



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS  
COLEGIO DE GEOGRAFÍA

---

---

**MÓDULO CARTOGRÁFICO DIGITAL ESCALA 1:50,000 DE LA  
REPÚBLICA MEXICANA DESARROLLADO EN LA SUBGERENCIA DE  
INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DEL AGUA DE LA COMISIÓN  
NACIONAL DEL AGUA**

**INFORME ACADÉMICO POR SERVICIO SOCIAL  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
LICENCIADO EN GEOGRAFÍA  
P R E S E N T A :**

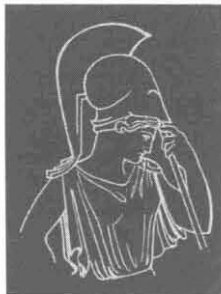


**YAZMÍN ARELI ORTEGA ALDAPE**

**ASESOR: LIC. JAIME MORALES**



FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS  
COLEGIO DE GEOGRAFÍA



CIUDAD UNIVERSITARIA

2010



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
 FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS  
 DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES

FORMA 3  
 APROBACIÓN DEL TRABAJO ESCRITO POR EL SÍNODO

UNIVERSIDAD NACIONAL  
 AUTÓNOMA DE  
 MÉXICO

**EGRESADA:** ORTEGA ALDAPE YAZMÍN ARELI  
**Nº de cuenta:** 301023614  
**Generación:** 2004-2008  
**P R E S E N T E**

Por este conducto tenemos a bien comunicar a Usted que, después de revisar el trabajo escrito de **INFORME ACADÉMICO POR SERVICIO SOCIAL** titulado "**MÓDULO CARTOGRÁFICO DIGITAL ESCALA 1:50000 DE LA REPÚBLICA MEXICANA DESARROLLADO POR LA SUBGERENCIA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DEL AGUA DE LA COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA**", para optar por el grado de **LICENCIADA** en GEOGRAFÍA, cada uno de los miembros del jurado emitió su dictamen aprobatorio considerando que dicho trabajo reúne los requisitos académicos necesarios para presentar el examen oral correspondiente.

**ATENTAMENTE**  
**"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"**  
 Cd. Universitaria, D.F. a 13 de octubre de 2010.

NOMBRE DE SINODALES	ANTIGÜEDAD EN LA UNAM	FIRMA DE APROBACIÓN DEL TRABAJO ESCRITO
Presidente: <b>A.T.</b> <b>LIC. JAIME MORALES</b>	<b>13-V-91</b>	
Vocal: <b>MTRO. GILBERTO NÚÑEZ RODRÍGUEZ</b>	<b>05-III-98</b>	
Secretario: <b>LIC. MARIO CASASOLA MONTAÑEZ</b>	<b>01-VI-99</b>	
Suplente: <b>MTRA. MARÍA DE LA PAZ MEDINA BARRIOS</b>	<b>13-III-00</b>	
Suplente: <b>LIC. MARTHA PÉREZ VALADEZ</b>	<b>09-VIII-10</b>	

Vo. Bo.

COORDINADORA DE LA CARRERA

DRA. PATRICIA GÓMEZ REY

## **AGRADECIMIENTOS**

A la **Universidad Nacional Autónoma de México**, mi *Alma Matter*, por brindarme la oportunidad única de recibir una educación y formación universitaria, y porque en sus recintos logré construir ideas íntegras de progreso y desarrollo profesional y personal, pero sobre todo, de los alcances infinitos a través de los conocimientos aplicados de manera precisa y honesta.

A mi **asesor** Lic. Jaime Morales, por su apoyo, ideas, opiniones y consejos vertidos en este informe, los cuales constituyeron el principio y desarrollo del mismo, y por ampliar mi panorama en el sentido de desarrollo profesional.

A mis **sinodales**: Mtro. Gilberto Núñez Rodríguez, Lic. Mario Casasola Montañez, Mtra. María de la Paz Medina Barrios y Lic. Martha Pérez Valadez, por su disposición para revisar este trabajo, y por las valiosas sugerencias y correcciones realizadas a fin de mejorarlo. Sus aportaciones son parte fundamental de este documento.

A los profesores del **Colegio de Geografía**, por su admirable labor de difundir el conocimiento geográfico y de quienes recibí innumerables enseñanzas.

A la **Comisión Nacional del Agua**, por haber sido la plataforma de este informe académico. Ingresar a esta institución me da la oportunidad ahora de agradecer infinitamente a la Subgerencia de Información Geográfica del Agua y a sus integrantes: Ing. Gaspar Monterrosa, Geóg. Alejandro Díaz Ponce, Esthela García Alarcón, Ing. Carlos Montaña, Ing. Francisco Castillo, Ing. Julio Martínez y María Elena Lagos. Comparto con ustedes este logro, por su empeño y labor en el proyecto, y porque durante la prestación del servicio social me manifestaron y brindaron todo el apoyo y ayuda posibles.

A mis **amigos**, los cuales han sido muy importantes en cada una de mis etapas, por su confianza y amistad. En particular a mis amigos de generación, que se convirtieron en mis hermanos, por el tiempo y las experiencias compartidas durante la carrera.

### ***Mención especial***

*Este informe representa la conclusión de una etapa y no hubiera sido posible sin el amor, comprensión, educación y lucha constante de mi **madre** a lo largo no sólo de la carrera universitaria, sino de toda mi vida académica. Es un logro que comparto contigo mamá por los innumerables momentos que te convertiste en mi equipo de trabajo, y por las eternas palabras de aliento y fortaleza en cada paso que daba. Asimismo agradezco este logro a mi **padre** por la enseñanza de valores como la firmeza, la constancia, la eficiencia y la superación en uno mismo. A mis **hermanas**, Leda y Zari, por su incondicional apoyo durante la carrera, ustedes forman una pieza fundamental de este logro y de mi vida. A mis **abuelitos**, de quienes he recibido valiosas enseñanzas y el mayor de los apoyos.*

*A **Daniel Pedraza** (“Ojitos”), por tu constante motivación y ayuda en el avance de este informe, sin tu ayuda no hubiera sido posible la conclusión del mismo. Gracias por tus enseñanzas en la escuela de la vida, donde obtener buenas notas exige el doble de voluntad, constancia y fortaleza, y donde deseo aprobar con honores a tu lado.*

*A la **familia Pedraza Michua** por su apoyo durante este tiempo, y por el afecto y amabilidad que me han brindado, en verdad les estaré eternamente agradecida.*

*Las palabras me son insuficientes para agradecer a todos los que directa o indirectamente participaron en este informe, pero saben que cualquier palabra es sincera y de corazón.*

# ÍNDICE

	<b>Página</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>CAPÍTULO 1</b>	
<b>Uso de la Cartografía Automatizada en las instituciones gubernamentales</b>	7
1.1 Marco conceptual de Cartografía Automatizada	9
1.2 Metodología	34
1.3 Área bajo estudio	37
<b>CAPÍTULO 2</b>	
<b>Módulo Cartográfico Digital Escala 1:50,000 de la República Mexicana</b>	39
2.1 Metodología del Módulo Cartográfico	41
2.1.1 Software de aplicación utilizado	42
2.1.2 Hardware	44
2.1.3 Descripción de la información vectorial y raster sin procesar	45
2.1.4 Procesamiento técnico de la información	51
Procesamiento vectorial e integración	54
Procesamiento raster	64
Construcción de proyectos para su publicación	80
2.2 Resultados obtenidos	95
2.2.1 Partes integrantes del Módulo Cartográfico	95
2.2.2 Productos cartográficos	98
<b>CAPÍTULO 3</b>	
<b>Utilidades del Módulo Cartográfico Escala 1:50,000</b>	101
3.1 Estudios de caso	104
<b>CONCLUSIONES</b>	109
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	113

# INTRODUCCIÓN

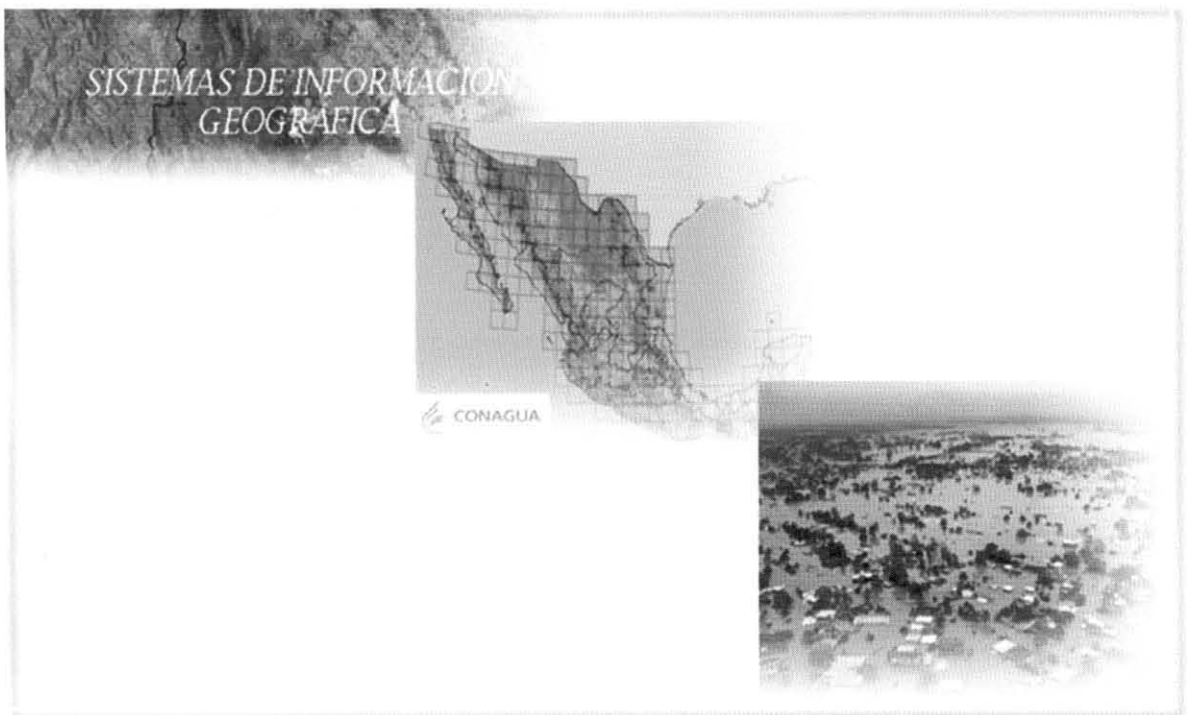


Figura 1. Herramientas, insumos y objetivos del proyecto.

La situación del agua en México se ha caracterizado por la importancia y trascendencia que representa para la población en general, no obstante, la importancia real otorgada por esta, ha favorecido la escasez y desabastecimiento del recurso en algunas regiones. A pesar del lugar privilegiado de nuestro país respecto a la riqueza de recursos naturales, es una nación que padece seriamente de este problema, agravado por conflictos sociales derivados del mismo. Esto remite al tema de la disponibilidad del agua, manejado propiamente por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), y definitivamente las cifras mostradas en cualquiera de sus compendios de Estadísticas del Agua, indican una sobreexplotación y mal uso del recurso hídrico.

Por otra parte, se presentan lluvias extraordinarias que provocan en el país situaciones de desastre, evidenciadas por inundaciones de diversas magnitudes generadas a partir de la frecuencia o intensidad de estos fenómenos, lo cual a su vez ocasiona pérdidas humanas y económicas entre los pobladores de las localidades afectadas. Con el paso de los años esta situación parece empeorar y por tanto, puede representar mayores pérdidas. En este sentido, la CONAGUA ha estado presente en dichos eventos a través de las labores en las áreas internas respectivas, para hacer frente a cualquier escenario de desastre.

Los planes o programas diseñados para contrarrestar estas situaciones han requerido y requerirán de la Cartografía como la herramienta más útil y valiosa en cualquiera de sus fases. Es así como ha comenzado la trascendencia del Módulo Cartográfico Escala 1:50,000, desarrollado en la Subgerencia de Información Geográfica (SIGA) de la CONAGUA. Su valor ha estado en función de la importancia y apoyos que esta institución le ha concedido, ya que sin lugar a dudas, existe la absoluta necesidad de disponer de la información geográfica, la cual constituye el elemento imprescindible para realizar un análisis espacial sobre determinado hecho o fenómeno.

Una de las instituciones que se ha preocupado por el uso y aplicación de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), es la CONAGUA, y en particular, la SIGA, quien gracias a esto, se ha orientado hacia el manejo de la información geográfica de una manera más práctica y precisa. Esta forma de trabajo está sustentada en el tipo de actividades que le han sido encomendadas a la Subgerencia, las cuales exigen el uso de herramientas tecnológicas más potentes, y a su vez, obligan a diseñar estrategias más eficaces para realizar dichas actividades, y sobre todo, a la capacitación adecuada del personal que las utiliza, para posteriormente, hacer que este conocimiento sea difundido entre los usuarios.

Los cambios en los requerimientos de negocios y avances en la tecnología están modificando muchas de las perspectivas de la economía mundial (sectores económicos) con respecto a los Sistemas de Información Geográfica. De ser visto como una aplicación muy específica o puntual, los SIG se están convirtiendo en un requerimiento y componente estratégico en la infraestructura tecnológica de las empresas de servicios. Esto se debe en buena medida al potencial de análisis y de presentación de información, lo que beneficia la pronta evaluación y acción por parte del personal responsable en la toma de decisiones de las áreas respectivas.

El desarrollo y posterior publicación del Módulo Cartográfico Escala 1:50,000 de la República Mexicana está encaminado primordialmente a diversos trabajos de Cartografía automatizada y SIG, desarrollados por geógrafos o por profesionales de ciencias afines. Un ejemplo claro es la demanda de este tipo de información por parte de ingenieros geólogos, geofísicos o topógrafos, quienes evidentemente hacen uso constante de datos geográficos y del conocimiento de técnicas para su procesamiento. Incluso profesionales de carreras como ingeniería en sistemas computacionales, al parecer sin alguna relación con la Geografía, deben contar con una base de conocimientos geográficos, útiles para la comprensión de cualquier representación espacial publicada o por publicar.

En función de lo anterior, este informe tiene el propósito de brindar información útil tanto a la comunidad de geógrafos, como de cualquier otra profesión que lo requiera para sus estudios o proyectos. Aunado a este propósito, el informe pretende transmitir un conocimiento aplicado a la solución de problemas diversos a través de mapas, ya que en toda dificultad resultará de gran importancia y utilidad poseer un documento cartográfico que materialice a una escala manejable el lugar de interés. Es por eso que la difusión del proyecto es de gran relevancia respecto al ámbito profesional y académico.

Con relación a la utilidad dentro del campo geográfico, este informe funcionará como un respaldo para aquellos geógrafos que se encuentren en vías de desarrollar un sistema de información geográfica, ya que les proporciona elementos clave en el planteamiento, desarrollo y resultados obtenidos de un sistema. Por otro lado, también puede funcionar como una guía en la descripción de metodologías utilizadas en estudios geográficos donde el soporte tecnológico tenga una influencia preponderante. En otras palabras, es un informe que constituye una herramienta útil para desarrollar metodologías que sustenten proyectos cartográficos haciendo uso de los SIG.



Respecto a lo anterior, es necesario aclarar que la calidad y exactitud de los resultados alcanzados con una herramienta como los Sistemas de Información Geográfica, está en función no sólo de la herramienta, sino del planteamiento correcto del problema y por consiguiente del uso adecuado y del conocimiento o dominio del tema por parte del usuario, es esto último lo que determina su funcionalidad.

El objetivo general del proyecto Módulo Cartográfico Escala 1:50,000 de la República Mexicana consiste en analizar, estructurar, procesar y representar los datos geográficos, como parte de un desarrollo técnico-cartográfico orientado al manejo de la información digital escala 1:50,000 del acervo cartográfico de la Subgerencia de Información Geográfica del Agua. Esto ha traído como resultado la creación de proyectos con el software de aplicación ArcGIS (ArcInfo) para representar y publicar gráficamente la información. Asimismo, el análisis de dichos procesos propiciará el diseño de metodologías para la integración de una base de datos a escala 1:50,000 y ortofotos escala 1:20,000 que se publicarán en Internet y en la Intranet de la Comisión.

Como objetivos particulares se encuentran los siguientes:

- 1) Precisar el análisis del soporte teórico-metodológico manejado para estructurar e integrar la base de datos espacial que fundamenta el Módulo Cartográfico Escala 1:50,000.
- 2) Resaltar las funcionalidades del software de aplicación y del hardware utilizados en el Módulo, ya que resulta óptimo hacer uso de una herramienta adecuada para procesar un mundo de información como son los datos vectoriales y raster manejados en este proyecto.
- 3) Describir de manera precisa las partes que han conformado el Módulo Cartográfico, a efecto de hacer un reconocimiento de la estructura completa del mismo. Para esto será necesario describir y analizar los procesos que se llevaron a cabo en la integración de cartas topográficas escala 1:50,000, modelos digitales de elevación (MDE), mosaicos de ortofotos digitales escala 1:20,000 y la unión de información tipo vectorial en cuadrantes de grado por grado de arco.
- 4) Analizar la metodología aplicada al proyecto respecto al diseño y estructura en cada una de sus etapas. Esto favorecerá sin duda, decisiones futuras sobre la implementación de metodologías para desarrollar bases de datos espaciales con su correspondiente representación geográfica.



## 1.1 Marco conceptual de Cartografía Automatizada

Debido a la trascendencia que ha marcado la Cartografía Automatizada en las instituciones gubernamentales, y a una significativa cantidad de proyectos emprendidos con base en esta tecnología, conviene realizar un análisis de su historia en algunas instituciones, o dicho de otra manera, un análisis general de esta alternativa tecnológica, que ha derivado en su desarrollo hacia los Sistemas de Información Geográfica, con la finalidad de poner en marcha diversos proyectos, estudios e investigaciones. De esta manera, será posible resaltar la evolución de la Cartografía Automatizada y destacar sus aplicaciones en el campo geográfico.

Considerar a la Cartografía Automatizada como parte del desarrollo de los SIG a efecto de analizar de manera general su historia en las instituciones gubernamentales en México, tiene su fundamento en el hecho de que la primera ha marcado su avance y evolución conforme al desarrollo de los SIG. No obstante, cabe resaltar la diferencia entre ambos conceptos: la Cartografía Automatizada es el método mediante el cual se elaboran mapas y cartas, utilizando diversas herramientas interactivas con el fin de facilitar el dominio de grandes cantidades de información geográfica; por su parte, un SIG se refiere a la asociación de elementos para manejar datos geográficos diversos de manera automatizada.

Cerca del 80% de la información tratada por instituciones públicas, como CONABIO (Comisión Nacional de Biodiversidad), CONAFOR (Comisión Nacional Forestal), SEMAR (Secretaría de Marina), CONAGUA, entre otras, tienen en alguna medida relación con datos espaciales, lo que demuestra que la toma de decisiones depende en gran parte de la calidad, exactitud y actualidad de esta información espacial. Los SIG se han constituido durante los últimos 30 años en una de las más importantes herramientas de trabajo para investigadores, analistas, planificadores, etc., en las actividades que tiene como insumo el manejo de la información relacionada con diversos niveles de agregación espacial o territorial, lo cual está creando la necesidad de que usuarios de información espacial conozcan más acerca de esta tecnología.

Desde la mitad del siglo XX, la ciencia geográfica logra sobrepasar el enfoque descriptivo o histórico con el que por tradición se le había identificado, y busca nuevas opciones para llevar a cabo sus estudios; se ve influenciada, en una primera fase, por las técnicas cuantitativas, generándose así una actividad geográfica sustentada en metodologías apegadas al rigor del pensamiento científico. Esta disciplina hace referencia a la generación

de modelos, al espacio y a la dimensión temporal utilizando los últimos adelantos técnicos para el procesamiento de los datos. Y considera a las matemáticas aplicadas como una disciplina que da solución a problemas específicos del medio físico, de ordenamiento del territorio, de conservación de recursos y contribuye a la planeación.

En una segunda etapa, la cartografía y la información geográfica han sido fuertemente impactadas por el desarrollo de la informática y por el entorno digital consecuente. La revolución tecnológica que dio paso a la era de la computación, trajo consigo la rápida evolución de la informática. Con ello se lograron reducir los tiempos para procesar, archivar y recuperar grandes volúmenes de datos, la posibilidad de ejecutar una amplia gama de combinaciones en el manejo de diversas variables, así como el estudio y manipulación de situaciones hipotéticas que, sin el uso de las computadoras, serían muy difíciles de efectuar.

Así, gradualmente, en las últimas décadas del siglo pasado, se comenzaron a utilizar las nuevas tecnologías para generar información geográfica. Entre estas tecnologías destacan la percepción remota, la fotogrametría digital, los sistemas de posicionamiento global (GPS) y los SIG. Con estos antecedentes, la generación de documentos cartográficos entró en un nuevo entorno de producción digital cuyo antecedente más cercano lo constituyó el establecimiento de sistemas de diseño asistido por computadora (CAD); también la toma de imágenes de satélites por medio de sensores remotos y de sistemas de almacenamiento de datos, sentaron los fundamentos para el desarrollo de los actuales sistemas de producción.

En términos generales, es importante enfatizar que la evolución tecnológica ha permitido alcanzar mayores precisiones en la recolección de los datos, agilizar su captura y acelerar los procesos de ajuste y tratamiento de la información. El Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) no ha permanecido al margen de estas transformaciones, por lo que en 1992 inició un largo y complejo proceso de modernización de la actividad geográfica, modificando sus procesos de producción tradicionales de cartografía básica y temática, relevándolos por procesos automatizados que han permitido esquemas maduros de producción cartográfica digital.

Clave en la consolidación de la modernización de la actividad geográfica institucional, fue también el inicio del Programa de Certificación de Derechos Ejidales y Titulación de Solares Urbanos (PROCEDE) que propició la adquisición de equipos de cómputo de vanguardia y la formación de centros de cartografía automatizada en Direcciones Regionales y Coordinaciones Estatales. Como consecuencia de los procesos anteriores, las nociones de

bases de datos y de sistemas de información geográfica fueron extendiéndose modificando las concepciones paradigmáticas sobre la cartografía digital y los datos geográficos.

La tecnología en el mundo actual absorbe cada vez un mayor número de usuarios, razón por la cual aumenta la demanda de este servicio, y por ende, la necesidad de contar con una preparación adecuada en el conocimiento y manejo de procesos o métodos ligados a la tecnología. Dicha demanda concierne también a las empresas, quienes requieren tanto del servicio tecnológico como del personal capacitado para manejarlo, así pues, está claro que las empresas (tanto gubernamentales como privadas) deben estar a la par del desarrollo tecnológico, y el personal que contraten deberá contar con la capacidad necesaria para dominar el recurso.

Este fenómeno ha afectado a la ciencia en general, donde los diversos adelantos y aplicaciones se han basado de manera primordial en el desarrollo tecnológico. Dentro del ámbito científico es preciso resaltar el papel de estos adelantos tecnológicos, particularmente, en la Geografía, donde actualmente, la tecnología está representada con los Sistemas de Información Geográfica, que se han convertido en una herramienta de gran utilidad para la obtención de resultados certeros en la planeación o planificación (según sea el caso) de proyectos que planteen el mejoramiento físico o social de una región determinada.

En México varias instituciones participan en estos proyectos, aunque se requiere en la mayoría de los casos, dar el seguimiento adecuado a cada plan de trabajo, desde el planteamiento hasta la conclusión del mismo. En muchas ocasiones esas líneas de trabajo no se llevan a cabo de la manera mencionada, o en otras ocasiones, el tiempo de término se prolonga más de lo planeado, ya sea por cuestiones organizativas o administrativas. Por otro lado, las estrategias utilizadas para la capacitación del personal constituyen un aspecto importante en el desarrollo de cualquier proyecto, y por tal razón, pueden representar un obstáculo para un avance favorable.

En este sentido, la puesta en marcha del Módulo Cartográfico, facilita el uso de estos recursos sin requerir de un conocimiento elevado sobre conocimientos geográficos o cartográficos, basta con una noción clara de lo que se busca solucionar o representar y de términos básicos utilizados en el manejo de mapas interactivos, como es el caso de este módulo digital de información. Así pues, es evidente otro de los problemas que impulsó la realización de este proyecto: la escasez de conocimiento en el campo geográfico y cartográfico por parte de los usuarios.

El INEGI ha impulsado proyectos relacionados con el desarrollo de una cartografía automatizada para la República Mexicana, y como consecuencia se han presentado cambios que contribuyen al manejo y practicidad de la información a nivel nacional. Evidentemente, estos cambios han determinado la manera de intercambiar la información entre instituciones, tanto gubernamentales como privadas, y entre la CONAGUA y el INEGI existe formalmente dicha relación de intercambio desde 2004, lo cual ha fortalecido su comunicación constante.

Entre una de las áreas pertenecientes a la CONAGUA que mantienen esa comunicación, se encuentra la Subgerencia de Información Geográfica del Agua, que ha aprovechado los datos geográficos proporcionados por el INEGI para diversos proyectos asignados. Sin embargo, la falta de unificación en los datos, es decir, las diferencias de software manejado y formatos (principalmente), han constituido un problema en la comunicación, y por consiguiente, en la preparación y desarrollo de los proyectos. Estos problemas se refieren básicamente a errores en la interpretación de los datos. Por tanto, siempre existió una necesidad clara y urgente de unificar la información de intercambio entre instituciones, y de esta manera, evitar la propagación de los errores en el objetivo final e inmediato de un proyecto: la toma de decisiones.

Lo anterior es referente a las relaciones interinstitucionales que propiciaron el diseño y desarrollo de este proyecto, no obstante, el hecho de que la comunicación interna de las áreas en la CONAGUA se viera afectada por la misma falta de unificación de información, constituyó un elemento más para dar inicio a este ambicioso proyecto. Es así como se puede afirmar que el factor principal en la realización del Módulo Cartográfico Digital Escala 1:50,000 fue esa falta de unificación en la información geográfica procedente de las áreas internas de la CONAGUA. Un problema que refuerza la situación anterior es la falta de equipos computacionales adecuados, ya que resultan deficientes para el manejo de datos geográficos, y generan incompatibilidad al momento de su lectura.

Es importante resaltar que una de las labores de la Subgerencia es la de atender las solicitudes de los usuarios, que con frecuencia requieren información de tipo geográfica a diversas escalas y de diferentes estados de la República. Los datos que se solicitan y se entregan, contienen tanto la información gráfica como la tabular en formatos específicos, por lo que resulta necesario contar con los programas cartográficos adecuados para su lectura, procesamiento y utilización. Sin embargo, como consecuencia de la falta de unificación y de compatibilidad de la información, así como de ciertas diferencias entre programas, dentro de

las áreas afines en la institución, se han presentado dificultades para el suministro de la información solicitada de manera frecuente en la Subgerencia.

Estas dificultades disminuyen cada vez más gracias al producto final del proyecto: la publicación en la Intranet de la CONAGUA del Módulo Cartográfico Digital Escala 1:50,000 de la República Mexicana, que busca solucionar los requerimientos de consulta y de habilitación de datos geográficos de las áreas demandantes en la institución. Y por otro lado, la publicación en Internet, que tiene como propósito atender la demanda de información que se genera fuera de la institución, ya sea en otras instancias gubernamentales, privadas, instituciones académicas y de diversos niveles de educación u otros grupos de la población.

La historia de la cartografía automatizada ha evolucionado a la par del desarrollo de conceptos espaciales y de la tecnología SIG. Debido a esto, diversos autores de obras relacionadas con el tema, como Domínguez B. (2000) y Reyes M. (2003), refieren la evolución de la cartografía digital de manera análoga a la de los Sistemas de Información Geográfica, y estos últimos a su vez, tienen tras de sí una historia de tecnología y conceptos relacionados básicamente con Informática y Geografía. Por tal razón se hará referencia en primer lugar, a términos y conceptos técnicos que han sido aplicados de manera significativa en el campo geográfico, y que por la experiencia de este servicio social, resulta clara la necesidad de contar con el conocimiento básico de los mismos.

Invariablemente, estos términos y conceptos son parte medular del proyecto y de este informe, por ejemplo, conceptos como información vectorial y raster forman parte de la vida cotidiana de un profesional capacitado en el manejo de los SIG, y por la manera como se explotó la herramienta en este proyecto, resulta preciso exponer las definiciones concernientes al tema.

Cartografía. - Es la técnica para elaborar toda clase de mapas y cartas, en la cual se plasma total o parcialmente diversos accidentes o fenómenos de la superficie terrestre, representándose a una escala proporcional a su dimensión real, sobre un plano (INEGI, 2005). Algunos autores la han dividido en cartografía práctica y teórica, donde la primera se ocupa de la representación de los resultados conseguidos en los trabajos cartográficos, y la segunda de los procedimientos a seguir en la confección de mapas y la técnica de las proyecciones y de la representación cartográfica (Klein, 1972).



Figura 3. Instrumentos antiguos representativos de la Cartografía

Cartografía Automatizada.- Se refiere al método de elaboración de mapas y cartas de manera dinámica, multitemporal e interactiva, es decir, por medio de un ordenador y programas. Facilita el control de información voluminosa y compleja, encaminada a la aportación de resultados más efectivos. Por consiguiente se afirma que la Cartografía automatizada es el reflejo funcional de las necesidades de la Sociedad de la Información, al convertirse en una interfaz modélico-gráfica muy eficaz para la toma de decisiones dentro de las labores de gestión y planeación. Parte de sus ventajas son las siguientes: permite trabajo colectivo, se manipula cualquier tipo de edición, mayor rapidez, mayor precisión, posee diversos métodos de edición y distribución eficientes, almacenamiento compacto, evolución permanente, mantiene la calidad de arte. Respecto a sus desventajas, algunos procesos implican mucho tiempo, poca accesibilidad por los costos del software especializado, requiere de equipos costosos, la dependencia de equipos tecnológicos en ocasiones puede representar fallas graves. (Acevedo, 2009).



Figura 4. Utilización de técnicas cartográficas en forma automatizada



Carta.- Documento cartográfico donde se representa una parte de la superficie terrestre, debe contener los datos de las coordenadas geográficas y de la proyección adoptada, así como información marginal. Generalmente un conjunto de cartas unidas representan el espacio geográfico encomendado, y se utilizan escalas medias, es decir, de 1:50,000 hasta 1:500,000 (Caire, 1993). En la actualidad existen dos tendencias cartográficas mundiales: la carta topográfica y la carta temática. La primera representa en forma detallada y exacta la superficie terrestre, en particular la altimetría (altitud del terreno representado mediante curvas de nivel), planimetría (correspondiente a los elementos humanos materiales y culturales como presas, vías férreas, traza urbana, sitios arqueológicos, etc.) y los accidentes observados en la superficie. Siendo el resultado de fotografías aéreas, imágenes de satélite y trabajo en campo, se dice que es una carta de localización precisa, detallada y exacta, donde cada elemento debe estar en posición, forma y dimensiones precisas, razón por la cual es considerada el mapa básico de los países. En México INEGI posee esta información a escala 1:50,000 y de esta deriva la de 1:250,000 con las que se realizan estudios de gran interés y utilidad.

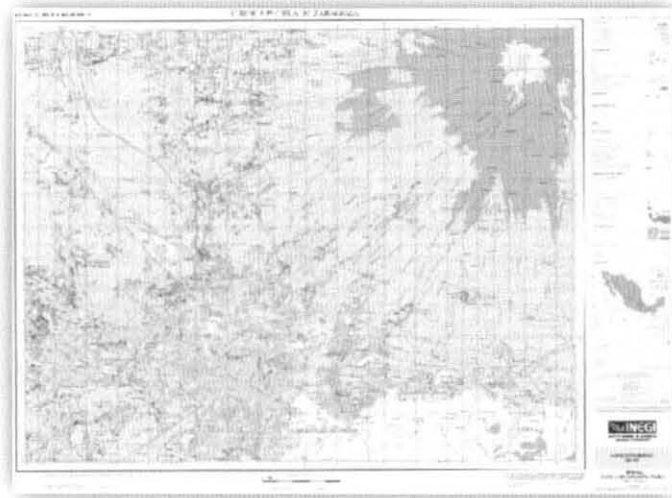


Figura 5. Carta topográfica E14A31 Heroica Puebla de Zaragoza

La carta temática se caracteriza por la representación de hechos o fenómenos concretos o abstractos, y cualitativos o cuantitativos en un espacio geográfico determinado, siguiendo ciertas reglas generales e innovando con la utilización de otros métodos cartográficos. De este modo, la carta temática se diversifica tanto por la enorme cantidad de temas a representar, como por las múltiples formas de caracterizar y describir la información. Se confeccionan sobre una carta base.

**Mapa.-** Representación de una parte o la totalidad de la superficie de la Tierra, realizada en una superficie plana y a una escala determinada. La operación para llevar a cabo la realización de mapas se resuelve mediante una proyección cartográfica, que contiene siempre una deformación de la superficie representada. Tradicionalmente, los mapas se clasifican en topográficos y temáticos, que se diferencian por sus objetivos y por los métodos empleados en su construcción. Sus elementos están compuestos por simbología (lineal, puntual y areal), leyenda (explicación de los símbolos o rasgos de un mapa), orientación, título, marco, cuadrícula, caneavá y notas marginales, esencialmente. Según Salitchev, el mapa geográfico es una representación reducida generalizada y matemáticamente determinada de la superficie terrestre sobre un plano en el cual se interpreta la distribución, el estado y los vínculos de los distintos fenómenos naturales y socioeconómicos seleccionados y caracterizados de acuerdo con la asignación concreta del mapa.

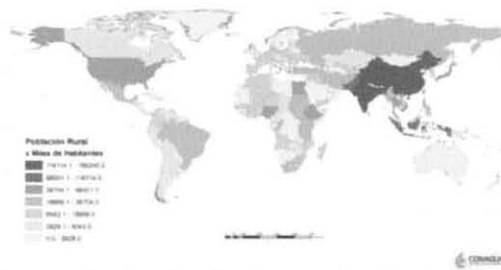


Figura 6. Mapa de población a nivel mundial

**Escala.-** Es una relación matemática entre las dimensiones del mapa, carta o plano y la superficie terrestre representada. Para la obtención de distancias o medidas en un documento cartográfico se utiliza la escala mediante la siguiente fórmula:  $E=D/d$ , donde E es la escala, D es la Distancia real y d es la distancia gráfica. Los tipos de escala existentes son: gráfica, numérica y unidad por unidad.

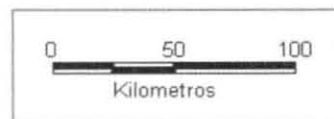


Figura 7. Ejemplo de escala gráfica

**Sistema de coordenadas.-** Para los SIG es el marco de referencia matemático en el cual se ubicarán los objetos geográficos. Existen dos tipos comunes: sistemas de coordenadas geográficas y sistema de coordenadas basados en proyecciones como las UTM. El primero es un método que describe la posición geográfica de un lugar u objeto en la superficie de la

Tierra, usando mediciones esféricas de latitud y longitud (ángulos en grados medidos desde el centro a un punto de la superficie).

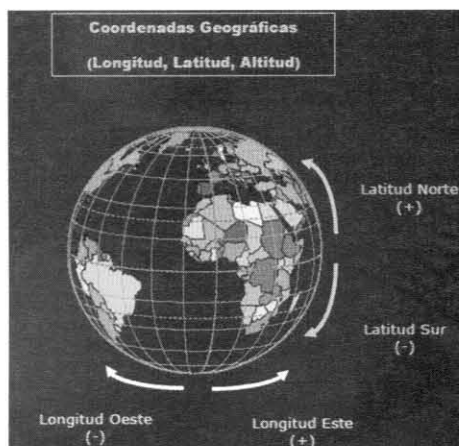


Figura 8. Coordenadas geográficas

Proyección cartográfica.- Método matemático de representación para trasladar la compleja geometría real de la superficie terrestre hacia un plano (Díaz, 2008), lo cual va a implicar algunas deformaciones. Los métodos de representación son numerosos, pero todos ellos se fundan en transformar las coordenadas geográficas latitud y longitud, en cartesianas (x, y), que determinan la posición de otro punto, homólogo del primero, sobre un mapa. Todos los puntos de la Tierra situados a lo largo de un meridiano o un paralelo, tendrán sus homólogos en el mapa, en los meridianos y paralelos de la proyección, y dichas líneas son conocidas en Cartografía como gradícula o caneavá. (Salazar, 2002). De las distorsiones implicadas con determinado tipo de proyección se encuentran las siguientes: forma, área, distancia y dirección. De acuerdo al área geográfica y a los objetivos del mapa se han construido distintas proyecciones cartográficas, las cuales cubren una o más características, sin embargo, no existe la proyección correctiva de todos los tipos de distorsiones a la vez.

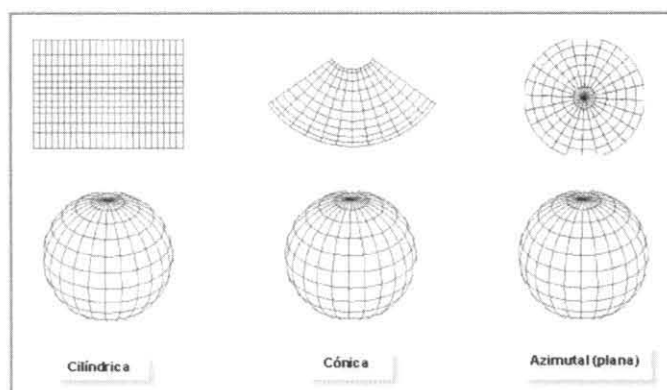


Figura 9. Principales tipos de proyección



y la orientación de latitud y longitud, así como el radio y la excentricidad del elipsoide. Los datums más comunes en Norteamérica son: NAD 1927 (North American Datum 1927) usa el esferoide Clarke 1866; NAD 1983 (North American Datum 1983) usa el esferoide GRS 1980 y; WGS 1984 (World Geodetic System 1984) usa el esferoide WGS 1984.



Figura 11. Descripción gráfica del Datum

Base de datos.- Es una colección de archivos interrelacionados creados con un Sistema Manejador de Bases de datos (DBMS). El contenido de una base de datos engloba a la información concerniente (almacenadas en archivos) de una organización, empresa o institución, de tal manera que los datos estén disponibles para los usuarios. Una finalidad de la base de datos es eliminar la redundancia o al menos minimizarla. Los tres componentes principales de un sistema de base de datos son el hardware, el software DBMS y los datos a manejar, así como el personal encargado del manejo del sistema. Un DBMS es una colección de numerosas rutinas de software interrelacionadas, cada una de las cuales es responsable de una tarea específica. El objetivo primordial de un sistema manejador base de datos es proporcionar un contorno que sea a la vez conveniente y eficiente para ser utilizado al extraer, almacenar y manipular información. Por su parte, una base de datos SIG se ha definido como un conjunto de datos diseñados para actuar coordinada y lógicamente en la transformación y presentación de la información geográfica y sus atributos, con la finalidad de satisfacer múltiples propósitos.

FB	Shape	ID	HOM_OFI	HOM_REG	CODIGO	CLASE	CVE_CTA	LATITUD	LONGITUD	CONDICION	SITUACION	RES_FIS	CAT_ADM	CVE_LOC
2293	Point	251	PASO LOS T		403	4	E14B47	190223.017	0964807.757			0		0
2294	Point	252	PALO GACH		100	1	E14B47	190148.650	0964838.126	P	I	-1.0		6
2295	Point	253	ZAPOTAL		100	1	E14B47	190143.342	0964834.674	P	I	-1.0		25
2296	Point	254	EJIDO LA PÑ	MAROMILLA	100	1	E14B47	190145.918	0964859.899	P	I	-1.0		7
2297	Point	255	PASO DEL M		403	4	E14B47	190013.953	0964648.517			0		0
2298	Point	256	MATA NARA		100	1	E14B47	190014.222	0964552.403	P	I	-1.0		39
2299	Point	257	PASO DEL M		305	3	E14B47	190256.912	0964506.368			0		0
2300	Point	258	DEFENSA, LA	EJIDO LA DEF	100	1	E14B47	190107.930	0964732.390	P	I	-1.0		3
2301	Point	259	CAÑADA AZ		100	1	E14B47	190028.102	0964930.118	P	I	-1.0		4
2302	Point	260	PROGRESO		100	1	E14B47	190004.213	0964947.590	P	L	0.0		24
2303	Point	261	CERRO AZUL		100	1	E14B47	190011.842	0964751.656	P	I	-1.0		20
2304	Point	262	UNIÓN, LA	LA UNIÓN DE	100	1	E14B47	190002.303	0964736.448	P	L	0.0		69
2305	Point	263	PEÑA, LA		100	1	E14B47	190005.640	0964440.268	P	I	-1.0		84
2306	Point	264	POZO DEL M		100	1	E14B47	190106.606	0964443.292	P	I	-1.0		55
2307	Point	265	LOMA DEL C	POCITOS AC	100	1	E14B47	190057.391	0964412.514	P	I	-1.0		85
2308	Point	266	HERRADURA		100	1	E14B47	190039.956	0964337.573	P	I	-1.0		27
2309	Point	267	MATA ZOPIL		100	1	E14B47	190005.696	0964126.808	P	L	0.0		41
2310	Point	268	EJIDO BENTO		100	1	E14B47	190032.306	0964159.568	P	I	-1.0		124
2311	Point	269	MATA DE VA		100	1	E14B47	190113.035	0964011.855	P	L	0.0		82
2312	Point	270	BARRABÁS		403	4	E14B47	190111.490	0964142.944			0		0
2313	Point	271	ESPAÑAL, EL		100	1	E14B47	190105.340	0964257.127	P	I	-1.0		25
2314	Point	272	CORRAL DE		100	1	E14B47	190123.967	0964315.231	P	I	-1.0		92

Figura 12. Fragmento de la Base de datos correspondiente a la Toponimia de la Carta Topográfica 1:50 000: Xalapa E14B27

**Digitalización.**- Es un proceso de conversión de información gráfica en papel a información digital, y se ha utilizado como uno de los principales medios para manejar los mapas en un software específico. Esto se realiza con el uso de tableros digitalizadores, que sirven para trazar (digitalizar) el mapa, y de manera automática se guardan los movimientos descritos en el tablero dentro de un archivo de dibujo determinado.



Figura 13. Secuencia usual en la digitalización

**Formato BIL.**- Es un formato donde la organización de la imagen está definida por líneas en lugar de bandas. Este agiliza la lectura de sub-zonas dentro de la imagen y resulta muy habitual en las imágenes de satélite y aéreas.

**Formato CAD.**- Es un término genérico para designar archivos generados por programas de dibujo técnico, arquitectónico y de ingeniería. Los más conocidos son los formatos de los software AutoCad de Autodesk (DWG y DXF) y Microstation de Bentley. Por su parte, los programas de ArcGIS pueden leer directamente e importar a formato nativo distintas versiones de los formatos Cad.

Formato DXF.- Es un archivo de intercambio de dibujos de Cad creado para posibilitar la interoperabilidad entre los archivos DWG usados principalmente por el programa AutoCad. Es el archivo estándar para intercambio de datos en 2D. Casi todas las aplicaciones actuales, incluida el Word, pueden importar archivos DXF. Este es un archivo que contiene figuras geométricas simples (puntos, líneas, polígonos) y constituye un medio utilizado para transferir datos geométricos entre programas Cad.



Figura 14. Ejemplo de archivo en formato DXF

Formato GRID.- Término anglosajón referido a la función de dividir un área de trabajo en cuadrículas o grillas, se constituye por la interpolación de datos originales, y está disponible en aplicaciones de diseño y representación gráfica.

Formato GIF.- Es un formato de intercambio de gráficos ("Graphics Interchange Format"). Creado por *CompuServe* en 1987 soportable en múltiples plataformas, está diseñado para reducir al máximo el tiempo de transferencia de archivos y utiliza compresión sin pérdida de información.

Formato IMG.- Es un formato utilizado por el software Erdas Imagine para el procesamiento y resguardo de datos geoespaciales raster. Permite al usuario preparar y presentar imágenes digitales para luego utilizarlas en aplicaciones de SIG o CAD. Estos archivos utilizan la estructura HFA (Hierarchical File Format), donde se almacena información importante acerca del sensor como: calibración, orientación, formato, número de bandas, etc., y con parámetros como compresión y sistema de coordenadas.

Formato MrSID.- Significa Multi-resolution Seamless Image Database, y es un estándar abierto de compresión de imágenes raster, desarrollado por Los Alamos National Laboratory. Permite mostrar archivos digitales de gran tamaño con un tiempo de carga mínimo y, predominantemente posee la característica del mosaico, la cual logra una alta compresión de

imágenes digitales con la pérdida mínima de detalle. Un mosaico es capaz de descomprimir sólo la porción de imagen solicitada por el usuario, extrayendo y entregando únicamente los bitplanos (representaciones de un subconjunto de la imagen, codificada de forma óptima para un grado de calidad y resolución determinado) necesarios para construir la vista requerida. Este formato permite la visualización y manipulación instantánea de imágenes, tanto en local como en red, sin sacrificar la calidad de la imagen.

Formato SHP.- Formato nativo para el nivel ArcGIS (ArcView) versión 2.0. Está conformado por un conjunto de archivos que muestran la geometría, la base de datos, la proyección cartográfica, los metadatos y los "links" de las tablas relacionadas. Se ha convertido en el formato más utilizado para la exportación de datos geográficos, aunque una desventaja de los shapefiles es que no almacenan información de topología.

Formato TIFF.- El término significa "Tagged Image File Format", y es un formato para almacenar imágenes, incluyendo fotografías. Su última actualización fue en 1992 y no ha sido actualizado desde entonces. Su desarrollo fue a la par con la tecnología, desarrollando imágenes en escala de grises ("grayscale"), luego a colores y hoy día, imágenes en alta definición de color. Contrario a las imágenes JPEG, el TIFF puede ser editado, re-grabado y hasta comprimido, sin perder calidad en la imagen. Es utilizado fundamentalmente en el manejo de ortofotos en SIG y programas con la posibilidad de manejar información espacial en imágenes raster.

Formato MXD.- También denominado "Map Documents", el MXD es el formato con el cual se almacenan los proyectos trabajados en ArcGIS. La información resguardada en estos archivos pueden ser: gradaciones de color o tonalidades de las capas, referencias a tablas externas de atributos, vistas de áreas específicas seleccionadas o modificadas por el usuario, distintos "Data Frames", mapas para impresión con los elementos cartográficos asignados por el usuario, entre otros.

Cobertura.- Conjunto de datos geográficos ligados a una base de datos donde es almacenada la información correspondiente a cada referencia geográfica individual y a la topología. Permite varios tipos de geometría como puntos, líneas y polígonos en una sola cobertura. Su uso es amplio en acciones básicas y complejas del software como la entrada de datos y geoprocésamiento, respectivamente.

Información vectorial.- Los datos tipo vectorial se refieren a la información representada por medio de puntos, líneas y polígonos, los cuales se almacenan con datos propios de coordenadas x, y. La ubicación de un punto puede describirse con el dato de una



intersección  $x$ ,  $y$ ; las características lineales pueden almacenarse como un conjunto de puntos de coordenadas  $x$ ,  $y$ ; mientras que los polígonos se almacenan como un circuito cerrado de coordenadas (Tinoco G., 2004).

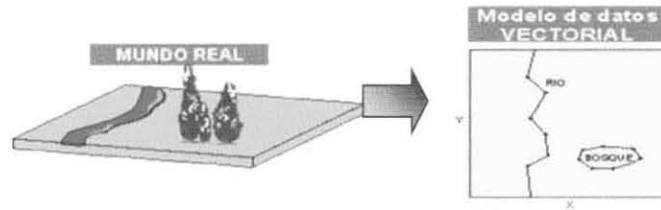


Figura 15. Representación de datos vectoriales

Información raster.- Los tipo raster representan la información a través de celdas (retícula), lo cual permite asociar datos a una imagen, por esta razón los modelos raster hacen referencia a las imágenes satelitales, fotografías aéreas y ortofotos.

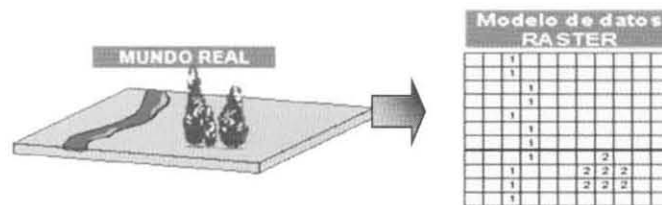


Figura 16. Representación de datos raster

Capas de información "Layers".- Es cualquier tipo de representación (vectorial o raster) que en la interfaz del software permitirá visualizar muchos aspectos geográficos en áreas distintas. Por este motivo, un "layer" representa una referencia a un archivo de la base de datos geográfica, que mediante esquemas, colores, figuras y símbolos muestra la información, e incluso es posible guardar simbologías específicas. Una capa representa la descomposición de la realidad por medio de atributos.

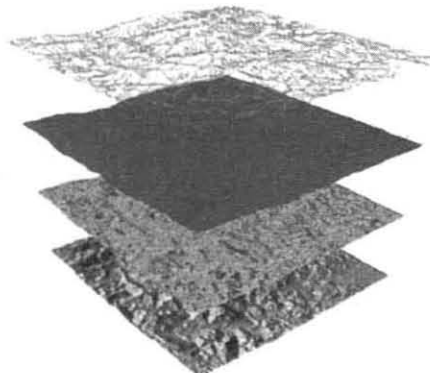


Figura 17. Sobreposición de capas de información

Ortomosaico.- Es un ensamblaje sistemático de varias ortofotos individuales para formar la imagen fotográfica de una región mayor, tiene la apariencia de una gran fotografía y su precisión depende del método empleado en su construcción. Por ser la unión de varias ortofotos individuales, el resultado final posee las mismas características geométricas de una ortofoto. Resultan de gran utilidad en labores de planeación debido a la gran extensión abarcada en una sola imagen, por ejemplo, se han utilizado en estudios geológicos, control de inundaciones, proyectos agrícolas, etc.

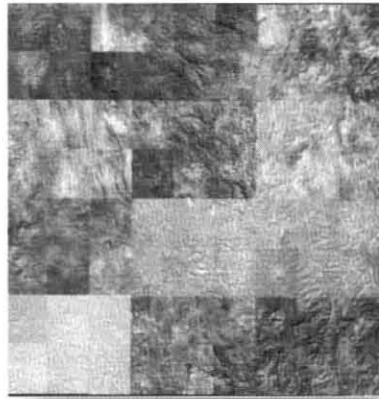


Figura 18. Unión de ortofotos digitales escala 1:20,000

Curvas de nivel.- Son las líneas de unión entre puntos con equivalencia altitudinal dentro de una representación cartográfica.

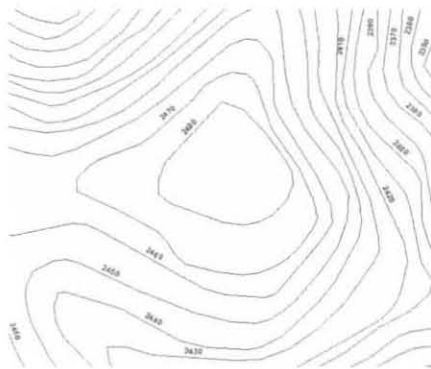


Figura 19. Curvas de nivel de un área de la carta f13b55

Modelo digital de elevación.- Estructura numérica de datos donde se ha representado la distribución espacial de una variable cuantitativa y continua, normalmente topográfica, es decir, considera normalmente los datos de altitud (distancia vertical entre un punto de la superficie terrestre y el nivel del mar) y coordenadas para su modelado en tres dimensiones.

Representando una porción de la realidad empírica, el modelo reproduce solamente algunas propiedades del objeto o sistema original, finalizando su representación por otro sistema de menor complejidad.

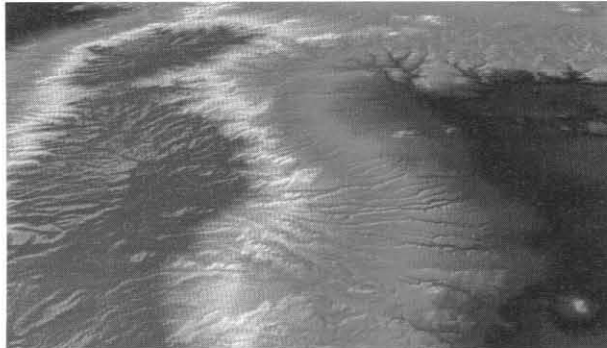


Figura 20. Ejemplo de un Modelo digital de elevación

Ortofoto.- Componente del proyecto cartográfico, es una fotografía aérea ortorectificada, es decir, donde se representa la proyección ortogonal del terreno y en la que se han eliminado las variaciones de la escala inherentes en toda fotografía aérea, las deformaciones causadas por la óptica de la cámara y los errores de desplazamiento aparente de los objetos debidos a la inclinación y al relieve. Esto se logra utilizando puntos de control con coordenadas conocidas y con el uso de instrumentos analíticos o digitales. Como parte de esta definición resalta la de Base, que en topografía refiere a una medida sumamente precisa tomada sobre el terreno, útil para las operaciones de triangulación. El uso de la ortofoto representa ventajas en la interpretación y toma de decisiones debido a la combinación cartográfica y fotográfica en un mismo documento, y por tal motivo se han empleado como sustitutos de planos y mapas. Incluso puede resultar más económico y rápido el proceso de elaboración de ortofotos considerando el trabajo de campo implicado en la construcción de algunos mapas.

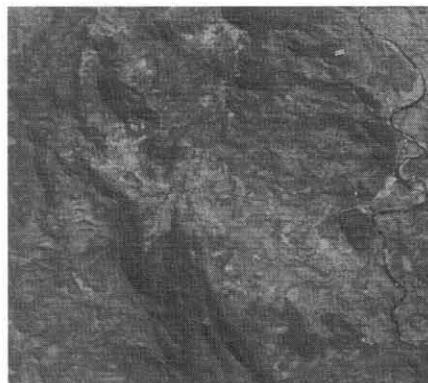


Figura 21. Fracción de la ortofoto correspondiente a la carta e14a76

**Atributos.**- Conjunto de características no gráficas que describen y dan información detallada de cada elemento, sea este puntual, lineal o poligonal. Esta información se almacena en una base de datos a la que se accede para la consulta, búsqueda, análisis, etc., de la información geográfica representada (G/S Corporativo Gobierno Vasco, 2009).

FID	Shape *	FIODE_	TIODE_	LPOLY_	RPOLY_	LENGTH	HL_	HL_ID	CLAVE	DESCRIBE
0	Polyline	11	4	0	0	137.192055	1	2074	HL_3271	CORRIENTE DE AGUA: Intermitente
1	Polyline	16	5	0	0	328.040434	2	2236	HL_3271	CORRIENTE DE AGUA: Intermitente
2	Polyline	17	6	0	0	71.449283	3	2073	HL_3271	CORRIENTE DE AGUA: Intermitente
3	Polyline	20	7	0	0	74.215901	4	2075	HL_3271	CORRIENTE DE AGUA: Intermitente
4	Polyline	15	23	0	0	73.109507	5	2066	HL_3271	CORRIENTE DE AGUA: Intermitente
5	Polyline	36	14	0	0	142.928233	6	2069	HL_3271	CORRIENTE DE AGUA: Intermitente
6	Polyline	37	32	0	0	120.227798	7	2366	HL_3272	CORRIENTE DE AGUA: Perenne

Figura 22. Atributos de una capa de información vectorial

**Toponimia.**- Estudio de los nombres de lugar que componen un mapa (sierras, valles, caseríos, ciudades, ríos, etc.) de una región o país. Su análisis ofrece indicaciones valiosas al proporcionar un conocimiento más detallado de los hechos físicos o humanos, actuales o pasados, contenidos en un mapa.



Figura 23. Toponimia de un área de la carta h14c53

**Topología.**- Se refiere a la asociación de bases de datos temáticas junto con la descripción espacial precisa de objetos geográficos y las relaciones entre ellos, y es precisamente la topología lo que diferencia a un SIG de otros sistemas informáticos de gestión de información. Estas asociaciones que para el ser humano pueden ser obvias a simple vista, el software las debe manejar mediante un lenguaje y reglas de geometría matemática. (Tinoco G., 2004). También se le ha definido como una representación abstracta (generalizada) de los elementos geográficos presentes, donde se privilegian las relaciones de los elementos

entre sí, más que sus formas. Así por ejemplo, un área o polígono es definida por los arcos que lo componen, sin importar la forma específica adquirida por el polígono, y por su parte, un arco es definido en función de los nodos que marcan su inicio. (Malpartida A., 2002). Existen tres tipos de topología: nodo, red y polígono. La primera se refiere a la interrelación de los objetos puntuales; la segunda define la interconexión de vínculos (líneas), los cuales pueden conectar nodos entre sí; y la tercera representa la interrelación de áreas delimitadas, donde un único vínculo puede definir un contorno común de dos áreas adyacentes.

Análisis geoespacial.- Define la actividad posterior a la ejecución de los procesos mencionados en la metodología, y se refiere al estudio o razonamiento que se hace sobre un área específica a partir de elementos geográficos como la localización y aquellos generados por el hombre o de manera gradual a través del tiempo. Su alcance debe ser la predicción y prevención de efectos, consecuencia de un hecho o fenómeno, sobre los elementos de un espacio geográfico. Este análisis se apoya en tecnologías como los Sistemas de Información Geográfica, con lo cual el análisis resulta más detallado y con la posibilidad de observar los hechos o fenómenos desde distintos puntos de vista, incluso con un análisis espacial es posible extraer o crear información nueva acerca de un conjunto de elementos geográficos (ver Figura 24). Respecto al concepto de Análisis geográfico este refiere a la identificación y revisión de las condiciones y fenómenos de un espacio en una ubicación geográfica específica, con el fin de predecir y prever efectos sobre los elementos del mismo en una etapa posterior por algún suceso físico o social.



Figura 24. Mapa de la Localidad Rural Juan de Grijalva como instrumento de análisis.

Software (de aplicación SIG).- De acuerdo al IEEE (Instituto de Ingenieros, Electricistas y Electrónicos), Software es el conjunto de programas de cómputo, procedimientos, reglas,

documentación y datos asociados que forman parte de las operaciones de un sistema de computación. Dentro de estos se encuentran los software de aplicación (permiten al usuario realizar tareas específicas personales, empresariales o científicas) y comprenden a su vez programas como ArcGIS y Erdas, que proveen las funciones y herramientas necesarias para almacenar, analizar, procesar, generar y mostrar información. Los componentes principales de un software de aplicación como el programa ArcGIS son: Sistema de manejo de base de datos; herramientas para captura y manejo de información geográfica; herramientas para soporte de consultas, análisis y visualización de datos geográficos y; una interfaz gráfica de usuarios (IGU) para el fácil acceso a las herramientas.

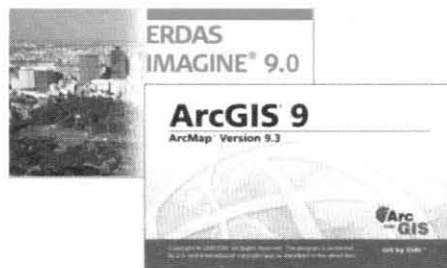


Figura 25. Ejemplos de software cartográfico

Hardware.- Componentes físicos y equipos periféricos de una computadora (Diccionario SIG, CONAGUA, 2008). Bajo este esquema, los SIG funcionan en un amplio rango de tipos de computadoras desde equipos centralizados hasta configuraciones individuales o de red (Tinoco G., 2004). Dos factores fundamentales al tratar este término es la velocidad de los microprocesadores y la capacidad de almacenamiento de los dispositivos (Gould M., 2000).



Figura 26. Componentes físicos en un laboratorio de SIGs

Intranet.- Es una red de computadoras de área local privada empresarial o educativa que proporciona herramientas de Internet, las cuales tienen como función principal proveer aplicaciones de captura, reportes, consultas, etc., con el fin de auxiliar la producción de dichos grupos de trabajo, y es un importante medio de difusión de información interna.

Resolución espacial.- Es una relación entre el tamaño de la celda o píxel y el tamaño en la realidad. Técnicamente, la resolución se define como el número de píxeles en una pulgada lineal (píxeles por pulgada o ppi). Por consiguiente, la resolución de imagen indicará el detalle de la misma, y entre más píxeles por pulgada contenga una imagen, mayor será su resolución. Bajo esta premisa se resalta lo siguiente: a mayor resolución, menor área de cubrimiento del píxel, y a menor resolución, mayor espacio abarcado.

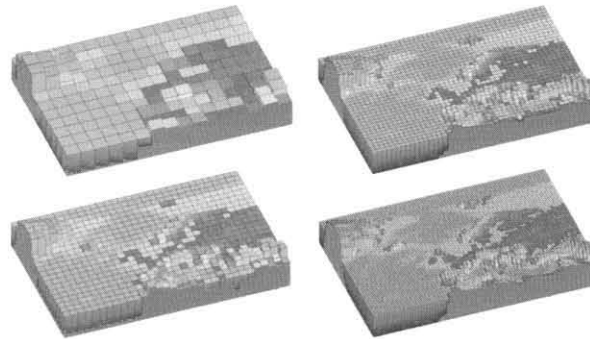


Figura 27. Imagen representada con distinto valor de resolución espacial

Geoprocesos.- Son tareas que se realizan dentro de los Sistemas de Información Geográfica para transformar alguna de las características originales de los datos geográficos. (Díaz Alejandro, 2007). Por otro lado, el geoprocesamiento se refiere a la manipulación y análisis de la información con referencia geográfica (Diccionario SIG, CONAGUA, 2008).

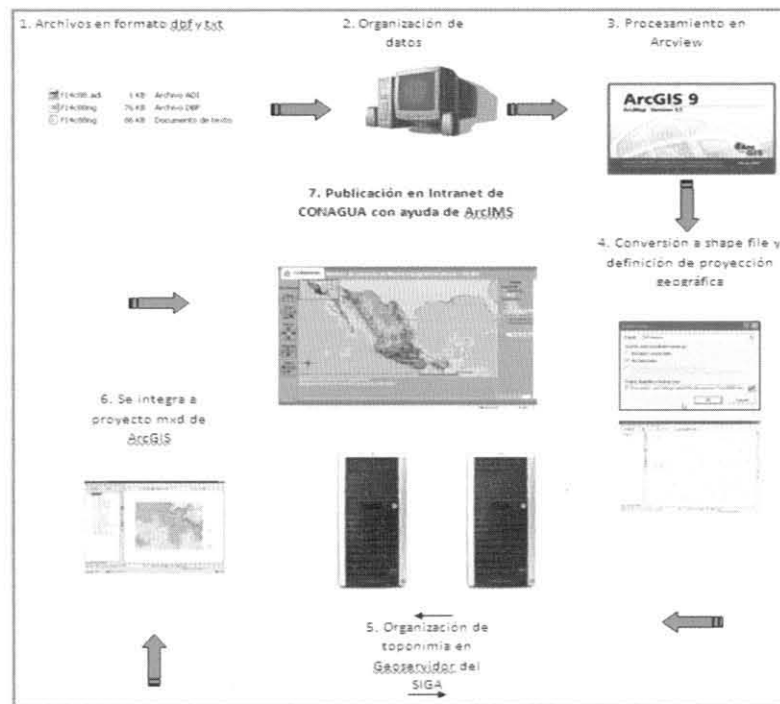


Figura 28. Geoproceso del tratamiento vectorial para el Módulo Cartográfico

Georreferenciación.- Es un neologismo que define el posicionamiento o localización de un objeto espacial, representado mediante punto, línea, área, volumen, en un sistema de coordenadas y datum determinado, y es un proceso empleado frecuentemente en los SIG. Posee una definición tecno científica aplicada a la existencia de las cosas en un espacio físico mediante el establecimiento de relaciones entre las imágenes de raster y vector sobre una proyección geográfica o sistema de coordenadas, por ello la georeferenciación se convierte en central para los modelados de datos realizados por los SIG.

Proyectar.- Se refiere a la acción de asignarle a un mapa o carta en digital la proyección adecuada mediante un proceso específico, lo cual se realiza en función de la ubicación precisa en el globo terráqueo del área por representar y los objetivos de dicho documento cartográfico.

Reproyectar.- Término utilizado para la acción de cambiar la proyección cartográfica a un mapa o carta en digital, con un dato previo de proyección.

Sistema de Información Geográfica.- Conjunto de herramientas y métodos diseñados para actuar coordinada y lógicamente en el manejo de datos geográficos diversos (especialmente referenciados) y su modelización. Su funcionalidad se basa en la captura, almacenaje, manipulación, análisis, transformación y presentación de la información geográfica y de sus atributos, con el fin de satisfacer propósitos relacionados con el análisis geoespacial, lo cual a su vez tiene relación con temas de planificación y gestión del territorio. De acuerdo con lo anterior, los SIG son una tecnología surgida de la necesidad de disponer rápidamente de información para resolver problemas y contestar a preguntas de naturaleza geográfica. En este sentido, la importancia de los SIG radica en las diversas soluciones para problemas donde se requiere acceso a varios tipos de información geográfica o de distribución espacial. Sólo la tecnología SIG permite almacenar y manipular información usando geografía porque es posible analizar patrones, relaciones y tendencias en la información, para tomar mejores decisiones (Tinoco G., 2004). Resulta significativo añadir que, según Tomlinson Roger (2007), el SIG es un proceso inteligente que requiere de un recurso humano adecuado. En este sentido, es forzoso señalar los componentes de un SIG: hardware, software, métodos, datos y personal.





Figura 29. Componentes de un SIG

Interfaz gráfica.- Se refiere a la manera como aparecen en pantalla los comandos o herramientas de un programa: con botones, símbolos, ventanas y colores. La idea de esta es la interacción y comunicación sencilla entre el usuario y la computadora. Su función principal es informar al usuario sobre los elementos disponibles para trabajar y su utilidad, además posee una gran flexibilidad para el usuario de personalizarla, es decir, distribuir a su gusto los componentes del programa. Respecto al área de trabajo, en un software de cartografía, es el espacio en blanco donde se muestra el avance y estado de la tarea.

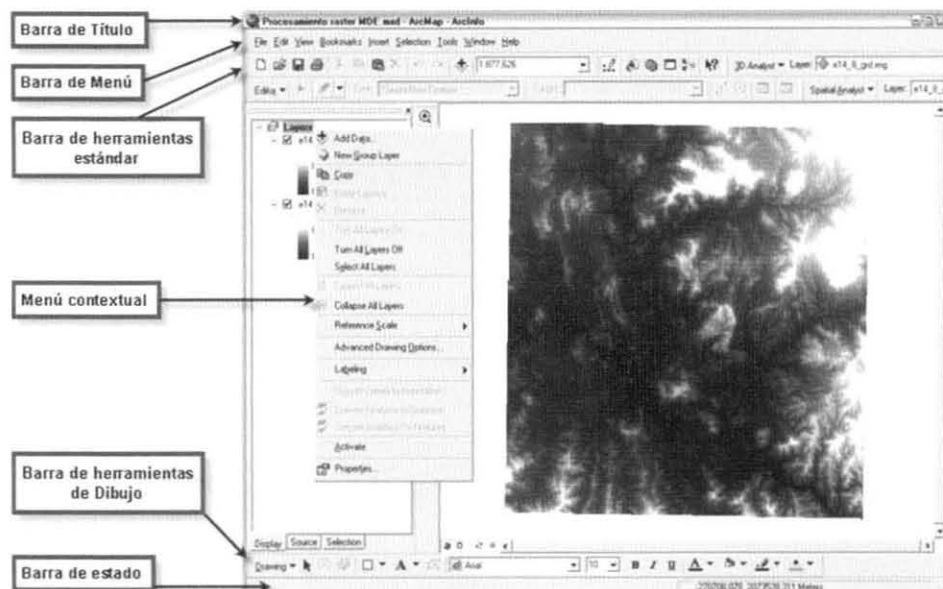


Figura 30. Interfaz gráfica de una sesión ArcGIS (ArcInfo)

Tabla de contenido.- Columna situada en la parte izquierda dentro de una sesión de ArcGIS, donde se organizan las capas de información de un proyecto, así como los Data Frame que las contienen.

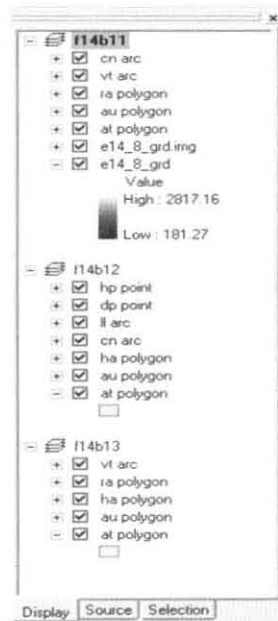


Figura 31. Tabla de contenido en una sesión ArcGIS

Merge.- Geoproceso con la función de unir datos vectoriales con las mismas características geométricas, por ejemplo, la unión de curvas de nivel (líneas) con la capa de ríos (líneas). La unión se puede ejecutar independientemente del área geográfica de los archivos y del contenido en sus bases de datos, aunque en la unión de los elementos dentro del proyecto, se revisó previamente la uniformidad de las tablas de atributos para cada archivo.

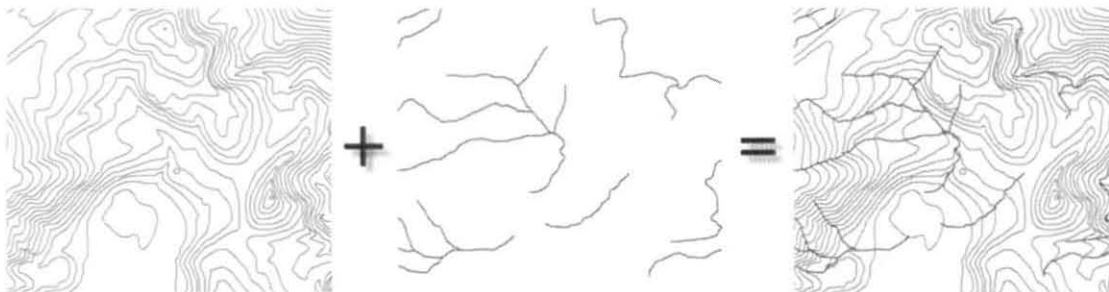


Figura 32. Merge de curvas de nivel y ríos de una porción de la carta f14a68

Data Frame.- Es el nombre dado a un organizador de capas dentro de la Tabla de contenido en una sesión de ArcGIS en cualquiera de sus niveles.

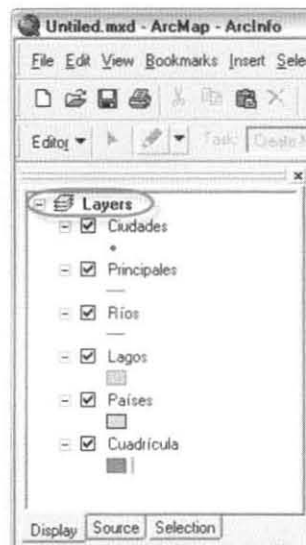


Figura 33. Data Frame en sesión de ArcGIS (ArcInfo)

Data View.- Sub interfaz para mostrar mapas o cartas, donde básicamente se pueden realizar y visualizar cambios, introducir datos, comenzar búsquedas geográficas tanto en el área del mapa como en la tabla de atributos, dentro de una sesión de ArcGIS.

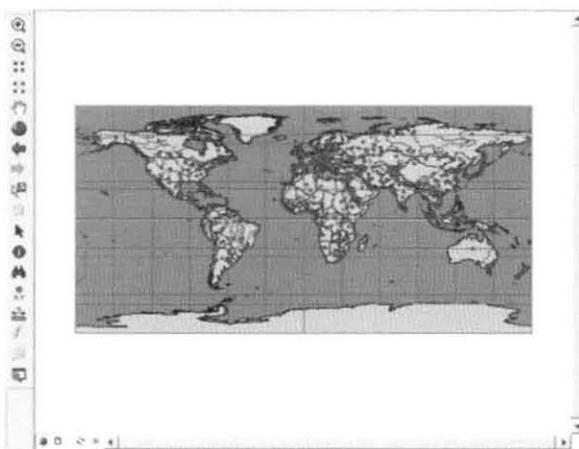


Figura 34. Data View en sesión de ArcGIS (ArcView)

Como se observa, estos conceptos tanto de Cartografía tradicional como de Sistemas de Información Geográfica, son de gran importancia y utilidad previamente al inicio de las operaciones para la generación del Módulo Cartográfico a escala 1:50,000.

## 1.2 Metodología

La primera parte de este proyecto se sustenta en las herramientas que desde la planeación decidió utilizar el personal de la SIGA por la capacidad y ventajas que ofrecen. A continuación indico dichas herramientas y su utilidad, su aplicación en el proyecto y las actividades ejecutadas para el desarrollo del Módulo Cartográfico, esto en el orden respectivo y respondiendo a cuestiones como el material utilizado para la realización del proyecto (software, hardware y datos geográficos) y a la manera de utilizarlo (procedimientos y procesos).

El software o programa utilizado para el procesamiento de la información vectorial, así como para la elaboración y resguardo de cada mosaico cartográfico dentro del Módulo, fue ArcGis versión 9.0 y 9.1, haciendo uso principalmente de las siguientes herramientas: ArcMap, ArcCatalog y ArcToolbox, que en síntesis, tienen la capacidad de consultar, visualizar y editar datos geográficos, así como administrar y analizar los productos obtenidos mediante el geoprocésamiento de estos datos. Para el tratamiento de la información raster se utilizó el paquete ERDAS Imagine Profesional, con el cual se compactó esta información, dándole al mismo tiempo las características necesarias para lograr una visualización adecuada.

Las características del hardware empleado para la realización del Módulo Cartográfico aluden principalmente a las siguientes cuestiones: velocidad del procesador, memoria RAM y capacidad del disco duro. La velocidad del procesador es de 2.5 a 3 Gigahertz, lo cual es significativo por el hecho de que una alta velocidad permite la ejecución de una gran cantidad de trabajo o procesamiento sin que esto origine saturación del equipo, evitando a su vez, dificultades para operar la información y lentitud en sus procesos. La memoria RAM es un elemento con el que se puede alcanzar una mayor eficiencia en los procesos, y esta oscila entre los 3 y 4 Gigabytes. Por otro lado, la capacidad del disco duro tiene el rango de los 70 a los 600 Gigabytes, y esta se utiliza para almacenar la enorme cantidad de datos.

Como parte de esta infraestructura resulta importante mencionar que la CONAGUA es una dependencia que posee una Red Nacional de Datos a nivel nacional con enlace a 13 Organismos de Cuenca (anteriormente Gerencias Regionales) y 20 Direcciones Locales (estados) en el país, esto se traduce en 10,000 computadoras y servidores que sin duda sirven para la publicación y consulta de este módulo, logrando entonces que los usuarios se beneficien con este banco de información. Los servidores que proveen de dicha información

están ubicados en las Oficinas Centrales de CONAGUA, y específicamente son los que le corresponden a la Subgerencia de Información Geográfica del Agua.

La otra parte de los insumos son los datos geográficos (proporcionados por el INEGI, en formato *.dxf* y transformados a formato shape), los cuales se revisaron y corrigieron antes de integrarlos al mosaico correspondiente. Estos datos se refieren básicamente a objetos espaciales que se encuentran representados en las cartas topográficas como ciudades, localidades, ríos, sistemas montañosos, infraestructura, etc. Posterior a esto, se identificaron los directorios donde se ubicaron los datos corregidos y procesados mediante el software antes mencionado.

El desarrollo de este proyecto comenzó con la sistematización o estructuración de la información vectorial y raster, disponible en la Subgerencia de Información Geográfica del Agua y proporcionada por el INEGI, la cual se almacenó en uno de los equipos de escritorio perteneciente a la Subgerencia, y que se destinó exclusivamente para la ejecución de todos los procesos relacionados con el Módulo Cartográfico Escala 1:50,000. Para el propósito de sistematizar la información se generó una sencilla tabla de datos en el programa Microsoft Office Excel, donde, de manera constante se empezaron a agregar los datos de la información existente, faltante y en proceso del proyecto.

Para este control fue necesaria la elaboración de una lista de control en papel, ya que se hacían constantemente anotaciones extras o se tomaban datos de utilidad para llevar a cabo el procesamiento. Al tener un avance en esto, se empezó a transcribir la información de manera constante en formato digital, integrando así la tabla de datos con cada una de las cartas que constituyen los cuadrantes de grado por grado, y clasificando la información en los siguientes rubros: Carta escaneada, Modelo Digital de Elevación, Ortofoto y "Shapes", así mismo se agregaron dos columnas: una para el control de la información que se revisó nuevamente pero ya integrada y otra para observaciones, pudiendo ser errores de formato, de merge y de ubicación o georeferenciación.

Es importante hacer énfasis en este informe sobre el control que se llevó a cabo al poner en marcha este proyecto, ya que en todo trabajo profesional la organización de los tiempos, espacios y recursos es de considerarse, y a través de estos controles fue posible obtener porcentajes de avance o rezago. Cabe mencionar que esta base de datos ha servido como guía en la elaboración del presente trabajo ya que se siguió la línea del orden de los procesos ejecutados al paso de los días.

En la fecha que se comenzó este proyecto el cubrimiento nacional escala 1:50,000 de cartas topográficas escaneadas y modelo digitales de elevación no era total, por lo que se establecieron intercambios de información con el INEGI, y hasta la fecha hay cuadrantes que se están actualizando.

Con la información vectorial preparada para la integración, el siguiente paso fue el tratamiento de la carta topográfica, a la cual se le aplicaron ciertos atributos con la finalidad de mostrar la información sobrepuesta y que cada rasgo topográfico se diferenciara. El siguiente producto cartográfico a integrar fue la ortofoto, que equivale a una fotografía aérea pero sin deformaciones visuales porque han sido previamente eliminadas. Al añadir la ortofoto a la carta topográfica, los rasgos físicos se acentúan y se logra un efecto adecuado que puede facilitar la toma de decisiones.

Por último se agregaron los modelos digitales de elevación, que con previas modificaciones en los rangos de color y transparencia para resaltar las características de determinado lugar, representan la distribución espacial de la altitud superficial del terreno. Esto permite que el efecto tridimensional de la información se enfatice aún más y las diferencias de altitud se marquen por el rango de colores. Para la integración de este elemento fue necesario darle las características tanto al formato en crudo como al sombreado en grises, así como hacer una unión de la información en grupos de 12 cartas, que componen un cuadrante grado por grado en la escala 1:50,000.

Este conjunto de datos, integrado en un proyecto o sesión de trabajo en la interfaz de ArcMap, se almacenó directamente en la ubicación antes señalada, donde se concentró toda la información con destino a la publicación en Intranet de la CONAGUA y en Internet. Para este proceso, se requirió de la herramienta ArcIMS, la cual sirve para la generación de páginas web, sin embargo, la generación de este servicio es un vínculo que aborda otra parte del proceso.

### 1.3 Área bajo estudio

El proyecto cartográfico de la Subgerencia de Información Geográfica del Agua, de la CONAGUA, ha tenido por objeto satisfacer las necesidades de información geográfica por parte de los usuarios, las cuales fundamentalmente son datos a escala nacional de diversa índole. Conforme a las exigencias presentadas a lo largo de varios años, el área cubierta tenía que ser a nivel nacional por lo que desde un inicio no se consideró otra posibilidad y se comenzó con el procesamiento de la información a escala 1:50,000 para la República Mexicana.

Fue evidente la necesidad de abarcar toda la República ya que, de esta manera, se cubre tanto la información requerida en los Organismos de Cuenca (antes Gerencias Regionales), pertenecientes a la CONAGUA, como las consultas de información desde cualquier punto de la República Mexicana. Respecto a este cubrimiento, cabe resaltar la situación presentada en las zonas (sobre todo costeras) donde la información fue deficiente o inexistente, debido a las pequeñas extensiones descritas en las mismas, sin embargo, con las solicitudes necesarias realizadas en la SIGA, se proporcionaron los datos faltantes por parte del INEGI, y gracias a esta circunstancia se ha alcanzado prácticamente el cubrimiento total del país.

Por otra parte el avance en proyectos nacionales favorece indiscutiblemente las relaciones laborales y de apoyo entre las instituciones gubernamentales, y a su vez se logra un desarrollo profesional del personal integrante de determinada área en alguna institución, o incluso institutos de investigación y centros académicos. Desde esta perspectiva de apoyo entre profesionales y haciendo uso de los medios adecuados para la difusión y acceso de información, la utilización de datos como los contenidos en este proyecto cartográfico, puede proveer herramientas prácticas para enfrentar problemáticas actuales, y en el mejor de los casos, prever situaciones adversas (como los desastres naturales) y planear oportunamente.





## CAPÍTULO 2. Módulo Cartográfico Digital Escala 1:50,000 de la República Mexicana

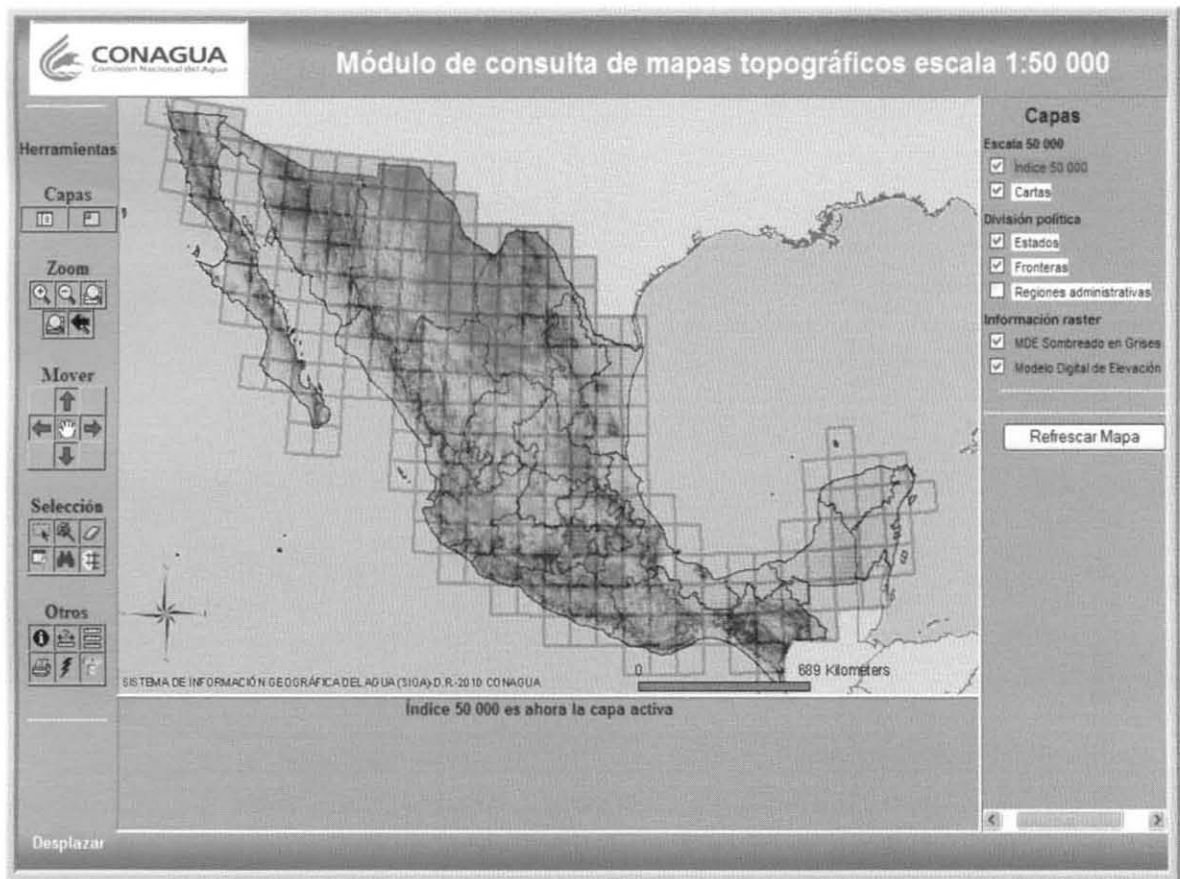
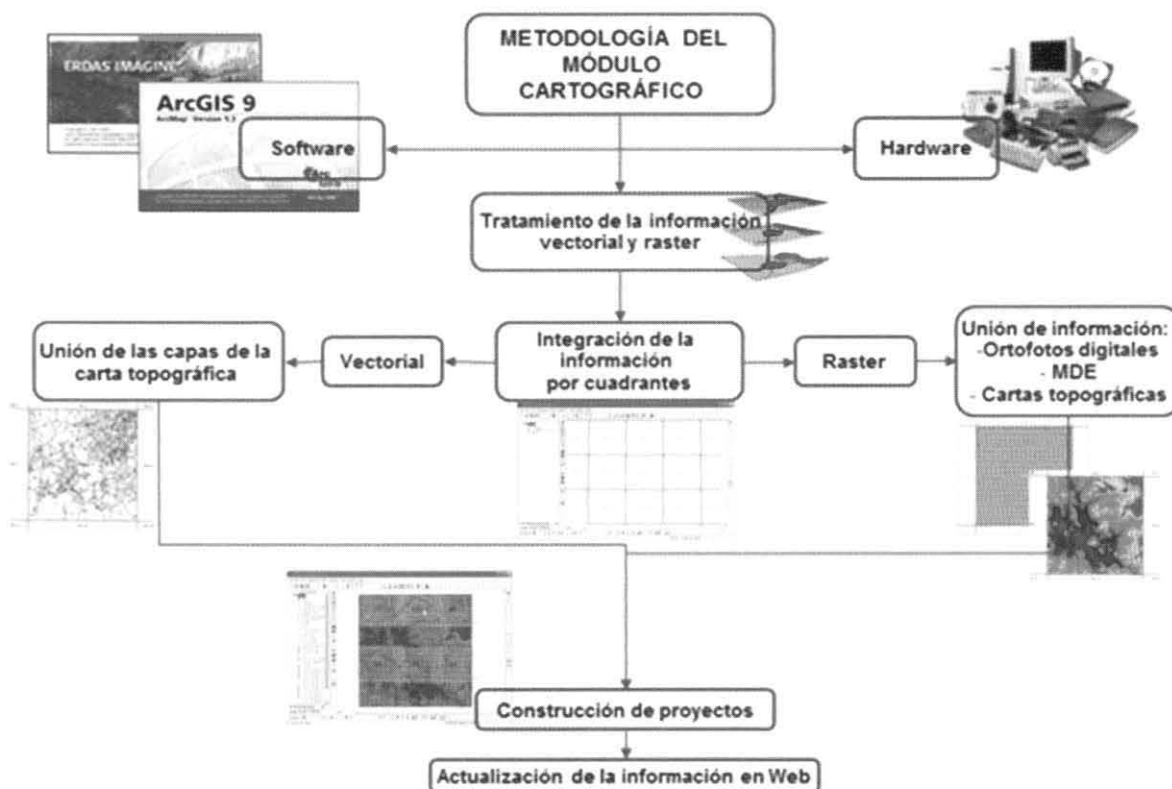


Figura 35. Inicio de una sesión del Módulo Cartográfico Digital de consulta escala 1:50,000.

## 2.1 Metodología del Módulo Cartográfico

De acuerdo a los objetivos planteados, la metodología constituye la columna vertebral de este informe académico por Servicio Social, y en general de un gran número de investigaciones dentro del campo geográfico. La metodología refiere a la ciencia del método, y se define como el conjunto de procedimientos sistematizados basados en principios lógicos para obtener resultados específicos. De acuerdo con lo anterior, la acción metodológica es la encargada de recolectar, ordenar y analizar la realidad estudiada. Bajo este esquema ha resultado imperante la aplicación metodológica en la ejecución de los procesos del Módulo Cartográfico escala 1:50,000, así como en el respectivo informe.

Diagrama 1. Metodología aplicada en la realización del Módulo Cartográfico Escala 1:50,000.



Elaboró: Yazmín Areli Ortega Aldape

Lo primero por precisar serán los instrumentos, herramientas o componentes utilizados (software de aplicación y hardware), además de la materia prima (información vectorial y raster sin procesar), para la ejecución correspondiente de los procesos en el proyecto. El siguiente aspecto considerará la manera como se han manipulado dichos elementos para la

obtención de productos cartográficos, esto es, el tratamiento técnico de la información, desde su sistematización, hasta la actualización de la información cartográfica en red. En el diagrama conceptual anterior se muestran los aspectos que constituyeron la metodología para la realización del proyecto.

### *2.1.1 Software de aplicación utilizado*

Considerado uno de los principales componentes dentro de un SIG, el software puede proporcionar las funciones necesarias que permitan el análisis y la creación de productos informativos deseados, según Tomlinson (2007). El software de aplicación utilizado para el procesamiento de la información vectorial y otros procesos específicos de la información raster dentro del proyecto, fue el programa ArcGIS versión 9.0 y 9.1, entendiéndose como una familia de productos, que en su conjunto, se considera un sistema con la capacidad de expansión para la creación, administración, integración y análisis de datos geográficos, y permiten cubrir necesidades variadas y precisas de una organización, desde el individuo hasta la empresa global. Este programa está constituido por los siguientes niveles:

ArcView.- Es el punto de entrada a ArcGIS y representa la función primaria de creación de mapas. Posee funciones avanzadas de visualización, análisis y consulta de datos, así como la capacidad de crear y editar datos geográficos y alfanuméricos.

ArcEditor.- Abarca toda la funcionalidad presente en ArcView y añade además herramientas para la edición multiusuario de geodatabase corporativa (datos geográficos manejados por un software especializado en base de datos Oracle, SQL Server y que rebasa los 2 GB de tamaño), así como la posibilidad de implementar topología basada en reglas.

ArcInfo.- Complementa la funcionalidad de ArcEditor, incorporando funciones avanzadas de geoprocésamiento, conversión de datos a otros formatos y sistemas de proyección, así como toda la funcionalidad aportada por el entorno de comandos de ArcInfo Workstation.

El nivel utilizado para el procesamiento de los datos fue ArcGIS (ArcInfo), debido a que posee toda la funcionalidad del programa, es decir, las acciones relacionadas con el geoprocésamiento de la información, como coberturas, geodatabases (personales y compartidas), shapefiles, importación y exportación de múltiples formatos, entre otras. A su vez, cada uno de los niveles del software considera las siguientes aplicaciones:

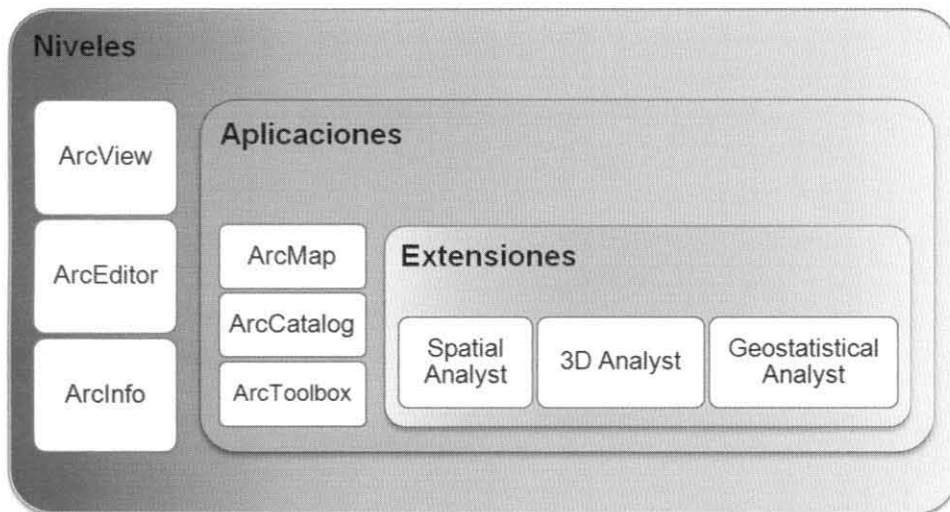
ArcMap.- Permite la visualización, entrada de datos, búsquedas, consultas, ediciones y análisis de datos.

ArcCatalog.- Sirve principalmente para organizar, administrar y visualizar los datos geográficos y alfanuméricos.

ArcToolbox.- Además de otras funciones más complejas, esta aplicación se utiliza para el geoprocésamiento de la información: definición y transformación de proyección y sistemas de coordenadas, conversión de formatos y análisis espacial de capas de información.

En el siguiente diagrama se han sistematizado y jerarquizado los componentes claves del software descrito, incluyendo ejemplos de algunas de sus extensiones, es decir, herramientas complementarias:

Diagrama 2. Jerarquía básica de los componentes del **ARCGIS**



Elaboró: Yazmín Areli Ortega Aldape

Respecto al tratamiento de la información raster, se utilizó el software llamado ERDAS Imagine Profesional. Este permite el análisis avanzado y clasificación de imágenes de satélite, incluyendo cualquier tipo de información raster, y proporciona herramientas gráficas ajustables para la información geoespacial. El uso de este software se basó en el tratamiento de archivos raster, logrando por un lado, eficiencia en el manejo de los archivos dentro del módulo, y por otro, ahorro de espacio en disco duro, además de las ediciones necesarias para una visualización adecuada. Como parte de este software, se utilizó el codificador Erdas Imagine MrSID Encoder, que habilita el formato MrSID, y permite utilizar eficazmente imágenes georeferenciadas muy grandes reduciendo su espacio sin desfavorecer la calidad

de las mismas, y para los procesos concernientes al proyecto permitió la compactación del 10% del total de cada archivo correspondiente a los mosaicos de ortofotos. Esto último permitió el ahorro en disco duro, requerido para la integración de datos al proyecto, y se logró ocupar de 625 GB a 412 GB, con una disminución del 34% de espacio en disco.

Para la publicación y revisión de la información se empleó el software ArcIMS, especializado en la creación y despliegue de servicios web. Este permitió la publicación eficiente de la información total integrada en el módulo, y fue posible verificar en cada proyecto las características mínimas de cantidad y calidad de información, así como revisar los servicios Web del Módulo Cartográfico, comprobando sus capas (vectorial y raster) y su activación.

### *2.1.2 Hardware*

De acuerdo con Tomlinson Roger (2007), un SIG exige hardware con características especiales, sin embargo, unas pocas computadoras potentes pueden sustentar un trabajo de geoprocésamiento. En los servidores de SIG de una red, las computadoras simples proporcionan acceso al usuario con fines de consulta de base de datos y visualización, mientras que una red interna robusta y un alto valor de ancho de banda de conexión a Internet son necesarios para facilitar el uso compartido de archivos, la adquisición de datos y la creación de informes.

El hardware empleado para la realización del Módulo Cartográfico se ha clasificado en dos aspectos: el equipo de cómputo y el servidor para publicación. Respecto al primero, se valoraron las siguientes cuestiones: velocidad del procesador, memoria RAM y capacidad del disco duro. La velocidad del procesador es de 2.5 a 3 Gigahertz, lo cual es significativo por el hecho de que una alta velocidad permite la ejecución de una gran cantidad de trabajo o procesamiento sin saturar el equipo, implicando a su vez, dificultades para operar la información y lentitud en sus procesos. La memoria RAM es un elemento con la cual se puede alcanzar una mayor eficiencia en los procesos, y esta oscila entre los 3 y 4 Gigabytes. Por otro lado, la capacidad del disco duro tiene el rango de los 70 a los 600 Gigabytes, y es utilizada para almacenar la enorme cantidad de datos.

Respecto a la publicación, se instalaron dos servidores, uno para publicar en Internet y otra para Intranet. La memoria de cada servidor es de 4 GB, el microprocesador Xeon 2.5 Ghz y espacio en disco de 300 GB.

Cabe resaltar como parte de esta infraestructura a la Red Nacional de Datos a nivel nacional con enlace a 13 Organismos de Cuenca (anteriormente Gerencias Regionales) y 20 Direcciones Locales (estados) en el país, pertenecientes a la CONAGUA. Esta red está conformada por aproximadamente 10,000 equipos de cómputo y servidores, base para la publicación y consulta de este módulo, logrando así un beneficio significativo por el número de usuarios consultores del banco de información. Corresponde a los servidores pertenecientes a la Subgerencia de Información Geográfica del Agua y localizados en las Oficinas Centrales de la CONAGUA, el proveer de tal información a los usuarios que así lo requieran.

La homologación en el hardware ha facilitado en las áreas afines dentro de la CONAGUA la decisión de utilizar herramientas funcionales para la visualización, resguardo, representación y toma de decisiones, lo cual ha favorecido el intercambio de datos y la comunicación entre áreas, sin duda, esto ha evitado duplicar información.

### *2.1.3 Descripción de la información vectorial y raster sin procesar*

Es importante señalar las características que identificaron la información original, tanto vectorial como raster, así será posible apreciar las diferencias con los resultados obtenidos. Los insumos de tipo vectorial en el proyecto fueron los datos geográficos correspondientes a la Carta Topográfica escala 1:50,000 de la República Mexicana, proporcionados en formato *.dxf* (Drawing Interchange File) por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Este formato es un archivo de intercambio de fácil lectura y escritura compatible con diferentes programas comerciales o más sencillos con respecto al usuario solicitante.

No obstante, para integrar dicha información al proyecto, la SIGA trabajó el cambio de formato de la misma, logrando convertir todos los archivos a cobertura ArcGIS *.lyr*. La actividad posterior, y desempeñada durante el servicio social, fue una revisión minuciosa de estos archivos antes de integrarlos al mosaico correspondiente (ver tema 2.1.4). Los datos contenidos en la información vectorial corresponden a referencias geográficas acerca del terreno como: red hidrográfica (corrientes de agua, cuerpos de agua, rasgos hidrográficos puntuales), altimetría (curvas de nivel, puntos acotados), aspectos generales de vegetación (áreas naturales protegidas), infraestructura (vías de comunicación y transporte, instalaciones diversas e industriales), población (localidades, áreas y rasgos urbanos), entre otros, representados por medio de puntos, líneas y polígonos.

Sus características principales son las siguientes:

- Consistencia geométrica de los elementos, la cual permite su adecuación en diversos tipos de software de aplicación SIG y cartografía automatizada, así como establecer topología.
- Contiene referencia geográfica, que permite su integración con otros datos de tipo vectorial o raster, y a su vez esto favorece la conformación de una región mayor de interés con características de continuidad espacial.
- Los datos poseen codificaciones que relacionan cada uno de los objetos geográficos con una descripción.

Los datos vectoriales de la carta topográfica escala 1:50,000, trabajados por el INEGI, fueron obtenidos inicialmente de la conversión a formato digital de la carta topográfica original en papel, y actualizados utilizando ortofotos digitales recientes y con trabajo de campo. Con relación a las características cartográficas del conjunto de datos vectoriales, se presentan las siguientes especificaciones:

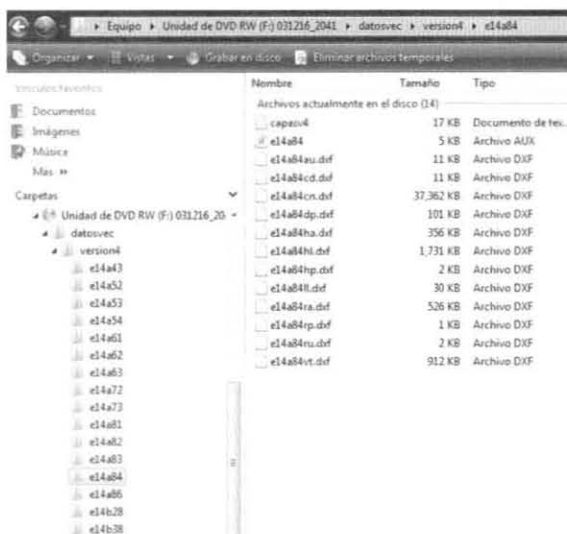
*Escala:* 1:50,000  
*Dimensiones:* 2  
*Proyección cartográfica:* UTM  
*Cubrimiento:* 15' Lat.; 20' Long.  
*Datum:* NAD 27 o ITRF92 época 1988  
*Estructura:* Vectorial  
*Formatos de transferencia:* .dxf

El INEGI, quien comercializa la información digital en este formato por su facilidad para incorporarla en otros programas comerciales, proporcionó la información en discos compactos (ver figura 36), donde los datos se encuentran organizados por claves de cartas escala 1:50,000 (ver figura 37).

Figura 36. Disco de datos vectoriales de cartas topográficas Escala 1:50 000



Figura 37. Contenido del disco de datos vectoriales de la carta topográfica



Por su importancia dentro de los datos vectoriales, resulta trascendente describir la *Toponimia*, referida a la representatividad de los nombres geográficos, como municipios y localidades, conteniendo una serie de atributos o características (ver Figura 38). El tema de Toponimia está compuesto por una capa de puntos georeferenciados con coordenadas X, Y en UTM. Su archivo DBF contiene los atributos de cada objeto y están identificados con un número, campo<sup>1</sup> y su significado (ver Tabla 1).

Figura 38. Toponimia básica de Querétaro



<sup>1</sup> Encabezado de una columna dentro de una base de datos. Cabe destacar lo siguiente: a cualquier reglón de la tabla se le conoce como Registro o Tupla, y la intersección de un Campo con un Registro es el Dato.



Fuente: Microsoft Map Point (2008)

Tabla 1. Campos y descripción de los archivos DBF contenidos en la Toponimia

NUM	NOMBRE DEL CAMPO	SIGNIFICADO
1	ID <sup>2</sup>	Identificador único del elemento
2	NOM_OFI	Nombre oficial
3	NOM_REG	Nombre regional
4	CODIGO	Código para describir el elemento geográfico, término genérico (TERGEN) El campo "código" campo se va a utilizar para hacer una unión "Join" con una tabla anexa, en donde se describen los elementos geográficos representados en la carta.
5	CLASE	Agrupación de nombres genéricos de la toponimia, 7 clases Por otro lado el campo "clase" se refiere a las 7 clases que definió el INEGI para agrupar los topónimos de las cartas, este sirve para aplicar la simbología de la toponimia dentro de los proyectos creados en ArcView.
6	CVE_CTA	Clave de la carta topográfica a la que pertenece
7	LATITUD	Latitud en coordenadas geográficas
8	LONGITUD	Longitud en coordenadas geográficas
9	CONDICION	(este solo aplica en las localidades)
10	SITUACION	(este solo aplica en las localidades)
11	RES_FIS	(este solo aplica en las localidades)
12	CAT_ADM	(este solo aplica en las localidades)
13	CVE_LOC	Clave de la localidad
14	VALIDACION	(este solo aplica en las localidades)
15	CVE_EDO	Clave del estado (este solo aplica en las localidades)
16	CVE_MUN	Clave de municipio (este solo aplica en las localidades)
17	ALTITUD	Altitud de la localidad
18	HABITAN	Número de habitantes (este solo aplica en las localidades)
19	UTM_X	Longitud de la coordenada en proyección UTM
20	UTM_Y	Latitud de la coordenada en proyección UTM

Fuente: Díaz Ponce A. (2007)

Elaboró: Geóg. Alejandro Díaz Ponce

Dentro de los componentes del proyecto cartográfico, se encuentran "las cartas escaneadas, es decir, cartas en papel escaneadas y convertidas en formato digital bajo normas específicas para conservar sus propiedades geográficas, las cuales están georeferenciadas, característica que permite sobreponerlas con otra información" (Díaz, 2007). Por tanto, la imagen digital de la carta consiste en un archivo con el mismo contenido de la carta topográfica escala 1:50,000 en papel, con su correspondiente leyenda marginal y

<sup>2</sup> Una tabla debe contener un campo Identificador (también denominado Llave Primaria), el cual no permite valores duplicados ni nulos en su registro.

georreferencia, y es posible combinarlas con otro tipo de información geográfica, como la vectorial. Sus características cartográficas son las siguientes:

- Cubrimiento:* 15' Lat.; 20' Long.
- Datum:* NAD 27 o ITRF92 época 1988
- Proyección cartográfica:* UTM
- Resolución espacial:* 10 m.
- Estructura:* Raster
- Formatos de transferencia:* .gif, .tif

Como en el caso de los datos vectoriales, las cartas topográficas escaneadas también fueron proporcionadas por el INEGI en discos compactos (ver figura 39), y se encuentran organizados como se muestra en la figura 40.

Figura 39. Disco de cartas topográficas escaneadas Escala 1:50,000

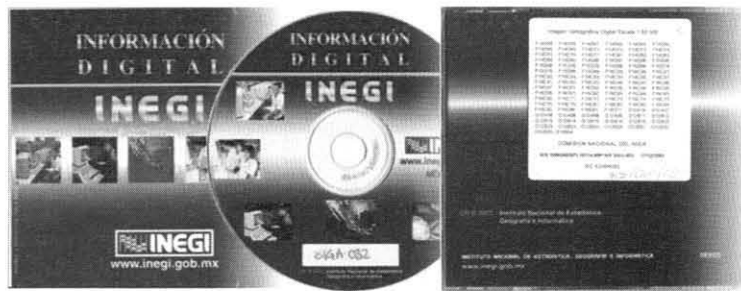
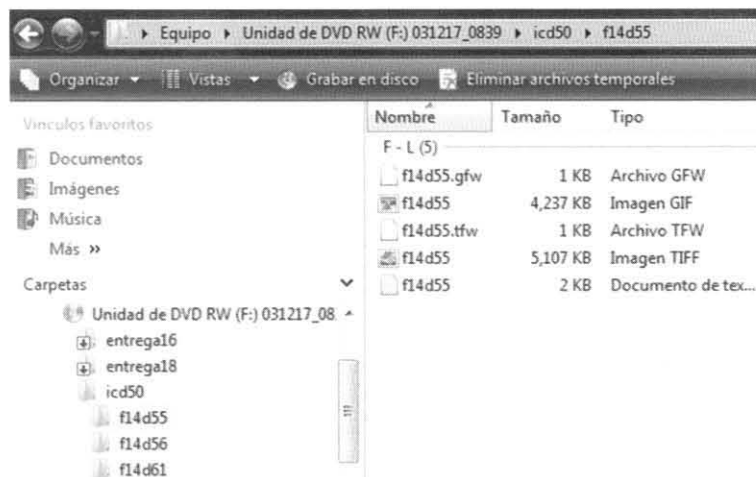


Figura 40. Contenido del disco de cartas topográficas escaneadas



Aunadas a la información raster, se tienen las Ortofotos digitales, que como ya se mencionó, son fotografías aéreas rectificadas por las deformaciones generadas en el momento de la toma, e igualmente fue material proporcionado por el INEGI en discos (ver figura 41), mostrándose su contenido en la figura 42. A continuación se señalan sus características cartográficas:

- Cubrimiento:* 7' 30" Lat.; 6' 40" Long.
- Datum:* NAD 27 o ITRF92 época 1988
- Proyección cartográfica:* UTM
- Resolución espacial:* 1.5 y 2.0 m. (dependiendo su actualización).
- Estructura:* Raster
- Escala del vuelo:* 1:75,000
- Formatos de transferencia:* .bil

Figura 41. Disco de ortofotos digitales Escala 1:20,000



Figura 42. Contenido del disco de ortofotos digitales Escala 1:20,000



Por su parte, los modelos digitales de elevación fueron generados por personal de la SIGA a partir de los archivos vectoriales de curvas de nivel proporcionados por el INEGI. Al contar con estos archivos organizados por cuadrante, se aplicaron los procesos correspondientes para la conversión a archivos raster y se resguardaron para su posterior edición y adición en los proyectos del Módulo Cartográfico. Sus características cartográficas son:

*Cubrimiento:* 15' Lat. por 20' Long.  
*Datum:* NAD 27 o ITRF92 época 1988  
*Proyección cartográfica:* UTM  
*Resolución espacial:* 20 m.  
*Estructura:* Raster  
*Formatos de transferencia:* .grid de ArcINFO

#### 2.1.4 Procesamiento técnico de la información

Diagrama 3. Secuencia del procesamiento técnico



Elaborado por: Yazmín Areli Ortega Aldape

Como se mencionó anteriormente, el primer paso del tratamiento técnico de la información consistió en la sistematización de la información vectorial y raster disponible en la SIGA (proporcionada por el INEGI). De acuerdo a la verificación de los datos existentes y al procesamiento, se elaboró una sencilla tabla de datos usando el programa Microsoft Office Excel, con la finalidad de almacenar los avances, retrasos y errores respectivos, así como organizar la información existente, faltante y en proceso del proyecto. La información disponible se almacenó en un equipo de escritorio de la SIGA con las características necesarias para soportar el software y los geoprocursos (ver pág. 29) a efectuar. Cabe reiterar que el equipo de cómputo utilizado se destinó sólo para la ejecución de las acciones relacionadas con el Módulo Cartográfico Digital.

La lista de control (ver figura 43) mencionada se realizó con la finalidad de agilizar y facilitar la toma de anotaciones extras y de datos útiles para avanzar en el procesamiento. Esta revisión constante y ágil de los datos favoreció su actualización en formato digital (tabla en Excel), donde resulta significativo indicar nuevamente los rubros considerados: Carta escaneada, Modelo Digital de Elevación, Ortofoto, Shapes, Revisión y Observaciones. Sucesivamente se agregaron dos columnas, una para el control de la información revisada nuevamente pero ya integrada, y otra para observaciones, pudiendo ser errores de formato, de "merge", y de ubicación o georeferenciación, inclusive para indicar la falta de algún dato vectorial o raster. Con la información mencionada del total de cartas y organizada en los rubros descritos, se conformaría dicha lista de control de datos y la tabla en formato digital.

Figura 43. Lista de control para revisión de datos

CARTAS	E.S.	MDE	ORTO	SHAPES	REVISIÓN	OBSERVACIONES
G12.A.11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
41						
42						
43						
44						
45						
46						
47						
48						
49						
50						
51						
52						
53						
54						
55						
56						
57						
58						
59						
60						
61						
62						
63						
64						
65						
66						
67						
68						
69						
70						

Es importante enfatizar el control de la información existente, llevado a cabo como el primer paso en la metodología de este proyecto, porque todo trabajo profesional debe estar basado en la organización de los tiempos, y precisamente con este control fue posible obtener porcentajes de avance y rezago. Aunado a lo anterior, la lista obtenida con la revisión correspondiente (figura 43), ha servido como guía en la elaboración del presente informe académico.

Como parte de la organización en los procesos de la información, tanto vectorial como raster, se identificaron los directorios donde se ubicarían los datos corregidos y procesados mediante el software antes mencionado. Resulta relevante que en la fecha inicial del proyecto, el cubrimiento nacional escala 1:50,000 de cartas topográficas escaneadas y modelo digitales de elevación no era total, por este motivo se establecieron intercambios de información con el INEGI, y a la fecha hay cuadrantes en estado de actualización por cuestiones de publicación.

Antes de explicar específicamente cada proceso, resulta imprescindible mostrar de manera global los archivos procesados para el proyecto (ver Tabla 2).

Tabla 2. Universo de trabajo

<b>Archivos a procesar en el proyecto</b>				
Información	Escala	Universo de cartas	Número de archivos por carta	Total de archivos a procesar
Modelos Digitales de Elevación (Formato GRID)	1:50 000	2037	1	2,037
MDE Sombreado en grises (formato GRID)	1:50 000	2037	1	2,037
Vectorial (Formato original cobertura de ArcINFO)	1:50 000	2037	24	48,888
Carta escaneada (Formato original GIF)	1:50 000	1474	1	1,474
Ortofoto digital (Formato original .bil)	1:20 000	2037	6	13,770
			<b>Archivos por procesar</b>	<b>68,206</b>

Fuente: Díaz Ponce A. (2007)

Elaboró: Alejandro Díaz Ponce

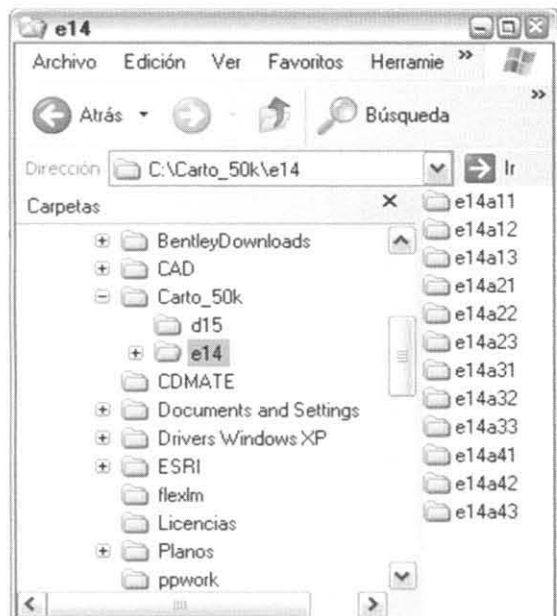
Procesamiento vectorial e integración

Con anterioridad se mencionaron algunas ventajas de trabajar con archivos *.dxf*, pero la contraparte se explica con el hecho de que la información en ese formato se encuentra disgregada, es decir, la información gráfica (puntos, líneas y polígonos) por un lado, y la tabla de atributos donde se describen los elementos geográficos, por otro. Esto repercute en la integración de las bases de datos por la diferencia de formatos, y por tal razón se decidió transformar los archivos de formato *.dxf* a cobertura de ArcInfo. El proceso fue ejecutado previamente por personal de la SIGA después de copiar la información vectorial en crudo de los discos proporcionados por el INEGI a un equipo de escritorio del área.

Con la información en el equipo, la primera labor fue la organización de los datos en el directorio que sirvió como repositorio del procesamiento, el cual se identificó con el nombre de *Carto\_50k*, donde se generaron carpetas y subcarpetas con nombres correspondientes a la clasificación escala 1:50,000 del INEGI y al tipo de información trabajada. Para el tratamiento vectorial se utilizó únicamente la carpeta denominada "Shapes". A continuación se señala en dos imágenes el orden mencionado:

Figura 44. Directorio *Carto\_50k* y subcarpetas (Carta E14).

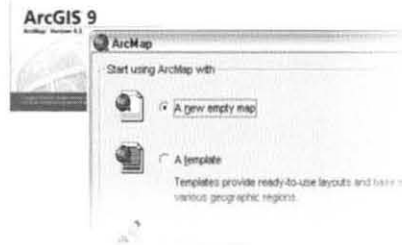
Figura 45. Información trabajada por carpetas. En la carpeta denominada "Shapes" se guardó la información vectorial procesada.



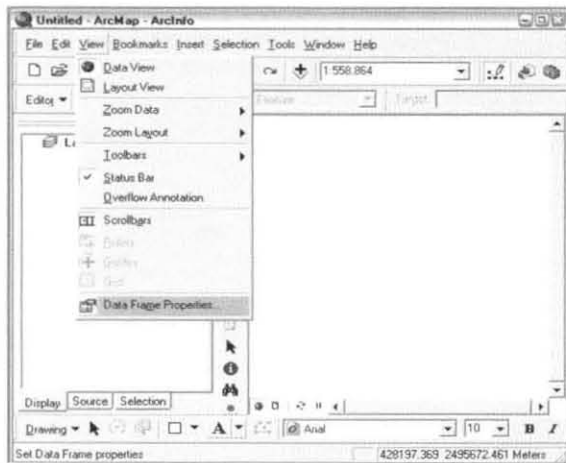
Con el directorio definido se procedió a la conversión de los archivos vectoriales de formato *.lyr* ("layer" o capa) a *.shp* ("shapefile"). Para el proceso se ejecutaron las siguientes acciones:

1. Al dar inicio a una sesión de ArcGIS (ArcInfo), el primer paso es definir el sistema de coordenadas del “Data Frame”, porque se requiere para el mismo objetivo en los archivos vectoriales, ya que el programa no reconoce este dato.

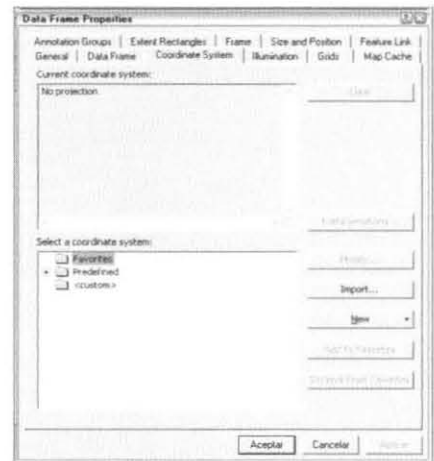
1A. Inicio de sesión ArcInfo-ArcMap



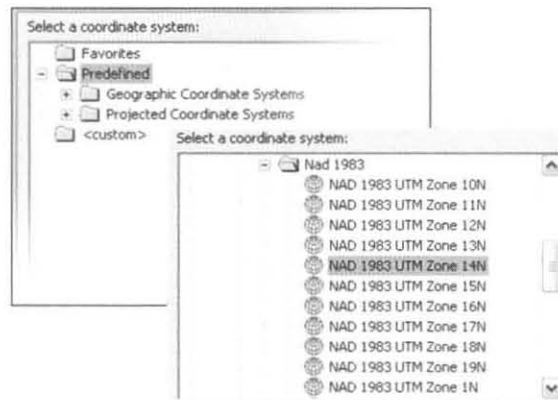
1B. Para definir el sistema de coordenadas de un “Data Frame” se utiliza la opción “Data Frame Properties” del menú “View”.




1C. Cuadro de diálogo para definir el sistema de coordenadas (“Data Frame Properties”).



1D. Sección para elegir el sistema de coordenadas. Se abre la carpeta “Predefined”, se selecciona la subcarpeta “Projected Coordinate Systems”, posteriormente las subcarpetas UTM y Nad 1983. Finalmente, la proyección seleccionada es Nad 1983 UTM Zona 14N. Se aceptan los cambios y la sesión de trabajo ha quedado definida espacialmente.



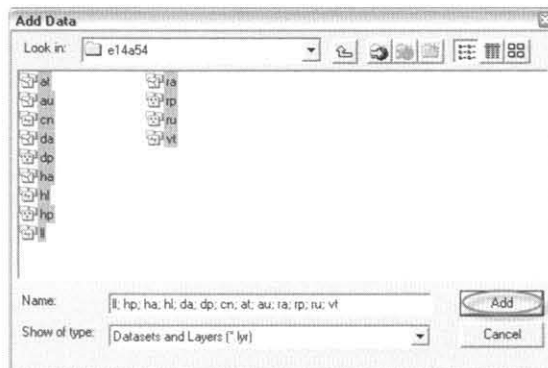


2. Prosigue el despliegue de todos los temas considerados para cada carta o clasificación INEGI en un Data Frame. La herramienta utilizada para añadir los temas es “Add Data” , del menú estándar (ver figura 2A).

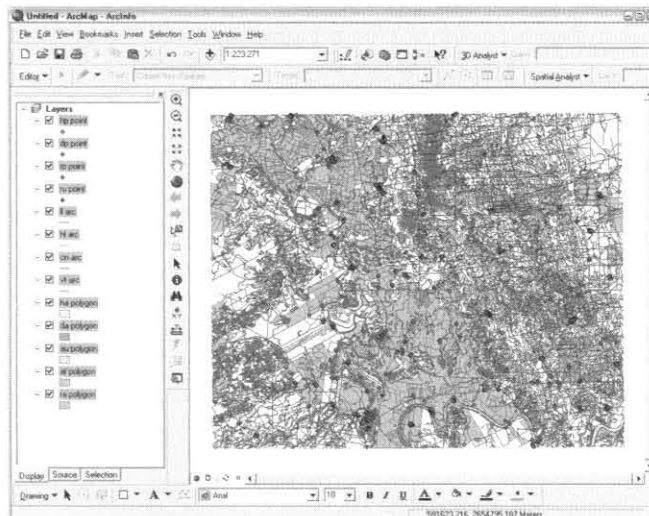
2A. Sesión de ArcMap-ArcInfo abierta. La ubicación de la herramienta “Add Data” se indica en rojo.



2B. Cuadro de diálogo “Add Data”. En este se ubicaron los temas vectoriales en formato .lyr del directorio correspondiente (en este caso se utilizó como ejemplo la carta e14a54 y se añadieron los temas con el botón “Add”.

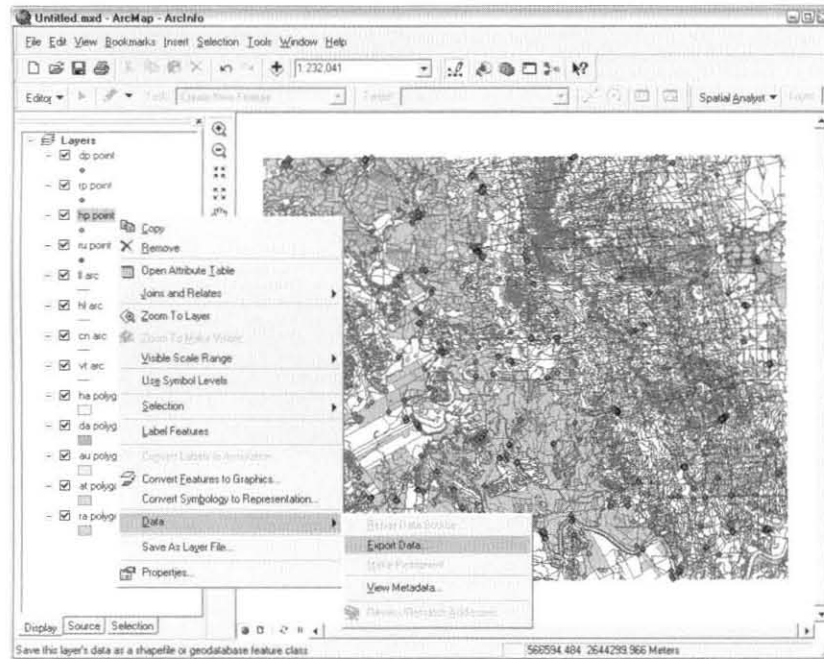


2C. Información vectorial desplegada en el “Data Frame” y en el “Data View”.



3. Aplicación del cambio de formato a cada tema mediante la herramienta "Export Data".  
 Para evitar descontrol y desorden fue necesario adaptarse a una estructura, donde se desglosan todas las capas, con el nombre original y el nombre posterior al cambio de formato (ver figura 46).

3A. Se oprimió el botón derecho sobre un tema de la carta e14a54 (en este caso, el de hp) y en el menú desplegado se seleccionó la opción "Export Data".



3B. En el cuadro de diálogo generado por la herramienta "Export Data" se seleccionó la opción "the data frame", lo cual significa la asignación del mismo sistema de coordenadas y datum del "Data Frame" al archivo *hp* (Nad 1983 UTM, 14N), y con el botón "Saving Data" se seleccionó la ubicación del nuevo archivo (formato .shp) y se le asignó un nombre identificador de la carta y el tema, en este caso, e14a54\_hp. Con estos datos, se presiona OK.

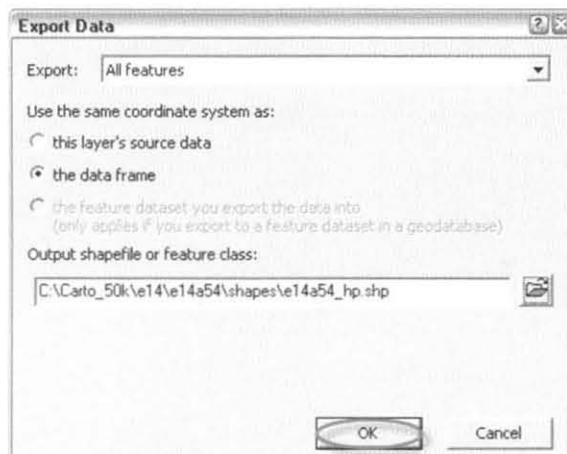


Figura 46. Control: Nombres de las capas vectoriales en el cambio de formato y descripción

TEMAS EN FORMATO	CAMBIO DE	
DXF	FORMATO A SHAPE	DESCRIPCIÓN
	FILE	
1 f14c88 ng	f14c88 topo	Toponimia
2 cp	f14c88 cp	Instalaciones de comunicación
3 dp	f14c88 dp	Edificaciones e instalaciones diversas
4 ru	f14c88 ru	Rasgos urbanos
5 rp	f14c88 rp	Elementos puntuales de referencia topográfica
6 hp	f14c88 hp	Rasgos hidrográficos puntuales
7 dl	f14c88 dl	Edificaciones e instalaciones diversas
8 ll	f14c88 ll	Limites
9 vt	f14c88 vt	Vías de transporte
10 cn	f14c88 cn	Curvas de nivel
11 np	f14c88 np	Rasgos de conservación histórica
12 hl	f14c88 hl	Corrientes de agua
13 da	f14c88 da	Edificaciones e instalaciones diversas
14 el	f14c88 el	Instalaciones de generación de energía eléctrica
15 au	f14c88 au	Localidades y áreas urbanas
16 ha	f14c88 ha	Cuerpos de agua
17 at	f14c88 at	Otro tipo de vías de transporte
18 pa	f14c88 pa	Puntos acotados
19 tp	f14c88 tp	Tanques de almacenamiento puntuales
20 ta	f14c88 ta	Tanques de almacenamiento de área
21 cd	f14c88 cd	Líneas de conducción y transmisión
22 na	f14c88 na	Áreas de conservación de la naturaleza
23 lp	f14c88 lp	Puntos que definen límites
24 ra	f14c88 ra	Elementos de referencia topográfica de área

Fuente: Díaz Ponce A. (2007)

Elaboró: Geóg. Alejandro Díaz Ponce

Este proceso se efectuó con todos los archivos en formato *.lyr* correspondientes a cada uno de los temas vectoriales, y de esta manera se completó el cambio de formato a *.shp* y la definición del sistema de coordenadas para dicha información.

Antes de continuar con el proceso de integración será necesario explicar el origen de los cuadrantes a escala 1:50,000, que representan la base cartográfica de esta fase tan primordial. En un inicio se realizaron pruebas de publicación de servicios web por carta trabajada, pero de esta manera se habrían tenido que publicar aproximadamente 2300 cartas, lo cual dificultaba el buen funcionamiento de los servidores informáticos; mientras que, uniendo la información por cuadrantes, las publicaciones disminuyeron a 251. De este modo, se procedió a integrar y publicar la información en cuadrantes de grado por grado, donde cada uno comprende un total de 12 cartas.

Aunado a la utilización de los cuadrantes, se encuentra el diseño y construcción del índice de cartas escala 1:50,000, a cargo del Geóg. Alejandro Díaz Ponce. Para este se consideraron aspectos geográficos especificados en la normatividad del INEGI respecto a la generación de sus productos cartográficos digitales (ver tabla 3). Parte de los datos contenidos en estas normas son el número de hojas totales para cada escala y tamaños en coordenadas

geográficas para cada producto, esto ha determinado el número de cartas necesarias para cubrir la República Mexicana.

Tabla 3. Información sobre el Sistema Cartográfico Nacional del INEGI

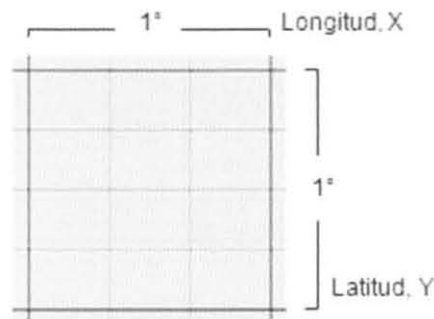
ESCALA	NO. DE HOJAS	TAMAÑO	LONGITUD EN DECIMAS DE GRADO	LATITUD EN DÉCIMAS DE GRADO
1:250,000	122	2° x 1°	2.0000	1.0000
1:50,000	2,257	15' x 20'	0.3333	0.2500
1:20,000	13,770	7' 30'' x 6' 40''	0.1111	0.1250
1:10,000	55,080	3' 45'' x 3' 20''	0.0625	0.0556

FUENTE: Díaz Ponce A. (2007)

Elaboró: Geóg. Alejandro Díaz Ponce

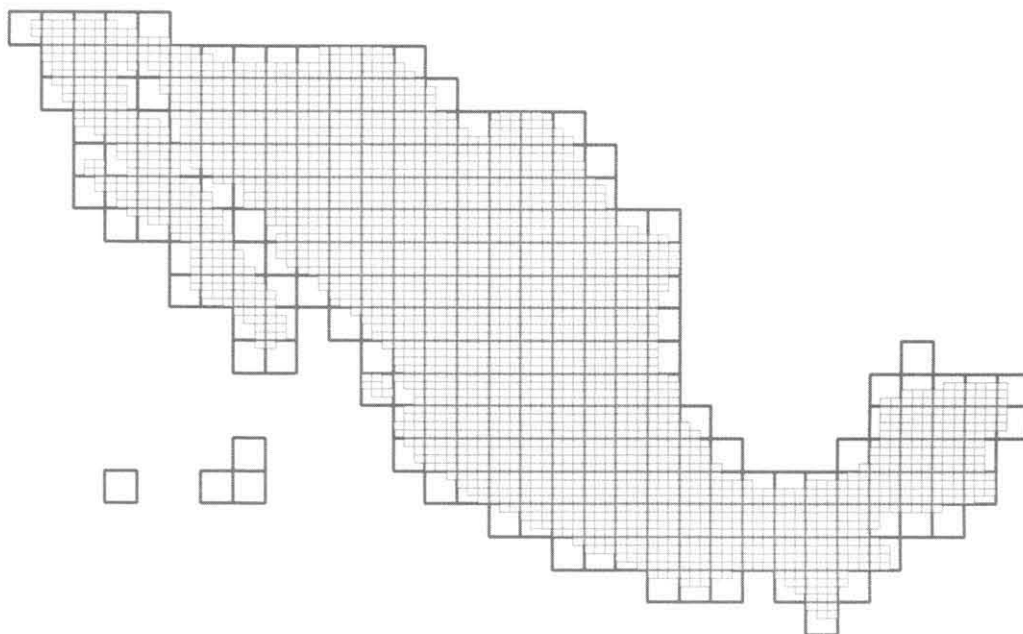
El diseño de la malla que conforma los cuadrantes de información escala 1:50,000 se basó en lo siguiente: una celda se compone de 3 cartas en longitud (eje de las X) y de 4 cartas en latitud (eje de las Y), siendo los valores de cada celda iguales a 1° por 1°, y obteniendo un total de 12 cartas por cuadrante, como se muestra en la figura 47:

Figura 47. Detalle de cuadrante 1° por 1°



Así, con cuadrantes de 12 cartas de información vectorial y raster, utilizando la clasificación de INEGI escala 1:50,000 y la cuadrícula generada en la SIGA por Alejandro Díaz Ponce, se ha cubierto la República Mexicana como se ilustra en la figura 48:

Figura 48. Cubrimiento total de cuadrantes 1° por 1° en la República Mexicana

Fuente: Capas de información formato *.shp* (SIGA)

Elaboró: Geóg. Alejandro Díaz Ponce

Con la información vectorial estructurada y preparada, lo siguiente fue una verificación del datum de cada conjunto de datos vectoriales con el fin de conservar los mismos parámetros y evitar errores de compatibilidad. Posteriormente se unió la información por cuadrantes con una herramienta de ArcInfo-ArcMap denominada **“Merge”**, utilizada para la unión de datos en un solo archivo shape file. Para la ejecución del proceso fue fundamental revisar lo siguiente: a) nombres y números de campos de las tablas de atributos fueran iguales, b) sistema de coordenadas idéntico y c) que los elementos geográficos representados en los archivos (puntos, líneas y polígonos) no tuvieran desfases entre ellos ni con otras cartas.

A continuación se describe el geoproceto, aplicándolo como ejemplo al cuadrante E14\_8, formado por las siguientes cartas escala 1:50,000: e14a54, e14a55, e14a56, e14a64, e14a65, e14a66, e14a74, e14a75, e14a76, e14a84, e14a85 y e14a86.

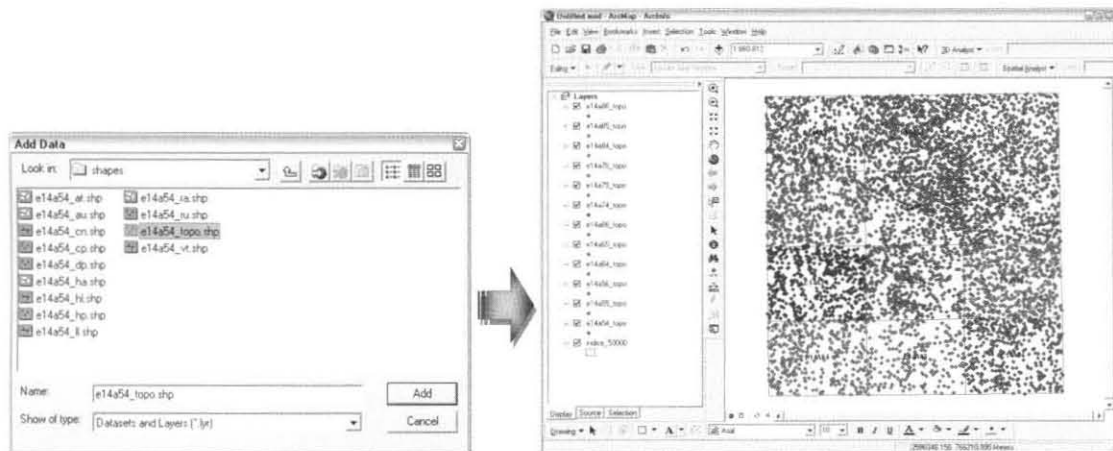
1. Al abrir una sesión de ArcMap, se verificó que los datos se encuentren bien georeferenciados, para lo cual se agregó un Índice, correspondiente a la malla de cuadrantes 1° por 1°, y al activar cada capa toponímica, fue posible cotejar geográficamente la información.


1A. Sesión de ArcMap abierta con la capa Índice agregada. Para esto se utilizó el botón "Add Data", señalado con rojo.



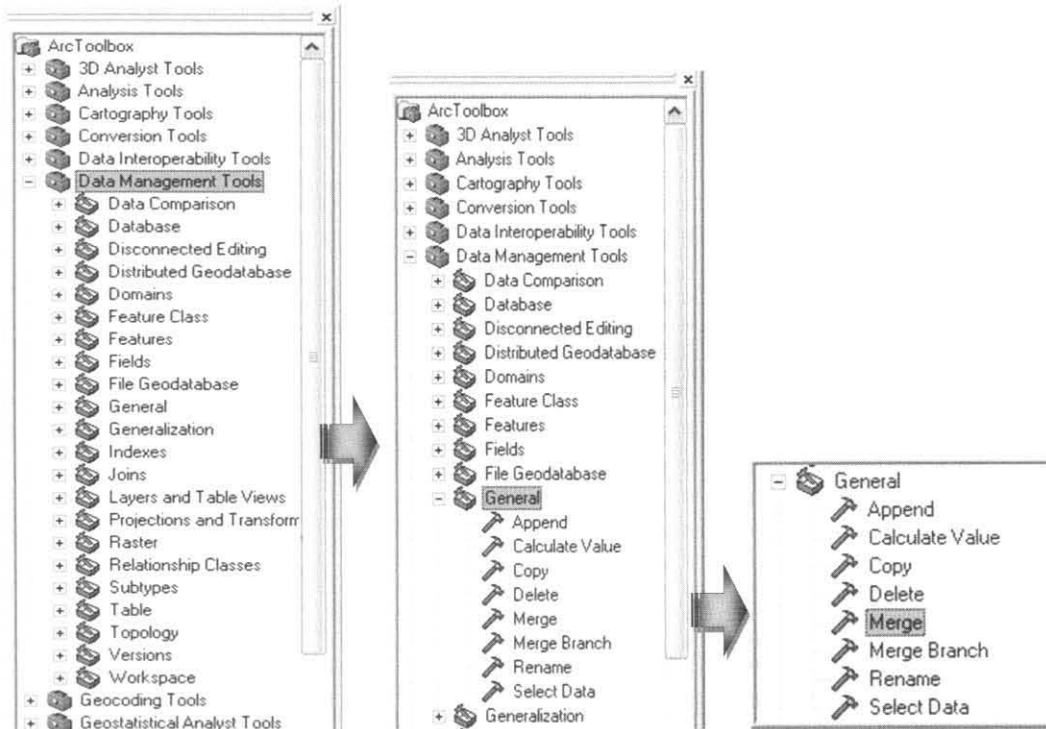
2. Con la malla agregada, se utilizó nuevamente el ícono "Add Data", donde se seleccionaron los 12 archivos correspondientes a la toponimia del cuadrante E14\_8 ya en formato *.shp*.

2A. Con el cuadro de diálogo "Add Data", se busca la ubicación de las cartas correspondientes. Las carpetas dentro de la denominada "shapes", se identifican nombres de carpeta de acuerdo a la carta, y dentro de esta, los archivos se identifican por el tipo de información representada, por ejemplo, e14a54\_topo. Entonces, se agregan todos los archivos con terminación topo de cada carta, hasta tener los 12 archivos en el "Data View".

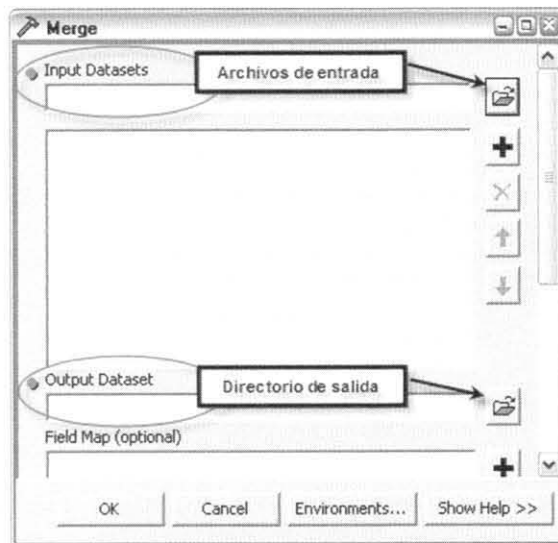


3. Al agregarse los archivos toponímicos de cada carta, se procede a oprimir el ícono de "Arc Toolbox" , correspondiente a una aplicación del software ArcGIS en cualquiera de sus niveles y posee las funcionalidades relacionadas con los geoprocursos.

3A. Al darle clic a la aplicación, se activa la barra de herramientas de “Arc ToolBox” y en esta se seleccionan las opciones “Data Management Tools”, “General” y “Merge”, como se ilustra a continuación:

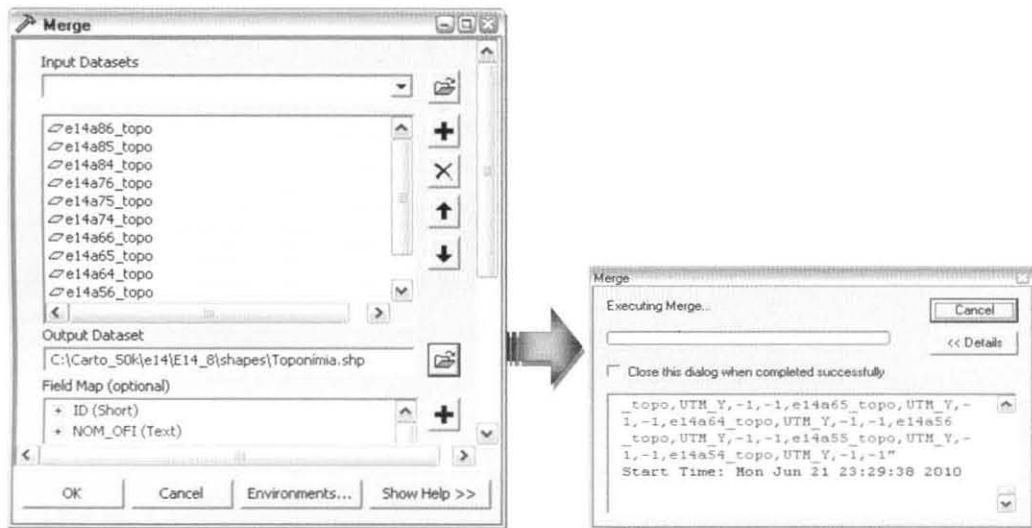


3B. Dando clic en la herramienta “Merge”, se desprende el siguiente cuadro de diálogo, donde se procederá a insertar los archivos de entrada (a los que se aplicarán los cambios), y a seleccionar un directorio donde se ubicará el archivo generado.

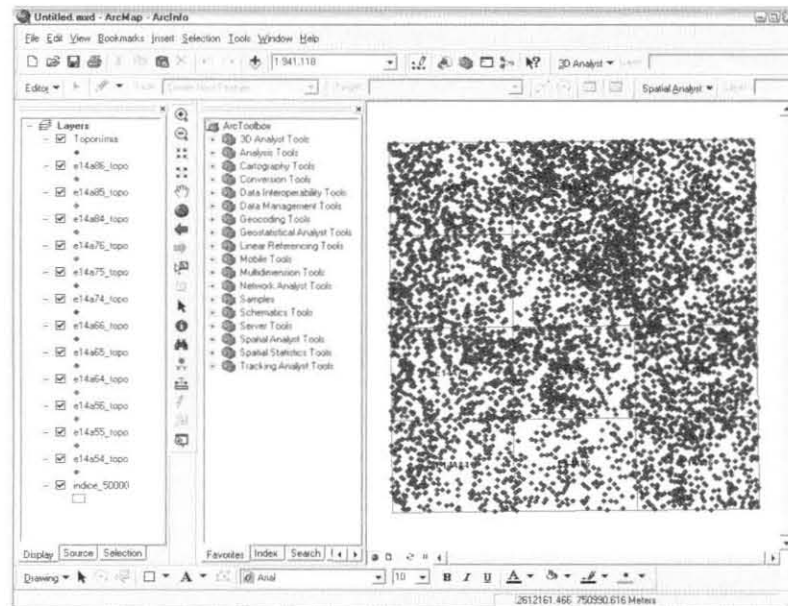


3C. Al introducir los 12 de toponimia en el “Input Datasets” y se precisar la ubicación de salida (referida al reservorio para los “shapes” del cuadrante E14\_8) nombrándolo *Toponimia* en el “Output Dataset”, se presiona OK y la herramienta comienza a unir la información en un solo archivo gráfico y en un solo archivo tabular. El geoproceto, llamado así porque analiza y

transforma los datos geográficos, muestra su avance en una segunda ventana.



3D. De esta manera finaliza la unión de las 12 cartas con los datos de toponimia. Cabe resaltar que fue necesario agregar al "Data View" el nuevo archivo con el propósito de verificar el sistema de coordenadas o cualquier error.



El uso de la herramienta "Merge" se aplicó de igual modo a la integración del resto de los temas vectoriales, y el geoproceso se realizó en el orden descrito para la unión de la toponimia. Los archivos resultantes se resguardaron de acuerdo al nombre del tema en la carpeta "Shapes" del cuadrante trabajado, de donde posteriormente se extrajeron para la construcción de proyectos.

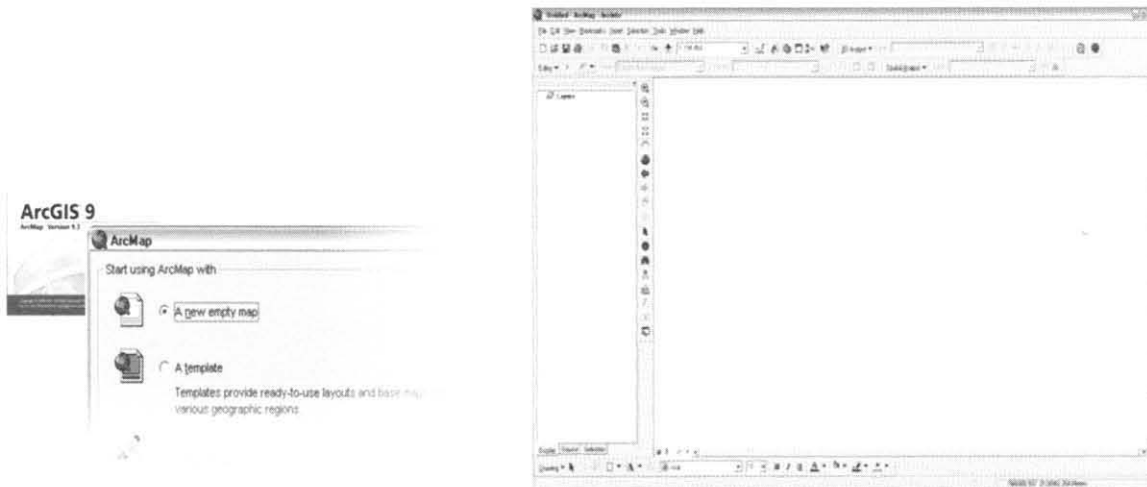


## Procesamiento raster

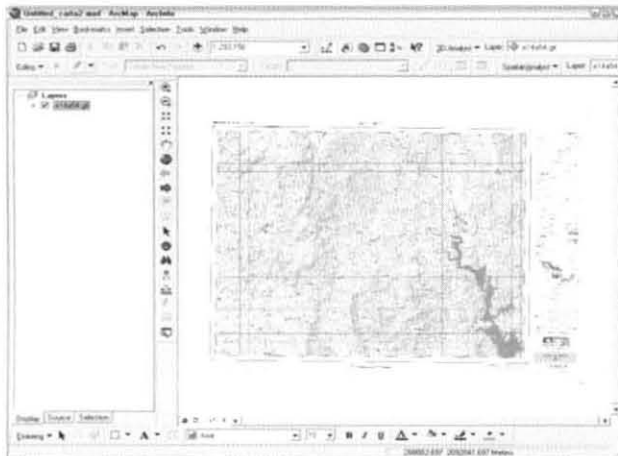
Debido a las diferencias presentadas con los sistemas de coordenadas, datums y formatos en la información, fue conveniente y acertado procesar la información por etapas, es decir, un tipo de información a la vez, para finalmente consolidarla toda dentro de un proyecto de ArcGIS (ArcINFO) formato *.mxd* y su posterior publicación con ayuda del software ArcIMS. Cabe señalar que al distinguirse errores en esta información, se marcaron los archivos raster correspondientes en la lista del control, con el propósito de que la SIGA solicitara al INEGI la reposición de los archivos dañados. En el presente informe se han descrito las actividades de acuerdo al orden llevado, y así mismo se explicarán las siguientes etapas para el procesamiento raster: Cartas topográficas escaneadas, Ortofotos digitales, Modelos digitales de elevación.

**Cartas topográficas escaneadas.**- Después de la revisión de proyección cartográfica y datum en cada carta, se definieron geográficamente las que carecieron de estos datos. En este sentido, cabe señalar la importancia de las diferencias de datums en las cartas, sea NAD27 o ITRF92, porque a partir de esto se definieron sus proyecciones. A continuación se describe el procesamiento efectuado en las cartas topográficas escaneadas, utilizando como ejemplo la carta e14a54 Tiquicheo:

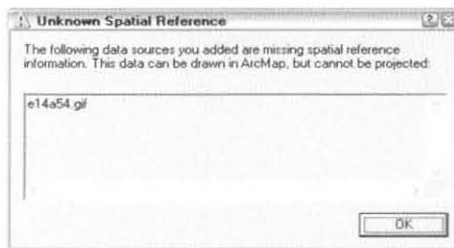
1. Se abre una sesión de ArcGIS (ArcInfo).



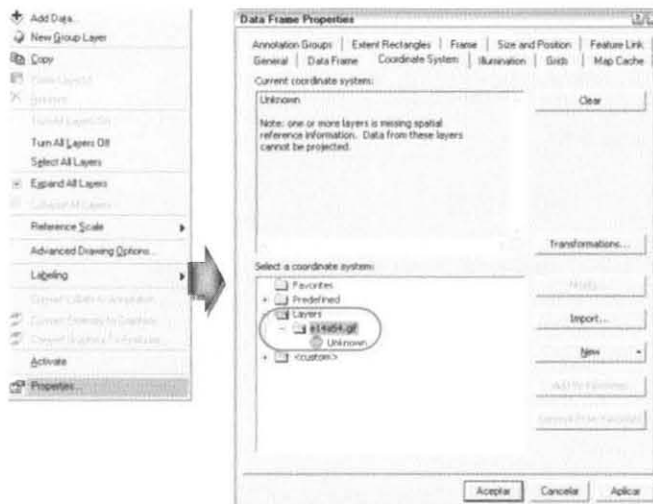
- Se agrega la carta e14a54 al "Data Frame", eligiendo de los dos formatos utilizados por el INEGI, el formato *.gif*.



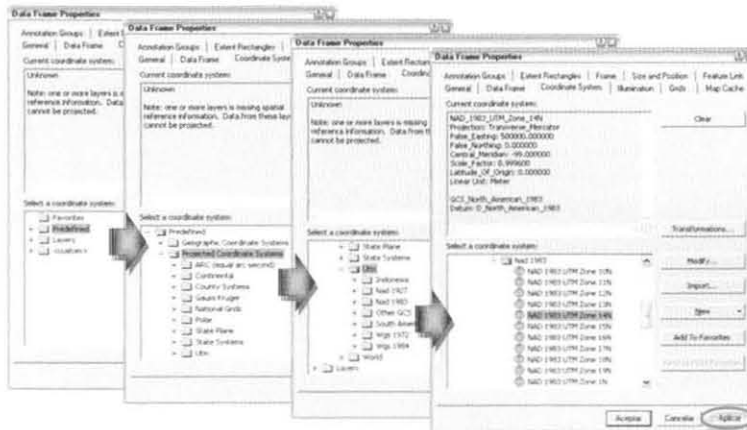
2A. Antes de agregarse la carta, aparece el cuadro de diálogo "Unknown Spatial Reference", el cual indica la falta de definición cartográfica debido a que el software no reconoce el archivo *.gfw* (contenedor del dato espacial).



- Para seguir con el proceso de georeferenciación, es necesario abrir las propiedades del "Data Frame", donde se verificó la falta de dato espacial.



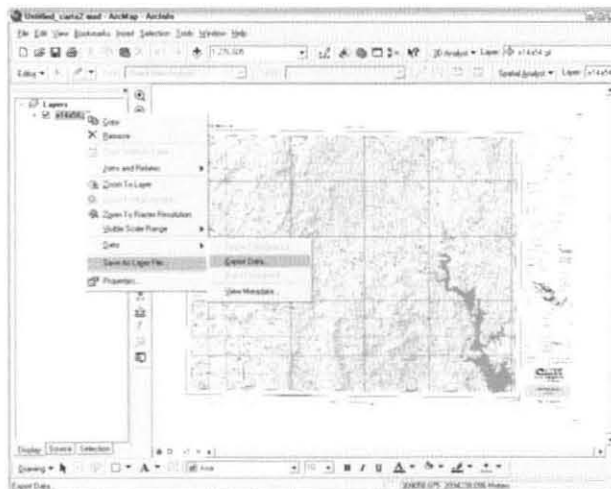
3A. Haciendo uso de estas propiedades con la pestaña "Coordinate System" activada, se seleccionaron las mismas opciones utilizadas para definir la proyección de la información vectorial, es decir, primero se asigna georeferencia al "Data Frame" para posteriormente heredarle a cada carta el mismo sistema de coordenadas por medio de la acción de exportar archivo. El hecho de contar con una carta topográfica referenciada espacialmente, permitirá su posterior ubicación geográfica y sobreposición con otras capas geográficas.



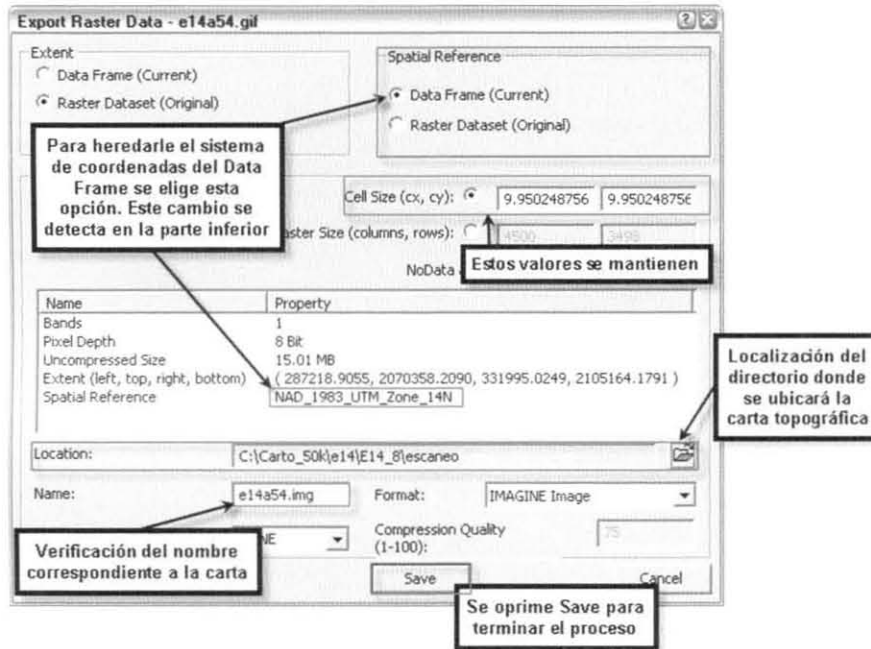
Para finalizar el proceso de definición geográfica, son importantes los siguientes pasos, porque hasta este punto, la carta topográfica no posee el archivo en formato *.prj*, contenedor del dato espacial.

4. Una vez definida la proyección de la carta topográfica, se procede a exportar la información al formato *.img* del software Erdas. Este proceso permitió ejecutar dos acciones en una, por una parte, heredar la georeferencia del "Data Frame", y por otra, cambiar el formato de la carta escaneada. El formato *.img* permitió compactar la imagen, haciendo uso de la herramienta "MrSID". A continuación se muestra el proceso:

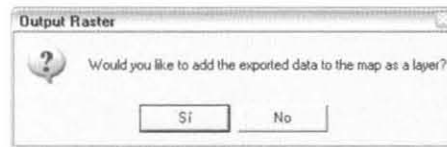
4A. Con la carta escaneada añadida a una sesión de ArcGIS (ArcINFO), se da clic derecho en el nombre de la carta dentro de la tabla de contenido; se selecciona la opción "Data" y en esta, la de "Export Data".



4B. En el cuadro de diálogo desplegado, se asignan las características que llevará la carta y el lugar donde se guardará.

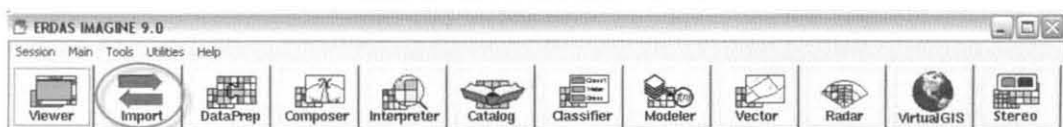


4C. Al dar clic en el botón “Save” aparece el cuadro de diálogo “Output Raster”, con la opción de adicionar la información procesada al “Data View”.



5. Con la correcta referencia espacial en las cartas escaneadas, se prosigue a la compactación de las mismas, equivalente a un cambio de formato, para lo cual fue básico el uso del software Erdas Imagine. Los pasos a seguir son los siguientes:

5A. Se abre el programa Erdas Imagine, versión 9.0, y en la barra principal se selecciona la herramienta “Import”



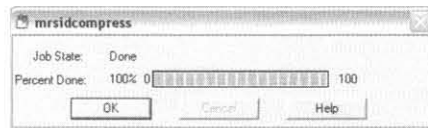
5B. En el cuadro de diálogo desplegado, se selecciona la opción "Export" y el tipo de archivo de salida, en este caso, formato .sid. Se presiona OK.



5C. El cuadro de diálogo desplegado es "MrSID Compress", donde se verifica el tipo de compresión requerido y que el formato .sid de salida sea de 2ª generación, debido a problemas presentados por la 3ª generación respecto a la compatibilidad con ArcIMS 9.1.

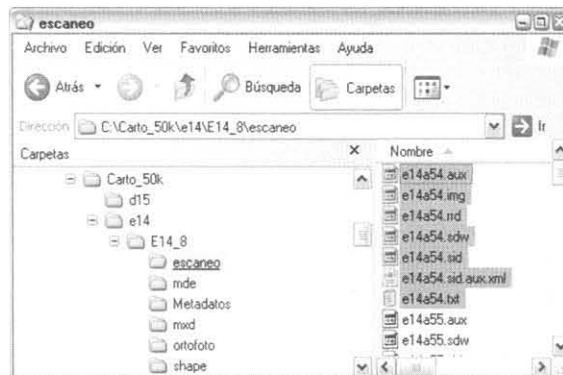


5D. Cuando se da clic en OK, deberá aparecer una ventana donde se visualiza el porcentaje de avance en la compactación del archivo, hasta finalizar con el 100%.



6. La repetición de este procedimiento se aplica en las cartas escaneadas con problemas o diferencias en el sistema de coordenadas y datum con respecto al resto de la información, y del mismo modo como se almacenaron los datos vectoriales en un directorio de acuerdo a la carta, también las cartas escaneadas, preparadas para su integración, se resguardaron en una carpeta creada sólo para la información procesada (ver figura 49).


Figura 49. Ubicación de la carta escaneada procesada e14a54



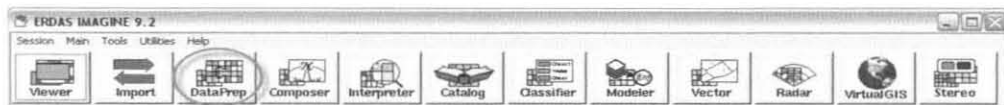
El procesamiento de la información raster continúa con la **Ortofoto digital**, la cual constituye un elemento muy valioso dentro del proyecto. De acuerdo con el Sistema Cartográfico del INEGI, para cubrir una carta topográfica escala 1:50,000, se requieren 6 ortofotos digitales escala 1:20,000; por consiguiente, para un cuadrante de 1° por 1° se necesitan 72 ortofotos (dependiendo de la zona cubierta). Por tanto, la elaboración del mosaico de ortofotos digitales consistió en la integración de 72 archivos con el fin de cubrir la superficie total de un cuadrante grado por grado. Para esta labor se utiliza el software Erdas Imagine, versión 9.0, por su especialidad en el manejo de la información raster, y a continuación se describen los pasos empleados:

1. Abrir el programa Erdas Imagine. De manera automática se abre un visor de imágenes.



2. De las herramientas desplegadas, se selecciona la opción "DataPrep" , la cual proporciona los elementos para la generación del mosaico.

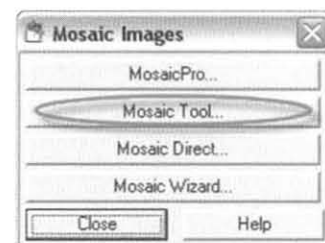
- 2A. Menú principal de Erdas Imagine y selección de la opción "DataPrep".



- 2B. Cuadro de diálogo "Data Preparation", donde se presentan diversas opciones en la edición de imágenes. En este se selecciona "Mosaic Images".

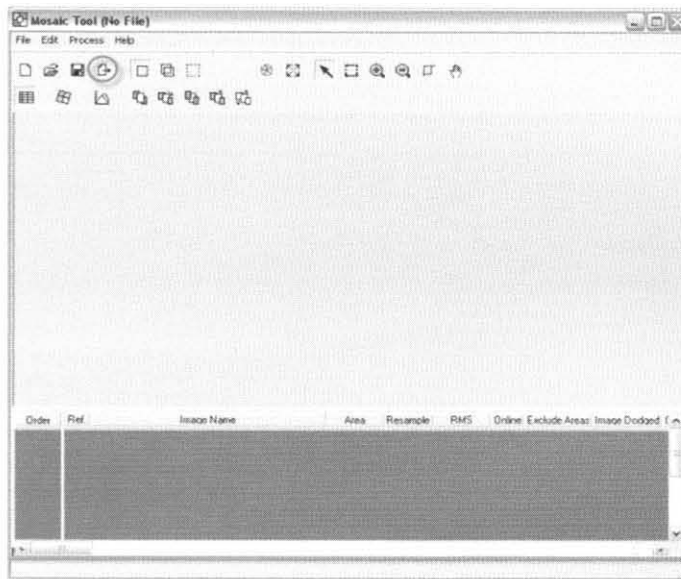


- 2C. La ventana de "Mosaic Images" presenta varias maneras para crear de mosaicos, pero particularmente, se eligió la ventana "Mosaic Tool", la cual permite generar mosaicos de imágenes corregidas geoméricamente.

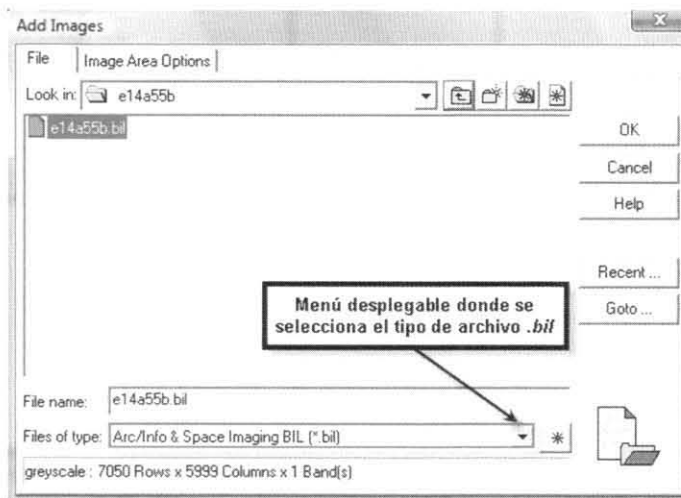


3. La siguiente serie de pasos se ejecutan desde la ventana abierta de “Mosaic Tool”, donde se muestra gráficamente la unión de ortofotos.

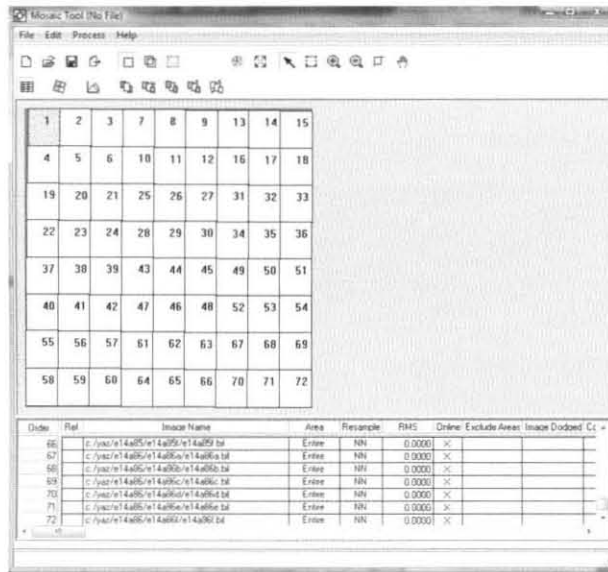
3A. En esta se agregaron cada una de las ortofotos digitales integrantes del cuadrante e14\_8, mediante la herramienta “Display add Images Dialog” .




3B. Al presionar “Display add Images Dialog” aparece la ventana “Input File”, donde se seleccionaron individualmente las 72 ortofotos integrantes del cuadrante e14\_8, por tal motivo este cuadro de diálogo se abrió 72 veces por cuadrante a integrar. El tipo de formato seleccionado fue el *.bil*, que es el mismo utilizado por el INEGI para sus ortofotos.



3C. En la figura siguiente se muestran agregados los 72 archivos conformantes de un cuadrante de información grado por grado. Es posible notar la secuencia de los archivos, tanto tabular como gráficamente, lo cual demuestra su referencia espacial, es decir, un sistema de coordenadas y ubicación en un espacio geográfico.



4. Al contar con el conjunto de 72 ortofotos, se ejecutaron pasos relacionados con la edición de la información para una adecuada visualización.

4A. La herramienta empleada se denomina “Color Corrections”  (señalada en la figura) y se aplica a los archivos raster para un balanceo de colores o tonalidades, esto debido a las diferencias presentadas de las fotografías aéreas al momento de la toma o en el procesamiento de las mismas, incluso es posible notar estas diferencias al agregar todas las ortofotos. Es así como, tanto el proceso de mosaico y de balanceo de colores, se realiza al mismo tiempo, logrando la unificación de tonalidades.

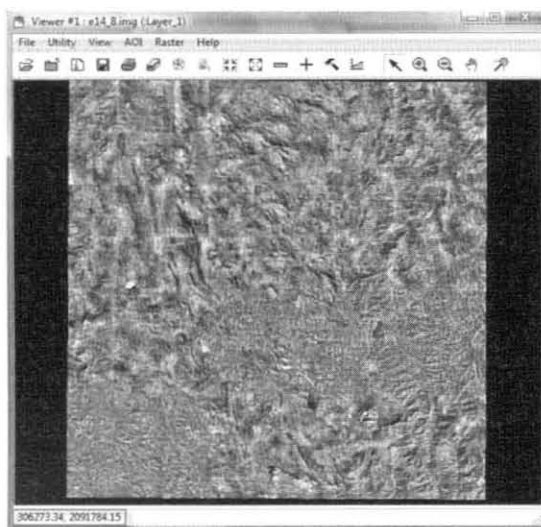


4B. Al dar clic en la herramienta mencionada, aparece el cuadro de diálogo “Color Corrections”. En esta se seleccionan las opciones “Use Color Balancing” (balancea las tonalidades en los bordes de cada ortofoto) y “Use Histogram Matching” (balanceo avanzado por medio de análisis y homogeneización del histograma de frecuencias de cada ortofoto), y se aceptan los cambios. A continuación se muestra el cuadro de diálogo con las dos opciones seleccionadas:



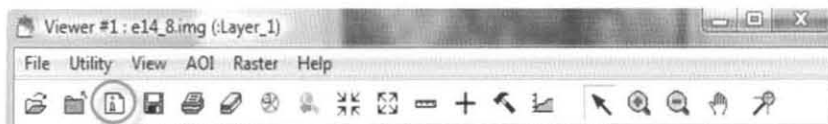




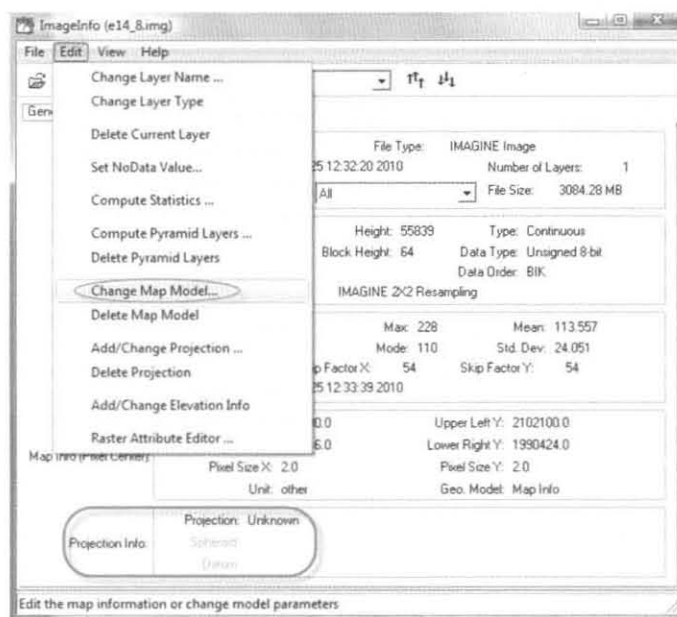


6. Una vez desplegado el mosaico en un “Viewer” o visor de imágenes, se selecciona la herramienta “ImageInfo”, la cual servirá para el proceso de georreferenciación. A continuación se muestran los pasos realizados:

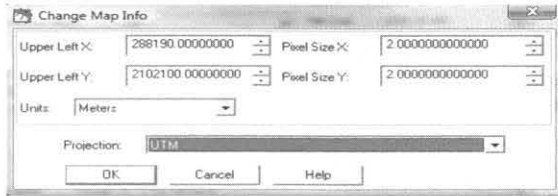
6A. De la barra de herramientas del visor, se selecciona la herramienta “ImageInfo” , señalada con rojo.



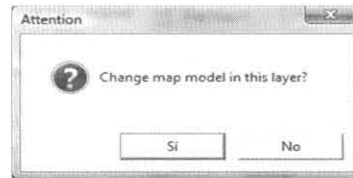
6B. Cuadro de diálogo “ImageInfo (e14\_8 orto.img)”. En este se abre el menú “Edit”, donde se selecciona la opción “Change Map Model” y se puede observar claramente la falta de proyección cartográfica.



6C. Cuadro de diálogo "Change Map Info". En este se definen las unidades del producto cartográfico, en este caso, metros, y la proyección UTM. A los datos de coordenadas y píxel no se aplican cambios.

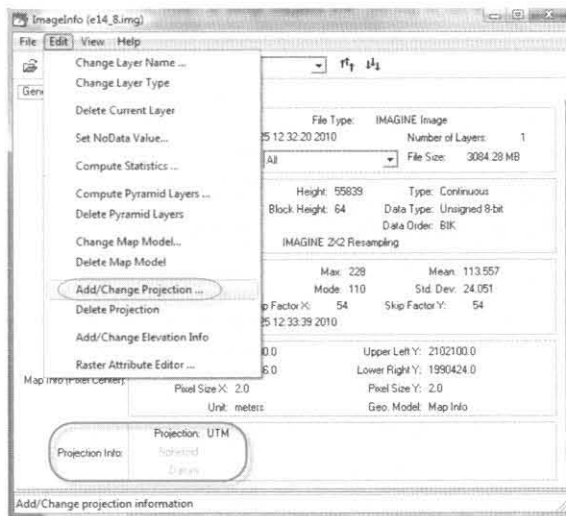


6D. Al realizar lo anterior, se desprende el siguiente mensaje de comprobación de los cambios realizados.

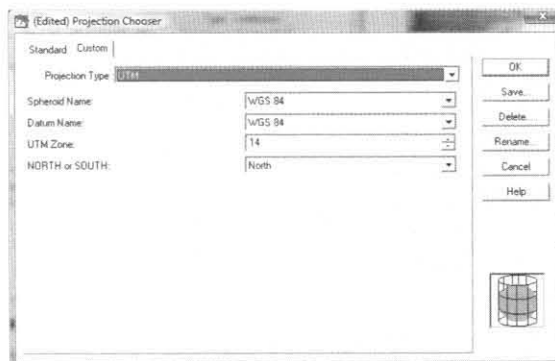


7. Para la definición del datum, la zona UTM y la reafirmación del sistema de coordenadas, se utiliza nuevamente el menú "Edit" y se continúa el proceso con los siguientes pasos:

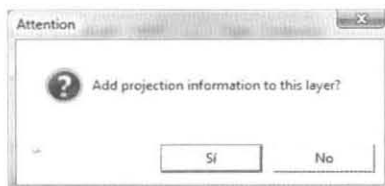
7A. Cuadro de diálogo "ImageInfo (e14\_8 orto.img)". En este se abre el menú "Edit", donde se selecciona la opción "Add Change Projection", como se muestra en la figura:



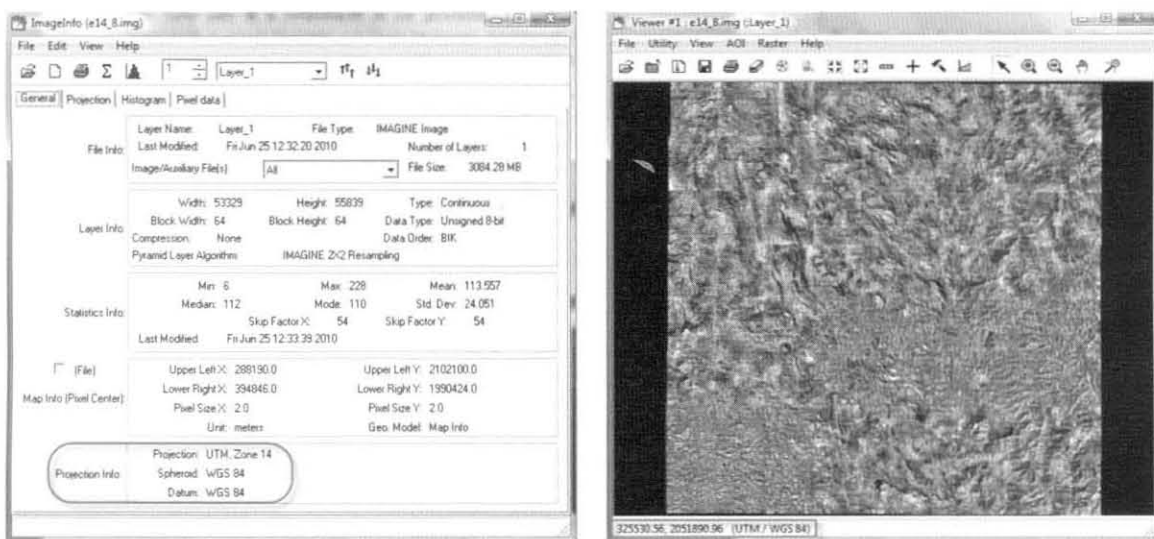
7B. En la ventana "(Edited) Projection Chooser" se elige WGS84 como esferoide y datum, 14 Norte como zona UTM (de acuerdo con la ubicación de la ortofoto). Cabe resaltar que el datum WGS84 posee parámetros similares a los del datum ITRF92, por tal razón se selecciona.




7C. Al dar clic en OK en la ventana anterior, se finaliza el proceso con la siguiente ventana de comprobación, donde se elige añadir o no la nueva proyección a la información de la capa.

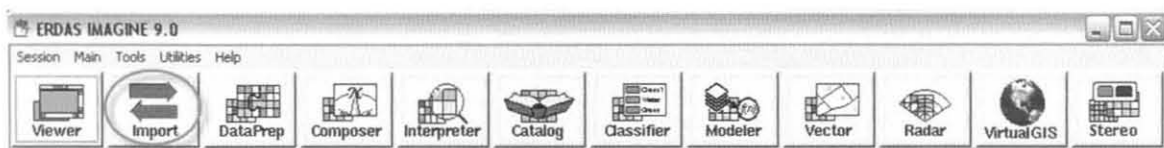


7D. Como parte de la comprobación de una georeferenciación correcta, se abre nuevamente la ventana "ImageInfo" y el Viewer del mosaico. Es importante corroborar esta información porque el siguiente proceso se verá afectado directamente con el dato de referencia espacial.



8. Al contar con el mosaico e14\_8 georeferenciado, se procede a la compactación del mismo, esto para lograr un manejo más rápido y sencillo de la información raster, así como ahorrar espacio en disco y en servidor para su posterior publicación. Se ejecutan los siguientes pasos para la compactación:

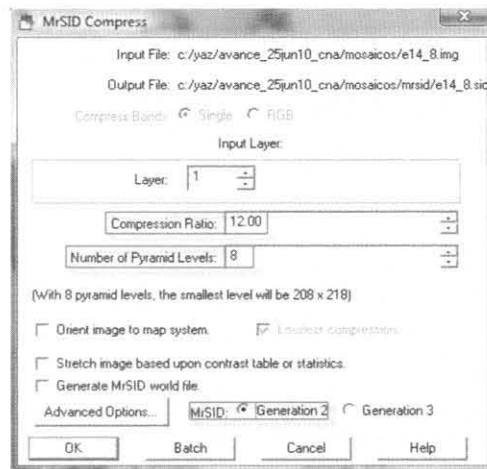
8A. En el menú principal de Erdas, se da clic en la herramienta "Import" , utilizada para importar y exportar datos en diversos formatos.



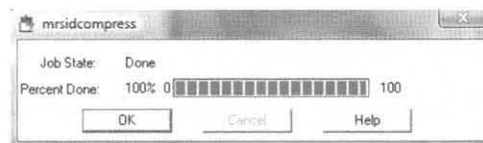
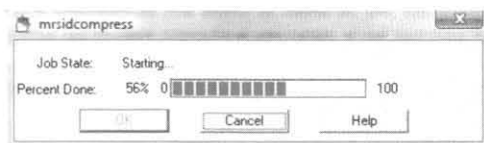
8B. Al abrir el cuadro de diálogo "Import/Export", se selecciona la opción "Export" y se elige *MrSID* como tipo de formato. En la segunda parte del cuadro, se selecciona la ruta y el archivo de entrada, y enseguida se selecciona la ruta y nombre del archivo de salida.



8C. El siguiente paso se realiza en la ventana denominada "MrSID Compress", donde se decidió mantener el 12% de compresión, esto por ser suficiente para una adecuada nitidez de la imagen. Cabe señalar que este porcentaje será directamente proporcional al espacio utilizado en su almacenamiento, mientras que el porcentaje de compactación será inversamente proporcional a estos dos. Se presiona OK para comenzar el proceso.

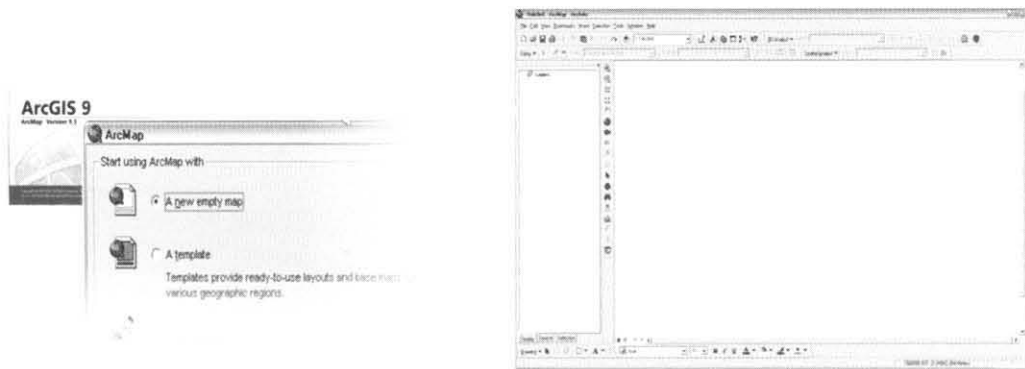


8D. Al presionar OK en el paso anterior, se comienza con la compactación y se despliega el cuadro de porcentaje de avance. Con esto se finaliza el tratamiento técnico de las ortofotos para la conformación de cada cuadrante.



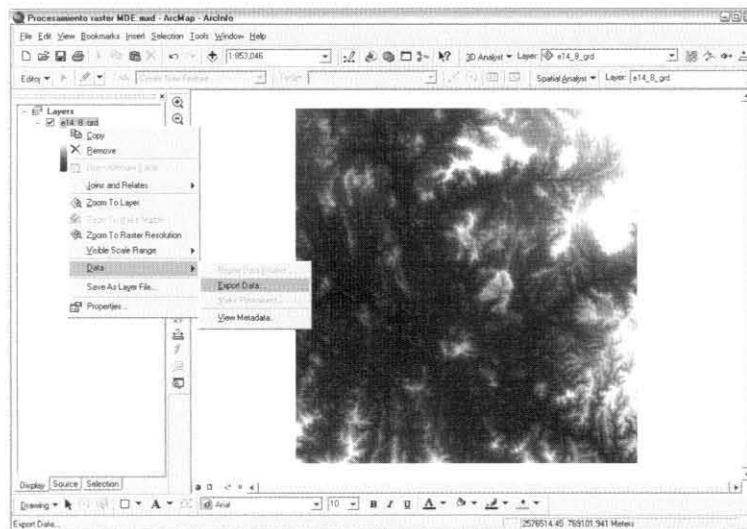
Sucesivamente y como parte del procesamiento de información raster, se trabajó el **Modelo Digital de Elevación (MDE)**, el cual, bajo una propia metodología, se generó en la SIGA con anterioridad. Una vez creado, la actividad ejecutada fue la compresión o compactación de los archivos mediante el software Erdas. Sin embargo, antes de comprimir los archivos, se requirió convertirlos de formato *.grid* de ArcInfo a formato *.img* de Erdas. La secuencia de las acciones efectuadas se presenta a continuación:

1. Iniciar una sesión de ArcGIS (ArcINFO).

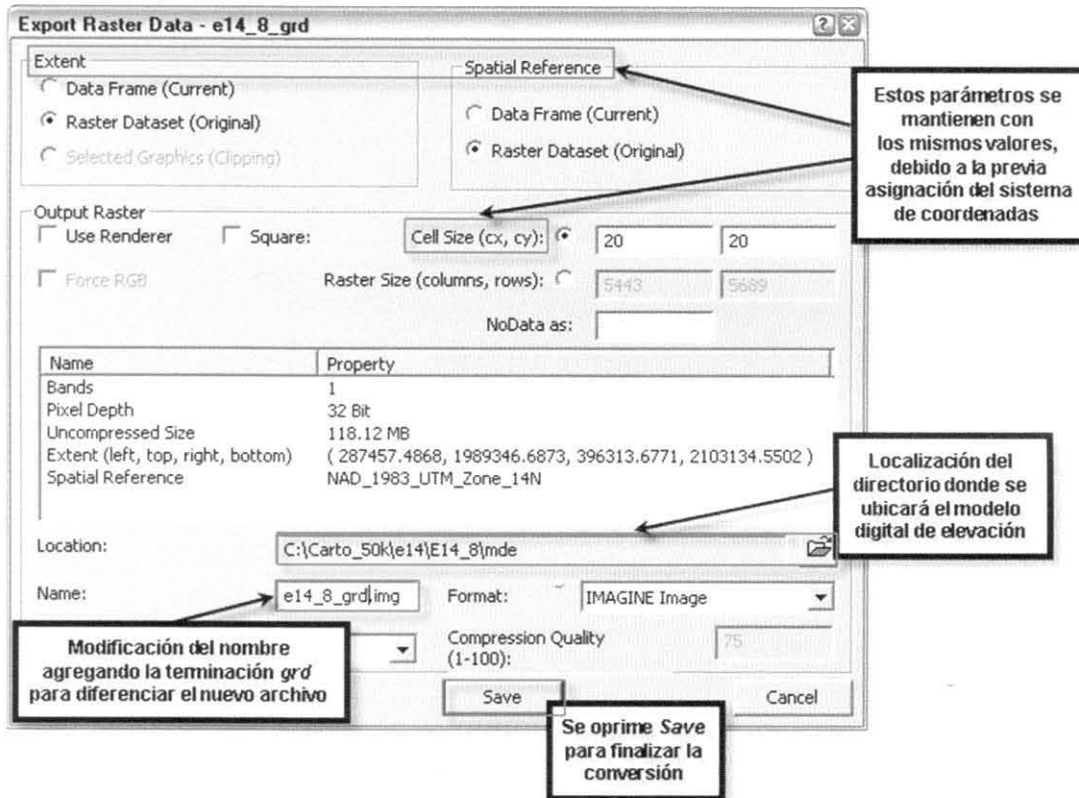


2. Al abrir la sesión, se añade el MDE para efectuar la conversión de formato siguiendo las acciones descritas a continuación:

2A. Con el MDE E14\_8 adicionado al "Data Frame", se procede a dar clic con el botón derecho a la capa, donde se selecciona la opción "Data" y "Export Data".

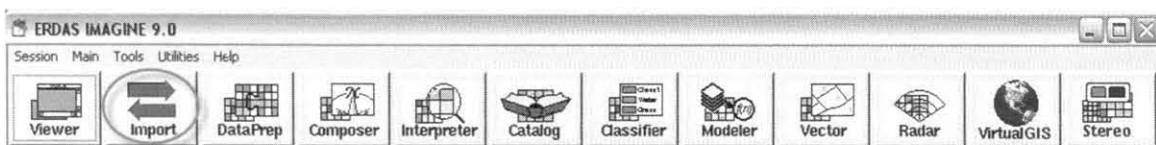


2B. En la ventana "Export Data - e14\_8\_grd" se ubica y nombra el archivo de salida, en este caso, *e14\_8\_grd.img*, y se asigna el formato *.img*. Al finalizar estas modificaciones, se da clic en "Save" para almacenar el archivo en ese formato. Los mismos pasos se aplican para el sombreado en grises y para el resto de los modelos digitales.



3. Con la conversión lista tanto del MDE como del sombreado en grises, se procede a compactar el archivo *grid.img*, esto significa la conversión a formato *.sid*, que es compatible con todos los programas de ESRI. A continuación el proceso:

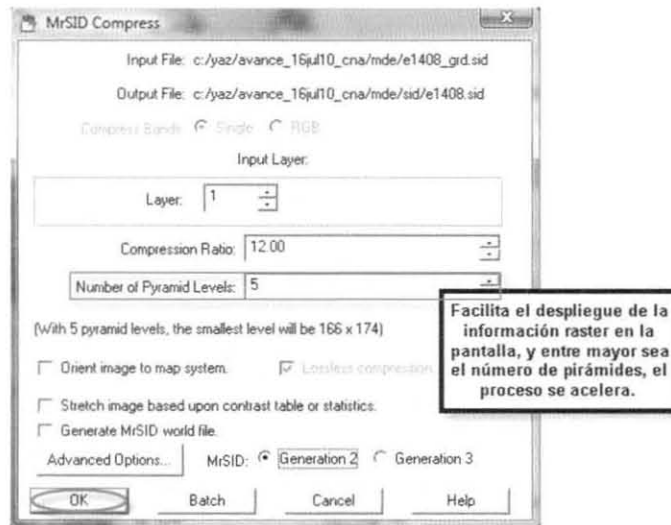
3A. Se abre una sesión de Erdas Image versión 9.0 y se elige la herramienta "Import".



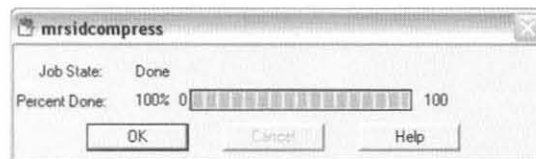
3B. En la ventana "Import/Export", se verifica la selección de "Export" y se elige MrSID en la opción de "Type". Posteriormente, se ubica el archivo de entrada ("Input File") y el archivo de salida ("Output File"). Se aceptan los cambios.



3C. La ventana desplegada se denomina "MrSID Compress" y en esta se define el porcentaje de compresión para el archivo *grid.img*, se selecciona la opción de 2ª Generación, y el resto de los datos se conservaron como originalmente los despliega esta ventana. El porcentaje de compresión se acordó a partir de pruebas realizadas en la visualización de la página web. Al aceptar los cambios el software comienza a procesar.



3D. Ventana del porcentaje de avance en la compresión, con lo cual se finaliza el proceso. Cabe resaltar que todo el proceso se aplica tanto para el archivo *.grd* como para el *mde.s*, los cuales se pueden adicionar en una sesión de ArcMap para verificarlos.



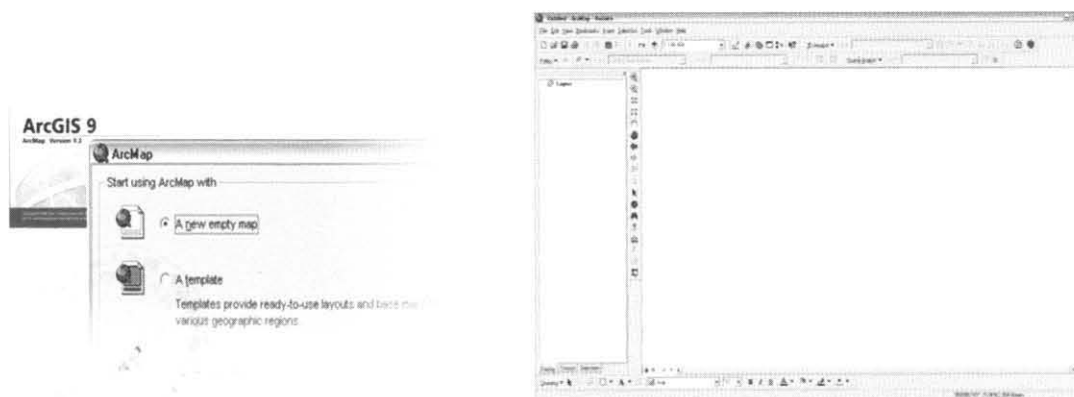


Como parte del planteamiento de la metodología diseñada para el proyecto, es importante reiterar lo siguiente: el almacenamiento de la información en sus formatos originales, la ejecución de los procesos y el resguardo de la información procesada lista para su publicación, exigió un espacio físico de almacenamiento considerable. Por tal razón, la SIGA verificó que la disponibilidad en espacio de disco duro fuera de 600 GB, obligando definitivamente a la compresión de los archivos raster contenidos en el módulo (cartas topográficas escaneadas, modelos digitales de elevación y ortofotos digitales). La mención de este hecho es imprescindible porque representó una pieza clave en el rumbo de este proyecto.


### Construcción de proyectos para su publicación

Este tema constituye la última parte del procesamiento técnico de la información y refiere a la unificación de los datos procesados, tanto vectoriales como raster, en proyectos construidos con el soporte del software ArcGIS en el nivel ArcMap-ArcInfo. Esta etapa se pudo comenzar una vez concluido el procesamiento total de la información, y por tal razón, la construcción de proyectos se respaldó en el siguiente orden de inserción de datos: índice de cartas, archivos vectoriales, carta topográfica escaneada, ortofoto digital y modelo digital de elevación. Lo anterior representa una síntesis de la construcción de un proyecto, sin embargo, resultará de mayor utilidad explicar todo el proceso.

1. Se abre el programa ArcGIS (ArcINFO) para iniciar una sesión de trabajo.

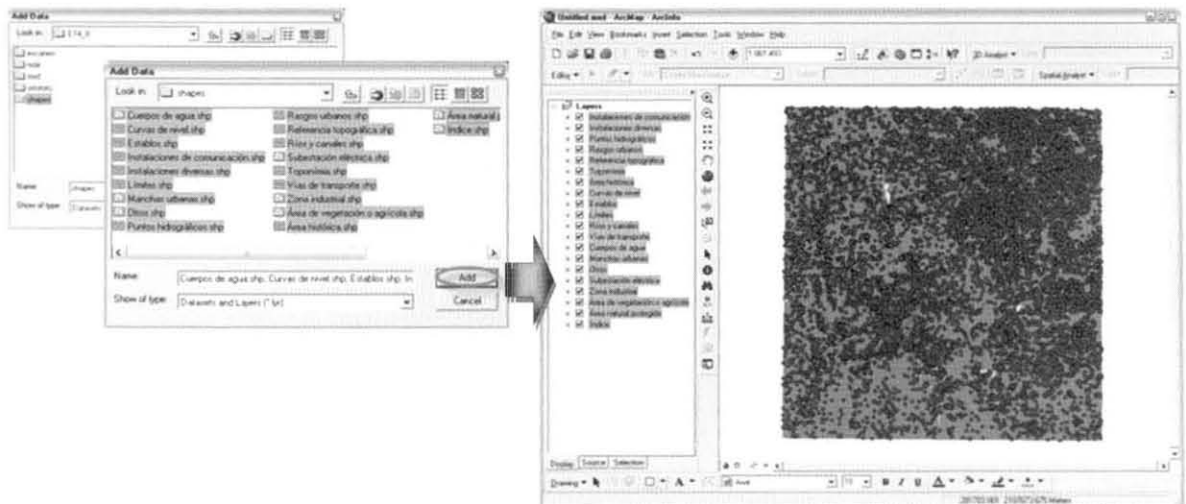


2. Al iniciar la sesión, se comienza con agregar las capas de información vectorial al “Data Frame” y al “Data View”.

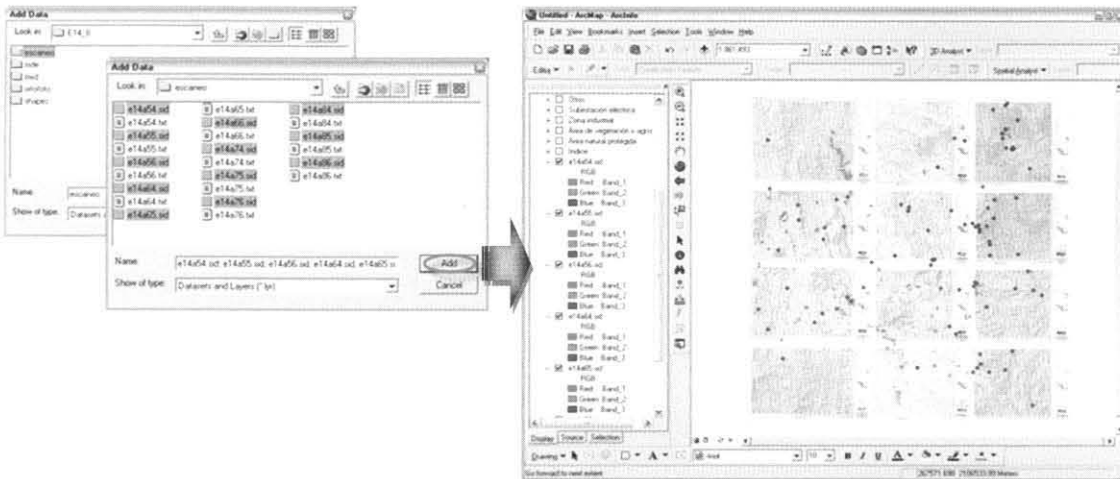
2A. Selección de la herramienta “Add Data”  , de donde se desprende el cuadro de diálogo mostrado en la figura. Con esta herramienta se agregaron cada uno de los temas requeridos para la construcción de un proyecto (formato *.mxd*).



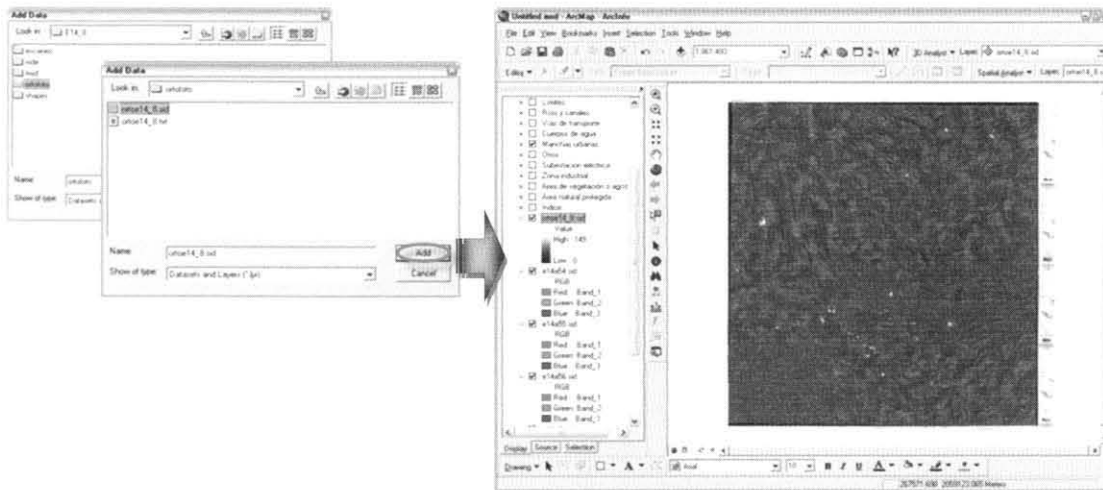
2B. La primera información agregada fue la vectorial, almacenada en la carpeta *Shapes* del cuadrante E14\_8. Se seleccionaron los archivos contenidos en dicha carpeta y se agregaron con el botón “Add” para su visualización en el “Data View”.



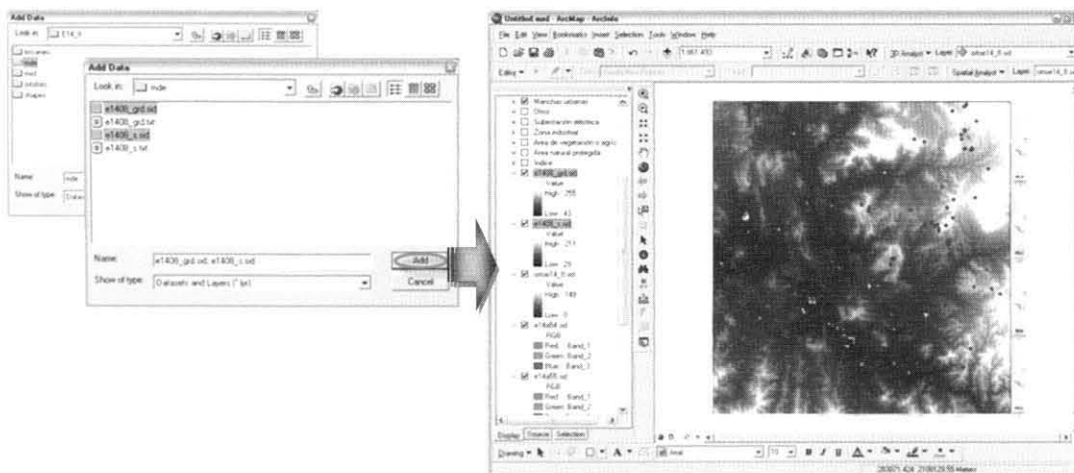
2C. Consecutivamente, se añadió la información raster al proyecto *.mxd*, comenzando por las cartas topográficas escaneadas, ubicadas en la carpeta *Escaneo* del cuadrante E14\_8.



2C\_2. Adición de la ortofoto digital del cuadrante E14\_8, almacenada en la carpeta *Ortofoto*.



2C\_3. Adición del modelo digital de elevación, ubicado en la carpeta denominada *Mde*.



3. Al finalizar de añadir toda la información del cuadrante E14\_8 se organizaron las capas en el "Data Frame".

3A. En esta organización de capas se respetó el orden definido por la SIGA (ver tabla 4), donde primero se colocó la información vectorial y después la información raster, ambas desglosadas por temas, esto con el propósito de identificar resueltamente los datos contenidos de cada proyecto.

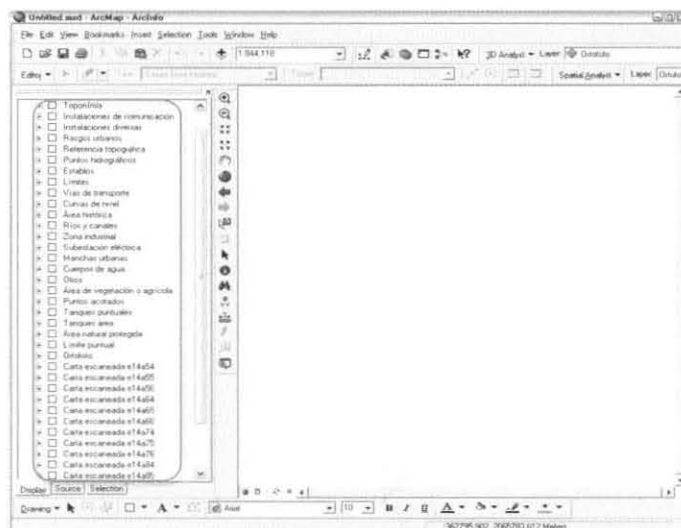
Tabla 4. Capas de información con sus *alias* para los proyectos

CAPA	ALIAS (PROYECTOS)	CAPA	ALIAS (PROYECTOS)
e14a54_topo	Toponimia	e14a54_da	Zona industrial
e14a54_cp	Instalaciones de comunicación	e14a54_el	Subestación eléctrica
e14a54_dp	Instalaciones diversas	e14a54_au	Manchas urbanas
e14a54_ru	Rasgos urbanos	e14a54_ha	Cuerpos de agua
e14a54_rp	Referencia topográfica	e14a54_at	Otros
e14a54_hp	Puntos hidrográficos	e14a54_ra	Áreas de vegetación o agrícola
e14a54_dl	Establos	e14a54_pa	Puntos acotados
e14a54_ll	Límites	e14a54_tp	Tanques puntuales
e14a54_vt	Vías de transporte	e14a54_ta	Tanques área
e14a54_cn	Curvas de nivel	e14a54_cd	Líneas de conducción eléctricas
e14a54_np	Área histórica	e14a54_na	Área natural protegida
e14a54_hl	Ríos y canales	e14a54_lp	Límite puntual
e14_8_orto.sid	Ortofoto	e14_8_grd.sid	Modelo Digital de Elevación
e14a54.sid	Carta escaneada e14a54	e14_8_s.sid	MDE sombreado en grises

Fuente: Díaz Ponce A. (2007)

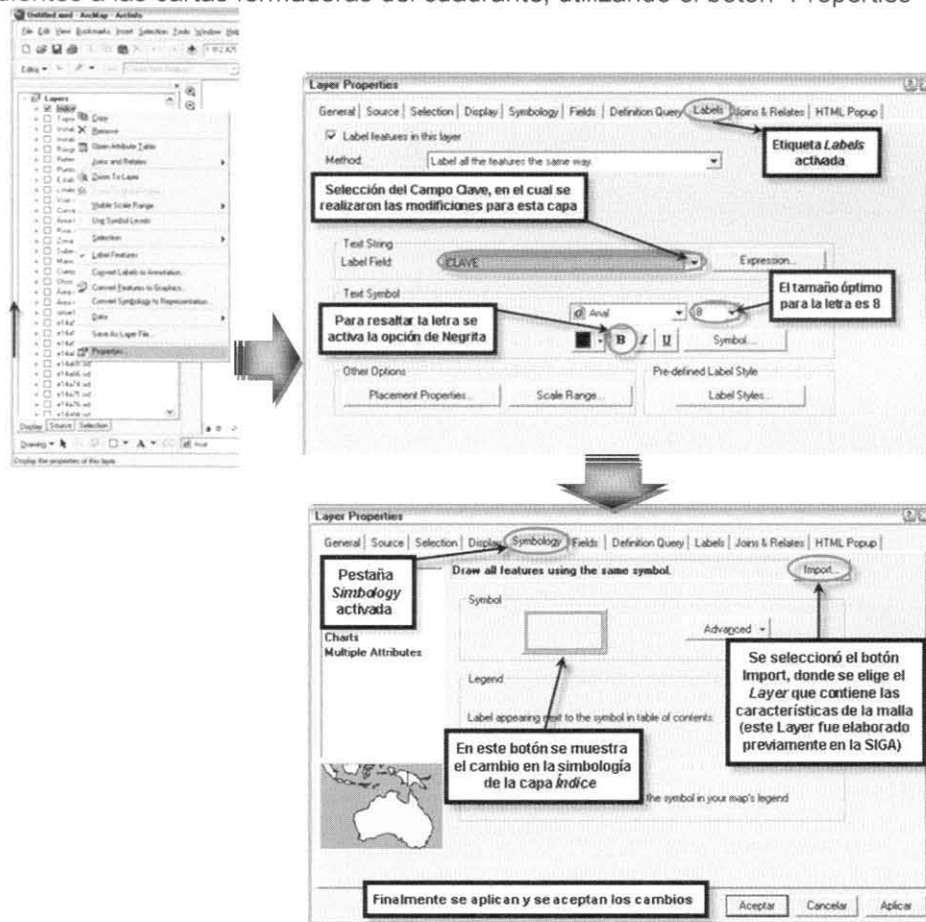
Elaboró: Yazmín Areli Ortega Aldape

3B. Una vez organizadas las capas en el "Data Frame", se asignaron nombres a cada tema de acuerdo a la columna *Alias considerados* de la tabla.



4. Al completar lo anterior, se comenzó un conjunto de ediciones para las capas tanto vectoriales como raster, donde se utilizó la opción de "Properties", desplegada con el botón derecho en cada capa. A continuación se muestran los procesos ejecutados utilizando como ejemplo el cuadrante E14\_8.

4A. Capa Índice. En esta se modificó el color de la malla y las etiquetas de los nombres correspondientes a las cartas formadoras del cuadrante, utilizando el botón "Properties" de la capa.



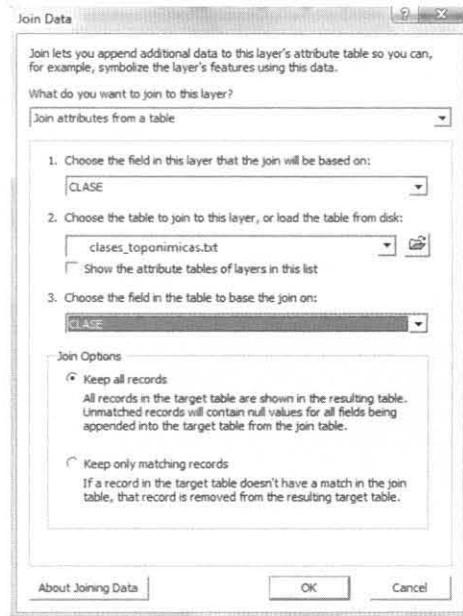
4B. Capa Toponimia-Atributos. Para este "shapefile" lo primero fue ejecutar dos "joins" (uniones o ligas) con dos tablas externas, utilizando como campos llave los denominados "Código" y "Clase".

Figura 50. Atributos de la Toponimia correspondiente a la carta e14a54

ID	Shape	ID	NOMB_CPT	NOMB_REG	CODIGO	CLASE	CVE_CTA	LATITUD	LONGITUD	CONDICION	SITUACION	RES_FIS	CAT_ADM	CVE_LOC	VAL
1	Point	1	ABASCOSA		100	1	E14A54	100285.702	100560.225	P		-1	C	9	NO
2	Point	2	CARUBICA		100	1	E14A54	100430.020	100530.001	P		-1	C	28	NO
3	Point	3	CALERA, LA		100	1	E14A54	100110.217	100505.120	P		-1	O	21	NO
4	Point	4	CARRERITA		100	1	E14A54	100947.020	100537.020	P		-1	O	29	NO
5	Point	5	CARRIZAL E		100	1	E14A54	100130.180	100530.130	P		-1	C	11	NO
6	Point	6	COYOTILLO		100	1	E14A54	100321.940	100544.036	P		-1	O	48	NO
7	Point	7	CUAUQUOTE		100	1	E14A54	100646.036	100512.024	P		-1	O	44	NO
8	Point	8	GUACABANA		100	1	E14A54	100520.500	100504.777	P		-1	O	61	NO
9	Point	9	CULI DE AJOZ		100	1	E14A54	100218.190	100519.202	P		-1	O	90	NO
10	Point	10	INLIRA, LA		100	1	E14A54	100236.284	100501.321	P		-1	D	108	NO
11	Point	11	PARATIRO, E		100	1	E14A54	100222.844	100570.872	P		-1	O	104	NO
12	Point	12	PARACOL		100	1	E14A54	100210.022	100506.276	P		-1	O	109	NO
13	Point	13	PARACOL, LA		100	1	E14A54	100218.008	100500.180	P		-1	O	108	NO
14	Point	14	PULCO DE NEG		100	1	E14A54	100238.788	100547.386	P		-1	O	114	NO
15	Point	15	SANCEDRO		100	1	E14A54	100247.040	100542.141	P		-1	O	144	NO
16	Point	16	SANCEDRO E		100	1	E14A54	100210.020	100500.174	P		-1	O	145	NO
17	Point	17	SANVICENTE		100	1	E14A54	100212.045	100542.781	P		-1	O	158	NO
18	Point	18	TRINICAL, L		100	1	E14A54	100200.448	100501.915	P		-1	O	159	NO
19	Point	19	SAN CARLOS		100	1	E14A54	100240.302	100514.812	P		-1	O	163	NO
20	Point	20	ZAROTE DE		100	1	E14A54	100746.718	100521.728	P		-1	O	185	NO
21	Point	21	ANDINO, EL		100	1	E14A54	100800.248	100511.240	P		-1	O	191	NO
22	Point	22	INTEKAYEST		100	1	E14A54	100240.448	100519.271	P		-1	O	198	NO
23	Point	23	COYOTILLO		100	1	E14A54	100240.448	100519.271	P		-1	O	211	NO
24	Point	24	JUNTAS DE		100	1	E14A54	100240.448	100519.271	P		-1	O	219	NO



4B3. El siguiente “join” se realizó con el campo CLASE, para este se abrió nuevamente el cuadro de diálogo “Join Data”, se eligieron las opciones señaladas en la figura y se aceptaron los cambios.

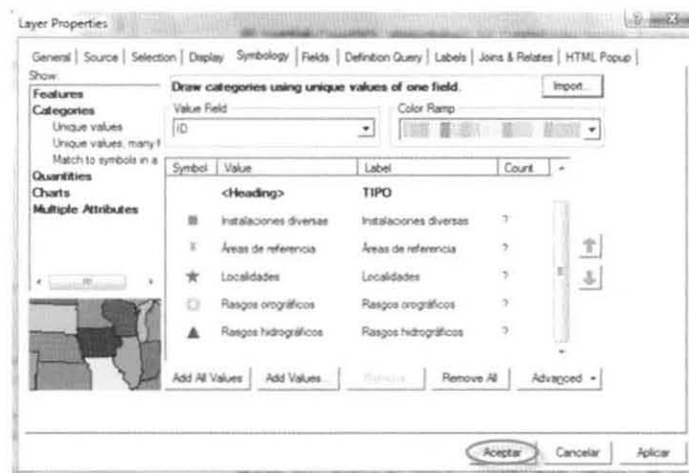
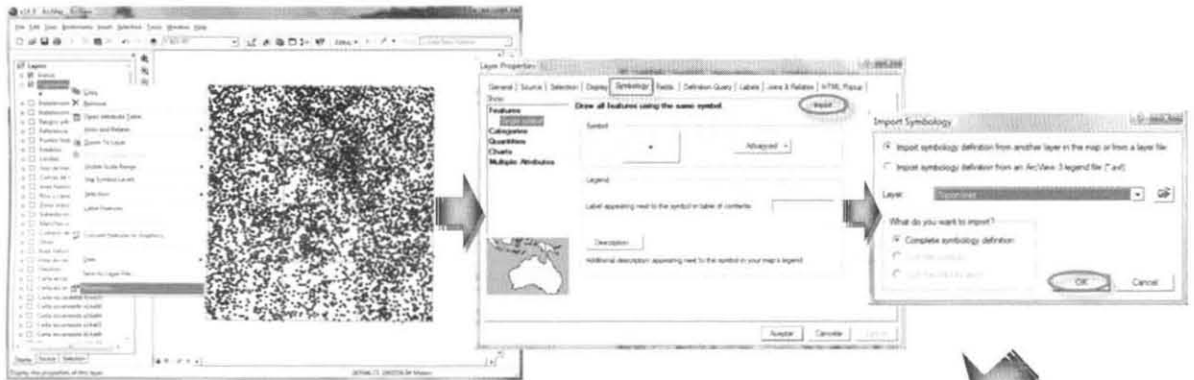


4B4. De esta manera, finaliza el proceso de unión en el shape Toponimia, y los cambios se reflejan en la tabla de atributos con respecto a la original, con esta se comprueba la aplicación del proceso unión de tablas.

Toponimia.FID	Toponimia.Shape	Toponimia.ID	Toponimia.NOM_OFI	Toponimia.	Toponimia.	Toponimia.CLASE	Toponimia.CVE_CTA	Toponimia.LATITUD
0	Point	1	ARBOLEDA, LA			100	1 E14A54	185949.302
1	Point	2	CAHÚRICA, LA			100	1 E14A54	185439.605
2	Point	3	CALERA, LA			100	1 E14A54	185810.217
3	Point	4	CARRERITA, LA			100	1 E14A54	185947.033
4	Point	5	CARRIZAL, EL			100	1 E14A54	185350.183
5	Point	6	COYOTILLOS			100	1 E14A54	185331.643
6	Point	7	CUAULOTE, EL			100	1 E14A54	185640.536
7	Point	8	CUENDEO			100	1 E14A54	185601.201
8	Point	9	GUACAMAYAS			100	1 E14A54	185825.502
9	Point	10	OJO DE AGUA, EL			100	1 E14A54	185238.178
10	Point	11	PALMA, LA			100	1 E14A54	185638.094
11	Point	12	PANTANO, EL			100	1 E14A54	185622.644
12	Point	13	PANZACOLA			100	1 E14A54	185310.623
13	Point	14	PAROTA, LA	LAS CAMELI		100	1 E14A54	185318.404
14	Point	15	PASO DE NÚÑEZ			100	1 E14A54	185339.766
15	Point	16	SAUCEDO			100	1 E14A54	185557.648
16	Point	17	SAUCILLO, EL			100	1 E14A54	185751.359
17	Point	18	TIMBRICHE, EL			100	1 E14A54	185212.345
18	Point	19	TRANCAS, LAS			100	1 E14A54	185530.448
19	Point	20	SÁBILA, LA			100	1 E14A54	185643.303
20	Point	21	ZAPOTE DE CUENDEO, EL			100	1 E14A54	185746.719
21	Point	22	ANONO, EL			100	1 E14A54	185858.246
22	Point	23	BUENAVISTA			100	1 E14A54	185325.606
23	Point	24	COYOTES, LOS			100	1 E14A54	185930.317
24	Point	25	JUNTAS DE CHAPACARIC			100	1 E14A54	185935.675

4C. Capa Toponimia-Simbología. El paso siguiente fue la asignación de simbología para la Toponimia, y para esto se contó previamente con una plantilla (archivo en formato .lyr) conteniendo los símbolos para cada objeto toponímico, la cual fue elaborada en la SIGA con la finalidad de acelerar procesos y ahorrar tiempo en la construcción de los proyectos. Además, la generación de un archivo plantilla por tema, contenedor de las características necesarias para su representación, permitió su aplicación automática y la uniformidad.

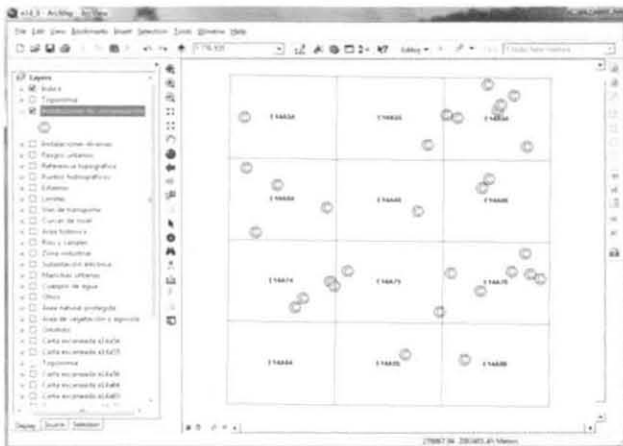
Para asignar la simbología se da clic derecho sobre la capa y se selecciona la opción "Properties", con la cual aparece el cuadro de diálogo "Layer Properties", y en la pestaña "Symbology" se selecciona el botón "Import", dentro del cual se eligió la plantilla que contiene la simbología toponimica. Para finalizar se aceptaron los cambios.





5. De la misma manera como se asignó la simbología a la capa de Toponimia, se fijó la simbología al resto de las capas, siguiendo el orden asentado al añadirlas en el proyecto. Cabe mencionar que en el caso de geometrías areales considerables, como es el tema de *Manchas urbanas*, se necesito una transparencia del 40% con el propósito de resaltar también las capas inferiores. A continuación se muestran las imágenes de cada capa con su respectiva simbología.

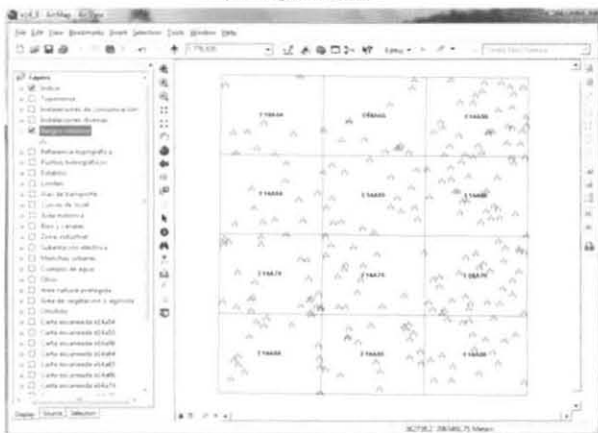
Capa Instalaciones de comunicación



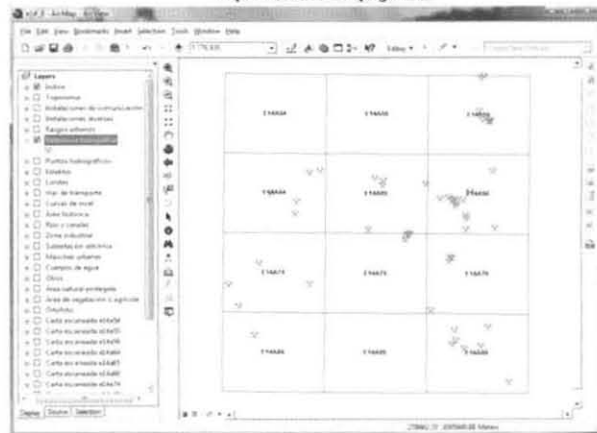
Capa Instalaciones diversas



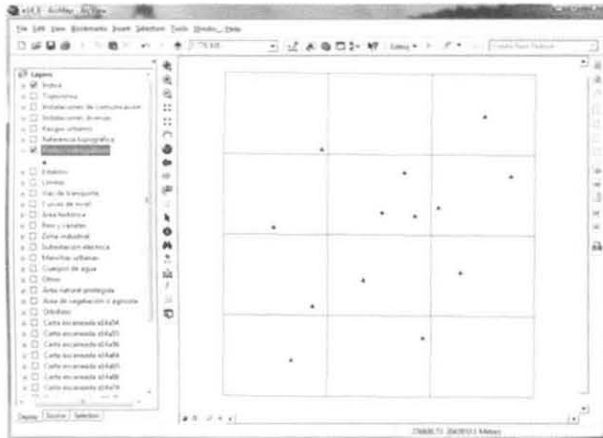
Capa Rasgos urbanos



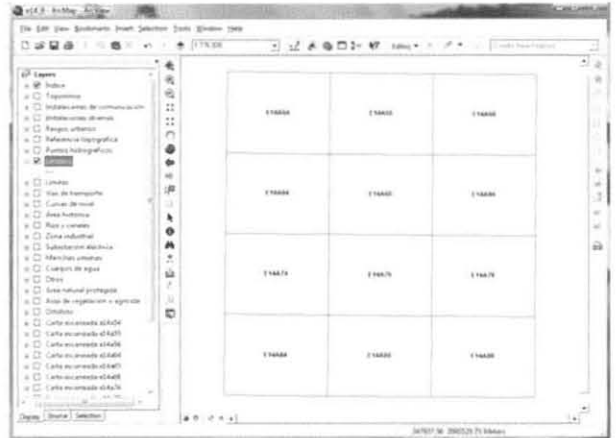
Capa Referencia topográfica



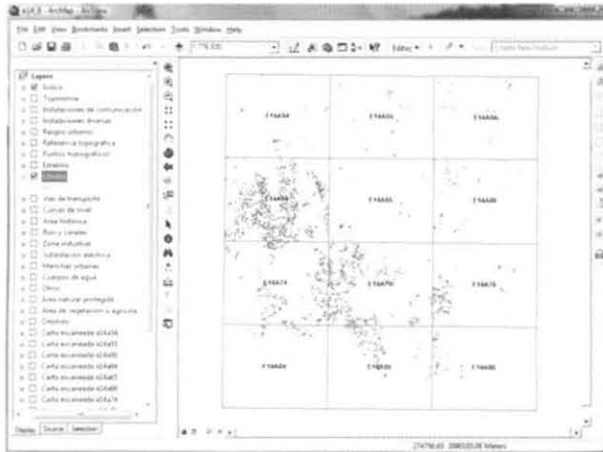
Capa Puntos hidrográficos



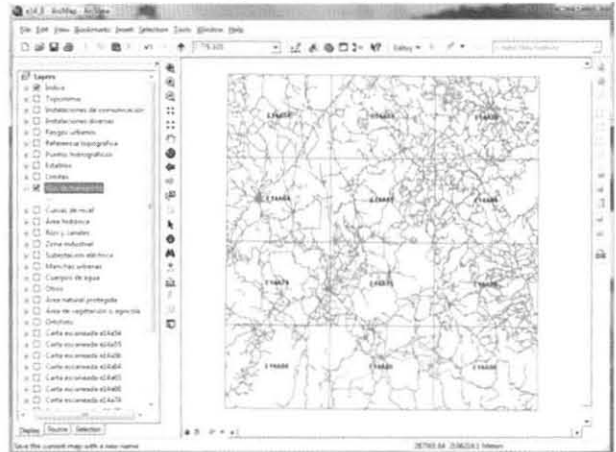
Capa Establos



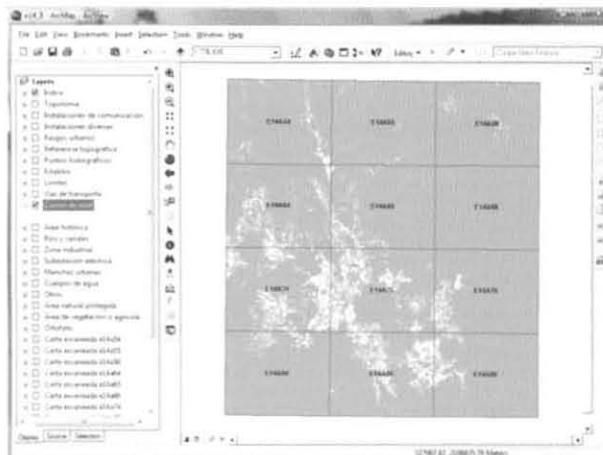
Capa Límites



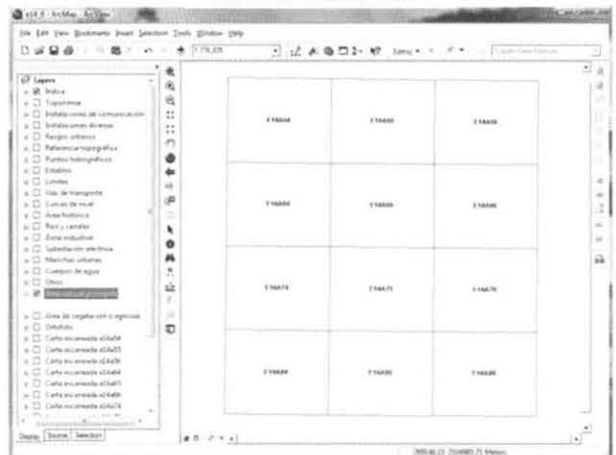
Capa Vías de transporte



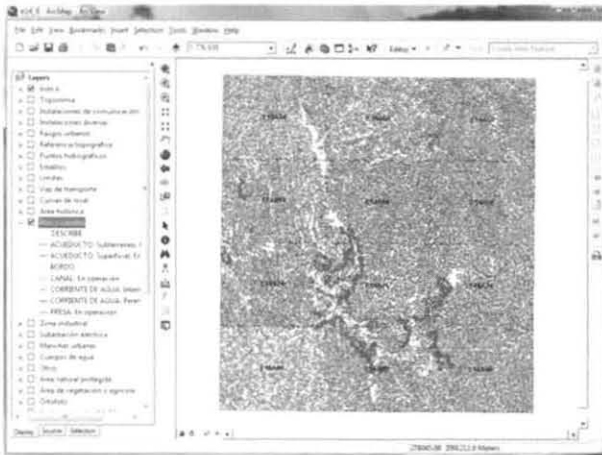
Capa Curvas de nivel



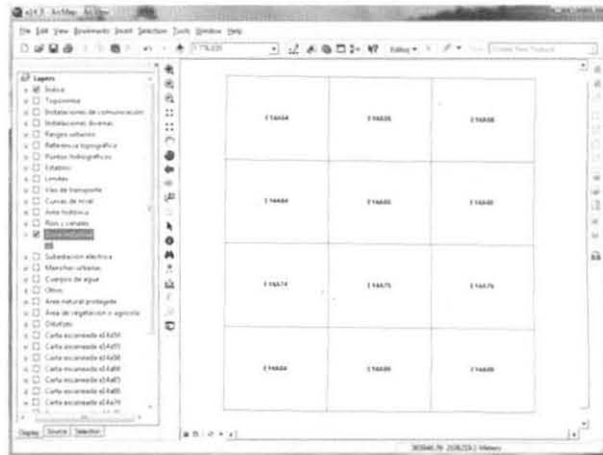
Capa Área natural protegida



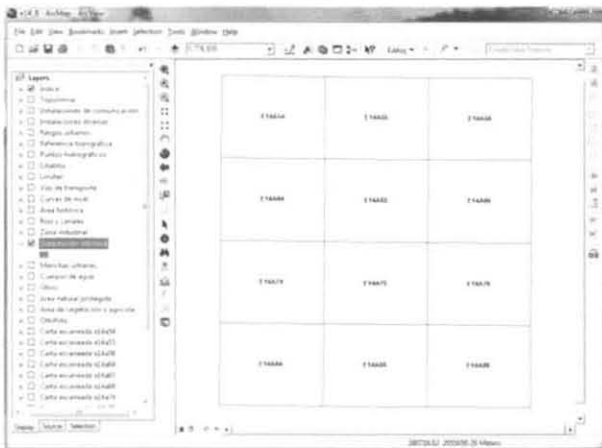
Capa Ríos y canales



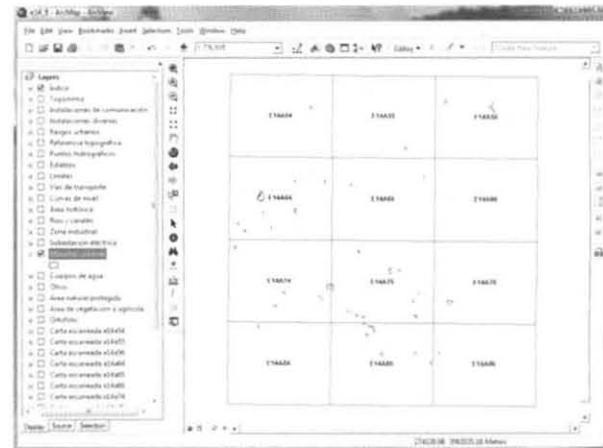
Capa Zona industrial



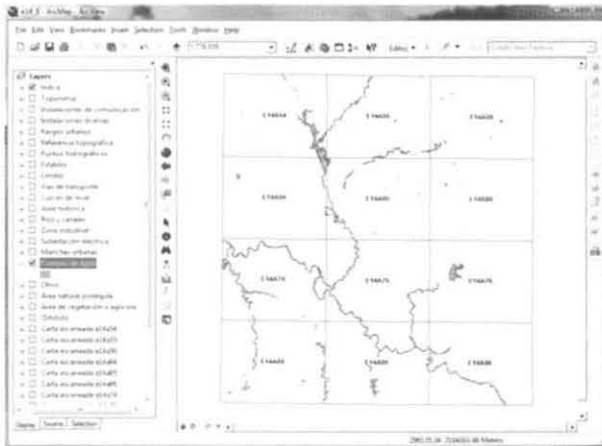
Capa Subestación eléctrica



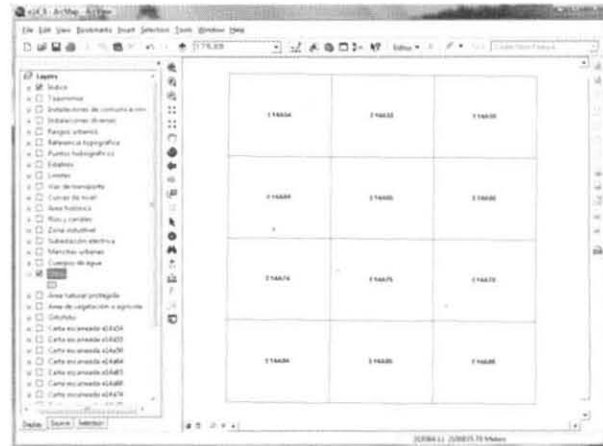
Capa Manchas urbanas

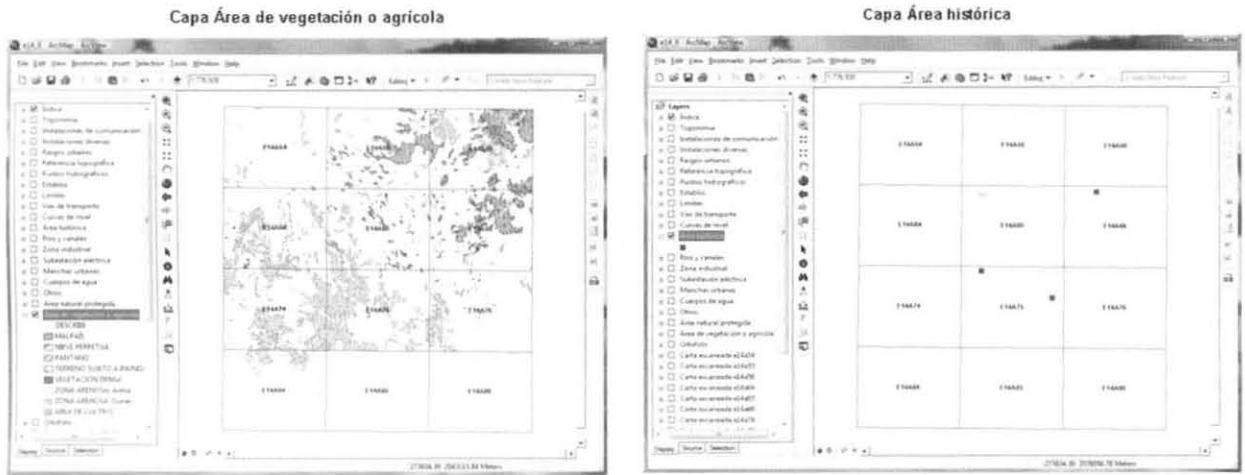


Capa Cuerpos de agua



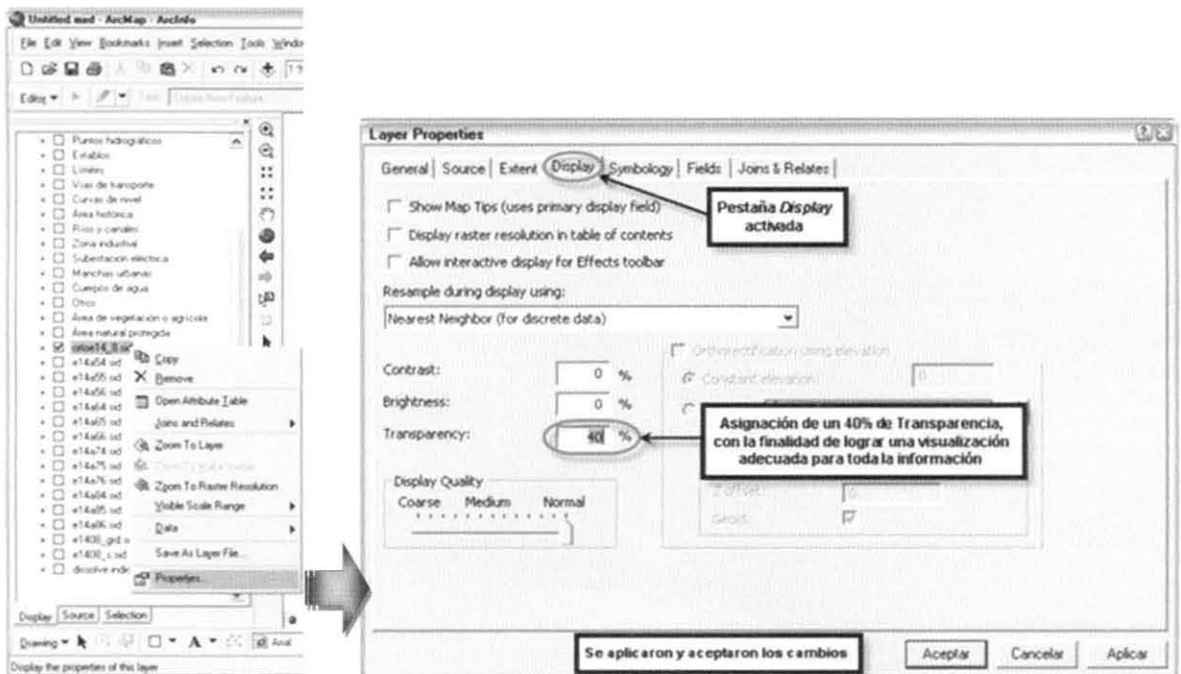
Capa Otros



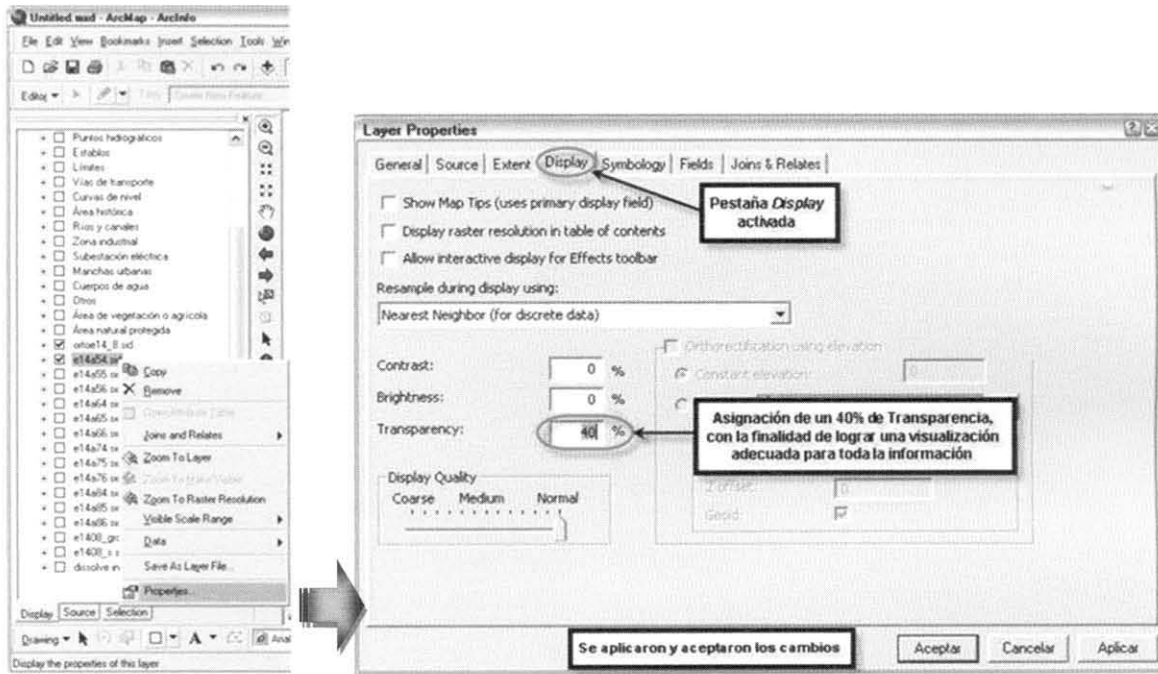


6. Lo siguiente fue la aplicación de cambios en las capas correspondientes a la ortofoto digital, cartas escaneadas y modelo digital de elevación, lo cual permitió la representación adecuada al sobreponer las capas de información y lograr una visualización de cada una de ellas.

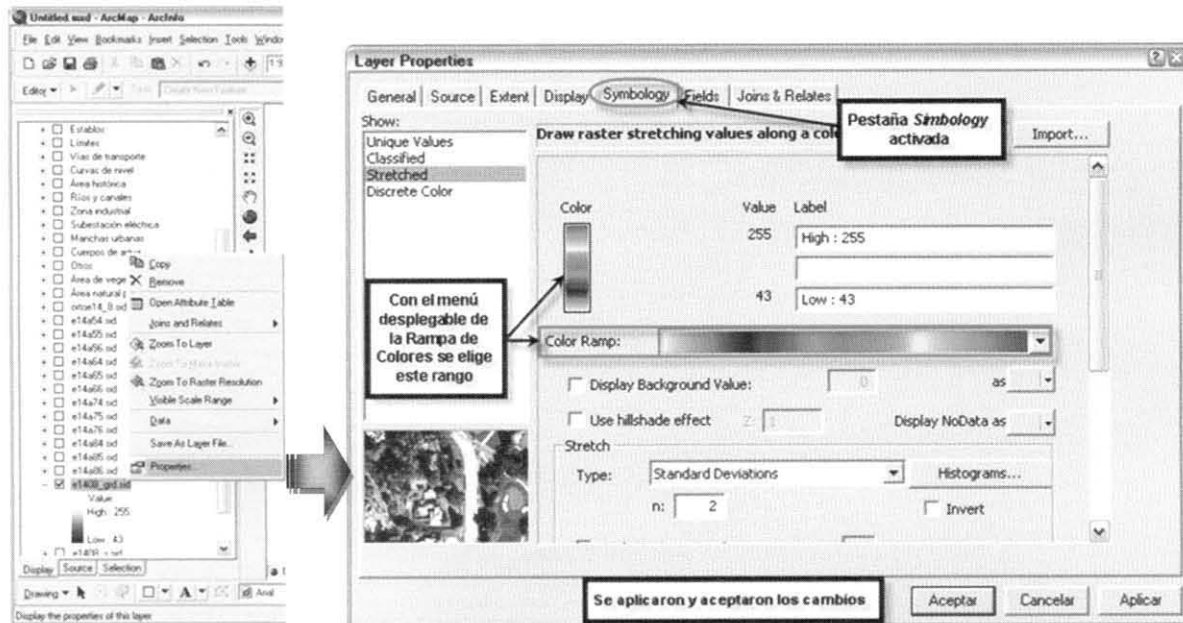
6A. Para la ortofoto digital se utiliza el cuadro de diálogo "Layer Properties" de la capa, donde se aplica un 40% de transparencia.



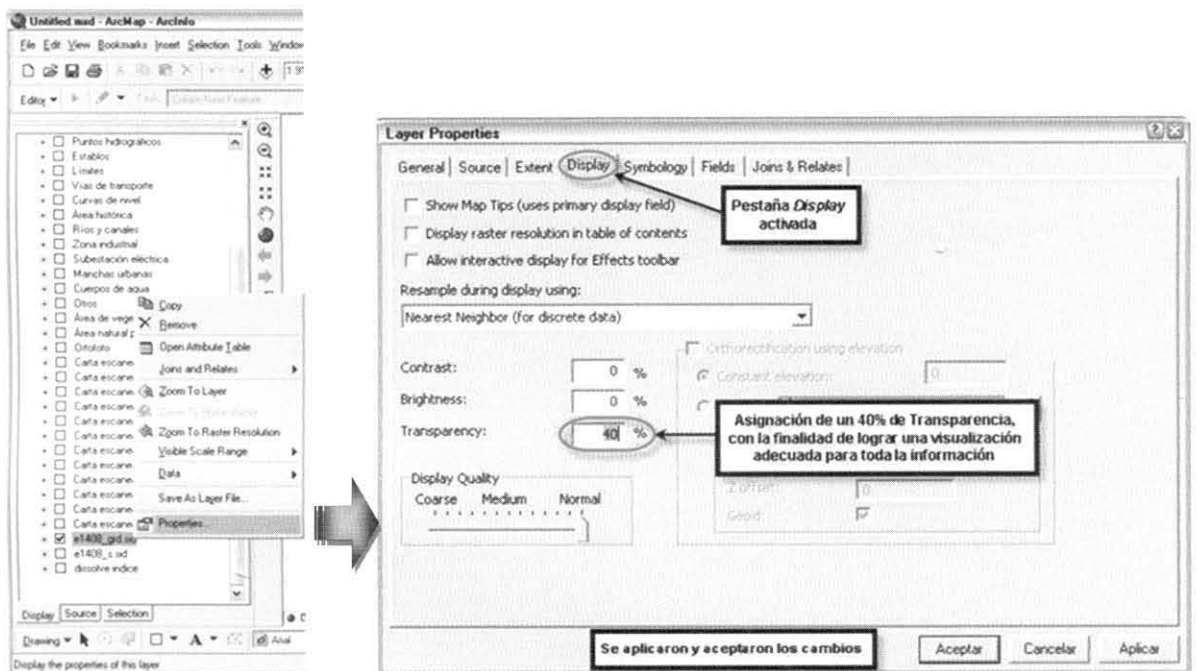
6B. De igual forma, para las 12 cartas escaneadas se aplica un 40% de transparencia.



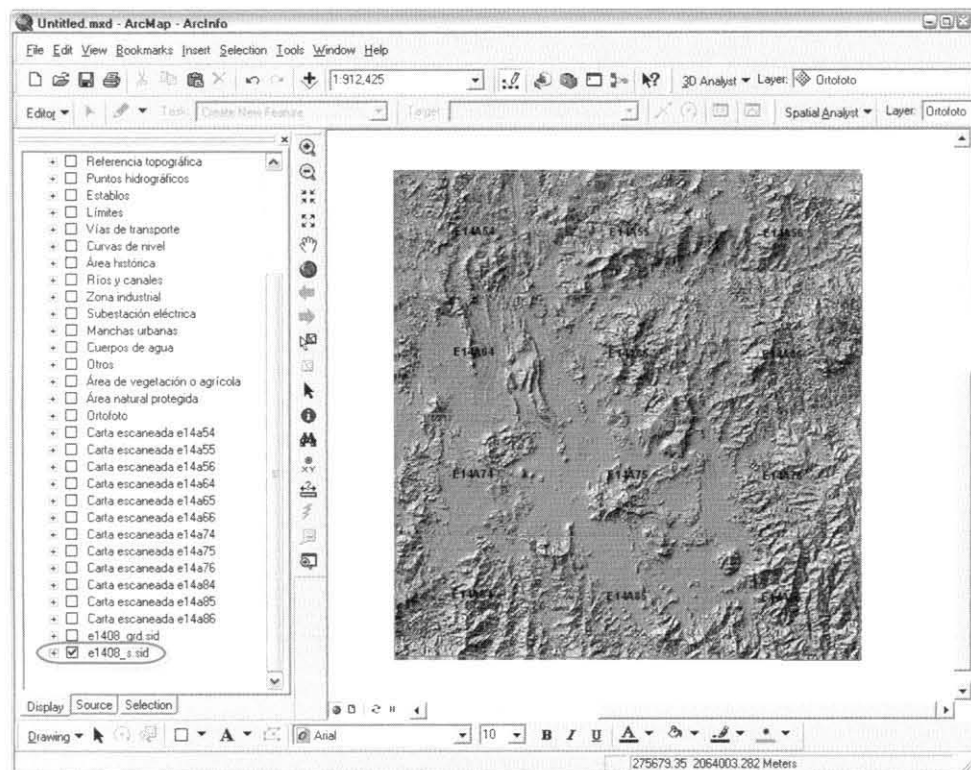
6C. En cuanto al modelo digital de elevación (MDE) es necesario resaltar el relieve representado mediante tintas hipsométricas, es decir, la asignación de colores de acuerdo a las diferentes alturas de la superficie representada. Este rasgo se encuentra simbolizado con una rampa de colores dentro del "Layer Properties".



6C2. Asimismo se maneja un 40% de transparencia, como se muestra en la figura:



6C3. Respecto al modelo digital de elevación sombreado en grises, no fue necesario aplicar cambios en la transparencia, esto se debió básicamente al hecho de tener la posición inferior entre las capas de cada proyecto.

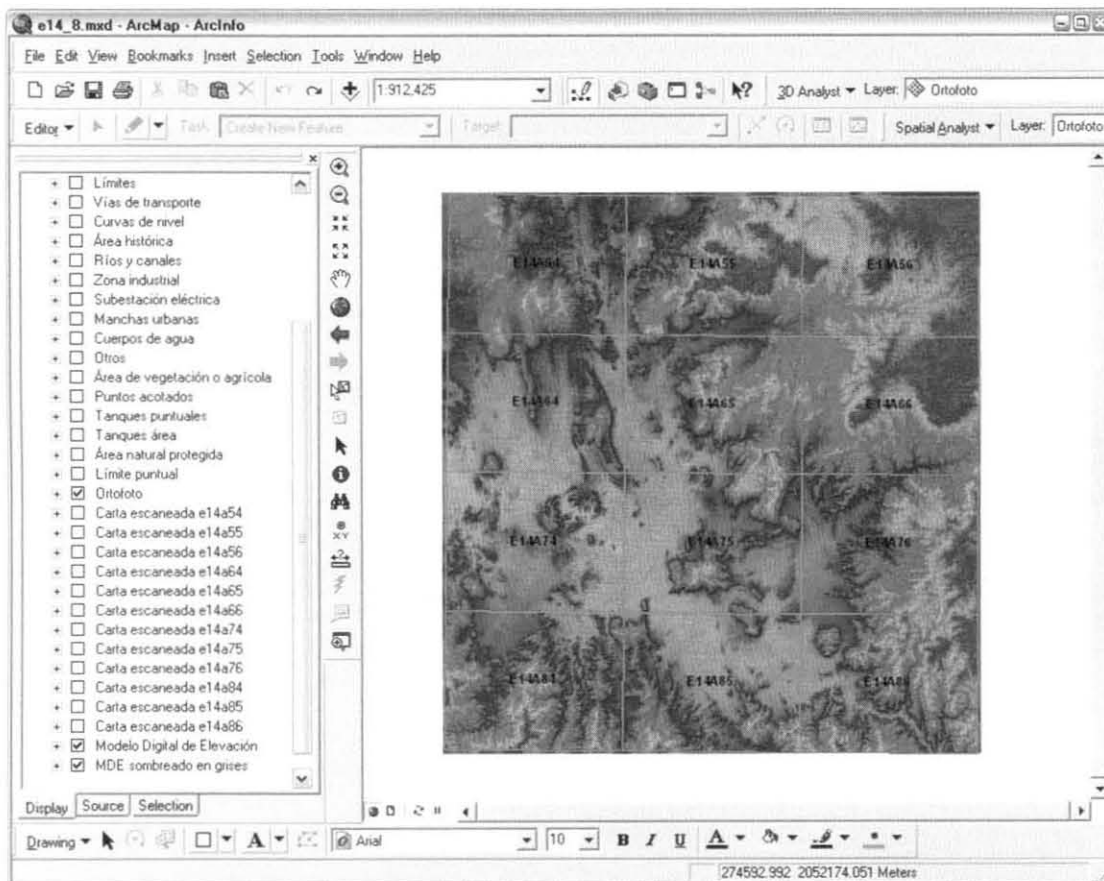


Con esta serie de pasos se concluye la construcción de un proyecto en ArcGIS (ver figura 52), y el producto final se almacenó en un servidor destinado para los proyectos conformadores del Módulo Cartográfico escala 1:50,000. Cada proyecto se guardó con las capas desactivadas, excepto los modelos digitales y ortofoto, esto con el propósito de acelerar su inicio de sesión al momento de publicar. Asimismo recibió su nombre de acuerdo al cuadrante trabajado, y compartió espacio con la información vectorial y raster (ver figura 51).

Figura 51. Ubicación de un archivo .mxd



Figura 52. Estado final de un proyecto .mxd, listo para su publicación



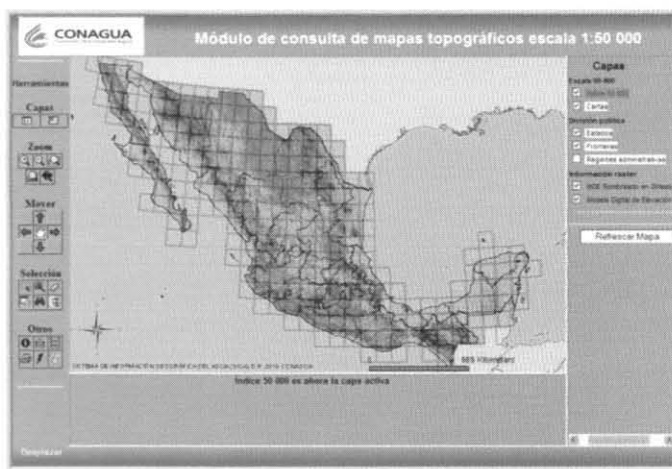
De esta manera finalizo con la descripción procedimental de la sistematización y procesamiento de la información vectorial y raster, así como de la generación de los proyectos o archivos *.mxd* en ArcGIS. Y fue a partir de contar con un importante número de archivos *.mxd* terminados, que el área de Informática de la SIGA, comenzó con su publicación en la página web interna de la CONAGUA, así como en Internet, lo cual indica su disponibilidad para otras instituciones. Dentro de esta fase de publicación del Módulo, resulta trascendente mencionar la constante verificación de la correcta publicación y activación del servicio, es decir, funcionamiento adecuado al visualizar cada cuadrante. Gracias a esta revisión, se detectaron algunos problemas y errores que posteriormente se corrigieron desde el archivo *.mxd* y se actualizaron en la publicación.

## 2.2 Resultados obtenidos

Este subcapítulo está dividido en dos secciones: la primera responde a la necesidad de explicar el producto final a través de cada una de sus funcionalidades; y la segunda refiere a los resultados que significan aportaciones en soluciones cartográficas diversas.

### 2.2.1 Partes integrantes del Módulo Cartográfico

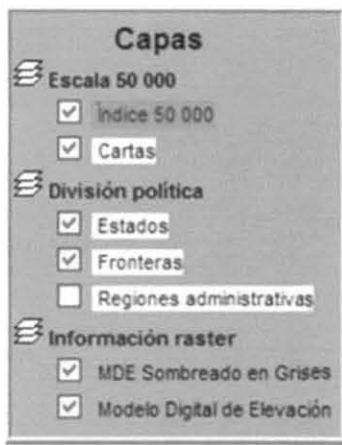
Figura 53. Sesión completa del Módulo



Así es como se observa la interfaz del Módulo al consultar la página web de la CONAGUA. La importancia de explicar la utilidad de sus herramientas radica en la aplicación efectiva de las mismas en múltiples necesidades.



Figura 54. Desglose de capas de información geográfica



Ubicados a la derecha del área donde se visualiza el mapa, estos datos representan una leyenda dinámica, es decir, se programaron para activarse y desactivarse en función de las necesidades del usuario. La agrupación de capas por tema tales como:

- Índice (malla o cuadrícula a la escala)
- Cartas topográficas INEGI
- División política estatal
- Líneas fronterizas
- Regiones administrativas
- MDE Sombreado en Grises
- Modelo Digital de Elevación

Figura 55. Presentación del mapa

Con el ícono representado en color azul es posible activar la leyenda desglosada del mapa, mientras que su par tiene la funcionalidad de activar un recuadro con el mapa de la República en una escala menor, donde se puede observar la ubicación de la zona donde el usuario se encuentre.

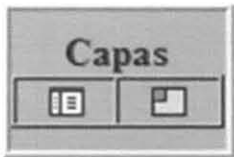


Figura 56. Zoom

Estas son herramientas de acercamiento, alejamiento, extensión total del mapa, visualización de capa activa y tornar a una acción anterior. Cabe mencionar que estas funciones, por su practicidad, son considerablemente utilizadas en el campo de la cartografía digital.

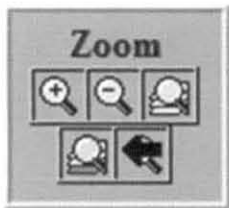


Figura 57. Mover

Herramientas básicas para el desplazamiento de una zona a otra, siguiendo orientaciones específicas (flechas) o de manera libre (mano) sobre el mapa.

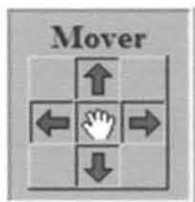


Figura 58. Selección



Este conjunto de herramientas engloba distintas opciones para elegir datos específicos. A continuación se describe cada una:













-  Selección por recuadro.
-  Selección por polígono.
-  Borrar una selección.
-  Generador de consultas sobre el lenguaje SQL (realización de "queries").
-  Selección a partir de una búsqueda por nombres o propiedades.
-  De acuerdo con parámetros precisos introducidos por el usuario, esta herramienta selecciona las áreas de influencia en un punto determinado.

Figura 59. Otros



En esta clasificación se encuentran herramientas para diversos usos, los cuales se explican continuación:

-  Presenta la información de las tablas de atributos de cada capa.
-  Herramienta de gran utilidad para la obtención de distancias entre dos o más puntos.
-  Asignación de unidades de medida.
-  Imprime el área del mapa trabajada por el usuario en una plantilla con los datos ineludibles en un mapa, como gradícula y escala.
-  Hiperenlace para el acceso de los cuadrantes de información.
-  Ayuda en línea.

**Refrescar Mapa**

Este botón actualiza los cambios puestos en marcha por el usuario en la visualización de la información.

### *2.2.2 Productos cartográficos*

La otra parte de los resultados refiere a las aportaciones cartográficas brindadas con la realización del proyecto, por consiguiente, el primer resultado fue la sistematización de información digital diversa y complementaria entre sí a escala 1:50,000 dentro de un servidor de publicación de la CONAGUA, teniendo como base una aplicación de SIG para internet e intranet. Aunado a esto se ejecutaron distintas formas de representación para los temas de información vectorial y raster, considerando entre estos la toponimia, la carta escaneada digital, los modelos digitales de elevación y las ortofotos digitales.

Se realizó una breve descripción de la información vectorial y raster original, es decir, de los diversos productos en formato digital escala 1:50,000 generados y proporcionados por el INEGI, y que constituyeron la información geográfica digital, parte medular de este proyecto. Dicha descripción se plasmó con la finalidad de comprender la estructura de ambos tipos de información, y con esto, lograr una adecuada organización de los procedimientos dentro del proyecto, así como el ahorro de tiempo y el aprovechamiento del espacio para resguardar los datos.

Otro de los productos fue la generación de un banco de datos teniendo como base archivos comprimidos derivados de la información raster original del INEGI: modelos digitales de elevación, ortofotos digitales y carta escaneada. Este banco de datos resolvió claramente el problema de espacio físico de almacenamiento en disco y por consiguiente, facilitó su visualización en la página web de la Comisión.

Mediante una serie de pruebas, se logró perfeccionar la metodología orientada a la construcción de Ortomosaicos digitales de alta resolución, utilizando el software ERDAS Imagine. De esta manera se generaron los mosaicos digitales grado por grado, compuesto cada uno por 72 ortofotos digitales, que de no haber sido así, el desarrollo del proyecto se hubiera visto afectado por dificultades de resguardo y publicación, como se mencionó anteriormente en la descripción metodológica.

El presente documento constituye una guía detallada para la edición e integración de información en formato vectorial y raster, así como para generar información con determinadas características a partir de un conjunto de datos originales. Cabe mencionar que posterior a la integración, la publicación dentro de un servicio de consulta de datos geográficos fue absolutamente necesaria, y en este informe se señalan sólo los aspectos donde se apoyó directamente a la actividad. Aunado a esto, con la integración de la

información en un solo producto, se ayuda a los usuarios del sistema a no manejar diversos productos en múltiples formatos y evitar la saturación de información de sus equipos de cómputo.

La publicación de los datos haciendo uso del software ArcIMS, permite a otros usuarios de sistemas de información geográfica, en este caso de productos ESRI, la posibilidad de utilizar el banco de datos geográficos integrado dentro de sus propios proyectos ArcGIS (ArcView, ArcINFO e incluso otras aplicaciones desarrolladas en ArcIMS) con ello se evita la duplicidad de información geográfica, además de acceder a una sola base de datos e incluso generar datos propios para el desarrollo de diversos proyectos.



FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS  
COLEGIO DE GEOGRAFÍA

### CAPÍTULO 3. Utilidades del Módulo Cartográfico Digital

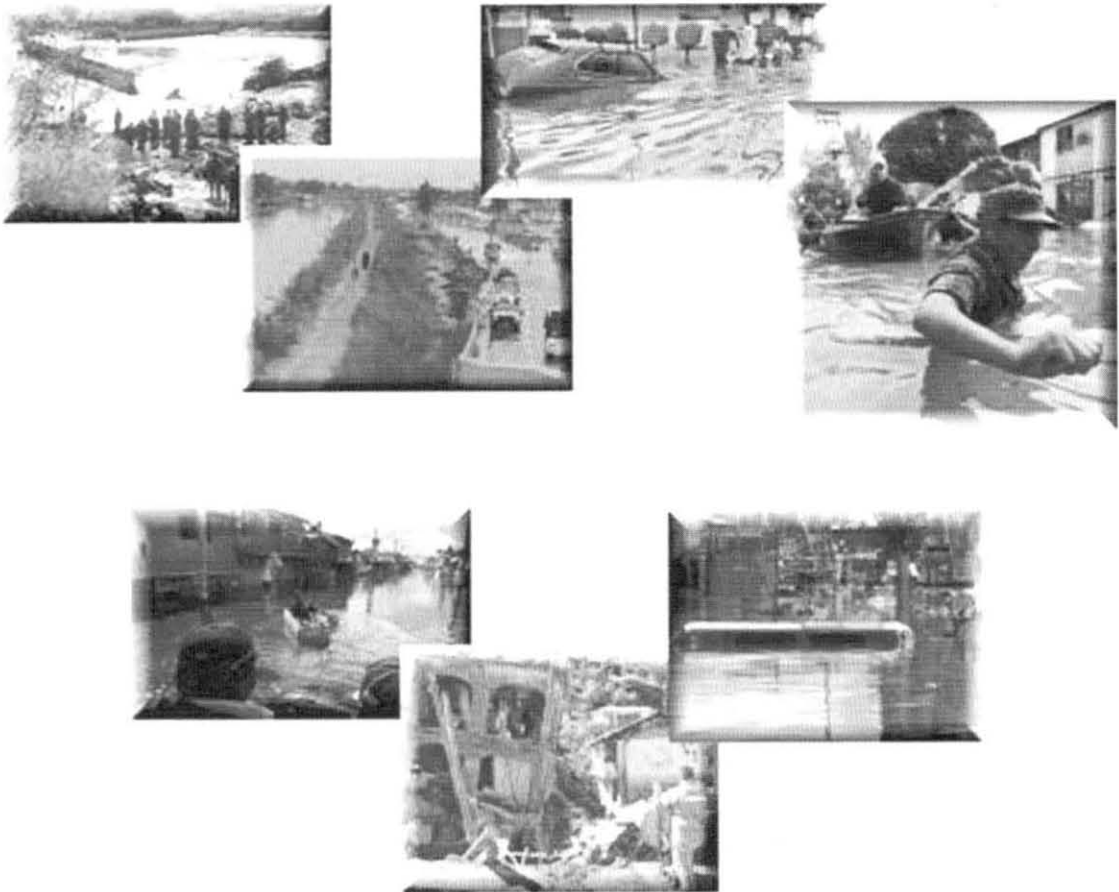


Figura 60. Contingencias y daños provocados por desastres en el año 2009, y donde intervino CONAGUA.

El objetivo de la elaboración del Módulo Cartográfico es proporcionar una herramienta de integración y visualización de la información cartográfica de escala 1:50,000 para los usuarios de datos geográficos en la CONAGUA. Como parte de esta labor se han abastecido numerosas solicitudes hechas a la SIGA por diversas áreas, utilizando los datos integrados y resguardados en el proyecto. En este sentido, he considerado un complemento capitular donde se reflejará la utilidad del Módulo en situaciones reales de eventos relacionados con planeación y desastres. Se destacan estos dos aspectos debido al número tan significativo de solicitudes en la SIGA vinculadas a dichos temas.

Estas son evidencias claras del alcance de los objetivos planteados al inicio del proyecto, aunque definitivamente forman parte de un número mayor de solicitudes. Conforme a los resultados obtenidos, es trascendente el siguiente hecho: un SIG en Internet representa un sinnúmero de aplicaciones para diversos usuarios, en primer lugar por la practicidad de muchas de sus funciones, y en segundo, por el alcance de esta tecnología incluso en cualquier sitio del mundo.

Sin duda alguna, esta base de datos gráfica y tabular soportada en un servidor y publicada en Internet e Intranet de la CONAGUA, ha formado parte de la solución a muchas contingencias originadas en el Distrito Federal y en otros estados de la República, y en no contadas ocasiones, a localizar puntos específicos como pozos, presas, plantas potabilizadoras, localidades rurales, etc.

La secuencia de pasos para cumplir con estas solicitudes después de la recepción de las mismas es la siguiente:

1. Ubicación del punto o zona en una sesión de ArcInfo.
2. Se obtienen los datos necesarios del Módulo Cartográfico.
3. Una vez identificada la zona, se hace un "Layout". Para esto existe una plantilla que se ha modificado de acuerdo a requerimientos, pero en general es la misma.
4. Se realiza la edición de los objetos (vectoriales o raster) de acuerdo al objetivo del mapa.
5. Impresión y entrega o envío de la información solicitada.

### 3.1 Estudios de caso

#### *Presa "El Realito", San Luis Potosí*

En cumplimiento de esta solicitud, fue primordial la ubicación espacial de los datos con los que se contaba para la planeación de esta presa entre los estados de San Luis Potosí y Guanajuato. Los planes de construcción del embalse se iniciaron el 22 de septiembre de 2008, donde la CONAGUA intervino de manera importante con los estudios previos y la autorización de la construcción de la presa; la SIGA participó claramente en los trabajos cartográficos solicitados y utilizando la información concentrada en el Módulo Cartográfico. El siguiente mapa es el producto de la solicitud mencionada y fue elaborado en la SIGA por Alejandro Díaz Ponce.

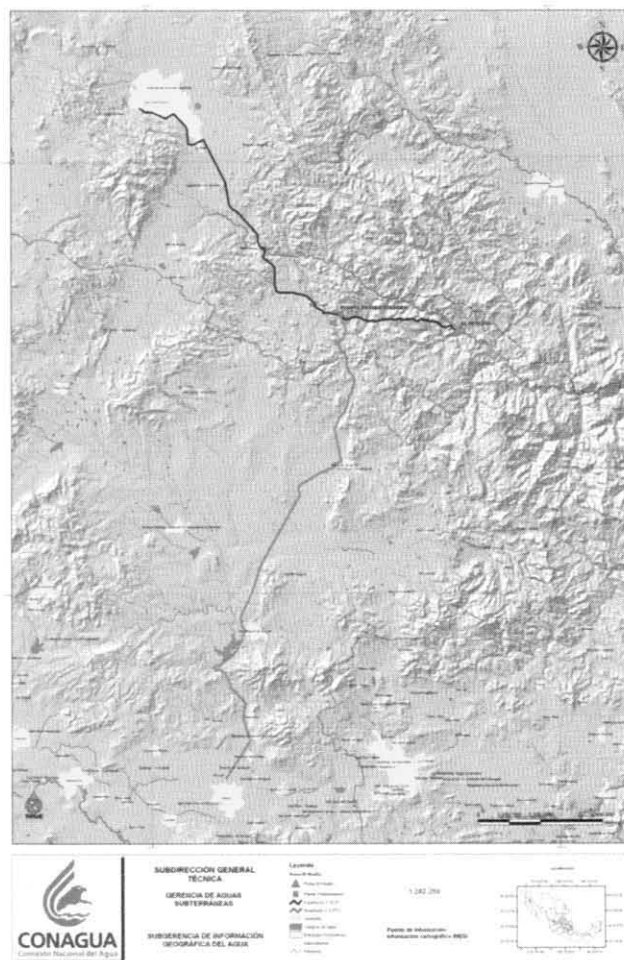


Figura 61. Documento cartográfico: Presa "El Realito", San Luis Potosí, elaborado en la SIGA

*Inundación, Río de los Remedios, Edo. de México y D.F.*

Este hecho provocó dentro de la institución una movilización en las áreas encargadas de la cartografía, y el mapa elaborado con los datos contenidos en el servidor correspondiente al Módulo cartográfico, cumplió con la solicitud enviada a la SIGA. La situación de desborde del Río de los Remedios y de sus aguas residuales tras registrarse lluvias por más de 14 horas en la zona, trascendió por su invasión en calles de colonias como Valle de Aragón 1ª y 3ª secciones, en Ecatepec, y en algunas zonas de Nezahualcóyotl (El Universal, 2007). La información descrita en el mapa sirvió para ubicar de manera precisa la zona e iniciar planes con el fin de controlar las escorrentías y prevenir a la población.

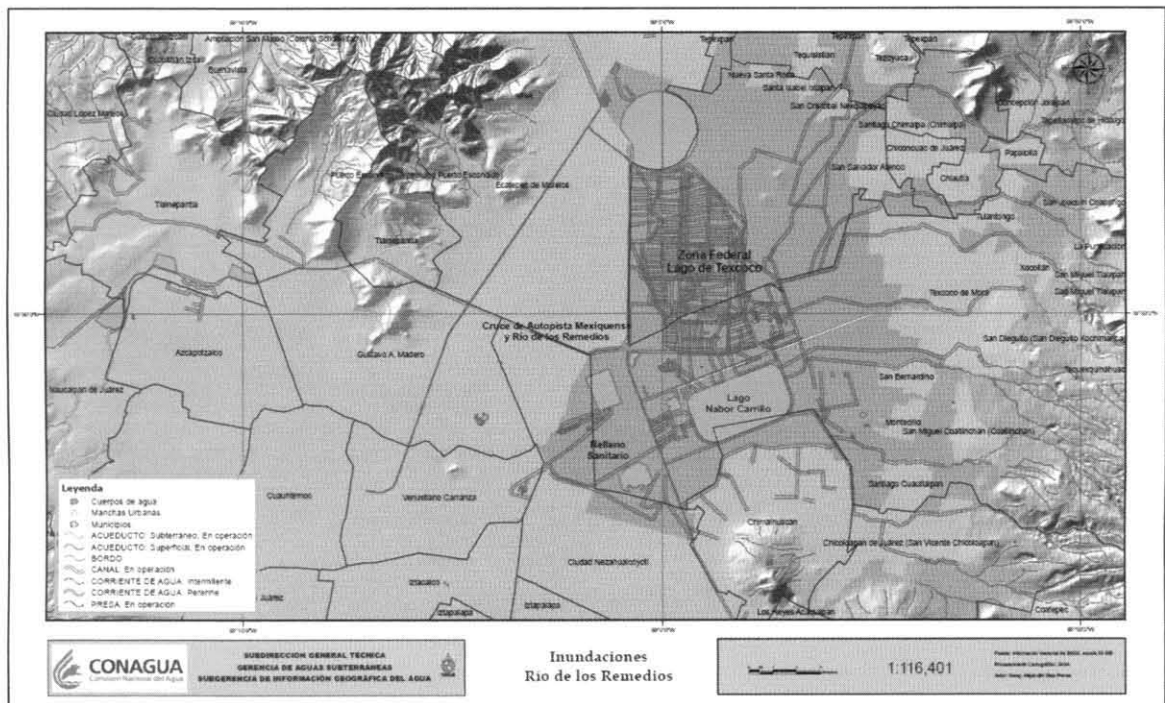


Figura 62. Documento cartográfico: Inundaciones Río de los Remedios, elaborado en la SIGA



*Roturas del Canal, Río de la Compañía, Edo. de México*

Esta situación se originó con el desborde del río de La Compañía, afectando a 12 mil familias de colonias del Valle de Chalco, considerada una zona con alta densidad de población. Y de acuerdo con autoridades del municipio, la rotura del Canal río de La Compañía, alcanzó los 50 m y se registró en una parte afectada anteriormente con otra fractura (Cruz, 2010). La solicitud cubierta tuvo la finalidad de analizar con precisión las causas de este rompimiento y sustentar el hecho de que en el área existan hundimientos diferenciales, los cuales pudieron dañar el muro de contención a través de grietas, y en este sentido, las lluvias representaron el catalizador. Resulta interesante mencionar que estas últimas lograron incrementar más de 20 mm el caudal del canal de La Compañía. Además, las medidas de reubicar a la población en albergues requieren y requerirán documentos cartográficos como este, debido al nivel de análisis representado en dichos proyectos.

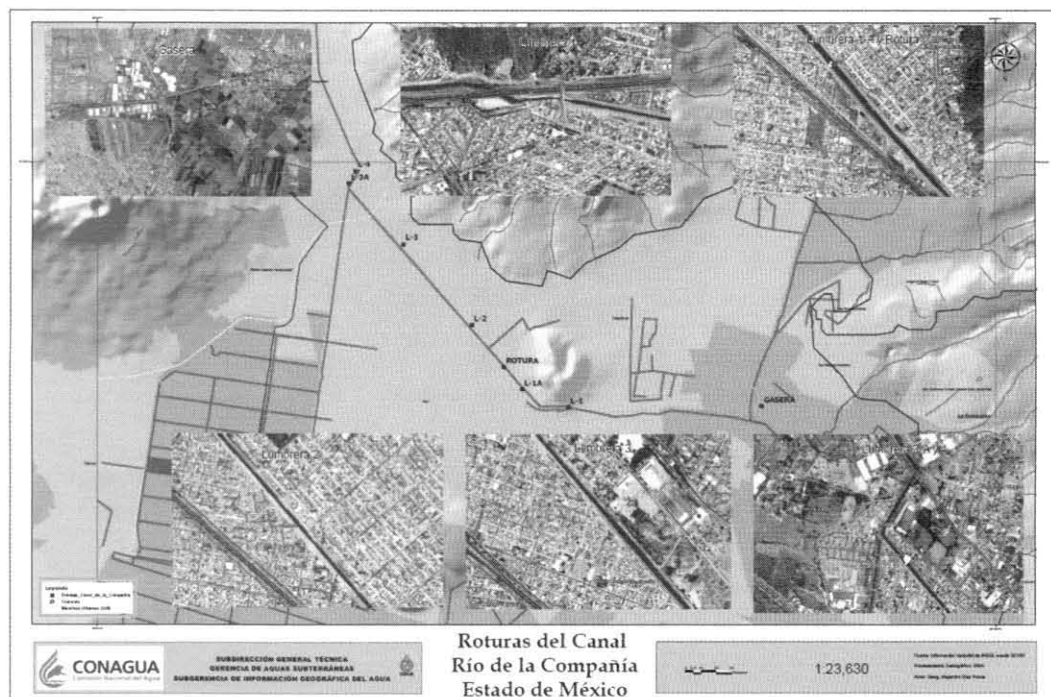


Figura 63. Documento cartográfico: Roturas del Canal Río de la Compañía, Estado de México, elaborado en la SIGA

### Proyecto Agua Futura, Durango

De acuerdo a un comunicado de prensa el 7 de abril de 2010, los objetivos de este proyecto son: reducir la sobre extracción del acuífero de la zona, dotar a la población de agua de mejor calidad y eliminar de manera importante los gastos que actualmente se generan por el mantenimiento y operación de los pozos. En 2007 comenzaron las obras del proyecto y actualmente continúan avanzando con la construcción de tanques y plantas de tratamiento; sin embargo esto no se llevó a cabo sin la previa colaboración de las respectivas áreas en la Comisión (Sánchez, 2010). Como parte de esa planeación se le solicitó a la SIGA un mapa con la ubicación de plantas potabilizadoras alternativas y en construcción, marcando a su vez el área total del proyecto; y en atención a esta solicitud se requirió utilizar el modelo digital de elevación correspondiente a la Cd. de Durango así como la información vectorial de manchas urbanas, vías de comunicación, toponimia, ríos y canales. Los datos solicitados se extrajeron de la información contenida en el Módulo y de este modo, se le pudo brindar la atención requerida.

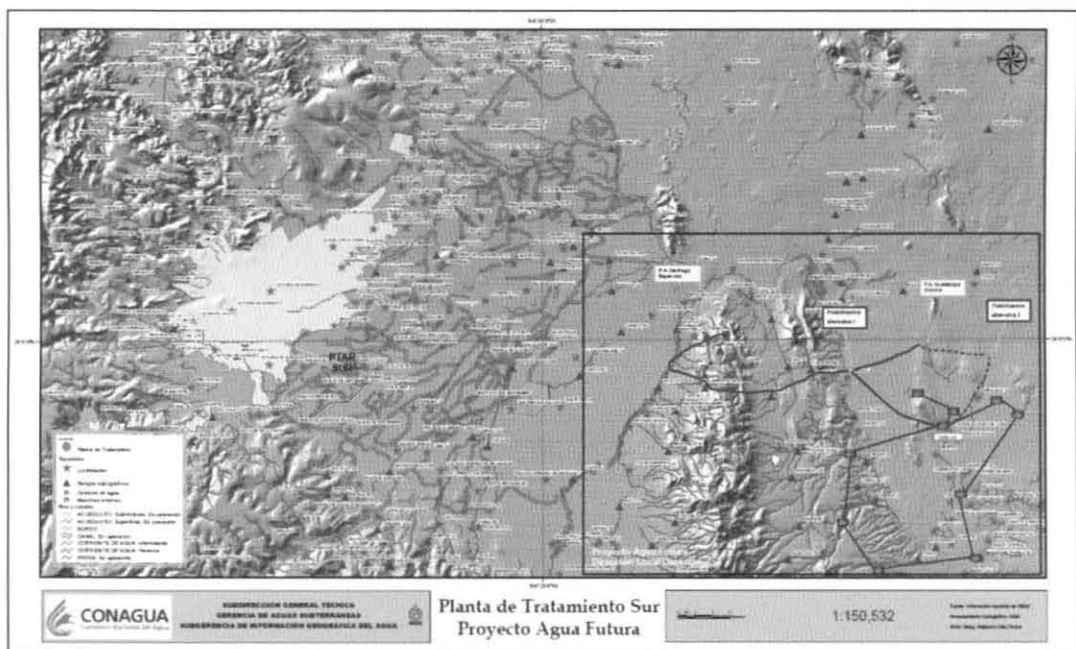


Figura 64. Documento cartográfico: Planta de Tratamiento Sur, Proyecto Agua Futura, Cd. de Durango, elaborado en la SIGA

*Contingencia en la localidad Juan de Grijalva, Chiapas*

Debido a las lluvias y escurrimientos en la cuenca del río Grijalva durante la temporada de lluvias del 2007, que se caracterizó por una precipitación anormal con la ocurrencia de eventos extremos, alrededor de 4 millones de metros cúbicos de suelo y roca, provenientes del cerro “El Rempujón”, obstruyeron el cauce del río a la altura de la comunidad Juan de Grijalva en el municipio Ostuacán. El deslizamiento provocó un derrumbe que tapó el flujo del agua y sepultó por completo dicha localidad (Hinojosa, 2009). Ante la contingencia se solicitó a la SIGA la elaboración de un mapa donde se representara la ubicación de la presa Ángel Albino Corzo y de la localidad Juan de Grijalva, esto con el fin de analizar causas, distinguir riesgos posteriores y dimensionar la magnitud del suceso.

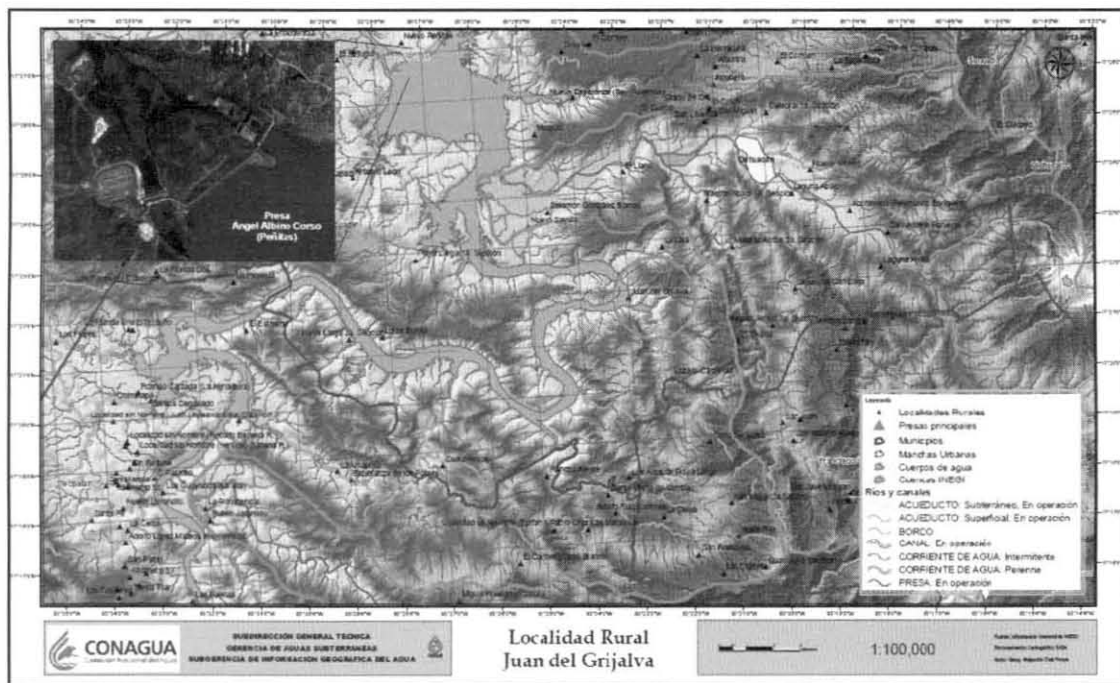


Figura 65. Documento cartográfico: Localidad Rural Juan de Grijalva, Ostuacán, Chiapas, elaborado en la SIGA

## CONCLUSIONES

La disponibilidad, accesibilidad y utilidad de la información contenida en el Módulo Cartográfico, se ha pensado en función de un elemento imprescindible: el usuario. Es decir, la publicación de estos datos se caracteriza por su accesibilidad para cualquier tipo de usuario interesado, sin importar el rol desempeñado en su empresa. Lo trascendente es dar a conocer de manera sencilla cuestiones técnicas utilizadas en Cartografía, dentro un contexto más amplio: la ciencia geográfica. Por dicha razón, al usuario interesado en consultar este Módulo Cartográfico, le auxiliará mucho disponer de conocimientos básicos sobre Cartografía tradicional y SIG, porque a partir de una base conceptual le será más sencillo decidir el tipo de datos más útiles de acuerdo a sus necesidades. Incluso sin contar con dichos conocimientos básicos, el acceso a este Módulo puede favorecer que el usuario comience a familiarizarse con conceptos geográficos y de tecnologías de la información.

Los SIG, apoyados en los procesos cartográficos y en las técnicas de análisis espacial, han facilitado que la Cartografía actual se elabore en formato digital, permitiendo manejar una enorme cantidad de datos y realizar interrelaciones con un mayor número de variables, así como agilizar el geoprocésamiento de información y la elaboración de mapas. Bajo esta premisa, la integración de información descrita en este informe puede cubrir las múltiples demandas de información relacionadas con diversos eventos, y de los cuales se encargan instituciones específicas. En este sentido, es acertado afirmar que los SIG tienden a convertirse cada vez más en un requerimiento y componente estratégico en la infraestructura tecnológica de las empresas, tanto privadas como gubernamentales.

Con respecto a los proyectos generados en instituciones gubernamentales cabe resaltar que muchas de las aplicaciones se encaminan por la vertiente del Ordenamiento Territorial, con el cual será posible definir estrategias y proveer antecedentes útiles para la minimización de los posibles impactos ambientales, asociados con la actividad humana y los procesos naturales. Siguiendo esta línea, es factible generar modelos de desarrollo adaptados específicamente a cada realidad territorial y ambiental. Por otra parte, la creación de modelos puede respaldar una legislación apropiada para la aplicación de estrategias territoriales (ordenamiento, planeación, etc.) derivadas de dichos proyectos. Con esto, se alcanza un punto medular: la toma de decisiones, porque constituye el objetivo final de esta

clase de proyectos, y al considerarse frente a inversiones económicas, la importancia se enfatiza claramente.

Con el propósito de lograr eficiencia en determinadas tareas y actividades, una institución requiere tomar decisiones rápidas, lo cual se debe en buena medida a la relación con la gestión de sus recursos y mejor utilización de sus activos. Un SIG representa el elemento apropiado para el análisis visual y la presentación de información diversa, agilizando de esta manera la evaluación y la toma de decisiones por parte de los responsables en las áreas involucradas. Una vez establecido lo anterior, se favorecerá la implantación de soluciones, que en el caso de organismos como la CONAGUA, se busca plantear frecuentemente soluciones relacionadas al análisis de riesgos.

En este contexto, las ventajas brindadas por un SIG son amplias y variadas, sin embargo, constituye solamente una herramienta y no una forma automatizada de decisión. Para reforzar la idea previa, se debe contemplar lo siguiente: la toma de decisiones con base en la utilización de los SIG resultará provechosa a medida que el usuario tenga claros los fines específicos del estudio o proyecto, así como el desarrollo metodológico diseñado para el mismo y la aplicación correcta de los procedimientos.

Los SIG se han convertido en elementos estratégicos de las empresas e instituciones, esto en función de la revolución tecnológica de las últimas décadas, la cual ha contribuido al aprovechamiento de las múltiples ventajas que les brinda tanto las herramientas SIG como la información, constituida por los datos geográficos. Estos juegan un papel vital en proyectos de planeación y en la toma de decisiones, por tal motivo, contar con los datos geográficos correctos, adecuados y oportunamente, es fundamental para el óptimo funcionamiento y desarrollo de las instituciones. Precisamente, el sector que muestra un mayor crecimiento en el mercado de los SIG es el de los datos geográficos, al cual incluso se le ha denominado "el combustible de los SIG", y de ahí la importancia brindada a la revisión y corrección de los mismos para la conformación del Módulo.

Este proyecto ha sido desarrollado y consolidado en el trabajo continuo y coordinación de áreas interdisciplinarias, con profesionales capacitados en el manejo y funcionamiento de los SIG, los cuales integran el área de la SIGA en la CONAGUA. Pero este trabajo no hubiera sido posible sin el incentivo de los requerimientos del usuario, lo cual significa que todas las empresas o instituciones deben contar con un amplio conocimiento de las necesidades de sus usuarios, con la finalidad de solventarlas adecuadamente. En este sentido, la integración y publicación en un solo producto de la información vertida en el Módulo ayuda a los

usuarios a evitar el manejo de diversos productos en múltiples formatos, impidiendo así la saturación de información en sus equipos de cómputo.

Asimismo se abren posibilidades a otros usuarios de utilizar el banco de datos en sus propios proyectos, evitando la duplicidad de información geográfica. En la misma tendencia, las ventajas del Módulo se concretan en los siguientes aspectos: Datos publicados en Internet e Intranet; información concentrada y; usuarios con la posibilidad de consultar directamente. En definitiva, la existencia del Módulo representa rapidez, eficacia y exactitud en la atención de emergencias y solicitudes de las respectivas áreas pertenecientes a la CONAGUA, tanto en oficinas centrales como en otros estados, y de los usuarios externos.

El manejo honesto, apropiado y comprometido de proyectos de trabajo e investigación es un factor elemental para el desarrollo de cualquier institución, sea privada o pública, y por tal motivo destaco la organización y administración del personal y del tiempo otorgado a cada proyecto. De igual manera, es de considerarse la constante capacitación del personal respecto a las actividades encomendadas, por la importancia que representa actualmente avanzar a la par del progreso tecnológico con una consistente base de conocimientos teóricos y metodológicos. La finalidad es adquirir los elementos necesarios para la solución de determinados problemas, especialmente cuando se trata de planeación y prevención.

A lo largo de mi estancia en la SIGA, me percaté de situaciones de emergencia que respaldan lo anterior, por lo cual resalto la labor de la Subgerencia al apoyar el avance del proyecto. En lo personal, formar parte de la SIGA significó un compromiso de formación, académico y laboral, no sólo por el hecho de llevar a cabo correctamente la revisión, el procesamiento y la integración de la información geográfica en tan ambicioso proyecto institucional, sino por la experiencia de trabajar íntegramente con un equipo interdisciplinario, de acuerdo a sus funciones, metas establecidas y logros alcanzados. Por esta razón, durante el servicio social me apoyé clara e invariablemente en el estricto control manejado en el avance del proyecto, así como en la toma de notas y datos para no cometer errores en los procesos explicados a lo largo de la metodología.

El Módulo Cartográfico Digital constituye un proyecto en constante renovación gracias a la actualización de los datos geográficos y a los cambios en las necesidades de información, y es por esto que el periodo de mi participación no representa un aspecto importante en su desarrollo; no así la capacitación en los programas manejados para el mismo, debido a la falta de apoyo con respecto a la impartición de materias afines en el Colegio, o de cursos accesibles externos. Por consiguiente, necesité capacitación en el manejo de los datos

geográficos en formato digital, a través de los programas de aplicación mencionados en el informe, aunque el aprendizaje más efectivo lo adquirí gradualmente con la práctica directa.

La oportunidad de realizar un servicio social, práctica profesional o cualquier tipo de actividad laboral, favorece un aspecto muy importante en el progreso y desarrollo del geógrafo: la detección de carencias en la formación académica universitaria, a partir de la cual es posible fortalecer los conocimientos obtenidos y abastecerse de aquellos faltantes, y que normalmente son necesarios en el campo laboral. Por ende, reitero la importancia de un servicio social al finalizar una carrera profesional, siendo el primer paso en la experiencia laboral y en la práctica de los conocimientos y habilidades adquiridas.

Inherente a lo anterior, el personal docente del Colegio podría generar espacios entre sus temas para enseñar posibles aplicaciones en un ambiente SIG de acuerdo a los temas impartidos, para lo cual resultará oportuna la actualización o capacitación en el uso de herramientas de vanguardia como los SIG. Considerando el proceso de enseñanza-aprendizaje, conviene que los alumnos cooperen con la investigación y práctica frecuente de las herramientas mostradas durante clase o afines, y de esta manera se facilitará la retroalimentación en las aulas de clase, y a su vez fomentará una preparación para el campo laboral. A las autoridades académicas encargadas también les corresponde un lugar en este proceso, porque representan un apoyo en la solución de necesidades y carencias del alumnado y del personal docente del Colegio de Geografía.

Cabe destacar un hecho: el conocimiento y manejo de las herramientas SIG nunca reemplazarán la impartición de teoría, porque constituyen sólo un medio para la ejecución de numerosas tareas, trabajos o proyectos de un geógrafo, y en la actualidad son la base en muchas instituciones para informar, mostrar, evidenciar, prever, prevenir, explicar, interpretar, decidir, solucionar y planear situaciones o eventos de diversa índole en cualquier lugar del mundo. Por tanto, es conveniente que los geógrafos como gremio consideren primordial la preparación tanto en la teoría como en la práctica de estas herramientas. En este sentido, el Módulo Cartográfico Digital es un pequeño pero significativo acercamiento y aportación a la ciencia geográfica, desde el ámbito tanto académico como laboral, con base en la utilidad de información espacial tratada a partir de los avances tecnológicos, que para este caso conforman un elemento de progreso y adelanto.

## BIBLIOGRAFÍA

1. **Atlas del Agua en México** (2009). Comisión Nacional del Agua, SEMARNAT, México.
2. Bava J. (2002). **Módulo "GIS Analysis" de Erdas**, LAFE.
3. Castillo Sánchez, Mauricio (2004). **Guía para la formulación de proyectos de investigación**, Editorial Alma Mater Magisterio, Bogotá, Colombia.
4. Díaz Cisneros L. y Candeaux Duffatt R. (1994). **Características generales de los SIG**, Instituto de Geografía de la Academia de Ciencias de Cuba, Cuba.
5. Díaz Ponce A. (2008). **Manual del Taller de Aplicaciones de ArcView ver. 9.2**, Durango, México.
6. Domínguez Bravo J. (2000). **Breve introducción a la Cartografía y a los Sistemas de Información Geográfica (SIG)**, CIEMAT, España.
7. **Erdas Tour Guide versión en Español** (2001). Texto original de Erdas Geographic Imaging Made Simple, Universidad Distrital, Colombia.
8. Felicísimo A. M. (2000). **Conceptos básicos, modelos y simulación**, Instituto de Recursos Naturales y Ordenación del Territorio (INDUROT), Universidad de Oviedo, España.
9. Franco Maass S., Valdez Pérez Ma. (2003). **Principios básicos de Cartografía Automatizada**, Universidad Autónoma del Estado de México, México.
10. Geo Euskadi, El GIS Corporativo del Gobierno Vasco (2009). **Implantación del Sistema de Información Geográfica (GIS) Corporativo**, Departamento de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.
11. **Guía para la interpretación de la Cartografía: Uso de suelo y vegetación** (2005).<sup>1ª</sup> Edición, INEGI, México.
12. Gutiérrez Puebla, Gould M. (2000). **SIG: Sistemas de Información Geográfica**. Editorial Síntesis, España.
13. **Información técnica y manual de ejercicios de Arcview ArcGIS 9.2** (2008). Ejercicios desarrollados para la CONAGUA, SIGSA, México.



14. Klein, Johannes, et. al. (1972). **Diccionario de Geografía**. Ediciones Rioduero, 2ª Edición, España.
15. Lamarca Lapuente M. J. (2009). **Hipertexto, el nuevo concepto de documentación en la cultura de la imagen**, Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid, España.
16. López Gonzaga J. (2007). **Herramientas de análisis espacial, Operaciones topológicas**.
17. Lowry J. (2005). **Artículo: “La utilización de programas y datos de SIG de bajo costo para el inventario, la evaluación y el monitoreo de humedales.”**
18. Malpartida A. R. (2002) **¿Qué son los SIG?** Dirección del Consejo Editorial del Medio Ambiente Ecológico, Argentina.
19. **Manual de Fundamentos de ArcGIS versión ArcView 9.1, Tutorial de Lecturas** (2005). Área de Tecnologías de Información Gubernamental. Oficina de Gerencia y Presupuesto, Puerto Rico.
20. **Manual GPS/SIG: Integración de Información a los SIG, con el uso del Sistema de Posicionamiento Global**, Soporte Técnico Geodesia y GPS, SIGSA, México.
21. **Manual para el Taller de Aplicaciones ArcGIS versión 9.1** (2006). Subgerencia de Información Geográfica del Agua SIGA, CONAGUA, México.
22. Morales Martínez L. (2000). **La Escala como elemento del mapa**, Tesis para obtener el título de Licenciado en Geografía, Facultad de Filosofía y Letras, UNAM, México.
23. Pan American Health Organization (2006). **Principios Cartográficos Básicos y Sistema de Posicionamiento Global**, Área Análisis de Salud y Sistemas de Información.
24. Ponce Díaz A. (2007). **Análisis e integración de mapas Escala 1:50000 para su publicación y difusión en la Intranet de la Comisión Nacional del Agua**. Informe académico por actividad profesional para obtener el título de Licenciado en Geografía, Facultad de Filosofía y Letras, UNAM, México.
25. Reuter F. (2005). **Carpeta de Trabajos Prácticos: Teledetección Forestal. Procesamiento digital de imágenes**, Facultad de Ciencias Forestales – UNSE.
26. Reyes M., Martínez A. J. (2003). **Boletín de Política Informática No. 2: Tecnologías de información, cartografía y geografía en la era digital**, INEGI, México.

27. Rial P. E., González L. (1999). **Sistemas de Información Geográfica, Conceptos y manejo del programa ArcInfo**, Convenio Inta-Cap-Unpa.
28. Robinson A.H. (1987). **Elementos de Cartografía**, Omega, España.
29. Rodríguez S. (2002). **Generalidades del SIG**, Programa Capacity: GeoTecnologías
30. Nava J. (2002). **Manual de Automatización II, Curso Autodesk Map**, México.
31. Sanchez Martín J. M. y Pérez Martín M. (2001). **Los SIG en Internet como combinación de dos tecnologías. Aplicaciones de ArcIMS**, Departamento de Geografía, Universidad de Extremadura, España.
32. Tinoco Guevara R. (2004). **Artículo: Definición y algunas aplicaciones de los Sistemas de Información Geográfica.**
33. Tomlinson Roger (2007). **Pensando en SIG. Planificación del sistema de Información Geográfica dirigida a Gerentes**, 3ª Edición, ESRI Press, Estados Unidos.

#### Sitios web consultados

34. Acevedo, Aileen (2009). <Portafolio de Cartografía: Modelos Cartográficos>. <http://aileenred1.blogspot.com/2009/01/modelos-cartograficos.htm> (17 Mayo 2010).
35. Cruz G., René (2010). <Nuevo desborde: el río La compañía ahoga a Edomex>. [http://www.lacronica.com.mx/notaphp?id\\_notas=486065](http://www.lacronica.com.mx/notaphp?id_notas=486065) (10 Junio 2010).
36. Hinojosa C., Alejandro, et. al. (2009). <El tapón del Grijalva>. [http://selper\\_mexico.org.mx/SELPER2009](http://selper_mexico.org.mx/SELPER2009) (6 Julio 2010).
37. Montañó E., Raúl (2010). *Sitio de la Subgerencia de Información Geográfica del Agua (SIGA)*. <http://siga.cna.gob.mx/> (15 y 16 Junio 2010).
38. Notimex, El Universal (2007). <Se desborda el Río de los Remedios y se fisura tubería del Gran Canal>. <http://www.eluniversal.com.mx/notas/444596.html> (7 Junio 2010).

39. Sánchez, C. (2010). <Comunicado de prensa No. 080-10>. <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Comunicados/BOLETIN%20080-10.pdf> (8 Julio 2010).
40. Solorio, Christian (2007). <Continuarán cerradas Peñitas y Malpaso>. [http://www.tabascohoy.com.mx/noticia.php?id\\_notas=145044](http://www.tabascohoy.com.mx/noticia.php?id_notas=145044) (5 Julio 2010).
41. Microsoft Corp Map Point (2008). <Mapa Toponímico de Querétaro>. [http://www.amexicoconaviamex.es/mapas/mapa\\_queretaro.gif](http://www.amexicoconaviamex.es/mapas/mapa_queretaro.gif) (5 Agosto 2010).