

CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN PARA EL DESARROLLO DE MÉXICO

Dr. Héctor Nolasco Soria, Director General y Editor

Delimitación de la cuenca del río Cuale, Jalisco, con herramientas de SIG como base para determinar su morfometría y escorrentía superficial

La Paz, B.C.S., a 5 de mayo de 2013



Bartolo Cruz Romero^{1,2}, Fernanda Julia Gaspari³,
Alfonso Martín Rodríguez Vagaría³, Fátima Maciel
Carrillo González² y Jorge Téllez López²



¹Universidad de Guadalajara. Centro Universitario de la Costa

²Instituto Tecnológico de Bahía de Banderas

³Universidad Nacional de La Plata. Argentina

cruzromerobartolo@gmail.com, fmacielux@gmail.com, j_tellezlopez@yahoo.com.mx,

fgaspari@agro.unlp.edu.ar

Resumen

Con el uso del software SIG Arc Gis 9.3, se delimitó la cuenca del río Cuale, con la finalidad de integrar esta información al análisis morfométrico y la determinación de la escorrentía superficial en esta área; la cual presenta 26,993.82 ha con un perímetro de 117.19 km. Para el proceso de delimitación se utilizó la información cartográfica correspondiente a las curvas de nivel e hidrología de las cartas topográficas del INEGI F13C69 Puerto Vallarta y F13C79 El Tuito, ambas en escala 1:50000; en las que se integraron los municipios de Puerto Vallarta, El Cuale, y Talpa de Allende, Jalisco. El proceso se realizó tomando en cuenta los aspectos morfométricos e hidrología de la cuenca; y se considera que la delimitación final presenta consistencia y confiabilidad en los datos que se generaron a través del uso de las herramientas de SIG.

Palabras clave: cartas topográficas, cuenca hidrográfica, SIG.

Abstract

With the use of GIS software Arc Gis 9.3, Cuale River Basin was delimited, for the purpose of integrate this information to morphometric analysis and determination of surface runoff in this area, which presents 26,993.82 ha with a perimeter of 117.19 km. For the delimitation process mapping information was used corresponding to the contour lines and hydrology INEGI topographic maps F13C79 Puerto Vallarta and F13C69 El Tuito, both in scale 1:50000, which were integrated in the municipalities of Puerto Vallarta, The Cuale, and Talpa de Allende, Jalisco. The process is performed taking into account the morphometric and hydrological aspects of the basin, and it is considered that the final delimitation has consistency and reliability of data that were generated through the use of GIS and its tools.

Key words: GIS, topographic charts, watershed.

Área temática: Área 1. Físico-Matemáticas y Ciencias de la Tierra.

Problemática

La unidad más adecuada para la planificación y gestión de los recursos naturales es la cuenca hidrográfica (Cotler 2010). Este concepto se expresa como un área delimitada por la dirección de sus cursos de agua y la superficie del terreno definida por el contorno topográfico a partir del cual la precipitación drena por esa sección (López Cadenas de Llano 1998). De manera tradicional, la delimitación de cuencas se ha realizado mediante la interpretación de los mapas cartográficos. Este proceso ha ido evolucionando con la tecnología. Hoy en día, los Sistemas de Información Geográfica (SIG) proporcionan una amplia gama de aplicaciones y procesos que permiten realizar de una forma más sencilla y rápida el análisis y delimitación de una cuenca. Con el desarrollo de estas técnicas y metodologías, se generan cambios en innovaciones conceptuales con el objeto de que puedan ser aplicados en cualquier latitud y se formulen nuevas propuestas que incorporen criterios de delimitación y estándares en métodos de clasificación y codificación para la demarcación de cuencas hidrográficas. Bajo este contexto, se realizó la delimitación de la cuenca del río Cuale con el uso del software SIG Arc Gis 9.3 (ESRI, 2008)®, así como la utilización de su herramienta Arc Hydro Tools. Esta información servirá para propósitos de manejo de recursos naturales y fines administrativos a nivel federal, estatal y municipal. Lo anterior al considerar que la cuenca hidrográfica corresponde a la unidad básica más apropiada para el uso y administración del agua (CONAGUA 2010).

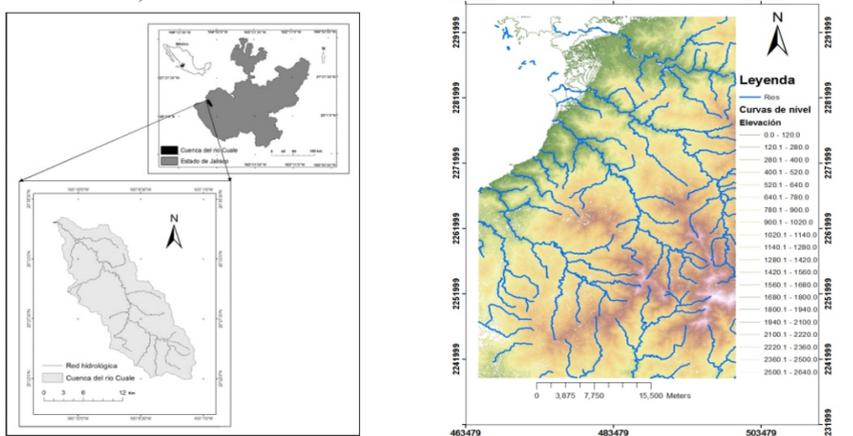


Figura 1. Rangos de altitud y red hidrológica de las cartas topográficas F13C69 PuertoVallarta y F13C79 El Tuito. Escala 1:50000. Coordenadas Geográficas. Huso:(UTC-6).Proyección: WGS_1984_UTM_Zone_13N (izq.). Rangos de altitud y red hidrológica de las cartas topográficas F13C69 Puerto Vallarta y F13C79 El Tuito. Escala 1:50000. Coordenadas Geográficas. Huso: (UTC-6). Proyección: WGS_1984_UTM_Zone_13N (der).

Usuarios

Dependencias federales como CONAGUA, SEMARNAT, CONABIO. Dependencias estatales como SEMADES. Entidades municipales de Puerto Vallarta, El Cuale y Talpa de Allende, Jalisco.

Proyecto

El presente trabajo deriva del proyecto de tesis doctoral "Fragmentación de la vegetación, análisis morfométrico y determinación de la escorrentía superficial en la cuenca del río Cuale, Jalisco, México". Uno de los objetivos consistió en delimitar la cuenca del río Cuale con el uso de herramientas de SIG y con apoyo de información cartográfica disponible (curvas de nivel e hidrología) que corresponden a las cartas topográficas del INEGI (2010), escala 1:50000, F13C69 Puerto Vallarta y F13C79 El Tuito. El proceso se llevó a cabo en cuatro etapas:

- 1). Ubicación geográfica del área de estudio. La cuenca del río Cuale, se ubica en la costa oeste de México en el estado de Jalisco (Fig. 1), en la región donde confluyen la cordillera del Eje Transversal Neovolcánico y la Sierra Madre del Sur (Quintero 2004). Se localiza en las coordenadas geográficas: Latitud Norte entre 20° 31' 53" y 20° 34' 11" y Longitud Oeste entre 105° 06' 53" y 105° 10' 5" hacia el sureste de la ciudad de Puerto Vallarta, Jalisco. Perteneció a la región hidrológica Huicicila (Quintero, 2004) y se compone de un gran número de ríos tributarios que son los afluentes del río principal, llamado Cuale.
- 2). Clasificación y obtención de información. Se inició con la incorporación de la información

cartográfica digital del INEGI (2010) cartas topográficas que incluyeron las curvas de nivel para obtener los rangos de altitud e información hidrología, escala 1:50000, F13C69 Puerto Vallarta y F13C79 El Tuito (Fig. 1). Esta información se importó a una carpeta de trabajo ubicada en la unidad C del disco duro del ordenador haciendo uso de la función ApUtilities Set Target Locations. Para ser utilizada por el programa Arc Gis 9.3 y realizar la conversión de las imágenes del formato vectorial al formato raster con la extensión Spatial Analyst y sus herramientas Convert Features to Raster. Este procedimiento permitió analizar las imágenes en la etapa relacionada con el preprocesado del terreno; y posteriormente con la herramienta 3D Analyst Create/Modify TIN (Create TIN from Features) se generó una superficie irregular de triángulos (TIN) para representar la morfología del área de estudio. Con la misma herramienta 3D Analyst (Convert TIN to Raster) se elaboró el Modelo Digital de Elevación (DEM) (Fig. 2) con base en la información de curvas de nivel (CN) de las cartas F13C69 Puerto Vallarta y F13C79 El Tuito, escala 1: 50000. El DEM se formuló en un archivo de tipo Raster y consistió en una representación visual de los valores de altura con respecto al nivel medio del mar; y permitió caracterizar las formas del relieve de la cuenca del río Cuale. Se registró una multitud de aspectos y patrones a lo largo de toda la zona de estudio, relacionados con la topografía y el paisaje.

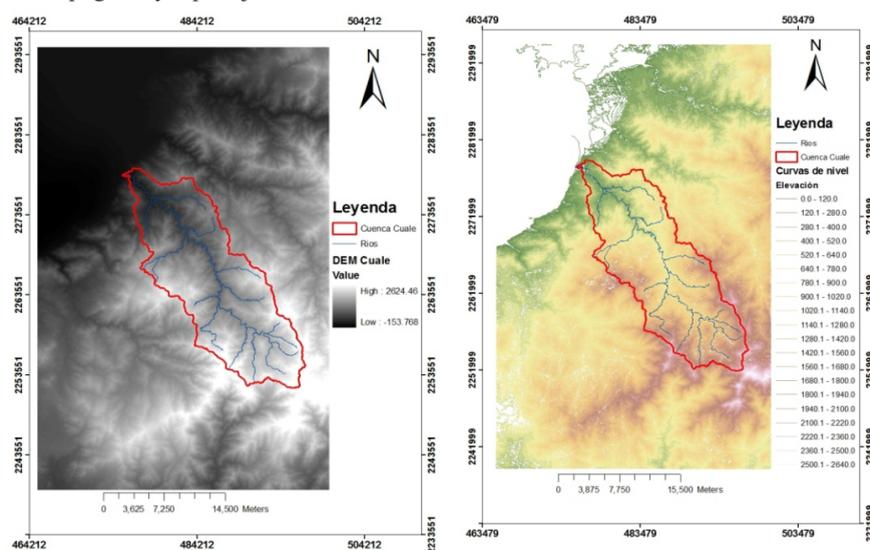


Figura 2. Modelo Digital de Elevación de la cuenca del río Cuale (DEM). Escala 1: 50000. Coordenadas Geográficas. Huso: (UTC-6). Proyección: WGS_1984_UTM_Zone_13N (izq.). Delimitación de la cuenca del río Cuale, Jalisco. Escala 1:50000. Coordenadas Geográficas. Huso: (UTC-6). Proyección: WGS_1984_UTM_Zone_13N (der).

- 3). Preprocesado del terreno (Identificación del patrón de drenaje superficial). En esta etapa se utilizó la metodología propuesta por Bodoque del Pozo (2010) que consistió en añadir el DEM al proceso relacionado con el preprocesado del terreno, utilizando la herramienta ArcHydro Terrain Preprocessing y las funciones de reacondicionamiento del DEM (DEM recognition) que considera la información hidrográfica y la derivada del DEM y el relleno de depresiones (filling sinks) función que llena las cavidades presentes en el área de estudio. Todas estas utilidades de Arc Gis 9.3. Estas herramientas permitieron delinear en pantalla la cuenca del río Cuale y la generación de la red de corrientes superficiales.
- 4). Verificación y corrección de errores. La delimitación se verificó de forma manual en pantalla y mediante información cartográfica del INEGI. La corrección de errores se realizó con la herramienta Editor de Arc Gis 9.3 y estuvo en función de redireccionar los escurrimientos de los ríos tributarios y principales de acuerdo con las curvas de nivel y divisorias de agua en el área correspondiente a la delimitación de la cuenca.

Como resultado de la aplicación de la metodología anterior se obtuvo la delimitación de la cuenca del río Cuale con un área de 26,993.82 ha y perímetro de 117.19 km. Esta información servirá como base para realizar el análisis morfométrico y de escorrentía superficial en la cuenca. De acuerdo con Gaspari et al. (2009) el uso de herramientas de software SIG en la delimitación de cuencas, se puede utilizar para la toma de decisiones en el ordenamiento territorial y realizar estudios relacionados con el cambio de uso de suelo, actividades extractivas, entre otros. De esta forma la consideración de criterios topográficos (morfométricos) e hidrográficos (red de drenaje superficial) en la delimitación de cuencas corresponde a límites que obedecen únicamente a demarcaciones naturales como se muestra en la cuenca del río Cuale (Fig. 2). Como principal referencia del uso de esta metodología se dispone del modelo de Pfafstetter (Aguirre et al. 2012), que ha sido reconocido por la United States Geological Survey (USGS), por el apoyo a diversos países en la delimitación y codificación de sus recursos hidrográficos con el uso de las herramientas del SIG y con el apoyo de las Naciones Unidas, vía el UNEP (United Nations Environment Program). De acuerdo con estos mismos autores, la tendencia actual de este método precisa convertirse en un estándar internacional de delimitación y codificación de cuencas hidrográficas, ya que contempla una necesidad de adoptar una metodología de referencia que permita procedimientos jerarquizados de subdivisiones o agrupamientos de cuencas o regiones hidrográficas. Lo anterior, ayudará a elaborar estructuras de bases de datos con el fin de gestionar los recursos hídricos a nivel nación. Para nuestro país, el INE (2005) y Cotler (2010) sugieren que durante la delimitación se tenga en cuenta la escala original de la información fuente, que es 1:250000 y por lo tanto, de la cartografía hidrográfica resultante; la cual, aunque los métodos y técnicas permitan incrementar de manera virtual la escala de despliegue o impresión, no permitirá incrementar el nivel de detalle real de la información. En este sentido, la cuenca del río Cuale, considerada como un área montañosa y con relieve muy fuerte, se delimitó con información topográfica e hidrográfica escala 1:50000; y que de acuerdo con el INE (2005), es importante utilizar para el SIG en aquellas áreas confusas y problemáticas como la desembocadura de los ríos, las planicies costeras o áreas divisorias donde exista escasa información topográfica y gran diferencia de valores altitudinales. Por otra parte, Salas et al. (2011) mencionan que la aplicación de herramientas de SIG también puede ayudar a tomar decisiones sobre el manejo de grandes extensiones territoriales, donde las cuencas hidrográficas forman parte importante de la dinámica natural y antropogénica de una zona.

Impacto socioeconómico

Con la delimitación se logrará realizar el análisis morfométrico y de escorrentía superficial en la cuenca. Situación que permitirá conocer la respuesta hidrológica de la cuenca ante eventos pluviométricos extremos; además de reordenar el sistema de manejo de la información hídrica que será un punto de partida para realizar múltiples procesos de manejo de información, entre los que destacan la codificación de los cursos de agua, la delimitación de subcuencas, los estudios de ordenamiento territorial e hidrográficos. Asimismo, se contará con elementos para llevar a cabo la planificación en el uso del suelo que, como este estudio, formará parte de la investigación previa justificativa para la declaración de la Reserva de la Biósfera El Cuale, Jalisco

Contacto: <http://pcti.mx>, hnolasco2008@hotmail.com