



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
FACULTAD DE GEOGRAFÍA**

**MEMORIA DE ACTIVIDADES REALIZADAS EN:
EL INSTITUTO DE INFORMACIÓN E INVESTIGACIÓN GEOGRÁFICA,
ESTADÍSTICA Y CATASTRAL DEL ESTADO DE MÉXICO.**

“IGECEM”

**ACTUALIZACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA RED
CARRETERA DEL ESTADO DE MÉXICO**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN GEOGRAFÍA**

PRESENTA:

ULRICO JUAN SALINAS DÍAZ

ASESOR:

ECATSIG. LÁZARO MEJÍA ARRIAGA

REVISORES:

ECATSIG. LIDIA ALEJANDRA GONZÁLEZ BECERRIL

DR. En G. JUAN CAMPOS ALANÍS

TOLUCA, MÉXICO, 2015

Dedicatorias

A Dios por prestarme esta vida.

A mis hijos y esposa, quienes me han brindado su amor y son mi inspiración.

A mis padres que me han apoyado incondicionalmente.

A mi asesor y revisores, por guiarme no solo en este proyecto, sino a lo largo de una trayectoria de mi formación profesional.

CONTENIDO

| | |
|---|-----------|
| RESUMEN..... | 6 |
| INTRODUCCIÓN..... | 7 |
| CAPÍTULO 1 MARCO INSTITUCIONAL..... | 9 |
| 1.1 ¿Qué es el IGCEM?..... | 9 |
| 1.2 Funciones..... | 9 |
| 1.3 Atribuciones..... | 10 |
| 1.4 Organigrama..... | 13 |
| 1.5 Misión..... | 14 |
| 1.6 Visión..... | 14 |
| 1.7 Dirección de Geografía..... | 15 |
| 1.7.1 Funciones..... | 15 |
| 1.7.2. Misión..... | 15 |
| 1.7.3 Visión..... | 16 |
| CAPÍTULO 2 DESCRIPCIÓN DE LA PRÁCTICA PROFESIONAL..... | 17 |
| 2.1 Proyecto de Actualización Cartográfica de la Red Carretera del Estado de México..... | 17 |
| 2.1.1 Objetivo general..... | 17 |
| 2.1.2 Objetivos específicos..... | 17 |
| 2.1.3 Responsables de la ejecución del proyecto..... | 18 |
| 2.1.4 Fases de la Actualización Cartográfica de la Red Carretera del Estado de México..... | 19 |
| 2.2 Recopilación de la información..... | 20 |
| 2.3 Homologación y estandarización de la información cartográfica base..... | 23 |
| 2.4 Interpretación de imágenes de satélite para la identificación y digitalización de nuevas vías terrestres | 27 |
| 2.4.1 Selección de vectores útiles..... | 27 |

| | |
|--|-----------|
| 2.4.2 Ajuste de nuevos vectores carreteros..... | 29 |
| 2.4.3 Digitalización de nuevos vectores carreteros..... | 29 |
| 2.5 Preparación de la base alfanumérica de la capa de carreteras..... | 35 |
| 2.5.1 Validación de las Carreteras..... | 38 |
| 2.6 Creación de una matriz de distancias, mediante el método de análisis de redes..... | 39 |
| 2.7 Edición y control de calidad..... | 62 |
| 2.8 Impresión del documento final..... | 78 |
| | |
| CAPÍTULO 3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 79 |
| 3.1 Conclusiones..... | 85 |
| 3.2 Recomendaciones..... | 88 |
| | |
| BIBLIOGRAFÍA..... | 90 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1: Organigrama general del IGCEM..... | 13 |
| Figura 2: Organigrama de la Dirección de Geografía..... | 18 |
| Figura 3: Actualización Cartográfica de la Red Carretera del Estado de México..... | 19 |
| Figura 4: Vectores de carreteras de INEGI..... | 20 |
| Figura 5: Imagen en digital de la carta de la SCT..... | 21 |
| Figura 6: Carta Geográfica del Estado de México..... | 21 |
| Figura 7: Imágenes SPOT 5 año 2010..... | 22 |
| Figura 8: División Política del Estado de México, año 2010..... | 22 |
| Figura 9: Localidades del Estado de México formato puntual. (2008)..... | 23 |
| Figura 10: Tabla de localidades a puntos..... | 25 |
| Figura 11: Diferencia entre el DATUM NAD27 y el WGS84..... | 26 |
| Figura 12: Combinación de la imagen y los vectores recabados para realizar el filtro en el que se seleccionan y se dejan solo los vectores útiles para el trabajo en curso..... | 27 |
| Figura 13: Ejemplo de vectores útiles y los que son omitidos debido a que representan más trabajo empleado del que se tomaría al trazarse nuevamente, y por tanto eliminados de la base cartográfica..... | 28 |
| Figura 14: Eliminación de vectores con mucho desplazamiento o que no llevan la forma de la vía, dejando los que sirven para posteriormente complementar la base..... | 28 |
| Figuras 15. A y 15. B: Ajuste de vectores..... | 29 |
| Figuras 16: Carretera a complementar..... | 30 |
| Figuras 17: Carretera completada..... | 30 |
| Figura 18: Localidades sin carretera..... | 31 |
| Figura 19: Localidades con carretera de trazo nuevo..... | 32 |
| Figuras 20. A y 20. B: Carreteras faltantes a digitalizar..... | 32 |
| Figura 21: Carreteras trazadas en centro urbano..... | 33 |

| | |
|---|----|
| Figura 22: Acercamiento antes y después del ajuste en trazo carretero..... | 33 |
| Figura 23: Llenado de la tabla de atributos..... | 36 |
| Figura 24: Capas ordenadas en el software que se trabajó..... | 62 |
| Figura 25: Imagen LANDSAT ETM+..... | 64 |
| Figura 26: Área urbana del Estado de México y sus alrededores..... | 65 |
| Figura 27: Límites municipales y de estados colindantes..... | 66 |
| Figura 27: Río Lerma..... | 67 |
| Figura 28: Vías férreas..... | 68 |
| Figura 29: Red carretera final del Estado de México..... | 70 |
| Figura 30: Ejemplos de casetas de peaje, puentes y numero de carretera..... | 71 |
| Figura 31: Localidades presentes en el Estado de México..... | 72 |
| Figura 32: Aeropuertos..... | 73 |
| Figura 33: Leyenda..... | 74 |
| Figura 34: Portada en el Espaciomapa de Carreteras..... | 75 |
| Figura 35: Imagen del frente del documento preliminar antes de ser enviado al área de edición documental..... | 76 |
| Figura 36: Reverso del Espaciomapa de Carreteras..... | 77 |
| Figura 37: Portada final del Espaciomapa de Carreteras..... | 80 |
| Figura 38: Leyenda final..... | 81 |
| Figura 39: Frente del Espaciomapa de Carreteras del Estado de México en la versión final..... | 82 |
| Figura 40: lado posterior aprobado..... | 83 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1: "dbf" de localidades..... | 25 |
| Tabla 2: Estructura de la tabla de atributos de las carreteras..... | 37 |
| Tabla 3: Características de carreteras de la junta local de caminos..... | 38 |
| Tabla 4: Diccionario de datos de las capas en el Espaciomapa de Carreteras..... | 62 |

RESUMEN

La cartografía como herramienta para la planeación y ordenación territorial brinda un instrumento que coadyuva y mejora la aplicación de las políticas sectoriales en torno al desarrollo estatal, regional y municipal.

El Estado de México como la entidad más poblada de México con 15, 175,862 habitantes (*INEGI. Censo de Población y Vivienda, 2010*), demanda mayor número de servicios entre ellos; de transporte, de movilización de mercancías, comunicación entre localidades, además de otros, asimismo aunado a ello, rodea al Distrito Federal, lo que hace necesario tener una buena red de carreteras y por supuesto conocer bien de ella, es por ello que este trabajo retoma todos estos datos para tener un documento en el cual se pueda consultar, analizar y tomar decisiones de carácter significativo en la ordenación y planeación territorial.

Este trabajo se desarrolló dentro del proyecto de actualización de la cartografía de la red carretera en formato vectorial digital para el Estado de México, siendo su principal objetivo, que la información debiera estar concentrada en una capa vectorial compatible con diferentes plataformas de manejo de información cartográfica, para este caso se utiliza el formato *shapefile*.

Este trabajo puntualizará cada uno de los capítulos y las fases que conforman este documento; iniciando con la del marco institucional en donde se describe al IGCEM y la Dirección de Geografía.

Asimismo, el capítulo con énfasis especial en el proyecto, es el desarrollo en sí de la actualización de carreteras y la publicación de ésta, en el documento “Espaciomapa de Carreteras del Estado de México”. Además es donde se muestra la metodología que se empleó para la realización del trabajo completo.

En el último apartado se refiere a los resultados obtenidos en el desarrollo de este trabajo, asimismo se muestra una serie de conclusiones y sugerencias.

INTRODUCCIÓN

El Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México (IGECM) se encarga de la elaboración de diferentes productos cartográficos, dentro de los cuales se destacan la actualización de las principales capas vectoriales del Estado de México, y en las que se encuentra la cobertura de la red de carreteras, siendo el tema al que se enfoca la presente memoria.

La cartografía como un instrumento para planeación de un territorio ha sido siempre esencial, y hoy en día se tienen métodos más avanzados para la obtención de imágenes de alta precisión, como son los sensores remotos, cámaras digitales, tecnología radar, por mencionar algunos, y por supuesto los nuevos procesos computacionales, que cada vez permiten realizar mayor número de cálculos y operaciones en un menor tiempo, las cuales se implementan en combinación con el conocimiento geográfico para obtener mejores resultados con estas herramientas, y que generan gran variedad de productos como; fotografías aéreas, imágenes de satélite, modelos digitales de terreno, entre otros. Esta permite al ser humano realizar diagnósticos, análisis en la planeación y la administración de un territorio, a mayor detalle, por la magnitud de precisión hacen que la cartografía sea más confiable y a la vez se vuelva indispensable para la implementación de políticas de desarrollo.

Para la realización del proyecto de actualización de las vías de comunicación (carreteras) se recabó información de diversas instancias como los son; la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) en el ámbito federal, en el estatal la Junta de Caminos y el Sistema de Autopistas, Aeropuertos, Servicios Conexos y Auxiliares del Estado de México, quien colaboró con el aporte de la información relacionada a carreteras de cuota (*SAASCAEM, 2010*); otros organismos como lo son el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y el propio Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México (IGECM) han sido fundamentales por tener información relacionada para la actualización de cartografía de carreteras.

En la actualización de la cartografía carretera se tomó como referencia la Carta Geográfica del Estado de México, edición 2006, elaborada por IGCEM, el mapa de Infraestructura Vial de la SCT y los datos vectoriales escala 1:1,000,000 de INEGI. De estos tres productos, se extrajo la información vectorial para posteriormente ser actualizada en base a imágenes de satélite de la constelación SPOT 5 del año 2010. (CNES, 2010).

El producto cartográfico, se publicó a través del Espaciomapa de carreteras del Estado de México año 2010, siendo un documento estratégico para la planeación y ordenación territorial, que servirá como soporte para la toma de decisiones en el nivel municipal, regional, así como en el estatal, con el objeto aplicar nuevas y mejores políticas sociales que contribuyan al crecimiento y desarrollo económico del Estado.

CAPÍTULO 1 MARCO INSTITUCIONAL

En este apartado se describirá lo que es el instituto, las funciones y atribuciones que tiene a su cargo, tal y como se enuncia en su página electrónica en 2014.

1.1 ¿Qué es el IGECEM?

El Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México (IGECEM) es un organismo público adscrito a la Secretaría de Finanzas, creador de conocimiento en materia de información e investigación geográfica, estadística y catastral del Estado de México y sus municipios.

Norma, genera y administra la información geográfica de la entidad.

Norma y coordina la capacitación, integración, actualización y producción de la información sobre diversos aspectos de la realidad demográfica, social y económica del territorio estatal y municipal.

Mantiene el inventario analítico de los bienes inmuebles públicos, privados y sociales en el Estado de México y su valor.

1.2 Funciones

Según el Prontuario de Legislación Financiera, en el artículo 14.43 del capítulo primero del IGECEM, del título segundo del instituto, comprendido este en el Libro Décimo Cuarto de la Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México, dentro de del Código Administrativo del Estado de México, El IGECEM, es un organismo público descentralizado con personalidad jurídica y patrimonio propios; y tiene su domicilio legal en la ciudad de Toluca de Lerdo, Estado de México. (*Secretaría de Finanzas/Procuraduría Fiscal, 2014*)

De acuerdo al artículo 14.44 contenido en el Código Administrativo del Estado de México, el IGECEM tiene por objeto:

I. Planear, crear, desarrollar, establecer, operar, resguardar, conservar y actualizar el Sistema Estatal, para apoyar al Sistema de Planeación Democrática para el Desarrollo del Estado de México y Municipios;

II. Prestar el Servicio Estatal para satisfacer los requerimientos de información geográfica, estadística y catastral de las dependencias y entidades de los poderes Legislativo, Ejecutivo y Judicial, de los ayuntamientos y del público en general;

III. Administrar los recursos del Sistema Estatal de Información para su crecimiento y modernización;

IV. Coordinar las acciones en la materia con la federación, los poderes públicos del estado y los municipios, para que la información mantenga una estructura conceptual homogénea, sea comparable, veraz y oportuna;

V. Implantar los lineamientos y políticas en materia de las tecnologías de información especializadas en geografía, estadística y catastro para optimizar sus procesos y recursos inherentes.

1.3 Atribuciones:

En el artículo 14.45 del Código Administrativo del Estado de México contenido dentro el Prontuario de Legislación Financiera, se menciona que, el IGECM tendrá las siguientes atribuciones, dentro del ámbito de su competencia:

I. Formular, instrumentar, ejecutar y evaluar las políticas de información e investigación geográfica, estadística y catastral para satisfacer los requerimientos del Sistema de Planeación Democrática para el Desarrollo del Estado de México y Municipios;

II. Establecer el Sistema Estatal en congruencia y relación con el Sistema Nacional de Información;

III. Planear, promover y operar la organización y desarrollo del Sistema Estatal de Información así como coordinar la organización y desarrollo de sistemas

integrados sectoriales, regionales y municipales en materia geográfica, demográfica, económica y social;

IV. Definir, registrar y emitir formalmente el carácter de oficial a la información geográfica, estadística y catastral;

V. Establecer las políticas y lineamientos de los servicios de informática para los fines a que este Libro se refiere;

VI. Ser el interlocutor con las autoridades federales y municipales en materia de información e investigación geográfica, estadística y catastral;

VII. Establecer la coordinación de las dependencias y entidades de la administración pública en los ámbitos federal, estatal y municipal, en las materias de su competencia;

VIII. Coordinar las actividades de las dependencias y entidades de los gobiernos; estatal y municipales, en apoyo a los trabajos que las autoridades federales realicen en el Estado de México sobre la materia;

IX. Integrar y custodiar el acervo informativo y de investigaciones geográficas, estadísticas y catastrales del Estado de México;

X. Realizar el acopio, procesamiento, edición, publicación y divulgación de información geográfica, estadística y catastral;

XI. Diseñar, desarrollar y ejecutar programas de investigación y capacitación en materia de geografía, estadística y catastro;

XII. Proporcionar asesoría y apoyo técnico para el desarrollo de estudios e investigación en materia geográfica, estadística y catastral;

XIII. Establecer las metodologías y técnicas para determinar la riqueza inmobiliaria y la investigación sobre precios de mercado de los inmuebles ubicados en el territorio estatal;

XIV. Desarrollar los diseños, levantamientos y procesamientos de encuestas y muestreos sobre las variables económicas, sociales, ambientales, demográficas y catastrales de la entidad;

XV. Llevar a cabo los levantamientos aerofotográficos, geodésicos y procesos cartográficos, así como estudios y exploraciones geográficas;

XVI. Ejecutar los trabajos catastrales y ejercer las atribuciones en materia;

XVII. Regir, autorizar y supervisar la ejecución de las actividades de su competencia, cuando se supere su capacidad de procesamiento de información y puedan ser realizadas por otras entidades públicas y, en su caso, mediante la contratación de terceros;

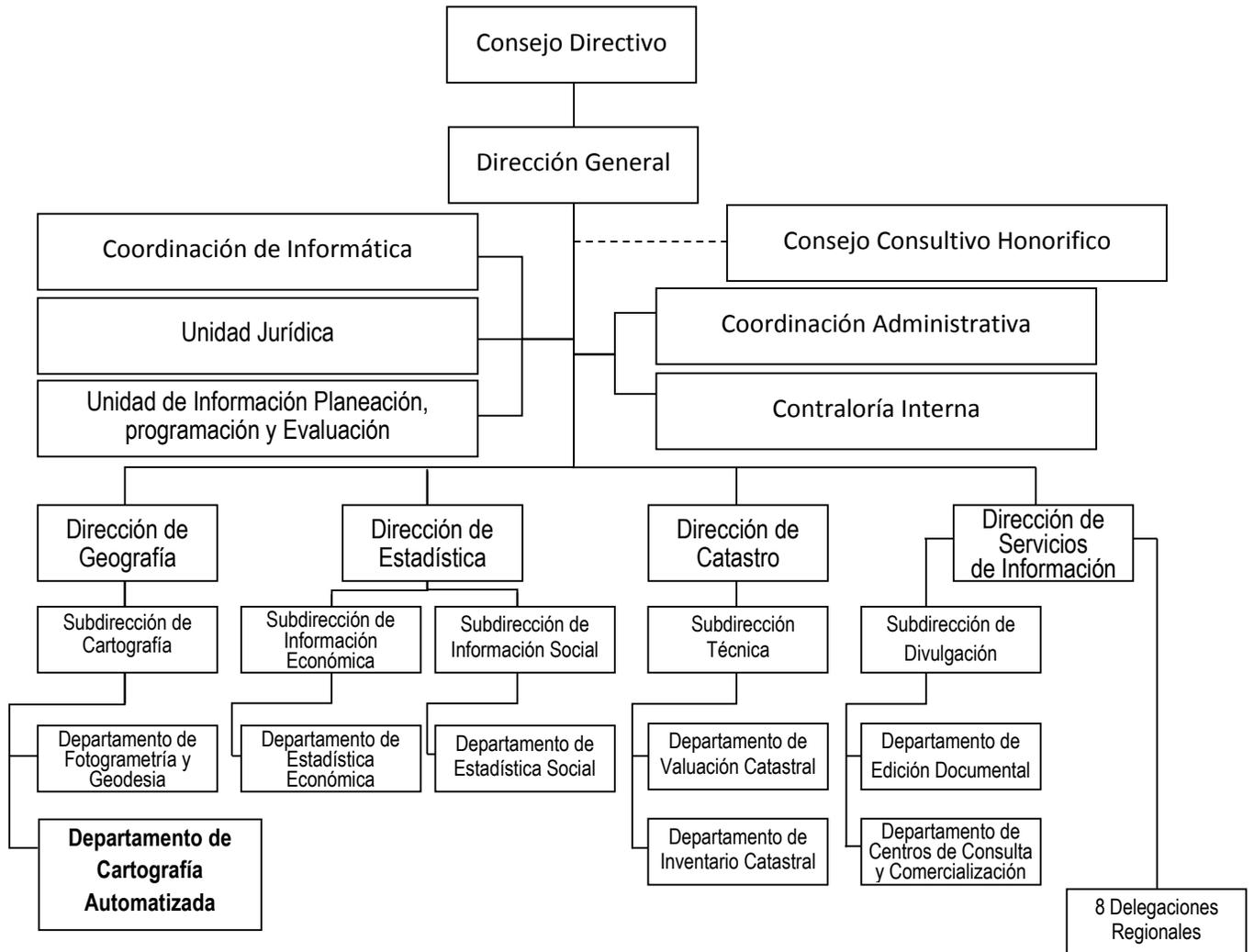
XVIII. Difundir y prestar el servicio público de información;

XIX. Las demás que conforme a este Libro le correspondan y las que fueren necesarias para ejercer las mencionadas anteriormente.

1.4 Organigrama

El organigrama de IGECEM está compuesto con la siguiente estructura:

Figura 1: Organigrama general del IGECEM



Fuente: IGECEM (2015) http://portal2.edomex.gob.mx/igecem/acerca_del_igecem/organigrama/index.htm

Las delegaciones regionales son oficinas desplegadas en puntos estratégicos a lo largo del territorio Mexiquense en las cuales el público en general puede acudir para realizar consultas, recibir asesoría o adquirir productos relacionados con el quehacer del instituto, estas instalaciones se encuentran en los municipios que llevan consigo mismos el nombre de la región y son los siguientes;

- Atlacomulco
- Ecatepec de Morelos
- Naucalpan
- Nezahualcóyotl
- Tejupilco
- Tenango del Valle
- Toluca
- Valle de Bravo

De acuerdo a la página electrónica de IGCEM en el año 2015 la misión y visión del mismo se describe de la siguiente forma:

1.5 Misión

Normar, administrar y consolidar el Sistema Estatal de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral que sustente al Sistema de Planeación Democrática para el Desarrollo del Estado de México y sus municipios a través de un Servicio Público Estatal de Información e Investigación eficiente, eficaz y de vanguardia tecnológica.

1.6 Visión

El Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México (IGCEM) es un organismo público líder, innovador y creador de conocimiento y valor en materia de información e investigación geográfica, estadística y catastral del Estado de México y sus municipios, cuyo trabajo se rige por los principios de calidad, responsabilidad, transparencia, ética y cercanía en la

prestación de servicios, orientados a producir información que coadyuve al mejor entendimiento del territorio y de la realidad económica, social y del medio ambiente del Estado de México.

1.7 Dirección de Geografía

El trabajo de investigación se realizó en el departamento de Cartografía Automatizada perteneciente a la dirección de Geografía, por tal motivo mencionar las funciones, misión y visión de la dirección son importantes de presentar en este documento.

1.7.1 Funciones

Norma, genera y administra la información e investigación geográfica del Estado de México; coordina la captación, integración y procesamiento de los datos fundamentales, básicos y derivados para el diagnóstico, planeación y ordenamiento del territorio estatal. Actualiza la información geográfica estratégica de la entidad para ofrecer a la sociedad productos y servicios de calidad. Asimismo, establece el marco de referencia espacial para ubicar los programas, obras y acciones que lleva a cabo la administración pública estatal y municipal.

Elabora y actualiza la cartografía urbana, ortofotos, ortoimágenes y espaciomapas, elementos fundamentales para identificar los recursos naturales y realizar, en forma sistemática, el análisis de la evolución del territorio. Asimismo, procesa fotografías aéreas e imágenes de satélite, tanto históricas como actuales. Entre los productos temáticos que genera se pueden mencionar la Carta Geográfica del Estado de México, los mapas de la División Política, de Carreteras, de Regionalización Administrativa y el Nomenclátor de localidades del Estado de México.

1.7.2 Misión

Normar y coordinar las actividades de las dependencias y organismos de la administración pública estatal y municipal, dirigidas a la generación, integración,

validación y actualización de los datos e información geográfica del Estado de México para fortalecer el sistema de Información Geográfica como sustento de la planeación y ordenamiento del territorio.

1.7.3 Visión

Ser referencia a nivel nacional en la administración de datos, información y conocimiento geográfico con eficiencia, ética y calidad. (IGECEM, 2015).

CAPÍTULO 2 DESCRIPCIÓN DE LA PRÁCTICA PROFESIONAL

2.1 Proyecto de Actualización Cartográfica de la Red Carretera del Estado de México

Esta experiencia profesional es desarrollada en la Dirección de Geografía del IGCEM, cuyas principales actividades de esta dirección son; la elaboración y actualización de la cartografía urbana, la creación de ortofotos, ortoimágenes y espaciomapas, asimismo el área enfatiza que estos elementos son fundamentales para identificación de los recursos naturales y para realizar, en forma sistemática, el análisis de la evolución del territorio. (IGCEM, 2013).

El proyecto surge de la necesidad, al no existir un documento cartográfico actualizado y digital al año en curso (2010), en el que se concentren las principales vías de comunicación terrestre (carreteras) en formato digital, para la manipulación y análisis del mismo, con el objeto de emplearlo como un complemento para la planeación estratégica del territorio estatal y sus municipios.

2.1.1 Objetivo general

Obtener un documento cartográfico actual, que permita ser un instrumento en la planeación y ordenación territorial, que pueda coadyuvar y mejorar la aplicación de políticas sectoriales en torno al desarrollo estatal, regional y municipal.

2.1.2 Objetivos específicos

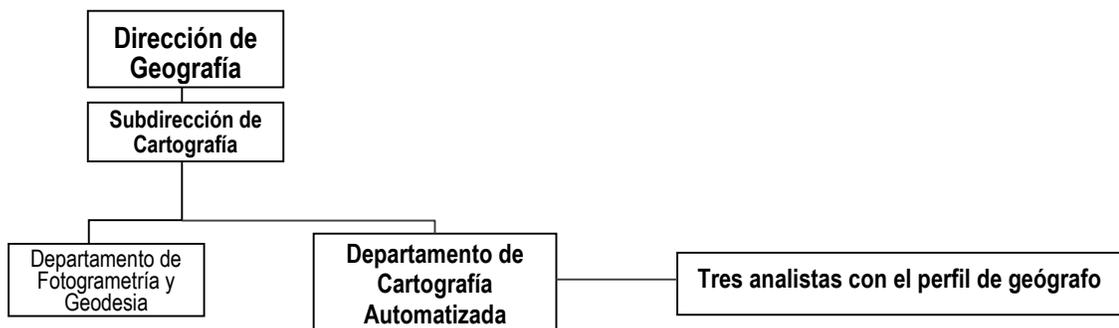
- ✓ Recopilar información cartográfica en diferentes documentos relacionados con las carreteras del Estado de México.
- ✓ Estandarizar la información vectorial en la proyección UTM y el sistema de coordenadas WGS84.

- ✓ Identificar y digitalizar nuevas carreteras, mediante la interpretación sobre imágenes SPOT 5, año 2010, para integrar la información a los vectores existentes.
- ✓ Generar la base de datos alfanumérica de cada carretera, de acuerdo a los atributos obtenidos en las fuentes de información oficiales.
- ✓ Crear una red geométrica con los vectores carreteros, con el propósito de tener una tabla de distancias, la cual permita saber el kilometraje entre una cabecera municipal y otra a través de estas vías terrestres.
- ✓ Realizar un control de calidad en el documento con la finalidad de corregir errores presentes en el archivo para que posteriormente pueda ser editado y publicado.

2.1.3 Responsables de la ejecución del proyecto

La Actualización Cartográfica de la Red Carretera del Estado de México se llevó a cabo inicialmente en el Departamento de Cartografía Automatizada, ejecutado por tres geógrafos coordinados por el jefe de departamento y que posteriormente la responsabilidad se turnó a una persona quien fue asesorada directamente por el Subdirector de Cartografía y Director de Geografía de aquel momento, quienes tenían varios años de experiencia en sus áreas correspondientes y que además cabe mencionar que el perfil de ambos es Geógrafo.

Figura 2: Organigrama de la Dirección de Geografía

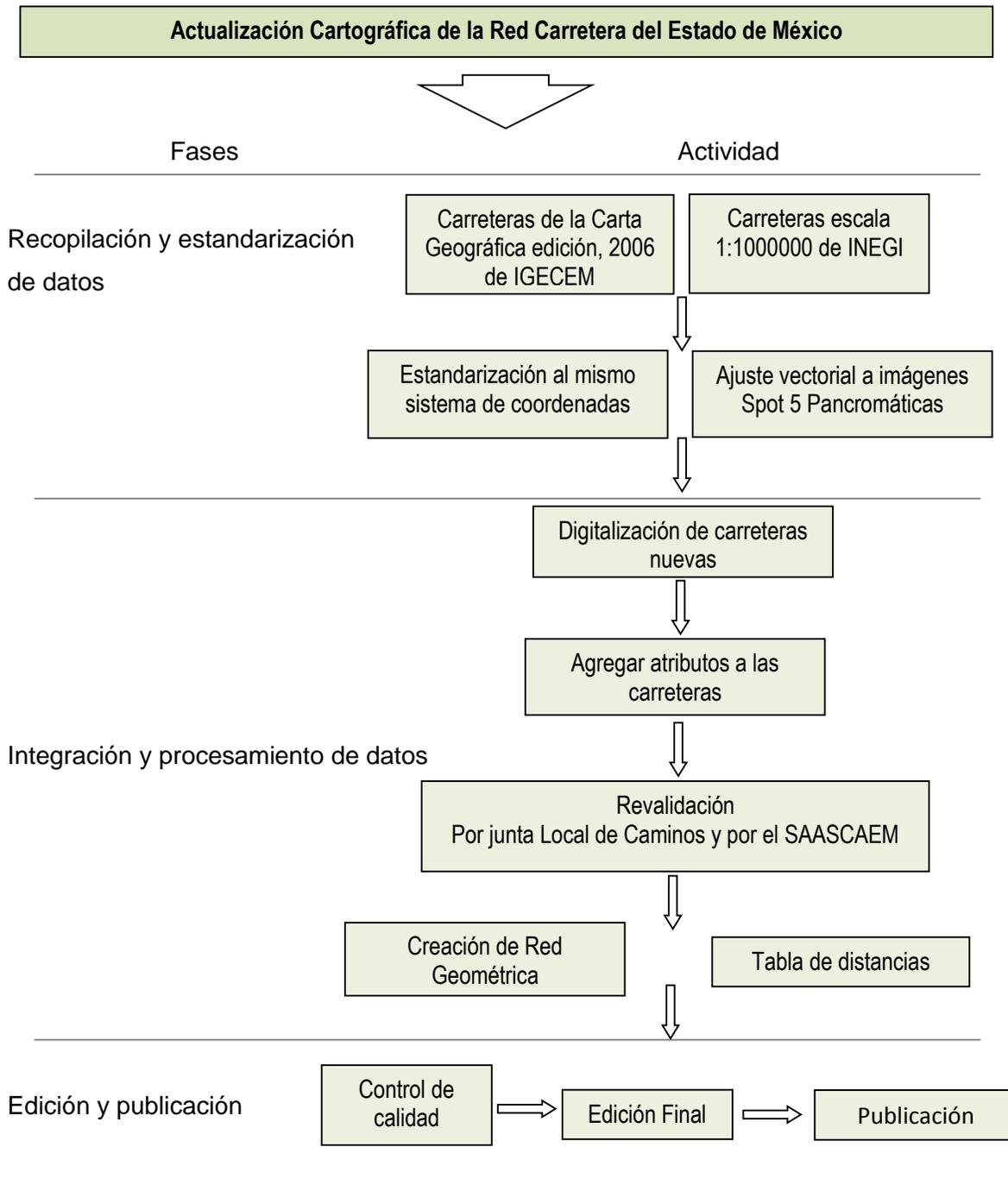


Fuente: Elaboración Propia en base a Manual General de Organización del IGCEM.

2.1.4 Fases de la Actualización Cartográfica de la Red Carretera del Estado de México

El siguiente esquema resume las actividades y da a conocer de forma breve lo realizado en esta investigación.

Figura 3: Actualización Cartográfica de la Red Carretera del Estado de México



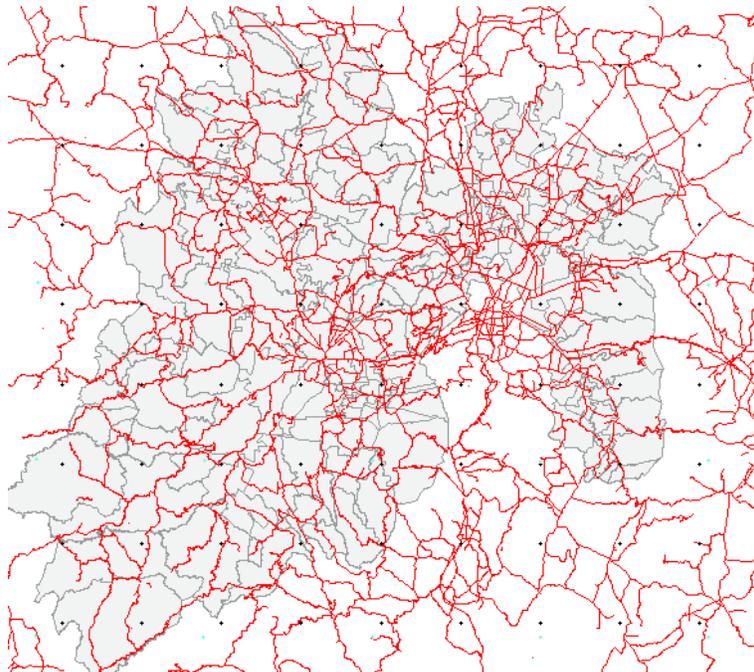
Fuente: elaboración propia en base a los procesos realizados en la actualización de la red carretera.

2.2 Recopilación de la información

Contándose con el referente en el IGECM de la Carta Geográfica publicada con fecha de 2006, en la que se plasman las principales carreteras tanto libres como de cuota y otros tipos en formato DWG, pero sin contar con ningún tipo de atributo relacionado a cada vector, se retoman los datos vectoriales de INEGI, que presentan una escala de referencia no adecuada para el proyecto, es decir, la escala de origen es muy pequeña (1:1,000,000) y para el proyecto se requirió utilizar escalas grandes que dan alta precisión. Por tanto, se utilizó como recurso alternativo y de referencia las imágenes SPOT, que tienen una resolución espacial de 2.5 metros, con las que se puede obtener una escala de 1:5 000 en el trazo de líneas.

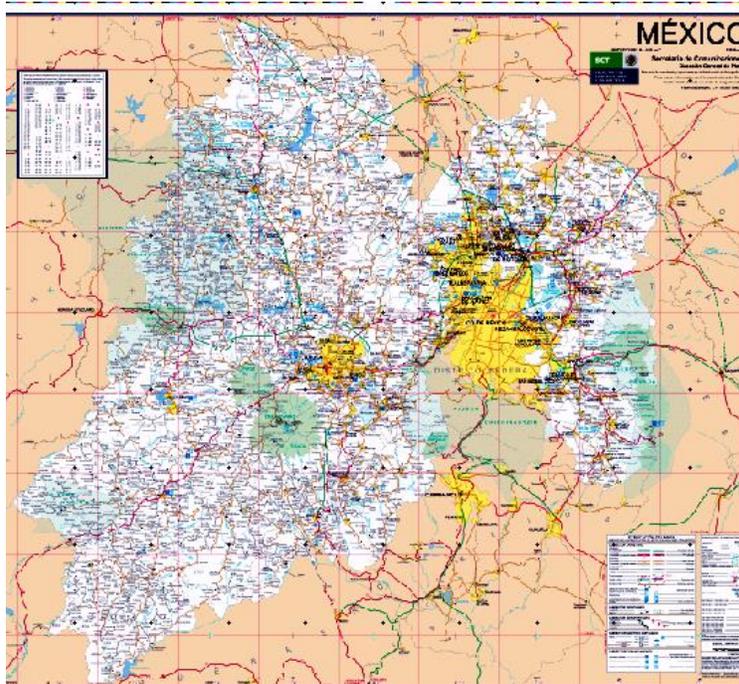
Dentro de los documentos recopilados y útiles para el presente trabajo se encuentran los siguientes;

Figura 4: Vectores de carreteras de INEGI 1:1, 000,000



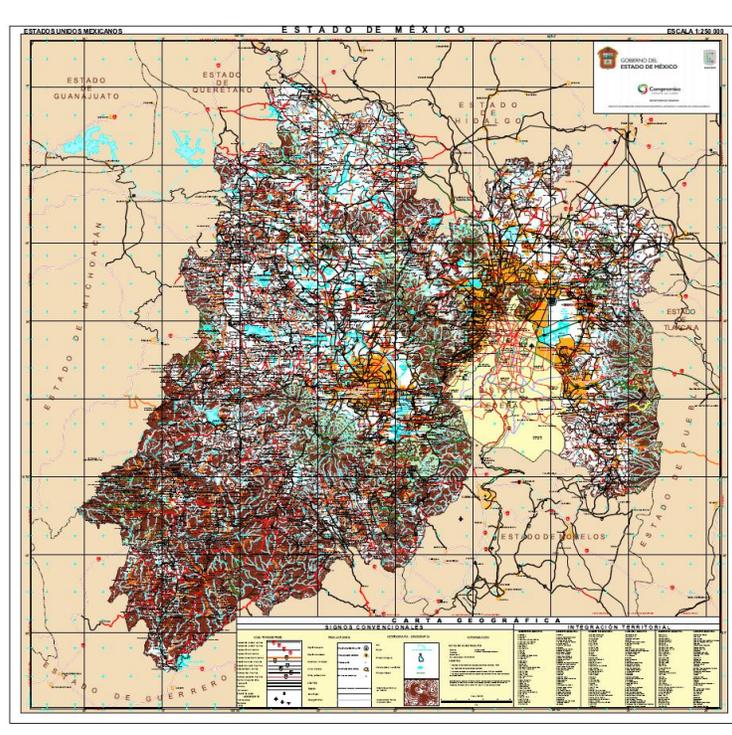
Fuente: Datos vectoriales escala 1:1 000 000, INEGI, 2000

Figura 5: Imagen en digital de la carta de la SCT 1:250,000



Fuente: Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), 2008

Figura 6: Carta Geográfica del Estado de México edición 2006



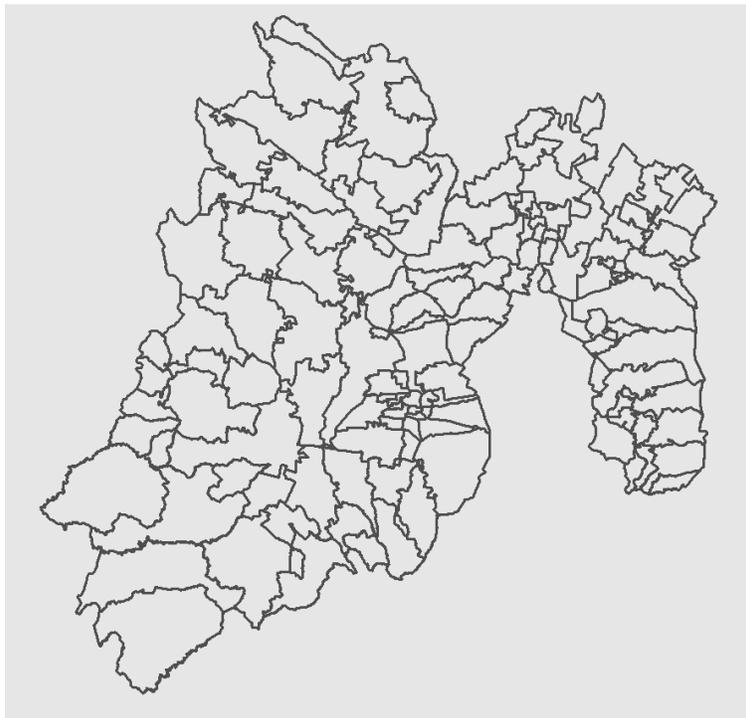
Fuente: Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México (IGCEM), 2006

Figura 7: Imágenes SPOT 5 año 2010



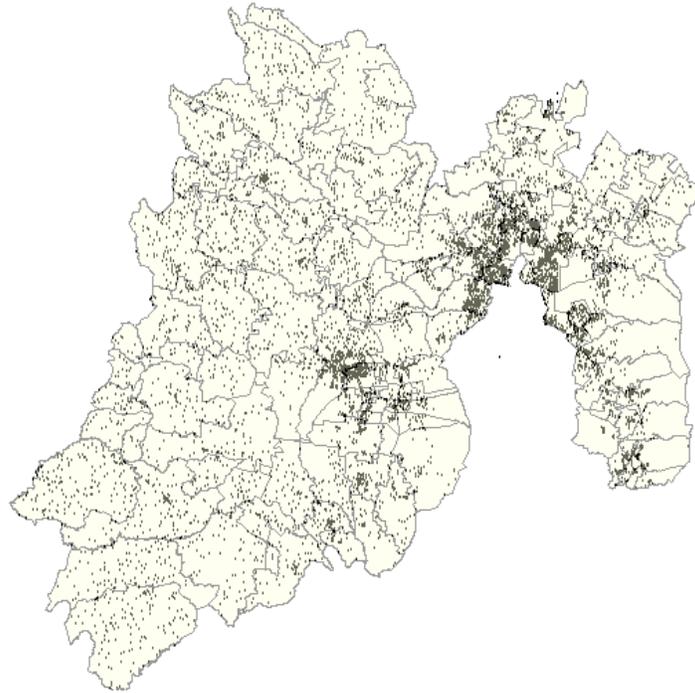
Fuente: Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México (IGCEM), 2010

Figura 8: División Política del Estado de México, año 2010



Fuente: División Política del Estado de México, IGCEM, 2010

Figura 9. Localidades del Estado de México formato puntual. (2008)



Fuente: Nomenclátor de Localidades del Estado de México, IGCEM, 2008

2.3 Homologación y estandarización de la información cartográfica base

La actual fase se refiere a la adecuación a un solo sistema de coordenadas, ya que se tomaron datos de diversas fuentes y cada una de ellas trae su propio sistema y proyección. El sistema de coordenadas a utilizar es el Universal Transverse Mercator (UTM), la zona es la 14, y el Datum es el WGS84.

Por un lado, INEGI con su conjunto de datos vectoriales de la serie topográfica esc. 1:1 000 000, tiene dentro de los metadatos del archivo vectorial de carreteras las características siguientes:

Map_Projection:
Map_Projection_Name: Lambert Conformal Conic
Lambert_Conformal_Conic:
Standard_Parallel: 17.5
Standard_Parallel: 29.5
Longitude_of_Central_Meridian: -102.000000
Latitude_of_Projection_Origin: +12.000000
False_Easting: 2'500,000
False_Northing: 0
Planar_Coordinate_Information:

Planar_Coordinate_Encoding_Method: coordinate pair
Coordinate_Representation:
Abscissa_Resolution: 1
Ordinate_Resolution: 1
Planar_Distance_Units: Meters
Geodetic_Model:
Horizontal_Datum_Name: International Terrestrial Reference Frame of 1992
Ellipsoid_Name: Geodetic Reference System 80
Semi-major_Axis: 6378137.0
Denominator_of_Flattening_Ratio: 298.2572221
Vertical_Coordinate_System_Definition:
Altitude_System_Definition:
Altitude_Datum_Name: North American Vertical Datum 1929
Altitude_Resolution: 1.0
Altitude_Distance_Units: Meters
Altitude_Encoding_Method: Implicit coordinate

En lo que se refiere a la imagen digital de las SCT y a la Carta Geográfica, no contaba con referencia alguna, por tanto se asignó un sistema de coordenadas y una proyección, mismas con las que se tienen definidas las demás capas pertenecientes a IGCEM y que posteriormente se utilizaron para este trabajo, quedando con la estructura que a continuación se presenta:

Spatial_Reference_Information:
Horizontal_Coordinate_System_Definition:
Planar:
Grid_Coordinate_System:
Grid_Coordinate_System_Name: Universal Transverse Mercator
Universal_Transverse_Mercator:
UTM_Zone_Number: 14
Transverse_Mercator:
Scale_Factor_at_Central_Meridian: 0.99960000
Longitude_of_Central_Meridian: -099.000000
Latitude_of_Projection_Origin: +00.000000
False_Easting: 50000
False_Northing: 000
Geodetic_Model:
Horizontal_Datum_Name: WGS84
Ellipsoid_Name: WGS84
Semi-major_Axis: 6378137
Denominator_of_Flattening_Ratio: 298.257223563

En el caso de la capa de localidades se realizaron algunos procesos para pasar de una tabla en una hoja de cálculo con pares de coordenadas del sistema UTM y datum NAD27 a un sistema UTM con datum WGS84. Para lo cual primeramente la

hoja de cálculo debe convertirse a una hoja "dbf" para poder cargarla en el software cartográfico.

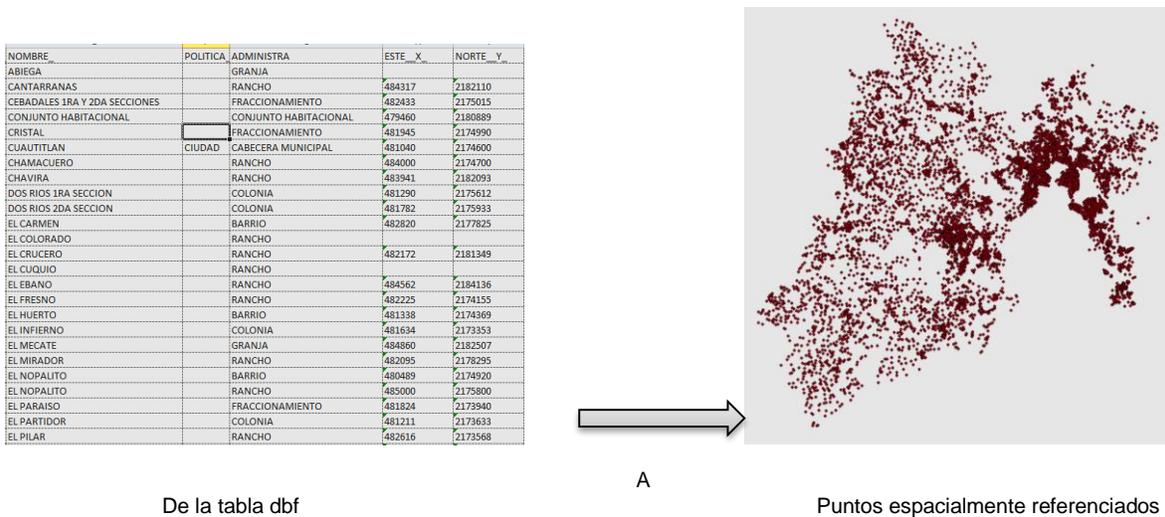
Tabla 1: "dbf" de localidades

| MUNICIPIO | IGCEM | INEGI | NUMERO | NOMBRE | POLITICA | ADMINISTRA | ESTE_X | NORTE_Y | LATITUD_NO | LONGITUD_O |
|------------|-------|-------|--------|-------------------------------|----------|-----------------------|--------|---------|------------|------------|
| CUAUTITLAN | 1 | 24 | 1 | ABIEGA | | GRANJA | | | | |
| CUAUTITLAN | 1 | 24 | 2 | CANTARRANAS | | RANCHO | 484317 | 2182110 | 19°44'08" | 099°08'58" |
| CUAUTITLAN | 1 | 24 | 3 | CEBADALES 1RA Y 2DA SECCIONES | | FRACCIONAMIENTO | 482433 | 2175015 | 19°40'17" | 099°10'03" |
| CUAUTITLAN | 1 | 24 | 4 | CONJUNTO HABITACIONAL | | CONJUNTO HABITACIONAL | 479460 | 2180889 | 19°43'29" | 099°11'46" |
| CUAUTITLAN | 1 | 24 | 5 | CRISTAL | | FRACCIONAMIENTO | 481945 | 2174990 | 19°40'16" | 099°10'20" |
| CUAUTITLAN | 1 | 24 | 6 | CUAUTITLAN | CIUDAD | CABECERA MUNICIPAL | 481040 | 2174600 | 19°40'04" | 099°10'51" |
| CUAUTITLAN | 1 | 24 | 7 | CHAMACUERO | | RANCHO | 484000 | 2174700 | 19°40'07" | 099°09'09" |
| CUAUTITLAN | 1 | 24 | 8 | CHAVIRA | | RANCHO | 483941 | 2182093 | 19°44'08" | 099°09'12" |
| CUAUTITLAN | 1 | 24 | 9 | DOS RIOS 1RA SECCION | | COLONIA | 481290 | 2175612 | 19°40'37" | 099°10'42" |
| CUAUTITLAN | 1 | 24 | 10 | DOS RIOS 2DA SECCION | | COLONIA | 481782 | 2175933 | 19°40'47" | 099°10'25" |
| CUAUTITLAN | 1 | 24 | 11 | EL CARMEN | | BARRIO | 482820 | 2177825 | 19°41'50" | 099°09'50" |
| CUAUTITLAN | 1 | 24 | 12 | EL COLORADO | | RANCHO | | | | |
| CUAUTITLAN | 1 | 24 | 13 | EL CRUCERO | | RANCHO | 482172 | 2181349 | 19°43'43" | 099°10'12" |
| CUAUTITLAN | 1 | 24 | 14 | EL CUQUIO | | RANCHO | | | | |
| CUAUTITLAN | 1 | 24 | 15 | EL EBANO | | RANCHO | 484562 | 2184136 | 19°45'14" | 099°08'50" |
| CUAUTITLAN | 1 | 24 | 16 | EL FRESNO | | RANCHO | 482225 | 2174155 | 19°39'49" | 099°10'10" |
| CUAUTITLAN | 1 | 24 | 17 | EL HUERTO | | BARRIO | 481338 | 2174369 | 19°39'56" | 099°10'41" |
| CUAUTITLAN | 1 | 24 | 18 | EL INFIERNO | | COLONIA | 481634 | 2173353 | 19°39'23" | 099°10'30" |
| CUAUTITLAN | 1 | 24 | 19 | EL MECATE | | GRANJA | 484860 | 2182507 | 19°44'21" | 099°08'40" |
| CUAUTITLAN | 1 | 24 | 20 | EL MIRADOR | | RANCHO | 482095 | 2178295 | 19°42'04" | 099°10'15" |
| CUAUTITLAN | 1 | 24 | 21 | EL NOPALITO | | BARRIO | 480489 | 2174920 | 19°40'14" | 099°11'10" |
| CUAUTITLAN | 1 | 24 | 22 | EL NOPALITO | | RANCHO | 485000 | 2175800 | 19°40'43" | 099°08'35" |
| CUAUTITLAN | 1 | 24 | 23 | EL PARAISO | | FRACCIONAMIENTO | 481824 | 2173940 | 19°39'43" | 099°10'24" |
| CUAUTITLAN | 1 | 24 | 24 | EL PARTIDOR | | COLONIA | 481211 | 2173633 | 19°39'32" | 099°10'45" |
| CUAUTITLAN | 1 | 24 | 25 | EL PILAR | | RANCHO | 482616 | 2173568 | 19°39'30" | 099°09'57" |
| CUAUTITLAN | 1 | 24 | 26 | EL PIRUL | | RANCHO | 485328 | 2184228 | 19°45'17" | 099°08'24" |
| CUAUTITLAN | 1 | 24 | 27 | EL QUEMADO | | RANCHO | 485203 | 2175630 | 19°40'37" | 099°08'28" |
| CUAUTITLAN | 1 | 24 | 28 | EL SALITRE | | RANCHO | 481300 | 2172850 | 19°39'07" | 099°10'42" |
| CUAUTITLAN | 1 | 24 | 29 | EL TEJOCOTE | | RANCHO | 483465 | 2175390 | 19°40'29" | 099°09'27" |
| CUAUTITLAN | 1 | 24 | 30 | EL TERREMOTO | | RANCHO | 484379 | 2176189 | 19°40'55" | 099°08'56" |
| CUAUTITLAN | 1 | 24 | 31 | EX-HACIENDA DE SAN MATEO | | RANCHO | 484054 | 2180579 | 19°43'18" | 099°09'08" |
| CUAUTITLAN | 1 | 24 | 32 | FRACCIONAMIENTO | | FRACCIONAMIENTO | 482220 | 2174929 | 19°40'15" | 099°10'11" |
| CUAUTITLAN | 1 | 24 | 33 | FRACCIONAMIENTO | | FRACCIONAMIENTO | 482205 | 2174829 | 19°40'11" | 099°10'11" |
| CUAUTITLAN | 1 | 24 | 34 | GALEAZZI | | RANCHO | 482545 | 2176864 | 19°41'17" | 099°09'59" |
| CUAUTITLAN | 1 | 24 | 35 | GUADALUPE (EJIDO) | | COLONIA | 480921 | 2174663 | 19°40'06" | 099°10'55" |
| CUAUTITLAN | 1 | 24 | 36 | GUADALUPE | | | | | | |
| CUAUTITLAN | 1 | 24 | 37 | HUAYAPANGO O HUAPANGO | | BARRIO | 480800 | 2175100 | 19°40'20" | 099°10'59" |
| CUAUTITLAN | 1 | 24 | 38 | JACOB | | GRANJA | 484420 | 2174760 | 19°40'09" | 099°08'55" |
| CUAUTITLAN | 1 | 24 | 39 | JESUS MARIA | | RANCHO | 482323 | 2177208 | 19°41'28" | 099°10'07" |
| CUAUTITLAN | 1 | 24 | 40 | JOYA DE CUAUTITLAN | | FRACCIONAMIENTO | 484728 | 2176295 | 19°40'59" | 099°08'44" |

Fuente: Nomenclátor de Localidades del Estado de México, IGCEM, 2008

El paso siguiente es generar los puntos espacialmente referenciados a partir de las coordenadas UTM, aquí se usó el software cartográfico ArcGis 9.2

Figura 10: Tabla de localidades a puntos



De la tabla dbf

A

Puntos espacialmente referenciados

Fuente: Nomenclátor de Localidades, IGCEM, 2008

Si bien ya se tienen los puntos de las localidades ubicados espacialmente, el proceso aun no culmina aquí, sino hasta llegar a obtener estas mismas localidades en el formato adecuado y estandarizado al sistema de coordenadas y proyección de este trabajo.

En este sentido lo que continua es proyectar el datum NAD27 al WGS84, esto se hace por la necesidad de que los puntos tengan equivalencia con las demás capas, ya que en el caso de no realizar esta acción se vería reflejado un desplazamiento de hasta aproximadamente 200 metros en X y 30 en Y.

Figura 11. Diferencia entre el DATUM NAD27 y el WGS84



Fuente: Nomenclátor de Localidades, IGCEM, 2008

Para las demás fuentes de información al tener el mismo sistema de referencia y proyección a utilizar, se incorporaron tal como se tenían al momento y no hubo necesidad de modificar alguno de sus elementos de representación espacial.

2.4 Interpretación de imágenes de satélite para la identificación y digitalización de nuevas vías terrestres

Esta fase se dividió en tres partes, siendo ésta en la que se invirtió el mayor tiempo del trabajo, debido a la elaboración que consiste en buscar visualmente las vías de comunicación terrestres (carreteras).

2.4.1 Selección de vectores útiles

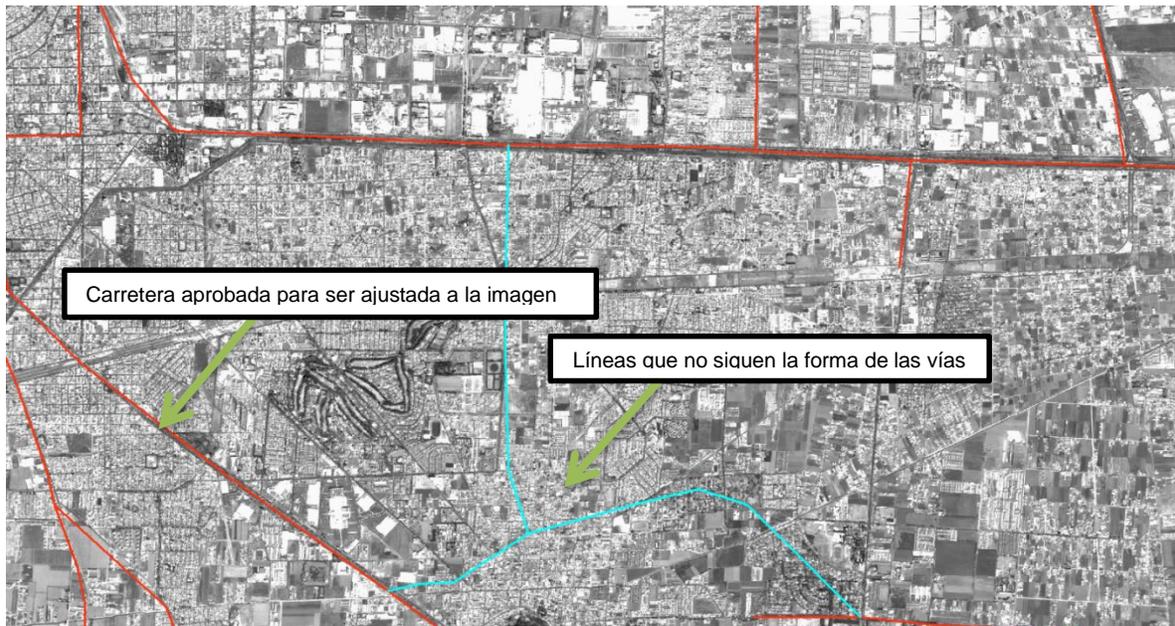
La primera acción se refiere en retomar los vectores digitales obtenidos de diversas fuentes y comparar con una imagen de satélite para el caso de este trabajo SPOT 5, año 2010; la comparación se realiza para observar que vectores no tienen tanto problema en el desplazamiento respecto a la imagen, para modificar el trazo de acuerdo a esta, en caso de tener un desplazamiento muy significativo, el cual implique o demande mayor tiempo en realizar el ajuste a la imagen que el que se llevaría trazarlo como si no hubiese nada, se optara por eliminarlo, en este sentido en esta primera parte de la fase de la interpretación de imágenes, solo se ajustara los vectores convenientes a la imagen SPOT y los demás se eliminaran.

Figura 12: Combinación de la imagen y los vectores recabados para realizar el filtro en el que se seleccionan y se dejan solo los vectores útiles para el trabajo en curso.



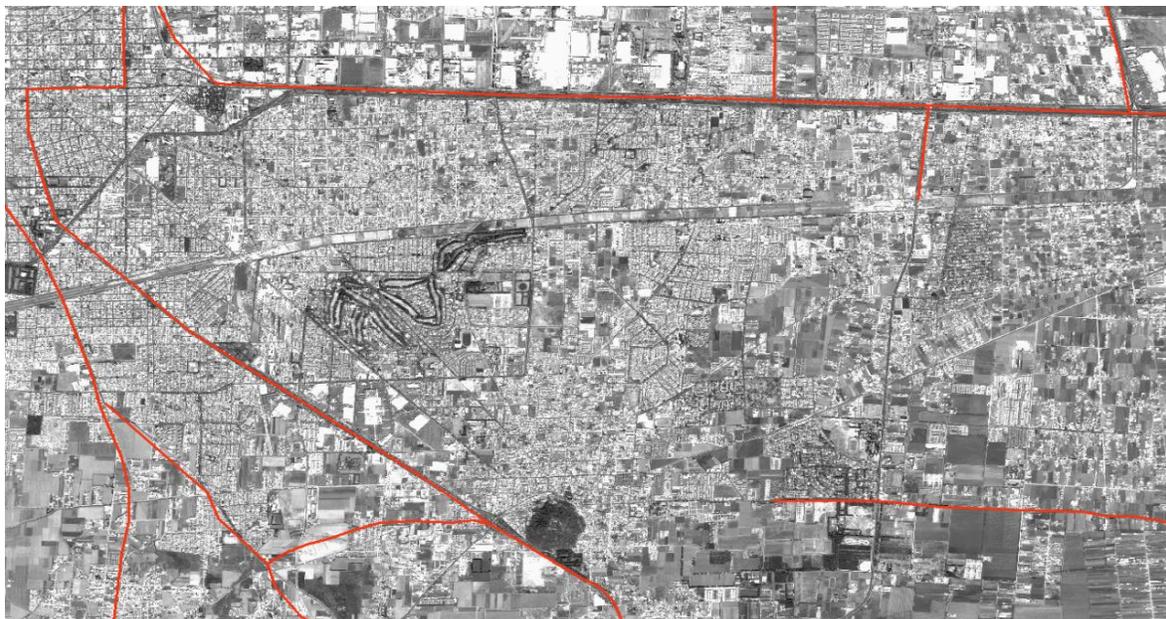
Fuente: Datos vectoriales escala 1:1 000 000, INEGI, 2000

Figura 13: Ejemplo de vectores útiles y los que son omitidos debido a que representan más trabajo empleado del que se tomaría al trazarse nuevamente, y por tanto eliminados de la base cartográfica



Fuente: Datos vectoriales escala 1:1 000 000, INEGI, 2000

Figura 14: Eliminación de vectores con mucho desplazamiento o que no llevan la forma de la vía, dejando los que sirven para posteriormente complementar la base



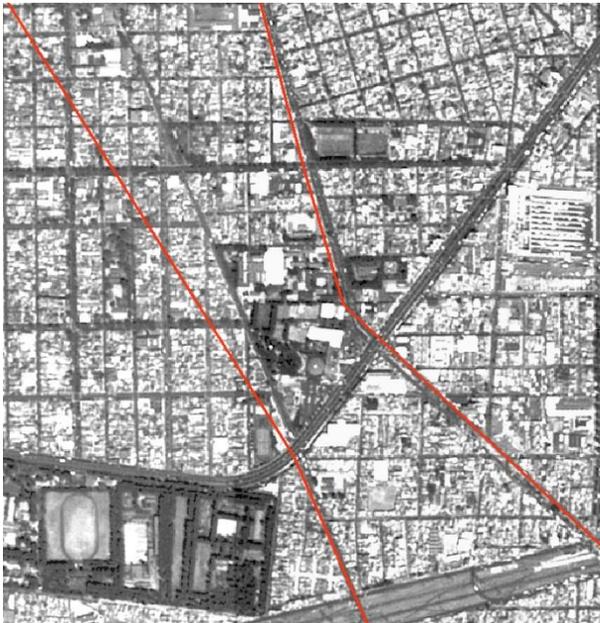
Fuente: Datos vectoriales escala 1:1 000 000, INEGI, 2000

2.4.2 Ajuste de nuevos vectores carreteros

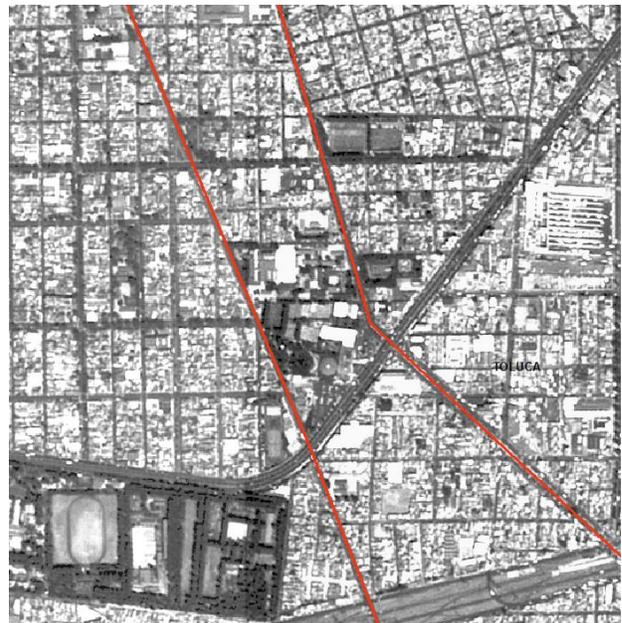
En el ajuste de los vectores carreteros, se tomó como referencia la imagen SPOT 5, la cual por medio de la interpretación, de quien hace manejo de la información, digitaliza la trayectoria de cada carretera, para así corregir y dejar en la posición y forma correcta cada vector.

Figuras 15. A y 15. B: Ajuste de vectores

15. A



15. B



En la imagen 15. A se muestran los vectores sin el proceso de ajuste, en los que aún se observan que no concuerdan con la forma de la carretera mostrada en la imagen, y que fueron modificados para que coincidieran con la imagen de satélite utilizada para la corrección de estos vectores dando como resultado los trazos mostrados en la imagen 15. B.

2.4.3 Digitalización de nuevos vectores carreteros

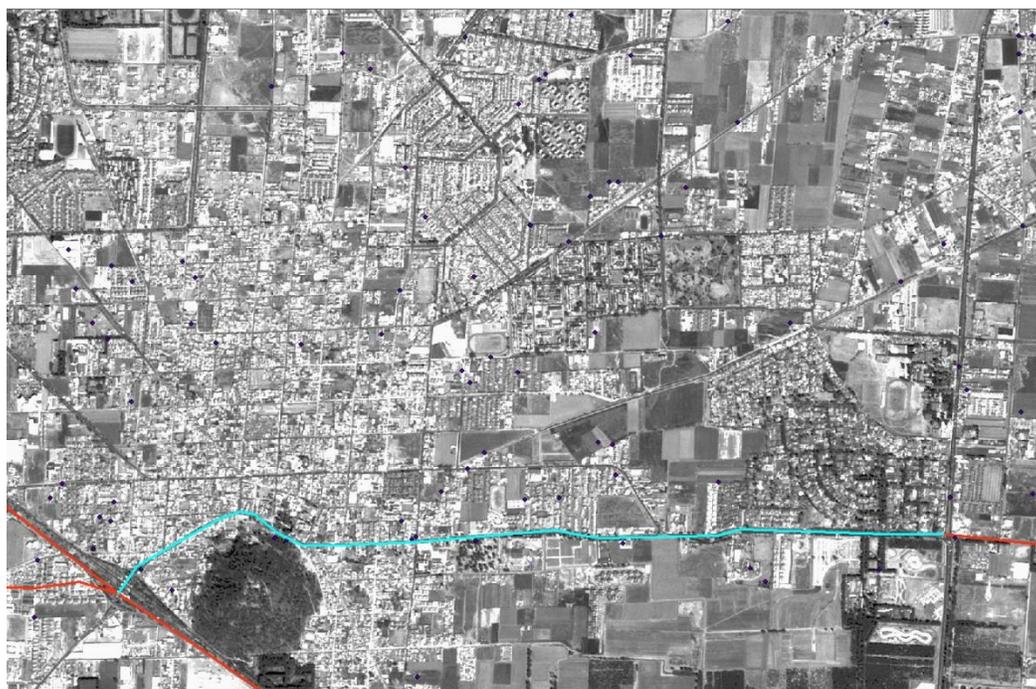
En esta fase se retoma cada vector funcional y se complementa trazando una parte del segmento o el total de la línea, según sea más adecuado tratando de reducir el tiempo empleado.

Figuras 16: Carretera a complementar.



Carretera cortada, a la que se necesita se le complete para que tenga conectividad con otra como lo muestra la imagen satelital.

Figuras 17: Carretera completada.



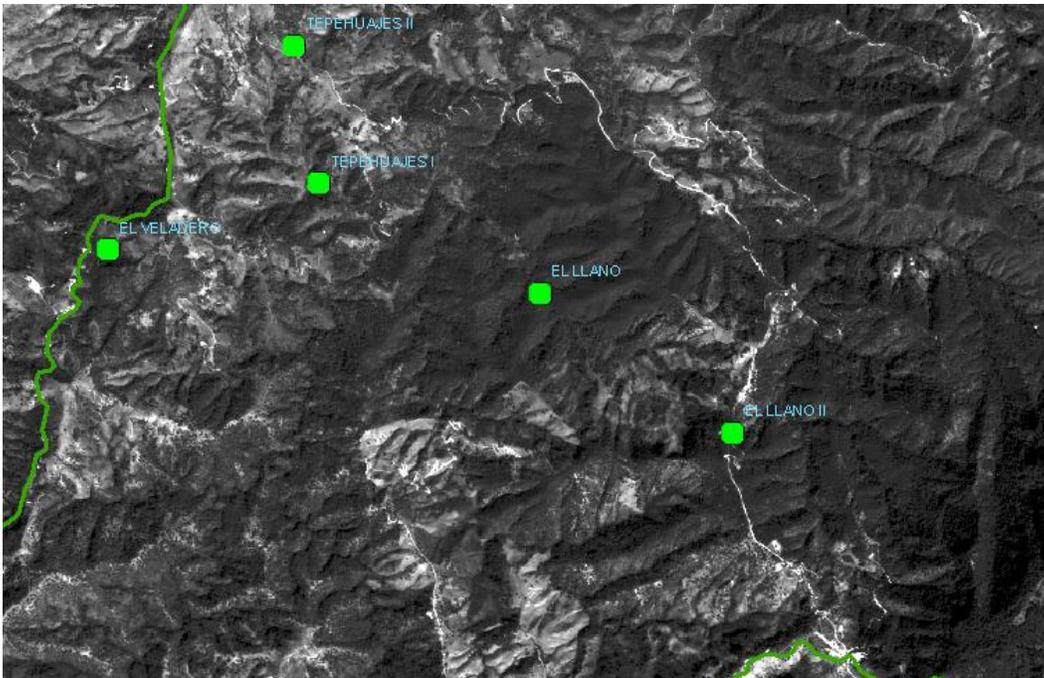
Vía a la que se le ha trazado el segmento faltante y ahora ya presenta continuidad.

Con la intención de que cada población debe estar comunicada por una carretera, al proyecto se le suma la capa de localidades de acuerdo a la categoría política, dentro de esta se encuentran cinco subcategorías enlistadas a continuación de mayor a menor jerarquía;

- Ciudad
- Villa
- Pueblo
- Ranchería
- Caserío

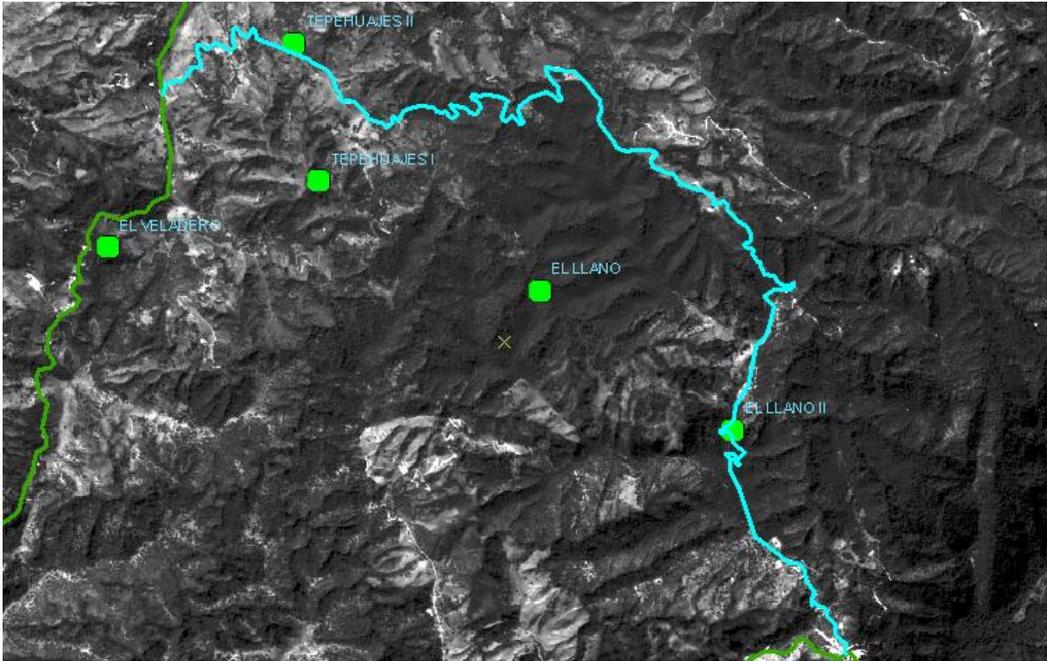
Las localidades mencionadas, servirán como guía en la traza de las vías no digitalizadas en los documentos recopilados.

Figura 18: Localidades sin carretera.



Localidades agregadas al conjunto de capas para el trazo de líneas sobre las carreteras visibles en la imagen SPOT

Figura 19: Localidades con carretera de trazo nuevo.



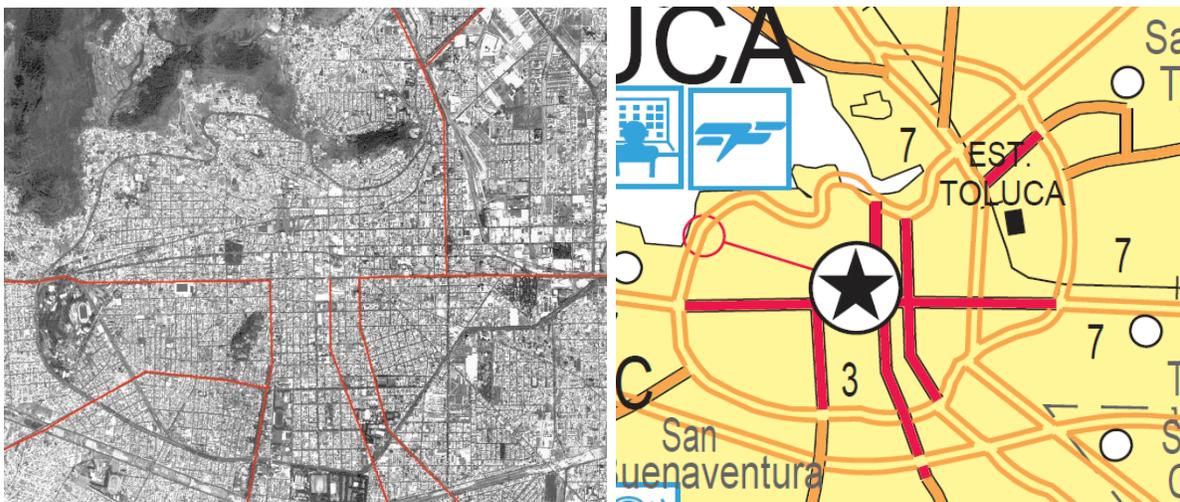
Carretera de trazo nuevo, visible en la imagen SPOT y que además comunica a localidades que anteriormente estaban aisladas.

Para aquellos casos donde eran centros urbanos y había conglomeración de vías se tomaba como referencia la cartografía de la SCT y se trazaban los vectores de acuerdo como se mostraba la imagen

Figuras: 20. A y 20. B Carreteras faltantes a digitalizar

20. A

20. B



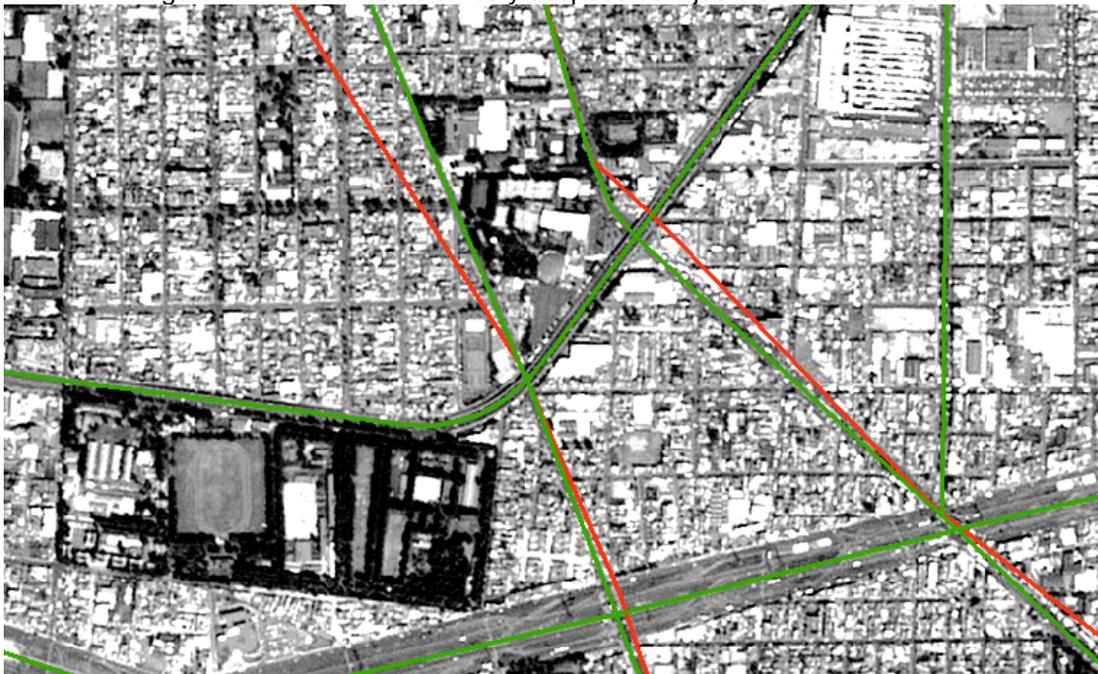
Imágenes del centro de Toluca, en la imagen 20. A antes de la digitalización de nuevos vectores y en la 20. B la imagen de la SCT, como guía para la creación de los nuevos trazos

Figura 21: Carreteras trazadas en centro urbano



En la imagen se muestra el centro urbano (Ciudad de Toluca) como quedo trazado finalmente.

Figura 22: Acercamiento antes y después del ajuste en trazo carretero



Este es un acercamiento al centro urbano donde se muestra como estaban desplazadas las carreteras (líneas rojas) antes del ajuste y las de color verde muestran la estructura correcta después del ajuste y de la digitalización.

Hasta esta parte del documento, los procesos realizados han dado como resultado una red de vectores que comunican a las localidades más importantes del Estado de México, pero el trabajo aún no termina aquí, las siguientes etapas que continúan, complementan en lo correspondiente a las características de esta extensa red de vectores que representan a las carreteras.

2.5 Preparación de la base alfanumérica de la capa de carreteras

El objeto de realizar el llenado de la tabla de atributos de las carreteras, es tener un panorama claro para la distinción de cada una de estas, para esto se recurre a las fuentes obtenidas, de las que se extraerá la mayor información posible para ir complementando la gran cantidad de información que se requiere para lograr una base sólida en cuanto a la descripción de cada carretera.

Inicialmente se seleccionó la información que se consideró la adecuada como propuesta, para que describiese cada segmento de una carretera o en defecto toda ella y posteriormente fue aprobada por los responsables del proyecto, la clasificación es descrita a continuación:

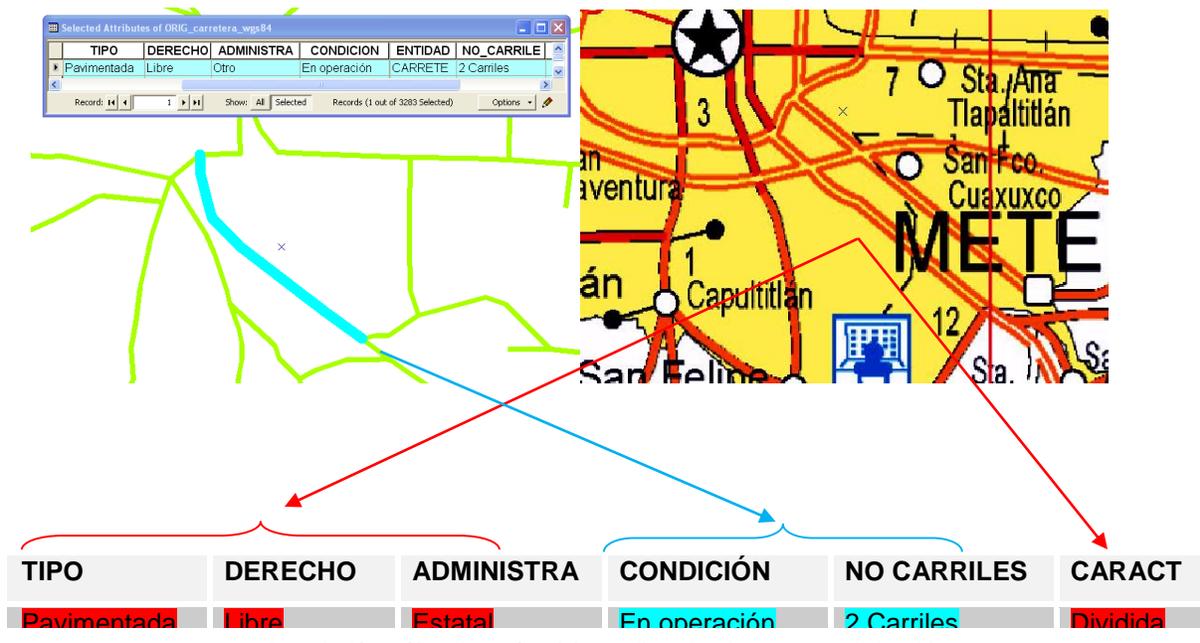
Se tomaron 6 campos para la tabla de datos:

- Tipo (pavimentada, revestida, terrecería o brecha). Describe el tipo de recubrimiento que tiene la superficie de la carretera sobre la cual pueden rodar los neumáticos del automóvil para su desplazamiento del mismo.
- Derecho (libre, restringido, para el caso de las federales y estatales también se incluyó el atributo de cuota). Muestra la restricción o libertad de circulación de un vehículo.
- Administración (federal, estatal u otro). Se refiere a que sector, está a cargo la vía.
- Condición (si está o no en operación). Detalla si una carretera está o no transitable.
- No de carriles (indica el número de vehículos que pueden transitar a lo ancho de una vía a la misma vez).
- Y finalmente el campo "Caract" (es la característica y define si es o no dividida). Da a conocer si en una vía hay una o más divisiones entre sus carriles ya sea por un camellón, vaya o cualquier obstáculo entre un carril y otro.

Cada uno de estos atributos se seleccionó cuidadosamente, con el objeto de transmitir fácilmente hacia los usuarios las principales características que distinguen a las carreteras del Estado de México.

La tabla fue llenada de la siguiente forma; para los campos: “tipo, derecho, administración y caract” utilizó la cartografía impresa por parte de la SCT, auxiliándose con la simbología contenida en ésta para la interpretación grafica; los dos campos restantes se tomaron los datos contenidos en la tabla de vectores de carreteras de INEGI. A continuación se plasma en una imagen lo descrito anteriormente.

Figura 23: Llenado de la tabla de atributos.



Descripción gráfica de; ¿cómo? fueron llenados los campos de la tabla

Al rescatar los atributos de las fuentes presentes, se obtiene una tabla con la información que describe las principales características de cada una de las carreteras en el Estado de México, sin embargo como las fuentes de donde se han extraído los datos para ser insertados en los campos, son desactualizadas, aún permanecen algunos vacíos, a los que se ha optado por llenarlos con las siglas “N/A”, refiriéndose de esta forma que en dicho campo “no hay atributo” o que no

se encontró información oficial para ser llenado. En la siguiente tabla se muestra la estructura de una parte de la tabla en la culminación del mencionado proceso.

Tabla 2: Estructura de la tabla de atributos de las carreteras

| TIPO | DERECHO | ADMINISTRA | CONDICIÓN | NO CARRILES | CARACT |
|-------------|---------|------------|--------------|-------------|-------------|
| Pavimentada | Libre | Estatat | En operación | 2 Carriles | Dividida |
| Pavimentada | Libre | Estatat | En operación | 2 Carriles | No dividida |
| Pavimentada | Libre | Estatat | En operación | 6 Carriles | N/A |
| Pavimentada | Libre | Estatat | En operación | 2 Carriles | N/A |
| Pavimentada | Libre | Estatat | En operación | 2 Carriles | N/A |

Tabla con atributos colocados en campos de carreteras

2.5.1 Validación de las Carreteras

Al finalizar el llenado de las tablas y teniendo la red de vectores carreteros, se procede a enviar los datos a la Junta Local de Caminos del Estado de México, es esta institución la que determina la validación, así como su corrección de los datos que se han compilado hasta ahora en la presente etapa.

Posteriormente, en la respuesta de la institución a cargo de las carreteras del Estado de México, se recibe una tabla en donde se plasman algunas características de las carreteras de la que se extrajo la información deseada para complementar la tabla de la capa de trabajo.

Tabla 3: Características de carreteras de la junta local de caminos

| No. DE CAMINO | NOMBRE DEL CAMINO | LONG. TOTAL | DEL KM. | AL KM. | MUNICIPIO | RESIDENCIA REGIONAL |
|---------------|---|-------------|---------|--------|-----------|---------------------|
| 560 | Acambay-Temascalcingo-San José Ixtapa | 44.40 | 0+000 | 15+000 | Acambay | Atlacomulco |
| 504 | Bulevard de Acambay | 3.20 | 80+500 | 83+700 | Acambay | Atlacomulco |
| 563 | Km. 29.0 (Acambay-San José Ixtapa)-Lim. Méx./ Qro. | 8.00 | 0+000 | 3+400 | Acambay | Atlacomulco |
| 502 | Km. 3.9 (A Yondeje)-Santiago Maxda-Diximoxi-E. C. (Panamericana) | 15.00 | 5+000 | 11+200 | Acambay | Atlacomulco |
| 584 | Km. 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe | 18.20 | 10+000 | 18+200 | Acambay | Atlacomulco |
| 564 | Km. 93.0 (Toluca-Palmillas)-Lim. Méx./Qro. | 22.30 | 0+000 | 22+300 | Acambay | Atlacomulco |
| 6004 | Cuanalan-Acolman | 2.15 | 0+000 | 2+150 | Acolman | Texcoco |
| 841 | Km. 0.1 (A San Marcos Nepantla)-Zacualucan | 3.80 | 0+000 | 3+800 | Acolman | Texcoco |
| 842 | Km. 10.5 (México-Tulancingo)-San Marcos Nepantla | 4.00 | 1+100 | 4+000 | Acolman | Texcoco |
| 960 | Km. 6.5 (México-Tulancingo)-Panteón Acolman-Xometla | 3.00 | 0+000 | 3+000 | Acolman | Texcoco |
| 853 | Tepexpan-Xometla-San Juan Teotihuacán | 14.40 | 0+000 | 10+700 | Acolman | Texcoco |
| 640 | Km. 109.0 (Toluca-Palmillas)-Aculco-E. Km. 114.8 (México-Querétaro) | 20.00 | 0+000 | 20+000 | Aculco | Atlacomulco |
| 628 | Km. 109.0 (Toluca-Palmillas)-El Tepozán | 15.80 | 0+000 | 15+800 | Aculco | Atlacomulco |

Fuente: Infraestructura Carretera Libre de Peaje, Junta Local de Caminos, 2009

Hecha la validación de las carreteras se toma el archivo vectorial para una segunda revisión somera la que dará la pauta para el siguiente paso en donde se obtendrán distancias sobre la carretera de una cabecera municipal a otra.

2.6 Creación de una matriz de distancias, mediante el método de análisis de redes

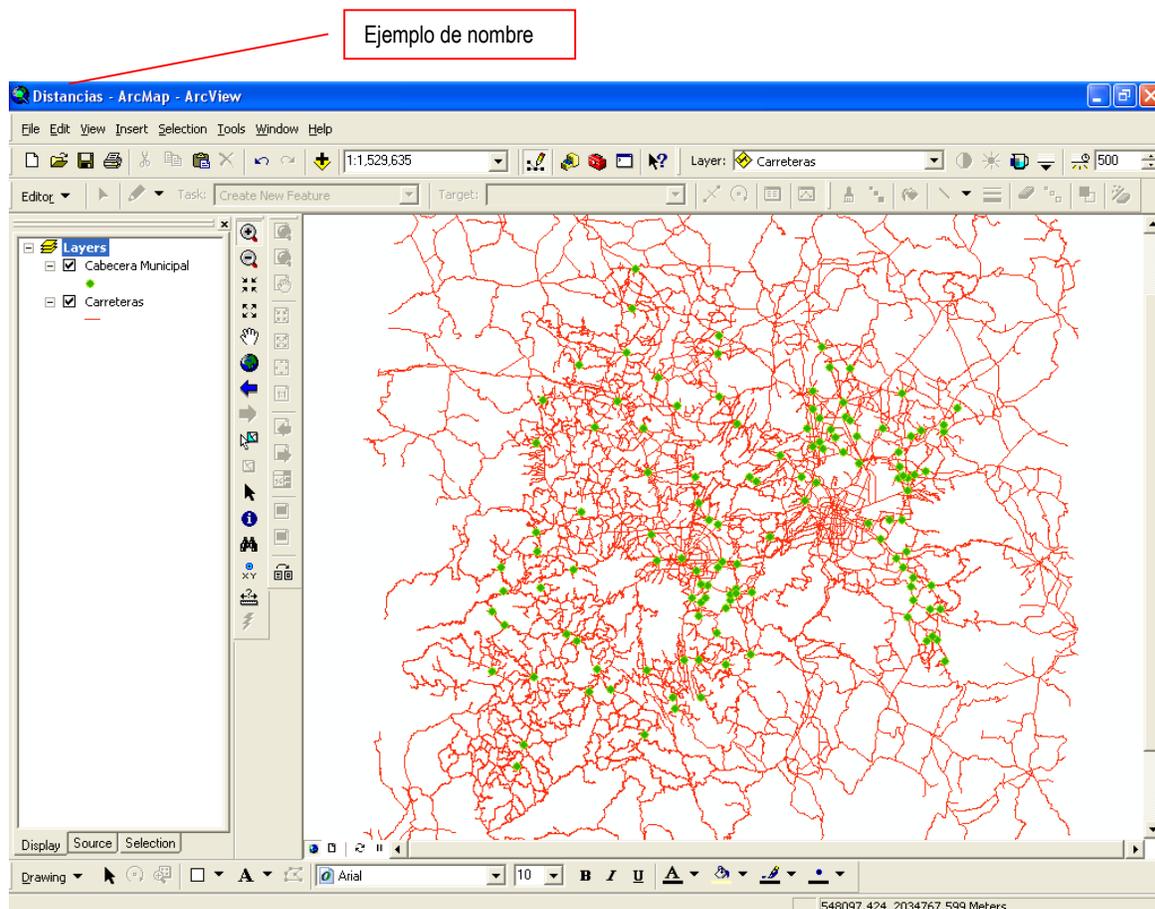
La matriz de distancias derivada de las carreteras, se da después de la necesidad de saber cuál es la distancia aproximada entre dos cabeceras municipales, de ahí que surja la interrogante de ¿cómo hacer el cálculo en kilómetros de la distancias de una cabecera a las otras 124 restantes del Estado de México? La respuesta a esto es; realizarlo de manera automatizada mediante un análisis de redes, poniendo como punto inicial y también punto final las cabecera municipales y el medio por el cual desplazarse; la carretera. Esta es la respuesta que soluciona el cuestionamiento.

Cabe destacar que la presente etapa se describe en forma más detallada los pasos que se tuvieron que dar para llegar al resultado de la matriz, siendo pertinente la descripción debido al nivel técnico especializado utilizado para la creación de ésta.

Se muestra cómo se desarrollado el procedimiento por el cual se llevó y logró generar dicha matriz de distancias, los elementos que la componen, las restricciones contenidas y el resultado al que se llega. Se debe resaltar además que el proyecto se realizó con el software cartográfico “ArcGis” en su versión 9.3.

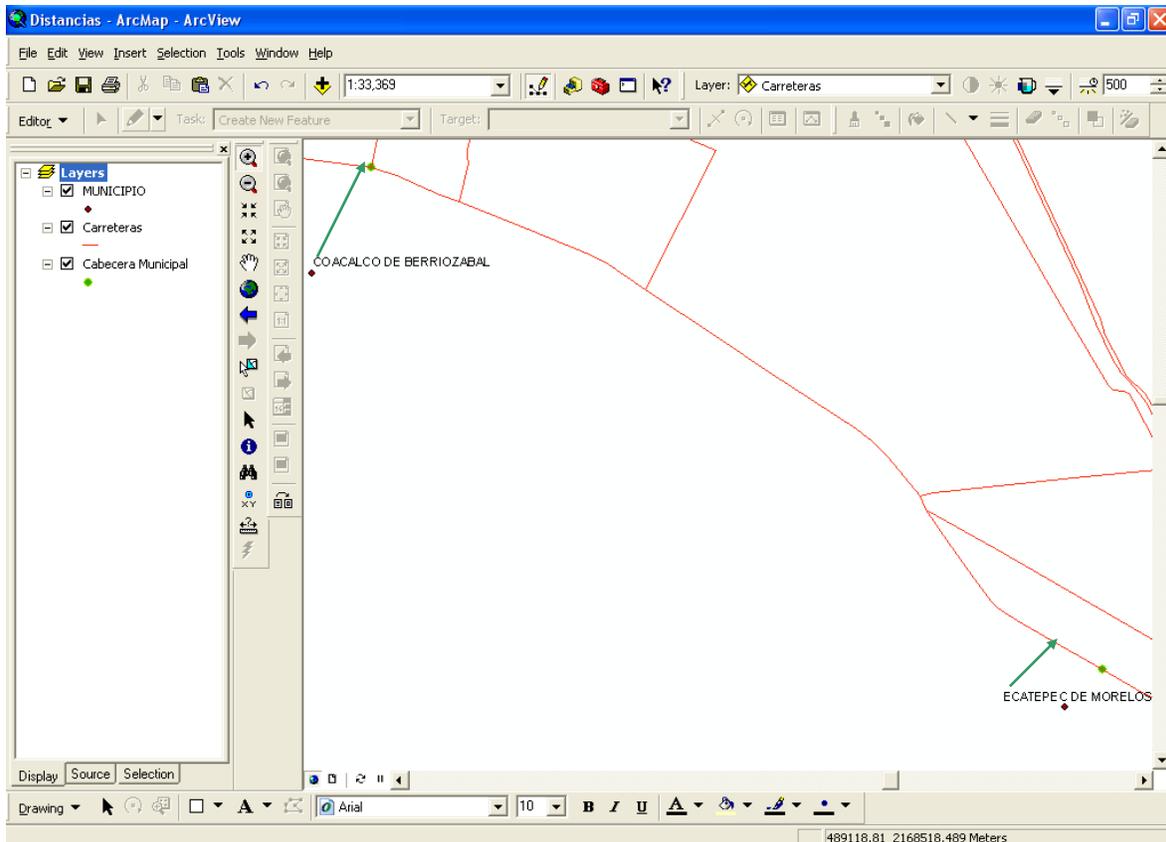
1. En ArcMap se crea un proyecto y se le da un nombre que relacione lo que se está realizando.
2. En la primera fase, es incorporar las capas necesarias para el procedimiento la red carretera que debe ser topológicamente correcta además deben estar seleccionadas solo el tipo de vialidades por las que se llevará el análisis, es decir se omiten las carreteras por las cuales no se quiere transitar, por ejemplo, las terracerías, revestidas o caminos y solo se dejan las pavimentadas.
3. Otro shape a utilizar es el conjuntos de puntos de inicio-destino, en este caso son las cabeceras municipales, el cual es agregado a este mismo proyecto.

Ambas coberturas de información son puestas en un mismo plano o proyecto como se muestra en la imagen siguiente:



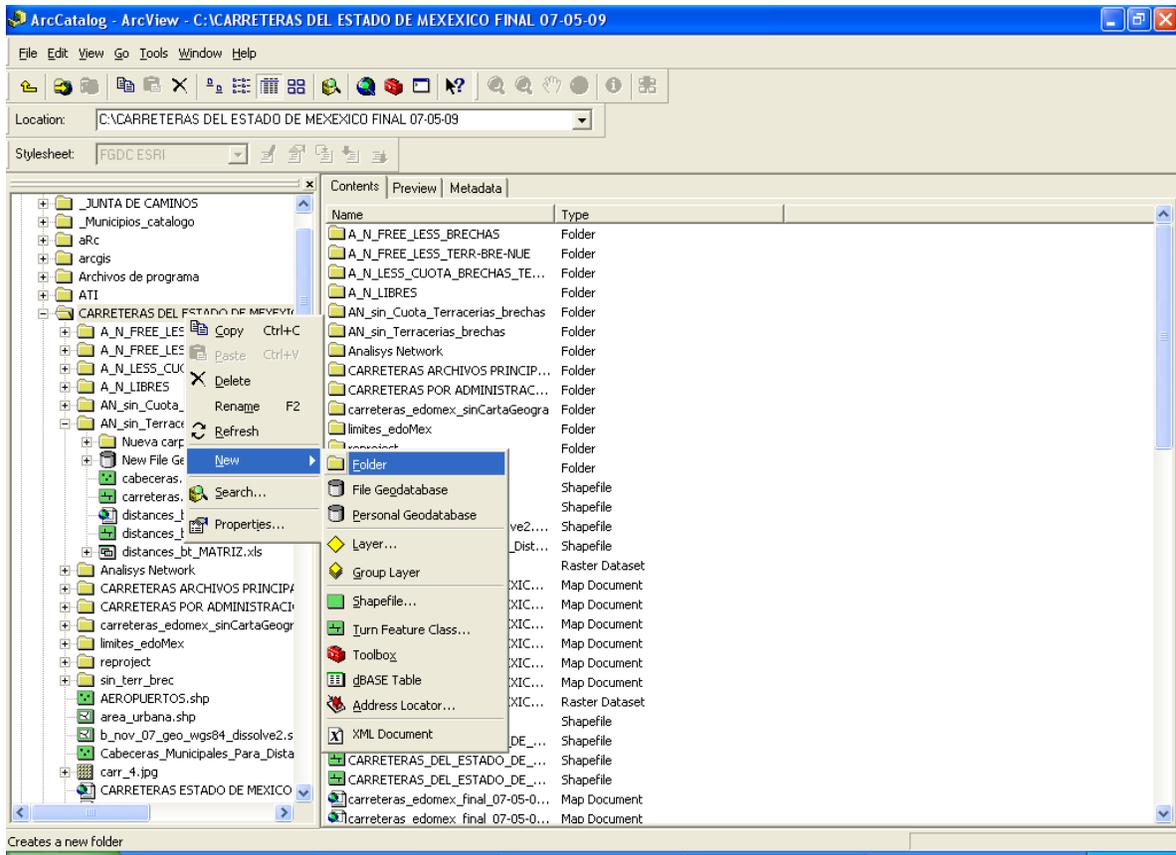
Capa de carreteras y cabeceras cargadas en el mismo proyecto

4. A continuación se procede a crear conectividad entre la red carretera y los puntos (cabeceras municipales). Para realizar este paso se habilita la edición de la información, ya que la conectividad puede hacerse moviendo la cabecera a la intersección más cercana de las vías o prolongando el segmento carretero hasta el punto de la cabecera municipal. Aquí el objetivo es tener una conexión entre el punto y el inicio o fin de cada segmento de carretera.



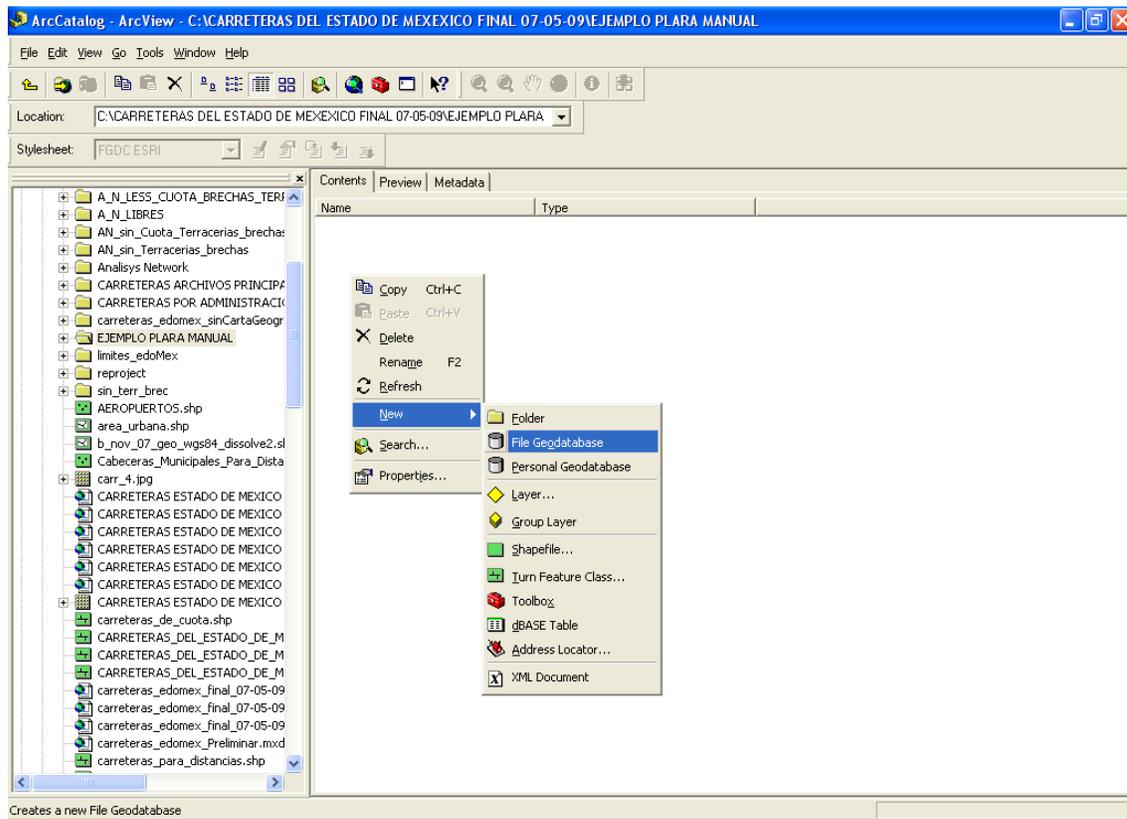
Al terminar este proceso de conectividad, ahora en el campo de longitud de la tabla de carreteras, se tiene que ejecutar el comando que calcula la geometría, sin el cual no se actualiza la longitud de cada segmento carretero y por lo tanto no se obtendrían resultados correctos.

5. Avanzado con la etapa de la matriz de distancias, ahora se abre ArcCatalog y se crea una carpeta donde se manejará la información de análisis de redes.



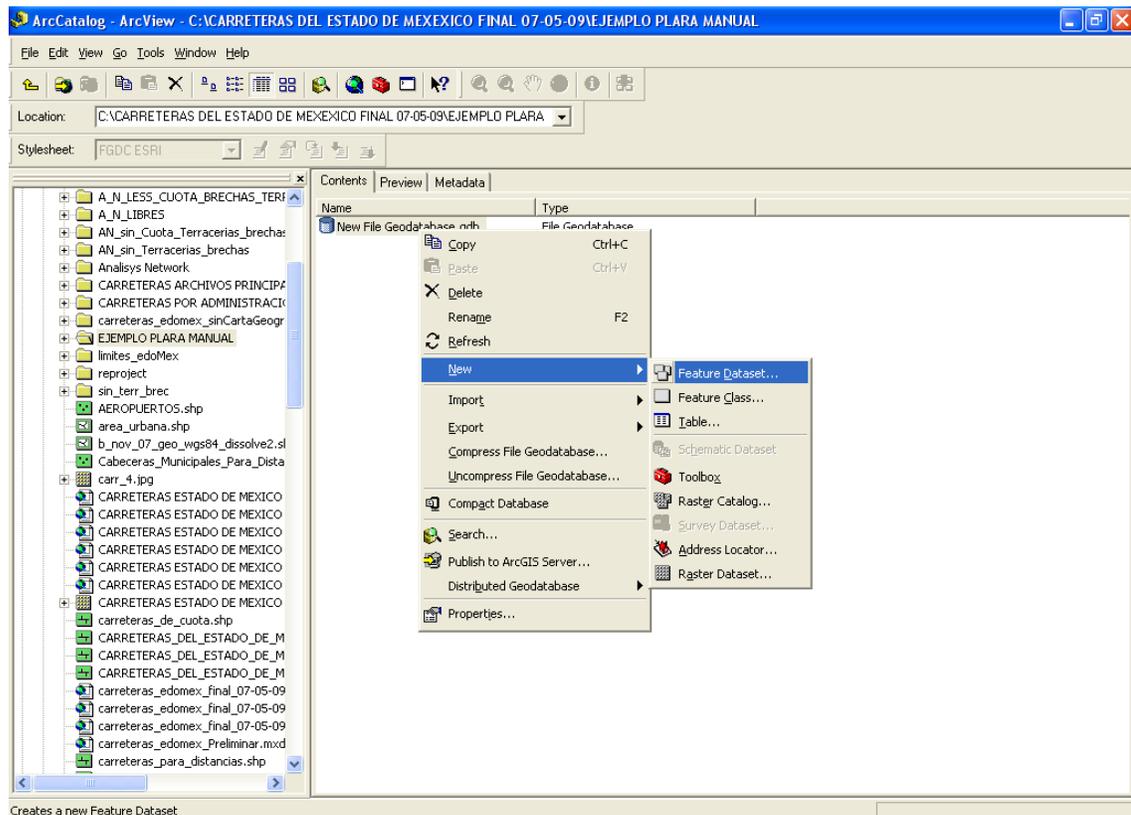
Es importante tener un orden en los espacios de trabajo y nombrar a cada carpeta con un título relacionado a lo que se está realizando, lo anterior es para evitar confusiones en un futuro con la carga y manejo de archivos e información.

- Desde la nueva carpeta de trabajo o en el espacio en blanco del lado derecho, se le da clic derecho y se crea un “File Geodatabase”



Para comprender la estructura de cada elemento, se debe tener conocimiento de las funciones de cada uno de estos, por consiguiente se da una definición de lo que es un “File Geodatabase”; Conjunto de varios tipos de datasets SIG alojados en una carpeta de sistema de archivos. (Este es el formato de datos nativos almacenados y administrados en una carpeta de sistema de archivos recomendado para ArcGIS). (ESRI, 2010).

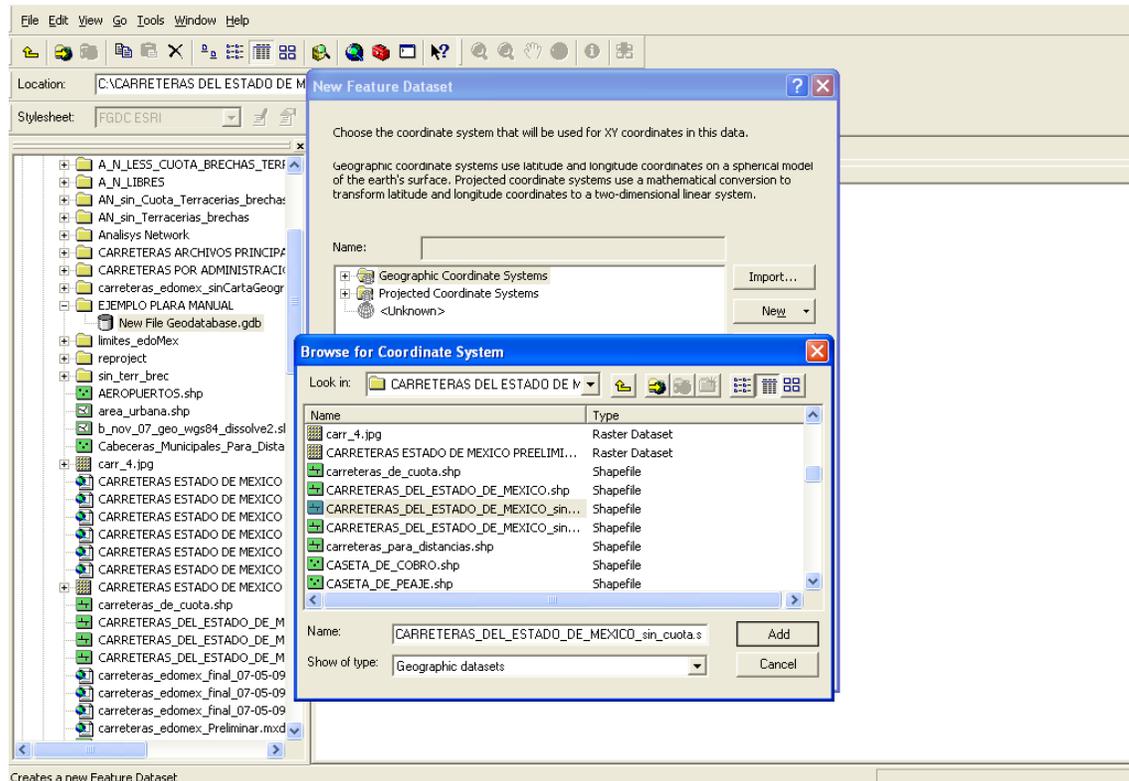
7. Ahora se da clic al archivo izquierdo “File Geodatabase” y se crea un *Feature Dataset* entendiendo a este último como un conjunto de datos.



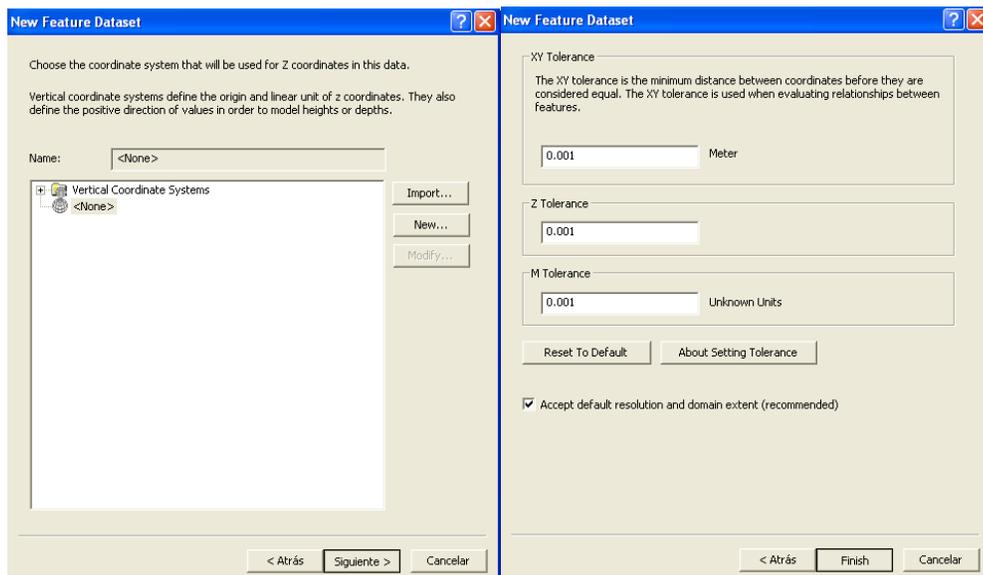
Al cual en seguida se le escribe un nombre y se da clic en siguiente



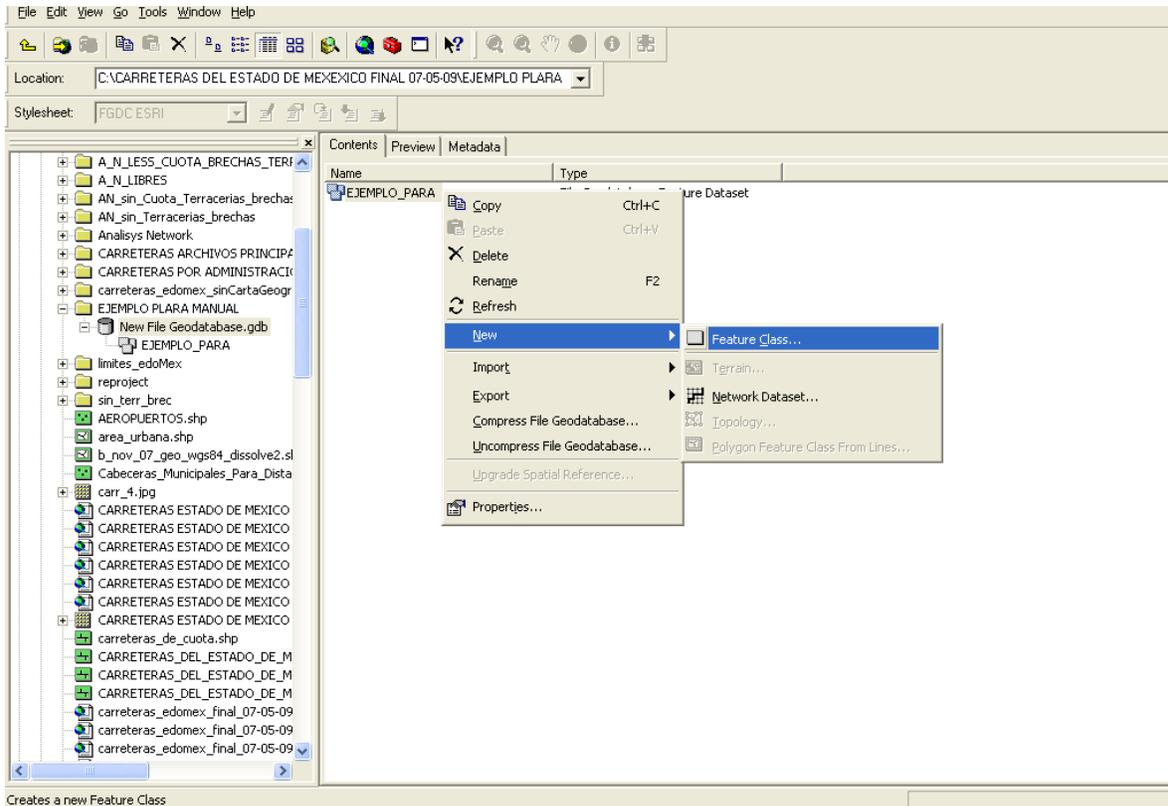
Se elige o importa el sistema de coordenadas que debe ser igual al sistema en el que se trabajaron las carreteras y cabeceras municipales. Para este caso se importó el sistema de coordenadas de una capa que ya contaba con sistema de referencia.



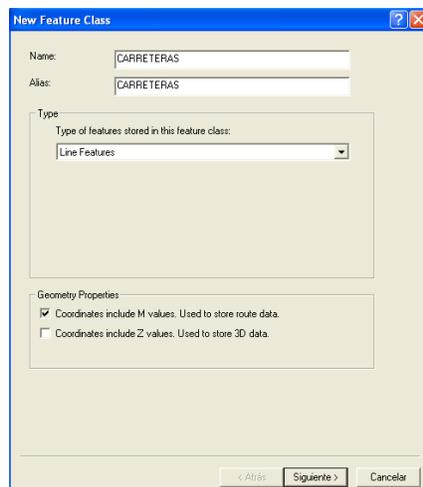
Dar clic en siguiente y luego en finalizar.

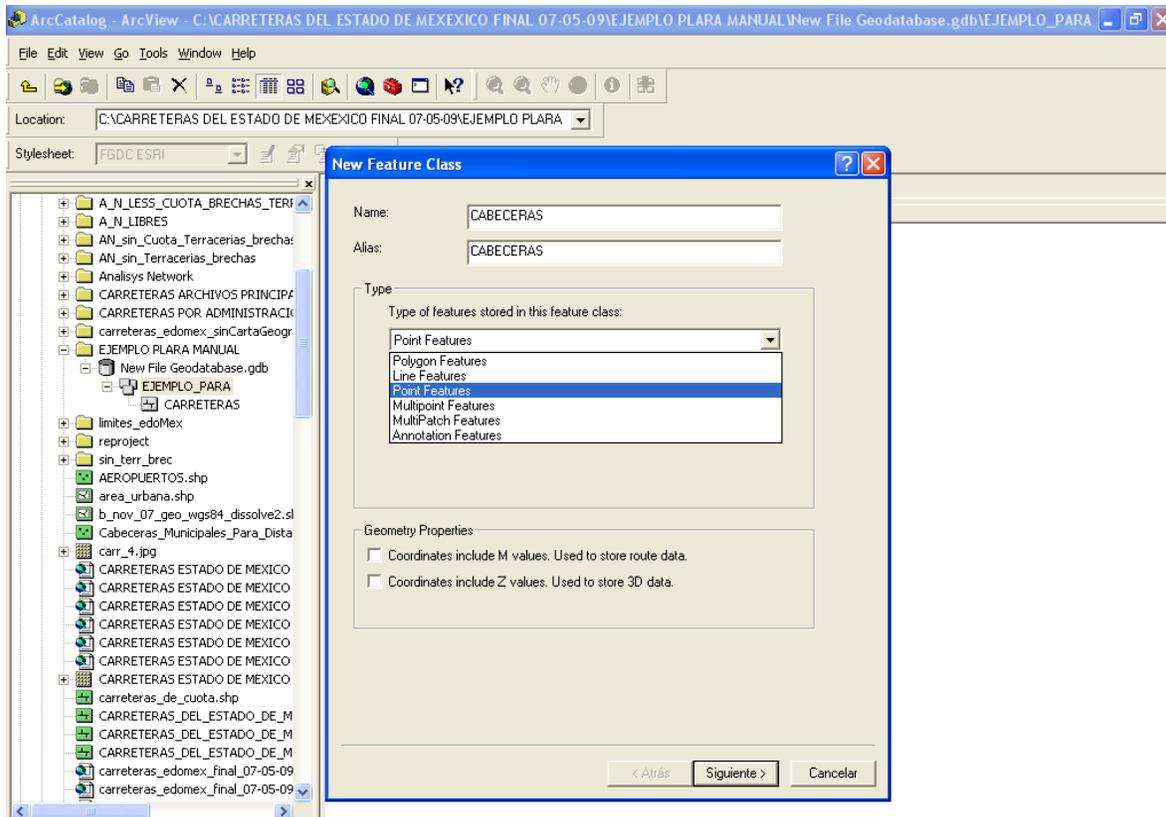


8. Ahora se crean los *Feature Class*. Los cuales son una colección de elementos geográficos con el mismo tipo de geometría, los mismos atributos y la misma referencia espacial (ESRI, 2010).

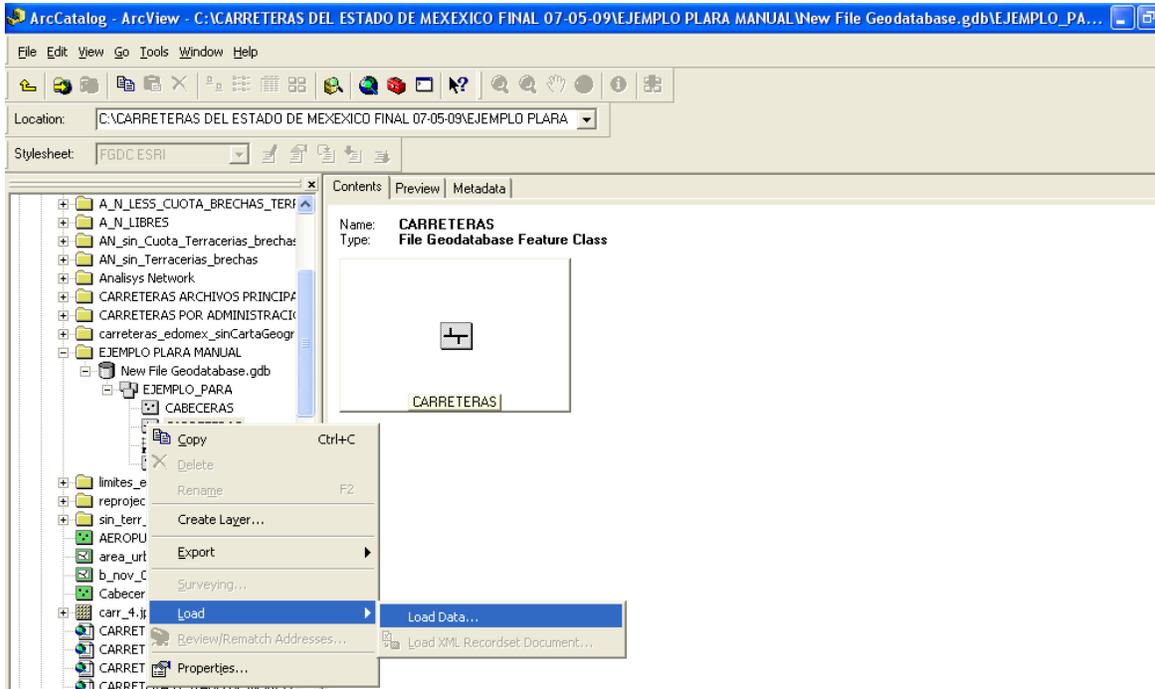


Se escribe un nombre, un alias, se elige el tipo de elemento, en el caso de carreteras se elige el elemento lineal, la casilla de valores M solo se activa para elementos lineales cuyos deban mantener una longitud y a continuación se da clic en siguiente.

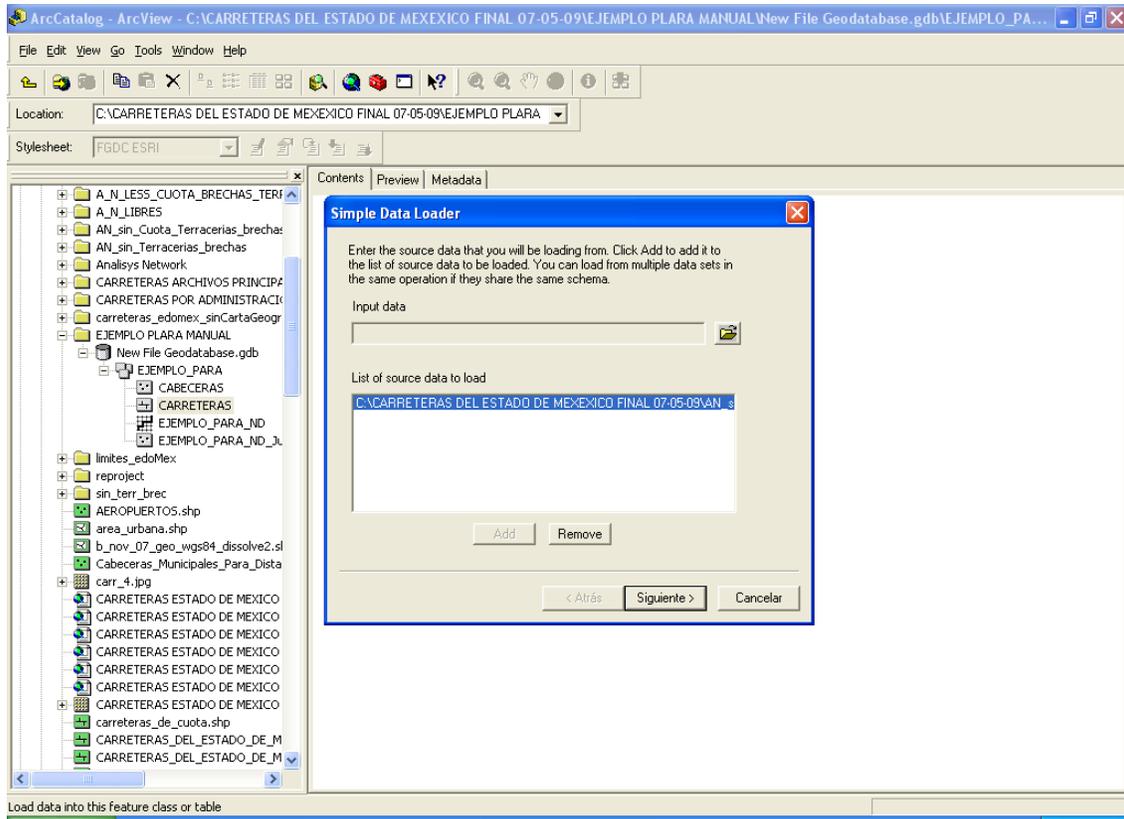




9. En los *Feature Class* se deben cargar los datos de cada shape según corresponda, para esto se le da clic derecho al “feature class”, cargar datos (load data)

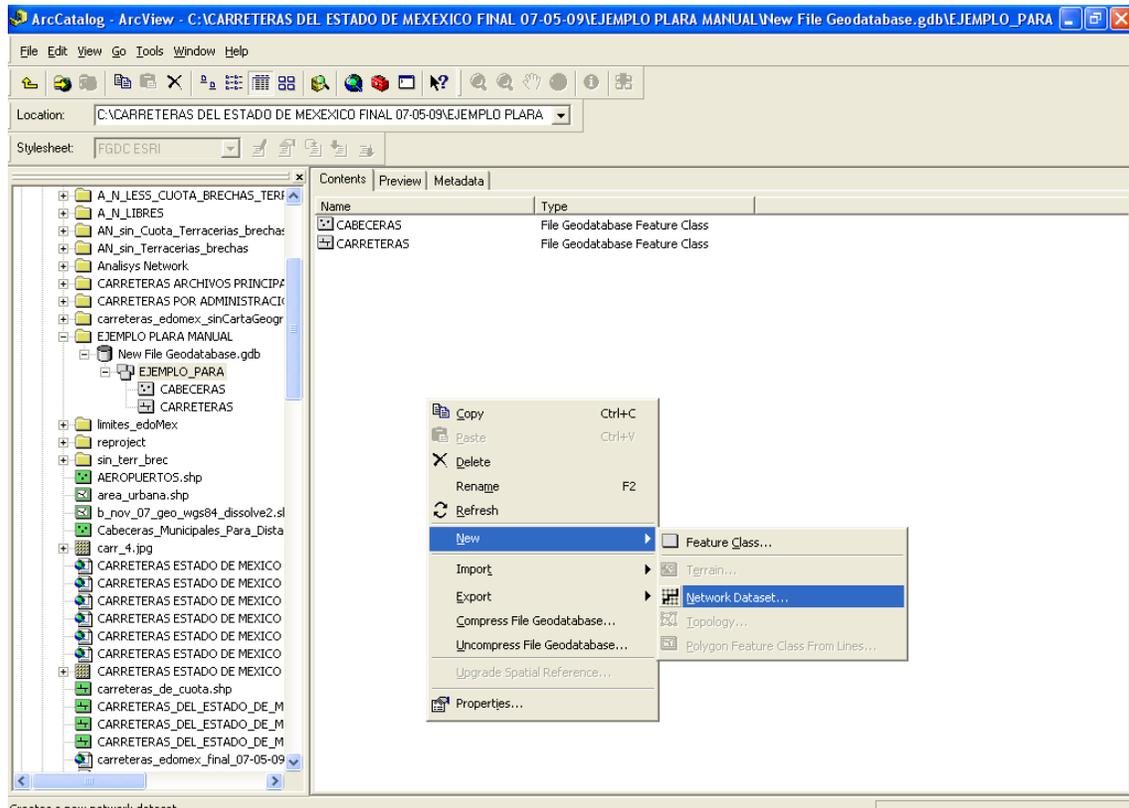


Se busca en la dirección correcta, se agrega, se da clic en siguiente hasta finalizar.

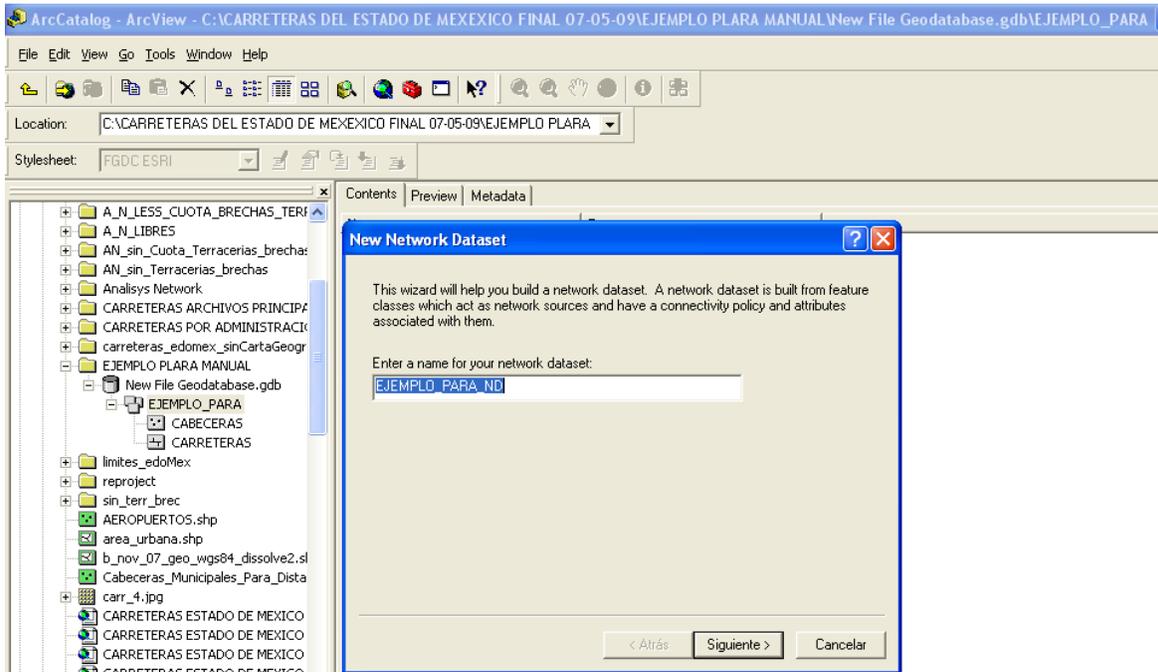


10. A continuación se creará un *Network Dataset* con el botón secundario del ratón.

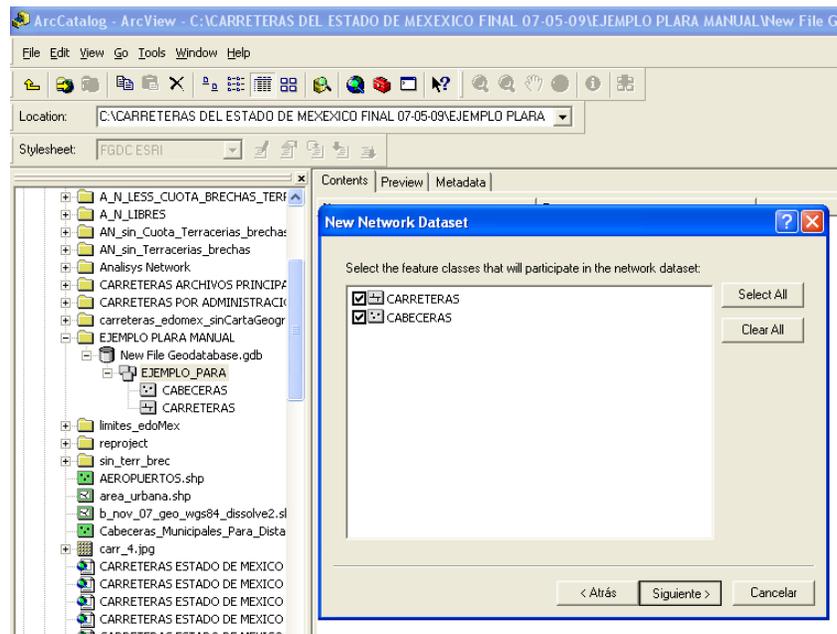
Para *ESRI*, los “*Network Dataset*” son apropiados para modelar redes de transporte. Se crean a partir de entidades de origen, que pueden incluir entidades simples (líneas y puntos) y giros, y almacenar la conectividad de las entidades de origen. Al realizar un análisis mediante *ArcGIS Network Analyst*, el análisis siempre se realiza en un *dataset de red*.



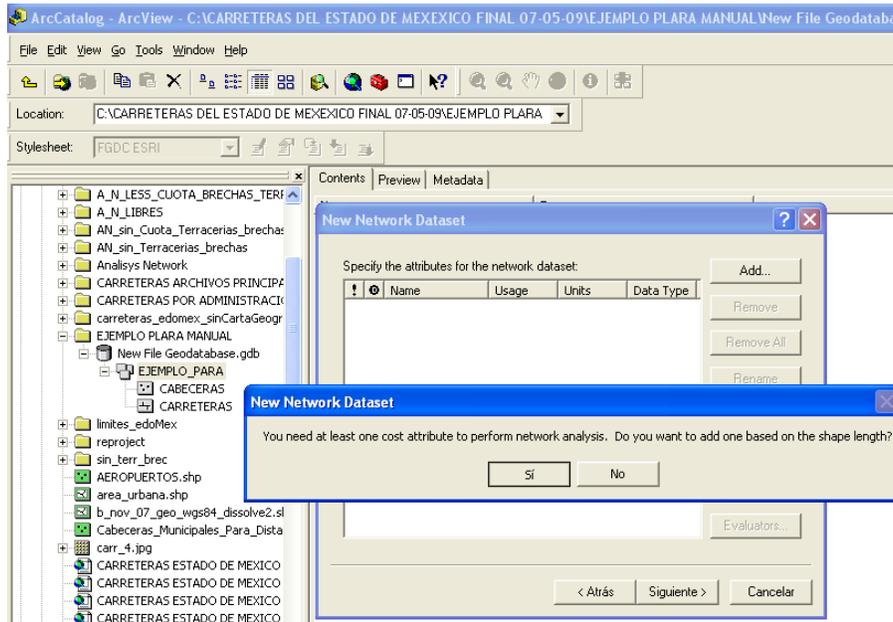
Se escribe un nombre alusivo al tema, si es de su agrado.



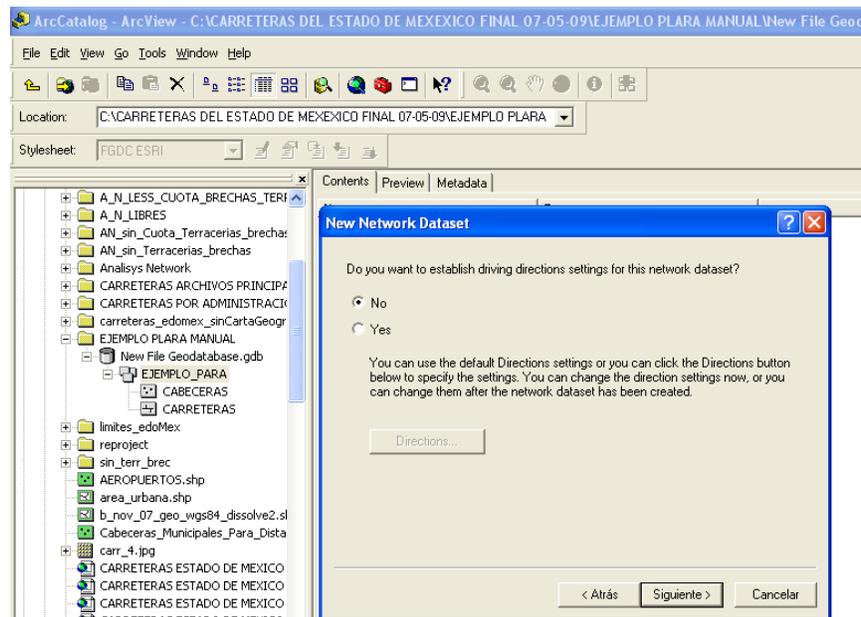
En el paso siguiente, se seleccionan las clases de elementos que participarán y se avanza al otro paso, aquí aparecen las dos clases creadas; carreteras y cabeceras, las que mismas que deben ser seleccionadas.



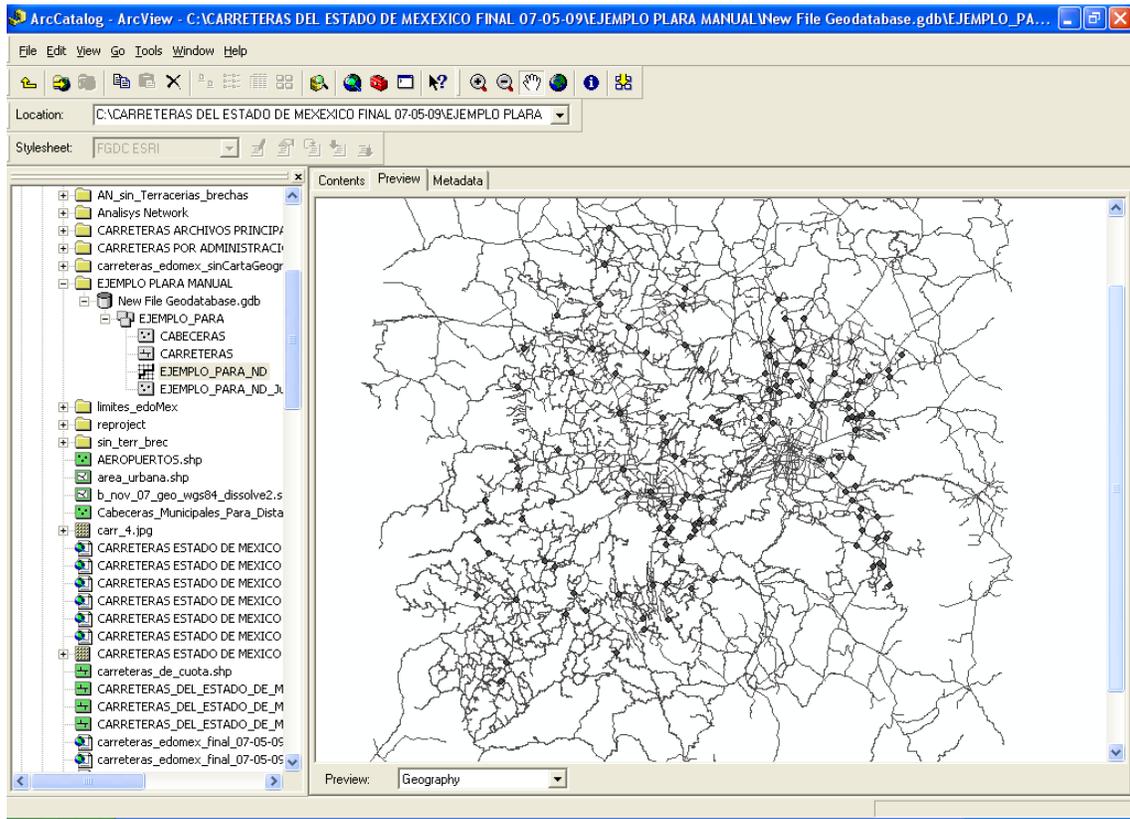
A la cuarta vez de dar clic en siguiente aparece un mensaje que dice “se necesita al menos un atributo de costo para realizar el análisis de redes, desea agregar uno basado en la longitud de la capa”, al cual de damos sí.



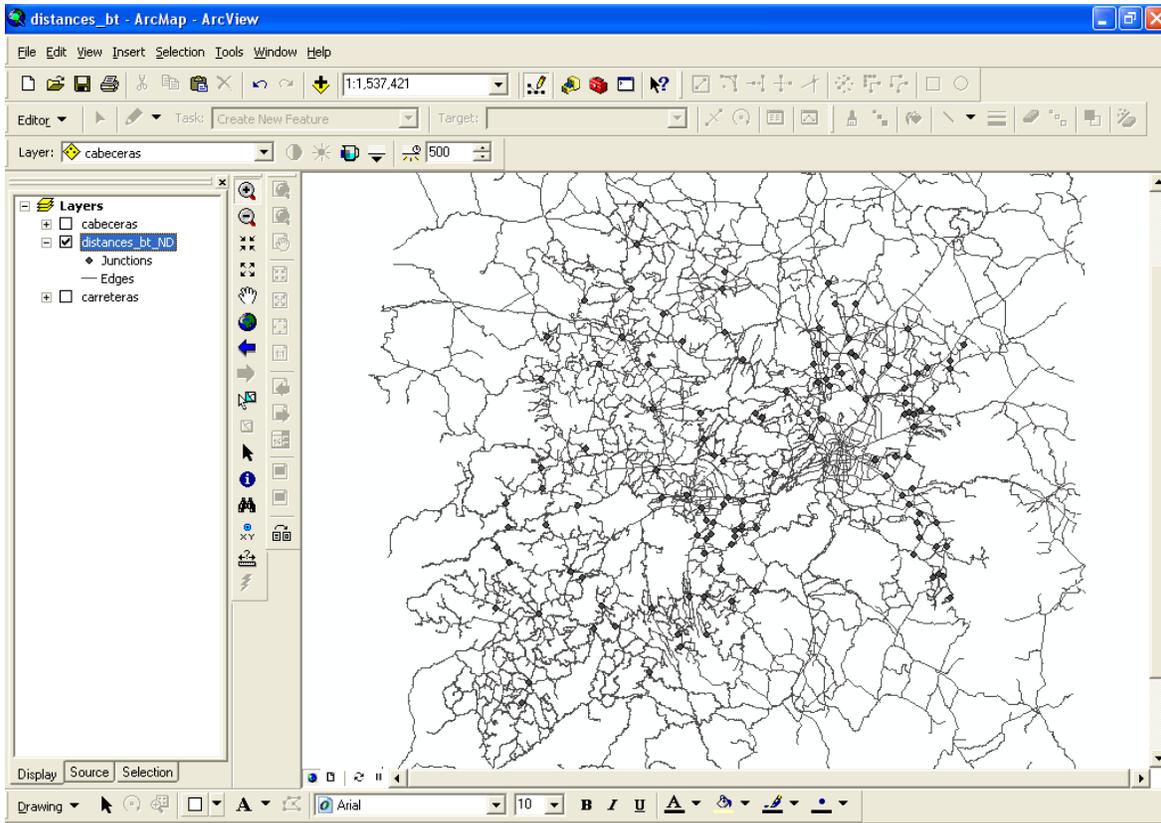
En el mensaje ¿desea establecer direcciones de conducción para este “Network Dataset”? dejar no y finalizar. Aparece el mensaje de Un nuevo *Network Dataset* ha sido creado. ¿Desea construirlo ahora? Y se le dice que si



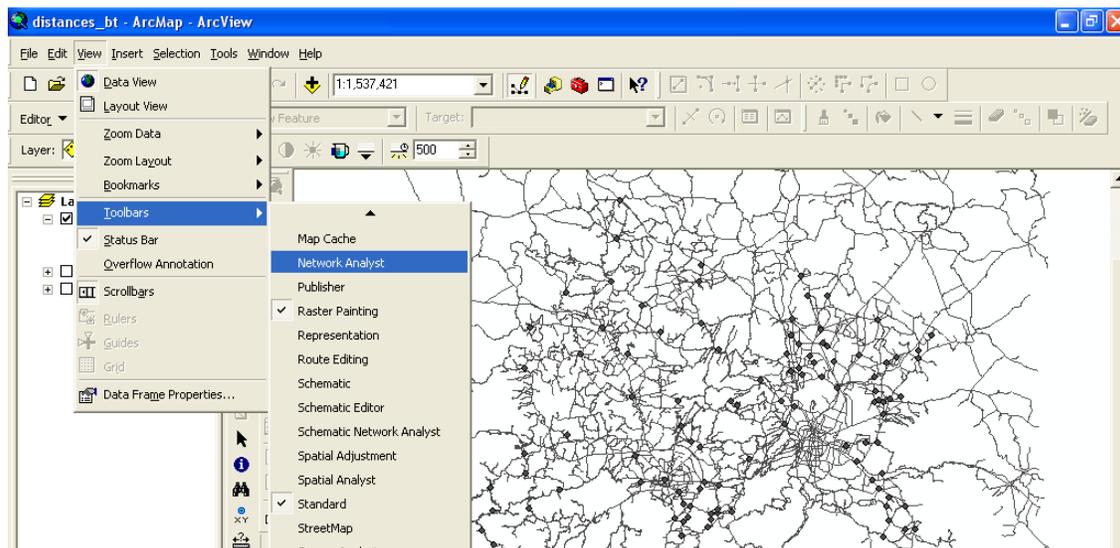
11. Para verificar que los procedimientos anteriores se hayan llevado a cabo y sean los correctos, se debe revisar que en la pestaña de vista preliminar aparezcan las carreteras y las localidades en una misma capa como se muestra en la imagen siguiente.



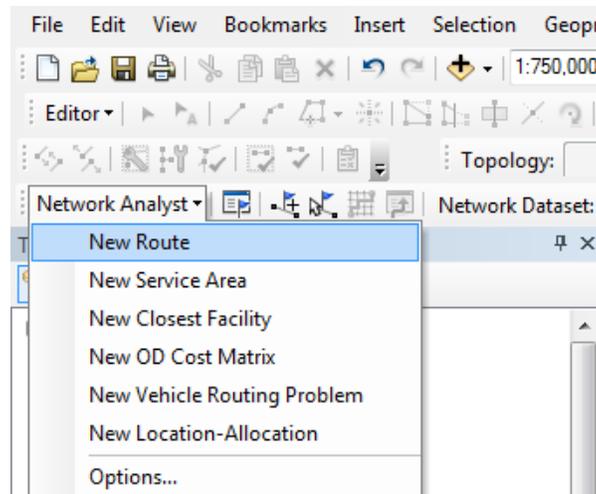
12. La siguiente fase del análisis de redes se lleva cabo en ArcMap, así que ahora en el proyecto ya creado, o en una nueva vista, se agrega el *Network Dataset* que contiene elementos puntuales y lineales en una misma capa.



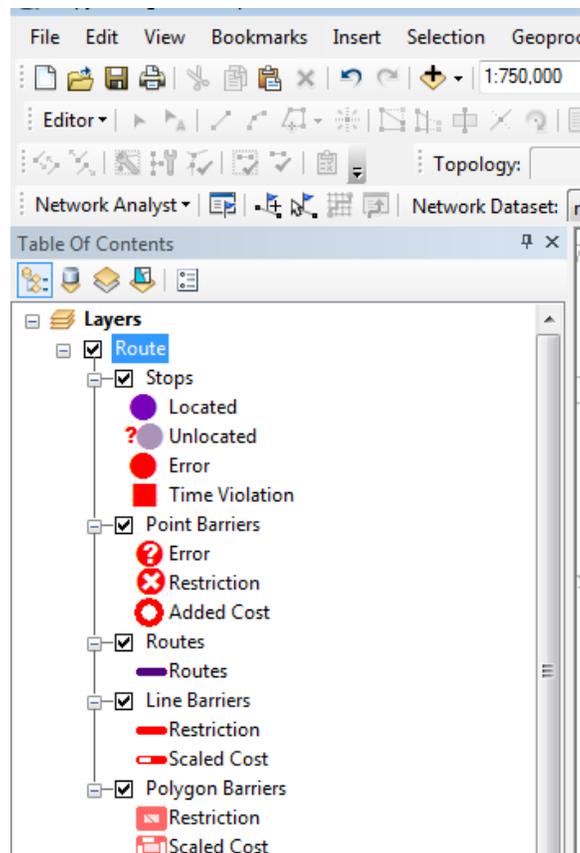
13. Desde la barra de menú *view* y en *toolbars*, se debe activar la opción *Network Analyst*



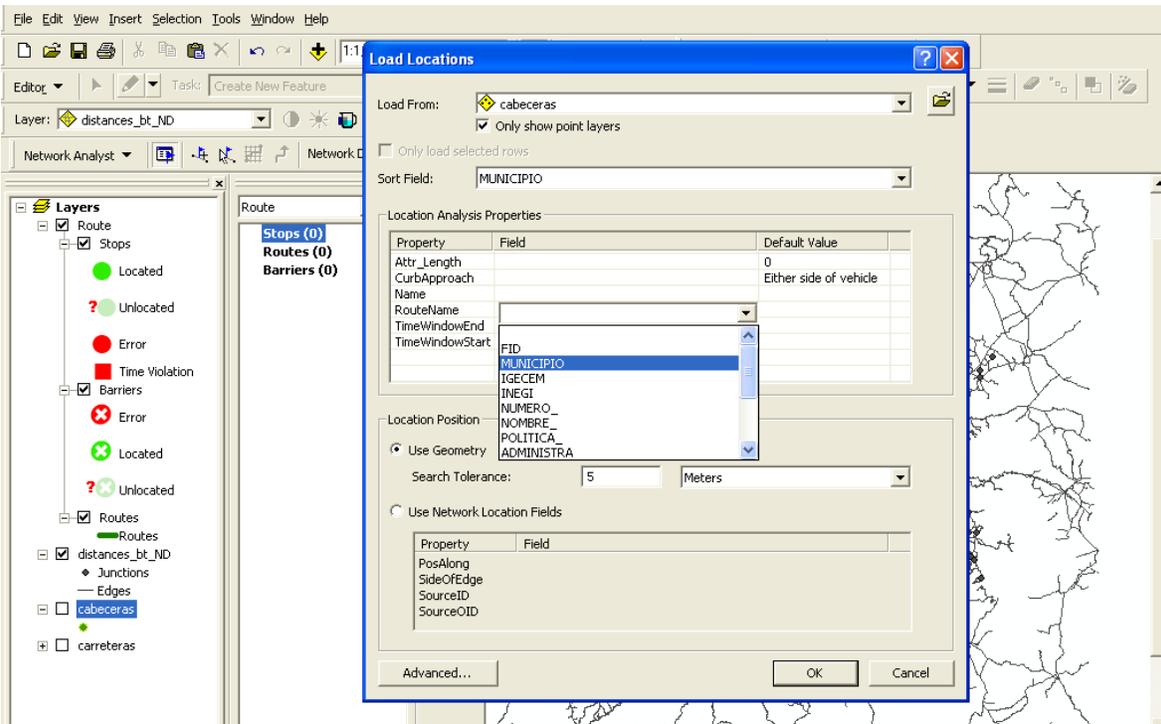
14. Ahora en la barra de herramientas “*Network Analyst*”, dar clic en “*New Route*”



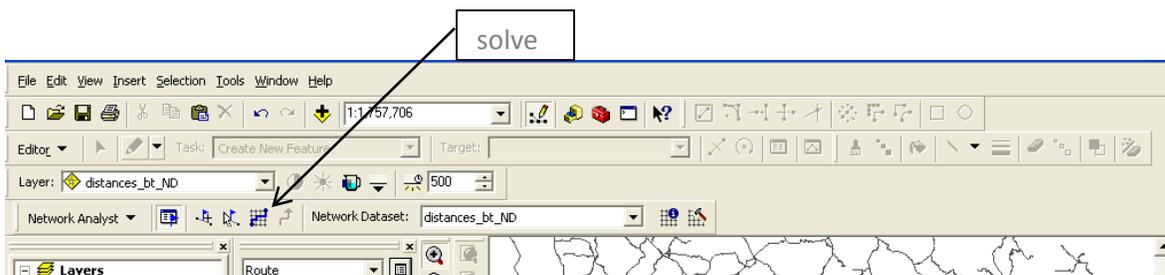
En seguida aparecerá una serie de acciones a los que se les deberán cargar los elementos puntuales.



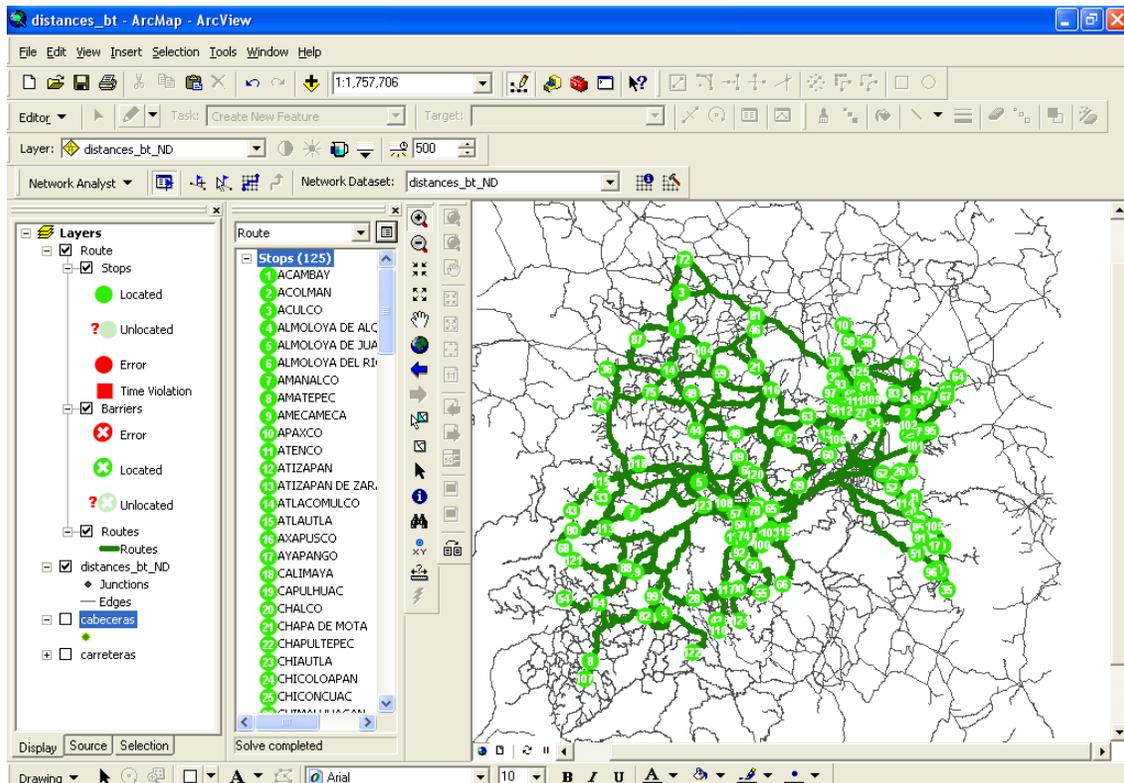
15. En ventana de *Network Analyst* con clic derecho sobre el comando *Stop* seleccionar *Load* y cargar el elemento puntual en este caso son las *cabeceras*, si se requiere que aparezca el nombre del elemento buscarlo en el campo de abajo, por ejemplo para esta capa seria “*MUNICIPIO*”, de igual manera se debe activar el mismo en la localización de las propiedades de análisis y *OK* para finalizar.



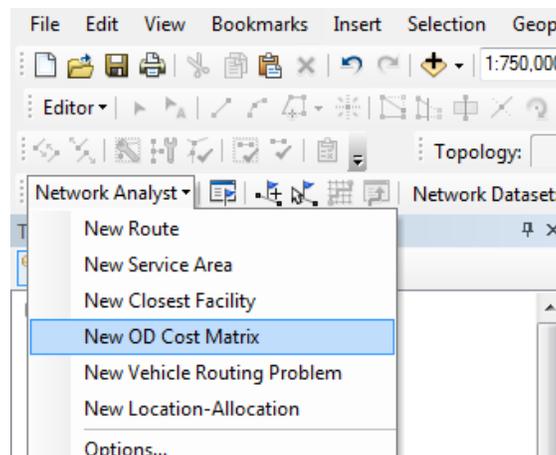
16. Después de haber cargado los los elementos puntuales dar *solve* para crear una ruta y de esta forma comprobar que haya conectividad entre todas las cabeceras municipales a través de las carreteras.



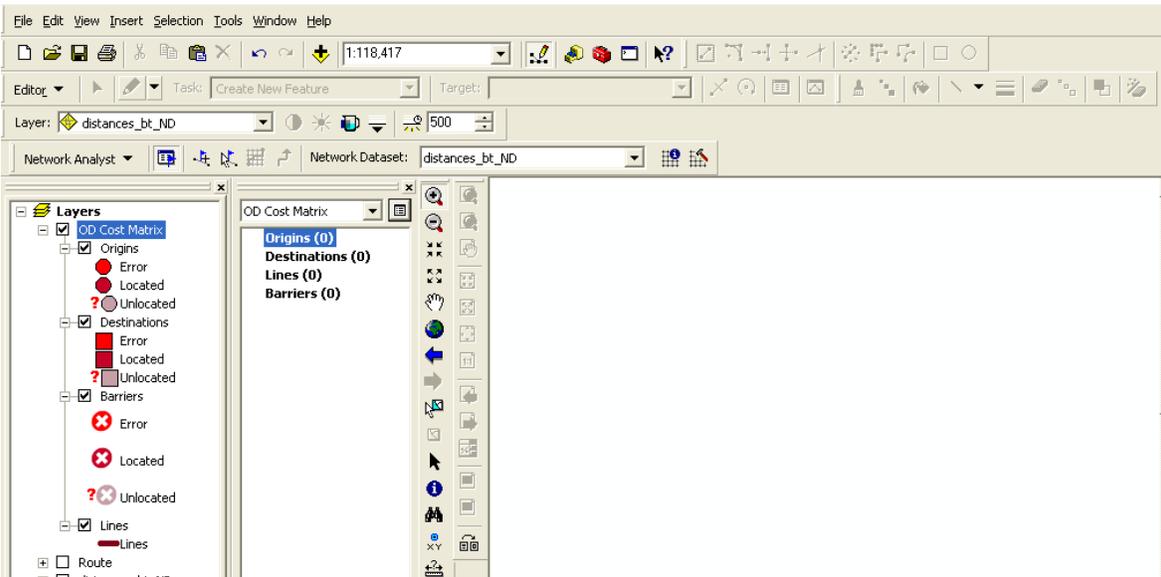
Si hay conectividad debe aparecer una imagen como la siguiente, indicando que hay conectividad entre cada una de las 125 cabeceras municipales.



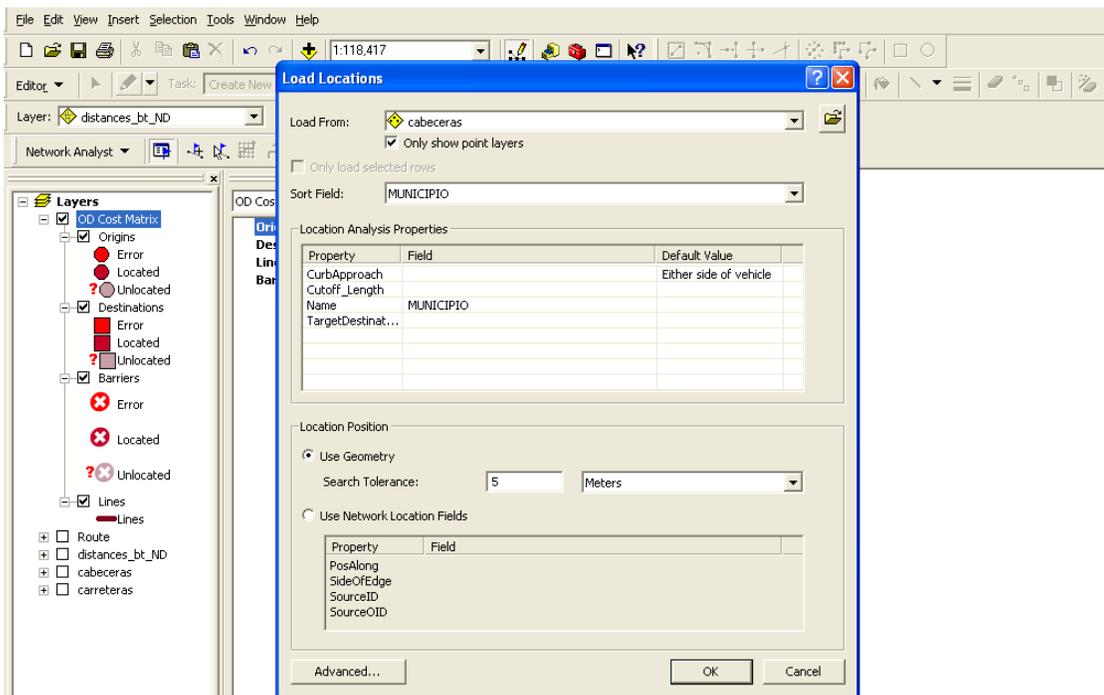
17. Del sub-menú **Network Analyst** se prosigue a desplegar la herramienta de **New OD Cost Matrix** que será la que calculará a través de la red carretera la distancia que existe de cada municipio a todos los demás.



La activación de la anterior abrirá una ventana con una serie de operaciones a realizar, mostrada a continuación:

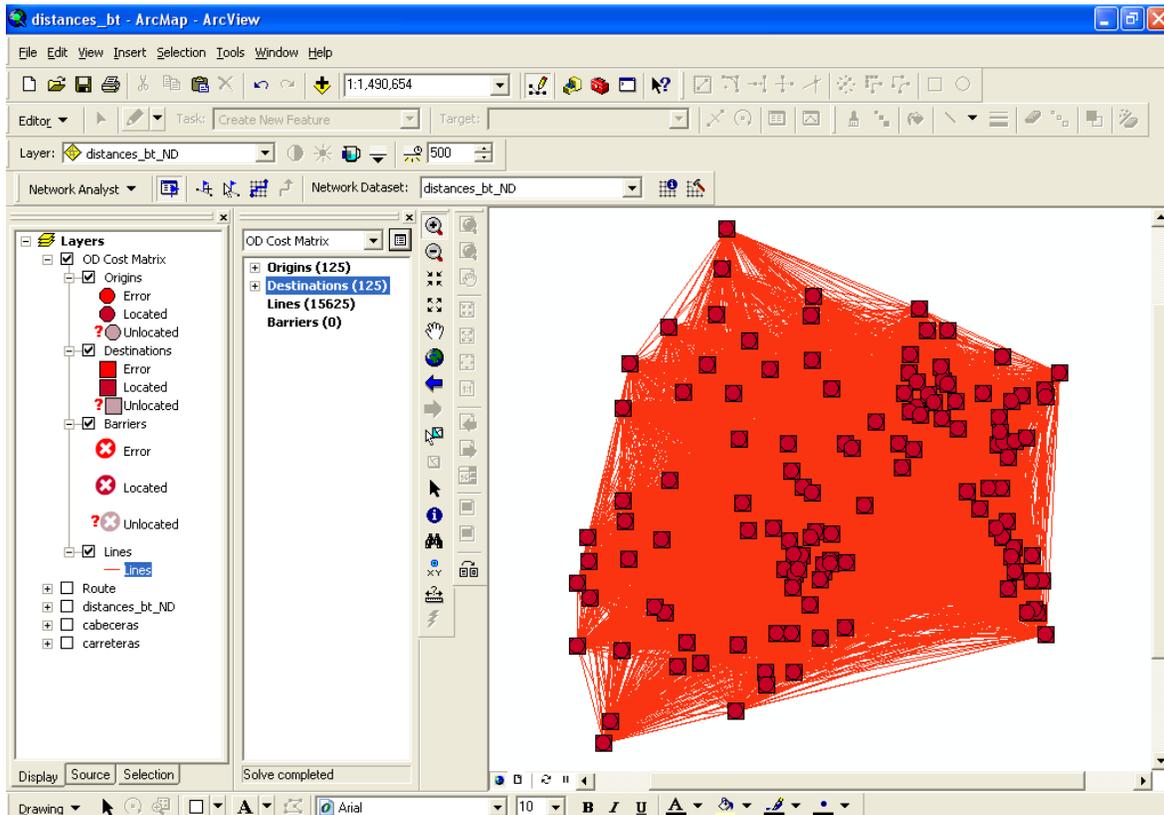


18. Ahora para que se lleve a cabo este proceso se deben cargar los 125 puntos que son las cabeceras, esto se realiza dando clic derecho en **origins**, se selecciona **load**, se elige el tema *puntual*, también aquí mismo se elige el tipo de campo, su nombre respectivo y tolerancia geométrica.



Se repiten los mismos pasos para “**destinations**”. Estas dos acciones son para crear el punto de partida y el punto final de cada ruta.

19. Finalmente se debe ejecutar el comando *so/ve* para realizar el proceso de cálculo de distancias.



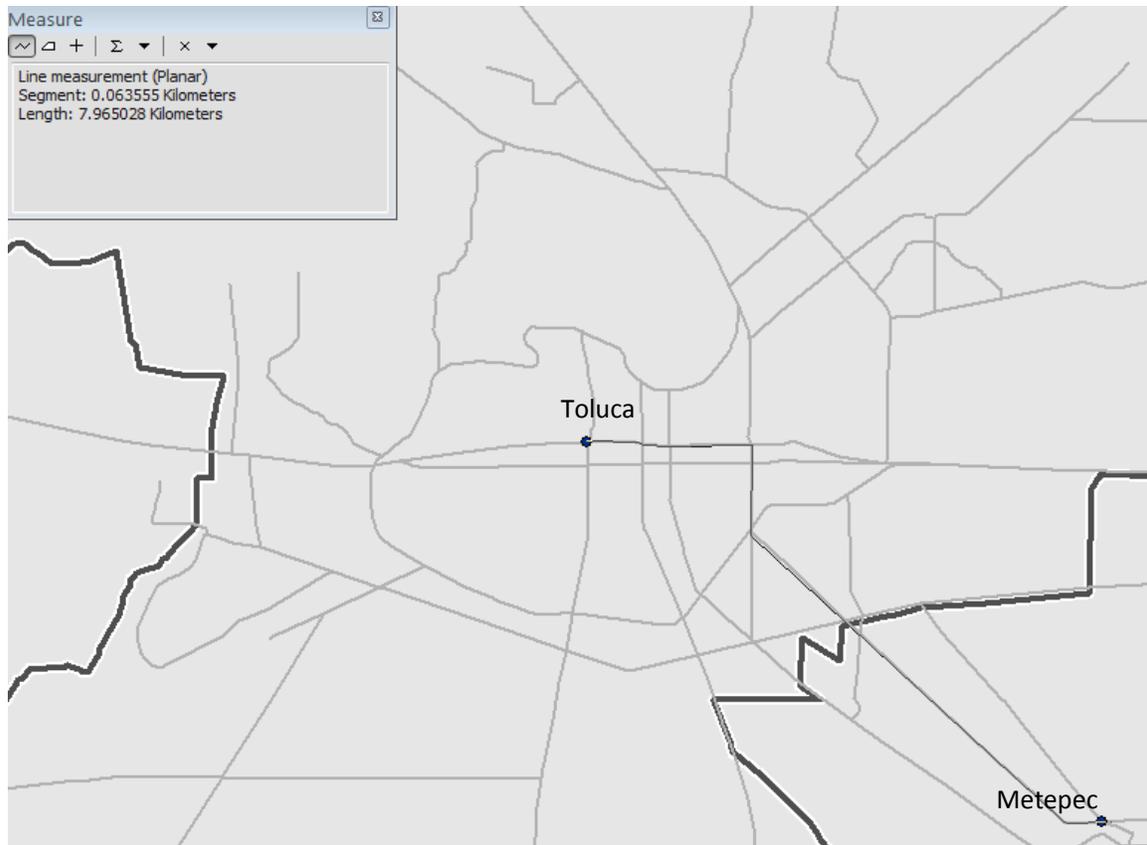
Aunque en la imagen aparecen líneas rectas, el cálculo geométrico se realizó a través de la suma de segmentos carreteros, tomando en cuenta, los que se encontraban a través de la ruta más corta entre un punto y el otro.

Para determinar esta ruta es necesario manejar otro proceso similar llamado “**Closest facility**”, dicho proceso encuentra la ruta más cercana entre dos puntos elegidos por el usuario. Aunque en este proyecto no se plasmara este proceso, es importante mencionarlo, para quienes requieren realizar un estudio más profundo sobre este tema y requieran saber cuál es la ruta que deben seguir para obtener y/o comprobar las distancias arrojadas por el software de forma automatizada.

20. La tabla entre municipios debe quedar como a continuación se presenta, las distancias aparecen en metros lineales.

| ObjectID | Shape | Name | OriginID | DestinationID | DestinationRank | Total_Length |
|----------|----------|--|----------|---------------|-----------------|--------------|
| 6899 | Polyline | MELCHOR OCAMPO - ACOLMAN | 56 | 2 | 24 | 33578.612752 |
| 6900 | Polyline | MELCHOR OCAMPO - TEZOYUCA | 56 | 102 | 25 | 34142.716286 |
| 6901 | Polyline | MELCHOR OCAMPO - TEMASCALAPA | 56 | 86 | 26 | 35290.921097 |
| 6902 | Polyline | MELCHOR OCAMPO - ATENCO | 56 | 11 | 27 | 35747.284455 |
| 6903 | Polyline | MELCHOR OCAMPO - CHICONCUAC | 56 | 25 | 28 | 36478.089265 |
| 6904 | Polyline | MELCHOR OCAMPO - CHIAUTLA | 56 | 23 | 29 | 38356.647081 |
| 6905 | Polyline | MELCHOR OCAMPO - TEOTIHUACAN | 56 | 94 | 30 | 40714.448843 |
| 6906 | Polyline | MELCHOR OCAMPO - PAPALOTLA | 56 | 71 | 31 | 41204.229487 |
| 6907 | Polyline | MELCHOR OCAMPO - TEXCOCO DE MORA | 56 | 101 | 32 | 42249.355716 |
| 6908 | Polyline | MELCHOR OCAMPO - ISIDRO FABELA | 56 | 40 | 33 | 43788.182042 |
| 6909 | Polyline | MELCHOR OCAMPO - TEPETLA OXTOC | 56 | 95 | 34 | 44378.384023 |
| 6910 | Polyline | MELCHOR OCAMPO - JILOTZINGO | 56 | 47 | 35 | 44782.574467 |
| 6911 | Polyline | MELCHOR OCAMPO - SAN MARTIN DE LAS PIRAMID | 56 | 77 | 36 | 45344.563147 |
| 6912 | Polyline | MELCHOR OCAMPO - NEZAHUALCOYOTL | 56 | 62 | 37 | 46953.404172 |
| 6913 | Polyline | MELCHOR OCAMPO - VILLA DEL CARBON | 56 | 116 | 38 | 51222.782486 |
| 6914 | Polyline | MELCHOR OCAMPO - HUIXQUILUCAN | 56 | 39 | 39 | 51326.050336 |

21. Un ejemplo para corroborar que la matriz es correcta, sería medir manualmente sobre el mapa y después comparar el resultado que fue arrojado con los procedimientos automatizados.



Midiendo manualmente en el mapa, el resultado obtenido es de 7.96 kilómetros y si se pide redondeado a números enteros como lo muestra la tabla de distancias el número de kilómetros queda en 8, con lo que al comparar con la siguiente imagen nos dirá que las distancias son las mismas, ya que los resultados en la tabla también son redondeados.

| | | | |
|-------|-------|------------------------------|-----|
| 13430 | 13493 | TOLUCA - LUVIANOS | 124 |
| 13431 | 13409 | TOLUCA - MALINALCO | 59 |
| 13432 | 13446 | TOLUCA - MELCHOR OCAMPO | 89 |
| 13433 | 13377 | TOLUCA - METEPEC | 8 |
| 13434 | 13379 | TOLUCA - MEXICALTZINGO | 12 |
| 13435 | 13413 | TOLUCA - MORELOS | 64 |
| 13436 | 13410 | TOLUCA - NAUCALPAN DE JUAREZ | 59 |
| 13437 | 13464 | TOLUCA - NEXTLALPAN | 100 |
| 13438 | 13428 | TOLUCA - NEZAHUALCOYOTL | 76 |
| 13439 | 13417 | TOLUCA - NICOLAS ROMERO | 65 |
| 13440 | 13497 | TOLUCA - NOPALTEPEC | 128 |
| 13441 | 13388 | TOLUCA - COYOACAC | 21 |

Por último en este apartado cabe destacar que se obtuvieron 15625 resultados, esto por el hecho de multiplicar 125 cabeceras por 125, aunque al tratar de llegar al origen de sí misma, la distancia será "0" por lo que se omitirá éste resultado.

2.7 Edición y control de calidad

En la presente etapa se realizará el diseño final del Espaciograma de Carreteras y al mismo tiempo se verificará que la calidad de la información sea la óptima y asimismo garantizar que los datos contenidos sean lo más apegados a la realidad.

En primera instancia se definen las capas que estarán presentes en el proyecto para construir el Espaciograma de Carreteras, en la selección de capas de información, se obtienen 14 de entre las cuales la de carreteras ya está incluida.

Figura 24: Capas ordenadas en el software que se trabajó.

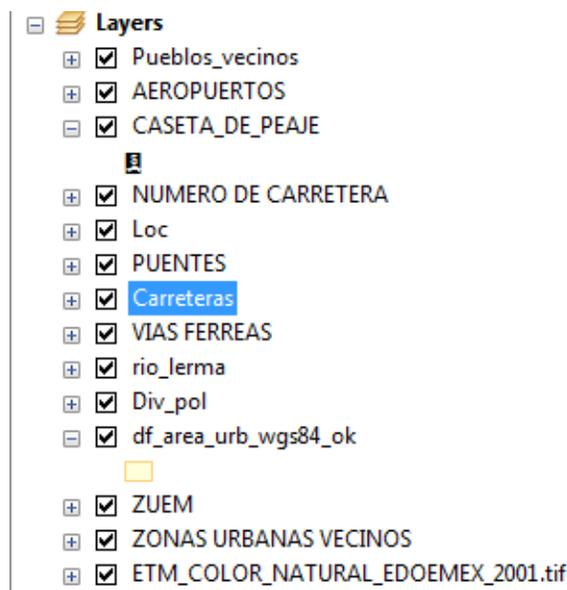


Tabla 4: Diccionario de datos de las capas en el Espaciograma de Carreteras

| Nombre de la capa de información | Nombre estandarizado | Descripción |
|----------------------------------|---------------------------|--|
| Pueblos_vecinos | Pueblos vecinos | Se refiere a las localidades más importantes que se encuentran más próximas al Estado de México. |
| AEROPUERTOS | Aeropuertos | Son aquellos que se encuentran en operación. |
| CASETA_DE_PEAJE | Caseta de Peaje | Muestra las plazas de cobro para tener derecho a transitar sobre carreteras de cuota. |
| NUMERO DE CARRETERA | Nomenclatura de carretera | Da a conocer con que nomenclatura esta distinguida una carretera de entre las demás. |
| Loc | Localidad | Representa las localidades del Estado de México en |

| | | |
|---|--|---|
| | | su categoría política (ciudad, Villa, pueblo, ranchería y caserío) |
| PUENTES | Puente Vehicular | Detalla en las intersecciones de las carreteras aquellos puntos donde hay paso a desnivel. |
| Carreteras | Carreteras | Sobre esta capa de información está contenida la información acerca de las principales carreteras. |
| VIAS FERREAS | Vías Férreas | Contienen las vías por las que un ferrocarril puede desplazarse. |
| rio_lerma | Río Lerma | Da a conocer el cauce de una de los principales corrientes de agua que sobresalen en el Estado. |
| Div_pol | División Política | Aquí están definidos los 125 límites municipales que conforman el Estado de México. |
| df_area_urb_ wgs84_ok | Área urbana del Distrito Federal | Es una subcapa donde se alberga las zonas urbanas del Distrito Federal. |
| ZUEM | Zonas urbanas del Estado de México | representa las áreas que el hombre ha dotado de infraestructura ya sea para vivienda o servicios |
| ZONAS URBANAS VECINOS | Zonas Urbanas municipios vecinos | Son las zonas urbanas cercanas al Estado de México. |
| ETM_COLOR_NA TURAL_EDOEME X_2001_.tif | Mosaico de imágenes LANSAT ETM+ año 2001 | Es un archivo raster utilizado como fondo, además esta imagen está en color verdadero y tiene una resolución de 30 metros el pixel. |

En el segundo punto de esta fase, las capas son acomodadas de tal manera que estas sean visibles a la misma vez, para esto se agruparon de la siguiente forma; la capa raster como fondo, seguida de las capas de polígonos, líneas y finalmente la de puntos, en este orden se asegura que toda información sea visualmente legible. En esta parte también se definió una escala de salida para el Espaciomapa impreso de 1:300000 con un tamaño del documento de 80 por 80 centímetros.

A continuación se presenta cada capa y la forma que tomo cada una de ellas con la edición y construcción gráfica del mapa final. Se inicia este proceso con las capas al fondo y sigue progresivamente con las más superficiales.

La lista inicia con la única imagen raster que es la que caracteriza como Espaciomapa al documento de carreteras, además cabe mencionar que es una imagen realizada a partir de cuatro escenas del satélite LANSAT 7, en este mosaico se presenta una combinación de las bandas que contienen las longitudes de los colores primarios (3) rojo: 0.61 - 0.69 μm , (2) verde: 0.51 - 0.60 μm , (1) azul: 0.45 - 0.51 μm) para dar una imagen en color verdadero. (*Geospatial Data Service Centre, 2014*)

Figura 25: Imagen LANDSAT ETM+

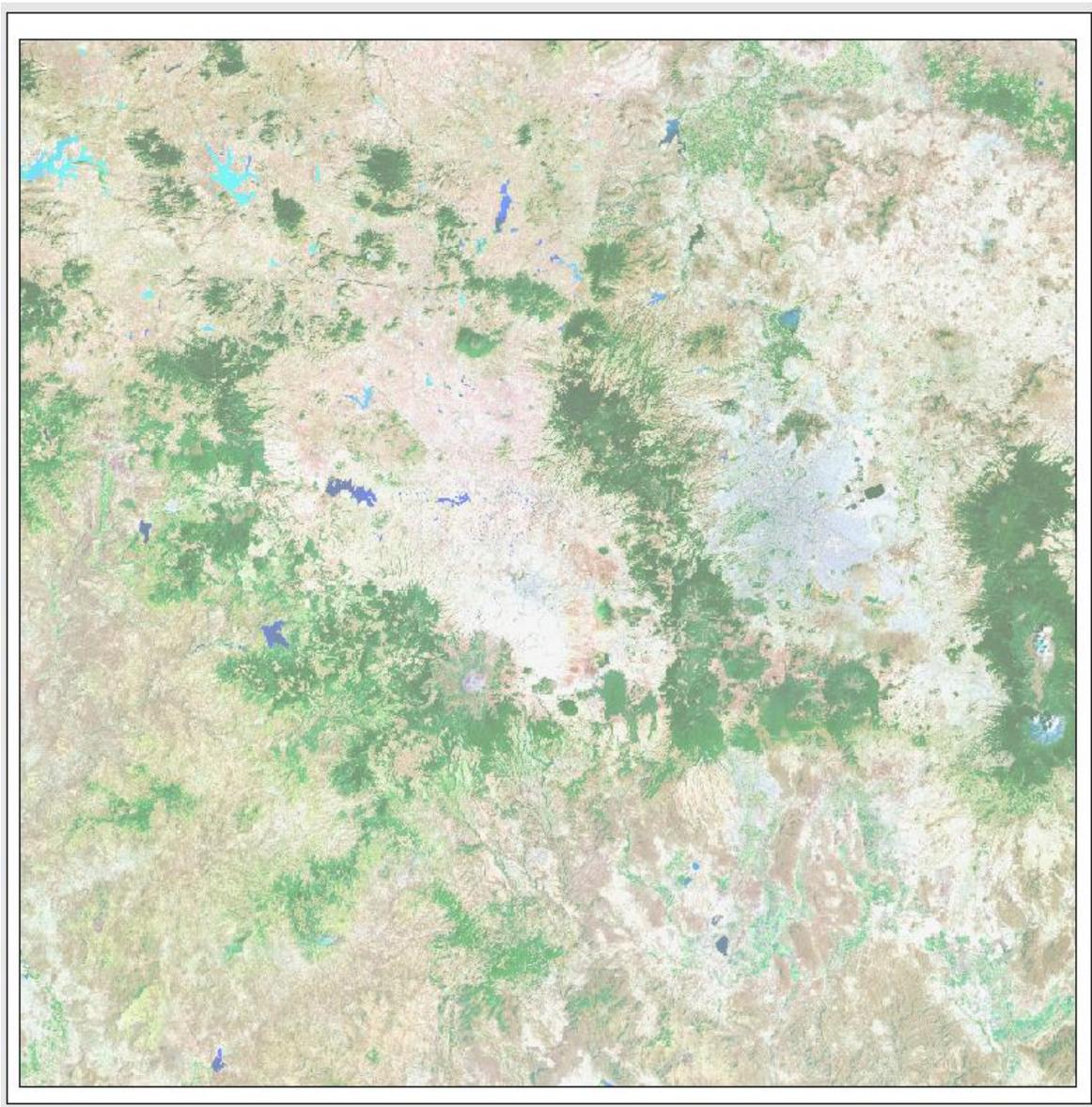


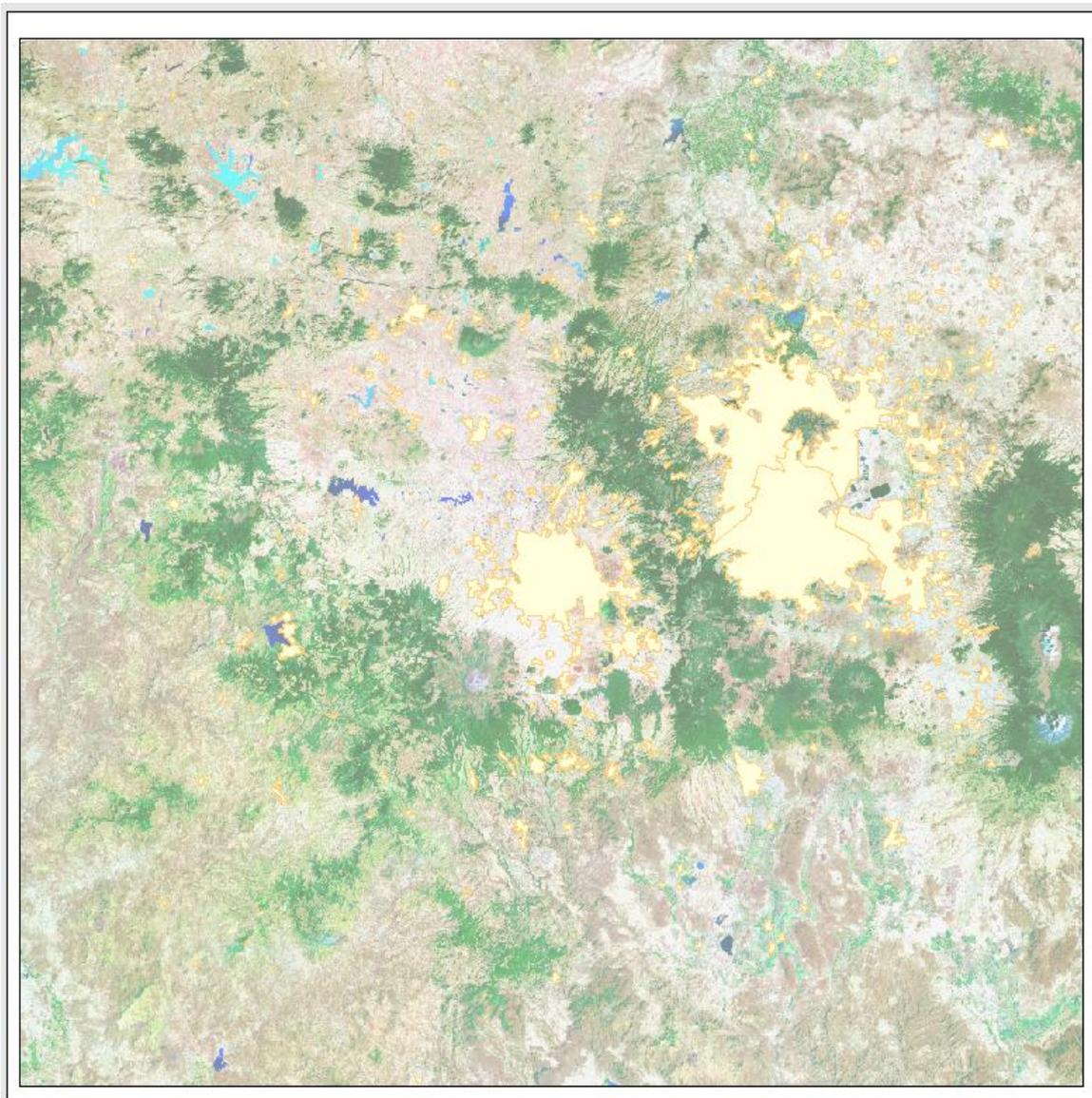
Imagen raster en color verdadero que caracteriza al documento como "Espaciomapa"

Fuente: LANDSAT ETM+, 2001

Las capas que sobreponen a la imagen raster y siguientes son las del área urbana del Estado de México, así como la de las localidades principales que rodean al mismo incluida la mancha urbana del Distrito Federal.

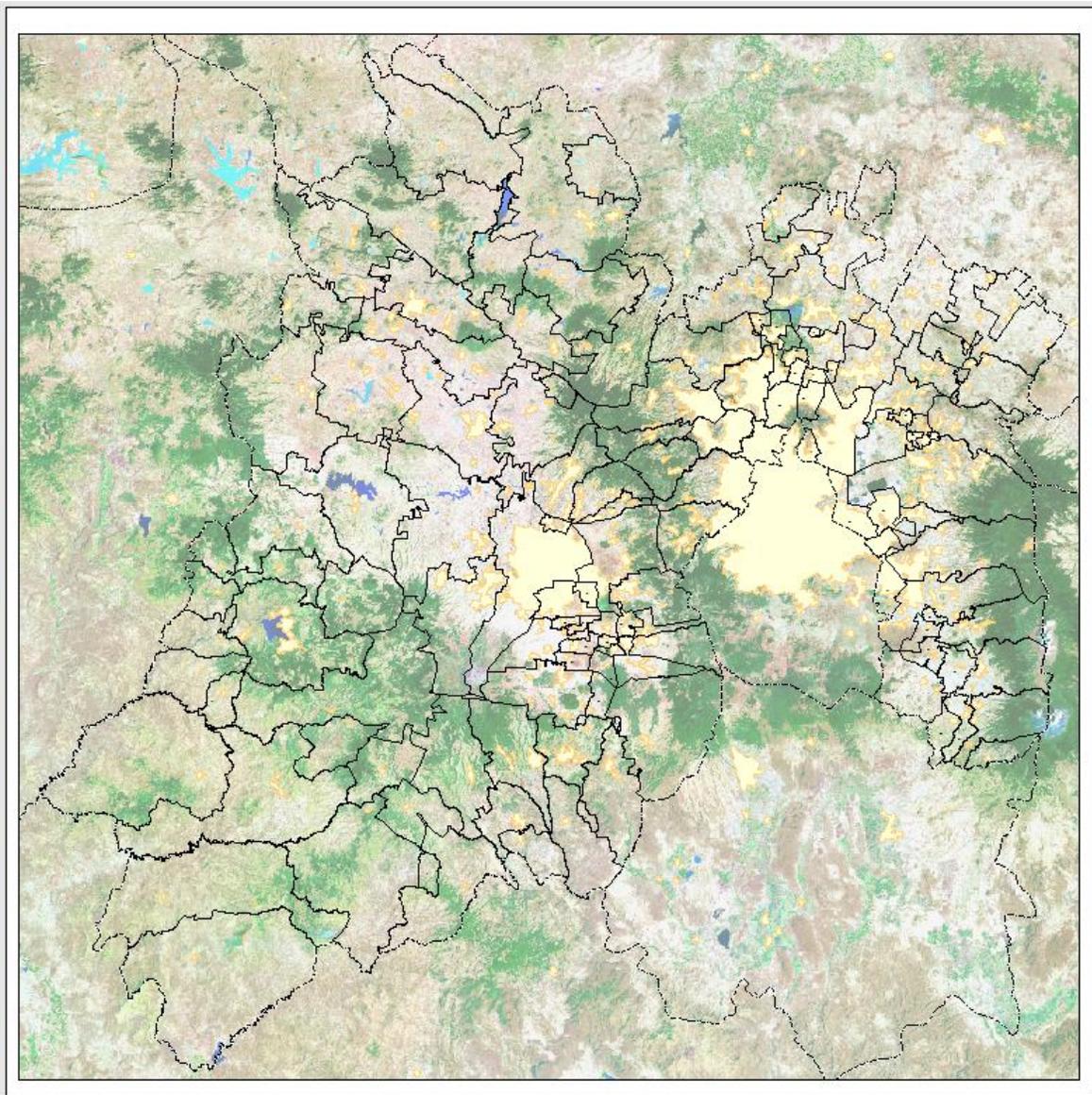
El área urbana del estado se obtuvo de la actualización de los polígonos de la “Carta Geográfica del Estado de México” año 2006 a partir de imágenes de Spot 5 del año 2010. En tanto el área urbana de las localidades vecinas a la entidad mexiquense se utilizó parte del concentrado vectorial del INEGI en el tema de localidades urbanas del año 2000.

Figura 26: Área urbana del Estado de México y sus alrededores



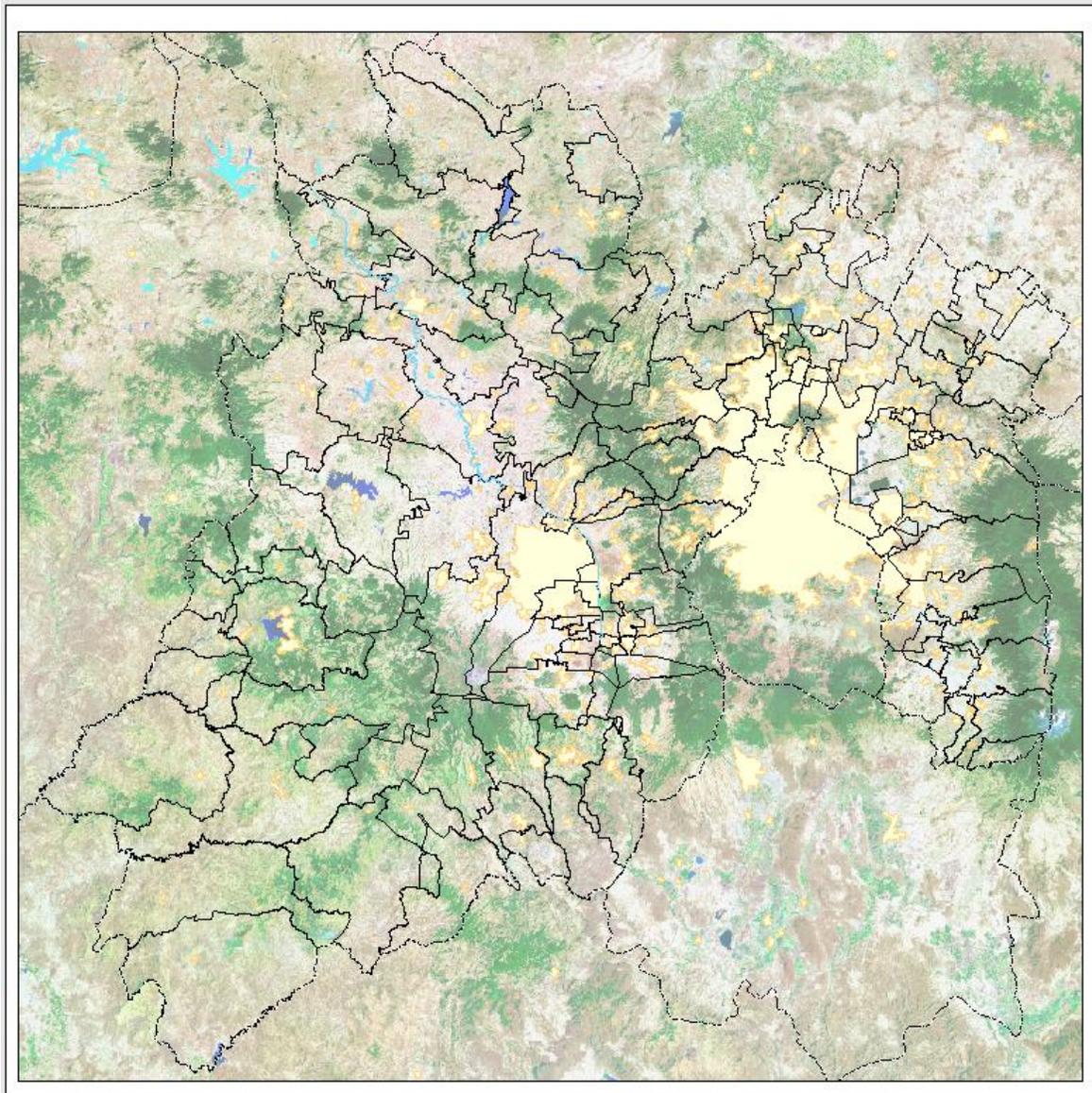
La información consecuente según el orden propuesto se refiere a los límites municipales, así como los estatales. Para la división política del Estado de México se tomó la última versión al momento de la edición y que estuvo publicada en la gaceta de gobierno y elaborada por la Comisión de Límites de Estado de México en conjunto con IGECEM, la versión utilizada es la del mes de julio del año 2010. En tanto los límites estatales con los colindantes se retomaron de la “Carta Geográfica del Estado de México” año 2006.

Figura 27: Límites municipales y de estados colindantes



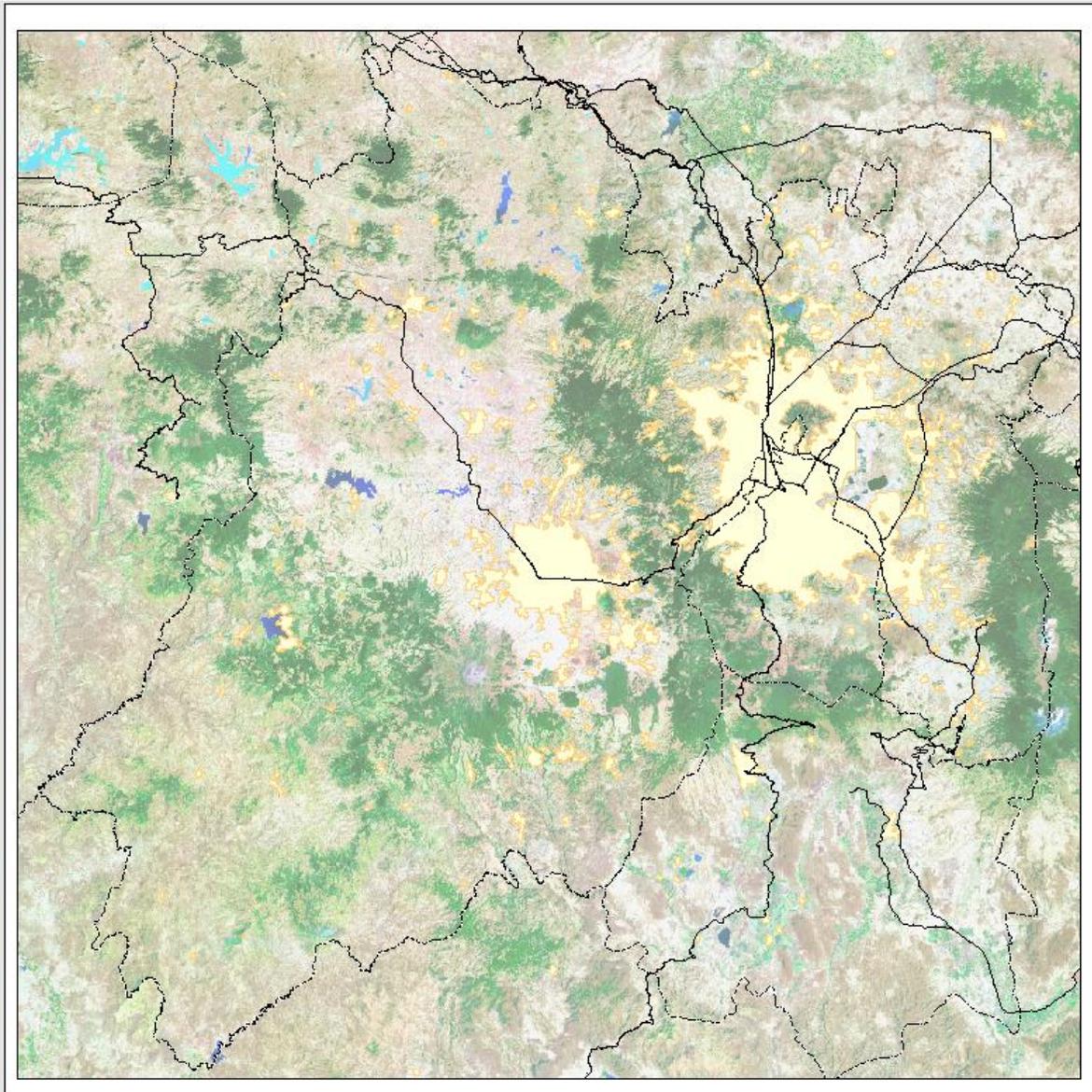
Sobre las capas ya editadas y colocadas en el trabajo que se desarrolla, se coloca el vector al Río Lerma como un rasgo físico importante en el Estado de México.

Figura 27: Río Lerma

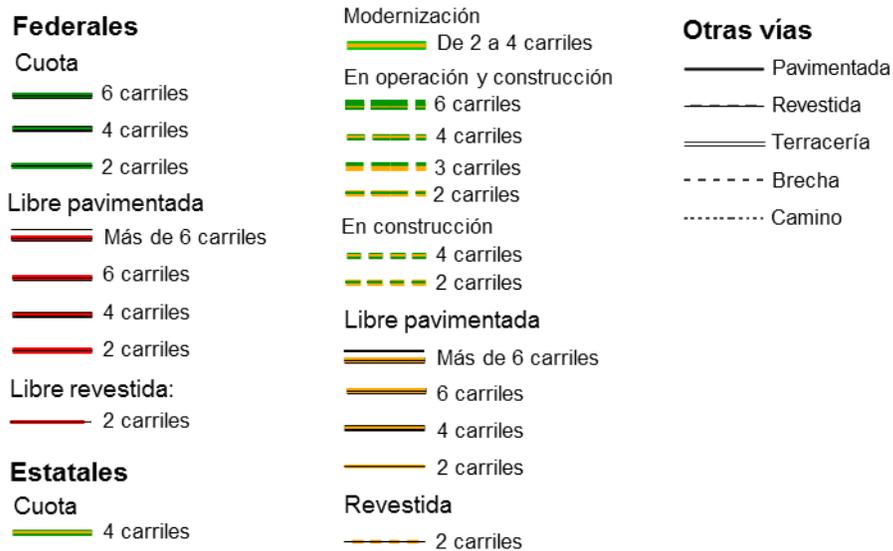


Siendo un Espaciomapa de Carreteras, es significativo enriquecer con información que tenga que ver con el tema de transporte terrestre, por dicha razón se opta por agregar las vías del ferrocarril que existen en el territorio estatal. La fuente de donde extrajeron los vectores de las vías, fue la Carta Geográfica del Estado de México año 2006 y posteriormente corroborados con la Secretaría de Comunicaciones y Transportes a través de su carta de comunicaciones y transportes publicada en 2008.

Figura 28: Vías férreas

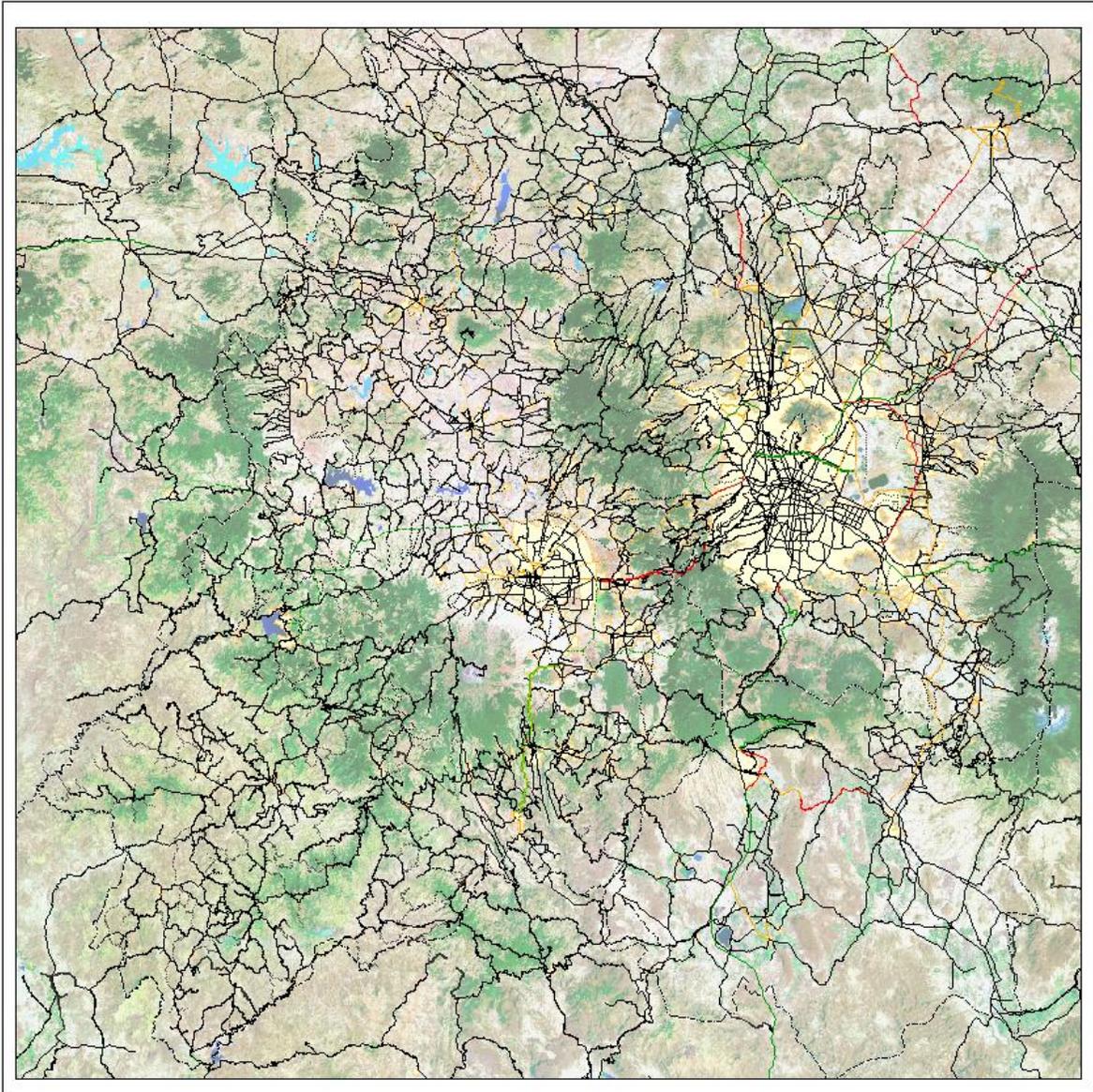


Continuando con la integración de capas, ahora es el turno de la información principal, la que le ha dado sentido a este trabajo, y que es el punto que relaciona todas las demás capas de datos que contendrá el Espaciomapa de Carreteras, dicha información de la que se habla es la de las carreteras que contiene el Estado de México. Si bien es el tema principal del trabajo se debe poner un énfasis especial a la hora de agregar este conjunto vectorial, para ello se realiza una diferenciación entre carreteras mediante la simbolización de categorías, quedando con la siguiente estructura;



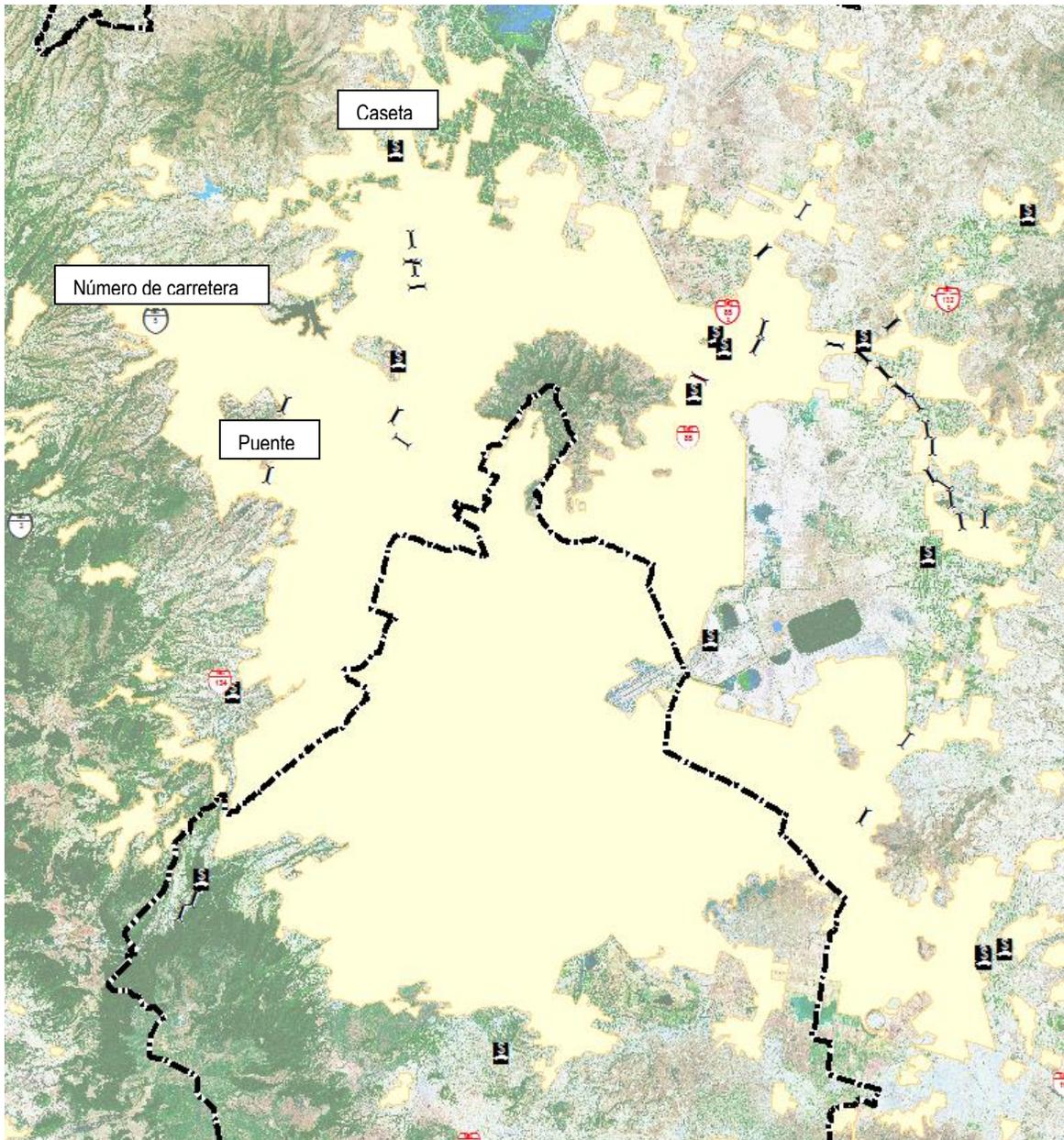
En la cuestión referente al cuerpo de mapa la edición que se le da a las carreteras se presenta en la siguiente imagen, la que detalla los tipos de carretera con los que cuenta el Estado de México en el periodo que se realiza este trabajo.

Figura 29: Red carretera final del Estado de México



Otros rasgos que se incluyen muy relacionados al tema de carreteras son; casetas de peaje, puentes y numero de carretera, este último rasgo es la codificación con la que se le conoce a la vía. Los datos en su mayoría son obtenidos de los documentos impresos de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes publicado en 2008 y la parte restante pertenecen a la carta geográfica de IGCEM edición 2006.

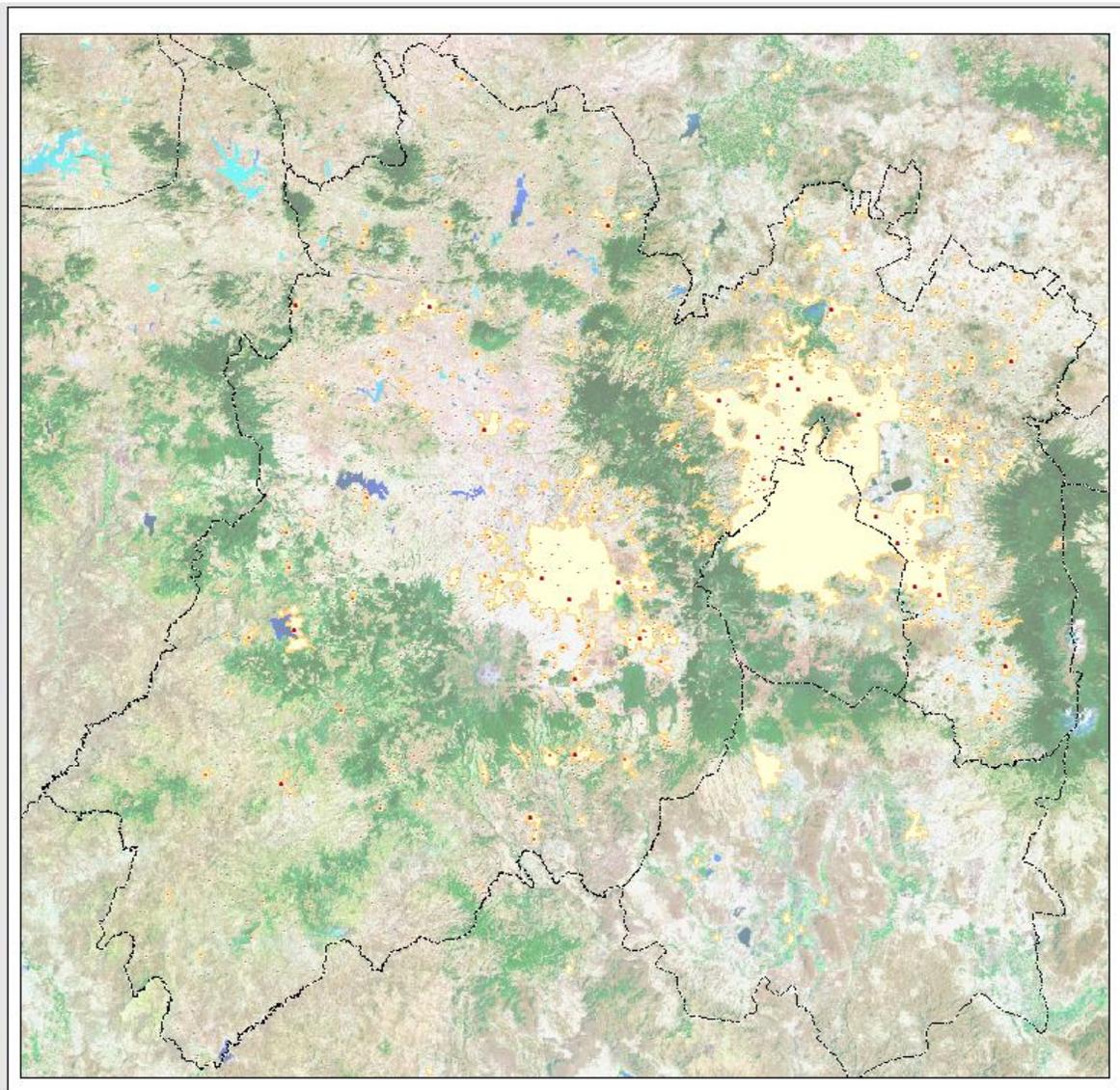
Figura 30: Ejemplos de casetas de peaje, puentes y numero de carretera



Un elemento que no debe faltar en un Espaciomapa, como en el que se trabaja, es el de la nomenclatura de las localidades, cuyo valor consiste al dar a conocer el nombre con el que se le conoce los asentamientos humanos.

En cuestión al Estado de México se tomaron las localidades con categoría política, dejando fuera aquellas con la categoría administrativa, la razón es porque al poner la totalidad se sobreponían unas con las otras, ya que juntas son más de siete mil y al omitir las de categoría administrativa se obtiene un total de 1210 localidades. En la categoría política existen 5 tipos de localidades, estas son en orden jerárquico de mayor a menor importancia; Ciudad, Villa, Pueblo, Ranchería y Caserío.

Figura 31: Localidades presentes en el Estado de México



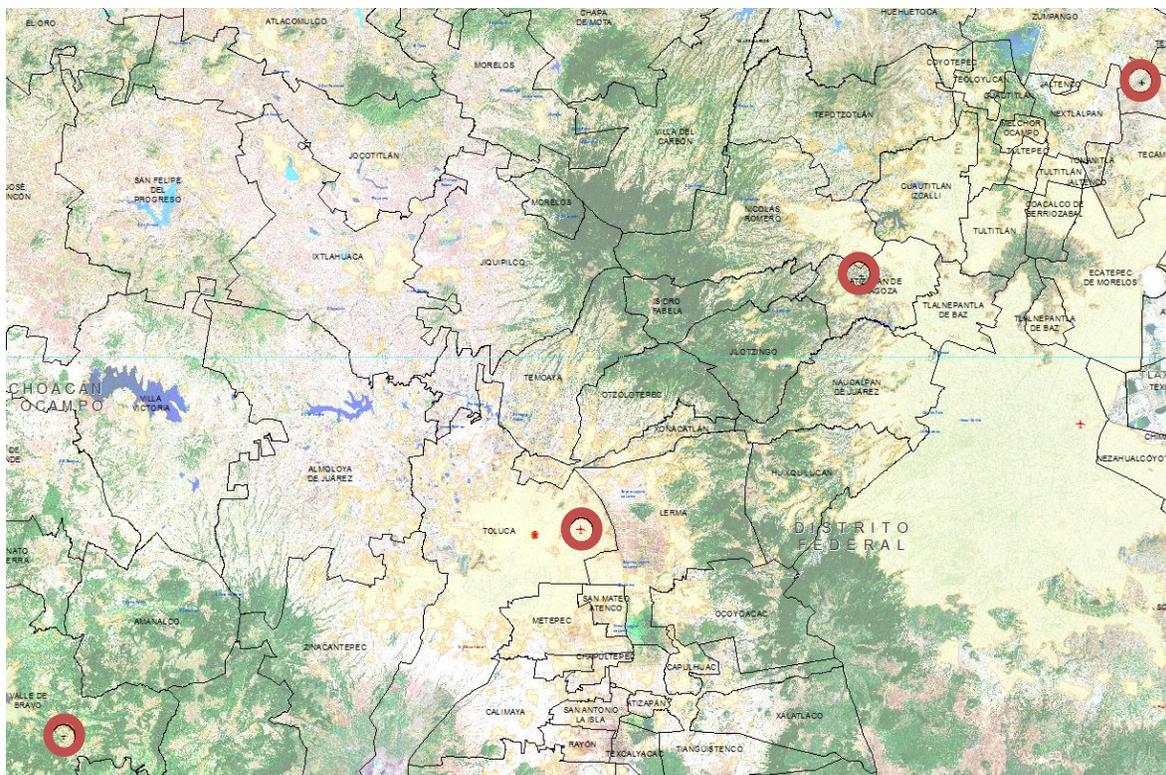
A estas localidades se les asigno un tipo de simbología para identifica la importancia de cada una.

- CIUDAD
- VILLA
- PUEBLO
- RANCHERIA
Ó CASERIO

Tipo de localidad presente en el territorio estatal Mexiquense

En lo que se refiere a los aeropuertos en el Estado de México solo se lograron ubicar 4 en total, mediante las imágenes SPOT. Uno en Toluca, el de Zumpango otro en Atizapán de Zaragoza y una aeropista en Valle de Bravo.

Figura 32: Aeropuertos



Los elementos anteriores descritos en este punto número 6 son los componentes del Espaciograma de Carreteras que al simbolizarlos se hace más fácil la lectura

Figura 34: Portada en el Espaciomapa de Carreteras



SECRETARÍA DE FINANZAS
INSTITUTO DE INFORMACIÓN E INVESTIGACIÓN
GEOGRÁFICA, ESTADÍSTICA Y CATASTRAL

LERDO PONIENTE No. 101 INT. 303 COL. CENTRO
TOLUCA, ESTADO DE MÉXICO, C.P. 50000
TELS: 01 (722) 214 42 57 FAX: 213 22 27
E-mail: geci@cecm@edomex.gob.mx

Solicitamos a los usuarios notificar a la Dirección de Geografía los posibles errores u omisiones que pudieren presentarse en el mapa, en la calle Valentín Gómez Farías No. 402 Col. Francisco Irujo (El Rancho) C.P. 50130, el teléfono (01 722) 2141063, E-mail: geci@cecm@edomex.gob.mx Toluca de Lerdo, México.

La vista completa preliminar del frente de este Espaciomapa de Carreteras del Estado de México se muestra en la siguiente imagen, aunque cabe señalar que es la una vista preliminar y es hasta donde se marcó la participación de la Dirección

Hasta este momento se obtiene con los procesos y pasos descritos, un documento preliminar, que posteriormente se enviará a otra área del instituto para definir los detalles finales para su publicación.

2.8 Impresión del documento final

La impresión del documento final es la fase que marca la culminación del proyecto, por lo cual, antes de ser enviado a imprenta se llevaron una serie de procedimientos necesarios para dar el voto aprobatorio y ser publicado.

Entre las acciones que se realizaron para que el consejo editorial del Estado de México diera el visto bueno; se llevó a cabo en la vista del frente una revisión y mejora en la presentación de la portada y la simbología. Para el reverso del mapa se agregaron algunos símbolos de señalización, se colocó un mapa de referencia de la ubicación de las cabeceras municipales, así como también se le dio un retoque para darle un adecuado estilo visual.

Después de los procesos correspondientes realizados por parte del departamento de Edición de este instituto, es enviado al Consejo Editorial, quien aprueba el proyecto y lo regresa al IGECM y es éste último quien lo envía a imprenta para la distribución de forma análoga para la venta a través de la Dirección de Servicios de Información. En esta dirección encuentra el Departamento de Centros de Consulta y Comercialización en donde se puede obtener el Espaciomapa de Carreteras, asimismo en las ocho delegaciones se pueden adquirir este y otros productos más elaborados en IGECM.

En primer lugar se muestra la portada, la que fue diseñada con el tamaño adecuado para que al doblarse este documento solo quede exhibida esta misma, esto para el caso de los ejemplares impresos. El fin con el que se creó el formato de dobleces es para que la versión análoga es que tenga una mejor manipulación por parte de los usuarios y que sea más cómodo al no tener un segmento de papel que abarque mucho espacio.

CAPÍTULO 3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El principal producto derivado de esta actualización, es un concentrado de datos, en el que se ha podido almacenar una base cartográfica, que mediante vectores representan las principales carreteras del Estado de México, en estos vectores se almacenan algunos de los atributos más destacados de cada carretera como lo son;

- Tipo (pavimentada, revestida, terrecería o brecha).
- Derecho (libre, restringido o de cuota)
- Administración (federal, estatal u otro).
- Condición (si está o no en operación).
- Número de carriles
- Y el campo “Caract” (refiere a la característica y define si es o no dividida).

Con las carreteras terminadas donde se incluyen sus atributos aprobados por parte de las instituciones correspondientes y en conjunto con las cabeceras municipales, se pudo obtener una tabla de distancias entre una cabecera municipal y otra, tomando en cuenta la forma de los vectores y una ruta optima, esto para cada una de las 125 cabeceras municipales que componen el Estado de México. Esta matriz de distancias se encuentra el reverso del producto final impreso y en el documento digital se llama “CARRETERAS VTA”

Además de las carreteras se logra actualizar una capa más contenida en la carta geografía edición 2006, ésta es igualmente vectorial de tipo puntual y se refiere a los aeropuertos; ya sea internacional, nacional y/o local, los cuales posteriormente se verificaron por medio de sus páginas electrónicas, que actualmente se encuentren en operación.

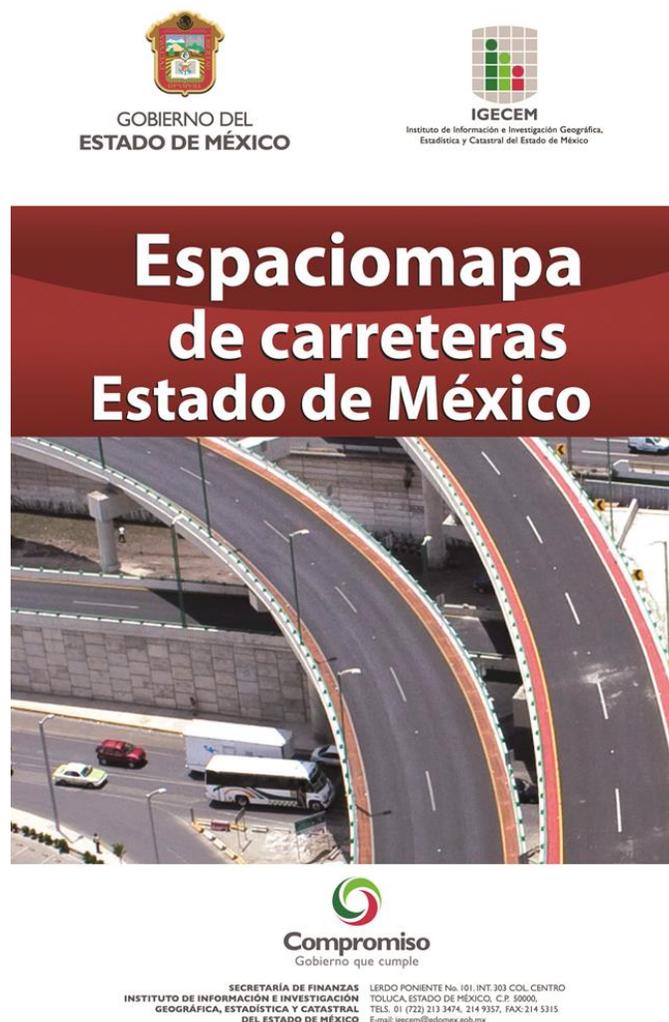
Se generó la capa de casetas de peaje y la de puentes vehiculares, ambas con un formato puntual, la primera hace referencia a los puestos de cobro por el uso de dicha vía y la otra son pasos a desnivel para los vehículos automotores, las dos capas son verificadas con el documento que publicó la Secretaría de

Comunicación y Transportes en el año 2008 a través de su carta Sector de Comunicaciones y Transportes, en donde se plasmó este tipo de información.

Todas las anteriores capas o productos forman parte del resultado final al que se le dio por nombre “Espaciomapa de carreteras Estado de México” en el cual está contenida la información ya editada y distribuida para una cómoda interpretación por parte del usuario, con la intención de que esta le sirva para los fines que lo demande.

A continuación se presentan las imágenes de las partes sobresalientes del documento final:

Figura 37: Portada final del Espaciomapa de Carreteras



Los cambios y adecuación en la tira de la simbología quedan con los cambios visuales como se muestran en la imagen de abajo;

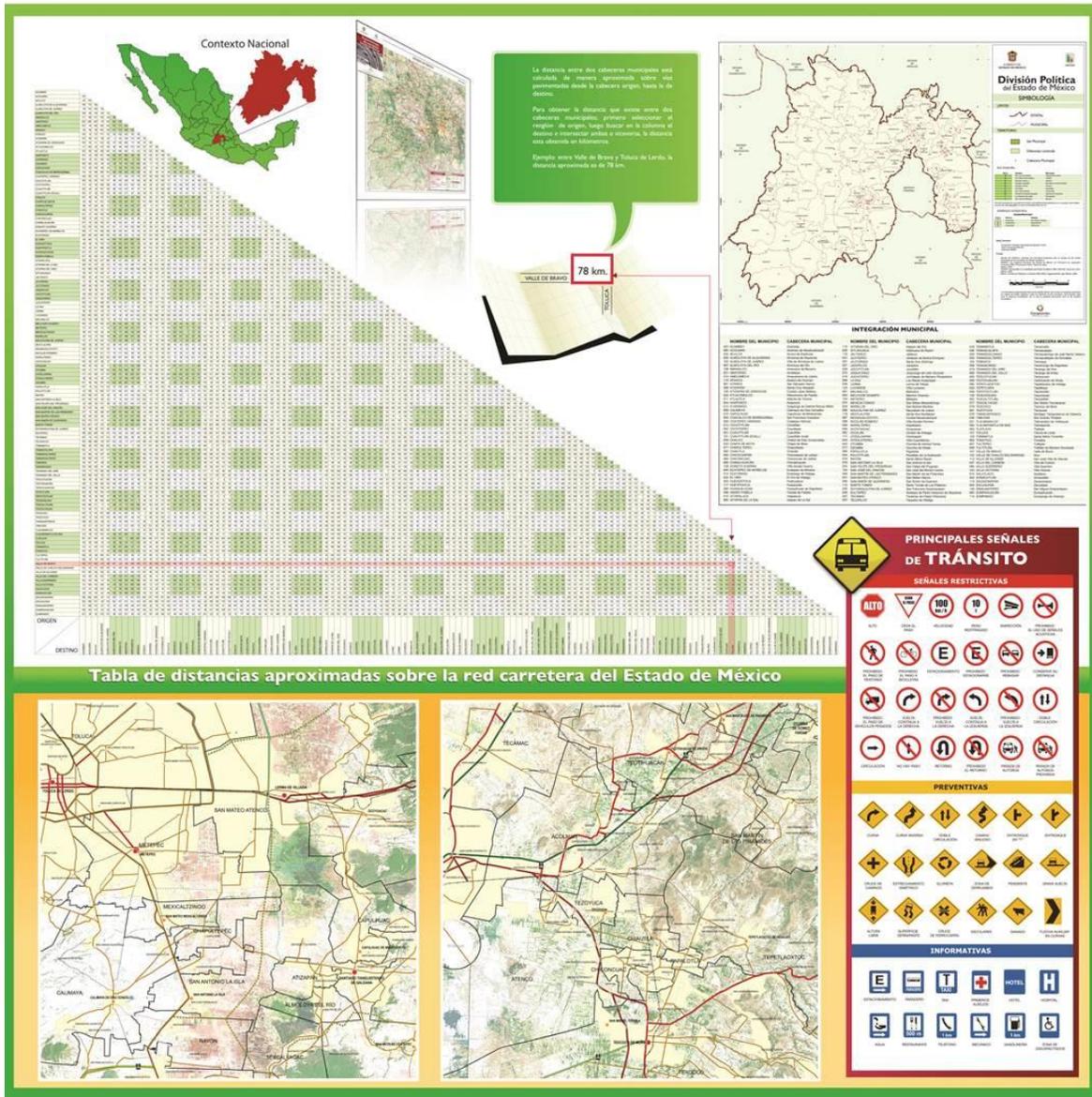
Figura 38: Leyenda final



2 1 0 2 4 6 8 Km.

Para el lado posterior del trabajo, después de la adecuación y aprobación por las áreas correspondientes se obtiene una imagen visualmente renovada y esta se exterioriza con el aspecto siguiente;

Figura 40: lado posterior aprobado



Esta última imagen marca el fin de los pasos que dieron para lograr la culminación del proyecto en el que se invirtieron varios meses desde el empezar a recabar las fuentes de información, hasta llegar a la meta de obtener un archivo en donde se

encuentre las principales carreteras del Estado de México, e incluso a crear un documento con una estructura visualmente fácil de interpretar, en un formato tanto impreso como digital.

El Espaciomapa de Carreteras del Estado de México es un documento cartográfico que sirve como un instrumento en la planeación y ordenación territorial, que coadyuva en las políticas sectoriales en torno al desarrollo estatal, regional y municipal.

Este documento proviene de diferentes fuentes de información los cuales se estandarizaron en un formato vectorial con la proyección UTM y el sistema de coordenadas WGS84.

Para la generación de nueva cartografía es indispensable contar con imágenes, en este caso fueron de satélite, de las cuales se obtuvo nuevos trazos de las vías aun no cartografiadas en los documentos base, mediante la técnica de fotointerpretación.

Es imprescindible almacenar la mayor información de cada objeto cartografiado para la distinción de cada elemento que configura la base cartográfica, en la capa de carreteras los datos quedaron guardados en una base alfanumérica ligada los vectores de la base cartográfica.

La red geométrica obtenida mediante el análisis de redes permite conocer la distancia aproximada que existe entre cabeceras municipales, esta red es plasmada en forma tabular en la que se puede consultar las distancias en unidades de medida de kilómetros.

En la etapa final donde entra el control de calidad y edición, se tuvo que pasar por diferentes áreas, en las que se les aplicó cierta revisión a los elementos contenidos en el Espaciomapa de Carreteras y fue al final de estos procedimientos cuando se aprobó y se envió a imprenta para la publicación de manera gráfica del producto final por parte del IGECEM.

3.1 Conclusiones

Las carreteras son la principal vía de transporte tanto para las mercancías como de personal humano, por lo tanto es indispensable tener conocimiento sobre estas mismas, su situación y condición actual.

El tener inventariada esta información, aporta un recurso más para la planeación territorial, para la toma de decisiones por parte de las autoridades y coadyuva en proyectos de movilidad en un espacio geográfico.

Mantener actualizada este tipo de datos es esencial para poseer una base cartográfica vigente, los cuales pueden ser empleados por parte del usuario en trabajos, investigaciones y/o proyectos relacionados a las carreteras, obteniendo resultados confiables al utilizar información reciente.

La elaboración de esta tarea, permitió crear un documento de soporte para la recreación de propósitos similares en otros estados, municipio y/o regiones, así como para el reforzar el conocimiento en las áreas de interés afín, aunado a ello para mejorar obras de índole social en los diferentes niveles de la administración gubernamental.

Si bien este es un soporte para estudios semejantes, no se debe confundir con un manual, ya que para cada experiencia tienes sus semejanzas pero también sus diferencias, así que sólo es un soporte para la elaboración de un fin parecido.

Los elementos teórico-prácticos son esenciales a la hora de la preparación de proyectos de gran magnitud como lo es el Espaciograma de Carreteras y estos a su vez dan como fruto un desarrollo territorial más congruente y de acuerdo con la realidad.

Este tema ejecutado permitió aplicar los conocimientos obtenidos previamente en el aula, así mismo estos fueron reforzados por la práctica hecha a través de esta labor encomendada, cabe mencionar que además de reafirmar lo aprendido en la formación académica, se obtiene una fuente de conocimiento por cada tarea que se desempeña en el ámbito laboral.

Sin duda alguna la Licenciatura en Geografía es el instrumento motor para el manejo de la ordenación territorial y la aplicación de políticas acertadas en la toma de decisiones en un área geográfica determinada, el participar en la actualización cartográfica sirvió en el desarrollo de las habilidades como Geógrafo, reforzando diferentes áreas del conocimiento, principalmente las relacionadas con la Fotointerpretación, Percepción Remota y Cartografía.

A través de la percepción remota se pudieron obtener información de nuestro territorio estatal, que posteriormente sería tratada con el objeto de que esta sirviera para la captura y digitalización de datos que tienen que ver con las carreteras y que además forma la base de lo que es el Espaciomapa de Carreteras refiriéndose a ello al mosaico construido con imágenes LANDSAT que cubre el territorio del Estado de México.

El conocimiento de las técnicas de fotointerpretación proporcionan al geógrafo un instrumento en el análisis visual espacial para la discriminación de elementos geográficos, para este caso permitió se obtuvieran una serie de vectores, a los cuales se les dio tratamiento cartográfico para que finalmente se lograra crear la capa de carreteras utilizada.

Por lo tanto, se da fe que la cartografía es instrumento para planeación territorial y ésta permite al ser humano realizar diagnósticos, análisis en la planeación y la administración de un municipio, una región, estado o país, por la magnitud de precisión las nuevas herramientas tecnológicas, hacen que la cartografía sea más confiable y a la vez se vuelva indispensable para la implementación de programas y políticas en la planeación del desarrollo.

La cartografía en combinación con conocimiento del profesional en geografía, hacen que el espacio terrestre sea abordado desde una perspectiva holística, lo cual favorece en resultados más acertados en la toma de las decisiones sobre una determinada área a trabajar.

Desde la visión del Geógrafo este documento sugiere una serie de aplicaciones: económicas, sociales, urbanas, turísticas, entre otras. Por mencionar algunas; se

puede utilizar en buscar las rutas más cercanas, crear corredores turísticos, crear nuevas carreteras donde se dé el caso de ser necesarias, redirigir el flujo vehicular, crear mapas temáticos para representar diversos fenómenos relacionados a la movilidad en la entidad, entre otros más.

Después de la culminación del proyecto “Espaciomapa de Carreteras del Estado de México” se sigue desarrollando dicho trabajo, con la finalidad de alcanzar la meta de poner a disposición del público en general una aplicación web en la cual todo tipo usuario pueda consultar la información cartográfica de manera digital, mediante los diferentes dispositivos que se pueden enlazar a la red de internet.

3.2 Recomendaciones

Al intentar replicar este proceso de actualización de carreteras en otros espacios geográficos, es recomendable tomar en cuenta la información más actualizada del sector, lo anterior es para que sea de utilidad en estudios de transporte, planeación urbana, ordenación territorial, u otros relacionados.

Es relevante mencionar que después de terminar los procesos de gabinete, se recurra a la comprobación de los datos manejados, mediante visitas a campo, de esta forma se asegura que cada detalle abordado en la oficina sea verídico y acorde a las condiciones del entorno geográfico.

La labor realizada en el Espaciomapa de Carreteras pertenece a un sistema dinámico que requiere actualización constante, por lo que se sugiere que se esté actualizando cada vez que se genere nueva información, lo anterior con el motivo de mantenerlo vigente y funcional.

La creación de un banco de datos donde se concentre información espacial sería de gran ayuda para la elaboración de nuevas investigaciones que auxiliaran en la toma de decisiones, para los tres niveles de gobierno, como por ejemplo, al sector educativo, al empresarial y demás instituciones que tengan la necesidad de utilizar información geográfica.

Es imprescindible establecer políticas de un solo dato, con el motivo de evitar duplicidad en la información, lo cual daría como resultado un ahorro de esfuerzos, recursos y además cada dependencia manejaría los mismos datos, lo cual fortalecerá la realización de proyectos interinstitucionales.

Recientemente el gobierno del Estado de México ha creado la Secretaría de Movilidad, la cual fomenta mecanismos para garantizar el derecho humano a la movilidad, a través de una política gubernamental que facilite y propicie el acceso a todas las posibilidades de movimiento de las personas en el Estado en condiciones de accesibilidad, calidad y seguridad, favoreciendo el mejor desplazamiento de personas y bienes, para contribuir al desarrollo de la Entidad

(*Secretaría de Movilidad. 2015*). En este tenor se propone que en el programa curricular se incluya en las competencias afines temas relacionados a la movilidad en la entidad.

BIBLIOGRAFÍA

- CNES, (2010). Imagen pancromática producida por ERMEXS-GEM/IGECEM, bajo licencia de SPOT Imagen, S.A.” Generado con datos provenientes de la ERMEXS-Spot Imagen, S.A.
- GEM, (2006). Carta Geográfica del Estado de México. GEM/IGECEM. Toluca, México.
- GEM, (2009). Infraestructura Carretera Libre de Peaje. GEM/ Junta Local de Caminos. Toluca, México.
- GEM (2010). Autopistas del Estado de México 2005 - 2009. GEM/SAASCAEM. Naucalpan de Juárez, México.
- GEM, (2010). División Política del Estado de México. GEM/IGECEM-Comisión de Límites del Estado de México. Toluca, México.
- GEM, (2008). Nomenclátor de Localidades del Estado de México. GEM/IGECEM. Toluca, México.
- NASA, (2001). Imágenes de satélite LANDSAT ETM+. USGS Global Visualization Viewer.
- Poder Ejecutivo del Estado de México. Manual General de Organización Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México. Publicado en la Gaceta de Gobierno del 18 de diciembre de 2008.
- Poder Ejecutivo del Estado de México, (2014). Código Administrativo del Estado de México, Libro Décimo Cuarto de la Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México, Prontuario de Legislación Financiera. Secretaría de Finanzas/Procuraduría Fiscal.
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes, (2008). Atlas de Comunicaciones y Transportes del Estado de México. SCT, México.

Sitios, páginas y libros electrónicos:

- ESRI, (2014). ArcGIS Resource Center. Ayuda, disponible en: <http://help.arcgis.com/es/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#/003n00000007000000>. [consultado el 31 de Agosto de 2014].
- GEM, (2015). Acerca de la Secretaría de Movilidad. GEM/ Secretaría de Movilidad. Tlalnepantla de Baz, México. disponible en: http://smovilidad.edomex.gob.mx/acerca_secretaria [consultado el 05 de junio de 2015].
- Geospatial Data Service Centre, (2014). Band Combinations, disponible en: http://gdsc.nlr.nl/gdsc/en/information/earth_observation/band_combinations [consultado el 13 de mayo de 2014].
- INEGI, (2000). Datos vectoriales escala 1:1000000. México, disponible en: <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/topografia/infoescala.aspx>. [consultado el 8 de junio de 2010].
- INEGI, (2010). Censo de Población y Vivienda. México, en <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?src=487&e=15> (consultado el 14 de mayo de 2015).
- SCT, (2008). Atlas de Comunicaciones y Transportes del Estado de México. México. disponible en: www.sct.gob.mx. [consultado el 6 de mayo de 2011].