



# **COLEGIO DE POSTGRADUADOS**

**INSTITUCION DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION EN CIENCIAS AGRÍCOLAS**

**CAMPUS MONTECILLO**

**POSTGRADO DE HIDROCIENCIAS**

**DESARROLLO DE UN MODELO NACIONAL DE SISTEMA DE INFORMACIÓN  
GEOGRÁFICA DE DISTRITOS DE RIEGO EN MÉXICO**

**ADRIÁN HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ**

**T E S I S**  
**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL**  
**PARA OBTENER EL GRADO DE:**

**MAESTRO EN TECNOLOGÍA**  
**EN HIDROCIENCIAS**

**MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MEXICO**

**2013**

La presente Tesis, Titulada: "Desarrollo de un Modelo Nacional de Sistema de Información Geográfica de Distritos de Riego en México", realizada por el Alumno: Adrián Hernández Rodríguez, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN TECNOLOGÍA  
EN HIDROCIENCIAS

CONSEJO PARTICULAR


CONSEJERO:

  
DR. FRANCISCO GAVI REYES

ASESOR:

  
DR. AGUSTIN RODRIGUEZ GONZALEZ

ASESOR:

  
DR. JORGE ARTURO SALGADO TRANSITO

Montecillo, Texcoco, Estado de México, Agosto de 2013.

## AGRADECIMIENTOS

A la Subdirección General de Infraestructura Hidroagrícola de la **Comisión Nacional del Agua**, por darme la oportunidad y apoyo para realizar mis estudios.

Al **Colegio de Posgraduados** y en particular a los Académicos del Programa de Hidrociencias que de alguna u otra forma contribuyeron en mi formación académica.

Al **Doctor Francisco Gavi Reyes**, por su apoyo para la elaboración, revisión y comentarios a este presente trabajo.

Al **Doctor Enrique Mejía Sáenz**, por su confianza, apoyo incondicional, motivación y decidida participación en la elaboración de este trabajo, pero sobre todo por su amistad.

A los **Doctores Agustín Rodríguez González y Jorge Arturo Salgado Transito**, por su valiosa ayuda para la culminación de este trabajo.

A los técnicos de la Asociación Nacional de Especialistas en Irrigación, A.C. y Colegio Mexicano de Especialistas en Recursos Naturales, A.C. por el profesionalismo y entrega para hacer posible este proyecto.

A mis compañeros y amigos de la Maestría, por los buenos momentos que llevare siempre en mis recuerdos.

## DEDICATORIA

A la memoria de mi padre

Lorenzo Hernández Muñiz.

Como testimonio de mi gran cariño y estímulo para su superación personal

Adriana

Flor

Diego

## RESUMEN

Se presentan las bases conceptuales, metodológicas, trabajo de campo y resultados obtenidos en el Desarrollo de un Modelo Nacional de Sistema de Información Geográfica (SIG) de los Distritos de Riego de México. Dicho Modelo se construyó a partir de un Mapa Base Nacional utilizando el Modelo de Elevación Digital del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática y un continuo nacional de imágenes satelitales tipo LANDSAT. El Modelo Nacional desarrollado incluye los Modelos de SIG de cada uno de los 85 Distritos de Riego, que se realizaron a partir de un continuo de imágenes satelitales de alta resolución tipo SPOT. Mediante recorridos de campo se obtuvo información directa para cada Distrito de Riego, la cual fue integrada en once capas de información geográfica: parcelas, presas, bombeos, pozos, red de conducción, red de drenaje, red de caminos, estructuras, ríos, carreteras y poblados. Los atributos de estas capas se diseñaron para servir a las actividades de rehabilitación, modernización, operación, manejo del padrón de usuarios, conservación, administración e ingeniería de riego y drenaje en los Distritos de Riego. El Modelo Nacional desarrollado y sus aplicaciones constituyen una herramienta moderna que contribuirá a la planeación, seguimiento y evaluación de las actividades propias de los Distritos de Riego; así mismo, servirá para realizar diferentes tipos de integración y análisis de información, pudiendo utilizar imágenes satelitales en tiempo real para cuantificar superficies cultivadas a nivel de Parcela, Punto de Control, Sección, Unidad, Módulo de Riego, Distrito de Riego, Dirección Local, Organismo de Cuenca y Nacional.

*Palabras clave: Modelo Nacional, SIG, Distrito de Riego, Análisis y Manejo.*

## ABSTRACT

Conceptualization and methodology bases, fieldwork and outcomes in developing a National Model of Geographic Information Systems for the Irrigation Districts of Mexico are presented in this study. The Model was built from a national base map by using the Digital Elevation Model of the National Institute of Statistics, Geographic and Informatics and a national database of LANDSAT images. The National Model includes the Geographic Information System Model of each 85 Irrigation Districts of Mexico, which were developed by using SPOT high-resolution images. Field information was collected for each irrigation district, and integrated in to eleven layers of geographic information. Field information includes: parcels, dams, bumping, wells, channel net, drainage net, inner road net, structures, rivers, roads and towns. Information layer attributes were designed to be used in activities of rehabilitation, modernization, operation, user data base management, preservation, administration and, irrigation and drainage engineering of the Irrigation Districts. The National Model and its applications constitute a modern technological toll to contribute in planning, managing and evaluating activities related to the Irrigation Districts; besides it will be useful to perform different types of information analysis by using satellite images in real time in order to quantify

cropped areas at parcel, control point, section, unit, Irrigation Module, Irrigation District, Local Direction, Watershed Organism, and national level.

*Key words: GIS National Model, Irrigation, Planning, Analysis and Management.*

# CONTENIDO

INDICE DE CUADROS .....	vii
INDICE DE FIGURAS .....	vii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. OBJETIVOS	4
III. HIPÓTESIS	4
IV. REVISIÓN DE LITERATURA .....	5
4.1. LOS DISTRITOS DE RIEGO .....	6
4.2. LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA .....	8
4.2.1. Componentes de un Sistema de Información Geográfica .....	9
4.2.2. Funcionamiento de un SIG .....	12
4.2.3. Modelos de datos .....	13
4.2.4. Modelos de datos espaciales .....	13
4.2.4.1. Modelo de datos espaciales tipo vector .....	13
4.2.4.2. Modelo de datos espaciales de tipo raster .....	14
4.2.4.3. Diferencias entre datos espaciales tipo vector y tipo raster .....	15
4.3. DESCRIPCIÓN GENERAL DE SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA ARCVIEW 3.2A .....	18
4.4. IMAGEN SATELITAL .....	21
4.5. MODELOS DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DE DISTRITOS DE RIEGO .....	22
V. MATERIALES Y MÉTODOS .....	26
5.1. MATERIALES .....	26
5.2. METODOLOGÍA .....	27
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	29
6.1 RESULTADOS DEL DESARROLLO DEL MAPA BASE DE MÉXICO .....	29
6.2. CAPAS DE INFORMACIÓN DEFINIDAS .....	30
6.2.1. Atributos de la capa de parcelas .....	30
6.2.2. Atributos de la capa de presas .....	36
6.2.3. Atributos de la capa de bombeos .....	39
6.2.4. Atributos de la capa de pozos .....	43
6.2.5. Atributos de la capa de red de conducción .....	47
6.2.6. Atributos de la capa de red de drenaje .....	52
6.2.7. Atributos de la capa de red de caminos .....	56
6.2.8. Atributos de la capa de estructuras .....	59
6.2.9. Atributos de la capa de ríos .....	65
6.2.10. Atributos de la capa de carreteras .....	67
6.2.11. Atributos de la capa de poblados .....	69
6.3. DESARROLLO DE LOS MODELOS DE SIG PARA CADA UNO DE LOS 85 DISTRITOS DE RIEGO DE MÉXICO .....	70
6.4. APLICACIONES DEL MODELO NACIONAL DE SIG .....	72
6.4.1. Seguimiento de la entrega de agua en puntos de control .....	73
6.4.2. Seguimiento en tiempo real de superficies cultivadas .....	75
6.4.3. Integración de estudios edáficos .....	76
6.4.4. Desarrollo de cartografía oficial .....	77
VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	79
7.1. CONCLUSIONES .....	79
7.2. RECOMENDACIONES .....	80
VIII. BIBLIOGRAFÍA .....	81

## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 4.1.</b> Modelo de Datos Vectorial. ....	16
<b>Cuadro 4.2.</b> Modelo de Datos Raster .....	17
<b>Cuadro 6.1.</b> Atributos de la capa de parcelas. Archivo: Parcelas_DR.dbf.....	31
<b>Cuadro 6.2.</b> Atributos de la capa de parcelas. Archivo: Presas_DR.dbf.....	36
<b>Cuadro 6.3.</b> Atributos de la capa de bombeos. Archivo: Bombeos_DR.dbf.....	40
<b>Cuadro 6.4.</b> Atributos de la capa de pozos. Archivo: Pozos_DR.dbf .....	44
<b>Cuadro 6.5.</b> Atributos de la capa de red de conducción. Archivo: Red_secc_DR000.dbf.....	48
<b>Cuadro 6.6.</b> Atributos de la capa de red de drenaje. Archivo: Red_drenaje_DR.dbf .....	52
<b>Cuadro 6.7.</b> Atributos de la capa de red de caminos. Archivo: Caminos_DR.dbf .....	56
<b>Cuadro 6.8.</b> Atributos de la capa de estructuras. Archivo: Estructuras_DR.dbf .....	61
<b>Cuadro 6.9.</b> Atributos de la capa de ríos. Archivo: Rios_DR.dbf .....	65
<b>Cuadro 6.10.</b> Atributos de la capa de carreteras. Archivo: Carreteras_DR.dbf .....	67
<b>Cuadro 6.11.</b> Atributos de la capa de poblados. Archivo: Poblados_DR.dbf .....	69
<b>Cuadro 6.12.</b> Avance anual en el desarrollo de los Modelos de SIG de los Distritos de Riego. ....	71

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 4.1.</b> Distribución de los volúmenes concesionados, 2009. ....	6
<b>Figura 4.2.</b> Componentes de un SIG. ....	11
<b>Figura 4.3.</b> Diferencias entre el modelo vectorial y tipo raster.....	15
<b>Figura 4.4.</b> . Modelo conceptual de un SIG de un Distrito de Riego. ....	24
<b>Figura 6.1.</b> Mapa Base de México. ....	29
<b>Figura 6.2.</b> Base de datos asociada a la capa de información de parcelas. ....	35
<b>Figura 6.3.</b> Capa vectorial de parcelas sobre el mapa base desarrollado. ....	35
<b>Figura 6.4.</b> Base de datos asociada a la capa de información de presas.....	38
<b>Figura 6.5.</b> Capa vectorial de presas sobre el mapa base desarrollado. ....	39
<b>Figura 6.6.</b> Base de datos asociada a la capa de información de bombeos.....	42
<b>Figura 6.7.</b> Capa vectorial de bombeos sobre el mapa base desarrollado. ....	43
<b>Figura 6.8.</b> Base de datos asociada a la capa de información de pozos. ....	46
<b>Figura 6.9.</b> Capa vectorial de pozos sobre el mapa base desarrollado. ....	47
<b>Figura 6.10.</b> Base de datos asociada a la capa de información de red de conducción. ....	51
<b>Figura 6.11.</b> Capa vectorial de red de conducción sobre el mapa base desarrollado. ....	51



<b>Figura 6.12.</b> Base de datos asociada a la capa de información de red de drenaje. ....	55
<b>Figura 6.13.</b> Capa vectorial de red de drenaje sobre el mapa base desarrollado. ....	55
<b>Figura 6.14.</b> Base de datos asociada a la capa de información de red de caminos. ....	58
<b>Figura 6.15.</b> Capa vectorial de red de caminos sobre el mapa base desarrollado. ....	59
<b>Figura 6.16.</b> Base de datos asociada a la capa de información de estructuras. ....	64
<b>Figura 6.17.</b> Capa vectorial de estructuras sobre el mapa base desarrollado. ....	64
<b>Figura 6.18.</b> Base de datos asociada a la capa de información de ríos. ....	66
<b>Figura 6.19.</b> Capa vectorial de ríos sobre el mapa base desarrollado. ....	67
<b>Figura 6.20.</b> Base de datos asociada a la capa de información de carreteras. ....	68
<b>Figura 6.21.</b> Capa vectorial de carreteras sobre el mapa base desarrollado. ....	68
<b>Figura 6.22.</b> Capa vectorial de carreteras sobre el mapa base desarrollado. ....	70
<b>Figura 6.23.</b> Modelo Nacional de Sistema de Información Geográfica de Distritos de Riego de México. ....	72
<b>Figura 6.24.</b> Modelo de SIG del Distrito de Riego 003 Tula, Hidalgo. ....	73
<b>Figura 6.25.</b> Puntos de control principales en el Distrito de Riego 003 Tula, Hidalgo. ....	74
<b>Figura 6.26.</b> Integración de información hidrométrica en el Modelo de SIG del Distrito de Riego 003 Tula, Hidalgo. ....	74
<b>Figura 6.27.</b> Gráfica de gasto promedio entregado en punto de control del Distrito de Riego 003 Tula Hidalgo para el 15 de Junio de 2012. ....	75
<b>Figura 6.28.</b> Cuantificación de superficies cultivadas a nivel de parcela, mediante técnicas de percepción remota, en el Distrito de Riego 003 Tula, Hidalgo. ....	76
<b>Figura 6.29.</b> Integración del Modelo Edáfico en el Modelo de SIG del Distrito de Riego 035 La Antigua, Veracruz. Se analiza la variabilidad del pH. ....	77
<b>Figura 6.30.</b> Propuesta de cartografía oficial de Conagua. ....	78

## I.INTRODUCCIÓN

La superficie dedicada a la agricultura en México es de aproximadamente 21 millones de hectáreas (10.5% del territorio nacional) de las cuales 6.5 millones son de riego y 14.5 de temporal; lo que hace que México ocupe el 7° lugar mundial de superficie bajo riego.

De las 6.5 millones de hectáreas con infraestructura bajo riego, 3.5 millones corresponden a 85 Distritos de Riego, que representan más de la mitad de la superficie de riego del país.

Del total del volumen de agua concesionado en México, el 76.7% corresponde al uso agrícola, 14.1% al uso público, 5.1% a la Energía Eléctrica y 4.1% a la industria que obtienen agua de ríos y acuíferos.

En la agricultura bajo riego, el agua se utiliza con baja eficiencia en la conducción, distribución y aplicación, lo que provoca grandes pérdidas de volumen de agua, que en algunos casos ocasiona problemas de salinidad de suelos que afecta la estructura productiva y pone en riesgo el equilibrio ecológico, además de limitar en gran medida la productividad de las áreas de riego.

Con la finalidad de proporcionar el servicio de riego en los 85 Distritos de Riego se cuenta con: 138 presas de almacenamiento; 345 presas derivadoras; 661 plantas de bombeo; 2,630 pozos profundos; 51, 695 km de canales; 72,155 km; 31, 705 km de drenes y 301, 982 estructuras.

Con la creación de la Comisión Nacional del Agua (Conagua) en 1989 y la promulgación de la nueva Ley de Aguas Nacionales en 1992 (Ley de Aguas Nacionales, 1992), dio inicio la transferencia de los Distritos de Riego a los usuarios, apoyada en un programa de rehabilitación parcial de la infraestructura que se concesiona.

Un requisito fundamental para la transferencia, fue la organización formal de los usuarios de la infraestructura, quienes se constituyeron en Asociaciones Civiles de Usuarios (ACU) y Sociedades de Responsabilidad Limitada de los Distritos de Riego (SRL). Estas Organizaciones, son responsables de la operación, conservación, modernización y administración de la infraestructura que reciben en concesión (Mejía et al. 2003b). Hasta el año 2012 los usuarios de los Distritos han constituido legalmente 456 ACU y 14 SRL.

Por otro lado en los últimos años, el Gobierno Federal implementó un programa de retiro de personal, situación que incidió en la reducción drástica del número de técnicos en los Distritos de Riego, ya que no hubo un proceso de sustitución con nuevo personal. Bajo este contexto, la Conagua no cuenta con los Técnicos requeridos para llevar a cabo las funciones de planeación, seguimiento y evaluación de las actividades inherentes a la Operación, Modernización, Conservación, Riego y Drenaje y de Administración en los Distritos de Riego. Estas actividades se afectaron negativamente y la disponibilidad de información para la toma de decisiones en las actividades en los Distritos de Riego está sujeta en gran medida a la información proporcionada por las ACU y SRL.

Adicional a esta problemática, la Conagua carecía de información numérica y gráfica, actualizada, concentrada y/o sistematizada de los Distritos de Riego, que incluyera planos de infraestructura hidroagrícola, planos catastrales, inventarios de infraestructura y padrón de usuarios, entre otros datos.

En la actualidad ya no es suficiente el concepto de bases de datos, se requiere información verdadera y actualizada en el espacio y en el tiempo, derivado de lo anterior es indispensable el uso y aplicación de sistemas y herramientas robustas, potentes y fáciles de utilizar para manejar la totalidad de la información generada en los Distritos de Riego.

La Conagua requiere de un sistema abierto que permita integrar de forma ágil la información generada en los Distritos de riego, para realizar la planeación, seguimiento y evaluación de las actividades inherentes a los Distritos de Riego, así mismo dicha información debe estar en una plataforma que permita integrar de inmediato los efectos de eventos hidrometeorológicos extremos que puedan presentarse en los Distritos de Riego (heladas, inundaciones, sequías, tormentas, entre otros), lo anterior con la finalidad de que la Conagua cuente con elementos para implementar las medidas necesarias para atender dichos eventos.

Por otro lado es de vital importancia contar con un sistema en el cual la información de los Distritos de Riego este debidamente georreferenciada y con la posibilidad de generar planos temáticos (infraestructura, catastrales, mosaico de cultivos, entre otros).

En respuesta a ello la Conagua en una alianza estratégica con el Colegio de Postgraduados y la Asociación Nacional de Especialistas en Irrigación, A.C., implementó el Proyecto Desarrollo de un Modelo Nacional de Sistema de Información Geográfica de los Distritos de Riego de México, como una herramienta de avanzada que contribuya a la planeación, gestión y a la toma de decisiones en las actividades propias de los Distritos de Riego.

En el presente trabajo se presentan las bases conceptuales, metodológicas, trabajo de campo y resultados obtenidos en el Desarrollo de un Modelo Nacional de Sistema de Información Geográfica de los Distritos de Riego de México.

## **II. OBJETIVOS**

Los objetivos del presente trabajo son:

- Desarrollar un Modelo Nacional de Sistema de Información Geográfica de Distritos de Riego en México.
- Analizar las aplicaciones del Modelo Nacional de Sistema de Información Geográfica en la planeación, seguimiento y evaluación de las actividades inherentes al manejo de los Distritos de Riego.de Distritos de Riego en México.

## **III. HIPÓTESIS**

Las hipótesis planteadas son:

- Los Distritos de Riego de México pueden ser analizados a través de un Modelo Nacional de Sistema de Información Geográfica.
- Es posible construir un Modelo de Información Geográfica que permita realizar de forma ágil y eficiente la planeación, seguimiento y evaluación de las actividades inherentes al manejo de los Distritos de Riego.

#### **IV. REVISIÓN DE LITERATURA**

La Comisión Nacional del Agua (Conagua) es el órgano administrativo que tiene la misión de administrar y preservar las aguas nacionales, con la participación de la sociedad, para lograr el uso sustentable del recurso.

Para obtener las metas que conlleven al cumplimiento de su misión, la Conagua se ha fijado como uno de los objetivos el de fomentar el uso eficiente del agua en la producción agrícola, mediante acciones que incrementen la eficiencia del uso del agua de los Distritos y Unidades de Riego, fortaleciendo a las organizaciones de usuarios, para lograr el manejo integrado y sustentable en estos ecosistemas y en consecuencia, induciendo a la sociedad en su conjunto, a reconocer el valor económico del agua, dando prioridad a las acciones que propicien la recuperación de grandes volúmenes de agua en la agricultura de riego en México.

Para fines de administración y preservación de las aguas nacionales, a partir de 1997 el país se ha dividido en 13 Regiones Hidrológico – Administrativas (RHA), las cuales están formadas por agrupaciones de cuencas, consideradas las unidades básicas de gestión de los recursos hídricos, pero sus límites respetan los municipales, para facilitar la integración de la información socioeconómica.

El agua es empleada de diversas formas prácticamente en todas las actividades humanas, ya sea para subsistir o para producir e intercambiar bienes y servicios. En el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA), se registran los volúmenes concesionados (o asignados, en el caso de volúmenes destinados al uso público urbano o doméstico) a los usuarios de aguas nacionales (Figura 4.1). En dicho registro se tienen clasificados los usos del agua en 12 rubros, mismos que para fines prácticos se han agrupado en cinco grandes grupos; cuatro de ellos corresponden a usos consuntivos, a saber, el agrícola, el abastecimiento público, la industria autoabastecida y la generación de energía eléctrica excluyendo

hidroelectricidad, y por último el hidroeléctrico, que se contabiliza aparte por corresponder a un uso no consuntivo (Conagua, 2011).

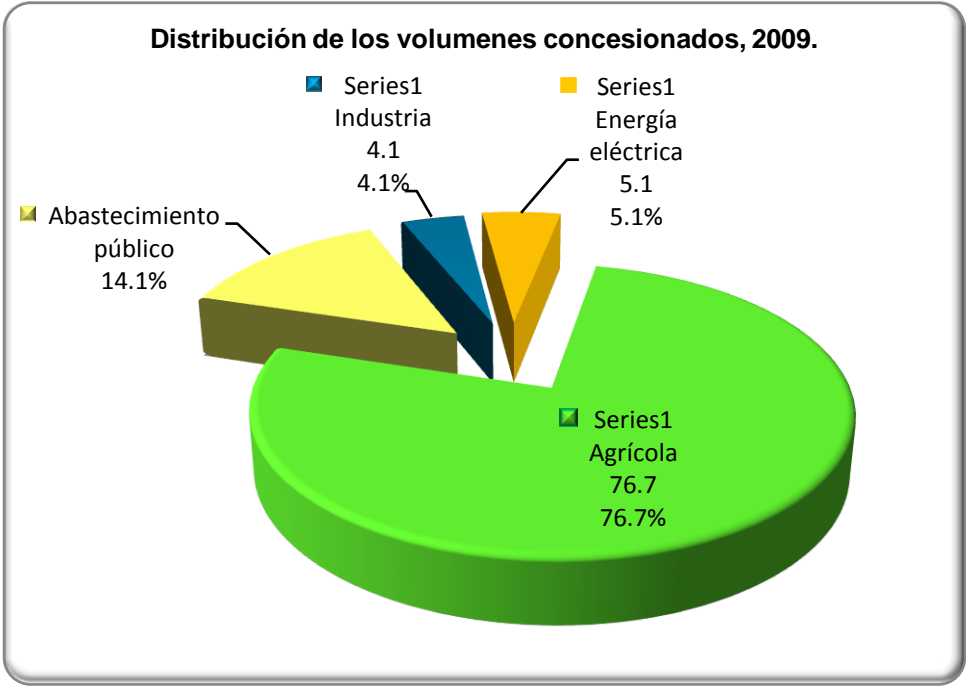


Figura 4.1. Distribución de los volúmenes concesionados, 2009.

#### 4.1. Los Distritos de Riego

En México, el área con infraestructura que permite el riego es de aproximadamente 6.5 millones de Hectáreas, de las cuales 3.5 millones corresponden a 85 distritos de riego (DR), y las restantes 3.0 millones de hectáreas a más de 39 mil unidades de riego (UR).

Los DR y UR fueron diseñados de acuerdo con la tecnología prevaleciente para la aplicación del agua por gravedad en las parcelas. En muchos casos sólo se construyeron las redes de canales y drenes principales, quedando las obras parcelarias a cargo de los usuarios. Esto, sumado al deterioro de la

infraestructura, acumulado en varias décadas por la insuficiencia de recursos económicos destinados a su conservación y mejoramiento, propiciaron una baja en la eficiencia global en el manejo del agua.

Con la creación de la Conagua en 1989 y la promulgación de la nueva Ley de Aguas Nacionales en 1992, dio inicio la transferencia de los DR a los usuarios, apoyada en un programa de rehabilitación parcial de la infraestructura que se concesiona en módulos de riego a las asociaciones de usuarios.

Con la finalidad de proporcionar el servicio de riego en los 85 Distritos de Riego se cuenta con: 138 presas de almacenamiento; 345 presas derivadoras; 661 plantas de bombeo; 2,630 pozos profundos; 51, 695 km de canales; 72,155 km; 31, 705 km de drenes y 301, 982 estructuras.

Un Distrito de Riego es el establecido mediante Decreto Presidencial, el cual está conformado por una o varias superficies previamente delimitadas y dentro de cuyo perímetro se ubica la zona de riego, el cual cuenta con las obras de infraestructura hidráulica, aguas superficiales y del subsuelo, así como con sus vasos de almacenamiento, su zona federal, de protección y demás bienes y obras conexas, pudiendo establecerse también con una o varias unidades de riego. Ley de aguas nacionales, última reforma publicada DOF 08-06-2012.

Por otro lado en los últimos años, el Gobierno Federal implementó un programa de retiro de personal, situación que permitió a Técnicos de los Distritos de Riego apearse a este programa. Como consecuencia del retiro de estos Técnicos y en virtud de que no fueron sustituidos por nuevos Técnicos, la Conagua no contó con los Técnicos requeridos para llevar a cabo las funciones de planeación, seguimiento y evaluación de las actividades inherentes a la Operación, Modernización, Conservación, Riego y Drenaje y de Administración en los Distritos de Riego, es decir estas actividades se afectaron negativamente y la disponibilidad de información para la toma de decisiones sobre la planeación de las actividades



en los Distritos de Riego está sujeta en gran medida a la información proporcionada por las ACU y SRL.

Adicional a esta problemática la Conagua carecía de una base de datos, numérica y gráfica, actualizada, concentrada y/o sistematizada de los Distritos de Riego, que incluya planos de infraestructura hidroagrícola, planos catastrales, inventarios de infraestructura y padrón de usuarios, entre otros datos.

Es de vital importancia contar con un sistema en el cual la información de los Distritos de Riego este debidamente georreferenciada y con la posibilidad de generar planos temáticos (infraestructura, catastrales, mosaico de cultivos, entre otros).

En respuesta a ello la Conagua en una alianza estratégica con el Colegio de Postgraduados y la Asociación Nacional de Especialistas en Irrigación, A.C., implementó el Proyecto Desarrollo de un Modelo Nacional de Sistema de Información Geográfica de los Distritos de Riego de México, como una herramienta de avanzada que contribuya a la planeación, gestión y a la toma de decisiones en las actividades propias de los Distritos de Riego.

## **4.2. Los Sistemas de Información Geográfica**

Un Sistema de Información Geográfica (SIG) es una herramienta de software que permite almacenar, recuperar, analizar y desplegar información geográfica (E.S.R.I., 1997).

Los SIG se han posicionado como una tecnología básica, imprescindible y poderosa, para capturar, almacenar, manipular, analizar, modelar y presentar datos espacialmente referenciados. Se trata, por tanto, de una categoría dentro de los sistemas de información que se especializa en manejar datos espaciales, con

las particularidades y requerimientos que ello conlleva. Un SIG no es meramente un programa de cartografía por ordenador, ni un software tipo CAD (Computer-aided design). Aunque hace mapas y tiene ciertas funciones para dibujar, lo específico del SIG reside en rasgos tales como su capacidad para almacenar grandes masas de información geo-referenciada o su potencia para el análisis de la misma, que le hacen idóneo para abordar problemas de planificación y gestión, es decir, para la toma de decisiones, según Moreno (2008).

Moreno (2008) señaló que la tecnología del SIG, integra operaciones comunes de bases de datos así como consultas y análisis estadístico, con el beneficio de la visualización y análisis geográfico que ofrecen los mapas. Estas habilidades distinguen a los SIG de otros tipos de sistemas de información, por lo que han sido aceptados por las empresas y las instituciones para explicar eventos, predecir resultados y planear de manera estratégica.

Crear mapas y realizar análisis geográfico no es nuevo, sin embargo los SIG desempeñan esas tareas de una manera más eficiente y más rápida que los métodos manuales que se ocupaban anteriormente, agregando aplicaciones de almacenamiento, análisis y despliegue de información. Los SIG ayudan a una mejor toma de decisiones y a la solución de sus problemas.

Una característica que distingue a los SIG es la habilidad para incorporar datos espaciales, manejarlos, analizarlos y responder preguntas espaciales que con otro tipo de sistemas sería imposible responder.

#### **4.2.1. Componentes de un Sistema de Información Geográfica**

Un SIG integra cinco componentes clave que son: hardware, software, datos, recurso humano y métodos. A continuación se mencionará brevemente cada uno de ellos

## ***Hardware***

Es el equipo de cómputo con el cual opera un SIG. Hoy en día el software de este tipo de sistemas se ejecuta en un amplio rango de tipos de hardware; desde una arquitectura cliente-servidor hasta computadoras de escritorio aisladas.

Por otra parte existe hardware para la captura de datos tales como las tabletas digitalizadoras usadas para obtener información espacial que existe en papel y convertirlo en formato digital. Otro de los dispositivos usados ampliamente en los SIG son los GPS (Global Position System) que se usan para saber la localización de algunos objetos como edificios, carreteras, terrenos, entre otros.

## ***Software***

El software de un SIG proporciona las herramientas y funciones necesarias para almacenar, analizar y desplegar información geográfica. Los componentes principales de software son:

- Herramientas para la entrada y manipulación de información geográfica.
- Un sistema de administración de base de datos (DBMS).
- Herramientas que soportan consultas, análisis y visualización de elementos geográficos.
- Una interfaz gráfica de usuario (GUI), para un fácil acceso a las herramientas citadas en los puntos anteriores.

## ***Datos***

Posiblemente el componente más importante de un SIG son los datos, puesto que sin ellos el sistema no podría realizar todas sus tareas o no proporcionaría la información correcta o actualizada.

En este contexto hay que tomar en cuenta que los términos dato e información son diferentes. Dato se refiere a un elemento básico como podría ser un número, un nombre, mientras que la información es producida por los datos al darle una interpretación basada en conocimientos.

### ***Recurso humano***

La tecnología de los SIG es de valor limitado sin la gente que administra el sistema y desarrolla un proyecto para aplicarlo a problemas del mundo real. En un SIG intervienen muchas personas desde el inicio del sistema con los analistas, desarrolladores y programadores, así como también los usuarios y administradores del sistema una vez que se encuentra en operación.

### ***Procedimientos***

Un SIG exitoso, opera de acuerdo a un plan bien diseñado y a las reglas de la empresa, las cuales son modelos y prácticas de operación únicas en cada organización.

En la Figura 4.2 se muestra de manera integrada los cinco componentes de un SIG.



**Figura 4.2.** Componentes de un SIG.

#### **4.2.2. Funcionamiento de un SIG**

El SIG funciona como una base de datos con información geográfica (datos alfanuméricos) que se encuentra asociada por un identificador común a los objetos gráficos de un mapa digital. De esta forma, señalando un objeto se conocen sus atributos e, inversamente, preguntando por un registro de la base de datos se puede saber su localización en la cartografía.

La razón fundamental para utilizar un SIG es la gestión de información espacial. El sistema permite separar la información en diferentes capas temáticas y las almacena independientemente, permitiendo trabajar con ellas de manera rápida y sencilla, y facilitando al profesional la posibilidad de relacionar la información existente a través de la topología de los objetos, con el fin de generar otra nueva que no podríamos obtener de otra forma.

Las principales cuestiones que puede resolver un SIG, ordenadas de menor a mayor complejidad, son:

- Localización: preguntar por las características de un lugar concreto.
- Condición: el cumplimiento o no de unas condiciones impuestas al sistema.
- Tendencia: comparación entre situaciones temporales o espaciales distintas de alguna característica.
- Rutas: cálculo de rutas óptimas entre dos o más puntos.
- Pautas: detección de pautas espaciales.
- Modelos: generación de modelos a partir de fenómenos o actuaciones simuladas.

Por ser tan versátiles, el campo de aplicación de los SIG es muy amplio, pudiendo utilizarse en la mayoría de las actividades con un componente espacial. La profunda revolución que han provocado las nuevas tecnologías ha incidido de manera decisiva en su evolución (Laboratorio Unidad Pacífico Sur CIESAS, 2012).

### **4.2.3. Modelos de datos**

Uno de los conceptos más importantes en SIG son los modelos de datos. Un componente del modelo de datos son las capas, donde cada capa representa un propósito particular o un conjunto de necesidades, la capa puede contener uno o diferentes tipos de información.

Por ejemplo en un SIG para la planeación urbana se pueden utilizar diferentes capas como las calles, terrenos, propietarios de terrenos, sitios importantes, líneas de electricidad y líneas de teléfono; para un SIG donde se tiene información sobre un país se pueden encontrar capas tales como: ríos, lagos, carreteras, estados y ciudades principales, etc.

### **4.2.4. Modelos de datos espaciales**

Tradicionalmente los datos espaciales han sido almacenados y presentados en forma de mapas. Dos tipos básicos de modelos de datos espaciales han sido desarrollados para almacenar datos espaciales en forma digital. Dichos modelos son el modelo vectorial y el de exploración (raster).

#### **4.2.4.1. Modelo de datos espaciales tipo vector**

Todos los modelos de datos espaciales son enfoques para almacenar la ubicación espacial de figuras geográficas en la base de datos. El almacenamiento de tipo vectorial implica el uso de vectores (líneas direccionales) para representar una figura geográfica. Los datos de tipo vectorial son caracterizados por el uso de puntos o vértices secuenciales para definir un segmento lineal. Cada vértice consiste de una coordenada X y de una coordenada Y.

Existen diferentes modelos de datos de tipo vector; sin embargo, los más comunes usados en los SIG son el modelo topológico y el modelo de datos tipo CAD (Mejía, 2010).

El modelo de datos topológico es conocido como una estructura de datos "inteligente" debido a que las relaciones entre las figuras geográficas son fácilmente derivadas usando esta estructura.

Por esta razón el modelo topológico es la estructura de datos dominante que actualmente es usada en la tecnología de los SIG (Mejía, 2010).

El modelo de datos vectorial de tipo Computer-Aided Drafting (CAD) es la segunda estructura de datos vectorial más comúnmente usada en los SIG. Esta estructura consiste en una lista de elementos y no de figuras como en la estructura topológica, por lo que existe una considerable redundancia con este modelo de datos puesto que, por ejemplo, un segmento limitante entre dos polígonos puede ser almacenado dos veces, una por cada figura. La estructura CAD apareció del desarrollo de sistemas para graficar por computadora sin consideraciones específicas de procesamiento de figuras geográficas (Mejía, 2010).

#### **4.2.4.2. Modelo de datos espaciales de tipo raster**

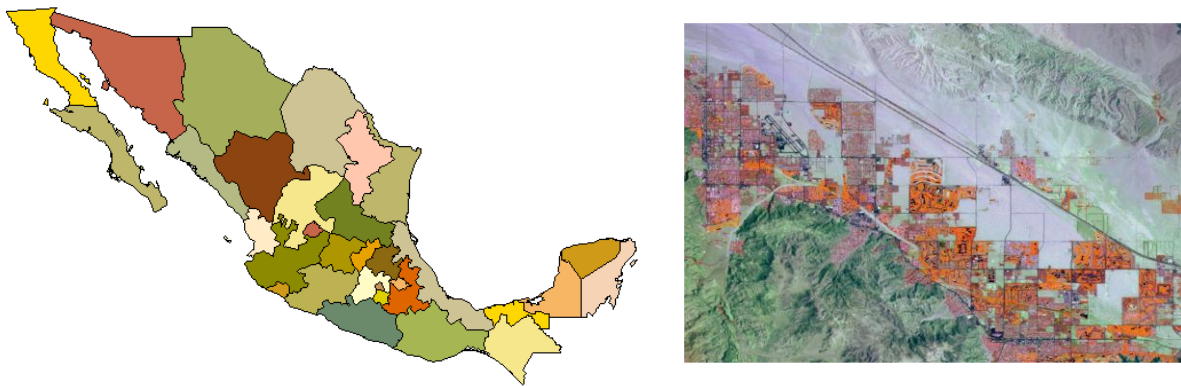
El modelo de datos de tipo raster incorpora el uso de una estructura de datos de celdas. El área geográfica es dividida en celdas identificadas por renglones y columnas como una hoja de cálculo.

Mientras el término raster implica una celda regularmente espaciada, existen otras estructuras de datos de cuadrículas en los SIG de forma irregular (Mejía et al., 2010).

El tamaño de las celdas en una estructura de cuadrícula (raster) es seleccionado en base a la precisión de los datos y la resolución requerida por el usuario. Una estructura de datos de tipo raster es de hecho una matriz donde cualquier coordenada puede ser rápidamente calculada si el origen del punto es conocido y el tamaño de las celdas es conocido.

#### 4.2.4.3. Diferencias entre datos espaciales tipo vector y tipo raster

Es importante distinguir entre los modelos espaciales de vector y de tipo raster. Dependiendo de la aplicación, el modelo puede proporcionar ventajas o desventajas. Por ejemplo el modelo de datos vectorial no maneja datos continuos, por lo que resulta difícil realizar un análisis de elevaciones de un terreno, mientras que este tipo de análisis es perfecto para el modelo raster (Figura 4.3).



**Figura 4.3.** Diferencias entre el modelo vectorial y tipo raster.

Por otra parte el modelo vector es ideal por ejemplo para análisis de las rutas más cortas, pero no se podría realizar este tipo de análisis con el tipo raster.

En los Cuadro 4.1 y Cuadro 4.2 se presentan las ventajas y desventajas del modelo vectorial y del modelo raster, respectivamente.



**Cuadro 4.1.** Modelo de Datos Vectorial.

<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Los datos pueden ser representados en su resolución y forma original sin ninguna generalización</li><li>• Muchos de los mapas y planos se encuentran en forma vectorial, por lo que no es necesario algún tipo de conversión.</li><li>• Se mantiene la ubicación de los datos geográficos.</li><li>• Permite un buen uso topológico y como resultado se obtienen más operaciones eficientes, tales como análisis de proximidad y análisis de redes.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• La ubicación de cada vértice necesita ser almacenada explícitamente</li><li>• Para un análisis efectivo, los datos vectoriales deben ser convertidos en una estructura topológica, por lo que se vuelve un proceso muy lento. Debido a que la topología es estática, cualquier actualización o edición de los datos requiere una reconstrucción de la topología</li><li>• Los algoritmos para el análisis y manipulación son complejos y deben ser procesados intensivamente.</li><li>• No es recomendable para grandes volúmenes de datos.</li><li>• Los datos continuos como los usados para elevaciones de terrenos no se pueden representar de forma vectorial, usualmente se usan métodos de interpolación para esas capas de datos</li></ul>

**Cuadro 4.2.** Modelo de Datos Raster

<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• La ubicación geográfica de cada celda es calculada por su posición en la matriz de celdas. Por lo que no es necesario almacenar coordenadas geométricas</li><li>• Debido a la naturaleza de la técnica de almacenamiento de datos, resulta más fácil realizar análisis de datos con este tipo de estructura</li><li>• La estructura de tipo raster es muy compatible con muchos dispositivos de salida como terminales gráficas y graficadores electroestáticos.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• El tamaño de la celda determina la resolución en la cual los datos se encuentran representados</li><li>• Es difícil representar características lineales en resoluciones donde la celda es muy grande</li><li>• El procesamiento de datos descriptivos puede ser demasiado si existen grandes cantidades de datos, puesto que cada celda debe tener asociados datos descriptivos.</li></ul>

Existen diferentes SIG comerciales que utilizan los modelos espaciales tipo vector para la entrada, edición y despliegado de los datos, sin embargo convierten los datos al modelo raster para cualquier análisis. Otros SIG más completos proporcionan las dos técnicas de análisis, tanto la de vector como la tipo raster para obtener mayor flexibilidad en el análisis (Mejía et al., 2010).

#### Capas de datos espaciales – Organización de datos vertical

En muchos de los SIG, los datos son organizados en temas como capas de datos. Este enfoque permite a los datos introducirse como temas separados basados en el análisis de requerimientos del sistema.

La terminología puede variar de un sistema a otro para definir las capas de datos. Sin embargo los términos más comunes encontrados en diferentes lecturas se encuentran: temas, cubiertas, capas, niveles, objetos y clases, donde las capas y temas son los términos más comunes.

En cualquier proyecto de un SIG serán requeridas una variedad de capas que deberán ser identificadas antes de que el proyecto inicie y deberá darse prioridad a los procesos de entrada y digitalización de los datos espaciales.

La identificación de las capas de datos es frecuentemente obtenida mediante un análisis de los requerimientos del usuario y este análisis desarrolla muchas funciones incluyendo:

- Identificar a los usuarios
- Educar a los usuarios con respecto al uso del SIG
- Identificar los datos requeridos
- Determinar los requerimientos funcionales del SIG

Un análisis de los requerimientos del usuario incluirá una revisión de las operaciones o procedimientos existentes, algunas veces llamado valoración situacional (E.S.R.I., 1997). También se hará un análisis costo-beneficio que es un proceso que define y compara los costos contra los beneficios potenciales que se obtendrán con el uso de un SIG. De esta manera el análisis costo beneficio sirve como medio para justificar la adquisición del hardware y software requeridos para el proyecto, así como también el pago de recursos humanos usados para el desarrollo y mantenimiento del sistema.

### **4.3. Descripción General de Sistema de Información Geográfica ArcView 3.2a**

ArcView es un Software comercial perteneciente a la compañía EnvironmentalSystemsResearchInstitute (ESRI), especializado en SIG y en la

generación de mapas, además, permite la visualización, exploración, consultas y análisis de datos geográficos (ESRI, 2012).

ArcView corre bajo plataformas UNIX, Windows o Macintosh, y las características son casi las mismas y maneja toda su información a través de proyectos. Un proyecto es un archivo donde se almacena todo el trabajo realizado y contiene todas las vistas, tablas, presentaciones y scripts, que se utilizan para alguna aplicación en particular o un conjunto de aplicaciones relacionadas.

Dicho programa muestra también una interfaz visual basada en menús y botones para la realización de casi todas las operaciones posibles por este manejador (análisis, consultas, visualización).

Entre los componentes con los que cuenta ArcView se encuentran:

- Barra de botones. Herramientas que toman efecto de manera inmediata y operan en ventanas completas o en un grupo de objetos.
- Barra de herramientas. Se utilizan para manipular objetos en la pantalla.
- Barra de Status. Opción que describe las herramientas o acciones.

### **Creación de Capas de Información.**

Según Moreno (2008) la información geográfica que mostramos en un mapa aparece organizada en capas. Estas permiten acceder a los datos espaciales, visualizarlos y analizarlos.

Cada capa de información muestran tipos de objetos espaciales que representan los distintos elementos de la realidad: puntos indicando, por ejemplo, la localización de aeropuertos, ciudades, establecimientos comerciales; líneas trazando vías de comunicación o redes eléctricas; o polígonos mostrando divisiones administrativas y territoriales, zonas protegidas y reservas naturales o

áreas de influencia que representen el impacto de un determinado fenómeno geográfico en el territorio.

Estas capas de información no almacenan los datos geográficos en sí mismos, sino solamente la referencia a su posición en la base de datos. Esto implica que los cambios que se realicen en la fuente de datos original afectarán a las capas, ya que entre ambas existe un nexo dinámico que las conecta.

Uno de los objetivos que el usuario busca cuando representa la información geográfica en un mapa es mostrar ésta con la mayor claridad y el máximo grado de expresividad posible. Cuando las capas se representan en un mapa, es la tabla de contenidos del mismo la que nos permite distinguir qué objetos contiene cada capa y como estos son trazados y simbolizados en el mismo. Por lo tanto, tendremos que organizar estas capas de datos de tal forma que expresen de manera clara la información que queremos transmitir a los demás con ellos.

El sistema ArcView utiliza archivos shapefile, éstos son archivos vectoriales con una estructura no topológica para almacenar tanto el componente geométrico de sus archivos, como la información sobre los atributos de los elementos geométricos. Un archivo shapefile está formado por un mínimo de tres archivos.

- \*.shp: Este archivo almacena el componente geométrico.
- \*.shx: Este almacena el índice de los elementos que conforman la geometría del tema.
- \*.dbf: Este es un archivo en formato dBase que almacena los atributos de los elementos geométricos que conforman el tema. El contenido del archivo es visualizado como una tabla.

Además, cuando se indexa uno o más campos de la tabla o cuando realiza una operación espacial (Ej. unión) el programa crea los siguientes archivos:

- \*.sbn y \*.sbx: Estos archivos almacenan índices espaciales sobre los elementos geométricos del archivo. Estos archivos son creados cuando se realiza una selección o unión espacial.
- \*.ain y \*.aih: Estos archivos contienen información sobre el índice de atributos del campo activo en una tabla o en la tabla de atributos de un tema y son creados cuando usted realiza una asociación (link) entre dos tablas o entre dos campos de la tabla de atributos de un tema.

El formato shape utilizado por ArcView no posee topología y por lo tanto su estructura es más simple, lo cual es una ventaja, permitiendo visualizarlo más rápidamente. Esta estructura de archivo además permite definir propiedades espaciales para los elementos que lo componen y además realizar análisis de naturaleza espacial. Los elementos del archivo pueden editarse y a partir de ellos crearse nuevos temas.

Un shapefile, definido como un archivo que contiene información espacial como por ejemplo caminos, áreas pobladas o puntos de focos infecciosos, se visualizan en la ventana de vista de ArcView, donde se pueden incorporar infinidad de capas de información o “Temas” (INDECI, 2000).

#### **4.4. Imagen satelital**

Una imagen satelital es el producto obtenido por un sensor instalado a bordo de un satélite artificial mediante la captación de la radiación electromagnética emitida o reflejada por un cuerpo celeste, producto que posteriormente se transmite a estaciones terrenas para su visualización, procesamiento y análisis.

Existen diferentes tipos de imágenes satelitales, dependiendo del tipo de sensor y de la finalidad de captación con la que fue construido. Desde las primeras cámaras fotográficas montadas en satélites en la década de los '60 hasta los más sofisticados y sensibles sensores hiperespectrales del día de hoy, existe una muy

amplia gama de tipos de imágenes satelitales que hoy se utilizan en las más diversas áreas, dependiendo de su resolución espacial así como de la información espectral que poseen; desde el espionaje militar, el monitoreo del cambio climático, monitoreo de incendios e inundaciones, seguimiento de huracanes y tifones, evaluaciones multiespectrales de vegetación, y hasta las que hoy tanto nos deslumbran al "poder ver el techo de nuestra casa" con el ya célebre "googleearth" (por nombrar las de más pública notoriedad).

Pero la lista no termina aquí, existen infinidad de aplicaciones probadas y potenciales de las imágenes satelitales, así como también, numerosos proyectos de nuevos sensores a ser aplicados, no ya solamente para el monitoreo de nuestro planeta, sino también, para el mapeo y análisis de otros astros del sistema solar (TELEDET, \_).

#### **4.5. Modelos de Sistemas de Información Geográfica de Distritos de Riego**

Barocio et al. (1994), presentan una metodología para llegar a la receta de riego a nivel de parcela en los distritos de riego en México, partiendo de la digitalización de planos catastrales y de infraestructura hidroagrícola. Esta metodología presentaba un desarrollo conceptual importante pero el estado del conocimiento en cuando a los Sistemas de Información Geográfica y Técnicas de Percepción Remota, no permitió su aplicación directa en campo.

Giner et al. (1994), realizan diferentes aplicaciones de paquetes comerciales como el SURFER, para obtener isolíneas de indicadores hidroagrícolas: producción de cultivos, nivel freático, salinidad, etc.

La toma de decisiones sobre la planeación de las actividades de un sistema hidroagrícola debe apoyarse en el conocimiento y análisis de la información que se genera en éstos, con la finalidad de aprovechar al máximo los recursos disponibles. Las actividades que se realizan en las diversas áreas técnicas de los

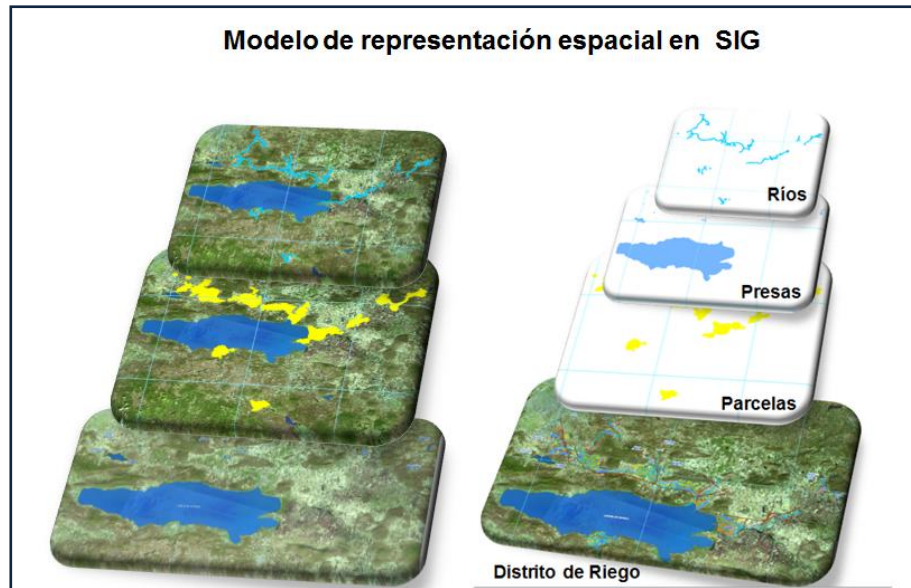
distritos y módulos de riego, se programan y ejecutan de acuerdo con dos tipos de información: estadística (estadísticas agrícolas, hidrometría, plan de riegos) y planos temáticos (Mejía et al., 2010).

En el manejo de un sistema hidroagrícola como un sistema de producción, es necesario considerar tres horizontes de tiempo: 1) Desarrollo histórico (evaluación), 2) Manejo en tiempo real (operación) y 3) Proyección de posibles cursos de acción (planeación). Una de las tecnologías para el manejo de la información es el empleo de los Sistemas de Información Geográfica, que permiten trabajar en forma integrada y organizada los datos geográficos (planos) y numéricos (estadísticas agrícolas, estudios diversos y caracterización genérica) con la finalidad de facilitar su almacenamiento, actualización, manipulación, análisis y su presentación en forma gráfica.

De tal forma que en la oportunidad requerida, técnicos y usuarios de los distritos y módulos de riego puedan disponer de información adecuada y suficiente para evaluar el desarrollo de sus actividades, así como para planear el mejor uso de los recursos a corto y mediano plazo (Mejía *et al.*, 2003 a).

Para el caso particular de un Distrito de Riego se pueden utilizar diferentes capas como parcelas, presas, ríos, red de conducción, red de drenaje, estructuras, entre otros (Figura 4.4).





**Figura 4.4.** Modelo conceptual de un SIG de un Distrito de Riego.

La figura anterior representa la composición de una parte de un Distrito de Riego en capas de datos como presa, parcelas y ríos.

Los tipos de datos espaciales son los que describen cada una de las capas en un SIG. Estos datos describen la ubicación absoluta y relativa de algunos objetos geográficos. Para cada dato espacial se tiene un conjunto de datos descriptivos. Este tipo de datos permiten conocer algunas características de los objetos espaciales, dichas características pueden ser cuantitativas o cualitativas. Es muy común que los datos descriptivos estén dados en forma tabular, es decir en forma de tablas.

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son utilizados para manejar y analizar una amplia gama de información de diferentes tipos de las ciencias naturales, sociales y de administración pública, para el manejo del medio ambiente y el desarrollo humano.

El desarrollo de un modelo de SIG para un Distrito de Riego, permite de una manera ágil y confiable:

- Disponer, procesar y analizar la información geográfico-estadística generada durante el desarrollo de las actividades que hacen posible el funcionamiento del Distrito de Riego.
- Actualizar el padrón de usuarios.
- Actualizar el inventario de infraestructura hidroagrícola.
- Integrar el SIG generado, con el sistema de recaudación del Distrito de Riego, entre otros.

## V. MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1. Materiales

La información utilizada para construir un Sistema de Información Geográfica (SIG) fue la siguiente:

- Topografía a partir de cartastopográficas en escala 1:50,000.
- Ortofotos del área de estudio en escala 1:20,000
- Imágenes satelitales tipo Spot con una resolución de 2.5 metros
- Cartas vectorizadas de vías de comunicación, obtenidas del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) en formato digital.
- Base de datos de padrón de usuarios generados por el Sistema de Padrón de Usuarios (SIPAD) de la Comisión Nacional del Agua
- Planos catastrales de cada Distrito de Riego.
- Inventario y planos de infraestructura hidroagrícola, que posee la jefatura de los Distritos de Riego, en las Gerencias Estatales de la CNA.
- El software ARCVIEW 3.2a de ESRI Corp.

Entre la información digital que se incorporó dentro del SIG, se encuentra el modelo altimétrico que se genera a partir de la base de datos de INEGI en escala 1:50,000, de los Geomodelos de Altimetría del Territorio Nacional (GEMA). Las curvas a nivel generadas para su uso en el SIG se encuentran cada 2 m de altitud.

## 5.2. Metodología

La metodología para construir los SIG en cada uno de los 85 Distritos de Riego fue la siguiente:

- a) Recopilación de la información referente a topografía, así como las bases de datos del padrón de usuarios y planos catastrales disponibles en el Distrito de Riego correspondiente.
- b) Adquisición y procesamiento de imágenes de satélite, con resolución similar a las fotografías aéreas rectificadas (ortofotos) del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática que cubran la zona de riego del Distrito de Riego correspondiente.
- c) Recorridos de campo y digitalización de los planos catastrales y en su caso, rectificación del parcelamiento con apoyo de las imágenes de satélite, verificando puntos de control en campo mediante geoposicionadores globales.
- d) La topografía disponible del Distrito de Riego se verificará a partir de los bancos de nivel existentes y se representará en planos mediante curvas de nivel a 1 metros de equidistancia. A partir de estas curvas de nivel se elaborará un Modelo de Elevación Digital (MED). En caso de no contar con información topográfica, se utilizará la información proporcionada por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), el cual reporta una malla de puntos con 3 coordenadas cada 90 metros.
- e) Revisión de la información oficial del padrón de usuarios del Distrito de Riego, basado en la superficie, ubicación de las parcelas y nombre del usuario, respecto al parcelamiento generado. Las posibles inconsistencias en el padrón de usuarios y su correspondencia con las parcelas digitalizadas, se

corrigieron conjuntamente con el personal técnico del Distrito de Riego y del Módulo de Riego y usuarios de los ejidos o propiedades particulares correspondientes.

- f) Identificación de las parcelas y usuarios que no están actualizados mediante la revisión del padrón de usuarios con personal técnico de los Módulos de Riego, el cual deberá registrarse en un plano o planos y la base de datos que permita detectar a todos aquellos usuarios que requieren efectuar los trámites necesarios ante la Conagua para ser dados de alta en el padrón de usuarios oficial.
- g) Identificación de las parcelas que actualmente se encuentran urbanizadas mediante plano o planos y la superficie que abarcan dichas parcelas.
- h) Definir y precisar, de que tomas se abastecen los predios contenidos en el Padrón de usuarios existente.
- i) Desarrollo del Modelo Sistema de Información Geográfica (SIG) a partir del Modelo de Elevación Digital desarrollado y de los planos catastrales digitalizados y rectificadas y la base de datos del padrón de usuarios del Distrito de Riego, empleando el programa comercial denominado "Arc-View" Versión 3.2.

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente capítulo se presentan los resultados del desarrollo de un Modelo Nacional de Sistema de Información Geográfica de Distritos de Riego de México.

### 6.1 Resultados del Desarrollo del Mapa Base de México

El Mapa Base de México, construido a partir del Modelo de elevación digital del INEGI y de Imágenes de Satélite tipo Landsat para marzo de 2010, se presenta en la Figura 6.1.



**Figura 6.1.** Mapa Base de México.

## **6.2. Capas de información definidas**

En colaboración con Académicos del Colegio de Postgraduados y Técnicos de la Asociación Nacional de Especialistas en Irrigación, A.C. se analizó la información que se genera y dispone en los Distritos de Riego en cuanto a padrón de usuarios, inventario de infraestructura, estadísticas agrícolas, etc. por lo que se definieron 11 capas de información que deberá contener el Modelo Nacional de Sistema de Información Geográfica de Distritos de Riego en México.

1. Capa de Parcelas
2. Capa de Presas
3. Capa de Bombeos
4. Capa de Pozos
5. Capa de Red de Conducción
6. Capa de Red de Drenaje
7. Capa de Red de Caminos
8. Capa de Estructuras
9. Capa de Ríos
10. Capa de Carreteras
11. Capa de Poblados

A continuación se presentan los atributos de cada una de las 11 capas definidas.

### **6.2.1. Atributos de la capa de parcelas**

La capa general de parcelas se definió como: Parcelas\_DR.shp (Número depende del Distrito que se trate).

Cuando se dividan las capas de información a nivel de Distrito, módulo o unidad de riego, se deben considerar las siguientes especificaciones:

- La capa general de parcelas se definió como: Parcelas\_DR000.shp (Número depende del Distrito que se trate).
- La capa de parcelas correspondiente a un módulo se definió como: Parcelas\_DR000\_M00.shp (los números dependerán del Distrito y módulo de riego que se trate).
- La capa de parcelas correspondiente a una unidad se definió como: Parcelas\_DR000\_U00.shp (los números dependerán del Distrito y módulo de riego que se trate).
- Si la unidad o módulo carece de número, se podrá colocar el nombre correspondiente, y si se requiere trabajar por ejidos, se sustituirán las letras “M” o “U” por “E”.

En el Cuadro 6.1 se presentan los atributos de la capa de parcelas

**Cuadro 6.1.** Atributos de la capa de parcelas. Archivo: Parcelas\_DR.dbf.

No	Atributos	Tipo de datos	Carácter	Decimal	Descripción	EJEMPLO
1	DENOM	Texto	2	-	Denominación de Distrito de Riego	DR
2	CLAVE_DR	Texto	5	-	Clave del Distrito de Riego.	092A
3	DEN_M_U	Texto	1	-	Denominación de Módulo (M) ó unidad (U).	M
4	CLAVE_M_U	Texto	30	-	Clave del módulo o unidad de riego (En caso de que los módulos tengan nombre en lugar de número, se ordenara de acuerdo a la clasificación del Distrito de Riego y se numerara en ese orden)	05 UNIDAD NAVOLATO IV-3 EMILIANO ZAPATA
5	CUENTA	Número	8	0	Clave única de control que asigna la CONAGUA a cada parcela. (SIPAD).	2514
6	SUBCUENTA	Texto	5	0	Clave adherida al número de cuenta, que se asigna cuando la parcela ha sido dividida. (SIPAD).	1
7	APATERNO	Texto	25	-	Apellido paterno del dueño de los derechos de agua ante la CONAGUA. (SIPAD).	PÉREZ



No	Atributos	Tipo de datos	Carácter	Decimal	Descripción	EJEMPLO
8	AMATERNO	Texto	25	-	Apellido materno del dueño de los derechos de agua ante la CONAGUA. (SIPAD).	HERNÁNDEZ
9	NOMBRE	Texto	25	-	Nombre del dueño de los derechos de agua ante la CONAGUA. (SIPAD).	JOSÉ ANTONIO
10	UNIDAD	Número	3	0	Clave de la unidad a la que pertenece la parcela (SIPAD).	1
11	ZONA	Número	3	0	Clave de la zona a la que pertenece la parcela (SIPAD).	2
12	MÓDULO	Texto	5	0	Clave del modulo al que pertenece la parcela (SIPAD).	1
13	SECCIÓN	Número	3	0	Clave de la sección a la que pertenece la parcela (SIPAD).	5
14	CP	Número	3	0	Clave asignada al Canal Principal (SIPAD).	2
15	LT	Número	3	0	Clave asignada al Canal Lateral (SIPAD).	1
16	SLT	Número	3	0	Clave asignada al Canal sublateral (SIPAD).	1
17	RA	Número	3	0	Clave asignada al Canal ramal (SIPAD).	1
18	SRA	Número	3	0	Clave asignada al Canal Subramal (SIPAD).	1
19	SSRA	Número	3	0	Clave asignada al Canal Sub-subramal (SIPAD).	1
20	PCONTROL	Número	5	0	Clave asignada al punto de control (SIPAD).	12
21	TENENCIA	Número	2	0	Clave correspondiente al tipo de tenencia de la parcela (1:Ejido, 2:Colonos, 3:Pequeña propiedad, 4 Domestico, 5 Industrial, 6 Publico Urbano, 7 Ejido Fuera del Distrito, 8 Pequeña Propiedad Fuera del Distrito, 9 Otros.).	1
22	ESTADO	Número	3	0	Clave correspondiente al estado de la República donde se encuentre (SIPAD).	5
23	MUNICIPIO	Número	3	0	Clave correspondiente al municipio (SIPAD).	14
24	EJIDO	Número	3	0	Clave correspondiente al Ejido (SIPAD).	13

No	Atributos	Tipo de datos	Carácter	Decimal	Descripción	EJEMPLO
25	GRUPO	Número	5	0	Clave de Grupo (SIPAD)	2
26	SISTRIEGO	Número	2	0	Clave correspondiente al Sistema de riego: 1: gravedad, 2:bombeo, 3:mixto, 4:goteo, 5:aspersión, 6;otros. (SIPAD).	2
27	EQUIPO	Número	2	0	Clave del SIPAD para el equipo de bombeo: 1:propiedad del usuario, 2: propiedad de la CONAGUA, 3: otros.	1
28	SUPFISICA	Número	12	4	Superficie física de la parcela registrada en el SIPAD. (ha).	15.2012
29	SUPRIEGO	Número	12	4	Superficie de riego de la parcela registrada en el SIPAD. (ha).	15.0012
30	SUPPROCEDE	Número	12	4	Superficie de la parcela registrada en el PROCEDE. (ha).	15.0012
31	SUP_CALC	Número	12	4	Superficie calculada con la herramienta "calcula ha" del programa Arc View. (siguiendo la metodología recomendada al término de la tabla)*.	15.0012
32	CULTIVO	Texto	20	-	Cultivo que se sembró en el ciclo anterior	MAIZ
32	U_ACTUAL	Texto	200	-	Nombre del usuario actual de la parcela, el que les sea indicado en sus recorridos de campo, procede, vecinos, etc. (sin acentos). Empezando por apellido paterno, apellido materno y nombre (s)	PEREZ HERNANDEZ JOSE ANTONIO
33	CTA	Texto	10	-	Cuenta y subcuenta separadas por un guión ( <b>concatenadas</b> )**.	2514-1
34	C_POZO	Texto	12	-	Clave del pozo con el que se riega la parcela (en caso de que exista).	CDD234
35	REQ_ACTU	Texto	2	-	Requiere actualización: "SI" o "NO"	SI

No	Atributos	Tipo de datos	Carácter	Decimal	Descripción	EJEMPLO
36	RAZON_ACTU	Texto	30	-	Acordar una clasificación de motivos de actualización	CAMBIO DE USO DEL SUELO PARCELA URBANIZADA CAMBIO DE PROPIETARIO CAMBIOS EN SUPERFICIE ETC...
37	OBSERVAC	Texto	150	-	Situación o condición en la que se encuentra la parcela y/o el usuario y que valga la pena mencionar (como el hecho de que el punto de control no corresponda con el especificado en el SIPAD).	"TIENE 1 HA DE TERRENO CON PROBLEMAS DE SALINIDAD" "NO RIEGA DESDE HACE 5 AÑOS" "TERRENO OCIOSO" "EN LOS PLANOS DEL MODULO APARECE COMO EL LOTE 1460-E" "TERRENO CON PROBLEMAS LEGALES" "NO TIENE TOMA GRANJA, TIENE BOMBA CHARQUERA"

La base de datos de parcelas debe contener forzosamente la información de cada usuario contenida en el SIPAD (No. 5 al 29 de la tabla), sin modificación alguna, la demás información de interés, como puede ser la superficie registrada (No. 38), o el número de control, usuario procede, todos determinados por PROCEDE se deben incluir como columnas "adicionales" en el Modelo de Sistema de Información Geográfica.

En la Figura 6.2 se presenta la imagen de la base de datos asociada a la capa de información de parcelas.

En la Figura 6.3 se muestra la capa vectorial de parcelas sobre el mapa base desarrollada.

ArcView GIS 3.2a

File Edit Table View Window Help

0 of 1458 selected

Attributes of Parcelas\_d042.shp

Shape	Id	Densid	Clave d	Clave m	Clave p	Cuenta	Subcuenta	Apellido	Apellido	Nombre	Unidad	Zona	Modulo	Seccion	CA	LI	SP	RA	SC	SS	Provincia	Tenencia	Fuente	Municipio	E
Polygon	2004	DR	042	M	01	1475	2	MARQUEZ	ALMAZAN	MANUEL	1	1	1	6	9	0	0	0	0	320	1	8	23	2	
Polygon	1400	DR	042	M	01	1475		MIRAMONTES	SALCIDO	ANGEL	1	1	1	6	9	0	0	0	0	320	1	8	23	2	
Polygon	2011	DR	042	M	01	1473	2	RODRIGUEZ	BUSTILLOS	DEMETRIO	1	1	1	6	9	8	0	0	0	130	1	8	23	2	
Polygon	1727	DR	042	M	01	1473	1	RODRIGUEZ	BUSTILLOS	DEMETRIO	1	1	1	6	9	8	0	0	0	130	1	8	23	2	
Polygon	1470	DR	042	M	01	1470	0	BARTOLOME	TUKER	WILLIAM	1	1	1	6	9	8	3	0	0	0	1	8	23	2	
Polygon	1469	DR	042	M	01	1469	0	RODRIGUEZ		BEATRIZ	1	1	1	6	9	8	3	0	0	110	1	8	23	2	
Polygon	1739	DR	042	M	01	1468	1	SALACES	PIÑA	ESDUARDO	1	1	1	6	9	8	0	0	0	140	1	8	23	2	
Polygon	1778	DR	042	M	01	1467	0	FLORES	MARTINEZ	GILBERTO	1	1	1	6	9	8	0	0	0	140	1	8	23	2	
Polygon	1777	DR	042	M	01	1466	0	SABATA	MARRUFO	PEDRO	1	1	1	6	9	8	0	0	0	140	1	8	23	2	
Polygon	1732	DR	042	M	01	1465	0	ZAPATA	MARRUFO	GREGORIO	1	1	1	6	9	8	0	0	0	140	1	8	23	2	
Polygon	1725	DR	042	M	01	1464	0	CASTILLO	PEREZ	RUFERTO	1	1	1	6	9	8	0	0	0	140	1	8	23	2	
Polygon	1730	DR	042	M	01	1463	0	CARBAJAL	CAMACHO	JOSE RAMON	1	1	1	6	9	8	0	0	0	140	1	8	23	2	
Polygon	1721	DR	042	M	01	1462	0	ENRIQUEZ	RAMIREZ	REGINALDO	1	1	1	6	9	8	0	0	0	110	1	8	23	2	
Polygon	1715	DR	042	M	01	1461	0	SALAZAR	MERINO	JOSE	1	1	1	6	9	8	0	0	0	100	1	8	23	2	
Polygon	1496	DR	042	M	01	1460	0	NEVAREZ	ESCARCEGA	RAUL	1	1	1	6	9	5	0	0	0	180	1	8	23	2	
Polygon	1779	DR	042	M	01	1459	0	SALACES	GOMEZ	EDUARDO	1	1	1	6	9	8	0	0	0	0	1	8	23	2	
Polygon	1737	DR	042	M	01	1458	0	GRUALVA	GONZALEZ	MARTIN	1	1	1	6	9	5	0	0	0	180	1	8	23	2	
Polygon	1733	DR	042	M	01	1457	0	FLORES	FLORES	RAMON	1	1	1	6	9	5	0	0	0	170	1	8	23	2	
Polygon	1728	DR	042	M	01	1456	0	LEBARON	SAN DOVAL	CARLOS DAYE	1	1	1	6	9	5	0	0	0	160	1	8	23	2	
Polygon	1724	DR	042	M	01	1455	0	GARCIA	AVILA	ESPERANZA	1	1	1	6	9	5	0	0	0	150	1	8	23	2	
Polygon	1719	DR	042	M	01	1454	1	VARELA	TERCERO	JOSE	1	1	1	6	9	5	0	0	0	140	1	8	23	2	
Polygon	2014	DR	042	M	01	1454	2	VARELA	TERCERO	JOSE	1	1	1	6	9	5	0	0	0	140	1	8	23	2	
Polygon	1713	DR	042	M	01	1453	0	FLORES	ESPINZA	ANA LUISA	1	1	1	6	9	5	0	0	0	130	1	8	23	2	
Polygon	1709	DR	042	M	01	1452	0	GONZALEZ	PIÑON	MARTIN JAIM	1	1	1	6	9	5	0	0	0	0	1	8	23	2	
Polygon	1706	DR	042	M	01	1451	0	GONZALEZ	PIÑON	MARTIN JAIM	1	1	1	6	9	5	0	0	0	120	1	8	23	2	
Polygon	1704	DR	042	M	01	1450	0	HERNANDEZ	ROAN	AURORA	1	1	1	6	9	5	0	0	0	120	1	8	23	2	
Polygon	2015	DR	042	M	01	1449	2	NEVAREZ	PEREA	ADALBERTO	1	1	1	6	9	5	0	0	0	0	1	8	23	2	
Polygon	1702	DR	042	M	01	1449	1	NEVAREZ	PEREA	ADALBERTO	1	1	1	6	9	5	0	0	0	110	1	8	23	2	
Polygon	1700	DR	042	M	01	1448	0	LEBARON	MELCHOR	ALMA DAYER	1	1	1	6	9	5	0	0	0	100	1	8	23	2	
Polygon	2016	DR	042	M	01	1447	2	GONZALEZ	FAVELA	JESUS	1	1	1	6	9	5	0	0	0	100	1	8	23	2	
Polygon	1689	DR	042	M	01	1447	1	GONZALEZ	FAVELA	JESUS	1	1	1	6	9	5	0	0	0	60	1	8	23	2	
Polygon	1413	DR	042	M	01	1445	0	PEREA	GRUALVA	GUADALUPE	1	1	1	6	9	5	2	0	0	60	1	8	23	2	
Polygon	1414	DR	042	M	01	1444	0	ALVAREZ	FAVELA	PERFECTO	1	1	1	6	9	5	0	0	0	80	1	8	23	2	
Polygon	1407	DR	042	M	01	1443	1	GONZALEZ	ACOSTA	GONZALO	1	1	1	6	9	5	0	0	0	0	1	8	23	2	
Polygon	2019	DR	042	M	01	1443	2	GONZALEZ	ACOSTA	GONZALO	1	1	1	6	9	5	2	0	0	40	1	8	23	2	
Polygon	1697	DR	042	M	01	1443	1	RODRIGUEZ	CAI APAR	JEFFERSON	1	1	1	6	9	5	0	0	0	10	1	8	23	2	

Figura 6.2. Base de datos asociada a la capa de información de parcelas.

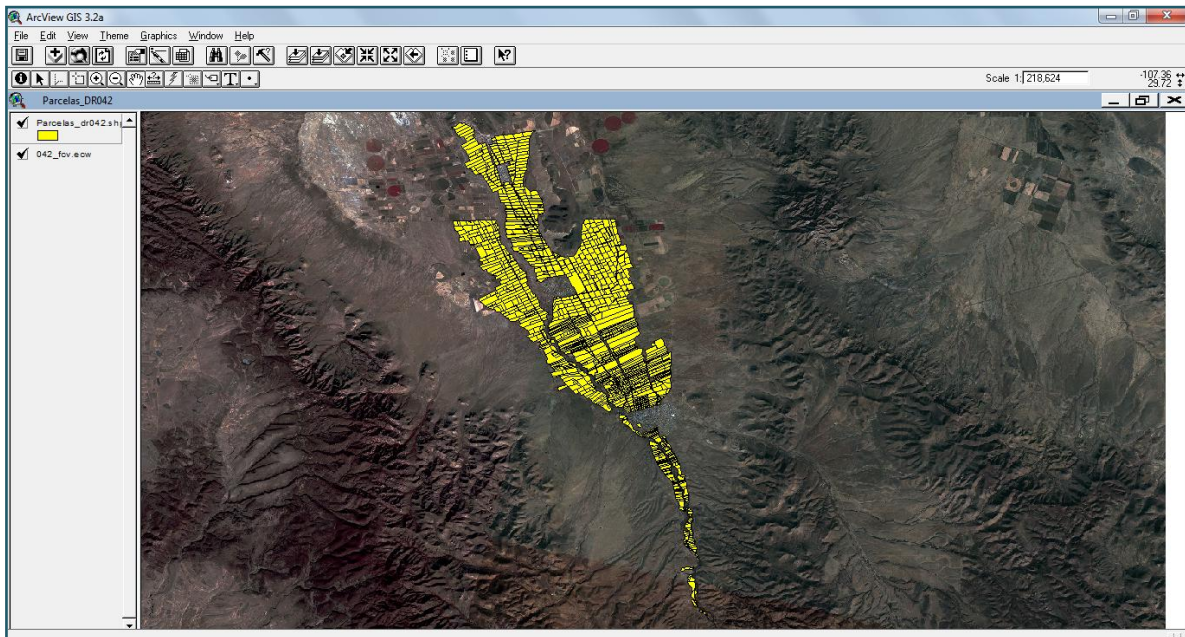


Figura 6.3. Capa vectorial de parcelas sobre el mapa base desarrollado.

## 6.2.2. Atributos de la capa de presas

La capa de Presas se definió como: Presas\_DR.shp

Cuando se dividan las capas de información a nivel de Distrito, módulo o unidad de riego, se deben considerar las siguientes especificaciones:

- La capa de Presas se definió como: Presas\_DR000.shp (Número depende del Distrito que se trate).
- La capa de Presas correspondiente a un módulo se definió como: Presas\_DR000\_M00.shp (Número depende del módulo que se trate).
- LA capa de Presas correspondiente a una unidad se definió como: Presas\_DR000\_U00.shp (Número depende de la unidad que se trate).
- Si la unidad o módulo carece de número, se podrá colocar el nombre correspondiente, y si se requiere trabajar por ejidos, se sustituirán las letras “M” o “U” por “E”.

En el Cuadro 6.2 se presentan los atributos de la capa de presas.

**Cuadro 6.2.** Atributos de la capa de parcelas. Archivo: Presas\_DR.dbf

No	Atributos	Tipo de datos	Carácter	Decimal	Descripción	EJEMPLO
1	DENOM	Texto	2	-	Denominación de Distrito de Riego	DR
2	CLAVE_DR	Texto	5	-	Clave del Distrito de Riego.	092A
3	DEN_M_U	Texto	1	-	Denominación de Módulo (M) ó unidad (U). Cuando solo preste servicio a un módulo o unidad de riego	M

No	Atributos	Tipo de datos	Carácter	Decimal	Descripción	EJEMPLO
4	CLAVE_M_U	Texto	30	-	Clave del módulo o unidad de riego. Cuando solo preste servicio a un módulo o unidad de riego. (En caso de que los módulos tengan nombre en lugar de número, se ordenara de acuerdo a la clasificación del Distrito de Riego y se numerara en ese orden)	05 UNIDAD NAVOLATO IV-3 EMILIANO ZAPATA
5	NOMBRE	Texto	30	-	Nombre de la presa.	FALCON
6	TIPO	Texto	15	-	Tipo de presa (Almacenamiento ó derivadora)	ALMACENAMIENTO
7	CAPACIDAD	Número	12	2	Capacidad de la presa en hm <sup>3</sup> (Millones de metros cúbicos).	5038.00
8	MATERIAL	Texto	30	-	Material con el que está construida la presa. (Tierra, Mampostería, Concreto, Materiales Graduados, etc.)	CONCRETO
9	ALTURA	Número	6	2	Altura de la presa (m)	14.30
10	LONG_CORT	Número	8	2	Longitud de la cortina o cresta (m)	400.00
11	O_DE_T	Texto	40	-	Obra de toma (Compuerta deslizante, tipo miller, tubería, etc.)	DESILIZANTE 1.54X1.52 M
12	VERTEDOR	Texto	25	-	Tipo de vertedor (Creaguer, cresta libre, etc.)	CREAGUER
13	CARGA_MAX	Número	6	2	Carga máxima (m)	1.50
14	LONG_CREST	Número	8	2	Longitud de la cresta (m)	26.50
15	GASTO_MAX	Número	8	2	Gasto máximo (m <sup>3</sup> /s)	50.30
16	OBSERVAC	Texto	100	-	Alguna observación o comentario a destacar de la presa, podría ser que no esté dentro del inventario	PRESA DE ALMACENAMIENTO
17	IMAGEN	Texto	10	-	Fotografía asociada a la presa**.	DR000PA0*
18	FECHA	Texto	10	-	Fecha en que se tomo la fotografía (dd-mm-aaaa)	28-07-2009

Se nombrara a las imágenes correspondientes a las presas de un Distrito de Riego con la siguiente clave:

- **DR000PA0\***

Donde:

- DR000 = Se refiere al Distrito de Riego, por ejemplo; para el Distrito 026 Bajo San Juan, la clave será "DR026".
- PA = Presa de almacenamiento (o PD para Presa Derivadora).
- El último dígito de la clave ("0") será aquel número consecutivo que lo diferenciará de otra presa derivadora o de almacenamiento existente en el Distrito.

Finalmente, de cada presa se deberá disponer forzosamente de por lo menos 5 fotografías (cortina, vertedor, panorámica, vaso), al nombrar éstas se les colocará un guión bajo seguido de un dígito más como se muestra a continuación:

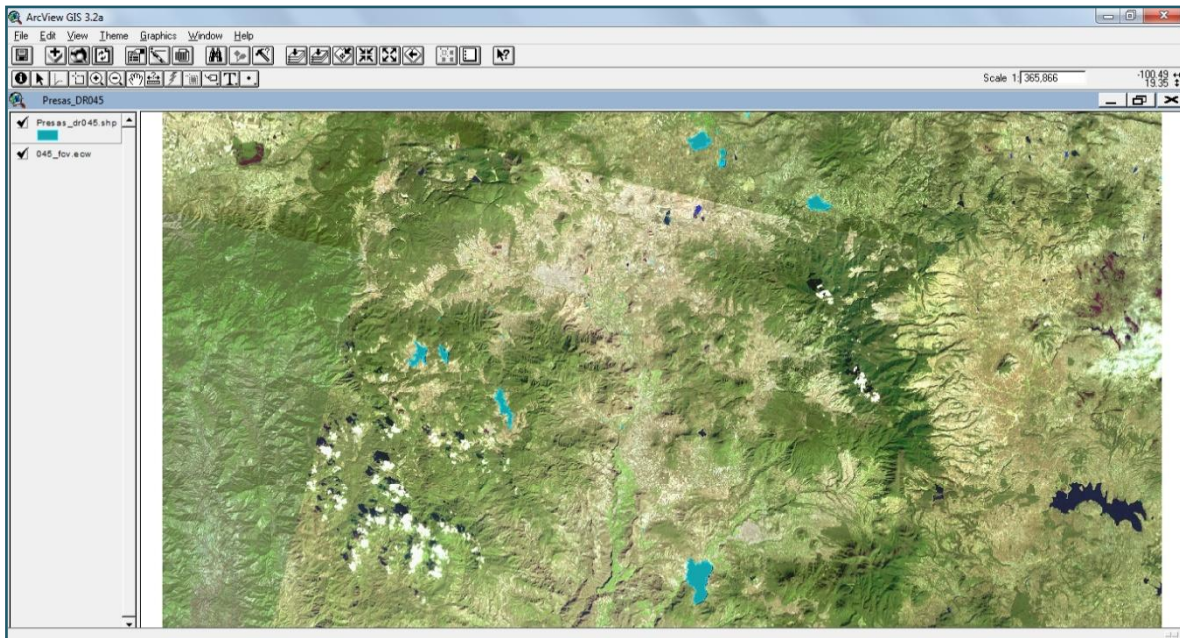
○ DR000PA0\_0

En la Figura 6.4 se presenta la imagen de la base de datos asociada a la capa de información de presas.

En la Figura 6.5 se muestra la capa vectorial de presas sobre el mapa base desarrollado.

Shape	Distrito	Clave de Distrito	Clave de U	Nombre	Tipo	Capacidad	Material	Altura	Long. cost	Q. de f.	Vertedor	Carga máx	Long. canal	G. b.
Polygon	DR	045	M	04 TAXIMARQA-AGOSTITLÁN SAN ANGEL	DERIVADORA	3388.00	MAM.REV.CONC	1.50	18.00			25.00	0.00	
Polygon	DR	045	M	04 TAXIMARQA-AGOSTITLÁN EL TECOLOTE	DERIVADORA	3388.00	MAM.REV.CONC	1.20	5.00			25.00	0.00	
Polygon	DR	045	M	04 TAXIMARQA-AGOSTITLÁN CHAPARRO	DERIVADORA	3380.00	MAM.REV.CONC	1.20	23.00			1.30	0.00	
Polygon	DR	045	M	04 TAXIMARQA-AGOSTITLÁN HIDALGO	DERIVADORA	3160.00	MAM.REV.CONC	1.20	12.00			20.00	0.00	
Polygon	DR	045	M	01 DER. DIRECTAS DEL RIO SAN JOSE	DERIVADORA	1000.00	MAM.REV.CONC	3.00	0.00	2	COMPUERTAS DESLIZANT CREAGER	1.50	25.00	
Polygon	DR	045	M	01 DER. DIRECTAS DEL RIO LA ROSA	DERIVADORA	1000.00	MAM.REV.CONC	3.00	0.00	2	COMPUERTAS DESLIZANT CREAGER	1.50	25.00	
Polygon	DR	045	M	04 TAXIMARQA-AGOSTITLÁN EL PORVENIR	DERIVADORA	338.00	MAM.REV.CONC	1.20	8.00			20.00	0.00	
Polygon	DR	045	M	03 LA PRESA DEL TERCER N PRESA TERCER MUNDO	GRA. MKTA	20.00	TIERRA-GRAVA-ROCA	30.00	158.00			1.83	50.00	
Polygon	DR	045	M	04 TAXIMARQA-AGOSTITLÁN AGOSTITLÁN	ALMACENAMIENT	17.40	GRAVEDAD MKTA	25.00	0.00			13.87	30.00	
Polygon	DR	045	M	02 LAGUNA SAN JOSE DEL F LAGUNA SAN JOSE DEL FRE	GRAVEDAD MKTI	14.20	ENR.MATIMPER	6.70	0.00			0.00	0.00	
Polygon	DR	045	M	04 TAXIMARQA-AGOSTITLÁN PUQUATO	ALMACENAMIENT	11.30	GRAVEDAD MKTA	15.00	0.00			10.70	40.00	
Polygon	DR	045	M	04 TAXIMARQA-AGOSTITLÁN SABANETA	ALMACENAMIENT	5.55	GRAVEDAD MKTA	17.00	0.00			13.87	40.00	
Polygon	DR	045	M	06 SANTIAGO-TUPAN, MICHA VICTORIANO	DERIVADORA	2.00	TIERRA	0.00	0.00			0.00	0.00	
Polygon	DR	045	M	06 SANTIAGO-TUPAN, MICHA BAJO TURUNDEO	DERIVADORA	1.50	TIERRA	20.00	1.80			3.50	35000.00	45
Polygon	DR	045	M	06 SANTIAGO-TUPAN, MICHA ALTO TURUNDEO	DRIVADORA	1.40	TIERRA	1.50	1.60			1.30	0.00	
Polygon	DR	045	M	02 LAGUNA SAN JOSE DEL F TORRE BLANCA	GRAVEDAD MKTI	1.00	MAMPOSTERIA	3.00	0.00		MILLER	0.50	7.00	
Polygon	DR	045	M	02 LAGUNA SAN JOSE DEL F LA CORTINA	GRAVEDAD	0.80	MAMPOSTERIA	3.00	0.00		MILLER	1.00	7.00	
Polygon	DR	045	M	05 LOS ZARCOS A.C. MANANTIAL LA PRESA	ALMACENAMIENT	0.00	TIERRA	1.50	1.40			0.00	0.00	
Polygon	DR	045	M	05 LOS ZARCOS A.C. MANANTIAL LOS TEJONES	ALMACENAMIENT	0.00	TIERRA	0.40	3.00			0.00	0.00	
Polygon	DR	045	M	05 LOS ZARCOS A.C. MANANTIAL SANTA ROSA	ALMACENAMIENT	0.00	MAMPOSTERIA	1.00	15.00			0.00	0.00	
Polygon	DR	045	M	05 LOS ZARCOS A.C. MANANTIAL EL BAÑITO	ALMACENAMIENT	0.00	TIERRA	0.40	4.00			0.00	0.00	
Polygon	DR	045	M	05 LOS ZARCOS A.C. MANANTIAL LA TAZA	ALMACENAMIENT	0.00	TIERRA	1.00	12.00			0.00	0.00	
Polygon	DR	045	M	05 LOS ZARCOS A.C. MANANTIAL LA CIMA	ALMACENAMIENT	0.00	TIERRA	0.20	3.00			0.00	0.00	
Polygon	DR	045	M	05 LOS ZARCOS A.C. MANANTIAL ROSA DE CASTI	ALMACENAMIENT	0.00	TIERRA	0.25	2.00			0.00	0.00	
Polygon	DR	045	M	05 LOS ZARCOS A.C. MANANTIAL LOS ZARCOS 1	ALMACENAMIENT	0.00	MAMPOSTERIA	0.80	6.00			0.00	0.00	
Polygon	DR	045	M	05 LOS ZARCOS A.C. DERIVADORA EL PLAN	ALMACENAMIENT	0.00	MAMPOSTERIA	1.10	8.00			0.00	0.00	
Polygon	DR	045	M	05 LOS ZARCOS A.C. LOS ZARCOS 2	ALMACENAMIENT	0.00	TIERRA	0.70	2.00			0.00	0.00	
Polygon	DR	045	M	06 SANTIAGO-TUPAN, MICHA EL MUERTO	DERIVADORA	0.00	MAMPOSTERIA E IMPROVIS	0.00	0.00			0.00	0.00	
Polygon	DR	045	M	05 LOS ZARCOS A.C. MANANTIAL ARRDOYO DEL O	ALMACENAMIENT	0.00	TIERRA	0.60	1.00			0.00	0.00	
Polygon	DR	045	M	06 SANTIAGO-TUPAN, MICHA LAS PILAS	DERIVADORA	0.00	IMPROVISADA PIEDRAS Y C	0.00	0.00			0.00	0.00	
Polygon	DR	045	M	06 SANTIAGO-TUPAN, MICHA POZO AZUL	DERIVADORA	0.00	IMPROVISADA PIEDRAS Y C	0.00	0.00			0.00	0.00	
Polygon	DR	045	M	04 TAXIMARQA-AGOSTITLÁN SAN LUCAS	DERIVADORA	0.00	MAM.REV.CONC	1.20	10.00			0.00	0.00	
Polygon	DR	045	M	06 SANTIAGO-TUPAN, MICHA TUPAN	DERIVADORA	0.00	MAM.REV.CONC	1.50	18.00			6.50	0.00	85
Polygon	DR	045	M	06 SANTIAGO-TUPAN, MICHA PRESA VIEJA	DERIVADORA	0.00	SIN ESTRUCTURA	0.50	0.00			0.00	0.00	
Polygon	DR	045	M	04 TAXIMARQA-AGOSTITLÁN CUCHIRITO	DERIVADORA	0.00	MAM.REV.CONC	0.00	0.00			0.00	0.00	
Polygon	DR	045	M	06 SANTIAGO-TUPAN, MICHA AGUA AMARILLA	DERIVADORA	0.00	SIN ESTRUCTURA	0.50	0.00			0.00	0.00	

Figura 6.4. Base de datos asociada a la capa de información de presas.



**Figura 6.5.** Capa vectorial de presas sobre el mapa base desarrollado.

### 6.2.3. Atributos de la capa de bombeos

La capa de bombeos se diferencia de la capa de pozos, porque en ésta se incluyen aquellos sitios (georreferenciados) donde se utiliza el equipo de bombeo para elevar el agua que se encuentra de manera superficial, en un nivel más bajo como: ríos, canales, drenes, almacenamientos, etc., hacia un nivel más alto donde se ubican las parcelas.

La capa general de bombeos se definió como: `Bombeos_DR.shp`

Cuando se dividan las capas de información a nivel de Distrito, módulo o unidad de riego, se deben considerar las siguientes especificaciones:

- La capa general de bombeos se definió como: `Bombeos_DR000.shp` (Número depende del distrito que se trate).



- La capa de bombesos correspondiente a un módulo se definió como: Bombesos\_DR000\_M00.shp (Número depende del módulo que se trate).
- La capa de bombesos correspondiente a una unidad se definió como: Bombesos\_DR000\_U00.shp (Número depende de la unidad que se trate).
- Si la unidad o módulo carece de número, se podrá colocar el nombre correspondiente, y si se requiere trabajar por ejidos, se sustituirán las letras “M” o “U” por “E”.

En el Cuadro 6.3 se presentan los atributos de la capa de bombesos.

**Cuadro 6.3.** Atributos de la capa de bombesos. Archivo: Bombesos\_DR.dbf

No	Atributos	Tipo de datos	Carácter	Decimal	Descripción	EJEMPLO
1	DENOM	Texto	2	-	Denominación de Distrito de Riego	DR
2	CLAVE_DR	Texto	5	-	Clave del Distrito de Riego.	092A
3	OPERA_POR	Texto	30	-	Señalar quien opera esta infraestructura: CONAGUA, Distrito de Riego (DISTRITO) o Sociedad de Responsabilidad Limitada (SRL); o el Módulo de Riego (MODULO), Y PARTICULARES	MODULO I-3 SRL HUMAYA
4	DEN_M_U	Texto	2	-	Denominación de Módulo (M) ó unidad (U).	M
5	CLAVE_M_U	Texto	30	-	Clave del módulo o unidad de riego. (En caso de que los módulos tengan nombre en lugar de número, se ordenara de acuerdo a la clasificación del Distrito de Riego y se numerara en ese orden)	05 UNIDAD NAVOLATO IV-3 EMILIANO ZAPATA
6	NO_BOMBEO	TEXTO	10	-	Número de bombeo	27 127-A
7	NOMBRE	Texto	50	-	Nombre del bombeo	SOCIEDAD DE PRODUCTORES AGRICOLAS
8	LONGITUD_X	Número	14	8	Longitud, coordenada geográfica de la estructura expresada en grados decimales.	-98.47855210

No	Atributos	Tipo de datos	Carácter	Decimal	Descripción	EJEMPLO
9	LATITUD_Y	Número	14	8	Latitud, coordenada geográfica de la estructura expresada en grados decimales.	18.80173212
10	UTM_X	Número	10	2	Longitud, coordenadas UTM del bombeo.	2332532.58
11	UTM_Y	Número	10	2	Latitud, coordenadas UTM del bombeo.	722372.73
12	ZONA_UTM	Número	2	0	Zona UTM	13
13	EFICIENCIA	Número	5	2	Porcentaje de eficiencia.	60.12
14	DIAM_DESC	Número	5	0	Diámetro de descarga en pulgadas.	6
15	LONG COLUM	Número	5	0	Longitud de la columna de agua (m).	4
16	USO	Texto	10	-	Agrícola, pecuario, urbano, otros.	AGRICOLA
17	USUARIOS	Número	3	0	Número de usuarios del bombeo.	3
18	SUP_TOTAL	Número	12	4	Superficie total (ha).	138.0012
19	SUP_CULT	Número	12	4	Superficie cultivada (ha).	80.0012
20	SUP_REGADA	Número	12	4	Superficie regada (ha).	80.0012
21	OBSERVAC	Texto	150	-	Breve descripción del bombeo. (Aquí pueden hacerse todo tipo de observaciones que se requiera).	BOMBA VERTICAL, DE 6" DE DIÁMETRO DE DESCARGA
22	EDO_FISICO	Texto	8	-	Mencionar el estado físico actual de conservación (Bueno, Regular ó Malo).	BUENO
23	IMAGEN	Texto	15	-	Fotografía(s) asociada(s) al bombeo.	DR000M00B00*
24	FECHA	Texto	10	-	Fecha en que se tomo la fotografía (dd-mm-aaaa)	28-07-2009

El nombre de las imágenes correspondientes a los bombeos de un Distrito de Riego deberá llevar la siguiente clave:

○ **DR000M00B00\***

Donde:

- DR000 = Se refiere al Distrito de riego, por ejemplo; para el Distrito 026 Bajo San Juan, la clave será "DR026".

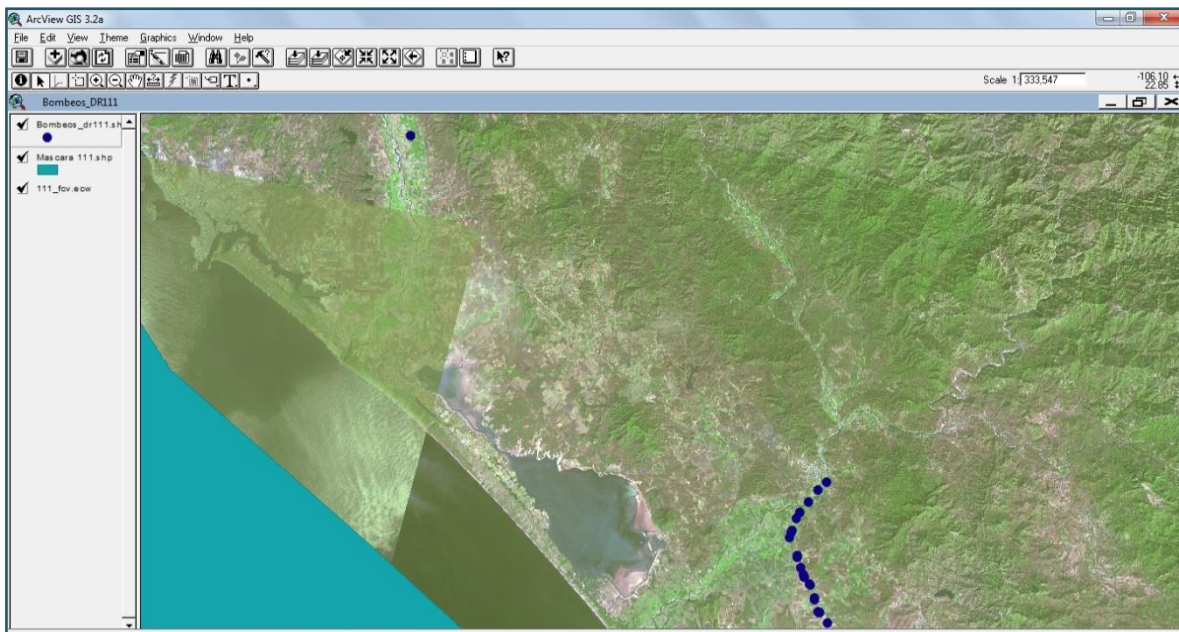
- M00 = Número de módulo correspondiente (U00 = Número de unidad, cuando se cuente con unidades en vez de módulos). Cuando dicho bombeo este operado por el Distrito de Riego se utilizara (**DTO**) o cuando aplique a la Sociedad de Responsabilidad Limitada se colocara (**SRL**).
- B = Bombeo
- Los dos últimos dígitos de la clave ("00") será aquel número consecutivo que lo diferenciará de los demás bombeos del distrito.
- Finalmente, como en ocasiones se dispone de más de una fotografía por bombeo, al colocarles el nombre se les agregará un guión bajo seguido de un dígito más como se muestra a continuación:
  - **DR000M00B00\_0**

En la Figura 6.6 se presenta la imagen de la base de datos asociada a la capa de información de bombeos.

En la Figura 6.7 se muestra la capa vectorial de bombeos sobre el mapa base desarrollado.

Shape	Zona	Clase_d	Zona_par	Zona_m_u	Clase_m_u	No_bombes	Nombre	Longitud_x	Latitud_y	Utm_x	Utm_y	Zona_uti	Eficiencia	Diam_dios	Long_corta	Uso	Usancia
Point	DR	111	MODULO 03	M	MODULO 3	SI01	BOMBEO	-105.84461424	22.98027278	413428.29	2541157.96	13	0.00	0	0	0	0
Point	DR	111	MODULO 03	M	MODULO 3	SI02	BOMBEO	-105.85223952	22.97363268	412642.04	2540854.51	13	0.00	0	0	0	0
Point	DR	111	MODULO 03	M	MODULO 3	SI03	BOMBEO	-105.86128953	22.96233421	411706.93	2539609.09	13	0.00	0	0	0	0
Point	DR	111	MODULO 03	M	MODULO 3	SI04	BOMBEO	-105.86951016	22.95302049	410858.07	2538582.95	13	0.00	0	0	0	0
Point	DR	111	MODULO 03	M	MODULO 3	SI05	BOMBEO	-105.87255313	22.94699399	410542.12	2537917.62	13	0.00	0	0	0	0
Point	DR	111	MODULO 03	M	MODULO 3	SI06	BOMBEO	-105.87670083	22.93611637	410109.68	2536715.91	13	0.00	0	0	0	0
Point	DR	111	MODULO 03	M	MODULO 3	SI07	PLANTA DE BOMBEO	-105.87742955	22.93445868	410033.86	2536532.84	13	0.00	0	0	0	0
Point	DR	111	MODULO 03	M	MODULO 3	SI08	BOMBEO	-105.87895983	22.93688443	409915.35	2536027.13	13	0.00	0	0	0	0
Point	DR	111	MODULO 03	M	MODULO 3	SI09	BOMBEO	-105.87140154	22.91308598	410637.96	2534164.15	13	0.00	0	0	0	0
Point	DR	111	MODULO 03	M	MODULO 3	SI10	BOMBEO	-105.87135385	22.91138884	410641.73	2533975.13	13	0.00	0	0	0	0
Point	DR	111	MODULO 03	M	MODULO 3	SI11	BOMBEO	-105.86875822	22.90222071	410901.94	2532958.58	13	0.00	0	0	0	0
Point	DR	111	MODULO 03	M	MODULO 3	SI12	BOMBEO	-105.86644088	22.89597946	411135.54	2532266.22	13	0.00	0	0	0	0
Point	DR	111	MODULO 03	M	MODULO 3	SI13	TOMA CARCAMO	-105.86516893	22.89337336	411264.31	2531976.94	13	0.00	0	0	0	0
Point	DR	111	MODULO 03	M	MODULO 3	SI14	BOMBEO	-105.86525626	22.89332332	411295.32	2531971.46	13	0.00	0	0	0	0
Point	DR	111	MODULO 03	M	MODULO 3	SI15	BOMBEO	-105.86033726	22.88720906	411795.91	2531291.61	13	0.00	0	0	0	0
Point	DR	111	MODULO 03	M	MODULO 3	SI16	BOMBEO	-105.85949523	22.88612570	411945.68	2531171.15	13	0.00	0	0	0	0
Point	DR	111	MODULO 03	M	MODULO 3	SI17	BOMBEO	-105.85523777	22.87420328	412210.52	2529840.08	13	0.00	0	0	0	0
Point	DR	111	MODULO 03	M	MODULO 3	SI18	BOMBEO	-105.85271833	22.87304674	412220.59	2529720.99	13	0.00	0	0	0	0
Point	DR	111	MODULO 03	M	MODULO 3	SI19	BOMBEO	-105.85223851	22.86160544	412564.09	2528452.33	13	0.00	0	0	0	0
Point	DR	111	MODULO 03	M	MODULO 3	SI20	BOMBEO	-105.85139067	22.86112365	412596.39	2528398.80	13	0.00	0	0	0	0
Point	DR	111	MODULO 03	M	MODULO 3	SI21	BOMBEO	-105.85132152	22.86046081	412663.59	2528325.03	13	0.00	0	0	0	0
Point	DR	111	MODULO 03	M	MODULO 3	SI22	BOMBEO	-105.84424870	22.85119579	413383.35	2527295.16	13	0.00	0	0	0	0
Point	DR	111	MODULO 01 DERIVADORA S M	111	BALLUARTE.PRESIDIO	2	PLANTA DE BOMBO "EL ESR	-106.22732137	23.29888891	374494.23	2577139.04	13	0.00	0	0	AGRICOLA	0

Figura 6.6. Base de datos asociada a la capa de información de bombeos.



**Figura 6.7.** Capa vectorial de bombeos sobre el mapa base desarrollado.

#### 6.2.4. Atributos de la capa de pozos

La capa general de pozos se definió como: Pozos\_DR.shp (Número depende del Distrito que se trate).

Cuando se dividan las capas de información a nivel de distrito, módulo o unidad de riego, se deben considerar las siguientes especificaciones:

- La capa general de pozos se definió como: Pozos\_DR.shp (Número depende del Distrito que se trate).
- La capa de pozos correspondiente a un módulo se definió como: Pozos\_DR000\_M00.shp (Número depende del módulo que se trate).
- La capa de pozos correspondiente a una unidad se definió como: Pozos\_DR000\_U00.shp (Número depende de la unidad que se trate).
- Si la unidad o módulo carece de número, se podrá colocar el nombre correspondiente, y si se requiere trabajar por ejidos, se sustituirán las letras “M” o “U” por “E”.

En el Cuadro 6.4 se presentan los atributos de la capa de pozos.

**Cuadro 6.4.** Atributos de la capa de pozos. Archivo: Pozos\_DR.dbf

No	Atributos	Tipo de datos	Carácter	Decimal	Descripción	EJEMPLO
1	DENOM	Texto	2	-	Denominación de Distrito de Riego	DR
2	CLAVE_DR	Texto	5	-	Clave del Distrito de Riego.	092A
3	OPERA_POR	Texto	30	-	Señalar quien opera esta infraestructura: CONAGUA, Distrito de Riego (DISTRITO) o Sociedad de Responsabilidad Limitada (SRL); o el Módulo de Riego (MODULO), Y PARTICULARES	MODULO I-3 SRL HUMAYA
4	DEN_M_U	Texto	2	-	Denominación de Módulo (M) ó unidad (U)	M
5	CLAVE_M_U	Texto	30	-	Clave del módulo o unidad de riego. (En caso de que los módulos tengan nombre en lugar de número, se ordenara de acuerdo a la clasificación del Distrito de Riego y se numerara en ese orden)	05 UNIDAD NAVOLATO IV-3 EMILIANO ZAPATA
6	NO_POZO	Texto	10	-	Número de pozo.	27 127-A
7	NOMBRE	Texto	50	-	Nombre del pozo.	SOCIEDAD DE PRODUCTORES AGRICOLAS
8	LONGITUD_X	Número	14	8	Longitud, coordenada geográfica de la estructura expresada en grados decimales.	-98.47858348
9	LATITUD_Y	Número	14	8	Latitud, coordenada geográfica de la estructura expresada en grados decimales.	18.80178314
10	UTM_X	Número	10	2	Longitud, coordenadas UTM del pozo.	2332532.58
11	UTM_Y	Número	10	2	Latitud, coordenadas UTM del pozo.	722372.73
12	ZONA_UTM	Número	2	0	Zona UTM	13
13	EFICIENCIA	Número	5	2	Porcentaje de eficiencia.	60.12
14	DIAM_DESC	Número	5	0	Diámetro de descarga en pulgadas.	6
15	LONG_COLUM	Número	5	0	Longitud de la columna de agua (m).	4

No	Atributos	Tipo de datos	Carácter	Decimal	Descripción	EJEMPLO
16	USO	Texto	10	-	Agrícola, pecuario, urbano, Multiple, otros.	AGRICOLA MULTIPLE
17	USUARIOS	Número	3	0	Número de usuarios del pozo.	3
18	SUP_TOTAL	Número	12	4	Superficie total (ha).	138.0012
19	SUP_CULT	Número	12	4	Superficie cultivada (ha).	80.0012
20	SUP_REGADA	Número	12	4	Superficie regada (ha).	80.0012
21	OBSERVAC	Texto	150	-	Breve descripción del pozo. (Aquí pueden hacerse todo tipo de observaciones que se requiera).	BOMBA VERTICAL, DE 6" DE DIÁMETRO DE DESCARGA
22	EDO_FISICO	Texto	8	-	Mencionar el estado físico actual de conservación (Bueno, Regular ó Malo).	BUENO
23	IMAGEN	Texto	15	-	Fotografía(s) asociada(s) al pozo.	DR000M00P00 *
2 4	FECHA	Texto	10	-	Fecha en que se tomo la fotografía (dd-mm-aaaa)	28-07-2009

El nombre de las imágenes correspondientes a los pozos de un Distrito de Riego deberá llevar la siguiente clave:

○ **DR000M00P00**

Donde:

- DR000 = Se refiere al Distrito de Riego, por ejemplo; para el Distrito 026 Bajo San Juan, la clave será "DR026".
- M00 = Número de módulo correspondiente (U00 = Número de unidad, cuando se cuente con unidades en vez de módulos). Cuando dicho canal este operado por el Distrito de Riego se utilizara (**DTO**) o cuando aplique a la Sociedad de Responsabilidad Limitada se colocara (**SRL**).
- P = Pozo
- Los dos últimos dígitos de la clave ("00") será aquel número consecutivo que lo diferenciará de los demás pozos del Distrito.

- Finalmente, como en ocasiones se dispone de más de una fotografía por pozo, al colocarles el nombre se les agregará un guión bajo seguido de un dígito más como se muestra a continuación:

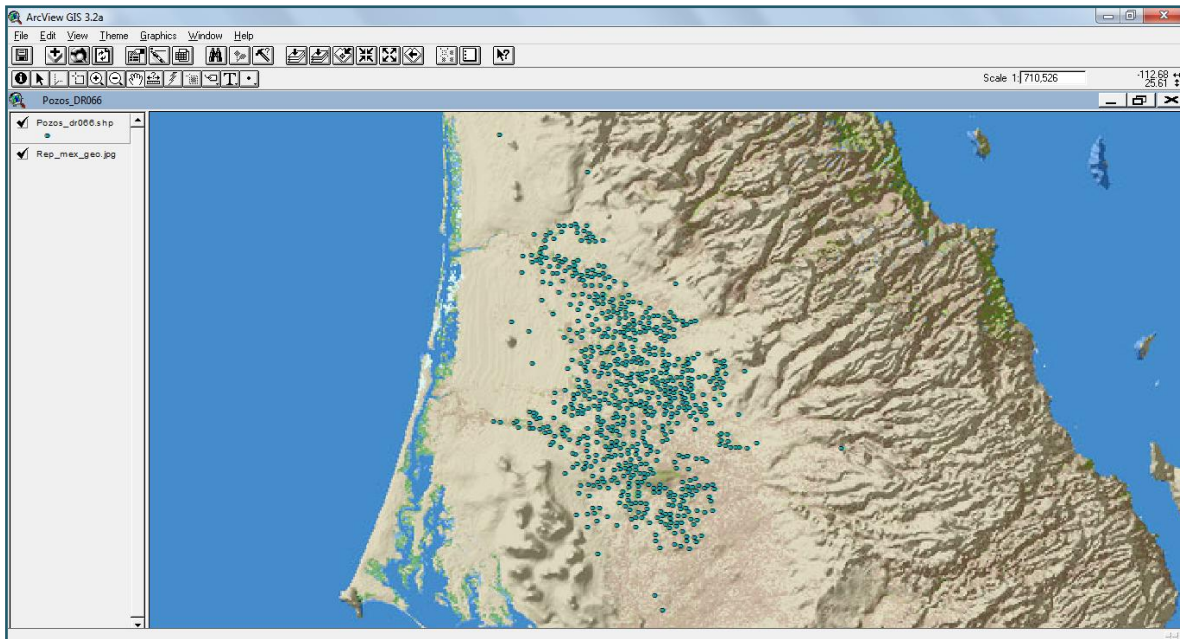
- **DR000M00P00\_0**

En la Figura 6.8 se presenta la imagen de la base de datos asociada a la capa de información de pozos.

En la Figura 6.9 se muestra la capa vectorial de pozos sobre el mapa base desarrollado.

Shape	ID	Denom	Clase	Clase_por	Den_m	d	Clase_m	d	No_pozo	Nombre	Longitude	Latitud	Utm_x	Utm_y	Eficiencia	Diam_externo	Long_culata	Uso	Usos_m	Sup_tot	Sup_cul	Sup_organ	Otros	
Point	0	DR	066	MODULO	M	01			650	4.18 DE MARZO	-111.8618	25.2024	413174.56	2787642.51	0.00	8		0	AGRICOLA	1	98.03	0.00	0.00	POZO QUE NO
Point	0	DR	066	MODULO	M	01			658	11.18 DE MARZO	-111.8820	25.1962	411137.56	2786964.36	0.00	8		0	AGRICOLA	3	99.04	12.00	12.00	
Point	0	DR	066	MODULO	M	01			121	3.A. F. E. No. 1	-111.8052	25.3167	418954.26	2800259.72	0.00	8		0	AGRICOLA	8	99.16	50.00	50.00	
Point	0	DR	066	MODULO	M	01			122	4.A. F. E. No. 1	-111.8088	25.3296	418600.35	2801687.91	0.00	6		0	AGRICOLA	2	100.63	3.00	3.00	
Point	0	DR	066	MODULO	M	01			71	7.A. F. E. No. 1	-111.9361	25.3369	415855.99	2802512.94	0.00	0		0	AGRICOLA	1	98.19	0.00	0.00	POZO QUE NO
Point	0	DR	066	MODULO	M	01			117	10.A. F. E. No. 1	-111.8278	25.3181	416677.81	2800433.70	0.00	6		0	AGRICOLA	1	102.17	63.00	63.00	
Point	0	DR	066	MODULO	M	01			128	1.A. F. E. No. 2	-111.7773	25.3216	421762.68	2800781.39	0.00	8		0	AGRICOLA	1	102.70	86.00	86.00	
Point	0	DR	066	MODULO	M	01			135	4.A. F. E. No. 2	-111.7840	25.3172	423057.69	2800291.75	0.00	8		0	AGRICOLA	1	103.00	0.00	0.00	POZO QUE NO
Point	0	DR	066	MODULO	M	01			126	5.A. F. E. No. 2	-111.7795	25.3057	421633.42	2799030.28	0.00	8		0	AGRICOLA	1	102.26	40.00	40.00	
Point	0	DR	066	MODULO	M	01			136	6.A. F. E. No. 2	-111.7661	25.3054	422880.05	2798981.26	0.00	8		0	AGRICOLA	1	102.36	0.00	0.00	POZO QUE NO
Point	0	DR	066	MODULO	M	01			134	11.A. F. E. No. 2	-111.7539	25.3152	424119.13	2800058.30	0.00	8		0	AGRICOLA	1	101.10	67.00	67.00	
Point	0	DR	066	MODULO	M	01			130	13.A. F. E. No. 2	-111.7450	25.3255	425019.36	2801201.60	0.00	8		0	AGRICOLA	1	103.99	45.00	45.00	
Point	0	DR	066	MODULO	M	01			129	15.A. F. E. No. 2	-111.7564	25.3316	423878.94	2801878.99	0.00	8		0	AGRICOLA	1	101.23	12.00	12.00	
Point	0	DR	066	MODULO	M	01			131	17.A. F. E. No. 2	-111.7361	25.3304	429322.61	2801734.64	0.00	8		0	AGRICOLA	1	99.23	15.00	15.00	
Point	0	DR	066	MODULO	M	01			138	18.A. F. E. No. 2	-111.7262	25.3298	426315.54	2801680.37	0.00	8		0	AGRICOLA	1	103.77	76.00	76.00	
Point	0	DR	066	MODULO	M	01			139	18.A. F. E. No. 2	-111.7277	25.3381	426769.14	2802587.63	0.00	8		0	AGRICOLA	2	67.52	57.00	57.00	
Point	0	DR	066	MODULO	M	01			153	21.A. F. E. No. 2	-111.7077	25.3259	428772.86	2801228.50	0.00	8		0	AGRICOLA	1	101.14	30.00	30.00	EMPRESA AGF
Point	0	DR	066	MODULO	M	01			132	22.A. F. E. No. 2	-111.7372	25.3197	426056.37	2800556.02	0.00	8		0	AGRICOLA	1	99.99	15.00	15.00	
Point	0	DR	066	MODULO	M	01			137	23.A. F. E. No. 2	-111.7270	25.3207	426826.23	2800661.70	0.00	8		0	AGRICOLA	1	103.61	78.00	78.00	
Point	0	DR	066	MODULO	M	01			103	24.A. F. E. No. 2	-111.7551	25.3416	424016.18	2802989.52	0.00	8		0	AGRICOLA	1	123.73	0.00	0.00	POZO QUE NO
Point	0	DR	066	MODULO	M	01			15	D. ACATIC	-111.9460	25.4309	404871.80	2813000.51	0.00	6		0	AGRICOLA	1	100.22	30.00	30.00	
Point	0	DR	066	MODULO	M	01			20	10. ACATIC	-111.9437	25.4637	405724.33	2818625.46	0.00	6		0	AGRICOLA	1	100.71	0.00	0.00	POZO QUE NO
Point	0	DR	066	MODULO	M	01			314	12. AGRICOLA OLACHEA	-111.7309	25.1730	426343.92	2794303.22	0.00	8		0	AGRICOLA	1	106.56	40.00	40.00	
Point	0	DR	066	MODULO	M	01			315	14. AGRICOLA OLACHEA	-111.7233	25.1743	427115.06	2784440.37	0.00	8		0	AGRICOLA	3	103.08	22.00	22.00	
Point	0	DR	066	MODULO	M	01			702	24. AGRICOLA OLACHEA	-111.7397	25.1695	426459.17	2783478.18	0.00	8		0	AGRICOLA	1	99.49	36.00	36.00	
Point	0	DR	066	MODULO	M	01			701	39. AGRICOLA OLACHEA	-111.7301	25.1530	426415.45	2782092.03	0.00	8		0	AGRICOLA	2	96.31	32.00	32.00	EL VOLUMEN C
Point	0	DR	066	MODULO	M	01			509	3. AGUSTIN OLACHEA	-111.6427	24.9357	426108.21	2757995.36	0.00	8		0	AGRICOLA	1	103.64	34.00	34.00	
Point	0	DR	066	MODULO	M	01			510	4. AGUSTIN OLACHEA	-111.6567	24.9323	433697.72	2757606.57	0.00	8		0	AGRICOLA	9	102.90	49.00	49.00	
Point	0	DR	066	MODULO	M	01			85	1. ALVAREZ	-111.7966	25.3842	419866.09	2807724.41	0.00	8		0	AGRICOLA	1	100.45	60.00	60.00	
Point	0	DR	066	MODULO	M	01			83	2. ALVAREZ	-111.7873	25.3801	420795.69	2807267.92	0.00	8		0	AGRICOLA	1	101.19	75.00	75.00	
Point	0	DR	066	MODULO	M	01			74	4. ALVAREZ	-111.8318	25.3701	416316.83	2806186.16	0.00	8		0	AGRICOLA	1	99.15	55.00	55.00	
Point	0	DR	066	MODULO	M	01			79	6. ALVAREZ	-111.8034	25.3773	419180.88	2807032.49	0.00	8		0	AGRICOLA	2	99.58	90.00	90.00	
Point	0	DR	066	MODULO	M	01			81	7. ALVAREZ	-111.7973	25.3709	419786.81	2806253.06	0.00	8		0	AGRICOLA	2	102.46	47.00	47.00	
Point	0	DR	066	MODULO	M	01			82	8. ALVAREZ	-111.7872	25.3706	420805.19	2806219.54	0.00	8		0	AGRICOLA	1	101.01	45.00	45.00	
Point	0	DR	066	MODULO	M	01			87	9. ALVAREZ	-111.7730	25.3734	422238.06	2806524.44	0.00	8		0	AGRICOLA	1	100.10	70.00	70.00	

Figura 6.8. Base de datos asociada a la capa de información de pozos.



**Figura 6.9.** Capa vectorial de pozos sobre el mapa base desarrollado.

### 6.2.5. Atributos de la capa de red de conducción

Para el caso de la red de conducción, se nombrará como “Red\_secc\_DR000.shp” (Número depende del Distrito que se trate).

Cuando se dividan las capas de información a nivel de módulo o unidad de riego, se deben considerar las siguientes especificaciones:

- La capa de canales correspondiente a un módulo se definió como: Red\_secc\_M00.shp (Número depende del módulo que se trate).
- La capa de canales correspondiente a una unidad se definió como: Red\_secc\_U00.shp (Número depende de la unidad que se trate).
- Si la unidad o módulo carece de número, se podrá colocar el nombre correspondiente, y si se requiere trabajar por ejidos, se sustituirán las letras “M” o “E” por “E”.



En el Cuadro 6.5 se presentan los atributos de la capa de red de conducción.

**Cuadro 6.5.** Atributos de la capa de red de conducción. Archivo:Red\_secc\_DR000.dbf

No	Atributos	Tipo de datos	Carácter	Decimal	Descripción	EJEMPLO
1	DENOM	Texto	2	-	Denominación de Distrito de Riego	DR
2	CLAVE_DR	Texto	5	-	Clave del Distrito de Riego.	092A
3	OPERA_POR	Texto	30	-	Señalar quien opera ese tramo de infraestructura: Distrito de Riego (DISTRITO 026) o Sociedad de Responsabilidad Limitada (SRL CULIACAN); o el Módulo de Riego (MODULO I-3)	MODULO DISTRITO 026 SRL CULIACAN
4	DEN_M_U	Texto	1	-	Denominación de Módulo (M) ó unidad (U) (Solo cuando aplique)	M
5	CLAVE_M_U	Texto	30	-	Clave del módulo o unidad de riego ( En caso de que los módulos tengan nombre en lugar de número, se ordenara de acuerdo a la clasificación del Distrito de Riego y se numerara en ese orden)	05 UNIDAD NAVOLATO IV-3 EMILIANO ZAPATA
6	TIPO_RED	Texto	8	-	Canal (que aunque sea tubería sigue siendo un canal, así que aquí solo se pondrá canal)	CANAL
7	NOMBRE	Texto	100	-	Nombre del canal registrado en el Inventario de obras.	RAMAL 1+300 DEL SUBLATERAL 2+100 EL VENADO
8	CAD_INIC	Texto	7	-	Cadenamiento Inicial registrado en el Inventario de Obras	0+000
9	CAD_FINAL	Texto	7	-	Cadenamiento final registrado en el inventario de Obras	3+700

No	Atributos	Tipo de datos	Carácter	Decimal	Descripción	EJEMPLO
8	NIVEL_RED	Texto	15	-	Principal, lateral, sublateral, Sub-sublateral, etc.	PRINCIPAL
9	MARGEN	Texto	10	-	Margen de la cual se origina el canal (derecho ó izquierdo).	DERECHO
10	TIPO_SEC	Texto	15	-	Indicar el tipo de sección hidráulica. Si es tubería se pondrá circular.	TRAPECIAL, RECTANGULAR CIRCULAR
11	TIPO_REV	Texto	30	-	Indicar el tipo de revestimiento (concreto, tierra, PVC, Acero al Carbón (Aa)).	CONCRETO, PVC O TIERRA ACERO AL CARBON (Aa)
12	DIAM_(PLG)	Texto	5	0	Diámetro en pulgadas (en caso de aplicar) en caso de tener tuberías métricas hacer la conversión lo mas aproximadamente posible	34
13	NO_INVENT	Texto	10	0	Número de inventario (registrado en la CONAGUA para ese canal).	5
14	LONG_EFEC	Número	8	3	Longitud del canal registrada en el inventario de la CONAGUA (km).	3.450
15	GASTO	Número	8	3	Gasto (m <sup>3</sup> /s)	2.412
16	V_MEDIA	Número	6	4	Velocidad media (m/s)	0.5649
17	PENDIENTE	Número	8	5	Pendiente	0.00005
18	AREA_HID	Número	6	3	Área hidráulica (m <sup>2</sup> )	4.270
19	PLANTILLA	Número	5	2	Ancho de plantilla (m)	1.65
20	TIRANTE	Número	5	2	Tirante normal (m)	1.20
21	LIBRE_B	Texto	8	-	Libre bordo (m)	0.30 VARIABLE
22	TALUD	Texto	8	-	Relación de Talud	1.5:1
23	CORONA	Número	5	2	Ancho de corona (m)	5.00
24	EDO_FISICO	Texto	8	-	Mencionar el Estado físico actual: Bueno (no requiere rehabilitación), regular (requiere poca rehabilitación), malo (requiere rehabilitación mayor o reposición para operar)	BUENO

No	Atributos	Tipo de datos	Carácter	Decimal	Descripción	EJEMPLO
25	LONG_CALC	Número	8	3	Longitud calculada en el SIG (km)	3.450
26	OBSERVAC	Texto	150	-	Alguna observación o comentario a destacar del canal, podría ser que no está dentro del inventario, que el cadenamiento es erróneo, el canal no tiene estructuras, funciona como regadera, que está mal la clasificación de tipo de canal, etc	CANAL NUEVO, NO INVENTARIADO
27	IMAGEN	Texto	16	-	Fotografía asociada al canal o red de conducción. Al inicio del tramo o que sea representativa del tramo considerado	<b>DR000M00RCS000*</b>
28	FECHA	Texto	10	-	Fecha en que se tomo la fotografía (dd-mm-aaaa)	28-07-2009

En la Figura 6.10 se presenta la imagen de la base de datos asociada a la capa de información de red de conducción.

En la Figura 6.11 se muestra la capa vectorial de red de conducción sobre el mapa base desarrollado.

Shape	Id	Unidad	Person	Clave_d	Clave_por	Zon_m_d	Clave_m_u	Tipo_red	Nombre	Nivel_red	Masses	Tipo_osc	Tipo_rev	Diam_esp	N2
PolyLine	1	PRIMERA UNIDAD	DR	009	MODULO 06	M	06	CANAL	LAT. ACEQUIA ARANDAS K8	LATERAL	IZQUIERDO	TRAPECIAL	CONCRETO		
PolyLine	2	PRIMERA UNIDAD	DR	009	MODULO 01	M	01	CANAL	LAT. ACEQUIA CORDERO K8	LATERAL	IZQUIERDO	IRREGULAR	TIERRA		
PolyLine	3	PRIMERA UNIDAD	DR	009	MODULO 01	M	01	CANAL	LAT. ACEQUIA MORMONA K8	LATERAL	IZQUIERDO	IRREGULAR	TIERRA		
PolyLine	4	PRIMERA UNIDAD	DR	009	MODULO 01	M	01	CANAL	ACEQUIA "LA BRAVA"	LATERAL	IZQUIERDO	IRREGULAR	TIERRA		
PolyLine	5	PRIMERA UNIDAD	DR	009	MODULO 01	M	01	CANAL	ACEQUIA "LA HORTALIZA"	LATERAL	DERECHO	IRREGULAR	TIERRA		
PolyLine	6	PRIMERA UNIDAD	DR	009	MODULO 01	M	01	CANAL	ACEQUIA "LA LINEA"	LATERAL	IZQUIERDO	IRREGULAR	TIERRA		
PolyLine	7	PRIMERA UNIDAD	DR	009	MODULO 01	M	01	CANAL	SUB_LAT. 1+400 "LA LINEA"		DERECHO	IRREGULAR	TIERRA		
PolyLine	8	PRIMERA UNIDAD	DR	009	MODULO 01	M	01	CANAL	LAT. 24+321.57	LATERAL	IZQUIERDO	IRREGULAR	CONCRETO		
PolyLine	9	PRIMERA UNIDAD	DR	009	MODULO 01	M	01	CANAL	LAT. "SAN MIGUEL"	LATERAL	IZQUIERDO	IRREGULAR	TIERRA		
PolyLine	10	PRIMERA UNIDAD	DR	009	MODULO 07	M	07	CANAL	LAT. 25+821.30	LATERAL	IZQUIERDO	TRAPECIAL	CONCRETO		
PolyLine	11	PRIMERA UNIDAD	DR	009	MODULO 07	M	07	CANAL	LAT. 30+377.64	LATERAL	DERECHO	TRAPECIAL	CONCRETO		
PolyLine	12	SEGUNDA UNIDAD	DR	009	MODULO 02	M	02	CANAL	LAT. 31+209.37	LATERAL	IZQUIERDO	TRAPECIAL	CONCRETO		
PolyLine	13	SEGUNDA UNIDAD	DR	009	MODULO 02	M	02	CANAL	LAT. 40+440	LATERAL	IZQUIERDO	TRAPECIAL	CONCRETO		
PolyLine	14	SEGUNDA UNIDAD	DR	009	MODULO 02	M	02	CANAL	SUB_LAT. 2+010.80 DEL LAT.		IZQUIERDO	TRAPECIAL	CONCRETO		
PolyLine	15	SEGUNDA UNIDAD	DR	009	MODULO 02	M	02	CANAL	SUB_LAT. 1+422.30	OTROS	IZQUIERDO	TRAPECIAL	CONCRETO		
PolyLine	16	SEGUNDA UNIDAD	DR	009	MODULO 02	M	02	CANAL	SUB_LAT. 0+822.50	OTROS	IZQUIERDO	TRAPECIAL	CONCRETO		
PolyLine	17	SEGUNDA UNIDAD	DR	009	MODULO 02	M	02	CANAL	SUB_LAT. 0+880	OTROS	DERECHO	TRAPECIAL	CONCRETO		
PolyLine	18	SEGUNDA UNIDAD	DR	009	MODULO 02	M	02	CANAL	LAT. 46+406	LATERAL	IZQUIERDO	TRAPECIAL	CONCRETO		
PolyLine	19	SEGUNDA UNIDAD	DR	009	MODULO 02	M	02	CANAL	LAT. 46+971.40	LATERAL	IZQUIERDO	TRAPECIAL	CONCRETO		
PolyLine	20	SEGUNDA UNIDAD	DR	009	MODULO 02	M	02	CANAL	LAT. 53+489.21	LATERAL	IZQUIERDO	TRAPECIAL	CONCRETO		
PolyLine	21	SEGUNDA UNIDAD	DR	009	MODULO 02	M	02	CANAL	LAT. 55+230.79	LATERAL	IZQUIERDO	TRAPECIAL	CONCRETO		
PolyLine	22	SEGUNDA UNIDAD	DR	009	MODULO 02	M	02	CANAL	LAT. 57+754	LATERAL	DERECHO	TRAPECIAL	CONCRETO		
PolyLine	23	SEGUNDA UNIDAD	DR	009	MODULO 02	M	02	CANAL	SUB_LAT. 1+854.20 DEL LAT.	OTROS	IZQUIERDO	TRAPECIAL	CONCRETO		
PolyLine	24	SEGUNDA UNIDAD	DR	009	MODULO 02	M	02	CANAL	SUB_LAT. 2+337.50 DEL LAT.	OTROS	DERECHO	TRAPECIAL	CONCRETO		
PolyLine	25	TERCERA UNIDAD	DR	009	MODULO 03	M	03	CANAL	LAT. 62+836.33	LATERAL	IZQUIERDO	TRAPECIAL	CONCRETO		
PolyLine	26	TERCERA UNIDAD	DR	009	MODULO 03	M	03	CANAL	SUB_LAT. 1+422.50	OTROS	DERECHO	TRAPECIAL	CONCRETO		
PolyLine	27	TERCERA UNIDAD	DR	009	MODULO 03	M	03	CANAL	SUB_LAT. 1+978.70	OTROS	DERECHO	TRAPECIAL	CONCRETO		
PolyLine	28	TERCERA UNIDAD	DR	009	MODULO 03	M	03	CANAL	SUB_LAT. 3+580	OTROS	DERECHO	TRAPECIAL	CONCRETO		
PolyLine	29	TERCERA UNIDAD	DR	009	MODULO 03	M	03	CANAL	LAT. 65+384.35	LATERAL	IZQUIERDO	TRAPECIAL	CONCRETO		
PolyLine	30	TERCERA UNIDAD	DR	009	MODULO 03	M	03	CANAL	SUB_LAT. 3+853 DEL LAT.	OTROS	IZQUIERDO	TRAPECIAL	CONCRETO		
PolyLine	31	TERCERA UNIDAD	DR	009	MODULO 03	M	03	CANAL	RAMAL 3+635.50 DEL SUB.	OTROS	IZQUIERDO	TRAPECIAL	CONCRETO		
PolyLine	32	TERCERA UNIDAD	DR	009	MODULO 03	M	03	CANAL	R. SUB_LAT. 8+129.50	OTROS	IZQUIERDO		CONCRETO		
PolyLine	33	SEGUNDA UNIDAD	DR	009	MODULO 05	M	05	CANAL	LAT. 66+950.70	LATERAL	DERECHO	TRAPECIAL	CONCRETO		
PolyLine	34	SEGUNDA UNIDAD	DR	009	MODULO 05	M	05	CANAL	SUB_LAT. 2+661.65	OTROS	IZQUIERDO	TRAPECIAL	CONCRETO		
PolyLine	35	SEGUNDA UNIDAD	DR	009	MODULO 05	M	05	CANAL	SUB_LAT. 5+206	OTROS	IZQUIERDO	TRAPECIAL	CONCRETO		
PolyLine	36	SEGUNDA UNIDAD	DR	009	MODULO 05	M	05	CANAL	LAT. 67+821.50	LATERAL	IZQUIERDO	TRAPECIAL	CONCRETO		

Figura 6.10. Base de datos asociada a la capa de información de red de conducción.

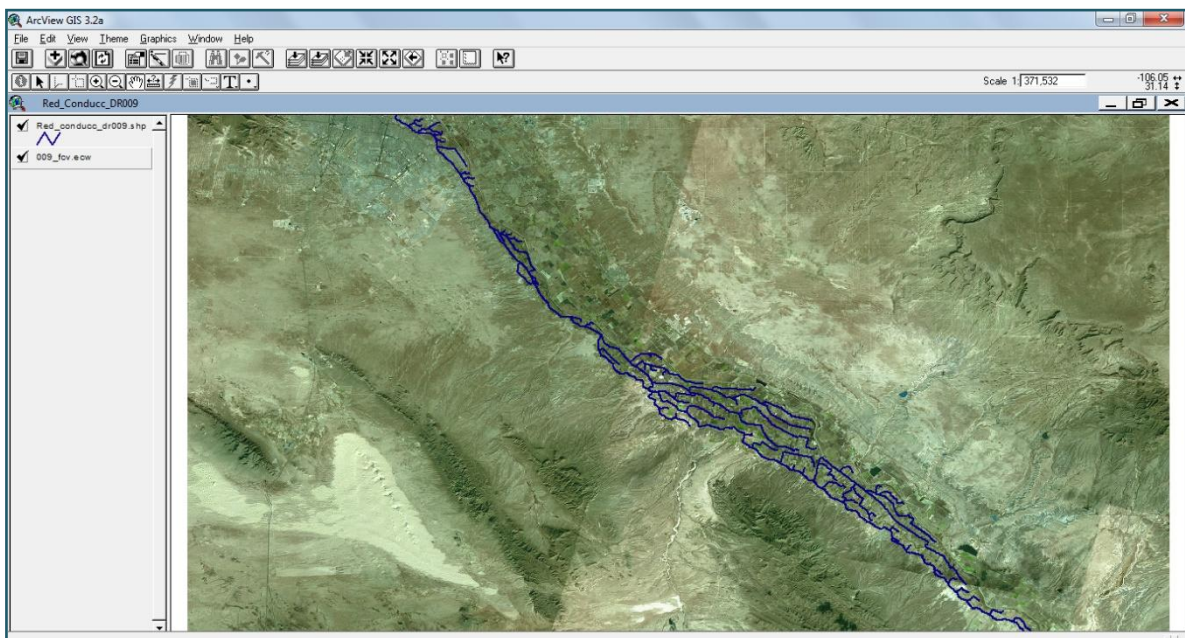


Figura 6.11. Capa vectorial de red de conducción sobre el mapa base desarrollado.

## 6.2.6. Atributos de la capa de red de drenaje

La capa general de Red de drenaje se definió como: Red\_drenaje\_DR.shp (Número depende del Distrito que se trate).

Cuando se dividan las capas de información a nivel de Distrito, módulo o unidad de riego, se deben considerar las siguientes especificaciones:

- La capa de red de drenaje se definió como: Red\_drenaje\_DR000.shp (Número depende del Distrito que se trate).
- La capa de red drenaje correspondiente a un módulo se definió como: Red\_drenaje\_DR000\_M00.shp (Número depende del módulo que se trate).
- La capa de drenaje correspondiente a una unidad se definió como: Red\_drenaje\_DR000\_U00.shp (Número depende de la unidad que se trate).
- Si la unidad o módulo carece de número, se podrá colocar el nombre correspondiente, y si se requiere trabajar por ejidos, se sustituirán las letras “M” o “U” por “E”.

En el Cuadro 6.6 se presentan los atributos de la capa de red de drenaje.

**Cuadro 6.6.** Atributos de la capa de red de drenaje. Archivo: Red\_drenaje\_DR.dbf

No	Atributos	Tipo de datos	Carácter	Decimal	Descripción	EJEMPLO
1	DENOM	Texto	2	-	Denominación de Distrito de Riego	DR
2	CLAVE_DR	Texto	5	-	Clave del Distrito de Riego.	092A
3	OPERA_POR	Texto	30	-	Señalar quien opera ese tramo de infraestructura: Distrito de Riego (DISTRITO 026) o Sociedad de Responsabilidad Limitada (SRL CULIACAN); o el Módulo de Riego (MODULO I-3)	MODULO
4	DEN_M_U	Texto	1	-	Denominación de Módulo (M) ó unidad (U). (Solo cuando aplique)	M

No	Atributos	Tipo de datos	Carácter	Decimal	Descripción	EJEMPLO
5	CLAVE_M_U	Texto	30	-	Clave del módulo o unidad de riego ( En caso de que los módulos tengan nombre en lugar de número, se ordenara de acuerdo a la clasificación del Distrito de Riego y se numerara en ese orden)	05 UNIDAD NAVOLATO IV-3 EMILIANO ZAPATA
6	NOMBRE	Texto	100	-	Nombre del dren	RAMAL 1+300 DEL SUBLATERAL 2+100 EL VENADO
7	NIVEL_DREN	Texto	15	-	Tipo de dren (principal, ramal, sub-ramal, terciario).	RAMAL
8	NO_INVENT	Texto	10	0	Número de inventario (registrado en la CONAGUA para ese dren).	5
9	LONG_EFEC	Número	8	3	Longitud del dren registrada en el inventario de la CONAGUA (km)	3.450
10	GASTO	Número	8	3	Gasto (m <sup>3</sup> /s)	2.412
11	V_MEDIA	Número	6	4	Velocidad media (m/s)	0.5649
12	PENDIENTE	Número	8	5	Pendiente	0.00005
13	AREA_HID	Número	6	3	Área hidráulica (m <sup>2</sup> )	4.270
14	PLANTILLA	Número	5	2	Ancho de plantilla (m)	1.65
15	TIRANTE	Número	5	2	Tirante normal (m)	1.20
16	LIBRE_B	Texto	8	-	Libre bordo (m)	0.30 VARIABLE
17	TALUD	Texto	8	-	Relación de Talud	1.5:1
18	CORONA	Número	5	2	Ancho de corona (m)	5.00
19	EDO_FISICO	Texto	8	-	Mencionar el Estado físico actual: Bueno (no requiere rehabilitación), regular (requiere poca rehabilitación), malo (requiere rehabilitación para operar).	REGULAR
20	LONG_CALC	Número	8	3	Longitud calculada en el SIG	3.450
21	OBSERVAC	Texto	150	-	Alguna observación o comentario a destacar del dren, podría ser que no esté dentro del inventario, que el cadenamamiento es erróneo.	DREN NUEVO, NO INVENTARIADO
22	IMAGEN	Texto	16	-	Fotografía asociada al dren. Al inicio del tramo o que sea representativa del tramo considerado	DR000M00RD000*
23	FECHA	Texto	10	-	Fecha en que se tomo la fotografía (dd-mm-aaaa)	28-07-2009

La información que debe ingresarse en los números del 8 al 18, serán extraídos del inventario de infraestructura hidroagrícola del Distrito de Riego correspondiente.

El nombre de las imágenes correspondientes a la red de drenaje del Distrito de Riego deberá llevar la siguiente clave:

○ **DR000M00RD000**

Donde:

- DR000 = Se refiere al Distrito de Riego, por ejemplo; para el Distrito 026 Bajo San Juan, la clave será "DR026".
- **M00** = Número de módulo correspondiente; (U00 = Número de unidad, cuando se cuente con unidades en vez de módulos); Cuando dicho canal este operado por el Distrito de Riego se utilizara (**DTO**) o cuando aplique a la Sociedad de Responsabilidad Limitada se colocara (**SRL**)
- RD000 = Número de inventario del dren. En caso de no estar inventariado, se le asignara un número que se especificara en el documento final y que difiera de los establecidos en el inventario de infraestructura

Finalmente, como en ocasiones se dispone de más de una fotografía por dren o tramo de dren, al nombrarlas se les colocará un guión bajo seguido de un dígito más como se muestra a continuación:

○ **DR000M00RD000\_0**

En la Figura 6.12 se presenta la imagen de la base de datos asociada a la capa de información de red de drenaje.

En la Figura 6.13 se muestra la capa vectorial de red de drenaje sobre el mapa base desarrollado.

ArcView GIS 3.2a

File Edit Table Field Window Help

0 of 536 selected

Attributes of Red drenaje\_d026.shp

Shape	Drenaje	Clave_d	Clave_psr	Drenaje_d	Clave_m_d	Nombre	Nivel dren	No. eventos	Long. elev	Gasos	V. anch	Pendientes	Area. int	Planilla	Tamaño	Libra	Talla	Cuadra	Elev. línea	Long. cat	Observac	Id
PolyLine	DR	026	M	11		DREN 1.48 DER. DEL S.326 E		1608	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	951.63		DR026#
PolyLine	DR	026	M	09		DREN 1.475 DER. DEL N.21		0000	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	935.70		DR026#
PolyLine	DR	026	M	09		DREN 1.475 DER. DEL N.15		1420	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1031.44		DR026#
PolyLine	DR	026	M	11		DREN 1.47 DER. DEL 1.7DEF		1597	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1911.19		DR026#
PolyLine	DR	026	M	07		DREN 1.4 IZQ. DEL RIO BRA		1645	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3729.02		DR026#
PolyLine	DR	026	M	08		DREN 1.4 IZQ. DEL N-17		1432	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	914.54		DR026#
PolyLine	DR	026	M	09		DREN 1.3 DER. DEL N-13		1414	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1060.76		DR026#
PolyLine	DR	026	M	05		DREN 1.3 DEL SR-3 DEL R-2		1304	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1622.73		DR026#
PolyLine	DR	026	M	06		DREN 1.3 DEL R-1 DEL MOR		1269	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	758.67		DR026#
PolyLine	DR	026	M	06		DREN 1.26 DEL 1.3 DEL R-1		1270	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	401.51		DR026#
PolyLine	DR	026	M	08		DREN 1.20 IZQ. DEL N-22.5		1486	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1095.07		DR026#
PolyLine	DR	026	M	11		DREN 1.1 DER. DEL S-1		1615	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2654.64		DR026#
PolyLine	DR	026	M	08		DREN 1.05 IZQ. DEL N-23.5		1487	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1926.58		DR026#
PolyLine	DR	026	M	08		DREN 1.025 IZQ. DEL N-19		1449	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	956.83		DR026#
PolyLine	DR	026	M	10		DREN 1.0 DER. DEL N-11		1528	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2272.88		DR026#
PolyLine	DR	026	M	09		DREN 1.0 DER. DEL 4.3 IZQ		1544	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	754.88		DR026#
PolyLine	DR	026	M	10		DREN 0.96 IZQ. DEL 0.5 IZQ		1553	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	996.25		DR026#
PolyLine	DR	026	M	10		DREN 0.96 DER. DEL 3.2 DE		1560	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	527.04		DR026#
PolyLine	DR	026	M	03		DREN 0.83 DER. DEL SR-1 DEL R-		1164	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	592.84		DR026#
PolyLine	DR	026	M	11		DREN 0.82 DER. DEL N-1		1594	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	912.44		DR026#
PolyLine	DR	026	M	10		DREN 0.79 DER. DEL 3.2 DE		1559	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	972.75		DR026#
PolyLine	DR	026	M	04		DREN 0.76 DER. DEL R-6 DEL S. G		1203	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	552.04		DR026#
PolyLine	DR	026	M	08		DREN 0.75 IZQ. DEL N-21		1464	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	483.79		DR026#
PolyLine	DR	026	M	10		DREN 0.65 DER. DEL R-1 DE		1531	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	958.05		DR026#
PolyLine	DR	026	M	05		DREN 0.65 DEL MORILLO		1262	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2025.86		DR026#
PolyLine	DR	026	M	06		DREN 0.65 DEL MORILLO		1262	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2025.86		DR026#
PolyLine	DR	026	M	11		DREN 0.63 IZQ. DEL S-1		1614	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1642.67		DR026#
PolyLine	DR	026	M	08		DREN 0.60 DER. DEL N-21		1463	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	993.33		DR026#
PolyLine	DR	026	M	04		DREN 0.6 DEL R-6 DEL S. G		1201	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	781.02		DR026#
PolyLine	DR	026	M	06		DREN 0.6 DEL 1.98 DEL PPA		1073	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	381.52		DR026#
PolyLine	DR	026	M	11		DREN 0.545 DER. DEL 3.3 DE		1601	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	897.27		DR026#
PolyLine	DR	026	M	06		DREN 0.54 DEL R-1 DEL PPA		1237	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1142.06		DR026#
PolyLine	DR	026	M	10		DREN 0.5 IZQ. DEL R-3 DEL		1552	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2455.42		DR026#
PolyLine	DR	026	M	11		DREN 0.474 DER. DEL 1.7 DE		0000	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	581.49		DR026#
PolyLine	DR	026	M	08		DREN 0.37 IZQ. DEL N-21		1462	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	536.92		DR026#

Figura 6.12. Base de datos asociada a la capa de información de red de drenaje.

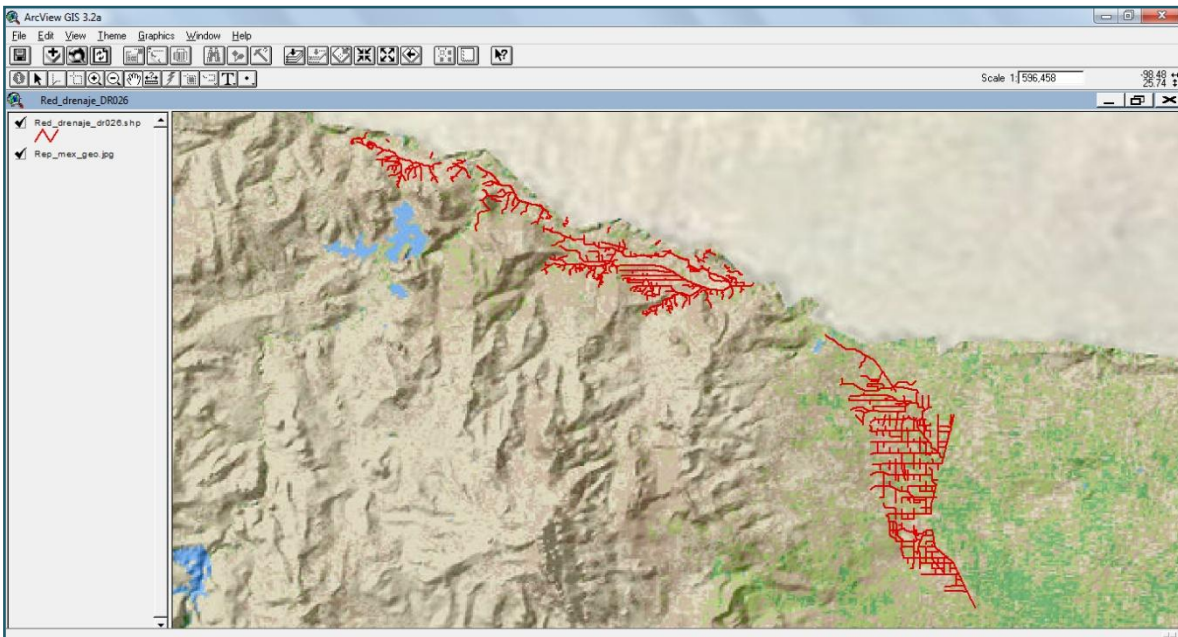


Figura 6.13. Capa vectorial de red de drenaje sobre el mapa base desarrollado.



### 6.2.7. Atributos de la capa de red de caminos

La capa general de caminos se definió como: Caminos\_DR.shp

Cuando se dividan las capas de información a nivel de Distrito, módulo o unidad de riego, se deben considerar las siguientes especificaciones:

- La capa general de caminos se definió como: Caminos\_DR000.shp (Número depende del Distrito que se trate).
- La capa de caminos correspondiente a un módulo se definió como: Caminos\_DR000\_M00.shp (Número depende del módulo que se trate).
- La capa de caminos correspondiente a una unidad se definió como: Caminos\_DR000\_U00.shp (Número depende de la unidad que se trate).
- Si la unidad o módulo carece de número, se podrá colocar el nombre correspondiente, y si se requiere trabajar por ejidos, se sustituirán las letras “M” o “U” por “E”.

En el Cuadro 6.7 se presentan los atributos de la capa de red de caminos.

**Cuadro 6.7.** Atributos de la capa de red de caminos. Archivo: Caminos\_DR.dbf

No	Atributos	Tipo de datos	Carácter	Decimal	Descripción	EJEMPLO
1	DENOM	Texto	2	-	Denominación de Distrito de Riego	DR
2	CLAVE_DR	Texto	5	-	Clave del Distrito de Riego.	092A
3	OPERA_POR	Texto	30	-	Señalar quien opera ese tramo de infraestructura: Distrito de Riego (DISTRITO) o Sociedad de Responsabilidad Limitada (SRL); o el Módulo de Riego (MODULO)	MODULO DISTRITO 026 SRL SINALOA MODULO IV-1
4	DEN_M_U	Texto	1	-	Denominación de Módulo (M) ó unidad (U).	M

No	Atributos	Tipo de datos	Carácter	Decimal	Descripción	EJEMPLO
5	CLAVE_M_U	Texto	30	-	Clave del módulo o unidad de riego. (En caso de que los módulos tengan nombre en lugar de número, se ordenara de acuerdo a la clasificación del Distrito de Riego y se numerara en ese orden)	05 UNIDAD NAVOLATO IV-3 EMILIANO ZAPATA
6	NOMBRE	Texto	20	-	Nombre del camino	REAL DE SAN VICENTE
7	TIPO_CAMIN	Texto	10	-	Tipo de servicio (acceso, operación).	OPERACIÓN
8	ANCHO	Número	5	2	Ancho de la superficie de rodamiento en metros.	4.50
9	TIPO_REVES	Texto	10	-	Tipo de revestimiento, (Grava, pavimento, tierra u otros).	GRAVA
10	LONG_EFEC	Número	11	3	Longitud efectiva registrada en el inventario de infraestructura del Distrito (km).	2.140
11	LONG_CALC	Número	11	3	Longitud calculada en el SIG (km).	2.142
12	IMAGEN	Texto	16	-	Fotografía asociada al camino. Al inicio del tramo o que sea representativa del tramo considerado	DR000M00CM000*
13	FECHA	Texto	10	-	Fecha en que se tomo la fotografía (dd-mm-aaaa)	28-07-2009

El nombre de las imágenes correspondientes a la red de caminos del Distrito de Riego deberá llevar la siguiente clave:

○ **DR000M00CM000**

Donde:

- DR000 = Se refiere al Distrito de Riego, por ejemplo; para el Distrito 026 Bajo San Juan, la clave será “DR026”.
- **M00** = Número de módulo correspondiente; (U00 = Número de unidad, cuando se cuente con unidades en vez de módulos); Cuando dicho canal este operado por el Distrito de Riego se utilizara (**DTO**) o cuando aplique a la Sociedad de Responsabilidad Limitada se colocará (**SRL**).

- **CM000** = Número de inventario del camino. En caso de no estar inventariado, se le asignara un número que se especificara en el documento final y que difiera de los establecidos en el inventario de infraestructura

Finalmente, como en ocasiones se dispone de más de una fotografía por camino, al nombrarlas se les colocará un guión bajo seguido de un dígito más como se muestra a continuación:

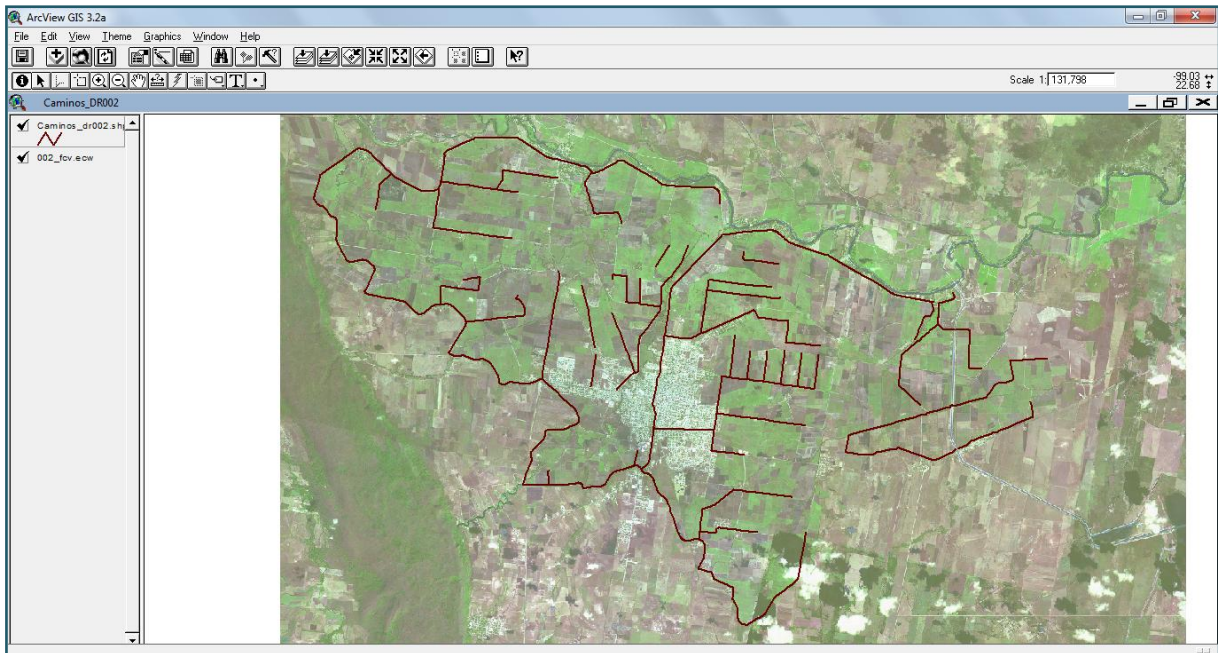
○ **DR000M00CM000\_0**

En la Figura 6.14 se presenta la imagen de la base de datos asociada a la capa de información de red de caminos.

En la Figura 6.15 se muestra la capa vectorial de red de caminos sobre el mapa base desarrollado.

Shape	Denom	Clave de	Opera	Den. m. u	Clave m. u	Nombre	Tipo camin	Ancho	Tipo revest	Long. etec	Long. calc	Imagen	Fecha
PolyLine	DR	002	MODULO	M	01	CA. LATERAL INGENIO	OPERACION	4.00	M. REYNOSO	0.62	0.62	DR002M01CM020	24-08-2009
PolyLine	DR	002	MODULO	M	01	CA. SLT. 5+400	OPERACION	4.00	M. REYNOSO	3.54	3.55	DR002M01CM024	24-08-2009
PolyLine	DR	002	MODULO	M	01	CA. SLT. 5+400	OPERACION	4.00	TIERRA	3.47	3.46	DR002M01CM034	19-09-2009
PolyLine	DR	002	MODULO	M	01	CA. C. LT. CANTON	OPERACION	5.00	M. REYNOSO	4.30	4.33	DR002M01CM002	02-09-2009
PolyLine	DR	002	MODULO	M	01	CA. LATERAL 12+500	OPERACION	4.00	M. REYNOSO	0.80	0.89	DR002M01CM011	03-09-2009
PolyLine	DR	002	MODULO	M	01	CA. C. PPL. DESTE	OPERACION	5.00	M. REYNOSO	33.50	33.48	DR002M01MGND15P	02-09-2009
PolyLine	DR	002	MODULO	M	01	CA. LATERAL 25+200	OPERACION	5.00	M. REYNOSO	1.60	1.61	DR002M01CM1012	08-09-2009
PolyLine	DR	002	MODULO	M	01	CA. SLT. CONRRADO C.	OPERACION	5.00	M. REYNOSO	0.78	0.77	DR002M01CM015	12-09-2009
PolyLine	DR	002	MODULO	M	01	CA. SLT. 10+500	OPERACION	4.00	TIERRA	1.60	1.59	DR002M01CM037	26-08-2009
PolyLine	DR	002	MODULO	M	01	CA. C. PPL. DESTE	OPERACION	5.00	M. REYNOSO	6.30	6.28	DR002M01CM1001	
PolyLine	DR	002	MODULO	M	01	CA. LATERAL 34+600	OPERACION	4.00	M. REYNOSO	3.00	3.00	DR002M01CM016	05-10-2009
PolyLine	DR	002	MODULO	M	01	CA. C. SUBLATERAL K0	OPERACION	0.00	M. REYNOSO	6.60	6.62	DR002M01CMD003	05-10-2009
PolyLine	DR	002	MODULO	M	01	CA. RAMAL K0A	OPERACION	4.00	TIERRA	2.51	2.52	DR002M01MGND15P	07-10-2009
PolyLine	DR	002	MODULO	M	01	CA. RAMAL K0B	OPERACION	4.00	M. REYNOSO	2.92	2.92	DR002M01CM1006	06-10-2009
PolyLine	DR	002	MODULO	M	01	CA. SRA. MAGDALENAS 2	OPERACION	4.00	M. REYNOS	1.00	1.01	DR002M01CM1007	08-10-2009
PolyLine	DR	002	MODULO	M	01	M.I. RA. MAGDALENAS1	OPERACION	4.00	M. REYNOSO	1.00	1.00	DR002M01CM1008	08-10-2009
PolyLine	DR	002	MODULO	M	01	CA. CP. GUAYALEJO	OPERACION	8.00	M. REYNOSO	1.00	1.01	DR002M01CM051	19-10-2009
PolyLine	DR	002	MODULO	M	01	M.I. SLT. GUAYALEJO	OPERACION	5.00	M. REYNOSO	4.72	4.73	DR002M01CM039	19-10-2009
PolyLine	DR	002	MODULO	M	01	CA. SLT. PALMA SUR	OPERACION	5.00	TIERRA	8.62	8.52	DR002M01CM047	12-10-2009
PolyLine	DR	002	MODULO	M	01	CA. C. PPL. ESTE	OPERACION	5.00	TIERRA	17.77	17.77	DR002M01CM018	07-09-2009
PolyLine	DR	002	MODULO	M	01	CA. RAMAL 1+780 D1	OPERACION	4.00	TIERRA	1.65	1.63	DR002M01CM129	28-11-2009
PolyLine	DR	002	MODULO	M	01	CA. SRA. 1+780 D	OPERACION	4.00	TIERRA	1.63	1.12	DR002M01CM028	28-11-2009
PolyLine	DR	002	MODULO	M	01	CA. SSRA. 1+780 E1	OPERACION	4.00	TIERRA	1.28	1.29	DR002M01MGND15P	28-11-2009
PolyLine	DR	002	MODULO	M	01	CA. SRA. 1+780 E	OPERACION	4.00	TIERRA	3.27	3.24	DR002M01CM030	21-10-2009
PolyLine	DR	002	MODULO	M	01	CA. SSRA. 1+780 E2	OPERACION	4.00	TIERRA	1.34	1.35	DR002M01CM032	28-11-2009
PolyLine	DR	002	MODULO	M	01	CA. RAMAL 1+780 C	OPERACION	5.00	M. REYNOSO	2.95	2.95	DR002M01CM026	20-11-2009
PolyLine	DR	002	MODULO	M	01	CA. LATERAL 11+300	OPERACION	4.00	M. REYNOSO	1.50	1.49	DR002M01CM010	03-09-2009
PolyLine	DR	002	MODULO	M	01	CA. LATERAL 11+300	OPERACION	4.00	TIERRA	1.58	1.58	DR002M01CM010	03-09-2009
PolyLine	DR	002	MODULO	M	01	CA. LATERAL 12+500	OPERACION	4.00	TIERRA	2.37	2.35	DR002M01CPS13	03-09-2009
PolyLine	DR	002	MODULO	M	01	CA. LT. 27+100	OPERACION	5.00	M. REYNOSO	4.43	4.42	DR002M01CM1013	08-09-2009
PolyLine	DR	002	MODULO	M	01	CA. LT. 27+500	OPERACION	5.00	M. REYNOSO	2.80	2.79	DR002M01CMD014	12-09-2009
PolyLine	DR	002	MODULO	M	01	CA. LT. 27+500	OPERACION	5.00	M. REYNOSO	2.12	2.11	DR002M01CMD014	12-09-2009
PolyLine	DR	002	MODULO	M	01	SLT 18+495 (JUAREZ)	OPERACION	5.00	M. REYNOSO	1.74	1.75	DR002M01CMD022	19-08-2009
PolyLine	DR	002	MODULO	M	01	CA. SLT. 1+780	OPERACION	4.00	M. REYNOSO	2.82	2.81	DR002M01CM123	20-11-2009
PolyLine	DR	002	MODULO	M	01	CA. SLT. 1+780	OPERACION	4.00	M. REYNOSO	3.30	3.28	DR002M01CM123	20-11-2009
PolyLine	DR	002	MODULO	M	01	CA. RAMAL 1+780 D	OPERACION	4.00	M. REYNOSO	1.00	1.00	DR002M01CM123	20-11-2009

Figura 6.14. Base de datos asociada a la capa de información de red de caminos.



**Figura 6.15.** Capa vectorial de red de caminos sobre el mapa base desarrollado.

### 6.2.8. Atributos de la capa de estructuras

La capa general de estructuras se definió como: Estructuras\_DR.shp

Cuando se dividan las capas de información a nivel de Distrito, módulo o unidad de riego, se deben considerar las siguientes especificaciones:

- La capa general de estructuras se definió como: Estructuras\_DR000.shp (Número depende del Distrito que se trate).
- La capa de estructuras correspondiente a un módulo se definió como: Estructuras\_DR000\_M00.shp (Número depende del módulo que se trate).
- La capa de estructuras correspondiente a una unidad se definió como: Estructuras\_DR000\_U00.shp (Número depende de la unidad que se trate).
- Cuando se cuente con estructuras en drenes y canales, éstas se deberán colocar en capas diferentes, los cuales se nombrarán de la siguiente forma:
  - Estructuras en canales.

- La capa general de estructuras en canales se definió como: Est\_conducc\_DR000.shp (Número depende del Distrito que se trate).
- Cuando se dividan las capas de información a nivel de módulo o unidad de riego, se deben considerar las siguientes especificaciones:
- La capa de de estructuras en canales correspondiente a un módulo se definió como: Est\_ conducc \_DR000\_M00.shp (Número depende del módulo que se trate).
- La capa de estructuras en canales correspondiente a una unidad se definió como: Est\_ conducc \_DR000\_U00.shp (Número depende de la unidad que se trate).
- Estructuras en drenes.
  - La capa general de estructuras en drenes se definió como: Est\_dren\_DR000.shp (Número depende del Distrito que se trate).
  - Cuando se dividan las capas de información a nivel de módulo o unidad de riego, se deben considerar las siguientes especificaciones:
  - La capa de estructuras en drenes correspondiente a un módulo se definió como: Est\_dren\_DR000\_M00.shp (Número depende del módulo que se trate).
  - La capa de estructuras en drenes correspondiente a una unidad se definió como: Est\_dren\_DR000\_U00.shp (Número depende de la unidad que se trate).
  - Si la unidad o módulo carece de número, se podrá colocar el nombre correspondiente, y si se requiere trabajar por ejidos, se sustituirán las letras “M” o “U” por “E”.

En el Cuadro 6.8 se presentan los atributos de la capa de estructuras.

**Cuadro 6.8.** Atributos de la capa de estructuras. Archivo: Estructuras\_DR.dbf

No	Atributos	Tipo de datos	Carácter	Decimal	Descripción	EJEMPLO
1	DENOM	Texto	2	-	Denominación de Distrito de Riego	DR
2	CLAVE_DR	Texto	5	-	Clave del Distrito de Riego (000).	092A
3	OPERA_POR	Texto	30	-	Señalar quien opera esta estructura: Distrito de Riego (DISTRITO) o Sociedad de Responsabilidad Limitada (SRL); o el Módulo de Riego (MODULO)	MODULO I-3 SRL HUMAYA
4	DEN_M_U	Texto	1	-	Denominación de Módulo (M) ó unidad (U).	M
5	CLAVE_M_U	Texto	30	-	Clave del módulo o unidad de riego. (En caso de que los módulos tengan nombre en lugar de número, se ordenara de acuerdo a la clasificación del Distrito de Riego y se numerara en ese orden)	05 UNIDAD NAVOLATO IV-3 EMILIANO ZAPATA
6	ESTRUCTURA	Texto	20	-	Nombre de la estructura: Toma Granja, alcantarilla, sifón, puente, etc. (únicamente el nombre, cualquier observación o especificación adicional debe colocarse en la columna "Observación")	REPRESA
7	TIPO_EST	Texto	12	-	Tipo de estructura: Operación, protección ó Cruce.	OPERACIÓN
8	LONGITUD_X	Número	14	8	Longitud, coordenada geográfica de la estructura expresada en grados decimales.	-98.47851232
9	LATITUD_Y	Número	14	8	Latitud, coordenada geográfica de la estructura expresada en grados decimales.	18.80171212
10	UTM_X	Número	10	2	Longitud, coordenadas UTM del pozo.	2332532.58
11	UTM_Y	Número	10	2	Latitud, coordenadas UTM del pozo.	722372.73
12	ZONA_UTM	Número	2	0	Zona UTM	13
13	CARACT	Texto	150	-	Características de la estructura.	REPRESA CON 2 COMPUERTAS DE 1.50 M X 0.40 M SOBRE CANAL MI

No	Atributos	Tipo de datos	Carácter	Decimal	Descripción	EJEMPLO
14	EDO_FISICO	Texto	8	-	Mencionar el estado físico actual de conservación (Bueno, Regular ó Malo).	REGULAR
15	UBICACION	Texto	6	-	Especificar si es margen derecho (MD), izquierdo (MI) solo en casos de tomas, entradas de agua, desfuegos, etc.	MD
16	CAD_OFIC	Texto	10	-	Cadenamiento oficial del inventario de estructuras	20+500
17	NOM_CANAL	Texto	100	-	Señalar en que canal se encuentra la estructura caracterizada	RAMAL 1+300 DEL SUBLATERAL 2+100 EL VENADO
18	OBSERVAC	Texto	150	-	Algún detalle que sea importante destacar: el vastago esta doblado, sin mecanismo, no se usa, toma no inventariada, regadera entubada, sellada, clausurada, etc	TOMA SELLADA
19	CAD_CALC	Texto	10	-	Cadenamiento calculado del inventario de estructuras	20+500
20	NO_INVENT	Texto	10	0	Número de inventario (registrado en la CONAGUA para ese canal).	5
21	IMAGEN	Texto	30	-	Fotografía(s) asociada(s) a la estructura.	DR000M00C0000E0 00*
22	FECHA	Texto	10	-	Fecha en que se tomo la fotografía (dd-mm-aaaa)	28-07-2009

El nombre de las imágenes correspondientes a las estructuras de un Distrito de Riego deberá llevar la siguiente clave:

○ **DR000M00C0000E000\***

Donde:

- DR000 = Se refiere al Distrito de Riego, por ejemplo; para el Distrito 026 Bajo San Juan, la clave será "DR026".

- M00 = Número de módulo correspondiente (U00 = Número de unidad, cuando se cuente con unidades en vez de módulos). Cuando dicho canal este operado por el Distrito de Riego se utilizara (**DTO**) o cuando aplique a la Sociedad de Responsabilidad Limitada se colocara (**SRL**).
- C0000 = Número de inventario ya sea del canal o dren (Cambiar “C” para estructura en red de conducción y “D” para estructura en red de drenaje).
- En el caso de los canales no inventariados se generara una nomenclatura
- S/I-000\*
- “S/I”: sin inventariar
- E000 = Número de estructura (E000 = Número consecutivo que lo diferenciará de las demás estructuras existentes en el mismo dren o canal).

Finalmente, como en ocasiones se dispone de más de una fotografía por estructura, al nombrarlas se les colocará un guión bajo seguido de un dígito más como se muestra a continuación:

- **DR000M00C000E000\_0**

En la Figura 6.16 se presenta la imagen de la base de datos asociada a la capa de información de estructuras.

En la Figura 6.17 se muestra la capa vectorial de estructuras sobre el mapa base desarrollado.



ArcView GIS 3.2a

File Edit Table Field Window Help

0 of 213 selected

Attributes of Estructuras\_d031.shp

Shape	Owner	Clave_d	Clave_par	Clave_m_u	Clave_m_u	Estructura	Tipo_est	Longitud_x	Latitud_u	Utm_x	Utm_y	Zona_utm	Caract	Elevacion	Urbano	Coord_05
Point	DR	031	MODULO	M	UNICO	TOMA GRANJA	OPERACION	-99.17236000	25.86820000	482371.41	2861108.15	14	COMPUERTA TIPO MILLER	REGULA# FR		
Point	DR	031	MODULO	M	UNICO	TOMA GRANJA	OPERACION	-99.16514000	25.85260000	483452.09	2859370.79	14	COMPUERTA TIPO MILLER	REGULA# MI		
Point	DR	031	MODULO	M	UNICO	TOMA GRANJA	OPERACION	-99.17516000	25.86829000	482450.68	2861109.49	14	COMPUERTA TIPO MILLER	REGULA# MD		
Point	DR	031	MODULO	M	UNICO	TOMA GRANJA	OPERACION	-99.17516000	25.86833000	482450.64	2861113.65	14	COMPUERTA TIPO MILLER	REGULA# MI		
Point	DR	031	MODULO	M	UNICO	TOMA GRANJA	OPERACION	-99.17740000	25.86830000	482226.45	2861110.66	14	COMPUERTA TIPO MILLER	REGULA# MD		
Point	DR	031	MODULO	M	UNICO	TOMA GRANJA	OPERACION	-99.17788000	25.86833000	482178.20	2861114.02	14	COMPUERTA TIPO MILLER	REGULA# MI		
Point	DR	031	MODULO	M	UNICO	TOMA GRANJA	OPERACION	-99.17788000	25.86830000	482178.36	2861110.72	14	COMPUERTA TIPO MILLER	REGULA# MD		
Point	DR	031	MODULO	M	UNICO	TOMA GRANJA	OPERACION	-99.17919000	25.86830000	483047.07	2861110.82	14	UNA COMPUERTA DESLIZA#	REGULA# MD		
Point	DR	031	MODULO	M	UNICO	TOMA GRANJA	OPERACION	-99.16179000	25.85311000	481784.19	2859429.89	14	COMPUERTA TIPO MILLER	REGULA# MD		
Point	DR	031	MODULO	M	UNICO	TOMA GRANJA	OPERACION	-99.18236000	25.86833000	481729.57	2861115.55	14	COMPUERTA TIPO MILLER	REGULA# MI		
Point	DR	031	MODULO	M	UNICO	TOMA GRANJA	OPERACION	-99.18235000	25.86824000	481730.13	2861105.12	14	COMPUERTA TIPO MILLER	REGULA# MD		
Point	DR	031	MODULO	M	UNICO	TOMA GRANJA	OPERACION	-99.18239000	25.86719000	481726.34	2860988.80	14	UNA COMPUERTA DESLIZA#	REGULA# MD		
Point	DR	031	MODULO	M	UNICO	TOMA GRANJA	OPERACION	-99.18239000	25.86550000	481726.23	2860801.15	14	COMPUERTA TIPO MILLER	REGULA# MD		
Point	DR	031	MODULO	M	UNICO	TOMA GRANJA	OPERACION	-99.18726000	25.86351000	481237.87	2860581.95	14	COMPUERTA TIPO MILLER	REGULA# MI		
Point	DR	031	MODULO	M	UNICO	TOMA GRANJA	OPERACION	-99.16496000	25.85930000	483470.49	2859116.26	14	COMPUERTA TIPO MILLER	REGULA# MI		
Point	DR	031	MODULO	M	UNICO	TOMA GRANJA	OPERACION	-99.18426000	25.86897000	481537.71	2860078.76	14	COMPUERTA TIPO MILLER	REGULA# MD		
Point	DR	031	MODULO	M	UNICO	TOMA GRANJA	OPERACION	-99.16493000	25.85903000	483473.31	2859118.96	14	COMPUERTA TIPO MILLER	REGULA# MD		
Point	DR	031	MODULO	M	UNICO	TOMA GRANJA	OPERACION	-99.18262000	25.85963000	481701.58	2859787.58	14	UNA COMPUERTA DESLIZA#	REGULA# MD		
Point	DR	031	MODULO	M	UNICO	TOMA GRANJA	OPERACION	-99.16198000	25.84748000	483768.55	2858802.92	14	COMPUERTA TIPO MILLER	REGULA# MI		
Point	DR	031	MODULO	M	UNICO	TOMA GRANJA	OPERACION	-99.18179000	25.85313000	481784.43	2859431.21	14	COMPUERTA TIPO MILLER	REGULA# MD		
Point	DR	031	MODULO	M	UNICO	TOMA GRANJA	OPERACION	-99.16200000	25.84629000	483766.17	2858671.88	14	COMPUERTA TIPO MILLER	REGULA# MI		
Point	DR	031	MODULO	M	UNICO	TOMA GRANJA	OPERACION	-99.18147000	25.84940000	481815.56	2859019.07	14	COMPUERTA TIPO MILLER	REGULA# MD		
Point	DR	031	MODULO	M	UNICO	TOMA GRANJA	OPERACION	-99.16511000	25.85854000	483496.24	2859807.24	14	COMPUERTA TIPO MILLER	REGULA# MI		
Point	DR	031	MODULO	M	UNICO	TOMA GRANJA	OPERACION	-99.18214000	25.84856000	481748.53	2859825.64	14	COMPUERTA TIPO MILLER	REGULA# MD		
Point	DR	031	MODULO	M	UNICO	TOMA GRANJA	OPERACION	-99.18247000	25.84300000	481714.24	2858365.61	14	COMPUERTA TIPO MILLER	REGULA# MD		
Point	DR	031	MODULO	M	UNICO	TOMA GRANJA	OPERACION	-99.16196000	25.84301000	483769.50	2858308.41	14	COMPUERTA TIPO MILLER	REGULA# MI		
Point	DR	031	MODULO	M	UNICO	TOMA GRANJA	OPERACION	-99.18320000	25.84189000	481641.61	2858187.58	14	COMPUERTA TIPO MILLER	REGULA# FR		
Point	DR	031	MODULO	M	UNICO	TOMA GRANJA	OPERACION	-99.18266000	25.82548000	481893.16	2856368.04	14	COMPUERTA TIPO MILLER	REGULA# MD		
Point	DR	031	MODULO	M	UNICO	TOMA GRANJA	OPERACION	-99.18391000	25.83054000	481568.71	2856330.41	14	COMPUERTA TIPO MILLER	REGULA# MI		
Point	DR	031	MODULO	M	UNICO	TOMA GRANJA	OPERACION	-99.18390000	25.83063000	481569.46	2856340.62	14	UNA COMPUERTA DESLIZA#	REGULA# MD		
Point	DR	031	MODULO	M	UNICO	TOMA GRANJA	OPERACION	-99.18111000	25.81859000	481847.59	2856601.59	14	COMPUERTA TIPO MILLER	REGULA# MD		
Point	DR	031	MODULO	M	UNICO	TOMA GRANJA	OPERACION	-99.17726000	25.80160000	482230.47	2853724.22	14	COMPUERTA TIPO MILLER	REGULA# MD		
Point	DR	031	MODULO	M	UNICO	TOMA GRANJA	OPERACION	-99.17729000	25.80162000	482227.14	2853726.26	14	COMPUERTA TIPO MILLER	REGULA# MI		
Point	DR	031	MODULO	M	UNICO	TOMA GRANJA	OPERACION	-99.16193000	25.84301000	483772.64	2858308.42	14	COMPUERTA TIPO MILLER	REGULA# MD		
Point	DR	031	MODULO	M	UNICO	TOMA GRANJA	OPERACION	-99.18266000	25.82547000	481892.75	2856369.23	14	COMPUERTA TIPO MILLER	REGULA# MD		
Point	DR	031	MODULO	M	UNICO	TOMA GRANJA	OPERACION	-99.18199000	25.84189000	481641.61	2858187.58	14	COMPUERTA TIPO MILLER	REGULA# MD		

Figura 6.16. Base de datos asociada a la capa de información de estructuras.

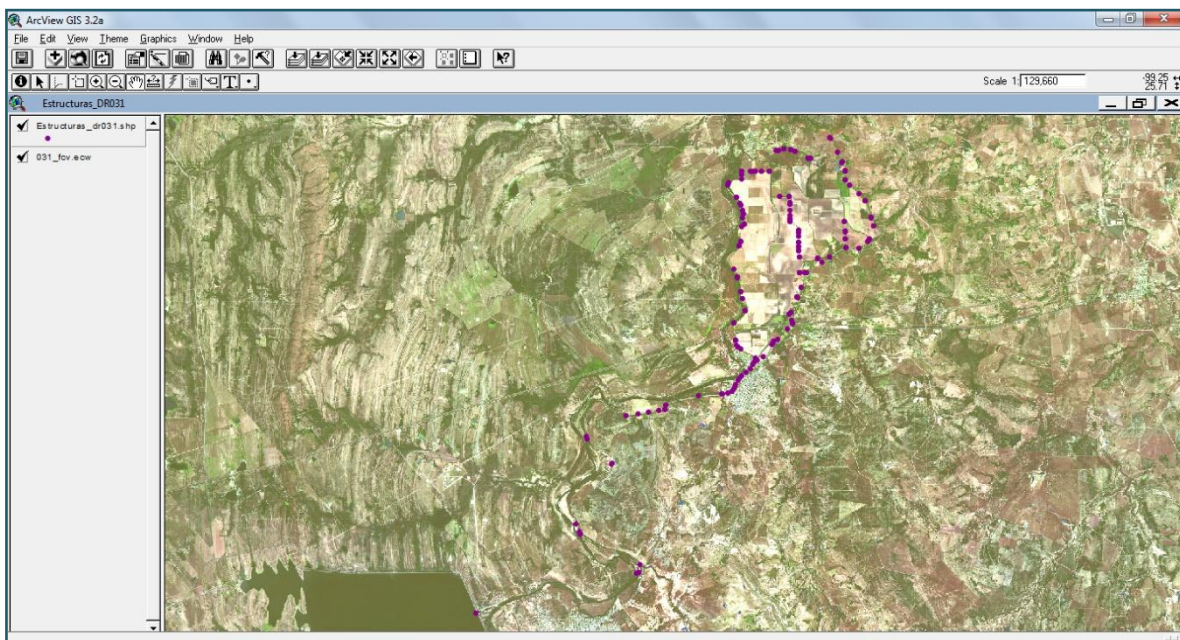


Figura 6.17. Capa vectorial de estructuras sobre el mapa base desarrollado.

## 6.2.9. Atributos de la capa de ríos

La capa general de Ríos se definió como: Rios\_DR.shp

Cuando se dividan las capas de información a nivel de Distrito de Riego, se deben considerar las siguientes especificaciones:

- La capa general de Ríos se definió como: Rios\_DR000.shp (Número depende del Distrito que se trate).

En el Cuadro 6.9 se presentan los atributos de la capa de ríos.

**Cuadro 6.9.** Atributos de la capa de ríos. Archivo: Rios\_DR.dbf

No	Atributos	Tipo de datos	Carácter	Decimal	Descripción	EJEMPLO
1	DENOM	Texto	2	-	Denominación de Distrito de Riego	DR
2	CLAVE_DR	Texto	5	-	Clave del Distrito de Riego.	092 <sup>a</sup>
3	NOMBRE	Texto	30	-	Nombre del río	SALADO
4	LONG_CALC	Número	10	3	Longitud del río en km.	3.210
5	IMAGEN	Texto	11	-	Fotografía asociada al río. Al inicio del tramo o que sea representativa del tramo considerado	DR000RIO*
6	FECHA	Texto	10	-	Fecha en que se tomo la fotografía (dd-mm-aaaa)	28-07-2009

El nombre de las imágenes correspondientes a los ríos del Distrito de Riego deberá llevar la siguiente clave:

- **DR000RIO0**

Donde:

- DR000 = Se refiere al Distrito de Riego, por ejemplo; para el Distrito 026 Bajo San Juan, la clave será "DR026".
- RIO = Río perenne o intermitente.

- El último dígito de la clave ("0") será aquel número consecutivo que lo diferenciará de otros ríos que existen en el distrito.

Finalmente, de cada río se debe disponer forzosamente de por lo menos 5 fotografías, al nombrar éstas se les colocará un guión bajo seguido de un dígito más como se muestra a continuación:

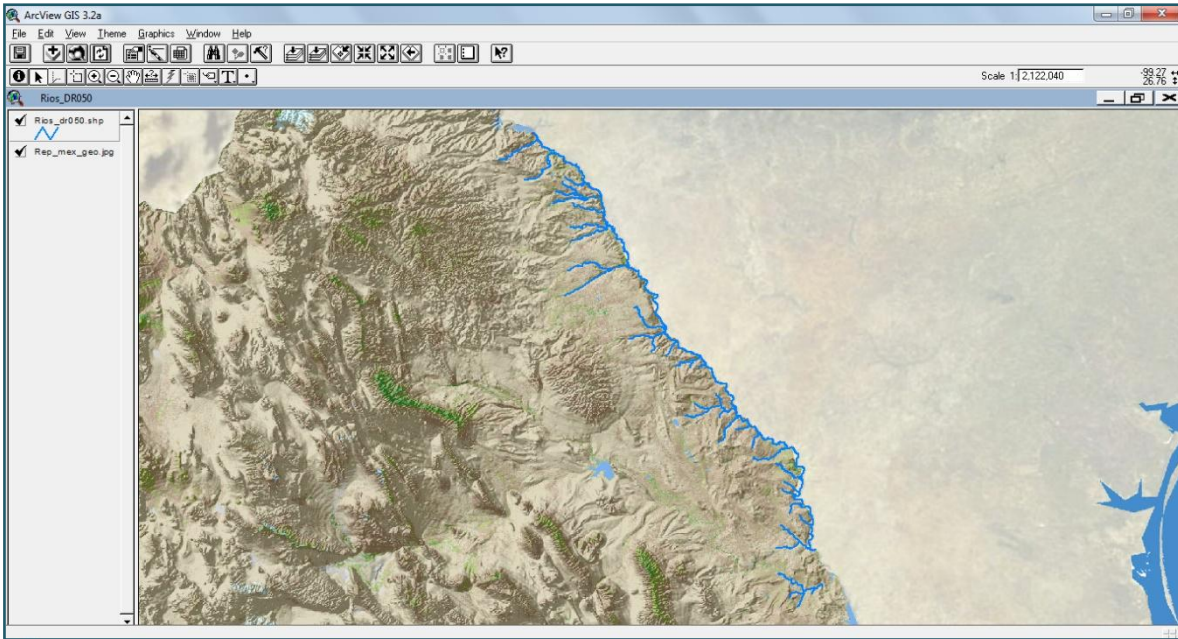
○ **DR000RIO0\_0**

En la Figura 6.18 se presenta la imagen de la base de datos asociada a la capa de información de ríos.

En la Figura 6.19 se muestra la capa vectorial de ríos sobre el mapa base desarrollado.

Shape	Denom	Clave_dj	Nombre	Long_calc	Imagen	Fecha
PolyLine	DR	050	RIO BRAVO	420.07	DR050RIO1	22-10-2009
PolyLine	DR	050	EL BUEY	34.87	DR050RIO2	00-00-0000
PolyLine	DR	050	LAS VACAS	34.67	DR050RIO3	00-00-0000
PolyLine	DR	050	EL MURLEY	19.01	DR050RIO4	00-00-0000
PolyLine	DR	050	LAS AJURAS	16.20	DR050RIO5	00-00-0000
PolyLine	DR	050	SAN DIEGO	23.49	DR050RIO6	00-00-0000
PolyLine	DR	050	EL SALADO	37.64	DR050RIO7	00-00-0000
PolyLine	DR	050	LAS GALLINAS	25.12	DR050RIO8	00-00-0000
PolyLine	DR	050	EL HUARACHE	32.47	DR050RIO9	00-00-0000
PolyLine	DR	050	SAN RODRIGO	26.28	DR050RIO10	00-00-0000
PolyLine	DR	050	ESCONDIDO	32.22	DR050RIO11	00-00-0000
PolyLine	DR	050	ESCONDIDO	49.78	DR050RIO12	00-00-0000
PolyLine	DR	050	LA CIENEGA	30.39	DR050RIO13	00-00-0000
PolyLine	DR	050	ARROYO CASTAÑO	28.43	DR050RIO14	00-00-0000
PolyLine	DR	050	FEMIS	11.93	DR050RIO15	00-00-0000
PolyLine	DR	050	TIO BRUNO	13.81	DR050RIO16	00-00-0000
PolyLine	DR	050	EL AMOLE	21.18	DR050RIO17	00-00-0000
PolyLine	DR	050	LAS ALMAS	6.61	DR050RIO18	00-00-0000
PolyLine	DR	050	LAS IGLESIAS	5.46	DR050RIO19	00-00-0000
PolyLine	DR	050	AGUA VERDE	43.93	DR050RIO20	00-00-0000
PolyLine	DR	050	LONGORIA	11.27	DR050RIO21	00-00-0000
PolyLine	DR	050	EL CINCO	10.20	DR050RIO22	00-00-0000
PolyLine	DR	050	LAZADEROS	5.99	DR050RIO23	00-00-0000
PolyLine	DR	050	EL PAN	27.41	DR050RIO24	00-00-0000
PolyLine	DR	050	UÑA DE GATO	11.32	DR050RIO25	00-00-0000
PolyLine	DR	050	SAN DAMIAN	12.88	DR050RIO26	00-00-0000
PolyLine	DR	050	EL CARRIZO	28.33	DR050RIO27	00-00-0000
PolyLine	DR	050	EL COYOTE	26.62	DR050RIO28	00-00-0000
PolyLine	DR	050	LAS ANIMAS	12.68	DR050RIO29	00-00-0000
PolyLine	DR	050	A. BLANCO	12.23	DR050RIO30	00-00-0000
PolyLine	DR	050	EL LOBO	12.64	DR050RIO31	00-00-0000
PolyLine	DR	050	A. EL SALADO	27.29	DR050RIO33	00-00-0000
PolyLine	DR	050	SAN MARCOS	18.72	DR050RIO34	00-00-0000
PolyLine	DR	050	RIO SALADO	43.53	DR050RIO35	00-00-0000
PolyLine	DR	050	EL SAUCITO	4.49	DR050RIO36	00-00-0000
PolyLine	DR	050	EL MEDITERRANEO	11.22	DR050RIO37	00-00-0000

**Figura 6.18.** Base de datos asociada a la capa de información de ríos.



**Figura 6.19.** Capa vectorial de ríos sobre el mapa base desarrollado.

### 6.2.10. Atributos de la capa de carreteras.

La capa general de Red de carreteras se definió como: Carreteras\_DR.shp.

En el Cuadro 6.10 se presentan los atributos de la capa de carreteras.

**Cuadro 6.10.** Atributos de la capa de carreteras. Archivo: Carreteras\_DR.dbf

No	Atributos	Tipo de datos	Carácter	Decimal	Descripción	EJEMPLO
1	DENOM	Texto	2	-	Denominación de Distrito de Riego	DR
2	CLAVE_DR	Texto	5	-	Clave del Distrito de Riego.	092 <sup>a</sup>
4	NOMBRE	Texto	100		Nombre de la carretera	MÉXICO-LAREDO
5	TIPO	Texto	10		Tipo de carretera (Federal o Autopista).	AUTOPISTA

En la Figura 6.20 se presenta la imagen de la base de datos asociada a la capa de información de carreteras.

En la Figura 6.21 se muestra la capa vectorial de carreteras sobre el mapa base desarrollado.

Shape	ID	Direccion	Clave	Nombre	Tipo
PolyLine	32	DR	051	Periférico Oriente	Calle
PolyLine	35	DR	051	Periférico Norte	Calle
PolyLine	11	DR	051	Palo Verde	Carretera
PolyLine	4	DR	051	México - Nogales (15)	Carretera
PolyLine	3	DR	051	México - Nogales (15)	Carretera
PolyLine	2	DR	051	México - Nogales (15)	Carretera
PolyLine	1	DR	051	México - Nogales (15)	Carretera
PolyLine	6	DR	051	Liga Federal 15 con 4 Sur	Carretera
PolyLine	7	DR	051	Liga Federal 15 con 4 Sur	Carretera
PolyLine	5	DR	051	Liga Federal 15 con 4 Sur	Carretera
PolyLine	10	DR	051	Liga 4 con Hemoaillo - Kino	Carretera
PolyLine	37	DR	051	Lázaro Cárdenas	Calle
PolyLine	9	DR	051	Hemosillo - Bahía Kino	Carretera
PolyLine	29	DR	051	Calle Rosales	Calle
PolyLine	24	DR	051	Calle Coyoacán	Carretera
PolyLine	14	DR	051	Calle Costa Rica	Carretera
PolyLine	8	DR	051	Calle 4 Sur	Carretera
PolyLine	22	DR	051	Calle 36 Sur	Carretera
PolyLine	23	DR	051	Calle 36 Norte	Carretera
PolyLine	21	DR	051	Calle 28 Sur	Carretera
PolyLine	20	DR	051	Calle 28 Norte	Carretera
PolyLine	19	DR	051	Calle 26	Carretera
PolyLine	19	DR	051	Calle 20 Sur	Carretera
PolyLine	17	DR	051	Calle 13	Carretera
PolyLine	16	DR	051	Calle 12 Sur	Carretera
PolyLine	15	DR	051	Calle 12 Norte	Carretera
PolyLine	13	DR	051	Calle 0 Sur	Carretera
PolyLine	36	DR	051	Boulevard Solidaridad	Calle
PolyLine	27	DR	051	Boulevard Manuel J. Clouthier	Calle
PolyLine	38	DR	051	Boulevard Luis Encinas Johnson	Calle
PolyLine	34	DR	051	Boulevard Ignacio Soto	Calle
PolyLine	31	DR	051	Boulevard Francisco Eusebio	Calle
PolyLine	28	DR	051	Boulevard Agustín de Valdésoli	Calle
PolyLine	30	DR	051	Boulevard Abelardo L. Rodríguez	Calle
PolyLine	33	DR	051	18 de Marzo	Calle

Figura 6.20. Base de datos asociada a la capa de información de carreteras.

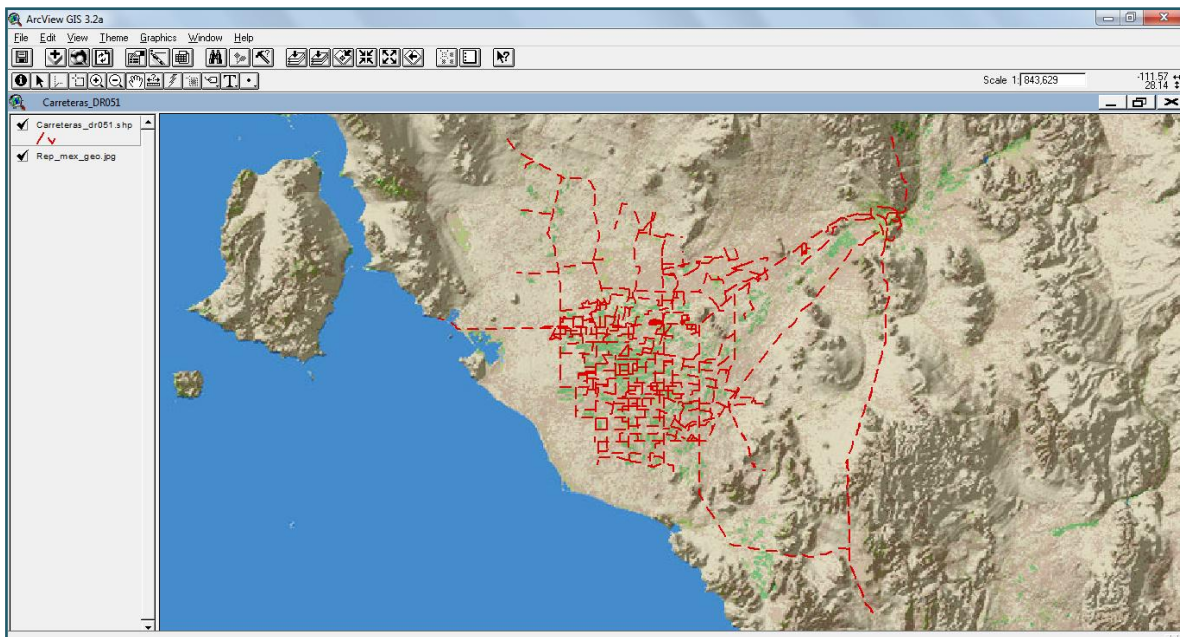


Figura 6.21. Capa vectorial de carreteras sobre el mapa base desarrollado.

### 6.2.11. Atributos de la capa de poblados.

La capa general de poblados se definió como: Poblados\_DR.shp

Cuando se dividan las capas de información a nivel de Distrito, módulo o unidad de riego, se deben considerar las siguientes especificaciones:

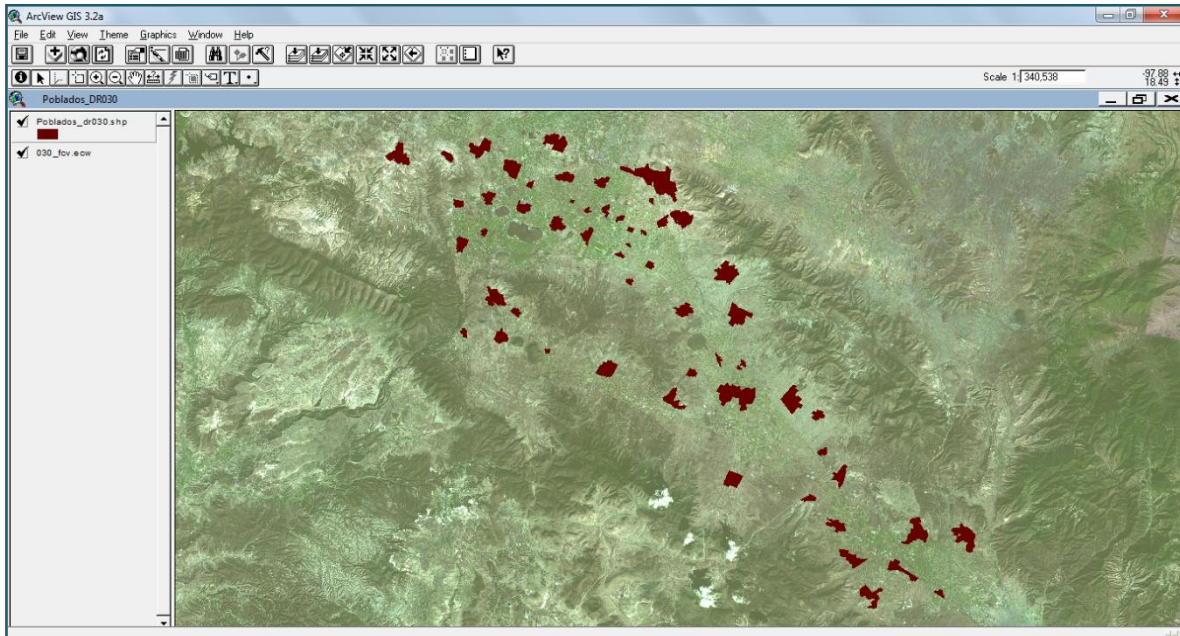
- La capa general de poblados se definió como: Poblados\_DR000.shp (Número depende del Distrito que se trate).
- La capa de poblados correspondiente a un módulo se definió como: Poblados\_DR000\_M00.shp (Número depende del módulo que se trate).
- La capa de poblados correspondiente a una unidad se definió como: Poblados\_DR000\_U00.shp (Número depende de la unidad que se trate).
- Si la unidad o módulo carece de número, se podrá colocar el nombre correspondiente, y si se requiere trabajar por ejidos, se sustituirán las letras “M” o “U” por “E”.

En el Cuadro 6.11 se presentan los atributos de la capa de poblados.

**Cuadro 6.11.** Atributos de la capa de poblados. Archivo: Poblados\_DR.dbf

No	Atributos	Tipo de datos	Carácter	Decimal	Descripción	EJEMPLO
1	DENOM	Texto	2	-	Denominación de Distrito de Riego	DR
2	CLAVE_DR	Texto	5	-	Clave del Distrito de Riego.	092A
3	NOMBRE	Texto	25	-	Nombre oficial de la población	TULA DE ALLENDE
4	NO_HAB	Número	10	0	Número de habitantes	93296
5	ESTADO	Texto	25	-	Nombre del estado	HIDALGO
6	MUNICIPIO	Texto	25	-	Nombre del Municipio	TULA DE ALLENDE

En la Figura 6.22 se muestra la capa vectorial de poblados sobre el mapa base desarrollado.



**Figura 6.22.** Capa vectorial de carreteras sobre el mapa base desarrollado.

### **6.3.Desarrollo de los Modelos de SIG para cada uno de los 85 Distritos de Riego de México.**

A partir del año de 2006 la Conagua mediante Convenios de Colaboración con el Colegio de Postgraduados y la Asociación Nacional de Especialistas en Irrigación, A.C. construyó los Modelos de SIG de los 85 Distritos de Riego.

El desarrollo de este Modelos de SIG para los 85 Distritos de Riego se realizó integrando la información obtenida en campo para cada una de las once capas de información vectoriales indicadas en el inciso 6.2.

Así mismo, cada uno de los Modelos de SIG de los Distritos de Riego se fueron incorporando al Mapa Base Nacional presentado en el inciso 6.1.

Los avances por año del desarrollo de los Modelos de SIG se presentan en el Cuadro 6.12.

**Cuadro 6.12.** Avance anual en el desarrollo de los Modelos de SIG de los Distritos de Riego.

AÑO	DISTRITOS		SUPERFICIE (HA)		ESTATUS
	ANUAL	ACUMULADO	ANUAL	ACUMULADO	
2006	2	2	122,002	122,002	CONCLUIDOS
2007	1	3	45,176	167,178	CONCLUIDOS
2008	18	21	698,205	865,383	CONCLUIDOS
2009	20	41	1,333,993	2,199,376	CONCLUIDOS
2010	20	61	948,322	3,147,698	CONCLUIDOS
2011	24	85	350,466	3,498,164	CONCLUIDOS
<b>TOTAL:</b>	<b>85</b>		<b>3,498,164</b>		

Es importante indicar que las once capas vectoriales que modelan a cada Distrito de Riego se fueron integrando en capas nacionales, lo cual permitirá el realizar análisis eficientes y precisos para todos los Distritos de Riego en su conjunto.

La integración de los Modelos de SIG de los 85 Distritos de Riego en un Modelo Nacional se presenta en la Figura 6.23.





**Figura 6.23.** Modelo Nacional de Sistema de Información Geográfica de Distritos de Riego de México

#### **6.4. Aplicaciones del Modelo Nacional de SIG**

A partir del Modelo Nacional de SIG para los Distritos de Riego de México se tienen un gran número de aplicaciones que se pueden utilizar de inmediato en las actividades de rehabilitación, modernización, operación, manejo del padrón de usuarios, conservación, administración e ingeniería de riego y drenaje en los Distritos de Riego.

El Modelo desarrollado y sus aplicaciones constituyen una herramienta de avanzada que contribuirá a la planeación, gestión y evaluación de las actividades propias de los Distritos de Riego. Así mismo, este Modelo servirá para realizar diferentes tipos de integración y análisis de información, pudiendo utilizar imágenes satelitales en tiempo real para cuantificar superficies cultivadas a nivel de Parcela, Punto de Control, Sección, Unidad, Módulo de Riego, Distrito de Riego, Dirección Local, Organismo de Cuenca y Nacional.

A continuación se presentarán algunas de las aplicaciones de este Modelo de SIG desarrollado a nivel de Distrito de Riego.

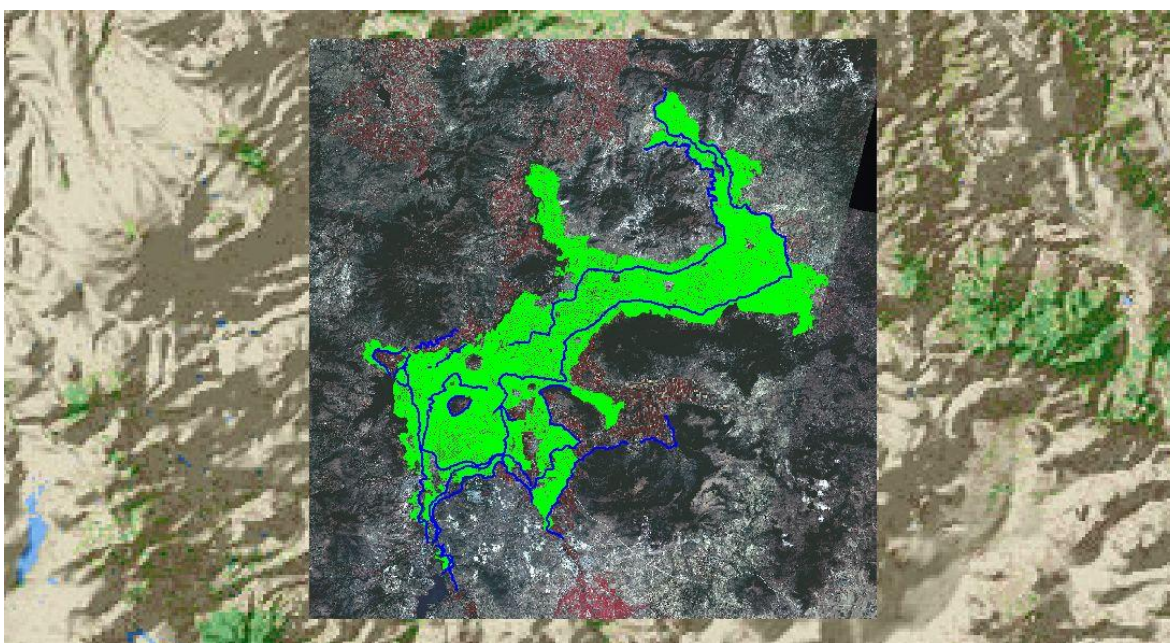
#### **6.4.1. Seguimiento de la entrega de agua en puntos de control.**

En la Figura 6.24 se presenta el Modelo de SIG del Distrito de Riego 003 Tula, Hidalgo en el cual se integra el Mapa Base, la capa de parcelas y de red de conducción.

En la Figura 6.25 se adiciona al Modelo de SIG del Distrito de Riego 003 Tula, Hidalgo la capa de estructuras seleccionando únicamente los puntos donde se registra la hidrometría.

En la Figura 6.26 se presentan los datos registrados en los puntos de control del Distrito de Riego 003 Tula, Hidalgo.

En la Figura 6.27 se muestra la gráfica de gasto promedio entregado en punto de control del Distrito de Riego 003 Tula Hidalgo para el 15 de Junio de 2012.



**Figura 6.24.** Modelo de SIG del Distrito de Riego 003 Tula, Hidalgo.

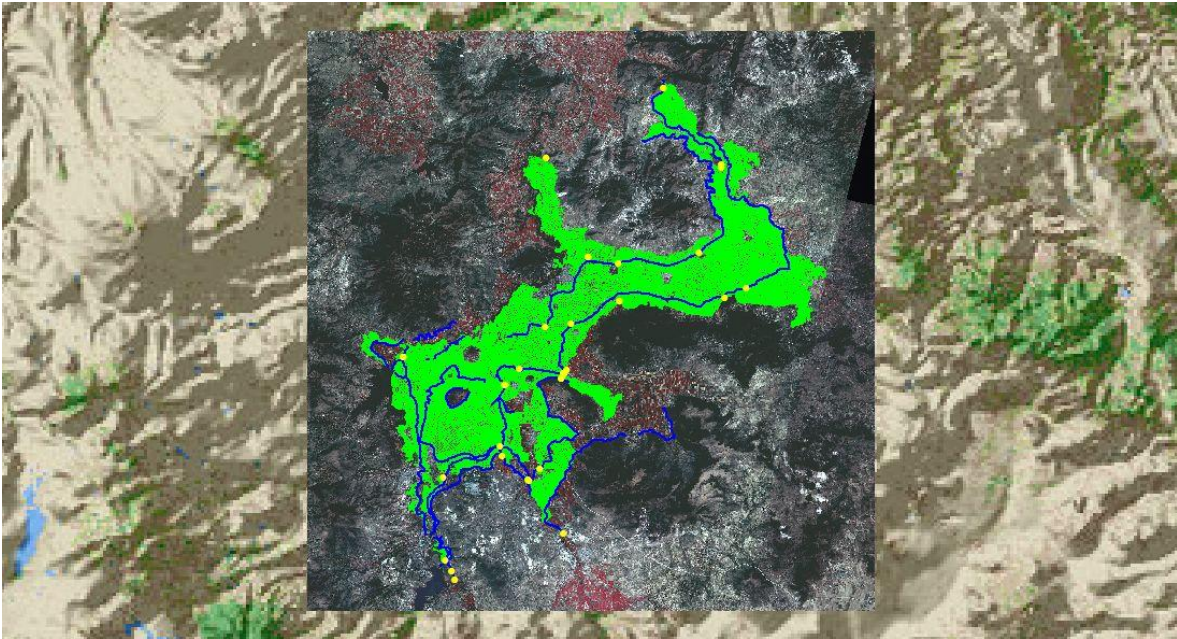


Figura 6.25. Puntos de control principales en el Distrito de Riego 003 Tula, Hidalgo.

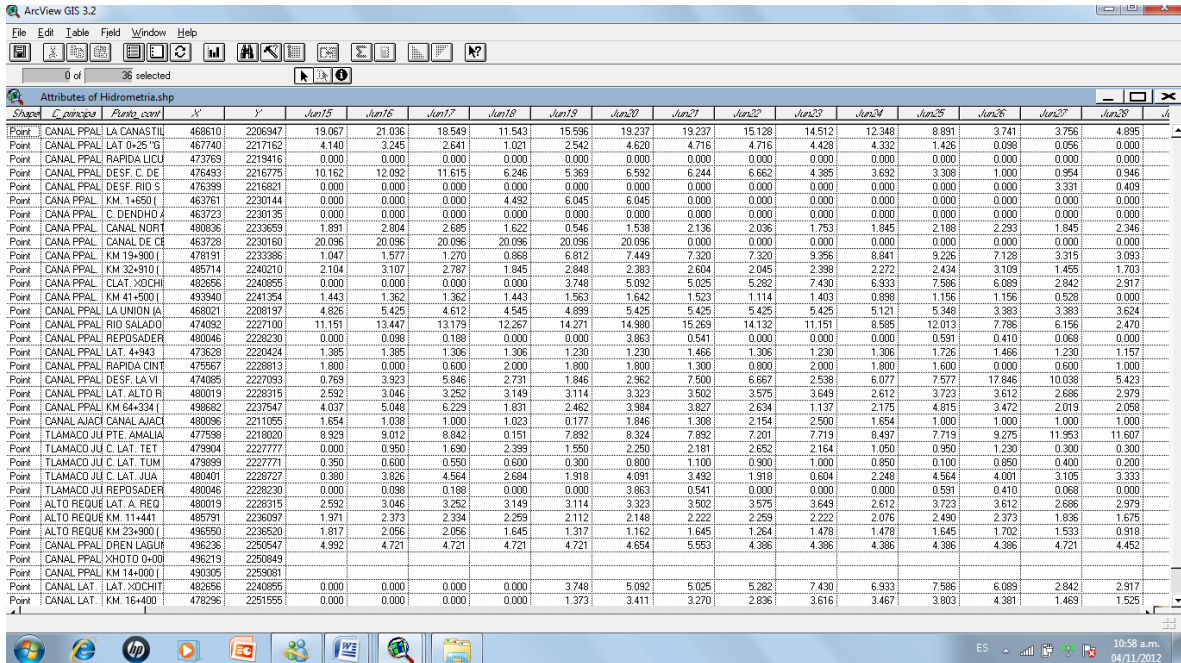
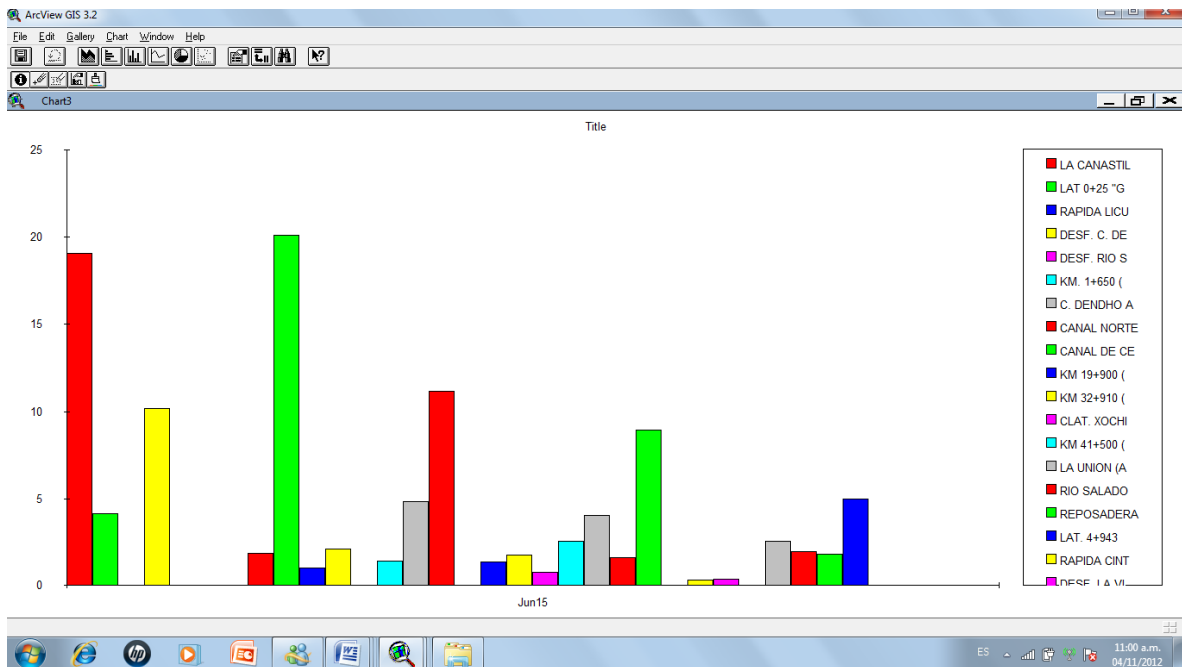


Figura 6.26. Integración de información hidrométrica en el Modelo de SIG del Distrito de Riego 003 Tula, Hidalgo.



**Figura 6.27.** Gráfica de gasto promedio entregado en punto de control del Distrito de Riego 003 Tula Hidalgo para el 15 de Junio de 2012.

En esta aplicación de integrar información hidrométrica quedando de manifiesto la flexibilidad y la facilidad con la cual se puede analizar toda la información de la operación de un Distrito de Riego.

#### 6.4.2. Seguimiento en tiempo real de superficies cultivadas.

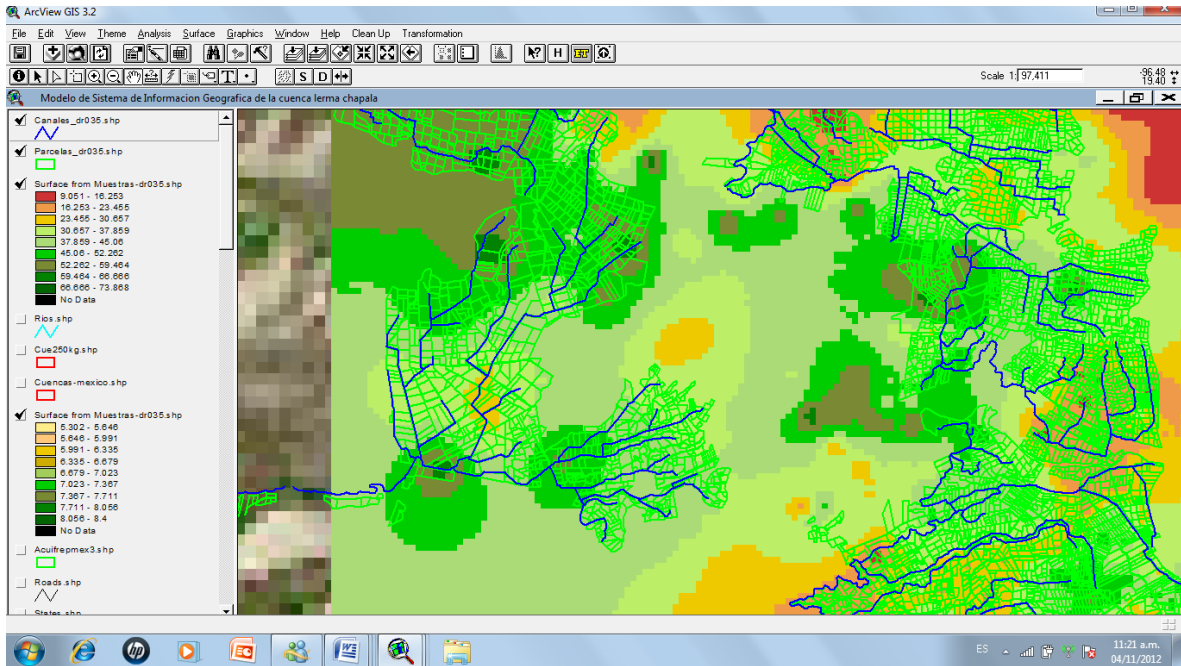
En la Figura 6.28 se presenta la integración de una imagen satelital tipo RapidEye en el Modelo de SIG del Distrito de Riego 003 Tula, Hidalgo para cuantificar superficies cultivadas.



**Figura 6.28.** Cuantificación de superficies cultivadas a nivel de parcela, mediante técnicas de percepción remota, en el Distrito de Riego 003 Tula, Hidalgo.

#### **6.4.3. Integración de estudios edáficos.**

Uno de las aplicaciones más potentes del Modelo de SIG desarrollado es la integración de estudios edáficos. En la Figura 6.29 se presenta la integración del Modelo Edáfico en el Modelo de SIG del Distrito de Riego 035 La Antigua, Veracruz.



**Figura 6.29.** Integración del Modelo Edáfico en el Modelo de SIG del Distrito de Riego 035 La Antigua, Veracruz. Se analiza la variabilidad del pH.

#### 6.4.4. Desarrollo de cartografía oficial.

El desarrollo de cartografía oficial a partir de este Modelo de SIG permitirá el tener planos precisos los cuales pueden ser utilizados en diferentes aspectos en las funciones propias de la Conagua y de otras Dependencias Municipales, Estatales y Federales. En la Figura 6.30 se presenta un plano temático del Distrito de Riego 031 Las Lajas, Nuevo León, que cumple con las especificaciones técnicas requeridas por la Conagua para este tipo de cartografía. Este plano se construye a partir del Modelo de SIG del Distrito de Riego.

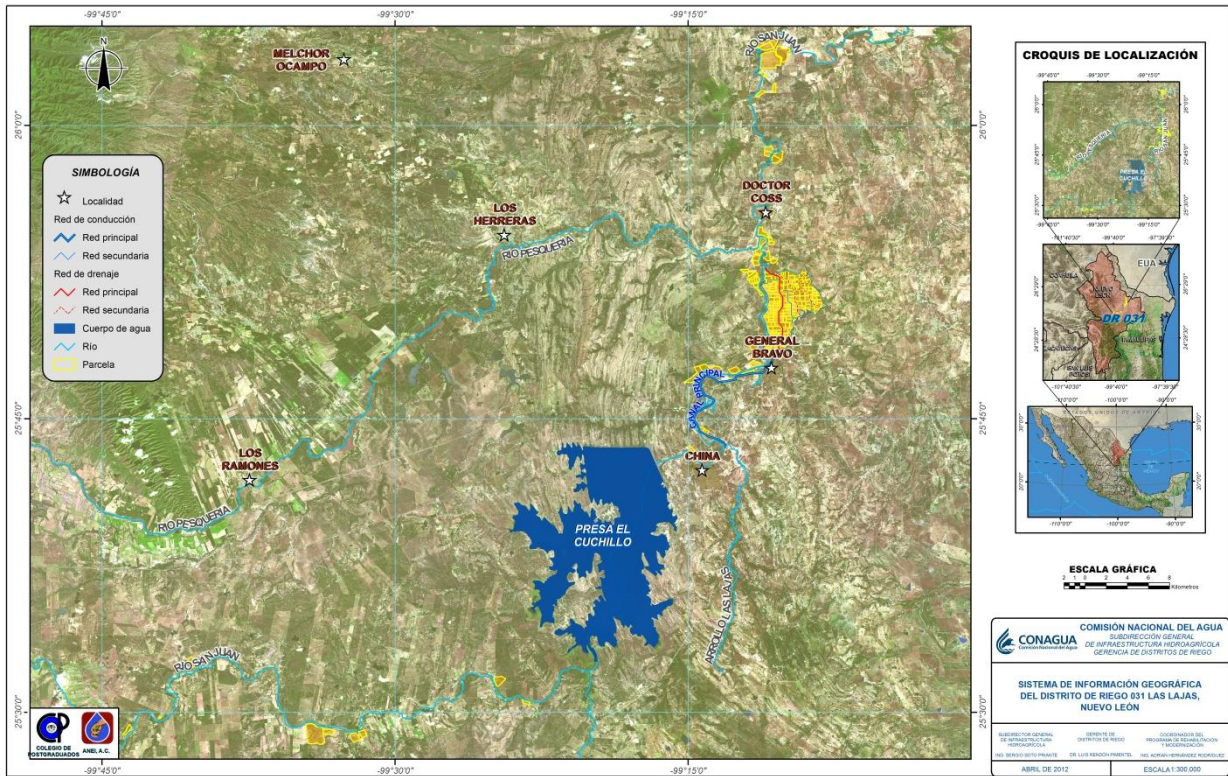


Figura 6.30. Propuesta de cartografía oficial de Conagua.

Las aplicaciones aquí presentadas son solo algunas de las aplicaciones que se pueden tener para las actividades de modernización, operación, manejo del padrón de usuarios, conservación, administración e ingeniería de riego y drenaje en los Distritos de Riego. El Modelo desarrollado y sus aplicaciones constituyen una herramienta de avanzada que contribuirá a la planeación, gestión y evaluación de las actividades propias de los Distritos de Riego. Así mismo, este Modelo servirá para realizar diferentes tipos de integración y análisis de información, pudiendo utilizar imágenes satelitales en tiempo real para cuantificar superficies cultivadas a nivel de Parcela, Punto de Control, Sección, Unidad, Módulo de Riego, Distrito de Riego, Dirección Local, Organismo de Cuenca y Nacional.

## VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 7.1. Conclusiones

- Se desarrolló un Modelo Nacional de Sistema de Información Geográfica (SIG) de los Distritos de Riego de México. Este Modelo de SIG se construyó a partir de un Mapa Base Nacional utilizando el Modelo de Elevación Digital del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática y un continuo nacional de imágenes satelitales tipo LANDSAT.
- Cada uno de los Modelos de SIG de los 85 Distritos de Riego se realizaron a partir de un continuo de imágenes satelitales de alta resolución tipo SPOT. Mediante recorridos de campo se obtuvo información directa para cada Distrito de Riego, la cual fue integrada en once capas de información geográfica: parcelas, presas, bombeos, pozos, red de conducción, red de drenaje, red de caminos, estructuras, ríos, carreteras y poblados.
- Los atributos de estas capas se diseñaron para servir a las actividades de modernización, operación, manejo del padrón de usuarios, conservación administración e ingeniería de riego y drenaje en los Distritos de Riego.
- El Modelo desarrollado y sus aplicaciones constituye una herramienta de avanzada que contribuirá a la planeación, gestión y evaluación de las actividades propias de los Distritos de Riego. Así mismo, este Modelo servirá para realizar diferentes tipos de integración y análisis de información, pudiendo utilizar imágenes satelitales en tiempo real para cuantificar superficies cultivadas a nivel de Parcela, Punto de Control, Sección, Unidad, Módulo de Riego, Distrito de Riego, Dirección Local, Organismo de Cuenca y Nacional.



## 7.2. Recomendaciones

- Con la finalidad de mantener actualizado este Modelo Nacional de Sistema de Información Geográfica de Distritos de Riego, será necesario que Técnicos de la Conagua actualicen cada ciclo agrícola la información generada en los Distritos de Riego: Padrón de Usuarios, Inventario de infraestructura, Planos Catastrales, Mosaico de Cultivos, entre otros.
- Se deberá definir el procedimiento para mantener actualizado el Modelo Nacional de Sistema de Información Geográfica, se recomienda que sea a través de la Web, con atributos para la autorización de dichas actualizaciones.
- La Conagua debe implementar programas de capacitación continua para el Manejo de Modelos de Sistemas de Información Geográfica y su Aplicación en Distritos de Riego.
- La Conagua deberá adoptar estas tecnologías de la información para el manejo ágil y eficiente de la información inherente a los Distritos de Riego y aprovechar este Modelo Nacional de Sistema de Información Geográfica para actualizar el Padrón de Usuarios, Inventario y Planos de Infraestructura, Planos Catastrales, Planos de Mosaico de Cultivos, entre otros.
- En virtud de que este Modelo Nacional es un sistema abierto se recomienda que la totalidad de información que se genere en los Distritos de Riego sea integrada en este Modelo, para lo cual se deberá definir las capas y sus atributos respectivos.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

ESRI, 2012. ArcView®. Environmental Systems Research Institute, Inc. (ESRI). Disponible en <http://www.esri.com> (Revisado el 24 de septiembre de 2012)

Barocio F.,C., M. A. Giner J., L. O. Ramírez A. y M. Reyes A. 1994. La Receta de Riego. Primer Diplomado en Planeación y Mejoramiento de la Productividad en los Distritos de Riego. 26 de septiembre al 18 de noviembre de 1994. Centro de Hidrociencias del Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. de México. 101 pág.

Conagua, 2011. Estadísticas del agua en México, edición 2011. Disponible en <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/SGP-1-11-EAM2011.PDF> (Revisado el 22 de mayo de 2012).

Giner J., M.Á. 1994. Introducción al Uso de Surfer. Primer Diplomado en Planeación y Mejoramiento de la Productividad en los Distritos de Riego. 26 de septiembre al 18 de noviembre de 1994. Centro de Hidrociencias del Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. de México. 58 pág.

Laboratorio Unidad Pacífico Sur CIESAS, 2012. Sistemas de Información Geográfica. Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social. [En línea]. Disponible en <http://langleruben.wordpress.com/%C2%BFques-un-sig/> (revisado el 12 de octubre de 2012).

INDECI, 2000. Manual básico de ArcView. (Instituto Nacional de Defensa Civil). Pp 33.

Ley de aguas nacionales, 2012. Publicada en el Diario Oficial de la Federación. Disponible en [http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/Ley\\_Aguas\\_Nacionales.pdf](http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/Ley_Aguas_Nacionales.pdf)

Mejía S., E., A. Exebio G., E. Palacios V., A.L. Santos H. y Ma. E. Delgadillo P. 2003a. Mejoramiento del manejo de Distritos y Módulos de Riego utilizando sistemas de información geográfica. TERRA. 21(4): 513-522.

Mejía S., E., E. Palacios V., J. Chávez M., F. Zazueta R., L. Tijerina Ch., y E. Casas D. 2003b. Evaluación del proceso de transferencia del Distrito de Riego 011 Alto Río Lerma, Gto. TERRA. 21(4): 523-532.

Mejía S., E., L. Núñez de S., E. Palacios V., F.J.A. Pedraza O., E. Torres B., A.L. Santos H., A. Rodríguez G., D. Vásquez S. y J.A. Salgado T. 2010. Manual Práctico del ArcView GIS 3.2. Mundi Prensa México. 221 pág.

Moreno, J. A. 2008. Sistemas y Análisis de la Información Geográfica, Manual de autoaprendizaje con ArcGIS. Alfaomega Grupo Editor. México, D.F.

TELEDET, \_ . Tutorial Percepción Remota. Disponible en <http://www.teledet.com.uy/imagen-satelital.htm> (Revisado el 14 de octubre de 212).