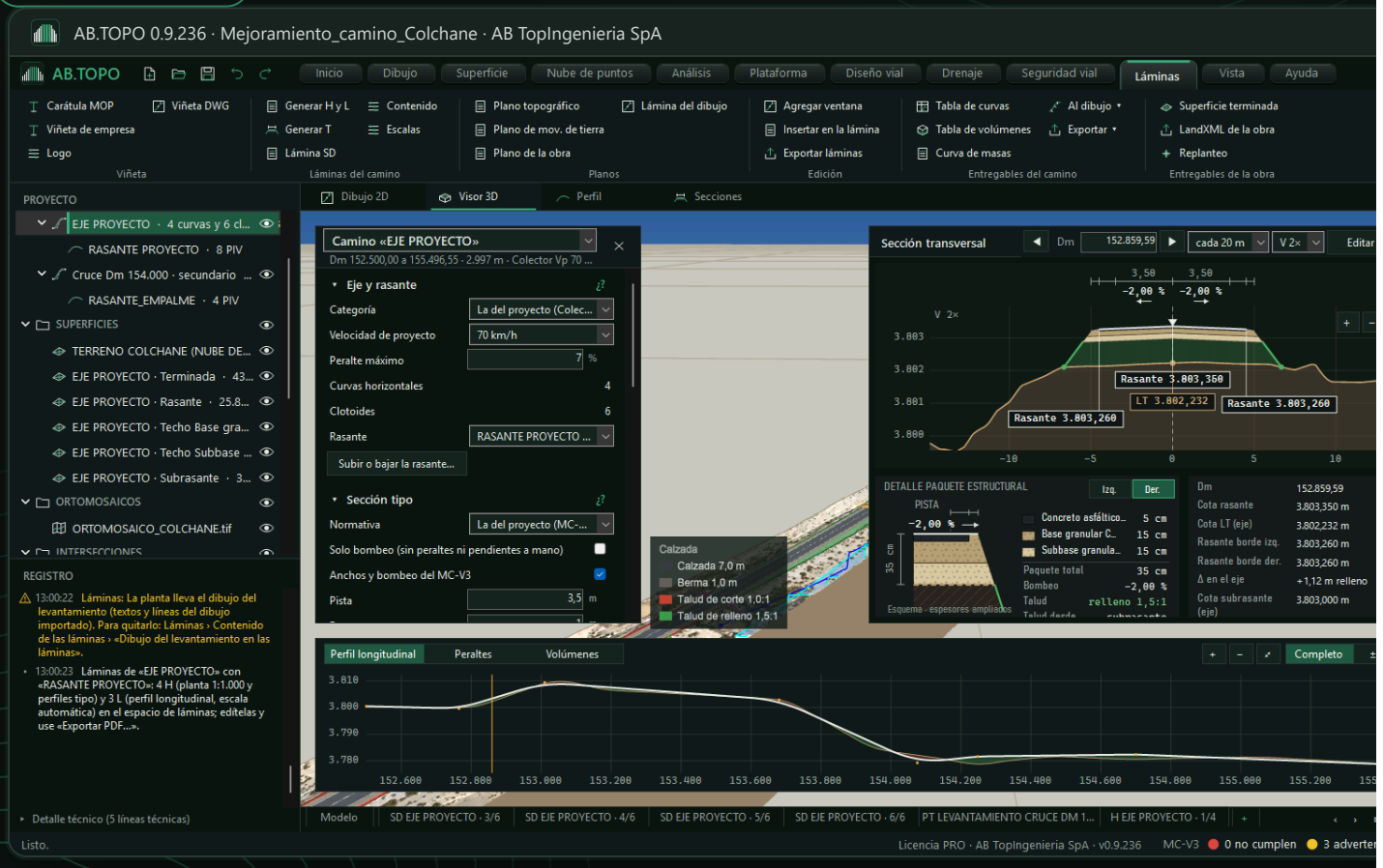
AB.TOPO
TOPOGRAFÍA Y DISEÑO

Manual
de usuario

Topografía, dibujo 2D, superficies y nubes de puntos, volúmenes, plataformas, zanjas, láminas e informes en un solo programa, con su módulo vial según el Manual de Carreteras. Una guía paso a paso, herramienta por herramienta.

VERSIÓN 0.9.236



AB.TOPINGENIERIA SpA
INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN

Noviembre de 2026

ÍNDICE

Contenido

Bienvenido a AB.TOPO 7

Todo está conectado 7

Cómo está organizado este manual 8

1 Primeros pasos 9

1.1 Instalación 9

1.2 La licencia 10

1.3 Proyectos: abrir, guardar y empezar de cero 11

1.4 Deshacer y rehacer 12

1.5 La animación de inicio 12

1.6 Mensajes y avisos del programa 12

2 La ventana de AB.TOPO 13

2.1 Vista general 13

2.2 La cinta de opciones 14

2.3 El árbol del proyecto 15

2.4 Las áreas de trabajo 16

2.5 Propiedades y acciones 17

2.6 La línea de comandos 18

2.7 La barra de láminas 18

2.8 Moverse por el dibujo 18

2.9 Avisos y la barra de estado 19

3 Un trabajo de principio a fin 20

3.1 Los datos de terreno 21

3.2 La superficie del terreno 21

3.3 El dibujo, los volúmenes y las obras de tierra 21

3.4 Los criterios de diseño 21

3.5 El eje en planta 21

3.6 La rasante 22

3.7 La sección tipo y el paquete estructural 22

3.8 Intersecciones y rotondas 22
3.9 Drenaje y señalización 22
3.10 Las láminas y los entregables 22

4 Pestaña Inicio: proyecto, datos, coordenadas y puntos 24
4.1 Proyecto 24
4.2 Importar 25
4.3 Coordenadas 25
4.4 Puntos 27

5 Pestaña Dibujo: el dibujo 2D 31
5.1 Archivo: DWG y DXF de ida y vuelta 31
5.2 Dibujar 32
5.3 Modificar 34
5.4 Cotas 3D 35
5.5 Capas y ayudas 35
5.6 Copiar y pegar objetos 37
5.7 Perfiles en el dibujo como objetos 37

6 Pestaña Superficie: el terreno 39
6.1 Crear la superficie 39
6.2 Editar la superficie 42
6.3 Ver la superficie en el dibujo 45
6.4 Rótulos del terreno 47
6.5 Exportar 48

7 Pestaña Nube de puntos: del dron a la superficie 51
7.1 La nube 51
7.2 Editar la nube 52
7.3 El terreno y los objetos 53
7.4 Clasificar la nube 54

8 Pestaña Análisis: volúmenes, cubicación, consultas y perfiles 56
8.1 Corte y relleno 56
8.2 Volúmenes entre superficies 61
8.3 Acopios y canteras 63
8.4 Camino y obra 63
8.5 Cubicación y presupuesto 64

8.6 Informes en PDF para el cliente 66
8.7 Consultar 67
8.8 Perfiles de superficies 67

9 Pestaña Plataforma: obras de tierra 70
9.1 El contorno 70
9.2 La ventana de la plataforma 74
9.3 Diseño 75
9.4 Movimiento de tierra 77
9.5 Normativa y dibujo 78
9.6 Entregables y plano de la obra 78
9.7 Zanjas a lo largo de un eje 79
9.8 Líneas características y explanación 81
9.9 Conjunto de obras 82

10 Diseño vial: criterios y eje en planta 84
10.1 Criterios del proyecto 84
10.2 El eje en planta 88
10.3 La revisión MC-V3 mientras diseña 92

11 Diseño vial: rasante y perfil longitudinal 94
11.1 Las herramientas de la rasante y el peralte 94
11.2 El perfil longitudinal 95
11.3 Rasante de diseño y rasante as-built 98
11.4 Subir o bajar la rasante 99
11.5 El perfil en el dibujo 2D 99

12 Diseño vial: secciones, camino y paquete 100
12.1 Las herramientas 100
12.2 La sección tipo y el camino en planta 101
12.3 El paquete estructural 102
12.4 Los perfiles transversales 104
12.5 Superficies de capas 105
12.6 La curva de masas 107
12.7 Tramos del eje: anchos y paquete entre dos Dm 108
12.8 Sección del eje y tramos de sección 109

13 Diseño vial: intersecciones y rotondas 110

13.1 Crear una intersección 110
13.2 Revisar y ajustar la intersección 114
13.3 Rasante de empalme 116
13.4 Rotondas 117
13.5 Accesos a predios 117
13.6 Camino existente y empalmes 118

14 Entregables del camino: tablas y archivos 121
14.1 Tabla de curvas 122
14.2 Tabla de volúmenes 123
14.3 Puntos de replanteo 123
14.4 Totales a dibujo 124

15 Pestaña Drenaje: lluvia, cuencas, obras y cauces 125
15.1 La lluvia de diseño 125
15.2 Cuencas y alcantarillas 126
15.3 Cunetas del eje 129
15.4 Sumideros y colector de aguas lluvias 129
15.5 Cauces 129

16 Pestaña Seguridad vial: señalización y demarcación 131
16.1 Demarcación y zonas de no adelantar 131
16.2 Señales verticales desde la biblioteca 134
16.3 Barreras de contención 134
16.4 Láminas SD y cantidades 136

17 Pestaña Láminas: planos listos para entregar 138
17.1 Viñeta 138
17.2 Las láminas del camino 140
17.3 Láminas de detalle del proyecto vial 145
17.4 Planos 147
17.5 Edición: el espacio de láminas y la exportación 151
17.6 Su propia viñeta (DWG o DXF) 153
17.7 Armado libre, plantillas y series de láminas 154
17.8 Entregables del camino y de la obra 154

18 Pestaña Vista: el visor 3D 156
18.1 El visor del eje 156

18.2 Cámara y modelo 157
18.3 Paneles 159
18.4 Recorrer la vía 159
18.5 Apariencia 160
18.6 Para el visor web 161
18.7 Detalles del visor 161

19 **Pestaña Ayuda: programa, recuperación y licencia** 162
19.1 Autoguardado 163
19.2 Ayuda mientras trabaja y cuando algo falla 163

A **Atajos de teclado y comandos** 165
A.1 Teclas 165
A.2 Comandos del dibujo 166
A.3 Formas de escribir puntos 168

B **Normativa de referencia** 169

C **Glosario** 171

INTRODUCCIÓN

¡Hola!

Bienvenido a AB.TOPO

AB.TOPO es un programa completo de topografía, dibujo y diseño, hecho en Chile para el trabajo de todos los días: el del topógrafo que llega de terreno con la nube del dron, el del proyectista que dibuja y entrega planos, el de la obra que cubica acopios y plataformas, y el del inspector que necesita revisar una cubicación sin esperar a nadie. Trae además un módulo vial con los criterios del Manual de Carreteras.

En una sola ventana reúne lo que normalmente se reparte entre varios programas: el levantamiento (puntos de estación total o GNSS, nubes LAS/LAZ y ortomosaicos), las superficies con sus curvas de nivel y etiquetas, un dibujo 2D que abre y guarda DWG y DXF, los volúmenes de acopios, canteras y excavaciones, las plataformas y el movimiento de tierra, los planos y láminas de cualquier dibujo, y el visor 3D, que además se comparte como un archivo **.glb** para mirarlo en el navegador, sin instalar nada. Su **módulo vial** agrega el diseño de caminos: el eje en planta con curvas y clotoides, la rasante, los perfiles transversales con el paquete estructural, las intersecciones y rotondas, el drenaje, la señalización y las láminas del MOP: H, L, T y SD, y también OA (obra de arte), I (detalle de intersección) y PU (plano general, ubicación e índice). La licencia es siempre el programa completo, con el módulo vial incluido.

01

Del terreno al modelo

Puntos, nubes de dron y ortomosaicos se convierten en superficies con curvas de nivel, etiquetas, perfiles y volúmenes.

02

Del modelo al diseño

Dibujo 2D, plataformas y obras de tierra; con el módulo vial, eje, rasante, sección y paquete revisados al momento con el MC-V3 2025.

03

Del diseño a la lámina

Planos topográficos, de obra, de movimiento de tierra (MT) y del conjunto de obras (EX), láminas de perfiles (PS) y de cualquier dibujo, y las láminas viales del MOP, con LandXML, DWG, DXF y CSV para replanteo.

Todo está conectado

La idea que recorre todo el programa es simple: **lo que usted cambia, se propaga solo**. Si llega un levantamiento nuevo, cambia una plataforma, mueve un vértice del eje o sube la rasante diez centímetros, AB.TOPO rehace lo que depende de eso: los volúmenes, las etiquetas y el mapa de corte y relleno, los perfiles transversales, las superficies de cada capa, las intersecciones con su empalme, el modelo 3D y las láminas. No hay que volver a "correr" nada a mano ni acordarse de qué quedó desactualizado.

Lo mismo pasa con el dibujo: las etiquetas de la superficie se vuelven a medir solas y, en el módulo vial, el camino (bordes de calzada, bermas, cunetas y taludes) aparece en la planta 2D apenas el eje tiene rasante y se redibuja con cada cambio. Y si algo no salió como esperaba, `Ctrl` + `Z` deshace el último paso en cualquier parte del programa.

Cómo está organizado este manual

Los primeros capítulos le enseñan a moverse: cómo instalar y activar el programa, cómo es la ventana y cuál es el recorrido típico de un proyecto. Después viene un capítulo por cada pestaña de la cinta de opciones, en el mismo orden en que aparecen en la pantalla, con **todas sus herramientas**: qué hacen, cuándo usarlas y cómo se ve cada ventana. Al final hay anexos con los atajos de teclado, los comandos del dibujo y un glosario.

No es necesario leerlo de corrido. Si ya conoce el programa, use el índice para ir directo a la herramienta que necesita.

Convenciones

SE ESCRIBE ASÍ	SIGNIFICA
`Perfil longitudinal`	Un botón de la cinta o de una ventana.
Diseño vial › **Rasante y peralte** › **Perfil longitudinal**	Dónde está el botón: pestaña, grupo y botón.
`Ctrl` + `Z`	Teclas que se presionan juntas.
`PL`	Un comando que se escribe en la línea de comandos del dibujo 2D y se confirma con `Enter`.

> **CONSEJO**
> Los recuadros verdes como este traen atajos y formas de trabajar más rápido.

> **IMPORTANTE**
> Los recuadros amarillos avisan de algo que conviene tener presente para no perder trabajo o no llevarse una sorpresa.

> **NORMATIVA**
> Los recuadros azules indican qué parte del Manual de Carreteras aplica el programa en cada caso.

Los proyectos de ejemplo

Todas las imágenes de este manual salen del programa en funcionamiento. La mayoría son de un proyecto de prueba: el **mejoramiento del camino a Colchane** (Región de Tarapacá), entre el Dm 152.500 y el Dm 155.497, sobre una nube de puntos de dron con su ortomosaico. Tiene un eje de diseño con cuatro curvas, su rasante, un cruce en T con un camino secundario, drenaje, diagrama de masas, señalización y láminas. Cuando el texto dice "en el ejemplo", se refiere a este proyecto. Las de plataformas son de la plataforma de acopio de otro proyecto de prueba, **Los Aromos**. Las imágenes están tomadas con el tema oscuro de la ventana; si usa el tema claro (sección 2.2), verá los mismos botones con otros colores.

Para practicar, el instalador trae su propio proyecto de ejemplo, **Camino El Maitén (ejemplo)**, hecho con datos ficticios. Ábralo con `Abrir el proyecto de ejemplo`, en el panel que aparece cuando no hay ningún proyecto abierto (sección 1.3). El programa abre una **copia** en la carpeta `Documentos\AB.TOPO\Ejemplos`, así que puede cambiar lo que quiera sin miedo: el original queda intacto. Si la copia ya existe, se abre esa, con lo que haya hecho en ella.

CAPÍTULO

01

Primeros pasos

Instalar AB.TOPO toma un par de minutos y no requiere permisos de administrador. En este capítulo verá cómo instalarlo, cómo funciona la licencia y cómo se abren, guardan y recuperan los proyectos.

1.1 Instalación

AB.TOPO se entrega como un único instalador, **ABTopo_Setup_x.y.z.exe** (la x.y.z es el número de versión). Haga doble clic sobre él y siga estos pasos:

1. **Lea el contrato de licencia** que aparece en la ventana del instalador y marque *Acepto los términos del Contrato de Licencia de Usuario Final*. Sin esa marca el botón **Instalar** no se habilita.
2. Decida si quiere un **acceso directo en el escritorio** y si el programa debe **abrirse al terminar** (las dos opciones vienen marcadas).
3. Presione **Instalar**. El programa queda en su carpeta de usuario (`%LOCALAPPDATA%\Programs\ABTopo`), por eso no pide clave de administrador y cada usuario del equipo tiene su propia instalación.
4. Al terminar, AB.TOPO aparece en el menú Inicio y, si lo pidió, en el escritorio. También queda en *Configuración › Aplicaciones* de Windows, desde donde se puede desinstalar.

El instalador deja también el proyecto de ejemplo **Camino El Maitén (ejemplo)**, hecho con datos ficticios, para practicar sin tocar un proyecto propio (sección 1.3).

Necesita un equipo con **Windows 10 u 11 de 64 bits**. El visor 3D usa la tarjeta de video (Direct3D); en equipos con gráficos integrados funciona igual, solo que las nubes de puntos muy grandes se mueven con menos fluidez.

Actualizaciones

Cada vez que se abre con internet, AB.TOPO busca si hay una versión nueva. Si la hay, se la ofrece con sus novedades; si acepta, el programa guarda o le pregunta por los cambios, trae el instalador, revisa su firma, se cierra, instala la versión nueva y vuelve a abrirse con el mismo proyecto. Sus proyectos, su licencia y sus ajustes se mantienen.

Cada instalador viene **firmado por AB TopIngenieria SpA**, y AB.TOPO revisa esa firma antes de instalarlo. Un instalador sin firma, dañado o de otro origen no se instala, y el programa avisa por qué. La revisión se puede pedir en cualquier momento con **Buscar actualización** (capítulo 19).

El instalador deja también este manual y el **manual de instalación y activación de licencia**, los dos en el menú Inicio de Windows. Dentro del programa, este manual se abre con **Ayuda › Programa › Manual** o con `F1`, estando en cualquier parte de la ventana, y el de instalación con **Ayuda › Programa › Instalar y activar**.

1.2 La licencia

Toda licencia es el programa completo, con su módulo vial; solo cambia para cuántos equipos es (AB.TOPO, 1 equipo; Oficina, 3 equipos) y por cuánto tiempo (un mes, tres meses o un año). Sin licencia, AB.TOPO funciona como **versión de prueba**, gratis, con todas las herramientas y estos límites:

1 km
Ejes
Cada eje puede medir hasta 1.000 m.

25 ha
Superficies
Cada superficie puede cubrir hasta 25 hectáreas.

3 M
Nubes de puntos
Se cargan hasta 3 millones de puntos por nube.

PDF
Marca de agua
Las láminas y PDF llevan la leyenda «VERSIÓN DE PRUEBA».

Si abre un proyecto más grande que esos límites (por ejemplo, uno hecho en un equipo con licencia), el programa lo abre en **modo vista**: puede recorrerlo, revisarlo y guardarlo, pero no exportarlo ni hacer láminas hasta activar una licencia.

Activar la licencia

1. Abra **Ayuda** › **Legal** › **Activar licencia** o haga clic en el texto de la licencia, abajo a la derecha de la ventana.
2. Si aún no tiene licencia, pídala con `Solicitar licencia...` (nombre o razón social, RUT, correo, licencia y periodo) o escriba a **ab.topingenieria@gmail.com** o al WhatsApp **+56 9 5726 7658**. Confirmado el pago, recibe por correo su **clave de licencia**.
3. Escriba la clave en **Clave de licencia** y pulse `Activar por internet`. La ventana muestra **Licencia activa · en línea**, con el titular, la vigencia y hasta cuándo funciona sin conexión.

Cada vez que se abre con internet, AB.TOPO comprueba la licencia en segundo plano; **sin internet sigue funcionando hasta 30 días**. Para pasarla a otro equipo, use `Liberar este equipo` en el anterior y active la misma clave en el nuevo. Las licencias por archivo (**.lic**) se cargan con `Cargar licencia...`. Todo esto, paso a paso, está en el **manual de instalación y activación de licencia**, que se abre con **Ayuda** › **Programa** › **Instalar y activar**.

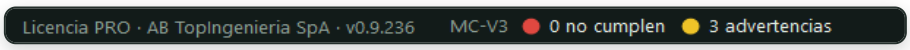


Figura 1.1 Abajo a la derecha, la barra de estado muestra siempre la licencia y la versión instalada; un clic ahí abre la ventana de licencia. A su lado, el semáforo de la revisión MC-V3 (sección 2.9).

> ⚠ **IMPORTANTE**
> La licencia revisa la fecha del equipo. Si el reloj de Windows queda atrasado más de dos días respecto del último uso, el programa pide corregir la fecha antes de seguir con la licencia completa.

1.3 Proyectos: abrir, guardar y empezar de cero

Todo lo que hace en AB.TOPO queda en un solo archivo de proyecto, con extensión **.abtopo**: ejes y rasantes, superficies, nubes, ortomosaicos, el dibujo 2D, las intersecciones, las plataformas, el drenaje, la señalización y las láminas. Para llevarse un proyecto a otro equipo basta con copiar ese archivo.



Figura 1.2 Nuevo, Abrir y Guardar, con Deshacer y Rehacer, siempre a mano junto al nombre del programa.

Al abrir el programa

Mientras no hay ningún proyecto abierto, el centro de la ventana muestra un **panel de inicio** con tres botones y la lista de los proyectos recientes:

- `Abrir proyecto...` abre un proyecto **.abtopo** o un **LandXML** (lo mismo que `Ctrl` + `O`).
- `Importar LandXML...` trae ejes, rasantes y superficies de un LandXML.
- `Abrir el proyecto de ejemplo` abre una copia del proyecto **Camino El Maitén (ejemplo)** en `Documentos\AB.TOPO\Ejemplos`. El original no se toca; si la copia ya existe, se abre esa, con lo que haya hecho en ella.
- Bajo **Proyectos recientes** están los últimos proyectos abiertos o guardados en este equipo: un clic abre el proyecto. Si deja el mouse encima, aparece su ruta completa.

ACCIÓN	TECLAS	QUÉ HACE
Nuevo	`Ctrl` + `N`	Empieza un proyecto vacío.
Abrir	`Ctrl` + `O`	Abre un proyecto **.abtopo** o directamente un **LandXML** con ejes, rasantes y superficies.
Guardar	`Ctrl` + `S`	Guarda el proyecto completo.
Guardar como	`Ctrl` + `Mayús` + `S`	Guarda una copia con otro nombre (útil para dejar respaldos por etapa).

Si cierra el programa, abre otro proyecto o empieza uno nuevo con cambios sin guardar, AB.TOPO le pregunta si quiere guardarlos.

Si el proyecto que intenta abrir no existe o no tiene acceso a él (una unidad de red desconectada, por ejemplo), el aviso dice la ruta que buscó. Un proyecto guardado por otra versión del programa con un dato que esta versión no reconoce se abre igual: el elemento que trae ese dato se omite y el aviso dice cuál es y dónde estaba.

Cada vez que guarda, el archivo anterior queda como **.abtopo.bak** junto al proyecto: si algo sale mal, renómbrelo a .abtopo y lo recupera. Además, mientras hay cambios sin guardar, cada 5 minutos se hace una **copia automática** (el tiempo se cambia en **Ayuda › Recuperación › Autoguardado**). Si el programa se cierra de golpe (un corte de luz, por ejemplo), al abrirlo de nuevo ofrece recuperar esa copia; las copias se ven en **Ayuda › Recuperación › Proyectos recuperados**.

> **CONSEJO**
> Use `Guardar como` al cerrar cada etapa del trabajo (levantamiento, eje, rasante, entrega) con nombres como *Colchane_01_levantamiento.abtopo*. Si más adelante quiere volver atrás, tendrá cada etapa a mano.

1.4 Deshacer y rehacer

AB.TOPO guarda un historial de todo lo que cambia en el proyecto, no solo del dibujo: un vértice del eje, un PIV de la rasante, un talud en una sección, una capa del paquete o una señal. Con `Ctrl`+`Z` se deshace el último cambio y con `Ctrl`+`Y` se rehace, estando en cualquier parte de la ventana. Lo mismo hacen las dos flechas de la barra de título, junto a Nuevo, Abrir y Guardar, y en el dibujo 2D los comandos `U` y `RH`.

Aceptar una ventana de parámetros (la de una intersección, un plano topográfico o las láminas H y L, por ejemplo) es **un solo paso** del historial: un `Ctrl`+`Z` deja el proyecto como estaba antes de abrirla, aunque al aceptar se hayan rehecho muchas cosas.

1.5 La animación de inicio

Al abrir el programa aparece una animación corta con el logo: las barras suben como un terreno y las del centro "se cortan" hasta la plataforma. Mientras tanto se prepara la ventana principal, así que no hace perder tiempo; aun así, un clic o cualquier tecla la saltan. Si prefiere no verla, desactívela en **Ayuda › Programa › Animación de inicio**.

1.6 Mensajes y avisos del programa

Los mensajes de AB.TOPO aparecen en una ventana propia, con el mismo tema de la ventana principal y los botones en castellano. Con `Ctrl`+`C` se copia el texto del mensaje, para pegarlo en un correo o en una nota.

Si ocurre un error del programa, el mensaje lo explica en castellano; el detalle técnico, que sirve al soporte, queda en el archivo **errores.log**. Para avisarlo use **Ayuda › Programa › Informe de error** (capítulo 19).

Si la ventana deja de responder más de 15 segundos (un cálculo muy largo o el programa trabado), aparece la ventana **AB.TOPO está ocupado**, que cuenta los segundos y ofrece dos caminos:

- **Esperar**: el programa sigue con lo que estaba haciendo. Si se recupera, la ventana se cierra sola.
- **Guardar una copia y cerrar**: guarda una copia del proyecto y cierra el programa. Al abrirlo de nuevo, se ofrece recuperar esa copia.

CAPÍTULO

02

La ventana de AB.TOPO

Antes de diseñar conviene conocer el lugar de trabajo. La ventana está pensada para que nada se mueva sin motivo: la cinta, los paneles y el área de trabajo quedan donde usted los dejó, y cada herramienta aparece donde se espera encontrarla.

2.1 Vista general



Figura 2.1 La ventana principal con el proyecto de prueba de Colchane abierto en el dibujo 2D, la pestaña Láminas a la vista y el eje elegido.

1. **Nuevo, Abrir, Guardar, Deshacer y Rehacer**, siempre a la vista junto al nombre del programa.
2. **Pestañas de la cinta**: Inicio, Dibujo, Superficie, Nube de puntos, Análisis, Plataforma, Diseño vial, Drenaje, Seguridad vial, Láminas, Vista y Ayuda.
3. **Cinta de opciones**: los botones de la pestaña elegida, ordenados en grupos.
4. **Árbol del proyecto**: todo lo que tiene el proyecto, con su ojo para mostrarlo u ocultarlo.
5. **Registro**: los mensajes del programa con su hora, los avisos en color y, abajo, el detalle técnico plegado.
6. **Barra de áreas**: Dibujo 2D, Visor 3D, Perfil y Secciones.
7. **Área de trabajo**: donde se dibuja, se mira y se edita.
8. **Propiedades** del elemento elegido y, abajo, el botón **Acciones…**
9. **Línea de comandos** del dibujo, con los mensajes de cada paso.
10. **Barra de láminas**: el modelo y cada lámina del proyecto, el botón «+» y «PDF…».
11. **Barra de estado**: qué está haciendo el programa, la licencia, la versión y el semáforo de la revisión MC-V3.
12. **Barra flotante**: las acciones principales de lo que acaba de elegir en el dibujo.

2.2 La cinta de opciones

La cinta reúne todas las herramientas. Las pestañas siguen el orden del trabajo, de los datos a la entrega: el proyecto y sus datos (Inicio), el dibujo (Dibujo), el terreno (Superficie y Nube de puntos), lo que se mide y se cubica (Análisis), las obras de tierra (Plataforma), el módulo vial (Diseño vial, Drenaje y Seguridad vial), las láminas y los entregables (Láminas), el visor 3D (Vista) y el programa (Ayuda).

Dentro de cada pestaña, los botones se agrupan por objeto o por tema (el eje, la rasante, la sección, los puntos…), con el nombre del grupo abajo, en letra pequeña. Cada botón es chico, con su ícono y su nombre, de a tres por columna. Los botones con una flecha ▾ abren un menú con las variantes de una misma herramienta (por ejemplo, **Láminas › Entregables del camino › Exportar** ▾). Si deja el mouse unos segundos sobre un botón aparece una **descripción** de lo que hace.

Casi todo está en un solo lugar: todas las láminas en Láminas y todo lo que se mide y se cubica en Análisis. Algunas herramientas que se usan en dos momentos del trabajo están en las dos pestañas que corresponden: `Tabla de volúmenes`, `Curva de masas` e `Informe PDF del camino` están en **Análisis › Camino** y en **Láminas › Entregables del camino**; `Cota de balance` e `Informe de la obra`, en **Análisis › Obra** y en **Plataforma › Movimiento de tierra**. Los dos botones hacen lo mismo.



Figura 2.2 La pestaña Diseño vial, con sus grupos Criterios, Eje, Rasante y peralte, Sección, Intersecciones y Camino existente. En esta captura la ventana no alcanza para todos: los dos últimos grupos quedaron plegados en su desplegable, «Intersecciones ▾» y «Camino existente ▾».

La cinta cambia cuando usted elige otra pestaña o, desde el árbol del proyecto, un elemento (una superficie, una nube, una plataforma…): entonces pasa a la pestaña de ese elemento. También acompaña al área de trabajo: al entrar al **Perfil** o a las **Secciones** de un eje pasa a Diseño vial; a los perfiles de superficies, a Superficie; y al abrir una lámina, a Láminas. Del capítulo 4 en adelante encontrará cada pestaña descrita botón por botón.

En una pantalla angosta (un notebook, o la ventana achicada), la cinta se acomoda al ancho. Los grupos de la derecha, que son los menos usados, se pliegan enteros en un desplegable con su nombre y una flecha (por ejemplo «Sección ▾»), apilados de a tres; un clic despliega sus comandos, con su nombre y su ícono. Nunca quedan íconos sueltos sin nombre. En una pantalla de 1920 px de ancho no se pliega ningún grupo, y al ensanchar la ventana todo vuelve a su lugar. Solo si ni así cabe la pestaña aparecen flechas ‹ › en los bordes de la cinta, y la rueda del mouse la desplaza.

Buscar un comando y cambiar de pestaña con el teclado

Con `Ctrl` + `K` se abre la ventana **Buscar comando**. Escriba parte del nombre de una herramienta o de lo que hace («masas», «exportar eje», «curvas de nivel»): la lista muestra los comandos de la cinta que calzan, cada uno con su pestaña, su grupo y su descripción, también los que están dentro de un desplegable. Elija con las flechas `↑` `↓` y presione `Enter` para ejecutarlo, o `Esc` para cerrar. No hace falta saber en qué pestaña está.

Cada pestaña se abre también con `Alt` y una letra. Mientras tiene `Alt` apretado, la letra de cada pestaña aparece subrayada, y el globo de la pestaña la recuerda.

Tema oscuro o claro

La ventana viene con el **tema oscuro**, el de las imágenes de este manual. Si trabaja con mucha luz o simplemente lo prefiere, **Vista** › **Apariencia** › **Tema** la pasa al **tema claro**, al momento y sin cerrar el programa; la elección queda guardada para su usuario. El tema cambia la cinta, los paneles y las ventanas, pero no lo que se dibuja ni lo que se entrega: el dibujo 2D, el visor 3D, los gráficos, las láminas, los PDF y los archivos exportados se ven igual con los dos temas.

2.3 El árbol del proyecto

A la izquierda está todo lo que contiene el proyecto, ordenado en carpetas: los **ejes** (cada uno con sus rasantes debajo), las **superficies** (también las de excavación de zanjas y cauces), los **ortomosaicos**, las **nubes de puntos**, las **intersecciones** y rotondas, las **plataformas**, las **líneas características**, las cuencas y obras de drenaje, la señalización, los acopios y el grupo **Análisis**, con cada mapa de corte y relleno y cada cuadrícula de cotas.

- **Un clic** sobre un elemento lo elige: queda resaltado en el dibujo, sus datos aparecen en el panel de propiedades y el visor 3D muestra sus herramientas.
- **El ojo** de cada fila lo muestra u oculta sin cambiar lo que está elegido. El ojo de una carpeta enciende o apaga todo lo que hay dentro. Un mapa o una cuadrícula apagados no salen en la planta, en las láminas ni en el DXF.
- **El clic derecho** sobre una fila abre el menú de ese elemento, con todo lo que se puede hacer con él.
- El texto de cada fila resume lo esencial: un eje dice cuántas curvas tiene; una rasante, cuántos PIV; una superficie, cuántos triángulos.

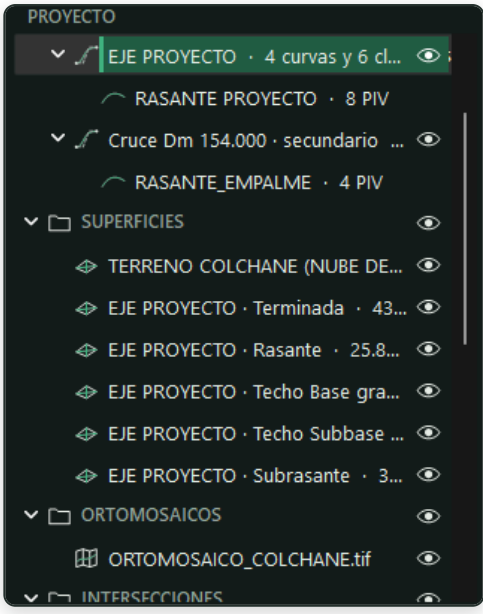


Figura 2.3 El árbol del proyecto de prueba: el eje con su rasante, el cruce con la rasante de empalme, las superficies del terreno y del camino, y el ortomosaico.

Debajo del árbol está el **registro**. Arriba muestra los mensajes del programa en palabras simples, cada uno con su hora: los avisos en ámbar con el signo ⚠, los errores en rojo con ✕ y lo demás con un punto (cuántas secciones se calcularon, cuántas láminas se generaron, qué no cumple la norma…). Si un mensaje no cabe entero, déjele el mouse encima y aparece completo; `Ctrl` + `C` copia el mensaje elegido. Abajo queda plegado el **Detalle técnico**, con el número de líneas técnicas entre paréntesis: un clic lo despliega y muestra todo el registro tal cual, también los tiempos y los datos internos que sirven al soporte. Si algo no salió como esperaba, mire primero el registro: casi siempre explica por qué.

2.4 Las áreas de trabajo

La barra que está sobre el área de trabajo cambia lo que se ve en el centro de la ventana. Las áreas no se excluyen: un cambio hecho en una se ve de inmediato en las demás, y el Dm se comparte: si está en el Dm 153.880 del visor 3D, el Perfil y las Secciones se abren en ese mismo Dm.

Dibujo 2D

La planta del proyecto, como en un programa de CAD: el dibujo, los ejes, las superficies con sus curvas, el ortomosaico y el camino diseñado (capítulo 5).

Visor 3D

El modelo en tres dimensiones con el corredor del eje, su sección y su perfil para recorrerlo como conductor (capítulo 18).

Perfil

El perfil longitudinal del eje con su guitarra, o los perfiles de superficies; se elige en «Ver» (capítulo 11).

Secciones

Los perfiles transversales del eje, uno a uno, con su editor de taludes, sobreanchos y bombeo (capítulo 12).

En el Perfil y en las Secciones, la barra de herramientas va **por grupos**, cada uno con su rótulo (Rasante, PIV, Vista, Salida…). Si la ventana es angosta, lo que no cabe pasa a un botón con el nombre del grupo, como «Rasante ▾ » o «Salida ▾ »: ninguna herramienta desaparece.

Las **láminas** no son un área de esta barra: se abren en la barra de abajo, junto a «Modelo», como en AutoCAD (sección 2.7), y se crean desde la pestaña Láminas de la cinta.

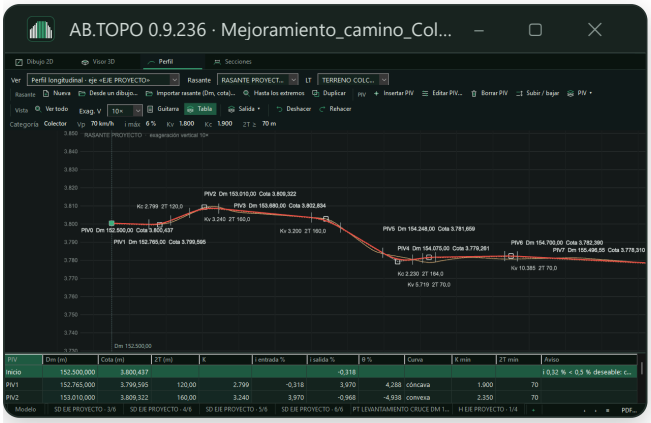


Figura 2.4 El área Perfil: la barra por grupos, la rasante con sus PIV sobre el terreno y la tabla de los PIV con lo que no cumple.

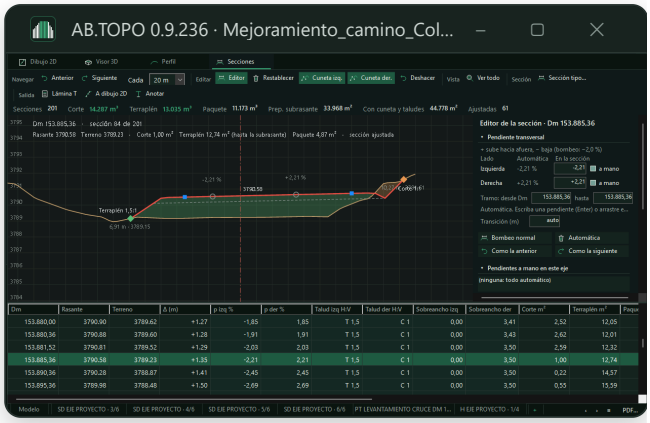


Figura 2.5 El área Secciones: la barra por grupos, la sección en el Dm elegido con su editor a la derecha y la tabla de las secciones.

2.5 Propiedades y acciones

A la derecha del dibujo, el panel de **propiedades** muestra los datos del elemento elegido. Con un eje elegido, por ejemplo, aparecen su rango de Dm, su largo, cuántas curvas y clotoides tiene, su categoría y velocidad, su rasante, su superficie y su sección.

Abajo, el botón **Acciones…** dice entre paréntesis cuántas acciones tiene lo elegido y las abre en un menú: lo que se puede hacer con ese elemento, sin buscarlo en la cinta. Es el mismo menú del clic derecho. En el eje viene ordenado por temas, con un título para cada grupo: Camino y sección, Planta del eje, Intersecciones (si el eje cruza otro sin intersección), Perfiles y volúmenes, Diseño y revisión, y Entregables y vista.

La flecha › junto al título pliega el panel en una franja angosta, para ganar espacio de dibujo; ‹ lo vuelve a abrir. En ventanas angostas el panel parte plegado.

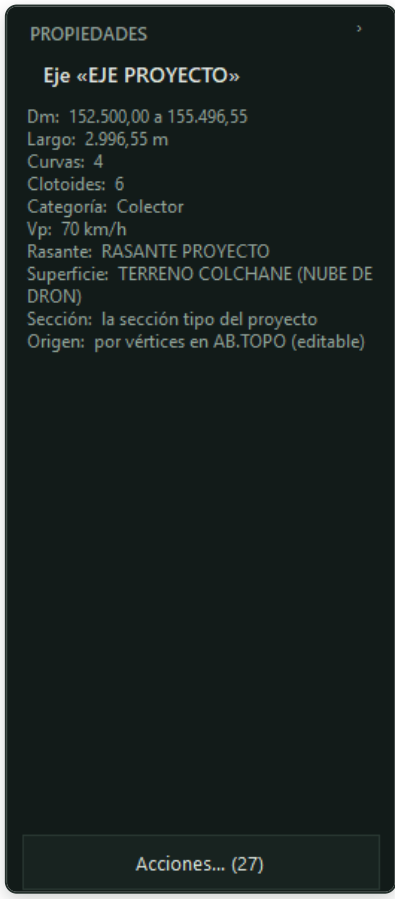


Figura 2.6 Con un eje elegido, el panel muestra sus datos y, abajo, «Acciones… (27)» con todo lo que se puede hacer con él.

Con objetos del dibujo elegidos, el panel muestra qué son, su capa y su color (los dos se pueden cambiar ahí mismo) y sus medidas: largo, área, coordenadas, cotas. Si elige un solo texto, también puede corregir su contenido y su altura. Sin nada elegido, muestra la **capa actual** y cuántos objetos y capas tiene el dibujo.

La barra flotante

Al elegir algo en el dibujo (una superficie, un eje, una rasante, una plataforma, una intersección, una nube, una polilínea…) aparece junto al clic una **barra flotante** con su nombre y sus acciones principales; en la figura de la sección 2.1, con el eje elegido, ofrece Perfil longitudinal, Perfiles transversales, Editar peraltes, Editar curvas, Camino y Diagrama de masas. `Más…` abre todas las acciones, el mismo menú del clic derecho. Si la ventana es angosta, las últimas acciones de la barra pasan a `Más…`, sin perderse ninguna.

La barra se cierra con su ×, con `Esc`, al empezar un comando o al quitar la selección, y vuelve a aparecer al elegir otra cosa. Si prefiere no verla, haga clic derecho en el dibujo con algo elegido y desmarque **Barra flotante al seleccionar**; con la misma opción se vuelve a encender. La preferencia queda guardada en el equipo.

2.6 La línea de comandos

Bajo el área de trabajo está la línea de comandos. Funciona como en los programas de CAD: puede escribir un comando (`L` para línea, `PL` para polilínea, `M` para mover…) y confirmarlo con `Enter`, o usar los botones de la cinta, que escriben el comando por usted. En ambos casos la línea le va diciendo qué espera en cada paso: *Primer punto (clic, o Este Norte y Enter)*, *Radio*, *Elija la polilínea*…

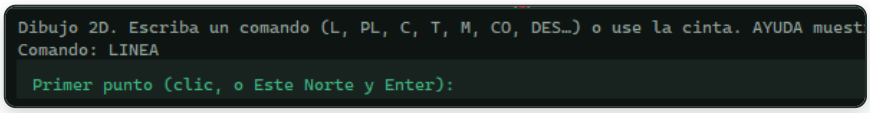


Figura 2.7 Con el comando LINEA en curso, la línea de comandos pide el primer punto.

Si copió texto en otro programa (por ejemplo, coordenadas Este,Norte de una planilla), `Ctrl`+`V` en el dibujo lo pega en la línea de comandos; si son varias líneas, entran una por una, como si las hubiera escrito. Cuando lo copiado son objetos del dibujo, `Ctrl`+`V` los pega (capítulo 5).

Escriba `AYUDA` (o `?`) para ver la lista completa de comandos y las formas de escribir puntos. En el anexo A están todos.

2.7 La barra de láminas

La barra que está bajo la línea de comandos tiene, a la izquierda, la pestaña **Modelo** (el dibujo 2D) y, a continuación, una pestaña por cada lámina del proyecto: H y L del eje, T de perfiles transversales, SD de señalización, I de detalle de intersección, OA de obras de arte, PU de plano general, ubicación e índice, DM del diagrama de masas, planos topográficos (PT), planos de obra (PP), de movimiento de tierra (MT) y del conjunto de obras (EX), láminas de perfiles (PS) y de zanjas (PZ), y las láminas de cualquier dibujo (PL).

- Un clic en una lámina la abre en el espacio de láminas; un clic en **Modelo** vuelve al dibujo.
- El botón + crea láminas nuevas: una hoja en blanco, las H y L, las T, el diagrama de masas, las SD, el detalle de intersección (I), la de una obra de arte (OA), el plano general, ubicación e índice (PU), un plano topográfico, un plano de obra o el perfil de un colector. Si en la sesión regeneró un juego de láminas y quitó o reemplazó algunas, **Recuperar láminas quitadas** las trae de vuelta.
- El clic derecho sobre una lámina ofrece sus acciones: abrirla, cambiarle el nombre, duplicarla, cambiar el formato de hoja o su carátula, **Aplicar datos de la viñeta a láminas…** (para pasar a las láminas ya creadas los datos de la viñeta), ajustar su planta, agregarle una ventana sobre el dibujo, exportarla a PDF, moverla a la izquierda o a la derecha, o eliminarla.
- Las flechas de la derecha recorren las láminas y **PDF…** exporta las que elija.

El capítulo 17 explica en detalle cómo se generan y editan.

2.8 Moverse por el dibujo

CON EL MOUSE O EL TECLADO	RESULTADO
Girar la **rueda**	Acerca o aleja con centro en el cursor. Sobre otro panel (el árbol, una tabla) lo recorre: la rueda actúa siempre sobre lo que está bajo el cursor, sin hacer clic antes.
Arrastrar con el **botón central** (la rueda apretada)	Desplaza la vista.
Doble clic con el botón central	Muestra todo el proyecto (igual que `Ver todo` o el comando `ZE`).

CON EL MOUSE O EL TECLADO	RESULTADO
Clic sobre un objeto	Lo elige. `Mayús`+clic lo quita de la selección.
Arrastrar de **izquierda a derecha**	Ventana: elige lo que queda completamente dentro.
Arrastrar de **derecha a izquierda**	Captura: elige todo lo que la ventana toca.
`Esc`	Cancela el comando en curso o vacía la selección.
`Enter`	Termina el comando; si no hay ninguno, repite el último.
Clic derecho	Durante un comando, lo termina. Con algo elegido, abre su menú de acciones. Sin nada elegido ni comando en curso, abre un menú con **Repetir «...»** (el último comando), **Pegar**, **Zoom a todo** y **Cancelar**: nada se ejecuta sin elegirlo.
`Ctrl`+`C` y `Ctrl`+`V`	Copian y pegan objetos del dibujo, también entre dos proyectos abiertos en ventanas distintas (capítulo 5).
`Supr`	Borra los objetos elegidos.

2.9 Avisos y la barra de estado

Cuando una herramienta tiene varias cosas que advertir (la cubicación, el diagrama de masas, una zanja o el ajuste de las secciones, por ejemplo), las muestra en una **lista de avisos**: un aviso por fila, con su ícono, y un botón al lado cuando la ventana sabe cómo resolverlo. Así se leen de uno en uno y se atienden sin buscar dónde está la opción.

La **barra de estado**, abajo, dice a la izquierda qué está haciendo el programa o cuál fue el último resultado, y a la derecha la licencia y la versión instalada. En los proyectos viales con normativa muestra además el **semáforo de la revisión MC-V3**: tras cada cambio del eje o de la rasante, el programa los revisa contra el Manual de Carreteras y la barra cuenta lo que **no cumple** (rojo) y las **advertencias** (amarillo). Con el clic derecho sobre el semáforo se apaga la revisión o se silencian criterios; la revisión se explica en el capítulo 10.

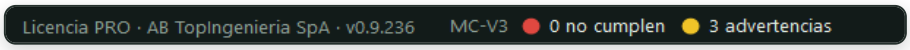


Figura 2.8 La barra de estado del ejemplo: licencia, versión y el semáforo MC-V3, con 0 que no cumplen y 3 advertencias.

CAPÍTULO

03

Un trabajo de principio a fin

Este capítulo es un mapa: muestra el recorrido de un trabajo en AB.TOPO, desde que llegan los datos de terreno hasta que salen los planos, y le dice en qué capítulo está cada paso. El primer recorrido es el de todo trabajo: un levantamiento, una cubicación o una obra de tierra. El segundo es el de un camino, con el módulo vial. Si es su primer proyecto, sígalos en orden.

Topografía, volúmenes y obras de tierra

1 Datos → 2 Superficie → 3 Dibujo → 4 Volúmenes → 5 Plataformas → 6 Planos

Un camino, con el módulo vial

1 Criterios → 2 Eje → 3 Rasante → 4 Sección → 5 Cruces → 6 Drenaje → 7 Señales → 8 Láminas MOP

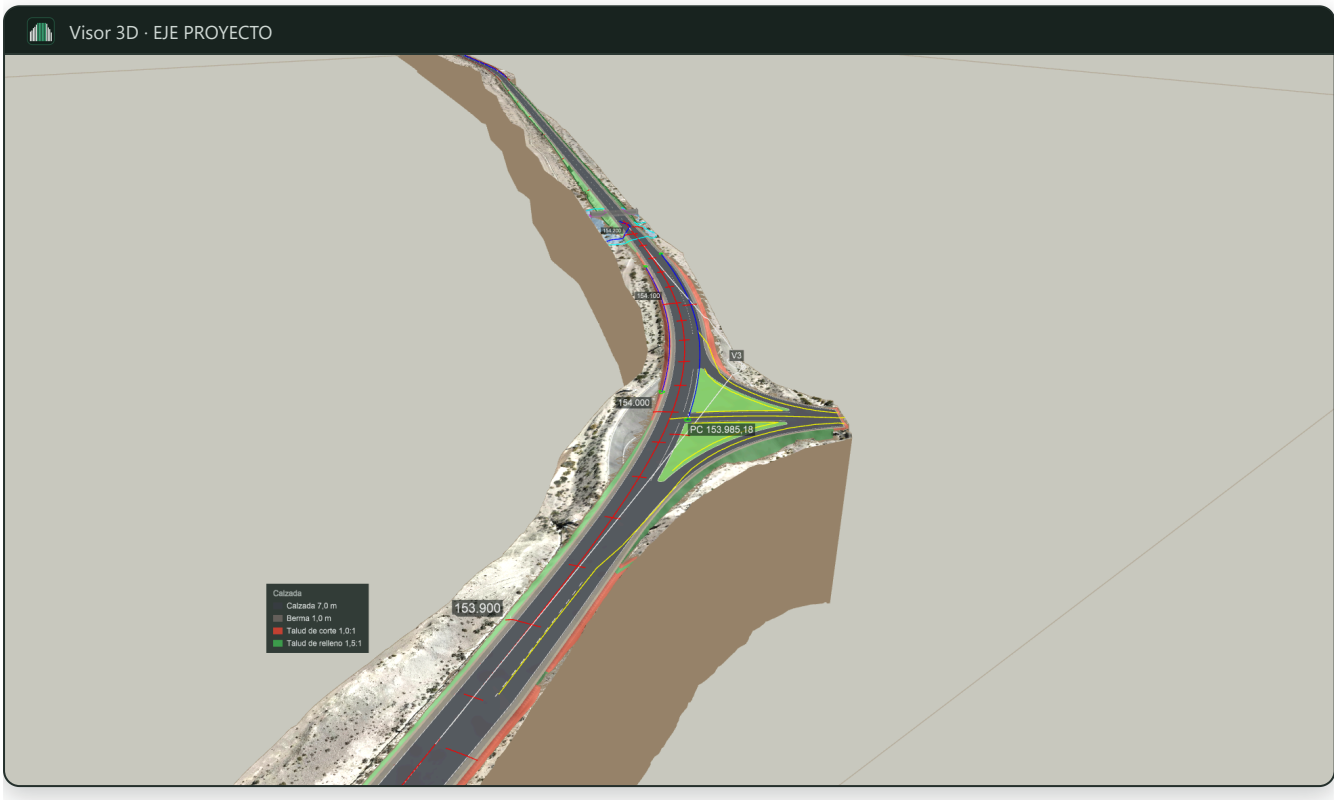


Figura 3.1 El resultado del recorrido vial en el proyecto de prueba: el camino con su intersección sobre el terreno del dron, en el visor 3D.

3.1 Los datos de terreno

Todo empieza por el terreno. Según lo que traiga de campo:

- **Puntos de estación total o GNSS** (CSV o TXT): **Inicio** › **Puntos** › **Importar puntos**. Quedan en el dibujo, una capa por código y, si levantó con códigos de campo, unidos en sus líneas y con sus símbolos (capítulo 4).
- **Nube de puntos de dron o LiDAR** (LAS o LAZ): **Nube de puntos** › **Nube** › **Importar nube** y luego `Filtrar terreno` para quitar vegetación, vehículos y construcciones.
- **Un LandXML** con superficies, ejes o rasantes hechos en otro programa: **Inicio** › **Importar** › **Importar LandXML**.
- **Un ortomosaico** (GeoTIFF, JPEG 2000 o JPG con archivo de mundo): **Inicio** › **Importar** › **Ortomosaico**. Se ve bajo el dibujo y como textura en el 3D.
- **Un dibujo DWG o DXF** (una base topográfica, el plano de otro): **Dibujo** › **Archivo DWG/DXF** › **Abrir** o `Insertar`.

Antes de importar, revise el **sistema de coordenadas** del proyecto (datum y huso, o el PTL) en **Inicio** › **Coordenadas** › **Sistema de coordenadas**.

3.2 La superficie del terreno

Con los puntos o la nube se arma la superficie TIN: `Superficie desde puntos` o `Superficie desde nube`. Con la superficie lista aparecen las curvas de nivel y ya se puede medir, cubicar y sacar perfiles. Si hay varios levantamientos, `Pegar superficies` los une en una sola (capítulo 6).

3.3 El dibujo, los volúmenes y las obras de tierra

Sobre la superficie se dibuja y se calcula:

- El **dibujo 2D** abre y guarda DWG y DXF y trae los comandos de un CAD, con sus alias (capítulo 5).
- Las **etiquetas** escriben en el dibujo cotas, desniveles, pendientes y cuánto falta excavar o rellenar en cada punto (capítulo 6).
- En la pestaña **Análisis** se cubican acopios, canteras y excavaciones, se comparan vuelos, se pinta el mapa de corte y relleno entre el terreno y el diseño (con su `Informe mov. de tierra` en PDF y Excel), se arma la cubicación y presupuesto de todo el proyecto y salen los informes en PDF para el cliente (capítulo 8).
- En la pestaña **Plataforma** se diseñan plataformas, terrazas, botaderos y excavaciones con sus taludes y su balance (capítulo 9).

El trabajo sale en un plano topográfico, en el plano de la obra, en el plano de movimiento de tierra (MT, con el mapa de corte y relleno y sus perfiles) o en una lámina de cualquier dibujo (capítulo 17). Si es un camino, el módulo vial sigue desde aquí con los pasos de las secciones 3.4 a 3.10.

3.4 Los criterios de diseño

En **Diseño vial** › **Criterios** › **Criterios del proyecto** se fija la categoría del camino, la velocidad de proyecto, la altitud, el peralte máximo y el vehículo para el sobreancho. Con eso el programa sabe qué radios, pendientes, parámetros de curvas verticales y peraltes exige el Manual de Carreteras, y revisa todo lo que diseñe a partir de ahí (capítulo 10).

3.5 El eje en planta

Dibuje una polilínea por donde debe ir el camino y conviértala en eje con `Eje desde polilínea`. El programa ajusta las curvas al trazado: los vértices seguidos que giran hacia el mismo lado se juntan en una sola curva, con una tolerancia de 0,5 m. Si prefiere que cada vértice sea un PI con su curva circular y sus clotoides, elija «vértice por vértice» en

Diseño vial › **Eje** › **Configuración**. Ajuste radios y parámetros en **Editar curvas** y los peraltes en **Editar peraltes**. Si el trabajo es un mejoramiento, **Ajustar eje as-built** o **Eje desde la nube** le dan el eje del camino existente (capítulo 10).

3.6 La rasante

Con el eje listo, abra el **Perfil longitudinal**. Puede partir de una **Rasante de diseño** que el programa ajusta al terreno cumpliendo la norma, de la **Rasante as-built** del camino existente o de una **Nueva rasante** para trazarla a mano. Los PIV se arrastran con el mouse y la tabla de abajo marca al instante lo que no cumple (capítulo 11).

3.7 La sección tipo y el paquete estructural

En la ventana **Sección tipo** se definen los anchos de pista, berma y SAP, el bombeo, los taludes y la cuneta; en **Paquete**, las capas del pavimento con sus espesores. Desde ese momento el camino se dibuja solo en la planta, los **Perfiles transversales** muestran cada sección con sus áreas, y la **Curva de masas** dice cuánto material sobra o falta y dónde (capítulo 12).

3.8 Intersecciones y rotondas

Donde el camino se cruza con otro, **Intersección** arma los bordes, las curvas de giro según el vehículo tipo, las pistas de cambio de velocidad y el empalme de rasantes; **Rotonda** hace lo mismo para un cruce circular (capítulo 13).

Si el nuevo camino empalma con un **camino existente** (una ruta pavimentada que se conserva), el grupo **Diseño vial** › **Camino existente** lo declara como tal: el empalme nace en su borde real, la rasante del secundario se acuerda con la del principal y la cubicación separa el pavimento que se restituye del nuevo. También ahí están los ejes de giro de la intersección (capítulo 13).

3.9 Drenaje y señalización

La pestaña Drenaje delimita cuencas sobre la superficie, calcula caudales, dimensiona alcantarillas, revisa cunetas y diseña sumideros con su colector (capítulo 15). La pestaña Seguridad vial agrega la demarcación con sus zonas de no adelantar, coloca señales de la biblioteca del MC-V6 y calcula cantidades (capítulo 16).

3.10 Las láminas y los entregables

Complete una vez los datos de la viñeta, con **Carátula MOP** o **Viñeta de empresa**, y genere las láminas: H (planta), L (perfil longitudinal), T (perfiles transversales), SD (señalización), I (detalle de intersección), OA (obras de arte), PU (plano general, ubicación e índice) y DM (diagrama de masas), además de los planos topográficos, de obra, de movimiento de tierra (MT) y del conjunto de obras (EX), y las láminas de perfiles (PS). Todo el juego lleva la misma viñeta, con los mismos datos; si después cambia alguno, **Aplicar datos de la viñeta a láminas…** lo pasa a las láminas ya creadas. Se revisan y retocan en el espacio de láminas y se exportan a PDF, DXF o DWG (capítulo 17).

Para otros programas y para terreno quedan el LandXML del eje y el CSV de replanteo, en **Láminas** › **Entregables del camino** › **Exportar** ▾ (capítulo 14), las superficies de capas (capítulo 12), las superficies y los puntos (capítulo 6) y el LandXML de la obra, en **Láminas** › **Entregables de la obra** › **LandXML de la obra** (capítulo 9).

CONSEJO

No hace falta seguir el orden al pie de la letra. Como todo está conectado, puede volver a cualquier paso (cambiar un radio, subir la rasante, agregar una capa al paquete) y el resto se actualiza solo. En las láminas, la planta es una ventana viva sobre el dibujo y también se actualiza; las de perfil y de secciones conviene generarlas de nuevo al final, con un clic.

CAPÍTULO

04

Pestaña Inicio: proyecto, datos, coordenadas y puntos

La primera pestaña reúne lo que se usa al empezar: abrir, guardar y comprobar el proyecto, traer datos de otros programas, cargar el ortomosaico, declarar en qué sistema de coordenadas está el proyecto e importar los puntos del levantamiento. Las nubes se importan en la pestaña Nube de puntos, y cada resultado se exporta desde su pestaña.

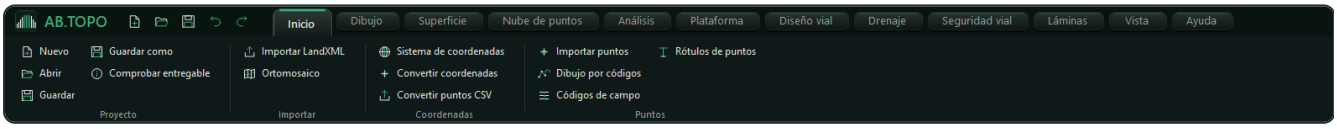
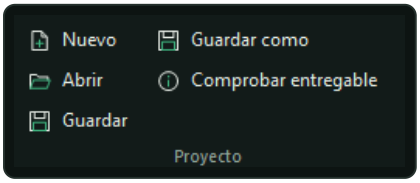


Figura 4.1 La pestaña Inicio, con sus grupos Proyecto, Importar, Coordenadas y Puntos.

4.1 Proyecto



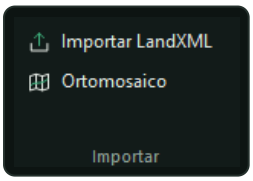
Grupo Proyecto

Nuevo, Abrir y Guardar están también en la barra de título, junto a Deshacer y Rehacer.

Nuevo	Empieza un proyecto vacío. `Ctrl` + `N`
Abrir	Abre un proyecto de AB.TOPO (**.abtopo**) o un **LandXML**; en este último caso se crea un proyecto nuevo con los ejes, rasantes y superficies que traiga. `Ctrl` + `O`
Guardar	Guarda todo el proyecto: ejes, rasantes, superficies, dibujo, ortomosaicos, láminas y el resto. `Ctrl` + `S`
Guardar como	Guarda el proyecto con otro nombre o en otra carpeta. `Ctrl` + `Mayús` + `S`
Comprobar entregable	Dice si un entregable ya emitido corresponde al proyecto abierto. Cada informe PDF, lámina, tabla Excel, LandXML o DXF con cifras lleva una **referencia** discreta (Ref.) del estado del proyecto al momento de hacerlo. Elija el archivo: el programa lee esa referencia y le dice si coincide con el proyecto abierto o qué cambió desde entonces (ejes, rasantes, sección, superficies, obras u opciones).

> **CONSEJO**
> Antes de reenviar un informe o una lámina que emitió hace un tiempo, pase el archivo por **Comprobar entregable**: si el proyecto cambió después, sabrá qué hay que volver a generar.

4.2 Importar



Grupo Importar

Los datos de otros programas y la imagen de fondo.

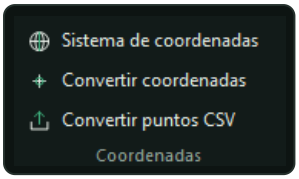
Importar LandXML	Agrega al proyecto abierto los **ejes**, **rasantes** y **superficies TIN** de un archivo LandXML (Civil 3D y la mayoría de los programas de diseño lo exportan). A diferencia de **Abrir**, no reemplaza lo que ya tiene. Los elementos de largo cero o inválidos no entran, y un punto con un valor que no es un número se omite; en los dos casos el registro lo avisa. Los archivos muy grandes, de más de 2 GB, también se abren: se leen por partes.
Ortomosaico	Carga un ortomosaico georreferenciado: **GeoTIFF** (.tif o .tiff, el que exportan Pix4D, Metashape, DJI Terra o WebODM), **JPEG 2000** (.jp2, el de muchas ortofotos de organismos públicos, también los de una sola pieza muy grandes) o una **imagen con su archivo de mundo** (.jgw, .pgw o .tfw). AB.TOPO los lee por sí mismo, sin instalar nada más, y si el ortomosaico está en otro sistema (otro huso, PSAD 56, geográficas o Web Mercator) lo lleva solo al del proyecto. Una imagen con archivo de mundo cuyas coordenadas calzan con el proyecto toma el sistema del proyecto; un archivo de mundo con giro no se acepta, y el programa lo avisa. Los **ECW** (un formato cerrado de otra empresa) no se abren: guárdelos como GeoTIFF o JPEG 2000 desde el programa con que se hizo el ortomosaico. Si un proyecto antiguo trae un ECW, basta dejar al lado (del ECW o del proyecto) un GeoTIFF o JPEG 2000 con el mismo nombre y AB.TOPO lo usa solo. Se ve debajo del dibujo 2D y como textura del terreno en el visor 3D.

El ortomosaico aparece en el árbol del proyecto, en la carpeta **Ortomosaicos**, con su ojo para apagarlo cuando estorbe. Queda guardado dentro del proyecto, así que no necesita llevar el archivo original aparte.

> **DÓNDE ESTÁ CADA INTERCAMBIO**
> Los puntos de estación total o GNSS se importan en **Inicio › Puntos › Importar puntos** (sección 4.4) y las nubes LAS o LAZ en **Nube de puntos › Nube › Importar nube**. Para sacar resultados: el eje y sus rasantes en **Láminas › Entregables del camino › Exportar ▾ › Eje a LandXML**, las superficies en **Superficie › Exportar › Superficies a LandXML** y la obra de tierra en **Láminas › Entregables de la obra › LandXML de la obra**. Si el proyecto no tiene declarado su sistema de coordenadas, al exportar un LandXML el programa lo avisa.

4.3 Coordenadas

En Chile conviven levantamientos en PSAD 56 y en WGS 84 (SIRGAS-Chile), en los husos 18 y 19, y los proyectos del MOP se trabajan en PTL, el plano topográfico local. Este grupo declara en qué sistema está el proyecto y convierte puntos y archivos de un sistema a otro.



Grupo Coordenadas

Sistema de coordenadas	El datum (PSAD 56 o WGS 84), la proyección del proyecto (UTM de un huso o PTL) y los parámetros de transformación entre datums.
Convertir coordenadas	Un punto entre WGS 84 y PSAD 56, en UTM, PTL o latitud y longitud (decimal o grados, minutos y segundos), y cuánto difiere del terreno a una cota.
Convertir puntos CSV	Un archivo de puntos (PNEZD, PENZD, NEZ, ENZ) de un sistema a otro, también al PTL.

El sistema del proyecto

Sistema de coordenadas **declara** en qué sistema están las coordenadas del proyecto; por sí solo no las mueve (para eso está la conversión del levantamiento, más abajo). Elija el datum (WGS 84, prácticamente igual a SIRGAS-Chile, o PSAD 56) y la **proyección**: UTM, con su huso (18 o 19 Sur), o PTL.

El **PTL** es el plano topográfico local del Manual de Carreteras (MC-V2 2.302.203): una Transversal de Mercator local con el plano a la altura del proyecto, donde las distancias entre coordenadas son las del terreno. Se define con el **meridiano central** (múltiplo de ¼°), la **altura del plano** (múltiplo de 100 m; el factor de escala es K = (6.378.000 + h) / 6.378.000) y los **falsos Este y Norte** (200.000 m y 7.000.000 m, Tabla 2.302.2.B).

Con **Proponer el PTL con el proyecto**, AB.TOPO propone el meridiano más cercano al centro del proyecto y la cota media del terreno redondeada a 100 m. Antes de aceptar muestra cuánto difieren del terreno el PTL y la UTM en el área y las cotas del proyecto.

La **transformación PSAD 56 ↔ WGS 84** trae parámetros por zona del país (por ejemplo, *Chile norte, cerca de 19° S*) con sus desplazamientos Δx, Δy y Δz; si su empresa usa otros, escríbalos.

Con **Latitud y longitud en la barra de estado**, la barra muestra también las coordenadas geográficas del cursor.

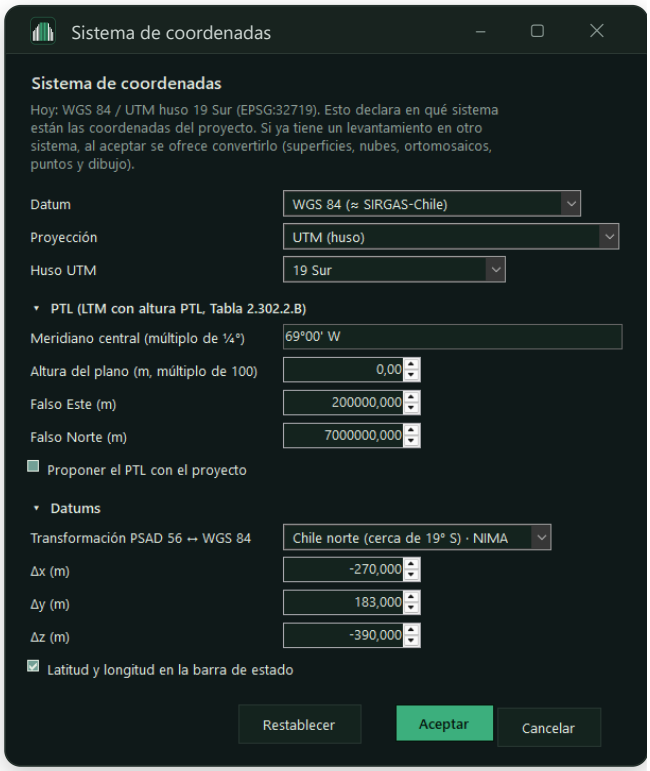


Figura 4.2 Datum, proyección (UTM o PTL), parámetros del PTL y transformación.

Las proyecciones UTM y PTL se calculan con las series de Krüger, exactas al nanómetro. Un archivo que describe su sistema en texto WKT con el nombre de SIRGAS-Chile 2016 se reconoce como tal.

En un proyecto en PTL, los ortomosaicos que vienen en UTM se reproyectan solos, el mapa de ubicación y la barra de estado usan el PTL, las láminas llevan sus parámetros en las notas y la viñeta, y los LandXML se exportan con el PTL.

> **CONSEJO**
> En Colchane, a 3.850 m de altura, 1 km medido en terreno es casi 1 m más largo que en coordenadas UTM. En un PTL con el plano a esa altura, la diferencia baja a milímetros. Por eso, en un proyecto en UTM, al cubicar el programa avisa cuánto difiere la cuadrícula del terreno si la diferencia pasa de 1:10.000.

Pasar el levantamiento a PTL

Si el proyecto ya tiene un levantamiento en otro sistema (por ejemplo, la LT en UTM), al aceptar un sistema nuevo el programa pregunta si **convertirlo**. Al convertir pasan al sistema nuevo:

- las superficies, las nubes de puntos y los ortomosaicos;
- los puntos y el dibujo, los perfiles de superficies, los acopios y las láminas.

Todo queda amarrado al PTL y lo que se diseñe después nace en él. La conversión se deshace con `Ctrl`+`Z`. La respuesta **No** solo declara el sistema, sin mover nada: es para cuando los datos ya vienen en él.

En un proyecto en PTL, una nube que trae su sistema UTM en el archivo y un LandXML en UTM entran convertidos: del LandXML se convierten las superficies; sus ejes no se cargan.

> **IMPORTANTE**
> Solo se convierte el levantamiento, antes de diseñar. Si el proyecto ya tiene ejes, plataformas, intersecciones, drenaje o señalización, el programa solo deja declarar el sistema: el diseño quedaría en el sistema anterior. Los datos sin sistema propio (un CSV, un DXF) se pasan al PTL con **Convertir puntos CSV** o se importan antes de convertir.

Convertir coordenadas

Elija el sistema de entrada (WGS 84 o PSAD 56, en UTM, PTL o geográficas) y el huso, escriba el punto y presione **Convertir**. Las latitudes y longitudes se aceptan en decimal (−33,4512) o en grados, minutos y segundos (33 27 04.3 S). **Copiar** lleva el resultado al portapapeles. La transformación entre datums y el PTL son los de **Sistema de coordenadas**, aunque el proyecto esté en UTM.

Si escribe la **cota**, el resultado dice además cuánto difiere del terreno una distancia en la UTM y en el PTL, en metros por kilómetro (MC-V2 2.302.203(4)).

Convertir puntos CSV hace lo mismo con un archivo de puntos completo y guarda uno nuevo con las coordenadas convertidas; en un proyecto en PTL propone pasar al PTL los puntos UTM WGS 84 del GNSS o del dron.

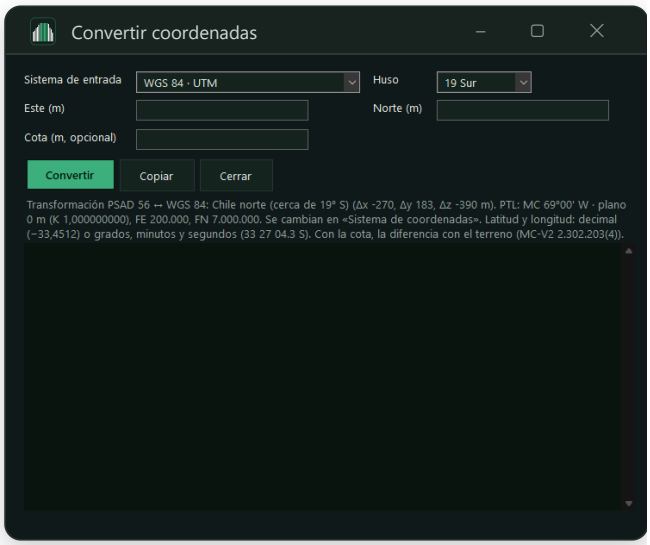
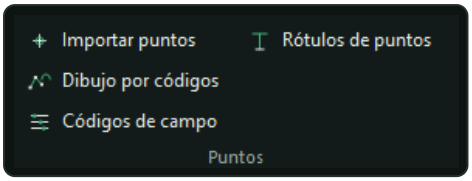


Figura 4.3 Escriba el punto y presione Convertir: el resultado aparece abajo, listo para copiar.

4.4 Puntos

Los puntos de estación total o GNSS son, casi siempre, el primer dato de un levantamiento. Este grupo los trae al dibujo, arma sus líneas y símbolos a partir de los códigos de terreno y decide qué se rotula de cada punto. Con los puntos en el dibujo, la superficie se arma en la pestaña Superficie con **Superficie desde puntos** (capítulo 6).



Grupo Puntos

Del archivo de terreno al dibujo, con sus códigos y sus rótulos.

Importar puntos	Puntos de estación total o GNSS en CSV o TXT (PNEZD, PENZD, NEZ, ENZ, con descripción). Van al dibujo 2D en una capa por código y, con el dibujo por códigos, unidos en sus líneas y con sus símbolos.
Dibujo por códigos	Rehace las líneas, los arcos y los símbolos de los puntos del dibujo según los códigos de su descripción (BC1, EJE, CERCO INI, POSTE…), en las capas de la biblioteca. Antes de empezar pregunta el **tamaño de los símbolos**, en metros.
Códigos de campo	La biblioteca de códigos: qué hace cada uno (línea, símbolo o solo el punto), su capa, color y tipo de línea, y si va a la superficie o es línea de quiebre.
Rótulos de puntos	Qué se ve de cada punto en la planta: número, cota y descripción, con el alto del texto, la posición junto al punto y los decimales; para todos los puntos, los de una capa o los elegidos. Salen igual en el DXF, el DWG y las láminas. También con el clic derecho en los puntos.

Formatos de puntos

El programa reconoce solo el orden de las columnas: en coordenadas UTM el Norte es la coordenada de millones, así que no confunde Norte con Este. Acepta estas variantes, con o sin descripción:

FORMATO	COLUMNAS
PNEZD	Punto, Norte, Este, Cota, Descripción
PENZD	Punto, Este, Norte, Cota, Descripción
NEZ(D)	Norte, Este, Cota y, si hay, Descripción
ENZ(D)	Este, Norte, Cota y, si hay, Descripción

El separador puede ser coma, punto y coma, tabulación o espacios. Si el separador no es la coma, también se acepta la coma decimal (*3811,254*), y los números pueden venir con separador de miles como los deja Excel (*6.295.230,512* o *6,295,230.512*). Las líneas de encabezado o de comentario se saltan solas.

> **CONSEJO**
> Los puntos quedan en el dibujo en **una capa por código** (PTS-BC, PTS-EJE, PTS-POSTE…): *BC1 INI* y *BC2* van los dos a PTS-BC. Así puede apagar las capas que no quiere usar antes de triangular la superficie, por ejemplo los puntos de árboles o de techos.

Códigos de campo: el dibujo se arma solo

Si en terreno escribe un **código** en la descripción de cada punto, al importarlos el programa une los puntos de cada línea, pone los símbolos y deja cada cosa en su capa, con su color y su tipo de línea. La descripción empieza con el código, y un número pegado separa las líneas del mismo código: *BC1* es un borde de calzada y *BC2* el otro. Los puntos de cada línea se unen en el orden en que se levantaron, así que puede tomar el camino en zigzag (borde, eje, borde) sin que las líneas se mezclen.

DESPUÉS DEL CÓDIGO	QUÉ HACE
INI	Empieza otra línea con ese código; la anterior queda terminada.
FIN	Termina la línea en ese punto.
CER	Cierra la línea hasta su primer punto: un cerco, una construcción.
PC … FC	Principio y fin de un arco de círculo que pasa por los puntos de entremedio, como en los planos MOP.

Un punto puede llevar dos códigos, por ejemplo *BC1 SOL1* (borde de calzada y solera). Lo que sigue al código y no es control ni otro código queda como comentario: *ARB eucalipto* es un árbol.

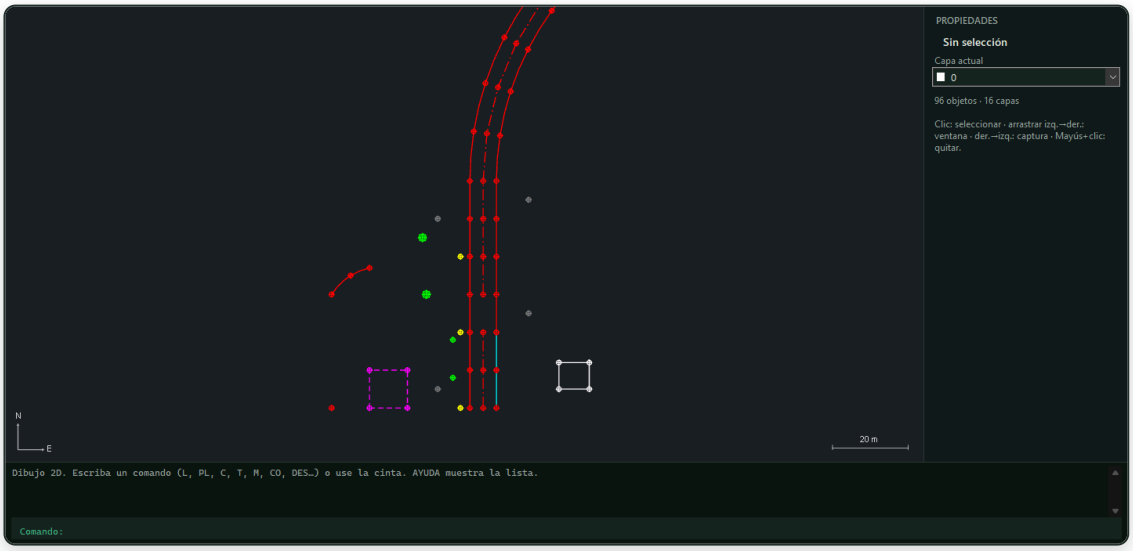


Figura 4.4 Un camino levantado en zigzag: los bordes BC1 y BC2 con la curva levantada entre PC y FC, el eje cortado con INI, la solera, el cerco y la casa cerrados con CER, y los postes y árboles con su símbolo.

Las líneas son polilíneas 3D con la cota de cada punto. Por eso `Superficie desde puntos` propone de partida **Las de los códigos de quiebre** como líneas de quiebre, y deja sin marcar las capas de los puntos que no son terreno (árboles, postes, construcciones). Si la superficie ya está hecha, **Superficie › Editar › Quiebres por códigos** une los puntos de los códigos que elija en líneas de quiebre y la rehace (capítulo 6). El registro avisa los códigos que no están en la biblioteca, las líneas de un solo punto y los arcos sin FC.



Figura 4.5 La biblioteca trae los códigos habituales de un levantamiento vial. Cámbiela o agregue los de su empresa; también se importa y exporta en CSV, para editarla en Excel o compartirla con la oficina.

> **CONSEJO**
>
> Al cambiar la biblioteca, lo dibujado por códigos se rehace solo. Una línea dibujada por códigos que usted edite a mano vuelve a como sale de los puntos si después usa **Dibujo por códigos**: lo que quiera conservar, dibújelo aparte.

CAPÍTULO

05

Pestaña Dibujo: el dibujo 2D

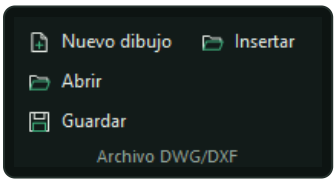
El área Dibujo 2D es un CAD completo, con los comandos de siempre y sus alias en español. Si viene de AutoCAD se sentirá en casa: se dibuja con clics o escribiendo coordenadas, se edita con pinzas y se trabaja por capas. La diferencia es que aquí el dibujo conoce el terreno y los ejes del proyecto.



Figura 5.1 La pestaña Dibujo en una ventana de 1.600 px: para que quepa entera, el grupo de más a la derecha se pliega en un desplegable con su nombre, «Capas y ayudas ▾» (sección 2.2). Cada grupo aparece con los nombres de sus botones en su sección.

5.1 Archivo: DWG y DXF de ida y vuelta

El dibujo 2D se guarda dentro del proyecto. Los botones de este grupo sirven para intercambiarlo con otros programas de CAD.



Grupo Archivo DWG/DXF

El dibujo como archivo de CAD; el proyecto se abre y se guarda en la pestaña Inicio.

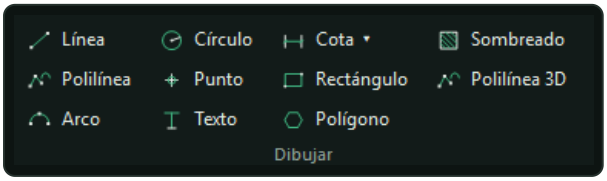
Nuevo dibujo	Empieza un dibujo en blanco (los ejes, superficies y demás elementos del proyecto no se tocan).
Abrir	Abre un dibujo **DWG** (AutoCAD R13 a 2027) o **DXF** en lugar del dibujo actual: el espacio modelo, con líneas, polilíneas (con su cota), arcos, círculos, puntos, textos, cotas, bloques, splines, elipses e imágenes, con sus capas y colores. También trae los **sombreados** (HATCH), sólidos o con su patrón (ANSI31, ANSI37…), con sus islas y con bordes de líneas, arcos, elipses y splines; los SOLID y TRACE llegan como sólidos. La viñeta y los marcos del espacio papel no se traen. Al terminar, la línea de comandos dice cuántos sombreados llegaron (por ejemplo *Sombreados: 9 (5 sólidos, 4 con patrón…)*) y qué no se trajo: tablas, directrices múltiples, referencias externas (ábralas aparte) y objetos de Civil 3D (superficies, alineamientos, puntos COGO), que solo Civil 3D puede leer; en Civil 3D, *Exportar a AutoCAD* los deja como líneas y textos que sí se abren. Los vértices repetidos, las coordenadas inválidas y las líneas de largo cero se limpian solos, con un aviso de lo corregido. El DWG original nunca se reemplaza: «Guardar» pide un nombre.

Guardar	Guarda el dibujo como **DXF R2000**, que se abre en AutoCAD 2000 y en cualquier versión posterior, o como **DWG de AutoCAD 2013**. Pregunta siempre el nombre, la carpeta y el tipo, con el último archivo propuesto, así que nunca escribe encima sin avisar. Además de los objetos del dibujo salen el eje con sus Dm y, de las superficies a la vista, las curvas de nivel con sus cotas, el borde y los triángulos. Las capas llevan su nombre completo y solo se escriben las que tienen objetos; los sombreados van como HATCH. Las imágenes del dibujo (logos, por ejemplo) quedan como archivos a su lado.
Insertar	Agrega al dibujo los objetos de un DWG o DXF (por ejemplo una base topográfica o un plano de otro), sin borrar lo que ya hay, con la misma limpieza y los mismos sombreados que «Abrir». Las capas que ya existen quedan como están. Se deshace con `Ctrl`+`Z`.

Para llevar a una lámina lo que haya dibujado, aunque no sea un proyecto (una pieza, un detalle, un croquis), use **Láminas** › **Planos** › **Lámina del dibujo** o, con algo elegido, el clic derecho *Lámina con lo seleccionado…* (ver 17.4).

5.2 Dibujar

Cada botón tiene su comando entre paréntesis: puede pulsar el botón o escribir el comando en la línea de comandos y presionar `Enter`.



Grupo Dibujar

Línea `L`	Segmentos punto a punto. Cada clic agrega un tramo; `Enter` termina.
Polilínea `PL`	Una sola línea con tramos rectos y arcos tangentes. Es la base de casi todo: ejes, contornos de plataforma, bordes de superficie, pretiles.
Arco `A`	Arco por tres puntos: inicio, un punto intermedio y final.
Círculo `C`	Por centro y radio.
Punto `PT`	Puntos sueltos. Si hay una superficie, toman su cota del terreno.
Texto `T`	Texto de una línea; `Enter` con la línea vacía termina. Para corregirlo, elíjalo y cambie su contenido o su altura en el panel de propiedades.
Cota ▾	Las cotas, en un menú: **Alineada** `COT` (paralela a los dos puntos), **Horizontal o vertical** `CL` (según dónde deje la línea de cota: arriba o abajo de los puntos, horizontal; a un lado, vertical), **Radio** `CR` y **Diámetro** `CD` de un arco, un círculo o una curva de polilínea (el texto va donde haga clic, dentro o fuera) y **Ángulo** `CAN` entre dos líneas (o por el vértice y un punto de cada lado; el clic elige cuál de los ángulos). Al ubicarla, la línea de comandos ofrece *Decimales*, *Flechas* o *Trazos* (los trazos oblicuos de los planos de obra) y *Texto*, para escribir uno propio en que `<>` es la medida (por ejemplo `4 × <>`). Lo elegido sigue en las cotas siguientes.
Rectángulo `REC`	Por dos esquinas opuestas; queda como polilínea cerrada.
Polígono `PG`	Polígono regular: centro, número de lados y radio.

Sombreado `SOM`	Rellena un contorno cerrado con líneas o un cruzado.
Polilínea 3D `PL3D`	Se dibuja como una polilínea normal y, al terminar, cada vértice toma la cota del terreno (la superficie o la nube que elija), con vértices cada X m si quiere que lo siga. Se ve en el 3D sobre el terreno y va al DXF y al DWG como polilínea 3D (sección 5.4).

Cómo escribir puntos

Cuando un comando pide un punto, puede hacer clic en el dibujo o escribirlo en la línea de comandos:

ESCRIBA	PARA
`340040.5 6295230.2`	Un punto en coordenadas absolutas: Este y Norte, separados por un espacio. También vale con coma (`340040.5,6295230.2`) o con coma decimal (`340040,5 6295230,2`).
`@12,-5`	Un punto relativo al anterior: 12 m al Este y 5 m al Sur.
`@25<30`	Un punto a 25 m del anterior, en la dirección de 30° medida desde el Este en sentido antihorario.
`@25<120g`	Lo mismo con **azimut** en grados centesimales, medido desde el Norte en sentido horario, como en topografía.
`25`	Solo una distancia: 25 m en la dirección en que está el cursor.
`C`	En líneas y polilíneas, cierra la figura volviendo al primer punto.

Cuando la línea de comandos muestra opciones entre corchetes, por ejemplo *[Seleccionar]* o *[Escala]*, se eligen escribiendo la palabra o solo sus primeras letras (`S` , `E`) y `Enter`.

> EJEMPLO
> Para dibujar el contorno de una plataforma de 40 × 25 m: escriba `PL` , haga clic en la primera esquina y luego `@40,0` `Enter` , `@0,25` `Enter` , `@-40,0` `Enter` y `C` `Enter` para cerrar.

Dibujar cualquier cosa: una pieza en milímetros

El dibujo no tiene que ser un proyecto. Una pieza, un detalle constructivo o un croquis se dibujan igual, y las unidades las decide usted: si dibuja en milímetros, una línea de 120 es una de 120 mm. Recién al laminarla le dice al programa en qué unidades dibujó, y a 1:1 la pieza sale de su tamaño real.

> EJEMPLO
> Una placa de 120 × 80 mm con dos perforaciones: `REC` , `0,0` `Enter` y `@120,80` `Enter` ; `C` , `30,40` y radio `10` ; otra vez `C` , `90,40` y radio `15` . Para acotarla: `CL` en dos esquinas de abajo y un clic bajo la placa (cota horizontal de 120; antes de ese clic, `D` y `0` la dejan sin decimales y `F` le pone flechas), `CL` en dos esquinas de la derecha y un clic a su derecha (vertical de 80), `CR` en el círculo chico (R10) y `CD` en el grande (Ø30). Después, *Lámina del dibujo* con unidades en milímetros (17.4).

Una cota elegida muestra en el panel de propiedades su texto (`<>` = la medida), la altura del texto, los decimales y si lleva flechas: se cambian ahí, sin volver a acotar.

5.3 Modificar

Los comandos de edición trabajan sobre lo que tenga elegido; si no hay nada elegido, primero le piden que elija los objetos y que confirme con `Enter`.



Grupo Modificar

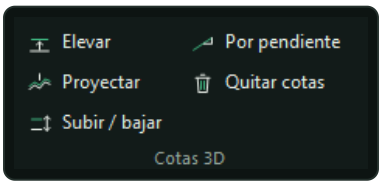
Mover `M`	Desplaza los objetos de un punto base a un punto de destino.
Copiar `CO`	Igual que mover, pero deja el original. Puede dejar varias copias seguidas.
Rotar `RO`	Gira los objetos alrededor de un punto, en el ángulo que escriba o que marque con el mouse.
Escala `ES`	Agranda o achica los objetos desde un punto base.
Simetría `SI`	Refleja los objetos respecto de una línea.
Desfase `DES`	Paralela a una distancia dada, de líneas, polilíneas, arcos o círculos. Muy útil para bordes, cercos y líneas de expropiación. Al mover el mouse se ve la paralela del lado del cursor; un clic la deja. En las polilíneas, las esquinas de afuera quedan en punta, como en AutoCAD, y los lazos que dejan los tramos cortos o los arcos más chicos que la distancia se quitan solos. Si el objeto es más angosto que el doble de la distancia, la paralela puede quedar en varias partes (una U angosta hacia adentro da dos) o no quedar.
Recortar `TR`	Corta el tramo de una línea, arco, círculo o polilínea comprendido entre los objetos que la cruzan.
Alargar `AL`	Alarga una línea (o el último tramo recto de una polilínea) hasta el objeto más cercano.
Estirar `EST`	Mueve solo los vértices que quedan dentro de una ventana; los objetos que quedan enteros dentro se mueven completos.
Empalme `EM`	Arco tangente de radio dado entre dos líneas o en un vértice de polilínea. Con radio 0, deja una esquina limpia.
Chaflán `CH`	Corte recto entre dos líneas, con dos distancias.
Matriz `MA`	Copias en filas y columnas, o alrededor de un centro (polar).
Unir `UN`	Une líneas, arcos y polilíneas que se tocan en una sola polilínea, por ejemplo para cerrar un contorno.
Partir `PA`	Divide una línea, arco o polilínea en un punto.
Explotar `X`	Descompone polilíneas y cotas en objetos simples.
Dividir `DIV`	Pone puntos que dividen un objeto en partes iguales.
Graduar `GRA`	Pone puntos a lo largo de un objeto cada cierta distancia (por ejemplo, cada 20 m a lo largo de un borde).

Borrar `Supr`	Elimina los objetos elegidos.

Pinzas. Al elegir un objeto aparecen pequeños cuadrados (pinzas) en sus vértices. Arrastre una pinza para mover ese vértice. En los contornos de plataforma y en los ejes de diseño, mover una pinza recalcula todo lo que depende de ellos: taludes, volúmenes, curvas, peraltes, secciones.

5.4 Cotas 3D

Las líneas, polilíneas y puntos del dibujo pueden tener cota en cada vértice (polilíneas 3D). Esto sirve para dibujar quiebres, pies y cabezas de talud, bordes de pavimento o soleras que después entran en una superficie.



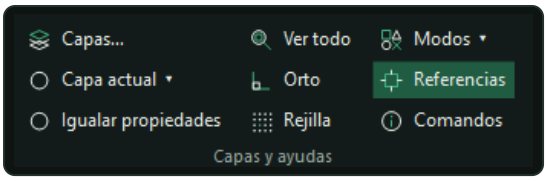
Grupo Cotas 3D

Elevar `ELE`	Da una misma cota a todas las líneas, polilíneas y puntos elegidos.
Proyectar `PROY`	Cada vértice de las polilíneas, líneas o puntos elegidos toma la cota del terreno: de una superficie o directamente de una nube de puntos, la que elija. Con vértices cada X m, la línea sigue el terreno entre ellos, también en los arcos (pasan a tramos rectos a menos de 5 cm del arco).
Subir / bajar `DZ`	Suma o resta un valor a las cotas de los objetos elegidos.
Por pendiente `PENDZ`	Cotas a lo largo de una línea o polilínea con una pendiente dada desde un extremo, o interpoladas entre las cotas de sus extremos.
Quitar cotas `Z0`	Vuelve los objetos a 2D.

Para dibujar directamente una línea que siga el terreno, use **Polilínea 3D** `PL3D`, que está en **Dibujo** › **Dibujar** › **Polilínea 3D**.

5.5 Capas y ayudas

Las consultas que antes estaban en esta pestaña (Distancia, Área, ID punto, Distancia 3D, Área y volumen y Pendiente terreno) están ahora en **Análisis** › **Consultar**, con sus mismos comandos (capítulo 8). Aquí quedan las capas y las ayudas para dibujar.



Grupo Capas y ayudas

Las capas del dibujo y las ayudas para ubicar el cursor.

Capas... `CA`	El administrador de capas (ver abajo).
Capa actual	Menú para elegir la capa en que se dibujan los objetos nuevos.

Igualar propiedades `IP`	Copia de un objeto a otros la capa, el color y el estilo del texto (alto, letra, decimales y flechas de las cotas). Elija primero el objeto de origen y después los de destino, uno tras otro o con la opción *Varios*. Todo queda en un solo paso de `Ctrl`+`Z`. También se escribe `IGUALARPROP` o `MATCHPROP`.
Ver todo `ZE`	Muestra todo el proyecto. Lo mismo hace el doble clic con la rueda del mouse.
Orto `F8`	Limita el cursor a direcciones horizontales y verticales.
Rejilla `F7`	Muestra una rejilla de fondo para orientarse.
Modos	Elige qué referencias se usan (menú de abajo).
Referencias `F3`	Enciende o apaga las referencias a objetos: el cursor se engancha a extremos, puntos medios, centros, intersecciones y demás puntos notables.
Comandos	Muestra en la línea de comandos la lista de todos los comandos y las formas de escribir puntos (igual que escribir `AYUDA`).



Figura 5.2 El administrador de capas: color, visibilidad, bloqueo y tipo de línea de cada capa. El triángulo marca la capa actual (doble clic en la primera columna para cambiarla); con Ctrl o Mayús se eligen varias.

En el administrador puede crear y eliminar capas, cambiar su color (los colores de AutoCAD del 1 al 9), apagarlas, bloquearlas para no tocarlas por error y elegir el tipo de línea (continua, trazos, eje…). Los cambios se ven al aceptar.

- Con `Ctrl` o `Mayús` se eligen **varias capas**. Al eliminarlas, si tienen objetos, se eliminan con ellos o se mueven a otra capa; `Ctrl`+`Z` lo devuelve.
- El clic derecho en una capa **selecciona sus objetos** en el dibujo.

> **CONSEJO**
> Lo que AB.TOPO dibuja solo (el camino en planta, la rotulación de los ejes, las intersecciones) va en capas con prefijo propio, por ejemplo **PL-EJE_PROYECTO-…** o **INT1-…**. Apáguelas como cualquier capa si no quiere verlas.

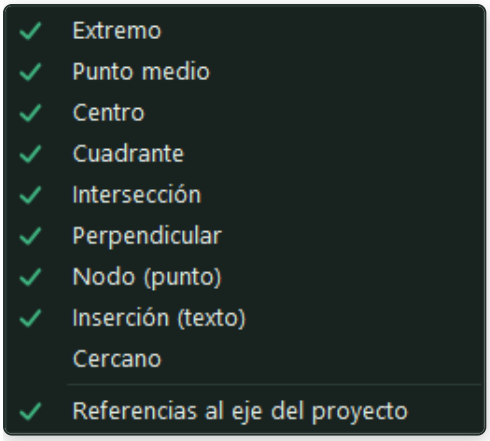


Figura 5.3 Los modos de referencia. «Referencias al eje del proyecto» permite engancharse también a los ejes.

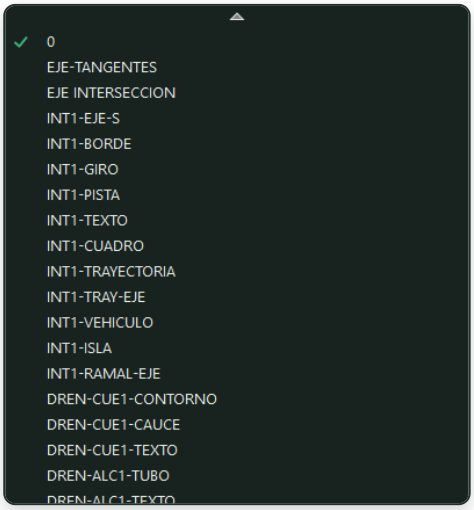


Figura 5.4 El menú «Capa actual» lista todas las capas del dibujo.



Figura 5.5 La lista de comandos, en la línea de comandos: formas de escribir puntos y teclas de las ayudas.

5.6 Copiar y pegar objetos

Los objetos del dibujo se copian y se pegan como en cualquier programa de CAD, también entre proyectos abiertos en ventanas distintas del programa y entre el dibujo y las láminas. Copiar y pegar también están en el menú del clic derecho.

TECLAS O COMANDO	QUÉ HACE
`Ctrl`+`C` · `COPIARPP` `CPP`	Copia lo elegido, con su esquina de abajo a la izquierda como punto base.
`Ctrl`+`Mayús`+`C` · `COPIARBASE` `CPB`	Copia lo elegido con un punto base que usted marca.
`Ctrl`+`V` · `PEGARPP` `PPP`	Pega lo copiado en el punto que elija: en el dibujo, en una lámina o en otra ventana del programa.

Si lo que hay en el portapapeles es texto (unas coordenadas copiadas de una planilla, por ejemplo), `Ctrl`+`V` lo pega en la línea de comandos.

5.7 Perfiles en el dibujo como objetos

El perfil longitudinal y los transversales, de un eje o de un perfil de superficies, se insertan en el dibujo 2D como **un objeto**, como las vistas de perfil y de sección de Civil 3D: se elige entero, se mueve como una pieza y el panel de propiedades muestra qué perfil es, el terreno, las escalas, el tamaño y si está al día. Se rehacen solos, en segundo plano, cuando cambia lo que muestran (el eje, la rasante, la sección tipo, el terreno o el perfil de superficies), y salen igual en las láminas, el PDF y el DXF.

- En su menú: **Propiedades del perfil…** (escalas horizontal y vertical, filas de la guitarra y forma de calcular las pendientes del terreno), **Abrir el perfil**, **Actualizar ahora** y **Explotar**, por si se quieren las líneas sueltas.
- El longitudinal sale con la **exageración vertical** elegida en el Perfil, también al rehacerse y al guardar.
- Al pasar el longitudinal de un eje al dibujo aparece el cuadro **Filas de la guitarra**: gradientes y pendientes, cotas de la rasante, cotas del terreno, distancias, curvatura y peraltes. Vienen todas marcadas, así que si acepta sin tocar sale lo de siempre. Se cambian después en *Propiedades del perfil…* y se conservan al rehacerse y al abrir el proyecto.
- Un eje **sin rasante** también se pasa al dibujo: el perfil sale solo con el terreno, y la guitarra lleva la fila **Pendientes del terreno** en lugar de la de la rasante. Esa fila se calcula de tres formas, a elegir en *Propiedades del perfil…*: **Tramos uniformes** (el terreno se divide en tramos de pendiente pareja; hay un quiebre donde se aparta de la recta más que la tolerancia, 0,05 m por omisión, y ningún tramo es más corto que 10 m), **Cada distancia fija** (10, 20, 50 m o la que escriba) o **Punto a punto** (entre las estaciones rotuladas). Los perfiles guardados antes siguen punto a punto hasta que cambie la opción.
- Si cambia el nombre del eje, de la rasante o de la superficie, el título del perfil se actualiza solo.
- **Todos de una vez:** `A dibujo 2D` en Secciones inserta todas las secciones del eje, en columnas; con un transversal a la vista, el del perfil de superficies inserta todos sus transversales. Al pedir el punto del longitudinal, la opción *Todos* inserta los de todos los ejes con rasante, uno sobre otro, y *Escala* cambia las escalas.
- Si se borra el eje o el perfil, el dibujo queda como estaba y avisa qué falta.

Cualquier elemento del árbol (superficies, ejes, rasantes, nubes, obras, zanjas, intersecciones…) se renombra con **Cambiar nombre…** en su clic derecho o con `F2`: sus láminas y lo que lo usa se actualizan, y `Ctrl`+`Z` lo deshace.

CAPÍTULO

06

Pestaña Superficie: el terreno

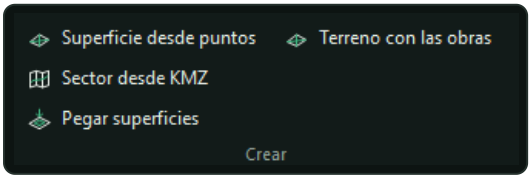
La superficie del terreno es la base de todo el proyecto: sobre ella se calculan los perfiles, las secciones, los volúmenes y el drenaje. En esta pestaña se crea a partir de puntos o pegando otras superficies, se corrige, se muestra con curvas y colores, se rotula y se exporta. Los puntos se importan en la pestaña Inicio (capítulo 4); las nubes de dron o LiDAR tienen su propia pestaña (capítulo 7), y los volúmenes, el control de corte y relleno y los perfiles de superficies están en la pestaña Análisis (capítulo 8).



Figura 6.1 La pestaña Superficie en una ventana de 1.600 px: el grupo Rótulos se pliega en un desplegable con su nombre, «Rótulos ▾» (sección 2.2).

6.1 Crear la superficie

Los botones para traer los puntos del levantamiento y armar su dibujo (Importar puntos, Dibujo por códigos, Códigos de campo y Rótulos de puntos) están en **Inicio** › **Puntos** (capítulo 4). Con los puntos en el dibujo, la superficie se crea aquí.



Grupo Crear

De los puntos de terreno a la superficie, y de varias superficies a una.

Superficie desde puntos	Triangula (Delaunay) los puntos del dibujo que tienen cota. Usted elige qué capas entran, las líneas de quiebre, la arista máxima de los triángulos y, si quiere, un borde.
Sector desde KMZ	Un KMZ o KML de Google Earth al dibujo (sus puntos, líneas y polígonos, una capa por carpeta) y, con el polígono del sector, las curvas de nivel del modelo Copernicus GLO-30 y una imagen satelital Sentinel-2 de solo esa zona, bajadas de internet. Son datos libres de referencia, con errores de algunos metros: sirven para ver el sector, no para diseñar ni cubicar. Si el proyecto ya tiene un levantamiento, informa la diferencia de cotas y puede igualarlas.
Pegar superficies	Crea una superficie nueva a partir de una **base** con otras superficies **pegadas encima**. Dentro de cada superficie pegada mandan sus triángulos y en su borde se arma una transición continua, sin escalones. Las superficies originales no cambian.

Terreno con las obras Superficie nueva en un clic: el terreno activo con todas las obras del proyecto pegadas (caminos, intersecciones, rotondas, accesos, plataformas y zanjas, juntas como en el 3D). Fuera de las obras los triángulos del terreno quedan iguales; solo se rehace la franja de unión. Para una sola obra, use el clic derecho en ella › **Terreno con la obra**.

Con el clic derecho en una superficie del árbol, **Cambiar nombre...** (o F2) le cambia el nombre en todo lo que la usa. En ese mismo menú están **Prolongar bordes**, **Perfil de superficies**, **Volumen entre superficies**, **Ver en 3D** y **Exportar DXF (caras 3D)...**, que guarda cualquier superficie del árbol como caras 3D para otros programas de CAD. Las curvas de nivel de las superficies de terreno salen **suavizadas**, respetando las líneas de quiebre; las de diseño siguen rectas.

Al abrir o insertar un DXF o DWG con **caras 3D** (3DFACE), cada capa con caras queda como una superficie del árbol, con las cotas del archivo.

Los formatos de archivo de puntos que reconoce el programa y los códigos de campo que arman el dibujo solo están en la sección 4.4 (pestaña Inicio, grupo Puntos).

Superficie desde puntos

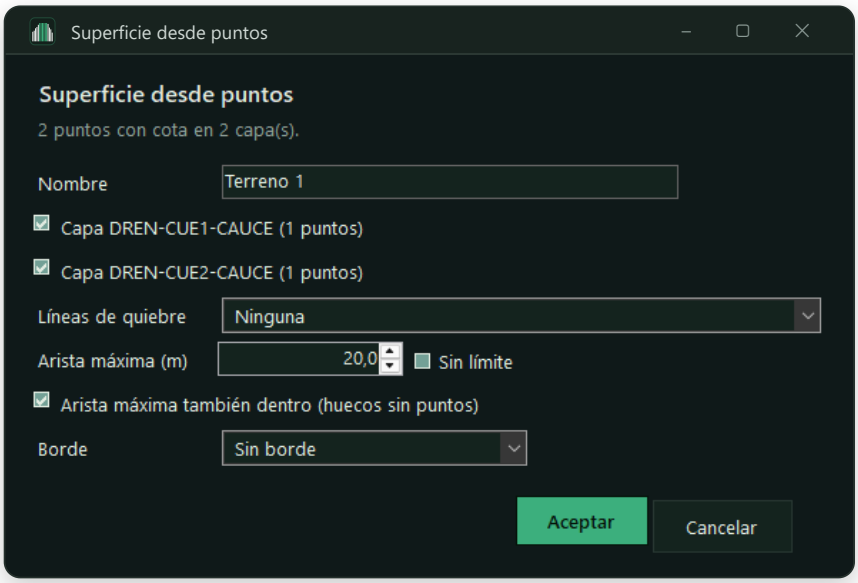


Figura 6.2 Cada capa con puntos aparece con su casilla: desmarque las que no son terreno (árboles, techos, postes). Debajo se eligen las líneas de quiebre, la arista máxima (y si vale también dentro) y el borde.

1. Importe los puntos y revise en el dibujo que estén donde corresponde.
2. Si levantó con códigos, las líneas ya están dibujadas y el diálogo propone las de los códigos de quiebre. Si no, una los puntos de cada borde de calzada, pie o cabeza de talud, cuneta o solera con una polilínea (con la referencia a nodo) y **selecciónelas**: el diálogo las propone como **líneas de quiebre**.
3. Si quiere recortar la superficie por un borde (el límite del levantamiento, por ejemplo), elíjalo en **Borde**: la polilínea cerrada que tenga elegida o **Elegir o marcar en el dibujo...**, que al aceptar le pide la polilínea cerrada (o un círculo) o le deja marcar el contorno con clics.
4. Abra Superficie desde puntos, escriba el nombre, marque las capas que son terreno, revise las líneas de quiebre y fije la **arista máxima**: con 0 no hay límite; con un valor (por ejemplo 30 m) se evitan los triángulos largos y delgados que aparecen en los bordes y en zonas sin puntos. Con **Arista máxima también dentro** se quitan además los triángulos interiores con un lado más largo, los que tapan zonas sin puntos dentro del levantamiento (edificios, lagunas, sectores sin medir); el registro dice cuántos triángulos y cuánta área quitó.

5 Acepte. La superficie aparece en el árbol, en la carpeta Superficies, y ya puede mostrar sus curvas de nivel.

Al crear, importar o editar una superficie, y antes de cubicar, el programa revisa que sea **válida**: triángulos que se traslapan en planta, triángulos sin área, aristas repetidas y vértices sueltos. Si encuentra algo, lo avisa en el registro con el lugar y el área afectada. Cuando una superficie se rehace (con quiebres, huecos, picos, subir o bajar), el 3D, el perfil y las secciones toman la nueva.

Líneas de quiebre

Una línea de quiebre obliga a la superficie a seguir esa línea: los triángulos no la cruzan, así que el fondo de una cuneta, el borde de una calzada o el pie de un talud quedan exactamente entre sus puntos y las curvas de nivel se quiebran sobre ellos, en vez de cortarlos en serrucho. En la lista **Líneas de quiebre** del diálogo se elige cuáles usar: las elegidas en el dibujo, todas las líneas 3D visibles o las de una capa.

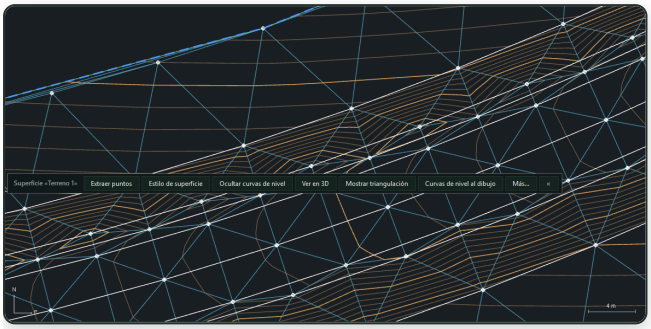


Figura 6.3 Un camino levantado con puntos cada 10 m, sin líneas de quiebre: los triángulos cruzan la cuneta y el corte, y las curvas salen en serrucho.

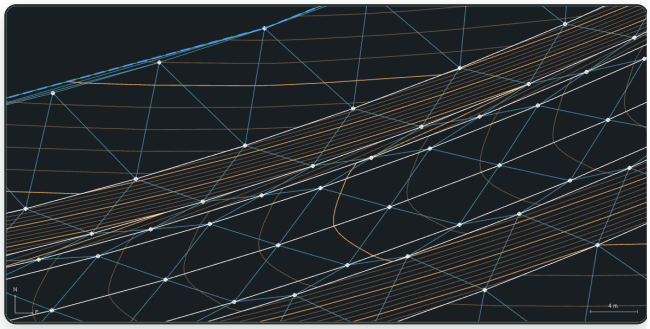


Figura 6.4 Los mismos puntos con la polilínea de cada código como línea de quiebre: las curvas siguen el camino.

- Las líneas **3D** (con cota en sus vértices, como las polilíneas 3D de un DXF) usan sus cotas; si un vértice cae sobre un punto, vale la cota de la línea.
- Las líneas **2D** toman en cada vértice la cota de la superficie de los puntos. Los tramos fuera de los puntos no tienen cota y no se usan; el registro dice cuántos vértices quedaron fuera.
- Los arcos se dividen en cuerdas de 2 cm de flecha como máximo, y dos líneas que se cruzan se cortan en el cruce, con la cota de la primera.
- La **arista máxima** no recorta a través de una línea de quiebre: una línea en el borde del levantamiento queda como borde de la superficie.
- Sin puntos, solo con polilíneas 3D (las curvas de nivel de un DXF, por ejemplo), también se arma la superficie: sus vértices son los puntos.

> **CONSEJO**
> Con polilíneas elegidas en el dibujo, el menú del botón derecho ofrece **Superficie desde puntos (con estas líneas de quiebre)**. Si los puntos tienen códigos pero no se dibujaron como líneas (un levantamiento con «camino» en todos los puntos, por ejemplo), use **Quiebres por códigos** (sección 6.2).

Pegar superficies

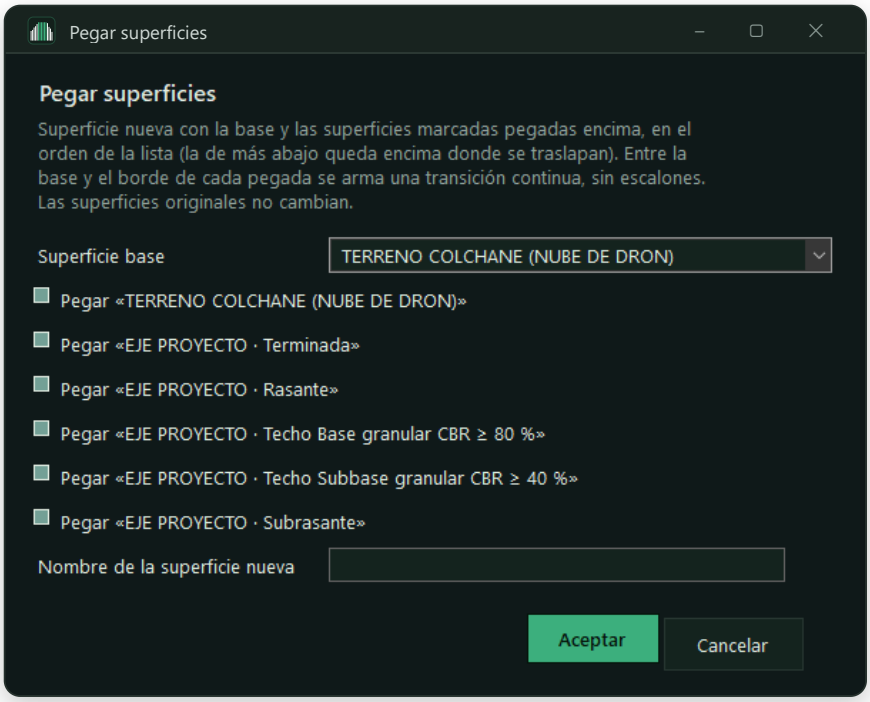


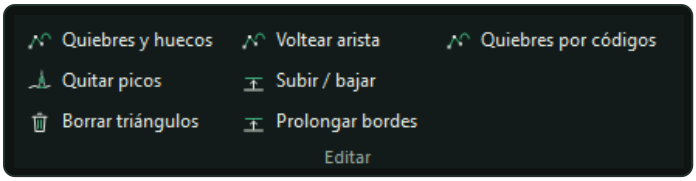
Figura 6.5 Elija la base, marque las superficies que se pegan encima (la de más abajo en la lista queda arriba donde se traslapan) y póngale nombre a la nueva.

Sirve, por ejemplo, para actualizar un levantamiento antiguo con un vuelo nuevo de una parte de la obra, o para obtener el **terreno con el proyecto construido**: la superficie terminada de una plataforma, de una intersección o de un camino (sus superficies de capas) pegada sobre el terreno natural. Para el caso más común, el terreno con todas las obras, **Terreno con las obras** lo hace en un clic.

> ⚠ **IMPORTANTE**
> El proyecto nunca se funde solo con el terreno: la superficie del terreno original queda intacta como referencia para calcular cortes, rellenos y perfiles. Si necesita una sola superficie con todo (para un modelo de entrega o para control de máquinas), créela usted con **Terreno con las obras** o **Pegar superficies**.

6.2 Editar la superficie

Una superficie ya hecha se corrige sin volver a triangularla desde cero. Cada edición se guarda con la superficie y `Ctrl` + `Z` la devuelve.



Grupo Editar

Trabajan sobre la superficie elegida en el árbol (la superficie activa).

Quiebres y huecos	Agrega las líneas elegidas en el dibujo como líneas de quiebre (las 2D toman la cota de la superficie o la del texto de cota que tienen encima) o las polilíneas cerradas como huecos sin triángulos; o quita lo agregado. La superficie se rehace con sus mismos puntos y su contorno, y fuera de lo agregado queda idéntica. `Ctrl`+`Z` la devuelve.
Quitar picos	Baja a la cota del terreno de alrededor los picos angostos de la superficie elegida (postes, antenas, letreros o ruido que quedó como terreno): se elige el alto mínimo del pico (0,50 m) y su ancho máximo (3 m), así que muros, edificios, acopios y taludes no se tocan. Con *También pozos*, lo mismo con los puntos hundidos. `Ctrl`+`Z` la devuelve.
Borrar triángulos `BT`	Borra los triángulos que marque con un clic, o con las opciones *Ventana*, *Lazo*, *Línea* (los que cruza una línea) o *LadoMáximo* (los de lado mayor que un máximo, desde el borde o en toda la superficie). Sirve para quitar los triángulos largos de los bordes o los que tapan un sector sin puntos. También se escribe `BORRARTRI`.
Voltear arista `VA`	Haga clic cerca de una arista: la diagonal de los dos triángulos que la comparten se cambia por la otra, si forman un cuadrilátero convexo. Sirve para corregir a mano un triángulo que cruza un borde o una cuneta. También se escribe `VOLTEARARISTA`.
Subir / bajar	Sube (+) o baja (−) todas las cotas de la superficie elegida lo mismo, en ella o en una copia (por ejemplo «Terreno 1 +0,15»); los puntos y la triangulación no cambian, y lo que la usa se rehace. También con el clic derecho en la superficie. `Ctrl`+`Z` la devuelve.
Prolongar bordes	Cuando el levantamiento no cubre todo el ancho del camino, crea una superficie nueva «(prolongada)» con la pendiente del terreno llevada desde el borde hacia afuera, a lo ancho del camino del eje elegido (ver abajo).
Quiebres por códigos	Une los puntos de los códigos elegidos en líneas de quiebre y rehace la superficie con sus mismos puntos (ver abajo).

Los triángulos borrados y las aristas volteadas se guardan con la superficie y se vuelven a aplicar si después se rehace con líneas de quiebre o huecos.

Quiebres por códigos

En muchos levantamientos los puntos del camino llevan todos el mismo código («camino», a veces escrito «cami» o «ca»), sin números que separen los bordes. Al triangular, los triángulos unen el borde de un perfil con el borde opuesto del siguiente y la calzada sale torcida. **Quiebres por códigos** arma las líneas de quiebre con esos puntos:

- En **Códigos** se escriben uno o varios, separados por coma (el programa sugiere los parecidos).
- **Ordenar** a lo largo del eje elegido separa en cada perfil el borde izquierdo, el centro y el borde derecho (en las curvas siguen el camino); la otra forma une los puntos por cercanía.
- Antes de rehacer la superficie, muestra las líneas y cuánto se aparta hoy la superficie de ellas.

Queda guardado con la superficie; `Ctrl` + `Z` la devuelve.

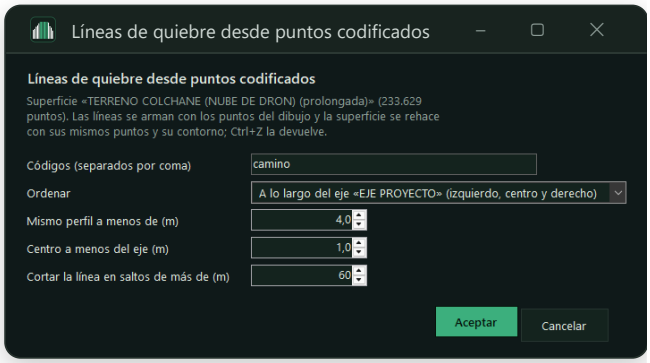


Figura 6.6 El código de los puntos, cómo se ordenan (aquí, a lo largo del eje), la distancia para tomar dos puntos como del mismo perfil, la del centro al eje y el salto que corta una línea.

Prolongar bordes

Un vuelo o un levantamiento angosto puede no llegar hasta donde terminan los taludes del camino, y ahí faltaría terreno para las secciones. **Prolongar bordes** crea una superficie nueva con el mismo nombre y «(prolongada)»: lleva hacia afuera la pendiente de los últimos metros medidos, perpendicular al eje, lo justo para cubrir el camino y sus taludes más un margen. Tiene tope de distancia (30 m por omisión; más allá se avisa) y de pendiente.

- La superficie original no cambia. La prolongada queda soldada a la línea de tierra, con un solo contorno.
- Lo prolongado queda dibujado en la planta, en la capa **TERRENO PROLONGADO**, y la tabla de volúmenes marca los perfiles que lo usan y separa sus m^3.
- Con *Usar la prolongada en el perfil y las secciones del eje*, el eje pasa a trabajar con ella.
- Un proyecto con una prolongada de una versión anterior la rehace sola al abrirse, con el mismo nombre; la anterior queda como «(antigua)».

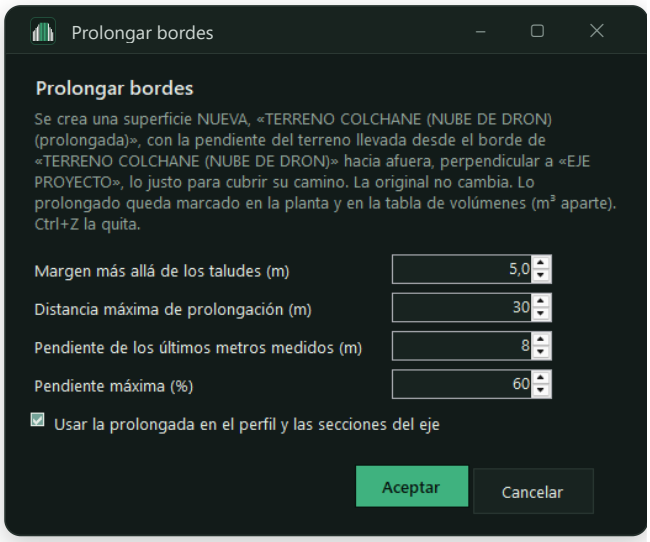
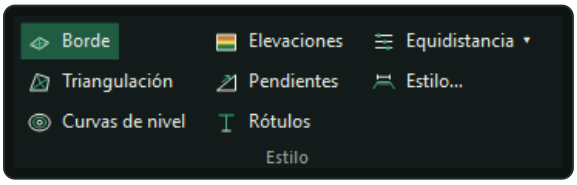


Figura 6.7 El margen más allá de los taludes, la distancia máxima, los metros medidos que dan la pendiente y la pendiente máxima.

6.3 Ver la superficie en el dibujo



Grupo Estilo

Cada botón enciende o apaga una forma de ver la superficie activa; el botón queda marcado mientras está encendido.

Borde	El contorno exterior de la superficie.
Triangulación	Los triángulos del TIN. Se dibujan al acercarse, para no saturar la vista general.
Curvas de nivel	Curvas maestras y secundarias, con rótulos de cota en las maestras.
Elevaciones	Colores por cota (hipsométrico), con su leyenda.
Pendientes	Colores por rango de pendiente del terreno, en porcentaje, con su leyenda.
Rótulos	Enciende o apaga la cota escrita sobre las curvas maestras.
Equidistancia	Distancia vertical entre curvas secundarias: 0,25, 0,5, 1, 2, 5 o 10 m.
Estilo...	Todas las opciones de visualización de la superficie en una sola ventana.

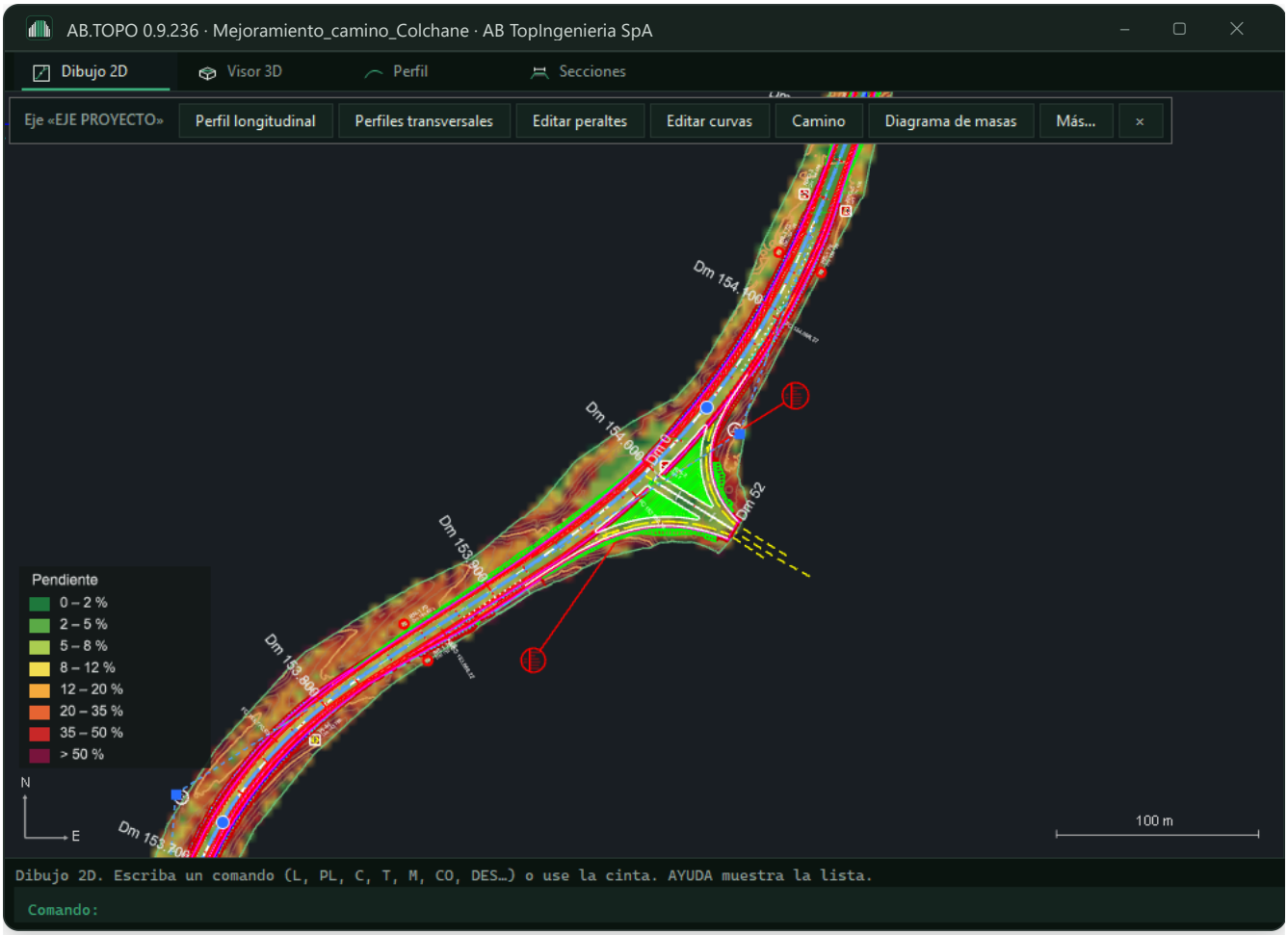


Figura 6.8 El terreno del ejemplo con las curvas de nivel y los colores por pendiente, de 0–2 % (verde) a más de 50 % (granate). Encima, el camino diseñado y la intersección.



Figura 6.9 Colores por cota (elevaciones).

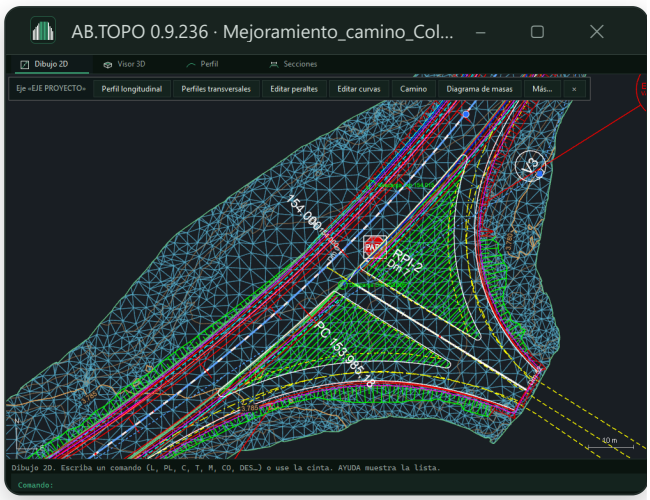


Figura 6.10 La triangulación, vista de cerca en el cruce.

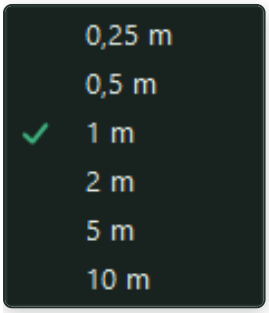


Figura 6.11 El menú de equidistancias.

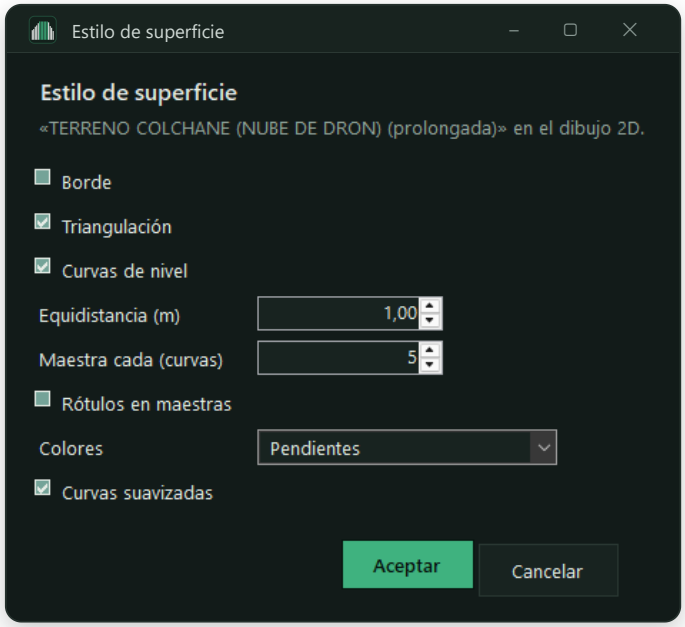
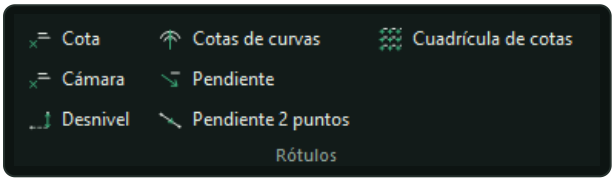


Figura 6.12 Borde, triangulación, curvas, equidistancia, cada cuántas curvas va una maestra, rótulos y colores.

6.4 Rótulos del terreno

Los rótulos escriben en el dibujo lo que dice la superficie: cotas, desniveles, pendientes, cotas de curvas y cámaras. Son **vivos**, como las etiquetas de Civil 3D: si la superficie se rehace (un levantamiento nuevo con el mismo nombre, un Ctrl+Z) o si mueve el rótulo, se vuelven a medir solos. Van en la planta, en las láminas, en el PDF y en el DXF. Los que dicen cuánto falta por excavar o rellenar, entre el terreno de hoy y el diseño, están en la pestaña Análisis (capítulo 8).



Grupo Rótulos

Miden sobre la superficie activa (la elegida en el árbol del proyecto).

Cota `ETC`	La cota de la superficie en cada punto que marque, con una cruz. El texto se puede correr con su pinza.
Cámara `ECA`	Una cámara (de alcantarillado, de inspección) en cada clic: su símbolo y su rótulo con el nombre correlativo (C-1, C-2…), la **cota de tapa**, que es la de la superficie y se mantiene viva como la de `Cota`, y, si los escribe, la **cota de radier** o la **profundidad** (la otra se calcula). Al ubicarla, la línea de comandos ofrece *Nombre*, *Decimales* y *Altura*. Va en la capa SUP-CAMARAS y sale en las láminas y en el DWG. También se escribe `ETIQCAMARA`.
Desnivel `ETN`	El desnivel (Δz, con su signo del primer punto al segundo) y la distancia entre dos puntos.
Cotas de curvas `ETCN`	Marque una línea que cruce las curvas de nivel: cada curva que cruza lleva su cota, escrita a lo largo de ella. Con la opción *Maestras*, solo las maestras.

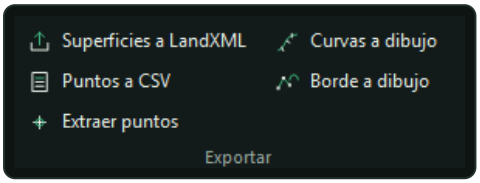
Pendiente ETP	La pendiente del terreno en un punto (la de su triángulo), en % o como talud H:V, con una flecha hacia donde cae el agua.
Pendiente 2 puntos ETP2	La pendiente entre dos puntos, con la flecha hacia el más bajo.
Cuadrícula de cotas GRC	Las cotas en una cuadrícula cada tantos metros, dentro de una polilínea cerrada, un rectángulo o toda la superficie. Los puntos caen en coordenadas redondas (múltiplos de la separación); la cuadrícula puede ir alineada con el lado más largo de la zona.

Al ubicarlos, la línea de comandos ofrece *Decimales* y *Altura* del texto (en la cuadrícula, la altura automática no pasa del 20 % de la separación: así los textos no se tocan). Un rótulo elegido muestra en el panel de propiedades lo que midió y ahí se cambian su texto, su altura y sus decimales. Van en las capas SUP-COTAS, SUP-DESNIVEL, SUP-PENDIENTES, SUP-CN-COTAS y SUP-CAMARAS.

Los perfiles de superficies (Perfil de superficies, Perfiles, Transversales y Láminas de perfiles) están ahora en **Análisis** › **Perfiles** y se describen en el capítulo 8.

6.5 Exportar

Las curvas y el borde que se ven en pantalla son una vista de la superficie: cambian solos si la superficie cambia. Cuando necesite entregarlas como líneas de CAD, páselas al dibujo; para otros programas, exporte la superficie o los puntos.



Grupo Exportar

Superficies a LandXML	Guarda superficies TIN en LandXML para control de máquinas u otros programas de diseño. Las coordenadas se escriben al micrómetro, sin redondear.
Puntos a CSV	Guarda los puntos del dibujo que tienen cota en un CSV con Punto, Norte, Este, Cota y Descripción.
Extraer puntos	Puntos con la cota de la superficie elegida al dibujo, numerados y con descripción como los del levantamiento, y si quiere a un archivo (ver abajo).
Curvas a dibujo	Copia las curvas de nivel al dibujo como polilíneas, en las capas CN-MAESTRA, CN-SECUNDARIA y CN-TEXTO, para entregarlas en DXF o DWG.
Borde a dibujo	Copia el contorno de la superficie al dibujo, en la capa SUP-BORDE.

Para llevar una superficie a otro programa de CAD como caras 3D, use el clic derecho en ella › **Exportar DXF (caras 3D)...**; también se escribe al micrómetro.

Extraer puntos

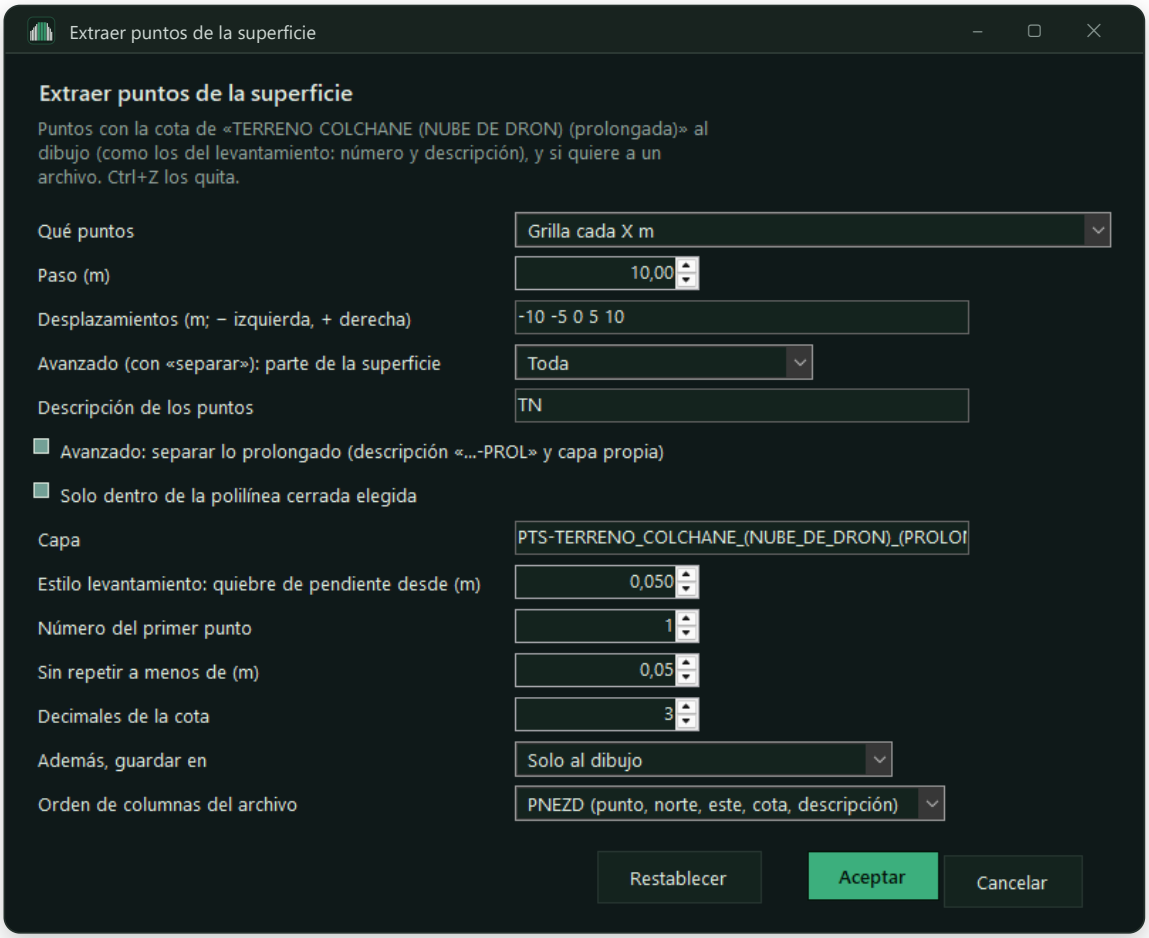


Figura 6.13 Qué puntos, el paso y los desplazamientos, la descripción y la capa, la numeración, los decimales y el archivo en que se guardan además del dibujo.

Sirve para entregar una superficie como puntos, densificar un terreno o presentar lo prolongado. En **Qué puntos** se elige:

MODO	QUÉ PUNTOS SALEN
Vértices de la superficie	Los puntos de la superficie tal cual, con sus coordenadas exactas.
Grilla cada X m	Una red regular en múltiplos del paso: las coordenadas salen redondas.
A lo largo del eje o de la polilínea elegida	Perfiles cada X m con los desplazamientos que escriba (por ejemplo `-10 -5 0 5 10`); el Dm y el lado van en la descripción.
Borde de la superficie	El contorno.
Vértices reales de lo medido + grilla cada X m en lo prolongado	En una sola pasada, los vértices reales donde hay levantamiento y una grilla solo donde se prolongó.
Estilo levantamiento	Perfiles perpendiculares al eje cada X m (10 m va bien) en todo el ancho de la superficie, con un punto donde quiebra la pendiente: más puntos donde el terreno cambia y nunca más de 10 m entre puntos.

- Con *Solo dentro de la polilínea cerrada elegida*, salen solo los de esa zona.
- La superficie se trata como una sola, con una descripción (TN por omisión) y una capa. En una superficie prolongada, la opción avanzada *separar lo prolongado* deja esos puntos con descripción «...-PROL» y en su propia

capa.

- **Además, guardar en**: solo al dibujo, CSV para Excel (punto y coma y coma decimal), Civil 3D (PNEZD, coma y punto decimal: se lee en Civil 3D con el formato *PNEZD (comma delimited)*), TXT separado por espacios o Excel para revisar. El orden de las columnas puede ser PNEZD o PENZD.

> **CONSEJO**
> Para revisar los puntos en una planilla use la salida Excel: abrir un CSV en Excel y volver a guardarlo le puede cambiar los números.

CAPÍTULO

07

Pestaña Nube de puntos: del dron a la superficie

Las nubes de dron o de LiDAR se trabajan sin salir del programa: se cargan, se limpian, se separan en terreno y objetos y se convierten en superficie. Si el trabajo es un mejoramiento, de la nube también se obtiene el eje del camino existente, con **Diseño vial › Eje › Eje desde la nube** (capítulo 10). Al crearlo, el programa pregunta si crea también el camino: con *No* queda solo el eje, como camino existente (sin diseño, cubicación ni peralte), útil para los Dm, los perfiles y la rasante as-built.

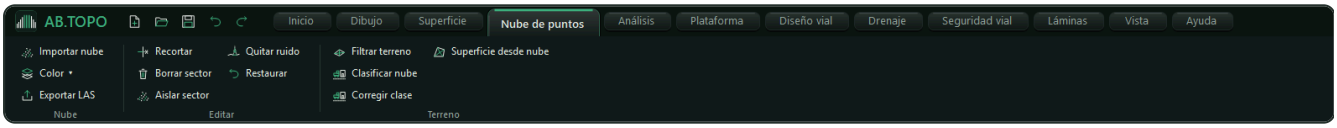


Figura 7.1 La pestaña Nube de puntos: los grupos Nube, Editar y Terreno.

7.1 La nube



Grupo Nube

Importar nube	Carga una nube **LAS** o **LAZ** (el LAZ lo descomprime el mismo programa, sin instalar nada más, usando todos los núcleos del equipo). Se ve en planta y en 3D. Si es muy grande, se toma un punto de cada N para que el programa siga ágil.
Color	Cómo se pintan los puntos en planta y en 3D: color real (RGB), por cota, por clase o por intensidad.
Exportar LAS	Guarda la nube (completa o solo el terreno) en LAS 1.2, con su clasificación.

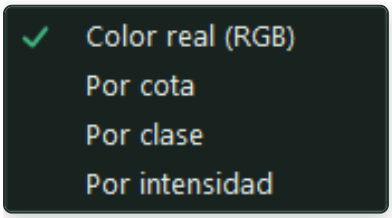
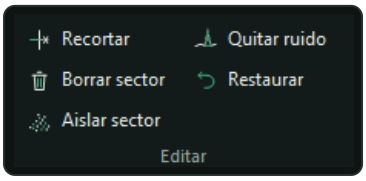


Figura 7.2 Las cuatro formas de colorear la nube.

La nube aparece en el árbol del proyecto, en la carpeta **Nubes de puntos**; al elegirla ahí, la cinta pasa a esta pestaña. El LAZ descomprimido queda en caché: la segunda vez el mismo archivo se abre en una fracción del tiempo.

7.2 Editar la nube

Antes de armar la superficie conviene limpiar la nube: dejar solo la zona del trabajo, quitar un vehículo o una construcción, o los puntos sueltos que dejan los pájaros y los reflejos. Todas estas ediciones trabajan sobre la nube elegida en el árbol y se deshacen con `Ctrl`+`Z`.



Grupo Editar

Recortes y limpieza de la nube, sin tocar su archivo.

Recortar	Deja solo los puntos que quedan dentro de una zona: la polilínea cerrada (o el círculo) que tenga elegida o, si no hay, la que elige en el dibujo o el contorno que marca con clics («Marcar»). `Ctrl`+`Z` devuelve la nube entera, aunque tenga millones de puntos, y si recorta dos veces seguidas se guardan los dos recortes.
Borrar sector	Quita los puntos que quedan dentro de una zona marcada en la planta: la polilínea cerrada o el círculo elegidos, o el contorno que marca con clics. Sigue pidiendo otra zona, una tras otra, hasta que presione `Enter`.
Aislar sector	El visor 3D muestra solo los puntos de una zona que elige o marca en la planta, para mirarlos de cerca y borrar a mano lo que sobra (ver abajo).
Quitar ruido	Quita los puntos aislados: pájaros, reflejos, puntos sueltos sobre o bajo el terreno. Primero dice cuántos quitaría y los quita solo si usted acepta.
Restaurar	Quita todos los recortes y las ediciones de la nube elegida y la deja completa: la que está en memoria o su archivo leído de nuevo. Si el archivo LAS o LAZ ya no está donde estaba, lo dice. `Ctrl`+`Z` vuelve a la nube editada.

Aislar un sector en el 3D

1. Elija la nube en el árbol y presione **Aislar sector**. Elija la polilínea cerrada (o el círculo) de la zona, o escriba `M` (*Marcar*) y marque el contorno con clics.
2. El visor 3D queda solo con esos puntos. Gírelos para ver lo que sobra: un vehículo, un poste, un techo.
3. Presione `L` para borrar con un **lazo** o `V` para borrar con una **ventana**; `G` vuelve a girar la vista y `Ctrl`+`Z` deshace el último borrado.
4. `Esc` sale. Al salir, la vista vuelve como estaba, con la nube entera menos lo borrado.

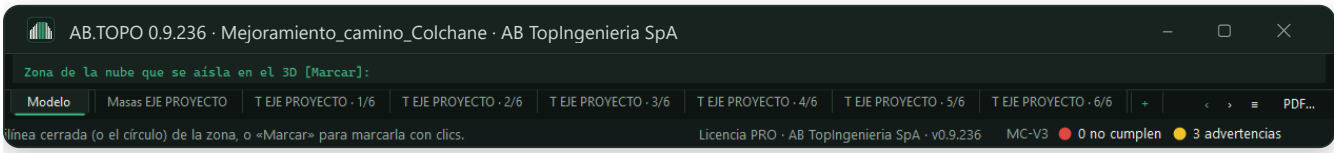


Figura 7.3 Aislar sector pide la zona de la nube que se aísla en el 3D: una polilínea cerrada, un círculo o «Marcar» para marcarla con clics.

Quitar ruido

El ruido se busca de dos formas, que se pueden usar juntas:

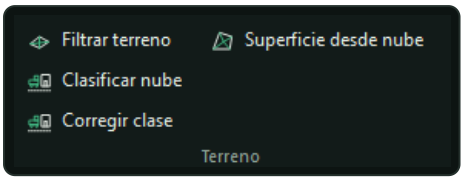
- **Por vecinos** (estadístico): para cada punto se mide la distancia media a sus vecinos más cercanos (8 por omisión) y se quitan los que están más lejos que la media de todos más las desviaciones que indique (2 por omisión; con

menos, quita más). Con 0 vecinos, este criterio no se usa.

- **Por radio**: se quitan los puntos que tienen menos vecinos que el mínimo dentro de un radio. Con radio 0, este criterio no se usa.

> ⚠ **IMPORTANTE**
> Las ediciones **nunca cambian el archivo LAS o LAZ** de la nube. Se guardan en el proyecto y se vuelven a aplicar cada vez que se abre; si el archivo cambió y una edición ya no calza, el programa lo avisa y no la aplica en silencio. Las nubes que salieron antes de la nube editada (el terreno filtrado, lo que está sobre el terreno, las clases) y las superficies ya hechas con ella no cambian solas: si las necesita con la nube limpia, vuelva a filtrar o a armar la superficie.

7.3 El terreno y los objetos



Grupo Terreno

De la nube completa a la superficie del terreno.

Filtrar terreno	Separa el terreno de la vegetación, los vehículos, las construcciones y el ruido. Tiene dos métodos. El recomendado es la **tela** (CSF): da vuelta la nube y deja caer sobre ella una tela rígida, que queda apoyada en el terreno y pasa por encima de techos, copas y vehículos; separa bien incluso techos grandes y terraplenes. Su rigidez se elige según el terreno (1 escarpado, 2 ondulado, 3 plano). El otro es el **morfológico** (SMRF), que quita lo que sobresale dentro de una ventana: sirve si los objetos son más chicos que esa ventana. Si la nube ya viene clasificada, puede usar directamente la clase 2 (terreno). El filtro trabaja sobre una copia: deja dos nubes aparte, *… - terreno filtrado* y *… - sobre el terreno*, cada una en su archivo LAZ, y la nube original queda tal como llegó.
Clasificar nube	Separa del terreno, objeto por objeto, las edificaciones, la maquinaria y los vehículos, los equipos e instalaciones, la vegetación y el ruido, y deja una nube por clase; los acopios y los pretiles quedan en el terreno (sección 7.4).
Corregir clase	Después de clasificar, pasa a otra clase los puntos que caen dentro del contorno de un objeto o de una zona que usted elige o marca: un acopio que quedó como equipo vuelve al terreno, un vehículo que quedó en el terreno pasa a maquinaria (sección 7.4).
Superficie desde nube	Arma una superficie TIN con una o varias nubes del proyecto (una casilla por nube; sus puntos se juntan), con los puntos de terreno (o con todos, para acopios y botaderos), tomando un punto por celda. Con *Solo terreno*, una nube que nunca pasó por un filtro se filtra antes en una copia. Los huecos sin puntos rodeados de terreno —los que dejan los objetos quitados o el agua— se cubren con una superficie suave interpolada desde su borde, hasta el área que se indique. Queda como una superficie más del proyecto, en la pestaña Superficie (capítulo 6).

> 💡 **CONSEJO**
> Para cubicar un acopio o un botadero arme la superficie con **todos** los puntos, sin filtrar el terreno: el acopio es justamente lo que el filtro quitaría. Los volúmenes se calculan en la pestaña Análisis (capítulo 8).

7.4 Clasificar la nube

Una nube de dron de una faena trae, además del terreno, todo lo que hay sobre él: camiones, máquinas, camionetas, contenedores, oficinas, barreras. **Clasificar nube** los separa del terreno y los clasifica uno por uno, para que la superficie se arme solo con el suelo y cada clase quede en su propia nube.

1. Elija la nube en el árbol del proyecto y presione **Clasificar nube**.
2. Revise los valores de la ventana (sirven casi siempre) y la carpeta donde quedan las nubes por clase, y acepte.
3. Al terminar, el árbol tiene una nube por clase y la original queda oculta. La del terreno queda elegida: presione **Superficie desde nube**.

Primero separa el terreno con la tela (o con el filtro que ya tenga la nube) y arma un modelo del suelo; revisa además los bultos compactos de lados verticales que la tela pudo dejar pasar, como una máquina angosta y alta. Lo que sobresale del suelo más que la **altura mínima** se agrupa en objetos, y de cada uno mide el área, el largo y el ancho, el alto, si el techo es plano, si el alto es parejo a lo largo, si los bordes caen de golpe o bajan en talud, y su color.

Cada clase queda en un archivo **LAZ** (LAS 1.4 comprimido) en la carpeta elegida —por omisión, junto a la nube, en «… - clases»— y en el árbol como una nube más: se ve, se exporta y se guarda en el proyecto como cualquier otra. Si se pide, el contorno de cada objeto queda en el dibujo 2D, en las capas NUBE-EDIFICACIONES, NUBE-MAQUINARIA, NUBE-EQUIPOS y NUBE-VEGETACION, con su alto en NUBE-OBJETOS-TEXTO.

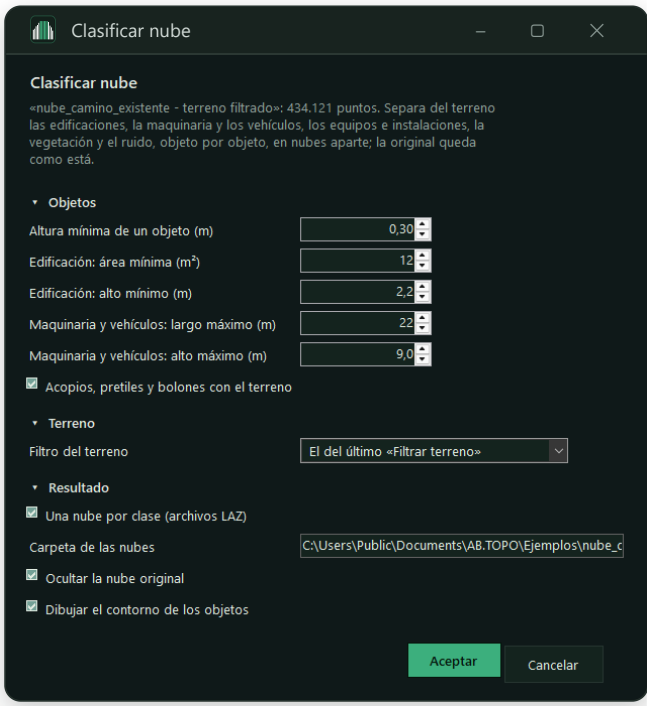


Figura 7.4 Los tamaños que definen cada clase, el filtro del terreno y lo que se deja.

CLASE	QUÉ ENTRA
Terreno	El suelo y los acopios, pretiles, bolones, losas y plataformas bajas: superficies continuas que bajan en talud hasta el suelo, del color que sean.
Edificaciones	Contenedores, oficinas, galpones y casas: techo plano y alto parejo. Los módulos juntos de un campamento quedan como una sola edificación.
Maquinaria y vehículos	Camiones, excavadoras, cargadores, bulldozers, motoniveladoras, perforadoras y camionetas: bordes que caen de golpe, cabina y carga a distinta altura y, muchas veces, el amarillo de la maquinaria.
Equipos e instalaciones	Lo más chico o angosto que no es terreno: barreras, conos, postes, generadores, cercos.
Vegetación	Lo verde, en tres alturas: baja (hasta 0,5 m), media (hasta 2 m) y alta.
Ruido	Puntos sueltos que flotan sobre el terreno o quedan bajo él.

> **CONSEJO**
> Revise el resultado con **Color** «Por clase»: café el terreno, rojo las edificaciones, naranjo la maquinaria, celeste los equipos y verde la vegetación. Para la superficie lo que importa es que el objeto salga del terreno, aunque quede en otra clase. Si la nube es muy grande se toma un punto de cada N al importarla: para objetos chicos, como conos o barreras, impórtela con más puntos.

Corregir un objeto a mano

Ninguna clasificación automática acierta siempre: un acopio pequeño puede quedar como equipo, o una camioneta oscura que la fotogrametría dejó a ras de suelo, como terreno. **Corregir clase** mueve los puntos de una zona a la clase que usted elija.

1. Elija en el dibujo el contorno del objeto (uno o varios; también sirve cualquier polilínea cerrada) y presione **Corregir clase**, o use la misma opción del clic derecho. Sin nada elegido, el programa le pide el contorno o que marque la zona con clics.
2. Elija la clase nueva. Con el contorno de un objeto se mueven solo los puntos de objetos y el suelo de alrededor se queda en el terreno; para un vehículo que quedó como terreno, elija «Todos, también los del terreno».
3. El contorno pasa a la capa de su nueva clase con su rótulo, o sale del dibujo si el objeto vuelve al terreno o es ruido. Si cambió el terreno, vuelva a usar **Superficie desde nube**.

La corrección se deshace con `Ctrl`+`Z`. Los archivos LAZ de las clases se actualizan al **guardar el proyecto**, siempre con lo que se ve en el programa; la nube original no se toca.

CAPÍTULO

08

Pestaña Análisis: volúmenes, cubicación, consultas y perfiles

Todo lo que se mide y se cubica está en esta pestaña: la cubicación y el presupuesto de todo el proyecto, cuánto falta por excavar o rellenar contra el diseño (en un mapa de colores, en una cuadrícula o punto a punto) con su informe de movimiento de tierra, el volumen y la distancia entre dos superficies, la cubicación de acopios, canteras y excavaciones con sus vuelos, los volúmenes de los caminos y de las obras de tierra, las consultas de distancias, áreas y pendientes, los perfiles de superficies y los informes en PDF para el cliente. Hasta la versión 0.9.164 se llamaba Volúmenes.

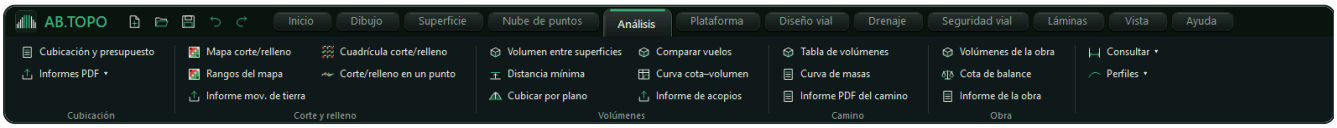
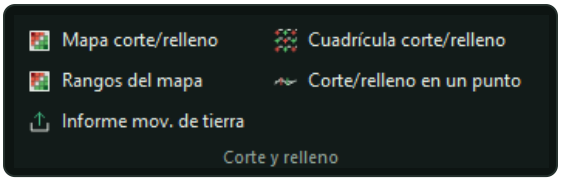


Figura 8.1 La pestaña Análisis: Cubicación, Corte y relleno, Volúmenes, Camino, Obra, Consultar y Perfiles.

8.1 Corte y relleno

Entre el **terreno de hoy** (el último levantamiento o vuelo) y el **diseño** (la superficie terminada, la subrasante o la de una plataforma), estas herramientas dicen cuánto falta en cada lugar. Son **vivas**: si llega un levantamiento nuevo con el mismo nombre o cambia el diseño, se vuelven a medir solas. Van en la planta, en las láminas, en el PDF y en el DXF.



Grupo Corte y relleno

Al hacer un mapa, una cuadrícula o los puntos sueltos se eligen el terreno, el diseño y la tolerancia.

Mapa corte/relleno `MCR`	La zona **pintada**: en rojo donde falta excavar y en verde donde falta rellenar, en tonos más oscuros cuanto más falta, y en gris lo que ya está a nivel. A su lado va la leyenda con el rango de cada tono, su área y su volumen, y el volumen que falta excavar y rellenar. Entre dos superficies, el volumen se calcula exacto, por sus triángulos. El tamaño del píxel y cada cuántos metros cambia el color son automáticos, o los que pida; los rangos pueden ser los automáticos o los que usted elija. Sobre el mapa pueden ir los valores de corte y relleno cada tantos metros y su cuadrícula. La leyenda se lleva a otro lugar con su pinza; si hay dos mapas en la misma zona, la del segundo va debajo de la del primero. En una lámina, el mapa gira con la ventana y se imprime con su transparencia; en el DXF y el DWG va como imagen.
Rangos del mapa `RMCR`	Para un mapa ya hecho (o al hacerlo, eligiendo los rangos): cuántos rangos tiene, por ejemplo 8, y desde – hasta cada uno, con su color. Un botón los reparte solo entre la diferencia mínima y la máxima del mapa; los que se escriben con huecos o encimados se ordenan y quedan seguidos. Los volúmenes no cambian: es solo cómo se pinta. Aquí también se piden los **valores** de corte y relleno sobre el mapa (ver más abajo).
Informe mov. de tierra `IMT`	Informe de movimiento de tierra entre dos superficies, en PDF y Excel, sin necesidad de ejes ni de diseño vial (sección 8.6). Con varios mapas y cuadrículas, si no hay uno elegido, pregunta de cuál es.
Cuadrícula corte/relleno `GRD`	Lo que falta en cada punto de una cuadrícula cada tantos metros, dentro de una polilínea cerrada, un rectángulo o toda la superficie: **C 1,25** en rojo si falta excavar y **R 0,80** en verde si falta rellenar. Bajo la zona va el volumen que falta excavar y rellenar, aproximado por la cuadrícula.
Corte/relleno en un punto `ETD`	Lo mismo en cada punto que marque, con una cruz. Dentro de la tolerancia (±3 cm por omisión, la del as-built del MOP), el valor va en gris.



Figura 8.2 Qué se compara (el diseño con el terreno de hoy, o dos vuelos), las dos superficies y la tolerancia; en «Mapa», el píxel, el cambio de color, los rangos de colores, los valores de corte y relleno con su formato, color y alto, la cuadrícula y cada cuántos metros van los valores.

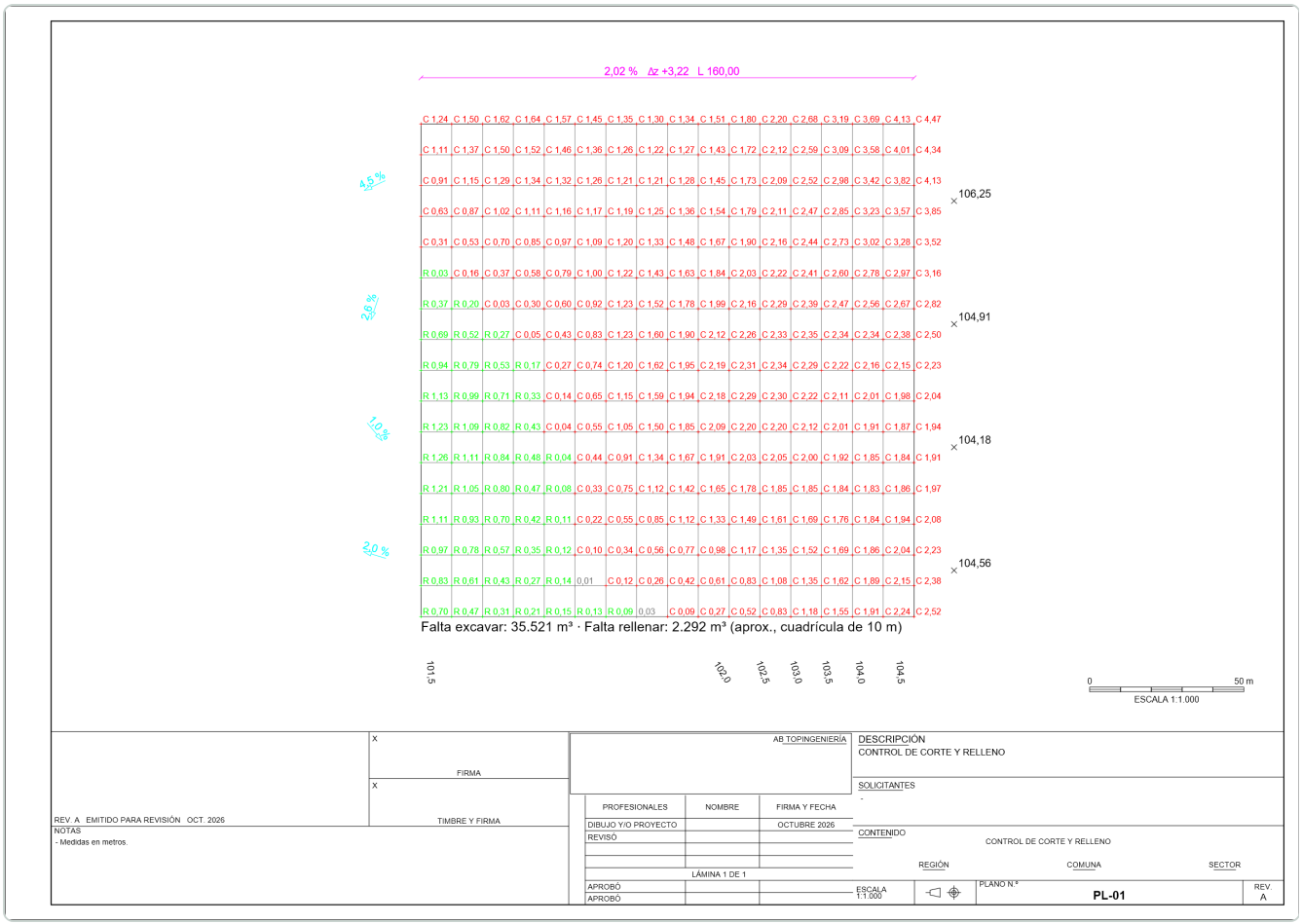


Figura 8.3 Una cuadrícula de corte y relleno cada 10 m en una lámina A-3: en rojo lo que falta excavar y en verde lo que falta rellenar; en gris, lo que ya está a nivel. Abajo, el volumen; alrededor, cotas, pendientes y cotas de curvas.

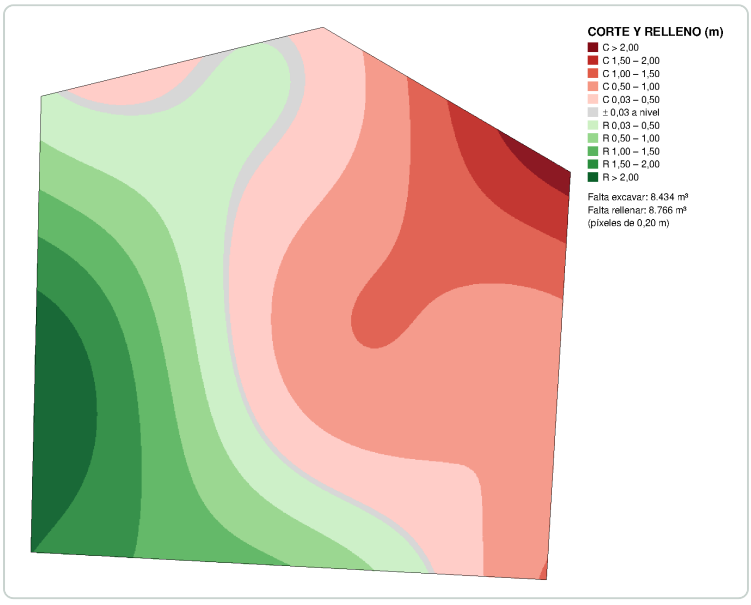


Figura 8.4 El mapa de corte y relleno de una plataforma, en su lámina: cinco tonos de rojo (falta excavar) y cinco de verde (falta rellenar), cada 0,50 m; en gris, lo que está a ±3 cm. A la derecha, la leyenda y el volumen.

Los valores sobre el mapa

En el cuadro del mapa, o con **Rangos del mapa**, marque *Valores de corte y relleno sobre el mapa* y diga cada cuántos metros (se propone un paso según la zona; si son demasiados, se agranda y se avisa). El alto del texto se ajusta solo para que cada valor quepa en su casilla, o se fija a mano; si el alto pedido no cabe, se avisa el paso mínimo. El formato puede ser **C 0,36 / R 0,53** o, más corto, con signo (**−0,36 / +0,53**), con los decimales que quiera, y el color del valor contrasta con el de su rango (blanco sobre los tonos oscuros, negro sobre los claros) o va en rojo y verde. Con *Dibujar la cuadrícula* salen las líneas al paso elegido, solo donde hay mapa pintado, y la diferencia en el centro de cada casilla, como en los planos de movimiento de tierra; sin ella, los valores van en los nudos con su cruz. Un valor del borde de la zona, o que cae entre dos rangos de tono muy distinto, lleva detrás una plaquita del color de su rango, para que se lea en pantalla, en la lámina, en el PDF y en el DXF.

Al ubicarlas, la línea de comandos ofrece *Decimales* y *Altura* del texto. Una etiqueta elegida muestra en el panel de propiedades lo que midió (el terreno, el diseño y cuánto falta). Van en las capas SUP-CORTE-RELLENO y SUP-MAPA-CORTE-RELLENO.

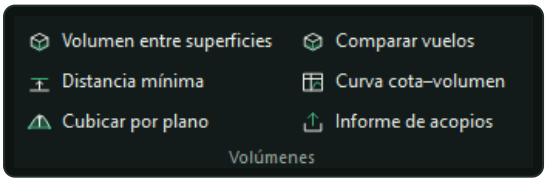
Los mapas y cuadrículas en el árbol

Cada mapa y cada cuadrícula de corte y relleno queda en el árbol del proyecto, en el grupo **Análisis**, con su ojo para apagarlo y prenderlo: apagado no sale en la planta, en las láminas ni en el DXF o DWG. Con el clic derecho (en el árbol o en la planta) se vuelve a abrir su cuadro con sus valores (**Editar…**), se cambian sus rangos, se le cambia el nombre, se saca su informe de movimiento de tierra, se pasan los puntos de la cuadrícula a Excel o se borra. Un mapa tiene además su **plano de movimiento de tierra** (sigla MT), que también se hace en **Láminas › Planos › Plano de mov. de tierra**, y, si ya lo tiene, «Actualizar plano de movimiento de tierra». Todo se guarda con el proyecto y vuelve con `Ctrl`+`Z`.

> **CONSEJO**
> Para controlar el avance de un movimiento de tierras, cargue cada vuelo o levantamiento nuevo con el mismo nombre que el anterior (o reemplace la superficie): la cuadrícula y el mapa de corte y relleno se ponen al día solos y su lámina sale lista para la inspección.

> **ENTRE DOS VUELOS Y CON NUBES**
> En **Comparar** elija *Dos vuelos (lo que cambió)*: arriba el vuelo de antes y abajo el de después. Entonces **C** (rojo) es donde el terreno bajó, porque se sacó material, y **R** (verde) donde subió; la leyenda dice *Corte (bajó)* y *Relleno (subió)*. Los dos vuelos pueden ser superficies o directamente sus nubes de puntos (*Nube · nombre*), sin armar superficie. Con una nube, el mapa usa píxeles de al menos 1,5 veces la separación de sus puntos, y la cuadrícula y los puntos sueltos, el promedio de los puntos a su alrededor (el terreno, si la nube está clasificada).

8.2 Volúmenes entre superficies



Grupo Volúmenes

Entre dos superficies o nubes de puntos, y los acopios con una sola superficie o nube por vuelo (sección 8.3).

Volumen entre superficies `VOLSUP`	Corte y relleno entre dos superficies o nubes de puntos, por ejemplo dos vuelos de una cantera, un acopio o un botadero. Al presionarlo se elige la polilínea cerrada (o el círculo) que delimita el área; con «Marcar» se marca el contorno con clics y con «Todo» se toma toda la zona común. El resultado queda rotulado en el dibujo. Entre dos superficies, el cálculo es exacto, por sus triángulos.
Distancia mínima	Dónde la separación vertical entre dos superficies es mínima (y la máxima), en la zona donde se traslapan o dentro de un contorno: deja en el dibujo una línea vertical 3D entre los dos puntos, con sus cotas y la distancia. Si las superficies se cruzan, lo avisa y marca las líneas de cruce. Sirve, por ejemplo, para revisar el recubrimiento sobre una tubería o el espesor de una capa.
Cubicar por plano `CUBICAR`	Volumen de un acopio (o de un pozo) con una sola superficie o directamente con la nube de puntos del vuelo: marque la pata con clics o elija una polilínea cerrada, y la base se arma por ella.
Comparar vuelos	El acopio elegido (o el último cubicado) medido con varias superficies o nubes: cuánto tenía en cada vuelo y cuánto entró o salió entre uno y otro.
Curva cota–volumen	Capacidad bajo cada cota y material sobre ella dentro de la pata del acopio: útil para pozos, piscinas, tranques o acopios.
Informe de acopios	Un PDF con todos los acopios del proyecto: la tabla de cubicaciones por vuelo y un croquis de cada uno con sus curvas de nivel.

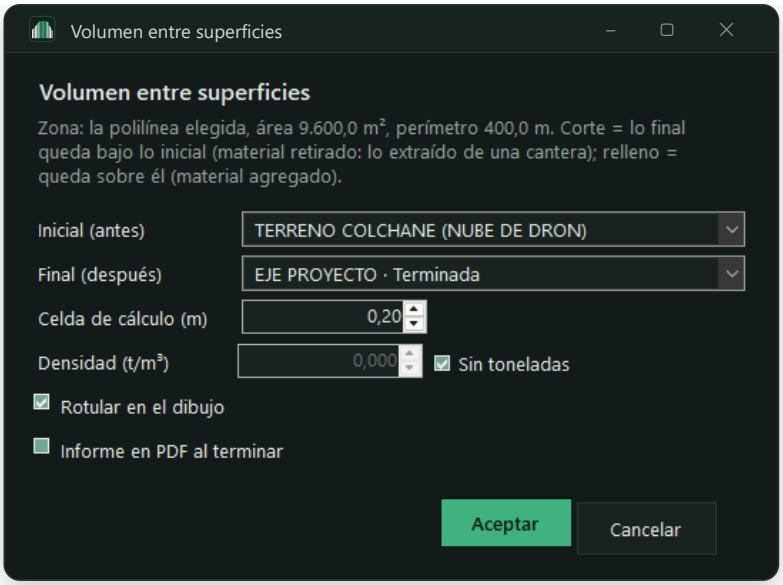


Figura 8.5 Elegida la polilínea: la superficie (o nube) inicial y la final, la celda de cálculo (la que usan las nubes de puntos), la densidad para las toneladas, el rótulo en el dibujo y el informe en PDF al terminar.

EJEMPLO

En el proyecto de prueba de Colchane, el volumen entre el terreno del dron (inicial) y la superficie terminada del camino (final) deja en el registro el relleno, el corte, el neto y el área comparada, en pocos segundos. Si vuelve a cubicar la misma zona, el registro muestra la cifra anterior y la nueva.

Cubicar una cantera entre dos vuelos

1. Tenga lo de antes (la topografía original o el vuelo anterior) y lo de después (el vuelo actual): superficies o directamente las nubes de puntos de los vuelos.
2. Dibuje el límite de la cantera como una polilínea cerrada (puede tener arcos) o un círculo.
3. Presione **Volumen entre superficies** y haga clic en la polilínea. Si ya estaba seleccionada, la usa sin preguntar.
4. Elija la superficie inicial (antes) y la final (después), y si quiere la densidad para tener también las toneladas.
5. El **corte** es el material retirado (lo extraído de la cantera) y el **relleno** el agregado. Los dos, el neto y las superficies quedan rotulados en el centro de la zona. Al recalcular la misma zona con el vuelo siguiente, el rótulo se reemplaza.

NUBE CONTRA NUBE

No hace falta armar una superficie con cada vuelo: en las listas aparecen también las nubes del proyecto como *Nube · nombre*. Cada celda toma el promedio de los puntos de la nube que caen en ella (celdas de al menos 1,5 veces la separación de sus puntos) y los huecos sin puntos de hasta 2 m, la cota de alrededor. En **Puntos de las nubes** elija *el terreno* para cubicar el suelo (si la nube está clasificada, deja fuera la maquinaria, la vegetación y lo demás) o *todos* para un acopio o un material que la clasificación dejó como objeto; el ruido nunca cuenta. El registro dice cuántas celdas tuvieron puntos y avisa si las dos no cubren toda la zona. En áreas muy grandes, el corte y el relleno suman además el ruido propio de cada vuelo (un centímetro arriba o abajo en cada punto): el **neto** es el que no lo arrastra.

8.3 Acopios y canteras

Con una sola superficie, o la nube de puntos, por vuelo. Los botones **Cubicar por plano**, **Comparar vuelos**, **Curva cota–volumen** e **Informe de acopios** están en el grupo Volúmenes (sección 8.2).

Cubicar un acopio paso a paso

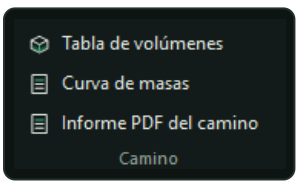
1. Tenga la nube de puntos del vuelo, o la superficie armada desde ella con todos los puntos. Con la nube, en **Puntos de la nube** deje *Todos (sin el ruido)*: la clasificación suele dejar parte del acopio fuera del terreno.
2. Presione **Cubicar por plano**. La línea de comandos pide *Primer punto de la pata (el pie del acopio)*: marque el contorno con clics alrededor del pie, o escriba `S` para elegir una polilínea cerrada ya dibujada. `Enter` cierra la pata y calcula.
3. Elija cómo se arma la base: un **plano ajustado** a los puntos de la pata (lo habitual en un acopio sobre terreno inclinado), la pata **triangulada**, o un **plano horizontal** a una cota.
4. El resultado aparece en pantalla y en el registro, y el acopio queda guardado en el proyecto. Con el vuelo del mes siguiente, elija otra vez la misma pata y cubique con la superficie nueva; **Comparar vuelos** le dirá cuánto material entró o salió.

Con una superficie, el volumen del acopio se calcula exacto, por sus triángulos. La base de un acopio también se puede crear como superficie del proyecto.

> **EXCAVACIONES Y POZOS**
> Se cubican igual: marque la pata por el **borde** de la excavación, sobre el terreno que no se tocó. La base, armada por ese borde, hace de terreno original; como la superficie queda bajo ella, el programa la trata como excavación y entrega el **volumen excavado**, su profundidad máxima y las toneladas (el rótulo dice «V excavado»). En un terreno inclinado use el plano ajustado o la triangulada: el plano horizontal en la cota más baja del borde da solo lo que cabe bajo ese nivel. Si tiene la superficie de antes de excavar, **Volumen entre superficies** es más exacto.

8.4 Camino y obra

Los volúmenes de cada camino y de cada plataforma u obra de tierra, a mano junto a lo demás que se cubica. Los mismos botones están también donde se diseña: los del camino en **Láminas › Entregables del camino** y los de la obra en **Plataforma › Movimiento de tierra**.

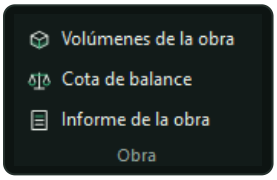


Grupo Camino

Toman solos el eje en que se trabaja; si hay varios, preguntan una vez.

Tabla de volúmenes	Corte, terraplén y cada capa del paquete por perfil del eje, con sus acumulados. Su encabezado dice qué método rige (áreas medias o corregidas por la curvatura, según «Volumen que rige» en los criterios del proyecto) y el botón «Excel» la guarda en un libro con formato (sección 14.2).
Curva de masas	El diagrama de Brückner del eje, con la compensación, los botaderos y los empréstitos (sección 12.6).

Informe PDF del camino	El informe de presentación del movimiento de tierras del eje (sección 8.6).

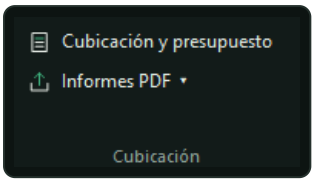


Grupo Obra

De la plataforma u obra de tierra elegida (capítulo 9).

Volúmenes de la obra	Corte y relleno de la plataforma u obra de tierra y de sus taludes, el balance, las áreas y las alturas máximas de talud.
Cota de balance	Sube o baja la obra completa hasta que el corte real iguale al relleno real, con los factores de obra.
Informe de la obra	El informe en PDF de la plataforma u obra de tierra (sección 8.6).

8.5 Cubicación y presupuesto



Grupo Cubicación

Cubicación y presupuesto	Todo el proyecto en una sola tabla con las partidas del Manual de Carreteras, Volumen 5 (Edición 2024), agrupadas por capítulo: plataformas (con botadero y empréstito), caminos (corte, terraplén, escarpe, preparación de la subrasante y cada capa del paquete), intersecciones, rotondas, alcantarillas y sus muros de boca, cunetas revestidas, colectores, zanjas, accesos, señalización, bandas y lo cubicado por plano, más las partidas que agregue a mano.
Informes PDF ▾	Los informes de presentación de todo lo cubicable, en un solo lugar (sección 8.6).

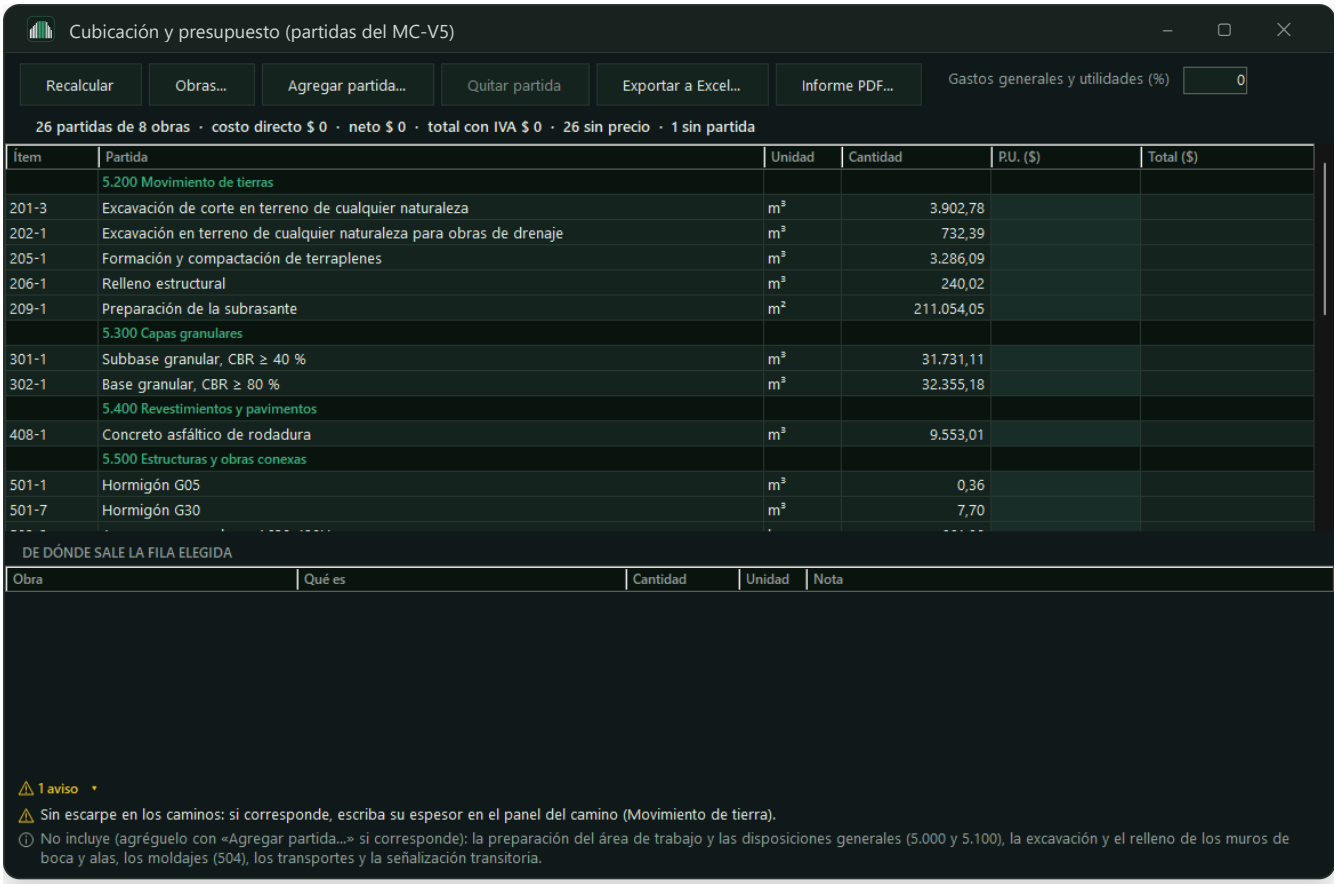


Figura 8.6 La cubicación y presupuesto: las partidas agrupadas por capítulo del MC-V5, con su unidad, su cantidad, el precio unitario que escriba y el total; abajo, de dónde sale la fila elegida y la lista de avisos.

1. Presione **Cubicación y presupuesto**. La tabla se arma con lo que hay en el proyecto; abajo se ve de qué obras sale cada fila. **Recalcular** la vuelve a armar si cambió algo.
2. Con **Obras...** elija qué entra: los caminos existentes y lo cubicado por plano quedan fuera hasta que los marque.
3. Escriba el **precio unitario** de cada partida y los porcentajes de gastos generales y utilidades: se ven el costo directo, el neto y el total con IVA. El código de una fila se puede cambiar (por ejemplo, corte en roca, 201-4).
4. Con **Agregar partida...** sume lo que no sale del modelo (instalación de faenas, transportes, demoliciones...) con su código, unidad, cantidad y precio; **Quitar partida** la saca.
5. **Exportar a Excel...** arma un libro con el presupuesto (totales en fórmulas, precios en la columna amarilla) y el detalle por obra; **Informe PDF...** saca el informe de presentación.

Los precios, las partidas propias y lo elegido se guardan con el proyecto y se deshacen con `Ctrl` + `Z`.

Los **avisos** van al pie, uno por fila. Entre ellos: las partidas que tienen cantidad y todavía no tienen precio (cuando el presupuesto ya tiene precios), dos obras que se traslapan, un camino corto con pocos perfiles y lo que la cubicación no incluye y conviene agregar a mano. Donde la cubicación por perfiles tiene dos cifras (por áreas medias y corregida por la curvatura del eje), la tabla muestra las dos y dice cuál rige. La pintura de las marcas de intersecciones y lazos (isla achurada, flechas, detención) entra como 704-8.

> ⚠ **IMPORTANTE**
> Las cantidades salen del modelo del proyecto. Revíselas antes de usarlas en una licitación o un estado de pago: la responsabilidad del presupuesto es del profesional a cargo.

8.6 Informes en PDF para el cliente

AB.TOPO arma informes de presentación de todo lo cubicable: la **plataforma u obra de tierra** (plano de corte y relleno con la línea de cero, volúmenes, balance y revisión MC-V3), el **camino** (planta en corte y terraplén, perfil longitudinal, áreas, curva de masas, resumen por tramos, paquete estructural y la planilla por perfil), la **zanja**, el **volumen entre superficies**, los **acopios**, el **movimiento de tierra** de un mapa o una cuadrícula y la **cubicación y presupuesto**. Llevan las cifras principales destacadas, planos a escala con norte, escala gráfica y leyenda, tablas, firmas y «Página k de n».

Antes de cada informe, una ventana pide el **logo**, la **empresa** y el **número y nombre del contrato** (obligatorios; quedan en el proyecto) y, en el del camino, también el ítem de cada capa del paquete y, con «Mostrar», qué elementos del paquete y qué preparaciones salen: lo desmarcado no aparece en las cifras, las tablas, los totales ni la planilla, y queda guardado en el proyecto. Los informes, las láminas, los Excel y los archivos exportados salen **sin el nombre del programa**: solo con su logo y su empresa.

Informe de movimiento de tierra

Informe mov. de tierra (o el clic derecho de un mapa o cuadrícula en el árbol) arma, entre dos superficies y sin ejes ni diseño vial, un PDF y un Excel con las superficies de referencia y de comparación, la zona y su área, el método, el corte, el relleno y el neto, las áreas y los espesores, la tabla por rango del mapa, el mapa con su leyenda y, en el Excel, los puntos de la cuadrícula. Se elige cómo se lee (*Corte / Relleno*, *Falta excavar / Falta rellenar* o *Excavado / Rellenado*) y los datos de la obra, el mandante y el responsable, que quedan para el próximo. Mientras se arma, la barra de estado lo dice.

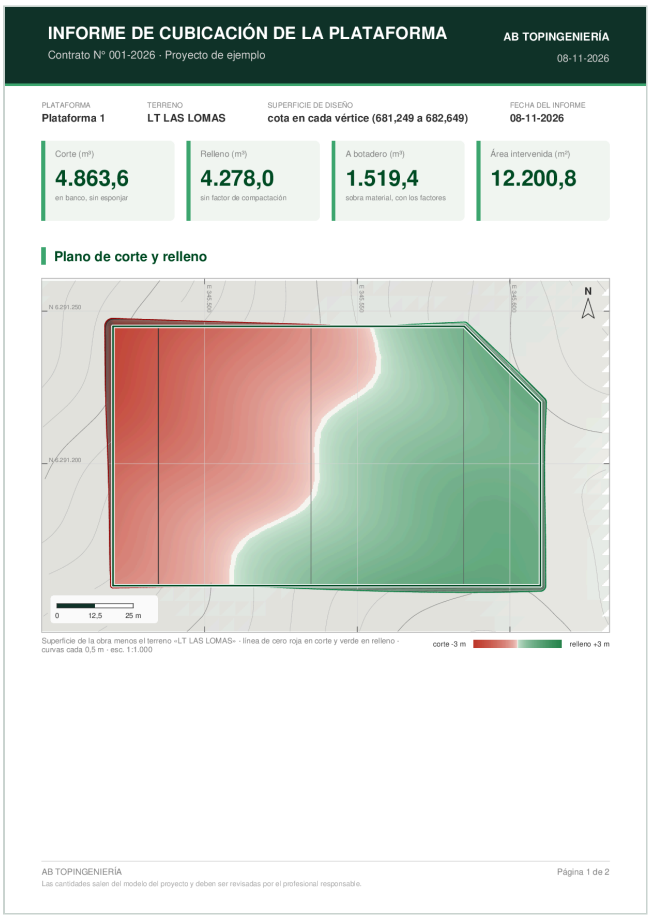


Figura 8.7 Informe de una plataforma.

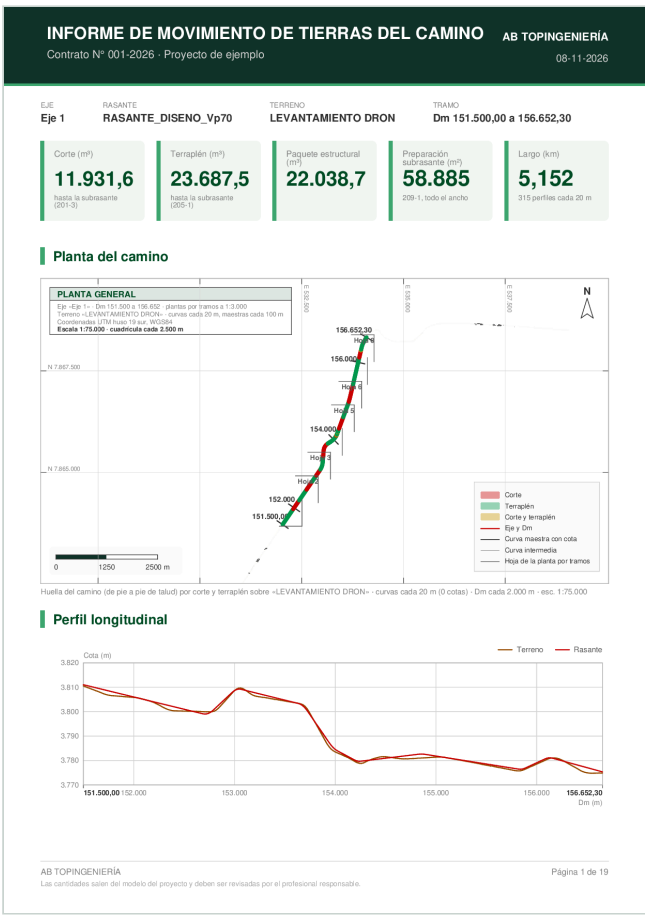
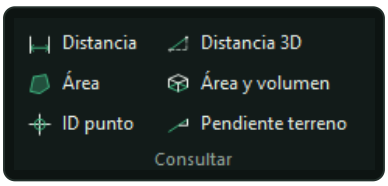


Figura 8.8 Informe de movimiento de tierras de un camino.

8.7 Consultar

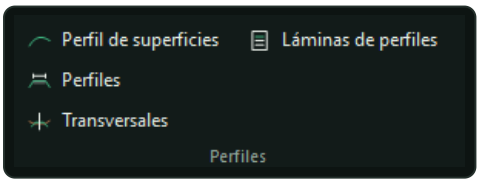
Medidas rápidas sobre el dibujo y la superficie, sin dejar nada dibujado: el resultado va a la línea de comandos.



Grupo Consultar

Distancia `DI`	Distancia entre dos puntos, con su azimut y el desnivel.
Área `AA`	Área y perímetro de un objeto cerrado, o de los puntos que vaya marcando.
ID punto `ID`	Coordenadas de un punto y, respecto del eje activo, su **Dm** y su **desplazamiento**; también la cota del terreno en ese lugar.
Distancia 3D `D3`	Distancia horizontal y en 3D, desnivel, pendiente y azimut entre dos puntos, con la cota del objeto o la del terreno.
Área y volumen `AV`	Área de un contorno cerrado y el volumen de corte y relleno de la superficie respecto de una cota: ideal para una cubicación rápida.
Pendiente terreno `PTE`	Pendiente del terreno en un punto y la dirección hacia donde cae.

8.8 Perfiles de superficies



Grupo Perfiles

Perfil de superficies `PERFILSUP`	El perfil a lo largo de un eje del proyecto o de una línea o polilínea del dibujo (o una que dibuje), con las superficies que elija: terreno, terreno con plataformas, diseño… y también las nubes de puntos, sin armar superficie.
Perfiles	Abre los perfiles de superficies ya hechos en el área Perfil (selector «Ver»).
Transversales	Perfiles transversales a lo largo del perfil de superficies elegido (zanjas, pretiles, plataformas, lo que sea): cada cuántos metros, en los vértices y el ancho a cada lado, con sus mismas superficies.
Láminas de perfiles	Láminas del perfil de superficies elegido (sigla PS): planta y perfil longitudinal con todas sus superficies, y los perfiles transversales en grilla a escala, con una guitarra de cotas de terreno y de diseño bajo cada uno y la viñeta.

Es la herramienta para revisar un canal, una zanja o un acceso sin necesidad de crear un eje. Al crear el perfil se elige por dónde pasa: por un **eje ya hecho** (va ligado a él, con su Dm y sus puntos singulares, y lo sigue si el eje cambia) o por una línea nueva o una polilínea del dibujo. Las superficies y nubes se eligen aparte para el longitudinal y para los transversales. El perfil también se puede insertar en el dibujo con su guitarra (comando `PERFILSUPDIB`) para llevarlo a una lámina: queda como un objeto vivo (capítulo 5, «Perfiles en el dibujo como objetos»).

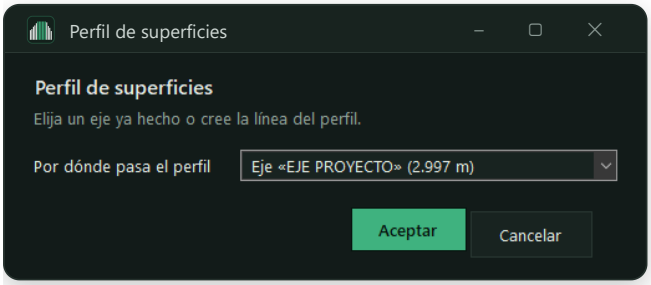


Figura 8.9 Primero, por dónde pasa el perfil: un eje del proyecto o una línea nueva.



Figura 8.10 Por un eje: el nombre, las superficies y nubes del longitudinal y, aparte, las de los transversales; la exageración vertical, la escala del dibujo y las filas del eje bajo la guitarra.

En **Superficies** del perfil, las nubes aparecen como *Nube · nombre*: la cota de cada punto del perfil es el promedio de los puntos de la nube a su alrededor (el terreno, si la nube está clasificada). Sirve para revisar un vuelo recién cargado antes de armar su superficie, o para comparar dos vuelos en el mismo perfil, con la diferencia en la guitarra. Los cortes de la lámina topográfica usan las mismas nubes.

Filas del eje bajo la guitarra

Un perfil que pasa por un eje puede llevar, bajo su guitarra, las **Pendientes del terreno**, el **Diagrama de curvatura del eje** (rectas y curvas con su radio, ángulo y desarrollo) y el **Diagrama de peraltes del eje** (en un camino existente sin diseño, el peralte medido en la superficie). Se marcan en «Filas del eje bajo la guitarra» y salen en la vista, en el dibujo 2D, en las láminas PS y en el perfil del eje de los planos topográfico y de la obra. Sin marcarlas, el perfil queda como antes.

La fila de pendientes del terreno tiene tres formas de cálculo:

- **Tramos uniformes** (la de los perfiles nuevos): el terreno, muestreado cada pocos centímetros, se divide en tramos de pendiente pareja, con un quiebre donde se aparta de la recta del tramo más que la tolerancia vertical (0,05 m por omisión) y sin tramos más cortos que el largo mínimo (10 m por omisión). Cada tramo lleva su largo y su pendiente con signo. Es la que conviene con nubes de puntos y superficies densas, donde de estación a estación la fila mostraría el ruido del levantamiento.

- **Cada distancia fija**: la pendiente media entre puntos a esa distancia (10, 20, 50 m o la que escriba).
- **Punto a punto**: entre las estaciones rotuladas de la guitarra. Los perfiles guardados antes siguen así hasta que se cambie la opción.

La lámina PS puede llevar también, en una columna a la derecha de la planta, el mapa de ubicación, el cuadro de puntos de referencia (los PR, BM o GPS del dibujo que caen en la planta) y las notas y la simbología, como la lámina topográfica; cada uno se enciende o se apaga en el cuadro «Láminas del perfil» (capítulo 17).

CAPÍTULO

09

Pestaña Plataforma: obras de tierra

Plataformas de acopio, terrazas, patios, botaderos, excavaciones, pretiles y zanjas: todo lo que es una superficie de diseño con sus taludes hasta el terreno. Usted dibuja el contorno, da las cotas y el programa calcula la línea de cero, los volúmenes y el balance. Para obras de forma libre están las líneas características y la explanación, y las obras que se cortan entre sí se juntan en un conjunto. Los entregables y el plano de la obra se generan en la pestaña Láminas.

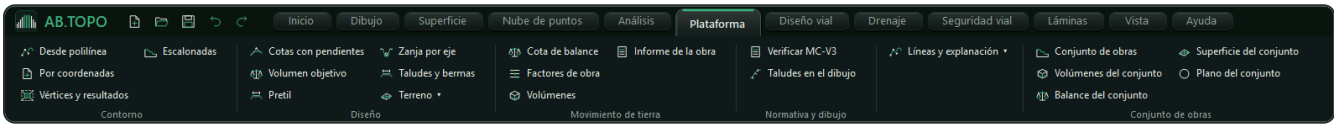
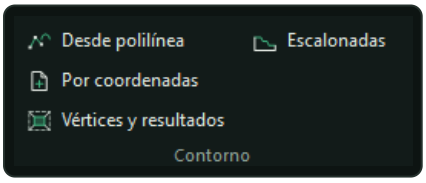


Figura 9.1 La pestaña Plataforma: Contorno, Diseño, Movimiento de tierra, Normativa y dibujo, Líneas y explanación y Conjunto de obras. Las imágenes de este capítulo son de la plataforma de acopio del proyecto de prueba Los Aromos.

9.1 El contorno



Grupo Contorno

Desde polilínea	Elija en el dibujo una polilínea cerrada: pasa a ser el contorno de la plataforma. Al mover sus vértices con las pinzas, se recalcula todo. Comando `PLATPOL`.
Por coordenadas	Plataforma nueva escribiendo los vértices, o pegándolos desde Excel (Este, Norte y, si quiere, Cota).
Vértices y resultados	La ventana de la plataforma: tabla de vértices, volúmenes y revisión MC-V3, con los cambios al momento. Comando `EDITARPLAT`.
Escalonadas	Varias plataformas contiguas a distintos niveles como una sola obra (ver más abajo). Con una obra escalonada elegida, cambia sus niveles.

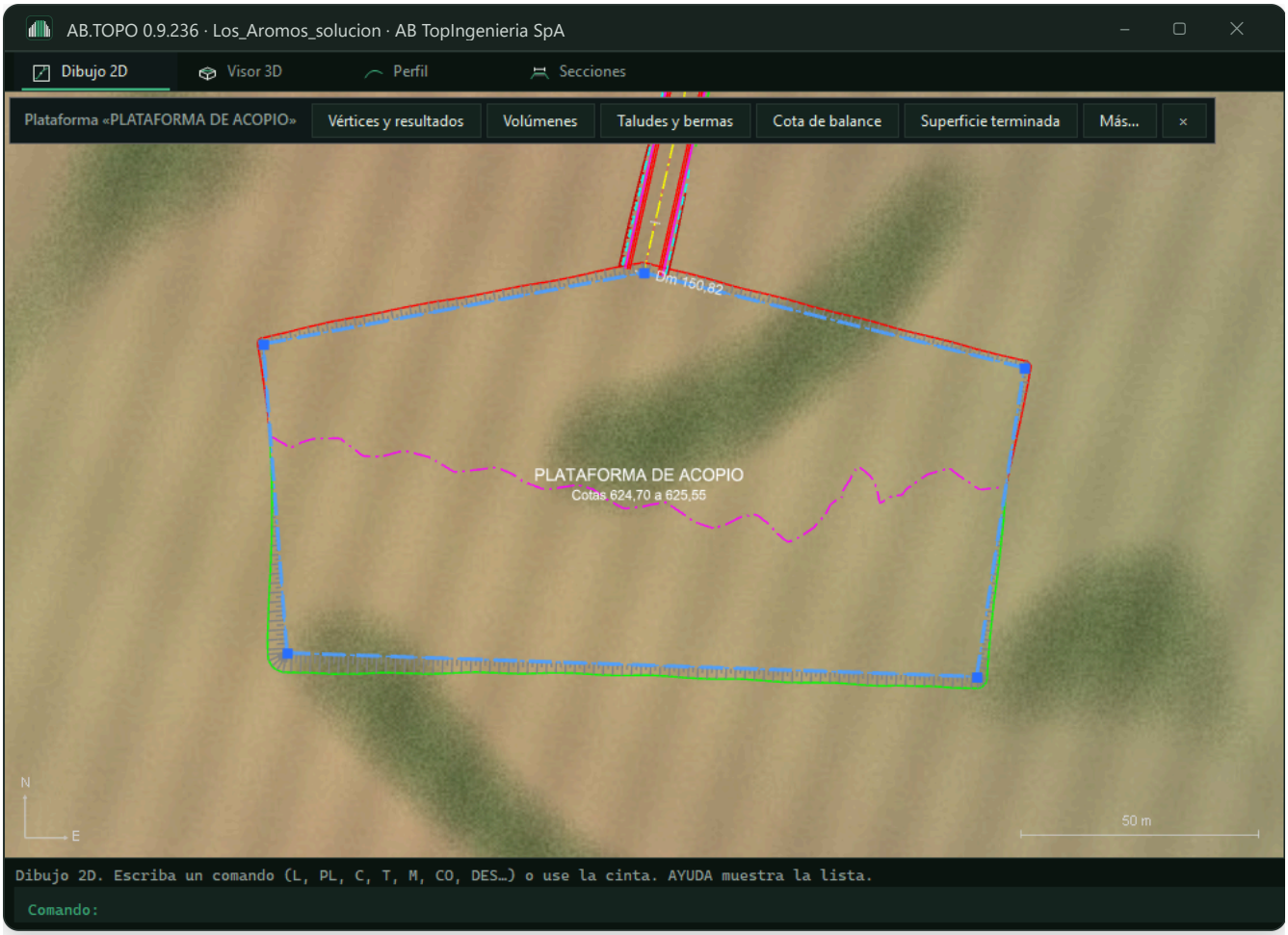


Figura 9.2 La plataforma de acopio de Los Aromos en el dibujo 2D, sobre el ortomosaico: el contorno con sus vértices, la línea de cero entre corte y relleno, los taludes con sus peines y, arriba, la barra flotante con las acciones de la plataforma.

Plataformas escalonadas

Para una obra en ladera con varias plataformas pegadas a distintos niveles (por ejemplo tres terrazas para galpones, una más alta que otra), dibuje una polilínea cerrada por cada nivel, de modo que compartan sus bordes, elíjalas todas en el dibujo y pulse **Escalonadas**. También sirven plataformas ya creadas: elija sus contornos y se unen, con su cota, su nombre y sus taludes.

- **La cota de cada nivel**, en su centro (de partida, la del terreno ahí). Si quiere, una pendiente de drenaje común a todos los niveles.
- **El talud entre niveles** (H:V) a lo largo del borde común, o **0** para un muro (el escalón justo en el borde). Usted elige **dónde va**: dentro del nivel más bajo (el alto queda entero), dentro del más alto o repartido al medio.
- **Los taludes exteriores** de corte y relleno, desde el contorno del conjunto hasta el terreno.

El resultado es una sola obra: un contorno, una línea de cero, un balance y unos volúmenes, sin contar dos veces los taludes que se traslaparían entre plataformas sueltas. La **Cota de balance** y el deslizador del visor suben o bajan todos los niveles juntos, sin cambiar los desniveles. En el dibujo se ven la cabeza y el pie de los taludes entre niveles y la cota de cada nivel; el plano de la obra, el 3D y el LandXML los incluyen. Los vértices del contorno salen de los niveles: en la tabla solo se ven, y se puede mover o girar la obra entera en el dibujo, pero no deformarla con una pinza (para cambiar la forma, dibuje de nuevo los niveles). Las cotas, el talud y las pendientes se cambian con **Niveles...** (en la ventana de la plataforma, o con el mismo botón **Escalonadas**) o en la sección «Niveles» del panel del visor 3D.

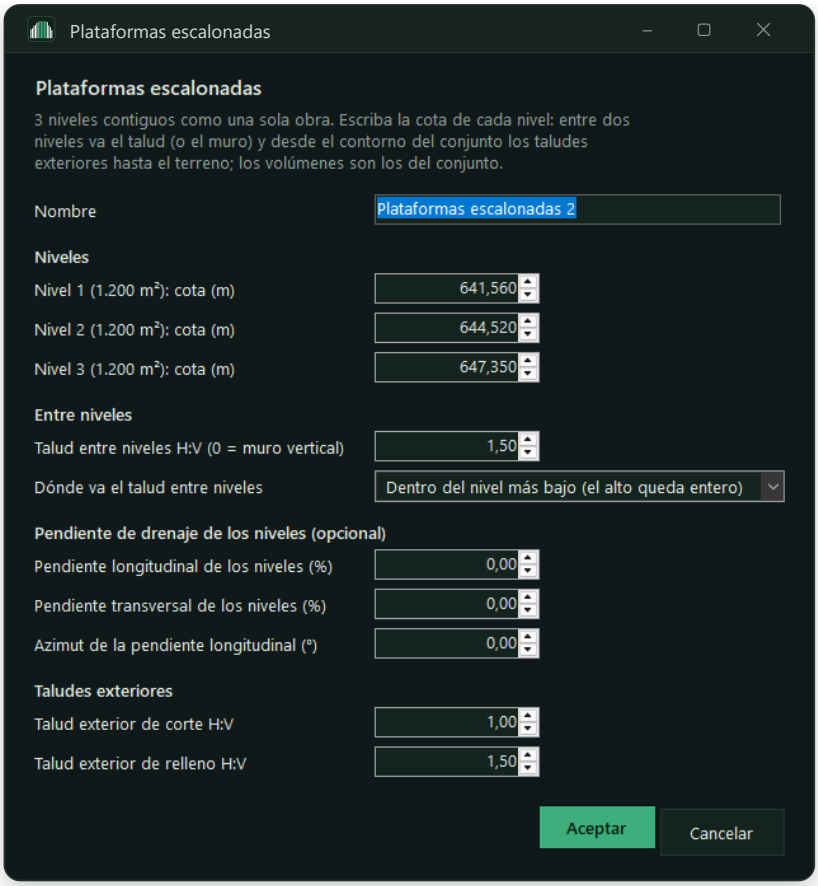


Figura 9.3 La cota de cada nivel, el talud o muro entre niveles y dónde va, la pendiente de drenaje y los taludes exteriores.

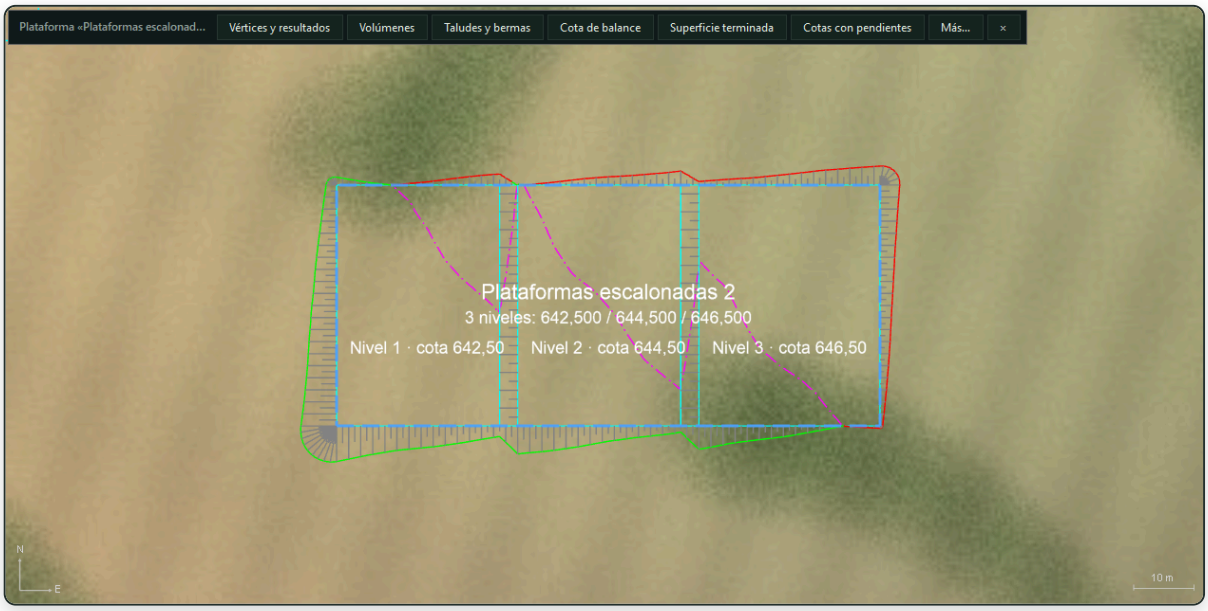


Figura 9.4 Tres niveles de 30 × 40 m en Los Aromos, 2 m uno sobre otro, con talud 1,5:1 entre ellos dentro del nivel más bajo: un solo contorno, una línea de cero y la cota de cada nivel.

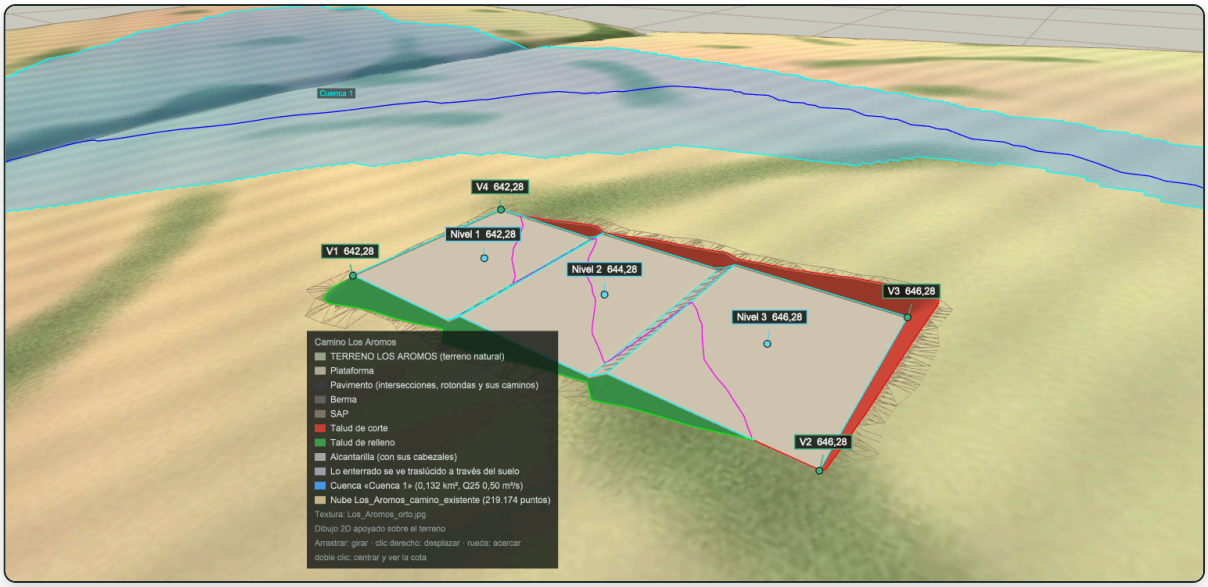


Figura 9.5 La misma obra en el visor 3D: los tres niveles, los taludes entre ellos y los exteriores en corte (rojo) y relleno (verde).

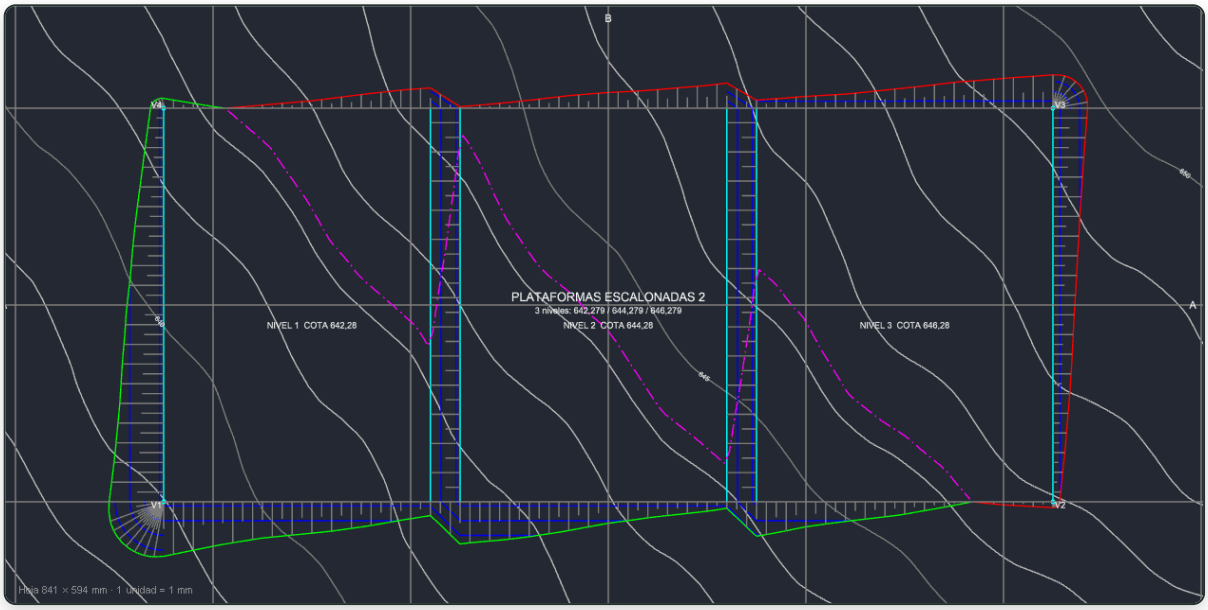


Figura 9.6 El plano de la obra: la planta con los taludes entre niveles, la cota de cada nivel y el corte A-A que muestra los escalones.

9.2 La ventana de la plataforma

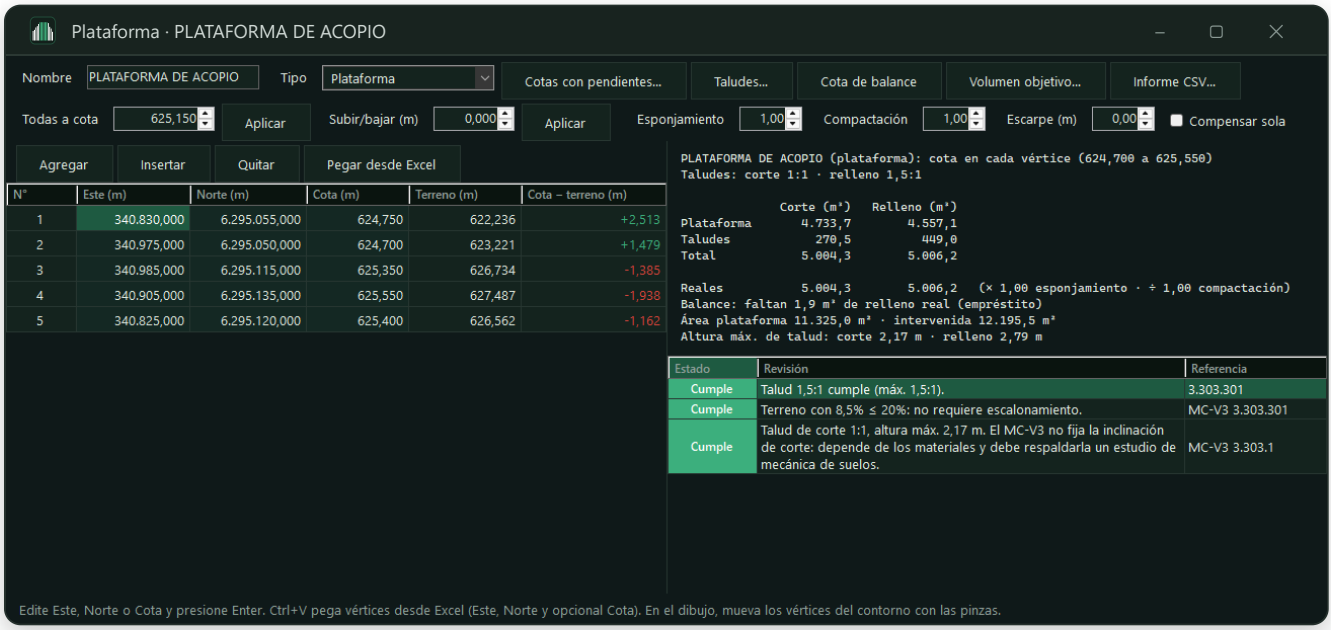
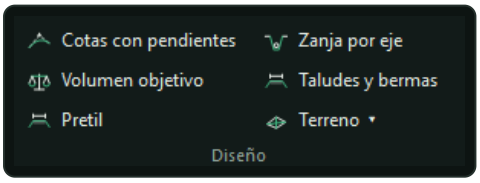


Figura 9.7 La ventana de la plataforma de acopio de Los Aromos: arriba el nombre, el tipo y los accesos a las herramientas, «Todas a cota», «Subir/bajar» y los factores; a la izquierda los vértices con su cota, la del terreno y la diferencia; a la derecha los volúmenes de plataforma y taludes, los reales, el balance, las áreas y la altura máxima de talud, y abajo la revisión MC-V3 con su referencia.

Vértices y resultados abre la ventana de la plataforma. Todo lo de una plataforma se maneja desde ella:

- **Arriba**: el nombre, el tipo de obra y los accesos a las herramientas de diseño (**Cotas con pendientes...**, **Taludes...**, **Cota de balance**, **Volumen objetivo...**, **Informe CSV...**). Debajo, **Todas a cota** deja la plataforma horizontal a la cota escrita y **Subir/bajar** la mueve entera; a la derecha, los factores de esponjamiento y compactación, el escarpe y **Compensar sola**. En una obra escalonada el primer botón es **Niveles...** y los vértices solo se ven.
- **La tabla de vértices**: Este, Norte, Cota, la cota del terreno en ese punto y la diferencia (verde si la plataforma queda sobre el terreno, roja si queda bajo él). **Agregar**, **Insertar**, **Quitar** y **Pegar desde Excel** la editan; `Ctrl`+`V` también pega.
- **Los resultados**: corte y relleno de la plataforma y de los taludes, los volúmenes reales con los factores, el balance (cuánto sobra o falta y si va a botadero o viene de empréstito), el área de la plataforma y la intervenida, y la altura máxima de talud.
- **La revisión MC-V3** de los taludes, con su referencia.

9.3 Diseño



Grupo Diseño

Cotas con pendientes	Calcula la cota de cada vértice con un plano: un punto de referencia con su cota, el azimut y las pendientes longitudinal y transversal. Después cada cota se puede corregir en la tabla.
Volumen objetivo	Para una plataforma, acopio, botadero o excavación de un volumen dado: ajusta el tamaño (misma forma, desde su centro) o solo la cota. La superficie (o el fondo de la excavación) puede ser horizontal o tener pendiente longitudinal y transversal, con su azimut, referidas al centro. La altura máxima de talud es opcional: marcando *Limitar*, al ajustar el tamaño la obra queda a la altura más grande que permite; sin marcarla, va con la cota en el centro que usted escribe. Los taludes de corte y relleno (inclinación H:V y bermas) vienen con los de la plataforma y se pueden cambiar ahí mismo.
Pretil	Camellón trapecial a lo largo de una línea o polilínea del dibujo, con ancho de corona, ancho de pata y altura; se apoya en la plataforma o en el terreno. Comando `PRETIL`.
Zanja por eje	Una zanja a lo largo de una línea o polilínea del dibujo, con su fondo, su sección y, si lleva, su tubo y cámaras (sección 9.7). Comando `ZANJA`.
Taludes y bermas	Corte y relleno por separado: un talud tipo de la lista o los valores escritos (inclinación H:V, altura entre bermas y ancho de berma). Si cambia un número, vale lo escrito aunque haya un tipo elegido. El relleno se revisa con el MC-V3 3.303.301. Los mismos valores se cambian en el panel de la plataforma en el visor 3D y en «Volumen objetivo».
Terreno ▾	La superficie del proyecto contra la que se calcula la plataforma.

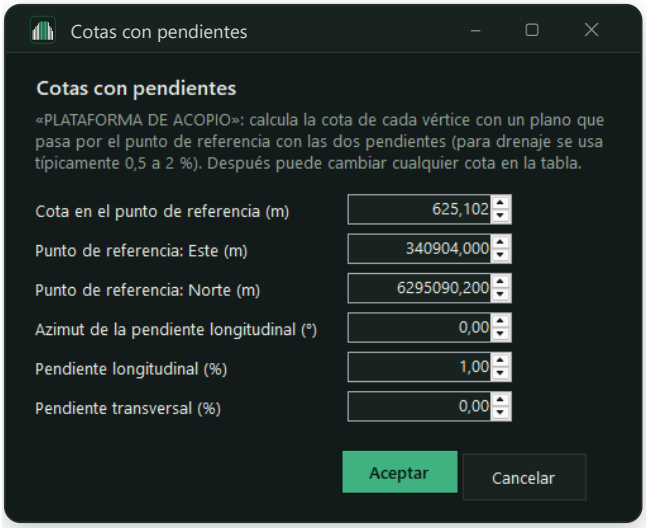


Figura 9.8 La cota y las coordenadas del punto de referencia, el azimut de la pendiente longitudinal y las dos pendientes. Para drenaje se usa típicamente de 0,5 a 2 %.

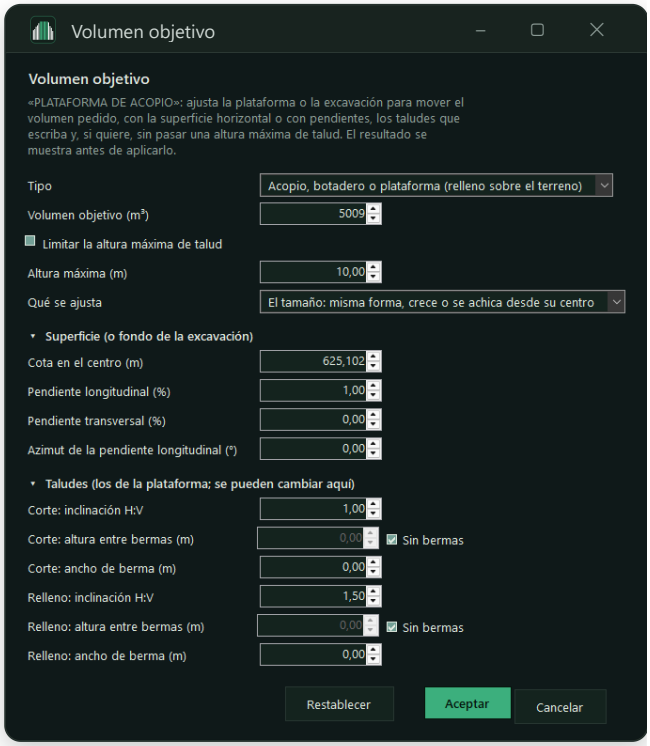
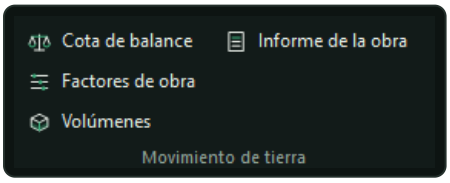


Figura 9.9 Tipo de obra, volumen, altura máxima (opcional) y qué se ajusta; la superficie (cota en el centro, pendientes y azimut) y los taludes de corte y relleno. El resultado se muestra antes de aplicarlo.



Figura 9.10 Corte y relleno por separado: un talud tipo de la lista o los valores escritos (inclinación H:V, altura entre bermas o «Sin bermas», y ancho de berma). Si cambia un número, vale lo escrito.

9.4 Movimiento de tierra



Grupo Movimiento de tierra

Cota de balance	Sube o baja la plataforma completa, sin cambiar sus pendientes, hasta que el corte real iguale al relleno real (con precisión de 1 mm).
Factores de obra	Esponjamiento del corte, compactación del relleno, espesor de escarpe y compensación automática.
Volúmenes	Corte y relleno de la plataforma y de los taludes, balance, áreas y alturas máximas de talud.
Informe de la obra	El informe de presentación en PDF: plano de corte y relleno, volúmenes, balance con los factores de obra, datos, cotas de los vértices y revisión MC-V3, con el logo de la empresa (sección 8.6). El CSV para Excel (vértices, superficie de diseño, taludes, volúmenes y revisión MC-V3) está en el menú de la plataforma.

Cota de balance, Volúmenes (como «Volúmenes de la obra») e Informe de la obra están también en Análisis › Obra.

Los volúmenes **reales** consideran cómo se comporta el material:

- **Corte real** = corte × esponjamiento.
- **Relleno real** = (relleno + escarpe) ÷ compactación.

La compensación busca que el corte real iguale al relleno real; el escarpe va a botadero. Con **Compensación automática** marcada, la plataforma se vuelve a balancear sola cada vez que cambia algo.

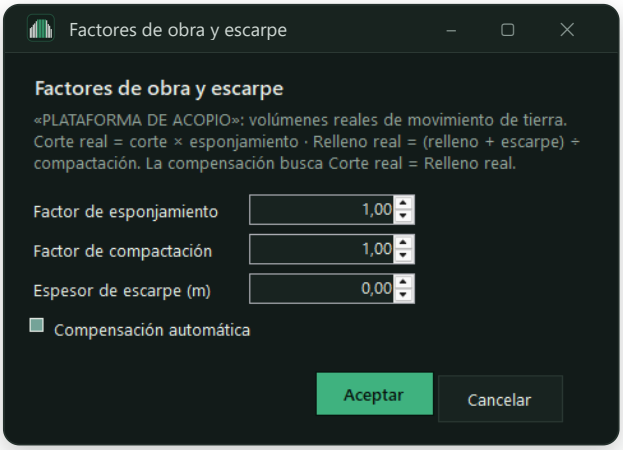


Figura 9.11 Esponjamiento, compactación, espesor de escarpe y compensación automática, con las fórmulas de los volúmenes reales.

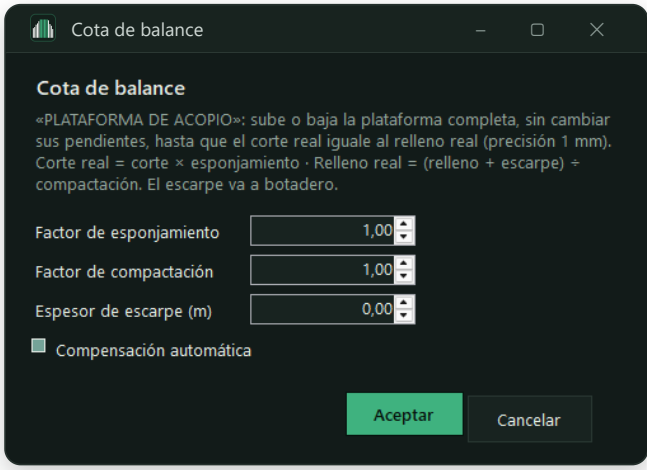
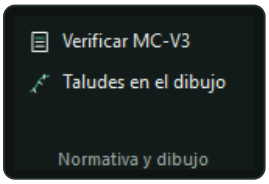


Figura 9.12 Antes de balancear se confirman los mismos factores y el escarpe; la plataforma sube o baja entera, sin cambiar sus pendientes, con precisión de 1 mm.

En las esquinas convexas, donde los taludes son largos (con bermas o cortes altos), el talud lleva los rayos que hacen falta para no perder volumen. Si el talud sale de la superficie de terreno antes de llegar a la línea de cero, el volumen se cuenta hasta el borde de la superficie y se avisa, en la tabla de resultados, en el informe y en el registro.

9.5 Normativa y dibujo



Grupo Normativa y dibujo

Verificar MC-V3	Revisa el talud de terraplén según su altura y si el terreno bajo el relleno necesita escalonamiento (MC-V3 3.303.301).
Taludes en el dibujo	Muestra u oculta la línea de cero (corte y relleno), los bordes de berma y el achurado de los taludes.

> NORMATIVA
> El MC-V3 fija la inclinación máxima de los rellenos según su altura y exige escalonar el terreno bajo el relleno cuando la pendiente es fuerte (3.303.301). La inclinación de los cortes no la fija: depende de los materiales y debe respaldarla un estudio de mecánica de suelos (3.303.1). El programa lo indica así en la revisión.

9.6 Entregables y plano de la obra

Los entregables de la obra están ahora en la pestaña Láminas, en **Láminas › Entregables de la obra** (capítulo 17): **Superficie terminada** (la plataforma y sus taludes hasta la línea de cero, sin el terreno, como superficie nueva del proyecto), **LandXML de la obra** (la superficie terminada y, si quiere, el terreno original, para Civil 3D, control de máquinas u otros programas) y **Replanteo** (puntos para estación total o GNSS con su código: V vértices, B borde, C cabeza de corte, R pie de relleno, BE bordes de berma, en CSV y en el dibujo). La superficie terminada también está en la barra flotante que aparece al elegir la plataforma.

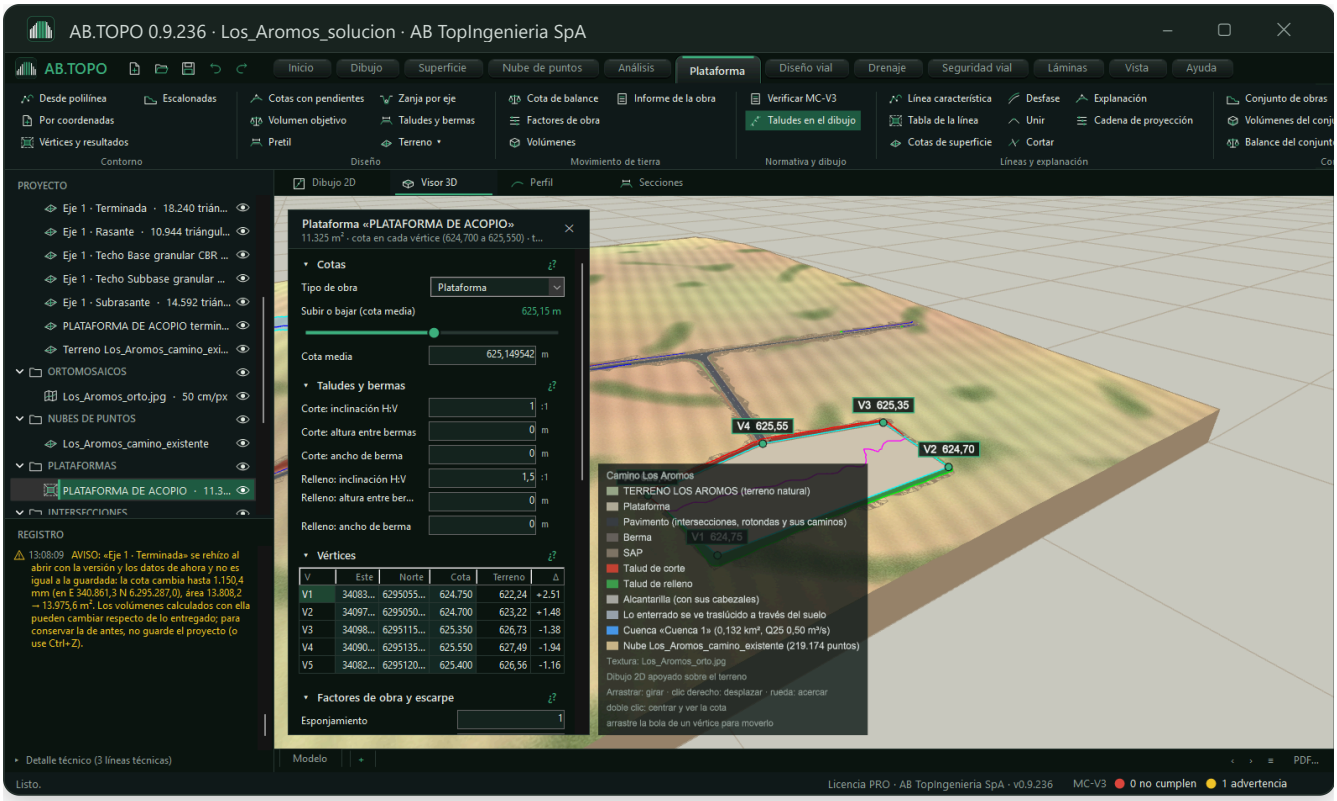


Figura 9.13 La plataforma en el visor 3D con su panel: el tipo de obra, el deslizador que la sube o baja, la cota media, los taludes y bermas, la tabla de vértices y los factores de obra. Cada vértice muestra su cota y se puede arrastrar.

Al elegir la plataforma en el árbol, el visor 3D muestra su panel. El deslizador **Subir o bajar (cota media)** es la forma más rápida de buscar la cota: mientras lo arrastra ve la línea de cero y los volúmenes en una vista previa, y al soltarlo se calcula todo con precisión.

El **plano de la obra** (sigla PP, **Láminas › Planos › Plano de la obra**) se arma en el espacio de láminas: la planta es una ventana viva sobre el dibujo (si cambia el dibujo, cambia la planta), con las curvas del terreno y del proyecto y los taludes; los cortes que pida el trabajo, con su guitarra; los cuadros de coordenadas de los vértices y de volúmenes; las notas y la viñeta de su empresa con su logo. Las escalas las elige cada trabajo: por omisión, la que mejor queda (la mayor escala normal, como 1:750, 1:1.500 o 1:7.500, con que la obra cabe en la hoja).

> **CONSEJO**
> La superficie terminada no incluye el terreno: es solo la obra. Para tener el terreno con la plataforma construida, péguela sobre el terreno con **Superficie › Crear › Pegar superficies**, o use el clic derecho en la plataforma › «Terreno con la obra»: la obra queda pegada al terreno como superficie y, fuera de ella, el terreno queda igual. Para todas las obras a la vez está **Superficie › Crear › Terreno con las obras**.

9.7 Zanjas a lo largo de un eje

`Zanja por eje` diseña una zanja sobre una polilínea del dibujo, como un corredor de Civil 3D. La polilínea pasa a ser el **eje de la zanja**: al moverla o estirarla con sus pinzas, la zanja se rehace sola (perfiles, volúmenes, dibujo y su ventana), y `Ctrl`+`Z` devuelve el eje y la zanja juntos.

- **Fondo:** a una profundidad fija bajo el terreno, desde una cota con una pendiente, o por una **rasante de puntos** (Dm y cota del fondo o del radier, con quiebres de pendiente, escrita, pegada desde Excel o armada desde el terreno a una profundidad).

- **Sección:** ancho de fondo y talud, o paredes verticales; **tubo** de hormigón, polietileno o acero con su cama y su relleno estructural según las láminas 4.002 del MC-V4. El ancho del fondo puede cambiar a lo largo del eje con puntos **Dm:ancho** (por ejemplo `0:2; 25:15; 180:15; 200:3` para las transiciones de un cauce rectificado al natural): entre los puntos cambia en recta. Donde el corte es alto puede ir un **segundo talud** más tendido: el talud y la altura de corte desde la que va (por ejemplo 2:1 donde la pared pasa de 1,5 m).
- **Líneas que el corte no cruza:** una capa del dibujo, por ejemplo los bordes de un camino que debe quedar intacto. En cada perfil el fondo y el talud terminan en esas líneas, y la lámina las muestra en su simbología.
- **Nombre de la obra y de la partida:** por ejemplo «cauce» y «Limpieza y rectificación de cauce»; así salen en la lámina, el cuadro de cantidades y la cubicación.
- **Cámaras de inspección:** automáticas (en el inicio y el fin, en cada quiebre de la rasante, donde el eje gira más de 10° y a lo más cada 150 m, MC-V3 3.704.3) o en los Dm que escriba, con su cota de tapa, de radier y su altura.
- **Entrega:** perfiles cada X m y en cada vértice contra el terreno, la tabla por Dm (terreno, fondo, profundidad, ancho de la boca, área, volumen, acumulado y recubrimiento del tubo), el perfil longitudinal y la sección de cada perfil, avisos de ancho y de recubrimiento, el dibujo en planta y la exportación a Excel.
- **Plano de la zanja (PZ):** con `Lámina…` en su ventana o en su menú, la planta girada a lo largo de la hoja con los Dm y las cámaras, el perfil longitudinal con su guitarra (rotulada cada intervalo de perfiles), las secciones tipo, los cuadros de cámaras y cantidades, notas y viñeta; una zanja larga va en varias láminas. Los peines del talud van en la capa «TALUD».

La zanja queda en el árbol (Zanjas), se ve abierta en el visor 3D con su fondo, sus paredes y el tubo sobre su cama, tiene su panel para cambiar la profundidad, el ancho o el talud ahí mismo, y entra en la cubicación y presupuesto y en su informe en PDF. Cada talud llega exactamente al terreno de su lado; si el talud no alcanza a salir al terreno, el perfil lo avisa como volumen incompleto. Una zanja que cruza una plataforma, intersección, rotonda, acceso o camino se mide desde la superficie terminada de esa obra, con aviso.

En la ventana de la zanja o en su menú hay además:

- **Fondo sin pozas…** (`SINPOZAS`): desde el fondo natural a lo largo del eje, un fondo de proyecto que baja siempre hacia aguas abajo, sin contrapendientes; queda como la rasante del fondo, por puntos y editable. Sirve, por ejemplo, para un tramo de limpieza de cauce.
- **Anchos y volúmenes…** (`ANCHOSZANJA`): el volumen con cada ancho de fondo, con su fondo y sus taludes de ahora, y el ancho que da un volumen buscado.
- **Superficies** (`SUPZANJA`): la superficie de la excavación y la del terreno con la zanja, en el árbol, con sus curvas, sus volúmenes, sus perfiles y para exportar.

El informe, la lámina y el plano topográfico **contrastan** el volumen por perfiles con el de la superficie de excavación dentro de la huella de los perfiles. Si difieren más de 2 %, el aviso dice la causa probable y el remedio: perfiles muy espaciados para el terreno (con el intervalo que deja la diferencia bajo el 2 %), una curva del eje más cerrada que la boca (los perfiles se cruzan) o un talud que no llega. En los criterios del proyecto, «Volumen que rige» permite que las zanjas y cauces se cubiquen por la superficie de excavación en vez de por perfiles.

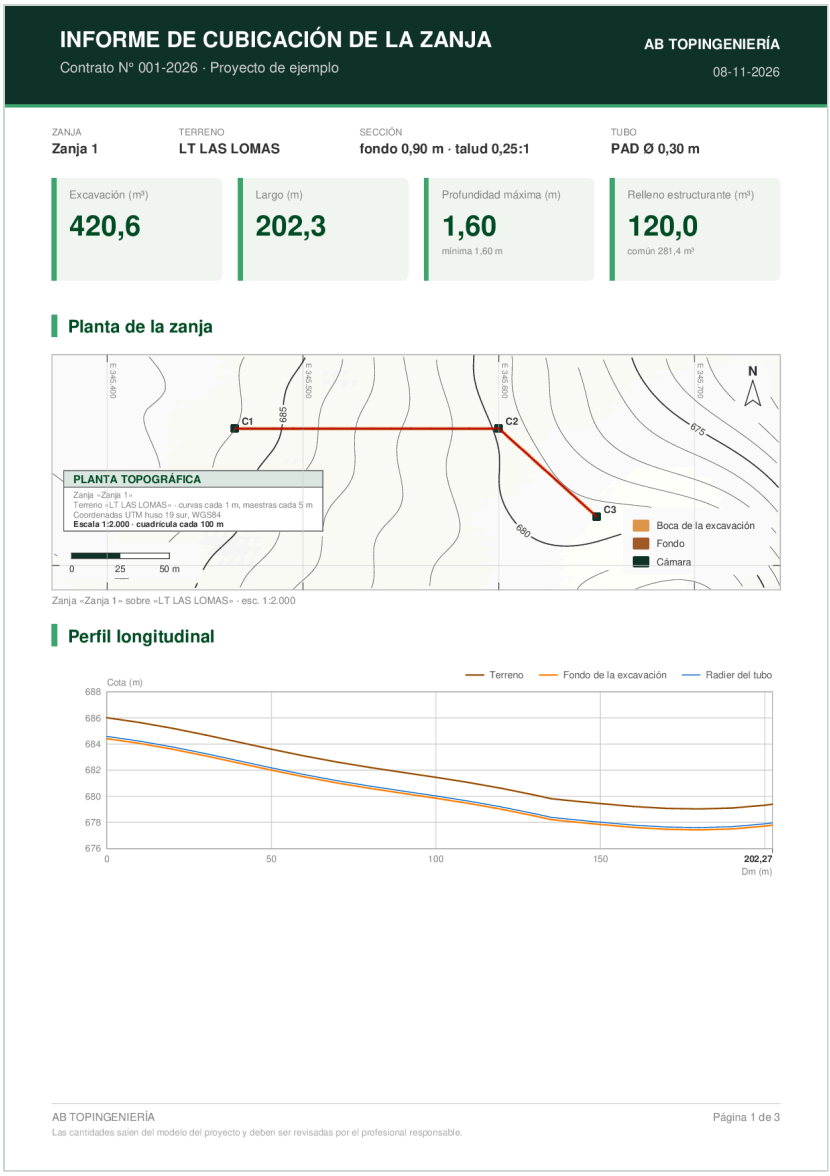
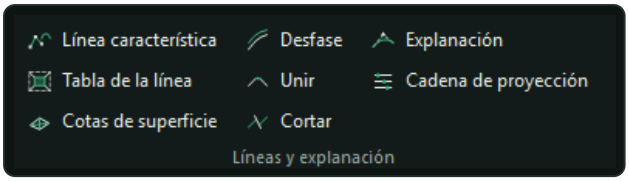


Figura 9.14 El informe en PDF de una zanja: planta con sus cámaras y perfil longitudinal con el terreno, el fondo y el radier del tubo.

> **CONSEJO**
>
> Los cauces se trabajan como zanjas: la pestaña Drenaje tiene el fondo del cauce, sus secciones y los tramos de limpieza (capítulo 15).

9.8 Líneas características y explanación

Para obras de forma libre (un sello, una berma, un camino interior, un borde con cotas que cambian), el programa trabaja con **líneas características**, como las *feature lines* de Civil 3D: líneas 3D del proyecto con rectas y arcos, una cota en cada vértice y puntos de cota intermedios. Se editan con sus pinzas y quedan en el árbol, en «Líneas características».

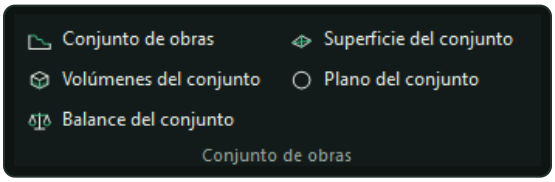


Grupo Líneas y explanación

Línea característica `LC`	Una línea característica desde una polilínea o línea del dibujo, con sus arcos: con la Z de cada vértice o la del terreno. Comando `LINEACARACT` (también `FEATURELINE`).
Tabla de la línea	La cota, la pendiente o el desnivel de cada tramo y los puntos de cota intermedios, en una tabla que se copia y pega con Excel. Comando `LCTABLA`.
Cotas de superficie	Las cotas de la línea desde una superficie, con un desnivel si quiere; también puntos de cota cada tantos metros. Comando `LCSUPERFICIE`.
Desfase	Una línea paralela a una distancia, con un desnivel o una pendiente transversal; los arcos siguen concéntricos. Comando `LCDESFASE`.
Unir	Une dos líneas características por sus extremos, con sus cotas. Comando `LCUNIR`.
Cortar	Corta una línea característica en un punto, con sus cotas. Comando `LCCORTAR`.
Explanación	Una obra de tierra desde la línea: si está **cerrada**, su contorno con sus cotas es la obra; si está **abierta**, el talud va hacia un lado (derecha o izquierda), con los extremos a escuadra. La obra sigue a la línea cuando ella cambia. Comando `EXPLANACION`.
Cadena de proyección	Antes del talud al terreno, tramos uno tras otro: a una distancia (con su pendiente), a un desnivel o hasta una cota (con su talud). Al final el talud sigue hasta el terreno, o la obra termina en el último punto. Los quiebres de la cadena salen como líneas en la planta. Comando `CADENATALUD`.

9.9 Conjunto de obras

Cuando varias obras de tierra se cortan entre sí (dos plataformas vecinas, una plataforma y su rampa, terrazas con taludes que se cruzan), cada una por separado contaría dos veces el material de los traslapes. Un **conjunto** las junta en una sola superficie terminada y un solo movimiento de tierra: dentro de un contorno rige su diseño y, entre taludes, la unión de los rellenos o de los cortes.



Grupo Conjunto de obras

Hacen falta al menos dos obras de tierra.

Conjunto de obras	Agrupa las obras de tierra que se cortan entre sí, sin contar dos veces los traslapes. Comando `CONJUNTO`.
Volúmenes del conjunto	El corte y el relleno del conjunto por obra (cada metro cuadrado una vez) y contra las obras por separado, con la comprobación entre superficies. Comando `VOLCONJUNTO`.
Balance del conjunto	Sube o baja todas las obras del conjunto juntas hasta que el corte real iguale al relleno real, o hasta el excedente que pida. Comando `BALANCECONJUNTO`.

Superficie del conjunto	La superficie terminada del conjunto, con el terreno alrededor, como superficie del proyecto: en el árbol, con sus curvas, y para LandXML y DXF. Comando `SUPCONJUNTO`.
Plano del conjunto	El plano de movimiento de tierra del conjunto (sigla EX): la planta con los vértices numerados de corrido (V-01…), los largos de los lados y el rótulo de cada obra con su cota (N.S.E.); un corte por obra con el terreno y la superficie del conjunto (en una segunda lámina si no caben); el cuadro de coordenadas (Este, Norte, Elevación), la cubicación por obra con su total, notas y simbología. Comando `PLANOCONJUNTO`.

CAPÍTULO

10

Diseño vial: criterios y eje en planta

La pestaña Diseño vial es la base del módulo vial: reúne, de izquierda a derecha y en el orden en que se trabaja, todo el diseño del camino. Este capítulo cubre sus dos primeros grupos: los criterios con que se revisa todo el diseño y el eje en planta, con sus curvas y clotoides. Los capítulos 11, 12 y 13 siguen con la rasante y el peralte, la sección, las intersecciones y el camino existente. Lo que sale del diseño (tablas de curvas y de volúmenes, curva de masas, eje y perfil al dibujo, LandXML y CSV) está en la pestaña Láminas, grupo Entregables del camino (capítulo 14); la tabla de volúmenes, la curva de masas y el informe PDF del camino también están en **Análisis › Camino**. Las láminas H, L, T y SD se explican en el capítulo 17.

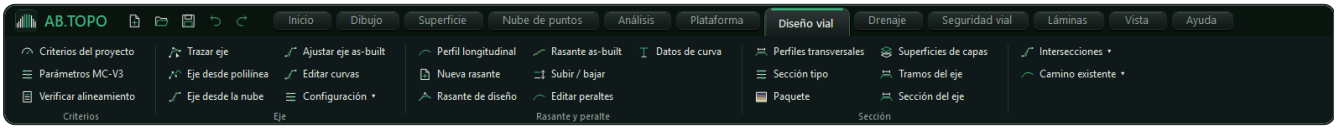
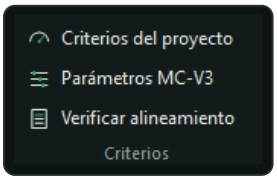


Figura 10.1 La pestaña Diseño vial: grupos Criterios, Eje, Rasante y peralte, Sección, Intersecciones y Camino existente.

Al entrar a las vistas Perfil o Secciones, la cinta pasa sola a esta pestaña.

10.1 Criterios del proyecto



Grupo Criterios

La normativa, la categoría y la velocidad con que se diseña y se revisa el camino.

Criterios del proyecto	Normativa, categoría del camino, criterios de cubicación, velocidad de proyecto, altitud, peralte máximo y vehículo para el sobreancho. De ellos salen la pendiente máxima, los parámetros mínimos de las curvas verticales (Kv, Kc), el largo mínimo de esas curvas (2T) y los peraltes que exige el MC-V3, Edición 2025.
Parámetros MC-V3	Para ajustar a mano la pendiente máxima y mínima, y los Kv y Kc mínimos con que se revisa la rasante.
Verificar alineamiento	Revisa la planta y el alzado del eje elegido contra el MC-V3 2025 (radios, clotoides, rectas, desarrollo de peralte, pendientes, Kv y Kc, coordinación planta–alzado) y entrega un informe elemento por elemento.

Los criterios se fijan en dos pasos. En el primero se elige la **normativa** (MC-V3 o Libre), la **categoría** según la clasificación del MC-V3 (Autopista, Autorruta, Primario, Colector, Local o Desarrollo) y los criterios de cubicación; en el segundo, la velocidad de proyecto entre las que el Manual admite para esa categoría, la altitud media, el peralte

máximo y el vehículo con que se calcula el sobreancho en las curvas.

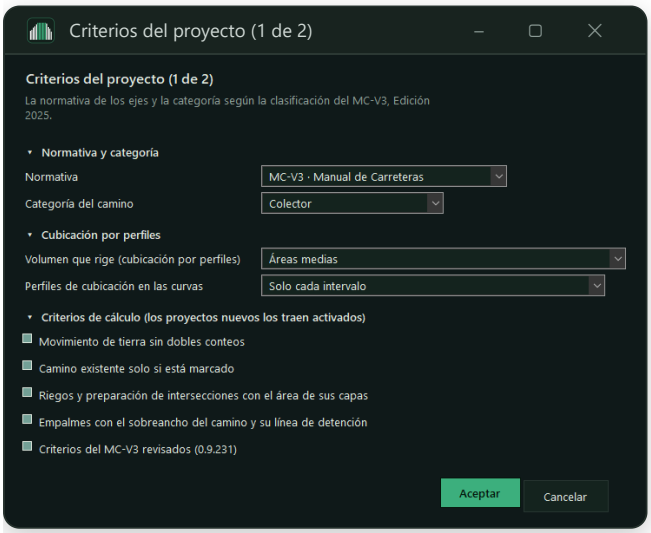


Figura 10.2 Primero, la normativa y la categoría, la cubicación por perfiles y los criterios de cálculo. En este proyecto, guardado antes, las casillas vienen sin marcar.

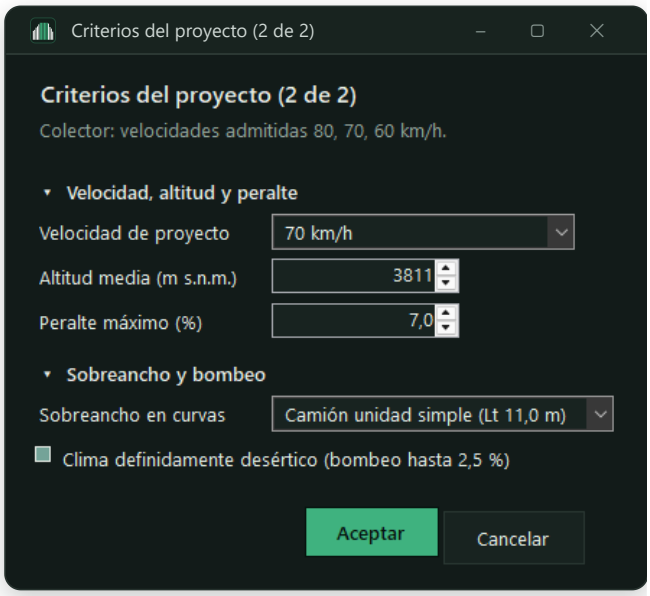


Figura 10.3 Después, velocidad, altitud, peralte máximo y vehículo del sobreancho.

El primer cuadro trae, además, estas opciones:

- **Volumen que rige (cubicación por perfiles)**: *Áreas medias* (el método contractual habitual), *Áreas medias corregidas por la curvatura del eje* (en las curvas, cada parte de la sección cuenta por el largo que recorre en planta; en recta es igual) o *Zanjas y cauces por la superficie de excavación* (el resto, corregidas por la curvatura). Las tablas y los informes muestran siempre las dos cifras, dicen cuál rige y avisan si difieren en más de 1 %.
- **Perfiles de cubicación en las curvas**: *Solo cada intervalo*, o *También en el inicio y fin de cada curva y de sus transiciones*, para que el volumen siga los cambios de la sección en curvas cortas.
- **Movimiento de tierra sin dobles conteos**: los accesos no vuelven a cubicar la boca que ya cuentan los perfiles del camino, las rotondas e intersecciones no excavan la caja del pavimento bajo sus islas, y los ejes de giro y los brazos que repiten el camino los cubica la intersección.
- **Camino existente solo si está marcado**: queda fuera de la cubicación solo el camino marcado como existente (o el principal existente de una intersección); un camino de mejoramiento con la rasante sobre su pavimento se cubica.
- **Riegos y preparación de intersecciones con el área de sus capas**: la imprimación y la preparación de la subrasante de las intersecciones con la misma área que sus capas, como en los caminos.
- **Empalmes con el sobreancho del camino y su línea de detención**: la curva de giro y el brazo del secundario llevan el sobreancho de curva del camino, sin escalón, y el secundario pinta su línea de detención si el principal existente no tiene demarcación.
- **Criterios del MC-V3 revisados**: el Kv de las curvas convexas con la V* de 3.201.302(2) completa y el bombeo de la Tabla 3.302.204.A según la superficie del paquete y la lluvia.

Los proyectos nuevos traen estas casillas marcadas y la cubicación corregida por la curvatura. Los guardados antes no cambian solos: sus cifras siguen iguales hasta que usted marque cada opción, y la tabla de volúmenes o la cubicación dicen cuánto cambiaría.

NORMATIVA

La **altitud** entra en los valores del MC-V3 que el programa aplica a la rasante, como la pendiente máxima. El **peralte máximo** que escriba limita los peraltes de todas las curvas y, con él, el radio mínimo ($Rm = Vp^2 / 127 (p + t)$). El **sobreancho** se calcula solo en cada curva según el vehículo elegido (MC-V3 3.203.306) y va entero por el lado interior de la curva: el borde exterior no se mueve. La línea de eje de la demarcación se corre hacia adentro lo que le toca a la pista exterior (e.ext), con la misma transición, como en la Lámina 3.203.306(5).A.

NORMATIVA

El Kv mínimo de cada curva convexa se calcula con la **V*** de su lugar (3.201.302(2)), y la línea de máxima pendiente en las curvas con $q = (i + p) / \sqrt{2}$ (3.203.303(5)). Lo que el Manual no da no se reemplaza por otro valor: el aviso lo dice (por ejemplo, que una tabla no trae pendiente máxima para esa categoría y velocidad).

Cada eje usa los criterios del proyecto, salvo que usted le dé otros propios: un acceso a un predio o un camino local dentro de un proyecto de carretera pueden tener su propia categoría y velocidad, que se cambian en el panel de ese eje en el visor 3D. Si cambia la categoría o la velocidad (del proyecto o de un eje), los ejes ya trazados pasan a la nueva: el editor del eje y la revisión usan la misma velocidad. La geometría no se mueve sola; un aviso dice qué curvas quedan bajo el radio o la clotoide mínimos, para corregirlas a mano.

DISEÑO LIBRE

Para minería, faenas, caminos internos y conservación, la **normativa** del eje puede ser *Libre* en vez de *MC-V3*: la calzada mide lo que escriba en la sección tipo (hasta 30 m por pista) y lleva su bombeo en todo el eje, sin sobreancho automático ni la revisión del Manual (los peraltes y sobreanchos puestos a mano sí van). Los ejes libres nuevos nacen con peralte (ver «Generar peraltes» en el capítulo 11); se apaga en **Configuración** ▾. Se elige por eje, arriba de «Sección tipo» en el panel del camino, o para todo el proyecto en **Criterios del proyecto**.

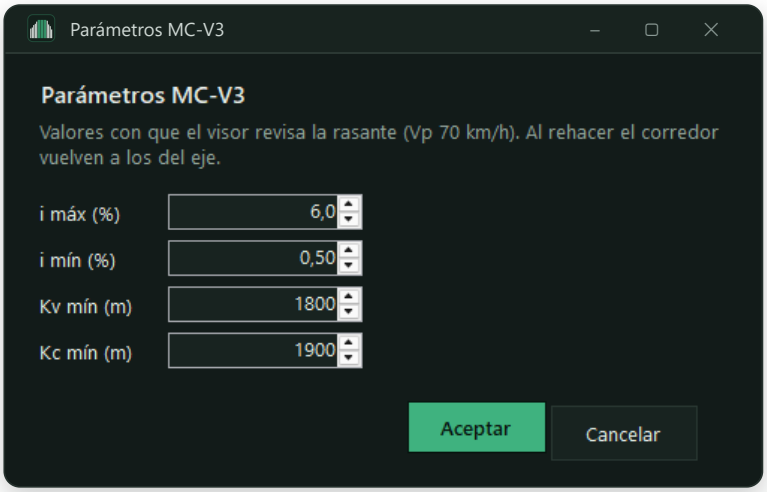


Figura 10.4 Los valores con que se revisa la rasante: pendiente máxima y mínima, Kv y Kc mínimos.

Verificar el alineamiento

Antes de revisar, el programa pregunta lo que el Manual necesita saber y no está en el dibujo: el tipo de terreno, si las calzadas son unidireccionales, si es una recuperación de estándar y si habrá iluminación artificial.

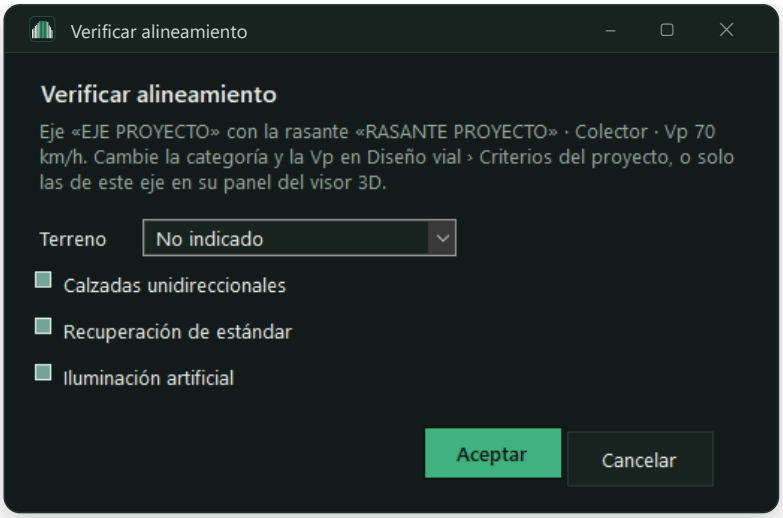


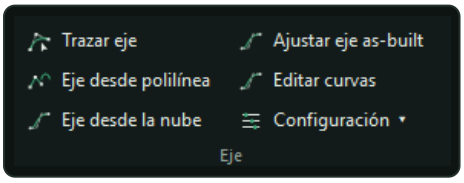
Figura 10.5 Las condiciones del proyecto que cambian los mínimos del Manual.



Figura 10.6 El informe: cada elemento con su criterio, su estado (Cumple, Advertencia o No cumple), el mensaje, cómo corregirlo y la tabla o lámina del Manual que lo respalda.

El informe se puede filtrar (todos los hallazgos, solo los que no cumplen…). Al elegir una fila, el tramo se resalta en el dibujo. Cuando un problema se puede arreglar cambiando un radio, un parámetro de clotoide o un 2T, la columna **Corrección** lo propone: doble clic la aplica, **Corregir lo seguro…** aplica de una vez todas las que no crean otro incumplimiento y **Deshacer corrección** vuelve atrás. Lo que exige mover vértices o cambiar pendientes solo se indica, porque es una decisión de diseño. **Exportar CSV…** guarda el informe para adjuntarlo a una memoria.

10.2 El eje en planta



Grupo Eje

Las formas de tener un eje (trazado con clics, de una polilínea, de la nube o ajustado al existente) y su edición.

Trazar eje `TRAZAREJE`	El eje a mano, sin dibujar antes una polilínea: marque el punto inicial (con la opción *Dm* cambia su Dm) y cada vértice (PI) con un clic o escribiendo sus coordenadas. Mientras lleva el cursor al siguiente, se ve la curva del último vértice con sus clotoides y, abajo, el largo y el azimut del tramo y los datos de la curva con la revisión del radio mínimo. *Radio* cambia el radio propuesto y *Deshacer* quita el último punto; `Enter` termina y abre la tabla del eje.
Eje desde polilínea `EJEPOL`	Elija una polilínea del dibujo. Con el **ajuste inteligente** (por omisión), los vértices que giran hacia el mismo lado forman una sola curva con sus clotoides del MC-V3, con rectas entre curvas y contracurvas solo donde el giro cambia de lado; ningún punto de la polilínea queda a más de la tolerancia (0,5 m por omisión) del eje. Si la polilínea vuelve por el mismo camino (una ida y vuelta, un ramal o un pico suelto), se limpia antes y se avisa qué se quitó.
Eje desde la nube `EJENUBE`	Trace a mano alzada a lo largo de un camino existente (o elija una polilínea): el programa detecta el eje en la nube de puntos, mirando la plataforma, los bordes, la rugosidad, el color y la demarcación, y crea un **eje de diseño editable** con curvas y clotoides. Al terminar pregunta si crea también el camino (ver «Ajustar un eje as-built»).
Ajustar eje as-built	Ajusta rectas, curvas y clotoides a un eje existente que viene como una línea con muchos puntos (por ejemplo, levantado en terreno), con el ajuste inteligente o el de antes.
Editar curvas `EDITAREJE`	Tabla de vértices, radios y parámetros del eje de diseño, con la ficha de cada curva; los cambios se ven al momento. **Simplificar vértices…** junta vértices en menos PI con curvas más largas sin apartar el eje más que la tolerancia, y **Arreglar curvas que no caben** corrige las curvas con tangentes traslapadas.
Configuración ▾	Radio propuesto, clotoides, cómo arma el eje **Eje desde polilínea** (ajuste inteligente con su tolerancia, o vértice por vértice), si los ejes nuevos de diseño libre nacen con peralte, Dm inicial y acceso a los criterios.

El peralte de las curvas y los cuadros de datos de curva están ahora en el grupo Rasante y peralte: **Diseño vial › Rasante y peralte › Editar peraltes** y **Diseño vial › Rasante y peralte › Datos de curva** (ver «Editar los peraltes», más abajo, y el capítulo 11).

Con el clic derecho en el eje, **Invertir sentido** deja el Dm 0 en el otro extremo, con la rasante, los ajustes, los peraltes, los accesos y las señales en su Dm nuevo. Si una curva no cabe entre sus vértices y el eje se devuelve sobre sí mismo, el programa lo avisa con el Dm, el radio y qué cambiar. Un vértice con deflexión y sin curva (radio 0) es un **quiebre**: el eje pasa por él y la tabla del eje, **Trazar eje** y el registro lo avisan.

Los comandos que piden un eje lo toman con un clic en cualquier parte de él, también en sus curvas.

Crear el eje paso a paso

1. Revise la **configuración** (Configuración ▾): qué radio se propone en cada vértice (1, 1,5, 2 o 3 veces el radio mínimo, o un radio fijo), si se usan clotoides, si la polilínea se ajusta con el ajuste inteligente (y su tolerancia) o vértice por vértice, y el Dm con que parte el eje.
2. Dibuje con **Polilínea** el trazado aproximado. Con el ajuste inteligente basta seguir el camino con los vértices que hagan falta: los que giran hacia el mismo lado quedan en una sola curva. Con *vértice por vértice*, ponga un vértice en cada cambio de dirección y deje rectas lo bastante largas para que quepan las curvas.
3. Presione **Eje desde polilínea** y elija la polilínea. El eje aparece en el árbol con su número de curvas, dibujado con sus Dm. El radio respeta el mínimo de la categoría donde el trazado lo permite; donde no, esa curva queda con aviso.
4. Abra **Editar curvas** para ajustar cada curva. Lo que no cumpla queda marcado en la columna Aviso.
5. El programa lo llama **Eje 1**, **Eje 2**… Para darle su nombre, elíjalo y use **Cambiar nombre…** en el panel de propiedades (o con el clic derecho). Las intersecciones, la señalización, el drenaje y las láminas que lo usan quedan con el nombre nuevo; las rasantes también se renombran desde su menú.

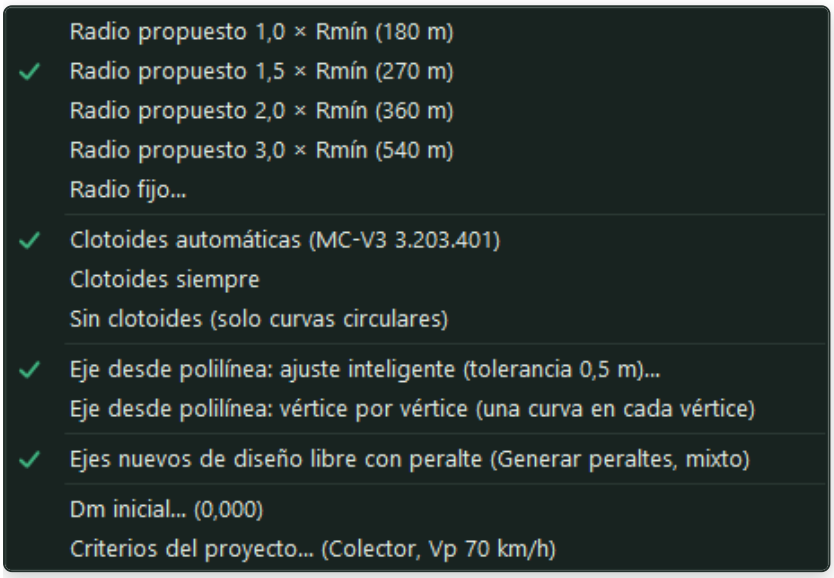


Figura 10.7 El menú Configuración: radio propuesto, clotoides, ajuste inteligente (tolerancia 0,5 m) o vértice por vértice, peralte de los ejes nuevos de diseño libre, Dm inicial y acceso a los criterios.

Editar las curvas

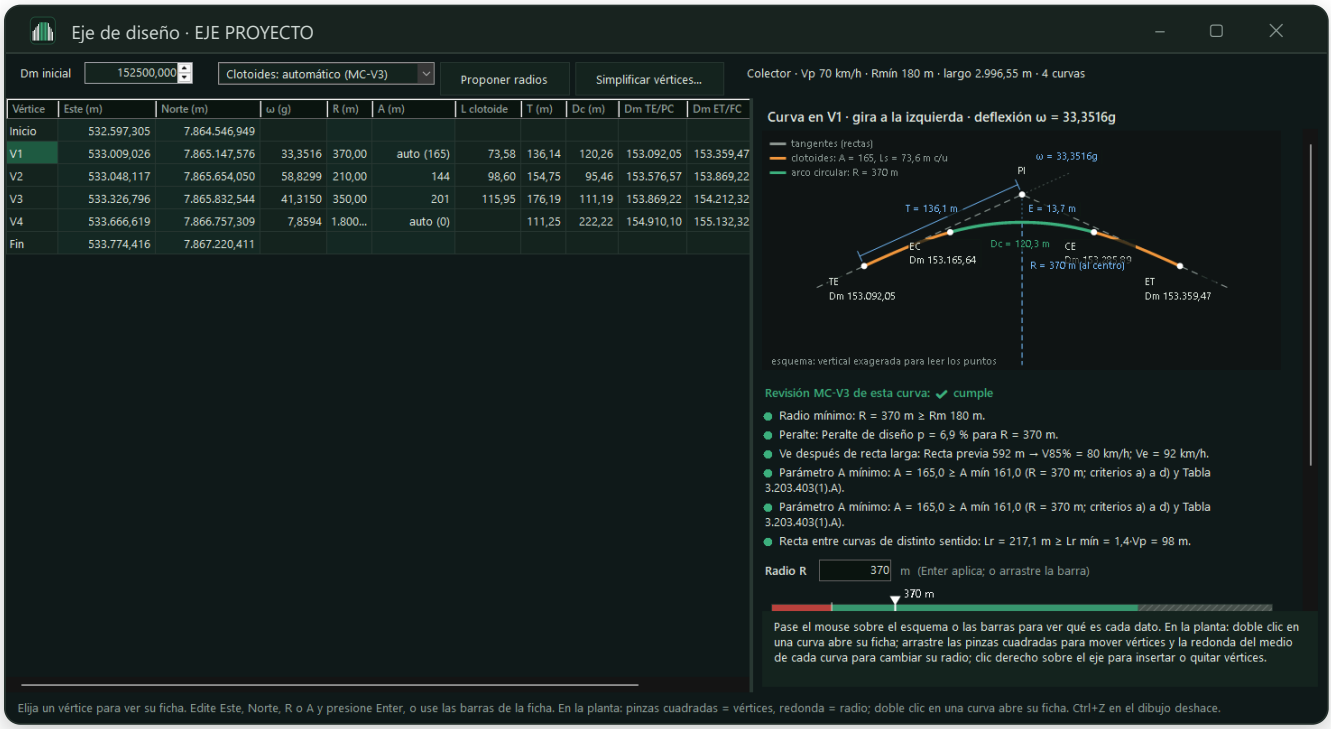


Figura 10.8 A la izquierda, la tabla de vértices; a la derecha, la ficha de la curva elegida con su esquema, su revisión MC-V3 y la barra del radio.

La ventana del eje tiene dos partes:

- **La tabla**, con un vértice por fila: Este y Norte del PI, deflexión ω (en grados centesimales), radio R, parámetro A de la clotoide, largo de clotoide, tangente T, desarrollo de la curva y sus Dm. Escriba un valor y presione `Enter` para aplicarlo. Arriba están el Dm inicial, el modo de clotoides (automático según el MC-V3, siempre, o sin clotoides) y **Proponer radios**, que vuelve a proponer todos los radios con la configuración.
- **La ficha** de la curva elegida: un esquema con TE, EC, CE y ET y sus Dm, la revisión MC-V3 de esa curva punto por punto y una barra para cambiar el radio arrastrando. La barra es roja bajo el radio mínimo y verde en el rango que cumple.

Si cambia el **Dm inicial**, todo lo que va por Dm (rasante, peraltes, ajustes de la sección, anchos por tramo, sectores del paquete, accesos, señales puestas a mano, anotaciones…) se corre la misma diferencia y queda en su lugar; `Ctrl` + `Z` lo devuelve. Si mueve un vértice o cambia un radio y lo que va por Dm queda corrido respecto del terreno, el programa avisa cuánto y desde qué Dm; con el clic derecho en el eje, **Mover la rasante y los ajustes con el eje** los lleva a su lugar de antes en la planta. Nada se mueve solo.

> **CONSEJO**
> Todo se puede hacer también en la planta: arrastre las **pinzas cuadradas** para mover vértices y la **pinza redonda** del centro de cada curva para cambiar su radio; doble clic en una curva abre su ficha y el clic derecho sobre el eje permite insertar o quitar vértices. `Ctrl` + `Z` deshace cualquier cambio.

Editar los peraltes

Editar peraltes está en **Diseño vial** › **Rasante y peralte** › **Editar peraltes**.

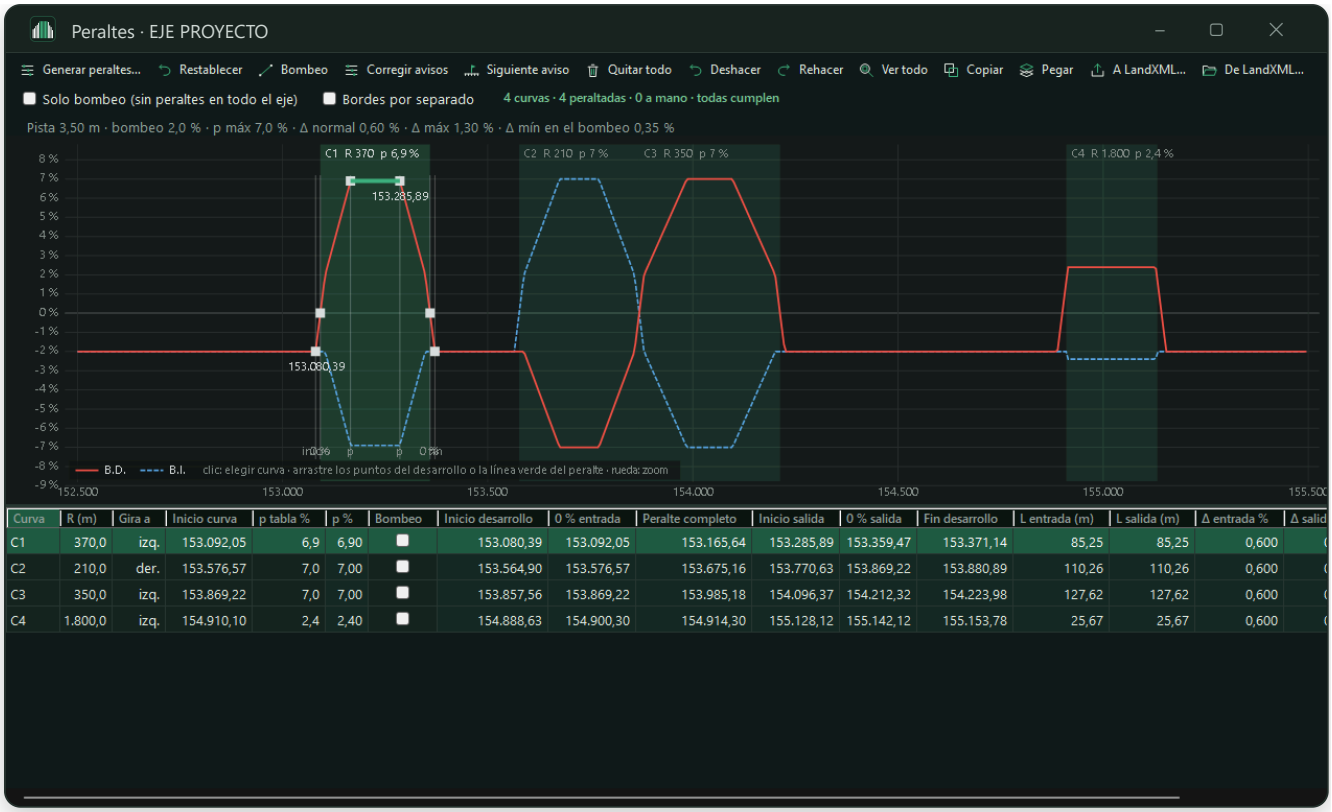


Figura 10.9 El diagrama de peraltes del borde derecho (rojo) y del izquierdo (azul) y, abajo, la tabla por curva con su revisión.

Arriba se resumen los datos con que se calculan los peraltes: ancho de pista, bombeo, peralte máximo y las pendientes relativas de borde (Δ normal, máxima y mínima en el bombeo). En el diagrama, un clic elige una curva; arrastre los puntos del desarrollo para alargarlo o acortarlo, o la línea verde para cambiar el peralte. En la tabla puede escribir el peralte, marcar **Bombeo** para que una curva de radio grande quede sin peralte, o cambiar los puntos de inicio y fin del desarrollo. Se pueden editar varias curvas a la vez, cada borde por separado (peralte y Dm propios del borde interior, giro en torno al eje o a un borde), y copiar y pegar con Excel o con LandXML (Civil 3D).

Restablecer devuelve la curva elegida al peralte y desarrollo del MC-V3; Quitar todo quita todos los cambios a mano del eje, que vuelve entero al Manual; Corregir avisos arregla lo que el MC-V3 permite, con un solo Ctrl + Z.

Generar peraltes... pone un peralte en cada curva, también en diseño libre (conservación), donde si no las curvas quedan con el bombeo. El **criterio** puede ser *Según norma* (el del MC-V3 según el radio), *Según terreno* (el peralte que ya tiene el camino) o *Mixto*: la norma, acercada al terreno donde el borde quedaría más lejos de él que la tolerancia. Se fijan el peralte máximo (7 % por omisión), el mínimo (2 %), la tolerancia en el borde para el mixto y la superficie del terreno. Reemplaza los peraltes a mano de las curvas y se edita después en la misma tabla; Ctrl + Z lo deshace. Las curvas falsas (radio muy chico o casi sin largo, como la unión de dos tramos del dibujo) quedan con el bombeo y un aviso.

Ajustar un eje as-built

En los mejoramientos el eje existente suele llegar como una polilínea con muchos puntos: levantado con GNSS, digitalizado sobre el ortomosaico o detectado en la nube. `Ajustar eje as-built` lo convierte en un eje con rectas, curvas circulares y clotoides que lo siguen dentro de la tolerancia que indique.

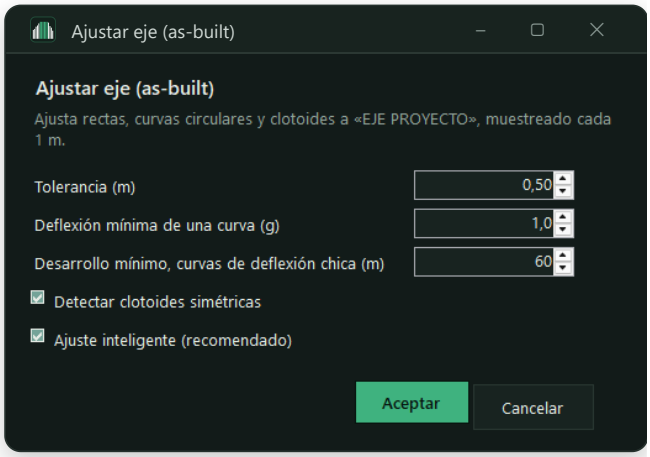


Figura 10.10 Tolerancia, deflexión y desarrollo mínimos, detección de clotoides y el ajuste inteligente, marcado.

Con **Ajuste inteligente (recomendado)**, activado por omisión, los giros del mismo lado quedan en una sola curva, la tolerancia se respeta siempre y la norma (radio mínimo, clotoides del MC-V3) se busca después; queda un eje de diseño editable, con sus vértices, radios y clotoides en la tabla del eje. Si en algún tramo no logra quedar dentro de la tolerancia, avisa dónde. Sin esa casilla se usa el ajuste de antes: la **deflexión mínima** evita que pequeñas ondulaciones del levantamiento se conviertan en curvas, y el **desarrollo mínimo** une las curvas de deflexión chica en una sola.

El eje ajustado queda en el árbol con el sufijo **_AJUSTADO**, junto al original. Al crearlo, el programa pregunta si crea también el camino: con **Sí**, el camino de diseño de siempre (calzada, bermas, cunetas y taludes, y peralte en las curvas); con **No**, solo el eje, como camino existente en gris, sin diseño ni cubicación, útil para los Dm, las curvas, los perfiles y la rasante as-built. Se cambia después con `Camino existente` (capítulo 13).

Si tiene la nube del dron o del LiDAR, `Eje desde la nube` es más directo: basta trazar a mano alzada a lo largo del camino y el programa busca el centro de la plataforma en la nube y entrega el eje ya ajustado.

10.3 La revisión MC-V3 mientras diseña

En los proyectos con normativa MC-V3, el eje y la rasante se revisan solos contra el Manual después de cada cambio, sin abrir `Verificar alineamiento`:

- Las **marcas** van sobre el eje en la planta y en una franja al pie del perfil: rojo lo que no cumple, amarillo las advertencias o lo que requiere justificación (por ejemplo, una curva de retorno con radio bajo el mínimo). Su globo dice el valor, el mínimo, la referencia del MC-V3 y la velocidad; un clic abre la lista de incumplimientos y salta al elemento.
- En la **barra de estado**, el semáforo MC-V3 cuenta las rojas y las amarillas («0 no cumplen · 3 advertencias»). Con el clic derecho se apaga la revisión o se silencian criterios; lo elegido queda guardado en el proyecto.
- Al arrastrar un PIV en el perfil, una etiqueta junto al cursor muestra las pendientes, K y 2T contra el mínimo (capítulo 11).

En conservación (diseño libre) la revisión solo informa: marca las curvas con el borde exterior hacia abajo (contraperalte), las transiciones de peralte cortas o que se montan con la curva siguiente, y los tramos donde al borde de la calzada le falta espesor del paquete (ver «Espesor en bordes…» en el capítulo 12). Estas marcas se silencian igual que las demás.

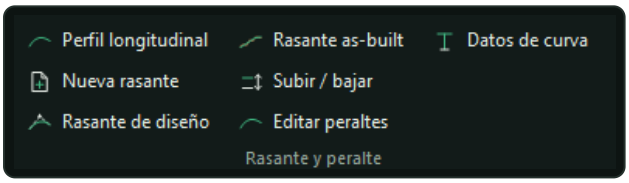
CAPÍTULO

11

Diseño vial: rasante y perfil longitudinal

Con el eje en planta listo, el siguiente paso es la rasante: el alzado del camino. AB.TOPO la diseña sobre el perfil del terreno, con la guitarra del MOP debajo, y la revisa contra el Manual mientras usted arrastra los PIV. En el mismo grupo están el peralte de las curvas y los cuadros de datos de curva.

11.1 Las herramientas de la rasante y el peralte



Grupo Rasante y peralte

El alzado del eje, el peralte de sus curvas y los cuadros de datos de curva.

Perfil longitudinal	Abre el perfil del eje con el terreno, la rasante y la guitarra (MC-V2). Ahí se arrastran los PIV, se cambian 2T y K, se insertan o borran PIV, con la tabla de revisión MC-V3 abajo.
Nueva rasante	Rasante nueva de extremo a extremo del eje, a la cota del terreno, para diseñarla a mano.
Rasante de diseño	El programa propone una rasante ajustada al terreno que cumple los mínimos del MC-V3.
Rasante as-built	Restituye la rasante del camino existente desde la superficie: tangentes y curvas verticales dentro de una tolerancia.
Subir / bajar	Sube o baja toda la rasante una cantidad fija, sin cambiar pendientes ni curvas verticales.
Editar peraltes	Diagrama de peraltes y tabla por curva: varias curvas a la vez, cada borde por separado (peralte y Dm propios del borde interior, giro en torno al eje o a un borde), el 0 % de entrada y salida, «Solo bombeo» para todo el eje, **Corregir avisos** para arreglar lo que el MC-V3 permite con un solo `Ctrl`+`Z`, **Generar peraltes…** para poner un peralte en cada curva según la norma, el terreno o mixto, y copiar y pegar con Excel o con LandXML (Civil 3D). Se explica en el capítulo 10.
Datos de curva `DATOSCURVA`	Un cuadro con los datos de una curva (R, ω, Dc, p, T, A, L, Dm y coordenadas del vértice) donde usted quiera, con su línea guía y su pinza: clic en la curva, elija los datos y deje el cuadro. Si el eje tiene al menos uno, las láminas llevan solo esos; sin ninguno, salen todos automáticos.

El perfil se lleva al dibujo 2D con **Láminas › Entregables del camino › Al dibujo ▾ › Perfil a dibujo** (ver 11.5) y la rasante sale a otros programas con el eje, en **Láminas › Entregables del camino › Exportar ▾ › Eje a LandXML** (capítulo 14). El acuerdo vertical del secundario de una intersección con el principal está en **Diseño vial › Camino existente › Acuerdo vertical con el principal** (capítulo 13).

11.2 El perfil longitudinal

El área Perfil tiene tres partes:

- **Arriba**, en **Ver** se elige qué perfil mostrar (el longitudinal de cada eje o los perfiles de superficies). Debajo va la barra del perfil, por grupos, y una fila con los criterios del eje: categoría, Vp, i máx, Kv, Kc y 2T mínimo. Si el MC-V3 no trae un valor para esa categoría y velocidad, dice «—» (por ejemplo «i máx —»).
- **El perfil**, con exageración vertical (10× por omisión): terreno, rasante, PIV con su Dm y cota, y cada curva vertical con su K y su 2T. Al pie, la franja de la revisión MC-V3 en tiempo real (capítulo 10).
- **La guitarra MOP**: gradientes y pendientes, cotas de rasante y terreno, distancias acumuladas, diagrama de curvatura y diagrama de peraltes, como en las láminas L. Debajo, la **tabla de PIV**.

El gráfico de la rasante queda siempre a la vista: si falta lugar, la tabla de PIV baja a tres filas y la guitarra se achica o se pliega sola (`Guitarra` la vuelve a abrir). El alto de la guitarra se cambia arrastrando su borde de arriba, y el de la tabla, con el divisor. Lo que deje (alturas, guitarra y tabla a la vista) se recuerda para su usuario.

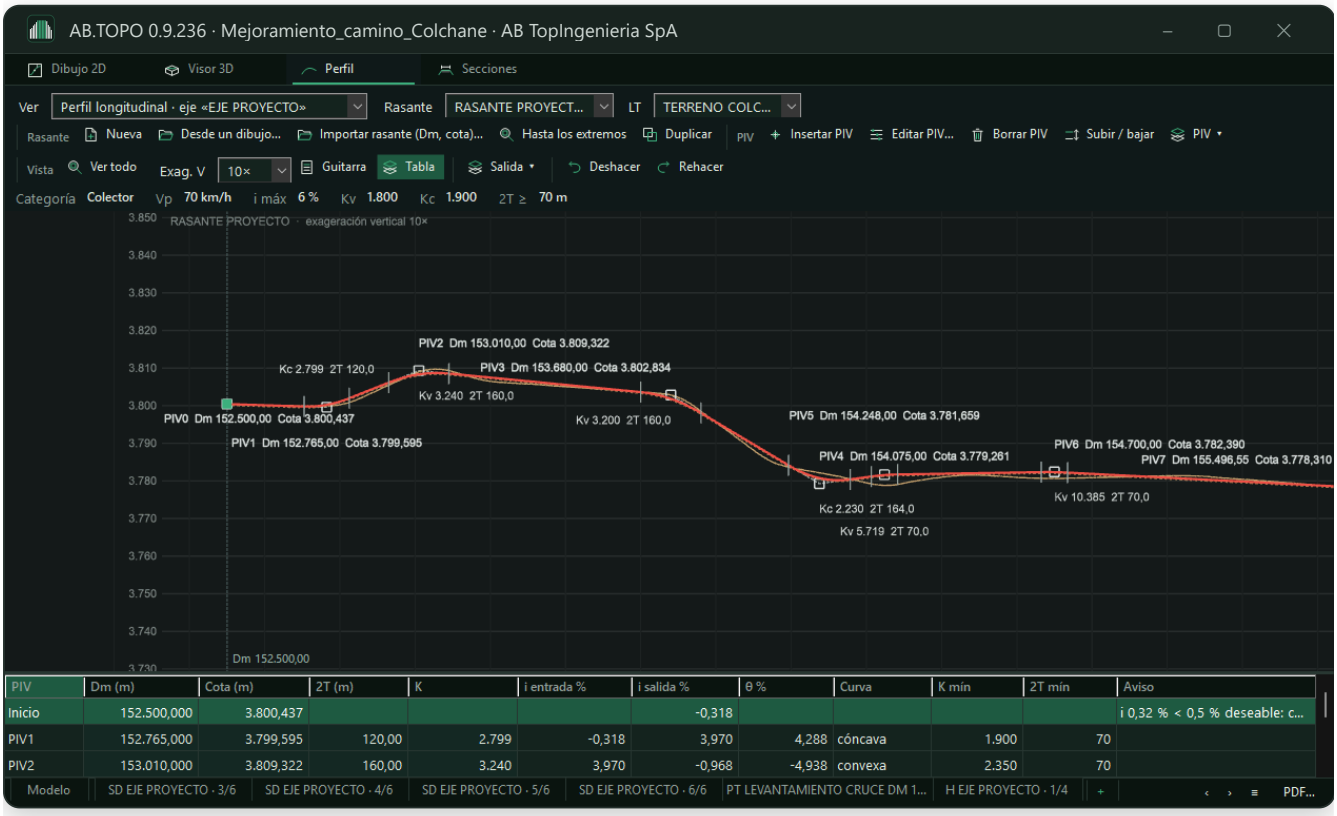


Figura 11.1 El perfil longitudinal del ejemplo: arriba la barra por grupos y los criterios del eje; el terreno (café) y la rasante (roja) con sus PIV y curvas verticales rotuladas, y la tabla de PIV con su revisión. En la barra de estado, el semáforo MC-V3.

La barra del perfil

Al inicio de la barra están los selectores **Rasante** (cuál de las rasantes del eje se edita) y **LT** (la superficie que corta el perfil como línea de terreno, o ninguna, o una importada desde LandXML, puntos o una nube; la guitarra llena la fila TERRENO y la elección queda guardada en cada eje). Siguen los botones, por grupos. En una ventana angosta, lo que no cabe va a un botón con el nombre del grupo: **Rasante ▾**, **PIV ▾** o **Salida ▾**.

GRUPO	BOTÓN	QUÉ HACE
Rasante	Nueva	Rasante nueva del eje, de extremo a extremo a la cota del terreno.
	Desde un dibujo...	Lee un perfil longitudinal de un DWG o DXF (de Civil 3D, ISTRAM u otro, suelto o en bloques) por sus textos —los PIV con su Dm, cota y 2T, o las cotas de la guitarra— y lo deja como rasante nueva del eje.
	Importar rasante (Dm, cota)...	Rasante nueva desde un Excel o un CSV con una columna de Dm y otra de cota (ver abajo).
	Hasta los extremos	Si la rasante es más corta que el eje (el perfil lo avisa), la alarga por la pendiente de su primer y su último tramo hasta sus extremos.
	Duplicar	Copia la rasante actual para probar una alternativa sin perder la original.
PIV	Insertar PIV	Un clic en el perfil inserta un PIV y abre su ficha para escribir su Dm, cota, pendientes, 2T o K. También con doble clic.
	PIV en Dm...	Inserta un PIV escribiendo su Dm, su cota (o sobre la rasante actual) y su 2T.
	Punto en Dm...	Inserta un punto de la rasante sin curva vertical (2T = 0): solo su Dm y su cota. Para copiar las cotas de un perfil o marcar un quiebre en recta.
	Varios PIV / puntos...	Una tabla para escribir o pegar desde Excel varios PIV a la vez (Dm, cota, 2T o K), o puntos sin curva vertical. Se agregan juntos y se deshacen con un solo `Ctrl` + `Z`. **Detectar curvas verticales** rehace los PIV y los 2T desde cotas copiadas de un perfil.
	Editar PIV...	La ficha del PIV elegido: Dm, cota, pendientes de entrada y salida, K y 2T, con los mínimos del proyecto. También con doble clic sobre el PIV o `Enter`.
	Borrar PIV	Borra el PIV elegido (`Supr`).
	Subir / bajar	Sube o baja toda la rasante (ver 11.4).
Vista	Ver todo	Todo el perfil en pantalla (también doble clic con la rueda).
	Exag. V	La exageración vertical del dibujo: 1×, 5×, 10×, 20× o 50×.
	Guitarra / Tabla	Muestran u ocultan la guitarra y la tabla de PIV.
Salida	A dibujo 2D	Inserta este perfil con su guitarra en el dibujo (ver 11.5).
	Anotar	Dibuja sobre el perfil (líneas, textos, cotas) con las herramientas de dibujo. Lo anotado se guarda con el proyecto y sale en las láminas L.
	Deshacer / Rehacer	Al final de la barra: los cambios del perfil (`Ctrl` + `Z` / `Ctrl` + `Y`).

Importar una rasante desde Excel

Importar rasante (Dm, cota)... crea una rasante nueva desde un Excel (.xlsx) o un texto (.csv, .txt). Elija la hoja, la columna de Dm, la de cota, la primera fila de datos y el nombre de la rasante, y cómo se lee:

- **Puntos exactos**: cada fila es un PIV sin curva vertical; la rasante pasa por todas las cotas.
- **Simplificar**: solo los quiebres necesarios, sin curvas, a la tolerancia que escriba (en mm).

- **Detectar curvas verticales**: las cotas son de una rasante con curvas; se rehacen los PIV y los 2T.

La rasante actual no se toca; `Ctrl` + `Z` quita la nueva.

Diseñar con el mouse

1. **Arrastre un PIV** para moverlo: la rasante, las pendientes y las curvas se recalculan mientras lo mueve. Una etiqueta junto al cursor muestra las pendientes, K y 2T contra el mínimo, y la franja MC-V3 al pie del perfil y la tabla de abajo marcan en el momento si algo deja de cumplir.
2. Para cambiar una curva vertical, elija el PIV y escriba su **2T** (largo) o su **K** en la tabla o en la ficha: escribir K calcula 2T = K · |θ|.
3. Inserte PIV donde haga falta con **Insertar PIV** (o doble clic) y borre los que sobran con `Supr`.
4. Mire la columna **Aviso** de la tabla: allí aparece, por PIV, en rojo lo que no cumple (K menor que el mínimo, 2T corto, pendiente mayor que la máxima…) y en ámbar lo deseable que no se cumple: una pendiente bajo el 0,5 % para el drenaje (3.204.302) o la cima o el fondo de una curva con K sobre 6.000, que queda plano (3.204.5). La pendiente mínima ya considera las excepciones del Manual según el bombeo y el peralte del eje: hasta 0,2 % con bombeo de 2 % sin soleras ni cunetas, 0 % en curva con peralte de 2,5 % o más, y nunca bajo 0,5 % donde la pendiente transversal se anula.

> **NORMATIVA**
> El Kv mínimo de cada curva convexa se calcula con la **V*** de su lugar (3.201.302(2)): en una recta de 400 a 600 m, Vp + 5; de más de 600 m, Vp + 10; en una curva tras una recta corta, según R/Rm. Es el mismo valor en el perfil, la ficha, la tabla de curvas verticales, el verificador y la lámina L.

> **CONSEJO**
> Antes de una modificación importante, use **Duplicar**: queda una copia de la rasante en el árbol, bajo el mismo eje, y puede volver a ella eligiéndola en el selector **Rasante**.

En los ejes de diseño libre (conservación), la banda «Gradientes y pendientes» junta las tangentes seguidas que difieren menos que una tolerancia (0,5 % por omisión) en un solo tramo con su largo real y su pendiente media, en la vista, en el perfil al dibujo y en las láminas L. Se apaga o se cambia la tolerancia en el contenido de las láminas (capítulo 17).

11.3 Rasante de diseño y rasante as-built

Rasante de diseño. El programa calcula una rasante que sigue el terreno y respeta los mínimos del Manual para la categoría y velocidad del eje: pendiente máxima y mínima, K convexo y cóncavo mínimos y largo mínimo de curva. El **suavizado** controla cuántos PIV usa (un valor mayor da una rasante más tendida, con menos PIV) y el **muestreo**, cada cuántos metros se lee el terreno. Con los criterios del MC-V3 revisados, cada convexa usa el Kv de su V*.

Es un muy buen punto de partida: después la ajusta a mano en el perfil.

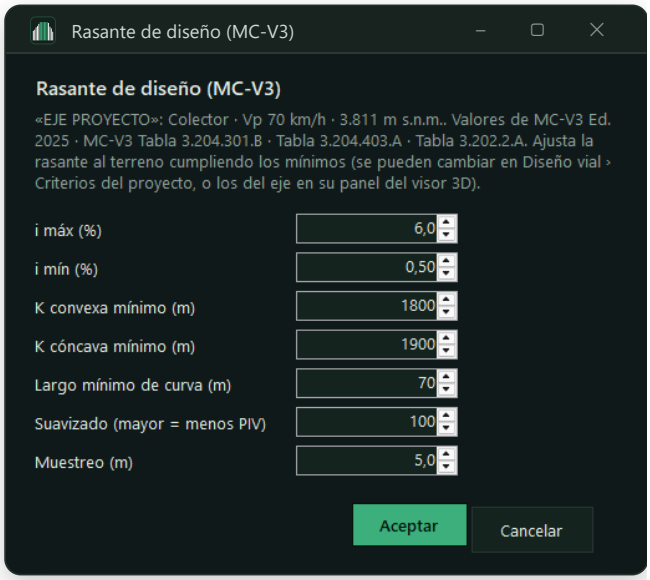


Figura 11.2 Los mínimos salen de los criterios del proyecto y se pueden cambiar para esta rasante.

Rasante as-built. En un mejoramiento conviene conocer la rasante del camino actual. Esta herramienta la restituye desde la superficie del terreno: tangentes y curvas verticales que se apartan del terreno a lo más la **tolerancia** indicada (por ejemplo 3 cm). El **filtro de textura** ignora las irregularidades menores que esa distancia (baches, piedras), y el **muestreo** fija cada cuánto se lee la superficie.

El **modo** dice qué se garantiza: el exacto deja todo el perfil filtrado dentro de la tolerancia; **Pocos PIV** deja el 95 % dentro de la tolerancia y todo dentro de 2,5 veces, con muchos menos PIV. El **PIV máximo** es opcional (*Sin límite*). Antes de crearla, una vista previa muestra cuántos PIV salen con el P95 y el desvío máximo reales, y el aviso dice en qué Dm el desvío contra el terreno pasa la tolerancia.

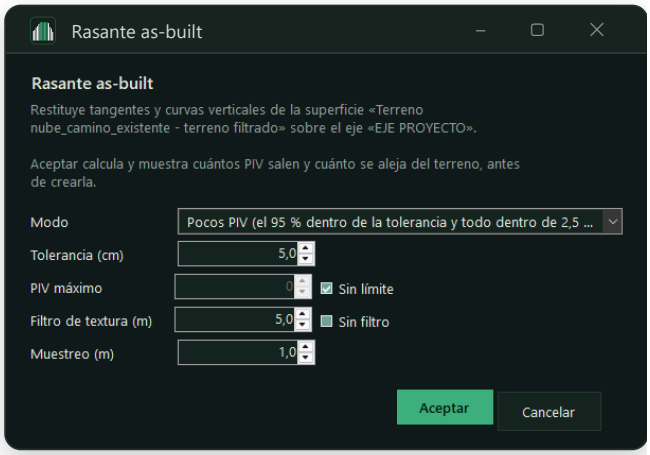


Figura 11.3 Modo, tolerancia, PIV máximo, filtro de textura y muestreo.

> **NORMATIVA**
> Los valores de la rasante de diseño vienen del MC-V3 Edición 2025 (tablas 3.204.301.B y 3.204.403.A, y 3.202.2.A), según la velocidad de proyecto y la altitud del proyecto.

11.4 Subir o bajar la rasante

Cuando el diseño está bien pero toda la rasante debe ir más arriba o más abajo (para compensar volúmenes o calzar con una obra existente), use **Subir / bajar**: todos los PIV se mueven lo mismo y las pendientes y curvas no cambian.

El paquete estructural va referido a la rasante, así que se mueve con ella. Después se rehacen solos el perfil, los perfiles transversales, los volúmenes, el corredor 3D, las intersecciones (con el empalme del secundario), las rotondas, el drenaje y las superficies de capas.

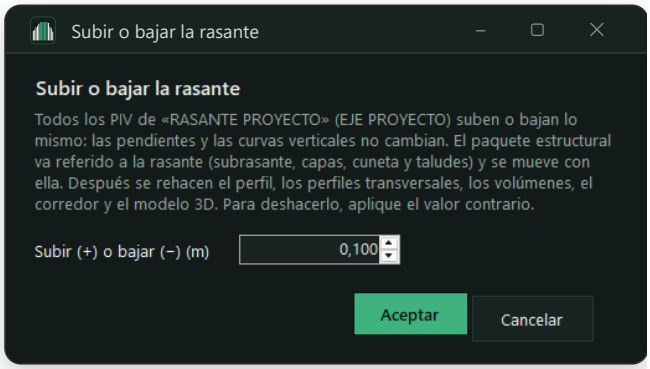


Figura 11.4 Un valor positivo sube y uno negativo baja. Para deshacerlo, aplique el valor contrario o use Ctrl+Z.

11.5 El perfil en el dibujo 2D

Láminas › Entregables del camino › Al dibujo ▾ › Perfil a dibujo inserta el perfil longitudinal con su guitarra MOP en el dibujo, con cada elemento en una capa MOP editable, para terminarlo o retocarlo como cualquier dibujo (lo mismo hace el botón **A dibujo 2D** de la barra del perfil). Primero aparece el cuadro **Filas de la guitarra**, para elegir qué filas salen (gradientes y pendientes, cotas de la rasante, cotas del terreno, distancias, curvatura, peraltes); vienen todas marcadas y se cambian después en «Propiedades del perfil». Al pedir el punto de inserción, la línea de comandos ofrece la opción **Escala**:

- Por omisión se inserta a **H 1:1.000**, y la escala vertical sigue la exageración elegida en el Perfil: con 10× queda en **V 1:100**, como en las láminas L.
- En un tramo corto (un acceso, por ejemplo), el programa elige una escala mayor para que se lea bien.
- Con la opción **Escala** puede fijar otra.

En la fila de gradientes, las curvas verticales se distinguen como convexas (∩) o cóncavas (∪). Un eje sin rasante también se puede llevar al dibujo: sale el perfil del terreno con la fila «Pendientes del terreno» (capítulo 5).

CAPÍTULO

12

Diseño vial: secciones, camino y paquete

El eje y la rasante dicen por dónde y a qué altura va el camino; la sección tipo y el paquete estructural dicen cómo es. Con ellos AB.TOPO arma los perfiles transversales, dibuja el camino en la planta, construye las superficies de cada capa, calcula los volúmenes y compensa los movimientos de tierra.

12.1 Las herramientas



Grupo Sección

Los perfiles transversales, la sección tipo, el paquete, las superficies del camino y lo que cambia por eje o entre dos Dm.

Perfiles transversales	Las secciones del eje cada 20 m (o lo que elija) con calzada, berma, SAP, cuneta y taludes sobre la superficie. Se editan arrastrando o en la tabla, con sus áreas y volúmenes.
Sección tipo	La ventana flotante del camino del eje elegido: anchos de pista, berma y SAP (del MC-V3 o propios), bombeo, taludes, cuneta y paquete estructural.
Paquete	El paquete estructural: los elementos de su diseño de pavimento con sus espesores, por sectores de Dm si hace falta, y desde qué capa salen los taludes.
Superficies de capas	Superficies del camino terminado: terminada, rasante, techo de cada capa del paquete y subrasante con taludes. Para LandXML, DXF y para comprobar la cubicación (ver 12.5).
Tramos del eje `TRAMOS`	Lo que cambia entre dos Dm: anchos de pista y berma de cada lado, el paquete estructural (por ejemplo, solo carpeta asfáltica) o los dos. Marque el tramo con dos clics sobre el eje en la planta (o escriba los Dm, «144400 144600» o «144+400 a 144+600») y elija anchos y paquete: la calzada cambia al momento (ver 12.7).
Sección del eje `SECCIONEJE`	Sección propia del eje elegido: una sección con nombre de la biblioteca del proyecto (anchos, bombeo, SAP, taludes, cuneta y paquete) en vez de la sección tipo del proyecto, o guardar la que rige como una sección con nombre (ver 12.8).

Los **tramos de sección** (otra sección o un solo lado entre dos Dm) están en **Diseño vial** › **Camino existente** › **Tramos de sección** y se explican en 12.8. La curva de masas, que sale de estos perfiles, está en **Láminas** › **Entregables del camino** › **Curva de masas** y en **Análisis** › **Camino** › **Curva de masas**, y se explica en 12.6; las láminas T de perfiles transversales, en **Láminas** › **Láminas del camino** › **Generar T**.

12.2 La sección tipo y el camino en planta

`Sección tipo` abre la ventana del **Camino**: queda flotando sobre la planta, sin tapar la cinta, y se puede dejar abierta mientras se trabaja. Arriba se elige el eje y debajo vienen sus secciones plegables: *Eje y rasante* (categoría y velocidad propias del eje, peralte máximo, curvas, rasante) y *Sección tipo*.

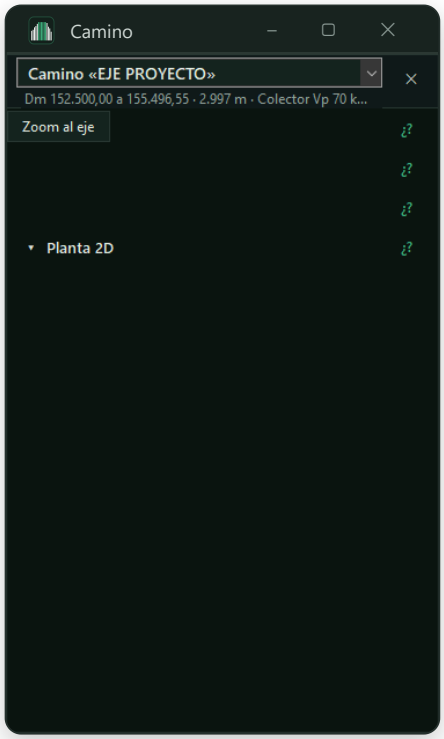


Figura 12.1 La ventana del camino con la sección tipo del eje del ejemplo.

- **Anchos y bombeo del MC-V3**: marcado, los anchos de pista, berma y SAP y el bombeo salen del Manual para la categoría y velocidad. Al escribir un valor propio la casilla se desmarca sola; márquela para volver a los del Manual.
- **Pista, berma, SAP y bombeo**: el ancho de cada pista (la calzada son dos pistas), de la berma y del sobreancho de plataforma (SAP), y la pendiente transversal en recta.
- **Pendiente de la SAP**: por omisión **según MC-V3** (Tabla 3.302.402.A): −10 % en recta, en la transición del peralte y en el borde bajo de una curva; en el borde alto, −(10 − 2p) % con peraltes de hasta 3 % y −4 % con más. Las otras opciones son **como la calzada** (la SAP sigue el bombeo y el peralte, como en muchos diseños de Civil 3D) y **fija** (la pendiente que escriba, hacia afuera).
- **Taludes de corte y de terraplén** (H:V), la **cuneta** y el acceso al **paquete**.

En un campo numérico, las flechas ↑ ↓ del teclado (o la rueda del mouse) cambian el valor de a un paso, y con `Mayús` de a diez; el diseño se actualiza al instante.

Apenas el eje tiene rasante, **el camino se dibuja solo en la planta 2D**: bordes de calzada, bermas, SAP, cunetas, pie y cabeza de taludes. No hay que pedirlo ni actualizarlo: se rehace con cada cambio del eje, la rasante, la sección o el paquete. Las líneas van en capas propias del eje, que se pueden apagar como cualquier capa. Si un eje tiene su propia sección o tramos de sección (12.8), la planta usa la de cada eje y tramo.

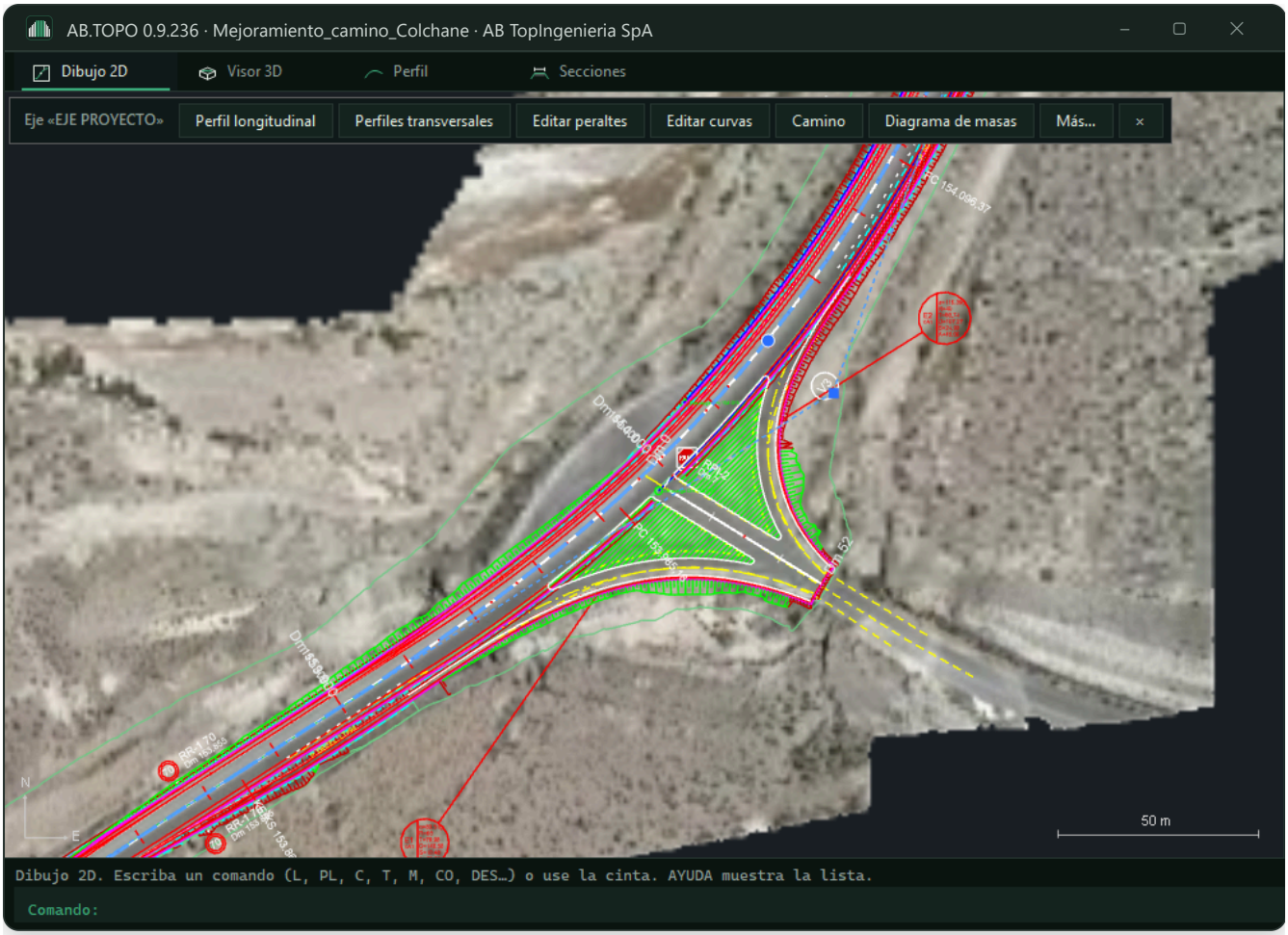


Figura 12.2 El camino en planta en el cruce del ejemplo, dibujado por el programa sobre el ortomosaico: bordes, bermas, SAP, cunetas y taludes, y la intersección con sus islas.

12.3 El paquete estructural

AB.TOPO no calcula el pavimento: usted trae el diseño y lo escribe tal cual. El programa lo usa para definir la subrasante, cubicar cada capa, dibujar las láminas y mostrar el 3D.

1. Con **Agregar capa** ▾ elija los elementos de arriba (la rasante) hacia abajo: capas asfálticas, riegos, tratamientos, bases estabilizadas, RAP, reciclados, granulares, hormigón, capas existentes, mejoramiento, geosintéticos… **Estructura tipo** ▾ carga una estructura completa de una vez.
2. Escriba el **espesor** de cada capa en centímetros. La columna **Texto en láminas** es el nombre con que la capa aparece en los perfiles tipo; puede acortarlo.
3. Ordene con **Subir** y **Bajar**, y quite lo que sobre con **Quitar capa**.
4. Elija **desde dónde salen los taludes**: como en el MC-V3, desde la subrasante con las capas llegando hasta el talud (más anchas abajo), o desde otra capa.
5. Si el paquete cambia a lo largo del camino, cree un **sector** con **Nuevo sector**: un eje, un Dm desde y un Dm hasta, con su propio paquete. Fuera de los sectores manda el paquete general. Para cambios entre dos Dm marcados en la planta, use los **tramos del eje** (12.7).
6. En la columna **Ítem** escriba la partida de cada capa para la cubicación y los informes. El nombre de una capa se cambia con un clic en él, **F2** o el clic derecho (por ejemplo, «Elemento propio» → «Reciclado»).

La cubicación entrega además dos **preparaciones de la subrasante** en m²: la de la plataforma (ancho de la base del paquete por el largo, partida 209-1) y la que incluye cuneta y taludes hasta el pie. Las capas se cubican por secciones y también como volumen geométrico (superficie por espesor), y el informe del camino muestra la diferencia.

En el visor 3D el camino se ve con su **capa de arriba**: con carpeta asfáltica o tratamiento, gris asfalto con su demarcación; con hormigón, gris claro; con una capa granular, estabilizada o existente sin asfalto, con el color de ese material y sin líneas pintadas (un camino interior de ripio, por ejemplo, con un sector de base granular para su eje). Las intersecciones y rotondas toman el paquete del eje principal.



Figura 12.3 El paquete del ejemplo: 5 cm de concreto asfáltico, 15 cm de base granular CBR ≥ 80 % y 15 cm de subbase granular CBR ≥ 40 %. A la derecha, el esquema con los taludes.

> **NORMATIVA**
> Con la opción del MC-V3 (Lámina 3.303.2.A), las capas llegan hasta el talud o la cuneta, la cuneta baja por todas las capas y los taludes salen de la subrasante. La carpeta asfáltica va solo bajo la calzada y la berma, con borde vertical; la SAP es granular.

12.4 Los perfiles transversales

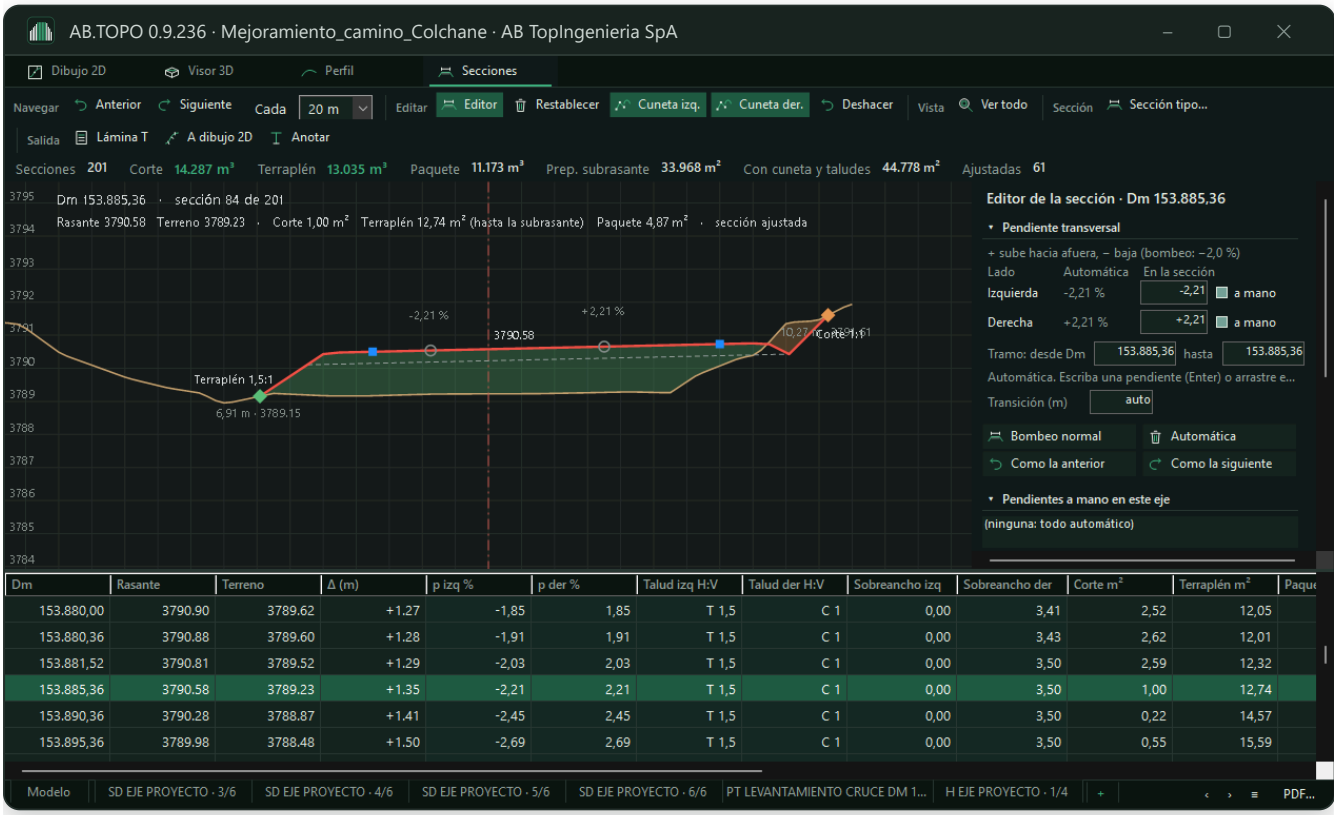


Figura 12.4 El área Secciones: la barra por grupos y el resumen del eje arriba, la sección en el Dm 153.885,36 con sus cotas, pendientes y áreas, el editor a la derecha y la tabla de secciones abajo.

Arriba de la sección se lee su Dm, su número, la cota de rasante y de terreno y las áreas de corte, terraplén (hasta la subrasante) y paquete; sobre ella, el resumen del eje (secciones, corte, terraplén, paquete, preparación de la subrasante y secciones ajustadas). La barra va por grupos:

GRUPO	BOTÓN	QUÉ HACE
Navegar	**Anterior / Siguiente**	Cambian de sección (también ← → o RePág AvPág en la vista). Conservan el zoom y siguen la cota de la sección.
	Cada	La distancia entre secciones: 10, 20 (por omisión), 25, 50 o 100 m.
Editar	**Editor**	Muestra el editor de la sección, a la derecha (ver abajo).
	Restablecer	Quita los cambios a mano de esta sección: vuelve a la sección tipo y a la pendiente automática.
	Cuneta izq. / der.	Pone o quita la cuneta de ese lado en esta sección (en corte).
	Deshacer	Deshace el último cambio (Ctrl + Z en la vista).
Vista	**Ver todo**	Encuadra la sección (también doble clic con la rueda).
Sección	**Sección tipo...**	Abre la ventana del camino.
Salida	**Lámina T**	Genera las láminas de perfiles transversales 1:200 (capítulo 17).
	A dibujo 2D	Inserta todas las secciones en el dibujo, a 1:200, cada una como un objeto que se rehace solo.

GRUPO	BOTÓN	QUÉ HACE
	Anotar	Dibuja sobre la sección; lo anotado se guarda y sale en las láminas T.

En una ventana angosta, lo que no cabe va a un botón con el nombre de su grupo.

Editar una sección

Los taludes y sobreanchos se pueden **arrastrar** directamente en la sección, o escribir en la tabla de abajo, que tiene una fila por sección con rasante, terreno, pendientes, taludes, sobreanchos, áreas y volúmenes acumulados. La columna Dm queda fija al desplazarse; las demás se muestran u ocultan con **Columnas…** (clic derecho en el encabezado). El **Editor** agrupa en secciones plegables todo lo que se cambia a mano:

- **Pendiente transversal** (calzada y berma): para dejar una pendiente a mano en un tramo, por ejemplo un bombeo distinto, un peralte o el empalme de una intersección que no quedó como usted quería. Se indica el lado, el valor, el tramo (desde y hasta qué Dm) y la transición. Los botones *Bombeo normal*, *Automática*, *Como la anterior* y *Como la siguiente* ayudan a escribir menos. Donde una pista lleva pendiente a mano, la ficha de la sección dice «Pendiente a mano» con sus valores.
- **Pendientes a mano en este eje**: la lista de los tramos editados, con *Ir al tramo*, *Quitar tramo* y *Quitar todos*.
- **Calzada, taludes y cuneta**: sobreancho y talud H:V de cada lado, si lleva cuneta, y *Restablecer sección*.
- **Herramientas** del eje:
  - *Anchos por tramo…*: el ancho de pista y de berma de cada lado entre dos Dm (como los tramos del eje, 12.7).
  - *Limpiar ruido…*: quita las pendientes a mano que casi no cambian nada (ningún borde cambia más que la tolerancia que escriba) y lista las transiciones más bruscas que la pendiente relativa de borde máxima, para revisarlas. `Ctrl`+`Z` las devuelve.
  - *Ajustar al terreno…* (solo ejes de diseño libre, conservación): propone las pendientes transversales que siguen la inclinación del camino existente, con tramos constantes, valores redondeados, transiciones y el agua siempre escurriendo; en las curvas, a un agua con el borde exterior arriba. Antes de aplicar muestra el diagrama, la tabla de tramos y el espesor en los bordes antes y después. `Ctrl`+`Z` lo devuelve.
  - *Espesor en bordes…* (conservación): los tramos donde al borde de la calzada le falta espesor del paquete sobre el terreno, cuánto falta y cuántos centímetros habría que subir la rasante en cada uno, con tabla, ir al tramo y Excel. No cambia la rasante.

Lo que deje en la vista (secciones plegadas, columnas) se recuerda para su usuario, no en el proyecto.

> **CONSEJO**
> Los cambios a mano quedan guardados en el proyecto y se ven en todo: planta, 3D, volúmenes y láminas. Si una intersección queda dentro de un tramo editado, se vuelve a calcular al salir del editor.

12.5 Superficies de capas

`Superficies de capas` construye las superficies del camino con el mismo cálculo de los perfiles transversales:

- **Terminada**: lo que se ve cuando la obra está lista (calzada, bermas, SAP, cuneta y taludes).
- **Rasante** y el **techo de cada capa** del paquete estructural, solo en el ancho pavimentado.
- **Subrasante**, con la cuneta y los taludes hasta donde chocan con el terreno: el movimiento de tierra.

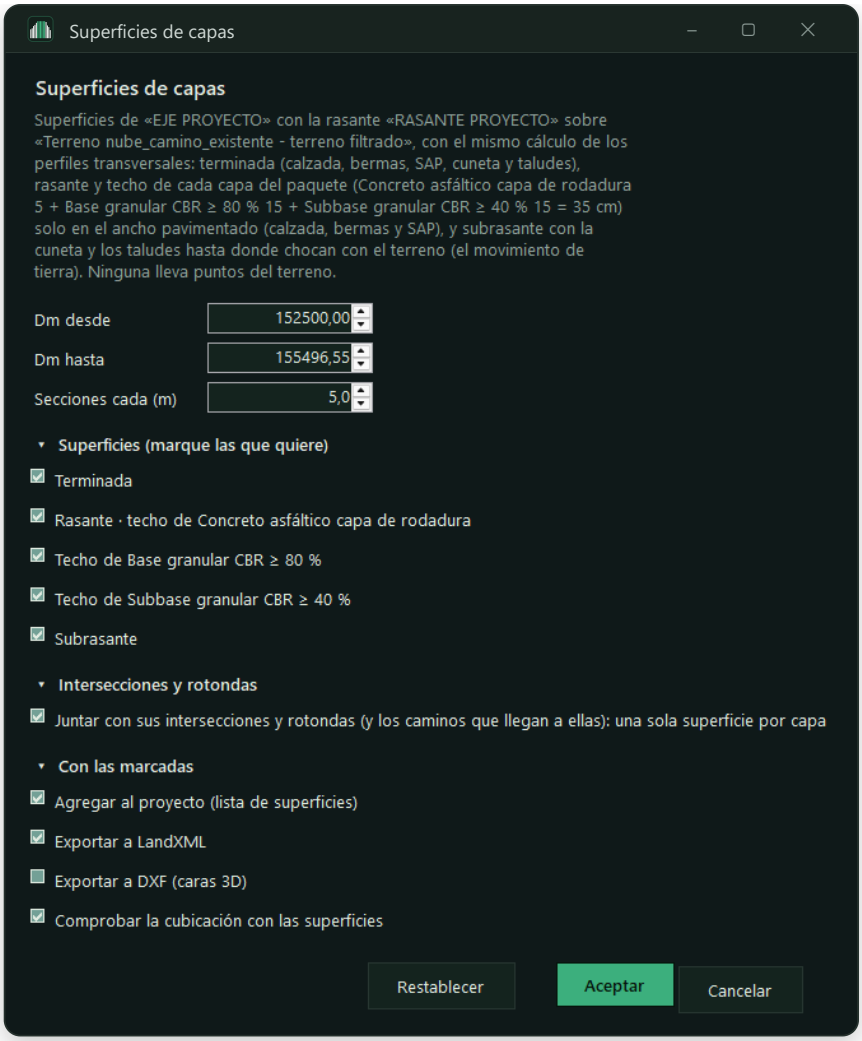


Figura 12.5 Tramo, distancia entre secciones, qué superficies, si se juntan con las intersecciones y rotondas, y qué hacer con ellas.

Con las superficies marcadas puede agregarlas al proyecto, exportarlas a **LandXML** (para control de máquinas o Civil 3D) o a **DXF** como caras 3D, y **comprobar la cubicación**: el programa compara el volumen entre superficies con el de las áreas medias de los perfiles transversales. Con **Juntar con sus intersecciones y rotondas**, cada capa sale como una sola superficie que incluye los cruces y los caminos que llegan a ellos. Las piezas se cosen con los mismos vértices, sin diferencia de cota, huecos ni traslapos; en un empalme sobre un camino existente, el pavimento que se conserva lleva los triángulos del levantamiento y no lleva capas nuevas. La subrasante de las intersecciones, rotondas y accesos con «Taludes cubicados hasta la subrasante» (capítulo 13) sigue la misma regla que el camino, con su quiebre al pie del derrame.

> ⚠ **IMPORTANTE**
>
> Las superficies de capas no llevan puntos del terreno: son solo el proyecto. Se mantienen vivas, es decir, se rehacen solas si cambia la rasante, el eje, la sección o el paquete. Para tener el terreno con el camino construido, use «Terreno con la obra» (clic derecho en el eje) o péguelas sobre el terreno con **Pegar superficies** (capítulo 6).

12.6 La curva de masas

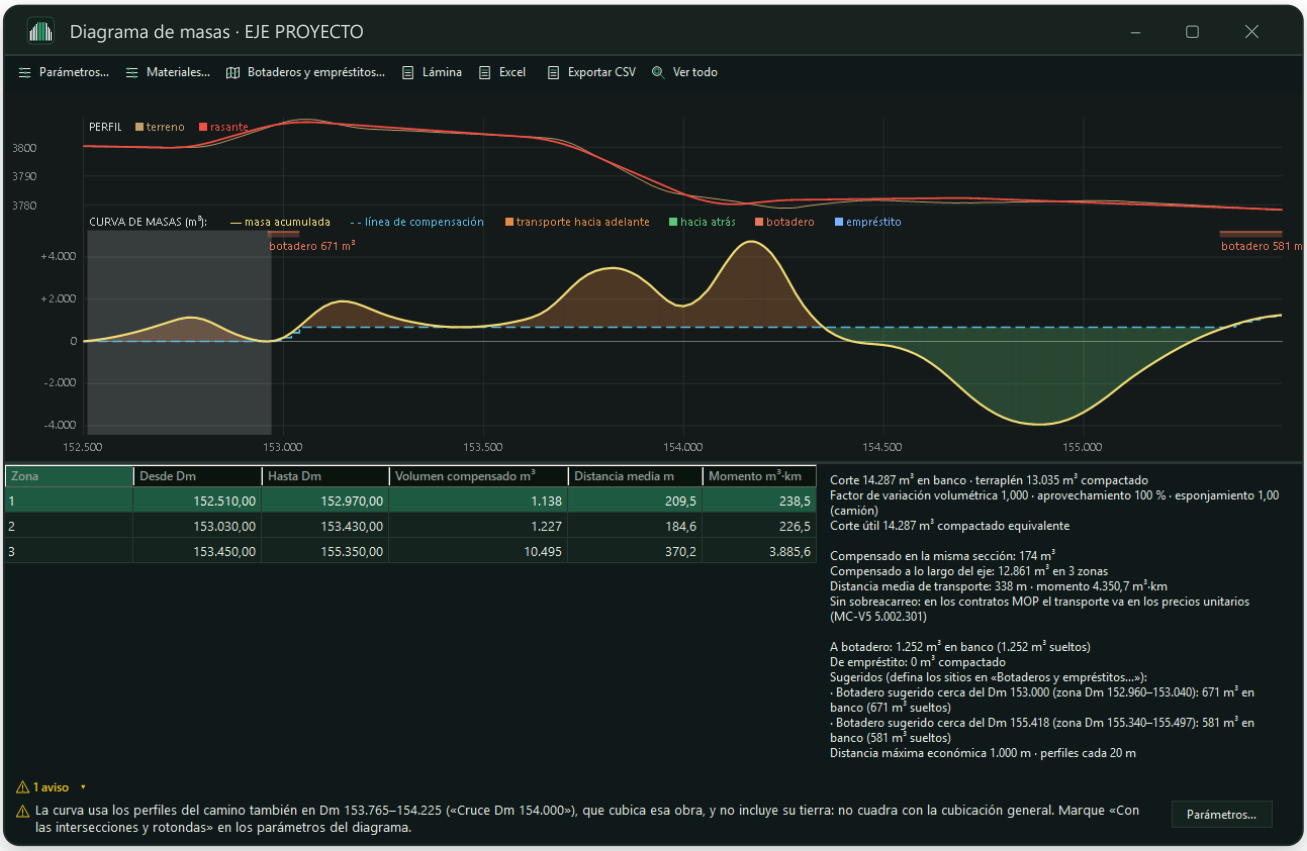


Figura 12.6 El diagrama de masas del ejemplo: arriba el perfil, al medio la masa acumulada con la línea de compensación y los botaderos sugeridos, abajo las zonas compensadas, el resumen y un aviso con su botón.

Láminas › Entregables del camino › Curva de masas (o **Análisis › Camino › Curva de masas**) abre el diagrama de Brückner del eje. La curva suma, Dm a Dm, el corte útil menos el terraplén necesario de los perfiles transversales. Con ella el programa compensa el material:

- El corte en banco se convierte en terraplén compactado con el **factor de variación volumétrica** y el **aprovechamiento** del corte: compensación = corte × factor × aprovechamiento − terraplén. El corte no aprovechable va a botadero.
- Primero compensa **en la misma sección** y después **a lo largo del eje**, por cercanía y hasta la **distancia máxima económica** que usted fije.
- Lo que no se compensa va a **botadero** (sobra) o viene de **empréstito** (falta). Si definió sitios, cada volumen va al más cercano con capacidad; si no, el resumen sugiere botaderos y empréstitos por Dm.
- Para cada zona compensada informa el volumen, la **distancia media de transporte** y el **momento**, y si se pide, el **sobreacarreo**.

La barra de la ventana tiene:

- `Parámetros...`: el factor de variación volumétrica (banco → compactado), el esponjamiento (volumen suelto en camión, solo para informar lo que se transporta a botadero; no entra en la compensación), el aprovechamiento del corte, la distancia máxima económica, el **transporte libre para el sobreacarreo** (0 = sin sobreacarreo), el intervalo entre perfiles, el tramo (desde y hasta Dm), la **unidad del transporte** (m^3·km o m^3·hm) y la casilla **Con las intersecciones y rotondas**.
- `Materiales...`: tramos de Dm con su propio factor y aprovechamiento; fuera de ellos valen los generales.

- **Botaderos y empréstitos…**: botaderos, empréstitos y pozos de lastre con su nombre, Dm de acceso, distancia fuera de ruta y capacidad (0 = sin límite). La distancia es por el eje hasta el Dm de acceso más la de fuera de ruta.
- **Lámina** lleva el diagrama al espacio de láminas (perfil, curva, compensación y resumen).
- **Excel** guarda el resumen, los tramos de compensación, los botaderos y empréstitos con su distancia media de acarreo, y la tabla perfil a perfil.
- **Exportar CSV** guarda la tabla por perfil (volúmenes, neto, masa y línea de compensación) y las zonas compensadas.
- **Ver todo** encuadra todo el eje (también doble clic en el diagrama).

Con **transporte libre** mayor que cero, la tabla de zonas suma la columna Sobreacarreo y el resumen da el sobreacarreo a lo largo del eje y a botaderos y empréstitos por separado, en la unidad elegida. Con 0, el resumen dice «Sin sobreacarreo», como en el ejemplo.

Con **Con las intersecciones y rotondas** (marcada en los proyectos nuevos), el tramo de cada intersección o rotonda va sin los perfiles del camino y con la tierra de la obra, y la curva cuadra con la cubicación general. Sin ella, la curva usa los perfiles del camino en todo el eje y un aviso lo dice, con un botón que abre los parámetros.

> **NORMATIVA**
> En los contratos del MOP el transporte desde cualquier distancia va incluido en los precios unitarios (MC-V5 5.002.301): por eso el transporte libre viene en 0, sin sobreacarreo. Para un contrato que sí lo pague, escriba la distancia de transporte libre.

12.7 Tramos del eje: anchos y paquete entre dos Dm

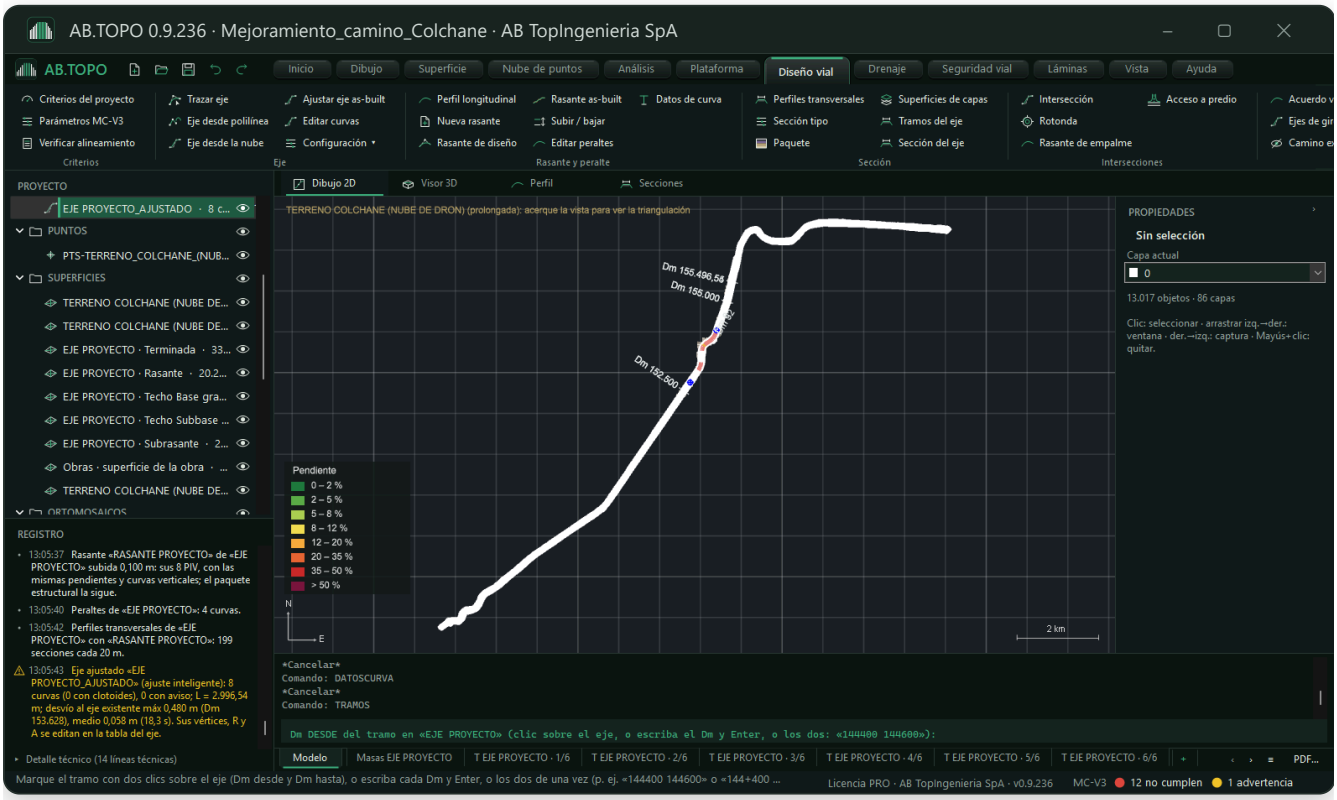


Figura 12.7 Un tramo del eje en la planta: la franja de color sobre la calzada con sus anchos y sus pinzas.

1. Presione **Tramos del eje** (o el clic derecho en el eje, o el comando `TRAMOS`) y marque el tramo con dos clics sobre el eje, o escriba los Dm.

2. En el panel pequeño elija **Desde** y **Hasta**, el ancho de pista y de berma de cada lado, el **paquete** propio del tramo y la **transición** (10 m por omisión): la calzada se mueve al momento.
3. El tramo se ve sobre la calzada como una franja de color con sus anchos. Al elegirlo, sus pinzas mueven los Dm y los bordes; el clic derecho lo edita, lo duplica o lo quita. Todo con `Ctrl` + `Z`.

En la transición, la subrasante y las capas pasan en línea recta al paquete de al lado, sin escalón, y la rasante no cambia. Los tramos los usan las secciones, el 3D, la cubicación (con perfiles en sus bordes), las láminas, los perfiles tipo por tramo de la lámina H y del informe, y las intersecciones. Un tramo nuevo sobrescribe a los que pisa; los anchos por tramo se copian y pegan con Excel.

12.8 Sección del eje y tramos de sección

El proyecto guarda una **biblioteca de secciones con nombre**, cada una con sus anchos, bombeo, SAP, taludes, cuneta y paquete. Así cada eje puede tener su propia sección y, entre dos Dm, otra sección o un solo lado.

Sección del eje (comando `SECCIONEJE`) elige, en **Qué hacer**:

- **Usar la sección elegida abajo en todo el eje**: una sección de la biblioteca, o la sección tipo del proyecto.
- **Guardar la sección que rige el eje como una sección con nombre** (y usarla), con el nombre que escriba.
- **Quitar de la biblioteca** la sección elegida.

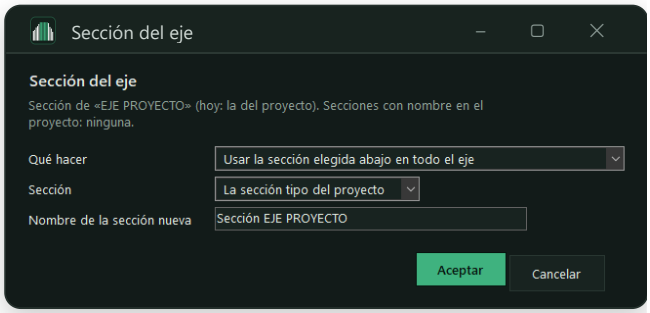


Figura 12.8 El eje del ejemplo usa la sección del proyecto; la biblioteca todavía no tiene secciones con nombre.

Diseño vial › Camino existente › Tramos de sección (comando `SECCIONTRAMO`) pone, entre **Desde Dm** y **Hasta Dm**, otra **Sección** con nombre y/o un solo lado (**Lados**: los dos, solo el izquierdo o solo el derecho). Con un solo lado, el otro no lleva calzada, berma, SAP, cuneta, talud ni capas: la sección termina en el eje. Sirve, por ejemplo, para un ensanche cuyo eje es el borde de un pavimento existente. En **Qué hacer** también se quitan tramos y se copian o pegan con Excel.

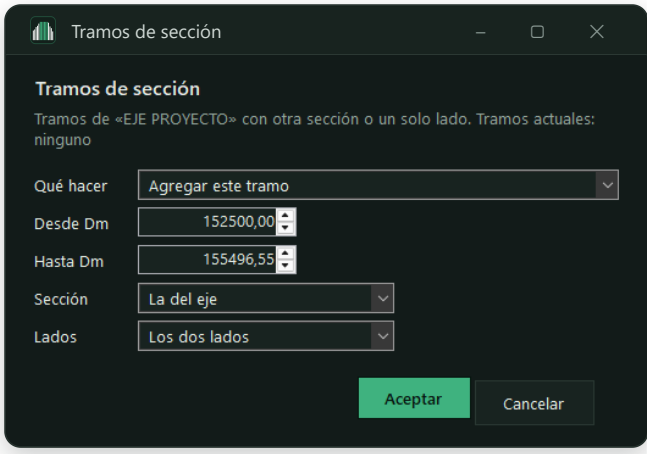


Figura 12.9 Un tramo nuevo, con la sección del eje y los dos lados.

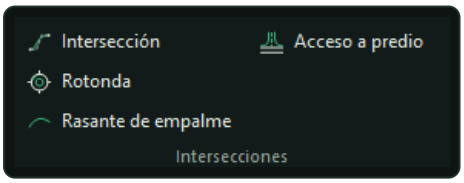
Los perfiles, el camino en planta, las láminas H (perfiles tipo «MEDIO PERFIL» con su lado y «ancho variable (mín–máx)»), la cubicación y las intersecciones usan la sección de cada eje y tramo. Los proyectos guardados antes no cambian.

CAPÍTULO

13

Diseño vial: intersecciones y rotondas

Un cruce bien resuelto en planta y en alzado es de lo más laborioso de un proyecto. AB.TOPO lo arma a partir de los dos ejes: bordes, curvas de giro según el vehículo tipo, pistas de cambio de velocidad, islas, lazos de giro, empalme de rasantes y movimiento de tierra, todo con la misma sección y el mismo paquete que el camino. También resuelve los empalmes con un camino existente que se conserva.



Grupo Intersecciones

Los cruces, las rotondas y los accesos a predios.

Intersección	Elija el eje principal y el secundario (polilíneas o ejes): bordes, curvas de giro según el vehículo tipo (MC-V3 3.404.302), pistas de aceleración y deceleración (3.404.307), ramales, lazo de giro y movimiento de tierra con el paquete estructural.
Rotonda	Elija dos o más ejes que se cruzan: anillo, isla central, isletas, entradas abocinadas y salidas según el MC-V3 3.404.7, con la capacidad de cada entrada (ec. 3.404.706.1) y el movimiento de tierra.
Rasante de empalme	Rasante del eje secundario que empalma con la cota del principal en el cruce y sigue el terreno hacia los extremos.
Acceso a predio `ACCESO`	Un acceso a un predio o instalación junto al camino, según las Láminas 4.706 del MC-V4: único, segregado con isla o de estación de servicio (sección 13.5).

13.1 Crear una intersección

1. Tenga dibujados los dos caminos: pueden ser ejes de diseño o simples polilíneas o líneas del dibujo. Si son polilíneas, el programa crea los ejes al armar la intersección.
2. Presione `Intersección`. La línea de comandos pide primero el **eje principal** (el que lleva las pistas de cambio de velocidad) y después el **secundario**. También puede usar el clic derecho sobre un eje en el árbol › **Nueva intersección con …**, donde se elige cuál de los dos es el principal.
3. Se abre la ventana de parámetros: vehículo tipo, curva de giro, anchos, pistas y, si corresponde, ensanche, ramales canalizados o lazo. Acepte con los valores propuestos para empezar. Al crearla, la casilla **Acordar la rasante del secundario con el principal** viene marcada (ver 13.6).
4. La intersección aparece en el árbol, en la carpeta Intersecciones, dibujada en la planta con sus bordes, curvas, pistas e islas, y en el 3D con su superficie. Si a alguno de los ejes le faltaba rasante, se le crea una.

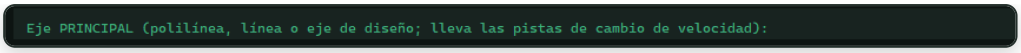


Figura 13.1 La intersección pide primero el eje principal y luego el secundario.

Los parámetros

El cuadro va en secciones plegables; las tres primeras vienen abiertas. Los campos que no aplican se apagan (por ejemplo, las velocidades de los ramales sin «Canalizada»), y donde un valor tiene uno automático, una casilla **Automático** lo deja en el del Manual. Cada campo trae su ayuda con la tabla del MC-V3 que lo respalda.



Figura 13.2 Los parámetros de la intersección del ejemplo, guardada antes de las casillas de revisión: por eso vienen sin marcar. Abajo, las secciones plegadas.

PARÁMETRO	PARA QUÉ SIRVE
Vehículo tipo	L (liviano), C (camión simple o bus), VA1 (semirremolque) o VA2 (semirremolque de automóviles): fija el trazado mínimo del borde interior de cada giro (Tablas 3.404.302.A y B).
Curva de giro	Automática (la de la tabla: curva simple si la trae; si no, curva con retranqueo y cuña), curva simple, curva simple con cuña o tres centros.
Casillas de revisión	Cuatro casillas en General que deciden cómo se calcula la obra (ver «Las casillas de revisión», en 13.2).
Eje a borde de pavimento	Del principal y del secundario: pista más berma, por omisión los de la sección tipo.
Pistas de deceleración y aceleración	En el principal, antes de cada giro a la derecha y después de cada giro desde el secundario. La deceleración puede ser directa (la preferida por el Manual) o en paralelo.
Principal bidireccional de dos pistas	En esos caminos el MC-V3 no proyecta pistas de aceleración (3.404.307(1)); el programa avisa.
Principal existente: conservar su pavimento	Para conectar un camino nuevo a una ruta que ya existe: el pavimento de la ruta, de eje a borde, no se rehace ni se cubica; la intersección cuenta solo lo nuevo (ensanche o pistas, curvas y secundario). Viene marcada si el principal no tenía rasante. Con ella se activa la **franja de restitución** (13.6).

PARÁMETRO	PARA QUÉ SIRVE
Largo del brazo del secundario	Automático: 40 m (o el semiancho del principal más 25 m), y en las canalizadas y con lazo, el del principal; se alarga solo con el ensanche de la calzada de giro. Más allá del brazo, el secundario se cubica con su sección. Las intersecciones guardadas antes conservan «El del principal».
Vc, Vr	La velocidad del principal y las de los giros, que fijan los largos de las pistas (ec. 3.404.307(3).1 y Tabla 3.404.307(2).A).
Ancho de la pista auxiliar	3,5 m, o 3,0 m si el tránsito que gira es poco importante. Acepta desde 2,0 m; bajo 3,0 m se avisa.
Largo de cada brazo	Con *Automático*, el que piden las pistas y los giros.
Ensanche corto	Para un acceso a un predio: en lugar de pistas largas, el borde del principal se abre el ancho de la pista auxiliar con una cuña de salida y otra de entrada.
Ramales canalizados	Cada giro a la derecha por un ramal separado del tránsito directo por una isla triangular (3.404.303 a 3.404.405): velocidad y radio del borde de giro de salida y de entrada, ancho del ramal según su caso de operación y su tránsito, bordes del ramal (sin solera, solera elevada a un lado o a los dos) y berma revestida del ramal, separación de la isla y clotoide del ramal.
Esquinas y calzada de giro	El radio de cada esquina E1 a E4 (0 = el de la tabla del vehículo tipo; bajo el mínimo se dibuja igual y se avisa) y el ensanche de la calzada de giro (13.2).

PARÁMETRO	PARA QUÉ SIRVE
Largos de las pistas (MC-V3)	El largo LT y la cuña de las pistas de deceleración y aceleración (0 = los del MC-V3; bajo ellos se avisa).
Lazo de giro indirecto	El giro hacia el secundario del otro lado por un lazo (13.2).

13.2 Revisar y ajustar la intersección

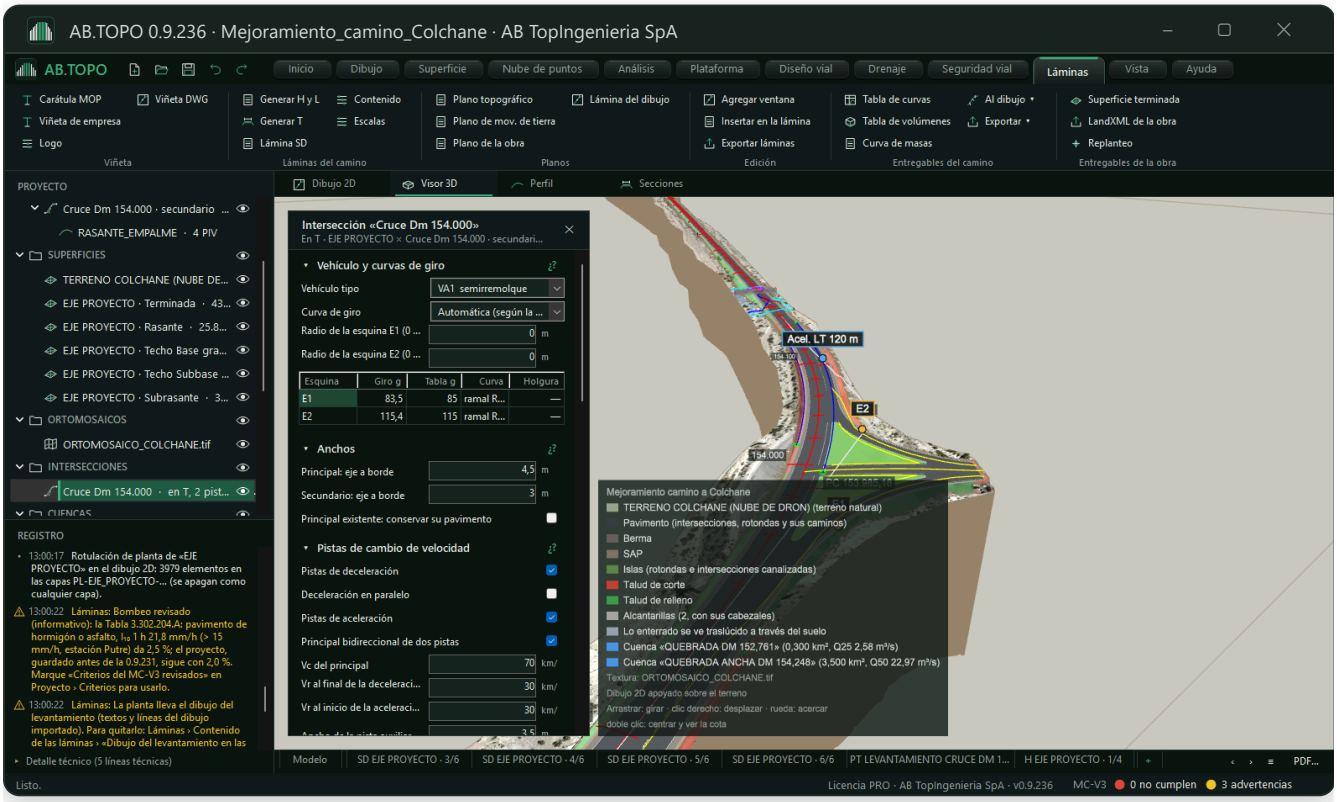


Figura 13.3 La intersección del ejemplo elegida en el árbol: su panel en el visor 3D (vehículo VA1, radios de las esquinas, tabla de giros por esquina, anchos y pistas) y el modelo con las esquinas E1 y E2 y la pista de aceleración de 120 m.

Al elegir una intersección en el árbol, el visor 3D muestra su panel con todos los parámetros, agrupados en secciones plegables (vehículo y curvas de giro, anchos, pistas de cambio de velocidad, ensanche, ramales, lazo). Lo que cambie ahí se recalcula de inmediato en el 3D y en la planta. La tabla de esquinas muestra, para cada giro, el ángulo, el ángulo de la tabla del Manual con que se eligió la curva, la curva usada y la **holgura**: la verificación del barrido del vehículo de diseño, medida solo mientras gira.

> **CONSEJO**
> Si el proyectista ya dibujó los bordes que quiere (por ejemplo, ajustados a un cerco o a una obra existente), elija esa línea en el dibujo: el menú de la selección ofrece **Ajustar la curva de giro / la isla / el borde del brazo a esta línea**. El borde de la intersección pasa a seguir exactamente la línea y el resto se recalcula. Una esquina que sale en abanico por el borde del principal toma la forma de la línea entera, y una línea que termina un poco afuera del borde se une a él con una transición, sin escalón.

El vehículo de diseño y el ensanche de la calzada de giro

Los vehículos tipo tienen las medidas del MC-V3: el liviano de la Lámina 3.005.5.A, y el bus de 14,0 m y el semirremolque de 18,6 m de la Lámina 3.005.5.C. El semirremolque de automóviles (VA2), de 22,4 m, va con medidas de referencia, y así se declara.

En cada giro el programa verifica el **barrido** del vehículo de diseño, como aviso que no cambia la geometría: la rueda trasera interior contra los 0,30 m del borde (3.404.302), dónde queda la carrocería y si invade la pista contraria o pasa la línea de la pista auxiliar hacia la pista de paso, con el supuesto dicho (el eje delantero por el centro de la pista). Se mide solo mientras el vehículo gira, del eje delantero al comienzo de la curva al último eje en su fin.

El **Ensanche de la calzada de giro** (sección Esquinas y calzada de giro) corre hacia afuera el borde de la curva, y los bordes de la pista y del camino llegan a él con una transición suave:

- **Ninguno**: la curva de 3.404.302 tal cual (por omisión).
- **Por barrido del vehículo de diseño + holgura**: criterio del proyectista, con la holgura de la carrocería al borde que escriba.
- **Como calzada de giro de una pista** (Tabla 3.404.306(2).A), según el tránsito A, B o C. Es la tabla de los ramales, más conservadora que la norma en una esquina simple, y así se rotula.
- **Libre por esquina**: el ancho de la calzada de giro de cada esquina E1 a E4.

La transición se escribe en metros (0 = 8 m por metro de ensanche, 3 m como mínimo). El cuadro de las curvas de giro y la lámina I llevan el ancho de la calzada de giro y su criterio.

Lazo de giro indirecto

Con **Lazo de giro indirecto**, quien va por el principal y quiere entrar al secundario del otro lado sale a la derecha por una pista de salida, da la vuelta por un ramal y llega al principal frente al secundario. Sus datos empiezan con «Lazo:»:

- El **lado** (automático, el opuesto al secundario) y el ramal: **por radios** (radio de salida, radio de vuelta, recta entre las curvas, ángulo y corrimiento de la llegada) o **por eje**, escribiendo el nombre de un eje del proyecto trazado como eje del ramal (por ejemplo, sobre la pintura existente).
- El ancho del ramal en la vuelta (0 = Tabla 3.404.306(2).A), el LT, la cuña y el ancho de la pista de salida, el radio de la esquina de llegada y la **berma del ramal** (0 = la del principal).
- La **isla pintada** entre la pista directa y el ramal, con el ancho, el paso y el ángulo de sus franjas, y la línea de detención en la llegada. Las marcas van al dibujo, a las láminas y al DXF/DWG, con los m² de pintura.
- **Lazo existente: conservar su pavimento**, para un lazo que ya existe: no se rehace ni se cubica.

Lo que queda bajo el Manual (radio de la vuelta para el vehículo tipo, ancho del ramal, largos de la pista de salida) se avisa sin impedirlo. Si un lazo por radios guardado antes no tiene el radio pedido, su menú ofrece **Lazo: rehacer con el radio pedido**.

Las casillas de revisión

Algunas mejoras cambian las cifras o el dibujo de una obra. Por eso van en casillas: las obras nuevas nacen con ellas marcadas y las guardadas antes no cambian hasta que usted las marque.

- **Curvas, pistas y demarcación de la 0.9.229**: la curva de giro llega tangente al borde real del secundario aunque caiga en una curva con sobreancho, la línea de separación de las pistas auxiliares va por su línea de diseño (3,50 m útiles en todo su largo) y la trayectoria del vehículo de diseño se dibuja en la planta.
- **Líneas pintadas como las del MC-V6 (0.9.231)**: los anchos y patrones de la Tabla 6.303.401.D según la categoría de cada camino.

- **Taludes cubicados hasta la subrasante (0.9.233)**: fuera del pavimento, el movimiento de tierra se mide hasta la subrasante prolongada, como en la sección del camino (3.303.2).
- **Cuña de las capas completa (0.9.234)**: con la anterior, la cuña de las capas fuera del pavimento se cubica entera.

Las dos últimas están también en la rotonda y en el acceso a predio.

Intersección desde líneas

Cuando los dos caminos ya están diseñados (cada uno con su eje y su rasante) y el proyectista dibujó cómo se unen, basta con elegir esas líneas: el programa arma la intersección entre los ejes existentes, deduce el ensanche y las cuñas a partir de los bordes dibujados y los respeta exactamente, sin tocar las rasantes. Solo los ensanches de 2 m o más cuentan como pistas. Del mismo modo, una línea puede definir el **borde de un camino** (un sobreancho que sigue la línea), y un camino que llega a otro queda recortado en el pavimento del primero.

Cómo quedan la superficie y los taludes

- La intersección usa **la misma sección que el camino**: calzada, berma, SAP, paquete, cuneta y taludes. Así los empalmes no tienen escalones.
- La superficie del cruce se arma sin quiebres: franjas exactas de cada camino, una mezcla suave entre ellas y el peralte continuo en las curvas en S.
- Los taludes son continuos alrededor de todo el cruce, con colores de corte y relleno según corresponda, sin huecos en las esquinas.

13.3 Rasante de empalme

El camino secundario debe llegar a la cota del principal en el cruce. `Rasante de empalme` crea para el secundario una rasante que parte en la cota del principal y sigue el terreno hacia los extremos; si un extremo termina en el borde de una plataforma, llega a la cota de la plataforma. Después se ajusta en el perfil como cualquier otra rasante; si sube o baja la rasante del principal, el empalme del secundario lo sigue. Para que además parta con la pendiente de la superficie del principal y empalme con una curva vertical de norma, use `Acuerdo vertical con el principal` (13.6).

13.4 Rotondas

Rotonda pide los ejes que llegan al cruce (dos o más) y arma una rotonda completa según el MC-V3 3.404.7: el **anillo** con su ancho, la **isla central**, las **isletas** separadoras, las **entradas abocinadas** y las **salidas**.

El cuadro tiene tres secciones. En **Anillo**: el nombre, el tipo, el diámetro del borde exterior, el ancho del anillo (*Automático*), la velocidad y la pendiente transversal del anillo, su drenaje y las casillas *Se prevén vehículos largos* y *Zona rural*. En **Ramas**, los valores para las ramas nuevas: ancho de entrada y de salida, radio de entrada y de salida, largo del abocinamiento, largo de la isleta y su ancho junto al anillo. En **Demarcación y aplicación**: *Línea de ceda el paso como la del MC-V6* (dos líneas segmentadas de 20 cm separadas 50 cm en cada entrada, Figura 6.303.401.C), *Taludes cubicados hasta la subrasante* y *Cuña completa y juntas con los ramales*, que además empalma la superficie terminada con los ramales.

Para cada entrada calcula la **capacidad** con la ecuación 3.404.706.1 del Manual, y para todo el conjunto el movimiento de tierra con el paquete y los taludes de la sección tipo. Como las intersecciones, la rotonda queda en el árbol, se edita desde su panel en el visor 3D y se junta con los caminos en las superficies de capas.



Figura 13.4 Los parámetros de una rotonda nueva: anillo, ramas y demarcación y aplicación.

13.5 Accesos a predios

Haga clic junto al camino, del lado donde va el acceso, y elija el tipo: **único** (Lámina 4.706.001 del MC-V4), **segregado** con isla de entrada y salida (4.706.002) o de **estación de servicio** con pista de deceleración (y de aceleración si el camino es unidireccional). Se dibuja con bordes, soleras, isla, eje, demarcación, PARE y señales en sus capas, corta las líneas del camino en la boca y entrega el pavimento, la isla y los metros de solera rebajada y elevada.

En los accesos nuevos (y en los guardados al marcar la casilla **Criterios 0.9.231**), el acceso único usa la curva de tres centros de la Tabla 3.404.302.B (vehículo C), por ejemplo 30-10-30 m con 1,0 m de retranqueo, y la estación de servicio lleva la **Berma junto a las pistas**, de 1,5 m como mínimo, pavimentada junto a las pistas de cambio de velocidad. Los giros de 115g o más se avisan en los tres tipos. Los accesos guardados antes conservan sus radios de 15 m y cuñas de 20 m (40 m con camiones). La sección Criterios del cuadro trae además las casillas *Taludes cubicados hasta la subrasante* y *Cuña de las capas completa* (13.2).

Cada acceso tiene su pendiente desde el borde de la berma (−2 % por omisión, hacia afuera) y la cubicación cuenta su corte, terraplén y escarpe con los taludes del camino. Queda en el árbol (Accesos) para editarlo y se rehace solo si cambia el eje.

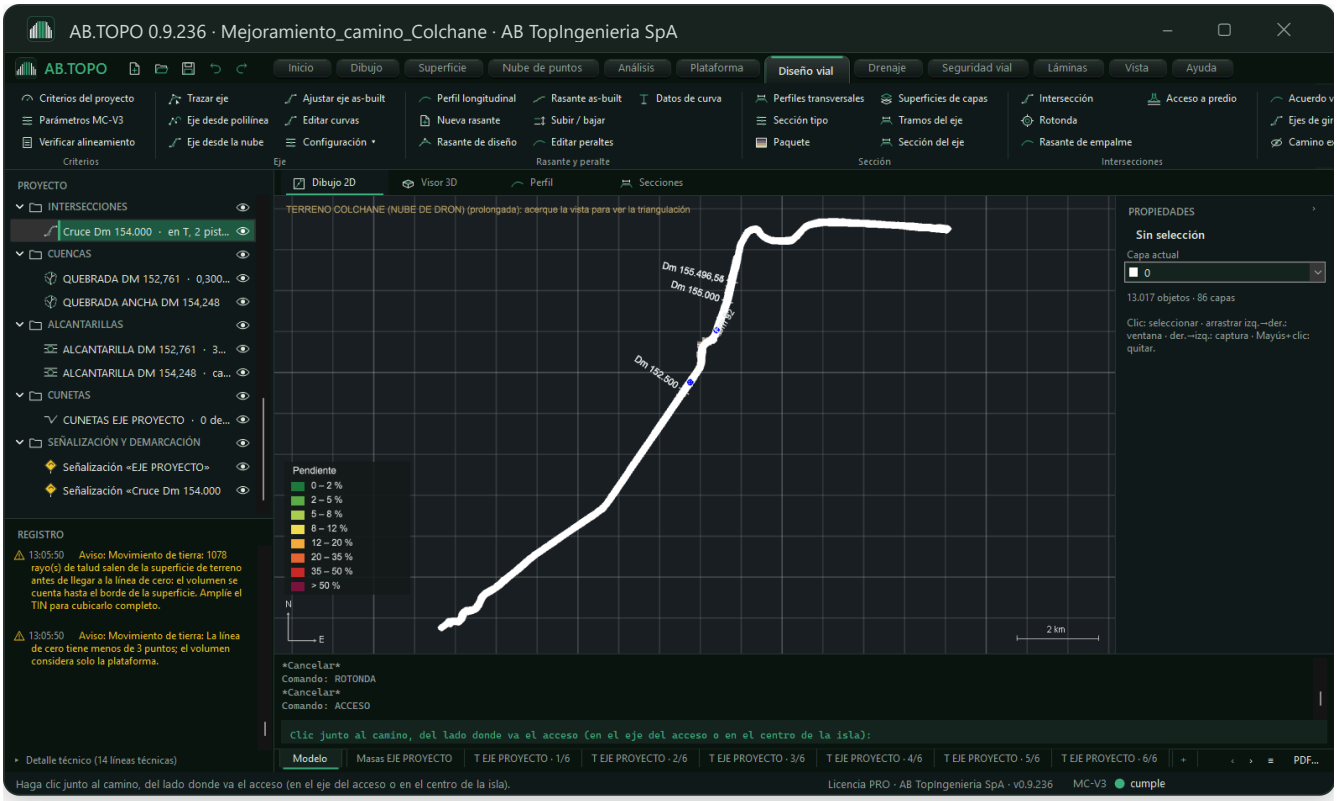
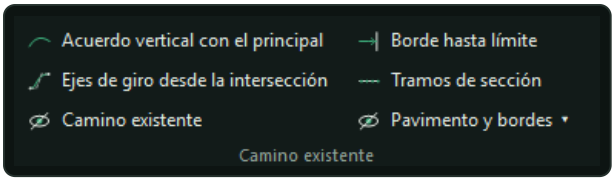


Figura 13.5 Un acceso a predio junto al camino, con sus soleras, la boca y la demarcación.

13.6 Camino existente y empalmes

En muchos proyectos el camino nuevo empalma con una ruta que ya existe y se conserva. El grupo Camino existente reúne lo que hace falta para eso: marcar el camino existente, tomar sus bordes reales, separar el pavimento que se demuele del que se conserva y acordar las rasantes.



Grupo Camino existente

Empalmes con caminos existentes, ejes de giro y bordes o secciones por tramo.

Acuerdo vertical con el principal	La rasante del secundario de la intersección elegida arranca en el borde del principal con la pendiente que tiene ahí su superficie (la transversal del principal; la medida, en un existente con bordes reales) y empalma con su rasante en un PIV con curva vertical de norma (K y 2T mínimos del MC-V3 para la velocidad del secundario). Si la rasante no pasa por la cota del borde, van dos PIV con su tangente de enlace; si las curvas de norma no caben, se acortan y se declara la excepción. Queda en el perfil del secundario y se deshace con `Ctrl`+`Z`. También en el menú de la intersección.
Ejes de giro desde la intersección	Por cada curva de giro de la intersección elegida, un eje de giro sobre su borde nuevo, con la rasante de la superficie de la obra, un solo lado hacia la curva y su borde hasta ella. Queda dentro de la huella (lo dibuja y lo cubica la intersección, sin cubicarlo dos veces) y sale en la lámina I con su perfil, su medio perfil tipo y su cuadro. Reemplaza los ejes de giro anteriores de esas esquinas; si la obra cambia y su rasante queda a más de 3 cm de la superficie, la intersección avisa para rehacerlo.
Camino existente `EXISTENTE`	Marca o desmarca el eje elegido como camino existente que se conserva (una ruta a la que se empalma): va en gris en la planta y en todas las láminas, sin rótulos de diseño, sin peines ni camino de secciones, y no se cubica. También en el menú del eje.
Borde hasta límite `BORDEHASTA`	Entre dos Dm y a un lado, el borde del camino (calzada, berma o SAP) llega en cada perfil hasta una línea, polilínea, arco u otro eje elegido en la planta (con un desfase), a cualquier distancia y ángulo; en las curvas se sigue cada 5 m. Después siguen la berma, el SAP, la cuneta y el talud de la sección.
Tramos de sección `SECCIONTRAMO`	Entre dos Dm del eje, otra sección con nombre y/o un solo lado, por ejemplo un ensanche cuyo eje es el borde de un pavimento existente (ver 12.8).
Pavimento y bordes ▾	**Pavimento bajo el camino** (`PAVCAMINO`): la carpeta existente bajo un camino de mejoramiento, con su tramo, espesor y ancho a cada lado del eje; la que queda dentro del corte no se paga como excavación sino como remoción de carpeta (m^2). **Bordes del existente** (`EXISTENTEBORDES`): los bordes reales del camino existente, tomados de las líneas que elija en la planta. **Pavimento existente** (`PAVEXISTENTE`): las polilíneas cerradas del pavimento que se demuele y se restituye dentro de la intersección elegida; separa la restitución de la ampliación nueva.

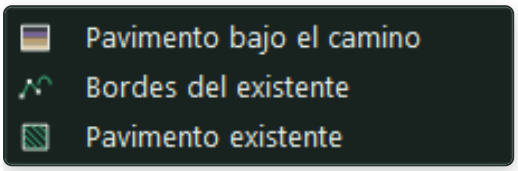


Figura 13.6 El desplegable Pavimento y bordes.

Empalmar con un camino existente

1. Marque la ruta como **camino existente** (Camino existente) y tome sus **bordes reales** con **Diseño vial › Camino existente › Pavimento y bordes ▾ › Bordes del existente**, eligiendo las líneas del levantamiento.
2. Cree la intersección con la ruta como principal y marque **Principal existente: conservar su pavimento**. El secundario puede empezar en el borde real del existente (una pista auxiliar o un ensanche a cualquier distancia del eje), sin cruzar su eje; las curvas de giro arrancan en ese borde.
3. Si el pavimento existente junto al ensanche debe cortarse recto y rehacerse, escriba la **Franja de restitución en el borde existente** (en metros; 0 = sin franja), o marque el pavimento que se demuele con Pavimento existente .
4. Revise el acuerdo vertical (viene hecho si la casilla **Acordar la rasante del secundario con el principal** estaba marcada al crearla) y, si necesita sus perfiles en la lámina I, cree los **ejes de giro**.

La obra nace a la cota real del existente: en la línea de corte (el borde interior de la franja de restitución; sin franja, el borde real), la franja, las pistas, las cuñas y la boca parten de la cota medida del asfalto y siguen con la pendiente transversal del existente, sin escalón. Esa pendiente se mide en el levantamiento y se puede fijar a mano por lado en los parámetros de la intersección; la lámina I la muestra por pista y tramo de 20 m («medida» o «fijada»). Las pistas de cambio de velocidad nacen en el borde real del asfalto en cada Dm, con los largos de la Tabla 3.404.307; un largo menor se declara como excepción en el aviso y en la lámina.

El programa avisa cuando la cota medida a lo largo del borde existente tiene un quiebre de más de 10 cm (un objeto del levantamiento sobre el borde), con su Dm y su tamaño, para corregirlo en la superficie; cuando el borde real se aparta más de 0,5 m del borde de diseño de las pistas; y cuando la rasante del secundario no parte con la pendiente del principal (más de 0,5 %), sugiriendo el acuerdo vertical.

En la cubicación, el pavimento que se hace en el empalme se separa en restitución sobre pavimento existente demolido y ampliación nueva, y la preparación de la subrasante y la imprimación van sin la calzada existente que se conserva. El camino existente se dibuja en gris en todas las láminas, rotulado «(se conserva)».

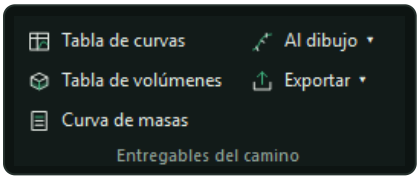
> **CONSEJO**
> Varias opciones de Criterios del proyecto afectan los empalmes: «Camino existente solo si está marcado», «Riegos y preparación de intersecciones con el área de sus capas» y «Empalmes con el sobreancho del camino y su línea de detención» (capítulo 10). Los proyectos nuevos las traen marcadas.

CAPÍTULO

14

Entregables del camino: tablas y archivos

Lo que sale del diseño del eje está reunido en el grupo Entregables del camino de la pestaña Láminas: las tablas de curvas, de volúmenes y de replanteo (junto al visor 3D), la curva de masas, el eje, el perfil y los totales llevados al dibujo, y los archivos para otros programas. La tabla de volúmenes, la curva de masas y el informe PDF del camino también están en **Análisis** › **Camino**. Las láminas H, L, T y SD se generan en la misma pestaña Láminas (capítulo 17).



Grupo Entregables del camino

Toman solos el eje en que se trabaja; si el proyecto tiene varios, preguntan una vez cuál.

Tabla de curvas	Las curvas verticales (K, 2T y su cumplimiento) y las horizontales del eje, al lado del visor 3D. Se copian a Excel o se guardan en CSV o en Excel (sección 14.1).
Tabla de volúmenes	Corte y relleno entre perfiles, con el mismo cálculo de las secciones transversales y del informe del camino (sección 14.2).
Curva de masas	La curva de masas del eje con la compensación de cortes y terraplenes: zonas compensadas, distancia media y momento de transporte, botaderos y empréstitos, con su lámina y su tabla (sección 12.6).
Al dibujo ▾	Un desplegable con tres herramientas que llevan el diseño al dibujo 2D: **Eje a dibujo**: dibuja el eje activo con sus Dm, en las capas EJE y EJE-DM. **Perfil a dibujo**: el perfil longitudinal con su guitarra MOP, como objeto en capas editables (sección 11.5). **Totales a dibujo**: los volúmenes totales del informe del camino como textos y, debajo, sus perfiles tipo, donde haga clic (sección 14.4).

Exportar ▾

Un desplegable con los archivos del eje:
Puntos de replanteo: las coordenadas del eje, los bordes y los taludes por Dm, para la estación total (sección 14.3).
Eje a LandXML: el eje elegido con sus rasantes, para seguir en otro programa.
Informe de PIV (CSV): la tabla de los PIV de la rasante con su cumplimiento del MC-V3 y el perfil cada 20 m, lista para abrir en Excel.
Informe PDF del camino: el informe de presentación del movimiento de tierras del eje: planta con la huella en corte y terraplén, perfil longitudinal, áreas, curva de masas, resumen por tramos, paquete estructural y la planilla por perfil, con su logo y el contrato (sección 8.6).

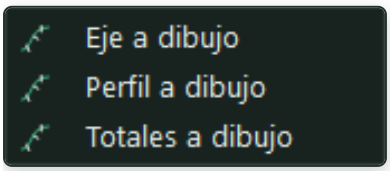


Figura 14.1 El desplegable «Al dibujo ▾»: eje, perfil y totales al dibujo 2D.

Las tres tablas se abren al lado del visor 3D y su botón queda marcado mientras están abiertas: presiónelo otra vez para cerrarla. Si el visor está mostrando el modelo completo, pasa solo al corredor del eje y abre la tabla.

14.1 Tabla de curvas

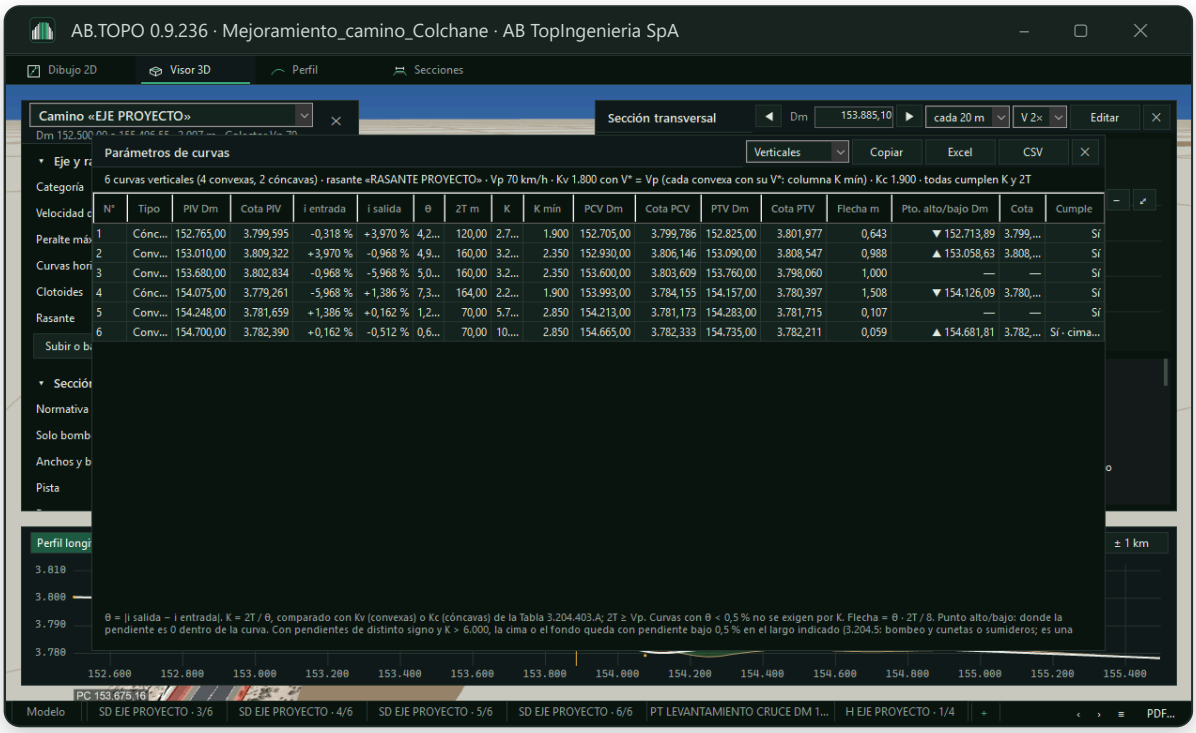


Figura 14.2 La tabla de curvas sobre el visor 3D. Un clic en una fila lleva el visor a esa curva y abre la sección.

La tabla alterna entre las **curvas verticales** (PIV, Dm, cota, 2T, K y si cumplen los mínimos) y las **horizontales** (radio, parámetros de clotoide, desarrollo, Dm de los puntos principales). Un clic en una fila lleva el visor a ese Dm, con la sección abierta, para ver la curva en el lugar.

14.2 Tabla de volúmenes

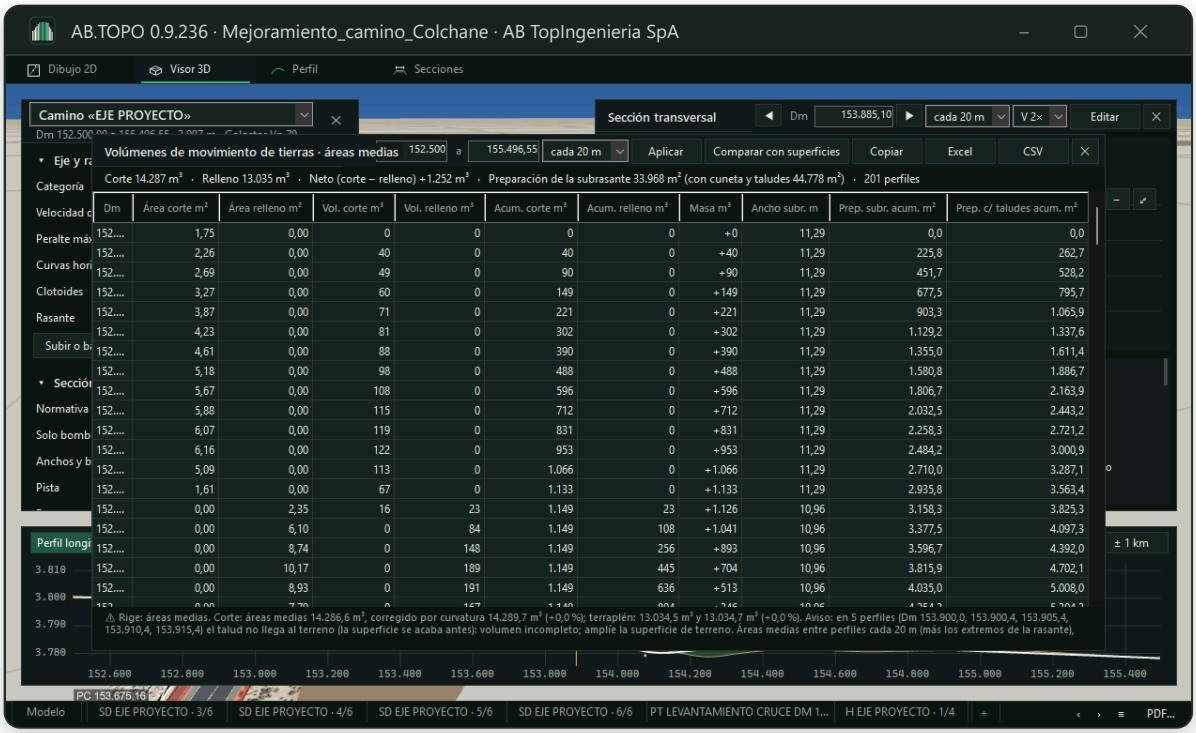


Figura 14.3 La tabla de volúmenes de movimiento de tierras del eje.

Arriba se elige el tramo (desde y hasta qué Dm) y el intervalo, y se presiona **Aplicar**. Para cada perfil, la tabla da el área de corte y de relleno, los volúmenes entre perfiles, los acumulados y la **masa** (corte menos relleno acumulado); arriba, el resumen del tramo. Usa los mismos perfiles que el informe del camino y el mismo cálculo de las secciones: entre el terreno y la explanación (la subrasante hasta su borde, la cuneta y los taludes), sin esponjamiento ni compactación.

El método lo fija **Volumen que rige** en los Criterios del proyecto (capítulo 10): en un camino, áreas medias o áreas medias corregidas por la curvatura del eje. El encabezado de la tabla dice cuál rige y muestra también la otra cifra; si el proyecto cubica por áreas medias y la corrección difiere en más de 1 %, lo avisa sin cambiar nada. Si la opción **Perfiles en las curvas** está apagada, la tabla dice cuánto cambiaría el volumen con ella.

- Los perfiles que usan **terreno prolongado** (Superficie › Editar › Prolongar bordes) quedan marcados y sus m³ van aparte.
- Si un talud no alcanza a llegar al terreno (la superficie se acaba antes del pie), la tabla avisa «el talud no llega al terreno… volumen incompleto» con su Dm.

Comparar con superficies agrega el volumen entre las superficies de capas del camino, una comprobación independiente de la cubicación. Un clic en una fila lleva el visor a ese perfil.

14.3 Puntos de replanteo

Láminas › Entregables del camino › Exportar ▾ › Puntos de replanteo abre la tabla de replanteo junto al visor. Elija el tramo y el intervalo, la superficie a la que se refieren las cotas (por ejemplo, la rasante terminada), el formato del archivo (P,N,E,Z,D para estación total, entre otros) y el número del primer punto. Después marque qué puntos quiere: **eje**, **bordes de pista**, **bordes de berma**, **borde de plataforma** (SAP, por capa), **pie y coronamiento de talud** y los **puntos singulares** (PC, FC, PCV, PIV, PTV).

Cada punto lleva su código (la I y la D finales indican el lado izquierdo o derecho):

`EJE` eje del camino	`BPI / BPD` borde de pista	`BBI / BBD` borde de berma
`SAPI / SAPD` borde de plataforma	`PIEI / PIED` pie de talud (relleno)	`CORI / CORD` coronamiento (corte)
`EJE-PC, EJE-PIV…` puntos singulares		

Las coordenadas salen de la geometría exacta del eje y las cotas consideran el bombeo y el peralte del proyecto.

> ⚠ **IMPORTANTE**
> Verifique siempre los puntos contra el proyecto antes de replantear: una revisión rápida en el dibujo evita errores costosos en terreno. En las tres tablas, **Copiar** lleva la tabla al portapapeles para pegarla en Excel, **CSV** la guarda en un archivo y **Excel** la guarda en un libro con formato (títulos, encabezados, miles y decimales fijos y totales en negrita), listo para imprimir.

14.4 Totales a dibujo

Láminas › Entregables del camino › Al dibujo ▾ › Totales a dibujo, o el comando `TOTALESADIBUJO` (también `TOTALES`, `VOLTOTALES` o `TOTALESVOL`), pone en el dibujo 2D, como textos, los volúmenes totales del informe PDF del camino: corte, terraplén, escarpe, corte menos terraplén, el paquete estructural separado por capa y la preparación de la subrasante. Debajo van los perfiles tipo del camino. Haga clic donde quiere que queden; después se mueven y se editan como cualquier texto del dibujo.

> 💡 **CONSEJO**
> Para mostrar el camino en 3D a quien no tiene AB.TOPO, use **Vista › Modelo › Para el visor web**: un archivo que se abre en el navegador (sección 18.6).

CAPÍTULO

15

Pestaña Drenaje: lluvia, cuencas, obras y cauces

El agua es la principal enemiga de un camino. Esta pestaña, parte del módulo vial, sigue el orden del Manual de Carreteras: primero la lluvia de diseño, después las cuencas y sus caudales, las alcantarillas que los cruzan y, en la plataforma, las cunetas, los sumideros y el colector. Al final, los cauces: su fondo, sus secciones y los tramos de limpieza junto a las obras.

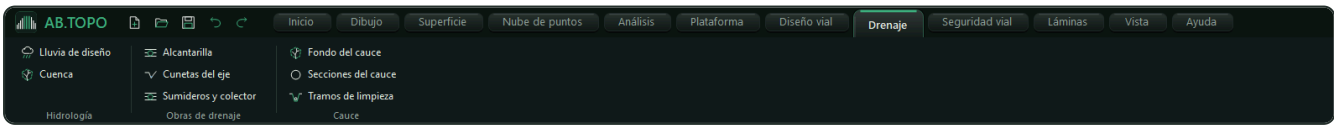
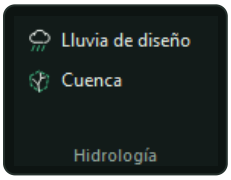


Figura 15.1 La pestaña Drenaje: Hidrología, Obras de drenaje y Cauce.

El dibujo del drenaje (cunetas, alcantarillas y colectores) se rehace solo al cambiar el eje, su rasante, la sección tipo o la lluvia de diseño.

15.1 La lluvia de diseño



Grupo Hidrología

Lluvia de diseño	La estación con sus coeficientes de duración y frecuencia del MC-V3 (Tablas 3.702.403.A y B) y la lluvia máxima diaria de 10 años: dan las curvas intensidad-duración-frecuencia del proyecto.
Cuenca `CUENCA`	Clic en el punto de salida (un cauce o la entrada de una alcantarilla): la cuenca se delimita sola sobre la superficie y se calcula su caudal por el método racional (3.702.5) (sección 15.2).

Todo el cálculo hidrológico parte de la lluvia. Elija la **estación pluviográfica** más representativa del proyecto de la lista del MC-V3 y escriba la **lluvia máxima diaria con período de retorno de 10 años** (P10).

Con eso el programa arma las curvas intensidad-duración-frecuencia: P(t,T) = 1,1 · CD(t) · CF(T) · P10 (ec. 3.702.404.1), y para duraciones menores de una hora, la fórmula de Bell (ec. 3.702.405.1). Estas curvas las usan después las cuencas, las cunetas y los sumideros.

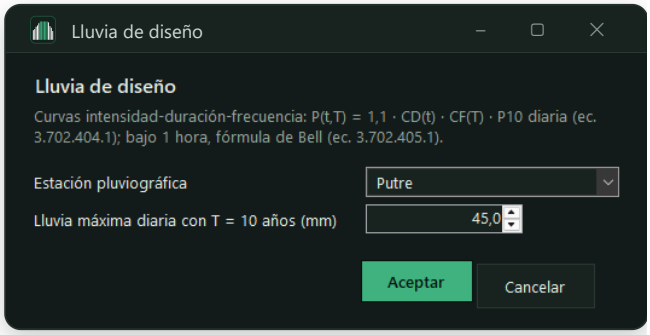
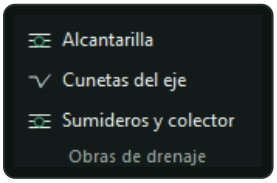


Figura 15.2 La estación pluviográfica y la lluvia máxima diaria de 10 años; arriba, la fórmula de las curvas.

15.2 Cuencas y alcantarillas



Grupo Obras de drenaje

Alcantarilla `ALCANTARILLA`	Clic en la entrada y en la salida: toma el caudal de la cuenca (la crea si no hay) y elige el tamaño con control de entrada y de salida (3.703.3). Cada alcantarilla con muro trae el **muro de boca** de su tamaño, tipo de tubo y esviaje (MC-V4, láminas 4.101 a 4.103) con la cubicación por boca: hormigón, emplantillado y acero.
Cunetas del eje	Capacidad de las cunetas en los tramos de corte del eje elegido, con la pendiente de la rasante: largo máximo y descargas (3.704.2). Las cunetas de hormigón (Lámina 4.106.403) entregan los metros en corte, el revestimiento por metro y los m³ de hormigón H-20 y de cama granular (sección 15.3).
Sumideros y colector	Sumideros a lo largo de la calzada donde el agua pasa el ancho de inundación admisible, y el colector de aguas lluvias que los lleva a la descarga, con su perfil (3.704.3) (sección 15.4).

1. Con la superficie del terreno cargada, presione **Cuenca** y haga clic en el **punto de salida**: donde el cauce cruza el camino o donde irá la entrada de la alcantarilla.
2. El programa sigue el escurrimiento sobre la superficie, delimita la cuenca con su cauce principal y calcula su área, su tiempo de concentración y su caudal por el método racional.
3. Presione **Alcantarilla** y haga clic en la **entrada** y en la **salida**. Si la entrada está en el punto de salida de una cuenca, usa su caudal; si no hay cuenca, la crea.
4. La alcantarilla elige su tamaño revisando el **control de entrada** y el **control de salida**. Si algo no cumple (por ejemplo, la velocidad o la altura de agua a la entrada), queda marcada con un aviso en el árbol.

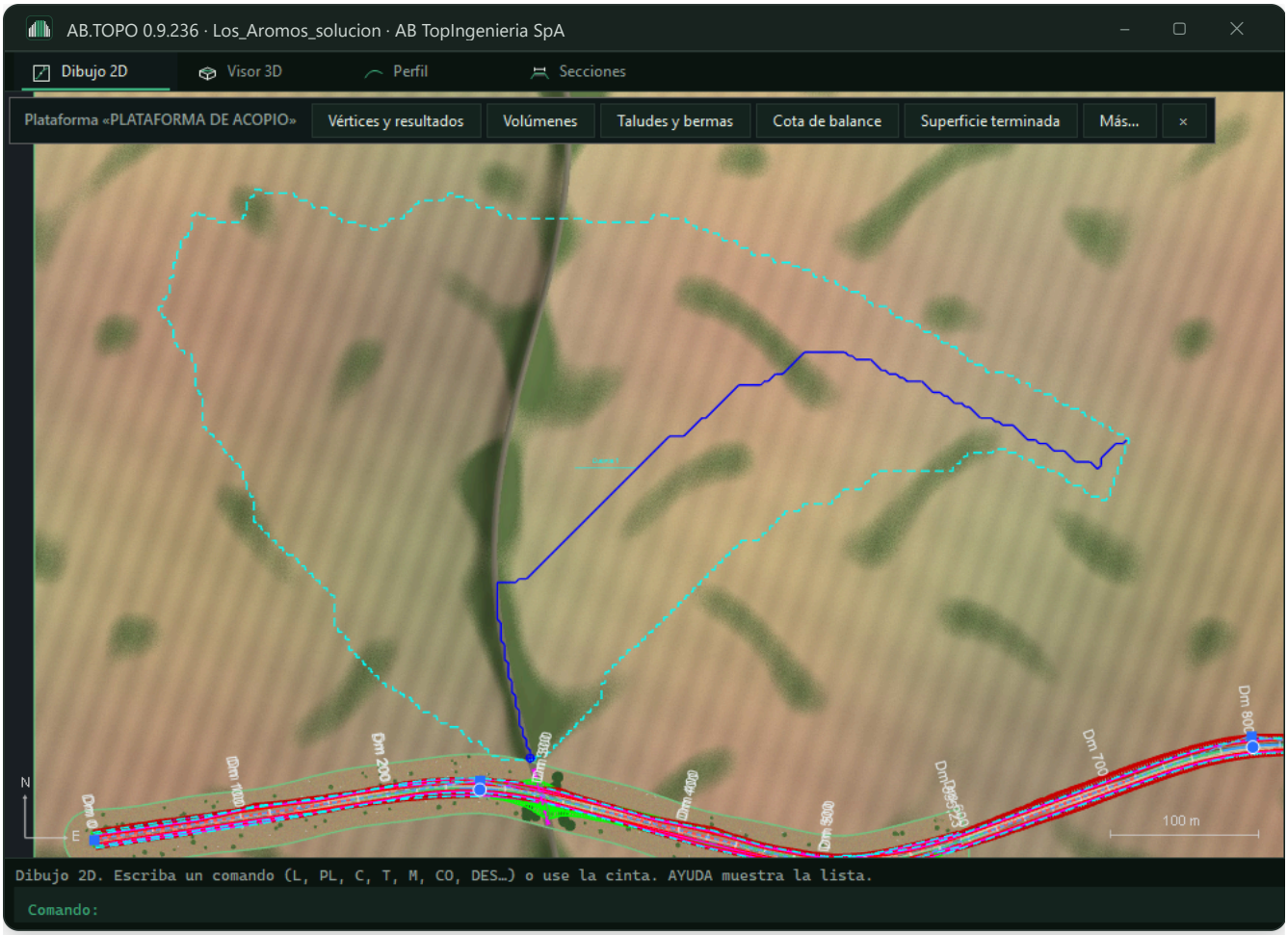


Figura 15.3 Drenaje en el proyecto de prueba Los Aromos: la cuenca delimitada sobre el terreno, con su cauce, hasta la alcantarilla que cruza el camino.

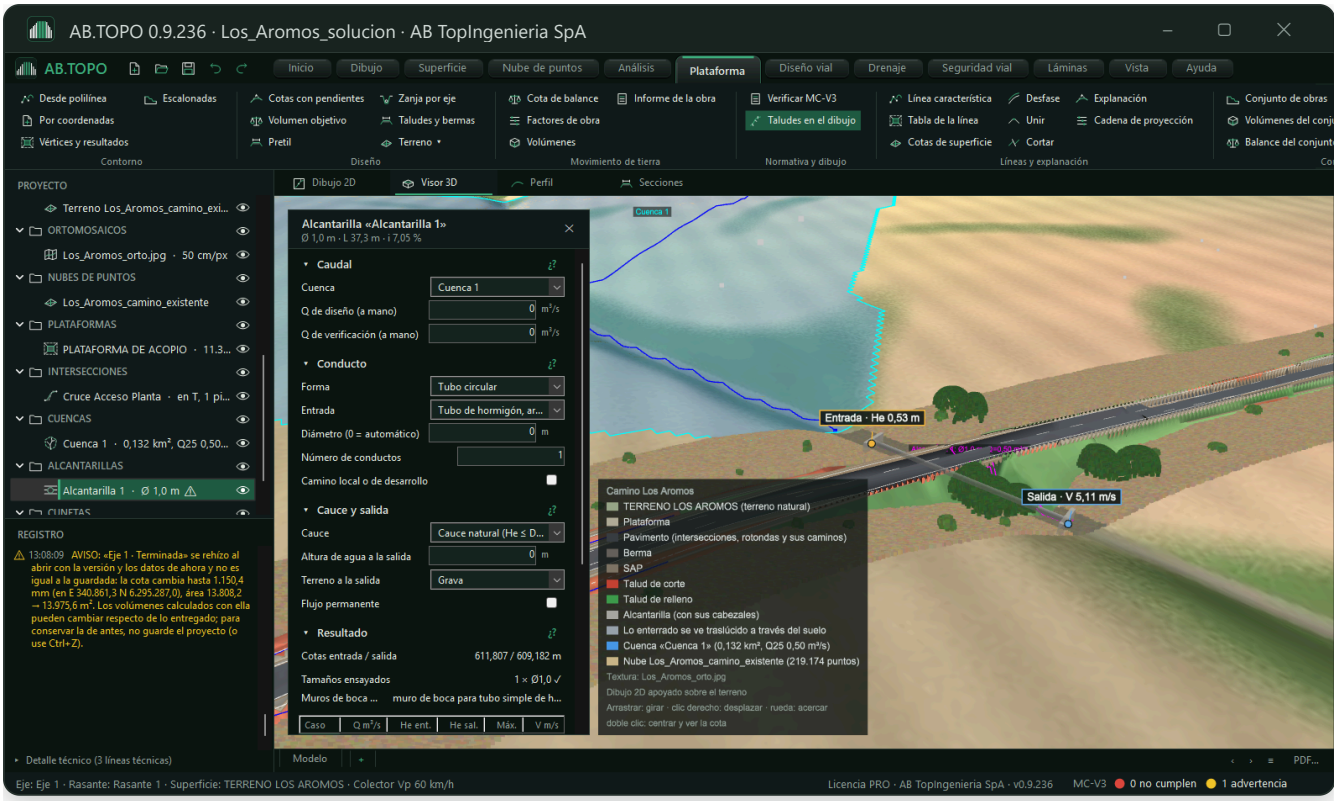


Figura 15.4 La alcantarilla elegida en el árbol: su panel en el visor 3D con la cuenca y el caudal, el conducto, el cauce a la salida y el resultado con los tamaños ensayados; en el 3D, la entrada con su altura de agua y la salida con su velocidad.

El tiempo de concentración de la cuenca muestra también, como referencia, la lectura con la pendiente J en %. En el control de entrada, el coeficiente Ke 0,7 del tubo metálico cortado a bisel es un valor de la FHWA, ajeno al Manual, y así queda declarado.

En el visor 3D el drenaje se ve con su forma: cada alcantarilla con sus tubos o cajones entre las cotas de radier y sus cabezales con la boca abierta, el colector de aguas lluvias con su troncal, sus cámaras, sus sumideros y los laterales, y cada cuenca teñida en azul sobre el terreno. Lo que va enterrado bajo el terreno o el camino se ve traslúcido a través del suelo, para seguir su trazado. Se apaga en `Contenido del 3D` con la casilla «Drenaje».

La lámina de la obra de arte (OA)

Cada alcantarilla calculada tiene su lámina **OA**, que se crea desde el botón + de la barra de láminas, como plano de construcción: el perfil por el eje de la obra con el terreno y la superficie del camino, el conducto, el emplantillado, el relleno estructural, los muros de boca con su fundación y el enrocado; la guitarra de cotas de radier, clave, terreno y superficie en la entrada, el eje y la salida; la planta, el corte transversal con la zanja y las elevaciones aguas arriba y aguas abajo de los muros con sus alas; el cuadro de la obra con sus cantidades, la simbología y las notas de construcción. El cuadro separa el hormigón y el acero de los muros de cabecera, que se cubican, de los de los muros de ala, que son informativos y no van a la cubicación general.

15.3 Cunetas del eje

Cunetas del eje revisa la capacidad de las cunetas en los tramos de corte con la fórmula de Manning y la pendiente de la rasante. El caudal sale de la lluvia sobre la plataforma y el talud de corte que aportan, con Tc = 10 min y la frecuencia de la Tabla 3.704.102.A.

Se indica el lado, la forma de la cuneta (taludes hacia el camino y hacia el corte, profundidad), si es revestida y con qué, o el tipo de suelo si no lo es (la velocidad máxima depende de él), los anchos que aportan y sus coeficientes de escorrentía.

El resultado es el **largo máximo** que puede tener la cuneta antes de rebalsar y dónde hay que **descargarla**.



Figura 15.5 El lado, los taludes y la profundidad de la cuneta, el revestimiento o el terreno si no lo lleva, los anchos de plataforma y de talud que aportan y sus coeficientes C.

15.4 Sumideros y colector de aguas lluvias

En calles y caminos urbanos el agua corre por la cuneta junto a la solera. **Sumideros y colector** pone un sumidero donde el agua pasa el **ancho de inundación admisible** (por omisión, el ancho de la berma) y diseña el **colector troncal** que recoge los sumideros y los lleva a la descarga, con su recubrimiento mínimo.

Se eligen las cunetas con sumideros y el tramo de Dm, el tipo de sumidero (rejilla horizontal, abertura en solera…), sus medidas, el lado del colector, el material del tubo y el Dm de la descarga (por omisión, el punto más bajo).

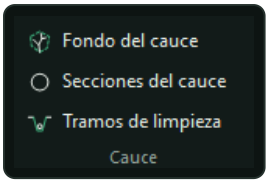
Los colectores nuevos llevan los registros según su diámetro: cada 150 m bajo Ø 1,20 m y cada 275 m desde Ø 1,20 m (3.704.304(1)). Los guardados antes siguen con un registro a lo más cada 150 m hasta que se marque la casilla «Registros según el diámetro». El perfil longitudinal del colector, con sus registros, guitarra y cuadro de sumideros, se genera como lámina desde el botón + de la barra de láminas.



Figura 15.6 Las cunetas con sumideros y su tramo, el tipo y las medidas del sumidero, el ancho de inundación admisible, el lado y el material del colector, el recubrimiento mínimo y la descarga.

15.5 Cauces

Para limpiar o rectificar un cauce junto a una obra (una alcantarilla, un puente, un cruce), el programa encuentra su fondo, mide sus secciones y arma los tramos de limpieza como zanjas (sección 9.7), con su cubicación y su lámina. Los tres botones también están con el clic derecho en una línea del dibujo.



Grupo Cauce

Fondo del cauce `TALWEG`	Clic aguas arriba y aguas abajo (y en los puntos por donde debe pasar): el fondo del cauce (talweg) por lo más bajo de la superficie, suavizado, como polilínea editable en la capa CAUCE-FONDO, con el perfil del fondo natural y su pendiente. También `FONDOCAUCE`.
Secciones del cauce `SECCAUCE`	A lo largo de una línea (el fondo del cauce): cada tantos metros, el fondo, el ancho de fondo, los anchos a 0,5 y 1,0 m de altura y las riberas (alto y talud), en una tabla y en Excel. También `SECCIONESCAUCE`.
Tramos de limpieza `LIMPIEZA`	Elija el fondo del cauce y haga clic en la estructura: quedan dos zanjas «cauce», aguas arriba y aguas abajo, con su largo, una franja natural intacta a cada lado de la estructura y, si lo pide, un retiro desde las líneas de una capa (por ejemplo el borde de la berma). También `LIMPIEZACAUCE`.

Cada tramo de limpieza es una zanja: se le ajusta el fondo con «Fondo sin pozas…» (un fondo que baja siempre hacia aguas abajo), el ancho con «Anchos y volúmenes…» o con anchos por Dm para las transiciones al cauce natural, y las líneas que el corte no debe cruzar. El **informe del cauce** trae el criterio usado y el contraste del volumen por perfiles con el de la superficie de excavación. Las superficies de la excavación y del terreno con el cauce quedan en el árbol.

> NORMATIVA
> El drenaje sigue el MC-V3, capítulo 3.700: lluvia de diseño (3.702.4), método racional (3.702.5), alcantarillas (3.703.3), cunetas (3.704.2) y sumideros y colectores (3.704.3).

CAPÍTULO

16

Pestaña Seguridad vial: señalización y demarcación

La señalización, la última parte del módulo vial, completa el proyecto del camino: la demarcación con sus zonas de no adelantar, calculadas con la visibilidad real del diseño, las señales verticales de la biblioteca del MC-V6, los elementos de apoyo y las cantidades para el presupuesto. Las láminas SD, como todas las láminas, se generan en la pestaña Láminas.

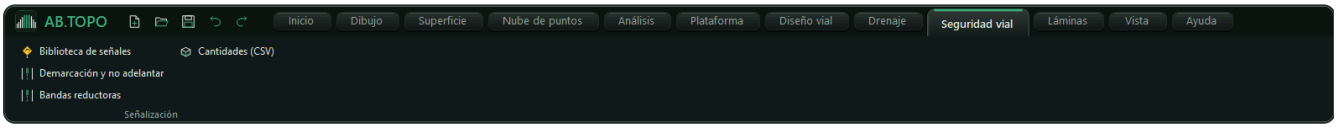
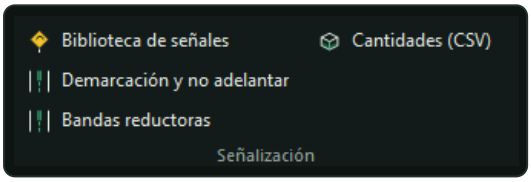


Figura 16.1 La pestaña Seguridad vial.



Grupo Señalización

Toman solos el eje en que se trabaja.

Biblioteca de señales	Todas las señales del MC-V6 (reglamentarias, de advertencia, placas, servicios y atractivo turístico): elija una y póngala en un Dm, al lado que corresponda, o con un clic junto al eje.
Demarcación y no adelantar	La demarcación del eje elegido (6.303): zonas de no adelantar por la visibilidad de adelantamiento (MC-V3 3.202.3), línea de eje segmentada, mixta o continua doble, bordes, cruces y tachas; delineadores e hitos de arista (6.305). La propuesta automática de señales es opcional.
Bandas reductoras	Bandas transversales para bajar a 80, 70, 60, 50, 40, 30 o 20 km/h con las separaciones de las láminas 4.302.404 a 4.302.410 del MC-V4 y la leyenda LENTO, o bandas alertadoras en tres baterías (4.302.403) a ambos lados del sector si el camino es bidireccional. Haga clic junto al camino donde empieza el sector: quedan como dibujo con su superficie en m². Comando `BANDAS`.
Cantidades (CSV)	Las señales con su ubicación y las cantidades con las partidas del MC-V5 (702 señales y elementos de apoyo, 704 demarcación, 705 tachas).

16.1 Demarcación y zonas de no adelantar

Demarcación y no adelantar crea la señalización del eje elegido. Primero pide sus parámetros:

- **Velocidad máxima señalizada** (0 = la velocidad de proyecto), **TMDA** y porcentaje de **camiones y buses**: definen el tamaño de las señales y algunas distancias. En caminos bidireccionales con 3.000 veh/día o más, las señales de curva van a los dos lados (6.302.504(1)); con la casilla **Criterios del MC-V6 revisados**, también en las calzadas unidireccionales con mediana (autopistas y autorrutas) con TMDA de 8.000 o más. Con 20 % o más de camiones y buses, también las de velocidad máxima (6.302.408).
- **Calzada pavimentada** y **Demarcación**: sin demarcación, el proyecto lleva solo señales.
- **Zonas de no adelantar**: se calculan con la **visibilidad de adelantamiento** real del eje en planta y en alzado (MC-V3 3.202.3), más un tramo a cada lado de cruces y rotondas y un tramo mínimo con adelantamiento.
- **Señales verticales**: la propuesta automática (señales de curva, pendiente fuerte, NO ADELANTAR al inicio de cada zona, velocidad máxima) es opcional; si no la marca, las pone usted desde la biblioteca.
- **Elementos de apoyo**: delineadores direccionales, hitos de arista y tachas reflectantes.
- **Barreras de contención**: en los terraplenes que las piden y el tipo de barrera (metálica de doble onda, metálica o de hormigón certificada, o de hormigón en sitio), y las **barreras a mano** que usted decide. Se explican en 16.3.

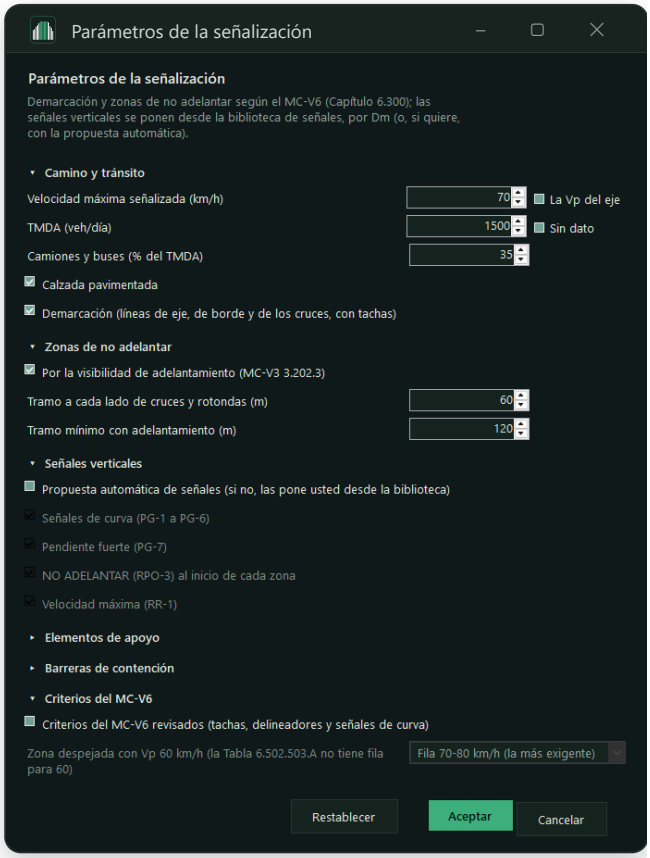


Figura 16.2 Los parámetros de la señalización del ejemplo.

La señalización queda en el árbol y se ve en la planta y en el visor 3D. Desde su panel en el visor se cambian los mismos parámetros y se recalcula todo al momento. Al crear la señalización de un camino, las de los caminos que lo cruzan se rehacen enseguida, así las señales del cruce (CRUCE EN T, CEDA EL PASO, PARE) quedan una sola vez. La señalización también va en el archivo para el visor web (sección 18.6).

Las señalizaciones nuevas nacen con la casilla **Criterios del MC-V6 revisados** marcada; las guardadas conservan sus cantidades hasta que la marque. Con ella:

- Las tachas de la línea continua doble van cada 16 m como máximo en recta en los caminos (en curva, cada 12 m).
- Los delineadores direccionales van también en las curvas de más de 30^g que siguen a una pendiente fuerte, no solo en las de más de 40^g (6.305.801(1)).
- Con Vp 60 km/h se elige qué fila de la zona despejada se usa para las barreras, «70-80» (por omisión, la más exigente) o «< 60», y se avisa cuál se usó.

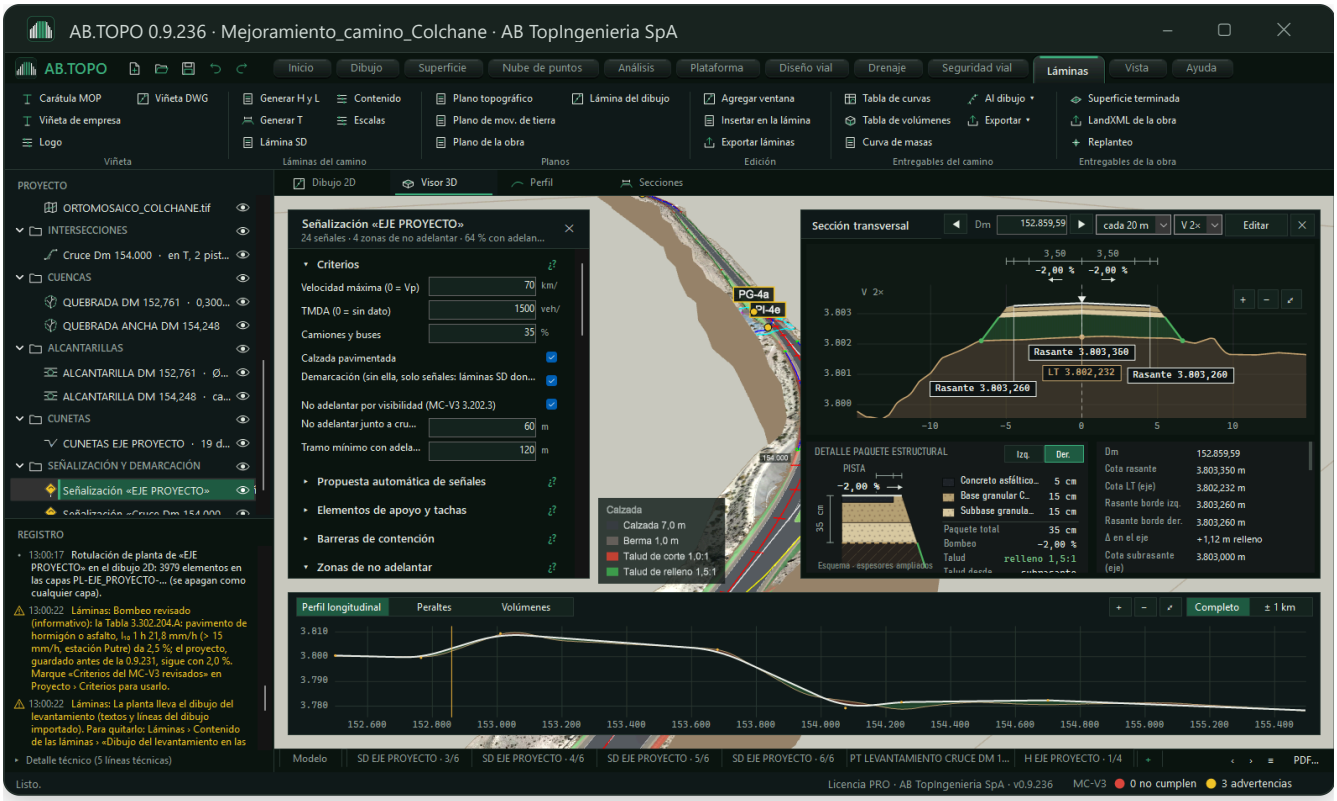


Figura 16.3 La señalización del ejemplo elegida en el árbol: su panel en el visor 3D y, en el modelo, las señales y la demarcación junto al cruce.

> **NORMATIVA**
>
> La demarcación sigue el MC-V6 6.303 y los elementos de apoyo el 6.305. El tamaño de las señales y cuándo se repiten a ambos lados se toman del 6.302. Las zonas de no adelantar usan la visibilidad de adelantamiento del MC-V3 3.202.3.

16.2 Señales verticales desde la biblioteca

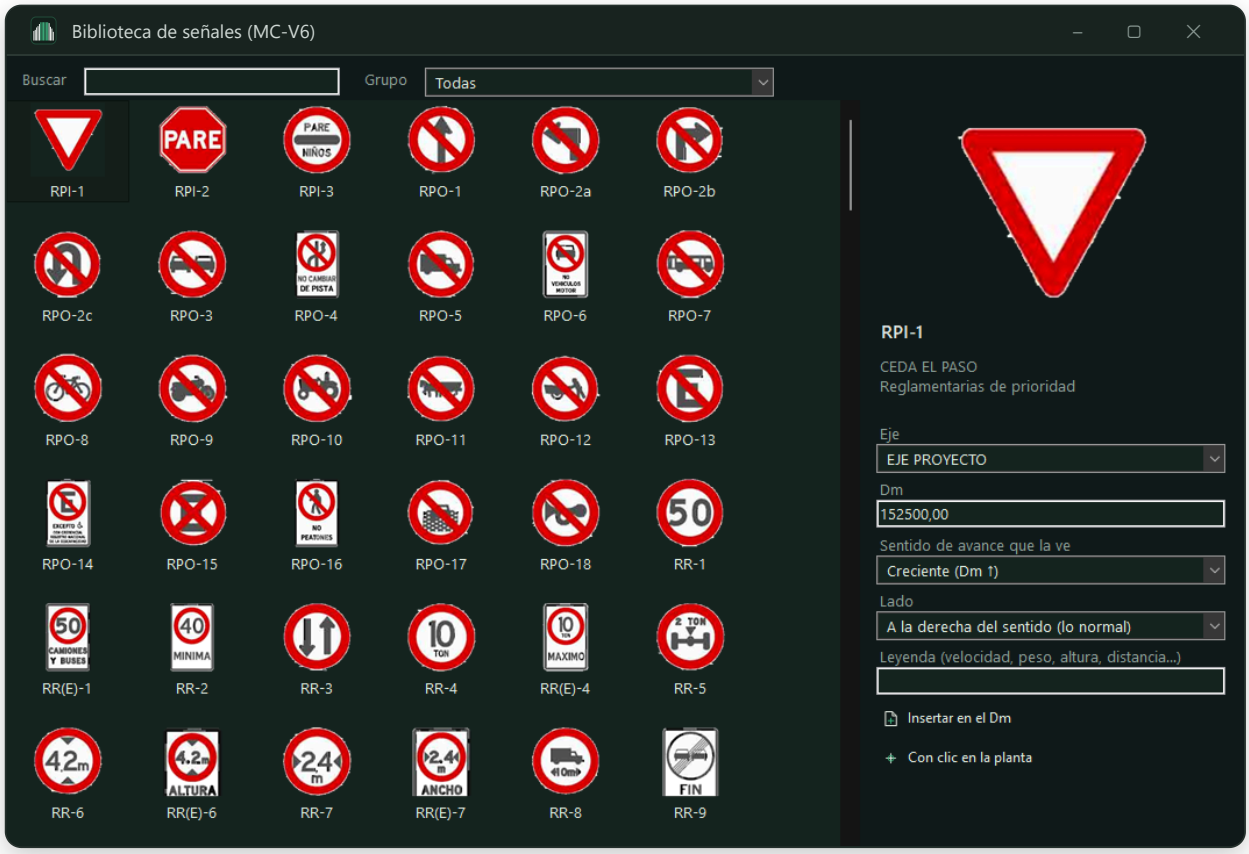


Figura 16.4 La biblioteca con las señales del MC-V6. A la derecha, la señal elegida y dónde se inserta: eje, Dm, sentido de avance, lado y leyenda.

1. Abra **Biblioteca de señales**. Busque la señal por su código o su nombre en **Buscar**, o filtre por **Grupo** (reglamentarias, de advertencia, informativas...).
2. Elija la señal: a la derecha aparece en grande con su código, su nombre y su grupo.
3. Indique el **eje**, el **Dm**, el **sentido de avance** del conductor que la ve (Dm creciente o decreciente) y el **lado** (lo normal es a la derecha del sentido). Si la señal lleva una cifra (velocidad, peso, altura, distancia), escríbala en **Leyenda**.
4. Presione **Insertar en el Dm**, o **Con clic en la planta** para ponerla haciendo clic junto al eje (comando `SENAL`).

> **CONSEJO**
> La biblioteca puede quedar abierta mientras trabaja: elija una señal, póngala con clics a lo largo del eje, elija otra y siga. Cada señal queda en el árbol, en el dibujo y en el 3D, y entra sola en el cuadro de cantidades.

16.3 Barreras de contención

La señalización revisa cada terraplén del eje y pone una barrera donde su altura, del borde del SAP al pie del talud, pasa la de la Lámina 6.502.504.A para su talud y el TMDA. En curvas de radio igual o menor que el mínimo de Vp + 10 km/h, la altura permitida es la mitad. Para eso necesita la superficie y la rasante del eje.

- **Largo**: el del terraplén que la pide más el de aproximación de la Tabla 6.502.702.B, según el ancho de la zona despejada. Nunca es menor que el mínimo de la Tabla 6.502.702.A. Dos barreras cercanas de un lado se unen (Tabla 6.502.702.C) y en los cruces se cortan.

- **Extremos**: con un corte cercano, la barrera sigue hasta insertarse en él. Si no, lleva un terminal de 12 m: abatido y esviado hasta 70 km/h, certificado sobre esa velocidad (partida 712-5).
- **Ubicación**: su cara va al término de la berma, o a la distancia de la Tabla 6.502.703.A si es mayor. Si detrás quedan menos de 1,0 m de SAP, la revisión avisa cuánto hay que ensancharlo.
- Donde está la barrera no van hitos de arista, y los delineadores de curva quedan detrás de ella. Los terraplenes sobre el 80 % de la altura permitida, y los que tienen terreno bajando al pie, quedan avisados para revisarlos.



Figura 16.5 Una barrera metálica de doble onda en el visor 3D, con su terminal abatido que baja hasta el suelo.

Barreras a mano. Cuando usted decide una barrera que la Lámina 6.502.504.A no exige (una caída a un cauce, un muro, un obstáculo), escriba su lado y su tramo en **Barreras a mano**, en los parámetros de la señalización: por ejemplo `D 95–135; I 95–135` (derecha e izquierda, del Dm 95 al 135). Llevan sus terminales con las mismas reglas que las propuestas, quitan los hitos de arista donde están, se dibujan en las láminas H y SD y se cubican en la partida de su tipo. Una que cae junto a una propuesta se une a ella, y funcionan aunque la propuesta automática esté apagada. El panel dice el origen de cada barrera («a mano» o «6.502.504») y avisa si una puesta a mano es más corta que el largo mínimo de la Tabla 6.502.702.A.

Las barreras se ven en la planta (capa `SEN<n>–BARRERAS`), en el 3D y en las láminas SD. El panel de la señalización tiene la tabla de barreras, con su altura, largo y extremos, y desde ahí se apagan o se cambia su tipo. Entran en las cantidades por metro con sus terminales: partida 707-1, 712-1, 712-2 o 713-2 según el tipo.

CONSEJO

La barrera es una propuesta: donde convenga, se puede tender el talud a 1:3 (V:H) en vez de ponerla (6.502.504(2)). Los riesgos al pie del talud, como un canal o una roca, no los ve el programa: revíselos en terreno.

NORMATIVA

Barreras según el MC-V6 6.502.5 a 6.502.7 y 6.503.1, con los detalles de las Láminas 4.302.001 a 4.302.007 y 4.302.101 a 4.302.103 del MC-V4. Cantidades con las partidas 707, 712 y 713 del MC-V5.

16.4 Láminas SD y cantidades

Láminas › **Láminas del camino** › **Lámina SD** genera las láminas de seguridad vial del eje elegido con el formato del MC-V2: la planta 1:1.000 con las señales, la demarcación y las barreras, un esquema por sentido de circulación, la visibilidad de adelantamiento y la simbología. La última lámina lleva el cuadro de cantidades. El título «PLANTA DE SEÑALIZACIÓN Y DEMARCACIÓN» y las notas van en la esquina de la planta que no tapa el diseño; si ninguna queda libre, sobre un fondo blanco. La nota de las tachas dice el espaciamiento usado y sus colores según el 6.303.404(6): blancas en el eje segmentado, rojas entre las líneas de la continua doble, bicolores en la mixta y, en los bordes, amarillas con berma de 2,0 m o más y rojas con menos.

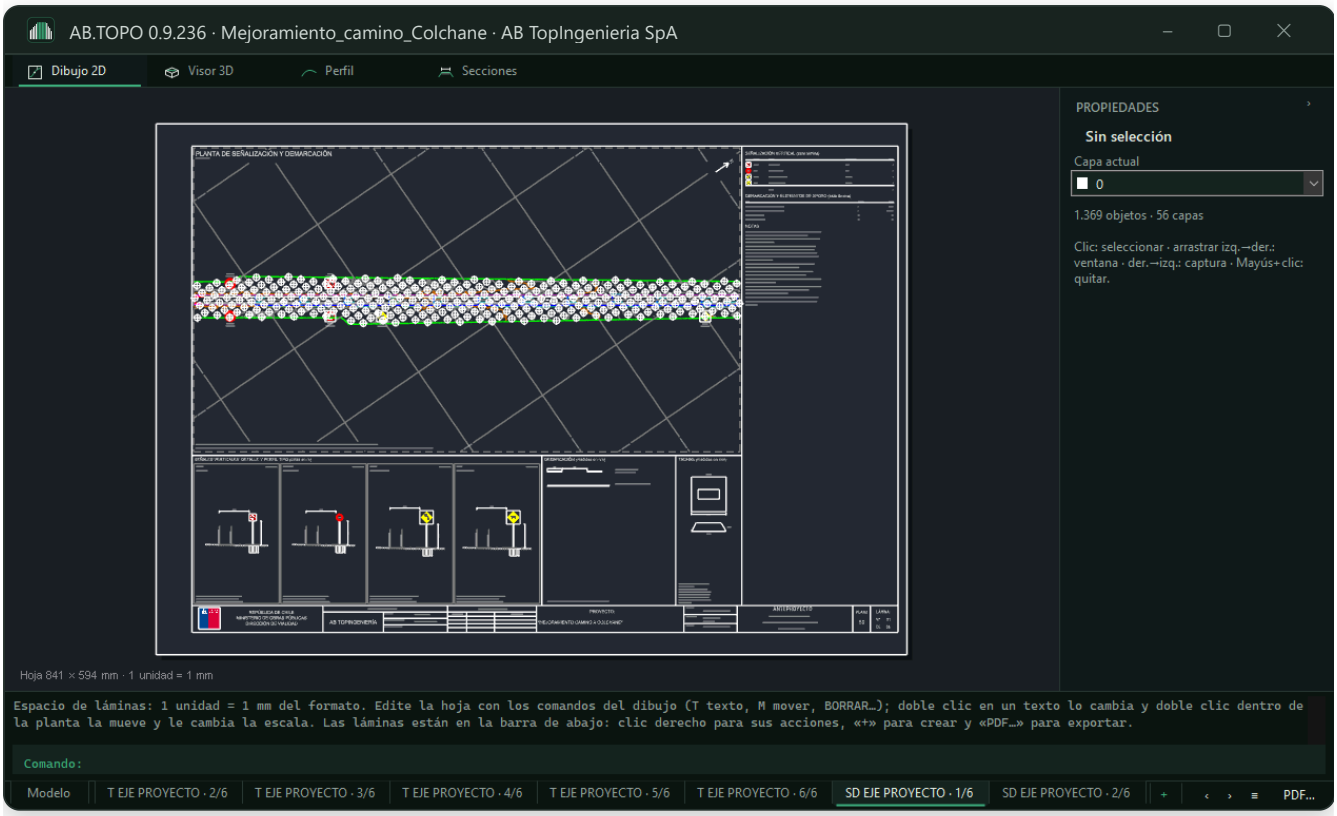


Figura 16.6 Una lámina SD del ejemplo en el espacio de láminas.

Abajo de la planta, cada lámina lleva el detalle de lo que hay en ella:

- Una ficha por cada señal, con su perfil tipo sobre la sección real del camino donde va. La ficha muestra la placa a escala, la distancia A al borde de la calzada, la altura H, los postes y los dados de hormigón según la superficie de la placa (Lámina 4.303.003 del MC-V4) y el largo de poste.
- La barrera de contención, con su perfil tipo en terraplén y la elevación de su terminal.
- Las líneas de demarcación y las tachas, con sus medidas.

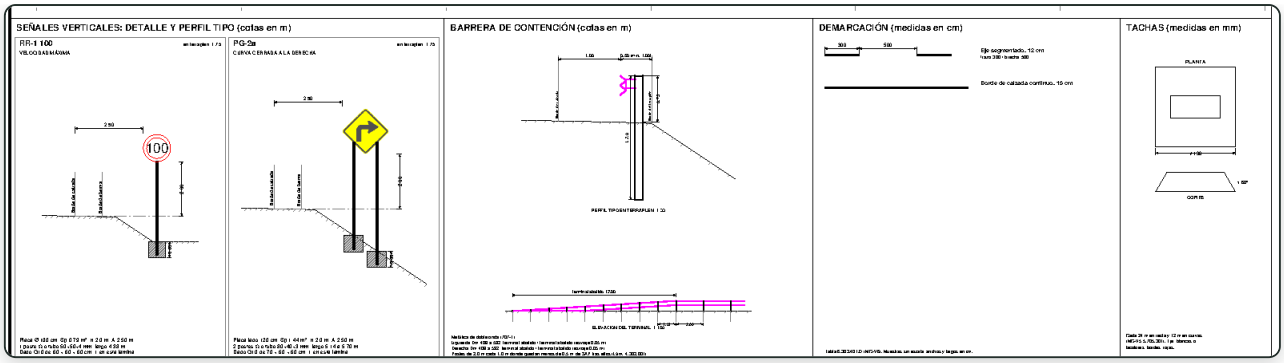


Figura 16.7 La franja de detalles de una lámina SD: las fichas de sus señales con su perfil tipo, la barrera, la demarcación y las tachas.

Cantidades (CSV) guarda en un CSV cada señal con su ubicación, las barreras con sus extremos y el resumen por partida del MC-V5, listo para el presupuesto. Las partidas son 702 (señales y elementos de apoyo), 704 (demarcación), 705 (tachas) y las de las barreras.

CAPÍTULO

17

Pestaña Láminas: planos listos para entregar

Las láminas son el final del camino, y todas se hacen en esta pestaña. AB.TOPO las genera con el formato de la Dirección de Vialidad (MC-V2) para los proyectos viales y con la viñeta de su empresa para los planos topográficos, de obra y de cualquier dibujo. Se revisan y retocan en el espacio de láminas y salen en PDF, DXF o DWG para seguir en AutoCAD o Civil 3D. Aquí están también los entregables del camino y de la obra: tablas, archivos para otros programas y replanteo.

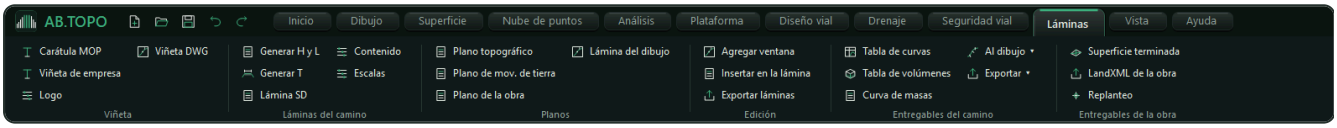
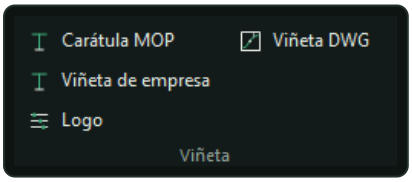


Figura 17.1 La pestaña Láminas, de izquierda a derecha: Viñeta, Láminas del camino, Planos, Edición, Entregables del camino y Entregables de la obra.

17.1 Viñeta



Grupo Viñeta

Los datos se llenan una vez por proyecto y van en todas las láminas.

Carátula MOP	Abre el cuadro único de los datos de la viñeta con las secciones de la viñeta MOP abiertas: mandante, ejecutor, jefe administrador, inspector fiscal, proyecto, región, provincia, comuna, título y numeración.
Viñeta de empresa	Abre el mismo cuadro con las secciones de la viñeta de su empresa abiertas: empresa, solicitante, región, provincia, comuna, sector, profesionales, revisión y número de plano.
Logo	La imagen del logo de su empresa (PNG o JPG). Va en la viñeta de las láminas MOP (en «Ejecución del proyecto») y en la de los planos topográficos. Queda en el proyecto y en el equipo, para los proyectos nuevos.
Viñeta DWG	Carga la viñeta de su empresa o de un mandante desde un DWG o DXF: todas las láminas salen con ella, con sus campos llenos (ver 17.6).

Todas las viñetas del proyecto (MOP, de empresa y la propia) toman sus datos de **un solo cuadro**, sin campos repetidos: cada dato se escribe una vez. Carátula MOP y Viñeta de empresa abren ese mismo cuadro, cada uno con sus secciones desplegadas. Los datos se guardan con el proyecto y van en las láminas que se creen desde ese momento.

- **Con el logo de Gobierno de Chile**: sin esta casilla, la casilla del mandante de la viñeta MOP lleva solo sus tres líneas, para un mandante que no es del Estado o un trabajo de ejemplo.
- **Número de la primera lámina** y **Total de láminas** (automático, o el que escriba si el juego tiene más láminas que las del programa) numeran el juego.
- **Notas generales del juego**: las notas del proyectista, separadas por « | », que van en todas las láminas con cuadro de notas, además de la referencia de coordenadas y cotas y la verificación en terreno que cada una lleva.

Los cuadros que crean láminas (plano topográfico, plano de la obra, láminas de perfiles) traen estos mismos datos en secciones plegadas «Viñeta: …», para revisarlos antes de crear.



Figura 17.2 El cuadro único de los datos de la viñeta del ejemplo: mandante, proyecto y ubicación, empresa y profesionales, revisión y número, y título y numeración de la viñeta MOP.

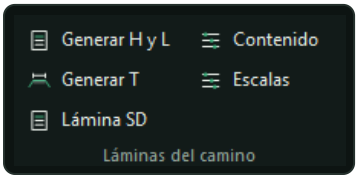
Aplicar datos de la viñeta a láminas… Si cambia un dato cuando ya hay láminas, al aceptar el cuadro se ofrece aplicarlo también a las ya creadas; después se hace con *Aplicar datos de la viñeta a láminas…* en el clic derecho de una lámina o en el botón «+» de la barra de láminas. Elija cuáles (todas, la abierta, las marcadas o las del juego): sus casillas de región, provincia, comuna, sector, profesionales, empresa, mandante, revisión… se reescriben con los datos de ahora, sin rehacer las láminas, así que sus ediciones quedan. Una casilla vacía se llena. Ctrl + Z lo deshace. Las láminas con carátula simple no se reconocen: el registro dice cuántas son, y hay que volver a generarlas.



Figura 17.3 La viñeta del MOP en detalle: el mandante con el logo del Gobierno de Chile, la ejecución con el logo de su empresa, la recepción, el proyecto, la ubicación, el título con los Dm y las escalas, y la numeración.

> **UNA SOLA VIÑETA PARA EL JUEGO**
> En Exportar láminas, **Viñeta del juego** decide si todas las láminas llevan la misma viñeta: automática (MOP en un proyecto vial con normativa MC-V3, la topográfica de la empresa en los demás), MOP en todas, topográfica en todas, o cada lámina la suya. Con una sola, todas llevan los mismos campos, y toda planta lleva norte, escala gráfica y grilla de coordenadas. Vale para las láminas que se generen desde ese momento: si la cambia, vuelva a generar las del juego.

17.2 Las láminas del camino



Grupo Láminas del camino

Toman solos el eje en que se trabaja; si hay varios, preguntan cuál.

Generar H y L	Del eje: láminas H (planta con los perfiles tipo y el cuadro de elementos de curva) y L (perfil longitudinal, dos franjas por lámina), cada una con el tramo más largo que cabe en la hoja A-1. Antes pregunta las escalas.
Generar T	Los perfiles transversales 1:200 del eje (o a la escala que elija).
Lámina SD	Las láminas de señalización y demarcación (MC-V2, Seguridad Vial) del eje, con el cuadro de cantidades en la última. Antes hay que crear su señalización (capítulo 16).
Contenido	Qué lleva la planta de las láminas H además del eje: su dibujo 2D, las curvas de nivel, los bordes y cunetas, los taludes, el mapa de ubicación, los caminos de los otros ejes, el dibujo del levantamiento y la ortofoto de fondo; cómo van los datos de las curvas, y qué va bajo cada perfil de las T.
Escalas	La escala de cada tipo de lámina: la automática o la que usted elija (ver más abajo). También se pregunta al generar cada lámina.

Antes de generar: el contenido

En **Contenido** decida qué se ve en la planta: su propio dibujo 2D (textos, cotas, detalles que haya agregado), las curvas de nivel de la superficie, los bordes de calzada, berma, SAP y cunetas, los taludes y el mapa de ubicación; y si bajo cada perfil de las láminas T van las áreas (AC y AT) y los volúmenes (VC y VT). Además:

- **Dibujo del levantamiento en las láminas**: los textos y líneas del dibujo importado van en las plantas solo si lo marca. Un texto que en la hoja mediría más de 6 mm no va.
- **Caminos de los otros ejes en la planta**: el camino de los demás ejes va en gris, sin peines, rótulos ni globos.
- **Datos de las curvas en la planta**: por omisión, cada curva lleva un círculo chico con el número del vértice (V12) y sus datos van en el **Cuadro de elementos de curva** de la misma lámina, con letra de 2,5 mm; también puede volver al círculo con todos los datos en la planta.
- **Ortofoto de fondo** y **Aclarar la ortofoto (%)**: el ortomosaico del proyecto bajo el dibujo, atenuado (17.5).

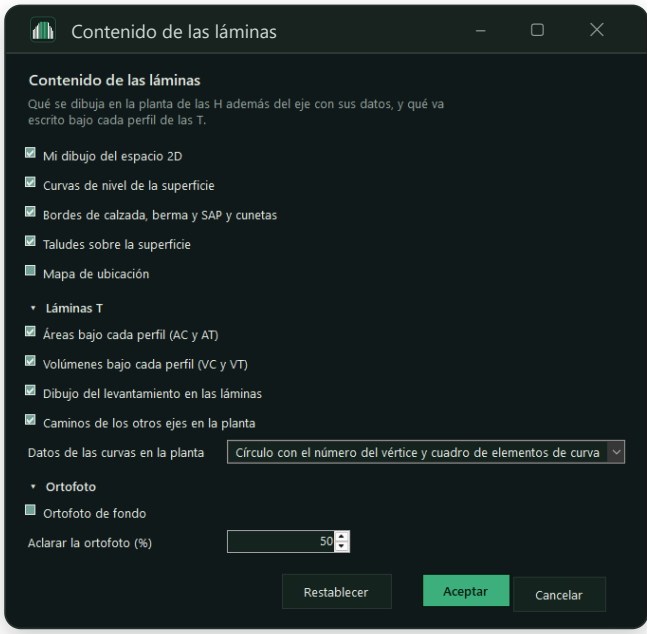


Figura 17.4 Qué lleva la planta de las H, qué va bajo cada perfil de las T, los datos de las curvas y la ortofoto.

En los ejes de conservación (diseño libre), la banda de gradientes de la lámina L junta las tangentes que difieren menos que una tolerancia en un solo tramo con su pendiente media.

El **mapa de ubicación** se arma solo: Chile entero con la zona marcada y, al lado, la zona a la escala que muestre el proyecto y la localidad más cercana, con la grilla UTM, las rutas con su rol, las localidades, la costa y los límites regionales. Las rutas y localidades de Chile vienen incluidas en el programa (OpenStreetMap), así que no hace falta conexión a internet.

Las láminas H, L y T

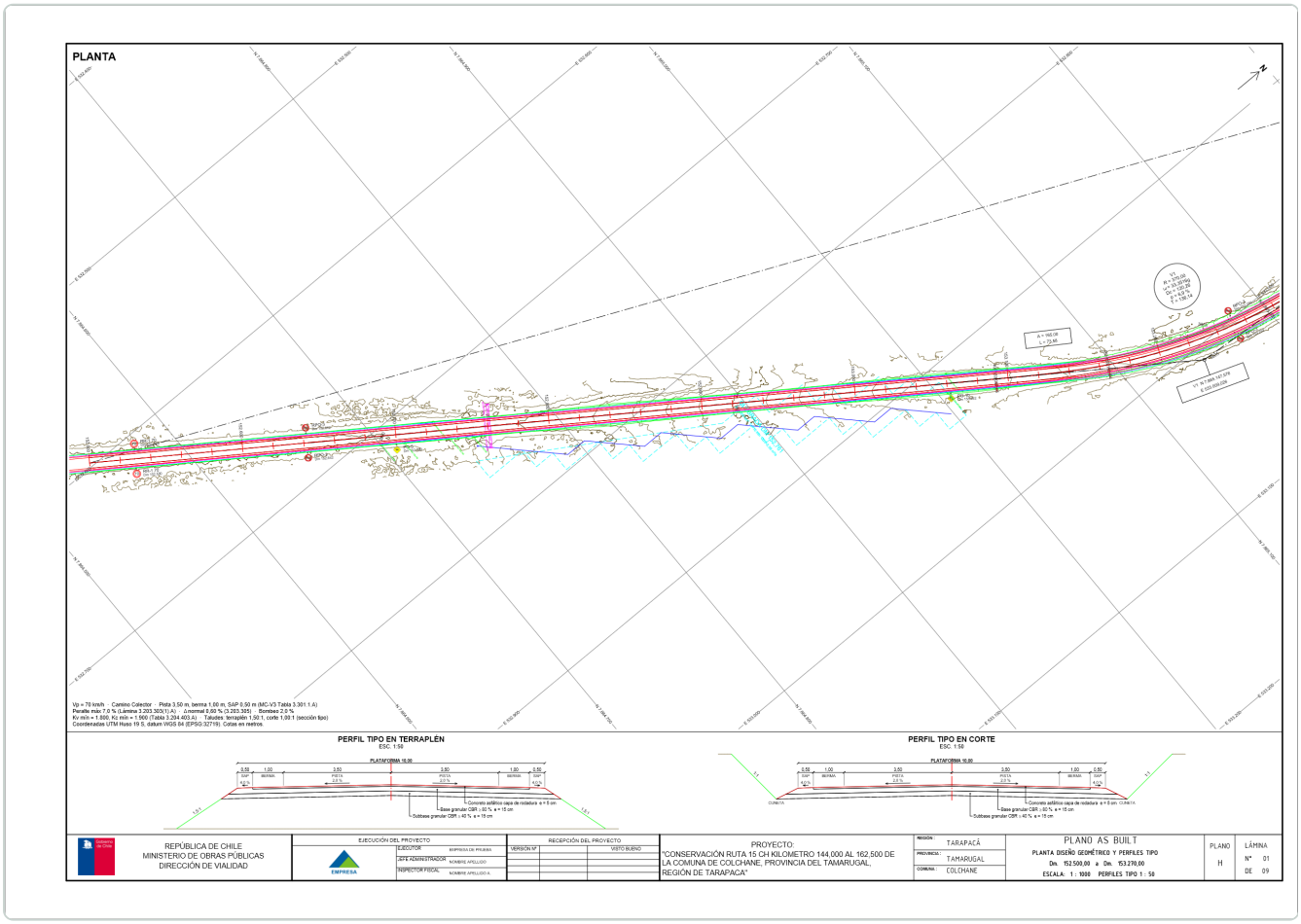


Figura 17.5 Una lámina H: la planta 1:1.000 como ventana sobre el dibujo, girada para que entre el tramo más largo, con la grilla de coordenadas, el norte y los datos de las curvas; abajo, los perfiles tipo en terraplén y en corte con el paquete estructural, y la viñeta del MOP.

- **H**: la planta va centrada en el diseño del tramo (el eje y lo que cuelga de él: intersecciones, accesos, bocas de alcantarillas). Un camino que cabe entero en una hoja va a la mayor escala normalizada con que cabe, no siempre a 1:1.000. Los rótulos del eje y de las obras no se pisan entre sí ni quedan sobre las líneas del diseño; los que no caben quedan con su número y sus datos en el cuadro de elementos de curva. Los textos de las intersecciones van en su lámina I (17.3).
- **L**: el nivel de referencia cambia justo donde el perfil dejaría de caber en su franja, así sirve también con pendientes fuertes. La exageración vertical es 10 con la viñeta MOP y 5 con la topográfica. Un camino corto que cabe a mayor escala en dos franjas de una sola lámina va así.

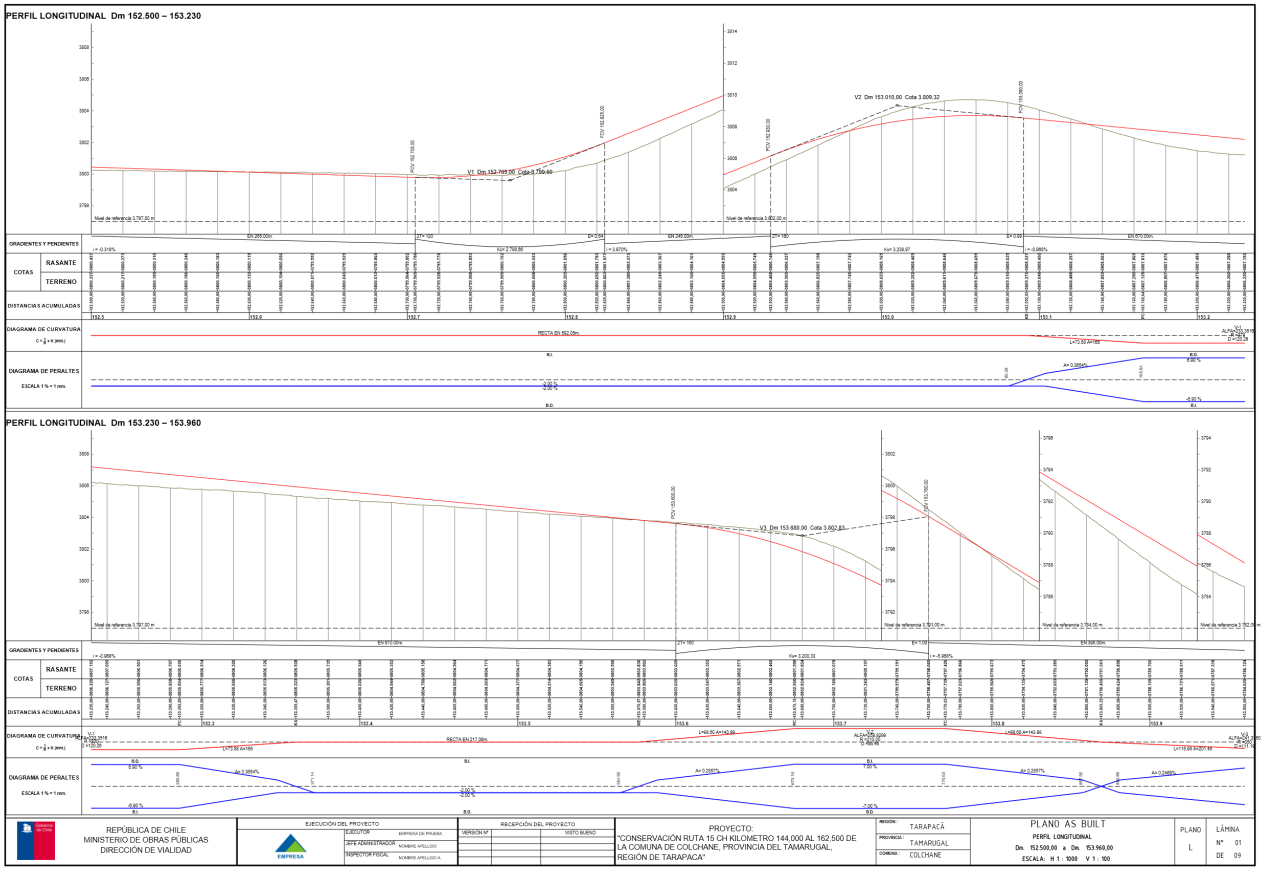


Figura 17.6 Una lámina L: el perfil longitudinal H 1:1.000 V 1:100 en dos franjas, con la guitarra completa (pendientes, cotas, distancias, curvatura y peraltes).

Las láminas T se arman con las secciones del eje a 1:200, repartidas parejo entre láminas y columnas, cada una con su Dm, sus cotas y, si lo pidió, sus áreas y volúmenes. Van cada intervalo y en los cambios de la sección, no en cada ajuste puesto a mano. Las láminas SD se explican con la señalización, en 16.4.

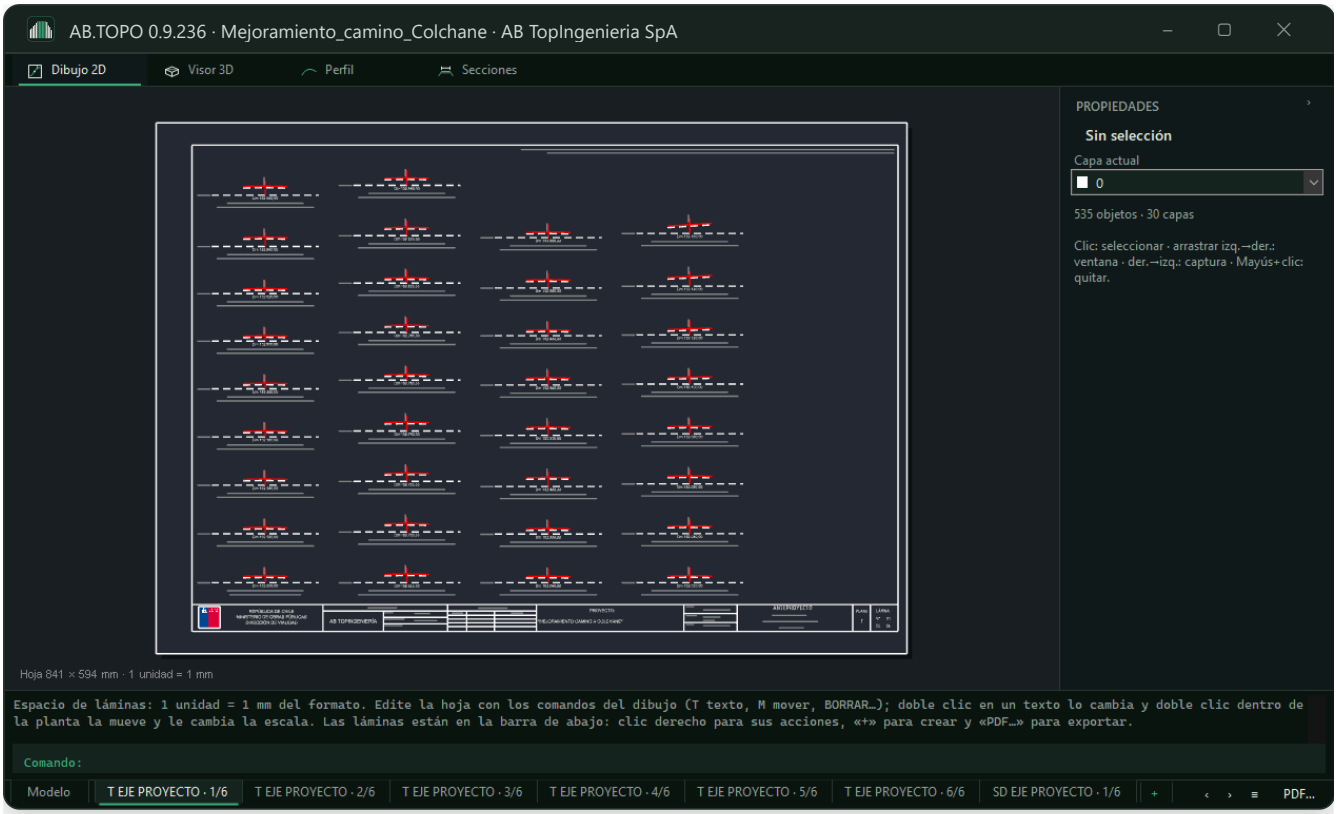


Figura 17.7 Una lámina T del ejemplo en el espacio de láminas.

En las plantas, los taludes van en rojo (corte) y verde (terraplén) con sus peines parejos a lo largo de la línea alta del talud, y el diseño destaca sobre lo existente: ejes, bordes y rasante en color y con pluma gruesa, las curvas de nivel del terreno en gris y finas.

> **NORMATIVA**
> Escalas del MC-V2: planta 1:1.000, perfil longitudinal H 1:1.000 y V 1:100, perfiles transversales 1:200. Las láminas H y L se piensan en A-1; el PDF se puede imprimir en A-3 (la mitad de tamaño). En un camino corto (un acceso) la lámina L va más grande (hasta H 1:100 V 1:10) y al medio de la hoja, y si los perfiles caben en una lámina, la T va a 1:50 o 1:100 en columnas parejas. Letra mínima de 2,5 mm en las láminas que se reducen (2.902.101).

Elegir la escala

Al generar cualquier lámina vial (H y L, T, SD, diagrama de masas o perfil de un colector) el programa pregunta su escala, con la automática marcada. La elegida queda en el proyecto para la próxima vez; el botón **Escalas** las muestra todas juntas.

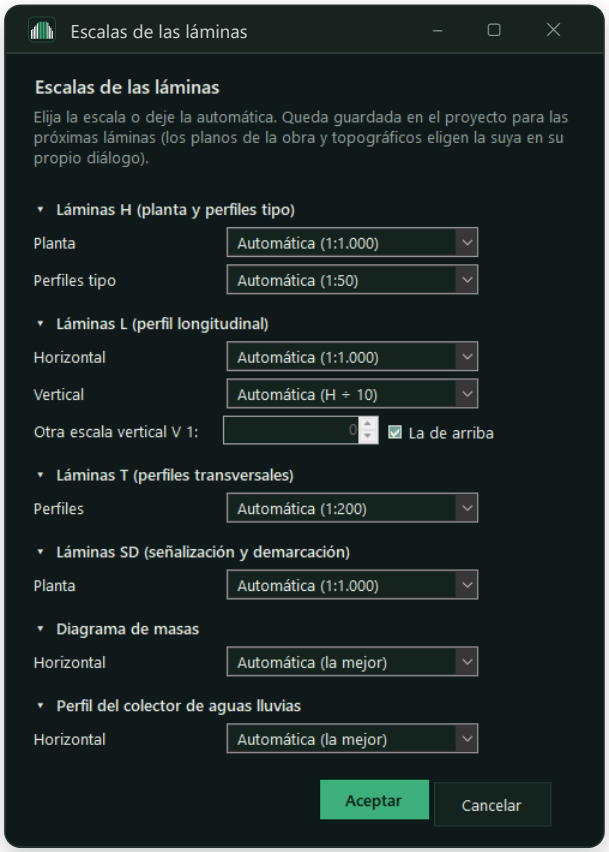


Figura 17.8 Las escalas de todas las láminas viales, cada una con su automática.

- **Planta de las H y de las SD**: de 1:250 a 1:5.000. Cada lámina lleva el tramo más largo que cabe a esa escala, y los rótulos del eje y de las obras (Dm, puntos singulares, datos de las curvas, textos de intersecciones, drenaje y señales) quedan del mismo tamaño en la hoja a cualquier escala.
- **Perfiles tipo**: de 1:20 a 1:200.
- **Perfil longitudinal (L)**: horizontal de 1:100 a 1:5.000; vertical de 1:10 a 1:5.000 (también igual a la horizontal, sin exagerar) o cualquier otra que escriba en **Otra escala vertical**. El perfil se reparte en franjas del largo que cabe a esa escala, dos por lámina.
- **Perfiles transversales (T)**: de 1:50 a 1:500, en las láminas que hagan falta.
- **Diagrama de masas y colector**: la horizontal (en el colector, la vertical es diez veces mayor).

Los planos topográficos y de obra eligen su escala en su propio diálogo (17.4).

17.3 Láminas de detalle del proyecto vial

Además de las H, L, T y SD, el botón «+» de la barra de láminas genera las láminas de detalle del juego. Llevan la viñeta del juego, la numeración corrida y las notas generales del juego, más las notas de construcción de cada obra.

- **Detalle de intersección (I)**, MC-V2 2.902.308: la planta recortada a la intersección (1:250 si cabe; si no, 1:500 con una ampliación del empalme), los puntos de replanteo numerados con su tabla de coordenadas y cotas, las cotas de la zona, la cuña y el ancho de cada pista, la demarcación y los cuadros de las curvas de giro y de las pistas; en un empalme, los datos de giro y el medio perfil y el perfil de cada giro.
- **Obra de arte (OA)**, MC-V2 2.902.306: una por alcantarilla calculada, como plano de construcción: perfil por el eje de la obra con el conducto, el emplantillado, el relleno, los muros de boca y el enrocado; planta; corte transversal con la zanja; elevaciones de los muros de boca con sus alas, y el cuadro de la obra con sus cantidades. Los muros de ala son informativos: todavía no van en la cubicación general.
- **Plano general, ubicación e índice (PU)**, MC-V2 2.902.301: va primero en el juego. Planta de todo el proyecto con los ejes, las intersecciones y las alcantarillas; ubicación; perfil tipo del camino principal; cuadro resumen de las obras y el índice de las láminas con sus siglas y escalas.
- **Diagrama de masas (DM)**: con la viñeta del juego y su numeración. Un camino corto va a la mayor escala con que cabe, desde 1:200.

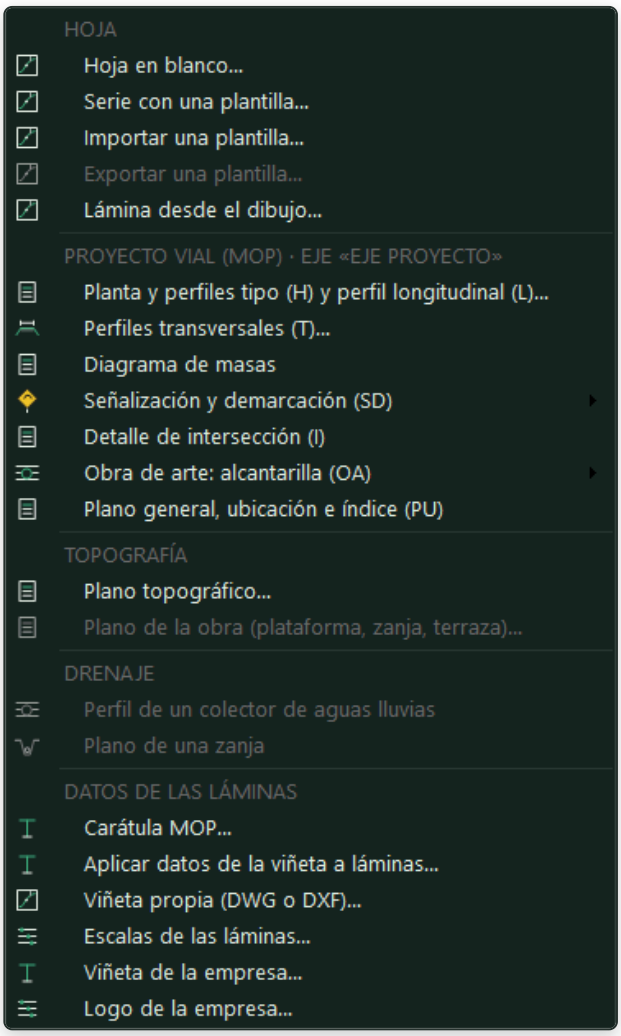
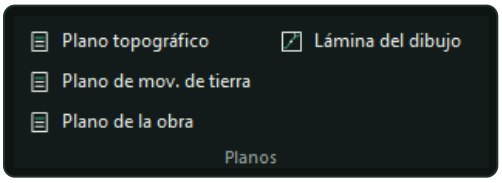


Figura 17.9 El botón «+» de la barra de láminas: hojas y plantillas, las láminas del proyecto vial (H y L, T, masas, SD, I, OA, PU), los planos y los datos de las láminas.

Otras láminas salen de sus propias herramientas: el plano de una zanja o un cauce (PZ, capítulo 9), las láminas de perfiles de superficies (PS, **Análisis › Perfiles › Láminas de perfiles**) y el plano del conjunto de obras (EX, **Plataforma › Conjunto de obras › Plano del conjunto**). La lámina PS lleva, además de la planta y el perfil, el mapa de ubicación, el cuadro de puntos de referencia (PR, BM, GPS… del dibujo, con norte, este y cota), las notas y la simbología; cada uno se enciende o apaga en el cuadro «Láminas del perfil».

17.4 Planos



Grupo Planos

Con la viñeta de su empresa (17.1) o la del juego.

Plano topográfico `PLANOTOPO`	Lámina de un levantamiento, un predio o una zona del dibujo: la planta como ventana sobre el dibujo con curvas de nivel, grilla UTM y escala gráfica. Con una zona (la polilínea cerrada elegida, o la que elige o marca en el dibujo), agrega sus vértices con coordenadas, los lados, la superficie y el perímetro, y todo lo que el proyecto tiene en ella (sigla PT). Sin zona, la planta muestra el área del diseño.
Plano de mov. de tierra `PLANOMT`	Lámina (A-4 a A-0, horizontal o vertical) del mapa de corte y relleno elegido, sin diseño de por medio: la planta con los colores, los valores y la cuadrícula, los rangos con su área y volumen, el resumen y la viñeta (sigla MT).
Plano de la obra	La lámina de una plataforma, zanja, terraza u otra obra de tierra calculada: planta, los cortes que elija, cuadros de coordenadas y volúmenes (sigla PP, capítulo 9).
Lámina del dibujo	Lleva a una lámina lo seleccionado, todo el dibujo o una zona que marca, con sus unidades, la escala, la hoja y la viñeta que elija (sigla PL).

Plano topográfico

A diferencia de las láminas MOP, en los planos topográficos las **escalas y el contenido los elige cada trabajo**: la escala de la planta (por omisión, la que mejor queda: la mayor escala normal —1:500, 1:750, 1:1.000, 1:1.500, 1:2.000… 1:5.000, 1:7.500, 1:10.000— con que la zona cabe; si con los perfiles más bajos la planta sube de escala, van más bajos), si lleva perfiles y a qué escalas, la grilla de coordenadas, la viñeta y el formato de hoja.

Para el plano de un predio o de un sector, elija la **Zona** en el diálogo: la polilínea cerrada que tenga elegida o **Elegir o marcar en el dibujo…**, que al aceptar le pide la polilínea cerrada (o un círculo) o le deja marcar el contorno con clics («Marcar»). El plano trae el cuadro de vértices con coordenadas, los lados, la superficie y el perímetro.

Sin zona, **Área a mostrar** elige entre **Área del diseño (automático)**, que encuadra la planta en las obras con un margen y a la mayor escala que cabe, y **Todo el terreno**.

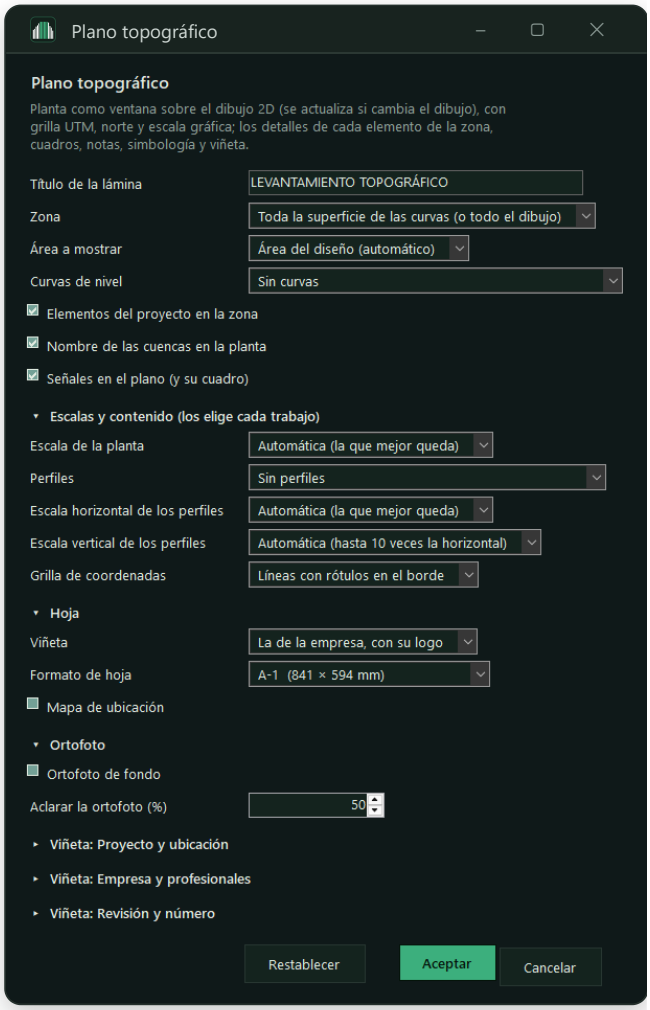


Figura 17.10 Título, zona, área a mostrar, curvas, elementos del proyecto, cuencas y señales; escalas y perfiles, hoja, ortofoto y los datos de la viñeta.

El plano **busca solo los elementos del proyecto que caen en la zona** y cada uno trae lo que se entrega de él, con el mismo estilo: las obras de tierra con sus cortes y cuadros de coordenadas y volúmenes; las zanjas con su perfil, secciones tipo y cuadros de cámaras; los caminos con sus perfiles tipo; los acopios con su cubicación; los perfiles de superficies, con la misma guitarra que en el dibujo 2D si llevan filas del eje; las intersecciones, rotondas y accesos; el drenaje y las señales. Los detalles van bajo la planta en filas parejas y los que no caben, en láminas de detalles con la misma viñeta. También se pide alrededor de un elemento con **Plano topográfico de la zona…** en el menú de la plataforma, la zanja, el acopio o el perfil.

- **Superficies de proyecto**: las superficies que parecen de proyecto (por ejemplo, un terraplén modelado como superficie) aparecen en el diálogo con una casilla cada una, para incluirlas con sus curvas y su volumen contra el terreno.
- **Nombre de las cuencas en la planta** y **Señales en el plano (y su cuadro)**: se apagan si estorban; las señales van igual en las láminas SD.
- La simbología lista solo las capas con objetos dibujados (no la capa 0, DEFPOINTS ni las de análisis), y los cuadros de referencias y de revisiones van lado a lado en la viñeta.
- Las líneas de los perfiles llevan el símbolo de corte de los planos de obra, en la capa `SIMBOLO_CORTE`: la letra, la lámina del perfil y la dirección en que se mira.

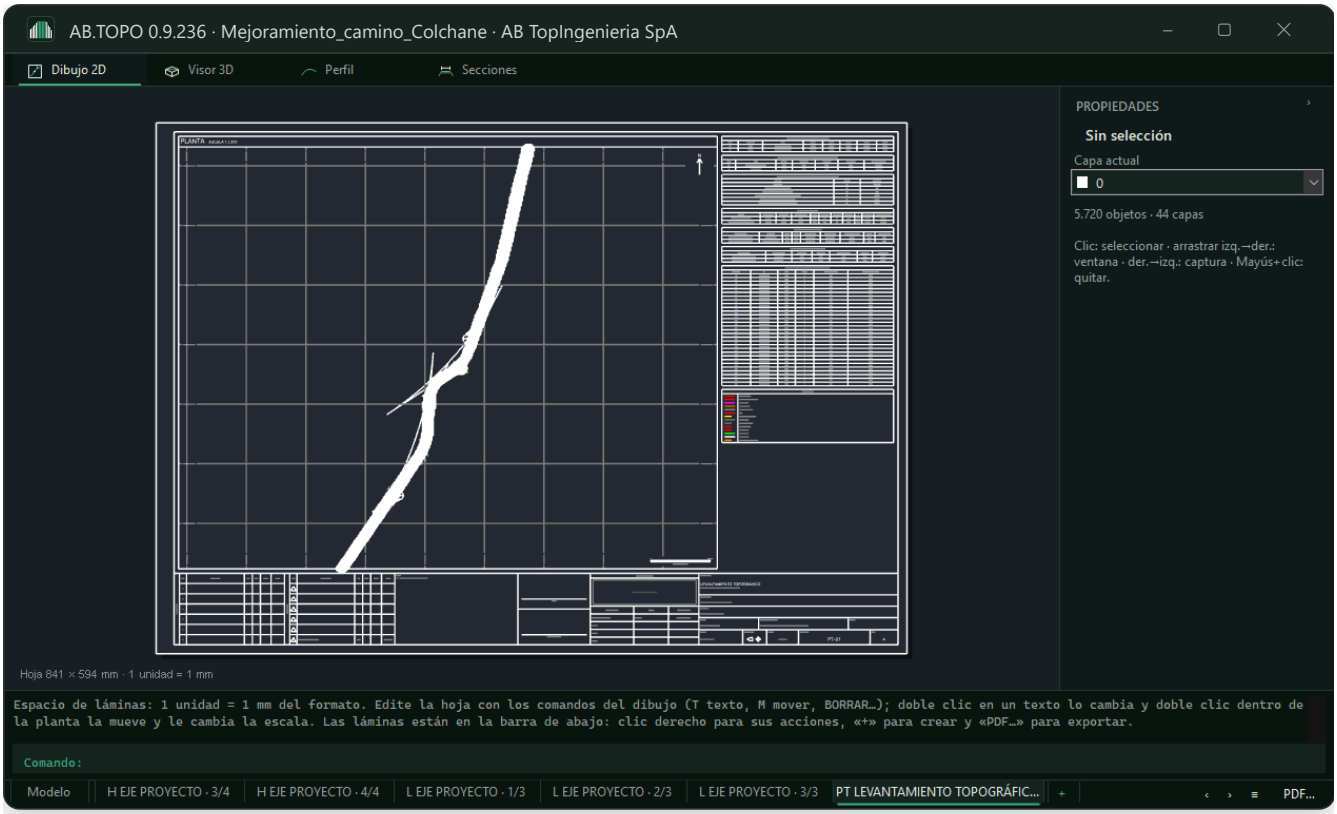


Figura 17.11 El plano topográfico del ejemplo (PT) en el espacio de láminas, con la viñeta de la empresa.

Plano de movimiento de tierra

Plano de mov. de tierra (también con el clic derecho del mapa de corte y relleno en el árbol, o el comando `PLANOMT` / `PMT`) hace una lámina del mapa elegido (sección 8.1), sin diseño de por medio. Primero haga el mapa entre las dos superficies en **Análisis › Corte y relleno › Mapa corte/relleno**.

- La planta lleva los colores, los valores y la cuadrícula del mapa, el borde de la zona, las curvas de nivel y la grilla de coordenadas; si la zona es larga y está girada, la planta se gira para quedar más grande.
- Cuadros: los rangos con su color, área y volumen; el resumen (superficies, áreas, corte, relleno, neto, tolerancia y método); los datos del trabajo y las notas; norte y escala gráfica.
- Perfiles: de 0 a 4, por omisión uno longitudinal (A-A) y uno transversal (B-B) por el centro, o trazados a mano con líneas del dibujo. Llevan las dos superficies, el corte y el relleno rayados en rojo y verde y la guitarra de cotas y diferencias.
- Hoja de A-4 a A-0, escala automática o la que elija, y la viñeta de la empresa, la propia o la carátula simple. Si los valores del mapa no se leerían impresos, lo avisa y ofrece otra escala u otro paso de valores.
- Si cambia el mapa, *Actualizar plano de movimiento de tierra* (clic derecho del mapa en el árbol) lo rehace con un clic, respetando los perfiles elegidos.

Lámina del dibujo: piezas, detalles y croquis

No todo lo que se lamina es un camino o una plataforma. Con **Lámina del dibujo** (en este grupo, en el botón «+» de la barra de abajo o con el clic derecho sobre lo seleccionado, *Lámina con lo seleccionado…*) cualquier parte del dibujo 2D va a una lámina con su escala y su viñeta, como una presentación de AutoCAD: una ventana sobre el dibujo, viva, que muestra lo que cambie después.

- **Qué mostrar**: lo seleccionado, todo el dibujo o una zona que marca con dos esquinas al aceptar.
- **Unidades del dibujo**: metros (los planos del programa), centímetros o milímetros. Una pieza dibujada en milímetros a 1:1 sale de su tamaño real.
- **Escala**: de 10:1, 5:1 y 2:1 (ampliadas, para piezas chicas) a 1:1, 1:1,5, 1:2, 1:2,5… hasta 1:50.000, o la **automática**: la mayor con que todo cabe.
- **Hoja**: el formato (A-0 a A-4, Carta, Oficio…) y la orientación; la automática elige la que deja el dibujo más grande.
- **Viñeta**: el **rótulo de dibujo técnico** (un cajetín de 180 × 36 mm abajo a la derecha, como el de la ISO 7200, con el logo y la empresa, el título, el proyecto, la escala, las unidades, dibujó, revisó, fecha, lámina, número de plano, revisión, formato y el símbolo del primer diedro), la de la empresa o la carátula simple. Si cargó su propia viñeta (17.6), va esa. La escala gráfica y la ortofoto de fondo son opcionales.

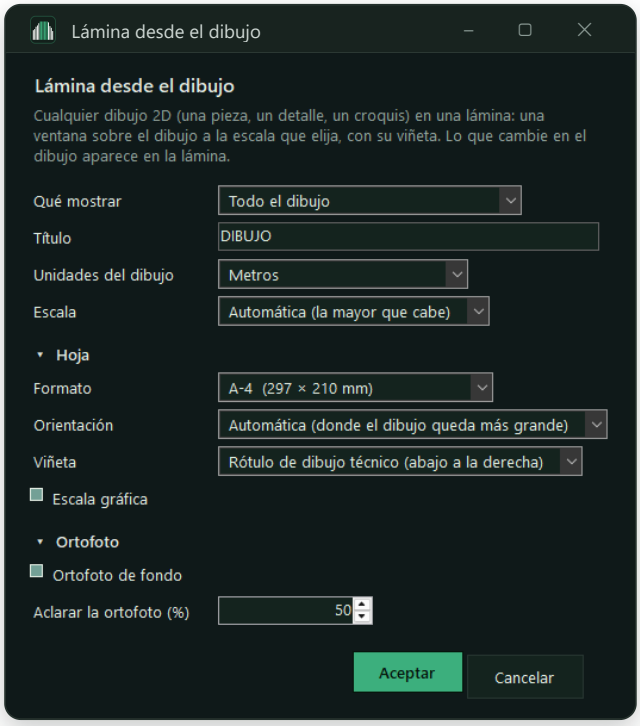


Figura 17.12 Qué mostrar, título, unidades, escala, hoja, viñeta y ortofoto.

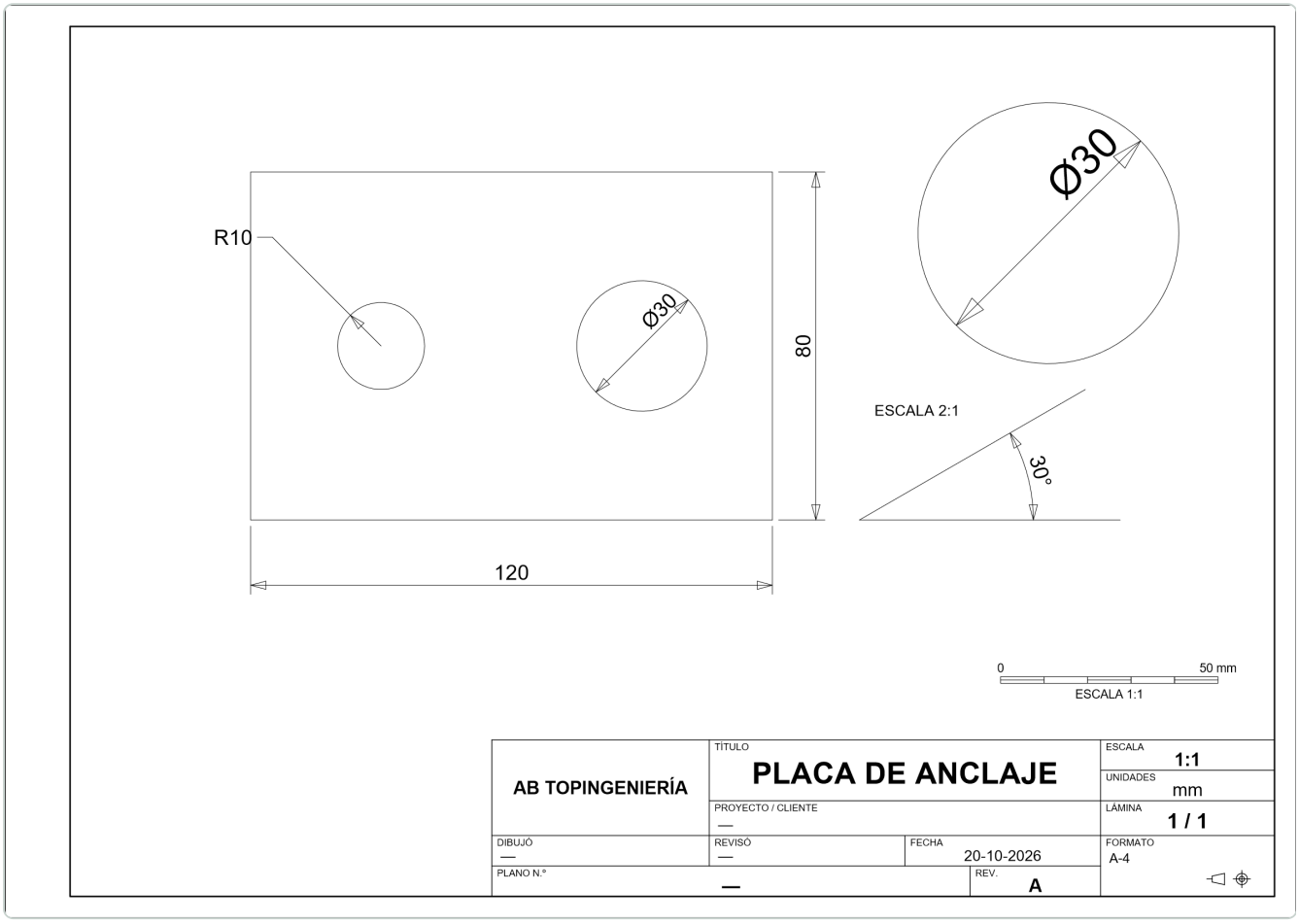
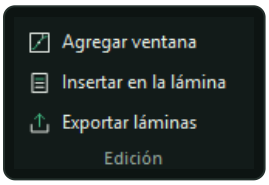


Figura 17.13 La placa del ejemplo del capítulo 5, dibujada en milímetros, en una A-4 a 1:1 con el rótulo de dibujo técnico; arriba a la derecha, un detalle del agujero grande a 2:1 agregado con «Agregar ventana».

En la lámina, la ventana se trabaja como la planta de las demás (17.5): **doble clic dentro de ella** y se arrastra el dibujo; la **rueda** pasa por las escalas (en una pieza, 2:1, 1:1, 1:1,5, 1:2…) y el clic derecho las muestra todas. La escala del rótulo sigue a la de la ventana. Con doble clic en el marco de la ventana se escribe la escala (`1:5` , `2:1` , `500`) y se cambian las unidades.

> **CONSEJO**
> Al exportar con *DXF y DWG con presentación y ventanas*, la pieza queda en el espacio modelo en sus unidades y cada ventana como un VIEWPORT a su escala (1:1 = 1 mm de la hoja por mm del dibujo): en AutoCAD se sigue trabajando como si se hubiera dibujado ahí.

17.5 Edición: el espacio de láminas y la exportación



Grupo Edición

Trabajan sobre la lámina abierta.

Agregar ventana	Otra vista del dibujo en la lámina abierta, por ejemplo un detalle ampliado: marque su recuadro en la hoja y muestra lo seleccionado en el dibujo, o todo, a la escala que elija (1:100 a 1:5.000 u otra) o la mayor que cabe, con su título y su escala debajo.
Insertar en la lámina	Arme la lámina a mano con **piezas vivas**: perfil tipo, perfil longitudinal del tramo con su guitarra, cuadros de curvas horizontales y verticales, de coordenadas del eje y de cubicación, leyenda del paquete, norte, escala gráfica, mapa de ubicación, notas y bloques (sección 17.7).
Exportar láminas	Las láminas del proyecto a PDF y, si quiere, un DXF o un DWG por lámina, con presentación y ventanas. Lo mismo hace **PDF…** en la barra de láminas de abajo.

Todas las láminas viven en la barra de abajo, junto a **Modelo**. Al abrir una, el área de trabajo pasa a la hoja (1 unidad = 1 mm del formato) y la cinta pasa a la pestaña Láminas. Se edita con los mismos comandos del dibujo (texto, mover, borrar, líneas…), así que puede agregar notas, corregir un texto o mover un cuadro como en cualquier CAD:

- **Doble clic en un texto** lo cambia.
- **Doble clic dentro de la planta** permite moverla y cambiarle la escala (también desde el clic derecho, *Ajustar planta*).
- La planta es una **ventana viva** sobre el dibujo 2D: lo que cambie en el dibujo se ve en la lámina.

`Agregar ventana` (también con el clic derecho en la pestaña de la lámina) suma otra vista en la misma hoja: marque su recuadro con dos esquinas y muestra lo que tenga seleccionado en el dibujo (o todo) a la mayor escala que cabe, con su escala escrita debajo. Así se arma una pieza con sus detalles ampliados. Las cotas dicen siempre la medida del dibujo, a cualquier escala de la ventana.

Cada ventana se puede ajustar por separado:

- **Bloquear vista** (comando `BLOQUEARVISTA` o `BV`): su escala y su encuadre ya no cambian al moverse dentro de ella con la rueda. El mismo comando la desbloquea.
- **Colores y capas solo en esa vista**: elija objetos dentro de la ventana y cámbieles el color o la capa, u oculte capas, sin tocar el dibujo ni las otras vistas. `RESTABLECERVISTA` (`RVI`) la vuelve a los colores y capas del dibujo.
- **Ortofoto de fondo** (comando `ORTOLAMINA` o `ORL`): el ortomosaico del proyecto bajo el dibujo, atenuado según cada ventana. Sale en el PDF y en el DWG. También se marca en el contenido de las láminas y en el diálogo de

cada plano.

El botón «+» de la barra crea hojas y láminas (17.3); el clic derecho sobre la pestaña de una lámina la abre, le cambia el nombre, la duplica, le cambia el formato o la carátula, ajusta su planta, le agrega ventanas o piezas, la guarda como plantilla, la exporta a PDF o la elimina.

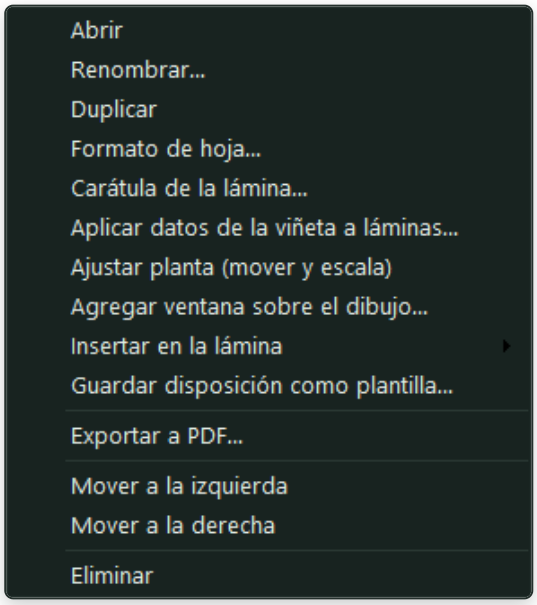


Figura 17.14 El clic derecho sobre una lámina, con «Aplicar datos de la viñeta a láminas...».

Las láminas que se quitan o se reemplazan al volver a generar un juego no se pierden mientras el programa siga abierto: el botón «+» muestra *Recuperar láminas quitadas* y las vuelve a poner en el proyecto. Cada lámina guarda la versión del programa que la hizo; las de archivos anteriores quedan como «versión desconocida».

Exportar a PDF, DXF y DWG

Exportar láminas, el botón **PDF...** de la barra o *Exportar a PDF...* en el clic derecho exportan la lámina actual, las marcadas, el juego completo o todas las del proyecto. Las láminas del mismo **juego** (por ejemplo, todas las H de un eje) se exportan juntas y comparten la carátula. Al exportar varias juntas, la numeración va corrida en el orden del juego («LÁMINA 3 DE 12»), cualquiera sea su tipo.

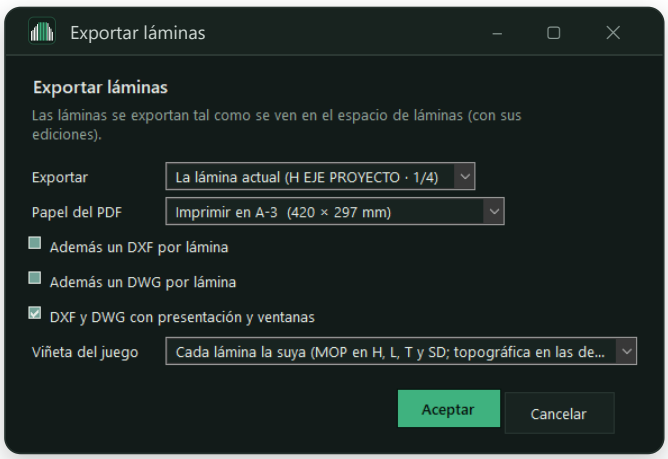


Figura 17.15 Qué láminas, en qué papel y si además se guarda un DXF o un DWG por lámina.

- **Papel del PDF**: el formato de cada hoja a tamaño real, o reducido para imprimir en otro formato (por ejemplo, láminas A-1 impresas en A-3).
- **Además un DXF por lámina** y **Además un DWG por lámina**: junto al PDF, con el mismo nombre y _01, _02...
- **DXF y DWG con presentación y ventanas**: el dibujo queda en el espacio modelo con sus coordenadas reales y la hoja en el espacio papel con su ventana (VIEWPORT), como una presentación de AutoCAD o Civil 3D. Si no se

marca, todo queda plano en la hoja.

- **Viñeta del juego**: una sola viñeta para todas las láminas o cada una la suya (17.1).

Los DXF salen en formato R2000 y los DWG en el de AutoCAD 2013, que abren AutoCAD y Civil 3D desde esa versión y también BricsCAD, ZWCAD y otros programas de CAD. Los dos llevan los textos técnicos de la viñeta en ISOCPEUR y los logos como imágenes junto al archivo: en AutoCAD se ven igual que en el PDF.

17.6 Su propia viñeta (DWG o DXF)

Con **Viñeta DWG** se carga la viñeta de su empresa o la que exige un mandante, dibujada en AutoCAD u otro programa. Desde ese momento todas las láminas del proyecto salen con ella: H, L, T, SD, planos de la obra y topográficos, diagrama de masas, perfil de colector y hojas en blanco. Se guarda con el proyecto; para volver a las viñetas del programa, pulse el botón otra vez y elija *No = quitarla*.

El programa reconoce qué trae el archivo y la ubica sola:

- **La hoja completa** (marco y viñeta, de A-3 o más): se ajusta a cada formato y el dibujo va en lo libre de su marco. Si viene de una presentación con su ventana (VIEWPORT), el dibujo va donde estaba la ventana.
- **Una faja** a lo ancho: abajo, al ancho del marco.
- **Una columna**: a la derecha, al alto del marco.
- **Un cajetín**: abajo a la derecha, a su tamaño.

Para que los datos cambien en cada lámina, escriba en los textos de la viñeta el nombre del campo entre llaves, o use atributos de bloque con esa etiqueta. Si el dato no cabe en su casilla, el texto se achica.

CAMPO	QUÉ PONE
{PROYECTO}	El nombre del proyecto de la carátula (o el camino, o el eje)
{CONTENIDO}	Lo que muestra la lámina: PLANTA DISEÑO GEOMÉTRICO..., PERFIL LONGITUDINAL...
{ESCALA}	La escala de la lámina
{DM}	El tramo: Dm. ... a Dm. ...
{LAMINA} · {TOTAL} · {LAMINA_DE}	El número, el total y «01 DE 05»
{SIGLA} · {N_PLANO}	H, L, T, SD, I, OA, PU, DM, MT, EX, PS, PZ, PL, PP, PT · el número de plano (o la sigla y el número)
{EMPRESA} · {MANDANTE}	El ejecutor · el solicitante o el mandante
{REGION} · {PROVINCIA} · {COMUNA} · {SECTOR}	La ubicación de la carátula
{ETAPA} · {FECHA}	El título del plano (ANTEPROYECTO...) · la fecha del día
{JEFE} · {INSPECTOR} · {DIBUJO} · {REVISO} · {APROBO} · {REVISION}	Los profesionales y la revisión de la carátula

Los demás textos (los títulos de las casillas, el nombre de la empresa, las notas) quedan tal cual, en negro. Las imágenes pegadas en AutoCAD (un logo o las firmas copiadas y pegadas, que AutoCAD guarda dentro del DWG) se leen solas; las que el DWG solo enlaza a un archivo (imágenes adjuntadas como referencia) deben estar en la misma carpeta que el DWG cuando lo carga. En los dos casos quedan guardadas en el proyecto. El registro dice qué campos encontró y si algo no se pudo dibujar.

17.7 Armado libre, plantillas y series de láminas

Además de las láminas que salen armadas, una lámina se puede componer a mano. Con **Insertar en la lámina** (también con el clic derecho en la pestaña de la lámina) se elige la pieza y se marca su recuadro en la hoja: entra ahí a su tamaño y después se mueve y se agranda con sus pinzas o con `M` y `ESCALA`; doble clic la cambia. Cada pieza es **viva**: se rehace sola si cambia el diseño, se guarda en el proyecto y sale igual en PDF, DXF y DWG.

- **Guardar disposición como plantilla** (clic derecho en una lámina armada): queda en el proyecto con su formato, viñeta, ventanas, piezas y textos. Las plantillas se exportan e importan (**.abplantilla**) para usarlas en otros proyectos.
- **Serie con una plantilla** (botón «+» de la barra de láminas): una lámina por tramo del eje, cada una con su planta centrada en el tramo, su perfil y sus cuadros, perfil tipo y cubicación de ese tramo. El largo por lámina puede ser el que cabe a las escalas de la plantilla, y las láminas de una serie suman lo mismo que el eje.
- En los textos de la plantilla, `{TRAMO}`, `{N}` y `{TOTAL}` se reemplazan en cada lámina.

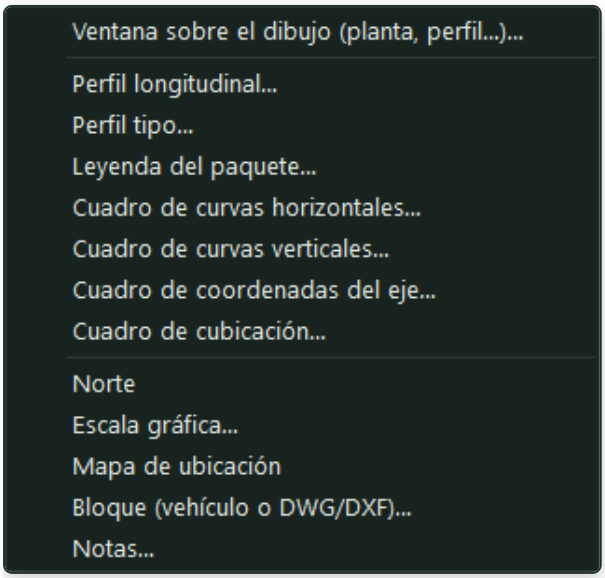
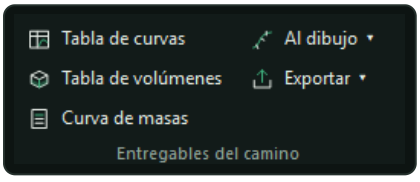


Figura 17.16 Las piezas que se pueden insertar en la lámina.

17.8 Entregables del camino y de la obra

Los dos últimos grupos de la pestaña reúnen lo que se entrega además de las láminas.

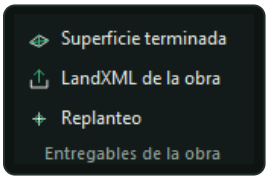


Grupo Entregables del camino

Se explican en el capítulo 14.

Tabla de curvas	Las curvas verticales y horizontales del eje, al lado del visor 3D (sección 14.1).
Tabla de volúmenes	Corte y relleno entre perfiles, al lado del visor 3D (sección 14.2).
Curva de masas	La curva de masas del eje con la compensación de cortes y terraplenes (sección 12.6).
Al dibujo ▾	Eje a dibujo, Perfil a dibujo y Totales a dibujo.

Exportar ▾	Puntos de replanteo, Eje a LandXML, Informe de PIV (CSV) e Informe PDF del camino.



Grupo Entregables de la obra

Para plataformas y obras de tierra; se explican en la sección 9.6.

Superficie terminada	La plataforma y sus taludes hasta la línea de cero, como superficie nueva del proyecto, con curvas de proyecto. Para unirla con el terreno: **Superficie** › **Crear** › **Pegar superficies**.
LandXML de la obra	En un paso, la superficie terminada y, si quiere, el terreno original, en un LandXML para Civil 3D, control de máquinas u otros programas.
Replanteo	Puntos para estación total o GNSS: vértices, borde cada X m, cabeza de corte, pie de relleno y bermas, en CSV y en el dibujo.

CAPÍTULO

18

Pestaña Vista: el visor 3D

El visor 3D no es solo para mirar: es otra forma de diseñar. Muestra el corredor del eje con su sección, su perfil y su planta, deja recorrer la vía como conductor y editar intersecciones, plataformas y señalización desde sus paneles. Todo lo que cambia aquí vuelve al 2D, y al revés.

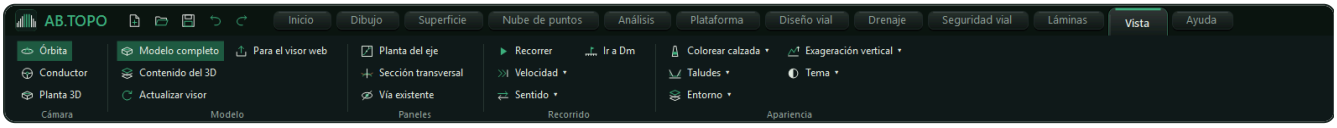


Figura 18.1 La pestaña Vista.

18.1 El visor del eje

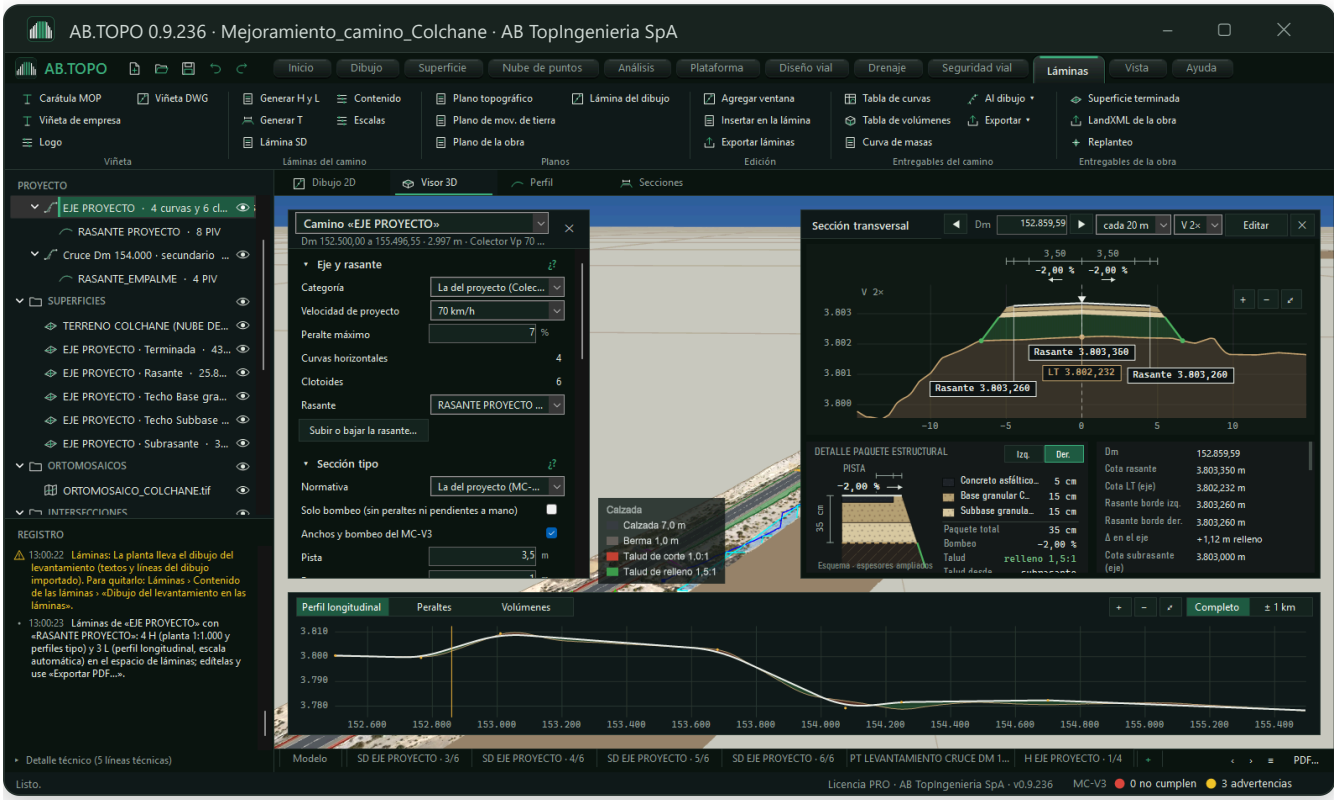


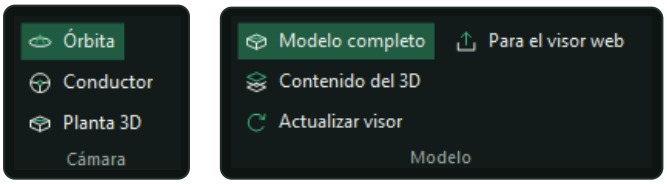
Figura 18.2 El visor 3D con el eje del ejemplo: a la izquierda el panel del camino, a la derecha la sección transversal en el Dm actual con el detalle del paquete, abajo el perfil longitudinal y, en el centro, el corredor sobre el terreno.

Al elegir un eje y abrir el **Visor 3D** se ve su **corredor**: calzada, bermas, SAP, cunetas y taludes sobre el terreno, con el ortomosaico como textura. Alrededor aparecen sus paneles:

- **El panel del elemento** (a la izquierda): para un eje, el del camino, con su categoría, velocidad, peralte máximo, rasante y sección tipo. Para una intersección, una plataforma o una señalización, el suyo.
- **La sección transversal** (a la derecha) en el Dm actual, con las cotas, el detalle del paquete estructural por lado y los datos del punto (cota de rasante, cota del terreno, bordes, corte o relleno en el eje). Se edita como en el área Secciones; ◀ ▶ recorren los perfiles.
- **El perfil longitudinal** (abajo), con las pestañas Peraltes y Volúmenes. Un clic en el perfil lleva el visor a ese Dm.

> **CONSEJO**
> Mouse en el 3D: **arrastrar con el botón izquierdo** gira alrededor del punto tocado, el **derecho** (o la rueda apretada) desplaza, la **rueda** acerca hacia el cursor y el **doble clic con la rueda** muestra todo (en la vista del conductor, la deja). En el modelo completo, un doble clic sobre el terreno centra la vista en ese punto y muestra sus coordenadas y su cota.

18.2 Cámara y modelo



Grupos Cámara y Modelo

Cómo se mira y qué se muestra.

Órbita	Gira alrededor del punto tocado al arrastrar con el botón izquierdo; la rueda acerca hacia el cursor.
Conductor	La vía vista desde el asiento del conductor; la rueda avanza por el eje.
Planta 3D	La cámara mirando desde arriba, con el norte arriba.
Modelo completo	Todo el proyecto en 3D: el terreno completo con las plataformas, las otras superficies, las nubes de puntos, el dibujo 2D con sus textos y los ejes (sin el corredor del eje).
Contenido del 3D	Qué se muestra además del corredor: el terreno base, otras superficies, las plataformas, el dibujo 2D, los ejes, el ortomosaico como textura y el drenaje.
Actualizar visor	Vuelve a armar la escena del visor con el proyecto como está. Normalmente no hace falta, porque el visor se actualiza solo. F5
Para el visor web	Un archivo .glb del eje con su terreno, calzada y taludes, curvas de nivel, Dm y volúmenes, para verlo en 3D en el navegador, en la página «Visor 3D» del sitio de AB.TOPO, sin instalar nada (sección 18.6).



Figura 18.3 La vista del conductor en el ejemplo, unos cien metros antes del cruce: la calzada con su demarcación, la berma y el talud de corte en rojo, como se verán en terreno.

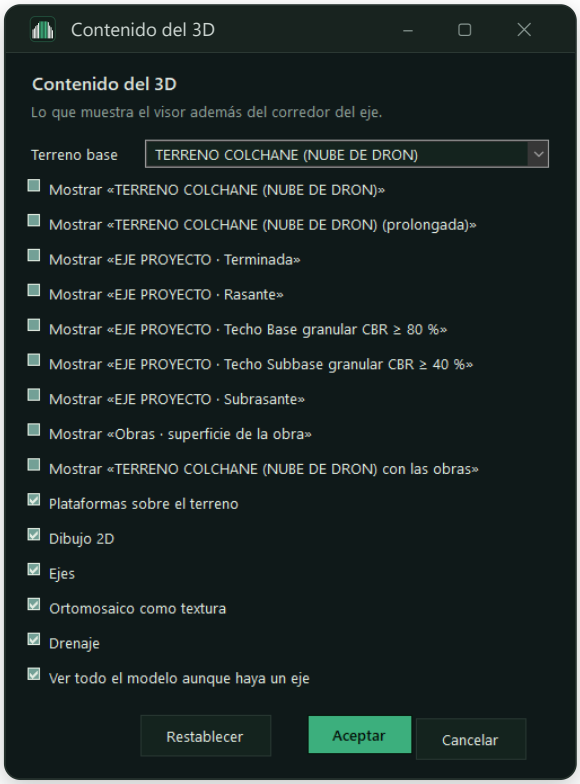
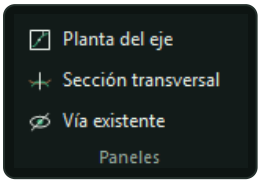


Figura 18.4 Qué superficies y elementos se muestran en el visor además del corredor del eje.

> **SOLO CON UNA NUBE**
> Un proyecto sin superficie también se ve en 3D. Donde no hay superficie, el suelo lo da la nube de puntos: su terreno clasificado y, bajo edificios y equipos, el de alrededor. El dibujo 2D y lo que se elija en el árbol quedan apoyados sobre ella, y al elegir una nube el visor la encuadra. De lejos se ve una parte de los puntos de cada nube; al acercarse, todos los de la zona que rodea a la cámara, y crecen para que el suelo se vea continuo.

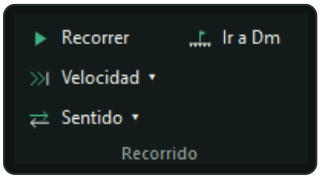
18.3 Paneles



Grupo Paneles

Planta del eje	Un panel con la planta del eje: rectas, curvas, clotoides, tangentes al PI y Dm. Un clic lleva el visor a ese Dm.
Sección transversal	Muestra u oculta la sección en el Dm actual, editable como en el área Secciones.
Vía existente	Oculta el proyecto para ver solo el terreno, es decir, la vía como está hoy: útil para comparar antes y después.

18.4 Recorrer la vía

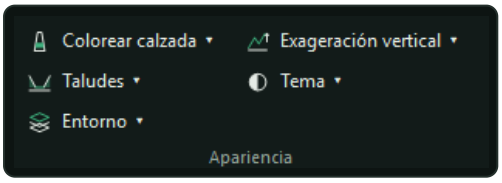


Grupo Recorrido

Recorrer	Recorre el eje en vista conductor a la velocidad de proyecto. La `barra espaciadora` inicia y detiene el recorrido.
Velocidad ▾	El múltiplo de la velocidad de proyecto: 1×, 2×, 4× o 10×.
Sentido ▾	Dm creciente o decreciente.
Ir a Dm	Lleva el visor a un Dm que usted escribe.

Recorrer el proyecto a la velocidad de diseño es la mejor prueba de coordinación planta–alzado: se nota enseguida una curva que aparece detrás de una cima, un peralte que entra tarde o una señal mal ubicada.

18.5 Apariencia



Grupo Apariencia

Solo cambian el dibujo: las superficies, las secciones, las cotas y los volúmenes no cambian.

Colorear calzada ▾	El color de la calzada: realista, por pendiente, por corte y relleno, o por cumplimiento del MC-V3. La leyenda aparece abajo a la izquierda.
Taludes ▾	Taludes de corte (rojo) y de relleno (verde), opacos o con distintos grados de transparencia para ver el ortomosaico a través, la textura de suelo con su borde, o **Color tierra** en vez de rojo y verde. Cada talud toma el color de su rayo de cubicación: el mismo corte o terraplén de la planta y del volumen.
Entorno ▾	**Suelo de referencia bajo el terreno**: un plano con una cuadrícula suave bajo el modelo, con el borde del terreno bajado hasta él, para que no quede flotando en el cielo. **Líneas finas**: el grosor de las líneas del dibujo en el 3D.
Exageración vertical ▾	Exagera las alturas del modelo (de 1× a 3×) para leer mejor un terreno plano.
Tema ▾	Los colores de la ventana del programa: **Oscuro** (el de siempre) o **Claro**. Cambia en el momento y queda guardado para cada usuario. El dibujo 2D, el visor 3D, los gráficos, las láminas, los PDF y lo que se exporta no cambian con el tema.

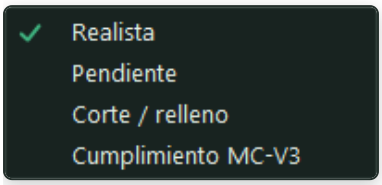


Figura 18.5 Colores de la calzada.

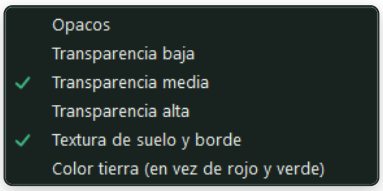


Figura 18.6 Presentación de los taludes.

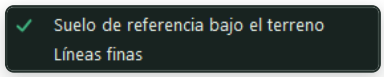


Figura 18.7 Entorno: suelo de referencia y líneas finas.

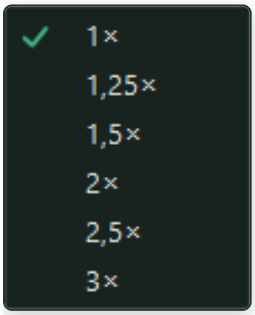


Figura 18.8 Exageración vertical.

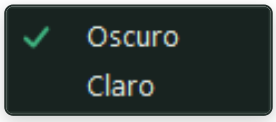


Figura 18.9 Tema oscuro o claro.

> **CONSEJO**
> El color **Cumplimiento MC-V3** pinta la calzada según la norma en cada tramo: verde donde cumple, rojo donde no (pendiente máxima, K o 2T) y ámbar donde hay una advertencia (pendiente bajo el mínimo deseable o una cima o un fondo plano). Es una forma rápida de encontrar, de un vistazo, dónde está el problema antes de abrir el informe de verificación.

18.6 Para el visor web

Para mostrar el camino en 3D a alguien que no tiene AB.TOPO (el mandante, la inspección, un colega), **Vista › Modelo › Para el visor web** guarda el eje en un archivo **.glb**. Ese archivo se abre en la página **Visor 3D** del sitio de AB.TOPO (`abtopo.pages.dev/visor`): quien lo recibe lo arrastra a la página y lo ve en su navegador, sin instalar nada. El archivo se abre en el equipo de quien lo recibe: **no se sube a ningún lado**.

1. Elija el eje (si el proyecto tiene uno solo, lo toma solo) y presione **Para el visor web**.
2. Escriba el nombre y la carpeta del archivo. Si el 3D todavía está armando el modelo completo, el programa espera a que termine (pasado un minuto pregunta si seguir esperando), para que el archivo lleve el modelo entero.
3. Si el 3D tiene un ortomosaico, elija con qué calidad va: **Sin ortomosaico**, **Normal** (unos pocos MB), **Alta** o **Máxima**, estas dos para verlo de cerca en un computador. Un celular que no admita tanto la reduce solo.
4. El registro dice el nombre del archivo, su peso, el largo del eje y los volúmenes de corte y relleno. Envíe el archivo por correo o por una carpeta compartida.

El archivo lleva el terreno, la calzada y los taludes, el eje con sus Dm, las curvas de nivel, los volúmenes de corte y relleno (los de la tabla de volúmenes), las secciones, el perfil, el paquete estructural, las observaciones del MC-V3 y la señalización (señales con su cara, tachas, delineadores y barreras). Parte con la misma apariencia que tiene el 3D del programa: color de la calzada, taludes, entorno y exageración vertical. En la página se ve como maqueta, con las curvas de nivel, en corte y relleno, o recorriendo el eje. Como es un archivo glTF, también lo abren otros programas de 3D.

18.7 Detalles del visor

- El **Dm se comparte** entre el visor 3D, el Perfil y las Secciones: al cambiar de área, se abre en el mismo Dm.
- Los **ejes de giro** que van dentro de la huella de una intersección no se dibujan como caminos sueltos: los dibuja la intersección. Al elegir uno en el árbol, su línea se ve resaltada.
- La ayuda de los paneles del visor va en globos: aparece al dejar el mouse sobre cada sección del panel.

CAPÍTULO

19

Pestaña Ayuda: programa, recuperación y licencia

La última pestaña reúne lo que tiene que ver con el programa mismo: los manuales, las actualizaciones, la versión instalada, las copias automáticas del proyecto, la licencia y los textos legales.

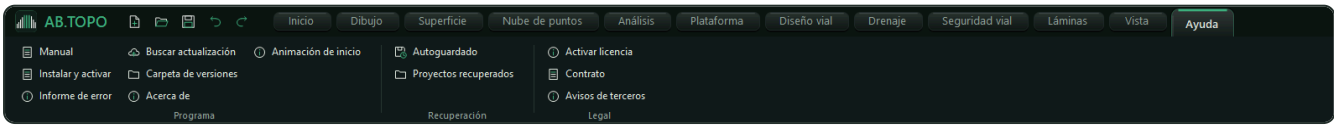
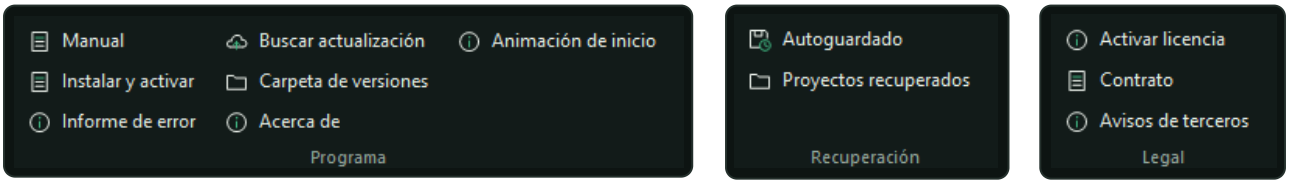


Figura 19.1 La pestaña Ayuda.



Grupos Programa, Recuperación y Legal

Manual	Abre este manual en PDF (también con `F1`, desde cualquier parte de la ventana).
Instalar y activar	Abre el manual de instalación y activación (PDF): cómo instalar AB.TOPO, actualizarlo y activar la licencia. Los dos manuales también quedan en el menú Inicio de Windows.
Informe de error	Abre la carpeta del archivo **errores.log**, ya seleccionado, con el detalle de los errores del programa, y un correo nuevo dirigido a **ab.topingenieria@gmail.com**: adjúntele el archivo y cuente lo que estaba haciendo.
Buscar actualización	Revisa por internet si hay una versión nueva (AB.TOPO lo hace solo cada vez que se abre). Si la hay, muestra sus novedades y ofrece instalarla: el programa revisa la firma del instalador, se cierra, se actualiza y vuelve a abrirse.
Carpeta de versiones	De dónde toma AB.TOPO las versiones nuevas: por omisión, el sitio de actualizaciones de AB TopIngenieria SpA. Una oficina puede usar en su lugar una carpeta propia (en el equipo, en Drive o en la red) o otra dirección `https://`. Una dirección `http://` sin seguridad no se acepta.
Acerca de	Una ventana con la versión instalada, qué incluye el programa, los datos de soporte y los enlaces al contrato de licencia, a los avisos de terceros y al manual de usuario.
Animación de inicio	Activa o desactiva la animación del logo al abrir el programa.

Autoguardado	Cada cuántos minutos se copia el proyecto mientras tenga cambios sin guardar (sección 19.1).
Proyectos recuperados	Abre la carpeta de las copias automáticas: con cambios sin guardar, el proyecto se copia ahí cada 5 minutos o lo elegido en **Autoguardado**. Si AB.TOPO se cerró de golpe, al abrirse ofrece recuperar la última copia; las que se descartan quedan 7 días en «Descartados».
Activar licencia	El estado de la licencia y su vigencia; **Activar por internet** con la clave, **Solicitar licencia...**, **Revalidar ahora**, **Liberar este equipo** para pasarla a otro, y **Cargar licencia...** para las licencias por archivo (sección 1.2). Sin licencia, el programa funciona como versión de prueba con límites.
Contrato	El Contrato de Licencia de Usuario Final que se aceptó al instalar.
Avisos de terceros	Las licencias del software, los datos y las marcas de terceros que usa el programa.

19.1 Autoguardado

Mientras el proyecto tiene cambios sin guardar, AB.TOPO guarda una **copia automática** en segundo plano, sin detener el trabajo. **Autoguardado** fija cada cuántos minutos: 5 por omisión y hasta 120. Con **0** no se hacen copias.

El ajuste vale para todos los proyectos en este equipo y se conserva al cerrar y al actualizar el programa. Si AB.TOPO se cierra de golpe, al abrirlo de nuevo ofrece recuperar la última copia; las copias se ven en **Ayuda › Recuperación › Proyectos recuperados**.

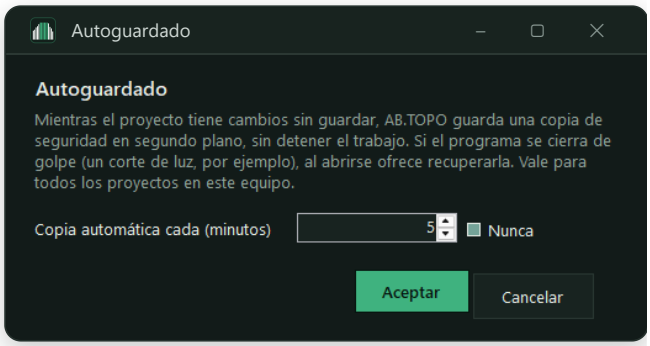


Figura 19.2 Minutos entre copias automáticas; 0 = nunca.

> ⚠ **IMPORTANTE**
> Con 0 no hay copias: un corte de luz o un cierre inesperado hace perder todo lo no guardado. Si prefiere menos copias, alargue el tiempo en vez de desactivarlas.

19.2 Ayuda mientras trabaja y cuando algo falla

- **Buscar un comando**: `Ctrl` + `K` abre un buscador con todos los botones de la cinta, también los de un grupo plegado y las herramientas de los desplegables. Escriba parte del nombre o de lo que hace, sin importar tildes ni mayúsculas, y `Enter` lo ejecuta.
- **Ayuda en cada campo**: en los diálogos de parámetros, cada campo tiene su globo de ayuda; deje el mouse sobre él para leerlo. Los botones de la cinta también tienen su globo, con lo que hacen.
- **Mensajes en castellano**: los avisos del programa salen en su propia ventana, con los botones en castellano; `Ctrl` + `C` copia su texto. Si ocurre un error del programa, el mensaje explica en castellano qué pasó, y el detalle técnico para soporte queda en el archivo **errores.log**.
- **Si la ventana deja de responder** más de 15 segundos, aparece un aviso: puede esperar, o guardar una copia del proyecto y cerrar. Al abrir de nuevo, el programa ofrece recuperar esa copia.

CONSEJO

Si algo falla, el programa guarda el detalle del error en el archivo errores.log. Con **Informe de error** lo tiene a mano: envíelo a ab.topingenieria@gmail.com (o escríbanos al WhatsApp +56 9 5726 7658) junto con una descripción de lo que estaba haciendo. Es la forma más rápida de resolverlo.

ANEXO

A

Atajos de teclado y comandos

Una referencia rápida para tener a mano: las teclas que funcionan en todo el programa y todos los comandos que se pueden escribir en la línea de comandos del dibujo, con sus alias.

A.1 Teclas

TECLAS	ACCIÓN
`Ctrl` + `N`	Proyecto nuevo
`Ctrl` + `O`	Abrir un proyecto o un LandXML
`Ctrl` + `S` · `Ctrl` + `Mayús` + `S`	Guardar · Guardar como
`Ctrl` + `Z` · `Ctrl` + `Y`	Deshacer · Rehacer (en todo el proyecto)
`Ctrl` + `C` · `Ctrl` + `Mayús` + `C`	Copiar lo elegido al portapapeles · copiarlo con un punto base que se elige
`Ctrl` + `V`	Pegar lo copiado, también en otra lámina o en otra ventana del programa (con texto copiado, en la línea de comandos)
`Ctrl` + `K`	Buscar cualquier comando de la cinta por su nombre o lo que hace
`Alt` + letra	Abrir una pestaña de la cinta; el globo de cada pestaña dice su letra
`F1`	Abrir este manual
`F2`	Cambiar el nombre de lo elegido en el árbol (superficie, eje o rasante)
`F3`	Referencias a objetos
`F5`	Actualizar el visor 3D
`F7`	Rejilla
`F8`	Orto (solo horizontal y vertical)
`Esc`	Cancelar el comando o vaciar la selección
`Enter`	Terminar el comando; sin comando, repetir el último
Clic derecho	Durante un comando, terminarlo; sin comando ni selección, un menú con «Repetir...», «Zoom a todo» y «Cancelar»
`Supr`	Borrar lo elegido (en el dibujo, en el perfil: el PIV elegido; en el árbol: quitarlo del proyecto, preguntando antes)

TECLAS	ACCIÓN
← · → · RePág AvPág	Sección anterior y siguiente (área Secciones)
Barra espaciadora	Iniciar o detener el recorrido (visor 3D)
L · V · G · Esc	En «Aislar sector» de una nube: borrar con lazo · borrar con ventana · volver a girar · salir
Rueda · botón central · doble clic central	Zoom al cursor · desplazar · ver todo

A.2 Comandos del dibujo

Escriba el comando o cualquiera de sus alias y presione Enter. AYUDA o ? muestra la lista en la línea de comandos. BR es PARTIR; las bandas reductoras se piden con BANDAS o REDUCTOR. EX es ALARGAR (EX también es la sigla del plano del conjunto de obras, que se pide con PLANOCONJUNTO).

Dibujar

LINEA L	POLILINEA PL, POL	PL3D POL3D, PLT
ARCO A	CIRCULO C, CI	PUNTO PT, PO
TEXTO T, TX	RECTANGULO REC, RECT	POLIGONO PG
SOMBREADO SOM, SB	EJEADIBUJO EJEDIB	

Acotar

COTA COT, DIM	COTALINEAL CL, COTH, DLI	COTARADIO CR, DRA
COTADIAMETRO CD, DDI	COTAANGULO CAN, DAN	

Modificar

MOVER M	COPIAR CO, CP	ROTAR RO, GI
ESCALA ES, SC	SIMETRIA SI, MI	DESFASE DES, O, EQ
RECORTAR TR	ALARGAR AL, EX	ESTIRAR EST, S
EMPALME EM, F	CHAFLAN CH, CHA	MATRIZ MA, AR
UNIR UN, J	PARTIR PA, BR	DESCOMPONER X, DESC
DIVIDIR DIV	GRADUAR GRA, ME	BORRAR B, E, BO
IGUALARPROP IP, MATCHPROP		

Portapapeles

COPIARPP CPP (Ctrl + C)	COPIARBASE CPB (Ctrl + Mayús + C)	PEGARPP PPP (Ctrl + V)

Cotas 3D y consultas

ELEVAR ELE, COTAZ	PROYECTAR PROY, DRAPE	SUBIRZ DZ
COTAPENDIENTE PENDZ	QUITARZ Z0	DIST DI, DISTANCIA
AREA AA	ID —	DIST3D D3

AREAVOL	AV, VOLUMEN
PENDTERRENO	PTE

Vista, capas e historial

ZOOM	Z	**ZE**	zoom a la extensión	**CAPA**	CA, LA
DESHACER	U, H	**REHACER**	RH	**AYUDA**	?

Superficie y rótulos

BORRARTRI	BT	**VOLTEARARISTA**	VA	**ETIQCOTA**	ETC
ETIQCAMARA	ECA	**ETIQDESNIVEL**	ETN	**ETIQCURVAS**	ETCN
ETIQPEND	ETP	**ETIQPEND2**	ETP2	**GRILLACOTAS**	GRC
PERFILSUP	PSUP	**PERFILSUPDIB**	PSUPDIB	**TRANSVERSALESADIBUJO**	PTRANSDIB

Volúmenes y corte y relleno

CUBICAR	CUB	**VOLSUP**	VOLS	**ZONA**	—
MAPACR	MCR	**RANGOSMAPA**	RMCR	**GRILLADIF**	GRD
ETIQDIF	ETD	**INFORMEMT**	IMT		

Plataformas, zanjas y obras de tierra

PLATPOL	PLATAFORMA	**EDITARPLAT**	EP	**PRETIL**	PRE
ZANJA	ZJ	**SINPOZAS**	FONDOSINPOZAS	**ANCHOSZANJA**	ANCHOSVOLUMEN
SUPZANJA	SZ	**LINEACARACT**	LC, FEATURELINE	**LCTABLA**	EDITARLC
LCSUPERFICIE	LCSUP	**LCDESFASE**	LCDESF, OFFSETLC	**LCUNIR**	UNIRLC
LCCORTAR	CORTARLC	**EXPLANACION**	EXPLANAR, GRADING	**CADENATALUD**	CADENA, PROYECCION
CONJUNTO	GRUPOOBRAS	**VOLCONJUNTO**	VOLUMENCONJUNTO	**BALANCECONJUNTO**	BALCONJUNTO
SUPCONJUNTO	SUPERFICIECONJUNTO	**PLANOCONJUNTO**	LAMCONJUNTO, PLANOEX		

Eje, sección y camino existente

TRAZAREJE	EJEMANO	**EJEPOL**	EJEPOLILINEA	**EDITAREJE**	EE
EJENUBE	EJEDETECTAR, EJECAMINO	**DATOSCURVA**	DC, DATOSCURVAS, ETIQUETACURVA	**TRAMOS**	ANCHOS, ANCHOSTRAMO, ANCHOSPORTRAMO, TRAMO, PAQUETETRAMO
SECCIONEJE	SECEJE, SECCIONDELEJE	**SECCIONTRAMO**	SECTRAMO, TRAMOSSECCION, UNLADO, MEDIOPERFIL	**BORDEHASTA**	LIMITEBORDE, BORDELIMITE, ANCHOHASTA
EXISTENTE	CAMINOEXISTENTE, RUTAEXISTENTE	**EXISTENTEBORDES**	BORDESEXISTENTE, BORDESREALES	**PAVEXISTENTE**	RESTITUCION, PAVRESTITUIR
PAVCAMINO	CARPETAEXISTENTE, PAVBAJOCAMINO	**PERFILADIBUJO**	PERFILDIB	**SECCIONESADIBUJO**	SECDIB
TOTALESADIBUJO	TOTALES, VOLTOTALES, TOTALESVOL				

Intersecciones, drenaje y seguridad vial

`INTERSECCION` INT	`ROTONDA` ROT, GLORIETA	`ACCESO` ACC, ACCESOPREDIO
`CUENCA` CUE	`ALCANTARILLA` ALC	`TALWEG` FONDOCAUCE
`SECCAUCE` SECCIONESCAUCE	`LIMPIEZA` LIMPIEZACAUCE	`SENAL` SEÑAL, SEN
`BANDAS` REDUCTOR		

Láminas

`PLANOTOPO` PTOPO	`PLANOMT` PMT	`ORTOLAMINA` ORL
`BLOQUEARVISTA` BV	`RESTABLECERVISTA` RVI	

A.3 Formas de escribir puntos

ESCRIBA	RESULTADO
`Este Norte`	Punto absoluto (también con coma entre ambos o con coma decimal).
`@dx,dy`	Punto relativo al anterior.
`@dist<ángulo`	Polar, con el ángulo en grados desde el Este, antihorario.
`@dist<azimut g`	Polar, con azimut centesimal desde el Norte, horario.
`dist`	Distancia en la dirección del cursor.
`C`	Cerrar (líneas y polilíneas).

ANEXO

B

Normativa de referencia

AB.TOPO aplica el Manual de Carreteras de la Dirección de Vialidad. Esta tabla resume qué partes usa cada herramienta. Los valores se aplican tal como los fija el Manual; las decisiones de diseño y su respaldo siguen siendo del proyectista.

VOLUMEN	SECCIÓN	DÓNDE SE USA EN AB.TOPO
MC-V2	Presentación de planos	Formato de las láminas H, L, T y SD, viñeta, guitarra del perfil longitudinal.
	2.302.203 · Tabla 2.302.2.B	Proyecciones UTM y LTM, PTL del proyecto (meridiano, altura del plano, K, falsos Este y Norte) y diferencia de distancias con el terreno.
	2.902.101	Letra mínima de 2,5 mm en las láminas que se reducen (cuadro de elementos de curva, notas).
	2.902.301 · 2.902.306 · 2.902.308	Láminas PU (plano general, ubicación e índice), OA (obra de arte) e I (detalle de intersección).
	2.902.303(2)	Exageración vertical 10 de la lámina L con la viñeta MOP.
MC-V3 (Ed. 2025)	Láminas 3.005.5.A y C	Vehículos tipo de las intersecciones: liviano, bus de 14,0 m y semirremolque de 18,6 m.
	3.103.201	Velocidades de proyecto por categoría.
	3.201.302(2)	Velocidad V* para el Kv mínimo de las curvas verticales convexas.
	3.202.3	Visibilidad de adelantamiento (zonas de no adelantar).
	3.203.3 y 3.203.4	Radios mínimos, peraltes y su desarrollo, sobreancho en curvas (3.203.306), clotoides; línea de máxima pendiente q = (i + p)/√2 (3.203.303(5)).
	3.204	Pendientes, curvas verticales (Kv, Kc, 2T) y rasante de diseño.
	Tabla 3.302.204.A	Bombeo según la superficie del paquete y la lluvia.
	3.303	Taludes de corte y terraplén, escalonamiento (3.303.301), paquete y taludes (Lámina 3.303.2.A).
	3.404	Curvas de giro (3.404.302), canalizadas (3.404.303 a 405), ensanche de la calzada de giro y ramales (Tabla 3.404.306(2).A), pistas de cambio de velocidad (3.404.307), rotondas (3.404.7).
	3.702 a 3.704	Lluvia de diseño, método racional, alcantarillas, cunetas y colectores; distancia entre registros según el diámetro (3.704.304(1)).

VOLUMEN	SECCIÓN	DÓNDE SE USA EN AB.TOPO
MC-V4	Láminas 4.302 y 4.303	Detalle de barreras y terminales; bandas reductoras y alertadoras; ubicación, postes y dados de señales.
	Láminas 4.103.201, 4.103.502 y 4.103.706	Muros de cabecera y de ala y lámina tipo de las obras de arte (lámina OA).
	Láminas 4.706	Accesos a predios e instalaciones.
MC-V5	5.002.301	Transporte incluido en los precios unitarios: la curva de masas calcula el sobreacarreo solo si se le da un transporte libre (contratos que lo pagan).
	5.705.301 · 702 a 713	Espaciamiento de tachas · cantidades de señalización y barreras.
MC-V6	6.300 · 6.502 y 6.503.1	Señales, demarcación, elementos de apoyo y barreras de contención.
	Figura 6.303.401.C · Tabla 6.303.401.D	Línea de ceda el paso de las rotondas · anchos y patrones de las líneas según la categoría del camino.
	6.303.404(6)	Colores de las tachas.
	6.305.801	Delineadores direccionales en curvas.
	Tabla 6.502.503.A	Ancho de la zona despejada para las barreras.

⚠ **IMPORTANTE**

El programa revisa el diseño contra el Manual y lo informa con su referencia, pero no reemplaza el criterio del proyectista ni los estudios que exige la norma (por ejemplo, la mecánica de suelos para la inclinación de los cortes o el diseño del pavimento).

ANEXO

C

Glosario

Los términos que aparecen en el programa y en este manual.

As-built. Lo que existe construido, levantado en terreno; se opone a «de diseño».

Azimut. Ángulo horizontal desde el Norte, en sentido horario; en grados centesimales si se escribe con *g*.

Berma. Franja pavimentada a cada lado de la calzada.

Bombeo. Pendiente transversal de la calzada en recta, hacia los bordes.

Botadero. Lugar donde va el material de corte que sobra.

Calzada. Parte del camino destinada a la circulación, formada por las pistas.

Camino existente. Un camino que se conserva, marcado como tal: va en gris en la planta y en las láminas, sin rótulos de diseño y sin cubicarse; los caminos nuevos pueden empalmar en su borde.

Clotoide. Curva de transición entre una recta y una curva circular; su parámetro es A.

Cuneta. Canal al borde de la plataforma, en los cortes, que recoge el agua.

Curva de masas. Diagrama de Brückner: suma acumulada de cortes y rellenos a lo largo del eje.

Datum. Sistema de referencia de las coordenadas (PSAD 56, WGS 84/SIRGAS-Chile).

Dm. Distancia medida a lo largo del eje; ubica cualquier punto del camino.

Eje de giro. Eje que va dentro de la huella de una intersección y sigue una curva de giro; lo dibuja y lo cubica la intersección, no como un camino suelto.

Empréstito. Lugar de donde se trae el material que falta para los rellenos.

Escarpe. Capa superficial de terreno que se retira antes de rellenar.

Esponjamiento. Aumento de volumen del material al excavarlo; la compactación lo reduce al colocarlo.

Explanación. Obra de tierra armada desde una línea característica: si es cerrada, su contorno con sus cotas es la obra; si es abierta, el talud va hacia un lado.

Factor de variación volumétrica. Relación entre el volumen del material en el corte (en banco) y el que ocupa compactado en el relleno; la curva de masas lo usa para compensar cortes y terraplenes.

Franja de restitución. En un empalme sobre un camino existente, la franja de su pavimento que se demuele y se vuelve a pavimentar; se cubica aparte de la ampliación nueva.

Guitarra. Las filas de datos bajo un perfil: pendientes, cotas, distancias, curvatura y peraltes.

Huso UTM. Zona de la proyección UTM; Chile continental usa los husos 18 y 19 Sur.

K (Kv, Kc). Parámetro de una curva vertical convexa (Kv) o cóncava (Kc): $2T = K \cdot |\theta|$.

Lámina H, L, T, SD, I, OA, PU, DM, MT, EX, PS, PZ, PL, PT, PP. Planta, perfil longitudinal, perfiles transversales, seguridad vial, detalle de intersección, obra de arte, plano general con ubicación e índice, diagrama de masas, plano de movimiento de tierra, plano del conjunto de obras, perfiles de superficies, plano de zanja o cauce, lámina del dibujo, plano topográfico y plano de obra.

LandXML. Formato estándar para intercambiar ejes, rasantes y superficies con otros programas.

Lazo de giro. Giro indirecto: en vez de girar directamente a la izquierda, el vehículo sale por un ramal en lazo, trazado por radios o por un eje, con su isla achurada.

Línea característica. Línea 3D del proyecto (feature line) con rectas y arcos y una cota en cada vértice; sirve para armar explanaciones y cotas de superficie.

Línea de cero. Donde el talud se encuentra con el terreno: el límite entre la obra y el terreno natural.

Línea de quiebre. Línea que la superficie debe seguir (borde de calzada, pie o cabeza de talud, fondo de cuneta): los triángulos no la cruzan.

Ortomosaico. Imagen aérea georreferenciada y corregida, normalmente de un vuelo de dron.

Paquete estructural. Las capas del pavimento, con sus espesores, sobre la subrasante.

Peralte. Inclinación transversal de la calzada en las curvas, hacia el interior.

PI / PIV. Punto de intersección de dos rectas del eje en planta (PI) o de dos pendientes de la rasante (PIV).

Plataforma. En un camino, el ancho de calzada, bermas y SAP; en la pestaña Plataforma, una obra de tierra con sus taludes.

PTL. Plano topográfico local: Transversal de Mercator local con el plano a la altura del proyecto; sus distancias son las del terreno (MC-V2 2.302.203).

Rasante. La línea de cotas del eje del camino terminado.

SAP. Sobreancho de plataforma: franja granular a cada lado, después de la berma.

Sección tipo. El corte transversal típico del camino: anchos, pendientes, taludes, cuneta y paquete.

Sobreacarreo. Transporte de material más allá de la distancia de transporte libre; la curva de masas lo da en m^3·km o m^3·hm cuando el contrato lo paga.

Subrasante. La superficie sobre la que se apoya el paquete estructural.

Talud (H:V). Inclinación de un corte o relleno: metros horizontales por cada metro vertical.

TIN. Red irregular de triángulos: la forma en que el programa representa una superficie.

TMDA. Tránsito medio diario anual, en vehículos por día.

V*. Velocidad de un lugar del trazado según el MC-V3 3.201.302(2): la Vp aumentada después de rectas largas; con ella se toma el Kv mínimo de cada curva convexa.

Viñeta. El cuadro de datos de una lámina: mandante, proyecto, ubicación, título, escala y número.

Vp. Velocidad de proyecto del camino.



Topografía, dibujo y diseño,
de la nube de puntos a la lámina.

AB.TOPINGENIERIA SpA
INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN

AB TopIngenieria SpA · RUT 78.535.906-2 · ab.topingenieria@gmail.com
AB.TOPO · Manual de usuario · versión 0.9.236 · Noviembre de 2026
Las imágenes de este manual son del programa en funcionamiento.