

# VOLÚMENES DE USO DE AGUA EN LA CUENCA DEL RÍO CONCHOS MEDIANTE EL DESARROLLO DE HERRAMIENTA GEOINFORMÁTICA

Citlalli Astudillo Enríquez y María de los Ángeles Suárez Medina

Gestión del Agua y Medio Ambiente S.C., Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, México.  
E-mail: mti.xitlae@gmail.com; msuarez@tlaloc.imta.mx

## Introducción

Con el paso del tiempo, la forma en la que se genera y almacena información ha ido evolucionando, la cantidad de datos que actualmente se manejan ha crecido considerablemente y, en consecuencia ha cambiado la manera de integrar, organizar y procesar la información.

En el tema de administración del agua es fundamental analizar y procesar información de datos de entrada y salida de una cuenca, la lluvia y los escurrimientos son variables fundamentales para generar la oferta, por el contrario, los datos históricos de los usos de agua representan la demanda. Conocer las entradas y salidas de agua en un sistema hídrico es fundamental para la toma de las mejores decisiones en la gestión integrada del agua.

En este artículo se presenta el desarrollo de una herramienta geoinformática que facilita la obtención del volumen del agua consumida en la cuenca del Río Conchos, México. La base de datos que contiene la demanda del agua es el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA) de la Comisión Nacional del Agua (Conagua). En esa base se concentran los registros de los títulos de concesión y de asignación de aguas nacionales y sus bienes públicos inherentes (Conagua, 2013), constituyéndose como un instrumento de apoyo dentro del marco de la modernización, planeación y programación de la administración del agua y del uso eficiente y racional de los recursos naturales. El REPDA surgió con la creación y la publicación de la Ley de Aguas Nacionales (LAN) en el Diario Oficial de la Federación el 1° de diciembre de 1992 y su Reglamento del 12 de enero de 1994.

Sin embargo, cabe señalar que la base de datos, en algunos de sus registros, no está actualizada y no cuenta con la información suficiente para ubicarlos correctamente en un mapa, lo cual representa un problema porque no se puede cuantificar el volumen de agua consumido en una zona determinada y por consecuencia no se puede hacer un cálculo correcto de la disponibilidad de agua superficial y mucho menos se llevar a cabo una gestión adecuada del recurso hídrico.

## Ubicación de la zona de estudio

La Región Hidrológica número 24 Bravo-Conchos, se localiza al Norte del país en la parte central de América del Norte, su cauce principal y la frontera entre los Estados Unidos de América y los Estados Unidos Mexicanos es el Río Bravo, mismo que comprende desde las ciudades del Paso Texas y Ciudad Juárez Chihuahua, hasta su desembocadura en el Golfo de México.

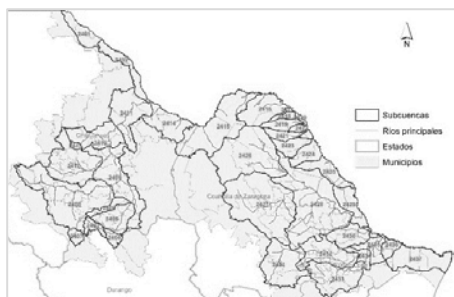


Figura 1.- RH 24 Bravo-Conchos (DOF, 2015).

## Metodología

Para llevar a cabo el desarrollo de la herramienta geoinformática, fue necesario que las concesiones de los usos de agua estuviesen conformadas en un archivo tipo shapefile. La metodología que aquí se describe, combina la informática, geomática y la programación para logra asignar los volúmenes de agua dentro de una cuenca hidrológica de acuerdo con sus datos. Esta herramienta en primera instancia automatiza los procesos repetitivos y tediosos que se hacen normalmente al corregir la ubicación de cada uno de sus registros tomando en cuenta la localidad, municipio y estado que de origen están en sus registros. La importancia de ubicarlos correctamente radica principalmente en conocer el volumen de agua que demanda una zona determinada y que es un dato clave para alimentar el modelo matemático de cálculo de disponibilidad de agua superficial.

La metodología para elaborar la herramienta es la siguiente:

Del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), se obtienen los datos oficiales de localidad, municipio y estado de la zona de estudio. Por otro lado, se extraen los mismos datos mencionados anteriormente, pero de la base de datos REPDA.

Se determina cuáles son los datos de localidad, municipio y estado de los registros, y se establecen los criterios de búsqueda para ubicar los registros que se localizan dentro de la zona, para ello se realizan los algoritmos necesarios para automatizar el proceso.

Mediante el lenguaje de programación Python, se desarrollan los scripts de programación considerando los diferentes criterios establecidos y se integran dentro de una herramienta GIS para su aplicación.

Esta herramienta se aplica dentro de un proyecto GIS el cual debe contener capas de información de los Registros REPDA, localidades (INEGI), municipios (INEGI), estados, presas, cuerpos de agua y ríos. Al ejecutar la herramienta y procesar la información lo que se obtiene es la asignación correcta de cada registro de uso de agua en la cuenca que le corresponde. Esto se logrará siempre y cuando exista suficiente información.

La presentación de los resultados es de tipo tabular en la que se identifican los registros ubicados por cuenca y los que no se lograron ubicar por falta de información.

## Desarrollo de la herramienta geoinformática

Para el desarrollo de la herramienta, se definieron los requerimientos de la misma, así como sus alcances y las limitaciones para su ejecución.

Tomando en cuenta que la información estaba contenida en shapefiles, se utilizó la aplicación ArcGIS y se utilizó la librería ArcPy que completa la biblioteca del lenguaje Python para acceder desde la programación al manejo y explotación de información espacial (MappinnGIS, 2017).

Como primer paso se creó un proyecto ArcGIS en el que se integraron las capas de los Registros REPDA, localidades (INEGI), municipios (INEGI), estados, presas, cuerpos de agua y ríos.

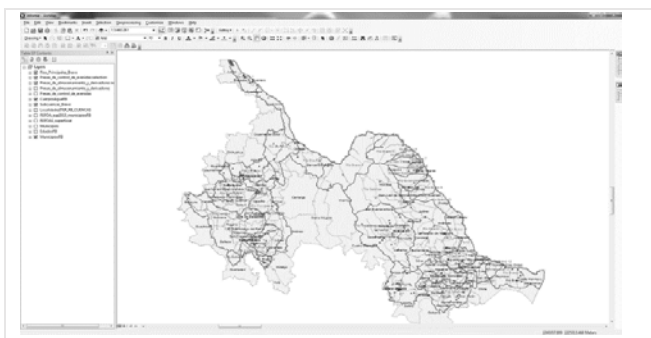


Figura 1.- Proyecto GIS, RH 24 Bravo-Conchos (DOF, 2015).

Una vez definidos los criterios para la asignación de la cuenca, se programaron scripts de programación que asignaban la clave de la cuenca correspondiente, y en su caso la de la localidad. Para ello se utilizaron diferentes funciones propias del lenguaje de programación y de acceso a las herramientas GIS: Split, Find, Upper, Contains, Replace, Strip, SearchCursor, UpdateCursor, GetParameterAsText., GetArgumentCount.

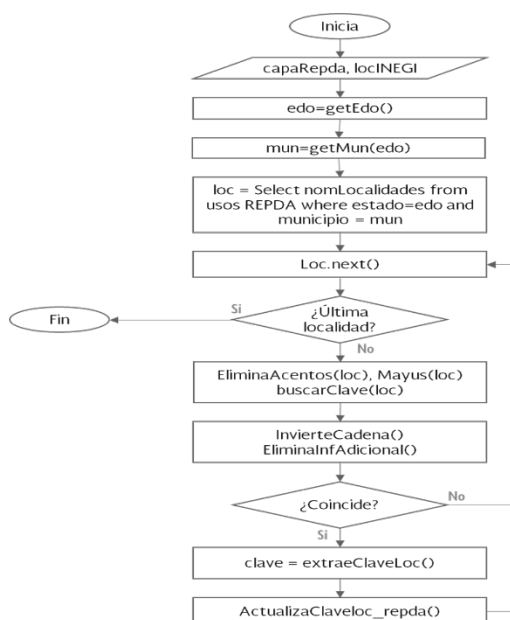


Figura 2.- Diagrama de flujo de la herramienta.

La integración de dichas funciones permitía a la herramienta identificar la localidad registrada para asignarla la cuenca correspondiente.

Las funciones programadas se enlistan a continuación:

- Función para extraer el estado
- Función para extraer el municipio
- Función de comparación y filtros
- Función de búsqueda de clave de localidad
- Función para identificar cadenas invertidas
- Función para eliminar información adicional



Figura 3.- Interfaz gráfica de la herramienta.

Finalmente se creó la caja de herramienta correspondiente dentro del proyecto GIS (ESRI, 2014), configurando los parámetros de entrada en la interfaz gráfica con el objeto de dejar al usuario la selección de capas a utilizar.

## Resultado

Derivado del análisis de la información se definieron criterios para relacionar los registros con los datos de las fuentes oficiales.

El primer criterio aplicado tuvo relación con la búsqueda exacta del nombre la localidad del registro con respecto a las localidades de INEGI.

El segundo criterio consideró eliminar los acentos de las palabras, e invertir el orden de las que tuvieran el artículo al final (Ej. Túnel, EL → EL TUNEL).

El tercer filtro tuvo relación con las abreviaturas o palabras comunes que podrían o no estar en el nombre de la localidad.

Cabe mencionar que una vez identificados los registros en donde el nombre de la localidad era exactamente igual, se continuó la búsqueda aplicando una combinación de las demás posibilidades a los registros faltantes.

Finalmente, para continuar con la identificación, se incorporaron al análisis las capas de ríos, presas y cuerpos de agua, con el objeto de obtener la fuente de los registros que aún no contaban con clave de cuenca. Cabe mencionar que las capas oficiales también carecen de información lo que dificulta automatizar la búsqueda

Se analizaron un poco más de 7,000 registros, de los cuales casi 5,000 fueron asignados por la herramienta, disminuyendo el tiempo de procesamiento en caso de haberse hecho de forma manual.

## Conclusiones y recomendaciones

Con el uso de los Sistemas de Información Geográfica ha sido posible simplificar los procesos repetitivos en bases de datos extensas. El desarrollo de esta herramienta dentro del SIG es tan solo un ejemplo de lo mucho que se puede hacer con el manejo y procesamiento de información en donde eficacia y rapidez es requerida.

Los criterios para determinar la ubicación de los registros dependerá de la zona y la disponibilidad de información con que se en la zona.

Aun cuando la herramienta ya se desarrolló, siempre es posible mejorarla y obtener resultados acordes a la realidad, para ello será necesario contar con capas de información completas y estandarizadas.

## Referencias

- Comisión Nacional del Agua. (2013). *Banco Nacional de Datos de Aguas Superficiales* (BANDAS). México, DF.
- Diario Oficial de la Federación (2011). *ACUERDO por el que se da a conocer el resultado de los estudios técnicos de la Región Hidrológica número 24 Bravo-Conchos.*
- Diario Oficial de la Federación. (2015). *NORMA Oficial Mexicana NOM 011 CONAGUA 2015.* Cd. de México D.F.: Diario Oficial de la Federación.
- ESRI. (2014). *ArcGIS Resource Center.* Obtenido de <http://help.arcgis.com/es/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#/002z00000001000000>
- INEGI (2010). *Marco Geoestadístico Nacional.* Obtenido de: <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geoestadistica/default.aspx>
- MappinnGIS. (2017). *MappinnGIS, Formación GIS, Difusión Tecnológica.* Obtenido de <https://mappinggis.com/2012/08/que-es-arcpy/>