



Tutorial para Softree Optimal

Versión 10

Softree Technical Systems Inc.

Versión del Documento - October 7, 2022

El software descrito en este documento se suministra bajo un acuerdo de licencia o acuerdo de no divulgación. El software puede ser usado o copiado solo de acuerdo con los términos de ese acuerdo. Ninguna parte de este manual puede reproducirse ni transmitirse de ninguna forma ni por ningún medio, ya sea electrónico o mecánico, incluidas fotocopias y grabaciones, para cualquier otro propósito que no sea el uso personal del comprador sin el permiso por escrito de Softree Technical Systems Inc.

No se expresa ni implica ninguna garantía con respecto a la función o el rendimiento documentados del software descrito. Se espera que el usuario del software realice la evaluación final de los resultados en el contexto de su propia aplicación.

Copyright Softree Technical Systems Inc. 2022. Todos los derechos reservados.

Marcas Registradas

AutoCAD is a registered trademark of Autodesk.

Civil 3D is a registered trademark of Autodesk.

12D Model is a registered trademark of 12d Solutions.

Open Roads is a trademark of Bentley Systems, Incorporated.

Microsoft Windows 10, Windows 7, Microsoft Word, and Microsoft Excel are trademarks of Microsoft Corporation.

Terrain Tools® and RoadEng® are registered trademarks of Softree Technical Systems Inc.

Contenido

1. EMPEZANDO	5
INSTALACIÓN	5
Documentos	5
No Guarde los Cambios (en la mayoría de los casos).....	6
Grupos Funcionales	6
Valores por Defecto y Formatos.....	6
UNIDADES EN EL TUTORIAL.....	6
CONVENCIONES	6
FORMATOS DE PANTALLA.....	6
2. ASPECTO FUNCIONAL	8
CONCEPTOS DE SOFTREE OPTIMAL	8
DESCARGO DE RESPONSABILIDAD	8
3. REPORTE DE COSTOS DURANTE EL DISEÑO	9
EJEMPLO DE REPORTE DE COSTO DURANTE EL DISEÑO	9
Panel de Explorador de Proyectos.....	9
Muestreo de Secciones y Cálculo Preciso de Costos.....	17
EJEMPLO DE MOVIMIENTO EXTERNO DE MATERIALES	19
Ejemplo de Movimiento Externo	19
4. OPTIMIZACIÓN DEL ALINEAMIENTO VERTICAL	26
Creación de un Alineamiento Optimizado Nuevo	27
Evaluación de Escenarios Diferentes.....	35
Revisión de Alineamientos Verticales Múltiples.....	37
5. TRABAJANDO CON CURVAS.....	41
CONTROL DE CURVAS.....	41
Tipos de Curvas	41
Curva Contra Curva	42
Curvas con Tangentes	45
6. ACARREO ÓPTIMO	51
DIAGRAMA DE MASAS.....	51
Despliegue de Sitios de Préstamo/Desecho	51
DIAGRAMA DE ACARREO ÓPTIMO	53
Propiedades del Diagrama de Acarreo Óptimo	53
Ejemplo de Diagrama de Acarreo Óptimo	53
Exportación de Datos de Acarreo Óptimo.....	56
7. SITIOS DINÁMICOS DE PRÉSTAMO Y DESECHO (SMART PITS)	61
Sitios Dinámicos, Continuación	62
8. ESTRATEGIAS DE OPTIMIZACIÓN	67
PROBLEMAS INVIABLES.....	67
Detección de Conflictos.....	67
CONSIDERACIONES DE PRECISIÓN Y RAPIDEZ.....	70
Recomendación 1: Comience usando Curvas [Rápido] (o Polilínea).	70
Recomendación 2: Configure el Espaciamiento con el Valor Recomendado	70

Recomendación 3: Cancele y Acepte la Mejor Solución, Actual..... 71

1. Empezando

Instalación

Los archivos tutoriales usados en los ejemplos siguientes pueden ser instalados desde la página web de Soporte de Softree:

- Vaya a la página web de Soporte: [Descarga de Tutoriales](#)
- Una vez que el archivo haya sido descargado.
- *Haga doble clic* en el archivo para iniciar la instalación.

Durante la instalación se tendrá la opción de escoger qué contenido instalar, se recomienda la instalación de todos los tutoriales disponibles.

Documentos

Los archivos tutoriales (conjuntos de datos) se instalarán en la carpeta siguiente por defecto:

C:\Users\Public\Documents\Softree\TrainingV10\SoftreeOptimal

En los ejemplos siguientes, nos referiremos a esta carpeta como **<SoftreeOptimal>**. Es posible cambiar esta carpeta al momento de la instalación; también es posible moverla a una nueva ubicación si se desea.

Recomendación: Para facilitar el acceso a los archivos durante la ejecución de los tutoriales, se recomienda configurar la carpeta <SoftreeOptimal> en el menú de Acceso Rápido. Para lograrlo, en el Explorador de Windows, navegue hasta dicha carpeta, haga clic derecho en ella, seleccione “Fijar en Acceso Rápido”. Esto hará la carpeta permanentemente disponible al lado izquierdo del Explorador de Windows.

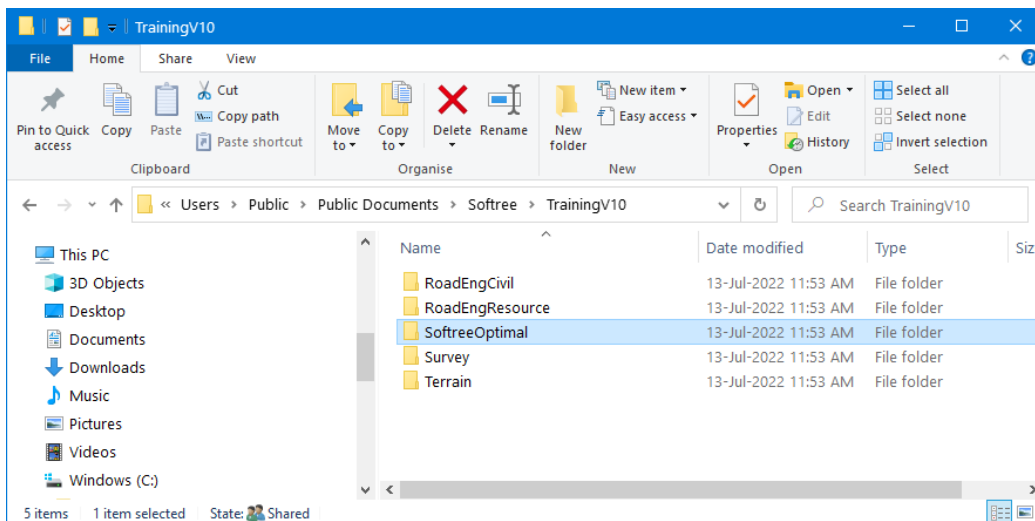


Figura 1-1: Ubicación de los Archivos en el Explorador de Windows

No Guarde los Cambios (en la mayoría de los casos)

La mayoría de los ejemplos siguientes terminan con la frase “... no guarde los cambios”. Si los archivos del tutorial son modificados, estos no podrán ser usados para seguir los pasos en los ejercicios; esto hará imposible que usted, o alguien más, pueda repetir los ejercicios. Si los archivos son modificados, es siempre posible borrar y reinstalar los archivos tutoriales.

Grupos Funcionales

La funcionalidad de la optimización vertical incluida en *Softree Optimal* no es permitida en el modo de *demonstración*. A diferencia de otros tutoriales de Softree, no es posible completar algunos de ejemplos siguientes sin una licencia de *Softree Optimal*.

Valores por Defecto y Formatos

Los archivos de configuración y formatos de SoftreeOptimal son almacenados en la carpeta:

C:\ProgramData\Softree\SoftreeOptimal

Es posible cambiar esta carpeta, de modo que nos referiremos a ella como **<Defaults and Layouts>** en los ejemplos siguientes. Una carpeta con archivos específicos de entrenamiento ha sido agregada en esta ubicación:

<Defaults and Layouts>

Unidades en el Tutorial

La mayoría de los ejemplos en el tutorial están en unidades imperiales (pies). Para cambiar las unidades a metros, vaya a *Módulo | Configuración de Módulo | Unidades*.

Convenciones

- Las convenciones siguientes son usadas a lo largo del manual:
 - Las funciones de Menú son delimitadas por una línea vertical “|”. Archivo|Abrir significa: haga clic en *Archivo* en la barra de menú y seleccione *Abrir* en el menú.
 - Los controles en los cuadros de Diálogo (como botones) y títulos están en *cursiva*.
 - Los símbolos “< >” contienen funciones del teclado. Por ejemplo, <SHIFT-ENTER> significa: oprima la Tecla *Shift* y al mismo tiempo presiones *Enter*.
 - Los nombres de archivos y la ubicación de archivos están en **negrita**.

Formatos de Pantalla

Los *Formatos de Pantalla* son archivos pequeños que guardan detalles de cómo se muestran las ventanas. Muchos ejemplos en este manual incluyen un paso para abrir un formato de pantalla, al abrir un formato de pantalla se cambian las opciones de configuración de las ventanas en un solo paso.

El control desplegable para los formatos de pantalla puede ser encontrado en la barra de herramientas estándar de todos los módulos (Figura 1-2 : Formatos de Pantalla).

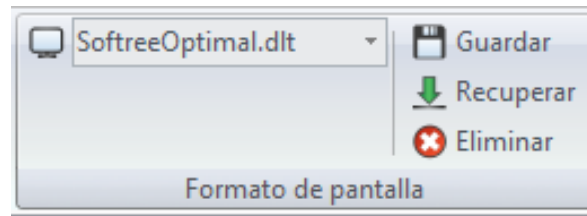


Figura 1-2 : Formatos de Pantalla

Con el menú desplegable expandido, es posible:

- <Clic-derecho> en el formato de pantalla en la barra de *Formatos de Pantalla* para:
 - Cambiar *Propiedades*
 - *Eliminar*
 - *Copiar*
 - *Guardar*
- <Clic-derecho> en una carpeta (*Softree* o *Custom*) en la barra de herramientas de *Formatos de Pantalla* para:
 - Cambiar propiedades (solamente la carpeta *Custom* puede ser cambiada aquí)
 - Pegar un formato de pantalla que fue copiado recientemente
 - Guardar un formato de pantalla nuevo (definir nombre y descripción)

La carpeta *Custom* es a menudo definida en un disco en red de manera que los formatos de pantalla puedan ser utilizados por todos los usuarios.

- El botón *Guardar*  permite guardar un formato de pantalla en cualquier ubicación, pero solamente los ubicados en las carpetas *Custom* o *Softree* aparecerán en la barra de herramientas de *Formatos de Pantalla*.
- El botón *Recuperar*  permite abrir formatos de pantalla ubicados en cualquier carpeta, incluyendo aquellos en *Custom*, *Training* o *Softree*.
- El botón *Eliminar*  abre una carpeta donde se pueden seleccionar formatos de pantalla múltiples para ser borrados.
- Es posible cambiar la carpeta *Softree* en *Módulo | Configuración de Módulo, Instalar*. No haga esto a menos que entienda las consecuencias; en esta carpeta se almacenan otros ítems adicionales a los formatos de pantalla. El cambio más común es ubicar la carpeta *Settings and Layouts* en la carpeta *Documentos* (para uso privado del usuario).

2. Aspecto Funcional

Conceptos de Softree Optimal

Softree Optimal proporciona funciones automáticas y semiautomáticas para determinar el alineamiento vertical de costo mínimo, basado en curvatura, configuración de secciones transversales y alineamiento horizontal. El módulo *Optimal* tiene en cuenta costos de excavación, terraplén y acarreo. *Softree Optimal* produce una solución óptima verdadera (con garantía de optimización) y acepta especificaciones detalladas de diseño. Estas características le permiten ser usado en cualquier etapa del proceso de diseño. *Softree Optimal* también puede ser usado para evaluar diseños existentes.

Softree Optimal requiere una superficie original de terreno. El diseñador controla las secciones transversales, ubicación del alineamiento y curvas. *Softree Optimal* provee retroalimentación en tiempo real de volúmenes, diagrama de masas, área intervenida, secciones transversales, pendientes, etc.

Softree Optimal puede exportar superficies diseñadas a otros programas de diseño (Civil 3D®, 12D® Model, Bentley Open Roads).

Descargo de Responsabilidad

Softree Optimal es una herramienta para asistir a los planeadores y diseñadores de vías. No es un sustituto del conocimiento en dicha área. Los individuos que usan la herramienta deben tener un buen conocimiento de diseño de vías y deben entender las limitaciones de esta tecnología.

Aunque *Softree Optimal* puede ahorrar tiempo y ayudar al diseñador a identificar soluciones económicas, no existe garantía de que los resultados vayan a ser prácticos o que vayan a cumplir con los criterios de diseño del proyecto. Depende del ingeniero o del diseñador asegurar la idoneidad del diseño.

3. Reporte de Costos Durante el Diseño

Los reportes de costos son útiles durante todas las etapas del diseño (preliminar, detallado y estimado de construcción).

El *Reporte de Costos Durante el Diseño* es la habilidad para evaluar de manera precisa e iterativa el costo de un diseño particular antes de ser completado. El módulo *Softree Optimal* proporciona una retroalimentación interactiva y automática para determinar los costos relacionados con los movimientos de tierras. Esta función es muy útil para los diseños manuales y es un prerequisite para la optimización.

Los cálculos de costos de acarreo se basan en las excavaciones, terraplenes, transporte y definición de sitios de préstamo y desecho.



Figura 3-1 Reporte de Costos Durante el Diseño

Vale la pena aclarar que los costos de excavación y terraplén son, en general, fáciles de calcular manualmente, pero la determinación de los costos de acarreo es más compleja. El modelo completo de costos será discutido en gran detalle en este documento.

Ejemplo de Reporte de Costo Durante el Diseño

Adicionalmente a ser una función muy útil para el diseño vial, el cálculo de costos es un prerequisite para la optimización de alineamientos; el optimizador minimiza el costo. En este ejemplo, se explicará el reporte de costos durante el diseño partiendo de un diseño manual de alineamiento vial.

Panel de Explorador de Proyectos

Primero veamos el *Explorador de Proyectos*.

1. Abra la aplicación Softree Optimal  (o el *Módulo Location* si se usa Optimal dentro de RoadEng).
2. *Archivo* | *Abrir*. Seleccionar **Hart Rd.dsnx**. Presione *Abrir*.
3. Organice la pantalla como se muestra en la figura de abajo. Use la opción *Vista* | *Apilar Verticalmente*  para acomodar las ventanas.
4. Es posible que necesite recalcular el rango y los costos: Seleccione *Recalcular Rango* en la pestaña de *Inicio*. Habilite la opción *Re-Costo*, presione *OK*.

La pantalla deberá ser similar a la mostrada abajo:

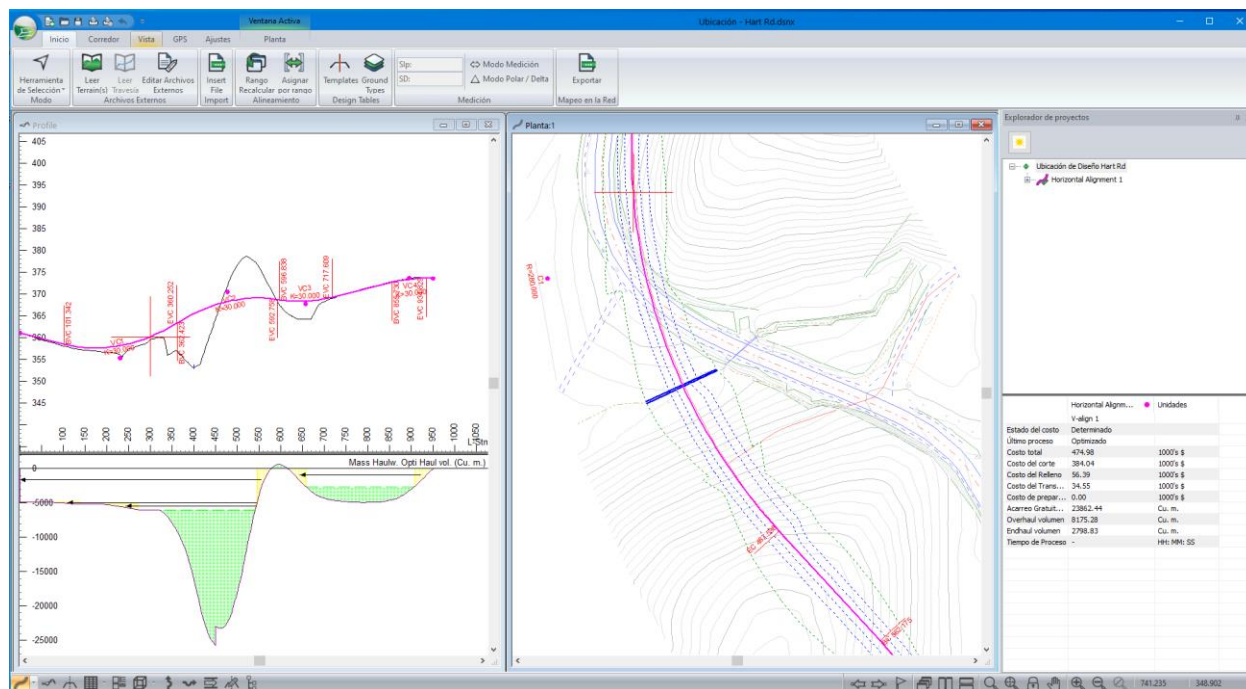


Figura 3-2: Softree Optimal con Panel de Propiedades del Alineamiento

El panel de propiedades del alineamiento fue creado con las funciones siguientes:

- Manejo de alineamientos verticales múltiples.
- Definición de parámetros requeridos tanto para reporte de costos durante el diseño como para la optimización de alineamientos verticales.
- Reporte de costos y otra información relacionada con reporte de costos durante el diseño y optimización vertical.

Árbol de Alineamiento(s)

La parte superior del panel es una lista de alineamientos horizontales con sus respectivos alineamientos verticales; para este ejemplo, existe solamente un alineamiento vertical llamado *V-Align 1: Diseño Manual*.

5. Haga clic en el botón  al lado de cada alineamiento para abrir el árbol (como se muestra abajo).

El control de árbol muestra los parámetros que son usados para el cálculo de costos y para la optimización del alineamiento. Los parámetros relacionados con los cálculos de costos se resaltan a continuación.

- **Costos** incluye el costo unitario de corte, relleno y acarreo.
- **Puntos de Préstamo/Desecho** pueden ser usados para extracción o desecho de materiales.
- **Descarga Lateral (Sidecast)** se usa para descargar material a lo largo del alineamiento.

Área de Información

La parte inferior del panel es el área de reporte. En ella se muestra la información relacionada con el alineamiento seleccionado, tal como volumen y costo.

Los contenidos y orden de la lista son configurables. Haga clic derecho y elija *Ajustar campos para el reporte*.

El tamaño del área de reporte puede ser cambiado. Haga clic en la línea divisoria superior para activar el control deslizante y modifique el panel.

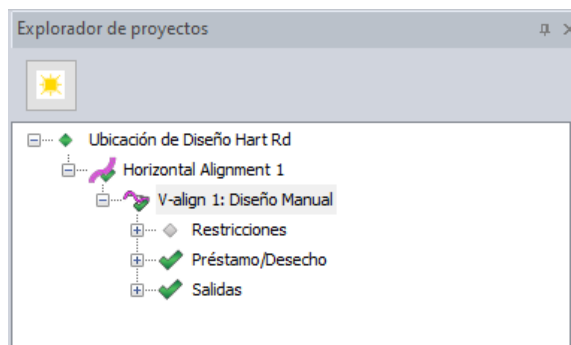


Figura 3-3: Árbol de Control de Alineamiento

	Horizontal ...	Unidades
	V-align 1	
Estado del costo	Determinado	
Último proceso	Optimizado	
Costo total	474.98	1000's \$
Costo del corte	384.04	1000's \$
Costo del Relleno	56.39	1000's \$
Costo del Transp./Acarreo	34.55	1000's \$
Costo de preparación del ...	0.00	1000's \$
Acarreo Gratuito volumen...	23862.44	Cu. m.
Overhaul volumen	8175.28	Cu. m.
Endhaul volumen	2798.83	Cu. m.
Tiempo de Proceso	-	HH: MM: SS

Figura 3-4: Área de Reporte

Reporte de Costos

Ahora se usarán las propiedades del *Reporte de Costos Durante el Diseño*. Los pasos siguientes mostrarán los cambios en el costo cuando los alineamientos verticales y horizontales son modificados.

Nota: Se asume que el lector está familiarizado con el diseño interactivo usando RoadEng®; sin embargo, si no se ha usado RoadEng® anteriormente, es posible completar el procedimiento al seguir las instrucciones (pasos a, b, c, ...).

6. En la Ventana de Perfil, modifique levemente el alineamiento vertical:
 - a. Haga clic derecho y elija *Añadir/Editar herramienta IP* (o en *Inicio | Herramienta de Selección | Añadir/Editar IP*).
 - b. Mueva el mouse sobre un VIP ● (Punto de Intersección Vertical, indicado con un círculo magenta); note que el cursor cambia a un cuadro [].
 - c. Haga clic para capturar el IP.
 - d. Mueva levemente el punto y oprima el botón izquierdo del mouse para fijar el punto.

Nota: La información en la lista es mostrada en color gris luego de los cambios en el diseño debido a que los datos de costos y otros parámetros están ahora desactualizados.

7. *Re-Calcular* el alineamiento como se indicó previamente.

Note que los costos son diferentes. Ahora para agilizar el proceso:

8. En el árbol del *Explorador de Proyectos*, haga clic derecho en *V-alígn 1* y seleccione *Re-Costo*.

El cuadro de diálogo *Calcular Costo* aparecerá como se muestra abajo.

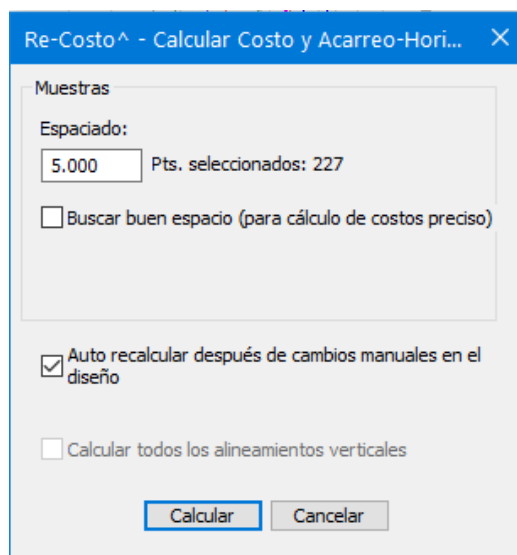


Figura 3-5: Calcular Costo

9. Habilite la opción *Auto...*; luego presione *OK*.

Ahora el programa recalculará el costo cada que el diseño sea modificado. Esto es admisible para alineamientos cortos donde el tiempo de recálculo no es muy largo.

10. En la Ventana de Planta, capture y mueva levemente un IP y observe el costo actualizado.
 - a. Mueva el mouse sobre un IP; note que el cursor cambia a un cuadro .
 - b. Haga clic y capture el IP.
 - c. Mueva ligeramente el punto y haga clic para fijar el punto.

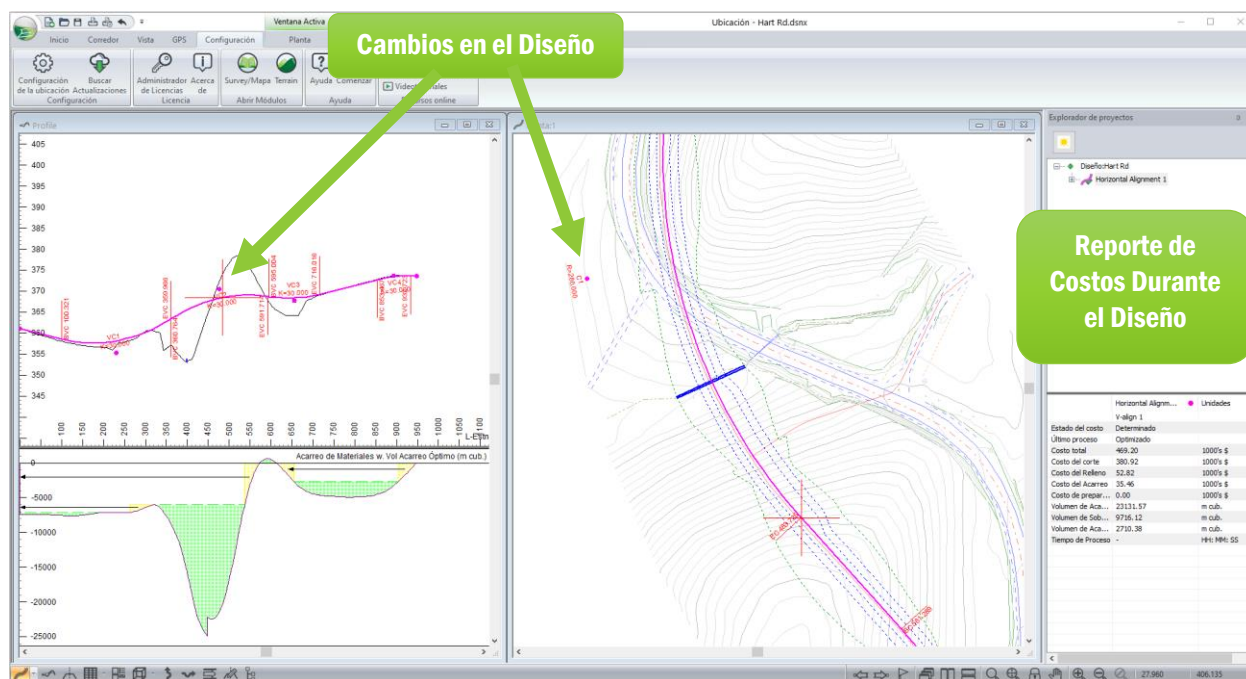


Figura 3-6: Reporte de Costos Durante el Diseño

Nota: Cuando la opción *Auto* está seleccionada (Figura 3-6), el costo se actualiza automáticamente cada vez que el alineamiento es modificado. En algunos casos, esto hace que el proceso de recalculer sea lento.

Parámetros de Costo

Los costos de movimientos de tierras reportados arriba dependen de los volúmenes y tipos de materiales tanto los excavados como los puestos en terraplén. Softree Optimal permite especificar qué capas se encuentran en el terreno y qué materiales se están usando para el relleno a nivel de subrasante. Para calcular los costos es necesario proveer el costo de corte/relleno para cada material y la información genérica de costos de acarreo.

Nota: Este documento usa el símbolo \$ para la unidad monetaria. Es posible cambiarlo en *Configuración* bajo la pestaña *Unidades*.

11. Haga clic derecho en V-Align 1, seleccione *Opciones Verticales....* Esto abrirá el cuadro de diálogo de *Opciones de Optimización Vertical*, luego haga clic en la pestaña *Costos Unitarios*.

Opciones de Optimización Vertical

General Estándares Puntos de Control Cantera **Costos unitarios** Restricciones Optimización Mostrar Registro

Movimiento de Materiales **Otra**

----- Tipos de Terreno -----

- ☒ OB Overburden (Default)
- ☒ GR Gravel
- ☒ SR Solid Rock
- GT Glacial Till

Overburden (Default)

Fuente(s): Materiales de la superficie, Cantera
Provisión Desconocido

Nuevo... Borrar

----- Bibliotecas -----

Guardar... Abrir...

Diseño **Costos**

* Los tipos de terreno, costos unitarios y método costeo serán compartidos para todos los alineamientos

Costos de Manejo (\$/m cub.)

Excavación: 4.00

Terraplén: 2.00

Factor de Calidad: Q1 (peor)

Costos del Movimiento (para todos los tipos de terreno)

	Acarreo \$/ (m cub. x km.)	Carga \$/m cub.
Acarreo Libre (< 250.000 m.):	4.00	0.00
Sobre acarreo (250.000-1500.000 m.):	2.00	0.50
Acarreo externo (> 1500.000 m.):	1.00	2.00

Costo del Acarreo ... ☐ Sin Costo (rápido)

OK Cancel Help

Costos específicos
para cada material

Costos comunes a
todos los materiales

Figura 3-7: Costos Unitarios

Costos de Manejo	Los costos de <i>Excavación</i> y <i>Terraplén</i> (Corte/Relleno) dependen del tipo de material. Los costos unitarios se expresan en \$/m ³ (o en \$/yarda cúbica).
Factor de Calidad	Se usa para controlar las operaciones de relleno. Cuando se especifica un material de relleno de determinada calidad, cualquier material con calidad igual o mejor se puede usar para el relleno.
Costos de Acarreo (para todo tipo de material)	Son comunes para todos los materiales. Existen tres categorías de acarreo: <i>Acarreo Libre</i> (Freehaul), <i>Sobre Acarreo</i> (Overhaul) y <i>Acarreo Externo</i> (Endhaul); esto permite modelar hasta tres tipos de equipos de movimiento de tierra (por ejemplo, bulldozer, niveladora y excavadora/volqueta) la distancia para cada tipo depende de los costos de <i>Acarreo</i> y <i>Carga</i>. El botón de <i>Costos de Acarreo</i> permite modificar estos valores (ver nota abajo). • <i>Costo de Acarreo</i> (costo de mover el material) tiene unidades de \$/(m³ x km) o \$/(yarda cúbica x milla). • <i>Costos de Carga</i> (costo de carga del material previo al transporte) tiene unidades de \$/m³ o \$/yarda cúbica.
Costos Simplificados de Acarreo	Cuando se elige la opción <i>Sin costo (rápido)</i> , las opciones se reducen. Solo se requiere especificar el costo de carga (cero es aceptable); el costo de acarreo se aplica para distancias mayores a la de acarreo libre.

Nota: En la optimización de alineamientos, los costos no necesitan ser exactos. La proporción entre los costos es lo que determina el alineamiento óptimo, es decir, la proporción entre los costos de corte, relleno y acarreo. Si el costo total no es absolutamente preciso, aún puede ser usado para comparar diferentes alineamientos y opciones.

Es posible guardar la tabla de *terreno*, incluyendo costos, en archivo (de extensión GDX) para uso futuro en optimizaciones (botón *Guardar*).

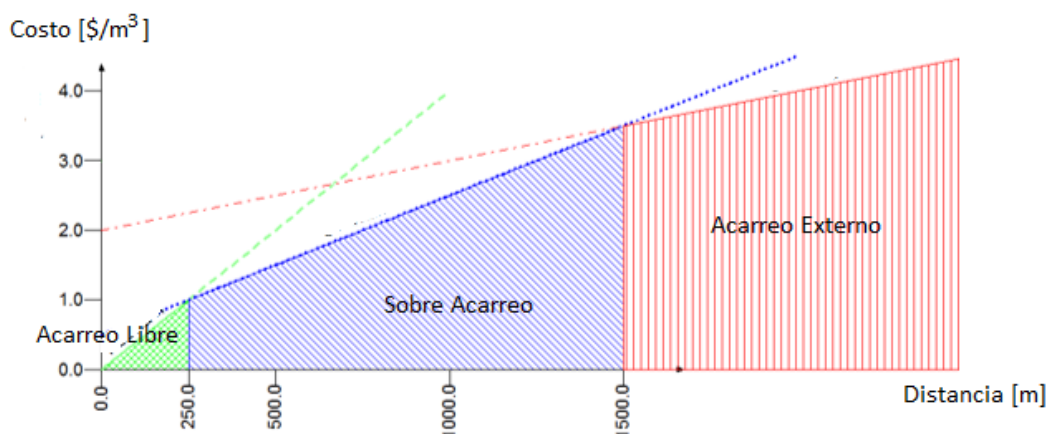


Figura 3-8: Costos de Acarreo por Clase

La gráfica de arriba muestra cómo las distancias de transición de 250m y 1500m son determinadas en el ejemplo.

Se asume que los costos de acarreo incrementan linealmente con la distancia; esto coincide con datos empíricos de productividad de los equipos para mover tierra. Las distancias a las cuales se hace más barato cambiar de *Acarreo Libre* a *Sobre Acarreo* o de *Sobre Acarreo* a *Acarreo Externo* dependen de las intersecciones en la gráfica de costo lineal (ver figura arriba).

El cuadro de diálogo de *Tipos de Terreno* contiene información que es común a RoadEng®. Puede ser abierto desde Corredor | Tablas de Diseño.

El volumen para categoría es reportado en el Panel de Alineamiento con *Acarro Libre*, *Sobre Acarreo* y *Acarro Externo*.

Acarreo Óptimo

Cuando se ha pensado por algún tiempo en el problema de estimar los costos de movimiento de tierras en un Proyecto vial, se sabe que este cálculo no es algo trivial; especialmente cuando se tienen sitios múltiples de préstamo/desecho y diferentes materiales a lo largo del corredor vial. Antes de reportar los costos de acarreo, *Softree Optimal* resuelve un problema de optimización para determinar las especificaciones de menor costo que permiten un balanceo de materiales.

12. Presione *Cancelar* para salir del cuadro de *Opciones*.

Muestreo de Secciones y Cálculo Preciso de Costos

El cálculo de costos depende del espaciamiento de las muestras de sección transversal; si el espacio es demasiado grande (se tienen en cuenta pocas secciones) los volúmenes obtenidos no serán exactos. *Softree Optimal*, *RoadEng®* (y otros programas de ingeniería civil) calculan volúmenes al muestrear secciones, de manera que el concepto de que la precisión aumenta con la frecuencia de muestreo debe ser familiar.

Idealmente, sería conveniente obtener un costo, para cada alineamiento dado, que no fuera afectado por la elección del espaciamiento entre las secciones. *Softree Optimal* proporciona un procedimiento que ayuda a determinar un espaciamiento para encontrar un costo preciso.

En el siguiente experimento se nota como el espaciamiento afecta el cálculo de costos.

13. En el *Explorador de Proyectos*, haga clic derecho en *V-align 1* y seleccione *Re-Costo*. Esto abrirá el cuadro de diálogo de *Calcular Costo*, digite **10** en el cuadro de *Espaciado*. Presione *OK* para recalcular costos.

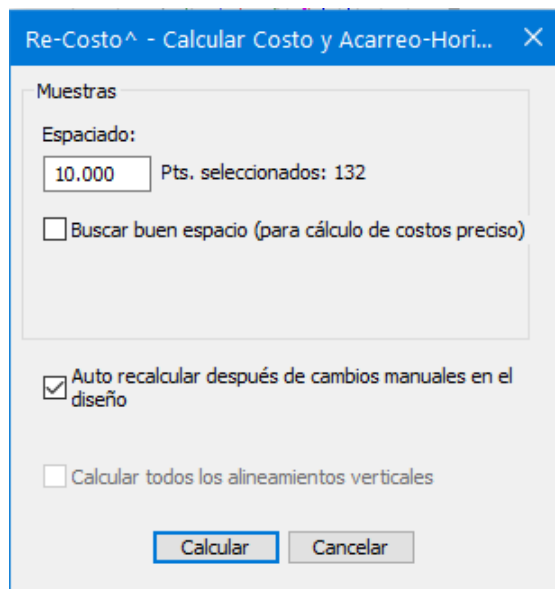


Figura 3-9: El Cuadro de Calcular Costo

Note los valores de costos calculados en el área de información.

14. Repetir la operación con valores de espaciamiento de 5, 2, y 1.

Los resultados del experimento se muestran en la tabla de abajo (éstos pueden variar de acuerdo con los cambios en el diseño que se hicieron en los pasos 6 y 10):

Espaciamiento	Costo Total	Costo Corte	Costo Relleno	Costo Acarreo
10	473.95	383.19	56.36	34.40
5	474.98	384.04	56.39	34.56
2	475.12	384.13	56.37	34.62
1	475.14	384.15	56.37	34.63

Tabla 3-1: Costos en Función del Espaciado de Muestras

Observe que los costos varían ligeramente con el espaciamiento. Esto significa que el espaciamiento elegido es lo suficientemente bueno. También se nota que cada ciclo de cálculo toma un poco más de tiempo que el anterior.

Softree Optimal ha automatizado el proceso para encontrar un espaciamiento lo suficientemente fino para obtener un costo preciso; el programa encontrará automáticamente un espaciamiento razonable de manera que los costos no varíen más del 1% al agregar secciones transversales. Este procedimiento será mencionado como *cálculo preciso de costo*.

- En el árbol del *Explorador de Proyectos*, haga clic derecho en *V-align 1* y seleccione *Re-Costo* nuevamente. Habilite la opción *Buscar buen espaciamiento (para cálculo preciso de costo)*.

Softree Optimal debe mostrar el mensaje siguiente:

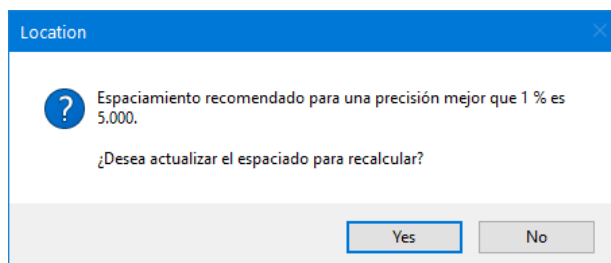


Figura 3-10: Espaciamiento Recomendado

Softree Optimal sugiere usar un espaciamiento de 5.0.

- Elija *Yes* para cerrar el mensaje y configurar el espacio de muestreo.
- Seleccione *Re-costo* para *V-Align 1* para ver el cuadro de diálogo una vez más.

El *espacio de muestreo* ha sido fijado a su nuevo valor.

- Continúe con el ejemplo siguiente o presione *Cancelar*. No guarde los cambios.

Nota: Se sugiere realizar el proceso de hallar el espaciamiento para costo preciso al inicio de cada Proyecto.

Ejemplo de Movimiento Externo de Materiales

Tipos de Movimiento de Materiales

Mientras calcula el costo del alineamiento, *Softree Optimal* está generando las especificaciones para el acarreo óptimo. Como es posible especificar sitios de préstamo y de desecho, existen dos tipos disponibles de acarreo:

- *Acarreo Interno*: el material es movido desde el sitio de la excavación hasta el sitio de relleno/terraplén, todos ubicados en el área de construcción de la vía.
- *Acarreo Externo*: es aquel que se origina o termina en un sitio de préstamo o de desecho ubicado fuera del área de construcción de la vía.

Todo el movimiento de materiales se clasifica en *Acarreo Libre*, *Sobre Acarreo* o *Acarreo Externo* dependiendo de la distancia de acarreo. El movimiento externo de materiales incluye:

Préstamo / Desecho	Movimiento de material desde/hacia sitios definidos por el usuario.
Descarga Lateral (Sidecast)	Exceso de material de corte descargado a lo largo del alineamiento.
Exceso / Déficit	Este movimiento es usado solamente cuando todas las otras opciones para balancear volúmenes han sido agotadas. Los puntos de <i>Exceso/Déficit</i> se sitúan al comienzo del alineamiento

Nota:

a) *Softree Optimal* debe tener en cuenta los materiales de cada tipo. La suma de todos los materiales internos y externos debe ser cero (corte y relleno tiene signos opuestos).

b) Si se requiere un balanceo interno, se deben remover los puntos de *préstamo* y *desecho*. Si es geométricamente posible (sin violar las restricciones), la vía se balanceará internamente (el movimiento de materiales será restringido al área de construcción). Si un volumen significativo termina como *Exceso / Déficit*, esto indica que el balance no se puede lograr sin importar o exportar materiales.

Ejemplo de Movimiento Externo

En este ejemplo, se consideran las aplicaciones más comunes del movimiento externo de materiales. En la primera parte, se cubrirá el reporte de *exceso/déficit* y cómo configurar el área de reporte en el *Panel de Explorador de Proyectos*. En la segunda parte, se examinará la opción de *Descarga Lateral* (sidecast) de material y cómo añadir restricciones basadas en rangos de estaciones.

1. Si apenas comienza aquí, abra la aplicación de *Softree Optimal* . Si continua con el ejemplo previo, vaya al paso 4.
2. *Archivo | Abrir*. Seleccione **Hart Rd.dsnx**. Presione *Abrir*.

3. Organice la pantalla como se indicó anteriormente, de manera que parezca como la [Figura 3-2](#). Es posible que necesite organizar las ventanas visibles seleccionando *Vista | Apilar Verticalmente* . Asegure que la opción re-costo este configura en *Auto* como el paso 8 de arriba.
4. Haga clic derecho en el alineamiento vertical dentro del *Panel del Explorador de Archivos*, seleccione *Opciones Verticales...*
 - a. Seleccione la pestaña *Canteras / Fosos*.
 - b. Seleccione *Pit2: Préstamos variable stn: 0.00*.

El cuadro de diálogo de Canteras/Fosos se usa para crear y configurar sitios de préstamo y desecho para manejo de volúmenes. Se discutirán las opciones brevemente antes de continuar con el ejercicio.

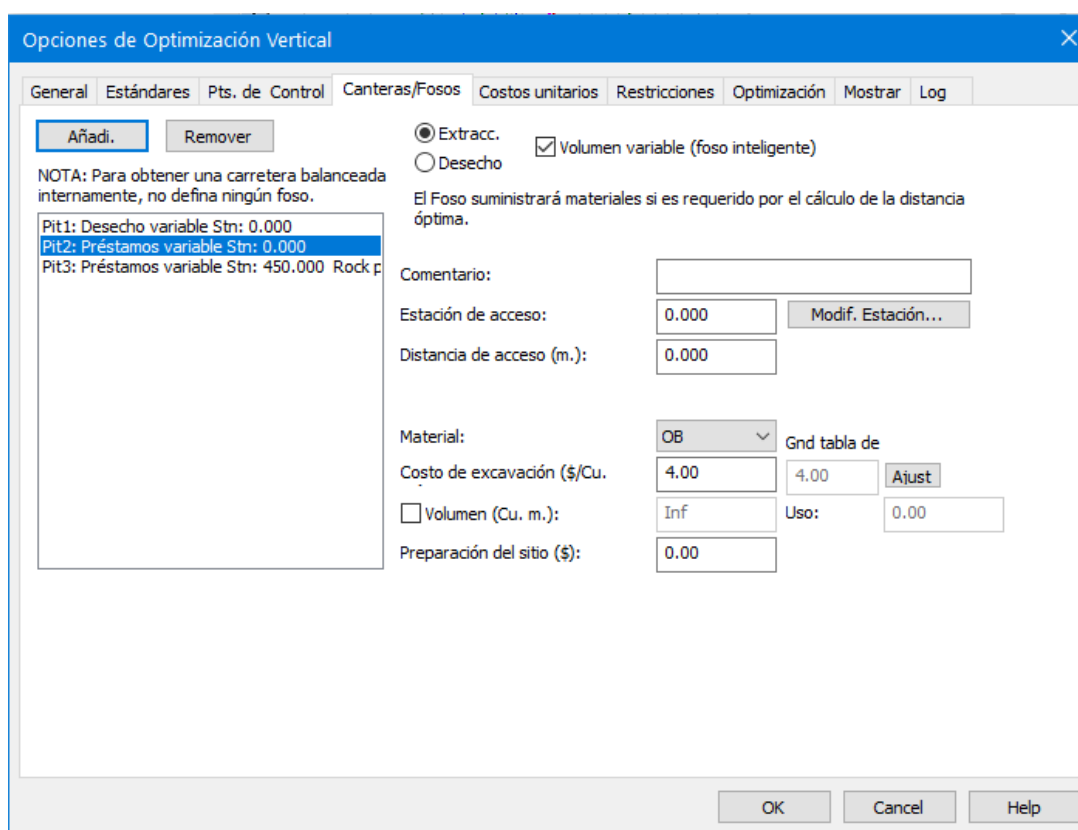


Figura 3-11: Pestaña de Canteras/Fosos en Opciones de Optimización Vertical

Los controles en la parte superior del cuadro de diálogo permiten especificar cuatro tipos de sitios:

- | | |
|-------------------------------|---|
| Préstamo (variable) | El material puede ser extraído de la cantera si es necesario. |
| Préstamo (no variable) | El volumen especificado <u>debe</u> ser extraído de la cantera. |
| Desecho (variable) | El material puede ser descargado/desechado si es necesario. |

Desecho (no variable)

El volumen especificado debe ser descargado/desechado.

Nota: A menudo los sitios de volumen variable son llamados *sitios dinámicos*. Y aquellos cuyo volumen no es variable se conoce también como *sitios fijos*.

Una descripción breve de otros atributos de los sitios de préstamo y desecho:

Estación de Acceso – punto del alineamiento desde donde el sitio de préstamo/desecho es alcanzado.

Distancia de Acceso – medida desde la estación de acceso hasta el sitio de préstamo/desecho.

Comentario – solamente informativo (opcional).

Calidad de desecho – La calidad mínima de material requerida (solo para no variables).

Material – tipo de material disponible (solo para canteras).

Excavación \$ - Costo de excavación (solo para canteras).

Límite de capacidad – Volumen máximo de Préstamo o Desecho (solo para variables).

Volumen – Cantidad exacta de préstamo o desecho (solo para no variables).



Figura 3-12: Atributos de los Sitios de Préstamo y Desecho

Exceso y Déficit

En este diseño, el movimiento de materiales mediante el uso de sitios de préstamo y desecho. Las cantidades pueden ser mostradas en reportes de salida y en el Diagrama de Acarreo Óptimo (discutido posteriormente).

Veamos qué pasa cuando se remueve el único sitio de desecho:

- a. Seleccione *Pit-1 (Desecho variable)* luego presione el botón *Remove*.
- b. Presione *OK*, para cerrar el cuadro de diálogo *Opciones de Optimización Vertical*.

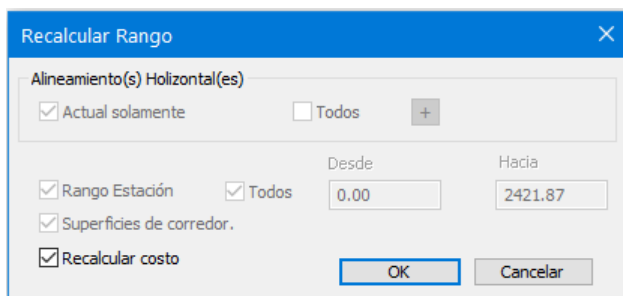


Figura 3-13: Re-Calcular Rango

- c. Presione *OK* para recalcular el rango, con la opción *Todo* para el *Rango de Estaciones* (todo el diseño) habilitada.

Ahora se actualizarán los costos explícitamente (*Recalcular Rango*, arriba, puede hacer esto, pero no se reportan mensajes de advertencia).

5. Haga clic derecho en el alineamiento vertical, seleccione la opción *Re-Costo* en el *Explorador de Proyectos* para abrir el cuadro de diálogo de *Cálculo de Costos*.
6. Presione el botón *OK* dentro del cuadro de diálogo. Cuando el cuadro de diálogo de *Cálculo de Costos* aparezca, presione el signo *más* para expandir el árbol.

Debido a que fue imposible balancear los materiales, se mostrará el registro de abajo. El registro muestra un exceso de 4869 m³ de material excavado.

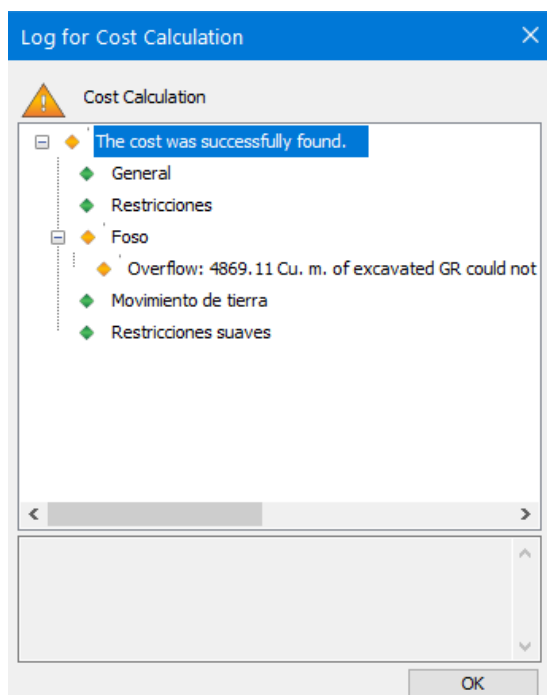


Figura 3-14: Registro del Cálculo de Costo

7. Para agregar *Exceso* y *Déficit* a la lista de elementos mostrados (en el Área de Reporte del Panel de Alineamiento):

- Haga clic derecho en el área de reporte y elija *Ajustar Campos para el Reporte* para abrir el cuadro de *Reporte de Datos de Optimización*.
- Expanda la rama  *Volumen* en la lista de *Disponibles*, agregue *Exceso* y *Déficit* como se muestra abajo.
- Presione *OK* para cerrar y guardar los cambios.

El área de información, mostrada abajo a la derecha, muestra ahora estos valores cuando están disponibles.

- Presione *OK* para cerrar el registro.

Nota: El registro más reciente está siempre disponible en la pestaña de *Registro (Log)* en las *Opciones de Optimización*.

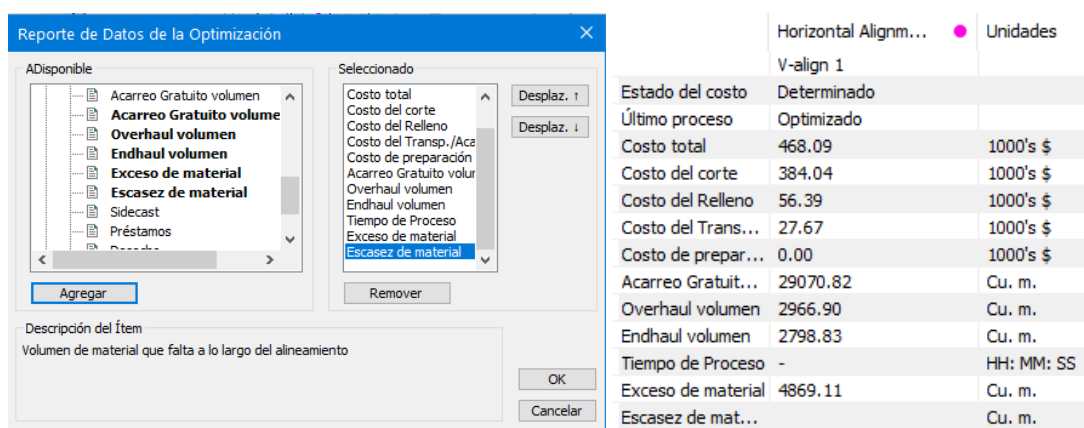


Figura 3-15: Configuración del Área de Reporte para mostrar los valores de Exceso y Déficit

El campo de *Exceso*, en el área de reporte, indica un sobrante de material; esto se debe a que no existe un sitio de desecho disponible. Esto se denomina *Exceso* para diferenciarlo de un sitio ordinario de desecho. Cuando sea necesario, un sitio de exceso es creado al inicio del alineamiento. Note que el costo es el mismo porque el sitio de desecho, que fue removido previamente, estaba localizado también al inicio del alineamiento.

- Ahora use el mismo procedimiento para remover la cantera de roca *Pit-2 (Préstamo variable)* y luego haga *Re-costo*.

Exceso de material	4868.86	Cu. m.
Escasez de mat...	2798.83	Cu. m.

Figura 3-16: Después de Remover el Sitio de Préstamo, el Déficit no es Cero

El campo de *Déficit* en el área de reporte, indica una escasez de material. Esto se denomina *Déficit* para diferenciarlo de un punto ordinario de préstamo. Cuando sea necesario, un sitio de *Déficit* es creado al inicio del alineamiento. Note que el costo es ahora diferente debido a dos razones:

- Los costos de acarreo son diferentes porque el sitio de *déficit* no está ubicado en el mismo lugar que el sitio de préstamo original.

- Los costos de excavación también son diferentes. El costo de material del sitio de *préstamo* está determinado en la tabla de tipos de materiales (\$20.00/m³); el sitio de préstamo original tenía un costo explícito de \$6.00/m³.

También es posible notar que el diagrama de masas cambió durante este proceso.

Nota: Los puntos de *Exceso* y *Déficit* no son mostrados en el diagrama de masas.

Finalmente, existe un pequeño cambio en el volumen de *Exceso* (y en los totales); esto es causado por un conjunto de muestras ligeramente diferente usado en el cálculo del acarreo óptimo. Cuando había un sitio ubicado en la estación 450, había también un par de puntos automáticos de reporte en las estaciones 449.9 y 450.1; estos puntos de reporte han sido removidos y el volumen es ligeramente diferente.

Aplicación de Calidad de Material

A primera vista esto puede parecer extraño; ¿cómo puede haber exceso y escasez al mismo tiempo? Si se mira cuidadosamente el diseño, se nota que el diseñador ha especificado un relleno de roca sólida (SR) en un tramo de la vía (*Corredor | Asignar por Rango, Tipos de Relleno*). Sin embargo, la mayoría del material excavado a lo largo del alineamiento es grava (GR), como se define en la pestaña de Sub-Horizontes. Debido a que GR es de menor calidad que SR (como se define en la tabla de tipos de terrenos, ver Figura 3-7: Costo), dicha GR no puede ser usada para el relleno cuando SR es requerida.

En resumen, se tiene déficit de roca para relleno y se tiene exceso de grava excavada a lo largo de la vía.

Descarga Lateral de Material (Sidecast)

La *Descarga Lateral* es una alternativa al uso de los sitios de desecho; el material es descargado/desechado al lado de vía (a lo largo del corredor).

10. Abra el cuadro de diálogo de *Opciones Verticales*, seleccione la pestaña de *Restricciones* y luego la de *Descarga Lateral*.

Se tiene un exceso de cerca de 5000 m³ de material; la longitud del alineamiento es de 950 m; esto es cerca de 5 m³/m. Si fuera posible descargar esta cantidad a lo largo de la vía, no se tendría que transportar material hasta el sitio de desecho.

11. Configure la *Descarga Lateral*, como se muestra en la figura de abajo:

- a) Habilite la opción *Activo*.
- b) Ingrese **5.0** como descarga lineal.
- c) Deje el rango de estaciones como está (“..” hasta “..” representa toda la vía). Pero es posible definir rangos de estaciones como se requieran.
- d) Presione *Añadir/Editar* (atención – ¡es fácil olvidar este paso!).
- e) *Acepte* para cerrar el cuadro de diálogo de *Opciones de Optimización Vertical*.

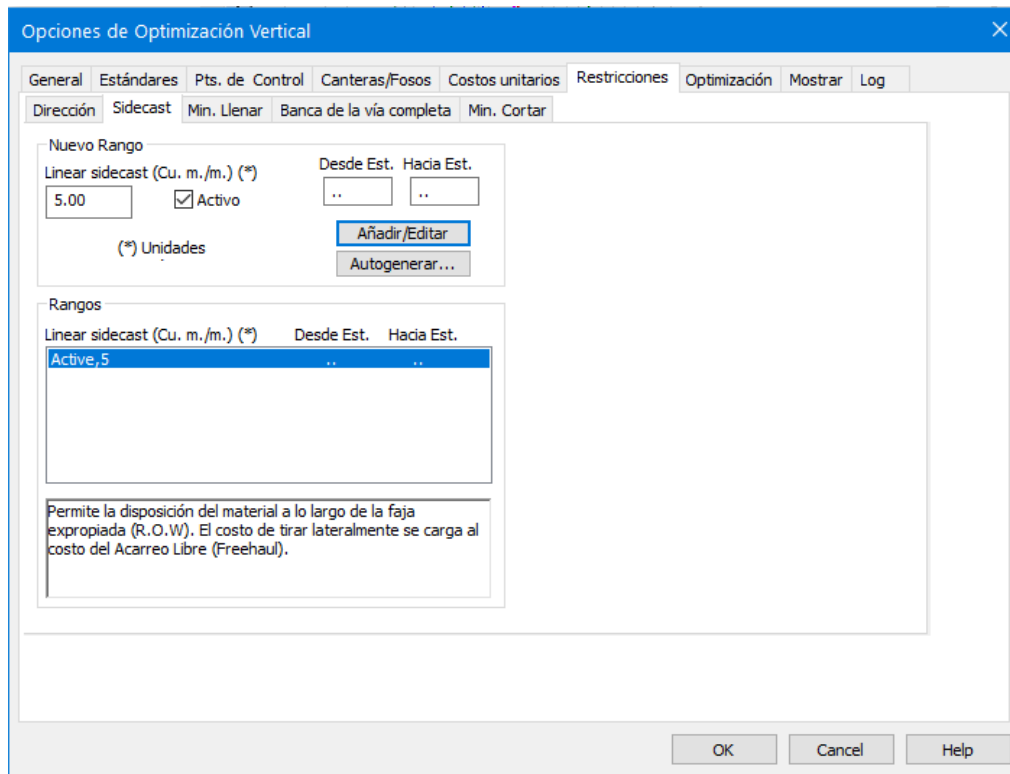


Figura 3-17 – Configuración de la Descarga Lateral

12. Haga *Re-Costo* nuevamente.

El volumen de exceso ha cambiado, *Softree Optimal* estima un valor de 2166 m³.

13. Siga el procedimiento descrito en el paso **Error! Reference source not found.** para agregar volumen de descarga lateral a los ítems reportados.

Exceso de material	2166.12	Cu. m.
Escasez de material	2798.83	Cu. m.
Sidecast	2702.75	Cu. m.

Figura 3-18: Reporte de Volumen de Descarga Lateral

¿Por qué es el volumen de descarga lateral mucho menor que el calculado? Porque la descarga lateral es práctica solamente cuando existe excavación (material sobrante), de manera que el rango real en el que ocurre la descarga es menor que la longitud del alineamiento. Es necesario escoger un valor mayor que **5.0** para eliminar el exceso de material cortado.

14. Repita los pasos anteriores usando una *descarga lineal* de **10.0**. Luego haga *Re-Costo*.

Observe que le volumen de exceso se ha reducido significativamente. Similarmente a los volúmenes de sitios de préstamo y desecho, las cantidades de descarga lateral pueden ser mostradas en reportes de salida y en el diagrama de acarreo óptimo.

15. *Archivo* | *Salir*. No guarde los cambios.

4. Optimización del Alineamiento Vertical

El diseño de alineamientos es una parte fundamental de cualquier proyecto de ingeniería de obras longitudinales. La ubicación del alineamiento afecta directamente el costo del proyecto. *Softree Optimal* puede ser usado para crear nuevos diseños o para refinar y verificar diseños existentes.

El diseño de un alineamiento tridimensional es un problema geométrico complejo. Además de considerar estándares como la velocidad de diseño, curvaturas y pendientes máximas, los ingenieros deben considerar una variedad de condiciones y restricciones como el derecho de vía, infraestructura de servicio públicos y pendientes de vías existentes. Estas restricciones hacen la tarea de diseño aún más retadora.

Softree Optimal puede calcular rápidamente el costo de movimiento de tierras en cualquier alineamiento (ver ejercicios previos); en la terminología matemática de la optimización, esto es llamado *función de costo*. Para optimizar un alineamiento, *Softree Optimal* minimiza la función de costo para todos los alineamientos posibles. La labor del ingeniero o diseñador es limitar el programa de *Softree Optimal* a alineamientos que sean razonables.

Vertical alignment optimization is based on the following parameters and constraints:

- **Costos de Movimiento de Tierras** - Excavación, relleno/terraplén y acarreo (ver sección previa).
- **Ubicación de Sitios de Préstamo/Desecho** – los sitios de préstamo y desecho con sus costos asociados.
- **Estándares de Diseño** – Curvatura máxima (valores mínimos de K), pendientes máximas y mínimas.
- **Puntos de Control** - restricciones de elevaciones y pendientes:
 - Condiciones de terminado – Elevaciones y pendiente iniciales y finales.
 - Puntos de control – Estaciones definidas, elevaciones (intersecciones, accesos, etc.).
- **Restricciones Especiales:**
 - Restricciones de profundidad de corte o relleno – por ejemplo, requerimientos mínimos de relleno en humedales.
 - Dirección preferida de movimiento de materiales.
 - Requisito de corte en ladera o balcón completo (full bench).

Softree Optimal permite crear alineamientos verticales múltiples en un documento. Esto permite probar diferentes restricciones y escenarios.

La optimización de un alineamiento vertical está basada en todos los parámetros de diseño que se encuentren configurados, por ejemplo, alineamiento horizontal, capas de terreno (sub-horizontes), asignación de secciones transversales, tipos de materiales, etc.

Nota (para los que tienen experiencia con RoadEng®): La optimización vertical no se recomienda cuando se tienen *secciones transversales fijas* definidas. Un cambio de posición vertical puede producir resultados no deseados en una sección fija. Si se desea trabajar con secciones fijas, se recomienda definir las una vez los alineamientos horizontal y vertical estén terminados.

Creación de un Alineamiento Optimizado Nuevo

En el ejemplo siguiente, se creará un alineamiento optimizado y se definirán las restricciones, estándares y puntos de control asociados.

1. Abra la aplicación Softree Optimal .
2. Archivo | Abrir. Seleccione **Hart Rd.dsnx**. Presione *Abrir*.
3. Organice la pantalla como se hizo anteriormente, de manera similar a [Figura 3-2](#). Es posible que necesite reorganizar las ventanas seleccionando *Vista | Apilar Verticalmente* . Asegure que la opción re-costo esté configurada como *Auto* como se muestra en el capítulo 3.

Es posible optimizar el alineamiento actual. Sin embargo, en este ejemplo, se creará un alineamiento vertical nuevo de manera que se pueda comparar con el alineamiento inicial después de la optimización.

4. En la pestaña de *Corredor*, presione el botón *Añadir* , seleccione *Alineamiento Vertical* para abrir el cuadro de *Opciones de Optimización Vertical*.

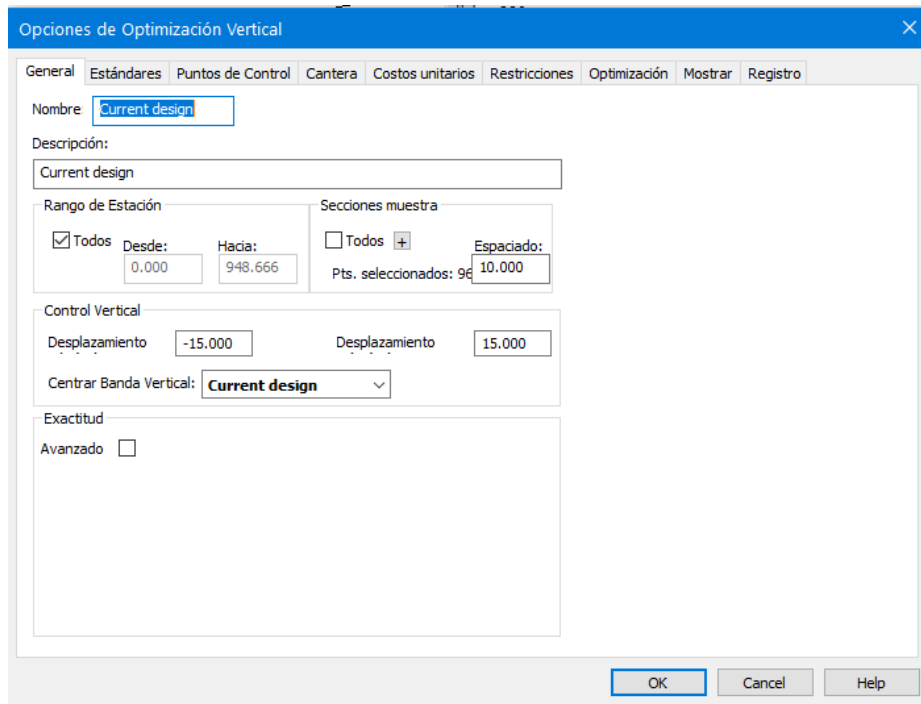


Figura 4-1: Alineamiento Vertical Nuevo

Un alineamiento nuevo copia las opciones del original. En este caso, los sitios de préstamo y desecho (ver ejercicio previo) están ya creados. Los Costos son compartidos por todos los alineamientos verticales.

En los pasos siguientes, se examinarán las opciones que controlan la optimización vertical y que no han sido discutidas anteriormente.

Opciones Generales

La pestaña <i>General</i>, en <i>Opciones Verticales</i>, permite controlar el rango de estaciones, espaciamiento de secciones y precisión vertical. <i>Nombre</i> – Nombre del alineamiento (máximo 15 caracteres). <i>Descripción</i> – Descripción opcional del alineamiento. <i>Rango de Estaciones</i> – Esta área permite seleccionar el rango de estaciones consideradas.
Nota: ".." en <i>Desde</i>, es el punto inicial del alineamiento, del mismo modo ".." en <i>Hasta</i>, es el punto final del alineamiento.
<i>Secciones muestreadas</i> – En esta área se eligen los puntos que se incluirán en la optimización. Haciendo clic en el botón  se escogen los tipos específicos de puntos en los cuadros <i>Selección de Tipo de Punto</i> y <i>Propiedades de los Puntos de Reporte</i>. Los puntos seleccionados determinan cuántas secciones transversales serán calculadas. Los puntos uniformemente espaciados, definidos en el campo de <i>Espaciamiento</i>, serán agregados a los definidos en el cuadro de <i>Selección de Tipo de Punto</i>.
Nota: A mayor número de secciones, mayor precisión en la optimización y más tiempo requerido para completar el proceso.
<i>Control Vertical</i> – Esta sección permite el control de la extensión vertical (bandas superior e inferior) y la precisión de la optimización en la dirección vertical. <i>Límites Min. y Max.</i> – Estos límites son medidos con relación a la línea central (L-line). Si no existe alineamiento vertical, son medidos desde el perfil del terreno. <i>Accuracy Advanced</i> – Set this checkbox to display the accuracy slider. This control allows the user to select the horizontal and vertical accuracy (from low to high).
Nota: A mayor precisión, mayor exactitud en la optimización y mayor el tiempo de proceso. Sin embargo, el tiempo de proceso depende más del número de secciones.

Figura 4-2: Campos de Opciones Generales

5. Configure los parámetros como se muestran en la Figura 4-3, abajo.
 - a. Cambie el *Nombre* a “**Ensayo 1**” y *Descripción* a “**K=30**”.
 - b. En el área de *Secciones*, inhabilite *Todos* y digite **5.0** en el campo de *Espaciamiento*. use <tab> para moverse al campo siguiente – esto actualizará el conteo de puntos.

Figura 4-3: Opciones Generales de Optimización Vertical

5.0 m es el valor sugerido por el procedimiento de costo preciso (ejercicio previo); ahora serán **192 secciones seleccionadas** para ser calculadas.

- c. Se dejarán los *límites verticales* de **10.0**.

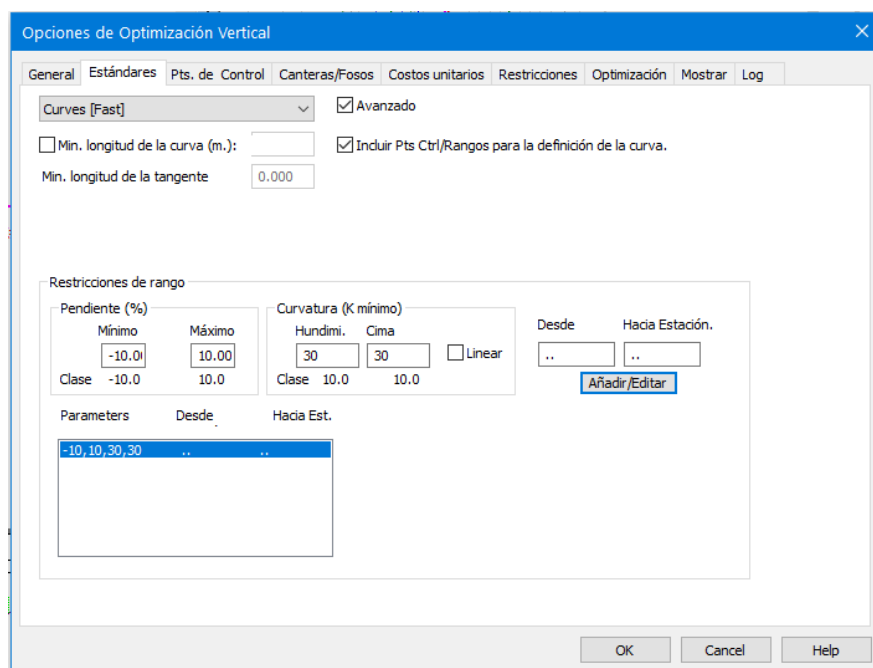
Pestaña de Estándares

Softree Optimal permite el control de las pendientes y de las curvaturas de las curvas verticales.

6. Haga clic en la pestaña de *Estándares*.

En este primer ensayo, se usarán las curvas por defecto *Curvas [Rápido]*. Esto generará curvas verticales cortas sin tangentes entre ellas. Como lo sugiere el nombre, esto se resolverá rápidamente; se examinarán otras opciones posteriormente.

7. Digite los parámetros como se muestra en la Figura 4-4 abajo:
 - a. En el área de *Curvatura* digite un valor mínimo de *K* de **30** para curvas *Cóncavas* y *Convexas*.
 - b. Presione *Agregar/Editar* (nota: los valores aparecen en la lista de *Parámetros* cuando se hace esto).



Pendiente % - Ingrese los valores máximos y mínimos en %.

Curvatura (K) – Esta área permite configurar las restricciones de curvatura.

Lineal – Si es seleccionada, el alineamiento será una línea recta (sin curvas verticales) sobre el rango seleccionado.

Cóncava/Convexa. – Si no es lineal, el alineamiento será forzado a tener valores de K mayores o iguales que los configurados.

Figura 4-4: Estándares: Restricciones de Pendientes y Curvaturas

Se han aplicado ahora las pendientes por defecto (+/-10%, extraídas de los parámetros de *Clase de Vía*) y K=30 (para una velocidad de diseño de cerca de 80 km/h) a todo el alineamiento. Es posible dividir el alineamiento en intervalos y configurar diferentes valores de Pendiente/K para cada uno.

Nota: ".." en *Desde Stn.* es el inicio de alineamiento, similarmente ".." en *Hasta Stn.* es el final del alineamiento.

Pestaña de Puntos de Control

8. Haga clic en la pestaña de *Puntos de Control*.

Los puntos de control permiten definir la pendiente y/o elevación en puntos determinados a lo largo del alineamiento. En este ejemplo (un realineamiento vial) es importante que tanto el inicio como el fin del alineamiento concuerden con la vía existente. El alineamiento creado manualmente provee estos requerimientos, de manera que solamente es necesario configurar el optimizador para que coincida en cada extremo de la vía.

9. Defina un punto de control al inicio del alineamiento:

- Presione el botón *Añadir* para agregar un punto de control.
- Seleccione *Inicio de Alineamiento* y presione *OK*.

La *Elevación* (361.057m) ha sido extraída automáticamente del alineamiento existente.

- Seleccione *Habilitar control de pendiente*.

- d. Luego, presione el botón *Obtener del Alineamiento* para coincidir con al pendiente inicial (-2.49%).

Esto agregará un punto de control, haciendo que el alineamiento optimizado coincida con el existente en la estación 0.0.

Figura 4-5: Puntos de Control

10. Similarmente, defina un punto de control al final del alineamiento (ver figura de arriba).

Nota: Existe un campo de *Tolerancia* disponible tanto para los puntos de control verticales como horizontales. Si es posible, tolerancias mayores permiten que el optimizador tenga mayor libertad para minimizar costos. Por ejemplo, un drenaje transversal puede requerir una profundidad mínima de cubrimiento (pero los alineamientos más altos serán permitidos); así el alineamiento nunca estará por debajo de “*Elevación – Tolerancia*”.

Sitios de Préstamo/Desecho, Costos y Restricciones

Los *Sitios de Préstamo/Desecho* y los *Costos* han sido definidos (ver ejercicios previos), no se usarán *Restricciones* en este ejercicio.

11. Presione el botón *OK* ubicado en la parte inferior para salir del cuadro de diálogo de *Opciones de Optimización Vertical*.

El nuevo alineamiento aparecerá en la lista como se muestra en la figura de abajo:

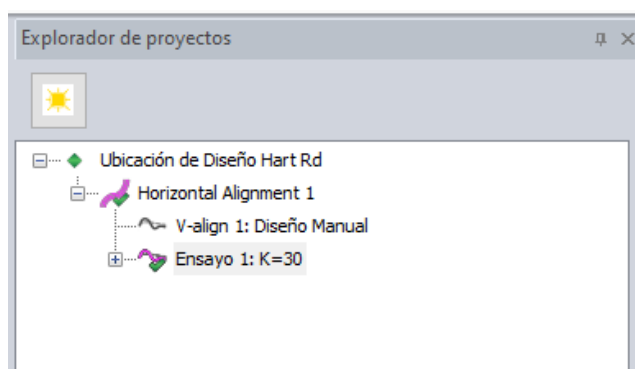


Figura 4-6 – Árbol de Alineamientos

Despliegue de la Banda Vertical

El alineamiento se ha restringido verticalmente mediante el uso de puntos de control; también se ha definido el límite vertical del alineamiento a menos de **10.0m**. Es posible mostrar estas restricciones de manera gráfica:

12. Maximice  la Ventana de Perfil.
13. Muestre la *banda vertical* en la Ventana de perfil:
 - a. En el *Explorador de Proyectos*, haga clic en el botón  al lado de **Ensayo 1** para expandir el árbol.
 - b. Seleccione la rama de *Restricciones*.

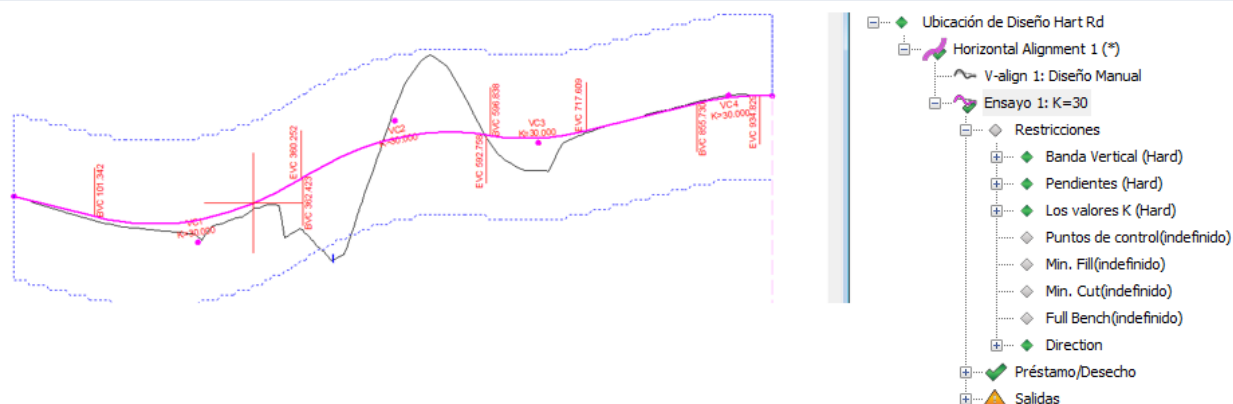


Figura 4-7: Despliegue de la Banda Vertical

Cálculo del Alineamiento Vertical Óptimo

Ahora que las opciones han sido definidas, es posible calcular el alineamiento vertical óptimo.

14. Con **Ensayo 1** seleccionado, haga clic derecho y seleccione *Optimización Vertical*, presione el botón de *Proceso*.

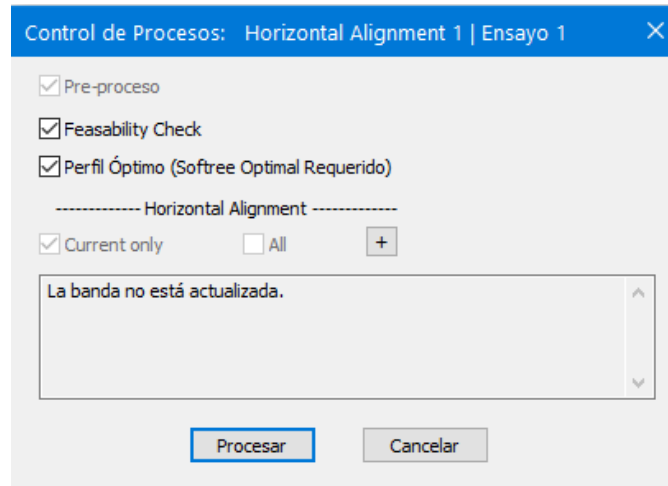


Figura 4-8: Control de Procesos

El cuadro de diálogo de *Control de Procesos* permite revisar las especificaciones definidas para la vía y permite cuatro opciones:

- *Pre-Proceso*: este proceso calcula todas las secciones transversales necesarias. Es un prerequisite para las opciones de Perfil Óptimo y Perfil Rápido, pero también puede ser ejecutado independientemente.
- *Chequeo de Factibilidad*: verifica que las restricciones sean factibles geoméricamente. Las secciones transversales dentro de los límites verticales son calculadas (pre-proceso) para determinar la banda vertical verdadera (las secciones fuera del modelo de superficie son descartadas).
- *Perfil Óptimo*: permite generar un alineamiento vertical con costo mínimo. Las secciones transversales dentro de los límites verticales deben ser calculadas (pre-proceso) primero. Se requiere una licencia de Softree Optimal para usar esta función.

En proyectos grandes, el proceso de *Perfil Óptimo* puede tomar tiempo largo para ser completado, aún el cálculo de *pre-proceso* de secciones transversales puede tomar tiempo. Para evitar pérdida de tiempo, vale la pena ejecutar previamente un *Chequeo de Factibilidad*.

15. Elija la opción *Chequeo de Factibilidad* y Presione el botón de *Proceso*.

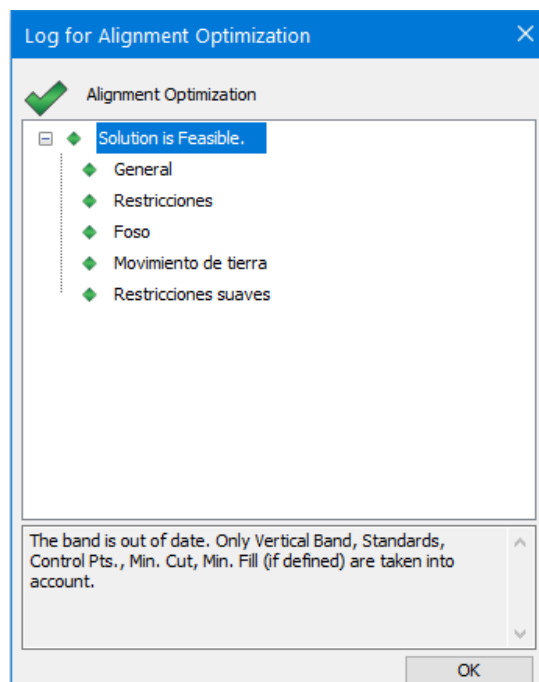


Figura 4-9: Alineamiento Vertical Cumpliendo con las Especificaciones

Nota: Si el ensayo de factibilidad falla, usualmente se debe a que el alineamiento vertical, con las pendientes y curvaturas configuradas, no encajará dentro de la banda y los límites verticales definidos.

16. Repita el paso anterior, pero ahora elija *Perfil Óptimo*. Presione *Proceso*.

Al final de la optimización, un cuadro de diálogo muestra el resumen del estado de la optimización. Esta información también puede ser mostrada a través de la pestaña *Reporte* en las *Opciones de Optimización Vertical*.

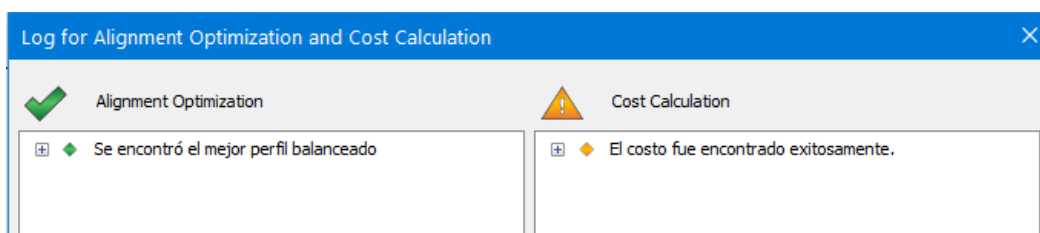


Figura 4-10: Reporte Final. Errores y Advertencias Serán Reportados Aquí

La optimización es un proceso de tres etapas:

- *Pre-proceso* (cálculo de las secciones transversales en las estaciones muestreadas)
- *Optimización de Alineamiento* (usando las configuraciones definidas arriba)
- *Cálculo de Costos* (usando el *espaciamiento* definido en el cuadro de *Re-Costo*)

Nota: La optimización del alineamiento siempre toma más tiempo que el cálculo de costos, por lo que se recomienda usar un espaciamiento mayor (seleccionar menos puntos) en esta etapa.

Se mostrará una advertencia cuando el cálculo de costos usa menos puntos que la optimización del alineamiento.

16. Presione **OK** para cerrar el registro.

17. Haga clic derecho en **Ensayo 1** en el *Explorador de Proyectos*, seleccione *Comparar con Actual*.

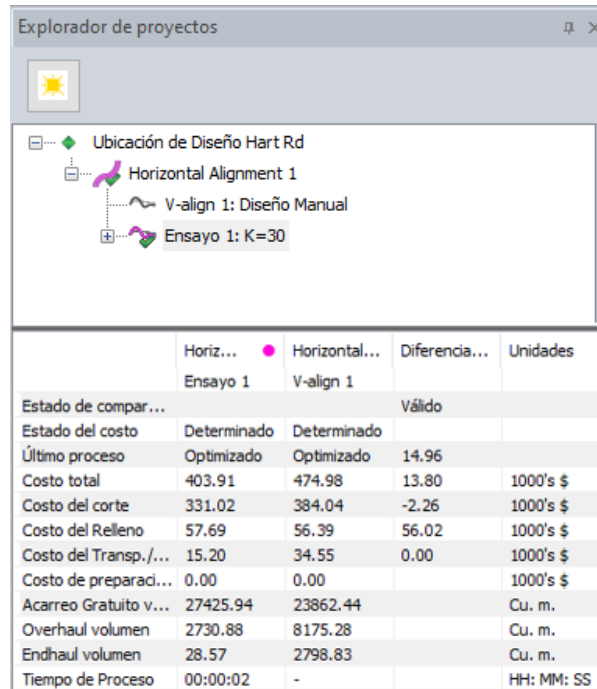


Figura 4-11: Resultados Optimizados

Note que es posible cambiar el tipo de línea de los alineamientos en la pestaña *Mostrar | Formato*. El costo total del alineamiento optimizado es \$404,000 comparado con \$475,000 del alineamiento original. Esto representa una reducción aproximada de 15%.

Nota: El *Diagrama de Masas*, en la parte inferior de la Ventana, corresponde al alineamiento actual y no al optimizado. Presione el botón *Fijar como Actual* para ver todas las propiedades del alineamiento optimizado.

17. *Archivo | Salir*. No guarde los cambios.

Evaluación de Escenarios Diferentes

Softree Optimal hace fácil la comparación de alineamientos con diferentes parámetros y restricciones de diseño. Ahora se creará otro alineamiento para una vía de especificaciones superiores ($K = 70$) y se va a comparar con el alineamiento creado en el ejemplo anterior.

1. Abra la aplicación Softree Optimal .
2. *Archivo* | *Abrir*. Seleccionar **Hart Rd optimal.dsnx**. Presione *Abrir*.
3. Si no el *Explorador de Proyectos* no está visible, presione el botón  en la barra de navegación (o seleccione *Vista* | *Añadir Panel* | *Explorador de Proyectos*).

Este es el diseño que al final del ejercicio previo; Las etiquetas de Perfil han sido inhabilitadas (para habilitarlas, haga clic derecho en *Opciones de Perfil* | *Etiquetas*).

4. Para crear un alineamiento vertical nuevo y modificar las curvaturas:
 - a. Haga clic derecho en **Ensayo 1** para seleccionar este alineamiento en la lista (este es el alineamiento con las opciones que queremos copiar).
 - b. Presione el botón *Nuevo* | *Alineamiento Vertical*.
 - c. En la pestaña *General*, cambie el *Nombre* a **Ensayo 2** y la *Descripción* a “**K=70**”.
 - d. En la pestaña de *Estándares*, cambie los valores de K mínimos (para curvas cóncavas y convexas) a **70**, presione *Añadir/Editar* para actualizar el rango.
 - e. Presione *OK* para guardar los nuevos parámetros de optimización.
5. Encuentre el alineamiento optimizado:
 - a. Haga clic derecho en el alineamiento, seleccione *Optimización Vertical*.
 - b. La opción de *Perfil Óptimo* ya debe estar seleccionada.
 - c. Presione *Proceso*. Este paso puede tomar unos minutos.
 - d. Cuando finalice, presione *OK* para cerrar el *registro*.
6. Para visualizar los dos alineamientos optimizados:
 - a. Haga clic en *Ensayo 2* para seleccionarlo (hacerlo actual).
 - b. Seleccione *Ensayo 1* en la lista de alineamientos, haga clic derecho y *Re-Costo* para actualizarlo.
 - c. Haga clic derecho en *Ensayo 1* nuevamente, seleccione *Comparar con actual*

Ahora la información en la lista tiene columnas adicionales para mostrar dos alineamientos y las diferencias entre ellos.

Nota: La opción de comparar con actual muestra el alineamiento seleccionado (resaltado en la lista) y el alineamiento actual (en color verde). Si se selecciona el alineamiento actual, se muestran los mismos datos dos veces.

7. Si es necesario, ajuste el ancho del *Explorador de Proyectos* y el de sus columnas (con el mouse) para mostrar la información más claramente como se muestra en la figura de abajo.

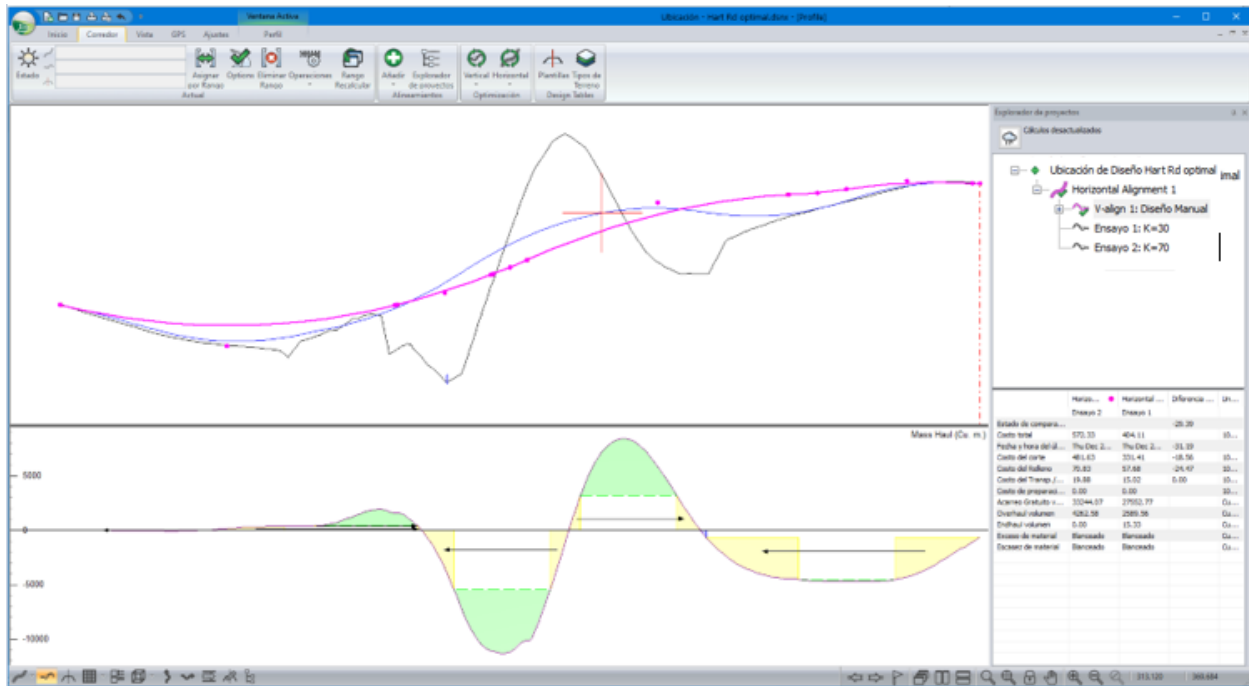


Figura 4-12: Resultados con K = 70 (magenta, actual) y K = 30 (azul)

La figura de arriba muestra ambos alineamientos. Como era de esperar, *Ensayo 2* con K=70 es más costoso que *Ensayo 1* con K=30.

8. Seleccione cada uno de los tres alineamientos y note el comportamiento de los perfiles y de la información mostrada en el *Explorador de Proyectos*.
9. *Archivo* | *Salir*. No guarde los cambios.

Revisión de Alineamientos Verticales Múltiples

El ejemplo previo demostró como crear un alineamiento óptimo adicional; En este ejercicio, se examinarán las opciones disponibles para evaluar alineamientos verticales múltiples.

El Alineamiento Actual

El alineamiento actual es aquel que puede ser editado con las herramientas de diseño del módulo Location. Es también el alineamiento que es mostrados en las diversas ventanas (Sección, Diagrama de Masas, Datos, etc.). Solamente el alineamiento actual puede ser exportado a formatos de archivos exteriores (como LandXML) los cuales son importados en otros programas de diseño de vías.

1. Abra la aplicación Softree Optimal .
2. *Archivo* | *Abrir*. Seleccione **Hart Rd optimal.dsnx**. Presione *Abrir*.
3. En el *Explorador de Proyectos*, expanda el árbol (+) para ver los alineamientos verticales, haga clic en *Ensayo 1* para hacerlo *Actual*.

Nota: La Ventana de Perfil ahora muestra *Ensayo 1* en color magenta mientras otras gráficas se muestran opacadas. El Diagrama de Masas también ha sido opacado y muestra *** *no seleccionado actualmente* *** en la parte superior derecha.

Las secciones transversales y los volúmenes serán actualizados automáticamente. En este punto, el alineamiento *Ensayo 1* es el actual y será mostrado en la Ventana de Perfil.

4. Para visualizar los dos alineamientos al mismo tiempo, seleccione *V-align 1*.

En la lista de *Alineamientos*, el alineamiento seleccionado es resaltado mientras que el actual es indicado con la vía en color magenta.

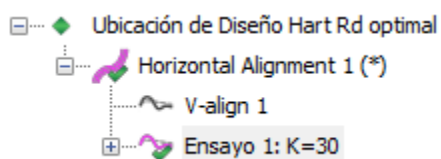


Figura 4-13: Alineamiento Actual

Los alineamientos seleccionado y actual se muestran en la Ventana de Perfil. Tanto el color como los tipos de línea son configurables.

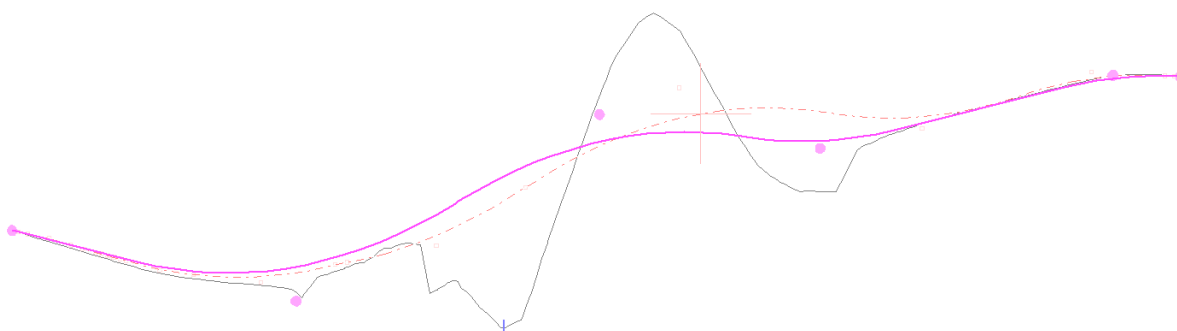


Figura 4-14: Alineamiento Seleccionado

5. Cambie el color del alineamiento *V-align 1*:
 - a. Haga clic derecho e *V-align 1*, seleccione *Opciones Verticales*
 - b. Seleccione la pestaña *Mostrar*.
 - c. Seleccione *Mostrar Siempre*.
 - d. Presione el botón *Formato*. Elija el color nuevo.
 - e. Presione *OK* dos veces para salir.

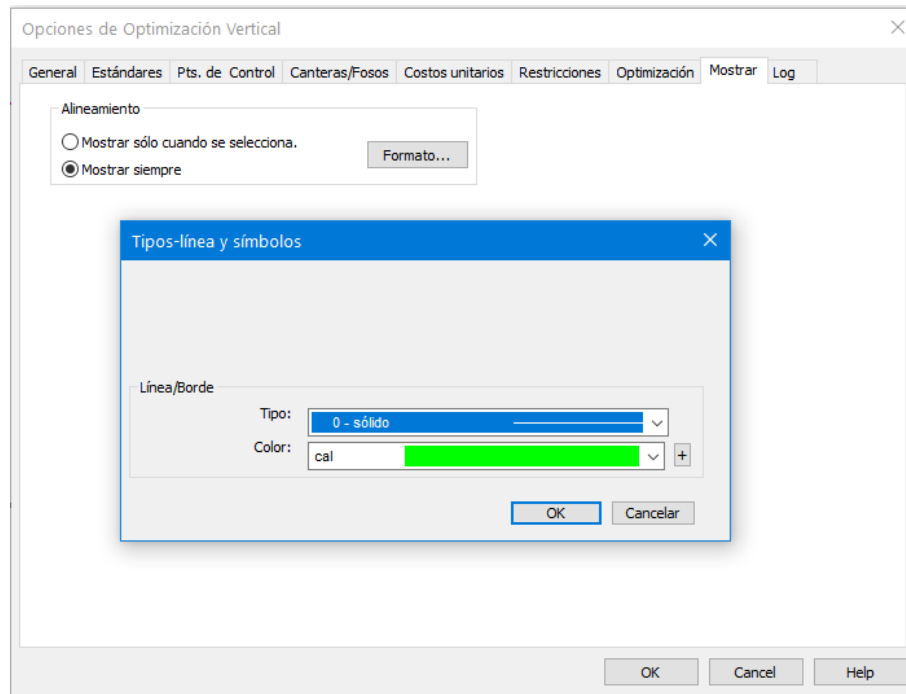


Figura 4-15: Opciones de Despliegue para los Alineamientos

Nota: El alineamiento seleccionado siempre aparece en color magenta.

- Haga clic en el otro alineamiento, *Ensayo 1*, para ver el impacto del cambio en el formato de despliegue.

El Árbol de Alineamientos

Como se mostró arriba, el alineamiento seleccionado es mostrado en la ventana de Perfil. Es también posible mostrar gráficamente otra información del alineamiento seleccionado.

- En la Lista de Alineamientos en el *Explorador de Proyectos*, presione el botón  al lado de *Ensayo 1* para expandir el árbol.
- Seleccione el ítem *Restricciones*.

Ahora la ventana de Perfil mostrará la *banda vertical*, este es el rango de elevaciones dentro del cual el optimizador puede generar un perfil (ver *Control Vertical* en la pestaña *General* de las *Opciones Verticales*). Note también los puntos de control al final del alineamiento.

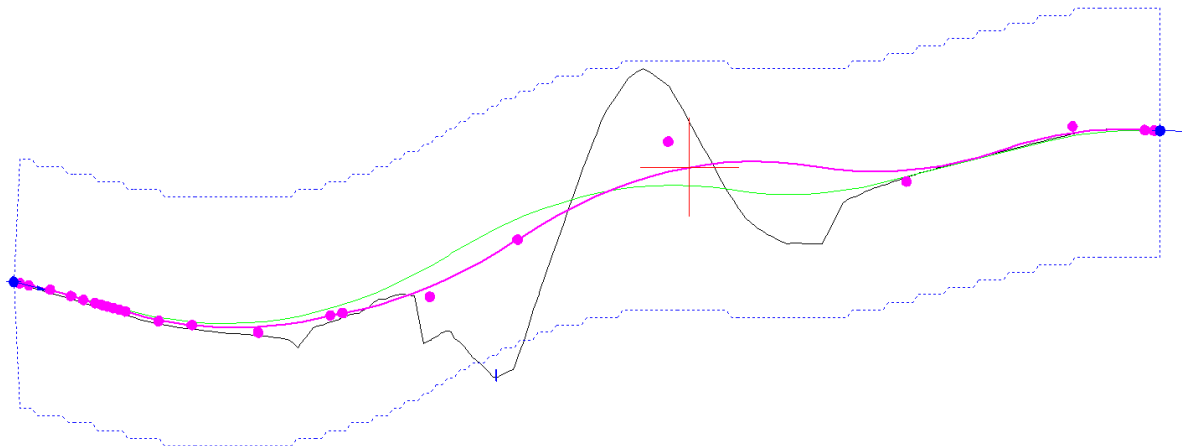


Figura 4-16: Ventana de Perfil Mostrando Restricciones para el Alineamiento Seleccionado

Explore el árbol para ver qué otras gráficas se pueden mostrar.

9. Archivo | Cerrar. No guarde los cambios.

5. Trabajando con Curvas

Control de Curvas

Cuando el método por defecto es usado para la optimización (*Opciones | Estándares, Curvas [Rápido]*), *Softree Optimal* a menudo produce curvas cortas y adyacentes (sin tangentes entre ellas). Esto podría ser difícil de editar en caso de que se requieran cambios, también es posible que no cumpla con ciertos estándares de diseño.

Softree Optimal posee varias alternativas que pueden ser configuradas en la pestaña de Estándares.

Tipos de Curvas

Existen cinco tipos de alineamientos generados por *Softree Optimal*:

- *Polilínea*: Sin curvas; el alineamiento vertical es una serie de tangentes. Es posible controlar la longitud mínima de la tangente y el cambio máximo de pendientes entre las tangentes.
- *Curvas [Rápido]*: Las curvas pueden ser adyacentes. Es posible controlar la longitud mínima de curva y la curvatura (valor K).
- *Curvas y tangentes [Lento]*: Similar al anterior, con la diferencia de que las tangentes son insertadas entre curvas. La longitud mínima de la tangente es la misma que la longitud mínima de la curva.
- *Curvas y tangentes variables [Más Lento]*: Similar al anterior, pero en este caso las longitudes mínimas de tangentes y curvas no tienen que ser iguales y la ubicación de las curvas es más flexible.
- *Definidas por el Usuario*: Las Curvas y/o los VIPs (Puntos de Intersección Vertical) definidos en el alineamiento son preservados. El optimizador puede mover los VIPs arriba y abajo, pero sin cambiar la longitud de las curvas.

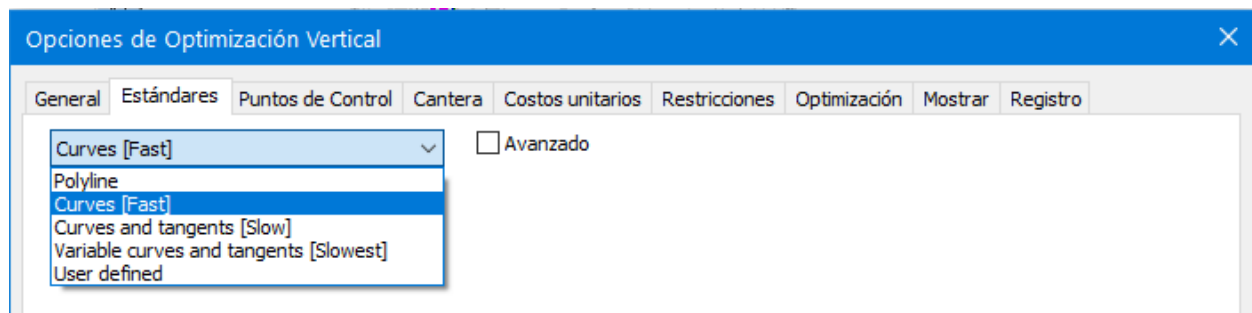


Figura 5-1: Tipos de Curvas

¿Qué Tipos de Curva Debe ser Usada?

El tipo *Polilínea* es usado frecuentemente para vías de bajo tráfico donde no se requieren curvas geométricas. Tal como *Curvas [Rápido]*, esta optimización es relativamente rápida.

Curvas[Rápido] (curva contra curva) es el tipo de curva más rápido para resolver. Por esta razón, se recomienda iniciar con este tipo de curva mientras se experimenta con ciertas restricciones y

opciones. Si no se ha finalizado el alineamiento horizontal, se puede usar este tipo de curva para generar rápidamente una solución factible y para estimar el costo de cada alineamiento horizontal.

Nota: *Curvas [Rápido]* es un buen punto de inicio para muchos flujos de trabajo; produce un perfil con el costo mínimo posible. Se recomienda conservar este alineamiento para usarlo como línea de base para comparar con iteraciones futuras.

Los dos tipos de curvas siguientes se usan generalmente al final del ciclo de diseño para generar el diseño vertical final. Debido a que las curvas están separadas por tangentes, es más fácil modificar las curvas manualmente después de la optimización.

Curvas variables y tangentes [Más Lento] es más flexible que *Curvas and tangentes [Lento]*. Es posible definir que la longitud mínima de tangente sea distinta a la longitud mínima de curva (si se requiere por estándares). Adicionalmente, *Softree Optimal* tiene mayor Libertad de elegir dónde empezar o terminar una curva (ver curvas basadas en la longitud, abajo); esto puede conducir a un diseño más económico.

Finalmente, la opción *Definida por el Usuario* le permite tomar un alineamiento y optimizar el costo al cambiar solamente la elevación de VIPs existentes. Esto se ve como tipo de proceso híbrido donde el diseñador elige la ubicación de curvas y tangentes y *Softree Optimal* afina las elevaciones para obtener el costo mínimo.

Curva Contra Curva

Curvas [Rápido]

El primer ejemplo se centrará en la opción *Curvas [Rápido]* (curva contra curva sin tangentes) pero con longitud de curva bien definida.

1. Abra la aplicación Softree Optimal .
2. Archivo | Abrir. Seleccione **Hart Rd optimal.dsnx**. Presione *Abrir*.
3. Haga una copia de *Ensayo 1* y modifique los *Estándares*:
 - a. En la lista de *Alineamientos*, seleccione *Ensayo 1*, haga clic derecho, *Alineamiento Vertical Nuevo*.
 - b. Cambie la *Descripción* a “**K=30, L=50**”.
 - c. Seleccione la pestaña de *Estándares* y fije la *Min. Longitud de curva* en **50**.

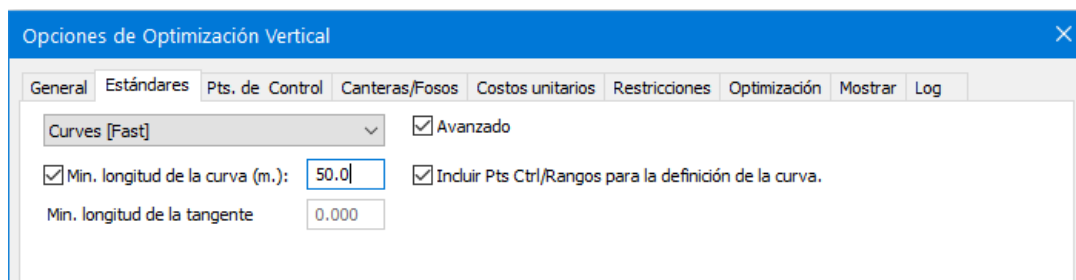


Figura 5-2: Longitud Mínima de Curva Definida

- d. Presione *OK* para aceptar las opciones modificadas (nada más deberá ser modificado).

Si *Min. longitud de curva* no está habilitada (opción por defecto), una curva o tangente será creada entre todos los puntos de estaciones muestreadas (definidas en el cuadro de *Opciones Verticales*, pestaña *General*). Curvas adyacentes con el mismo factor *K* serán combinadas de manera que el número de curvas actual es mucho menor que el número de puntos.

Si *Min. Longitud de curva* está habilitada, es necesario configurar una longitud de curva mayor que el espaciamiento entre puntos. En este caso, la mayoría de las longitudes de curvas (o tangentes) serán mayores o iguales a este valor – la longitud de la vía es dividida en segmentos de igual longitud. Sin embargo, si *Incluir Ctrl Pts/Rangos para definición de curvas* está definido, entonces algunas curvas serán más cortas que el mínimo debido al requisito de definir un segmento limitante en estos puntos especiales. En este ejemplo, los puntos de control están en los extremos y la pendiente y las restricciones de curvatura son constantes a lo largo del alineamiento, entonces esta configuración no tendrá efecto.

Nota: Será notificado de un conflicto, si la longitud de base de curva es menor que el espaciamiento definido en la pestaña *General*.

4. Ejecute una prueba de factibilidad:
 - a. Haga clic derecho en *Ensayo 2* y seleccione *Optimización Vertical*, seleccione *Chequeo de Factibilidad*. Presione *Proceso*.
 - b. El alineamiento es factible. Presione *OK* para cerrar el *Registro*.

Nota: Para ahorrar tiempo de espera durante el Pre-Proceso y los cálculos de optimización se recomienda tener la costumbre de chequear la factibilidad. Muchos de estos ejemplos no incluyen este paso por motivos de brevedad.

5. Optimice el alineamiento *Ensayo 2*:
 - a. Haga clic derecho en el alineamiento *Ensayo 2* y seleccione *Optimización Vertical*.
 - b. La opción de *Perfil Óptimo* debe estar seleccionada (si está inhabilitada, el grupo funcional de *Softree Optimal* no está activo).
 - c. Presione *Proceso* (y espere que concluyan los cálculos).
 - d. Presione *OK* para cerrar el registro.
6. Compare *Ensayo 2* y *Ensayo 1*:
 - a. Haga clic en *Ensayo 2* para hacerlo el alineamiento actual.
 - b. Haga clic derecho en *Ensayo 1* y haga *Re-Costo* si es necesario.
 - c. Haga clic derecho, *Compare con Actual*.

Estas soluciones son muy similares; la diferencia de costo es apenas sobre el 1% y el perfil *Ensayo 1* es casi coincidente con el perfil de *Ensayo 2*.



Figura 5-3: Diferencia Entre Alineamientos Generados Curva contra Curva y Curvas de 50m

Las curvas generadas por Optimal son mostradas en la Ventana de Perfil (aunque no se han configurado las etiquetas correspondientes). La información de las curvas también puede ser mostrada en la ventana de datos.

7. Vista | Nueva Ventana | Seleccione Datos en el menú desplegable o presione el ícono  en la barra de herramientas.

Ahora se configurarán las columnas de la tabla.

8. Haga clic derecho, seleccione Opciones de Datos....

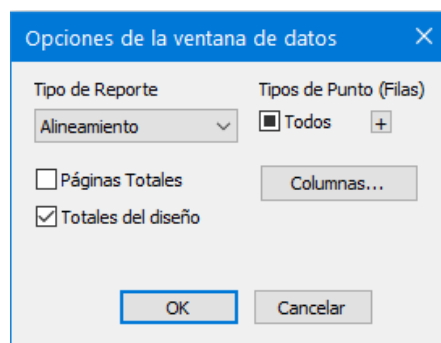


Figura 5-4 : Opciones de la Ventana de Datos

9. Presione el botón  para Tipos de Puntos (Filas).
10. Deseleccione Todos. Haga doble clic en **Puntos BVC/EVC**. Ahora deben mostrar una marca de verificación a su lado. Presione OK para cerrar.

11. Seleccione *Columns...*, Agregar:

- **L-Stn** (carpeta *L-Line*)
- **Grade** (carpeta *L-Line*)
- **K** (carpeta *Curvas*)
- **HD** (carpeta *L-Line*)

L-Stn m.	Grade %	K	HD m.
0.002			
49.998	p -2.6	-301.545	49.996
50.002	-2.7		0.004
99.998	p -2.6	5123.239	49.996
100.002	-2.6		0.004
149.998	p -1.8	30.000	49.996
150.002	-1.0		0.004
199.998	p -0.2	30.679	49.996
200.002	0.7		0.004
249.998	p 1.0	80.901	49.996
250.002	1.3		0.004
399.998	p 3.8	30.002	149.996
400.002	6.3		0.004
449.998	p 5.8	-58.179	49.996
450.002	5.4		0.004
649.998	p 2.1	-30.002	199.996
650.002	-1.3		0.004
699.998	p -0.8	56.237	49.996
700.002	-0.4		0.004
799.998	p 1.3	30.001	99.996
800.002	3.0		0.004
849.998	p 2.5	-59.440	49.996
850.002	2.1		0.004
899.998	p 1.3	-30.000	49.996
900.002	0.5		0.004
950.289	p 0.2	-83.165	50.287
Cum. Tot.			

Figura 5-5: Curvas Generadas Usando Curva-Contra-Curva con Longitud Mínima de 50m

Note que la mayoría de las curvas son de casi 50m de longitud (una pequeña tangente se inserta entre curvas para acomodar la estructura de datos del módulo Location). Algunas longitudes de curva son múltiplos de la curva más corta (curvas consecutivas con el mismo factor K han sido combinadas). La última longitud tangente/curva (0.294m en este caso) es menor que el mínimo debido a que la longitud total del lineamiento no es múltiplo de 50m.

12. Seleccione el alineamiento *Ensayo 1*.

Note que ahora hay muchas más curvas en la Ventana de Datos. Muchas de ellas tienen una longitud de aproximadamente 5.0m; este fue el valor de espaciamiento configurado.

13. *Archivo* | *Cerrar*. No guarde los cambios.

Curvas con Tangentes

En esta sección, se examinarán los dos tipos de curvas que incluyen tangentes entre las curvas verticales.

1. Abra la aplicación Softree Optimal .
2. Archivo | Abrir. Seleccionar **Hart Rd curves.dsnx**. Presione **Abrir**.

El alineamiento actual es *Ensayo 2*, el alineamiento de curva contra curva de 50m creado en el ejercicio previo.

Ensayo 3 y *Ensayo 4* han sido creados y optimizados para ahorrar tiempo. El proceso usado para crear estos alineamientos es muy similar al ejercicio previo y no debe existir problema al tratar de replicar el proceso.

Curvas y tangentes [Lento]

3. Haga clic en *Ensayo 3* para hacerlo actual con *Ensayo 2* en el fondo (ventana de Perfil).

Este alineamiento fue creado con el tipo de curva *Curvas y tangentes [Lento]*. Como se puede ver en la figura de abajo, hay menos curvas. También note que la diferencia de elevaciones entre *Trial 3* y *Trial 2* (curva contra curva) es pequeña; por lo tanto, es razonable usar la solución rápida de curva contra curva como primera iteración y para la estimación de costos.

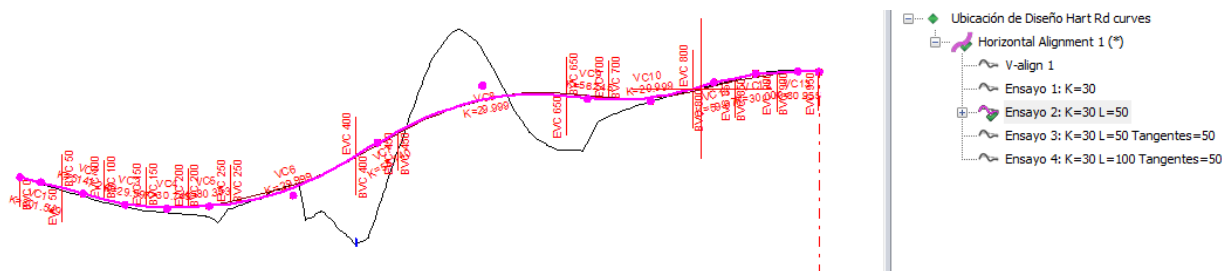


Figura 5-6: Ventana de Perfil Mostrando Ensayo 2 (línea sólida)

4. Abra la opción de *Estándares* en *Ensayo 3*
 - a. Seleccione *Ensayo 3* haga clic derecho en *Opciones Verticales*
 - b. Seleccione la pestaña de *Estándares*.

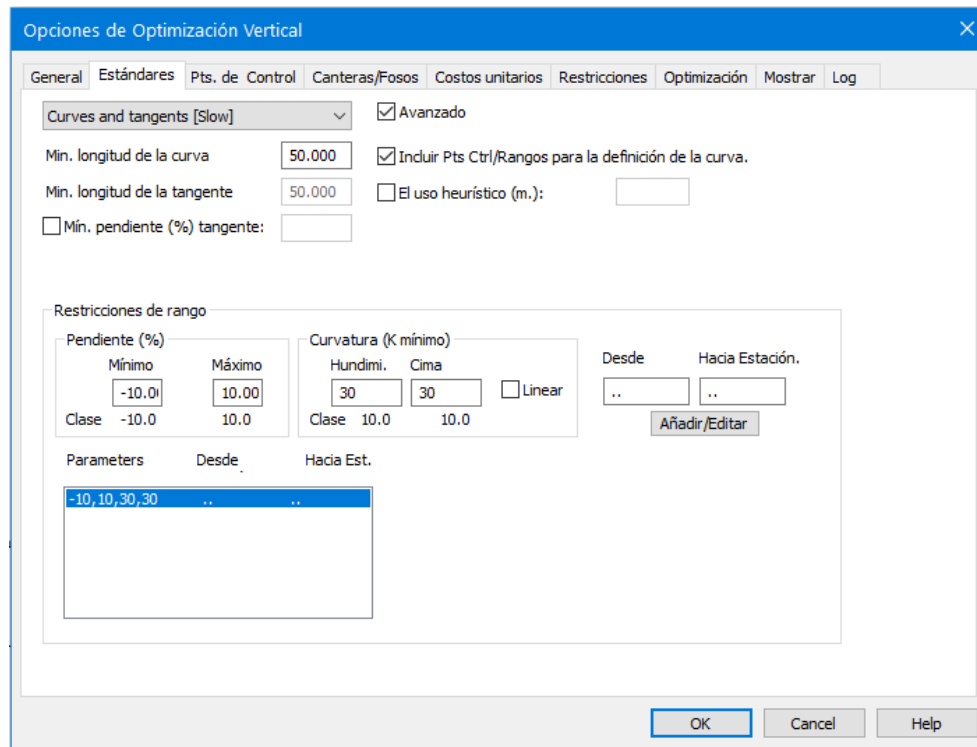


Figura 5-7: Opciones de Curvas y Tangentes [Lento]

Note que *Min. longitud de tangente* es igual a la *Min. longitud de curva*, pero no es editable.

5. *Cancele* para cerrar el cuadro de Opciones.

Curvas y Tangentes Variables [Más Lento]

6. Seleccione el alineamiento *Ensayo 4*, teniendo a *Ensayo 2* en el fondo

Este alineamiento fue creado con el tipo de curva *Curvas y tangentes variables [Más Lento]*. Aunque hay menos curvas todavía es próximo a *Ensayo 2*.

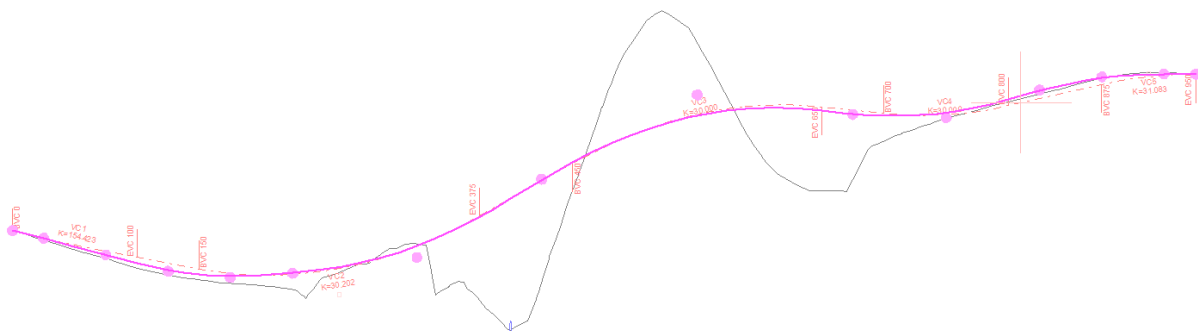


Figura 5-8: Ventana de Perfil Mostrando Ensayo 4, Curvas de 100m y Tangentes de 50m

7. Abra las Opciones Verticales | Estándares del alineamiento *Ensayo 4*.

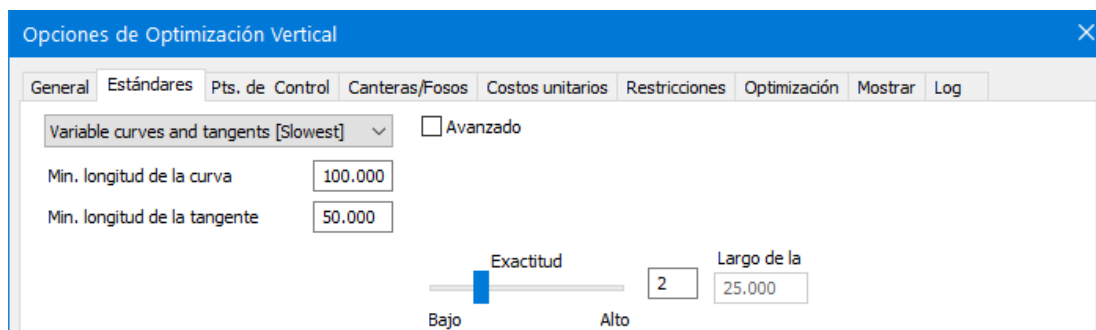


Figura 5-9: Opciones de Curvas y Tangentes Variables [Más Lento]

Note que *Min. longitud de tangente* no es igual a *Min. longitud de curva* y que ambas pueden ser modificadas. También, note el nuevo valor llamado *Longitud de Base*.

Para este tipo de curva, *Softree Optimal* divide la vía en segmentos iguales a la *Longitud de Base*. Las curvas comienzan o terminan en las proximidades de los extremos del segmento; las longitudes de tangentes y curvas serán los múltiplos de la *Longitud de Base* mayores o iguales a los valores mínimos especificados. En este ejemplo, la segunda curva comienza en la estación 150 y termina en la 375; esta curva no sería posible en *Ensayo 2* o *Ensayo 3*.

La *Longitud Base* es calculada a partir de las longitudes mínimas de curvas y tangentes y de la *Precisión*. Si la *Longitud de Base* es demasiado pequeña (menos que el espaciamiento de muestreo), se generará un conflicto:

8. Ensaye una *Longitud de Base* pequeña:
 - a. Configure *Min. longitud de tangente* a **20.0m**.
 - b. Deslice la barra de *Precisión* hasta (**5, Alto**).
 - c. Presione el botón de *Conflicto* que aparece en la esquina inferior izquierda del cuadro de diálogo.

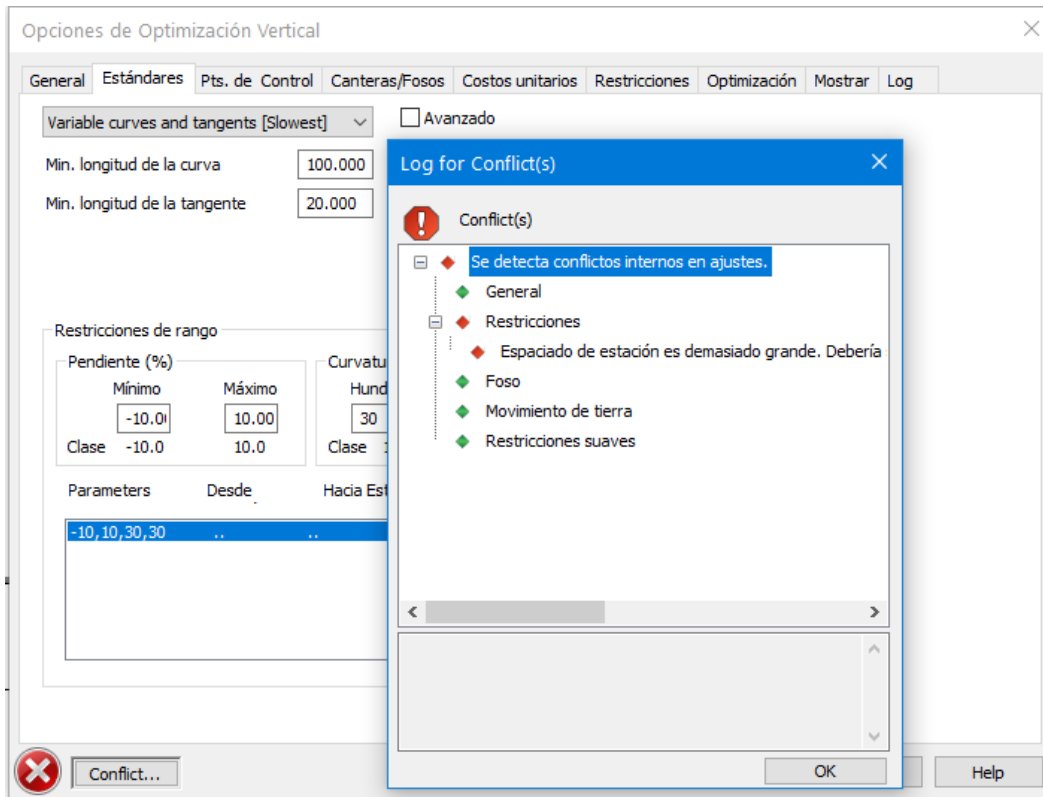
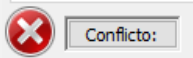


Figura 5-6: Conflicto Causado por Base de Curva Más Corta que el Espaciado de Muestreo

- d. Presione **OK** para cerrar el cuadro de conflictos.

Nota: Muchos conflictos entre especificaciones y restricciones serán detectados automáticamente y reportados en el registro de conflictos. Por ejemplo, al definir un punto de control con una pendiente mayor que la definida en los estándares generará un conflicto.



9. Ensaye con diferentes parámetros para ver los resultados.

En resumen, al acortar la *Longitud de Base* (mayor *precisión*), las curvas son más granulares y por lo tanto más flexibles. Mientras esto produce la solución de mejor alineamiento para todos los tipos de curva, es también la más lenta.

10. Presione **Cancelar** para salir del cuadro de diálogo.

La lista de información ha sido configurada para mostrar el tiempo de optimización (*Tiempo de Proceso*).

	Hor...	Unidades
	Ensayo 4	
Costo total	419.15	1000's \$
Costo del corte	343.58	1000's \$
Costo del Relleno	60.22	1000's \$
Costo del Transp./Acarreo	15.35	1000's \$
Costo de preparación del Foso	0.00	1000's \$
Acarreo Gratuito volumen (Total)	29452.01	Cu. m.
Overhaul volumen	2014.33	Cu. m.
Endhaul volumen	3.69	Cu. m.
Fecha y hora de la último alineamiento	Fri Dec ...	
Tiempo de Proceso	00:00:13	HH: MM: SS

Figura 5-7: El Tiempo de Proceso Puede ser Agregado a la Lista de Información

11. Seleccione los alineamientos uno a la vez y observe el *Tiempo de Proceso* en la lista.

Los tiempos de las tres optimizaciones, en el computador del autor, se muestran abajo:

Ensayo 2	Curvas [Rápido]	3.52	Segundos
Ensayo 3	Curvas y tangentes [Lento]	24.79	Segundos
Ensayo 4	Curvas y tangentes variables [Más Lento]	54.33	Segundos

Tabla 5-1: Comparación de Tiempos de Optimización para Diferentes Tipos de Curvas

Note que estos tiempos no incluyen el tiempo de pre-proceso, el cual es aproximadamente constante: 30 segundos para los tres.

Nota: es posible crear un problema complejo cuyo cálculo pueda tomar días o que cause un agotamiento de memoria.

En este punto es posible re-optimizar para ver cuánto tiempo le toma al computador. También es interesante experimentar con algunos de los parámetros de curvas que se han discutido.

12. Archivo | Salir. No guarde los cambios.

6. Acarreo Óptimo

Cuando *Softree Optimal* calcula el costo de un alineamiento, se determinan las instrucciones para el movimiento de materiales. Esto es llamado *Acarreo Óptimo (OptiHaul)*. El *Acarreo Óptimo* es una descripción detallada de cómo el material es movido a lo largo del alineamiento, y desde/hacia los sitios de préstamos/desecho.

Diagrama de Masas

El *Diagrama de Masas* es una herramienta tradicional y valiosa para el diseño vial. Algunas de las cantidades calculadas con el *Acarreo Óptimo* son incluidas automáticamente en el diagrama de masas.

1. Abra la aplicación *Softree Optimal* .
2. *Archivo | Abrir*. Seleccione **Hart Rd optimal.dsnx**. Presione *Abrir*.

Despliegue de Sitios de Préstamo/Desecho

El alineamiento actual, *V-align 1*, posee varios sitios de préstamo/desecho definidos. Estos sitios fueron usados durante el cálculo del *Acarreo Óptimo* (calculado automáticamente al abrir el archivo) y el diagrama de masas muestra estas cantidades como líneas verticales en la gráfica.

3. En el *Explorador de Proyectos*, expanda el árbol del *V-Align 1* y seleccione la rama *Préstamo/Desecho*, como se muestra debajo.

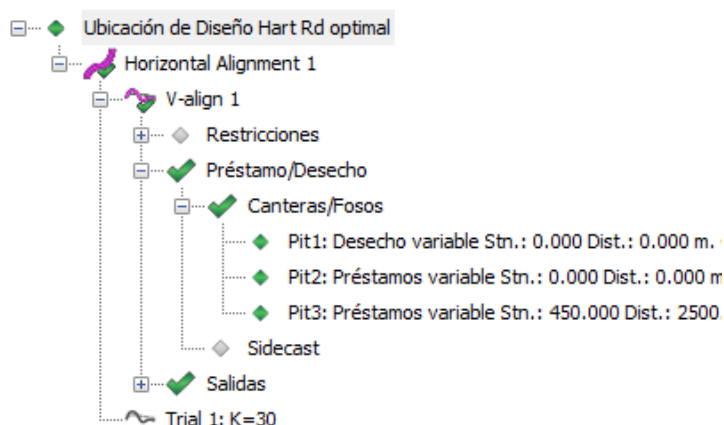


Figura 6-1: Sitios de Préstamo y Desecho

Esto mostrará los sitios de préstamo/desecho en la ventana de Perfil (Sub-ventana de *Acarreo Óptimo*).

-  denota un sitio de desecho.
-  denota un sitio de préstamo.
-  denota un sitio de préstamo y desecho.

4. Habilite las etiquetas de los ejes en la Ventana de Perfil (opcional)
 - a. Haga clic derecho en la ventana de Perfil y seleccione *Opciones de Perfil*.
 - b. Habilite la opción de *Cuadrícula* (abajo a la izquierda).
 - c. Presione *OK* para cerrar el cuadro de *Opciones de Perfil*.

La pantalla deberá ser similar a la figura de abajo. Es posible que tenga que ejecutar el *Re-Costo* si el diagrama de masas está desactualizado.

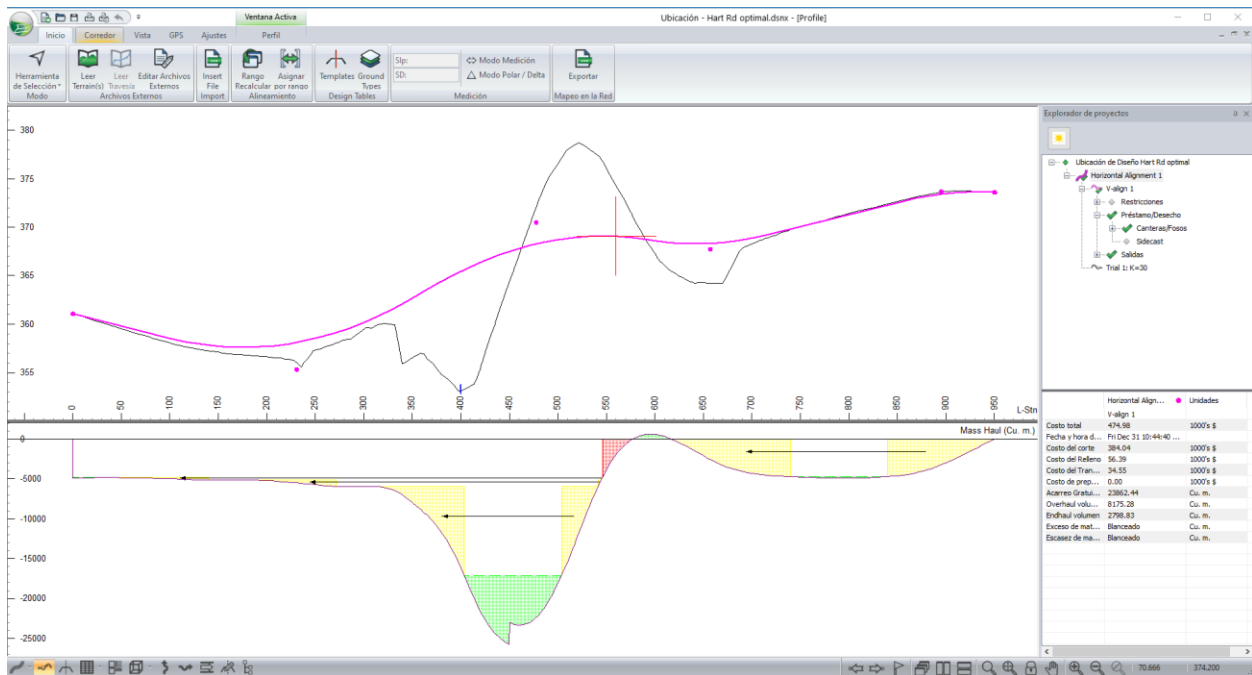


Figura 6-2: Sitios de Préstamo y Desecho Asignados y Diagrama de Masas

5. Haga clic derecho en *Opciones Verticales...* y seleccione la pestaña *Canteras/Fosos*.

Opciones de Optimización Vertical

General | Estándares | Pts. de Control | **Canteras/Fosos** | Costos unitarios | Restricciones | Optimización | Mostrar | Log

Añadi. | Remover

NOTA: Para obtener una carretera balanceada internamente, no defina ningún foso.

Pit1: Desecho variable Stn: 0.000
 Pit2: Préstamos variable Stn: 0.000
 Pit3: Préstamos variable Stn: 450.000 Rock p

☐ Extracc. ☒ Volumen variable (foso inteligente)
☒ Desecho

El Foso recibirá materiales si es requerido por el cálculo de la distancia óptima.

Comentario:

Figura 6-3: Sitios de Préstamo/Desecho para el Alineamiento Seleccionado

En el capítulo 4 se encontraron un déficit de roca sólida (SR) y un exceso de grava (GR). El sitio de desecho en la estación 0.0 está tomando el exceso de GR, mientras que el sitio de préstamo en la estación 450.0 está suministrando la SR. El diagrama de masas refleja estas extracciones/inserciones de volúmenes.

6. Presione *Cancelar* para cerrar el cuadro de diálogo.

Diagrama de Acarreo Óptimo

El *Diagrama de Masas* no expone completamente la “receta” para el acarreo óptimo. No muestra los detalles del movimiento de materiales entre estaciones y no tiene en cuenta el concepto de *calidad* del material en el caso de materiales múltiples. El *Diagrama de Acarreo Óptimo* aborda ambas deficiencias.

El *Diagrama de Acarreo Óptimo* ilustra el movimiento de materiales tal como lo determina la aplicación de Softree Optimal.

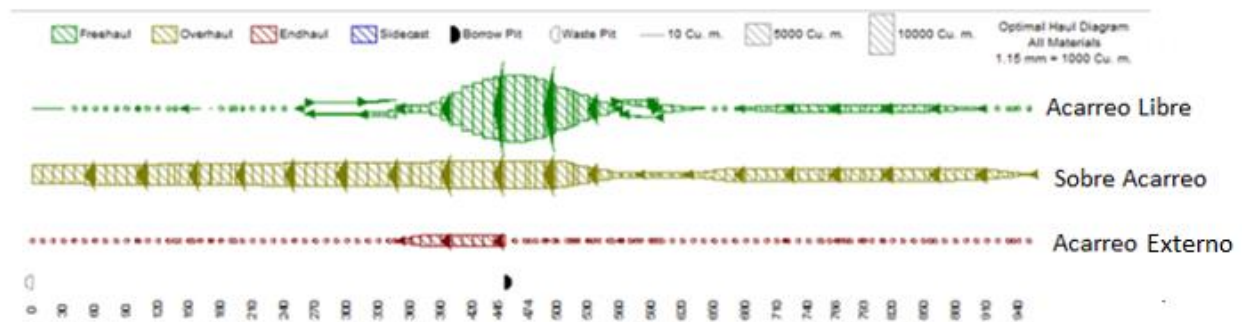


Figura 6-4: Diagrama de Acarreo Óptimo

Propiedades del Diagrama de Acarreo Óptimo

- Una flecha hacia la izquierda indica que el material es movido hacia el comienzo del alineamiento, o en números decrecientes de estación. Una flecha hacia la derecha indica que el material es movido hacia el final del alineamiento, o en números ascendentes de estación.
- La amplitud de la flecha indica el volumen del material movido. Al colocar el cursor sobre las flechas, es posible ver los volúmenes correspondientes. Si la amplitud de la flecha decrece, de una sección a la siguiente, esto significa que el material ha sido usado para relleno. De igual manera, si la amplitud aumenta, esto significa que el material ha sido cortado/extraído.
- Existen al menos tres líneas de flujo: una para *Acarreo Libre*, una para *Sobre Acarreo*, y otra para *Acarreo Externo*. Al pasar el cursor sobre las etiquetas correspondientes, es posible leer los volúmenes totales para cada categoría. Estos volúmenes deben ser iguales a los valores mostrados en el área de reporte o en el panel de alineamientos.
- Debajo de la línea de acarreo externo, los sitios de préstamo y desecho son representados con medios círculos. Medios círculos negros (a la derecha) representan sitios de préstamo; Medios círculos blancos (a la izquierda) representan sitios de desecho. Para sitios de exceso y déficit, se usa el color rojo. Al pasar el cursor sobre los medios círculos es posible obtener los volúmenes extraídos o desechados. Al pasar el cursor sobre las etiquetas *Sitio de Préstamo/Desecho*, es posible observar los volúmenes totales correspondientes.

Ejemplo de Diagrama de Acarreo Óptimo

La pantalla debe mostrar el perfil y el diagrama de masas.

7. Para agregar la sub-ventana de perfil.

- Haga clic derecho en la Ventana de *Perfil* y seleccione *Opciones de Perfil*.
- Bajo *Sub-Ventana* (al lado derecho) presione el botón *Seleccionar* para mostrar la lista de sub-ventanas disponibles.
- Seleccione *Acarreo Óptimo* y presione *Agregar*.

El Acarreo Óptimo (Opt. Haul) será movido de *Disponible a Seleccionado*.

- Presione *OK* para cerrar el cuadro de diálogo.
- Presione *OK* de nuevo para cerrar las opciones de Perfil.

El diagrama de acarreo óptimo ahora parece debajo del diagrama de masas, de manera similar a la figura de abajo.

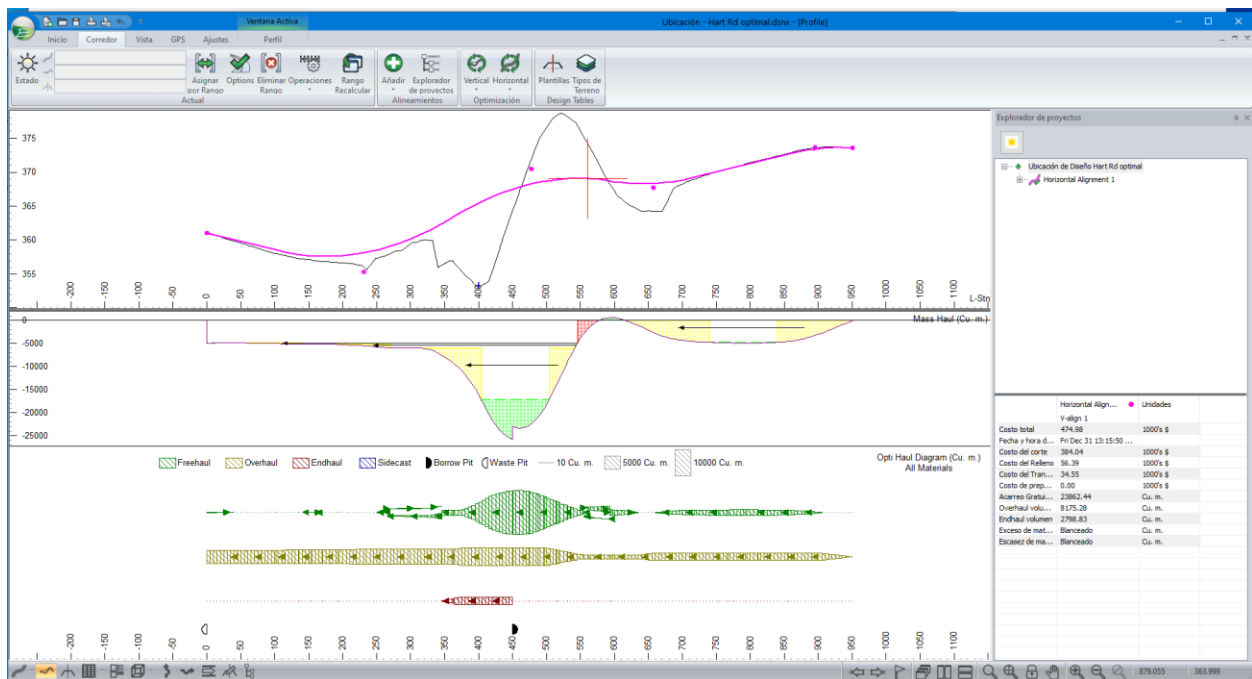


Figura 6-5: Diagrama de Acarreo Óptimo (Todos los Materiales Seleccionados)

- Para hacer el diagrama de acarreo óptimo un poco más alto:
 - Haga clic derecho en la sub-ventana del diagrama de Acarreo Óptimo y seleccione *Opciones de Acarreo Óptimo*.
 - Configure la *Altura* a **20** (como en la figura de abajo); note los otros controles disponibles.
 - Presione *OK* para aceptar y salir.

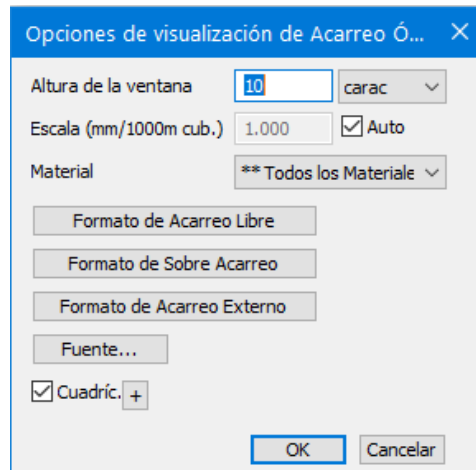


Figura 6-6: Opciones de Acarreo Óptimo

- d. Si es necesario, haga clic y arrastre la barra divisoria para hacer más espacio.

Ahora se analizará alguna información disponible en esta sub-ventana. Primero, es posible apreciar dónde y cuánto material está siendo movido. En este ejemplo, esto puede ser similar al diagrama de masas, pero no siempre es el caso.

Se nota que el material está siendo extraído del sitio en la estación 450.0 y movido una distancia corta hacia la izquierda. Esto es mostrado como *Acarreo Externo* (Endhaul) debido a que el sitio de préstamo se definió con una *distancia de acceso* de 2500m (medida del alineamiento al sitio de préstamo).

9. Al pasar el cursor sobre el diagrama se muestran los volúmenes:

- a. Sobre la etiqueta de *Acarreo Libre* para mostrar materiales y volúmenes.

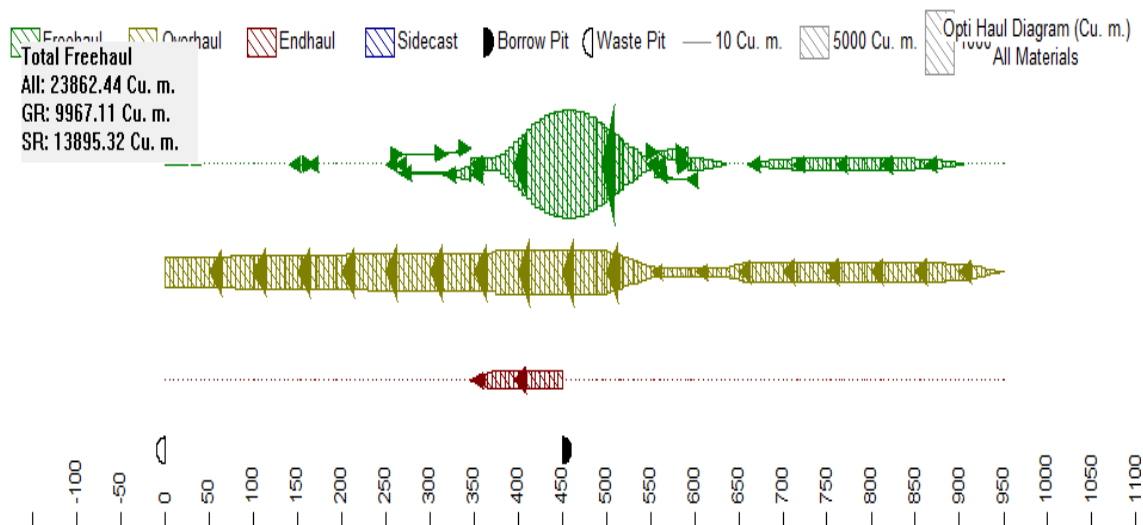


Figura 6-7: Globo de Ayuda Mostrando el Total del Volumen Movido

- b. De igual manera, al pasar el curso sobre las etiquetas de *Sobre Acarreo*, *Acarreo Final*, *Descarga Lateral*, *Préstamo* y *Desecho*.

- c. Pase el cursor sobre el cuerpo del diagrama para ver el volumen del material movido al pasar la estación correspondiente.
- d. Finalmente, pase el cursor sobre los sitios de Préstamo  y Desecho  para ver sus cantidades respectivas.

Hasta ahora, se han estado mostrando los materiales en una sola gráfica. En los pasos siguientes, se elegirá el movimiento de un solo material.

10. Para mostrar el movimiento del material grava (GR) en el diagrama:

- a. Haga clic derecho en la sub-ventana y elija las *Opciones de Acarreo Óptimo*.
- b. Elija Grava en la lista.
- c. Presione *OK* para salir.

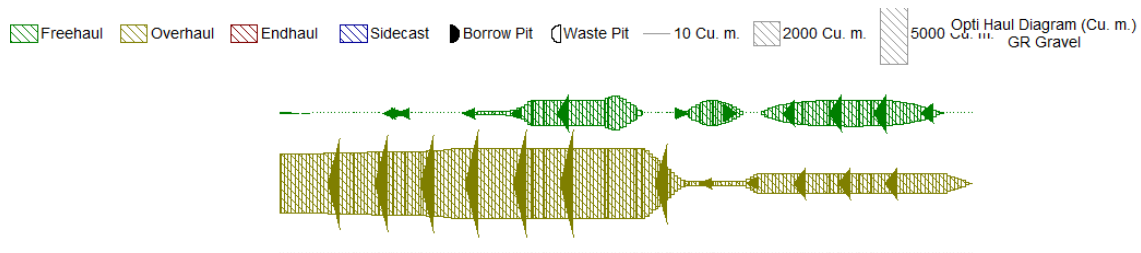


Figura 6-8: Diagrama de Acarreo Óptimo para el Material Grava (GR)

Ahora los volúmenes reportados son solamente para grava. Observe que el sitio de préstamo en la estación 450.0 no es visible ahora; dicho sitio es de roca sólida (SR).

11. *Archivo | Salir*. No guarde los cambios.

Exportación de Datos de Acarreo Óptimo

El diagrama de Acarreo Óptimo (ejercicio previo) y los globos de ayuda son útiles mientras se diseña, pero también es necesario generar reportes numéricos. El ejemplo siguiente muestra la exportación de toda la información contenida en el diagrama a una hoja de cálculo.

1. Abra la aplicación Softree Optimal .
2. *Archivo | Abrir*. Seleccione **Hart Rd optimal haul.dsnx**. Presione *Abrir*.
3. Expanda el árbol para encontrar *V-Align 1*, haga clic derecho y seleccione *Re-Costo*.
4. Para exportar los datos de Softree Optimal:
 - a. Haga clic derecho en el diagrama de Acarreo Óptimo y seleccione *Copiar Opciones de Acarreo Óptimo al portapapeles*. Alternativamente, use menú *Archivo | Guardar Como* y elija el tipo de archivo *Opti Haul (*.csv)*.

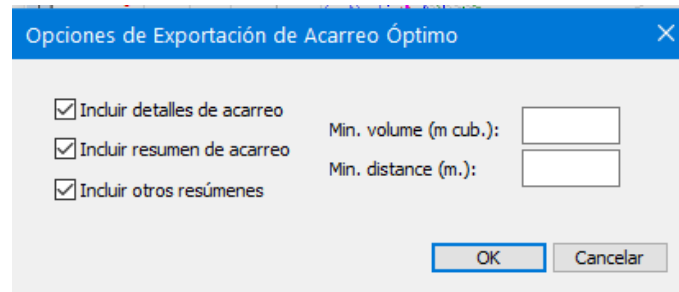


Figura 6-9: Opciones de Exportación de Acarreo Óptimo

- b. Seleccione las tres opciones disponibles.
 - a. *Incluir otros resúmenes:*
 - i. *Resumen de Costos,*
 - ii. *Resumen de Volúmenes,*
 - iii. *Resumen de Sitios de Préstamo/Desecho,*
 - iv. *Resumen de Acarreos.*
 - b. *Incluir detalles de acarreo:*
 - i. *Detalles de movimiento,*
 - ii. *Detalles de sitios de préstamo/desecho.*
 - c. *Incluir resumen de acarreo:*
 - i. *Resumen detallado de movimiento.*
- c. Presione OK para continuar.
5. Abra una hoja de cálculo (como Microsoft Excel) y *pegue*.

Las primeras líneas de la hoja de cálculo contienen un resumen del contenido. Este es un poco más detallado que la información contenida en el panel de alineamiento.

Resumen de Costos

Resumen de Costos					
	Acarreo	Corte	Relleno	Preparación de Sitio	Atributos
Total	34551.89	384040.47	56386.42	0	0
Grava (GR)	13717.69	68376.73	24450.16		
Roca Sólida (SR)	20834.2	315663.74	31936.27		

Tabla 6-1: Extracto de Salida de Acarreo Óptimo: Resumen de Costos

El total de costos está disponible en el área de información del panel de alineamiento; sin embargo, esta tabla muestra los costos por material. El ítem costo de *Preparación de Sitio* es la suma de los costos de todos los sitios.

Resumen de Volúmenes

Resumen de Volúmenes							
	Corte	Préstamo	Déficit	Relleno	Desecho	Exceso	Descarga Lateral (Sidecast)
GR	17094.18	0	0	-12225.08	-4869.11	0	0
SR	14943.54	2798.83	0	-17742.37	0	0	0
OB	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 6-2: Extracto de Resumen de Volúmenes

Esta tabla reporta todas las categorías de fuente de materiales (positiva) y usos o desechos (negativa). La suma para cada material es cero; esto indica conservación de masa.

- **Corte:** excavación en la vía.
- **Préstamo:** material proveniente de un sitio de préstamo definido por el usuario.
- **Déficit:** material proveniente de un sitio definido por el sistema (último recurso).
- **Relleno:** material usado para terraplén (en la vía).
- **Desecho:** material descargado en un sitio definido por el usuario.
- **Exceso:** material descargado en un sitio definido por el sistema (último recurso).
- **Descarga Lateral (Sidecast):** material descargado a lo largo del corredor vial (al lado opuesto de la excavación).

Resumen de Sitios de Préstamo/Desecho

Resumen de Sitios de Préstamo y Relleno			
	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3
Número de Estación	0	0	450
Distancia	0	0	2500
GR	-4869.11	0	0
SR	0	0	2798.83
OB	0	0	0

Tabla 6-3: Extracto de Resumen de Sitios de Préstamo/Desecho

Esta tabla contiene volúmenes totales de material extraído de sitios de préstamo (positivo) y depositado en sitios de desecho (negativo). Para ver cómo el material es movido, vaya a la sección *Detalles de Sitios* en la parte inferior de la hoja de cálculo.

Resumen de Acarreo (Movimiento)

Resumen de Acarreo						
	Corte	Carga en Sitio de Préstamo	Descarga en Estación (con movimiento)	Descarga en Sitio de Desecho	Descarga en la misma Estación (sin movimiento)	Descarga Lateral (sin movimiento)
GR	17094.18	0	-9180.25	-4869.11	-3044.82	0
SR	14943.54	2798.83	-17742.37	0	0	0
OB	0	0	0	0	0	0

Tabla 6-4: Extracto de Resumen de Acarreo

Esta tabla reporta los volúmenes totales de material movido. En lugar de definir todos los tipos de movimiento posibles (sitio a vía, vía a vía, descarga lateral, etc.), se define carga (positiva) y descarga (negativa). El material es manipulado por el equipo de movimiento de tierra; el equipo *carga* material, lo *mueve* y lo *descarga*.

De nuevo, la suma de cada fila es cero.

Un Modelo de Movimiento

La hoja de cálculo sigue la información detallada de movimiento entre estaciones (*Detalles de Movimiento*) y de sitios de préstamo/desecho (Sección de Detalles de Sitios). Para entender esta sección (y el resumen de movimiento de arriba), se considera el movimiento de material como una serie de seis bandas transportadoras que mueven el material hacia adelante y hacia atrás como se muestra abajo:

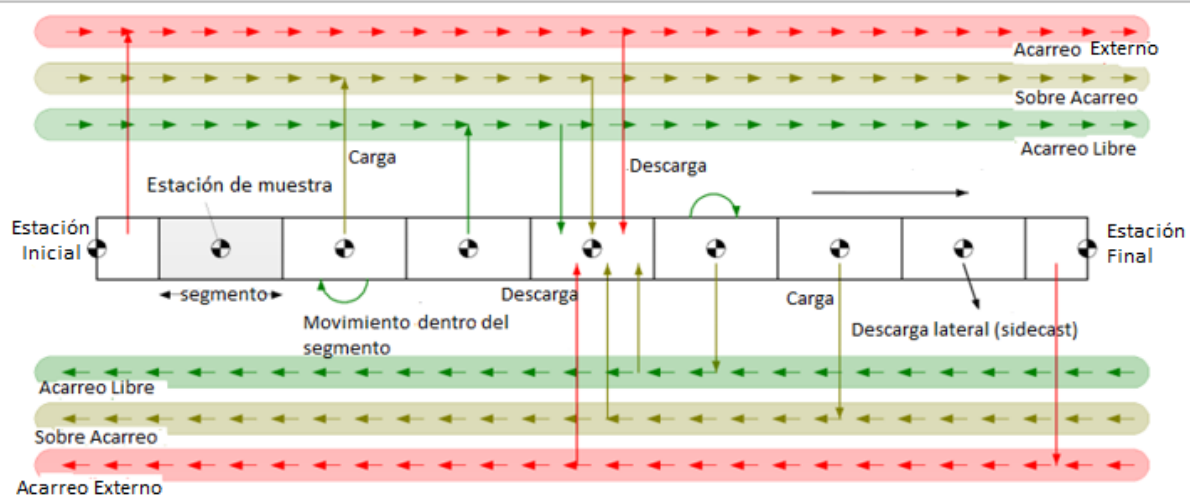


Figura 6-10: Esquema de Movimiento de Materiales Mediante Bandas Transportadoras

Las bandas de *Acarreo Libre* mueven material en distancias cortas (tal vez representando un bulldozer); la banda de *Sobre Acarreo* maneja distancias medias (representando una niveladora o equipo similar); la banda de *Acarreo Externo* representa distancias mayores (cargadores y volquetas).

Los cálculos de acarreo óptimo se basan en áreas de sección transversal en las estaciones muestreadas; para generar volúmenes, se crean *segmentos* para cada estación muestreada.

MOVIMIENTO INTERNO

El esquema mostrado arriba incluye movimientos de material dentro del corredor vial (esto es llamado movimiento *interno*). El material excavado dentro del segmento puede ser:

- Usado como relleno en el mismo segmento (distancia cero).
- Descarga Lateral - Sidecast (distancia cero).
- Cargado en una de las seis bandas transportadoras.

La banda transportadora usada depende de la distancia (y de la dirección) a la que debe ser movido el material. El material para terraplén debe ser *descargado* de la banda o debe provenir del mismo segmento.

MOVIMIENTO EXTERNO

El esquema no incluye el movimiento externo, pero no es difícil de imaginar:

- Sitios de Préstamo pueden *cargar* material en la banda.
- Sitios de Desecho pueden *descargar* material de la banda.

MATERIALES MÚLTIPLES Y BALANCE

Todo el material excavado (en un sitio de préstamo o en la vía) debe ser colocado en algún otro lugar (en la vía, sitio de desecho o descargado lateralmente - sidecast); las cantidades deben balancearse. Esto es cierto para cada uno de los materiales individualmente.

RESUMEN DE MOVIMIENTO DETALLADO

La última sección de la hoja de cálculo contiene un resumen de movimiento detallado, el cual comprende la información contenida en el modelo de movimiento, e un formato más útil.

Detailed movement summary									
Material	Vol moved	Cut Stn1	Cut Stn2	Fill Stn1	Fill Stn2	Distance	Type	Direction	Comment
GR	3.07	30	35	35	45	6.715	Freehaul	Push	
GR	1.25	165	170.806	170.806	175	5	Freehaul	Push	
GR	2047.65	555	595	595	640	52.565	Freehaul	Push	
GR	0.13	0	0.1	0	0	0	Freehaul	Push	Mvt to Pit
GR	2076.09	785	905	655	785	185	Freehaul	Pull	
GR	735.74	485.605	496.887	445	455	44.999	Freehaul	Pull	
GR	1701.45	459.517	485.605	300	346.114	147.353	Freehaul	Pull	
GR	294.58	455	459.517	246.31	285	203.127	Freehaul	Pull	
GR	9.97	285	300	245	246.31	44.901	Freehaul	Pull	
GR	6.3	150	165	136.024	150	15.672	Freehaul	Pull	
GR	46.05	0	25	0	0	14.04	Freehaul	Pull	Mvt to Pit
GR	1405.03	914.632	950	635	660	283.784	Overhaul	Pull	
GR	382.63	905	914.632	197.761	245	681.311	Overhaul	Pull	
GR	218.34	552.547	555	170.806	197.761	355.198	Overhaul	Pull	
GR	298.14	549.196	552.547	35	140	458.068	Overhaul	Pull	
GR	4822.93	495	549.196	0	0	524.652	Overhaul	Pull	Mvt to Pit
SR	90.65	265	325	346.114	350	49.567	Freehaul	Push	
SR	13804.67	460	592.758	370	445.032	114.364	Freehaul	Pull	
SR	1048.21	855	950	365	375	540.655	Overhaul	Pull	
SR	2798.83	450	450	346.114	370	2588.923	Endhaul	Pull	Mvt from I

Tabla 6-5: Extracto de Resumen de Movimiento Detallado

Nota: El resumen de movimiento detallado es presentado con el mismo formato que los ítems en el Diagrama de Masas (Haga clic derecho en el Diagrama de Masas y seleccione *Copiar Diagrama de Masas al Portapapeles*).

6. Archivo | Salir. No guarde los cambios.

7. Sitios Dinámicos de Préstamo y Desecho (Smart Pits)

Este ejemplo ilustra dos propiedades clave de los sitios dinámicos o inteligentes:

- Pueden ser configurados con *volumen variable*.
- Pueden tener costos de *preparación del sitio* definidos.

1. Abra la aplicación *Softree Optimal* .
2. Archivo | Abrir. Seleccione **Hart Rd optimal haul.dsnx**. Presione *Abrir*.
3. Expanda el árbol y haga clic derecho en *V-Align 1*, haga clic derecho y *Re-Costo*.

Se nota que el diagrama de masas está balanceado. Esto se debe a que los sitios se definieron como de *volumen variable*.

4. Par a ver las propiedades de los sitios en el alineamiento actual:
 - a. Con *V-align 1* aún seleccionado, presione el botón de *Opciones Verticales* y seleccione la pestaña de *Canteras/Fosos*.

Note que los tres sitios fueron definidos con *volumen variable* (*sitios dinámicos*).

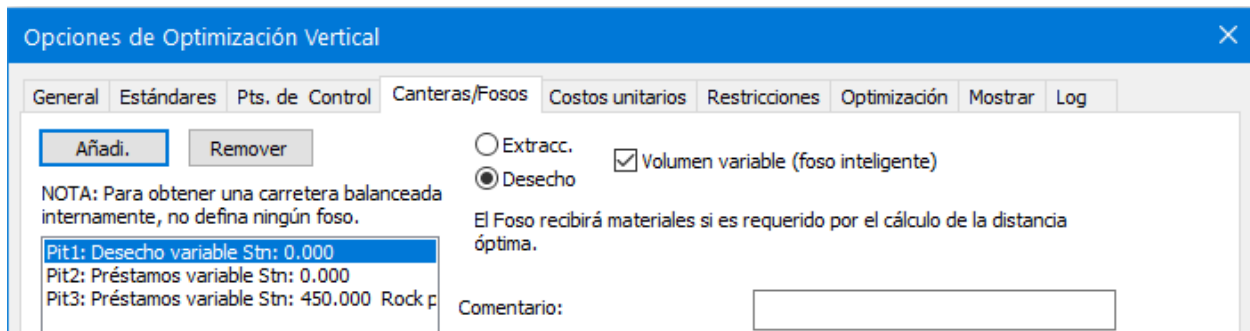


Figura 7-1: Sitios Préstamo y Desecho para el Alineamiento Seleccionado

- b. Presione *Cancelar* para cerrar el cuadro.

Nota: Es también posible tener acceso al cuadro de diálogo de *Canteras/Fosos* desde *Corredor | Asignar Por Rango*.

5. Modifique ligeramente el alineamiento vertical:
 - a. Haga clic derecho en la Ventana de perfil y cambie a *Añadir/Editar Herramienta IP*.
 - b. Mueva el cursor sobre un VIP  (indicado con un círculo magenta); note que el cursor cambia a un cuadro .
 - c. Haga clic para capturar el VIP.
 - d. Mueva levemente el punto y haga clic para anclarlo.

El diagrama de masas no está balanceado ahora; *Softree Optimal* actualiza automáticamente los volúmenes, pero no recalcula el Acarreo Óptimo (esa opción está inhabilitada en este ejemplo).

6. Ejecute un *Re-Costo* del alineamiento actual.

Note que el diagrama de masas está ahora balanceado; los volúmenes de los sitios han sido actualizados para logra el balance (ver abajo).

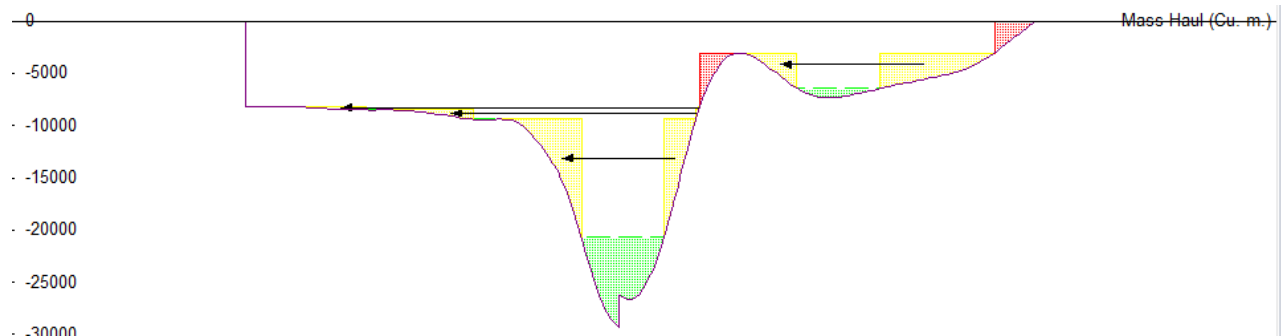


Figura 7-2: Diagrama de Masas Balanceado

7. *Archivo* | *Salir*. No guarde los cambios.

Sitios Dinámicos, Continuación

Softree Optimal también puede decidir cuál sitio debe ser usado si existen varios.

1. Abrir la aplicación *Softree Optimal* .
2. *Archivo* | *Abrir*. Seleccione **Hart Rd optimal haul.dsnx**. Presione *Abrir*.
3. Expanda el árbol y haga clic derecho en *V-Align 1*, ejecute un *Re-Costo*.

En este punto, El sitio *Pit1* está siendo usado debido a que no existen más alternativas.

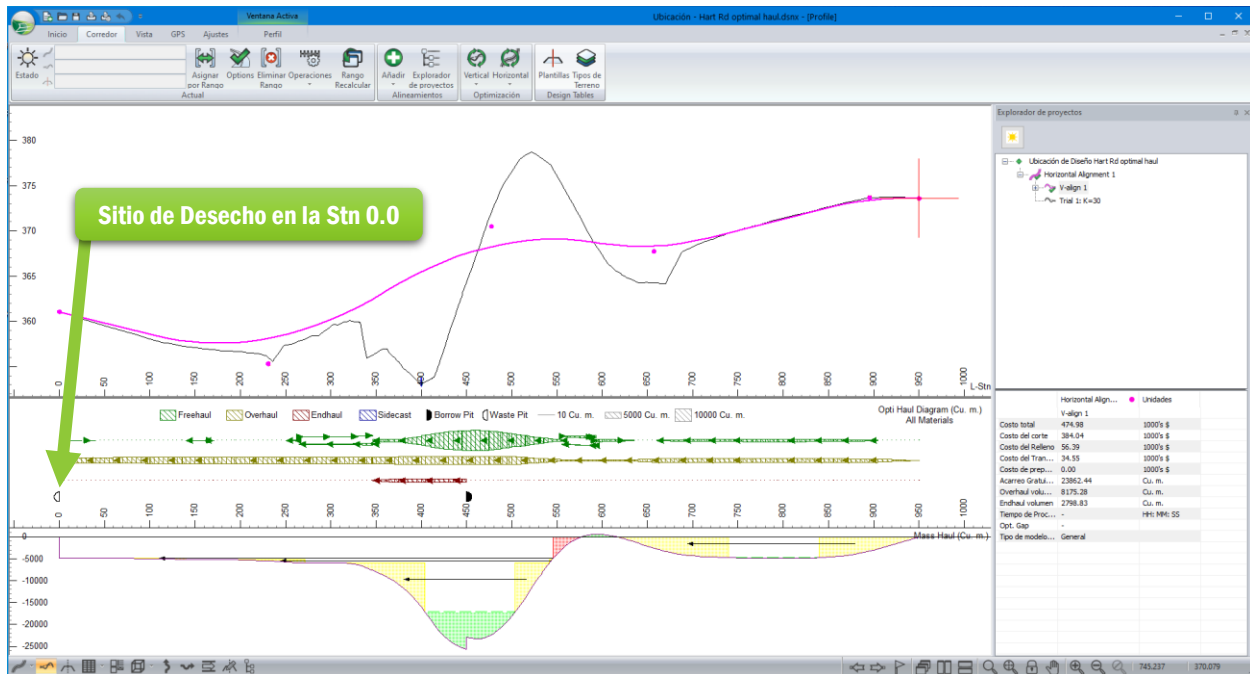


Figura 7-3: Sitio Único de Desecho en la Estación 0.0

4. Agregue sitios dinámicos de desecho en las estaciones **500** y **900**:
 - a. Asegure que *V-align 1* esté seleccionado.
 - b. Haga clic derecho, *Opciones Verticales* y seleccione la pestaña de *Canteras/Fosos*.
 - c. Presione el botón *Añadir* en el cuadro de diálogo.
 - d. Digite estación **500**, presione *OK* para aceptar y cerrar.
 - e. Asegure que las opciones *Desecho* y *Volumen Variable* son seleccionadas (figura de abajo).
 - f. Repita los pasos anteriores para crear otro sito de desecho en la estación **900**.

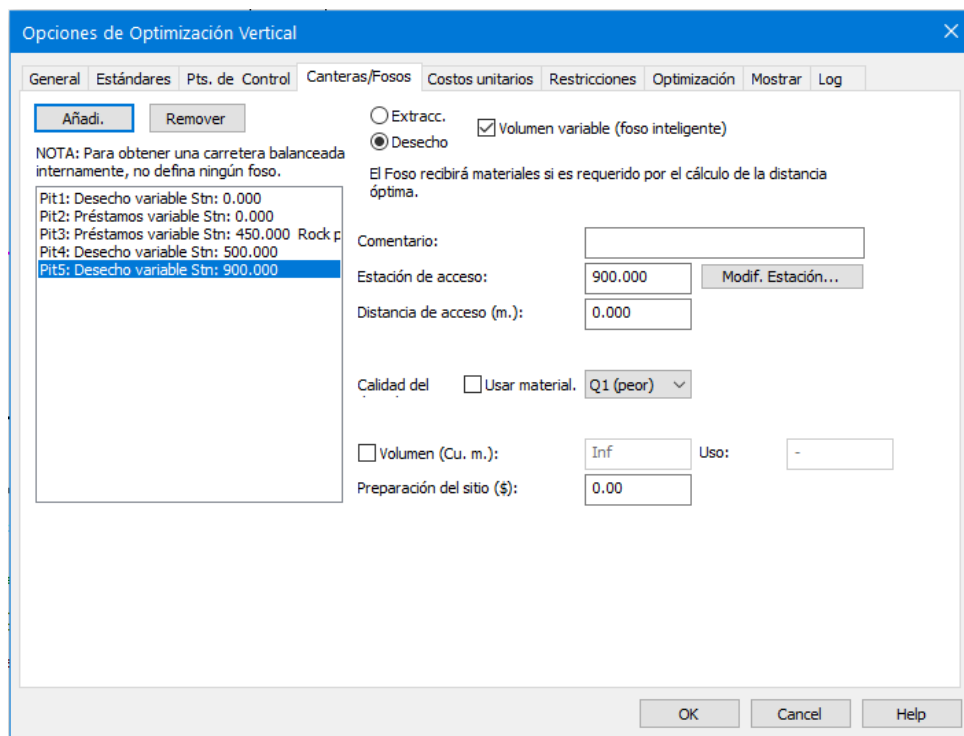


Figura 7-4: Sitios de Desecho Agregados

Note que la *Calidad* es **Q1 (peor)**; esto significa que cualquier material puede ser aceptado en este sitio. La *Capacidad* es configurada como **inf** (infinita); es posible limitar la capacidad del sitio al configurar esta propiedad. La *Preparación del sitio* es definida como cero por defecto.

- g. Presione **OK** para cerrar el cuadro de diálogo.

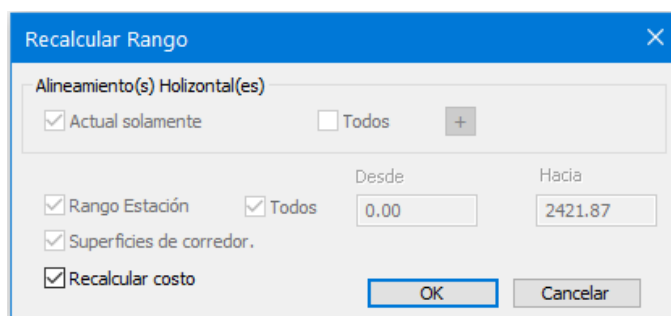


Figura 7-5: Recalcular Rango

- h. Habilite la opción *Re-Costo* dentro del cuadro de diálogo de *Recalcular Rango*.
- i. Presione **OK** para recalcular y actualizar el Acarreo Óptimo.

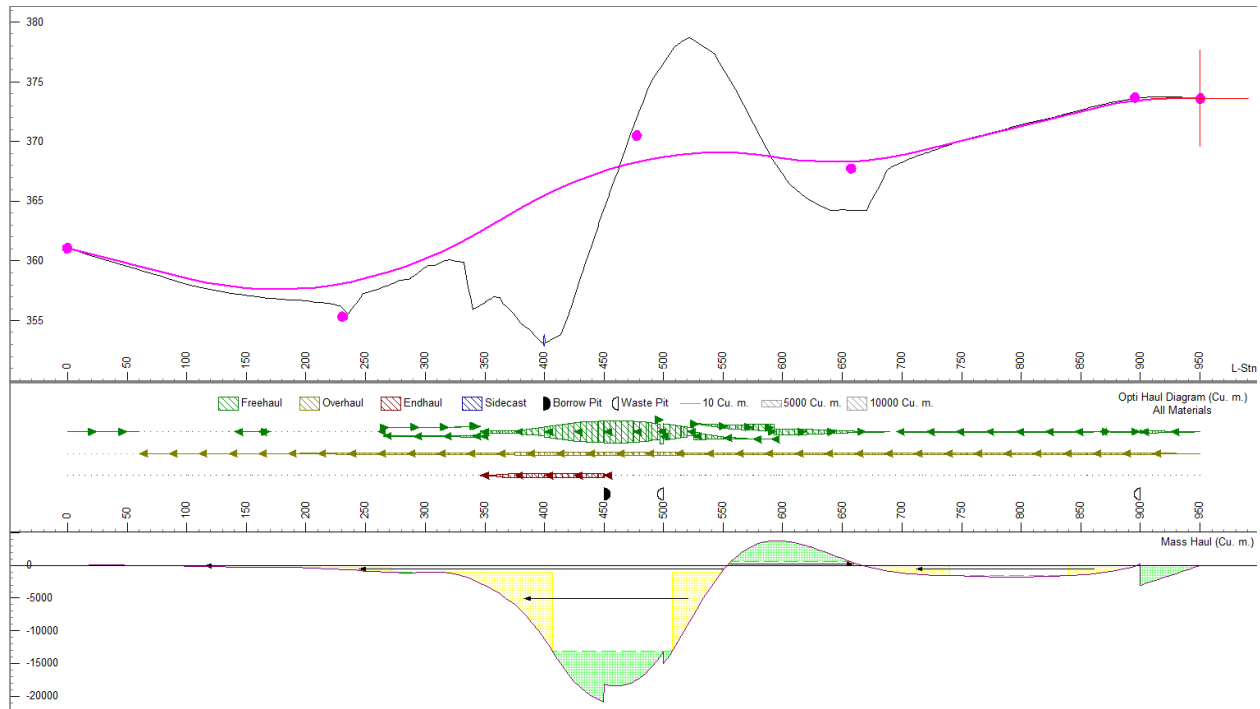


Figura 7-6: Sitios de Desecho en Estaciones 500 y 900.

Los nuevos sitios están ahora siendo usados, pero no el *Pit 1* en la estación **0**; esto reduce los costos de acarreo.

Ahora se agregarán costos de preparación de sitio para ver el impacto sobre el cálculo del acarreo óptimo.

5. Haga clic derecho en *V-Align 1*, seleccione *Opciones Verticales*. Seleccione la pestaña de *Canteras/Fosos*.
6. Seleccione *Pit 4: desecho variable*, digite **10,000** como el costo de preparación de sitio.
7. Digite el mismo costo para los sitios *Pit 1* y *Pit 5*.
8. Presione **OK** para aceptar el cambio como se muestra en la figura de abajo.

Opciones de Optimización Vertical

General Estándares Pts. de Control **Canteras/Fosos** Costos unitarios Restricciones Optimización Mostrar Log

Añadi. Remove

NOTA: Para obtener una carretera balanceada internamente, no defina ningún foso.

Pit1: Desecho variable Stn: 0.000
 Pit2: Préstamos variable Stn: 0.000
 Pit3: Préstamos variable Stn: 450.000 Rock p
 Pit4: Desecho variable Stn: 500.000
 Pit5: Desecho variable Stn: 900.000

☐ Extracc. ☒ Desecho ☒ Volumen variable (foso inteligente)

El Foso recibirá materiales si es requerido por el cálculo de la distancia óptima.

Comentario:

Estación de acceso: Modif. Estación...

Distancia de acceso (m.):

Calidad del ☐ Usar material.

☐ Volumen (Cu. m.): Uso:

Preparación del sitio (\$):

OK Cancel Help

Figura 7-7: Agregando Costo de Preparación de Sitio

9. Seleccione **OK** para recalcular el rango.

Note que el único sitio de desecho usado es el de la estación **900**; el cálculo del acarreo óptimo lo ha determinado así en este caso, el costo extra de acarreo es menor que el costo de preparación de los dos sitios nuevos.

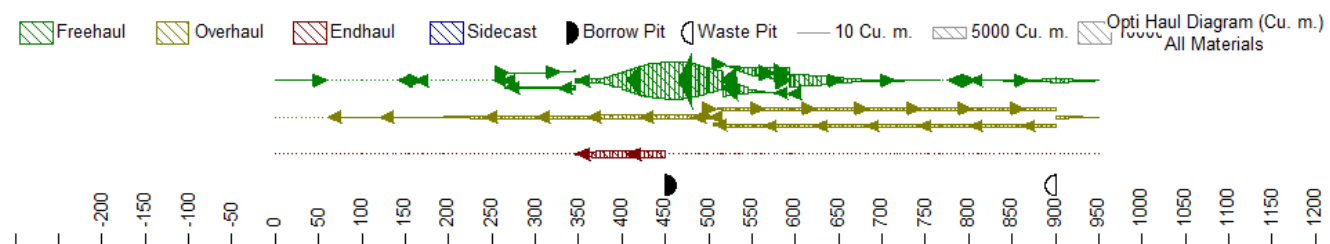


Figura 7-8: Diagrama de Acarreo Óptimo Mostrando el Uso de los Sitios de Préstamo y Desecho

10. Archivo | Salir. No guarde los cambios.

8. Estrategias de Optimización

Problemas Inviabiles

Es fácil restringir inadvertidamente el alineamiento vertical de manera que no sea viable. En general este es un problema difícil de diagnosticar, pero existen varias herramientas para ayudar a resolverlo.

Detección de Conflictos

A nivel de interfaz, *Softree Optimal* verifica en tiempo real la compatibilidad básica de las restricciones. Por ejemplo, verificará si un punto de control está situado dentro de la banda vertical de control que ha sido definida por el usuario. Cuando se detecta un conflicto, un botón que aparece en la parte inferior izquierda del cuadro de *Opciones de Optimización Vertical*; presione dicho botón para obtener una descripción del conflicto.

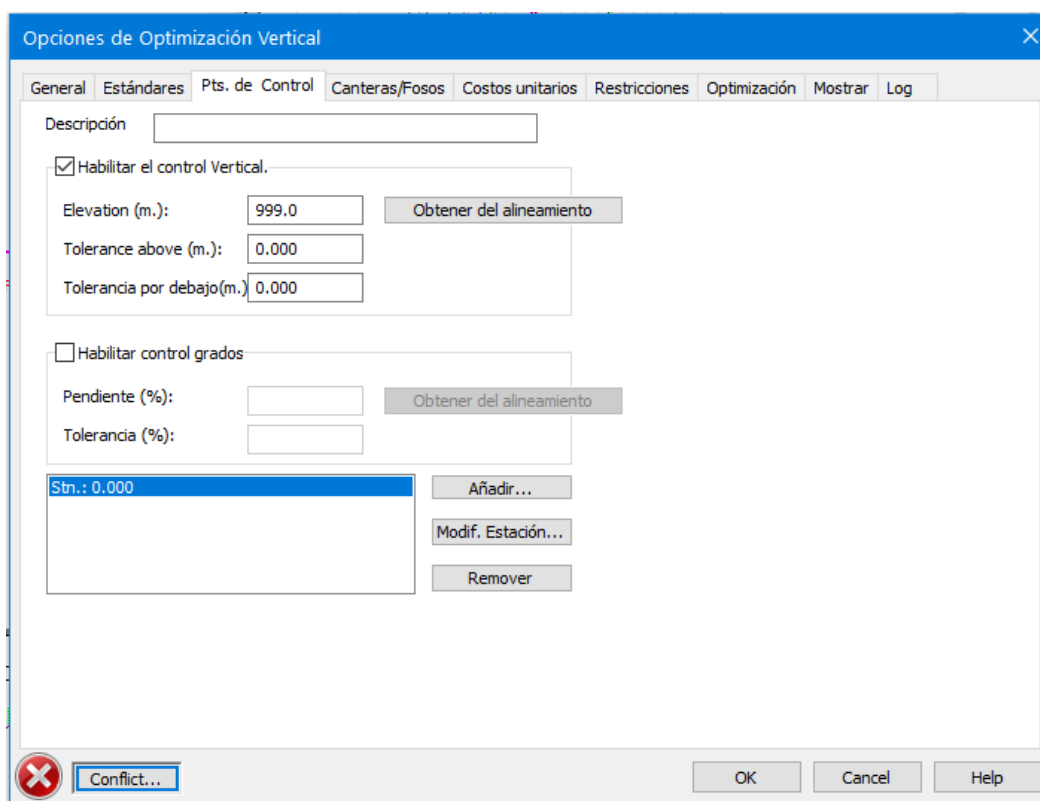


Figura 8-1: Conflicto Detectado

Nota: Si existe un conflicto, cualquier optimización fallará. Por lo tanto, los conflictos deben ser revisados.

Pruebas de Factibilidad

Cuando se presiona el botón *Proceso*, se da la opción de ejecutar un chequeo de *Factibilidad*.

- Si la banda vertical está actualizada o la opción de *Pre-Proceso* es seleccionada, entonces la *Factibilidad* tiene en cuenta todas las restricciones geométricas configuradas por el usuario y determinará si existe al menos un alineamiento que satisfaga dichas restricciones.

Nota: Si el chequeo de *Factibilidad* falla, el *Perfil Óptimo* también fallará.

- Si la banda está desactualizada, el chequeo de *Factibilidad* solamente considera:
 - *Estándares*,
 - *Puntos de Control*, si es aplicable,
 - *Corte Min*, si es aplicable,
 - *Relleno Min*, si es aplicable,
 - La banda vertical es calculada simplemente a partir de los límites verticales (*Opciones*, *Pestaña General*) y del alineamiento seleccionado (*Opciones*, *pestaña General*, *Centro de la Banda Vertical*).

Nota: En este caso, es posible que el chequeo de *Factibilidad* sea exitoso pero el *Perfil Óptimo* falle. Esto es debido a que no todas las restricciones son consideradas (por ejemplo, el *Derecho de Vía Horizontal - Hor. ROW*). La ventaja de esta prueba es que es más rápida porque no necesita el *Pre-Proceso*.

Si se ejecuta el chequeo de *Factibilidad* inmediatamente después de definir cada restricción, será claro cuál restricción está causando el conflicto.

Suavizado de Restricciones

Si el alineamiento no es viable, es necesario “suavizar” una o más restricciones. Suavizar una restricción es una manera fácil de lograrlo sin tener que cambiar alguno de los parámetros. El *Suavizado* solamente aplica a las restricciones geométricas de manera que no aplica a las restricciones de dirección de *Dirección* o de *Descarga lateral (Sidecast)*.

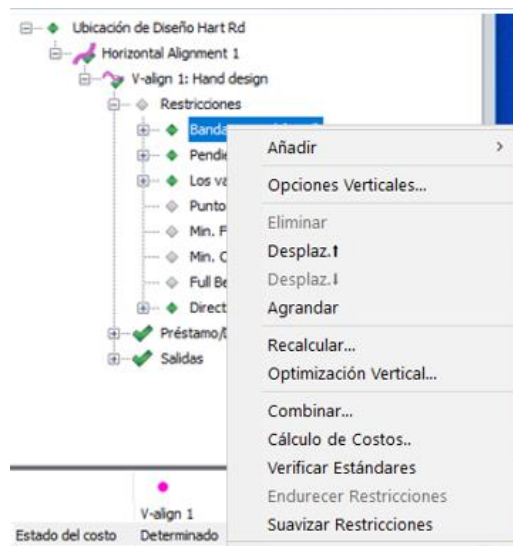


Figura 8-2: El Árbol de Alineamientos Incluye Opciones para Suavizar y Endurecer las Restricciones

La idea detrás el proceso de *suavizado* es permitir la violación de restricciones cuando éstas no puedan ser cumplidas, y luego reportar la información. Por ejemplo, el terreno puede ser muy quebrado para las pendientes máximas deseadas. Si se procesa para hallar un *Perfil Óptimo* con pendientes suavizadas, el registro del optimizador reportará dónde las pendientes máximas fueron excedidas.

Nota: Un alineamiento calculado cuando se ha usado una restricción suavizada no se debe considerar como óptimo.

Banda Vertical

La optimización es restringida a la *Banda Vertical* (o corredor) bien sea alrededor de la línea de terreno o del alineamiento seleccionado (*Opciones*, pestaña *General*, *Centro de la Banda Vertical*). La Banda Vertical está definida por los dos límites configurados en *Opciones* | pestaña *General* | *Control Vertical*.

Para mostrar la banda vertical, seleccione el alineamiento en la lista, expanda el árbol y seleccione *Banda Vertical*. La banda aparecerá en la ventana de Perfil.

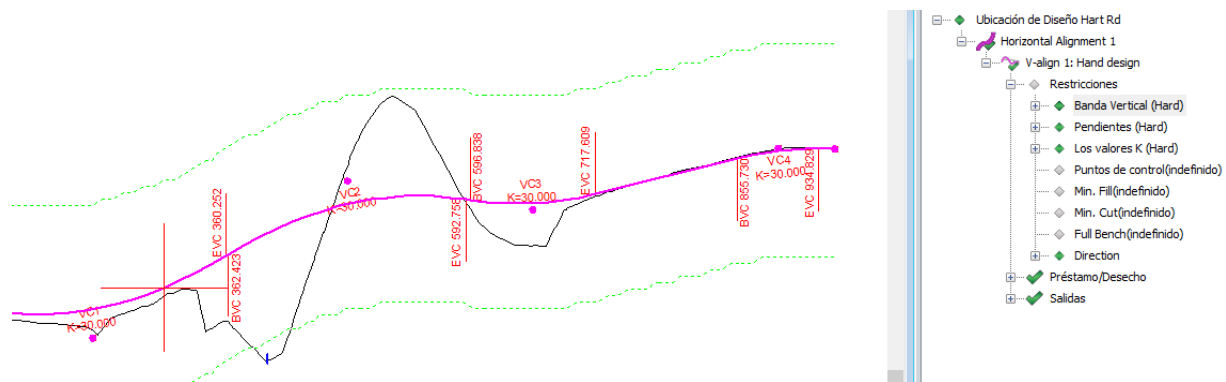


Figura 8-3: La Banda Vertical

Cuando *Restricciones* es seleccionada en el árbol, la banda vertical es modificada por todas las restricciones. En la figura de abajo, las restricciones a *Relleno Mínimo* (*Min. Fill*) y *Puntos de Control* están limitando la banda vertical.

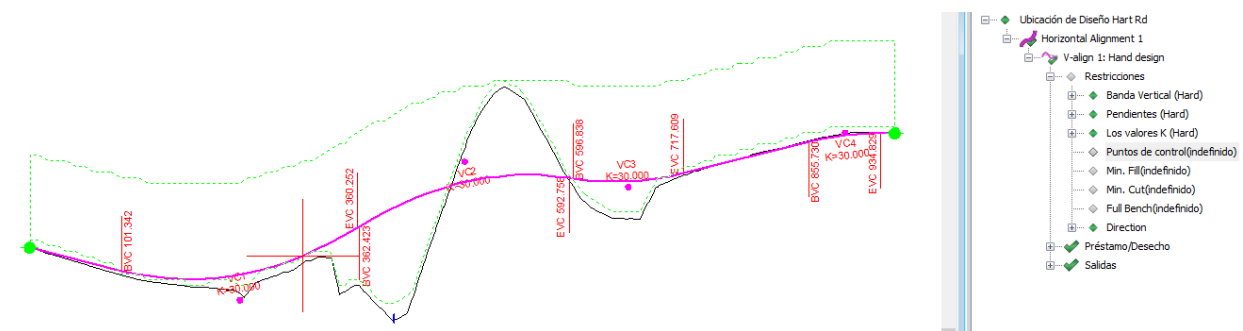


Figura 8-4: La Banda Vertical Cuando las Restricciones son Seleccionadas

Existe otra manera más sutil de restringir la banda vertical. Si la superficie subyacente no se extiende lo suficiente de manera horizontal, las secciones transversales pueden tener errores de pendiente (las pendientes de corte o relleno no cortan la superficie). En este caso, elevaciones potenciales que generan los errores de pendiente son removidas de la banda vertical, esto produce una banda vertical “real” más estrecha. La banda vertical “real” es la mostrada siempre que está disponible. El *Perfil Óptimo* hará un *Pre-Proceso* a todas las secciones transversales para verificar errores de pendiente.

Nota: *Corte en Ladera (Full Bench)*, *Derecho de Vía Horizontal (Hor. ROW)* y *Derecho de Vía Vertical (Vet. ROW)* solamente pueden ser visualizados con la banda vertical “verdadera”.

Nota: Si la banda vertical “verdadera” desaparece, puede ser necesario extender la superficie del modelo.

Nota: Después de una optimización exitosa, la solución óptima debe estar dentro de la banda vertical. Si el alineamiento optimizado está tocando la banda vertical, entonces la solución está siendo constreñida; probablemente existe una solución más económica si el alineamiento original es movido o se incrementa la amplitud de la banda.

Consideraciones de Precisión y Rapidez

La optimización puede tomar largo tiempo. No es difícil generar problemas que pueden tomar horas (o aún días) para resolverse. Desafortunadamente, no existe manera de saber de antemano el tiempo que tardará un problema o diseño específico.

Aquí algunas recomendaciones:

Recomendación 1: Comience usando *Curvas [Rápido]* (o *Polilínea*).

En la pestaña *Estándares*, comience usando *Curvas [Rápido]* (o *Polilínea*). Esto generará el costo menor posible para un conjunto dado de restricciones; use este costo y el perfil como su base de referencia para evaluar alineamientos futuros. Si el alineamiento es satisfactorio y una solución ha sido encontrada, cree un *Alineamiento Nuevo* y en él cambie a *Curvas y tangentes [Lento]* o a *Curvas y tangentes variables [Más Lento]*. Estas dos últimas opciones tardarán más tiempo en calcularse.

Recomendación 2: Configure el Espaciamiento con el Valor Recomendado

Teniendo en cuenta criterios de precisión, se debe usar la opción *Buscar buen espaciamiento* (en el cuadro de *Re-Costo*). Esta opción puede resultar en un número grande de secciones. En ese caso, hay dos opciones:

- Inhabilitar la opción *Todo* en *Pts. seleccionados* y posiblemente, incrementar el *Espaciamiento*. Esto acelerará el cálculo, pero reducirá la precisión.

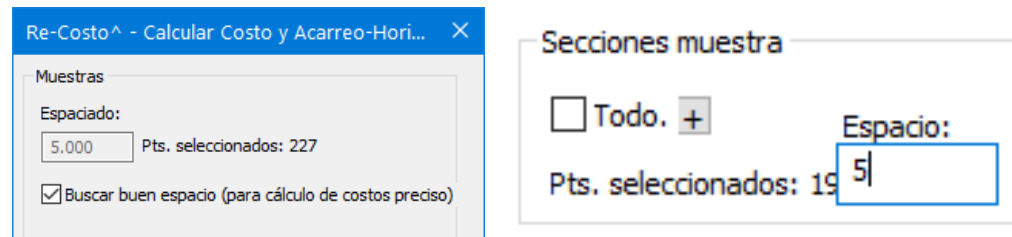


Figura 8-5: Recomendación Para el Espaciado

- Dividir el alineamiento inicial en varios alineamientos independientes.

Recomendación 3: *Canceley Acepte la Mejor Solución, Actual*

Una vez el que el alineamiento ha sido optimizado (y después del *Pre-Proceso*), aparecerá un cuadro de diálogo mostrando la *Brecha de Optimización*. Esta brecha es definida como la máxima mejora que se puede alcanzarse sobre la solución actual. (Note que este es un límite superior; de hecho, la solución actual podría ser la óptima). **En lugar de esperar que la brecha alcance el valor de cero, es posible cancelar en cualquier momento para aceptar la mejor solución actual.** De modo que, si se cancela el proceso al 5%, el costo del alineamiento obtenido estará dentro del 5% del costo óptimo. A menudo, el tiempo que toma encontrar una solución con una diferencia (brecha) pequeña es mucho menor que el tiempo necesario para alcanzar la solución óptima.