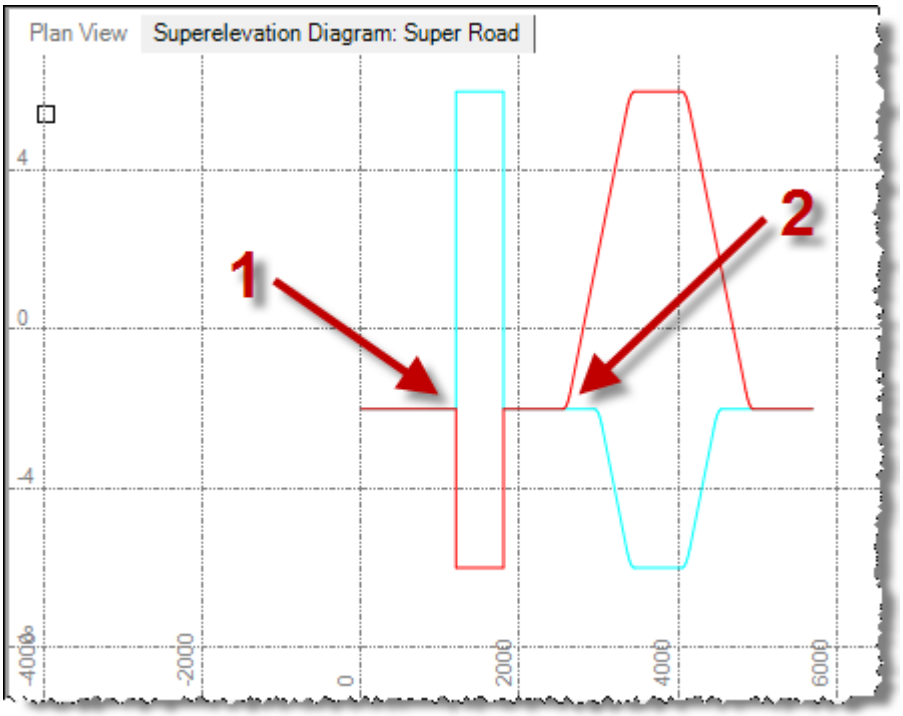
6. Haga clic en el botón **Diagrama de superelevación**, ubicado en la parte superior de la ficha **Superelevación.** Luego haga clic en la ficha **Diagrama de superelevación** y seleccione **Mover al grupo de fichas anterior**.



El diagrama incluye líneas de cuadrícula sobre las que se muestra el perfil de la superelevación. Las líneas de cuadrícula verticales representan estaciones en la alineación. Las líneas de cuadrícula horizontales representan grados de pendiente. Las dos líneas de color, que forman el perfil de la superelevación, representan los bordes interior y exterior de la carretera. El diagrama se actualiza automáticamente a medida que hace cambios en la ficha **Superelevación**.

Note: Puede cambiar la escala gráfica y la exageración vertical del diagrama en el diálogo **Configuraciones del proyecto**.

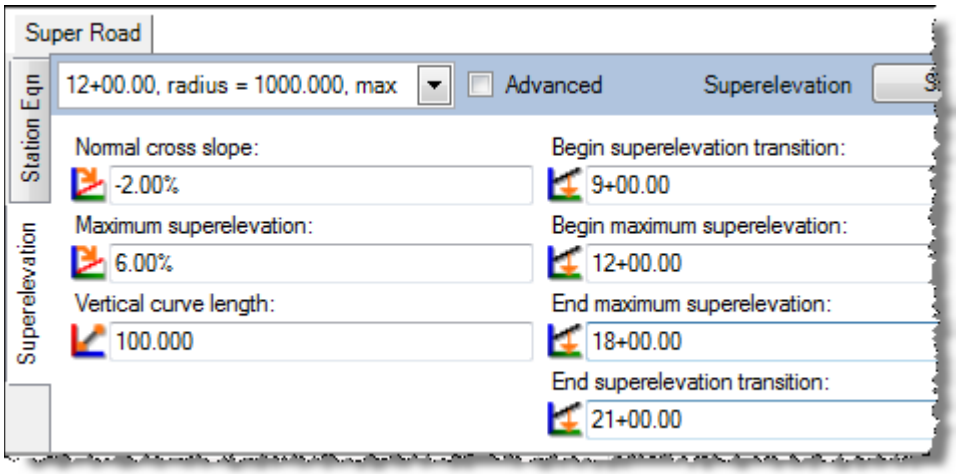
En el diagrama puede observar que la segunda curva (2 en la figura siguiente), que es un arco con una espiral hacia adentro y una espiral hacia afuera, incluye una transición desde la corona normal a la superelevación máxima, y de regreso a la corona normal. La primera curva (1 en la figura siguiente) no incluye espirales, por lo que el programa no especificó transiciones para ella. En lugar de ello, la curva cambia abruptamente desde la corona normal a la superelevación máxima. Corregirá esto en el paso siguiente.



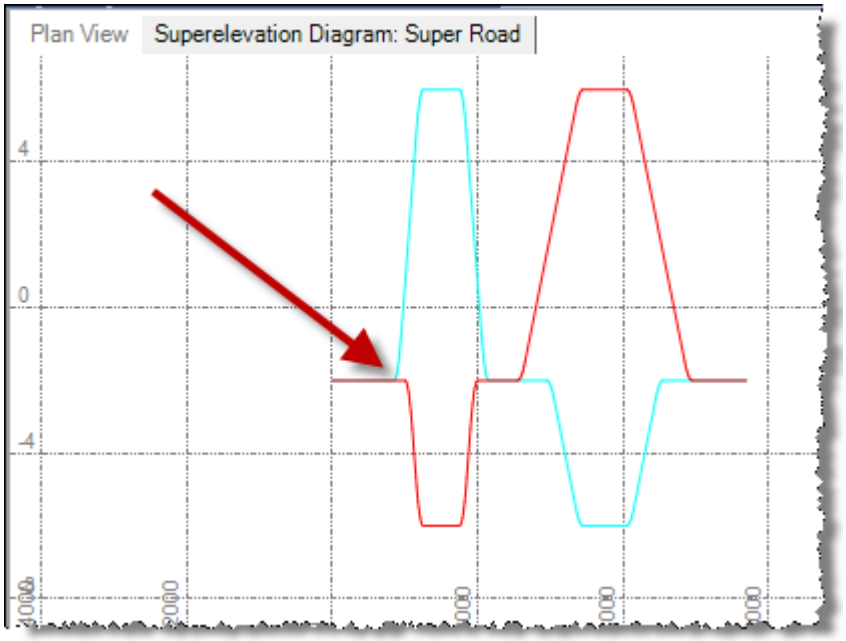
7. En la lista desplegable de la ficha **Superelevación,** seleccione la primera curva: *12+00,00, radio = 1000,000* .Luego ingrese los siguientes parámetros:

   a. En el campo **Comenzar transición de superelevación**, introduzca *900*.

   b. En el campo **Finalizar transición de superelevación**, introduzca *2100*.



La primera curva muestra ahora una transición desde la corona normal a la superelevación máxima, y de regreso a la corona normal.

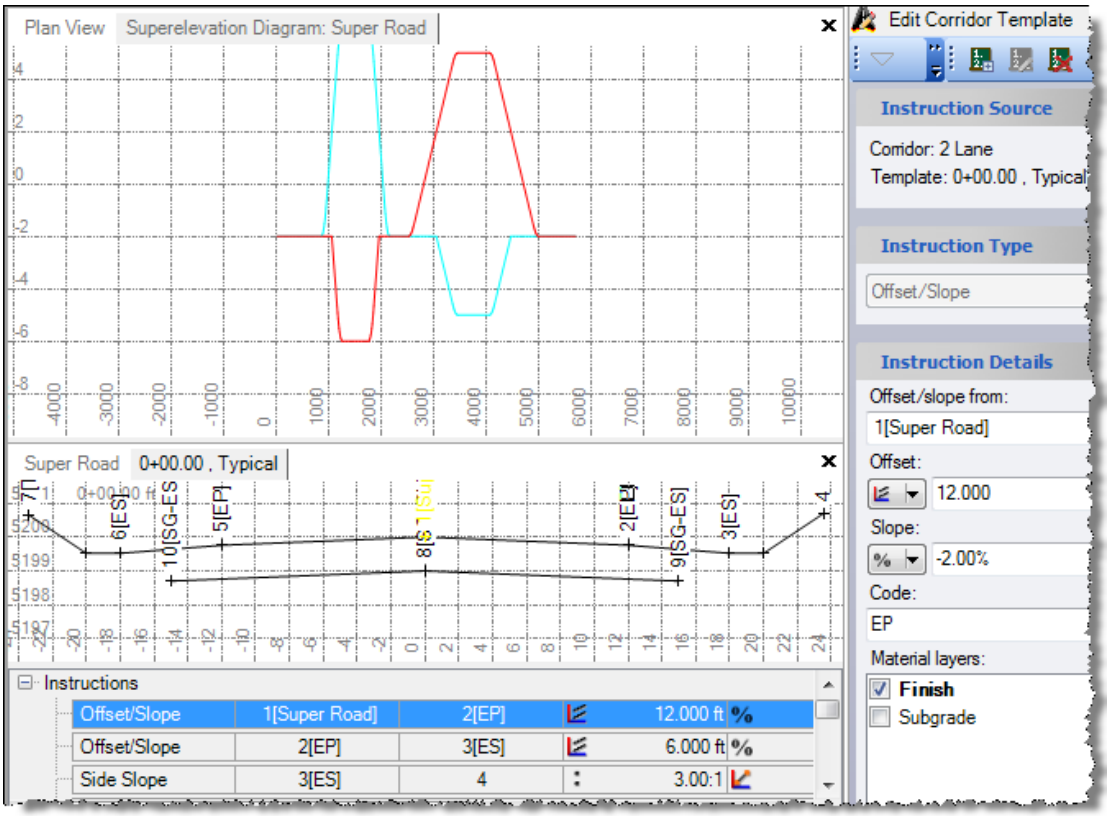


Ha terminado de aplicar una superelevación a la alineación horizontal. A continuación, añadirá instrucciones de superelevación a una plantilla de corredor.

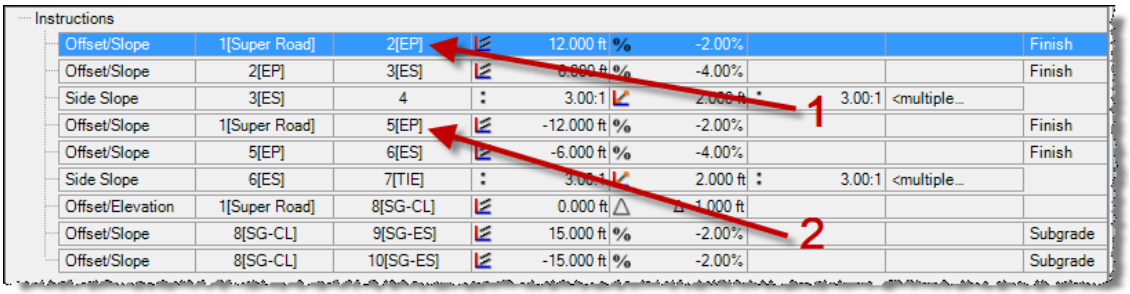
Paso 3. Añadir instrucciones de superelevación a una plantilla de corredor

1. En el **Explorador del proyecto**, expanda el nodo **Corredores** y el nodo *2 Vía*. Luego haga clic con el botón secundario en *0+000, Típica* y seleccione **Editar**.

Aparecerá el panel **Editar plantilla de corredor**.



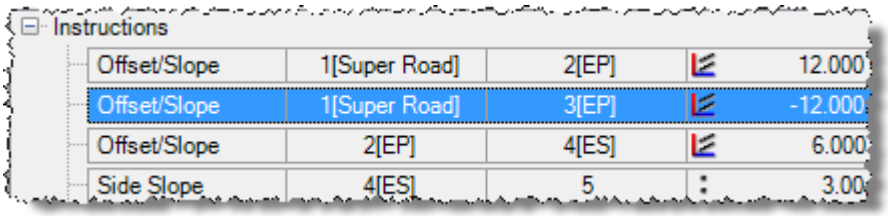
La plantilla incluye nueve instrucciones que definen nodos para capas de material Acabado y Subnivel.



Es necesario superelevar los nodos *2[BP]* (1 arriba) y *5[BP]* (2 arriba), que son los nodos izquierdo y derecho de borde de pavimento para la capa Acabado. Por tanto, se debe insertar una instrucción de superelevación en la lista **Instrucciones** inmediatamente después de las dos instrucciones que definen estos nodos. Así, para comenzar, moverá la instrucción que define el nodo *5[BP]* a directamente debajo de la instrucción que define el nodo *2[BP]*.

2. En la lista **Instrucciones**, haga clic en la instrucción que define el nodo *5[BP]* y arrástrela a directamente debajo de la instrucción que define el nodo *2[BP].*

Observe que el nombre del nodo cambia de *5[BP]* a *3[BP]*.



Ahora puede insertar una instrucción de superelevación inmediatamente después de la instrucción que define el nodo 3*[BP].*

3. Para insertar una instrucción de Superelevación para la capa Acabado, haga lo siguiente:

   a. Seleccione la instrucción que define el nodo *3[BP]* en la lista **Instrucciones**.

   b. Haga clic en el icono **Añadir instrucción** que se ubica en la parte superior del panel **Editar plantilla de corredor**.

   c. En la lista desplegable **Tipo de Instrucción**, seleccione **Superelevación**.

   d. En la lista **Nodo de corona**, seleccione *1[Carretera Super]*.

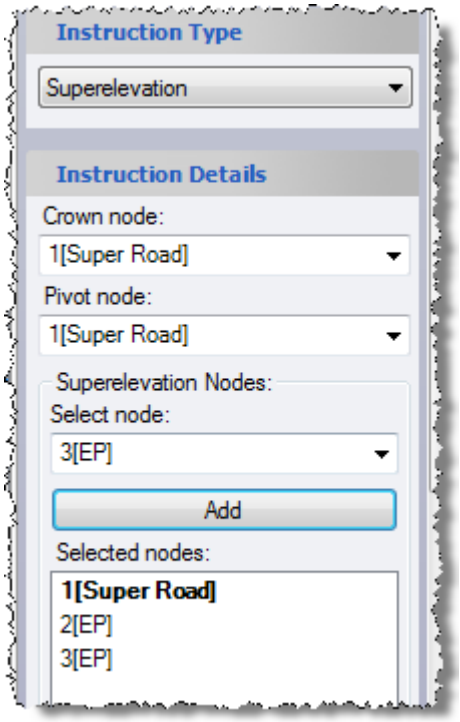
   e. En la lista **Nodo pivotal**, seleccione *1[Carretera Super]*.

      Este es el nodo alrededor del cual pivotará la pendiente superelevada. Este nodo se añade automáticamente a la lista **Nodos seleccionados**.

   f. Seleccione *2[EP]* en la lista desplegable **Seleccionar nodo** y haga clic en el botón **Añadir** para añadir su selección a la lista **Nodos seleccionados**.

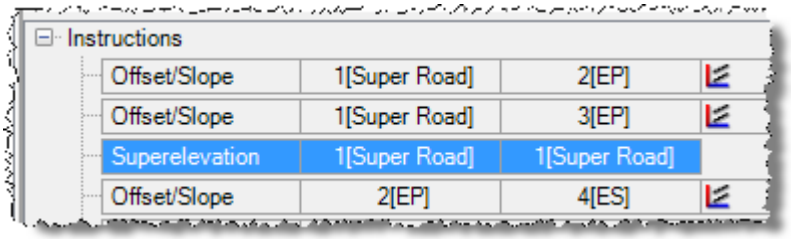
      Como alternativa, puede hacer clic en el campo **Seleccionar nodo** y luego seleccionar el nodo *2[EP]* en la plantilla de la vista gráfica.

a. Seleccione 3*[EP]* en la lista desplegable **Seleccionar nodo** y haga clic en el botón **Añadir** ubicado directamente bajo él..



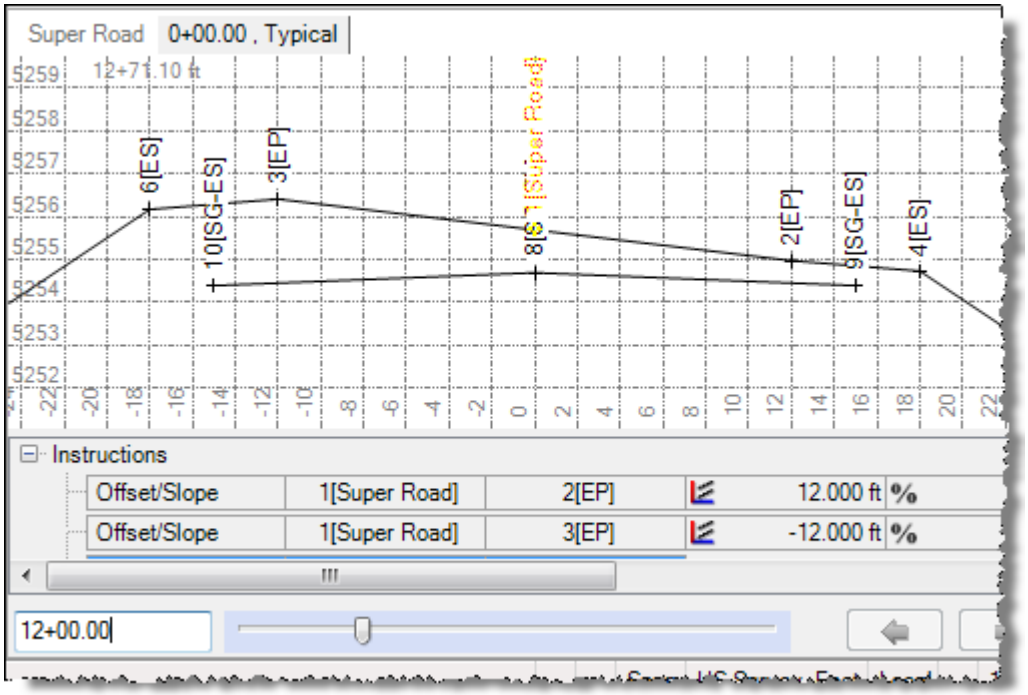
b. En la parte inferior del panel **Editar plantilla de corredor**, haga clic en el botón **Añadir**.

La nueva instrucción de Superelevación se insertará en la lista **Instrucciones**.

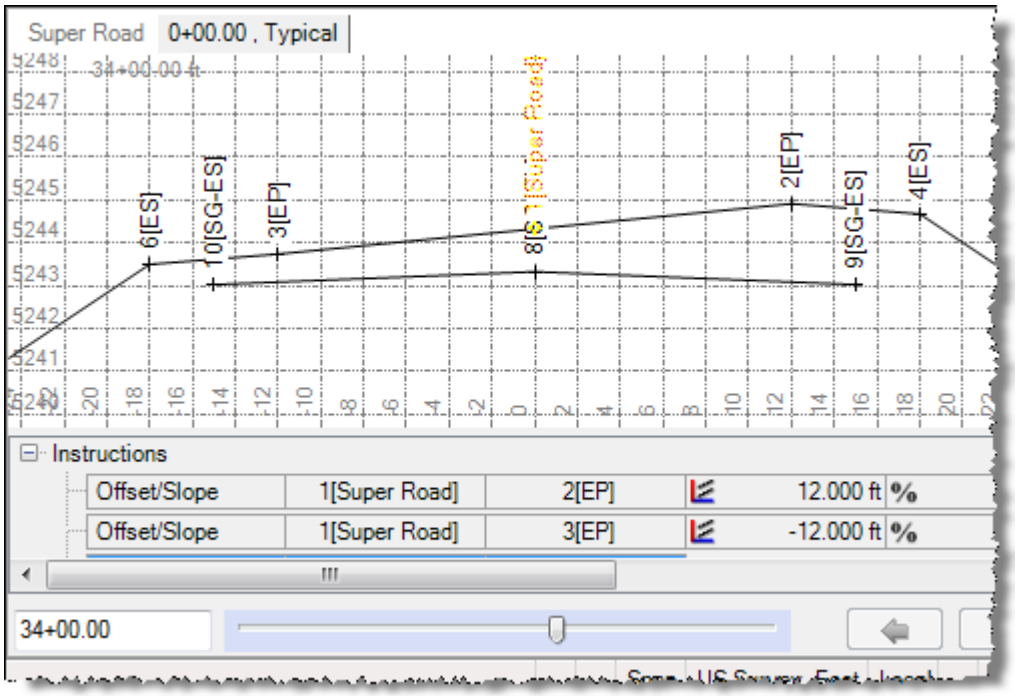


4. Use el control deslizante ubicado bajo la lista **Instrucciones** para ver la plantilla a todo lo largo de la alineación.

En la estación 9+00.00 comienza la transición hacia la superelevación máxima para la primera curva. La superelevación máxima se alcanza en la estación 12+00.00.



En la estación 21+00.00, la plantilla regresa a la corona normal. En la estación 25+60.00 comienza la transición hacia la superelevación máxima para la segunda curva. La superelevación máxima para la segunda curva se alcanza en la estación 34+00.00.



Se ha superelevado satisfactoriamente el nivel Final de la plantilla. A continuación, aplicará la superelevación a la capa Subnivel.

5. Para insertar una instrucción de Superelevación para la capa Subnivel (SN), haga lo siguiente:

   a. En la lista **Instrucciones**, haga clic con el botón secundario en la última instrucción de la lista (la instrucción que define el nodo *10[SN-ES]*).

   b. Haga clic en el icono **Añadir instrucción** que se ubica en la parte superior del panel **Editar plantilla de corredor**.

   c. En la lista desplegable **Tipo de Instrucción**, seleccione **Superelevación**.

   d. En la lista **Nodo de corona**, seleccione *8[SN-LC]*.

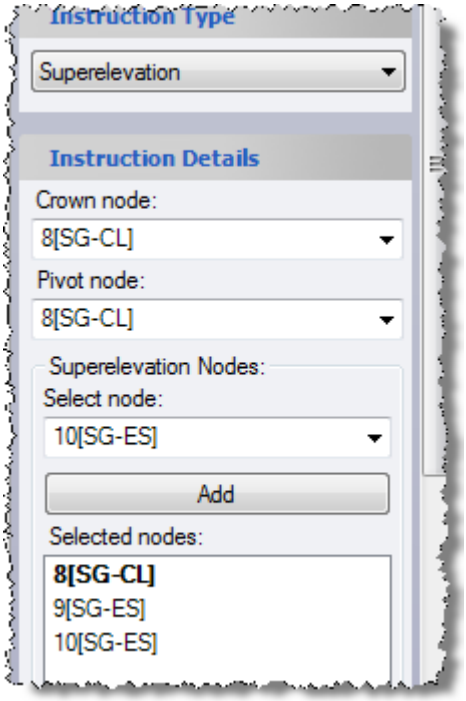
   e. En la lista **Nodo pivotal**, seleccione *8[SN-LC]*.

      Este nodo se añade automáticamente a la lista **Nodos seleccionados**.

   f. Seleccione *9[SN-ES]* en la lista desplegable **Seleccionar nodo** y haga clic en el botón **Añadir** para añadir su selección a la lista **Nodos seleccionados**.

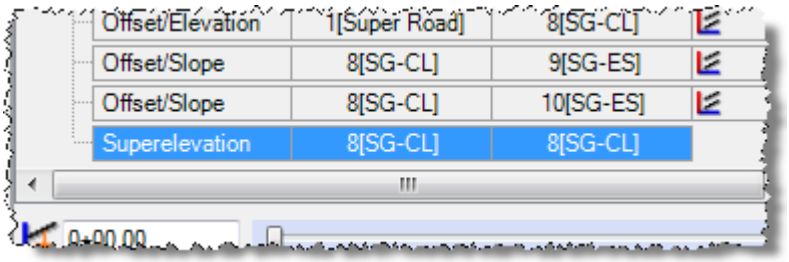
   g. En la lista desplegable **Seleccionar nodo**, seleccione 10*[SN-ES]* y haga clic en el botón **Añadir**.

   h. En la lista **Nodos seleccionados**, haga clic con el botón secundario en *1[Carretera Super]* y seleccione **Eliminar** para eliminarlo de la lista.



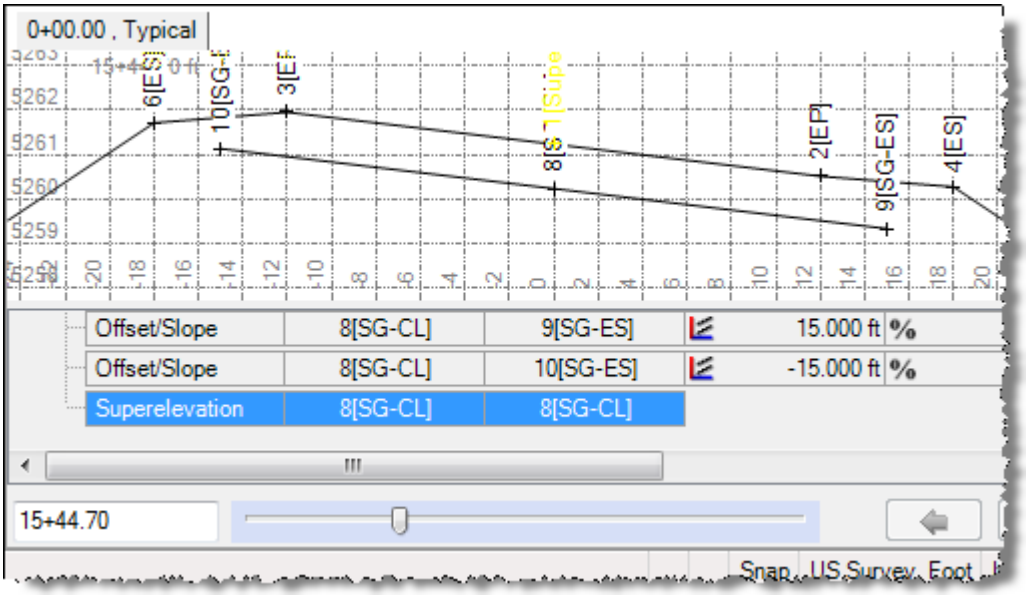
   i. En la parte inferior del panel **Editar plantilla de corredor**, haga clic en el botón **Añadir**.

La nueva instrucción de Superelevación se insertará en la lista **Instrucciones**.



6. Use el control deslizante ubicado bajo la lista **Instrucciones** para ver la plantilla a todo lo largo de la alineación.

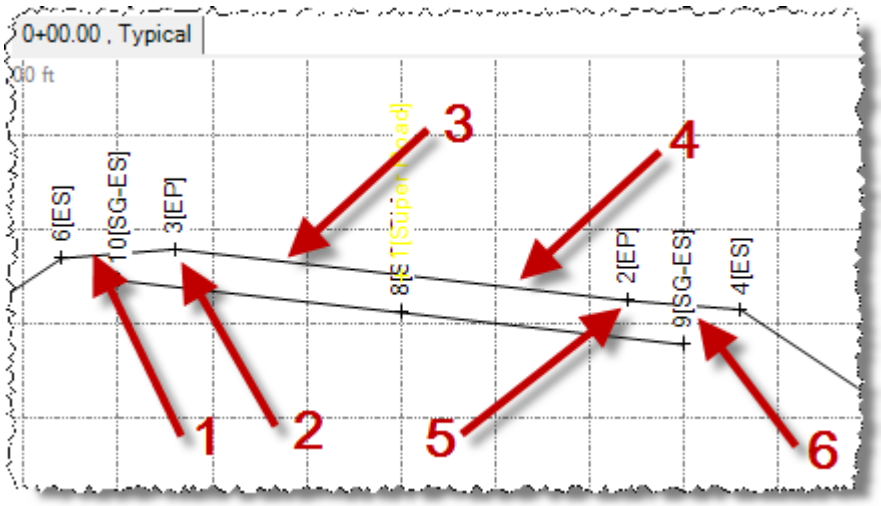
   Observe que la pendiente superelevada de la capa Subnivel ahora coincide con la de la capa Acabado.



Ahora está listo para definir parámetros de diferencia para asegurarse de que las diferencias de pendiente entre las vías de tráfico y las banquinas en las curvas superelevadas se mantengan en un mínimo para fines de seguridad y comodidad a la velocidad contemplada en el diseño. Para ver más información sobre parámetros de diferencia de pendiente, consulte "Ejemplos de parámetros de diferencia de pendiente" en la ayuda en línea.

Paso 4. Definir parámetros de diferencia de pendiente

Como se muestra en la figura siguiente, cuando se está en la superelevación máxima de carretera en la primera curva, hay una diferencia de pendiente de un 10% entre la vía de tráfico izquierda (la vía exterior en la curva) y la banquina izquierda. Hay una diferencia de pendiente de un 2% entre la vía derecha (la vía interior en la curva) y la banquina derecha.

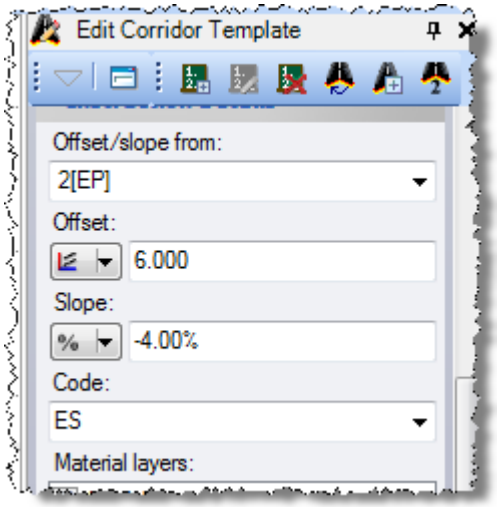


Clave:
1. Banquina -4%
2. Incremento 10%
3. Vía izquierda super 6%
4. Vía derecha super -6%
5. Incremento 2%
6. Banquina -4%

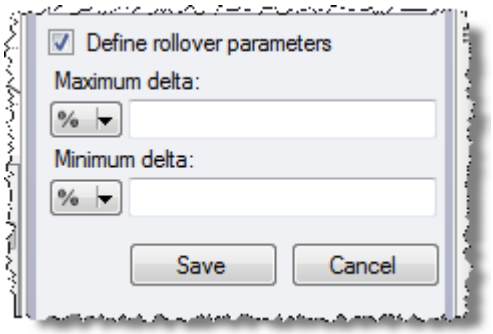
Ambas diferencias de pendiente son demasiado extremas para la velocidad contemplada en el diseño. En consecuencia, usted especificará un incremento mínimo y máximo que aplicar al corredor para cambiar estas diferencias de pendiente. Comenzará por definir las diferencias de pendiente máxima y mínima permisibles para la vía de tráfico y banquina derechas.

1. En la lista **Instrucciones**, haga doble clic en la instrucción que define el nodo *4[ES]*. O haga clic con el botón secundario en la instrucción y seleccione **Editar**.

Este nodo define la banquina derecha. En el modo de edición se muestran las propiedades para la instrucción.



2. Haga clic en la casilla **Definir parámetros de diferencia de pendiente**.

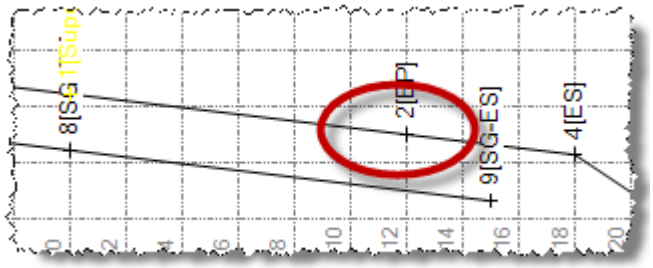


El valor **Incremento máximo** especifica la diferencia de pendiente máxima permisible entre la vía de tráfico y la banquina en el lado exterior de una curva. El valor **Incremento mínimo** especifica la diferencia mínima de pendiente entre la vía de tráfico y la banquina en el lado interior de la curva. Tenga en cuenta que para esta carretera la vía derecha es la vía interior en la primera curva y la vía exterior en la segunda curva. Así que el valor de **Incremento máximo** se aplicará a la vía y la banquina derechas en la segunda curva. El valor de **Incremento mínimo** se aplicará a la vía y la banquina derechas en la primara curva.

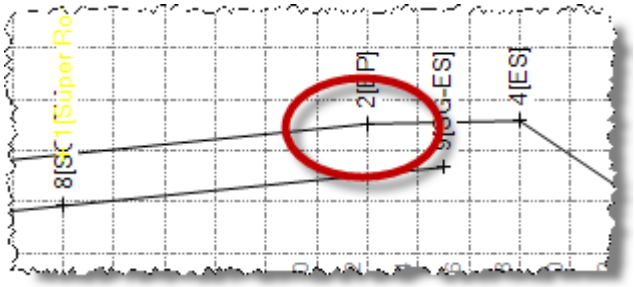
3. En el campo **Incremento máximo**, escriba *4%*. En el campo **Incremento mínimo**, escriba *0%*. Luego haga clic en el botón **Guardar**.

4. Use el control deslizante ubicado bajo la lista **Instrucciones** para ver la plantilla a todo lo largo de la alineación.

Observe que cuando alcanza la superelevación máxima para la primera curva, la diferencia entre la vía derecha (interior) y la banquina derecha es ahora *0%*, basada en el *0% de* **Incremento mínimo** especificado por usted.

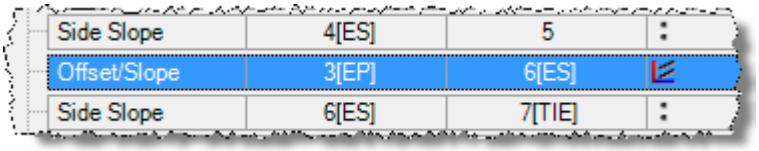


Cuando alcance la superelevación máxima para la segunda curva, la diferencia entre la vía derecha (exterior) y la banquina derecha es ahora *4%*, basada en el *4% de* **Incremento máximo** especificado por usted.



Ahora está listo para definir los parámetros de diferencia de pendientes para la vía y banquina izquierdas. Para esta carretera, la vía izquierda es la vía exterior en la primera curva y la vía interior en la segunda curva.

5. En la lista **Instrucciones**, haga doble clic en la instrucción que define el nodo *6[ES]*. O haga clic con el botón secundario en la instrucción y seleccione **Editar**.



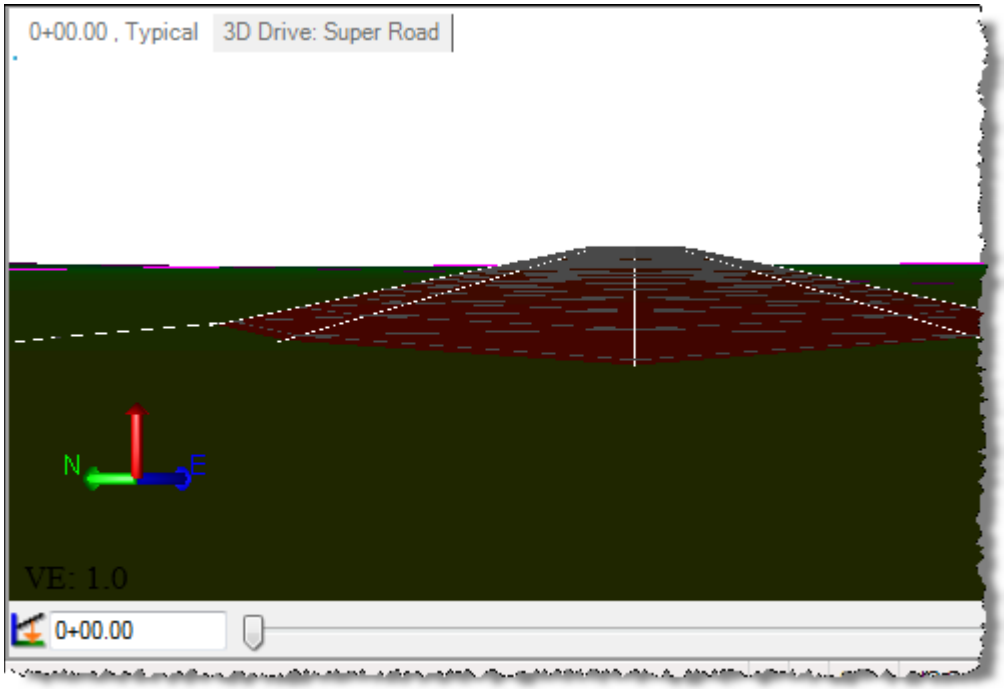
Side Slope	4[ES]	5	:
Offset/Slope	3[EP]	6[ES]	
Side Slope	6[ES]	7[TIE]	:

6. Haga clic en la casilla **Definir parámetros de diferencia de pendiente**.
7. En el campo **Incremento máximo**, escriba 4%. En el campo **Incremento mínimo**, escriba 0%. Luego haga clic en el botón **Guardar**.
8. Use el control deslizante ubicado bajo la lista **Instrucciones** para ver la plantilla a todo lo largo de la alineación y así ver los parámetros de diferencia de pendientes.

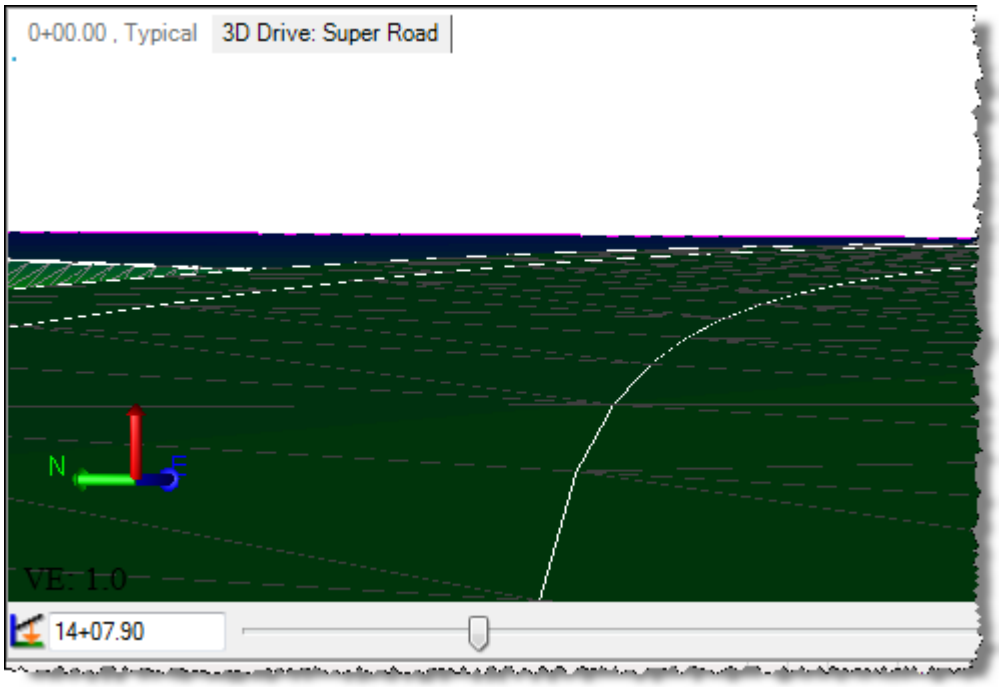
Paso 5. Ver la alineación en la Vista de ruta 3D

Para ver una simulación de un recorrido por una carretera recién superelevada, siga estos pasos:

1. En la ventana **Trimble Business Center**, seleccione **Vista > Alineación > Nueva vista de ruta 3D.**



2. Use el control deslizante ubicado a lo largo de la parte inferior de la ficha para ver la carretera a lo largo de la alineación.



Ha terminado de trabajar con las superelevaciones, por lo que ahora puede cerrar el proyecto.

3. Seleccione **Archivo > Cerrar proyecto**.

Aparecerá el diálogo **Guardar cambios**. Si guardó el proyecto en una nueva ubicación o con otro nombre, puede hacer clic en **Sí**. De lo contrario, haga clic en **No**.