

DIVA 3.0

Jaime Valenzuela S., Patricio Corbalán C.
LATINA Ltda., Brown Norte 577, Santiago, Chile
Fax: (56 2) 343 1567
e-mail: latina@latina.cl

RESUMEN

La producción del software de diseño vial urbano DIVA[®] por el Estado de Chile se inicia el año 1994. Forma parte de un completo cuerpo normativo, metodológico y herramental mediante el cual se expresa, a partir del año 1982, una voluntad por modernizar esta disciplina en el país.

Antes de esta última fecha el diseño vial urbano fue disciplina sin cultores en Chile, lo que se tradujo en una infraestructura de composición simple, sin relaciones finas entre su geometría y la demanda ejercida sobre ella, cuyos proyectos de ingeniería eran hechos con métodos propios del diseño de caminos y en cuyas obras resultantes se manifestaban los efectos de esa simplificación y de esta insuficiencia metodológica. Tras un breve capítulo introductorio, en el segundo capítulo de este trabajo, se expone las principales diferencias que existen entre el diseño de caminos y el diseño vial urbano, y cómo se expresan estas diferencias en el software DIVA 3.0.

En el tercer capítulo se resume el contexto metodológico y normativo -vigente en nuestro país- en el cual se inscribe el software DIVA, y los aportes a ese contexto que a su vez surgieron del desarrollo de esta herramienta computacional.

En el cuarto capítulo se describe las principales características de las herramientas de diseño en planta de DIVA 3.0. Se enfatiza aquellos aspectos que están detrás de la versatilidad de aquellas de sus rutinas que permiten automatizar la definición geométrica de los ejes de replanteo, que son los elementos básicos en torno a los cuales se articula la composición de las unidades de infraestructura que constituyen los dispositivos viales.

En el quinto capítulo se describe el método mediante el cual se aborda el diseño en elevación en ambiente DIVA, que es el aspecto del diseño geométrico de elementos de infraestructura vial donde se dan las mayores diferencias entre los casos urbano y rural, y que es donde el aporte de este software es más novedoso, al punto de no tenerse registro de ningún otro que tenga, en este aspecto, el alcance de DIVA 3.0.

Por último, en sexto capítulo de este trabajo, se reseña las herramientas que complementan a las creadas para el diseño geométrico en planta y elevación de la vialidad urbana; a saber, rutinas para registrar datos y definir elementos y dispositivos urbanísticos, de firmes, tránsito y servicios; para automatizar cubricaciones, y para revisar el cumplimiento de normas y especificaciones en los proyectos desarrollados en ambiente DIVA.

1. INTRODUCCION Y OBJETIVO

El objetivo del presente trabajo es difundir el conocimiento del software para diseño vial urbano DIVA 3.0, propiedad del Estado de Chile. DIVA 3.0 es el motor computacional de un cuerpo metodológico, normativo y académico constituido por un conjunto de instrumentos oficiales y de materiales didácticos que se detallan en el capítulo tercero.

El Estado hizo esta inversión porque las técnicas y herramientas utilizadas para el diseño vial urbano en el país –provenientes del diseño de caminos- han sido ineficaces para conseguir proyectos viales urbanos bien definidos; por la mayor complejidad de la vialidad en las ciudades y por existir en éstas condicionamientos geométricos más difíciles de satisfacer, derivados de la variopintas superficies viales involucradas, que dificultan la definición en elevación.

El uso de DIVA induce y facilita el cumplimiento de las normas y recomendaciones de diseño, y permite definir rápida, precisa y exhaustivamente la geometría de las unidades viales urbanas -y sus cuantías y dimensiones- a partir de los modelos digitales métricos tridimensionales del espacio público que es capaz de construir y modificar. Esto tiene como consecuencia la producción de proyectos viales urbanos mejor analizados y cuantificados, cuya geometría aporta significativamente a la fluidez de los desplazamientos vehiculares y peatonales, y asegura el correcto escurrimiento de las aguas superficiales. Se mejora así la seguridad y la comodidad de los transeúntes, así como la calidad ambiental del espacio público.

La información que describe las obras diseñadas con DIVA es exhaustiva, precisa y estructurada. Su ordenamiento normalizado facilita su uso en distintas etapas del proyecto y en la ejecución de obras; permite la revisión automatizada de los proyectos y la respectiva inducción del autocontrol de la calidad de los mismos por parte de los diseñadores. Aporta a la convergencia de los agentes modificadores del espacio público hacia un ordenamiento único de las representaciones digitales de este objeto, con todo lo que esto significa en términos de conservar la información, asunto que es básico para la administración eficiente del espacio público urbano.

2. EL SOFTWARE DE DISEÑO DE CAMINOS Y EL DE DISEÑO VIAL URBANO

2.1. Diferencias entre Vías Urbanas y Rurales para Fines de Diseño

El objeto “vía”, en contenido y forma, presenta importantes diferencias según esté en un entorno rural o en una ciudad. Estas diferencias se acentúan cuando se aborda la automatización de su diseño; es decir, cuando se crea herramientas computacionales para construir modelos digitales tridimensionales de dicho objeto en sus situaciones actual y con proyecto a partir de la información que constituye y que constituirá uno y otro modelo, respectivamente.

La información, para todo efecto de ingeniería, tiene tres rasgos fundamentales: **cuantía**, **ordenamiento** y **precisión**, y en cada uno de estos aspectos se manifiestan las diferencias entre dichas vías cuando se automatiza su diseño. El mayor grado de complejidad de una vía urbana se evidencia: (1) en la mucha mayor cantidad de información necesaria para construir los modelos de terreno y proyecto en el caso urbano; (2) en la importancia que adquiere en lo urbano el ordenamiento de la información constitutiva de los modelos que representan sus plataformas

viales, generalmente coincidentes con el espacio público, y (3) en la mayor precisión con que se requiere modelar la situación actual en las ciudades.

2.2. Cuantía y Ordenamiento de la Información

El masivo y variopinto contenido de información que se requiere para modelar físicamente la vialidad urbana, debido a la presencia en la ciudad de muchos tipos de elementos y dispositivos que no existen o son escasos en el ámbito rural, es asunto que se relaciona directamente con la necesidad de ordenar y unificar dicha información, en términos nominales y formales.

La sistematización de nomenclaturas y símbolos aportada por DIVA permite la concurrencia de los agentes modificadores del espacio público en sistemas de información comunes y disminuye los costos que para el país representa la superposición de sistemas diferentes, la reiteración de trabajos y la constante conversión de formatos informativos. Este ordenamiento nominal y formal, para todos y cada uno de los elementos que constituyen el espacio público, es el único ordenamiento disponible en el país para estandarizar la información digital constitutiva de modelos digitales del espacio público.

Los programas de caminos son, en este sentido, todos diferentes, ya que a sus autores no les corresponde prever conveniencias en los sentidos expuestos, que por lo demás no son tan claras en el caso de los caminos: su administración no plantea los desafíos del caso urbano, donde el Estado tiene la obligación de intervenir para ordenar y conservar la información.

2.3. Precisión de la Información y Condiciones de Borde del Diseño

La precisión de la información que define la geometría y la posición de los elementos del objeto de diseño -la plataforma pública- depende de los métodos aplicados para su obtención. La precisión de la información que describe las modificaciones de este objeto dependerá sólo de la primera en lo que se refiere a la geometría de los elementos cuyo diseño se automatiza.

Normalmente, salvo en aquellos casos en los que los caminos proyectados deben empalmar con obras existentes, la información topográfica utilizada para el diseño de éstos no requiere el grado de precisión que es necesario para el diseño de vías urbanas. Esto se debe a las condiciones de borde del diseño. En efecto, cuando se diseña un camino se tiene sólo algunos puntos en los que la definición geométrica debe ajustarse a coordenadas $[x,y,z]$ determinadas, mientras que en el resto del trazado las coordenadas de los bordes del objeto diseñado -por lo general los pies de taludes de terraplén y la coronación de los taludes de corte- pueden presentar diferencias del orden del decímetro o más con las del terreno sin que ello represente problemas constructivos.

Esto no es así en el caso de la vialidad urbana, en la que todo el borde del objeto constituye condicionante estricto y continuo para el diseño, ya que por lo general no existe terraplenes, cortes o muros que puedan absorber diferencias entre las coordenadas proyectadas y las reales, como ocurre en el caso de los caminos. La línea de cierre, que separa lo privado de lo público, debe quedar posicionada rigurosamente. Esto es así especialmente en elevación, para asegurar el escurrimiento de las aguas hacia las calzadas.

2.4. Otras Diferencias entre el Diseño de Vías Urbanas y Rurales

La restricción continua señalada, con el condicionante adicional de que las aceras deben llegar a la línea de cierre con una pendiente transversal regulada, se suma a la proliferación de calzadas múltiples que requieren tratamiento independiente en planta, elevación o en ambas proyecciones. Los problemas que tal situación plantea amplía todavía más las diferencias existentes entre el diseño de caminos y de vías urbanas, y los programas de diseño de caminos no pueden resolverlos bien. Por último, la realidad espacial de las ciudades y la complejidad que pueden presentar las maniobras combinadas de vehículos de distinto tipo y peatones hace inevitable la aparición de una gran variedad de formas viales, lo que hace necesario disponer de herramientas muy flexibles para definir unidades y dispositivos que se ajusten a tales requerimientos.

3. CONTEXTO METODOLOGICO Y NORMATIVO DE DIVA

Como se adelantó en el Capítulo 1, la herramienta computacional DIVA, producida por el Estado de Chile para asistir el diseño vial urbano en el país se inserta en un contexto metodológico, normativo y didáctico que cubre todo el espectro en el que esta disciplina se desarrolla.

3.1. REDEVU (MINVU, 1984)

Las “Recomendaciones para el Diseño de Elementos de Infraestructura Vial Urbana REDEVU” (MINVU, 1984) establecen la forma y las dimensiones que deberían tener aquellos elementos de las vías urbanas que satisfacen la demanda de vehículos y peatones por desplazamientos. Producto de una revisión de la normativa y la experiencia norteamericana y europea, y de adaptaciones conceptuales orientadas a flexibilizar las normas de diseño vial convencionales, las REDEVU aportaron al mejoramiento de los diseños viales en el país, porque dichas adaptaciones facilitan la solución de problemas de diseño geométrico en condiciones espaciales restringidas. Los rasgos principales en este sentido son la existencia de rangos para anchos de pistas en función de la velocidad de diseño, lo que permite reducir dichos anchos cuando ello conviene, y el tratamiento de la relación:

$$R = \frac{V^2}{127(p+t)}$$

Donde R radio de curvatura (m), V : velocidad de diseño (km/h), p : peralte (tanto por uno) y t : coeficiente de fricción transversal (tanto por uno)

El criterio asumido en este último aspecto del diseño fue una combinación del europeo, recogido en la norma chilena para diseño de caminos (Manual de Carreteras, Vol. 3 Instrucciones de Diseño; MOP, 1981), y los de AASHTO (1965). El resultado de la innovación fue un conjunto de valores (R, V, p) que permite radios de curvatura menores para velocidades de diseño dadas.

3.2. MESPIVU (SECTU, 1988)

El “Manual de Diseño y Evaluación Social de Proyectos de Vialidad Urbana MESPIVU” (ODEPLAN - SECTU, 1988) especificó la definición del objeto vial urbano en sus estados actual y con proyecto, y para este último distinguió y especificó los niveles de prediseño y anteproyecto.

3.3. Anexo N° 1 de Diseño (MIDEPLAN-SECTRA, 1997)

El “Anexo N° 1 de Diseño” del Manual de Diseño y Evaluación Social de Proyectos de Vialidad Urbana MESPIVU (MIDEPLAN-SECTRA, 1997) estableció y proveyó: (1) espectros para la precisión exigible para la información actual, según nivel de proyecto; (2) espectros para la cuantía de información actual y proyectada exigible, según nivel de proyecto, y (3) un orden, o sea, una estructura y un sistema de codificación para que la información actual y la proyectada constituyan sistemas homogéneos y automatizables.

3.4. REDEVU II (MIDEPLAN-SECTRA, 1997)

En las “Recomendaciones para el Diseño del Espacio Vial Urbano REDEVU II” (MIDEPLAN-SECTRA, 1997) se enfatizaron las relaciones entre el objeto del diseño vial urbano y su contexto urbanístico; se actualizó las REDEVU (MINVU, 1984), eliminando, agregando, profundizando, simplificando, corrigiendo materias. Se reestructuró el contenido de dicho manual antecedente para facilitar su consulta, y sobre todo, se recogió el avance tecnológico ocurrido en los trece años que mediaron entre ambos REDEVU, haciendo coherente la nueva versión con el Anexo de Diseño del MESPIVU, tanto en lo conceptual como en lo práctico.

3.5. Curso Avanzado de Diseño Vial Urbano (MIDEPLAN-SECTRA, 1998)

Este curso se imparte desde el año 1998 en la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile (CI53D). Consiste en 24 bloques de cuatro horas de clase: tres laboratorios prácticos y veintiuna clases que concluyen con un ejercicio relativo a la materia correspondiente a la clase en curso. Los alumnos preparan las materias programadas para las clases, orientadas más a la discusión que a la exposición de éstas, mediante un texto en el que se combinan los contenidos de los manuales antes referidos y las explicaciones tutoriales del software DIVA. El curso es uno de los prerrequisitos para optar a la Línea de Especialización en Diseño Vial Urbano que la misma Facultad ofrece a los alumnos de la Carrera de Ingeniería Civil. Esta línea de especialización culmina con los Seminarios de Título CI69E y CI69F, en los cuales se desarrollan proyectos viales urbanos reales, aplicando el cuerpo metodológico y normativo cuyo motor computacional es la herramienta de diseño vial urbano DIVA, ahora en su versión 3.0.

4. HERRAMIENTAS DIVA 3.0 PARA DISEÑO EN PLANTA DE VIAS URBANAS

El diseño en planta de las unidades viales básicas -calzadas y pistas- se articula en torno a los llamados ejes de replanteo, que definen la geometría de un elemento característico de las calzadas -bordes, ejes de simetría u otra referencia válida- y que deben ser compuestos combinando arcos de círculo con rectas, según las normas que para tal efecto se detallan en las REDEVU, e introduciendo entre unos y otras curvas de acuerdo -espirales de Euler o clotoides- de acuerdo a lo recomendado en las mismas REDEVU. Las combinaciones que resultan útiles para esto son:

- Básica: recta (R) - arco circular (C) – recta (R); una geometría simple que mejora si se intercala, entre las rectas y el arco, sendas clotoides A_1 y A_2 , que pueden ser iguales entre sí (simétrica), como se aprecia en la figura 1, o distintas (asimétricas).

- Curva en Ese: recta - arco 1 - arco 2 (con curvatura de signo contrario al arco 1) - recta, que mejora si se intercala sendas clotoides entre las rectas y los arcos que les son adyacentes y otras dos entre los arcos de distinto sentido, como en la figura 2.
- Ovoide Simple: recta - arco 1 - arco 2 (con curvaturas del mismo signo) - recta, que mejora si se intercala sendas clotoides entre las rectas y los arcos que les son adyacentes y una tercera entre los arcos centrales, como en la figura 3.
- Ovoide Doble: recta - arco 1 - arco 2 - arco 3 - recta, con todas las curvaturas de igual signo. La mejor solución vial es aquella en la que se intercala sendas clotoides entre las rectas y los arcos que les son adyacentes y otras dos entre cada par de arcos centrales.

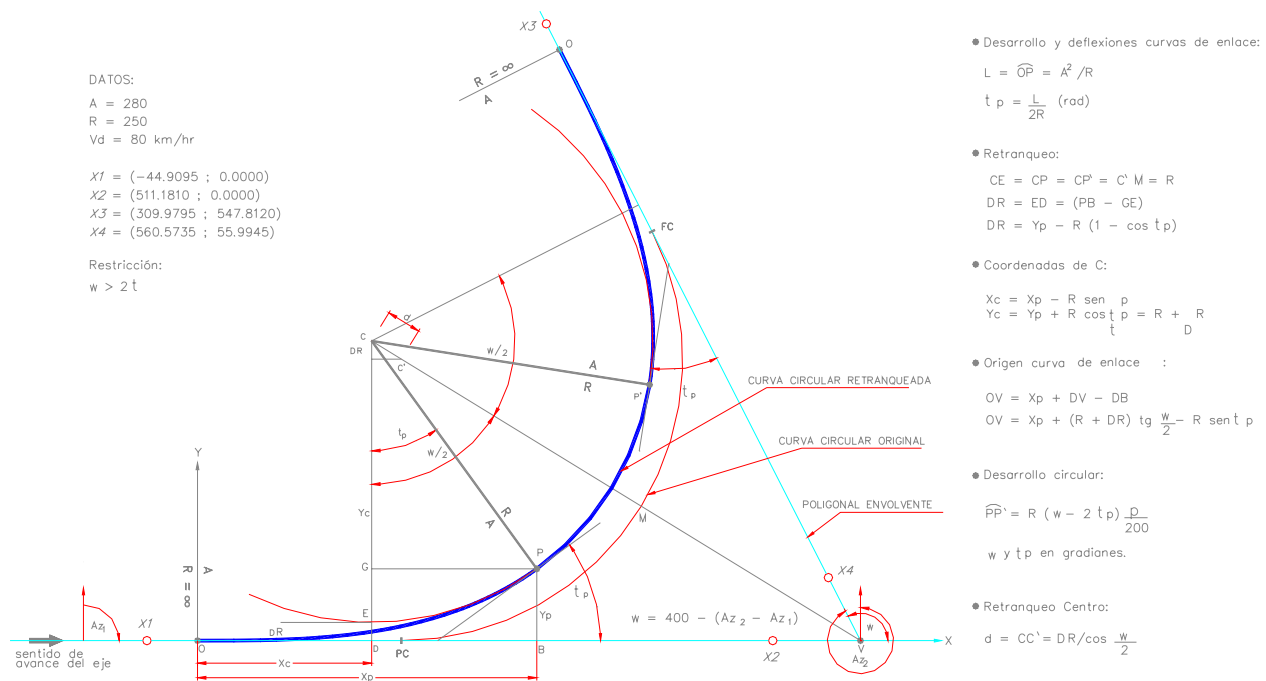


Figura 1: Configuración Básica Simétrica ($R_1 - A_1 - C - A_2 - R_2$; $A_1 = A_2$)

Las figuras 1 a 3 incluyen las formulaciones matemáticas que permiten obtener las dimensiones de los elementos geométricos de las más frecuentes de dichas composiciones. Las restantes, básica asimétrica y ovoide doble pueden ser consultadas en Insunza (1990) y MIDEPLAN (1997). En todos los casos se puede omitir una o más clotoides.

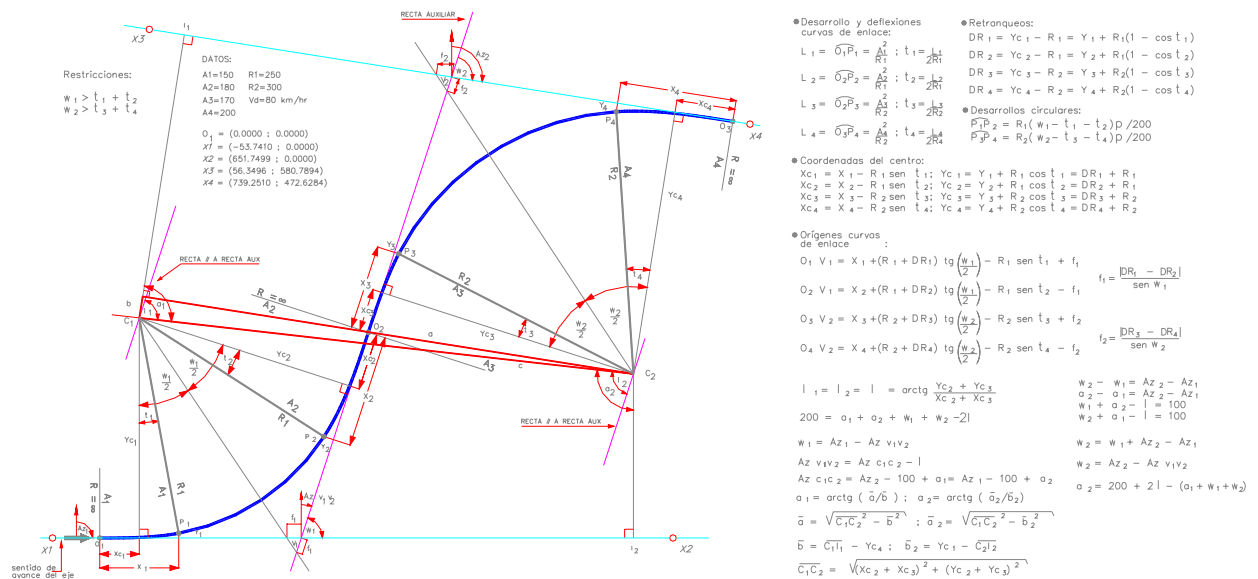


Figura 2: Curva en ESE (R₁ - A₁ - C₁ - A₂ - A₃ - C₂ - A₄ - R₂)

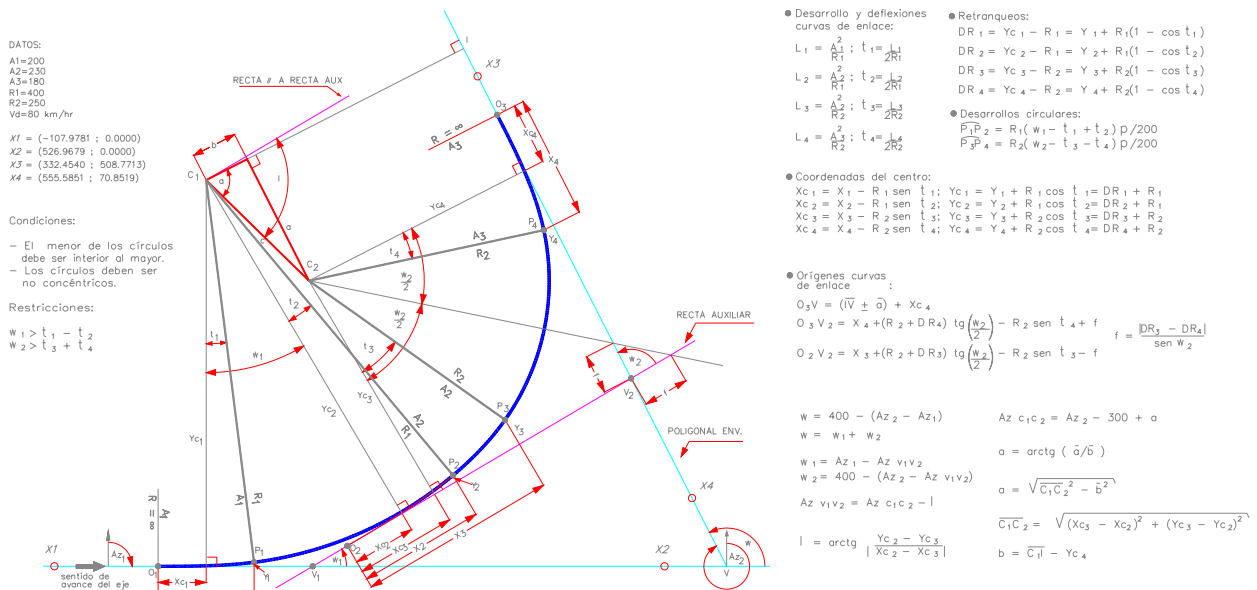


Figura 3: Ovoides Simple (R₁ - A₁ - C₁ - A₂ - C₂ - A₃ - R₂)

DIVA 3.0 permite componer estas geometrías de varias maneras. Si las rectas extremas son dato, se define cualquiera de las configuraciones directamente, ingresando en cuadros de diálogo los datos necesarios: la selección de las rectas define a éstas y el sentido de avance del eje; luego se debe dar los valores de los radios de curvatura y de los parámetros de las clotoides, y en el caso de la curva en ese y del ovoide doble, los puntos de partida de la primera clotoide sobre las rectas iniciales en ambas configuraciones, y el punto de llegada de la última clotoide sobre la recta de salida en el caso del doble ovoide. Esta capacidad, que puede bastar en el diseño de caminos, es

insuficiente para el caso urbano. Por ello se ha agregado una capacidad adicional, que consiste en la definición de tres procedimientos para avanzar en el diseño del eje en forma progresiva.

El primer procedimiento es el sistema “flotante”, que consiste en declarar como “fijas” las dos alineaciones extremas, que pueden ser rectas o arcos de círculo en cualquier orden, seleccionarlos para que automáticamente queden definidos su geometría y sentido de avance, y luego definir como “flotante” un tercer elemento, recto o curvo, sobre dichos elementos fijos, para lo cual basta con definir su curvatura ($+R$, $-R$ ó $R = \infty$), y por último entregar los valores de los parámetros de la o las clotoides que se desee aplicar.

El segundo procedimiento es el sistema “giratorio”. Se parte de una recta o arco de círculo que es dato, elemento que queda definido -así como el sentido de avance del eje- por su selección al interior de la rutina correspondiente, y luego se define un punto por el cual debe pasar el siguiente elemento “giratorio”, del cual se debe entregar su curvatura ($+R$, $-R$ ó $R = \infty$) y los valores de los parámetros de la o las clotoides respectivas.

El tercer procedimiento es el sistema “acoplado”. Se parte de una recta o arco de círculo que es dato, elemento que queda definido -así como el sentido de avance del eje- por su selección al interior de la rutina correspondiente, y luego se define un punto de dicho elemento inicial a partir del cual debe empalmarse el siguiente elemento “acoplado”, del cual se debe entregar su curvatura ($+R$, $-R$ ó $R = \infty$) y los valores de los parámetros de la o las clotoides respectivas.

5. HERRAMIENTAS DIVA 3.0 PARA DISEÑO EN ALZADO DE VIAS URBANAS

El software de caminos sigue la secuencia ortodoxa: una vez definido el eje en planta, se produce el perfil longitudinal del terreno a lo largo de dicho eje; se compone un perfil longitudinal de proyecto mediante rectas acordadas con acuerdos verticales; se aplica en cada punto de perfil transversal -ya con cota- el perfil tipo que corresponda; se define los pies de taludes de terraplén y las cabeceras de los taludes de corte; se cubica y se ofrece la posibilidad de modificar el perfil longitudinal para ajustar la geometría o los movimientos de tierra según las conveniencias del caso. Con DIVA 3.0, en cambio, se opera con las siguientes especificidades.

- Se desagrega el objeto de diseño vertical (plataforma vial-urbana) en el objeto de diseño “arco” y el objeto de diseño “nodo”. En los nodos el perfil longitudinal de la vía diseñada puede ajustarse a las circunstancias altimétricas de sus afluentes transversales.
- Se establece el concepto “perfil de borde”, que es el perfil transversal común a uno y otro de los objetos parciales arco y nodo. Estos perfiles se definen en aquellos puntos de la vía diseñada en que aparece la primera influencia de alguna de las afluentes transversales, que por lo general es el pie de la perpendicular bajada desde las esquinas más alejadas del cruce hasta el eje de replanteo.
- Se califica los elementos lineales -ejes, bordes- que en uno y otro objeto intervendrán en la definición vertical, en función de su naturaleza y de las superficies que se articulan en torno a ellos o que sobre ellos descansan. Se distingue si tales elementos son maestros

(REDEVU II, párrafo 1.3.6.01), si su definición en alzado ha de ser dependiente de otros elementos (ejemplo: banda de estacionamiento coplanaria con la calzada adyacente), o independiente (ejemplo: pista de viraje que no puede mantenerse coplanaria con la calzada adyacente) y cuándo resulta conveniente, en ciertos casos, definir analíticamente elementos lineales que tradicionalmente son tratados como dependientes.

- Se construye perfiles longitudinales de terreno de modo que entreguen información visual auxiliar de los desniveles entre uno y otro lado del eje en cuestión: (1) en los arcos de manera regular y siempre en los perfiles de borde, y (2) en los nodos, entre los perfiles de borde de las ramas transversales o bocacalles, en el caso de los cruces, o entre uno de estos y la línea oficial opuesta en el caso de los empalmes. En la figura 4 se aprecia pares de flechas rojas y azules que señalan, para cada lado de la plataforma, cuál es el rango en el cual, dado el perfil transversal en los puntos descritos -que proviene de la composición de bombeos y peraltes previamente determinada- debe moverse el perfil en elevación para que las aceras cumplan con la condición de verter aguas hacia la calzada con una inclinación transversal mínima predefinida. Dentro del nodo, el perfil en alzado puede ajustarse para coordinarlo con los perfiles longitudinales y transversales de las afluentes.

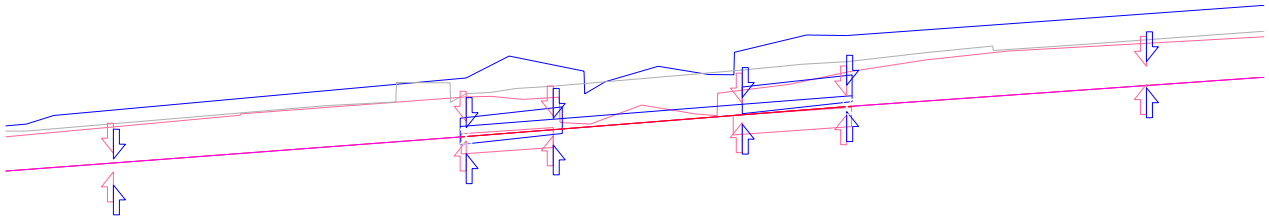


Figura 4: Rangos de Permisi3n Vertical para Perfil Longitudinal en DIVA 3.0

- Se mejora las herramientas de construcci3n de perfiles longitudinales de ejes de replanteo para poder derivarlos autom1ticamente de otros ejes isodireccionales ya definidos o hacer que otros deriven de 3l, si fuese el caso (en ciudades suelen existir otros ejes contenidos en la plataforma vial que no son exactamente paralelos), y para que en el proceso de esta construcci3n se pueda tener referencias visuales de elementos lineales que, contenidos en el perfil tipo tentativamente predefinido para el arco, hayan sido definidos previamente (ej.: otro eje) o resulten de la construcci3n en curso (ej.: bordes de calzadas).
- Se potencia las herramientas para construir perfiles longitudinales de ejes de replanteo para poder ajustarlos a condicionantes altim3tricas; en particular, a las que determinan los perfiles de borde cuando la definici3n altim3trica de un nodo ha precedido a la del eje.
- Se desarrolla el software para definir verticalmente los elementos lineales que configuran superficialmente un nodo, a partir de elementos maestros y perfiles de borde.

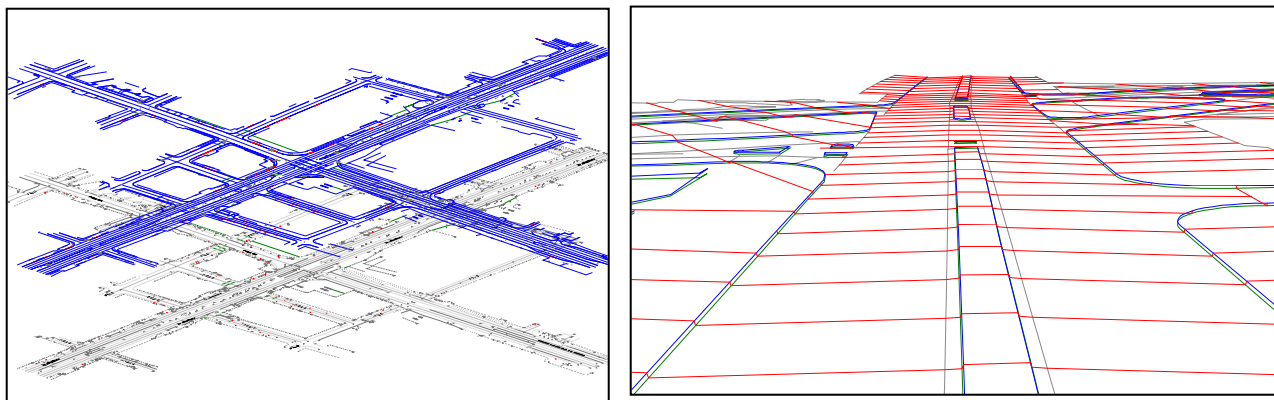
6. HERRAMIENTAS COMPLEMENTARIAS DE DIVA 3.0

DIVA 3.0 se presenta en nueve módulos. Además, desde las páginas web www.sectra.cl o www.diva.cl, se puede descargar: (1) las bibliotecas con los formatos para símbolos, tipos de línea y codificación de capas especificados en el Anexo de Diseño del MESPIVU, y (2) el software para revisar la estructuración de la información, la coherencia formal de los contenidos de las capas AutoCAD de los proyectos y el cumplimiento de las normas de diseño.

6.1. Módulo TopoDIVA®

TopoDIVA es un software diseñado para la construcción de modelos 3D digitales del espacio vial urbano (alambres y bloques con atributos) sobre plataforma AutoCAD. Automatiza todas las etapas de la construcción del modelo y de sus representaciones visuales, ordena la información digital y aplica códigos según las especificaciones vigentes, identificadas en el Capítulo 3.

El ingreso de datos de campo, obtenidos mediante estación total, se puede hacer mediante doble digitación o convirtiendo datos de libretas electrónicas. Procesa poligonales. Genera estructura de capas (láyeres) normalizadas. Restituye alineaciones tridimensionales del terreno. Copia en planta (cota 0) las polilíneas 3D del modelo. Define arcos de esquina. Genera retranqueo espacial de alineaciones 3D. Inserta bloques y atributos normalizados. Inserta cuadrícula de coordenadas. Entrega un modelo 3D de la situación actual (MSA) editable y compatible con DIVA 3.0, fiel a especificaciones oficiales (MIDEPLAN-SECTRA)



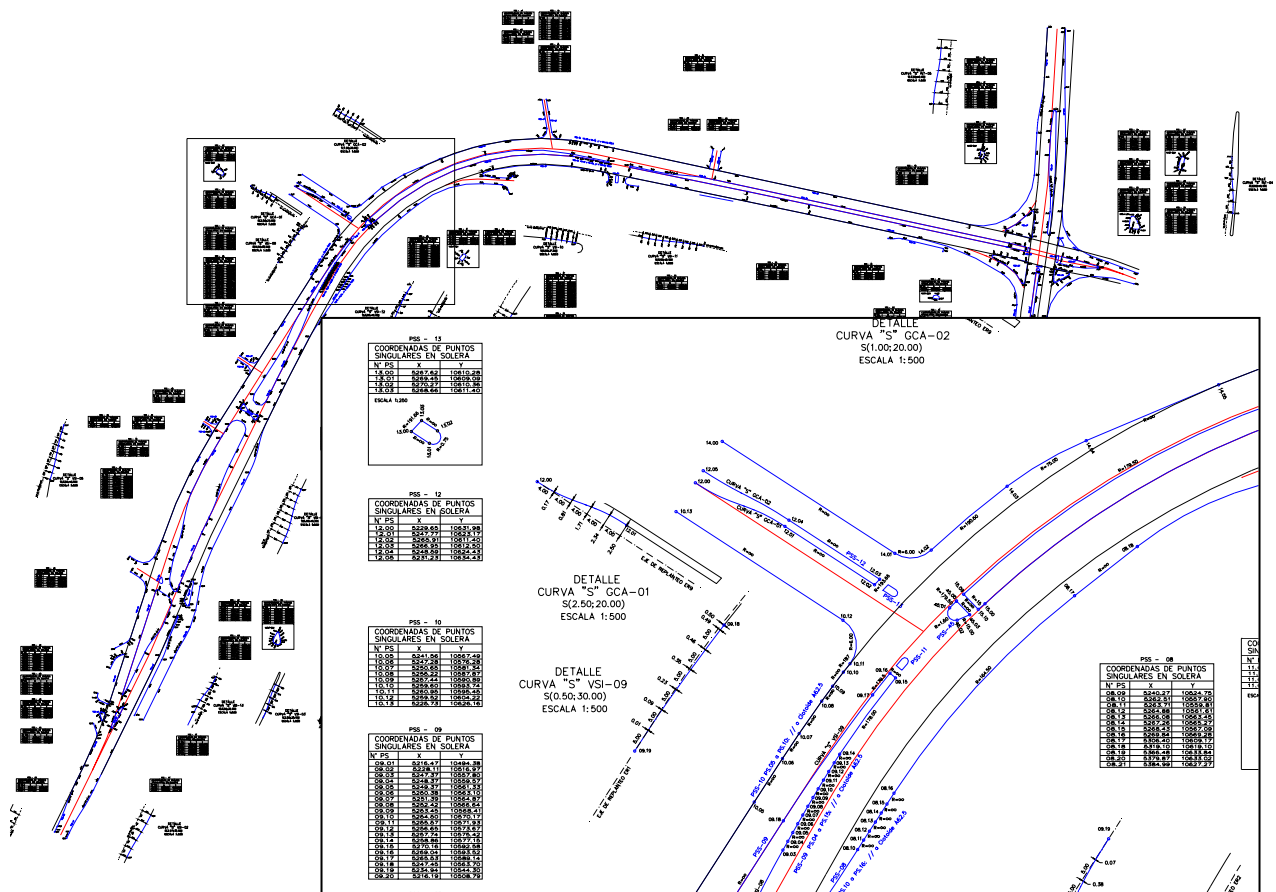
6.2. Módulo Principal

El módulo Principal de DIVA automatiza el diseño de la plataforma vial urbana y sus representaciones visuales, sobre plataforma AutoCAD. Define matemáticamente las líneas en torno a las cuales se articulan las superficies viales y peatonales de la ciudad y con respecto a las cuales se sitúa todos los objetos del espacio público. Ordena la información digital y aplica códigos según las especificaciones vigentes.

En planta, genera todas las configuraciones posibles de ejes, según lo dicho en el Capítulo 4. Detalla puntos singulares de eje, marcas deca, hecto y kilométricas, y tablas de replanteo. Genera bordes de pavimentos paralelos a los ejes, en transición lineal y en S normalizada. Calcula y dibuja retranqueos parabólicos en islas y define y dibuja puntos singulares en soleras.

En elevación, posiciona perfiles transversales en ejes de replanteo, poniendo testigos a distancias regulares y/o en puntos elegidos. Define y edita la(s) faja(s) de influencia del (de los) eje(s) de replanteo. Define perfiles transversales de terreno para diseño, transversales a ejes de replanteo si la faja de influencia es única y como segmentos articulados en el caso de existir ejes múltiples. Define y edita bombeos y peraltes, y define y dibuja diagramas de peralte, diagramas de curvatura y distancia, y planos de perfiles según especificaciones oficiales. Modela perfiles longitudinales con rango vertical posible para la cota de rasante, visible en cada perfil transversal. Vincula perfiles longitudinales y transversales.

Define y dibuja demarcaciones longilíneas, líneas de prioridad de tránsito, paraderos, cebras y superficies achuradas, tachas y flechas.



6.3. Módulo Urbanismo

El módulo Urbanismo de DIVA automatiza y regulariza la inserción y visualización de la información relativa a uso de suelos y edificaciones que se maneja en los proyectos viales urbanos, sobre plataforma AutoCAD.

Construye representaciones normalizadas del uso de suelos. Produce planos de catastro de uso de suelos a nivel predial y zonal. Achura superficies y codifica. Construye representaciones de hitos y condicionantes urbanísticos. Edita símbolos y atributos de bloque utilizados para la representación catastral de usos de suelos. Contornea superficies de la plataforma vial-urbana para achurar.

6.4. Módulo Suelos y Firmes

El módulo Suelos y Firmes de DIVA permite graficar automatizadamente los análisis de suelos y los firmes en sus estados actual y con proyecto.

Representa pozos y estratigrafías de suelos. Para catastro de firmes representa indicadores y achurados, firmes proyectados en corte y en planta

6.5. Módulo Tránsito

Este módulo de DIVA automatiza la construcción e inserción de todos los elementos de demarcación y señalización requeridos en los estudios de diseño vial urbano. Automatiza la definición de las obras civiles y eléctricas de los proyectos de semáforos, su representación y cubicación. Ordena la información digital y aplica códigos según las especificaciones vigentes.

Construye planos de catastro de tránsito identificando, localizando y describiendo señales, postes, semáforos, ductos, flujos vehiculares y peatonales y mediciones en general. Edita información e inserta símbolos manual y automáticamente. Representa señales proyectadas e inserta símbolos de posición de señal (imagen y/o código), con selección de ubicación. Inserta postes de semáforo automáticamente. Define accesos vehiculares. Ingresa datos para insertar lámparas, calcular soportes, instalar cámaras y trazar y calcular diámetros de ductos. Prepara planos y cubica.

6.6. Módulo Servicios

El módulo Servicios de DIVA automatiza los dibujos de ductos y tendidos de servicios públicos.

6.7. Módulo Cubicaciones

Este módulo de DIVA automatiza las mediciones de las partidas de obra viales urbanas.

6.8. Módulo Herramientas

El módulo Herramientas de DIVA ofrece rutinas que complementan los recursos de AutoCAD para la solución de una gran cantidad de problemas de dibujo y de construcción de modelos viales urbanos.

6.9. Módulo Avanzado

El módulo Avanzado de DIVA permite el diseño espacial de la plataforma vial urbana, y lo asiste con herramientas capaces de trabajar bajo condiciones de borde de continua rigidez. Permite definir las alineaciones 3D de proyecto -en el tronco y en intersecciones- en forma automatizada y normalizada. Construye modelos métricos digitales 3D del espacio vial urbano de proyecto (alambres y faces AutoCAD).

Contiene todas las herramientas del Módulo Principal. Además, traza y archiva bordes dependientes y semidependientes del eje de replanteo, traza y archiva soleras asociadas a uno y dos ejes. Declara bordes no reglados, y restaura y elimina bordes de pavimento. Selecciona restricciones verticales, vinculándolas a la vía y desplegándolas sobre el perfil longitudinal. Analiza transversalidad de la plataforma, actualiza puntos de paso sobre perfil longitudinal y despliega perfil longitudinal. Calcula bandas de conexión en intersecciones y las despliega sobre modelo longitudinal. Trazo perfiles de nodo y perfiles primarios. Genera puntos de paso forzado en vía secundaria. Genera perfil longitudinal de borde en el nodo. Actualiza bordes y simetrales.

7. CONCLUSION

El software DIVA 3.0 es un eficaz motor computacional del cuerpo de métodos, normas y especificaciones oficiales con las que el Estado ha aportado a la modernización del Diseño Vial en Chile, y el conjunto debe ser considerado en la evolución técnica de los organismos públicos vinculados a esta disciplina.

AGRADECIMIENTOS

El software DIVA 3.0 es producto inserto en esa suerte de magma que es la práctica de un conocimiento muy antiguo, como lo es el diseño vial. Han desaparecido los nombres de quienes aportaron a su secular avance: ingenieros, jefes de proyecto y obra, profesores, técnicos de todo tipo y condición que han transmitido planetariamente conocimientos ya milenarios.

En esta ocasión sólo se puede y se debe agradecer a las autoridades y profesionales que desde esferas estatales –MIDEPLAN, SECTRA y Universidad de Chile en primer lugar- patrocinaron el complejo DIVA, y a quienes desde la consultoría contribuyeron a su creación. Lo nuevo de DIVA en dicho magma es más logro colectivo que mérito de autor. Los orígenes y la magnitud de este logro confieren al anonimato que lo rodea el valor propio de un producto de Estado.

REFERENCIAS

Insunza, R. (1990) **Método para Calzar Alineamientos Viales Compuestos** Memoria de Título Departamento de Ingeniería Civil, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile; Santiago.

Ministerio de Planificación y Cooperación MIDEPLAN (1997) **Recomendaciones para el Diseño del Espacio Vial Urbano REDEVU**; Secretaría Ejecutiva de la Comisión Interministerial de Planificación de Inversiones en infraestructura de Transporte; Santiago.

Ministerio de Planificación y Cooperación MIDEPLAN (1994-2002) **Estudios Habilitación Proyectos Estructurales a Nivel Táctico para el Gran Santiago – Etapas I, II, III y IV**; Secretaría Ejecutiva de la Comisión Interministerial de Planificación de Inversiones en infraestructura de Transporte; Santiago.