

Sistema de información geográfica para distritos de riego

Israel Velasco Velasco
Alberto Balancán Soberanis
Santiago Jaimes García
Braulio Robles Rubio
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

En los distritos de riego, DR, se ha vuelto cada vez más imperiosa la necesidad de contar con herramientas que permitan optimizar la integración, análisis y manejo de la información básica que se genera como resultado de su operación. En la actualidad esta actividad, que se realiza manualmente, presenta algunos inconvenientes: se requiere de un gran número de personal capacitado y con experiencia, que cada vez resulta más difícil de conseguir; se necesita equipo especial, aunque cuando se tiene es subutilizado; los resultados muchas veces reflejan sólo aproximaciones, y su frecuente extemporaneidad representa el aspecto más desventajoso y le resta valor y utilidad. Una manera de contribuir al mejoramiento de esta situación, es formular un sistema de información geográfica, SIG, que conjunte el procesamiento, mediante los actuales equipos de cómputo, de la información numérico-estadística con la cartográfico-documental, de forma ágil y confiable, de tal suerte que los directivos de los DR puedan disponer de elementos de juicio adecuados, suficientes y con la oportunidad requerida, que les permita evaluar sus resultados, así como planear la mejor administración de los recursos a corto y mediano plazos. En este trabajo se presentan los principales resultados obtenidos en el diseño y aplicación de un SIG al DR 085: La Begoña, en Guanajuato, México. En él se ha considerado a la sección de riego como cédula básica de información y análisis; el DR está compuesto por 11 de ellas, en las que existen 2 223 usuarios con 10 998 ha físicas y 10 733 ha con derecho a riego. En términos generales, el SIG abarca los siguientes aspectos: padrón de usuarios, con las características y datos que marcan las leyes y reglamentos vigentes; información específica más importante desde el punto de vista del funcionamiento del DR por lote (agrología e infraestructura, que son prácticamente datos constantes, y operación, que son datos con una variación periódica por ciclo; información cartográfica, relacionada con las dos anteriores, que corresponde a los planos por sección, a los catastrales y a los de infraestructura. Con un programa de cómputo especialmente diseñado para ello, se procesó el padrón de usuarios; con otro, lo que corresponde a la información estadística constante y variable; con el paquete comercial ARC/INFO se digitalizó la información cartográfica, la catastral y la de infraestructura por sección, relacionándose entre sí todas las bases de datos para el despliegue numérico y gráfico de los aspectos más importantes. En fecha próxima se llevará a cabo la instalación y transferencia de esta tecnología al DR 085. Con ello se espera mejorar sus sistemas de manejo de información.

Palabras clave: sistemas de información geográfica, distritos de riego, operación, conservación, administración, Arc/Info, cómputo, bases de datos.

Introducción

En años anteriores al advenimiento y expansión del uso de los modernos equipos de cómputo, el manejo de toda la información se hacía prácticamente a mano y por lo mismo, se requería de una gran cantidad de

personal que dada su paulatina especialización, se convertía en un verdadero banco de datos ambulante que resultaba de gran utilidad hasta que, por alguna razón, ese estadígrafo, como se le llegó a denominar, dejaba de hacer su trabajo y el procesamiento de la información sufría un fuerte descalabro, teniéndose

que realizar verdaderos esfuerzos, no siempre muy ortodoxos, para mantenerlo a flote.

Actualmente, los DR operan con severas limitaciones de personal capacitado y equipo adecuado por lo que continúan realizando manualmente sus procesos de recopilación, integración y análisis de información. Esto ocasiona que su manejo sea muy deficiente y presente problemas de oportunidad y calidad tan graves como el tamaño del DR ya que, en términos generales, este es proporcional al volumen de la información que genera.

No obstante, podría decirse que, aún en los DR más evolucionados, esta manera de manejar la información siempre ha causado problemas como son la comisión sistemática de errores, tanto en la manipulación de datos como en su interpretación; además, es muy común que al finalizar el proceso, los resultados obtenidos, en términos de tiempo, ya no reflejen la situación real; es decir, siempre se tendrá una diferencia en tiempo, que a veces será lo suficientemente importante, según la prioridad y el volumen de datos manejado, para considerar que, a pesar de todo el esfuerzo realizado, los resultados aún dejen mucho que desear.

Por otro lado, las actuales tendencias económicas y sociales, con las que se procura disminuir e incluso desaparecer el tutelaje gubernamental, eliminando subsidios y estimulando diversas estructuras productivas, para que sean rentables y de beneficio económico, obligan a considerar otras opciones que de manera inmediata puedan sustituir los métodos en uso.

Los DR no escapan a este esquema y con el actual programa de transferencia a los usuarios de las actividades de operación, conservación y administración, se requiere también de la modernización de técnicas, equipo y metodología, para mejorar sustancialmente el control y la calidad de la información. Otro aspecto que importa considerar es el preocupante adelgazamiento de la estructura humana de trabajo en la actual organización de los DR, pues cuando estos se transfieran, tanto la CNA como las mismas organizaciones de usuarios seguirán requiriendo de la información que genera el funcionamiento del DR, de manera que, visto desde cualquier ángulo, es prácticamente imprescindible que a corto y mediano plazos se recurra a las innovaciones tecnológicas ya disponibles.

El funcionamiento de los DR y las decisiones adoptadas para administrar eficientemente sus recursos, se apoyan, fundamentalmente, en el conocimiento y análisis de la información que ellos mismos generan. Las actividades inherentes que las diversas áreas técnicas realizan, se programan y ejecutan de acuerdo a dos tipos básicos de información:

- La numérico-estadística, que conjunta el desarrollo histórico, como resultado de esas actividades, y de cuyo análisis es posible obtener índices, parámetros y tendencias.
- La gráfica, que resume y hace más objetiva y evidente la información, presentándola en diversos planos donde los conceptos más importantes se aprecian más claramente y se refuerza su aspecto cualitativo.

De estas razones se derivó la necesidad de crear un sistema que satisfaga los requerimientos planteados, al mismo tiempo que permita avanzar en el proceso de modernización de los DR. El objetivo principal de este trabajo se puede plantear como el desarrollo e implantación en un DR piloto, de una metodología que, con base en modernas técnicas de manejo de información mediante una computadora, sirva como instrumento normal de trabajo, y que en forma ágil y confiable, maneje conjuntamente los datos documentales más frecuentes e importantes como son los numérico-estadísticos y los cartográficos (planos), para así proveer a los responsables del funcionamiento del DR, de más y mejores elementos de juicio, que les permitan tomar decisiones cada vez más adecuadas y oportunas. En forma complementaria, se estima alcanzar los siguientes fines:

- Crear y mantener actualizada una base de datos con la información que refleje *el estado del arte* del DR, en los aspectos básicos de información ordinaria y cotidiana respecto a su funcionamiento.
- Realizar análisis detallados sobre alguna área o sección del DR que merezca atención especial, y en la que incidan los elementos informativos mínimos necesarios.
- Obtener, al final del ciclo o año agrícola en turno, tanto el detalle como el resumen de la operación realizada por sección de riego y utilizarlos como base de evaluación y planeación para los siguientes periodos.
- Simular situaciones probables de operación que permitan visualizar el comportamiento y respuesta de todo o de alguna parte del DR, y con en base en ello tomar las medidas pertinentes.

Tomando en cuenta el carácter inicial de un proyecto de esta naturaleza, que se puede considerar el primero en su tipo, y con el fin de garantizar su buen desarrollo y funcionamiento, previamente se convino en trabajar en el DR 085: La Begoña, en Guanajuato, ya que, como DR piloto, reunía ciertas características de estabilidad, que lo hacían apropiado para que el

proyecto se pudiera llevar a buen término y obtener resultados en un plazo razonable.

Metodología

Con objeto de dar al desarrollo de este trabajo una estructura lógica y apropiada a las actuales condiciones de información disponible en las áreas a las que va destinado, se analizó primeramente el tipo y la calidad de datos que se esperaban como resultado de la aplicación del SIG, para, con base en ello, establecer las dimensiones del tipo, la calidad y el detalle de la información básica.

Primeramente se escogieron las herramientas y otros elementos a utilizar; se adoptó el paquete comercial ARC/INFO, como la opción disponible más apropiada de software para relacionar, procesar y desplegar las diversas bases de datos, considerando las de origen numérico-estadístico y las geográfico-documentales. En términos generales, se incluyeron tres grandes rubros de información, estrechamente relacionados entre sí:

- Padrón de usuarios: en donde su número de cuenta y subcuenta actúa como pivote de todo el proceso.
- Plano catastral por sección de riego: contempla la división catastral, la infraestructura hidráulica y, para referencia, la ubicación de zonas urbanas y vías de comunicación.
- Información específica: en la que se comprenden aspectos relativamente constantes como agrología, topografía e infraestructura, en una parte, y en otra, la información sobre operación y aspectos afines que pueden variar periódicamente.

Cabe hacer hincapié en que este SIG, tal como ha sido concebido y desarrollado, acepta, procesa y despliega la información por cada lote o parcela y por sección de riego, ya que ésta es la unidad básica de funcionamiento de los DR; hacerlo a mayor escala, ya fuera zona, unidad o distrito, tendría los inconvenientes de reducir el detalle y la apreciación de la información de salida, y manejar simultáneamente por la máquina grandes volúmenes de datos, restándole en esa medida su eficiencia, dado que para este proceso la idea es utilizar computadoras personales, las que como es sabido, aunque tienen una gran capacidad de procesamiento, son limitadas cuando la cantidad de datos es muy grande. Con estas características, los despliegues gráficos, resultado del sistema, serán en estilo *mosaico*; es decir, por cada concepto de interés que se plasme en planos, estos mostrarán el concepto en sus diversas variantes en

cada sección, lo cual significa que los resultados no serán isolíneas o líneas de igual valor, como los dan otros paquetes de cómputo.

Con esta forma de despliegue gráfico, cuando los planos se impriman, al sobreponerlos se tendrá la facilidad de ubicar un lote y ver sus atributos, de acuerdo a la información alimentada y, de ello, sacar conclusiones y planear estrategias para su corrección y mejoramiento, o bien, para su extrapolación a otros lotes con características semejantes.

En conjunto, el SIG está diseñado y programado de tal manera, a base de menús interactivos, que el futuro usuario, sin conocimientos detallados previos de computación ni de la paquetería utilizada, sea capaz de operarlo y de obtener de él los resultados deseados, convenientemente presentados y con la actualización y oportunidad requeridas.

De los tres grupos de información mencionados, los que corresponden a bases de datos numéricos y estadísticos (*Padrón de usuarios e Información específica*), se manejan, por sus características, fuera del SIG; es decir, como bases de datos son más eficientemente manejadas con otro paquete de *software*, en este caso el Dbase IV y el CLIPPER, y posteriormente son incorporadas al sistema general, que es procesado con ARC/INFO. Desde luego, aunque el manejo de las bases de datos numéricas estrictamente puede considerarse independiente del SIG, también forma parte del él, como módulo de aplicación específica.

La información estadística principal, y que sirvió de base para que, en relación a los planos digitalizados, el resto de la información (alimentada posteriormente), se maneje y procese, es la contenida en el *Padrón de usuarios*.

El *Padrón de usuarios* es uno de los documentos fundamentales de un DR, del que derivan los programas y acciones que éste realiza, y con base en el cual se establecen las dimensiones de los presupuestos, costos, cuotas, tiempos de ejecución, valor y volumen de producción y de agua, superficies, cultivos, etcétera.

El *Padrón de usuarios* es el documento en el que están registradas todas y cada una de las personas físicas o morales que hacen uso de los servicios de riego, drenaje doméstico, industrial o de cualquier otro de los que se proporcionan. Además de los nombres de los usuarios, contiene las superficies físicas y netas de riego o de drenaje de las parcelas o lotes beneficiados, y los datos complementarios para su identificación y localización dentro del área del distrito de riego.

Por la importancia del padrón, así como por su dinámica y el volumen de información que representa, se ha creado un sistema especial de cómputo para

su manejo, denominado Sistema para el Manejo del Padrón de Usuarios, SIPAD, el cual está basado en el instructivo técnico *Integración, actualización y manejo de padrones de usuarios de los distritos de riego*, publicado por la SARH en 1988.

SIPAD es un sistema creado en Dbase IV, a petición de la Gerencia de Distritos de Riego, por la empresa Instituto de Estudios, Investigaciones y Servicios, AGRIPEFOR CHAPINGO, S. C.; la versión 1.0, disponible en el IMTA, se ha instalado en uno de sus equipos y con él se ha procesado la información del *Padrón de usuarios* del DR 085, La Begoña, utilizada como apoyo para el diseño del SIG-DR. El *Módulo de información específica* está desarrollado en CLIPPER versión 5.0, paquete compatible y semejante a Dbase.

Desde luego que esta parte del módulo puede procesarse y actualizarse en cualquier etapa del ciclo o año, aunque su máxima utilidad se tendrá al final del mismo, cuando la información esté completa y entonces pueda verse en conjunto para hacer los análisis y evaluaciones de interés.

Finalmente, la digitalización de la información cartográfica se hizo con el propio paquete ARC/INFO, a través de una tableta digitalizadora. Por cada plano digitalizado correspondiente a una sección de riego, se creó el archivo respectivo, el cual posteriormente se correlacionó con los atributos del *Padrón de usuarios* y del *Módulo de información específica*.

Los planos digitalizados proporcionados por el DR, requirieron de claridad, precisión, de referencias geográficas (meridianos y paralelos), así como de escalas homogéneas y convenientes (1:10,000).

Aplicación y resultados

Desde el inicio del proyecto, se vio la necesidad de seleccionar un DR que presentara mayor factibilidad de constituirse en el centro piloto para el desarrollo e implantación del SIG, así como para realizar la evaluación de sus alcances y bondades una vez concluido.

Esta selección estaría en función de las características propias de cada distrito; de las cuales, las determinantes para el desarrollo del sistema fueron:

- DR relativamente pequeño y compacto.
- Con superficie de riego bien definida.
- Sin problemas de tenencia de la tierra.
- Cercano al IMTA para una frecuente comunicación.
- Disponibilidad para realizar el SIG en trabajo conjunto.

Por disponer de estas características, se eligió al DR 085: La Begoña, en Guanajuato, México. Este DR está formado por dos unidades (Celaya y Comonfort,

Guanajuato), a su vez constituidas por 11 secciones de riego, y tiene como fuente de abastecimiento las presas de almacenamiento Ignacio Allende e Isidro Orozco, así como bombeos directos del río Laja, con lo que beneficia un total de 2 223 usuarios en 10 733 hectáreas.

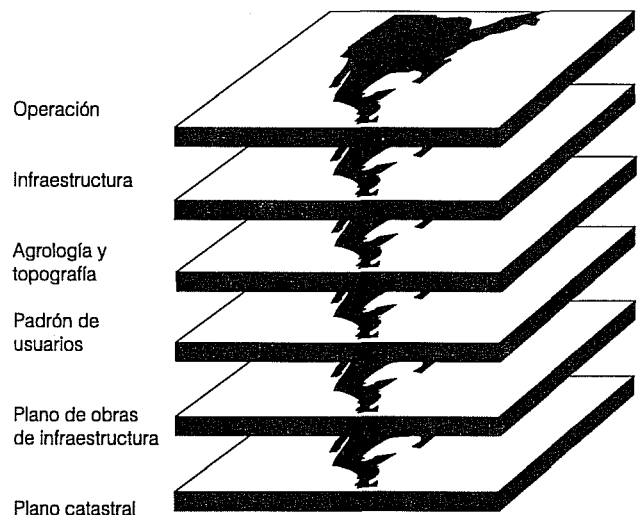
Inicialmente, el proyecto consideró únicamente la sección de riego número 11 del DR 085, por ser la única de la que se disponía al momento de una mayor cantidad de la información necesaria para dar inicio al desarrollo del sistema. Esta información es la referente a: *Padrón de usuarios*, agrología, topografía, infraestructura, operación y la cartografía catastral y de infraestructura (véase ilustración 1).

A toda la información disponible (estadística y cartográfica) se le hizo un análisis, depuración y actualización en forma exhaustiva para, posteriormente, llevar a cabo su captura, en donde la información incluida en el Padrón de usuarios se capturó a través del SIPAD, la referente a estadísticas agrícolas, mediante un programa especialmente diseñado para la captura del módulo Información Específica (SIE, *Sistema de información específica*) y la cartográfica se realizó a través del *Sistema de información geográfica*, ARC/INFO, mediante el uso de una tableta digitalizadora. En ambos casos (captura y digitalización) se generaron archivos en forma de bases de datos.

Como parte de SIPAD, se formaron los siguientes catálogos con clave numérica, con los que la información se valida y procesa:

- De unidades de riego
- De zonas de riego
- De secciones de riego
- De canales principales

1. Representación gráfica del sistema de información geográfica para distritos de riego



- De canales laterales
- De canales sublaterales
- De canales ramales
- De canales subramales
- De tipo de usuarios
- De sistema de riego
- De equipo de bombeo
- De municipios
- De ejidos

Los catálogos de canales subsubramales, predios y grupos, no se formularon debido a que estos conceptos no existen o no están definidos para el DR. El catálogo de puntos de control no se integró por estar en proceso de formulación en el DR. Cuando esté terminado será el propio DR el que lo incluya dentro del Sistema para el Manejo del Padrón de Usuarios.

Respecto al *Módulo de información específica*, con el que se maneja la segunda gran categoría de datos del SIG, se comprenden, para el lote o predio, los siguientes conceptos:

- Agrología y topografía: textura, serie, salinidad, drenaje y microrrelieve interno.
- Infraestructura: material de construcción del canal o tipo de dren, capacidad, *status* y estado de conservación en drenes y canales por separado. Tipo de obra, capacidad, *status*, estado de conservación y tipo de estructura aforadora en tomas-granja y tomas directas.

En esta primera parte del módulo, se captura, valida y procesa la información constante y se crea la base de datos correspondiente, la que, cuando esté completa y correcta, tendrá mínimas modificaciones, por lo cual adquiere, como base de datos, un carácter prácticamente permanente. De esta información (la correspondiente a textura, serie, salinidad, drenaje y microrrelieve interno) es posible: obtener los *mosaicos* correspondientes, tanto en monitor como impresos (estos últimos, al sobreponerse, facilitan la interpretación de la situación particular de un lote, un grupo de lotes y hasta de toda la sección); deducir las posibles causas de esa situación y tomar las medidas pertinentes, si se tratara de un problema, o bien propiciar y difundir esas causas si los efectos fueran benéficos.

En la operación del DR, por año agrícola, por ciclo o por ambos: cultivo, superficie sembrada, superficie cosechada, uso consuntivo, lámina neta total, volumen neto total*, número de riegos, rendimiento, precio medio rural, costo de producción, utilidad neta*, índice bruto de productividad del agua, IPAB*, índice neto de productividad del agua, IPAN* (los conceptos

marcados con * son calculados internamente por el programa).

En la segunda parte del módulo, que comprende la información variable, que es la operación del DR, se hace lo propio para los datos que tienen variación de un ciclo agrícola a otro, y debido a esto requiere frecuentes actualizaciones, precisamente con la idea de mantener la información vigente y disponer de ella con ese carácter. De esta parte es posible obtener *mosaicos* de cultivos, ejido, tenencia de la tierra, series de suelos, texturas, microrrelieve interno, drenaje, salinidad, e índice de productividad del agua neto y bruto, en los que se mostrará, para los diversos lotes, los diferentes conceptos de cada tema en forma actualizada o último registrado.

Por conveniencia, los conceptos de información constante, en sus modalidades más frecuentes, y de cultivos (nombre de cultivo), se manejan mediante claves numéricas, previamente establecidas y aprobadas por la jefatura del DR, con las cuales se hacen los respectivos catálogos, que también forman parte de este módulo, y a los que se puede tener acceso para consulta o verificación durante la captura.

Se cuenta con el programa que hace posible la interrelación de información de padrón y estadística con la información catastral digitalizada. En este programa y hasta la fecha sólo es posible trabajar con la sección de riego No. 11, que es de la que se tienen datos de *Información específica* y de la cual es posible visualizar en pantalla y en forma impresa los alcances del Sistema. El resto de la información estadística será captada por el propio distrito de riego.

Una vez capturada la información documental del *Padrón de usuarios* y digitalizada la catastral del resto de las secciones del DR, se llevó a cabo su integración al SIG. Se contó con un total de 2 613 registros con información íntegra; para estas diez secciones no se tiene el resto de la información estadística, pero el programa para su captura, validación y procesamiento está listo para utilizarse.

Dentro del módulo de *Información específica*, se cuenta con 253 registros correspondientes a la sección de riego número 11, con la información mencionada sobre los tópicos que en él se comprenden. Para este módulo, se elaboró un diagrama básico y un formato base que faciliten la codificación y captura de datos.

De acuerdo a los objetivos planteados en este trabajo a través de su aplicación se pueden obtener:

- Despliegue en pantalla y en forma impresa del plano general del DR, digitalizado con división por secciones de riego, a tamaño carta.

- Despliegue en pantalla y en forma impresa de planos catastrales y de infraestructura correspondientes a todas las secciones de riego de DR a diversas escalas: carta y 1:10,000.
- Catálogos de los diversos conceptos del *Padrón de usuarios* del DR mediante SIPAD.
- Listados del *Padrón de usuarios* total del Distrito, según las opciones de SIPAD.
- En pantalla, como interrelación de datos, las características, según SIPAD, de cada predio de los planos catastrales de cada sección de riego, previamente seleccionado.
- En pantalla, ampliación (zoom) de una superficie seleccionada del plano catastral de cualquier sección previamente seleccionada, en la que cada predio está identificado por su número de cuenta.
- Es posible desplegar en pantalla la cartografía digitalizada de las secciones del distrito, en forma individual, así como para un predio o grupo de ellos, consultar sus características según el *Padrón de usuarios* y la información estadística capturada mediante el SIE y desplegar los *mosaicos* de: tenencia de la tierra, ejidos, cultivos, texturas, salinidad, drenaje, microrrelieve, índice de productividad del agua neta y bruta, y series de suelos; en donde cada *mosaico* diferencia sus conceptos mediante distinta coloración, contando con la simbología correspondiente en cada uno de ellos.
- Impresión de cada uno de los *mosaicos* arriba mencionados.
- Con el SIE se tienen las opciones de manipular internamente la información capturada, y obtener reportes impresos que resumen los diversos conceptos refiriéndolos a la superficie; así por, ejemplo, se pueden obtener las superficies que no se benefician de drenes, las que tienen drenes primarios, y las que tienen drenes secundarios; en canales, las superficies beneficiadas por aquéllos y que tienen un determinado grado de requerimiento de conservación: 0, 20, 40, 60, 80 y 100. También con este módulo, en el aspecto de operación, está disponible el manejo de la información para obtener el resumen por ciclo, por sección y por DR de los resultados generales de la operación. Desde luego, esta parte del SIG puede usarse como un medio de llevar el avance de siembras y cosechas, pero como ya se dijo, su mayor utilidad será al final del ciclo, porque permite tener idea del resultado económico.
- Para reforzar la información gráfica de los aspectos operativos, como ya se mencionó, se tiene la posibilidad de obtener *mosaicos* de cultivos, Índice de Productividad del Agua, IPA Total e IPA Neto. El IPA se define aquí como la productividad económica

por el uso del agua, en miles de pesos por millar de metros cúbicos utilizados (netos), y es un indicador de la eficiencia económica del uso del agua. El IPA Total está calculado con el valor total de la producción y el IPA Neto con la utilidad (valor de producción-costeo de producción); en ambos casos, puede obtenerse impreso el valor numérico de los IPA por cultivo, por sección y por DR, aunque, desde luego, el más representativo es por cultivo. Plasmar este índice en forma de mosaico, da una buena aproximación de la distribución espacial de los ingresos, lo que si se correlaciona con los demás *mosaicos*, apoyará la detección y el análisis de áreas con problemas que estén afectando negativamente la producción agrícola y, por tanto, el ingreso de los productores.

Conclusiones y recomendaciones

El uso de una herramienta como la aquí esbozada puede ser de gran utilidad y ventaja para que los DR puedan procesar y utilizar retroactivamente la información que generan en forma ágil, oportuna y con la veracidad suficiente para la planeación y programación de actividades de la operación de ciclos agrícolas actuales o próximos. Es también posible su uso para determinar las necesidades de conservación de la infraestructura hidroagrícola del distrito, entre otras aplicaciones de importancia. Para lo anterior es necesario continuar con el desarrollo y aplicación de estos SIG, adecuándolos a las diversas características de los DR, mejorándolos continuamente y extendiendo su utilización; el transferirlos es una tarea conjunta que deben realizar el IMTA y las áreas directamente beneficiadas.

Aunque este trabajo es modesto en sus alcances y objetivos por su carácter inicial, proporciona una buena idea de su potencialidad y bondad, y se espera que el DR para el cual se ha desarrollado obtenga de él la utilidad suficiente que justifique el esfuerzo invertido en ello.

Se recomienda que el DR 085 haga lo posible por conjuntar la información necesaria para complementar este SIG en su aspecto de información específica y la integre al mismo; de esta forma, se tendrán los suficientes elementos informativos para facilitar los análisis que periódicamente deben hacerse para evaluar las acciones realizadas en el funcionamiento del DR y, como consecuencia, tener bases más firmes para la planeación futura del uso de los recursos con mejores resultados.

Se considera que para los DR en proceso de transferencia, cuando los usuarios se hagan cargo de ellos, una metodología como esta puede simplificar en gran medida el proceso de la información; de igual manera, para la CNA, el disponer de los datos confiables y oportunos le permitirá una comunicación más fluida, con las asociaciones de usuarios, facilitando de esta forma los análisis y decisiones que se tomen.

Revisado: agosto, 1993

Referencias

- Aronoff, Stan. 1989. Geographic Information Systems. A Management Perspective. WDL Publications. Ottawa, Canada.
- Didon, E. 1991. Los sistemas de información geográfica. Conceptos, funciones y aplicaciones. ORSTOM-MEXICO. Notas del curso "Satélites y Agricultura. El ejemplo SPOT". Centro de Edafología. CP. Montecillos-Chapingo, Mex.

Abstract

Velasco, I., et al. "Geographical Information System for Irrigation Districts". *Hydraulic Engineering in Mexico* (in Spanish), Vol IX, Num. 1, pages 35 – 41, January–April, 1994.

The planning and execution of the different activities carried out within an Irrigation District for its administration, operation and conservation, are based on information about different technical, natural and organizational aspects, which are related with the geographical area. Information may be obtained about users in a cadastral plan or the distribution of agricultural parameters within the district. The Geographical Information Systems allows for the management of geographical information data base through descriptive information. This article deals with a Geographical Information System developed for Irrigation District No. 085, "La Begoña", Guanajuato, Mexico. The system receives as input, information concerning agronomy, topography and infrastructure and relates it to the corresponding property within the cadastral plan. System output consists of printouts of plans in different scales for each, from the user census of the information layers, as well as the generation of tables.

Key words: geographical information systems, irrigation district, operation, conservation, administration, Arc/Info, computation, data Bases.