



Documento Técnico Descriptivo

Conjunto de Datos Vectoriales de Carreteras y Vialidades

Edición 1.0

Etapas de Integración y Conectividad

Diciembre 2011



Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)

Índice

1. Proyecto.....	3
1.1 Objetivo General del Proyecto	3
1.2 Objetivos Específicos del Proyecto.....	3
1.3 Antecedentes del Proyecto	3
1.4 Unidades de trabajo	3
1.5 Insumos	4
1.6 Proceso de Estructuración.....	4
1.7 Modelo de Integración de Datos Espaciales en Información	5
1.8 Asignación de código o número de carretera	5
1.9 Integración de vialidades.....	5
2. Producto	10
2.1 Características de la Información	10
2.2 Representación Geométrica de la Información Geográfica o de sus objetos.....	11
2.3 Tabla de Atributos	13
3. Actividades futuras	15

1. Proyecto

1.1 Objetivo General del Proyecto

Generar un conjunto de datos vectoriales de carreteras pavimentadas con la integración y conectividad de vialidades de localidades urbanas.

1.2 Objetivos Específicos del Proyecto

- Integrar y estructurar los datos vectoriales relativos a carreteras pavimentadas y a las vialidades en las localidades, derivados de la cartografía topográfica escala 1:50 000 y cartografía de las localidades urbanas, respectivamente.
- Asignar el número o código de carretera, basados en la información de SCT y de los datos topográficos.

1.3 Antecedentes del Proyecto

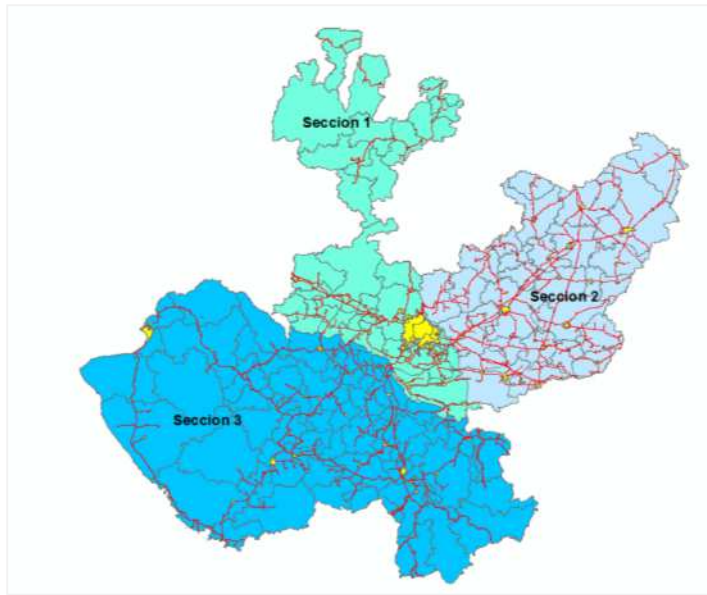
Tomando como punto de partida los datos existentes en los conjuntos vectoriales topográficos escala 1:50000, se procedió a llevar a cabo una actualización a partir de la revisión y comparación de cada carretera respecto a los datos vectoriales proporcionados por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes a través de su Inventario Nacional de Infraestructura para el Transporte, incorporando incluso información de terracerías que actualmente ya están pavimentadas además de datos vectoriales de las calles en localidades rurales. Además de ello, también se incluyó la identificación y actualización del número de carriles, administración y derecho de tránsito.

Posteriormente se llevó a cabo una limpieza y ajuste de la información de carreteras, consistente en eliminar los excedentes de líneas al interior de polígonos de localidades urbanas y conectar las carreteras a dichos polígonos.

Por último, se revisaron las carreteras periféricas de los estados para determinar el sentido de pertenencia a una entidad federativa evitando de esta manera que la carretera quedara “discontinua” debido a los límites estatales al mismo tiempo que se establecía la conexión interestatal que le da continuidad a la carretera al pasar entre dos entidades federativas.

1.4 Unidades de trabajo

Las unidades de trabajo son por entidad federativa, no obstante para aquellas con una gran densidad de infraestructura carretera, se prevé fraccionar dichas unidades en 2 o 3 secciones en función de la división municipal, considerando el número y tamaño de las localidades y la extensión total del estado.



1.5 Insumos

Se considera integrar este conjunto de datos de carreteras con los datos topográficos vectoriales escala 1:50 000 en base a la actualización de la cobertura de la SCT como fuente principal, además de diversa información necesaria de apoyo.

Vectoriales	Servicios de imágenes	Documentos
<ul style="list-style-type: none"> Red Carretera 1:50 000 Vías de transporte de los datos topográficos 1:50000 Marco Geoestadístico Nacional 2010 División Cartográfica 1:10000 Carreteras pavimentadas SCT 	<ul style="list-style-type: none"> Ortofotos 1:20 000 y 1:10 000 disponibles Imágenes Spot Pancromáticas 2007-2009 	<ul style="list-style-type: none"> PDFs de la SCT Atlas Carretero SCT http://dgp.sct.gob.mx/fileadmin/Atlas/

1.6 Proceso de Estructuración

La construcción de un producto con funcionalidad de red, implica un proceso de abstracción que permite simplificar la representación del mundo real a través de métodos y técnicas de sistemas de información geográfica.

Este proceso tiene diversos etapas y fases, iniciando con la investigación de estándares, el diseño de la base de datos, desarrollo de herramientas y medios de control y administración, continuando con la integración y conectividad de los elementos, así como del modelado del mundo real, todo esto simplificado con técnicas básicas de dibujo como puntos, líneas y polígonos.

También existen relaciones espaciales entre objetos geográficos que deberán definirse en reglas topológicas así como aquellas relaciones lógicas entre diferentes entidades espaciales.

Considerando que para su integración se partirá de datos existentes, parte de dicha estructuración consiste en revisar las carreteras sobre la periferia de cada localidad urbana, analizar, interpretar y editar la conectividad con sus correspondientes vialidades, así como validar su interconexión con cada una de las carreteras a través de dicha localidad.

1.7 Modelo de Integración de Datos Espaciales en Información

Con el fin de contribuir al desarrollo, integración y consolidación del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica (SNIEG), se requiere la aplicación de un marco normativo que permita uniformar la generación de los datos y la información geográfica que sea la base para la producción de Información de Interés Nacional que pueda ser compatible, comparable, compartible, confiable y consistente.

1.8 Asignación de código o número de carretera

Para la actualización del código o número de carretera se hizo uso de los catálogos de información generados por la SCT por estados y de los datos asociados a los vectores de carreteras de los datos topográficos.

Se realizó un análisis para determinar cuál es el número correspondiente a cada carretera en el que se comparo la información que tenía asociado el dato vectorial con la información de la SCT y se decidió cual número debía asignarse.

1.9 Integración de vialidades

Por el grado de actualización que presenta la Base Cartográfica Única versión liberada posterior al Censo de Población y Vivienda 2010, se consideran los ejes de vialidad para su integración a la Red de Carreteras e interconexión de carreteras.

Se plantea realizar el tratamiento necesario para su incorporación consistente en limpieza topológica, así como para la edición consistente en ajustar y conectar las vialidades con las carreteras, además de identificar y revisar al interior de las localidades, aquellas vialidades sugeridas para el cruce e interconexión con otras carreteras.

Es importante mencionar que esta integración de vialidades conlleva a realizar algunas ediciones en los datos de ejes de vialidad, como son el de extender o alargar líneas, segmentar, eliminar y crear nuevas líneas, a efecto de garantizar dicha conectividad.

En lo general, para los ejes de calle se respetan los atributos como vienen de origen así como la dirección del trazo de la geometría. De esta forma se precisa, que para esta etapa del proyecto de carreteras, no se hizo

algún tratamiento referente a los sentidos de circulación vehicular y para vialidades se mantienen las características que guarda la fuente.

Además, se precisa que para la identificación y asignación de atributos de carreteras para ejes de vialidad, tiene como finalidad el poderlas representar gráficamente como interconexión con carreteras.

La actividad se resume en lo siguiente:

1. Revisar sobre la periferia de cada localidad e identificar y conectar las carreteras con las vialidades realizando los ajustes espaciales necesarios.
2. Identificar las vialidades que se utilizan para el cruce dentro de las localidades e interconexión de carreteras, en función de su tipo como: libramientos, periféricos, circunvalaciones, Avenidas, Bulevares y verificar su continuidad y garantizar la conectividad al interior y entre localidades conurbadas adyacentes.

Zoom de digitalización

Como un estándar para homogeneizar el criterio de digitalización, se establece el criterio de visualización entre escalas 1:3 000 y 1:5 000 para realizar la edición, esto en función de la resolución de 2.5 m que presentan las imágenes SPOT 2007-2009. Este rango de escalas permite observar mayor detalle en los casos de mayor grado de sinuosidad de los tramos carreteros que se traduce a un mayor número de vértices para representar líneas curvas.

Conexión

Se garantiza la conectividad de todas las carreteras con su correspondiente vialidad al interior de las localidades. (Figura. 1, Figura. 2, Figura. 3)

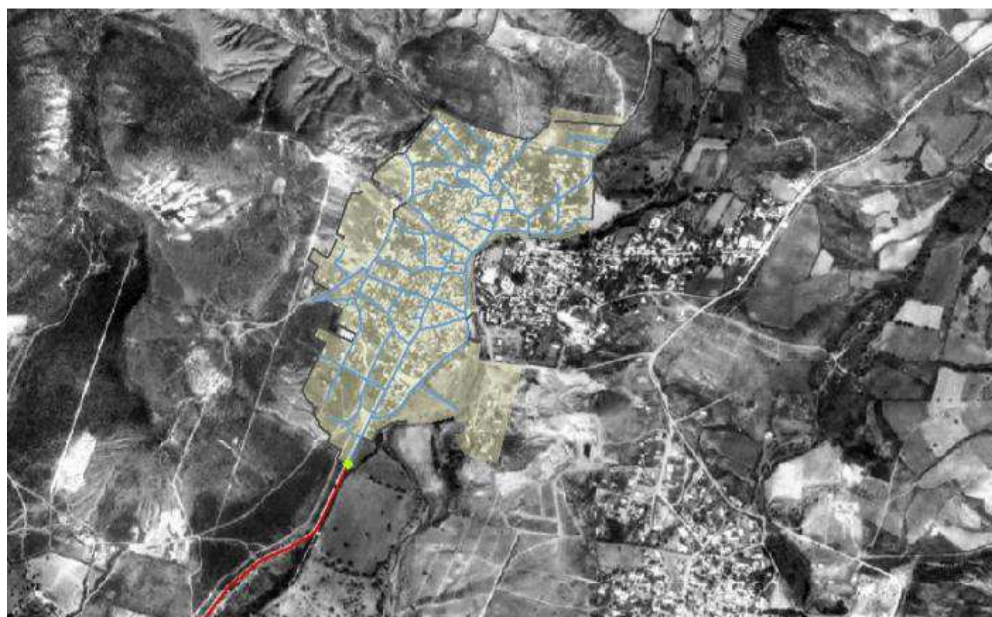


Figura. 1

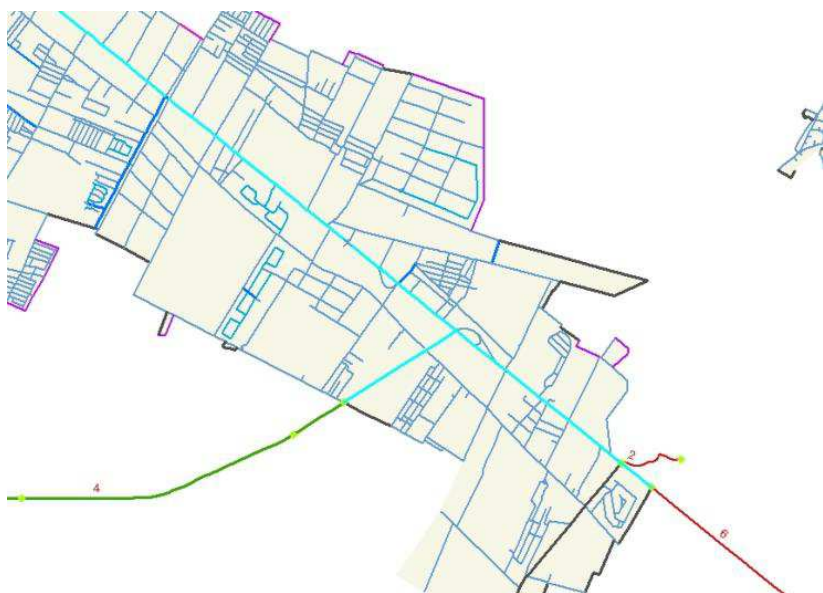


Figura. 2

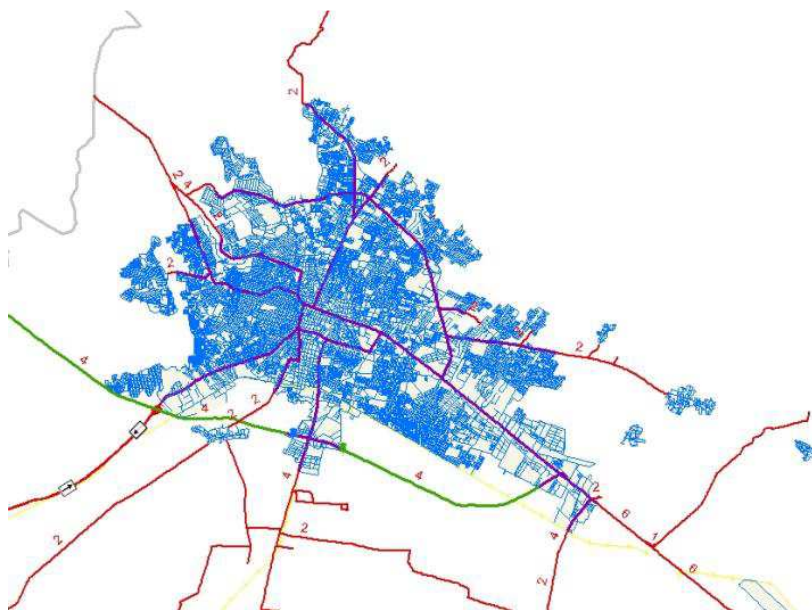


Figura. 3

En esta imagen se aprecian las vialidades que se identificaron para representar la interconexión de carreteras.

Se atendieron los casos de edición que se presentaron en el proceso como el **Traslape de carretera con vialidad** Figura. 4

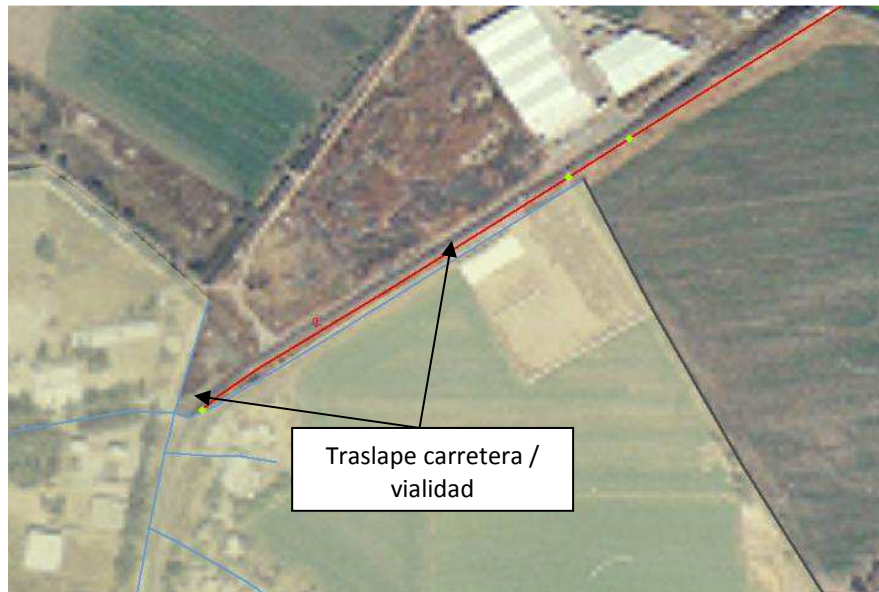


Figura. 4

En el que la solución incluye llevar a cabo la evaluación de los rasgos y selección de aquel que mejor se apega la imagen, además de otras condiciones como es el caso de una zona no habitada y en donde predomina la carretera (Figura. 5 Se verificó con las imágenes disponibles que la vialidad que divide un área parcelada realmente lo sea.

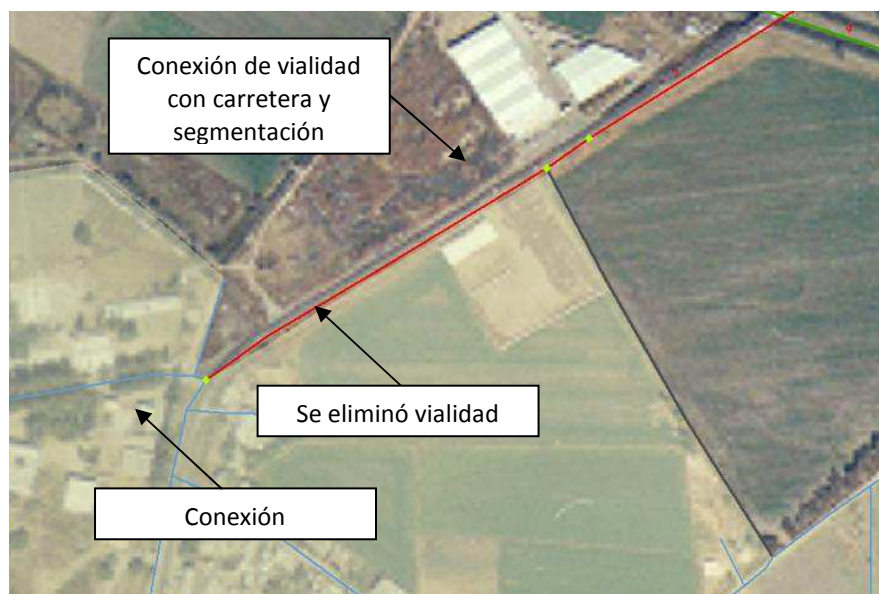


Figura. 5

Se atendió la **Conexión entre localidades conurbadas** donde se hizo un recorrido visual sobre los límites de localidades conurbadas, a efecto de detectar desconexiones u omisiones de líneas de carreteras que las interconecten y realizar la edición correspondiente. En la Figura. 6 puede observarse la desconexión de

vialidades en el lado de Aguascalientes la avenida está representada con dos líneas por existencia de camellón y en Jesús María representada con línea sencilla.

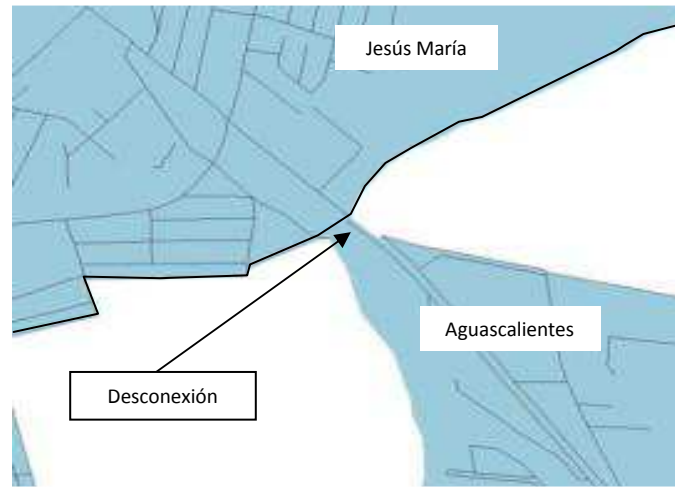


Figura. 6

Se identificó y dio solución a la **desconexión entre localidades**. Como el siguiente caso (Figura. 7) de dos localidades cercanas entre ellas, pero que están separadas por un río y el elemento que las conecta es a través de un puente.

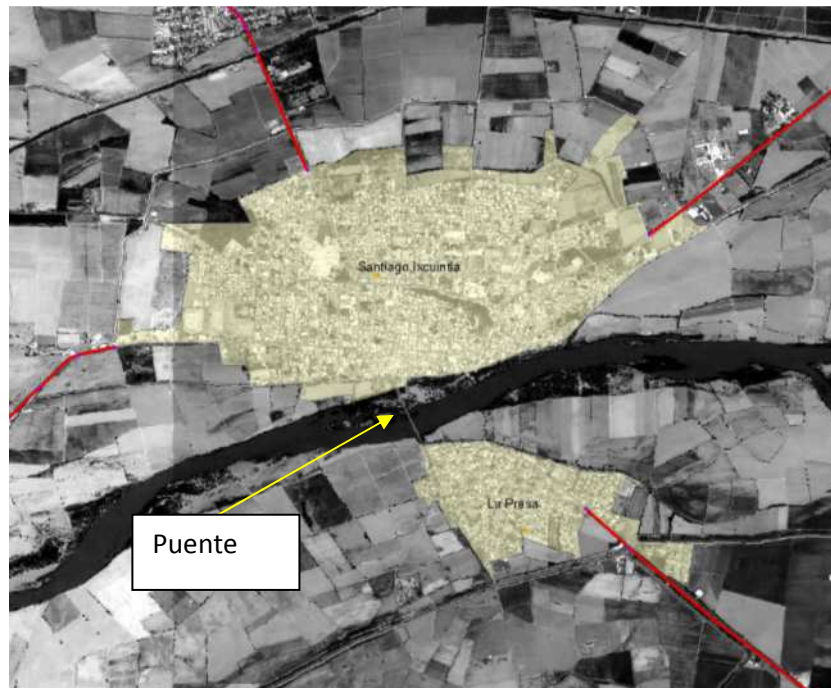


Figura. 7

Por tanto, la solución aplicada es la digitalización de la línea del puente como carretera considerando que en una etapa posterior cuando se identifiquen los puentes, se realizará lo correspondiente para su representación.

2. Producto

2.1 Características de la Información

El producto se compone de: Líneas de Red (Objeto lineal) y la información asociada se constituye de dos componentes: Componente Descriptivo y Componente Espacial.

Componente Descriptivo

Es una característica que califica y describe aspectos de la información geográfica o de los objetos de información. El número de atributos asociados a la información es variable, pueden ser cualitativos o cuantitativos.

Los objetos de la información están descritos en los diccionarios de información mediante sus nombres, definiciones y la asignación de atributos. Los nombres, definiciones y atributos empleados, aplican estrictamente para los fines específicos de su manejo en el SNIEG.

Ocurrencia

Ocurrencia es la presencia de información geográfica o de sus objetos en un conjunto de información. Cuando la información geográfica o sus objetos cuentan con uno o varios atributos, la existencia de una combinación de valores de los atributos establecidos constituye una ocurrencia. En el punto donde cambia de valor alguno de los atributos, se presenta una ocurrencia diferente, por lo que existen tantas ocurrencias como combinaciones válidas de atributos existan.

Componente espacial

Es la representación digital de información geográfica o de objetos de la información con una estructura vectorial.

La información geográfica o sus objetos pueden tener diferente tipo de representación vectorial según su dimensión y escala de trabajo, ya sea por medio de los primitivos básicos Punto, Línea y Polígono, o a través de geometría compleja de tipo Multipunto, Multilínea y Multipolígono.

Cada tipo de representación geométrica (punto, línea y polígono), podrá estar definida en dos o en tres dimensiones, en un determinado sistema de coordenadas.

En general, una componente espacial es una cosa (objeto, persona, evento, concepto, etc.) distinguibles de lo que le rodea, acerca de la cual se requiere información.

Para propósitos del Conjunto de Datos Vectoriales de Carreteras y Vialidades, un componente espacial es la representación digital del componente descriptivo de una vía de tránsito vehicular o peatonal. Se le asocia un nombre con el fin de distinguirla de otras componentes.

2.2 Representación Geométrica de la Información Geográfica o de sus objetos.

Constituye la representación digital del componente espacial de un rasgo geográfico. Cada objeto puede estar asociado con distintos tipos de representación geométrica y para esta primera etapa del proyecto, está definida en dos dimensiones (X, Y).

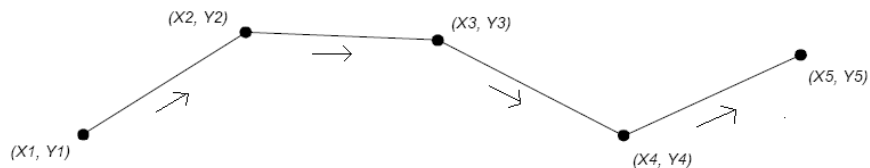
Punto

Es la representación geométrica más simple de la información geográfica o de sus objetos. Está definida por un par de coordenadas (X, Y). Se usa para representar objetos que por sus dimensiones y la escala de trabajo requieran manejarse como un punto.



Línea

Es la representación geométrica constituida por una serie de dos o más pares distintos de coordenadas (vértices) ligados secuencialmente. Los conjuntos de coordenadas deberán corresponder al plano de referencia (X, Y).



Para efecto de este producto, una línea se usa para describir total o parcialmente la geometría de un flujo de tránsito en dos dimensiones.

Cabe mencionar, que para el producto de esta etapa, no se considera acción alguna referente a la verificación o edición de los sentidos de circulación vehicular. Por tanto la dirección del trazo de las geometrías de tipo línea, no describen el sentido de circulación.

Topología

Es las relaciones espaciales generales de conectar y compartir se establecen para garantizar condiciones de integridad geométrica en la integración de datos espaciales en información, a partir de éstas, se construyen relaciones topológicas avanzadas de acuerdo con las necesidades particulares de integración de datos en información.

Para garantizar la consistencia geométrica de la Red de Carreteras, la información geográfica debe estar libre de estos errores:

- Excesos o defectos en las uniones de puntos con líneas.
- Excesos o defectos en las uniones de líneas con líneas.

Para ello, se establecen los tipos de relaciones: conectar y compartir.

Relaciones espaciales:

Conectar

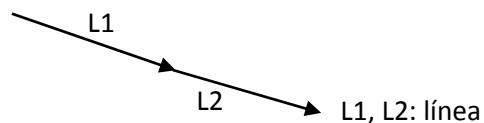
Se da una relación de conectar entre objetos de información geográfica, cuando y sólo cuando se satisfacen la condición siguiente:

Que exista una intersección o unión en el plano de referencia entre los objetos de información involucrados.

La relación de conectar se dará en el punto en el que dos o más objetos de información geográfica diferentes compartan las mismas coordenadas en el plano de referencia (x, y).

Para efectos de este producto, una relación de conectar implica una terminación de las ocurrencias de representación geométrica de todas las ocurrencias de objetos presentes en el punto de conexión.

Tal es el caso de que en cada intersección, se garantice dicha terminación de todas las ocurrencias.



Compartir

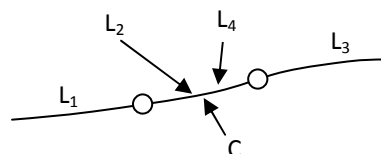
Se dará una relación de compartir entre objetos espaciales cuando se satisfagan las condiciones siguientes:

Que los objetos caracterizados como líneas o polígonos sean parcial o totalmente contiguos o coincidentes.

Que la relación esté considerada en el diccionario de datos correspondiente.

Esta relación requerirá que los objetos involucrados en la relación, compartan las mismas coordenadas de representación geométrica lineal, en el plano de referencia (x, y).

La relación de compartir implicará una relación de conectar para las líneas que coincidan en los extremos de la línea compartida.



L₁, L₂, L₃ : carretera

L₄ : puente

2.3 Tabla de Atributos

Contiene los atributos, descripción, tipo y dominio de valores aplicados a los vectores según el tipo de rasgo al que se le están asociando, que puede ser Carretera, Vialidad y Calle rural. Cada uno de estos tipos está representado por una columna en donde se marca con una X aquellos donde los valores aplican o en caso contrario adquieren el valor N/A (no aplica).

Línea de Red

Campo	Descripción	Tipo	Carretera	Vialidad	Calle Rural	Dominio de Valores
ID	Identificador único para cada arco	Numérico(20)	X	X	X	1,2...N
TIPOVIA	Tipo de Vía	Alfanumérico(20)	X	X	X	Según Catálogo
TIPO	Tipo de carretera	Alfanumérico(20)	X	N/A	N/A	Pavimentada: de Asfalto o concreto Terracería: De arena y grava compactada
NUMERO	Código de Carretera	Alfanumérico(10)	X	X	X	Número Oficial asignado al segmento o NINGUNO (En vialidades sólo para fines de representación continua de carreteras. El resto N/A)
DERE_TRAN	Derecho de tránsito de la carretera	Alfanumérico(20)	X	X	X	Cuota, libre o restringido. (En vialidades y calles rurales sólo para fines de representación continua de carreteras. El resto de vialidades N/A)
ADMINISTRA	Administración de la carretera	Alfanumérico(20)	X	N/A	X	Federal, Estatal, Municipal, Particular, Desconocido, Otro. (En vialidades y calles rurales sólo para fines de representación continua de carreteras. El resto de vialidades N/A)
NUME_CARR	Número de carriles	Alfanumérico(10)	X	N/A	X	Valor mayor o igual 1. (En vialidades y calles rurales sólo para fines de representación continua de carreteras. El resto de vialidades N/A)
CONDICION	Condición	Alfanumérico(20)	X	N/A	N/A	En operación, En construcción, Fuera de uso.
ORIGEN	Fuente a la que pertenece el tramo	Alfanumérico(10)	X	X	X	TOPO50K, BCU, NUEVA
CALI_REPR	Calificador de representación geométrica	Alfanumérico(10)	X	N/A	X	Aproximada, Definida
CVEGEO	Clave de la localidad	Alfanumérico(11)	N/A	X	N/A	Según catálogo
NOMVIAL	Nombre de la Vialidad	Alfanumérico(100)	N/A	X	N/A	Nombre de la vialidad
SENTIDO*	Sentido de la vialidad definido en la BCU	Alfanumérico(14)	N/A	X	N/A	Un sentido, dos sentidos, N/A, NINGUNO

LONGITUD	Longitud del segmento	Númérico(10,2)	X	X	X	Longitud calculada con la proyección Cónica Conforme de Lambert
UNIDAD**	Unidad de trabajo	Alfanumérico(3)	X	X	X	Clave del estado utilizado como unidad de trabajo para evitar la segmentación de líneas por límites geoestadísticos.

* El atributo SENTIDO solo aplica para vialidades de localidades urbanas, manteniendo esta característica tal como se recibió el insumo de la Base Cartográfica Única. Se precisa que en esta etapa de integración y conectividad no se considera la verificación de esta condición para vialidades y carreteras.

**.- A efecto de evitar la segmentación de carreteras sobre todo aquellas que coinciden con alguno de los límites del estado y espacialmente el tramo carretero pasa de una entidad federativa y regresa a la otra de forma intermitente, se decidió dar la pertenencia de todo el tramo, a aquel estado que tuviera la mayor parte del segmento. Por tanto, esta pertenencia es para efecto de trabajos técnicos y no atiende a determinar alguna jurisdicción.

Catalogo de Dominio de Valores

TIPOVIA
ANDADOR
AVENIDA
BOULEVARD
CALZADA
CALLE
AMPLIACION
CALLEJON
CERRADA
CIRCUITO
CIRCUNVALACION
CONTINUACION
CORREDOR
DIAGONAL
EJE VIAL
PASAJE
PEATONAL
PERIFERICO
PRIVADA
PROLONGACION
RETORNO
VIADUCTO
CARRETERA
OTRO
N/A

Para los casos de vialidades en localidades urbanas identificadas y clasificadas como interconexión de carreteras, así como las calles rurales integradas para el mismo fin, adoptan atributos de carreteras en los campos NUMERO (código de carretera) y DERE_TRAN (derecho de tránsito), sólo para efecto de representación gráfica. Adicionalmente las calles de tipo rural también adoptan los atributos ADMINISTRA (administración) y NUME_CARR (número de carriles).

3. Actividades futuras

Una vez concluida esta etapa de integración de vialidades en 2011, se plantea la necesidad de iniciar en el siguiente ejercicio 2012, el modelado de carreteras y de vialidades considerando los diversos elementos restrictivos del mundo real, como son los detalles de enlaces en distribuidores, pasos a desnivel, sentidos de vialidad, camellones o divisiones, laterales, retornos, etc., labor que implica o demanda de mayores recursos, pero a cambio se obtendrá con este esfuerzo una red de carreteras modelada al detalle de la realidad, que aunado a un desarrollo informático de una aplicación geoespacial, permitirá a los usuarios realizar ruteos confiables a partir de un origen y un destino, estimando tiempos, costos y distancias de traslado, logrando con esto aportar un servicio indispensable hoy en día a los diferentes sectores de gobierno y sociedad, como apoyo en la planeación de traslados.

Como antecedente, se están realizando esfuerzos en diversos países como los Estados Unidos de América a través de su Buró del Censo, el servicio de emergencias 911, el Buró de Estadísticas de Transporte, Gobiernos estatales y municipales, y recientemente una comisión para inventariar y estandarizar la información existente orientada al modelado de carreteras.

Son proyectos de muchos años que han generado diversos modelos de datos para diversos fines como inventario de infraestructura carretera, condición, materiales de construcción, estadísticas de accidentes, entre muchos más, pero el modelado más solicitado y usado por los usuarios en general, es el de ruteo considerando todos los elementos restrictivos para transitar de un lugar a otro, como pueden ser existencia de camellones, pasos a desnivel, sentidos de vialidad, vueltas restringidas, altura y ancho de puentes o túneles, distribuidores viales, etc.

En este sentido, es conveniente que las áreas generadoras de la cartografía urbana, consideren cambiar el modelo de los datos a estructuras de redes pensadas para ruteo, con el fin de mantener una sola fuente compatible para varios proyectos.

Además es importante considerar en una de las etapas del proyecto, la inclusión de carreteras de terracería, caminos y brechas, para contar con una cobertura a nivel de localidades rurales, así como sitios turísticos o instalaciones diversas como pueden ser playas vírgenes, minas, hidroeléctricas, etc.

No obstante al tiempo que se necesite para considerar estos elementos y características, el reto por alcanzar, es mantener la actualización constante de las carreteras y caminos, considerando lo dinámico que se da en este sector, como es el crecimiento urbano así como la modernización de carreteras que se da en todo el País de forma vertiginosa.

Es importante mencionar que para realizar cabo esta ardua tarea con un grado de certidumbre aceptable, es indispensable una cobertura de imágenes de satélite de alta resolución recientes a la fecha de inicio de cada una de las etapas, insumo que permita interpretar y analizar los cambios dinámicos de carreteras, para su modelado en redes geométricas orientadas a transporte.

También es importante la participación de personal en direcciones regionales y coordinaciones estatales, quiénes tienen el conocimiento de su territorio, además de la participación de personal de los gobiernos estatales y municipales, así como centros SCT, quiénes validen los datos además de informar de manera

cotidiana y oportuna, de los proyectos acerca de modernización de carreteras existentes o proyectos de construcción de nuevas carreteras, distribuidores viales, modificación en vialidades como sentidos de vialidad, vueltas restringidas y modificaciones físicas.