



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS**

**COLEGIO DE GEOGRAFIA**

**ELABORACION DE TESINA PARA OBTENER EL  
GRADO DE LICENCIADO EN GEOGRAFIA**

**Validación de la Base Geográfica Digital Electoral del  
Estado de México.**

**Lic. Jaime Morales  
Asesor**

**José Carlos Rueda Pérez  
Presenta**

**MEXICO, D.F. 2008**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## Dedicatoria

A Dios, por permitirme despertar cada mañana. GRACIAS.

A mis padres, Carlos y Marcela:

Por haber formado una familia unida y alegre; y alimentarla de amor, honestidad, valentía, confianza, bondad y fuerza.

A ustedes que están ahí siempre que los he necesitado. GRACIAS.

A mis hermanos; Julisa, Víctor y Benjamín:

A ellos con los que tuve una infancia divertida; y que he aprendido de cada uno de ellos y que sigo aprendiendo de ellos. LOS QUIERO MUCHO.

A mis sobrinos; Lesly, Víctor, Carlitos y Andrea:

A ellos que de cierta manera me sentía comprometido (por aquello de: y por que); que les sirva de ejemplo, que se que bajo la supervisión de sus padres serán gente de provecho. MIS NIÑOS LINDOS.

A Alejandra (mi bicho):

A ti con quien comencé este proyecto, con gran afecto. GRACIAS.

Al Dr. Jorge Caire Lomelí:

A usted por haberme alentado cuando creía que no tenía sentido continuar con la carrera. GRACIAS.

... CARLOS

## Agradecimientos

A la Universidad Nacional Autónoma de México:

Por darme la oportunidad de conocer y estar en la máxima casa de estudios. Gracias.

A los Profesores y Maestros del Colegio de Geografía:

Por haberme instruido durante mi preparación como profesionista. Gracias.

A mi asesor:

Lic. Jaime Morales

Por su orientación y motivación. Gracias.

A mis sinodales:

Dr. José Enrique Zapata Zepeda

Lic. José R. Balanzario Zamorate

Mtro. José Santos Morales Hernández

Mtro. José Manuel Espinoza Rodríguez

Por su apoyo y sus observaciones. Gracias.

A mis compañeros de generación:

Por su alegría y por tan buenos recuerdos durante la carrera. Gracias.

Al Director de la Dirección de Cartografía Electoral del Instituto Federal Electoral:

Ing. Miguel Ángel Rojano López

Por su apoyo y comprensión. Gracias.

A la Subdirectora de la Dirección de Cartografía Electoral del Instituto Federal Electoral:

Lic. Isabel Betancourt Montalvo

Por su apoyo incondicional. Gracias.

A mis compañeros de la Dirección de Cartografía Electoral del Instituto Federal Electoral:

Gonzalo Mejía, Guillermo Bojorges, Fabiola Núñez, Josefina González, Marco Sandoval, José Luis Machado, Gerzain Alonzo, Ernesto Robles, Alicia Díaz, Rita Martínez, Alberto Rodríguez, Nephthalí Osorio, Verónica Tableros, Alejandra O´Rreyleng, Juan Manuel Montes, Alfredo Moreno, Emma Castañeda, Lorena Valadez, Silvia Pérez, Rafael Hernández, Pedro Hernández, Armando Hernández, Jaime Sánchez, Jessica Morales y Jorge Ramírez.

Por su disposición, cooperación y empeño en el trabajo. Gracias.

LA GEOGRAFIA ES MUCHO  
COMO PARA SER INSIGNIFICANTE

<b>INDICE</b>	<b>Págs.</b>
- INTRODUCCIÓN.....	1
- CAPITULO 1. GENERALIDADES.....	3
- 1.1 Marco de referencia.....	3
- 1.2 Metodología.....	14
- 1.3 Área bajo estudio.....	17
- CAPITULO 2. SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y BASE DE DATOS.....	21
- 2.1 Aspectos generales.....	21
- 2.2 Características y funcionalidades.....	23
- CAPITULO 3. VALIDACIÓN DEL PARÁMETRO EXACTITUD POSICIONAL.....	39
- 3.1 Especificaciones del usuario y/o producto.....	39
- 3.2 Tipos de errores en el parámetro exactitud posicional.....	40
- 3.3 Proceso de validación en el parámetro exactitud posicional .....	40
- CAPITULO 4. VALIDACIÓN DEL PARÁMETRO EXACTITUD SEMÁNTICA Y VALIDACIÓN DEL PARÁMETRO COMPLECIÓN.....	57
- 4.1 Especificaciones del usuario y/o producto.....	57
- 4.2 Tipos de errores en el parámetro exactitud semántica.....	57
- 4.3 Proceso de validación en el parámetro exactitud semántica .....	58
- 4.4 Validación del parámetro completación.....	70

- 4.4.1 Especificaciones del usuario y/o producto.....	70
- 4.4.2 Tipos de errores en el parámetro compleción.....	70
- 4.4.3 Proceso de validación en el parámetro compleción.....	70
- CAPITULO 5. VALIDACIÓN DEL PARÁMETRO COHERENCIA O CONSISTENCIA INTERNA.....	75
- 5.1 Especificaciones del usuario y/o producto.....	75
- 5.2 Tipos de errores en el parámetro coherencia o consistencia lógica.....	75
- 5.3 Proceso de validación en el parámetro coherencia o consistencia lógica.....	76
- CONCLUSIONES.....	88
- BIBLIOGRAFÍA.....	91

## INTRODUCCION

El creciente auge y utilización de los Sistemas de Información Geográfica ha facilitado, junto con las Bases de Datos, el uso y el análisis de los datos geográficos en diferentes disciplinas, así como en instituciones gubernamentales o privadas.

Tal es el caso del Registro Federal de Electores, que a mediados del año 2000, por primera vez se había adquirido el equipo mínimo indispensable para llevar a cabo, en forma descentralizada y directamente en las Vocalías Estatales, la conversión de planos en papel a archivos digitales.

Durante este proceso cartográfico de conversión, de planos en papel sin métrica a archivos digitales georreferenciados, a través de un Sistema de Información Geográfica, se presentaron una serie de imprecisiones e inconsistencias que con el tiempo se han solucionado; sin embargo constantemente están presentes ya que la actualización a la base de datos geográfica electoral se efectúa permanentemente.

Por otra parte, el incremento de aplicaciones capaces de manejar información geográfica, así como el equipamiento para la digitalización y manipulación de la misma, ha motivado que la producción de esta se realice sin ningún control, e incluso por personas que carecen de una formación adecuada, tanto en cartografía como en la calidad de los procesos cartográficos.

El propósito de este trabajo es, proporcionar los conceptos básicos que permiten describir la calidad de los datos geográficos para facilitar el manejo de la información geográfica, detectar los factores que afectan al proceso cartográfico para establecer un control de calidad y analizar los procesos de validación que se aplican a la Base de Datos Geográfica; lo anterior para garantizar una mejor explotación de la información y obtener una cartografía fiable y de calidad en función de las especificaciones del producto o requerimientos del usuario.



En el proceso de validación el perfil del geógrafo tiene una participación importante debido a que tiene una amplia visión sobre fenómenos naturales, sociales, políticos y económicos, así como la relación entre ellos, se interesa por los problemas de localización así como la organización del espacio en donde el hombre realiza sus actividades, diseña y construye modelos cartográficos potencializados en bases de datos e integrados en los Sistemas de Información Geográfica.

En los capítulos siguientes abordaremos la validación del parámetro exactitud posicional, exactitud semántica, compleción y coherencia o consistencia interna de los datos, que se le aplica a la Base Geográfica Digital Electoral del Estado de México durante el año 2005, con la finalidad de obtener una Base Geográfica Digital de mayor calidad y adecuada para usos concretos, en este caso, para ubicar al ciudadano en el espacio geográfico que electoralmente le corresponde.

## CAPITULO 1

### GENERALIDADES

#### 1.1. Marco de referencia

Una *base de datos geográfica* es un modelo (simplificación de la realidad) para el almacenamiento y captura de datos geográficos, el dato geográfico se caracteriza por su posición espacial, por sus atributos y por el tiempo en que suceden.

El *dato geográfico* nos sirve como base para realizar los análisis espaciales que consideremos oportunos a través de un *Sistema de Información Geográfica*, con estos análisis lo que se pretende es obtener respuestas a los problemas planteados; consideremos que para llegar a los resultados esperados dependerán de la calidad de los datos que se hayan utilizado en todo el *proceso cartográfico*.

En el proceso de composición y manipulación de la base de datos geográfica se pueden observar las causas comunes donde se generan errores, véase Tabla 1.

Tabla 1. Procesos donde se generan errores

<b>Procesos comunes donde se generan errores en manejo de datos geográficos.</b>	
<b>Proceso</b>	<b>Motivo</b>
Modelización conceptual	Errores en el modelo conceptual
Recogida de datos	Errores en los trabajos de campo. Errores en las fuentes de información utilizadas.

Captura de datos	Inexactitud en la digitalización. Inexactitud inherente a los elementos geográficos
Almacenamiento	Insuficiente precisión numérica y/o espacial. Errores de procesamiento
Manipulación	Intervalos de clase inapropiados. Propagación de errores.
Salidas cartográficas	Errores en la transformación de coordenadas. Inexactitud de escala. Inexactitud del dispositivo de salida. Deformaciones en el soporte.
Uso de los resultados	Entendimiento incorrecto. Uso inapropiado.

Fuente: Aronoff (1989)<sup>1</sup>.

Los errores no detectados pueden dejar sin valor algunos de los análisis que se realizan en un *Sistema de Información Geográfica* (SIG/GIS), lo circunstancial de no detectar y corregir los errores es que estos se propagan y se acrecientan a lo largo de todo el proceso cartográfico, como lo ejemplifica la figura 1.1.

Según Rodríguez Pascual<sup>2</sup> la información geográfica posee una serie de cualidades que la distinguen de otros tipos de información: es muy **voluminosa**, ya que cualquier transacción u operación elemental (como generar una carretera, modificarla o borrarla) afecta a un gran número de registros y coordenadas; es **fractal**, porque propiedades geométricas elementales como la longitud de las líneas varía con la escala; **borrosa**, debido a que lo que se modela es el mundo real (compuesto de ríos, montañas, etc. ) y no una abstracción definida por el hombre...y muy **dinámica**, debido al fuerte ritmo de crecimiento y variación de todo aquello que

<sup>1</sup> Citado en Arriza, F.J. (2002). Calidad en la producción cartográfica. Ed. Ra-Ma.

<sup>2</sup> Rodríguez Pascual, Antonio F. (en prensa). Sistemas de gestión de calidad.

es obra humana, como carreteras, puentes, túneles, presas, poblaciones, edificaciones.

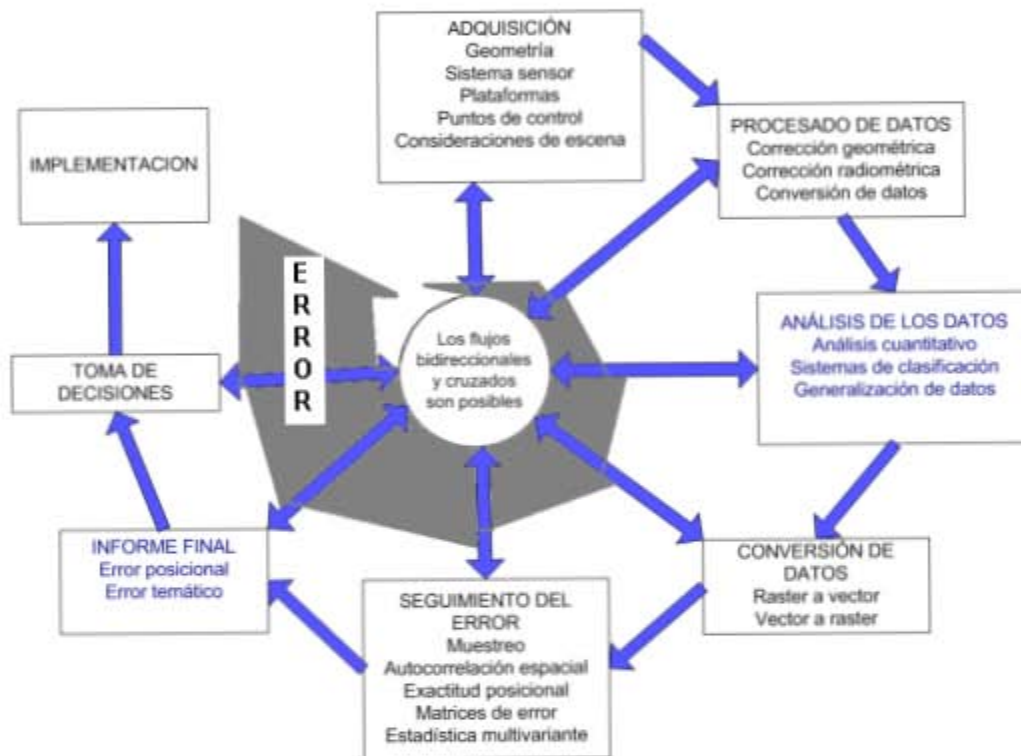


Figura 1.1 Idea de incremento de los niveles de incertidumbre en un proceso de teledetección (Ariza, 2005).

Otra manera de analizar o detectar los problemas durante el *proceso cartográfico* es mediante el diagrama de causa-efecto (Diagrama de Ishikawa, véase fig.1.2) o también conocido como diagrama de raspa de pescado por la forma que adopta. Esta herramienta es muy interesante ya que nos permite visualizar de manera sencilla y sinóptica las causas posibles de determinado efecto o producto.

Ejemplo de diagrama de Ishikawa para el análisis de los problemas durante el proceso cartográfico.

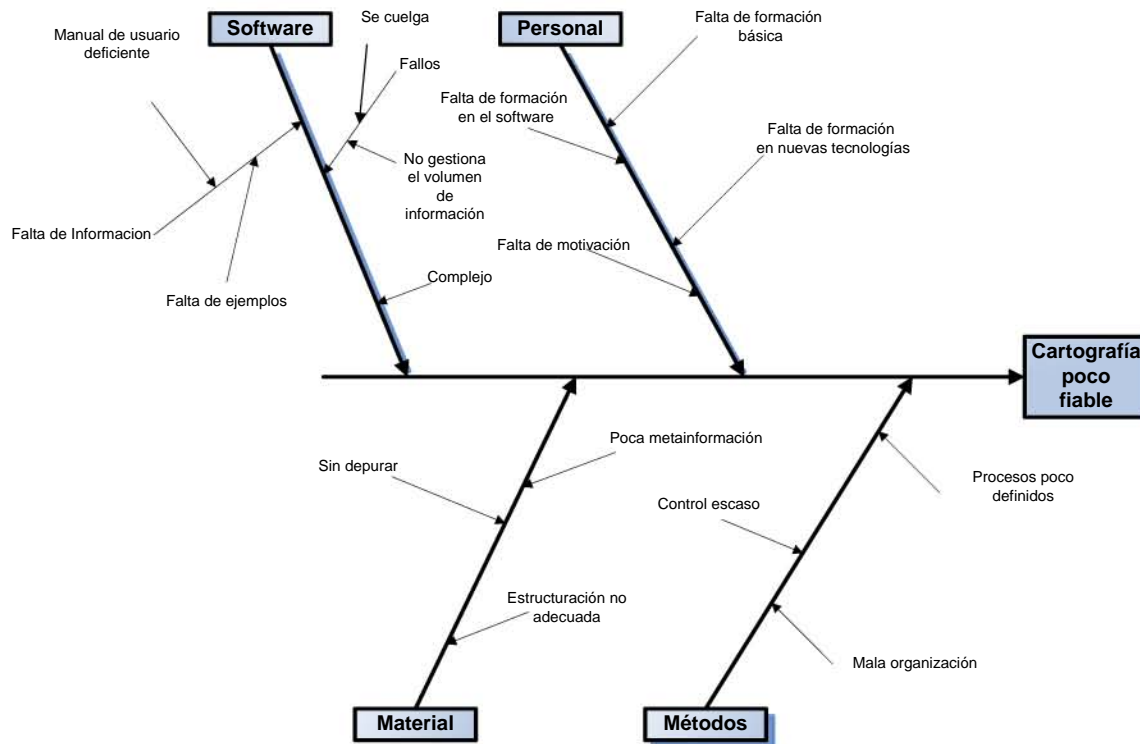


Figura 1.2 Diagrama Causa Efecto (Diagrama de Ishikawa).

Es por ello que debemos ser extremadamente rigurosos con la calidad de los datos geográficos que son introducidos en el sistema, lo cual significa que debemos perseguir la máxima calidad posible en los datos, teniendo en cuenta que una mayor calidad solicitará de un mayor control (Comas y Ruiz, 1993)<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> Problemática de los datos geográficos, [http://www.turismo.uma.es/alumnos/arcinfo/Tema\\_10e.html](http://www.turismo.uma.es/alumnos/arcinfo/Tema_10e.html), fecha de consulta: 26 de septiembre de 2006.

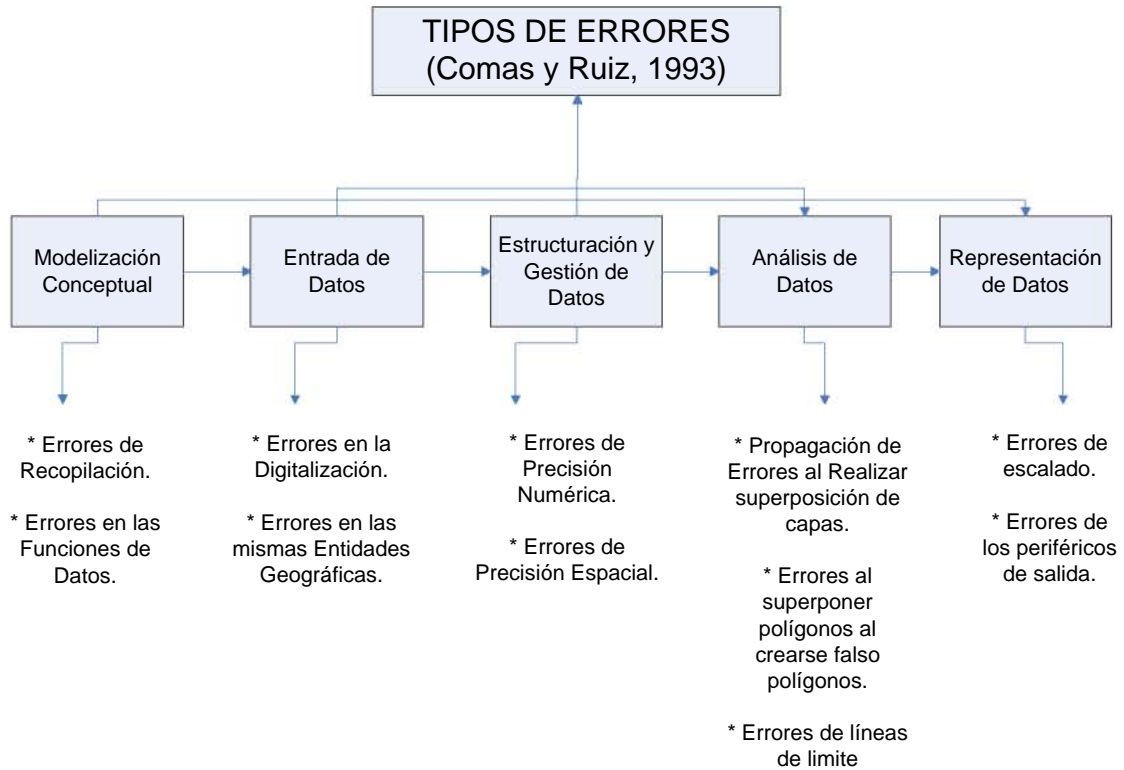


Figura 1.3 Tipos de errores en el proceso cartográfico.

Son varias las categorizaciones de los parámetros que deben de ser tenidos en cuenta a la hora de obtener y validar los datos geográficos.

Los parámetros de control de calidad de los datos geográficos se emplean para supervisar los errores posibles de dichos datos, de modo que la operatividad de las bases de datos este garantizada.

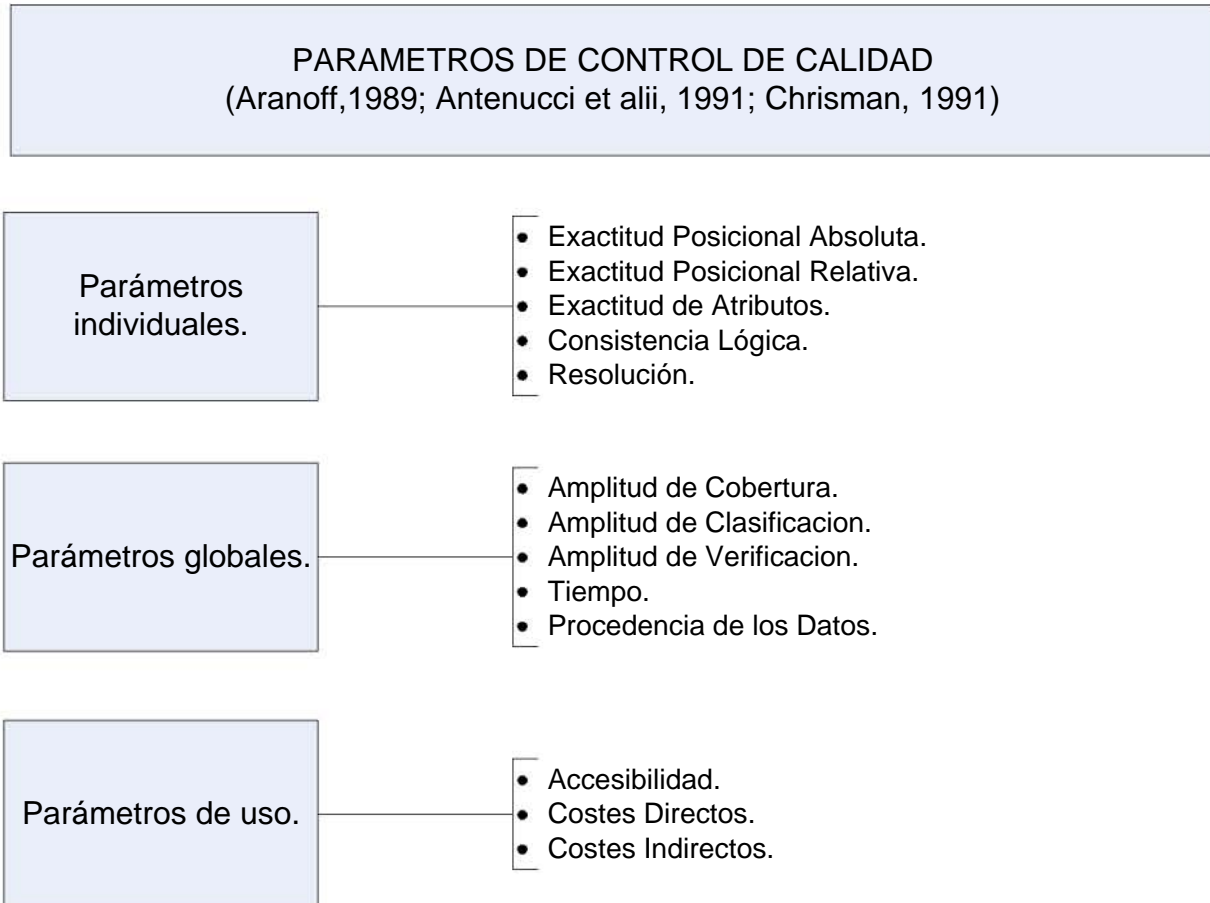


Figura 1.4 Parámetros de control de calidad.

Fuente: Comas y Ruiz (1993)

Los parámetros **individuales** hacen referencia a un solo dato y no al conjunto de ellos; los **globales** analizan la calidad del conjunto de datos; y los de **uso** se refieren a su utilización.

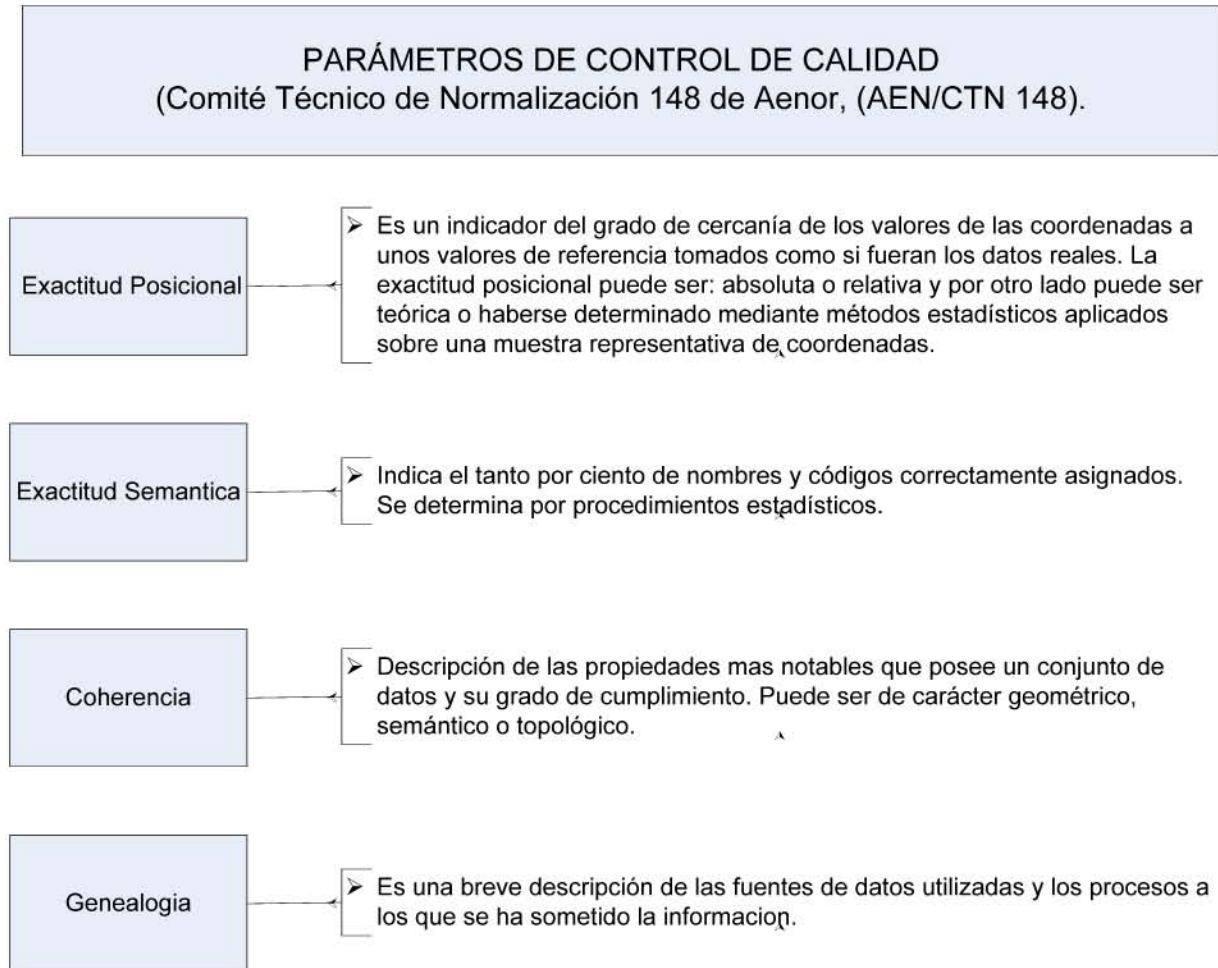


Figura 1.5 Parámetros de control de calidad (MIGRA).

Establecido por el Mecanismo de Intercambio de Información Geográfica Relacional Formado por Agregación (MIGRA) del Comité Técnico de Normalización 148 de AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación, 1998).



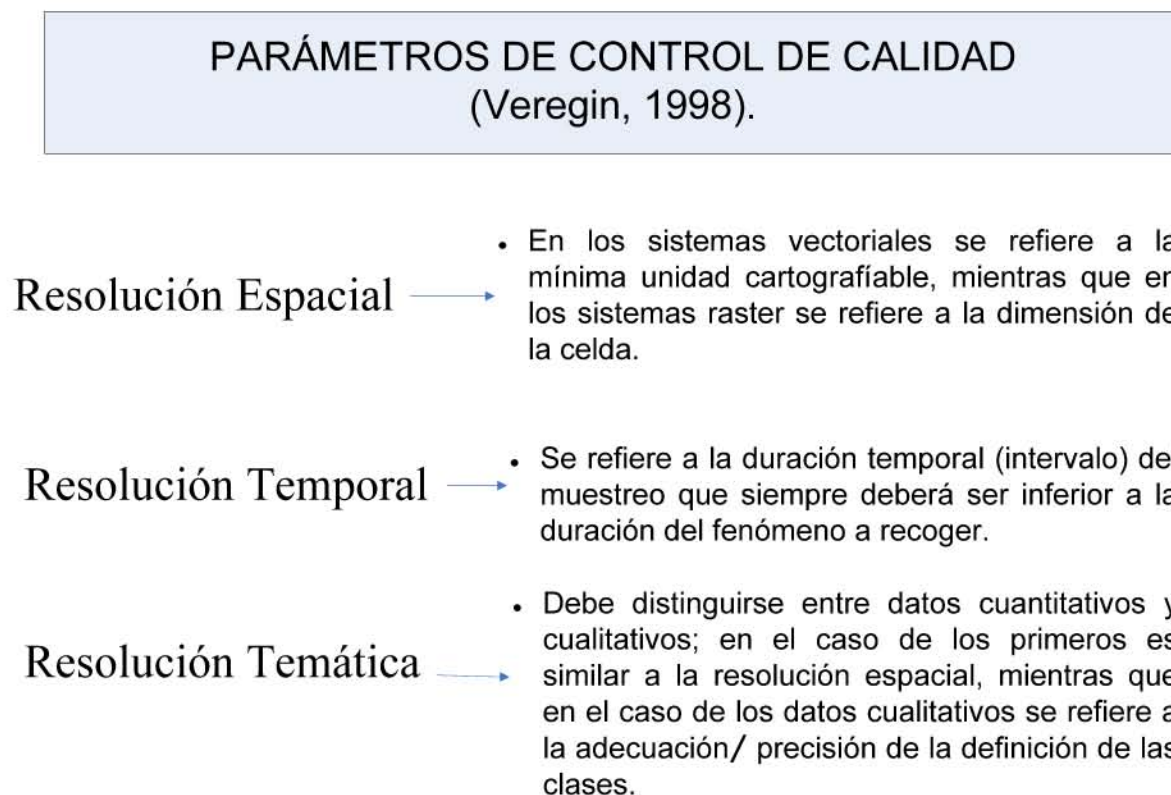


Figura 1.6 Parámetros de control de calidad.

En el ámbito de la cartografía, existen dos conceptos básicos: **Exactitud** y **Precisión**. El primero hace referencia a lo próximo que está nuestro valor al real, el error puede considerarse como la inversa de exactitud; la precisión hace referencia al número de cifras significativas decimales que posibilita medir variaciones pequeñas, la precisión puede considerarse como sinónimo de resolución (Verigin, 1998)<sup>4</sup>, es decir, la cantidad de detalle que vamos a tener en cuenta.

La resolución es un aspecto básico de la especificación de la Base de Datos Geográfica y deberá ser acorde con el uso pretendido.

<sup>4</sup> “Las componentes de la calidad del dato geográfico”. Abril 2000. [http://www.mappinginteractivo.com/plantilla-ante.asp?id\\_articulo=341](http://www.mappinginteractivo.com/plantilla-ante.asp?id_articulo=341), fecha de consulta: 8 de noviembre de 2006.

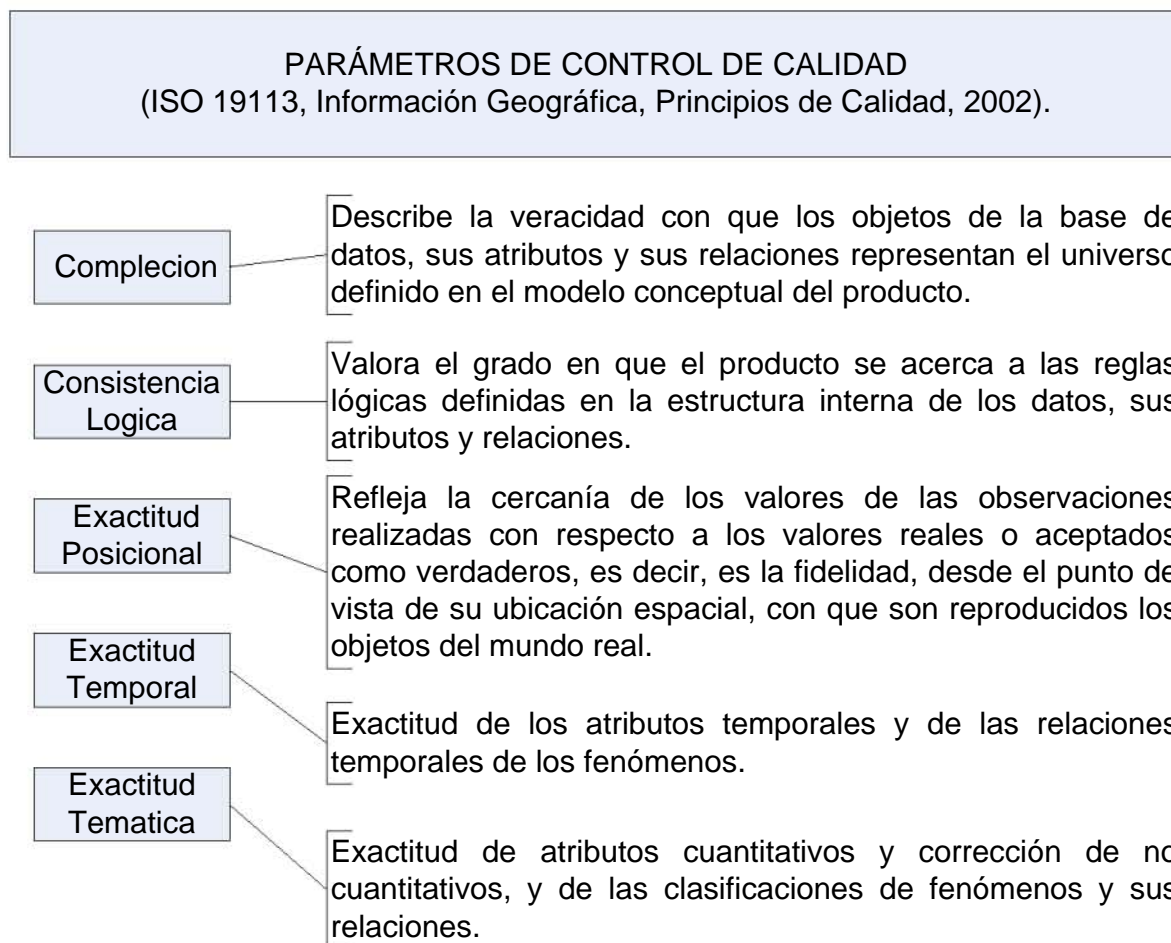


Figura 1.7 Parámetros establecidos por ISO (International Standardization Organization).

Como hemos podido apreciar, el tratar de controlar la calidad de los datos que se emplean para la elaboración de bases de datos geográficas, es una tarea compleja que debe ser llevada con gran seriedad. La utilización adecuada de todos estos parámetros llevará asociada un incremento de fiabilidad de las bases de datos y permitirá obtener resultados más precisos.

Las normas ISO 19113 del *ISO/TC211* definen elementos y subelementos de calidad, que los productores pueden aplicar para describir y evaluar si un conjunto de datos cumple su función de representar un universo abstracto, de conformidad con las especificaciones del producto y que los usuarios puedan usar, para establecer si un conjunto de datos cumple con la calidad para una aplicación específica.

<b>Elementos</b>	<b>Subelementos</b>
Compleción (Completeness)	Comisiones
	Omisiones
Consistencia Lógica (Logical consistency)	Conceptual
	Dominio
	Formato
	Topológica
Exactitud Posicional (Positional Accuracy)	Exactitud Absoluta o Externa
	Exactitud Relativa o Interna
	Exactitud de la Posición de los datos raster
Exactitud Temporal (Temporal Accuracy)	Exactitud de una medida en el tiempo
	Consistencia temporal
	Validez temporal
Exactitud Temática (Thematic Accuracy)	Exactitud de la clasificación
	Exactitud de atributos no cuantitativos
	Exactitud de atributos cuantitativos

Figura 1.8 Elementos y Subelementos para evaluar la calidad de la información geográfica.

Tomado de ISO 19113(2002).

La norma ISO 19114 del *ISO/TC211* define el proceso de evaluación de la calidad de la información como una <<secuencia de pasos que se realiza para obtener un resultado de calidad>>. Este proceso consiste en la aplicación de procedimientos de evaluación de la calidad para especificar operaciones ejecutadas por el productor de los datos o por el usuario de los mismos.

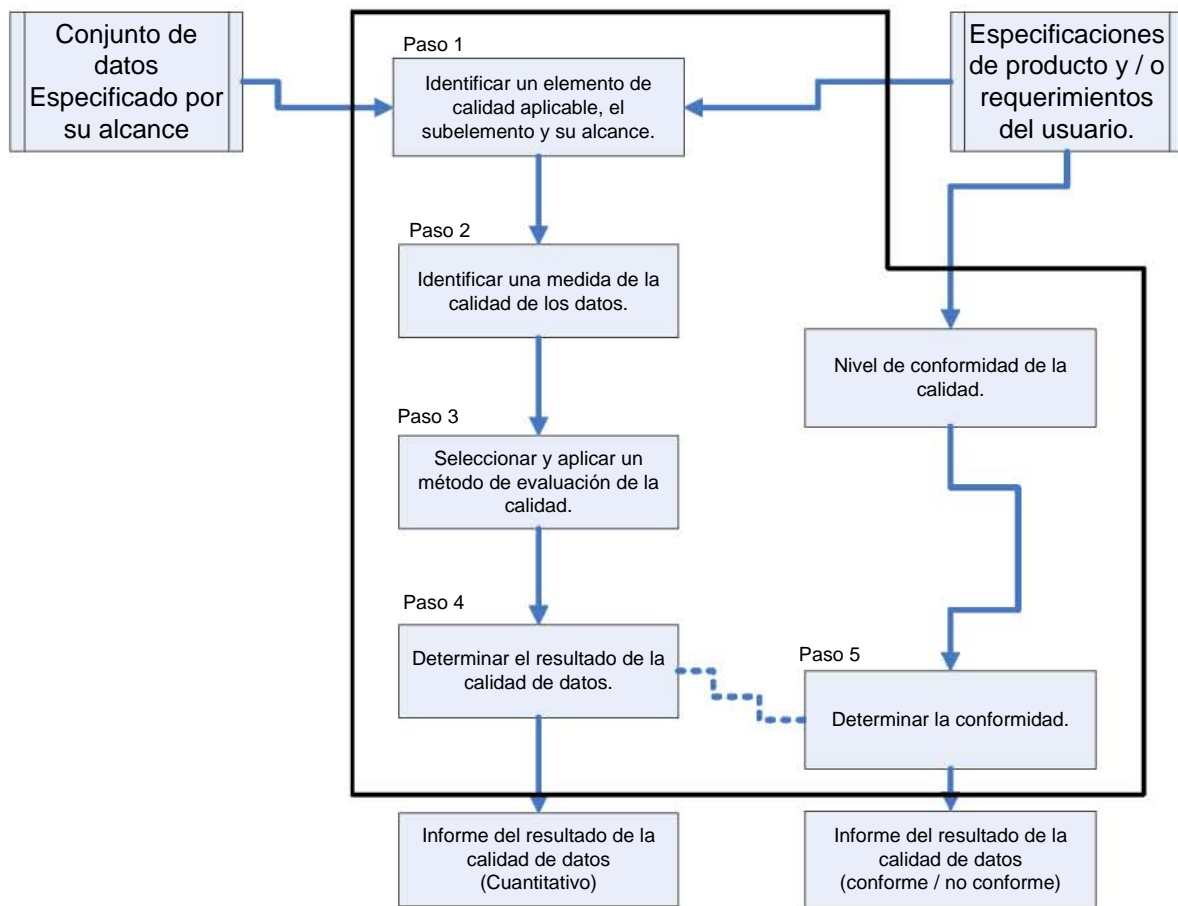


Figura 1.9 Procesos de la evaluación de la calidad. Tomado de ISO 19114(2003).

En la actualidad se considera que el dato geográfico posee un número mayor de componentes, los cuales, sin embargo, presentan problemas como cierta ambigüedad, falta de métricas y métodos de medición, métodos de validación, etc.

La validación es necesaria, por que no es posible generar información sin errores y por lo tanto requiere de un procedimiento para valorar dichos errores en función de las especificaciones y / o requerimientos del producto.

## 1.2. Metodología.

Considerando que siempre que estamos trabajando con un conjunto de datos geográficos, lo que estamos haciendo es manejar un modelo de realidad, para validar esos datos entenderemos por calidad, la descripción de los errores que tienen o pueden tener nuestros datos y nos permiten saber hasta que punto es correcta nuestra representación de esa realidad.

Para validar la calidad de los datos es necesario conocer la información sobre errores que permita al usuario final juzgar si dichos datos son útiles o no para sus objetivos, la descripción mas adecuada de la calidad en cada caso depende del fin perseguido.

Para la validación de la base de datos consideraremos los parámetros siguientes:

- *Exactitud Posicional*: Describe los errores en la posición espacial de los objetos.
- *Exactitud Semántica*: Da cuenta de los errores de toda aquella información que dota de significado a la geometría (nombre, códigos, atributos).

- *Compleción*: Nos dice en que medida el conjunto de datos es completo, tanto por exceso como por defecto.
- *Coherencia o consistencia interna de los datos*: Basada en el cumplimiento de reglas de lógica interna que se consideran relevantes (no hay puntos repetidos, las superficies están cerradas, los ríos desembocan en el mar).

El propósito de estos elementos o parámetros de calidad, es identificar las inconsistencias de un conjunto de datos con respecto a sus especificaciones del producto o requerimientos del usuario.

Para la validación de la base de datos seguiremos el siguiente esquema:



Figura 1.10 Esquema de validación de la base de datos geográfica.

1. Inconsistencias detectadas (Ej. Vialidades que cruzan manzanas).
2. Identifica el parámetro (Ej. Parámetro Exactitud Posicional).

3. Extensión de los datos (Ej. Nivel Municipal).
4. Procedimiento utilizado para obtener el error o inconsistencia.
5. Valor obtenido contra lo definido en la especificación del producto.



Figura 1.11 Ciclo de validación de la base de datos geográfica.

Para la elaboración de este proyecto se utilizó el software SIG Geomedia Professional v4.23., Base de Datos del Estado de México en formato Access, ortofoto de la zona.

Posteriormente realizamos la conexión de la base de datos al software geomedia para poder visualizar la cartografía vectorial y explicar la validación de los parámetros o elementos de calidad.

La base cartográfica sobre la cual trabaja el software geomedia esta formada por *features* (de aquí en adelante rasgos) con geometría de tipo área, punto, línea y compuesta (los tres tipos de geometría), cada rasgo cuenta con una serie de atributos los cuales estarán sujetos a validación en este trabajo.

### **1.3. Área bajo estudio.**

El Instituto Federal Electoral (IFE) a través del Registro Federal de Electores (RFE) es el organismo público autónomo, responsable de proporcionar la credencial de elector a toda persona mayor de 18 años; esta credencial es el instrumento principal con el cual cada mexicano ejerce su derecho al voto en cada proceso electoral ya sea local o federal.

Una de las atribuciones que la ley en la materia le confiere al Registro Federal Electoral es “Mantener actualizada la cartografía electoral del país clasificada por Entidad, Distrito Federal Electoral, Municipio y Sección Electoral”.<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup> Código Federal de Instituciones y Procedimientos Electorales, pag.90.



La Dirección de Cartografía Electoral del Instituto Federal Electoral, es el área encargada de coordinar y normar las actividades que en el ámbito geográfico electoral se desarrollan en las oficinas centrales y descentralizadas del Instituto Federal Electoral.

Su misión es la de establecer los procedimientos técnicos y operativos para llevar a cabo el levantamiento y actualización de la información cartográfica en campo y gabinete, así como el llevar a cabo las actividades de sistematización y digitalización de la Base Cartográfica Electoral Nacional.

La Dirección de Cartografía Electoral esta integrada por tres Subdirecciones: Subdirección de Actualización Cartográfica en Campo y Evaluación de Límites Territoriales, Subdirección de Automatización Cartográfica y Subdirección de Desarrollo de Sistemas Geográficos Electorales.

El Marco Geográfico Electoral Nacional se refiere a la conformación electoral en que se divide el territorio nacional, éste se integra por diferentes niveles de agregación. Actualmente, el marco geográfico electoral nacional se integra de la siguiente manera:

NIVEL DE AGREGACION	TOTAL
Entidad	32
Distrito Electoral Federal	300
Municipio	2,443
Secciones Electorales	64,621
Localidad	213,169
Manzana	2,048,898

Fecha de corte: 8 de agosto de 2007, IFE.

Para llevar a cabo los trabajos de digitalización a nivel nacional fue necesario realizar las actividades siguientes:

Instalación de equipo de cómputo, software especializado (geomedia) y armado de la red.

Se capacitó a más de 600 técnicos cartógrafos que conforman el personal técnico operativo en las entidades federativas en:

- Manejo de Software Geomedia Professional
- Aplicación de normas de digitalización.
- Manejo de equipos G.P.S.
- Normas para el levantamiento de puntos de control
- Control de calidad de la información gráfica y alfanumérica.

Para generar el insumo básico de referencia domiciliaria para los Módulos de Atención Ciudadana se requiere del procesamiento de información actualizada de las unidades geográficas que componen la cartografía electoral de cada Entidad de la República.

La actualización y consistencia de la información se derivan del trabajo de campo realizado por los técnicos cartógrafos del Registro Federal Electoral y de la incorporación de información oficial en cuanto a jurisdicciones o límites administrativos de estados, municipios y localidades; de tal forma que los catálogos cartográficos se componen de una parte alfanumérica (datos) y otra gráfica (mapas).

La recopilación y la validación con veracidad de esta información la realiza cada una de las Vocalías Estatales del RFE a través de su Oficina de Cartografía correspondiente, para ello se lleva a cabo una sistematización de recorridos en campo y el levantamiento de información de códigos postales, nombre de calles,

nombre de localidades, colonias, ubicación de manzanas, números exteriores, etc. y la referencia al marco geoelectoral nacional mediante la asignación de un Distrito y una Sección electoral de acuerdo a los criterios normativos del Instituto Federal Electoral.

Este conjunto de información una vez agrupada en catálogos, conforma *bases de datos* que se requieren para un control óptimo que, una vez organizada, dicha información es procesada mediante sistemas informáticos compuestos por programas de cómputo diseñados por el Instituto Federal Electoral y con la implementación de Sistemas de Información Geográfica que tienen la capacidad de organizar y digitalizar de manera gráfica la información contenida en los catálogos de municipios, colonias, localidades, distritos, manzanas, etc. Mediante estos sistemas se conforma la cartografía que representa en un plano la distribución espacial de las unidades geográficas mencionadas.

Así pues, y como resultado de diversos procedimientos de altas, bajas y cambios en la estructura y contenido de los catálogos cartográficos, se genera un geoprocesamiento de información que incluye la validación de cambios y la incorporación de nuevas actualizaciones, lo que implica la transformación y relación entre catálogos y mapas cartográficos que permiten la georreferencia de las claves electorales que corresponden a cada domicilio de los ciudadanos que son empadronados en los Módulos de Atención Ciudadana.

Bajo este contexto y debido a la gran dinámica poblacional, la base geográfica digital electoral del Estado de México constantemente se actualiza, en este sentido, se hace necesario contar con elementos de validación que permitan garantizar la correcta integración y explotación de la base geográfica digital.

Considerando los aspectos anteriores, el presente trabajo gira en torno a la validación de la base geográfica digital del Estado de México.

## CAPITULO 2

### SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA Y BASE DE DATOS

#### 2.1 Aspectos generales

Un *Sistema de Información Geográfica*, es un sistema compuesto de hardware, software, procedimientos y equipo humano para capturar, manipular, manejar, transformar, analizar y modelar datos geográficos, permitiendo representar los objetos del mundo real en términos de su ubicación espacial, atributos o características y de las interrelaciones espaciales, con el objeto de analizar estos datos y de resolver problemas de gestión y planificación, mediante preguntas o consultas a la base de datos.



Figura 2.1 Componentes de un Sistema de Información Geográfica.

La *base de datos* es una estructura para almacenar datos en un computador, y acceder a ellos por medio de una búsqueda lógica. Por lo general, las bases de datos están organizadas por registros, que se dividen en campos<sup>1</sup>. En el ambiente de los *Sistemas de Información Geográfica* a esta estructura o conjunto de datos se les denomina *base de datos digital*, *base geográfica digital*, *base de datos geográfica*, *warehouse* o *geodatabase*.

Uno de los objetivos principales de la Dirección de Cartografía Electoral (DCE), es mantener la cartografía actualizada para proporcionar, entre otras cosas, un servicio óptimo y eficiente a los ciudadanos al momento de solicitar su inscripción al Padrón Electoral, o bien, actualizar sus datos<sup>2</sup>.

Bajo este contexto la Dirección de Cartografía Electoral se dio a la tarea de modelar su propia *Base de Datos Geográfica Electoral* con el *Sistema de Información Geográfica GeoMedia Professional Versión 04.00.22.23* y utilizando una *Base de Datos* convencional en formato *Access*.

---

<sup>1</sup> Define: Base de Datos. Enero 2007. [http://www.google.com.mx/search?hl=es&lr=&rls=SKPB,SKPB:2006-44,SKPB:es&defl=es&q=define:Base+de+datos&sa=X&oi=glossary\\_definition&ct=title](http://www.google.com.mx/search?hl=es&lr=&rls=SKPB,SKPB:2006-44,SKPB:es&defl=es&q=define:Base+de+datos&sa=X&oi=glossary_definition&ct=title), fecha de consulta: 23 de enero de 2007.

<sup>2</sup> Manual de Geomedia Profesional. Ver 4.0 (2003). Dirección de Cartografía Electoral, Instituto Federal Electoral.

## 2.2 Características y funcionalidades.

La base geográfica electoral fue modelada según los objetivos de la *Dirección de Cartografía Electoral en Rasgos Geoelectorales*; estos rasgos conforman el *Marco Geográfico Electoral*, mismo que se integra por los siguientes niveles de agregación: Entidad, Distrito, Municipio, Sección, Localidad y Manzana.

Geomedia es el software o programa que utiliza la Dirección de Cartografía Electoral y tiene las siguientes funcionalidades básicas:

1. Permite la captura y edición de los datos a través de la digitalización manual o digitalización por tableta; así mismo da mantenimiento a los datos geográficos mediante la validación de geometría y conectividad.
2. Maneja datos corporativos, es decir, puede ser fácilmente accesible desde cualquier punto de red, soporta la mayoría de bases de datos como, Access, SQL Server, Oracle Spatial Data.
3. Permite el análisis espacial, como áreas de influencia, consulta de atributos, intersecciones espaciales, diferencias espaciales, relaciones espaciales, analiza geometrías, etc.
4. Permite la producción de mapas o salida de datos; en la realización de mapas hay la posibilidad de añadir anotaciones, etiquetas, edición de tipos de líneas, crear mapas temáticos, insertar imágenes y creación de simbología, etc.
5. Permite el desarrollo de entornos estándar, es decir, permite cambiar la interfaz de usuario o implementar una funcionalidad determinada con lenguajes de programación como, Visual Basic, PowerBuilder y C++.

En el ambiente del *SIG Geomedia* la operabilidad es mediante el espacio de trabajo o *GEOWORKSPACE*, este espacio de trabajo es el que permite visualizar la información almacenada en la *base de datos* o *WAREHOUSE*.

En el espacio de trabajo se encuentran las herramientas de manipulación, en el se especifica y se define el sistema de coordenadas (véase figura 2.2).

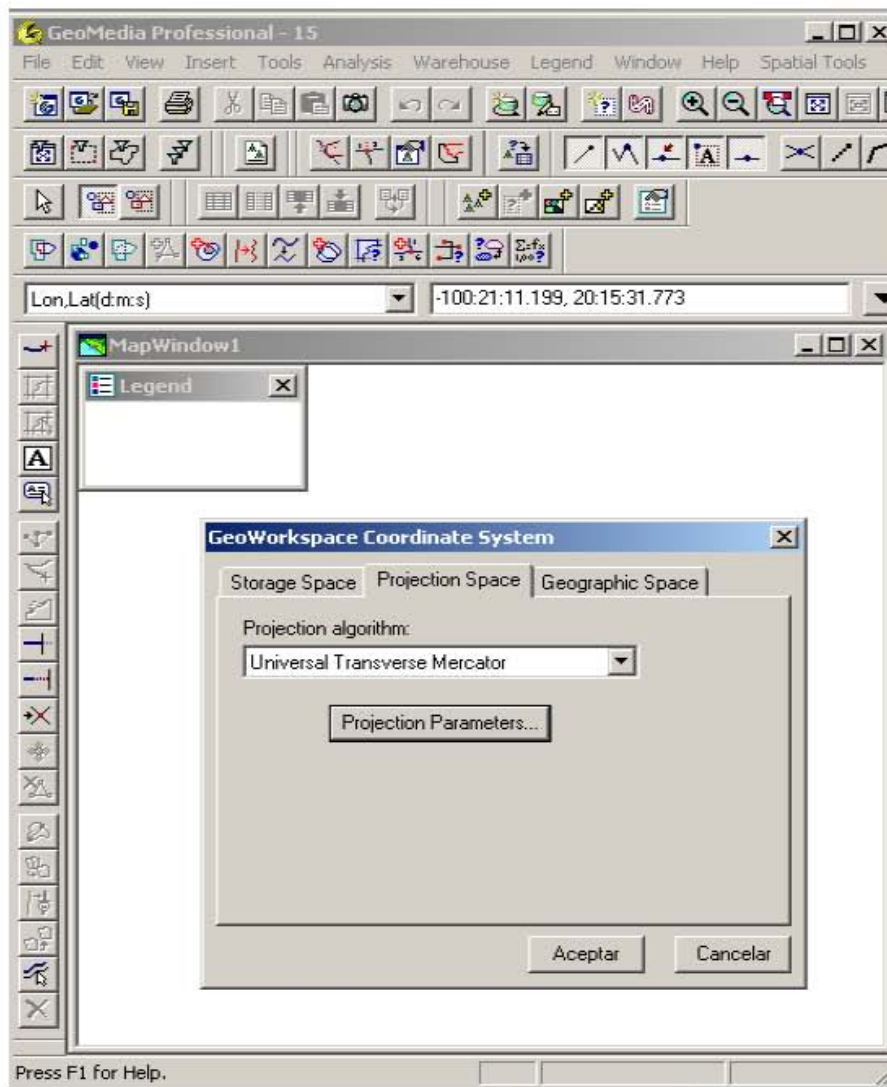


Figura 2.2 Espacio de trabajo o *Geoworkspace*.

La *base de datos* contendrá la información gráfica representada con geometría de tipo área, línea, punto y compound (compuesta) y no gráfica que corresponde a descripciones o cualificaciones que mantiene una relación con la información gráfica, también se le asigna un sistema de coordenadas, toda la información se almacena en un archivo con extensión .mdb, que es el formato de Access (véase figura 2.3).

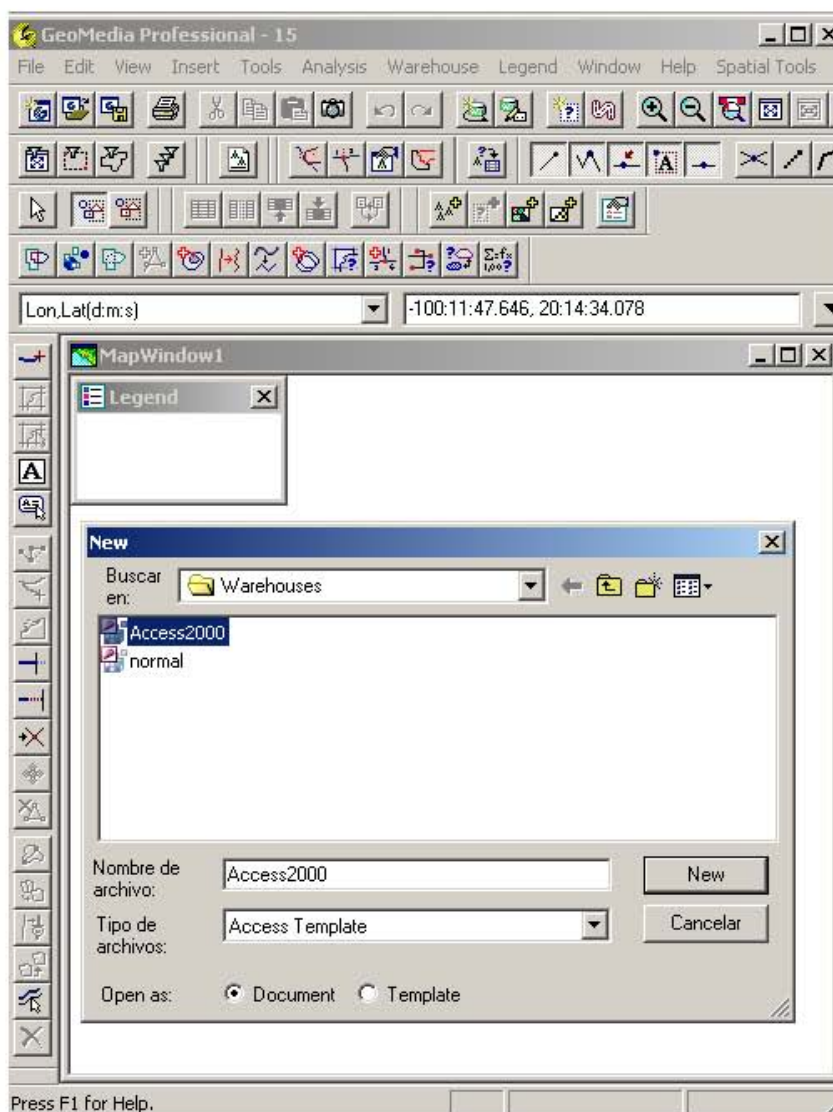


Figura 2.3 Base de datos o Warehouse en formato Access .mdb.



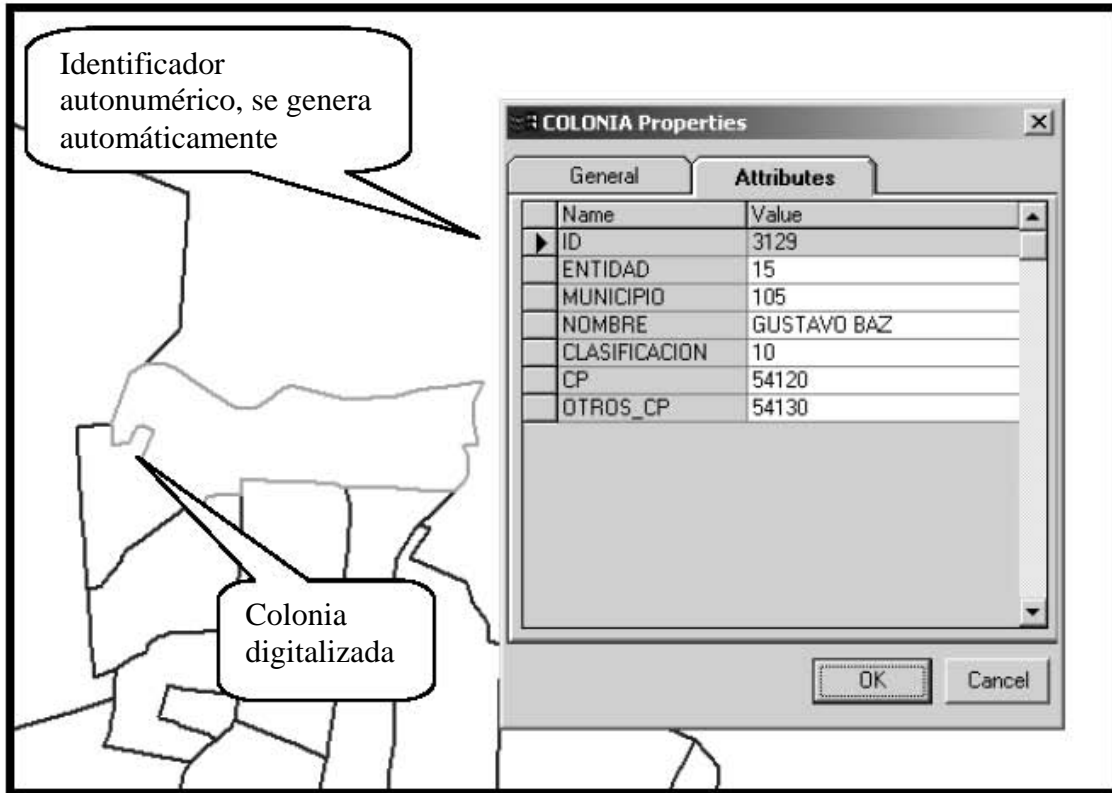
Los rasgos o *features class* representados en la base de datos, son elementos abstractos de la realidad y poseen muchas cualidades tales como formas vectoriales, relaciones, atributos y comportamientos. La base geográfica digital se utiliza para almacenar y actualizar la información cartográfica que existe en los Módulos de Atención Ciudadana para georreferenciar espacialmente al ciudadano al solicitar su credencial de elector.

Los rasgos de la base geográfica pueden representarse de acuerdo al tipo de geometría, la cual puede ser de 6 tipos:

- Punto (point, representa por ejemplo, una iglesia, un hospital).
- Línea (line, representa por ejemplo, una carretera, un río).
- Área (área, representa por ejemplo, una sección electoral, una lago, un distrito electoral)
- Compuesto (compound, combinación entre punto, línea y área).
- Texto (text, solo permite etiquetas indicadoras o referencias)
- Ninguno (none, permite crear un feature class sin geometría, crea catálogos)

La geometría de los rasgos es almacenada basada en valores X-Y o en latitud-longitud del sistema de coordenadas adoptado. A cada elemento geográfico o geométrico digitalizado dentro de un *feature class* le corresponde un *atributo ID auto numérico*, que lo identifica de forma única evitando así duplicidad de elementos.

Los rasgos contienen atributos (geométricos o no) que le permiten relacionarse e interactuar con otros rasgos dentro de la misma base de datos o con otras bases que tengan una similitud en el modelado.



Atributos del *feature class* colonia.

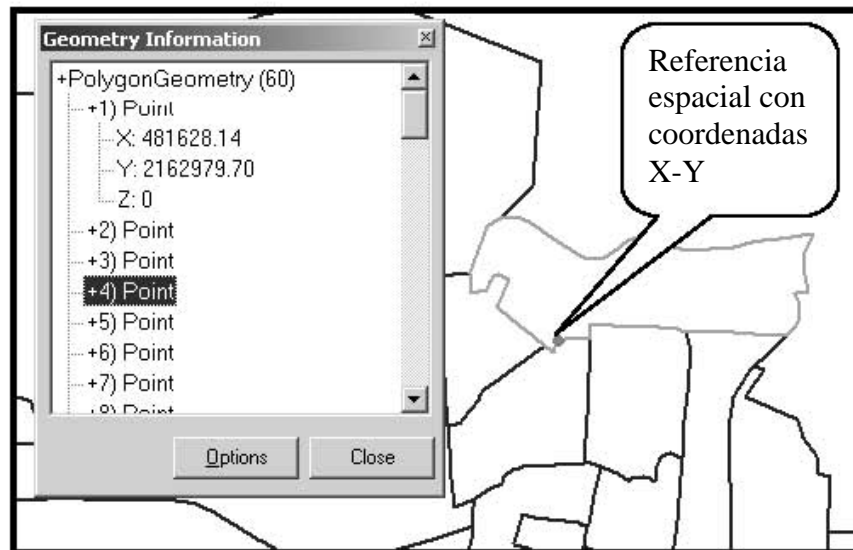


Figura 2.4 Tipo de geometría y posición en valores X-Y.

El modelado de la base geográfica digital se define como el diseño que contendrá la información alfa-numérica y los niveles de información gráfica, con los atributos que describe cada feature class, las relaciones, el tipo de dato y su longitud, además de definir la geometría de cada rasgo (véase figura 2.5).

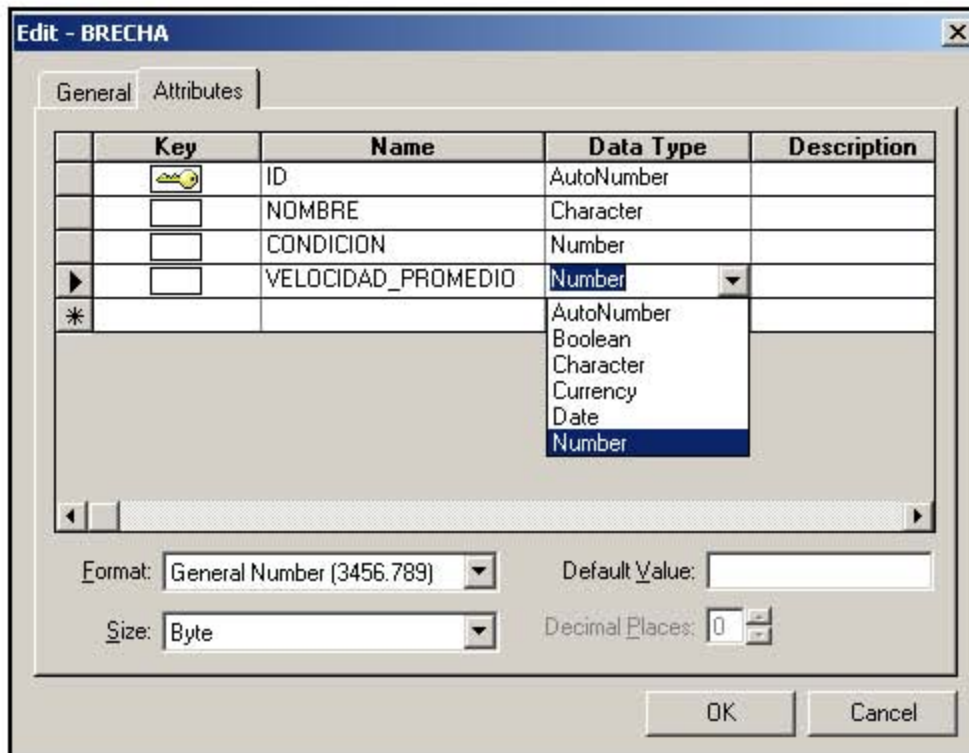


Figura 2.5 Definición y modificación del feature class.

La captura o entrada de datos implica establecer una relación coherente entre los datos espaciales y sus atributos, es decir, los atributos deben estar lógicamente ligados a los feature class que los describen (véase figura 2.6).

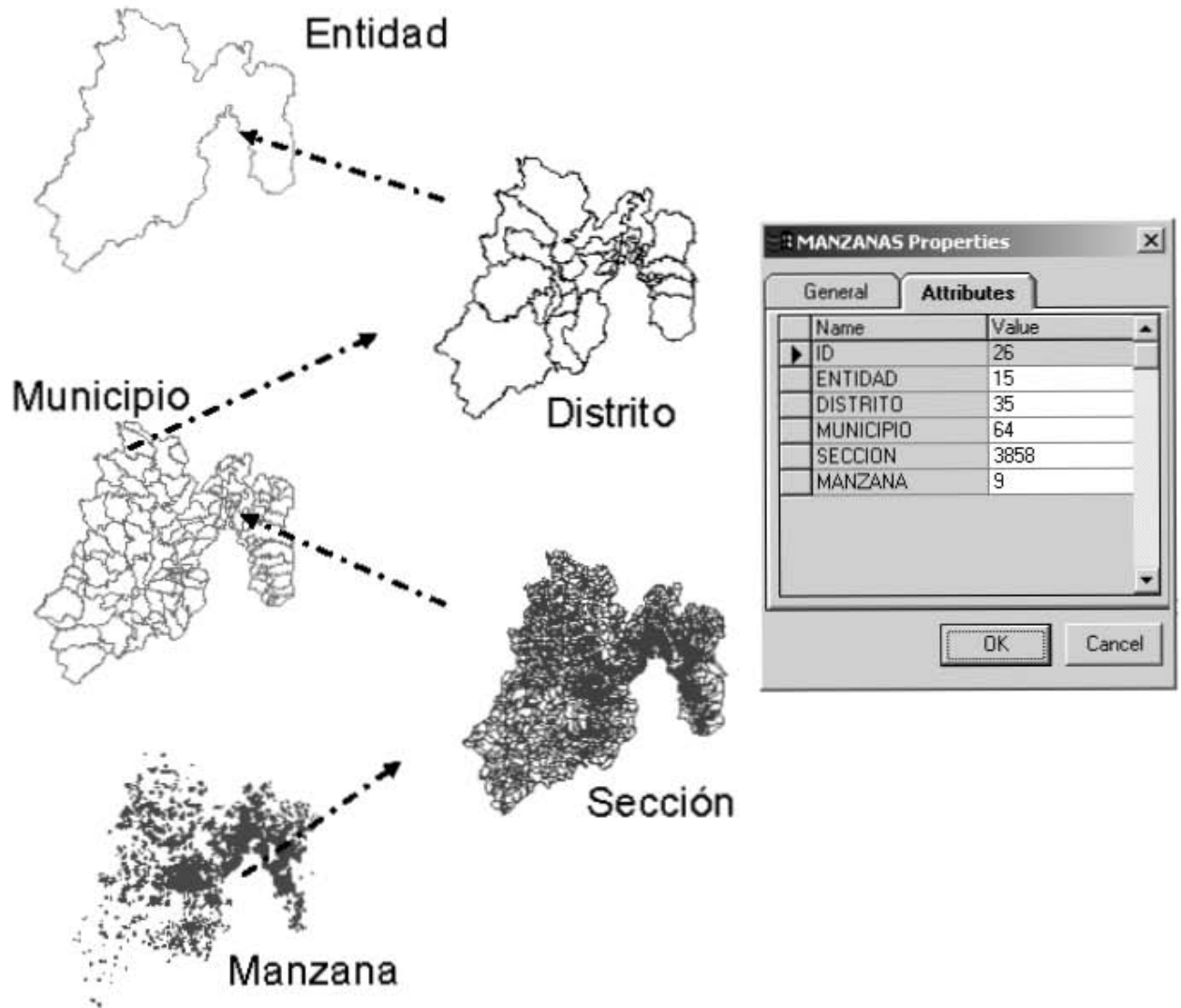


Figura 2.6 Relaciones entre rasgos geoelectorales. Encaje jerárquico, cada manzana debe de estar asignada a una sección a un municipio a un distrito y a una entidad.

La forma en que se comunican el *warehouse* y el *geoworkspace* es a través de una conexión llamada *CONNECTION TYPE*, esta conexión es el enlace para poder manipular la información de la base de datos (véase figura 2.7).



Figura 2.7 Tipos de conexiones.

Geomedia puede desplegar archivos de plataformas GIS como ArcInfo, ArcView y MapInfo, o plataformas Cad<sup>3</sup> como, Autocad y Microstation. Una vez conectado a la base de datos se puede elegir el estatus de la conexión de la manera siguiente:

- a). Open read/write: Permite modificar la base de datos.
- b). Open read-only: Solo permite acceder a la información de manera de lectura, no se puede modificar ningún elemento, por lo general se utiliza de referencia.
- c). Closed: De esta manera no esta accesible la base de datos; no se puede visualizar la conexión en el espacio de trabajo (véase figura 2.8).

<sup>3</sup> CAD. Diseño Asistido por Computadora.

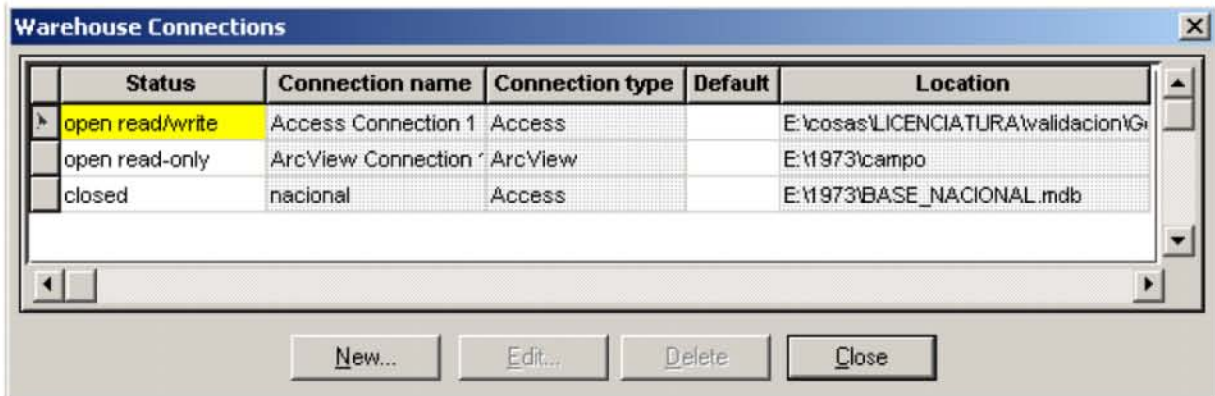


Figura 2.8 Estatus de la conexión a la base de datos, tipo de conexión y ubicación de la base de datos.

Una vez establecida la conexión a la base, apuntaremos los elementos de despliegue básicos en el uso del espacio de trabajo, y son los siguientes:

- *Map window*: Es la ventana donde se despliega la información geográfica (geometría) y en donde se digitaliza o se modifican los rasgos. Pueden estar abiertas varias ventanas (véase figura 2.9).

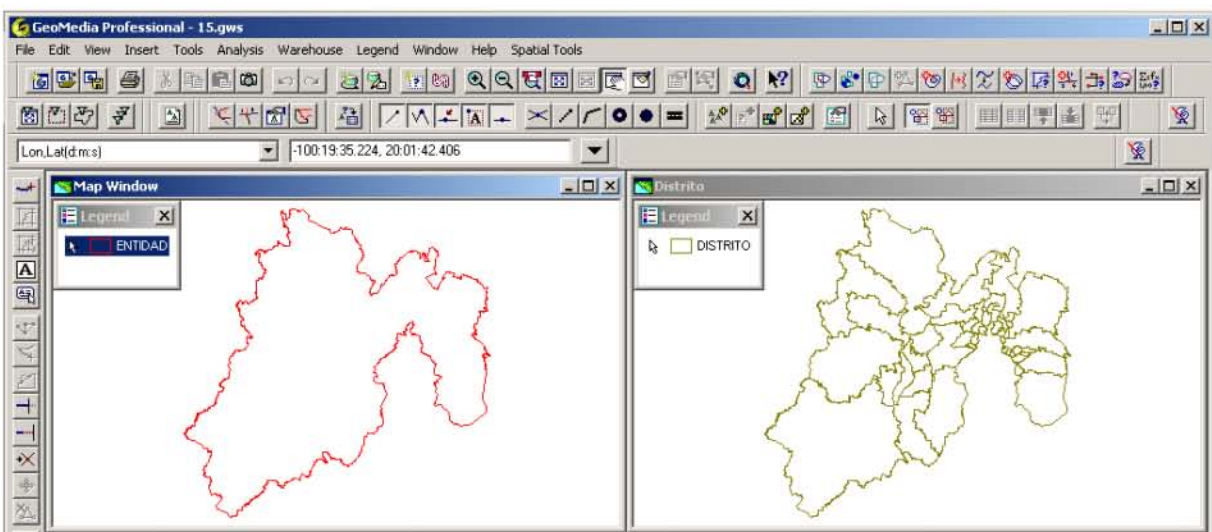


Figura 2.9 *Map Window* del rasgo Entidad y Distrito.

- *Data window*: Es la ventana donde se muestra la información capturada de los atributos que describen a los rasgos. En la vista de datos se puede editar la captura de los atributos, hay una correspondencia entre el registro seleccionado desde la vista de datos con la geometría (véase figura 2.10).

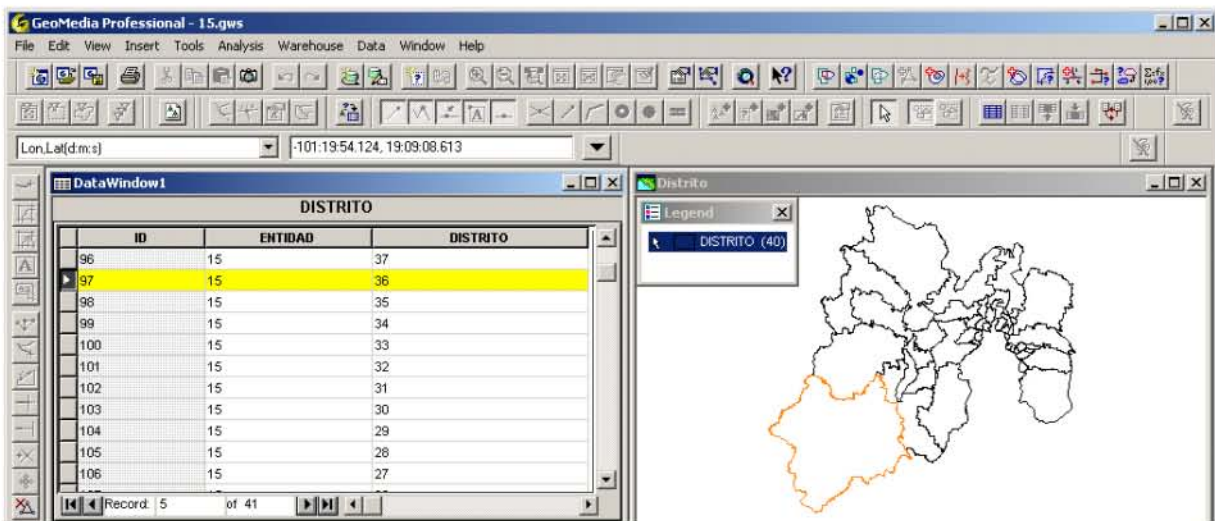


Figura 2.10 El registro iluminado en el Data Window corresponde a la geometría seleccionada en el Map Window.

- *Feature class y Legend*: El *feature* es lo que representa al dato geográfico en forma de línea, punto o área, el *feature* contiene los atributos que describen al rasgo geográfico, cada *feature class* desplegado en el *Map Window* se muestra en la leyenda (*Legend*); en la leyenda podemos definir estilos de línea (*line style*), tipos de línea (*type line*), peso o grosor de línea (*weight*), color, editar el nombre original del rasgo, apagar o prender el rasgo (*display on/display off*), que sea localizable o no el rasgo (*locatable*), mostrar un rasgo por escala determinada (*display by scale*), tipo de letra (*font*), tamaño de letra (*size*), y representar los rasgos con simbología (véase figura 2.11).

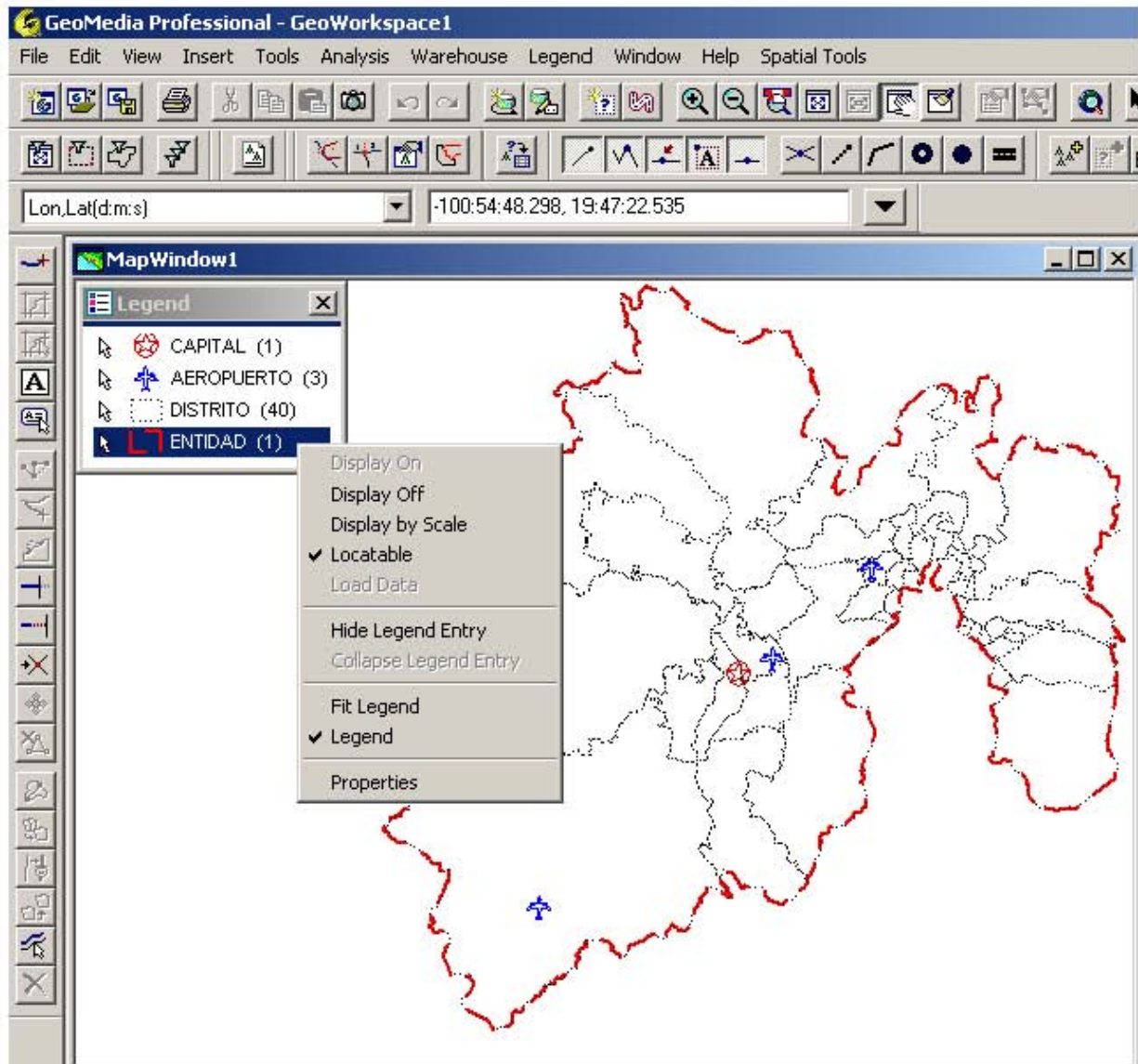


Figura 2.11 Propiedades graficas y de despliegue.

- *Query*; Son consultas que se le hacen a la base de datos y debe de tener la capacidad de responder a las preguntas que nos planteemos, las consultas pueden ser por descripción de atributos o consultas espaciales con relaciones topológicas como vecindad, coincidencia, distancia y contenido (véase figura 2.12 y 2.13).



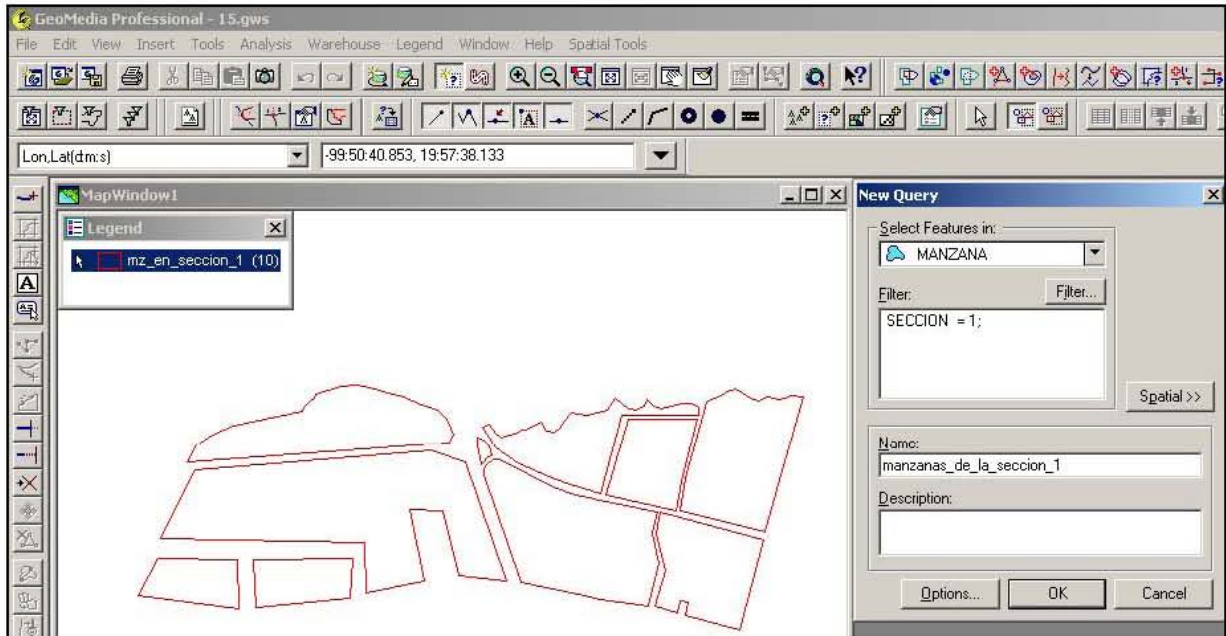


Figura 2.12 Consulta de selección por atributos, recupera las manzanas de la sección 1.

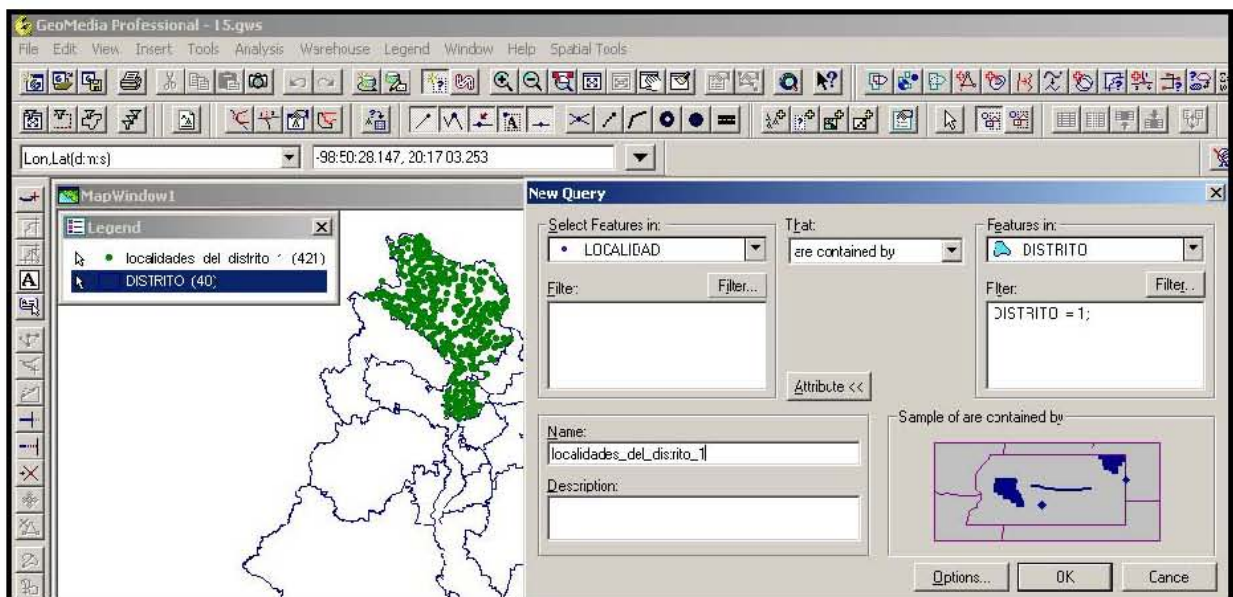


Figura 2.13 Consulta espacial, localidades contenidas en el distrito 1.

- *Output feature class*: Sirve para crear otro rasgo de un mismo rasgo o crear un rasgo desde una consulta, literalmente se puede decir que esta opción nos permite sacar una “copia” de cualquier rasgo u obtener un rasgo a partir de una consulta de selección y poder manipular o modificar este nuevo rasgo sin alterar el original, básicamente sirve para hacer pruebas, también se utiliza para convertir la información de una conexión tipo *Arcview* (solo lectura) a *feature class* (véase figura 2.14).

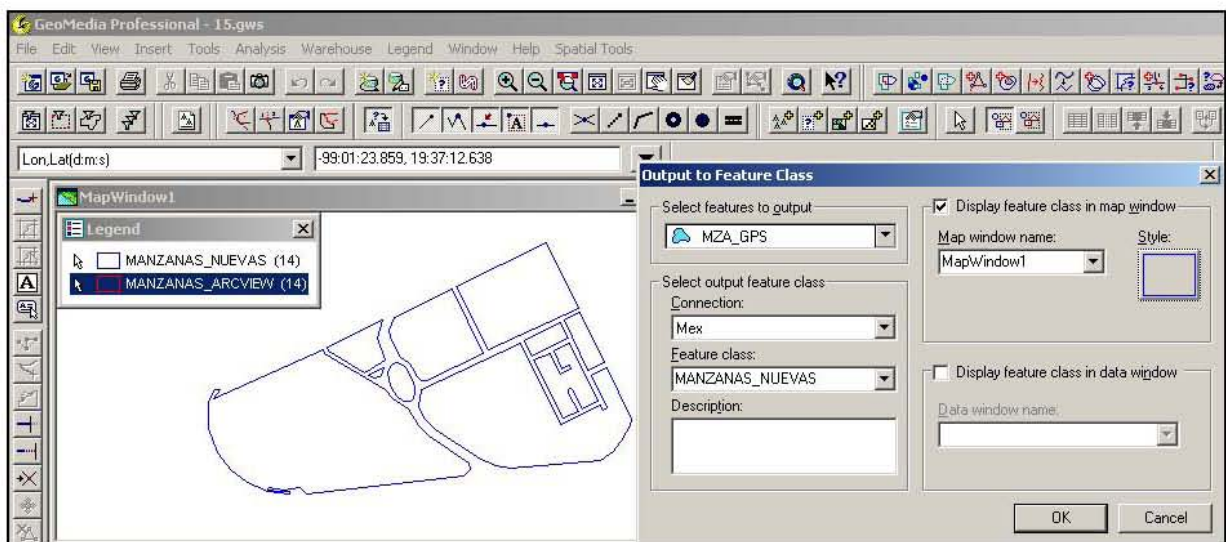


Figura 2.14 Manzanas de arcview convertidas a feature class.

Una vez que terminamos de utilizar el SIG geomeia es muy importante eliminar los movimientos que hacemos en el espacio de trabajo al manipular la base de datos, estos se almacenan en una tabla llamada *ModificationLog*, para eliminarlos es necesario cerrar el espacio de trabajo y abrir la base geográfica digital desde Microsoft Access, una vez eliminados los registros se deberá compactar y reparar la base geográfica para un desempeño mejor de esta (véase figura 2.15).

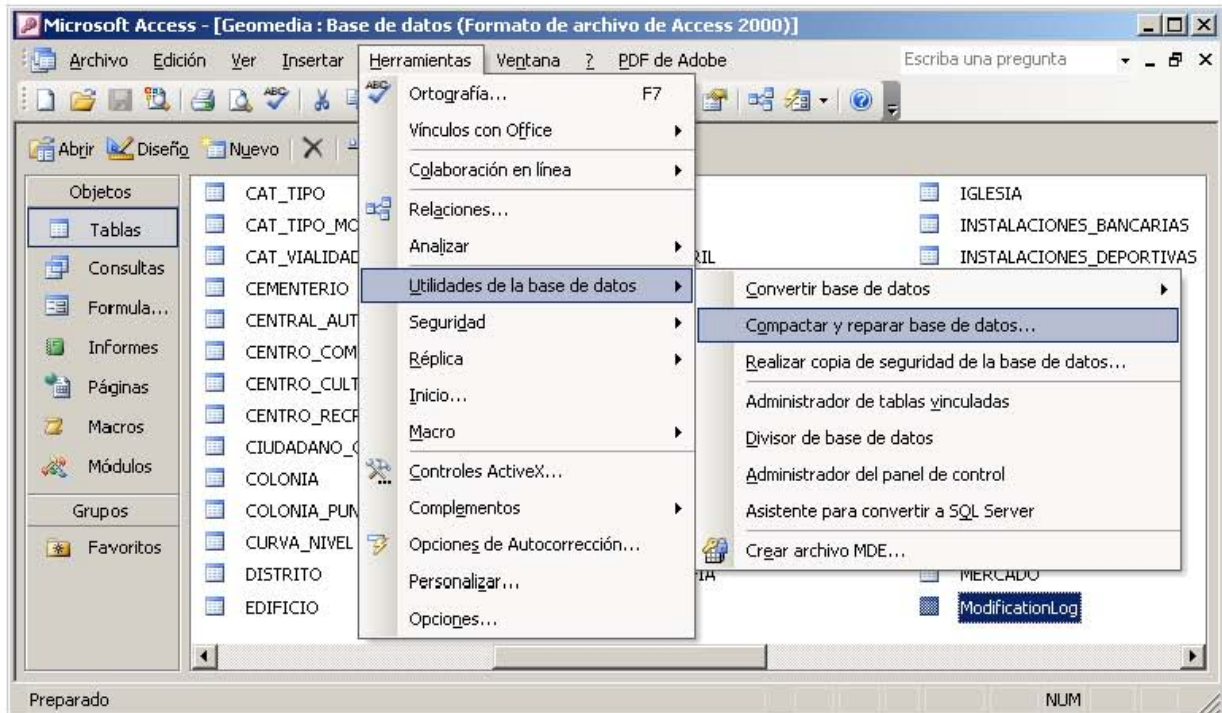


Figura 2.15 Eliminación del contenido de la tabla *ModificationLog*, posteriormente compactación y reparación de la base geográfica digital.

Otra parte fundamental de mucha utilidad dentro de Microsoft Access es el apartado de *Consultas*, el tipo de consulta más habitual es la consulta de selección; una consulta de selección recupera datos de una o más tablas utilizando los criterios que se especifique y después los muestra en el orden deseado, se utilizan consultas para ver, modificar y analizar datos de formas diferentes (véase figura 2.16).

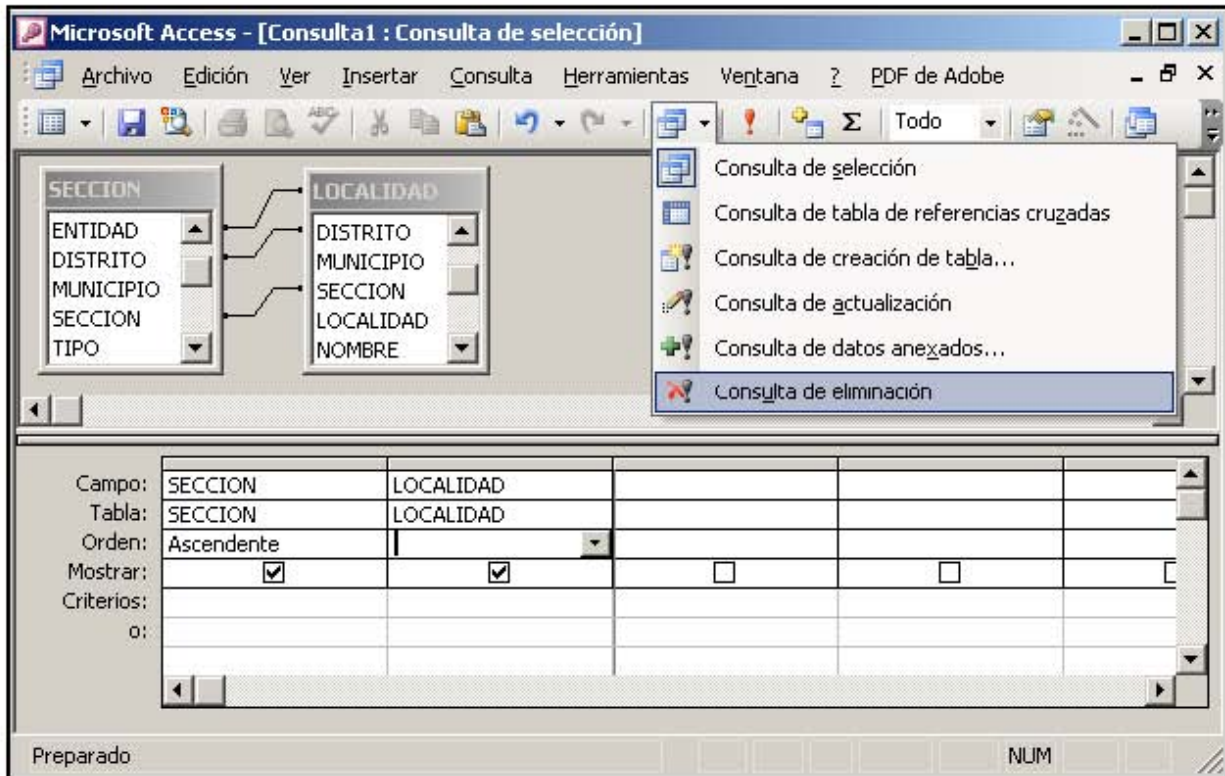


Figura 2.16 Tipos de consultas en Microsoft Access.

Finalmente, la Dirección de Cartografía del Registro Federal Electoral, después de una mejora continua y fiel a sus objetivos de tener y mantener una cartografía actualizada, se da a la tarea de cumplir con la correcta localización del domicilio del ciudadano que acude al Módulo de Atención Ciudadana, utilizando como insumo su Base Geográfica Digital Electoral modelada de la manera siguiente (véase figura 2.17).

<b>GEOMETRY TYPE POINT</b>	<b>GEOMETRY TYPE LINE</b>	<b>GEOMETRY TYPE NONE</b>
AEROPUERTO	AUTOPISTA	CAT_AEROPUERTO
BODEGA_DEOE	LIMITE_INTERNACIONAL	CAT_CABECERA
CABECERA MUNICIPAL	NUMEROX_EXTERIORES	CAT_CATEGORIA
CAPITAL	PAVIMENTADA	CAT_CIRCUNSCRIPCION
CEMENTERIO	RED	CAT_CLASIFICACION_COLONIA
CENTRAL_AUTOBUS	VEREDA	CAT_CONDICION
CENTRO_COMERCIAL	VIALIDAD	CAT_CRC
CENTRO_CULTURAL	<b>GEOMETRY TYPE AREA</b>	CAT_DISTRICTO_TIPO
CENTRO_RECREATIVO	ADOQUIN	CAT_ESCUELA
CIUDADANO_GUIA	DISTRITO	CAT_HIDROGRAFIA
EDIFICIO	ENTIDAD	CAT_OFMPAL_CRYT
ESCUELA	LIMITE_LOCALIDAD	CAT_PUENTE
HOSPITAL	MANCHA_URBANA	CAT_RED
IGLESIA	MANZANA	CAT_SENTIDO
INSTALACIONES_BANCARIAS	MUNICIPIO	CAT_STATUS_HIDROGRAFIA
INSTALACIONES_DEPORTIVAS	PASTO	CAT_STATUS_MZ_LOC
LOCALIDAD	PUENTE	CAT_TIPO
MERCADO	SECCION	CAT_TIPO_MODULO
MODULO	<b>GEOMETRY TYPE COMPOUND</b>	CAT_VIALIDAD
OFICINA_GUBERNAMENTAL	CASILLA	
OFICINA_MUNICIPAL	COLONIA	
OFMPAL_CRYT	COLONIA_PUNTUAL	
PLAZA_MONUMENTO	CURVA_NIVEL	
PUNTOS_CONTROL	FERROCARRIL	
VOCAL_DISTRICTAL_DEL_RFE	HIDROGRAFIA	
VOCAL_EJECUTIVO_DISTRICTAL	LINEA_METRO	
VOCAL_EJECUTIVO_ESTATAL	LITORAL	
VOCAL_ESTATAL_DEL_RFE	RASGO_COMPLEMENTARIO	

Figura 2.17 Rasgos de la Base Geográfica Digital Electoral del Estado de México.

## CAPITULO 3

### VALIDACIÓN DEL PARÁMETRO EXACTITUD POSICIONAL

#### 3.1 Especificaciones del usuario y/o producto

La *exactitud posicional* según ISO 19113(2002) refleja la cercanía de los valores de las observaciones realizadas con respecto a los valores reales o aceptados como verdaderos, es decir, es la fidelidad, desde el punto de vista de su ubicación espacial, con que son reproducidos los objetos del mundo real.

1. La Base Geográfica Electoral del Estado de México y el espacio de trabajo deben tener los parámetros siguientes:

- Debe de utilizar la Proyección Cartográfica U.T.M (Universal Transversa de Mercator).
- Zona Geográfica 14, Hemisferio Norte.
- Datum Geodésico WGS84.

2. No deben de existir modificaciones en límites seccionales, excepto en casos de reseccionamiento o casos complejos<sup>1</sup>.

3. Las vías de comunicación y las vialidades digitalizadas deben describir cercanía con respecto a sus posiciones verdaderas.

---

<sup>1</sup> El reseccionamiento se refiere a dividir secciones que se encuentran fuera de rango, entre 50 y 1500 ciudadanos. Los casos complejos, son aquellos casos de actualización cartográfica, tanto en área rural como urbana que afectan los límites seccionales, municipales y distritales.

### 3.2 Tipos de errores en el parámetro exactitud posicional

1. Se ha observado que la asignación de la proyección cartográfica a la base de datos no es la correcta, lo mismo ocurre con el espacio de trabajo, esto sucede cuando importamos toda la base a una nueva base de datos e ignoramos los parámetros establecidos para definir el sistema de coordenadas.

2. Se han detectado secciones electorales<sup>2</sup> que cambian su configuración espacial o geométrica de un corte anterior con respecto a un corte actual, las secciones electorales no deben de cambiar en su configuración excepto por motivos de reseccionamiento o por casos complejos, estos casos requieren análisis técnico y jurídico.

3. Un error de carácter práctico surge cuando un operador / trazador inexperto cae en la duda de cómo digitalizar, otra causa posible es una mala lectura de un receptor GPS, mala configuración del equipo y una mala interpretación de los datos y por consiguiente una mala digitalización. También tenemos que tomar en cuenta el uso de imágenes de satélite, fotografías aéreas y otros tipos de archivos que no están georreferenciados o que presenta una georreferenciación diferente a la especificada.

### 3.3 Procesos de validación en el parámetro exactitud posicional

Para cumplir con la especificación del sistema de coordenadas del Estado de México lo precisamos en el menú de Geomedia Professional de la siguiente manera:

---

<sup>2</sup> Unidad básica de empadronamiento ciudadano, constituida según la ley por un mínimo de 50 ciudadanos y un máximo de 1,500.

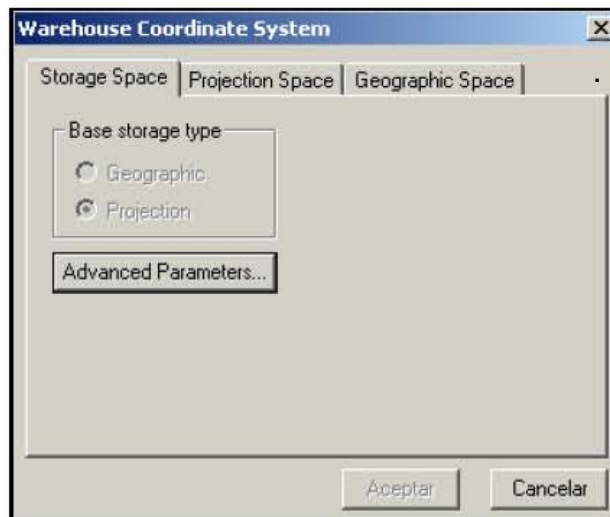
*Warehouse* → *Warehouse Coordinate System* → *Storage Space* → *Projection Space* → *Projection Parameters* → *Geographic Space* (véase la secuencia de la figura 3.1).



1. Seleccionar Warehouse Coordinate System.

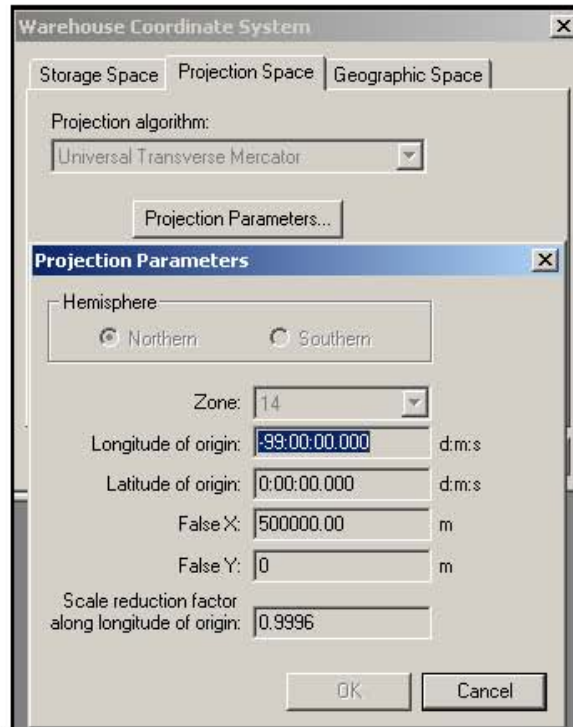


2. Se selecciona la conexión disponible.

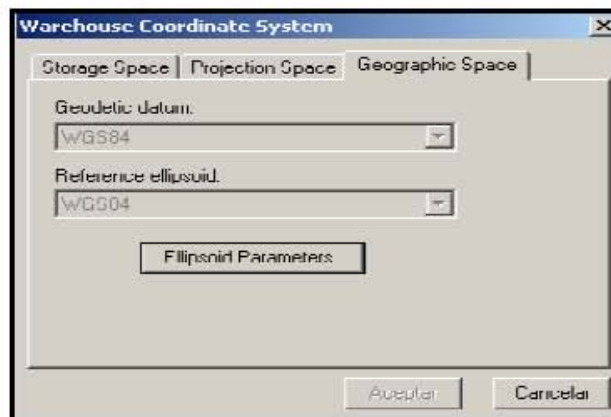


3. Seleccionamos Projection de la pestaña Storage Space.





4. Seleccionamos la proyección UTM, su zona geográfica y el hemisferio en donde se encuentra la entidad federativa.



5. Seleccionamos el Datum Geodésico WGS84.

Figura 3.1 Georeferencia de la base de datos.

De esta manera garantizamos que la Base Geográfica Digital del Estado de México esta correctamente georreferenciada.

Para adecuar el espacio de trabajo a la base de datos lo definimos en el menú de *View* → *Geoworkspace Coordinate System*, los parámetros especificados son los mismos que la base de datos (véase figura 3.2).

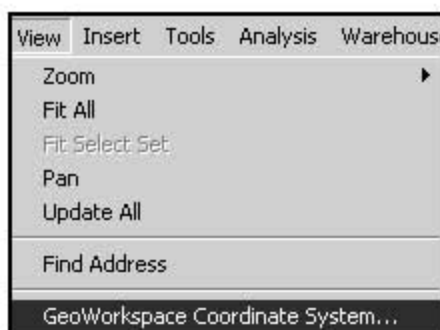


Figura 3.2 Definición del Geoworkspace, aparecen las pantallas anteriores para definir el espacio de trabajo.

De esta manera garantizamos el trabajar con el espacio geográfico correspondiente a las especificaciones del usuario y / o productor.

Para identificar aquellas secciones electorales que han sido modificadas en su configuración sin motivo aparente, hacemos un comparativo de la base actual con un corte anterior, el procedimiento es el siguiente:

1. Hacemos dos conexiones desde geomedia, una con el nombre de base actual y la otra con el nombre de base anterior (véase figura 3.3).

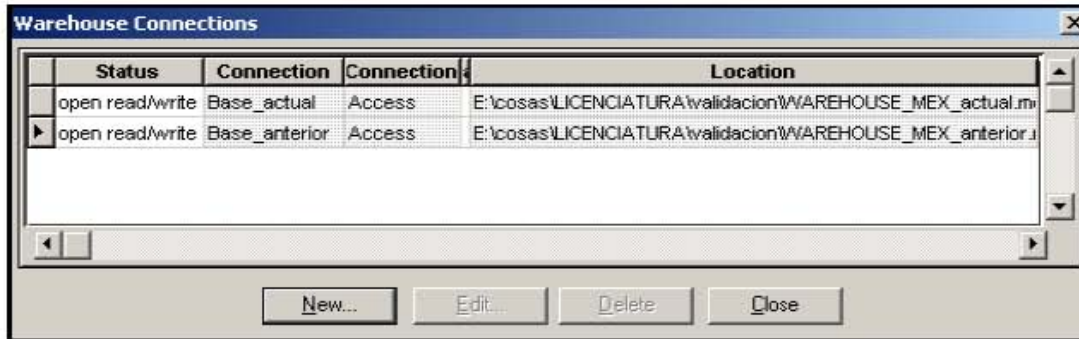


Figura 3.3 Conexión a las bases geográficas digitales.

- Obtenemos el área de las secciones electorales de ambas bases de la manera siguiente, comenzamos con la base anterior (véase figura 3.4).

*Analysis* → *Analyze geometry* → *base\_anterior* → *sección* → *área* → *m* → *m2* → *(nombre asignado = area\_anterior)* → *ok*.

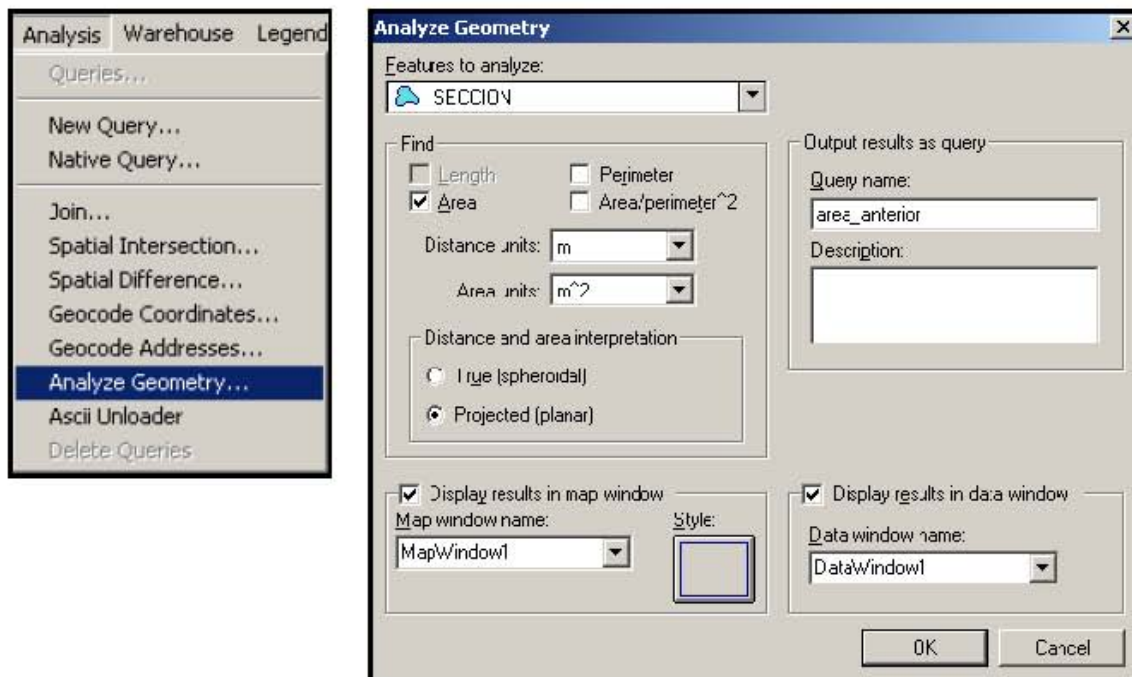


Figura 3.4 Procedimiento para el cálculo del área.

- Repetimos la misma secuencia pero ahora con la base actual: *Analysis* → *Analyze geometry* → *base\_actual* → *sección* → *área* → *m* → *m2* → (*nombre asignado = area\_actual*) → *ok*.

En este momento tenemos el área de las secciones electorales de ambas bases como una consulta, en la figura 3.5 observamos el mapa con las secciones electorales y la ventana de datos con los atributos de las secciones y con su respectivo cálculo de área.

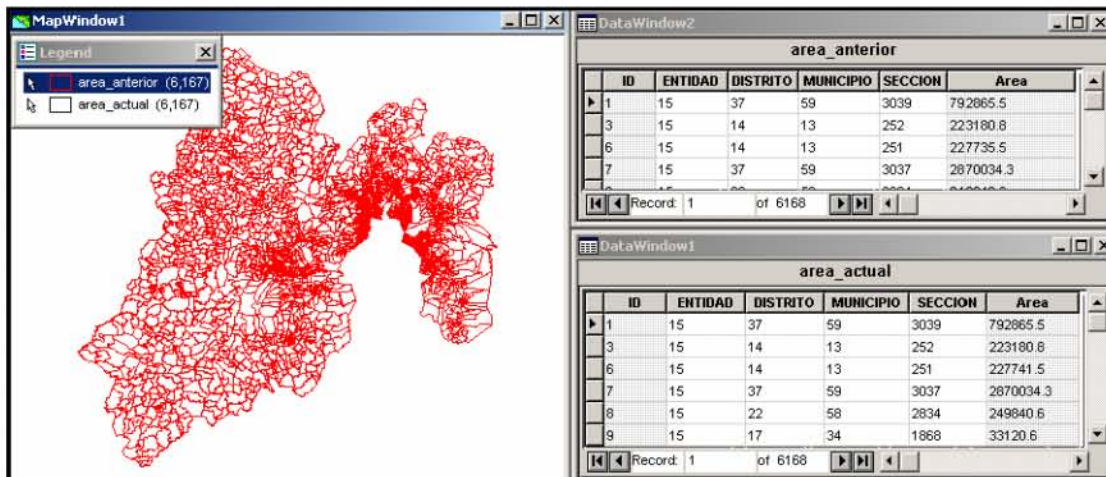


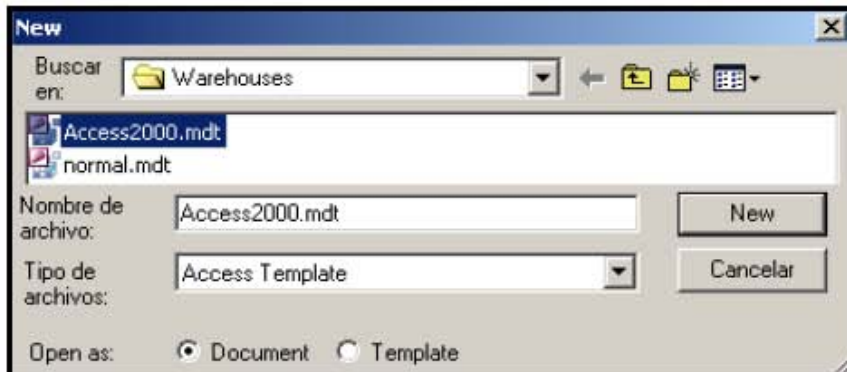
Figura 3.5 Obtención del área de las secciones electorales de ambas bases.

Para poder manipular la información obtenida y sin modificar el modelado original de la base geográfica digital, realizamos lo siguiente (véase la secuencia de la figura 3.6).

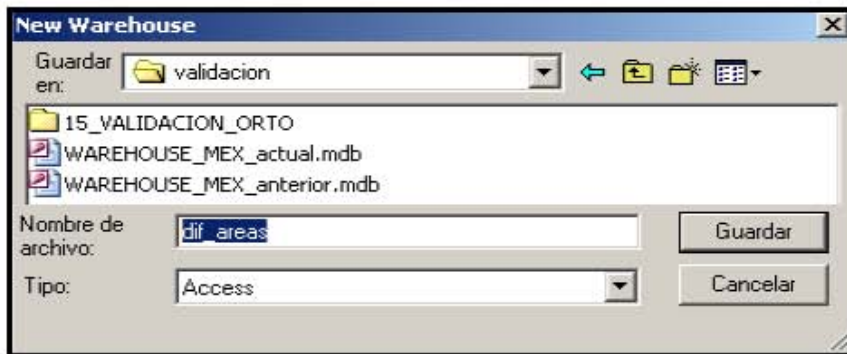
- Creamos una nueva base de datos; *Warehouse* → *New Warehouse* → *Access2000* → *New* → *ruta* → (*nombre asignado = dif\_areas*) → *guardar*.



1. Seleccionar nueva base de datos.



2. Seleccionar el formato Access 2000.



3. Asignar ruta de ubicación del archivo y nombre

Figura 3.6 Secuencia de pasos para crear un warehouse.

2. Convertimos las consultas `area_anterior` y `area_actual` en rasgos y los guardamos en la base de datos `dif_areas`, el procedimiento es el siguiente (véase figura 3.7).

*Warehouse* → *Output to feature class* → *Queries* → *area\_actual* → *dif\_areas* → *nombre asignado = area\_actual*) → *ok*.

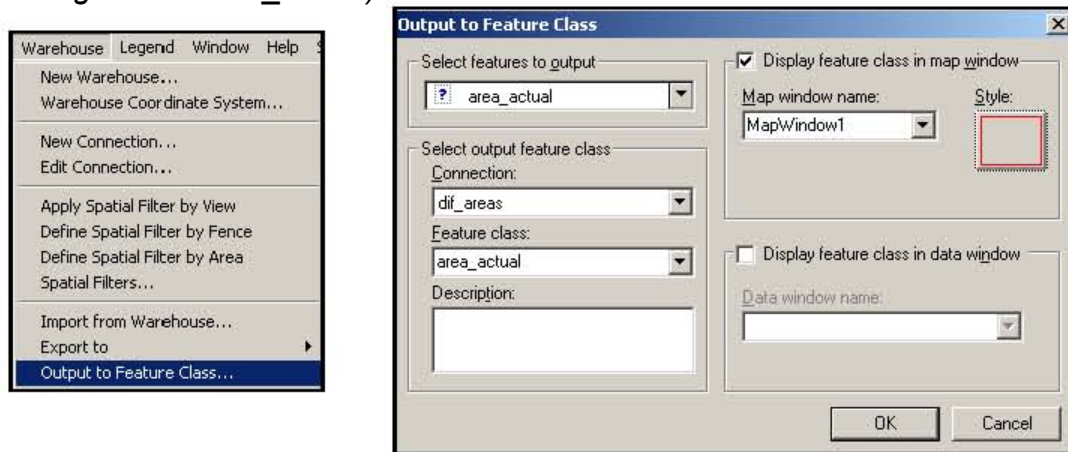


Figura 3.7 Conversión de consulta a rasgo.

Repetimos la misma operación pero ahora con la base anterior; *Warehouse* → *Output to feature class* → *Queries* → *area\_anterior* → *dif\_areas* → *nombre asignado = area\_anterior*) → *ok*.

En este momento debemos de tener la siguiente información; tres conexiones que corresponden a la base actual, la base anterior y la base dif\_areas (véase figura 3.8), dentro de la base dif\_areas debemos tener los rasgos area\_actual y area anterior (véase figura 3.9).



Figura 3.8 Conexiones.

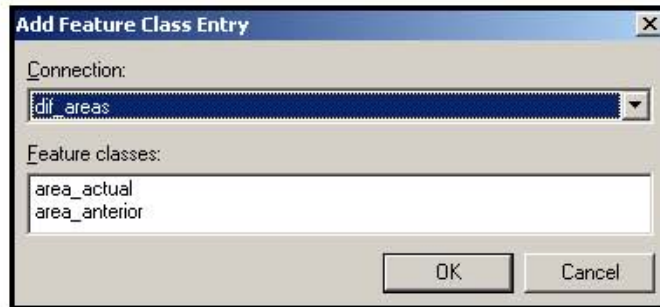


Figura 3.9 Contenido de la base dif\_areas.

A continuación se edita el atributo área de los rasgos area\_actual y área\_anterior con los mismos nombres de la manera siguiente (véase figura 3.10 y 3.11).

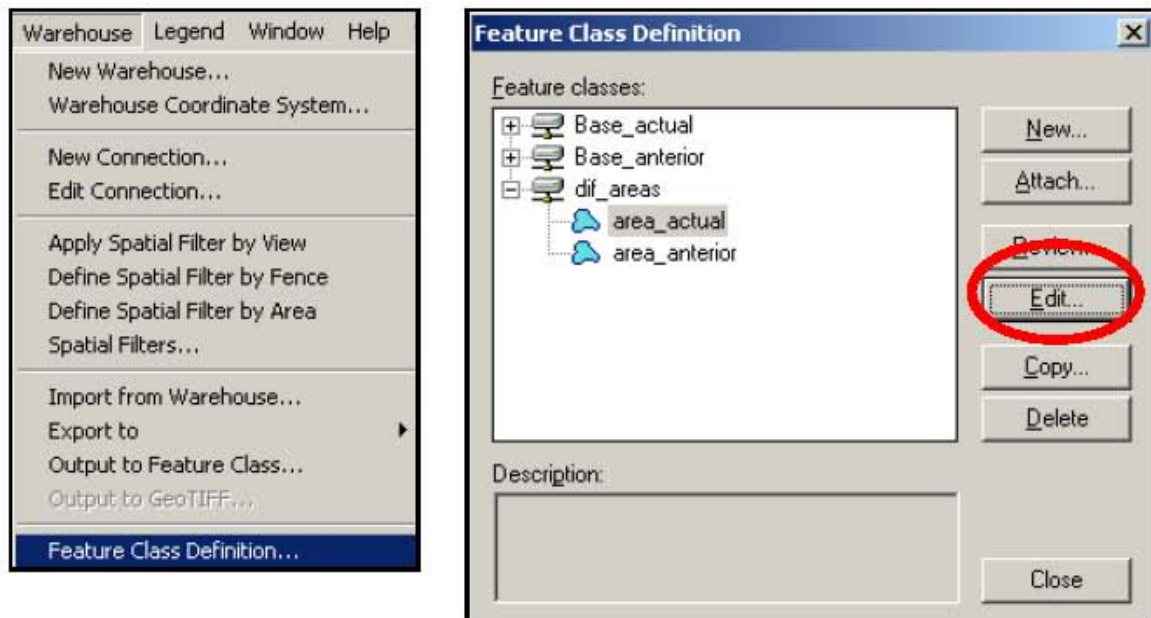


Figura 3.10 Selección de la herramienta de edición.

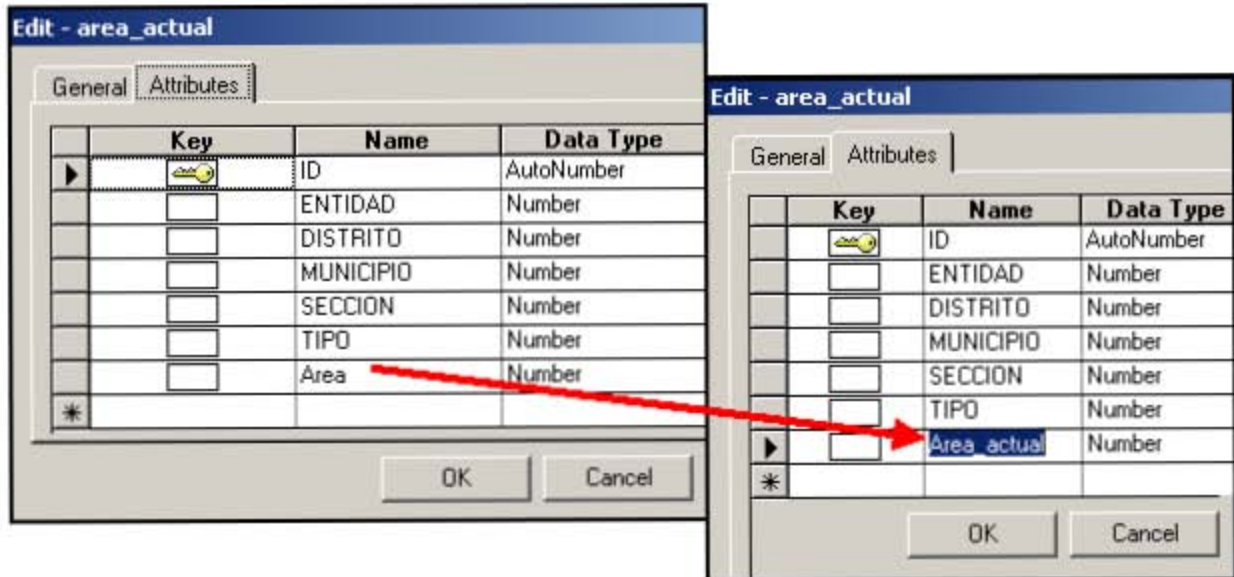


Figura 3.11 Se renombra el atributo área.

Hacemos el mismo procedimiento para editar el atributo área del rasgo `area_anterior`, esto con la finalidad de no confundirnos y de hacer claro el procedimiento.

3. Ligamos los rasgos `area_actual` y `area_anterior` teniendo en común el campo de sección, el tipo de join es inner, es decir, la relación de la unión va hacer uno a uno, obtenemos una consulta la cual le asignaremos el nombre de `compara_areas`, obsérvese la figura 3.12.



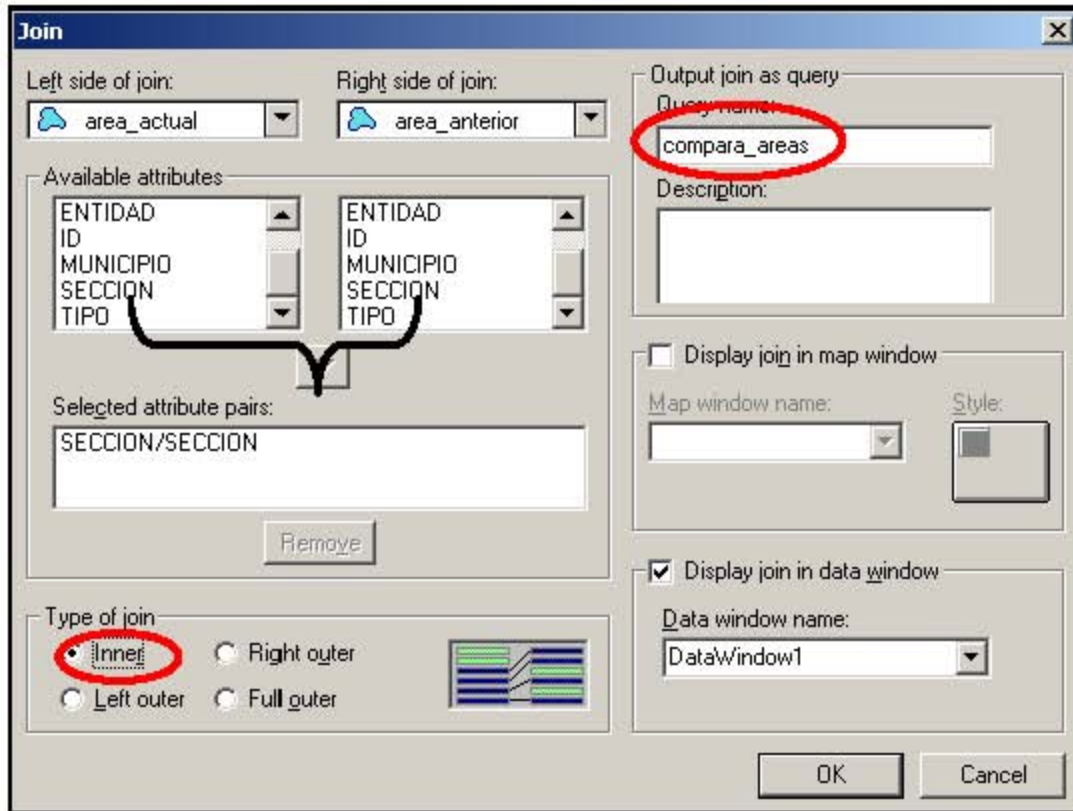


Figura 3.12 Ambos rasgos son ligados por el atributo sección y el tipo de relación es uno a uno.

Convertimos la consulta `compara_areas` en rasgo con el mismo nombre dentro de la base `dif_areas` (véase figura 3.13).



Figura 3.13 Conversión de query a feature.

4. Abrimos la base dif\_areas desde Access y hacemos la siguiente consulta con la tabla compara\_areas (véase figura 3.14).

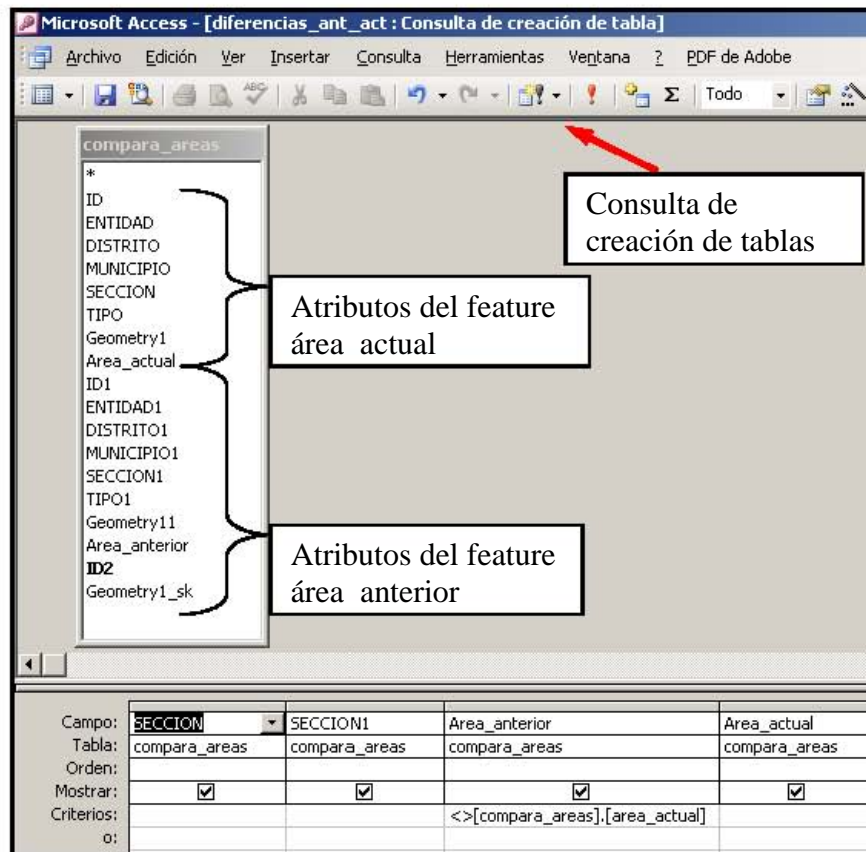


Figura 3.14 Consulta desde Microsoft Access.

La ejecución de la consulta dará como resultado la creación de una tabla nueva con el nombre de *area\_tablas*, en donde únicamente se filtra la información de la sección electoral de la base actual y de la base anterior y sus áreas (véase figura 3.15).

SECCION	SECCION1	Area_anterior	Area_actual
1577	1577	27851	27812.6
1593	1593	28165.1	28136.6

Figura 3.15 Información obtenida a través de la consulta.

5. Una vez creada la tabla *areas\_tablas* hacemos una consulta final en donde se observaran aquellas secciones que han cambiado su configuración significativamente y que en su momento tendrán que fundamentar esos movimientos (véase figura 3.16).

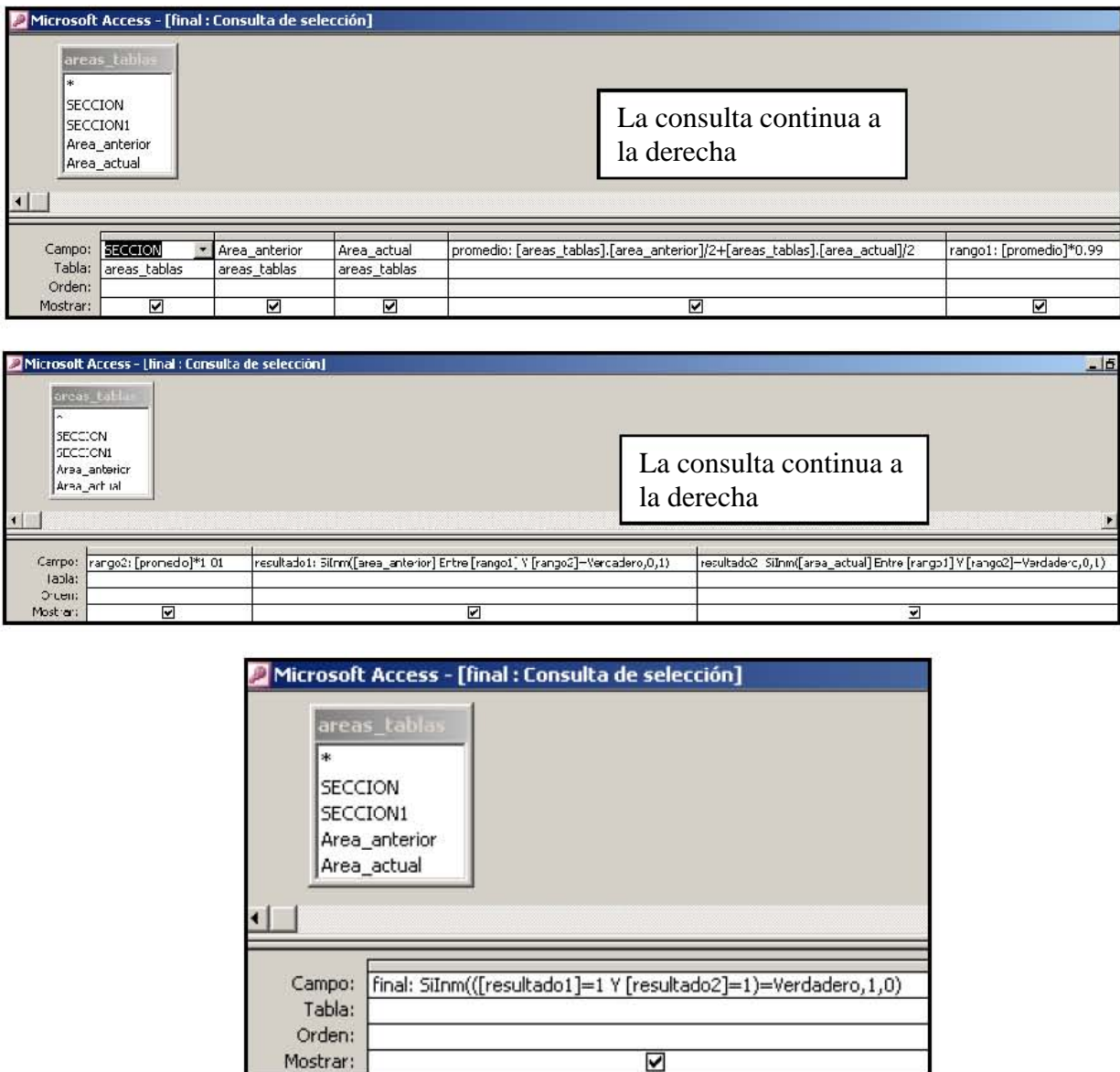


Figura 3.16 La consulta muestra las áreas, obtiene su promedio, establece un rango de más menos 1% de área tolerable, establece resultados y finalmente compara los resultados.

El resultado final es el siguiente:

Microsoft Access - [Final : Consulta de selección]										
SECCION	Area anterior	Area actual	promedio	rango1	rango2	resultado1	resultado2	final		
2330	4146838	5454231.2	48000534.6	4752529.254	4848539.946	0	1	0		
4482	2219933.1	2106120.1	2163026.6	2141396.334	2184656.866	1	0	0		
2894	96932.5	100015.8	98474.15	97489.4085	99458.8915	0	1	0		
893	251666.9	264520.1	258088.5	255507.615	260669.385	0	1	0		
5934	2635931.1	2465909.6	2550650.35	2525143.8465	2576156.8535	1	0	0		
502	8122074.1	8467920.2	8294997.15	8212047.1785	8377947.1215	0	1	0		
2310	11216208.6	13069978.7	12143093.7	12021662.7135	12264524.5865	0	1	0		
1096	10925121.6	10594676	10759898.8	10652299.812	10867497.788	1	0	0		
2329	7501051.6	6194028.5	6847540.05	6779064.6495	6916015.4505	1	0	0		
4472	3958141	4073123.6	4015632.3	3975475.977	4055788.623	0	1	0		
2333	3543621.7	3698620.5	3621121.1	3684909.889	3657332.311	0	1	0		
2388	888967.4	786107.2	822537.3	814311.927	830762.673	1	0	0		
691	5063726.6	5187151.7	5125439.15	5074184.7585	5176693.5415	0	1	0		
2773	20564624.7	19125987.7	19845306.2	19648853.138	20043759.262	1	0	0		
2772	14787052.4	14371919.3	14579486.9	14433690.9915	14725280.7085	1	0	0		
3724	632237.9	619109.3	625673.6	619416.864	631930.336	1	0	0		
2459	1757744.1	1634318.6	1696031.35	1679071.0365	1712991.6635	1	0	0		
2314	7593510.2	7438747	7516128.6	7440967.314	7591289.886	1	0	0		
82	607623.9	684223.2	645923.55	639464.3145	652382.7855	0	1	0		
212	9884124.2	9282922.6	9589523.4	9487688.166	9679358.634	1	0	0		
199	861967.4	1463169.1	1162568.25	1150942.5675	1174193.9325	0	1	0		
1456	127273.3	128168.1	127720.7	126443.493	128997.907	1	0	0		
1448	457740.7	457622.5	457681.6	453104.784	462258.416	1	0	0		
1458	107326.8	107263.7	107295.25	106222.2975	108368.2025	1	0	0		
1411	269982.5	269956	269919.25	267220.0575	272618.4425	1	0	0		
1459	57474.7	57285.4	57380.05	56806.2495	57953.8505	1	0	0		
1460	169218	169589.9	169403.95	167709.9105	171097.9895	1	0	0		
1409	60518.2	59937.1	60227.65	59625.3735	60829.9265	1	0	0		
1464	75645.1	75645	75645.05	74888.5995	76401.5005	1	0	0		
1457	102686.8	102753.6	102720.2	101692.998	103747.402	1	0	0		
1407	478405.5	478380.8	478393.15	473609.2185	483177.0815	1	0	0		

Figura 3.17 Valores obtenidos de la consulta.

La consulta final se interpreta de la siguiente manera: en la columna final el cero indica que el área no esta dentro del rango del +/- 1% de área tolerable y esas secciones son las que hay que verificar en ambas bases y fundamentar su cambio de configuración (véase figura 3.17).

El 1 indica que el área esta dentro del rango del +/- 1% de superficie y aunque en su área anterior y área actual no coinciden es por problemas de conectividad.

Para el despliegue de los resultados hacemos unas consultas de las secciones desde Geomedia con resultado final 0, y nos daremos cuenta del cambio de configuración en las secciones de las bases con corte actual y corte anterior.

De los resultados obtenidos tomaremos como ejemplo la sección electoral 82 que tiene 0 como resultado final, esta sección tiene cambio de configuración considerable (véase figura 3.18).

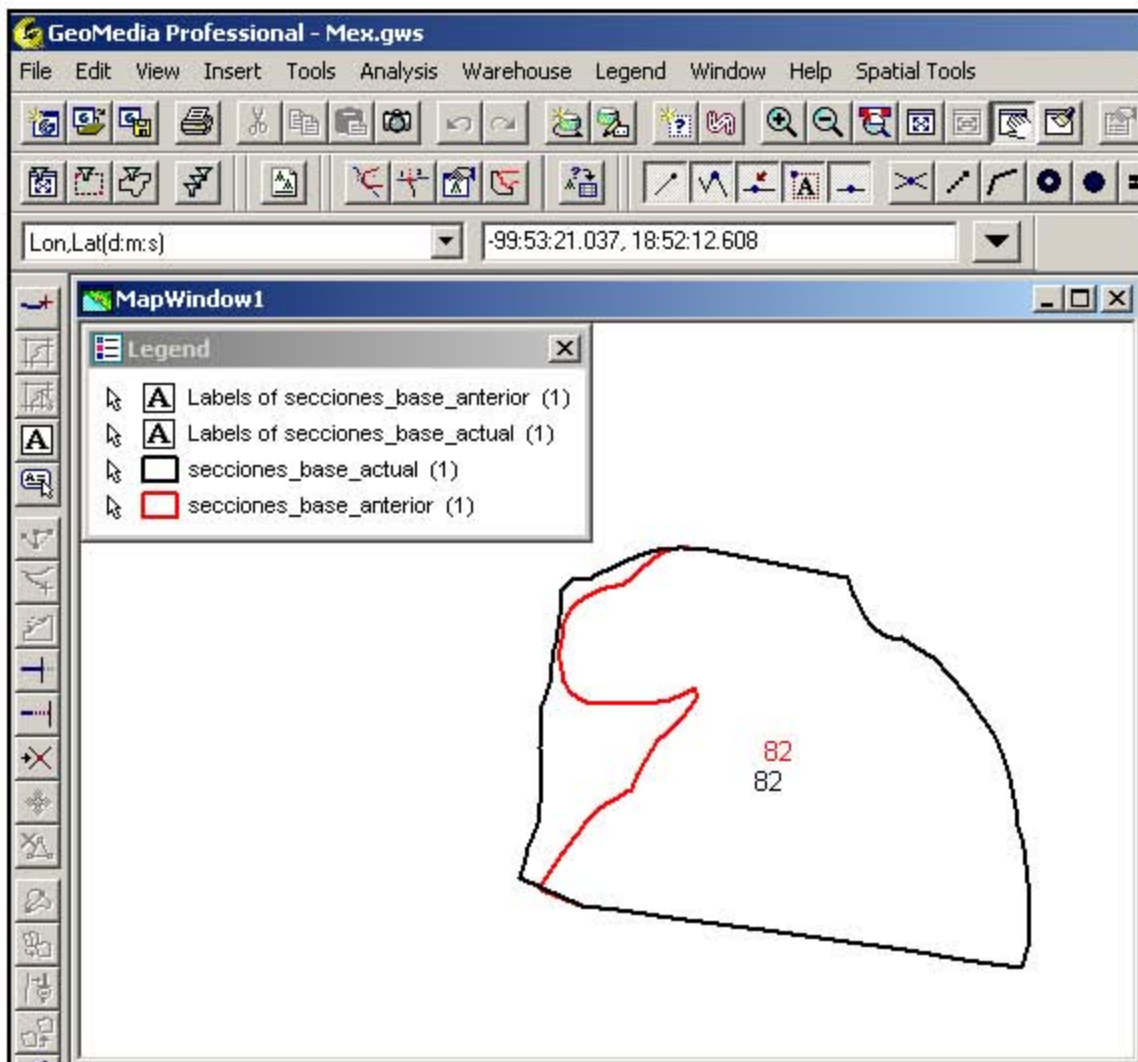


Figura 3.18 Cambio en la configuración de la sección 82 respecto a un corte anterior.

Las secciones con resultado final 1, son secciones que no han sufrido gran cambio en su configuración, pero que sin embargo presentan problemas de conectividad.

La sección electoral 1466 tiene 1 como resultado final, pero gráficamente no afecta la configuración de la sección con respecto a un corte anterior (véase figura 3.19).

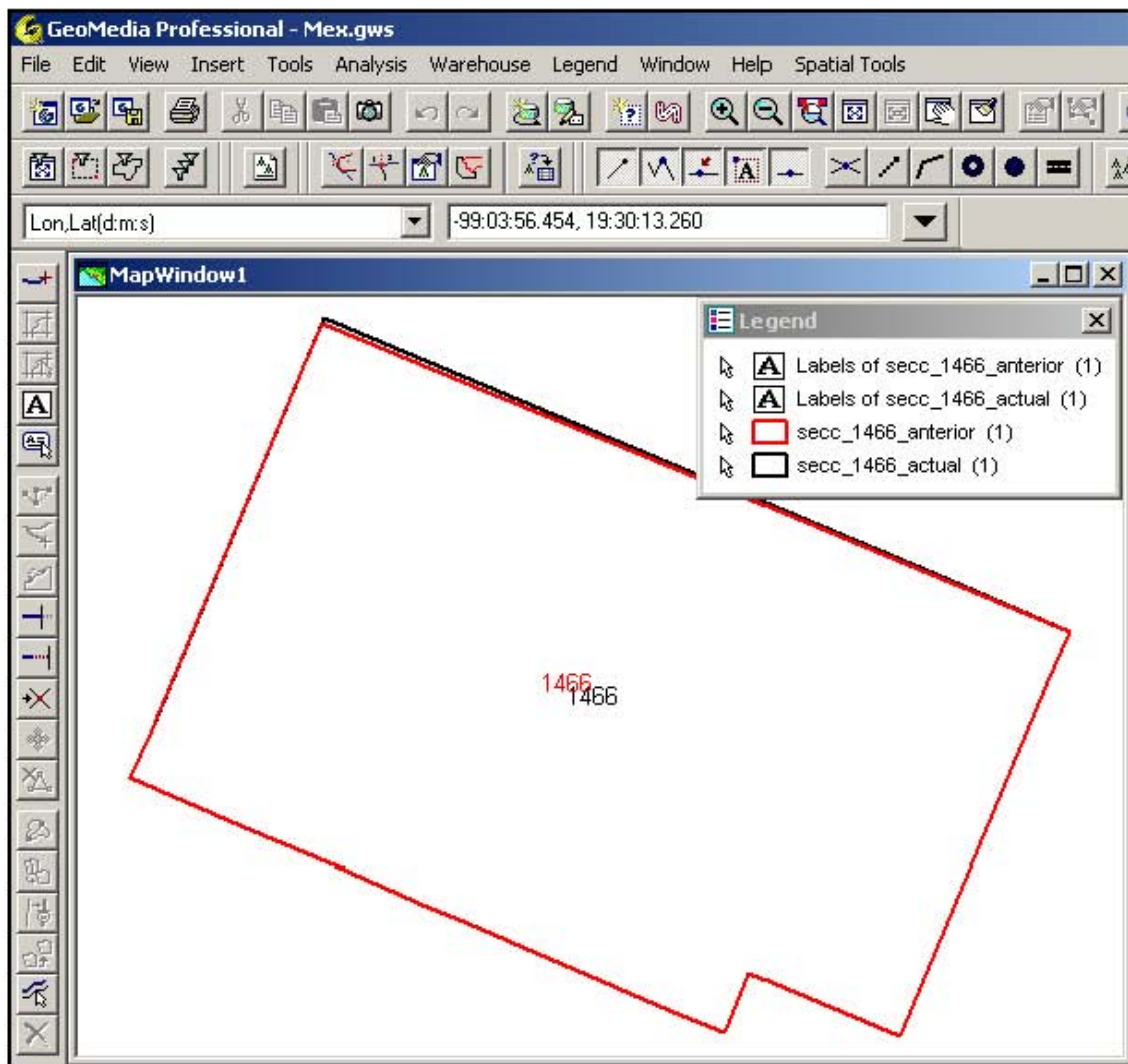


Figura 3.19 Secciones con resultado final 1, no impacta en su configuración.

Finalmente para validar que las vías de comunicación y las vialidades describan cercanía con respecto a sus posiciones verdaderas utilizamos el método *Comparación con las Fuentes*, que expresa lo siguiente: La información se compara con los datos de los cuales ha sido obtenida. Por ejemplo, la información obtenida de la digitalización de un mapa existente se superpone al mapa original para identificar discrepancias (elementos que faltan o elementos que sobran, digitalizaciones dobles, errores en la forma o dimensiones de los elementos.....).<sup>3</sup>

La figura 3.20 muestra la sección electoral con sus manzanas<sup>4</sup> y vialidades digitalizadas.

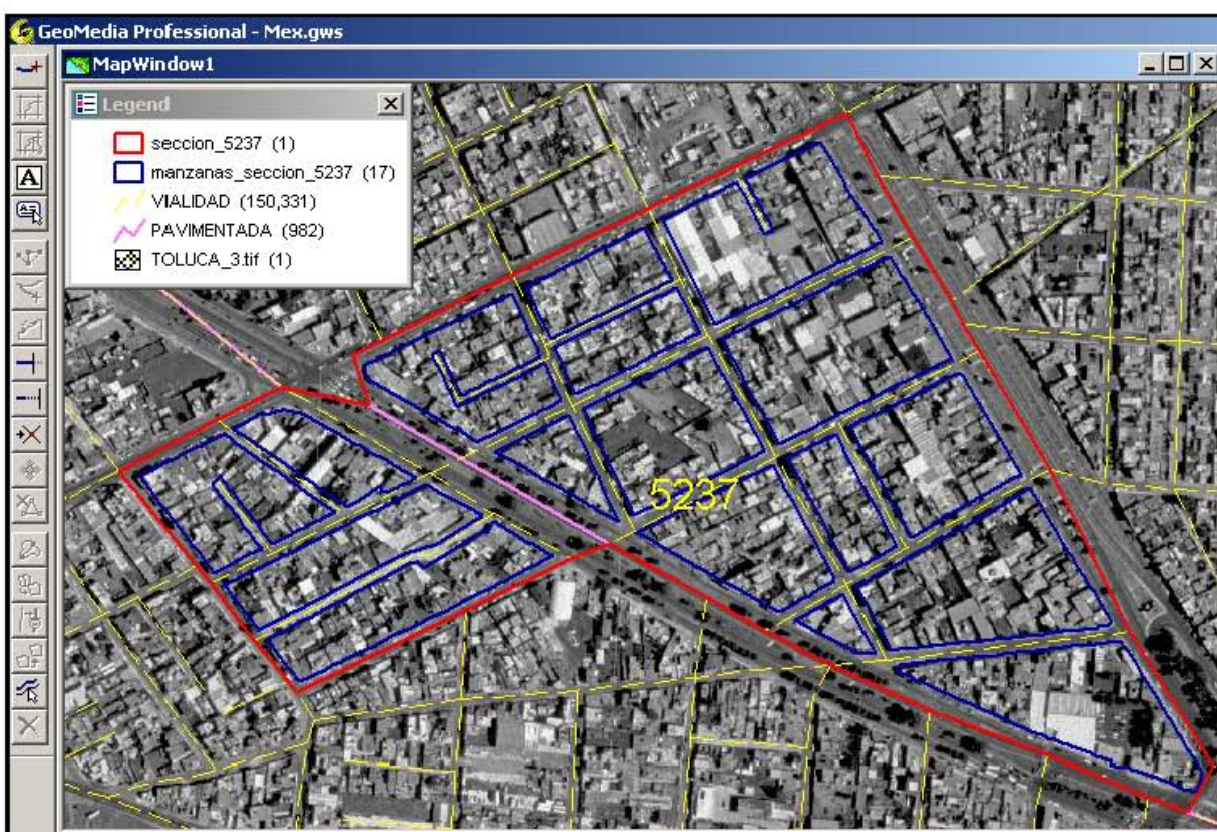


Figura 3.20 Digitalización de secciones, manzanas y vialidades con base en ortofoto.

<sup>3</sup> Ariza, F.J. (2002). Calidad en la producción cartográfica. Ed. Ra-Ma.

<sup>4</sup> Manzana: es la unidad espacial mínima de la Geografía Electoral, delimitada total o parcialmente por vías públicas (avenidas, calles, andadores, etc.)

## CAPITULO 4

### VALIDACIÓN DEL PARÁMETRO EXACTITUD SEMÁNTICA Y VALIDACIÓN DEL PARÁMETRO COMPLECIÓN

#### 4.1 Especificaciones del usuario y/o producto

La *Exactitud Semántica*, da cuenta de los errores de toda aquella información que dota de significado a la geometría.

Para esta validación debe tomarse en cuenta las especificaciones siguientes:

1. Minimización de la redundancia.
2. Integridad de la información capturada con base en los valores establecidos en los catálogos cartográficos.

#### 4.2 Tipos de errores en el parámetro exactitud semántica

Se han detectado los siguientes errores:

- A. Registros sintácticamente incorrectos, Ej: **'Smuel'** es un error sintáctico de **'Samuel'**.
- B. Distintas formas correctas de expresar un valor, Ej: **'IMSS'**, **'INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL'**, **'I.M.S.S.'**
- C. Valores sintácticamente correctos, pero que no coinciden con el valor real, Ej: En este caso, las claves de entidad están cambiados, por lo que también es un error semántico (véase figura 4.1).



Entidad	Clave_Entidad
Distrito Federal	15
México	9




Figura 4.1 Ejemplo inciso C

D. Distintos valores para un campo y sintácticamente incorrecto, Ej: El valor asignado “54” es incorrecto, ya que el valor correcto es 9 y el rango de las entidades es del 1 al 32 (véase figura 4.2).

Entidad	Clave_Entidad
Distrito Federal	54

Figura 4.2 Ejemplo inciso D

E. Caracteres inválidos, Ej: #, ¡ ! , |, “ ”, \*, [ ], { }, < >, @, &, %, °, ¿?, : , =, espacios en blanco al inicio de la captura y registros nulos.

### 4.3 Proceso de validación en el parámetro exactitud semántica

Para la validación del parámetro exactitud semántica, es importante considerar lo siguiente; se crearon catálogos cartográficos para la descripción de determinados atributos, para su control y estandarización, estos catálogos a su vez cuentan con una clave, su descripción y un rango de valores para determinado atributo (véase figura 4.3).



TIPO	NOMBRE
1	PREPRIMARIA
2	PRIMARIA
3	SECUNDARIA
4	MEDIA SUPERIOR
5	SUPERIOR
6	OTRAS

Figura 4.3 Descripción del catálogo escuela.

Tenemos entonces que al digitalizar una escuela capturamos solo el nombre de la escuela y el tipo, teniendo 6 opciones para elegir el tipo de escuela (véase figura 4.4).

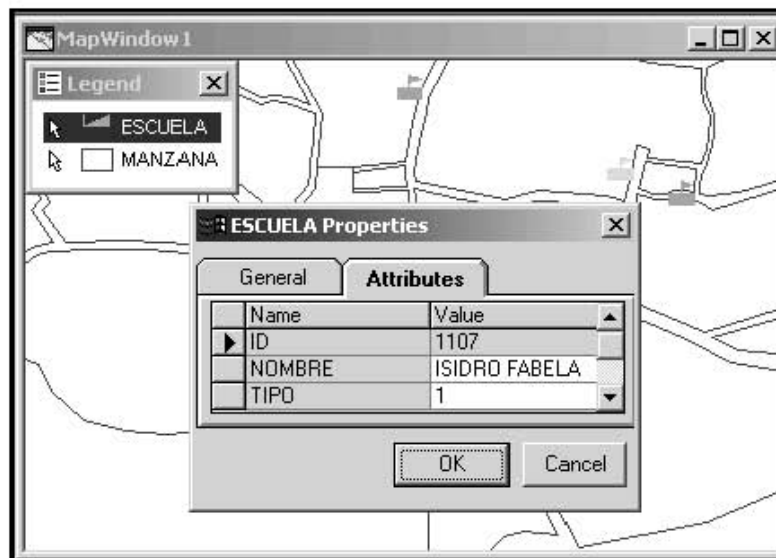


Figura 4.4 Interpretación del tipo 1; Preprimaria Isidro Fabela.

Para el control de la captura de claves, se adecuaron reglas de validación en la base geográfica desde el formato Access, de la manera siguiente:

Abrimos la base geográfica desde Access, seleccionamos la tabla escuela y en vista de diseño definimos la regla de validación (véase figura 4.5).

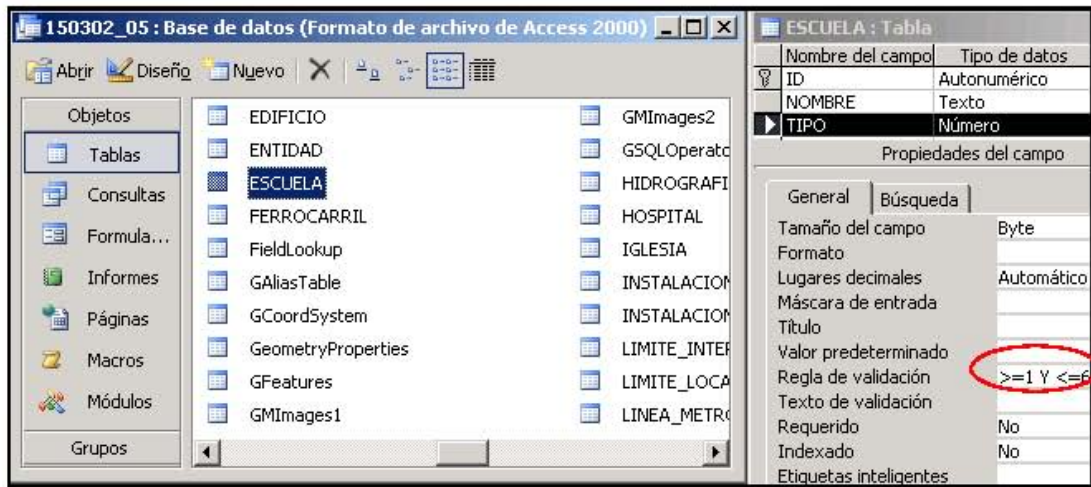


Figura 4.5 Reglas de validación.

El resultado de la aplicación de las reglas de validación según los rangos de los catálogos cartográficos, es erradicar por completo la captura de claves que no están consideradas en los catálogos de la base geográfica digital electoral (véase figuras 4.6 y 4.7).

FEATURE	VALIDACION EN:	RANGOS
COLONIA	CLASIFICACIÓN	>=1 Y <=39 ; 1 COLONIA, 2 FRACCIONAMIENTO, 23 RESINDENCIAL...
MANZANA	STATUS	1 OR 2 ; 1 HABILITADA, 2 INHABILITADA
SECCIÓN	TIPO	>=2 Y <=4 ; 2 URBANO, 3 MIXTO, 4 RURAL
VIALIDAD	CATEGORÍA	>=1 Y <=3 ; 1 PRINCIPAL, 2 ESTANDAR, 3 MENOR
	SENTIDO	-1 OR 0 OR 1 OR 2 ; -1 SENTIDO CONTARIO, 0 DOBLE SENTIDO...
	TIPO	>=1 Y <=21 ; 1 AMPLIACION, 2 ANDADOR, 3 AVENIDA, 4 BOULEVARD...

Figura 4.6 Ejemplos de rasgos que cuentan con catálogos para algunos de sus atributos.

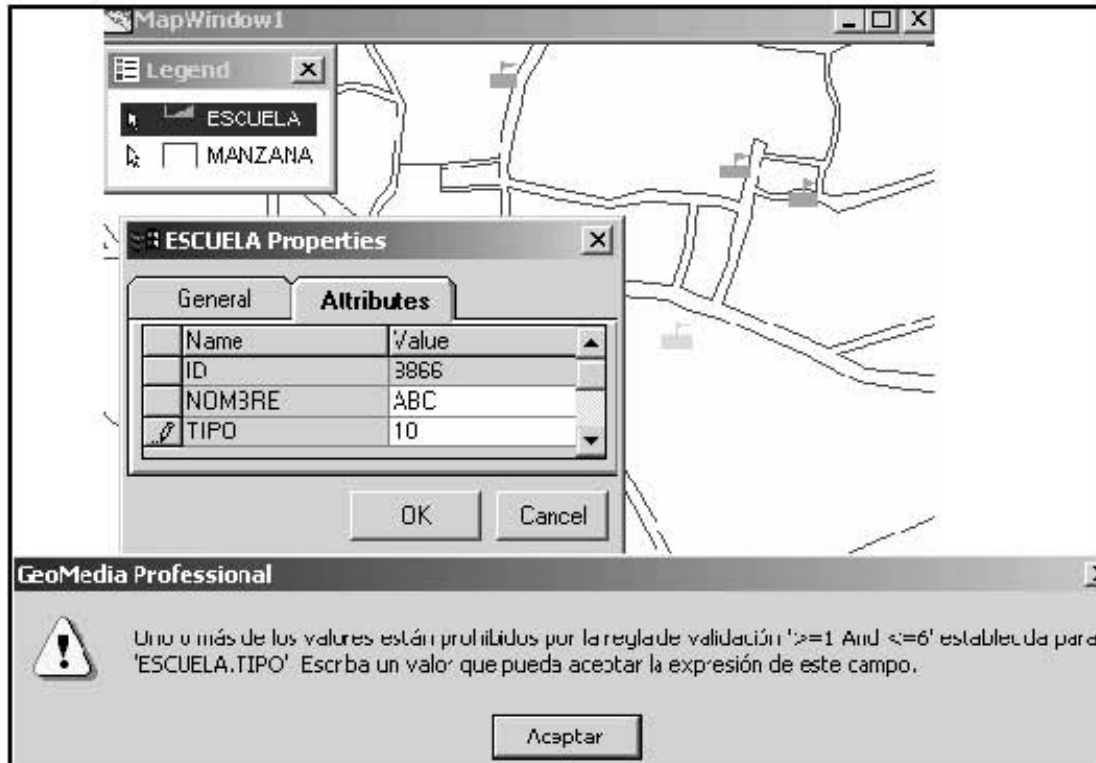


Figura 4.7 Mensaje de error al querer capturar una clave tipo 10, no existente en el catálogo cat\_escuela.

En cuanto a la detección de caracteres inválidos, ¡, !, |, “, \*, [ ], { }, < >, ¿, ?, : , =, etc. , espacios en blanco al inicio de la captura y registros nulos, los detectamos en una primera revisión de la siguiente manera:

Abrimos la base desde Access, seleccionamos y abrimos la tabla escuela y ordenamos ascendente y descendentemente cada uno de los atributos, de esta manera podemos observar a primera instancia, nulos (sin captura) y espacios en blanco al inicio de la captura (véase figura 4.8).

ID	Nombre	TIPO
2790		3
6276		2
1291		2
923		3
5736		1
2996	12 DE OCTUBRE>	3
6128	1	1
6091	1 DE MBAYO]	3
1726	144	3
8173	ABRIL	1
1447	ACADEMIA DE POLICIA	6
3622	ACADEMIA MADDOX	2
7421	MUNDO MAGICO	1
704	NABOR CARRILLO FLORES	3
4063	10 DE ABRIL	1
8007	114%	4
3886	12 DE OCTUBRE<	2
8866	#, ¡, !, ", *, [ ], { }, < >, @, &	
4740	1 2 3 CANDY!	1

Figura 4.8 Orden ascendente de los atributos Nombre y Tipo para detectar espacios en blanco al inicio de la captura y registros nulos.

También podemos hacer unas consultas más específicas para detectar los espacios en blanco al inicio de la captura y los registros sin captura, de la manera siguiente:

Abrimos la base desde Access, en la parte de *Objetos* encontramos el apartado de Consultas, creamos una consulta en vista de diseño y seleccionamos la tabla, en este caso seleccionaremos la tabla escuela para ejemplificar, quedando de la manera siguiente (véase figuras 4.9 y 4.10).

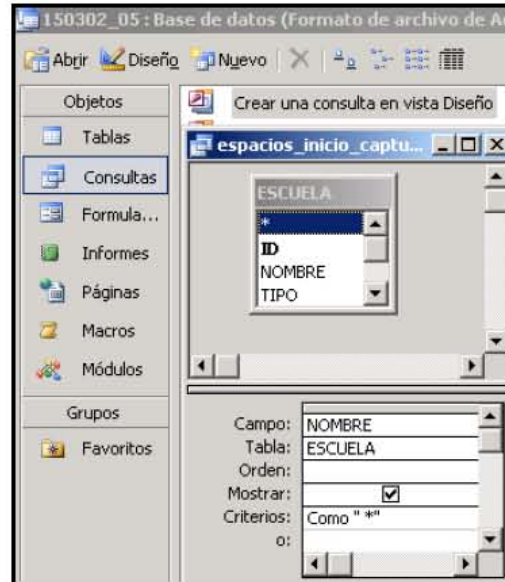


Figura 4.9 Diseño y sintaxis (Como " \*") de la consulta para detectar espacios al inicio de la captura, obsérvese la sintaxis, comillas dobles espacio asterisco seguido de comillas dobles.

NOMBRE
12 DE OCTUBRE>
1
1 DE MBAYO
144
ABRIL
ACADEMIA DE POLICIA
ACADEMIA MADDOX
MUNDO MAGICO
NABOR CARRILLO FLORES
10 DE ABRIL
114%
12 DE OCTUBRE<
*

Figura 4.10 Resultado de la ejecución de la consulta, registros con espacios al inicio de la captura.

Para obtener los registros sin captura (nulos) en cualquiera de sus atributos hacemos otra consulta de selección de la siguiente manera (véase figura 4.11).

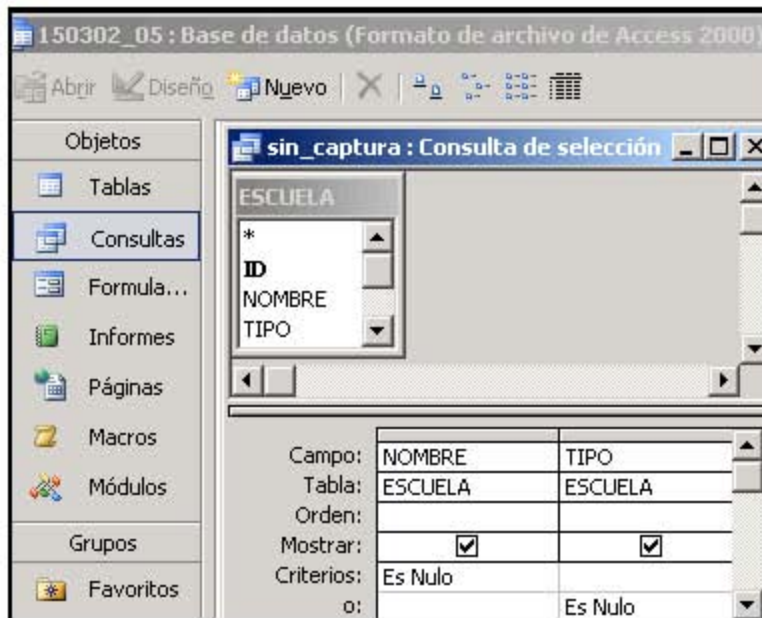


Figura 4.11 Consulta de selección para obtener registros sin captura en cualquiera de sus atributos. Obsérvese que la sintaxis **Es Nulo** debe de ir de manera escalonada según el número de atributos.

El resultado de la consulta de selección es el siguiente (véase figura 4.12).

The screenshot shows the results of the 'sin\_captura' query. The results are displayed in a table with columns 'NOMBRE' and 'TIPO'. The first few rows are empty, and the last few rows contain names and IDs.

NOMBRE	TIPO
	2
	1
	2
	1
NEFTALI RICARDO REYES	
NEREO ALANIS ZAMUDIO	
NEZAHUALCOYOTL	
NEZAHUALCOYOTL	
Nc 90	

Figura 4.12 Registros que en alguno de sus atributos no cuentan con captura.

Para desplegar los registros sin captura y los espacios en blanco al inicio de la captura desde Geomedia realizamos las siguientes consultas (véase figura 4.13 y 4.14).

*Menú* → *Análisis* → *New Query* → Seleccionamos el rasgo ESCUELA → *Filter...* agregamos la siguiente sintaxis; **NOMBRE LIKE '\*'** or **NOMBRE is null OR TIPO is null** → *Name*: espacios\_inicio\_captura\_y\_nulos → *OK*.

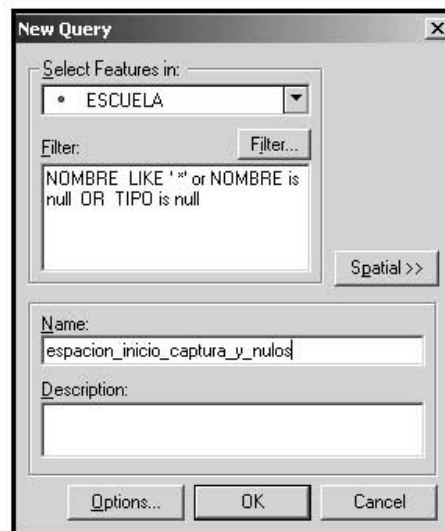


Figura 4.13 Sintaxis para obtener registros nulos y registros con espacios al inicio de la captura.

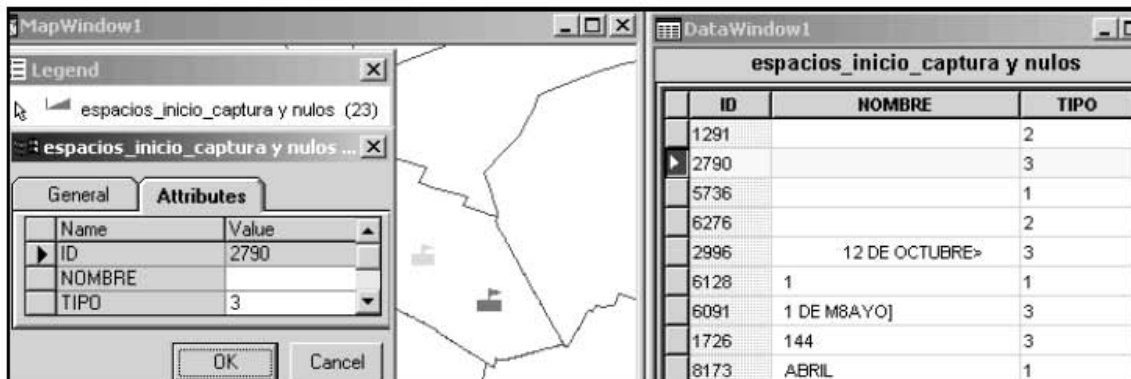


Figura 4.14 Detección de nulos y espacios en blanco en el rasgo escuela.



En el caso de los caracteres inválidos los detectaremos primeramente en la base de datos desde el formato Access y posteriormente desde el sistema de información geográfica geomedía.

Abrimos la base desde el formato Access, buscamos la parte de objetos, seleccionamos consultas y abrimos una consulta en vista de diseño (véase figura 4.15).

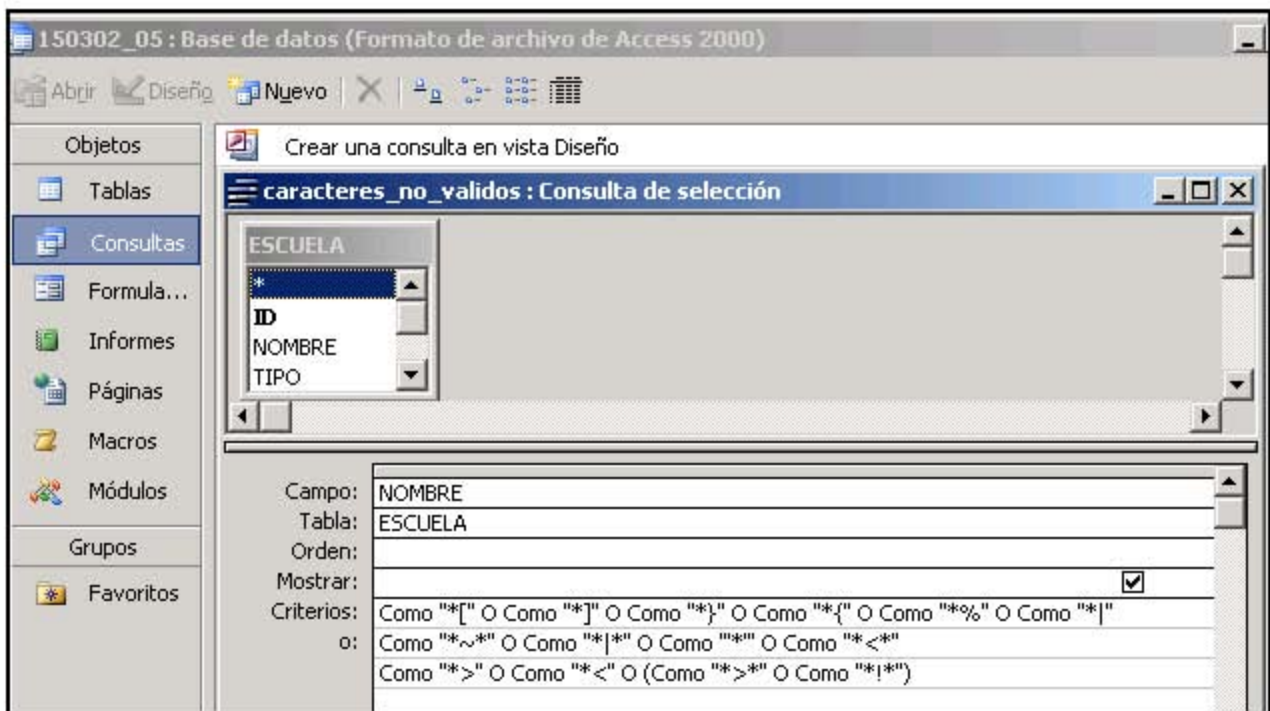


Figura 4.15 Consulta de selección para obtener caracteres inválidos como ¡, !, |, “, [, ], {, }, <, >, @, %.

La estructura de la sintaxis en Access para detectar caracteres inválidos comienza con comillas dobles seguido de un asterisco que representa una cadena de texto seguido de cualquier carácter considerado como inválido, cerramos la expresión con comillas dobles, Ej: Como " > " , esta expresión nos devuelve una cadena de texto que a su interior contenga el signo > (véase figura 4.16).

NOMBRE
NEREO I ALANIS ZAM UDIO
14<2
13!7
12 DE OCTUBRE>
12 DE OCTUBRE<
15 DE MA>YO
TLAQUILLOCAN{
MARIA MONTESSORI<
HUITZILIHUITL CAPULLIN>
DIEGO RIVERA!
CARMEN SERDAN}
CUAUTLA]
123 CANDY{
"NEZAHUALCOYOTL"
1 DE JULIO}
1 DE MBAYO]
13 DE MAYO]
NEZAHUAL~COYOTL
114%

Figura 4.16 Resultado de la ejecución de la consulta para detectar caracteres no validos; este tipo de inconsistencias por lo regular son típicamente llamados “dedazos”.

Para detectar los caracteres inválidos desde geomedia hacemos la siguiente consulta:

*Menú* → *Análisis* → *New Query* → Seleccionamos el rasgo ESCUELA → *Filter...* agregamos la siguiente sintaxis; nombre like '\*<' or nombre like '\*>' or nombre like '\*%' or nombre like '' or nombre like '\*]' or nombre like '\*{' or nombre like '\*}' or nombre like '\*@' or nombre like '''' or nombre like '\*<\*' or nombre like '\*|\*' or nombre like '\*!' or nombre like '\*|' or nombre like '\*=' or nombre like '\*~\*' → *Name: caracteres\_invalidos* → *Ok* (véase figura 4.17).

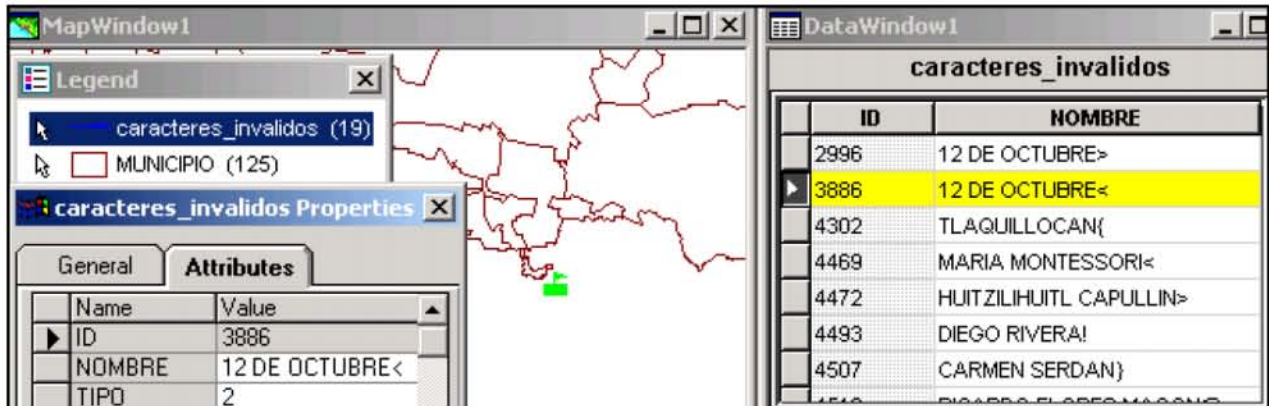


Figura 4.17 Visualización de caracteres inválidos desde geomedia aplicando consultas con lenguaje SQL.

En cuanto a las distintas formas correctas de expresar un valor, Ej: 'IMSS', 'INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL', 'I.M.S.S.', se hace un barrido por rasgo, desde el formato Access o desde la ventana de datos en geomedia, se ordenan los registros de manera ascendente y hacemos el barrido a manera de desplegar las distintas formas de expresar un valor y unificar la captura (véase figura 4.18).

ID	NOMBRE
1614	7o DIA
1498	8A APOSTOLICA DE LA FE EN CRISTO
571	8A DEL NAZARENO
1438	ADUENTISTA DE 7o DIA A R
1341	ADVENTISTA
739	ADVENTISTA DE TODOS LOS DIAS PANTITLAN
1652	ADVENTISTA DEL 7 DIA
1507	ADVENTISTA DEL 7mo DIA
1146	ADVENTISTA DEL 7mo DIA
725	ADVENTISTA DEL 7mo DIA
1570	ADVENTISTA DEL 7mo DIA
1638	ADVENTISTA DEL 7o DIA
1488	ADVENTISTA DEL SEPTIMO DIA
1633	ADVENTISTA DEL SEPTIMO DIA
394	ADVENTISTA DEL SEPTIMO DIA
1426	ADVENTISTA DEL SEPTIMO DIA
606	AGUSTINIANA DE CRISTO REY DE STA MONICA
580	AGUSTINIANA DE SANTA TERESITA DEL NIÑO J
218	ALIANZA CRISTIANA MISIONERA
1379	ANTIGUA SEÑOR DE CHALMA
1094	ANTIOQUIA
1330	ANTIOQUIA ICIPAR

Figura 4.18 Tabla iglesia en orden ascendente, obsérvese las distintas formas de capturar ADVENTISTA DEL SEPTIMO DIA.

La minimización de la redundancia consiste en no repetir la información contenida en los atributos (véase figura 4.19).

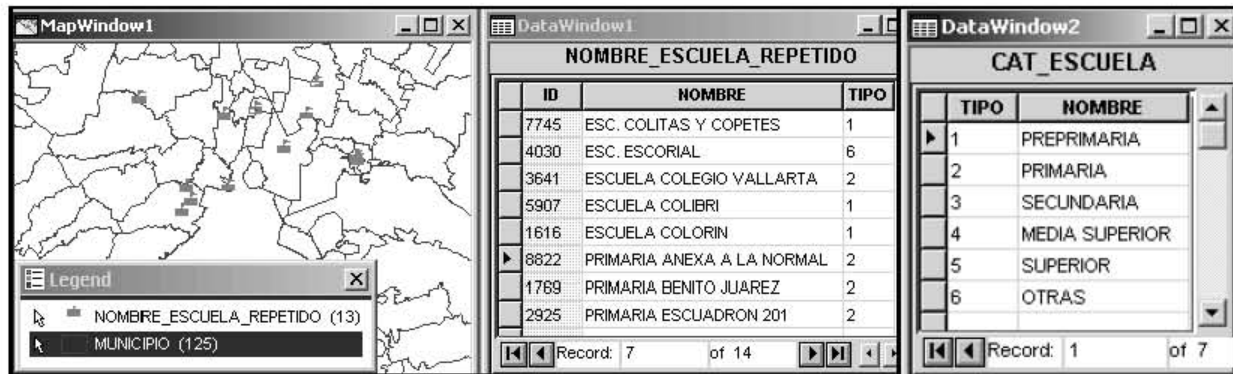


Figura 4.19 Redundancia de información al capturar el nombre o la abreviatura del rasgo ESCUELA y redundancia del tipo de escuela al capturar PRIMARIA ya que esta codificado como tipo 2 en el CAT\_ESCUELA.

Para poder representar la información redundante realizamos la siguiente consulta desde Geomedia Professional:

*Menú* → *Análisis* → *New Query* → Seleccionamos el rasgo ESCUELA → *Filter...* agregamos lo siguiente: `NOMBRE LIKE 'ESC*' OR NOMBRE LIKE 'PRIMARIA *'`.

La sintaxis de la consulta nos indica que nos devolverá los valores que coincidan con las tres primeras letras de escuela más el resto de la cadena de texto o nos devolverá los valores que coincidan plenamente con la palabra primaria, como se ejemplifica en la figura 4.19.

La validación de la exactitud semántica se puede realizar desde el formato Access o desde Geomedia Professional, según el volumen de información, el tiempo y la experiencia adquirida.

## 4.4 Validación Del Parámetro Compleción

### 4.4.1 Especificaciones del usuario y/o producto

La completión nos dice en qué medida el conjunto de datos es completo, tanto por exceso como por defecto, es decir, la capacidad de los datos para describir un área geográfica para cumplir sus fines.

Para esta validación debe tomarse las siguientes especificaciones:

1. Todas las vialidades deben estar incluidas.
2. Todas las vialidades deben tener su nombre.
3. Todas las manzanas deben estar incluidas.

### 4.4.2 Tipos de errores en el parámetro completión

- A. Ausencia de digitalización de vialidades.
- B. Vialidades con nomenclatura sin nombre S/N.
- C. Ausencia de digitalización de manzanas.

### 4.4.3 Proceso de validación en el parámetro completión

Para esta validación utilizamos el método *Comparación con las Fuentes*, que expresa lo siguiente: La información se compara con los datos de los cuales ha sido obtenida. Por ejemplo, la información obtenida de la digitalización de un mapa existente se superpone al mapa original para identificar discrepancias (elementos

que faltan o elementos que sobran, digitalizaciones dobles, errores en la forma o dimensiones de los elementos.....).<sup>1</sup>

Insertamos la fotografía aérea actualizada y la confrontamos con los datos existentes de los rasgos de manzana y vialidad<sup>2</sup> para visualizar el grado de completud de los elementos digitalizados.

Desde *menú* → *Insert* → *Image*..., seleccionamos la ruta en donde se encuentra el archivo de la fotografía aérea, el modo de inserción de la fotografía aérea debe ser georreferenciada y finalmente cerramos el combo con *ok* (véase figura 4.20).

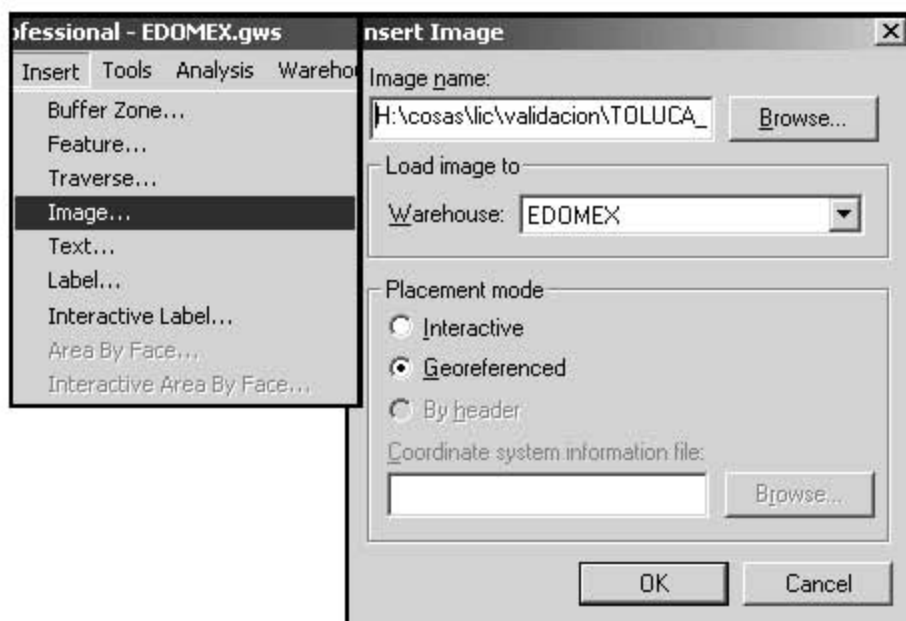


Figura 4.20 Inserción de una fotografía aérea para la validación de la completión.

<sup>1</sup> Ariza, F.J. (2002). Calidad en la producción cartográfica. Ed. Ra-Ma.

<sup>2</sup> Los rasgos de manzana y vialidad son insumos básicos en la ubicación del domicilio del ciudadano al momento de solicitar su credencial de elector.

Obsérvese que en la figura 4.21 hay ausencia de manzanas y de vialidades.



Figura 4.21 Falta digitalización de manzanas y vialidades.

Dado que algunos de los vectores de manzanas y vialidades fueron obtenidos a partir de la fotografía aérea, es necesario completar la información de las vialidades capturando su nombre oficial, también es necesario comentar que existen recorridos de campo que complementan la información faltante de los elementos digitalizados a partir de fotografía aérea.

Para detectar aquellas vialidades que tienen como captura sin nombre, y que necesitan actualizar su valor real para estar completa la información seguimos los siguientes pasos:

Desde GeoMedia hacemos una consulta por atributos; *Menú* → *Análisis* → *New Query* → seleccionamos el rasgo de vialidad → *Filter* → agregamos la siguiente sintaxis: `NOMBRE = 'S/N' OR NOMBRE LIKE 'SIN *'` → damos nombre a la consulta → *ok* (véase figura 4.22).

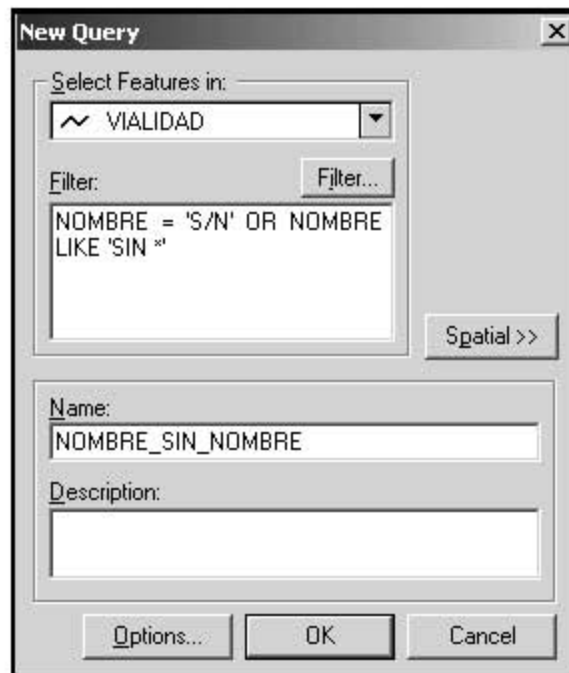


Figura 4.22 Sintaxis para detectar vialidades con captura SIN NOMBRE, obsérvese que la sintaxis de la consulta recuperara la información del atributo Nombre que coincida (like) con la captura S/N o lo que coincida con las letras SIN mas una cadena de texto.

El resultado de la consulta nos recupera información de vialidades con captura sin nombre y en una segunda instancia vialidades con captura en el atributo nombre con errores sintácticos (véase figura 4.23).



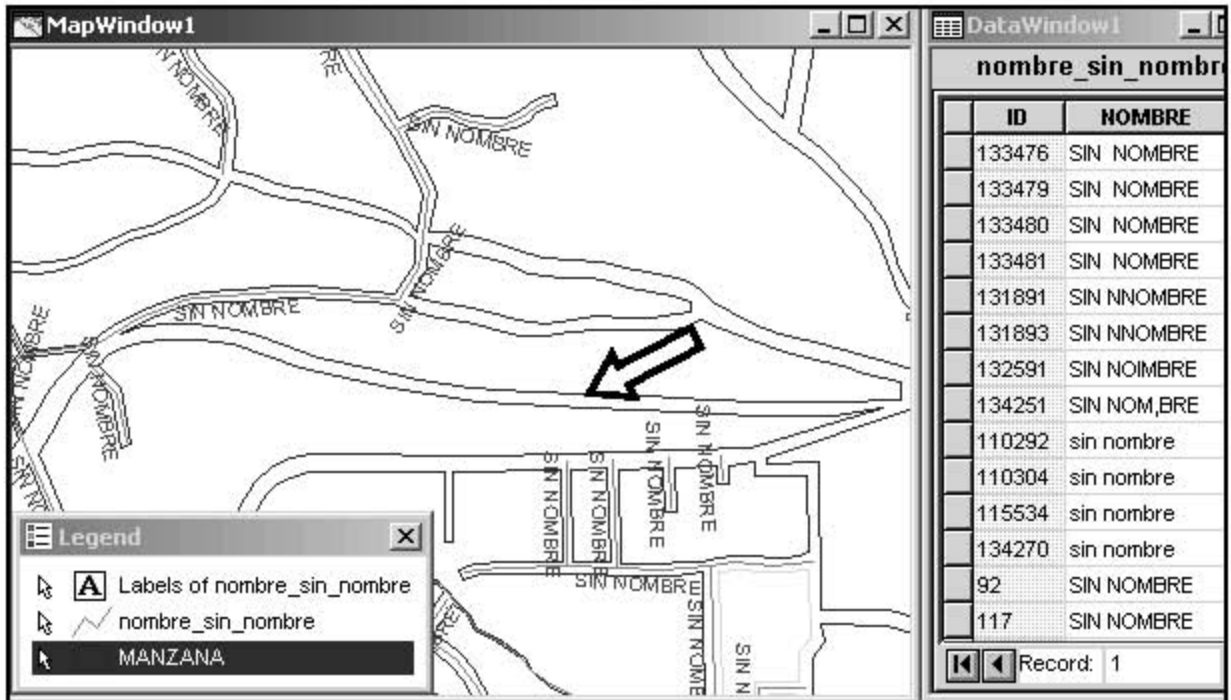


Figura 4.23 Obsérvese que falta digitalización de vialidades y las que se encuentran digitalizadas tienen captura SIN NOMBRE, además la captura presenta errores sintácticos.

En ocasiones detectamos ciertas inconsistencias y surgen otras, a veces sin percatarnos de ellas, esta validación básicamente tiene que ver con el universo del discurso<sup>3</sup>, es decir, la presencia o ausencia de los objetos del mundo real representados en nuestro modelo.

<sup>3</sup>Es el proceso de Abstracción que conduce a la creación de una base de datos.

## CAPITULO 5

### VALIDACIÓN DEL PARÁMETRO COHERENCIA O CONSISTENCIA LÓGICA

#### 5.1 Especificaciones del usuario y/o producto

El parámetro *coherencia o consistencia lógica* describe las propiedades más notables que posee un conjunto de datos y su grado de cumplimiento. Puede ser de carácter geométrico, semántico o topológico<sup>1</sup> (no hay puntos repetidos, las superficies están cerradas, los ríos desembocan en el mar).

Para esta validación debe tomarse en cuenta las siguientes especificaciones:

1. Deberá haber conectividad o adyacencia entre los polígonos de sección<sup>2</sup>.
2. Todas las escuelas deben de estar contenidas dentro de una manzana.
3. Todo ameznamiento deberá estar contenido en los polígonos de colonia.
4. Ninguna vialidad deberá de atravesar las manzanas.

#### 5.2 Tipos de errores en el parámetro coherencia o consistencia lógica

Se han detectado los siguientes errores:

- A. Sobreposición entre los polígonos de sección vs. sección.
- B. Al momento de recuperar las manzanas contenidas en una colonia a través de una consulta espacial, no devuelve el resultado esperado.
- C. Se identificaron escuelas digitalizadas que no están contenidas en los polígonos de manzanas.
- D. Se detectaron vialidades que atraviesan manzanas.

---

<sup>1</sup> Rama de la matemática que describe la forma en que los objetos geométricos se relacionan unos con otros.

<sup>2</sup> Unidad básica de empadronamiento ciudadano, constituida por un mínimo de 50 y un máximo de 1,500.

E. Se detectaron geometrías inválidas.

### 5.3 Proceso de validación en el parámetro coherencia o consistencia lógica

Para la validación del parámetro coherencia o consistencia lógica es necesario haber tomado en cuenta las validaciones anteriores (exactitud posicional, exactitud semántica y compleción), esta validación permite el análisis de la información incorporada al sistema de información geográfica y te permite elevar el número de especificaciones que se quieran implementar para satisfacer las necesidades del modelo diseñado por el usuario.

Es necesario validar la geometría de los rasgos de tipo área, línea y compuesto, ya que los errores de geometría causan problemas en otros procesos, básicamente son tres tipos de errores de geometría (véase figura 5.1, 5.2 y 5.3).

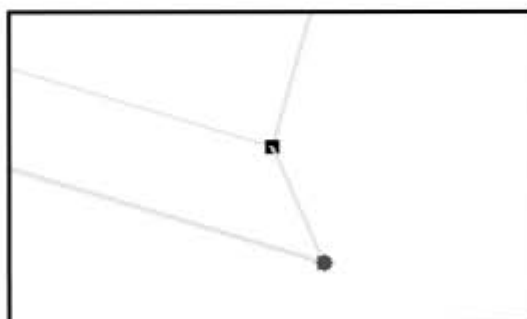


Figura 5.1 Puntos o vértices duplicados (Duplicate Point).

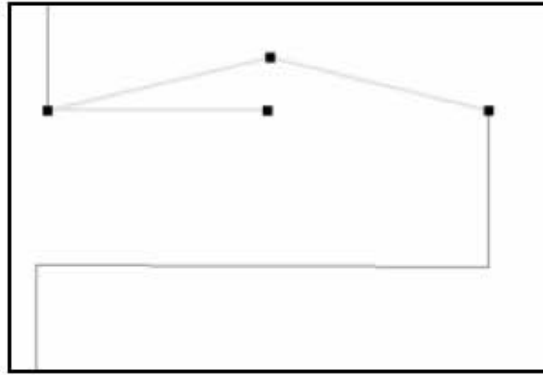


Figura 5.2 Geometría que invierte la dirección del trazo de modo que se dobla sobre sí y continúa en la dirección original, también conocido como kickbacks.

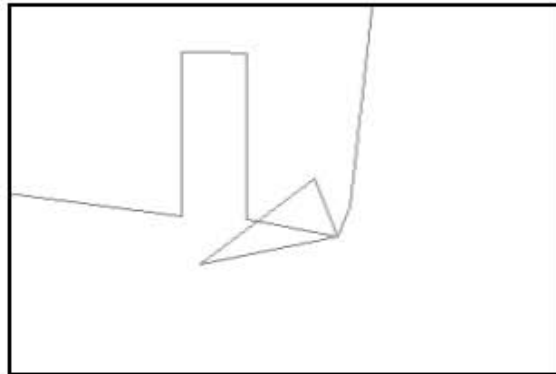


Figura 5.3 Geometría que tiene intersección consigo misma, o también llamados Loop.

Para validar la geometría seleccionamos *Tools* → *Validate Geometry* → Seleccionamos el rasgo o la consulta cuya geometría deseamos validar, modificamos si es necesario el nombre predeterminado, finalmente damos aceptar para llevar a cabo la validación de la geometría (véase figura 5.4).

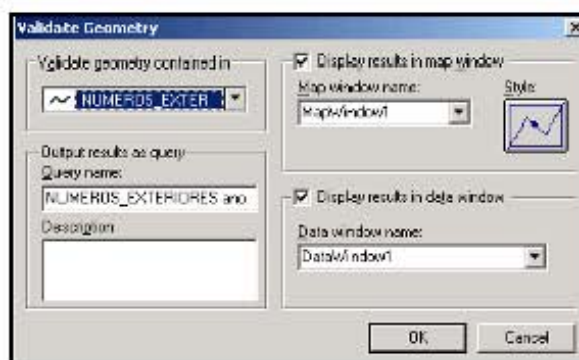


Figura 5.4 Validación de la geometría del rasgo números exteriores.

Una vez detectadas las anomalías de geometría se procede a corregirlos de la siguiente manera: Seleccionamos *Tools* → *Fix Geometry* → Seleccionamos el rasgo o consulta que presenta las anomalías y con ok cerramos la caja de dialogo y comienza la corrección de geometrías anómalas (véase figura 5.5).



Figura 5.5 Corrección de geometrías anómalas, puede que otros errores no puedan corregirse automáticamente y necesitan de la intervención del usuario.

Una vez validada y corregida la geometría se procede a validar la conectividad entre rasgos de la misma naturaleza o en combinación con otros rasgos, esta validación busca condiciones anómalas causadas por una digitalización inexacta.

Las condiciones de conectividad son las siguientes<sup>3</sup>:

1. *Undershoots*: Líneas muy largas cuando el extremo de una geometría lineal se extiende más allá del punto donde debería intersectar otra geometría y detenerse en ella.
2. *Overshoots*: Esta condición se produce cuando el extremo de una geometría lineal no llega a intersectarse con otra geometría.
3. *Node mismatches*: Esta condición se produce cuando el extremo de una geometría lineal no llega a intersectarse con el extremo de otra geometría lineal o de punto.
4. *Unbroken intersecting geometry*: Esta condición se da cuando se produce una intersección entre entidades sin crear los nodos de punto final correspondientes en los puntos de intersección.
5. *Non-coincident intersecting geometry*: Esta condición se produce cuando las entidades se intersectan entre sí sin crear los vértices correspondientes en los puntos de intersección.
6. *Nearly coincident geometry*: Esta condición se produce cuando un vértice interior de una geometría está situado dentro de la tolerancia de vértice o un borde de otra geometría (véase figura 5.6).

---

<sup>3</sup> Working with GeoMedia Professional. Manual del Software Geomedia.

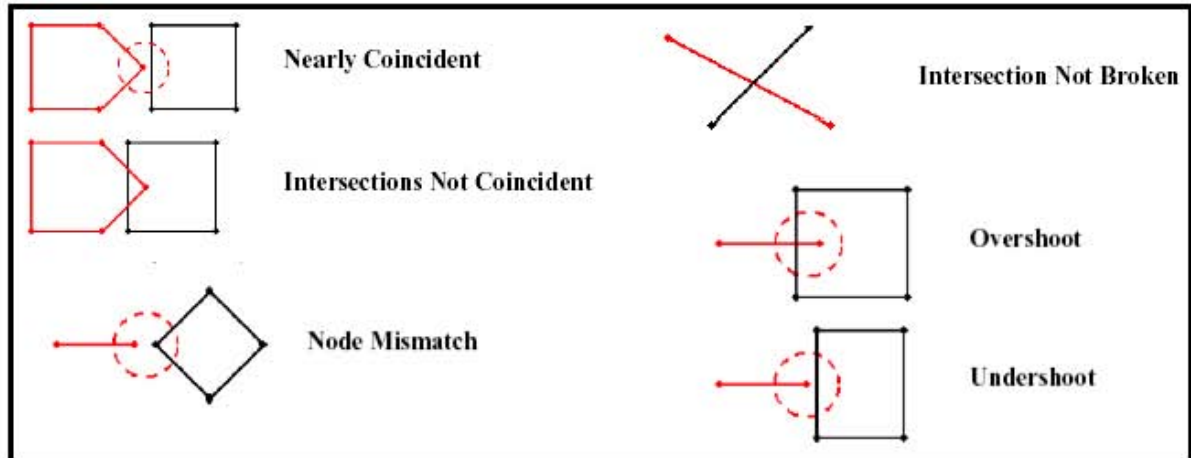


Figura 5.6 Condiciones de conectividad.

Para cumplir con la especificación de adyacencia o conectividad entre los polígonos de sección realizamos lo siguiente:

Seleccionamos *Tools* → *Validate Connectivity* → Seleccionamos los rasgos a validar → Seleccionamos la opción *Non-coincident intersecting geometry* → capturamos una tolerancia de 10 metros → *ok* para finalizar con los parámetros de validación de conectividad (véase figura 5.7).

Una vez detectados los problemas de conectividad, es necesaria la intervención del usuario para su corrección, ya que si ejecutamos el *Fix Connectivity* (corrección de manera automática), se corre el riesgo de cambiar la configuración, en este caso, de la sección.

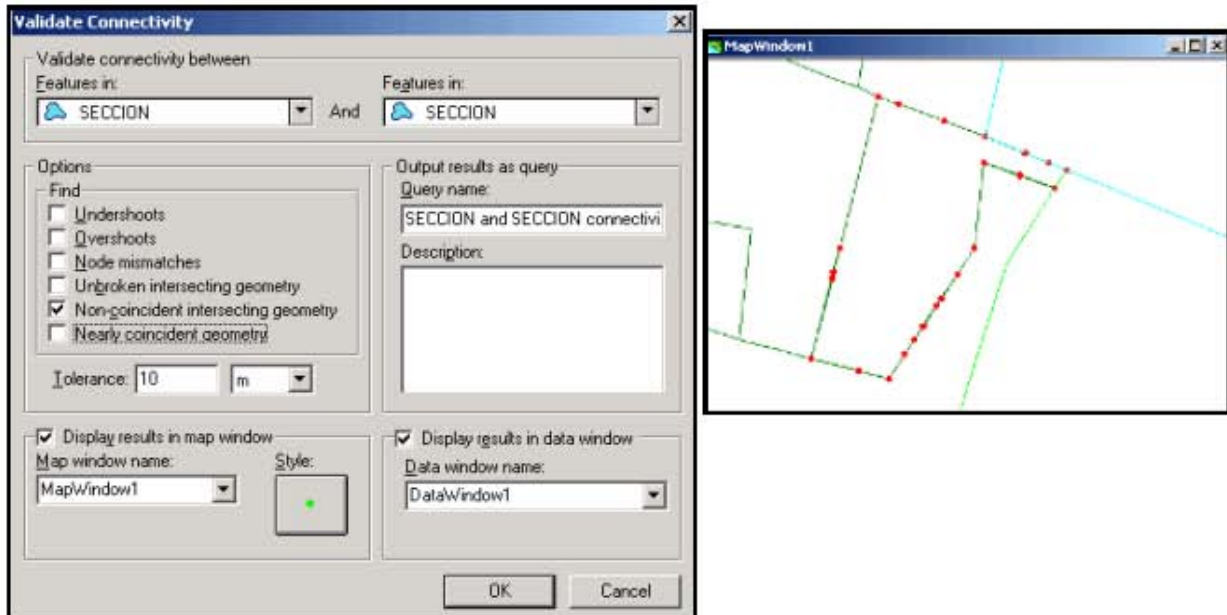


Figura 5.7 Validación de conectividad entre secciones, los puntos rojos indican que no hay conectividad con las secciones vecinas.

Para detectar la Sobreposición entre secciones realizamos una relación espacial de la siguiente manera:

Seleccionamos *Spatial Tools* → *Spatial Relation* → Seleccionamos el rasgo de sección → Seleccionamos *Both input fetures* → Seleccionamos el operador espacial *overlap* → Seleccionamos la conexión → Asignamos un nombre de salida y con Ok realizamos la relación espacial (véase figura 5.8).

La relación espacial nos crea un rasgo en donde gráficamente se muestran las secciones con sobreposición, también podemos obtener el mismo resultado a través de una consulta de selección desde Access (véase figura 5.9).



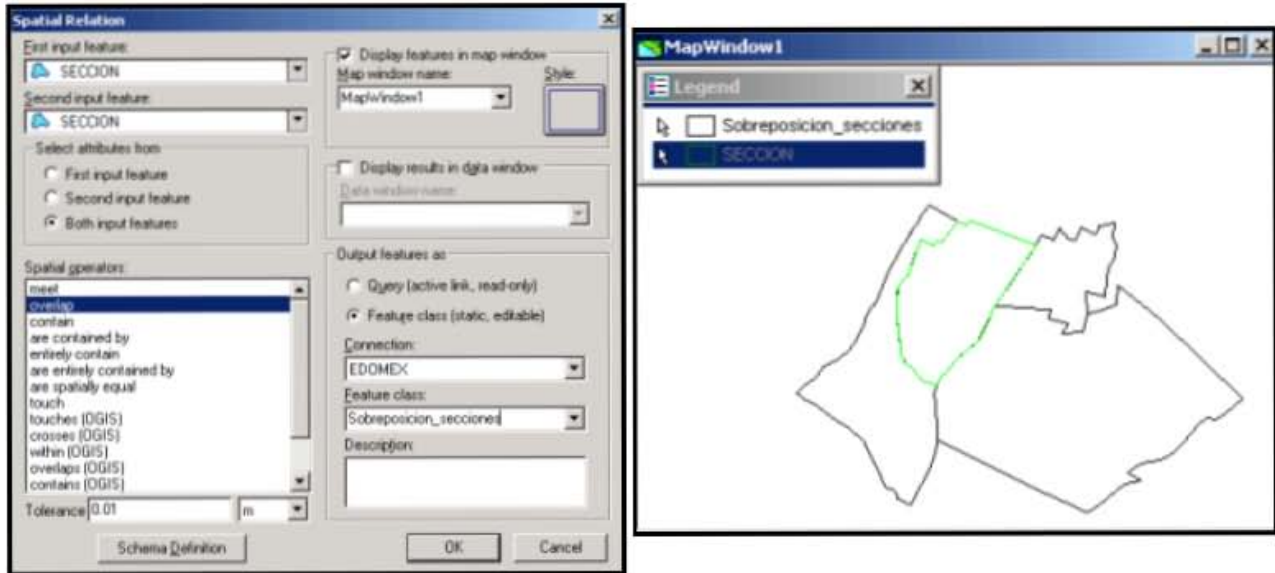


Figura 5.8 Relación espacial para detectar sobreposiciones entre secciones.

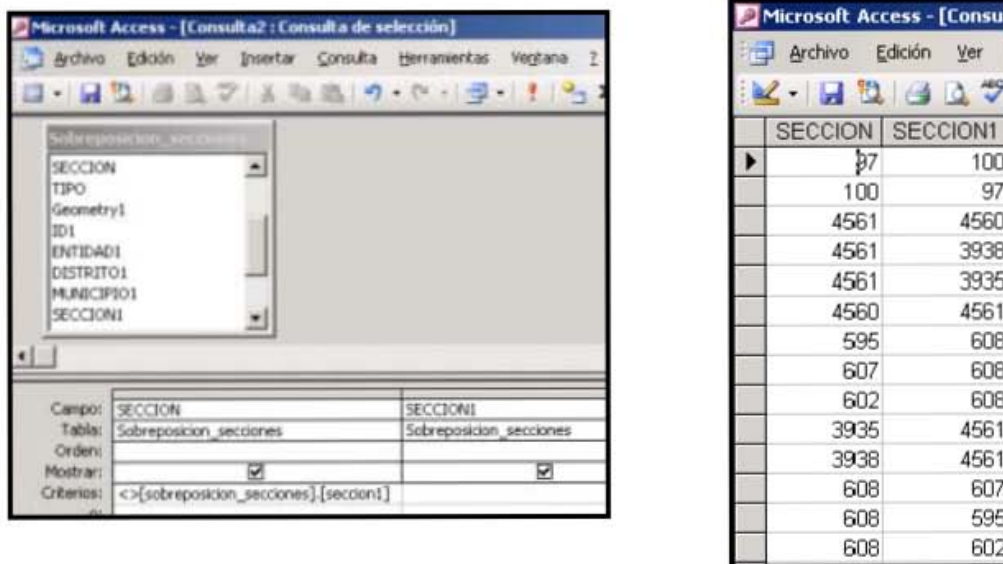


Figura 5.9 Consulta para detectar secciones que tienen sobreposición con secciones vecinas, la interpretación del resultado es la siguiente: la sección 608 sobrepone a las secciones 607, 595 y 602.

Para saber qué escuelas no están contenidas en un polígono de manzana hacemos una relación espacial entre escuela y manzana, la relación espacial creará un rasgo con la información de ambos rasgos relacionándolos espacialmente, por diferencia de elementos a través de consulta en Access obtendremos las escuelas que no están dentro de un polígono de manzana, (véase figura 5.10 y 5.11).

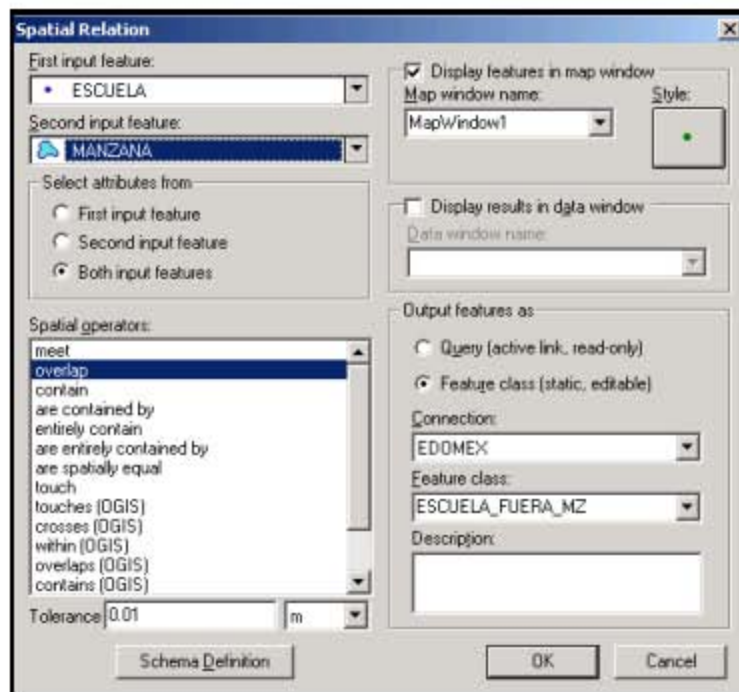


Figura 5.10 Relación espacial para saber que escuelas están contenidas en un polígono de manzana.

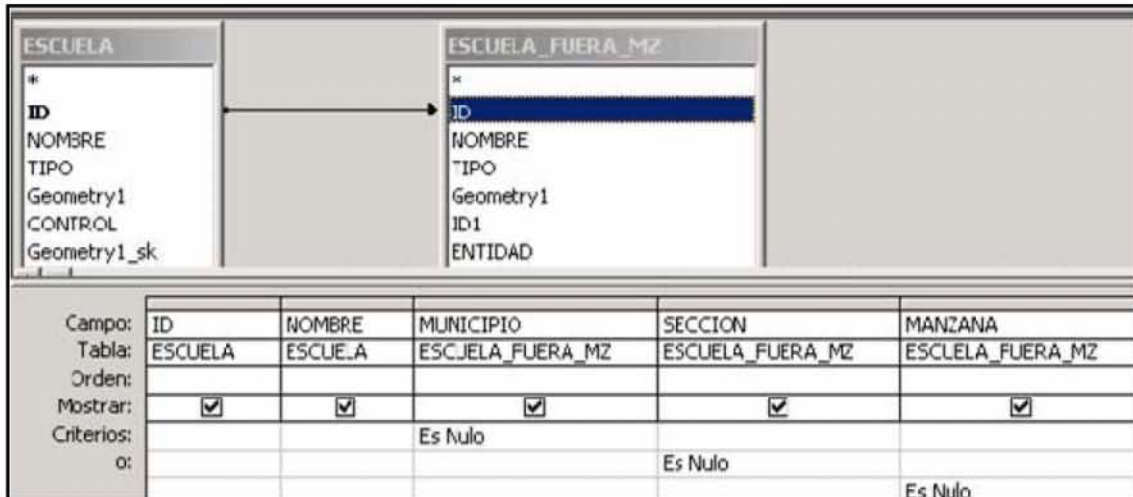


Figura 5.11 Consulta en Access para determinar que escuelas no están contenidas en un polígono de manzana.

Con este procedimiento se detectan las escuelas que no están contenidas en un polígono de manzana, es muy importante que las escuelas estén contenidas en las manzanas, ya que se estima que el 60% de las casillas electorales se encuentran ubicadas en las escuelas (véase figura 5.12).

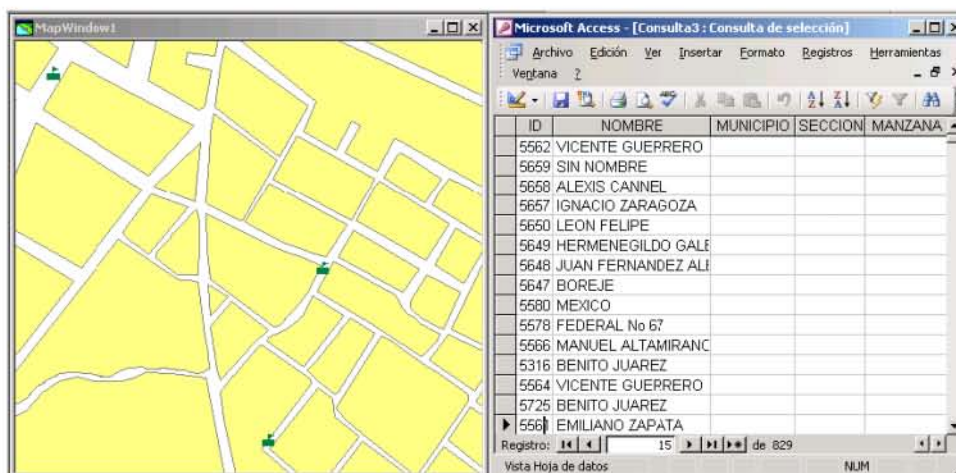


Figura 5.12 Escuelas fuera de las manzanas y resultado de la consulta para detectar las escuelas que no están contenidas en un polígono de manzana.

En el caso de manzanas sin cubrimiento de colonias seleccionamos del menú *Analisis* → *Spatial Difference...* → Seleccionamos el rasgo de manzana → Seleccionamos el rasgo de colonia → Determinamos un nombre para la consulta → Ok para realizar la diferencia espacial (véase figura 5.13).

Esta validación detecta aquellos amezanamientos sin cubrimiento de colonia en su totalidad o una mala digitalización por parte del usuario (véase figura 5.14).

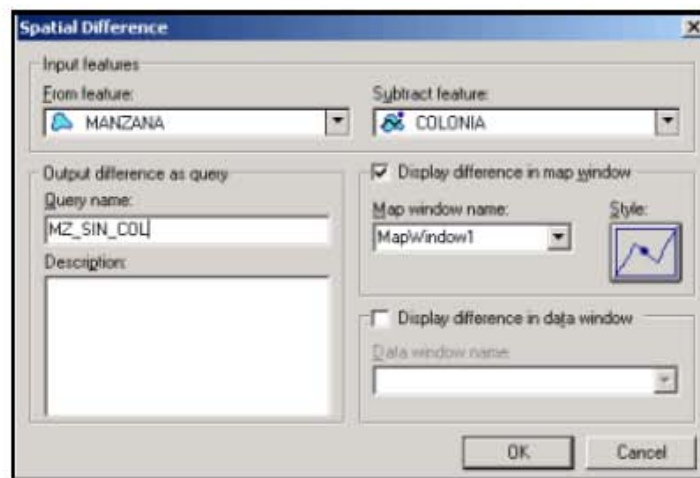


Figura 5.13 Diferencia espacial para detectar manzanas sin cubrimiento de colonias.

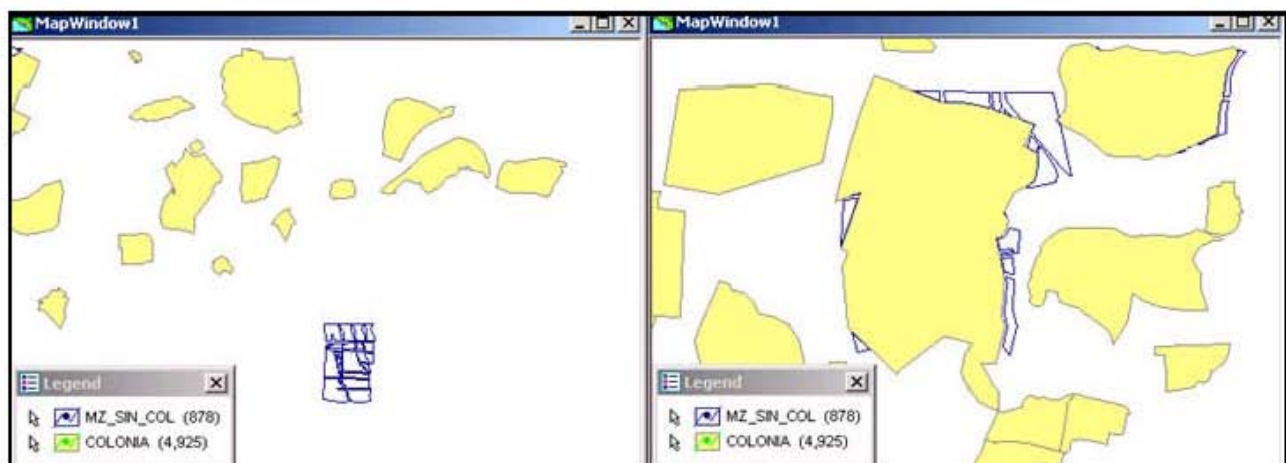


Figura 5.14 Manzanas sin cubrimiento de polígono de colonia y manzanas que parcialmente están cubiertas por el polígono de colonia por una mala digitalización.

Esta validación es muy importante ya que al querer recuperar la información de manzanas de cualquier colonia, si esta no se encuentra digitalizada o esta mal digitalizada nunca nos devolverá los resultados esperados.

Otro de los requerimientos muy importantes consiste en que las vialidades no deben cruzar las manzanas, para validar este requerimiento hacemos lo siguiente;

Seleccionamos *Spatial Tools* → *Spatial Relation* → Seleccionamos el rasgo de Vialidad vs. Manzana → Seleccionamos *Both input features* → Seleccionamos el operador espacial *overlap* → Seleccionamos la conexión → Asignamos un nombre de salida y con Ok realizamos la relación espacial (véase figura 5.15).

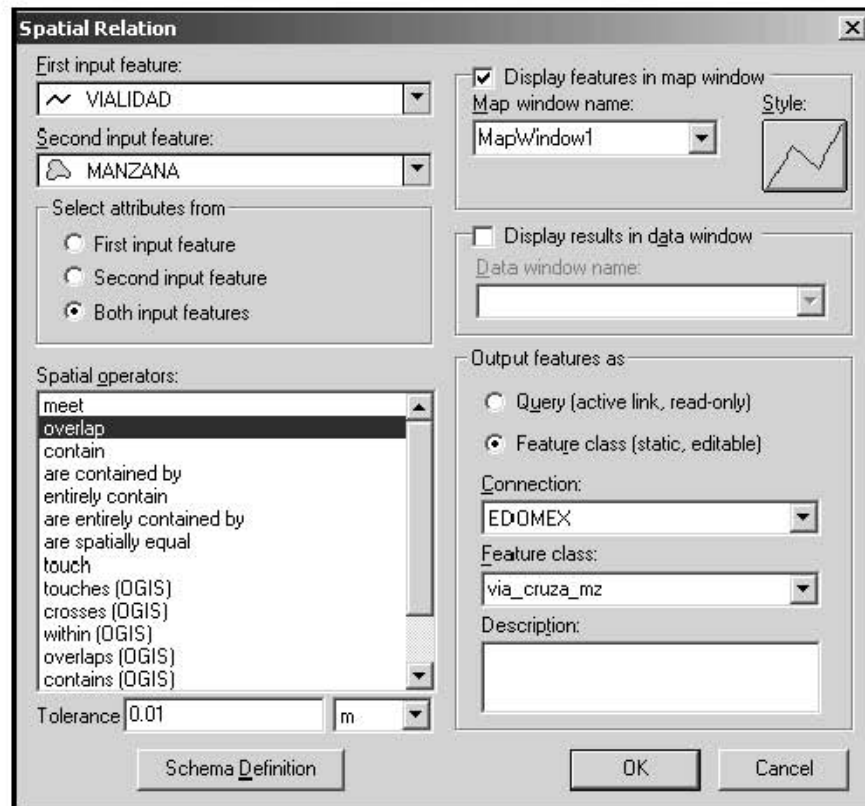


Figura 5.15 Relación espacial para detectar vialidades que cruzan manzanas.

El resultado de la relación espacial se obtiene de manera directa sin necesidad de aplicar consultas en Access, también podemos desplegar el resultado desde la ventana de datos y saber que vialidades están atravesando manzanas (véase figura 5.16).



Figura 5.16 Vialidades que cruzan manzanas.

Cabe mencionar que la Dirección de Cartografía Electoral a través del Departamento de Integración Automatizada de la Cartografía y Control de Calidad, actualmente aplica a sus Bases Geográficas Digitales a nivel nacional y de manera constante los procesos de aproximadamente 60 validaciones, además de contar con otras aplicaciones que validan la estructura de la base de datos, la geometría y la correspondencia entre los catálogos cartográficos y la base geográfica digital.

## CONCLUSIONES

Para validar la calidad de los datos geográficos digitales es necesario conocer la información sobre los errores que permitan al usuario final juzgar si dichos datos son útiles o no para sus objetivos. Todos, tanto las personas físicas como las empresas y las administraciones, buscamos lo mejor, lo excelente, algunas veces lo inigualable. Buscar la calidad es garantizar el producto, los servicios, la producción y la satisfacción del cliente; la descripción más adecuada de la calidad en cada caso depende del fin perseguido.

Los Sistemas de Información Geográfica pueden traer grandes beneficios a sus usuarios por su capacidad de manipular información georreferenciada en una forma precisa y rápida; sin embargo, los errores o inconsistencias no detectadas pueden dejar sin valor algunos de los análisis (espaciales o por atributos) que se realizan en los sistemas de información geográfica, lo circunstancial de no detectar y corregir los errores, es que éstos se propagan y se acrecientan a lo largo de todo el proceso cartográfico, por lo tanto, es importante considerar la validación de la información geográfica digital para ayudar a encontrar respuestas y soluciones a los problemas acuciantes de la sociedad.

En la actualidad se considera que el dato geográfico digital posee un mayor número de componentes, las cuales, presentan problemas (como cierta ambigüedad, falta de métricas, métodos de medición, métodos de validación, etc.) al representar la conceptualización geográfica por la geométrica, es decir, los hechos geográficos son mucho más que líneas, puntos o polígonos, son realidades complejas y dinámicas que se manifiestan como espacios<sup>1</sup> (región, territorio, ciudad, barrio) o como elementos naturales o sociales (ríos, viviendas, suelo, clima).

---

<sup>1</sup> Para Santos, el espacio adquiere contenido a partir del reconocimiento de los vínculos entre el individuo y la sociedad.

El tratar de controlar la calidad de los datos que se emplean para la elaboración de bases geográficas digitales es una tarea compleja que debe ser llevada con gran seriedad. La utilización de los parámetros exactitud posicional, exactitud semántica, compleción y coherencia o consistencia interna, llevará asociada un incremento de fiabilidad de las bases geográficas digitales y permitirá obtener resultados más precisos, como localizar el domicilio del ciudadano con las referencias que él mismo proporcione (delegación o municipio, colonia, calles, número, etc.) al acudir a los módulos de atención ciudadana a empadronarse.

La utilidad de la información digital dependerá cada vez más de su calidad y, por lo tanto, es esencial establecer o adaptar normas y procedimientos que le permitan al usuario determinar si un conjunto de datos cumple con las normas de calidad que requiere su proyecto o uso particular; en este sentido, la Dirección de Cartografía del Instituto Federal Electoral reconoce la necesidad de contar y aplicar normas y procedimientos para asegurar la calidad de los datos de sus bases geográficas digitales con tendencia al intercambio y a la interoperabilidad con otras instituciones generadoras del mismo tipo de información.

La validación es necesaria porque no es posible generar información sin errores, dado que el personal técnico cartógrafo a nivel nacional ingresa a la base geográfica digital sus actualizaciones producto de sus recorridos de campo cada quince días; por lo tanto, requiere de procedimientos de validación para detectar errores en función de las especificaciones y / o requerimientos del usuario, de modo que la operatividad de las bases de datos a través de los sistemas de información geográfica esté garantizada.

Imaginemos que una base geográfica digital electoral *no validada* es proporcionada a los miembros de un partido político: estos, a su vez, consultan la base con un sistema de información geográfica y comienzan a hacer sus análisis, dentro de los que está el buscar aquellas colonias que están contenidas en determinado municipio; el resultado no es lo que esperaban ya que de un total de 53 colonias sólo recuperaron 27.



Bajo este contexto es posible quitar el sentir generalizado de que el dato geográfico digital es bueno por el simple hecho de ser digital, como si esta condición lo protegiera de sus posibles errores o inconsistencias; de ahí surge la necesidad de validar las bases geográficas digitales, ya que tienen una implicación social pues se toman decisiones relevantes que afectan directamente a las personas.

Los sistemas de información geográfica y las bases geográficas digitales constituyen una poderosa herramienta de apoyo a la Geografía y a la realización de complejas operaciones que antes eran casi imposibles de realizar por parte de los geógrafos; no obstante, el perfil del geógrafo moderno (inmerso en la tecnología computacional), no debe perder de vista la naturaleza de la observación de los lugares geográficos como espacios complejos<sup>2</sup>, dinámicos y diversos, muy distintos a la simplicidad de los espacios geométricos<sup>3</sup>.

Por lo anterior, se hace un llamado de atención a los geógrafos usuarios de SIG (y a los usuarios de SIG de otras especialidades) para no quedar maravillados y paralizados ante la pantalla del ordenador, asombrados de las posibilidades que ofrecen los sistemas de información geográfica; y el rescatar la observación como fuente que inspire nuestra descripción geográfica para construir modelos (bases de datos y geométricos) que describan apropiadamente nuestro objeto de estudio.

Finalmente, se hace la recomendación a los geógrafos en general, a complementar la carrera con algún lenguaje de programación (Visual Basic, C++, Java, etc.), base de datos (Access, Oracle), manejador de base de datos (SQL), y creación de páginas web (HTML) básicamente. Si bien no necesariamente hay que dominarlos debido a nuestro perfil diferente, al menos si es importante saber que existe toda una gama de desarrollo tecnológico y estar a la altura de las circunstancias, obviamente desde un punto de vista geográfico.

---

<sup>2</sup> La definición o pertinencia de cada concepto variara de acuerdo con el momento histórico que lo acompañe.

<sup>3</sup> La referencia geográfica al espacio se da desde el punto de vista de la localización.

## BIBLIOGRAFIA

- Ariza, F.J. (2002). **Calidad en la Producción Cartográfica**. Ed. Ra-Ma. Madrid, España.
- Bosque Sendra, J. y Zamora Ludovic, H. (2002). **“Visualización Geográfica y Nuevas Cartografías”**. [http://geofocus.rediris.es/docPDF/Articulo4\\_2002.pdf](http://geofocus.rediris.es/docPDF/Articulo4_2002.pdf) , fecha de consulta: agosto 2007.
- Caire Lomelí, Jorge (2003). **Cartografía Básica**. U.N.A.M., México, D.F.
- Delgado, Ovidio (2001). **Debates sobre el espacio en la geografía contemporánea “Geografía, Espacio y Teoría Social”**.  
[http://books.google.com/books?id=EljyA5tPV04C&pg=PA17&lpg=PA17&dq=geografia+espacio+y+teoria+social&source=web&ots=Lgn\\_B6JsN7&sig=8GFaXHj5H2X9mWfv\\_tQ3rrSWvCu4#PPA7,M1](http://books.google.com/books?id=EljyA5tPV04C&pg=PA17&lpg=PA17&dq=geografia+espacio+y+teoria+social&source=web&ots=Lgn_B6JsN7&sig=8GFaXHj5H2X9mWfv_tQ3rrSWvCu4#PPA7,M1), fecha de consulta: septiembre 2007.
- Escalante, E. (2003). **Seis Sigma, Metodología y Técnicas**. Ed. Limusa. México \* España \* Venezuela \* Colombia.
- **Factores determinantes de la calidad de los productos / servicios cartográficos**.  
[http://www.mappinginteractivo.com/plantilla-ante.asp?id\\_articulo=1338](http://www.mappinginteractivo.com/plantilla-ante.asp?id_articulo=1338), fecha de consulta: febrero 2007
- García Córdoba, Fernando (2004). **Tesis y el trabajo de tesis**. Edit Limusa, México \* España \* Venezuela \* Colombia.
- Geomedia Professional (2001). **Working with GeoMedia Professional**. Manual del Software GeoMedia Professional.
- Hernández, Celia (2001). **Reseña de “La Naturaleza del Espacio” de Santos, Milton**. <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=11101008>, fecha de consulta: agosto 2007.
- Instituto Federal Electoral (2005). **Código Federal de Instituciones y Procedimientos Electorales**. México, D.F.

- **Iso 19114.** <https://committees.standards.org.au/COMMITTEES/IT-004/PRIVATE/I0028/ISO%2019114%20.pdf>, fecha de consulta: febrero 2007.
- Jiménez, Regina y Maria Teresa Carreras (2005). **Metodología para la Investigación en Ciencias de lo Humano.** Publicaciones Cruz O., México, D.F.
- **Las componentes de la calidad del dato geográfico.** [http://www.mappinginteractivo.com/plantilla-ante.asp?id\\_articulo=341](http://www.mappinginteractivo.com/plantilla-ante.asp?id_articulo=341), fecha de consulta: marzo 2007.
- **Midiendo la calidad. Control de errores en datos geográficos.** <http://www.geo.upm.es/postgrado/CarlosLopez/M1definiendoCalidad.pdf>, fecha de consulta: febrero 2007.
- **Nociones de Topología en SIG.** <http://146.83.41.79/profesor/jhp/carto/Topologia.pdf>, fecha de consulta: mayo 2007.
- **Norma técnica colombiana.** [http://codazzi4.igac.gov.co/documentos/consulta\\_publica/DE631-00\\_Calidad.pdf](http://codazzi4.igac.gov.co/documentos/consulta_publica/DE631-00_Calidad.pdf), fecha de consulta: enero 2007.
- **Problemática de los datos geográficos.** [http://www.turismo.uma.es/alumnos/arcinfo/Tema\\_10e.html](http://www.turismo.uma.es/alumnos/arcinfo/Tema_10e.html), fecha de consulta: marzo 2007.
- Registro Federal de Electores (2001). **Glosario de Términos Cartográficos.** México, D.F.
- Registro Federal de Electores (2001). **Manual Guía para el uso e Interpretación de los Productos Cartográficos.** IFE, México.
- Registro Federal de Electores (2003). **Manual de Digitalización Cartográfica,** México, D.F.
- Saavedra R. Manuel (2001). **Elaboración de Tesis Profesionales.** Edit. PAX, México.
- Tena, Antonio y Rodolfo Rivas-Torres (2005). **Manual de Investigación Documental. Elaboración de Tesinas.** Editores Plaza y Valdes, Universidad Iberoamericana, México, D.F.