



SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICO PARA LA GESTIÓN DE DATOS DE USUARIOS EN LOS ACUÍFEROS UBICADOS EN SONORA, MÉXICO

GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM FOR THE MANAGEMENT OF USER DATA IN AQUIFERS LOCATED IN SONORA, MEXICO

RAMÍREZ URIBE, Gerardo

Universidad de Sonora (UNISON)

Departamento de Ingeniería Civil y Minas.

Profesor Investigador de tiempo completo.

Boulevard Rosales s/n, entre Reforma y Colosio, Colonia Centro, Hermosillo, Sonora, C.P. 83000, México

Correo electrónico: guribe@industrial.uson.mx

Teléfono: +52 6622592183 / +52 6622592184

QUINTANA PACHECO, Jesús

Universidad de Sonora (UNISON)

Departamento de Ingeniería Civil y Minas.

Profesor Investigador de tiempo completo.

Boulevard Rosales s/n, entre Reforma y Colosio, Colonia Centro, Hermosillo, Sonora, C.P. 83000, México

Teléfono: +52 6622592183 / +52 6622592184

OJEDA DE LA CRUZ, Arturo

Universidad de Sonora (UNISON)

Departamento de Ingeniería Civil y Minas.

Profesor Investigador de tiempo completo.

Boulevard Rosales s/n, entre Reforma y Colosio, Colonia Centro, Hermosillo, Sonora, C.P. 83000, México

Teléfono: +52 6622592183 / +52 6622592184

SILVESTRE ORTIZ, José Refugio

Universidad de Sonora (UNISON)

Departamento de Ingeniería Civil y Minas.

Profesor Investigador de tiempo completo.

Boulevard Rosales s/n, entre Reforma y Colosio, Colonia Centro, Hermosillo, Sonora, C.P. 83000, México

Teléfono: +52 6622592183 / +52 6622592184

Palabras Clave: Recursos hídricos; SIG; datos hidrológicos; sistema de gestión de datos

Key words: Water resources; GIS, hydrological data; data management system

Resumen

Este proyecto presenta el marco conceptual de una metodología sobre la implementación de un sistema de información geográfica (SIG) para la actualización de datos de usuarios de aguas mexicanas ubicados en los acuíferos del Estado de Sonora, México. Este SIG, se basa en el análisis del contenido para el proceso de actualización de datos de usuarios propietarios de aprovechamientos de recursos hídricos, con el fin de presentar algunos elementos relacionados a establecer ventajas competitivas en las organizaciones que necesiten mejorar la actualización de datos de usuarios mediante un SIG.



Las soluciones a los problemas relacionados con el agua dependen de muchos factores, entre los que se encuentran las instituciones que la administran, los procesos mediante los cuales se gestiona el agua, condiciones socio-políticas, el desarrollo y las prácticas de gestión y los marcos jurídicos existentes. En esta situación, las soluciones innovadoras, como la recarga de las aguas subterráneas, los cambios en la estructura de tarifas de agua, el análisis institucional y técnica de manejo de datos como SIG están ganando importancia. El sistema que se presenta, se ha desarrollado en la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) en donde fue necesario determinar la situación de los acuíferos del Estado de Sonora, México, para posteriormente proponer un metodología de desarrollo conformada por los siguientes elementos: 1) Proceso de aplicación de la Encuesta, el cual consta de preparación y aplicación de la encuesta y 2) Implementación del SIG, que se relaciona con mecanismos de control y validación de la información y el diseño del SIG. La estructura del documento presenta en primera instancia a los aspectos conceptuales que se observan en la introducción y posteriormente, se describen todos los elementos relacionados al sistema.

Abstract

This project presents the conceptual framework of a methodology on the implementation of a geographic information system (GIS) for updating user data of Mexican waters located in the aquifers of the State of Sonora, Mexico. This GIS is based on the analysis of content for the process of updating user data owners of water, in order to present some elements related to establishing competitive advantages in organizations that need to improve the updating of user data through a S.I.G.

The solutions to problems related to water depend on many factors, among which are the institutions that administer it, the processes through which water is managed, socio-political conditions, development and management practices and frameworks. existing legal In this situation, innovative solutions, such as recharge of groundwater, changes in the structure of water rates, institutional analysis and data management techniques such as GIS are gaining importance. The system that is presented, has been developed in the National Water Commission (CONAGUA) where it was necessary to determine the situation of the aquifers of the State of Sonora, Mexico, to later propose a development methodology consisting of the following elements: 1) Process of application of the Survey, which consists of preparation and application of the survey and 2) Implementation of the GIS, which is related to control mechanisms and validation of the information and the design of the GIS. The structure of the document presents in the first instance the conceptual aspects that are observed in the introduction and later, all the elements related to the system are described.

1. Introducción

La CONAGUA estableció como uno de los objetivos del Programa Nacional Hídrico 2007-2012, el incentivar una cultura de cumplimiento de la Ley de Aguas Nacionales en materia administrativa y contempla como una de las estrategias más importantes, la actualización constante de los padrones de usuarios de las aguas nacionales.

En este contexto, la Subdirección General de Administración del Agua ha diseñado una serie de acciones tendientes a disminuir la sobreexplotación de los acuíferos del país. Entre dichas acciones, sobresale el levantamiento de censos de aprovechamientos hídricos subterráneos,

que tienen como propósito actualizar el padrón de usuarios de las aguas nacionales ubicados dentro de los acuíferos prioritarios, mediante un SIG. ¿Qué es SIG? La United States Geological Survey (USGS) define SIG como la tecnología, que se puede utilizar para realizar investigaciones científicas, administración de recursos y la planificación del desarrollo. Se trata de un sistema capaz de capturar, almacenar, analizar y mostrar información geográficamente referenciada, es decir, datos identificados según su localización (Koury, 2012).

Bajo este argumento, se llevó a cabo la “Actualización de los datos de usuarios de Aguas Mexicanas ubicados en los acuíferos del Estado de Sonora, mediante un SIG”. La presente investigación muestra en primera instancia un marco teórico donde se presenta como base del proyecto, el planteamiento de las siguientes etapas: la situación problemática, el modelo conceptual, la metodología de desarrollo, luego están, los resultados y avances del sistema, para finalmente obtener las conclusiones.

2. Marco Teórico

La necesidad de agua es universal. Los problemas de necesidad agua en el mundo no son homogéneos ni constantes. A menudo varían significativamente de una región a otra, incluso dentro de un mismo país, de una estación a otra, y también de un año a otro (Biswas, 2004).

Las soluciones a los problemas relacionados con el agua dependen de muchos factores, entre los que se encuentran las instituciones que la administran, los procesos mediante los cuales se gestiona el agua, condiciones socio-políticas, el desarrollo y las prácticas de gestión y los marcos jurídicos existentes. En esta situación, las soluciones innovadoras, como la recarga de las aguas subterráneas, los cambios en la estructura de tarifas de agua, el análisis institucional y técnica de manejo de datos como SIG están ganando importancia (Singh, 2010). La tecnología SIG ofrece soluciones para ayudar tanto a la recopilación de datos y modelado. SIG soporta mapas en tiempo real de campo y la información de posición precisa, tareas que consumen mucho tiempo y difícil con los métodos tradicionales, y que a menudo se limita a las computadoras de escritorio y cableados de red de comunicaciones (Waleed, 2011).

Las SIG son herramientas poderosas que permiten análisis espaciales y representaciones de datos georeferenciados (Tweed, 2007), cuyos antecedentes datan de varias décadas atrás, se han posicionado como una tecnología básica, imprescindible y poderosa, para capturar, almacenar, manipular, analizar, modelar y presentar datos espacialmente referenciados. Esta herramienta ha demostrado su utilidad en hidrogeología durante muchos años, los sistemas estándar de capas de los SIG son bastante útiles para modelar, visualizar y editar datos geológicos del subsuelo y los objetos y sus atributos (Abdul, 2008).

Lo específico del SIG reside en rasgos tales como su capacidad para almacenar grandes masas de información georeferenciada 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 (Moreno, 2008). En ese contexto, ArcGis es el paquete de programas de SIG de Environmental Systems Research Institute (ESRI). Es un producto escalable, que tiene tres productos: ArcView, ArcEditor y ArcInfo. Estos productos se diferencian en la cantidad de utilidades que posee cada uno (Navarro, 2009).

En el estudio realizado por Singh (2010), se ha discutido los diversos aspectos del sistema de gestión del agua urbana, específicamente problemas y cuestiones relacionadas con la ciudad

de Allahabad. En dicho estudio se ha identificado los problemas y se ha evaluado la viabilidad de las diversas opciones de desarrollo para abordar los problemas. Además, el estudio determina la aplicabilidad del sistema de gestión basado en SIG para la gestión del agua potable urbana y se ha desarrollado un marco conceptual. El SIG ha demostrado ser una herramienta eficaz para el almacenamiento, la recuperación y la toma de decisiones utilizando datos espaciales y no espaciales para la ciudad de Allahabad.

En el 2007, Jenness en el estudio llamado “Base de datos de recursos hídricos Africanos (AWRD por sus siglas en inglés), propone un GIS para la gestión de los recursos hídricos de África, en dicho estudio se espera que las principales ventajas se encuentren en dos áreas. La primera, una ventaja es la creación de un extenso archivo de datos. El segundo se centra en la provisión de conjuntos de herramientas analíticas y de gestión de datos fáciles de usar y avanzados. Ambos aspectos abordan directamente algunos de los problemas clave en la gestión de recursos hídricos. Actualmente, hay 28 capas de datos temáticos compuestos de 156 conjuntos de datos únicos de más de 25 fuentes de datos o bibliotecas que pueblan el archivo de datos AWRD. Los ocho componentes de la base de datos dentro de los cuales residen pueden describir una visión general de los datos contenidos en el archivo AWRD. Estos ocho componentes son: cuerpos de agua superficiales; cuencas hidrográficas; ríos; especies acuáticas; diccionario geográfico; vector auxiliar; ráster auxiliar; e imágenes auxiliares y bases de datos de fondo de mapas. En conjunto, estos componentes de la base de datos contienen representaciones de: hidrología de superficie, especies de peces de agua dulce, límites administrativos; densidades de población humana, elevación / batimetría; suelos; imágenes de satélite; temperatura del aire y muchos otros conjuntos de datos fisiográficos y climatológicos. Estos datos se han compilado a partir de una gama completa y escala de recursos de datos disponibles públicamente. Además, los datos proporcionados con el AWRD no son simples reproducciones de bases de datos existentes descargadas de Internet. Más bien, cada conjunto de datos ha sido rigurosamente compilado y procesado en base a las últimas ediciones de los materiales fuente. Debido a estos esfuerzos, la AWRD probablemente represente la base de datos más completa de África jamás desarrollada con el objetivo de apoyar la gestión de los recursos hídricos y acuáticos.

3. Situación de la problemática

El Estado de Sonora comprende varias zonas hidrogeológicas, que varían desde el desierto al noroeste hasta las regiones montañosas en la porción oriental del Estado. Los principales ríos, el Yaqui y el Sonora, presentan direcciones de flujo de norte a sur, modificando su curso en la porción central del Estado, hacia el Golfo de California al poniente (Vega-Granillo, 2011).

La falta de una recarga normal y constante en las cuencas de La Poza, Mesa del Seri-la Victoria, Rio Matape, Rio Sonora, Rio Zanjón, Sahuaral, San José de Guaymas, Santa Rosalia y Valle de Guaymas, el alto índice de la demanda del servicio de agua potable de la ciudad capital del Estado y una constante extracción en la zona agrícola provocan evidentes abatimientos en los niveles freáticos de los acuíferos. De aquí que sea una preocupación de las entidades de gobierno vinculadas con la administración y planeación del uso del agua realizar las acciones necesarias que fomenten entre los usuarios del recurso una política de racionalidad y alto aprovechamiento hídrico.

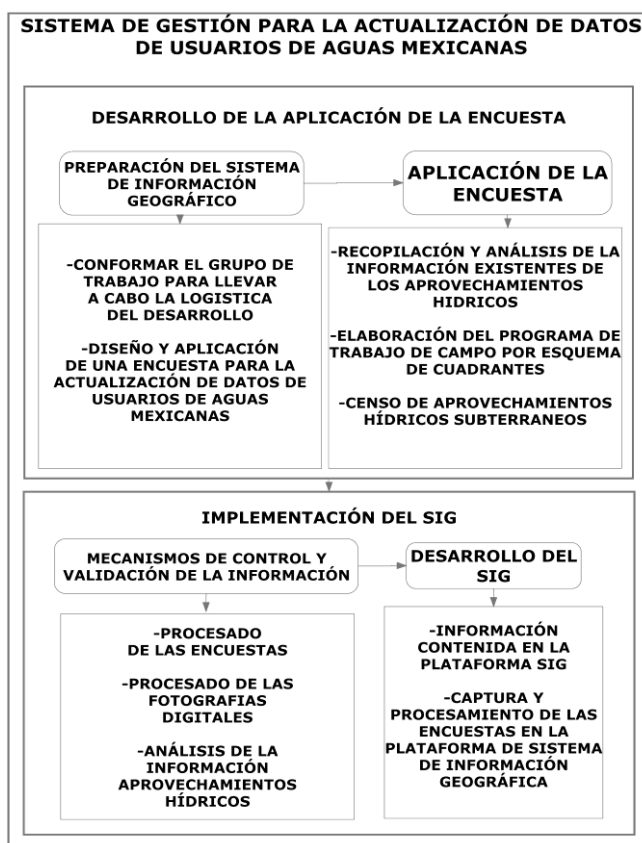
Las estrategias que se implementan para las distintas cuencas de la entidad se propuso la actualización de los datos de usuarios de Aguas Mexicanas ubicados en los acuíferos de: La

Poza, Mesa del Seri-La Victoria, Rio Matape, Rio Sonora, Rio Zanjón, Sahuaral, San José de Guaymas, Santa Rosalía Y Valle de Guaymas en el Estado de Sonora, mediante un SIG.

4. Metodología de desarrollo

Una vez que se ha planteado la situación problemática, fue necesario realizar una propuesta para implementar un SIG para la Actualización los datos de usuarios de Aguas Mexicanas ubicados en los acuíferos del Estado de Sonora, se describe detalladamente la forma en la que se realiza el sistema de información geográfica para la actualización de aguas nacionales, indicando la secuencia temporal utilizada, las formas de operación y manipulación de las variables, la forma y calidad de la información que regresa. Una vez que se ha planteado la cuestión a resolver, se conceptualiza un modelo para que, en el cual es viable el planear, desarrollar e implementar un sistema de información geográfica para la actualización de datos usuarios de aguas mexicanas. La Figura 1 presenta la metodología propuesta, mostrando los dos componentes principales: Proceso de Aplicación de la Encuesta e Implementación del SIG.

Figura 1. SIG para la Actualización de Datos de Usuarios de Aguas Mexicanas



Fuente: Elaboración propia

5. Componentes principales de la metodología

En esta etapa se describe la estrategia para desarrollar el SIG, indicando la secuencia temporal utilizada. En primera instancia se relaciona con la preparación de la aplicación de la encuesta y la aplicación de la encuesta. Posteriormente en la implementación del SIG se realiza el mecanismo de control y validación de la información y finalmente con el diseño del SIG.

5.1 Preparación del SIG

Es necesario primeramente presentar el proyecto ante las autoridades de la CONAGUA para recibir la aprobación por parte de ellos, se continúa con la conjunción de un grupo de trabajo que será responsable de la logística del desarrollo, ellos, serán los responsables de recopilar, capturar la información con la cual se diseñará la SIG y para finalizar se aplicará una encuesta a los usuarios dueños de los aprovechamientos que forman parte de las cuencas. A continuación, se explica a detalle cada una de las actividades antes mencionadas.

5.1.1 Grupo de trabajo para llevar a cabo la logística de desarrollo

Después de formalizarse el proyecto ante la CONAGUA, se procede a conformar el grupo de trabajo para llevar a cabo la logística del desarrollo. Estas personas son responsables de la recopilación y análisis de la información existente de los aprovechamientos hídricos, la elaboración del programa de actividades de campo, concertación de reuniones de trabajo con los distintos órdenes de gobierno y organizaciones de usuarios, el levantamiento de las cédulas del censo de aprovechamientos hídricos subterráneos, la captura y procesamiento de cédulas de campo en la plataforma SIG.

5.1.2 Diseño de la encuesta

La preparación del SIG empieza con una encuesta aplicada a los usuarios dueños de los aprovechamientos situados en las cuencas cuyos resultados presentan la orientación de las unidades afectadas en la organización. Los objetivos de la orientación son en primer lugar, determinar la situación legal y administrativa del aprovechamiento, corroborar las características del aprovechamiento e infraestructura instalada (equipo y bomba de extracción de agua), ubicación del aprovechamiento, etc. En la Figura 2 se muestra parte de la encuesta.

Figura 2. Encuesta para actualización de datos de usuarios dueños de los aprovechamientos de las cuencas

CENSO DE APROVECHAMIENTOS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS		
Fecha: _____ del mes de _____ de 20____. Brigada No.: _____		
Folio No.: _____, Acuífero: _____		
1. Situación Legal y Administrativa del Aprovechamiento:		
1.1 Persona que proporciona la información		
1.1.1 Nombre de la persona que proporciona la información: _____		
Apellido paterno	Apellido materno	Nombre(s)
1.1.2 Relación con el Titular, (sólo si atiende persona distinta al Titular):	1.1.3 Identificación oficial que presenta la persona que proporciona la información:	
	Tipo de identificación: _____	
	Folio de identificación: _____	

Fuente: Elaboración por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)

5.2 Aplicación de la encuesta

El proceso de la aplicación de la encuesta está compuesto por las siguientes actividades: la recopilación y análisis de la información existente de los aprovechamientos hídricos, reuniones de trabajo con los distintos órdenes de gobierno y organizaciones de usuarios, la elaboración del programa de actividades del campo, el censo de aprovechamientos hídricos subterráneos, estas actividades se explican detalladamente a continuación.

5.2.1 Recopilación y análisis de la información existente de los aprovechamientos hídricos

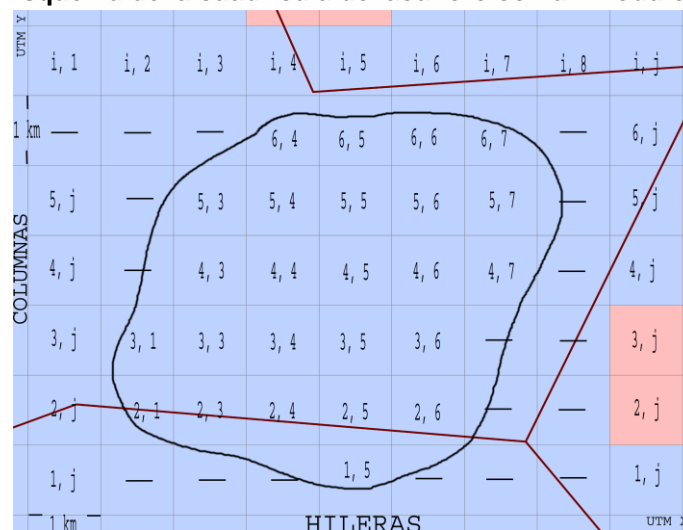
Se procede a recopilar, analizar y geoposicionar las bases de datos del Registro Público de Derechos de Agua (REPDA) de los aprovechamientos subterráneos en estudio, finalmente estos datos se agregarán a la Plataforma Geográfica.

También se recopilará, procesará y analizará la información que se refiere a los censos de los aprovechamientos hídricos con que cuenta el Organismo de Cuenca, los organismos Operadores del Estado de sonora y Las Unidades Académicas locales.

5.2.2 Elaboración del programa de trabajo de campo por esquema de cuadrantes

Se elabora un programa detallado de trabajo de campo para el recorrido de los acuíferos. Para ello se traza una matriz de cuadrantes, cada uno con una superficie de 1 km², esto se observa en la Figura 3. Cabe mencionar que cada celda que integra la matriz está debidamente identificada con una clave en su tabla de atributos, conformada por el número de hilera y columna. Con la cuadrícula trazada y enumeradas las celdas, se sobrepone el Acuífero en cuestión, y las coberturas geográficas de los aprovechamientos subterráneos derivados de las consultas a la base de datos del REPDA y la información recopilada en las diferentes instancias que tienen relación con el tema.

Figura 3. Esquema de la cuadrícula del acuífero con un módulo de 1.0 km



Fuente: Elaboración propia

5.2.3 Censo de aprovechamientos hídricos subterráneos

Finalizada la programación por acuífero y efectuadas las reuniones de trabajo con los distintos órdenes de gobierno y organizaciones de usuarios; se procede a realizar el censo de

aprovechamientos subterráneos para lo cual se hará un barrido total por las brigadas integradas para el acuífero en estudio, los brigadistas de campo levantan las encuestas de registro de información de campo por cada uno de los aprovechamientos hídricos que localizan y geoposicionan en campo, para lo cual se llenan todos los campos de información que contiene la encuesta.

El código de identificación del aprovechamiento está integrado por la clave del acuífero a cuatro dígitos, clave de la celda a seis dígitos (columna y renglón respectivamente sin coma), un guion bajo, la identificación de la brigada de campo (una letra) y el número progresivo del aprovechamiento por brigada a 3 dígitos, como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Código de Identificación de los aprovechamientos

ACUÍFERO	NOMBRE DEL ACUIFERO
CLAVE	CLAVE DEL ACUIFERO
CLAVE DE LA CELDA	NUMERO DE COLUMNA Y RENGLON DE LA CUADRICULA
BRIGADA	C
NUMERO PROGRESIVO POR BRIGADA	036

Fuente: Elaboración propia

Quedando el folio como: 1916022001_C036, este código de aprovechamiento es importante que quede adecuadamente para evitar confusiones en la base de datos que se elaborará posteriormente.

5.3 Implementación del SIG

Para lograr la implementación del SIG es necesario llevar a cabo un mecanismo de control y validación de la información y el desarrollo del SIG, que a continuación se muestra a detalle.

5.4 Mecanismos de Control y Validación de la Información

A fin de evitar la duplicidad de datos, errores u omisiones en la información recabada por cada una de las brigadas, se implementan mecanismos de control y validación que permiten garantizar la calidad de los trabajos de campo realizados antes de su integración en la plataforma Geográfica, El mecanismo consiste en Procesado de la Encuesta, Procesado de Fotografías Digitales de los Aprovechamientos, Análisis y Validación de la Información.

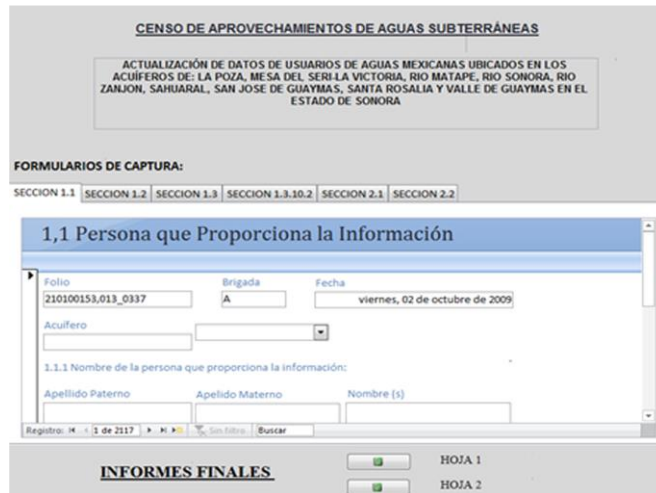
5.4.1 Procesado de la Encuesta

La captura de las encuestas se realiza en una base de datos previamente diseñada en el programa para gestión de bases de datos Microsoft Access. Microsoft Access es un sistema interactivo de gestión de bases de datos que permite organizar, buscar y presentar información de forma fácil, rápida e interactiva, aprovechando al máximo la potencia gráfica del sistema operativo (Sánchez, 2001).

La Figura 4 muestra la interface de Access para agregar información de la encuesta en la base de datos.



Figura 4. Vista de Entrada de la Base de Datos en Access



Fuente: Elaboración propia

5.4.2 Procesado de las Fotografías Digitales de los Aprovechamientos

El almacenamiento de las fotografías digitales se guarda en un inventario fotográfico por parte de un responsable de la administración del mismo. El almacenaje de las fotografías que se obtengan de cada uno de los aprovechamientos tendrá el siguiente orden: a) Cabezal y tren de descarga del aprovechamiento de aguas subterráneas. (Foto 1, Figura 5), b) Toma panorámica que incluya puntos de referencia del sitio. (Foto 2, Figura 5), c) Acercamiento a la lectura del medidor volumétrico (en caso de existir). (Foto 3, Figura 5), d) Acercamiento del medidor de corriente eléctrica de la CFE (en caso de existir). (Foto 4, Figura 5), e) Folio de la cédula de registro en pintarrón blanco, incluyendo el tren de descarga de referencia. (Foto 5, Figura 5), f) Acercamiento al Título de Concesión o Asignación en donde se observe el número de título y nombre del titular (en caso de existir). (Foto 6, Figura 5), y g) Acercamiento al recibo de consumo eléctrico en donde se observe el RPU asignado por la CFE. (Foto 7, Figura 5).

Figura 5. Orden de almacenamiento de las fotografías en el inventario fotográfico



Fuente: Elaboración propia

5.4.3 *Análisis de la información existente de los aprovechamientos hídricos*

El análisis de la información recopilada es elaborada por especialistas en el SIG, esta contiene al menos una capa con cada uno de los siguientes reportes: aprovechamientos identificados con título de concesión o asignación, diferencias encontradas entre el título de Concesión o asignación y los datos de campo en los siguientes rubros: coordenadas geográficas, acuífero, titular del aprovechamiento y uso de las aguas nacionales, aprovechamientos identificados sin título de concesión o asignación y con algún trámite, aprovechamientos identificados sin título de concesión o asignación y sin ningún trámite, concesiones no encontradas durante el desarrollo de los trabajos.

5.5 *Desarrollo del SIG*

La información recogida de la encuesta referente a los aprovechamientos hídricos es montada en la SIG para la utilización del presente proyecto. El diseño del SIG está compuesto por dos etapas, la primera es la de colgar información en la plataforma geográfica y por último la captura, y el procesamiento de las cédulas de campo en la plataforma del SIG. A continuación, se describe cada una de estas.

5.5.1 *Información contenida en la SIG*

El SIG deberá contener: ortofoto a escala 1: 20000, los siguientes elementos cartográficos digitales a nivel estatal de: límites políticos de estados y municipios, acuíferos, límites de las regiones hidrológicas, cuencas y regiones hidrológicas, localidades a una escala de 1:50000, zonas de cultivo, almacenamientos (vasos, bordos, presas) 1:50000, curvas de Nivel topográficas a 1:50000, ríos y corrientes principales 1:50000.

5.5.2 *Captura y procesamiento de cédulas de campo en la SIG*

Se integrará toda la información recogida de las encuestas, las fotografías de los aprovechamientos y la imagen digital de cada una de las cédulas realizadas, en una base de datos montada en el SIG. Dicha plataforma contiene una capa para cada de los siguientes reportes: aprovechamientos identificados con título de concesión o asignación, diferencias encontradas entre el título de concesión o asignación y los datos de campo en los siguientes rubros: coordenadas geográficas, acuífero, titular del aprovechamiento y uso de las aguas nacionales, aprovechamientos identificados sin título de concesión o asignación y con algún trámite, aprovechamientos identificados sin título de concesión o asignación y sin ningún trámite, concesiones no encontradas durante el desarrollo de los trabajos.

6 **Resultados del Sistema**

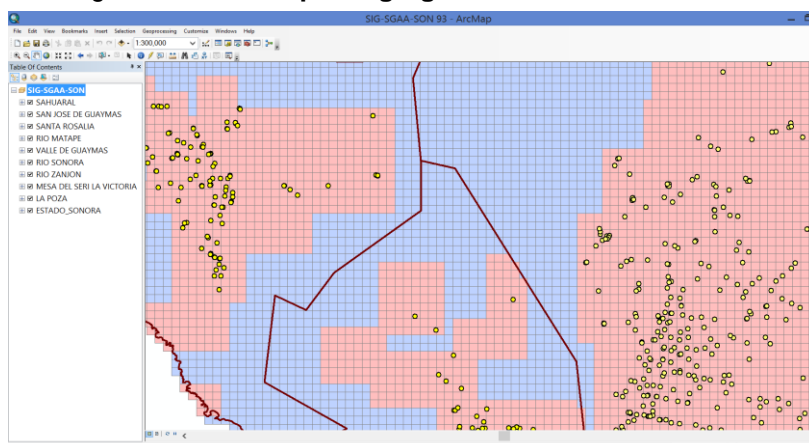
En esta sección, se muestran los resultados obtenidos de la aplicación de la metodología, el cual, consiste en la implementación del SIG mediante la captura y el análisis de la información recogida dentro del SIG.

La información extraída de las encuestas almacenadas en Microsoft Access se captura en el SIG, en este, los usuarios son capaces de visualizar, crear, manipular y gestionar la información geográfica, estos corresponden a los aprovechamientos, direcciones, posiciones en terreno, áreas urbanas y rurales; regiones y cualquier tipo de ubicaciones en terrenos determinados. La Figura 6 muestra cómo es que la información es ingresada al SIG. Algunas



funciones con las que se cuenta son: construir los mapas dinámicos e inteligentes que permiten a visualizar patrones, tendencias y singularidades en los datos. También, se incluye formas fáciles de levantar mapas, formatos predefinidos de mapas y una librería de elementos extensa, que permiten elaborar mapas de calidad rápidos y como el usuario desee. Los mapas terminados se pueden guardar, imprimir, exportar y ubicar en otros documentos o usos. El SIG también permite visualizar datos como cartas, informes con volumen, con gráficos e imágenes; teniendo la posibilidad de editarlos expeditamente.

Figura 6. Interface para agregar información al sistema



Fuente: Elaboración propia

7 Conclusiones

Este proyecto define una metodología para realizar la actualización de los datos de usuarios de aguas Mexicanas ubicadas en los acuíferos de: La Poza, Mesa Del Seri-La Victoria, Rio Matape, Rio Sonora, Rio Zanjón, Sahuaral, San José de Guaymas, Santa Rosalía Y Valle de Guaymas en el Estado de Sonora, mediante un SIG, dicha la actualización de datos en campo permite caracterizar a los usuarios del agua que cuentan con título de concesión, a los que no cuentan con dicho título, a los que tienen más de un aprovechamiento por título y a los que no se encuentran en campo y cuentan con título de concesión. Con esto, es posible la corrección de errores de localización geográfica que presenta el REPDA que es utilizada por CONAGUA; así mismo, cuenta con una base de datos geoespacial por tipo de aprovechamiento debidamente requisitada en campo y asociada a la localización geográfica que le corresponda, para lo cual se utiliza el SIG denominado ARCGIS y sus respectivas extensiones.

Ante la complejidad de gestionar grandes volúmenes de información, el sistema es capaz de procesar la información de aproximadamente 3759 usuarios, obtenidos de la recogida de datos de usuarios para los aprovechamientos de los acuíferos en cuestión del Estado de Sonora, esto gracias al trabajo realizado por la gestión de datos realizada por el sistema, también es capaz de corregir la ubicación de los aprovechamientos, la información de dueños de aprovechamientos, entre otros, la gestión incluye un análisis de lo que se piensa que se tiene en registro y lo que realmente existe en el campo.

Este artículo discute las posibilidades de trabajo que ofrece el sistema para la actualización de datos usuarios de aprovechamientos hidrográficos del estado de Sonora para procesar y analizar grandes cantidades de datos de una forma ordenada, a su vez, este sistema también permite realizar la corrección de dicha información.



Bibliografía

KOURY, R.; DOWNING, B. y SEMENZA, J. L. *GIS: an annotated guide to selected resources*. En: Collection Building, 31 (3): 98-102. 2012. [En línea] Disponible en: <https://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/01604951211243489> DOI: <https://doi.org/10.1108/01604951211243489>

BISWAS, A. K. *Integrated water resources management: a reassessment*. En: Water International, 29 (2): 248-56. 2004. [En línea] DOI: <https://doi.org/10.1080/02508060408691775> Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02508060408691775>

SINGH, S.; SAMADDAR, A. B. y SRIVASTAVA, R. K. *Sustainable drinking water management strategy using GIS: Case study of Allahabad City (India)* En: Management of Environmental Quality: An International Journal, 21 (4): 436- 437. 2010. [En línea] Disponible en: <https://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/14777831011049089>

WALEED, A. y STEVE, L. *Platforms and viability of mobile GIS in real-time hydrological models: A review and proposed model*. En: Journal of Systems and Information Technology, 13 (4): 425-444. 2011. [En línea] DOI: <https://doi.org/10.1108/13287261111184004> Disponible en: <https://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/13287261111184004?journalCode=jsit>

TWEED, S.; LEBLANC, M.; WEBB, J. y LUBCZYNSKI, M. *Remote sensing and GIS for mapping groundwater recharge and discharge areas in salinity prone catchments, southeastern Australia*. En: Hydrogeology Journal, 15: 75-96. 2007. [En línea] DOI: <https://doi.org/10.1007/s10040-006-0129-x> Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10040-006-0129-x#citeas>

ABDUL, R.; PILOUK, M. *Spatial Data Modelling for 3-D GIS*, Springer-Verlag, Heidelberg, 2008. 290 p.

MORENO, A. *Sistemas y análisis de la información geográfica: Manual de Autoaprendizaje con ArcGIS*. Editorial Alfaomega, vol. 2, pp. 3-4. 2008.

NAVARRO, J. y COLLADO, J. *Prácticas de SIG con ArcGIS*, Editorial Universidad Politécnica de Valencia, vol. 1, pp. 9. 2009.

JENNESS, J. *African Water Resource Database: GIS based tools for Ireland aquatic resource management*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, pp. 1-14. 2007.

VEGA-GRANILLO, E.; CIRRET-GALAN, S.; DE LA PARRA-VELAZCO, M. y ZAVALA-JUÁREZ, R. Hidrología de Sonora. En: Panorama de la Geología de Sonora, México, Boletín 118, Cap. 9, pp. 64. 2011. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología.

SÁNCHEZ, J. y CARBONELL, M. *Microsoft Access 2002: Iniciación y referencia*. Editorial McGraw Hill, Vol. 1, pp. 26. 2001.