

MÉTODOS PRÁCTICOS PARA LA JERARQUIZACIÓN DE CUENCAS EN UN S.I.G.

Autora: Eva Milagros Suarez

Institución: Instituto de Geografía Aplicada - Departamento de Geografía – FFHA- UNSJ

Correo Electrónico: evasuarez@ffha.unsj.edu.ar

RESUMEN

Un sistema de información geográfica (S.I.G.) es un sistema de gestión de bases de datos que permite mapear, integrar y analizar información geográfica georeferenciada. El dato geográfico o espacial puede ser representado en la superficie de la tierra, en una posición definida en forma absoluta por algún sistema de coordenadas, en este caso coordenadas planas Gauss-Krügger, sistema Campo Inchauspe; dado que posee una estructura compuesta por una componente gráfica y otra alfanumérica, alojada en una base de datos asociada.

La presente propuesta está enfocada en la realización de cartografía digital que es necesaria para la ejecución, análisis y presentación de informes de trabajos prácticos en la cátedra Hidrografía del área de Geografía Física.

El objetivo es capacitar al usuario (alumno) en el uso de sistemas de información geográfica con los cuales puede representar datos georeferenciados, analizar las características y patrones de distribución de esos datos y generar informes de mayor calidad y versatilidad de resultados.

Este trabajo desarrolla una guía teórico-metodológica con el objetivo de realizar el análisis morfométrico, para el abordaje de la jerarquización de Strahler, aplicado a un S.I.G. y en este caso se utiliza el software libre “Kosmo 2.1”. Para ello, se explica paso a paso la metodología utilizada, pasando por la ejemplificación concreta de cómo cargar los datos en el programa y la elaboración de la cartografía final. El ejemplo escogido corresponde a una microcuenca aluvional de la localidad de Pedernal, departamento Sarmiento (San Juan).

Las ventajas de su aplicación radican en la mayor precisión en los datos cuantitativos, en el menor tiempo de ejecución, en la calidad del producto cartográfico logrado.

Palabras Claves: jerarquización, cuantificación, cartografía, enseñanza.

PRACTICAL METHODS FOR THE WATERSHEDS GRADING IN GIS

ABSTRACT

A geographic information system (GIS) is a database management system that allows to map, integrate and analyze geographic information georeferenced. The geographic or spatial data can be represented on the surface of the earth, in a defined position in absolute coordinates for a system, in this case Gauss-Krüger plane coordinates, Campo Inchauspe system, since it has a structure composed of a graphics component and another alphanumeric, housed in an associated database.

This proposal is focused on the implementation of digital mapping necessary for the execution, analysis and reporting of practical work in Hydrography area of Physical Geography.

The aim is to train the user (student) in the use of geographic information systems which can represent georeferenced data, analyze the characteristics and distribution patterns of these data and generate reports of higher quality and versatility of results.

This paper develops a theoretical and methodological guide in order to perform morphometric analysis for addressing the Strahler hierarchy, applied to a GIS and in this case, use the free software "Kosmo 2.1". This is explained with a step by step methodology, through concrete illustration of how to load data into the program and the preparation of the final mapping. The example chosen corresponds to an alluvial watershed in the town of Pedernal, Department Sarmiento (San Juan).

The advantages of its application are the more accurate quantitative data in the shortest time of implementation, the cartographic product quality achieved.

Keywords: ranking, quantifying, mapping, education.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo se abordará desde un enfoque sistémico complejo, destacando las interrelaciones entre los elementos que forman el sistema, con el fin de aplicarlos a una cuenca, por constituir ésta un espacio conformado por vertientes y cauces de diversas jerarquías, donde los límites son topográficos (dados por la divisoria de aguas) y su funcionamiento sistémico, tanto a nivel de recursos hídricos como otros naturales y antrópicos que la definen.

Los estudios geomorfológicos de las redes de drenaje se inician con Horton (1945), quien propone su método conocido como "órdenes de corrientes" el que constaba de dos partes; Strahler (1952) propone que se abandone la segunda parte del

procedimiento y es así que en la actualidad se lo conoce como “sistema de órdenes de Strahler”. (Rice, 1983: 97)

Las características morfométricas de una cuenca son indicadores cuantitativos de los elementos de la misma que, de una manera u otra, influyen en la magnitud y variabilidad de los procesos hidrológicos que presenta.

Cabe recordar que para el análisis de las propiedades lineales de un sistema fluvial se deben considerar los cauces como líneas situadas sobre el plano... donde se pueden subdividir los diferentes ríos que lo integran en segmentos de cauce según la jerarquía de órdenes de magnitud, asignándoles una serie de números a los órdenes. (Strahler, 1986: 523)

El sistema de Strahler se basa en las siguientes leyes de ordenamiento:

- Todos los canales que se originan en *fuentes* o *nudos externos*, son considerados de primer orden, **$u = 1$** .
- Cuando dos canales de igual orden se encuentran en un *nudo interno*, se forma un canal de orden **$u + 1$** .
- Cuando dos canales de diferentes órdenes se unen, el segmento inmediatamente aguas abajo del nudo, prosigue con el de mayor orden de los dos. Por lo tanto, un canal de orden **$u + 1$** , puede estar formado por más de un *segmento interno*.
- El orden de la red, **k** , está dado por el orden del segmento que contiene la raíz. (Vich, 1999: 57-58)

Se considera como área de drenaje sólo aquella que aporta al escurrimiento superficial y se encuentra delimitada por la divisoria de aguas. En este caso se analizará por medio del proyecto Kosmo 2.1, que es una plataforma libre corporativa, distribuida bajo licencia GNU/GPL e integrada por sistemas abiertos de investigación geográfica (S.A.I.G.).

Su adopción se sustenta en que es un sistema de gestión de bases de datos que permite mapear, integrar y analizar información geográfica. Al integrar distintos tipos de información según sean fotos aéreas, imágenes de satélites, cartas, o según sea el nivel

de definición en el que se trabaje, es posible convocar datos en escala local, regional, posibilitando comunicación de resultados mediante mapas temáticos.

En función del objetivo planteado, este trabajo desarrolla una guía teórico-metodológica con el objetivo de realizar el análisis morfométrico, para el abordaje de la jerarquización de Strahler, aplicado a un S.I.G. Para ello, se explica paso a paso la metodología utilizada a partir de un ejemplo concreto, que corresponde a una microcuenca aluvional de la localidad de Pedernal, departamento Sarmiento (San Juan).

METODOLOGÍA

Los aspectos metodológicos presentan acciones previas y las específicas de cargado de los datos en el programa para el análisis y elaboración de la cartografía específica. En el primer caso, se obtiene una imagen satelital del Google Earth del área a estudiar y se procede guardarla con extensión (.jpg).

La segunda fase es la específica, y es donde la representación de la componente espacial fue lograda a través del modelo vectorial de almacenamiento de datos. Es una organización de datos donde se almacenan datos espaciales, en este caso líneas a partir de sus coordenadas en un sistema de referencia determinado en estructura shape o shaperfile.

Los archivos shape, manejan entidades gráficas simples, que pueden ser superpuestas o discontinuas, esto implica menor consumo de espacio en el disco y mayor facilidad de lectura y escritura. Cada cobertura está compuesta básicamente por un archivo principal (.shp), un archivo índice (.shx) y un archivo dBase (.dbf). Los elementos de un mapa en ambiente S.I.G. son organizados en un conjunto de capas o temas de información denominados layers.

El dato geográfico o espacial podrá ser representado en la superficie de la tierra, en una posición definida en forma absoluta por algún sistema de coordenadas en este caso coordenadas planas Gauss-Krügger "sistema Campo Inchauspe", y posee una

estructura compuesta por una componente gráfica y otra alfanumérica, alojada en una base de datos asociada.

Para comenzar con la etapa aplicativa, y por ende, a trabajar en Kosmo 2.1 se abre un cuadro de diálogo preguntando que se desea hacer, se selecciona “crear proyecto en una nueva vista”, luego nos pedirá el sistema de referencia para trabajar que para este caso será: Campo Inchauspe Cod 22192.

Luego se debe cargar la imagen, que servirá como base desde donde se delimitará la cuenca hidrográfica, que se trabajará como lo muestra la Figura 1:

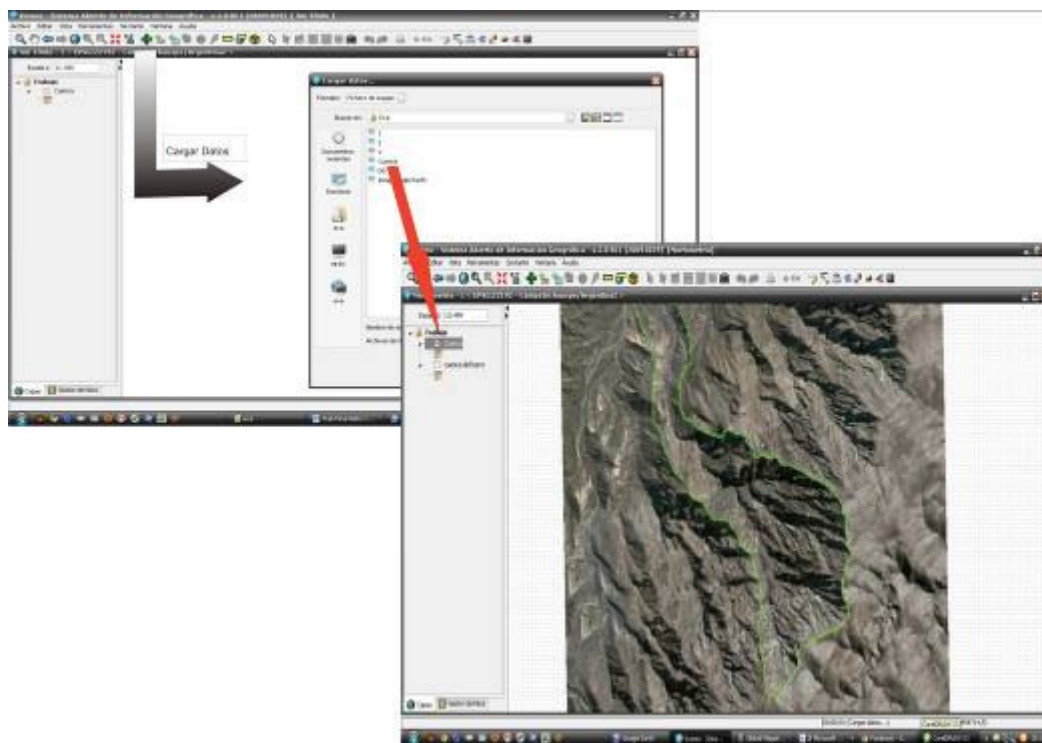


Figura 1. Insertar imagen

Esta es una imagen georeferenciada del Google Earth de fecha 8/9/2011, en ella se puede visualizar una subcuenca de la Quebrada del Barro, afluente espasmódico del río del Agua, en una zona de fuerte control tectónico.

A continuación se añaden dos capas una con tipo de geometría poligonal, para divisoria de aguas y otra con geometría lineal para cursos de agua. Estas se nombran y guardan.

A posteriori, se selecciona la capa que desea trabajar. Luego se activa la edición de la misma y el ícono de dibujar, para delinear sobre la imagen que se usa como referencia

De esta forma se obtiene la carta base y se puede proseguir a obtener los datos morfométricos.

En primer lugar agregar en la tabla de cada capa los campos necesarios para introducir luego la información:

Activar la capa divisoria de aguas, presionar botón derecho y activar “editable” para poder editarla y luego Ver/Editar Campos. Se abrirá una ventana de diálogo, en este caso, se agregan los campos “superficie” y “perímetro” de la cuenca.

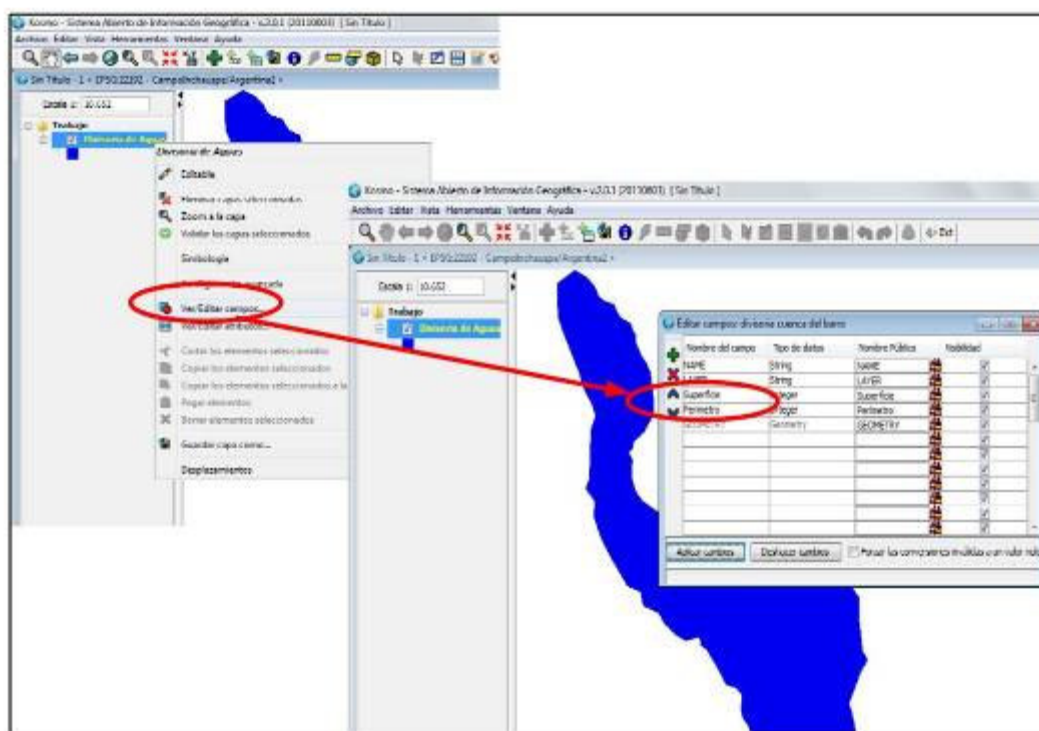


Figura 2. Editar Campos

Para obtener la superficie y perímetro de la cuenca, abrir el icono Herramientas, clicar en cálculo, luego en calcular áreas y perímetros. Allí se abrirá una ventana de diálogo pidiendo el nombre del campo donde se guardarán las longitudes:



Figura 3. Calcular áreas y perímetros

El mismo procedimiento se realiza en la capa cauces, agregando los campos “orden” y “longitud”.

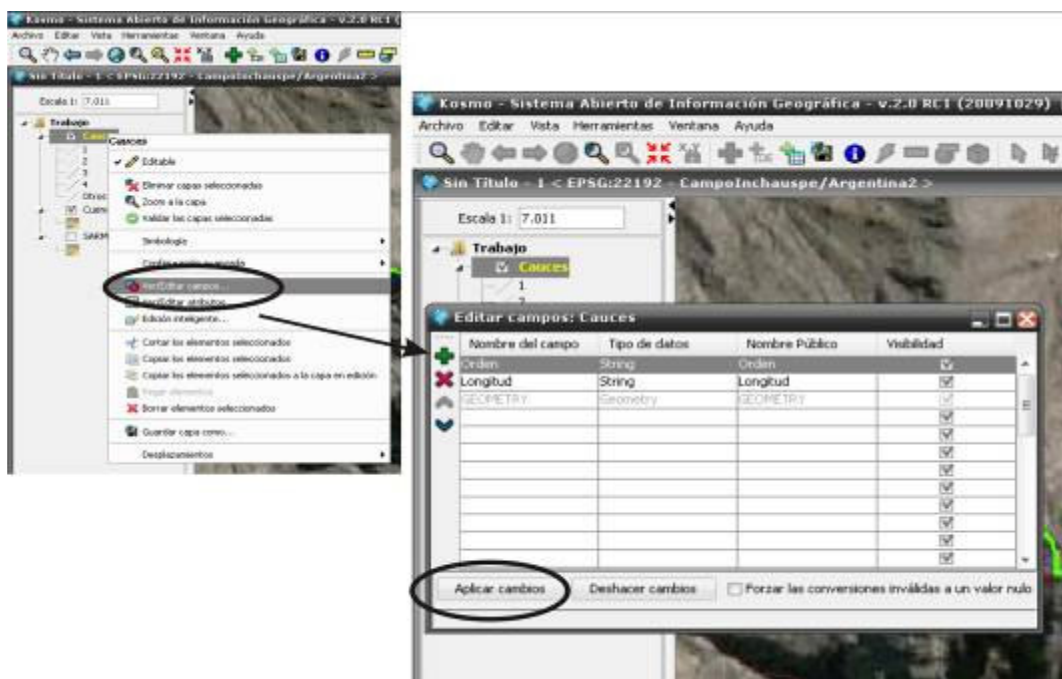


Figura 4. Editar Campos en capa cauces

Para obtener la longitud de los cauces, abrir el icono Herramientas, clicar en cálculo, luego en calcular áreas y perímetros. Allí se abrirá una ventana de diálogo pidiendo el nombre del campo donde se guardarán las longitudes:

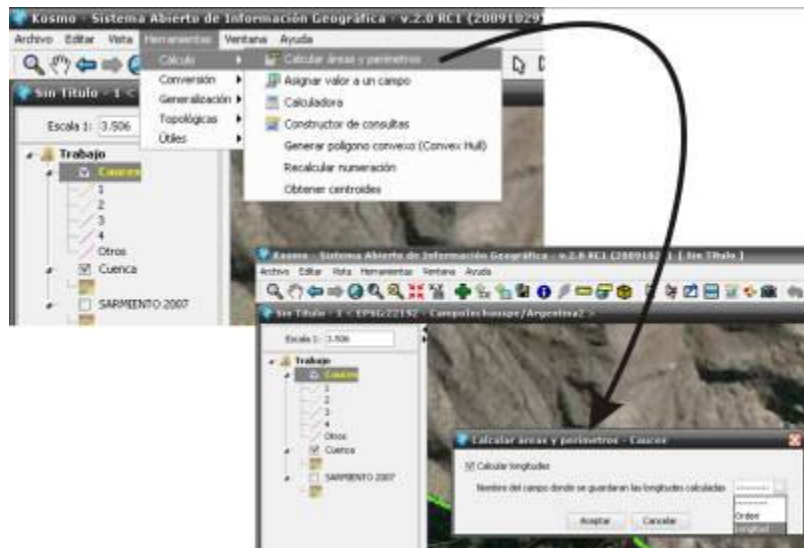


Figura 5. Medir longitudes

Si luego desplegamos la tabla de Atributos, se podrá comprobar que se incorporó cada una de las longitudes de cada cauce.

Luego, manteniendo la capa Cauces en edición, presionar botón derecho del mouse y activar Edición inteligente: Se abrirá un cuadro de diálogo donde al seleccionar sobre la imagen cada cauce permitirá añadir en cada caso el orden de cada uno:

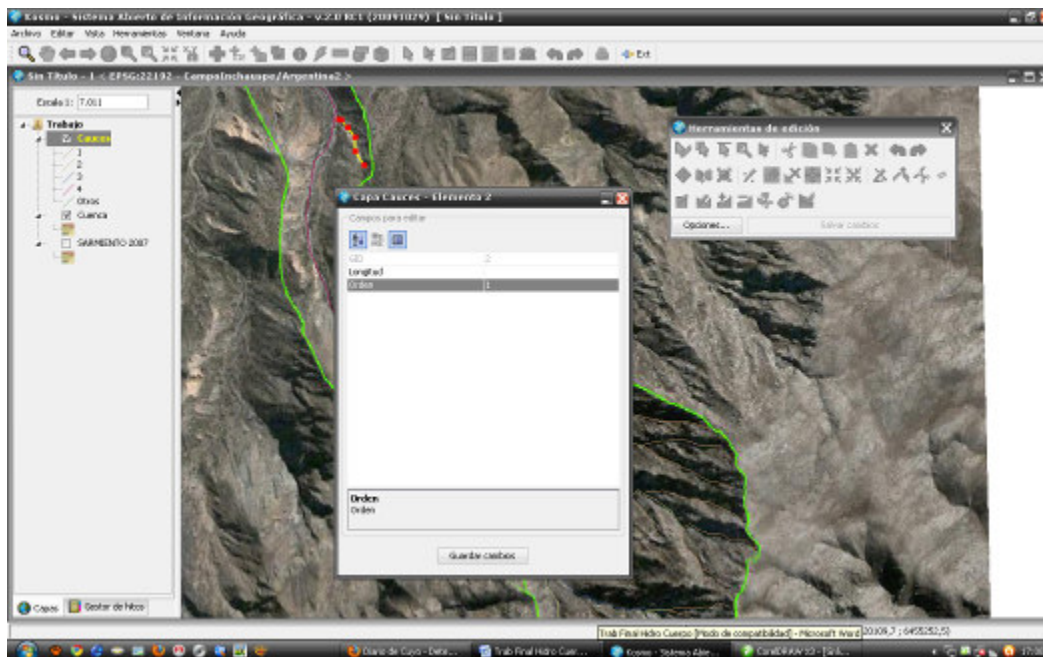


Figura 6. Uso de Edición Inteligente

Una vez terminada la parte estructural de la gráfica se le pueden realizar cambios. Así seleccionando con el botón derecho, en simbología, cambiar estilo; se puede por ejemplo asignar un color a cada orden de cada cauce de la cuenca. Si se desea perfeccionar la

simbología y leyenda de la carta, se puede optar por seleccionar el editor de estilos avanzado.

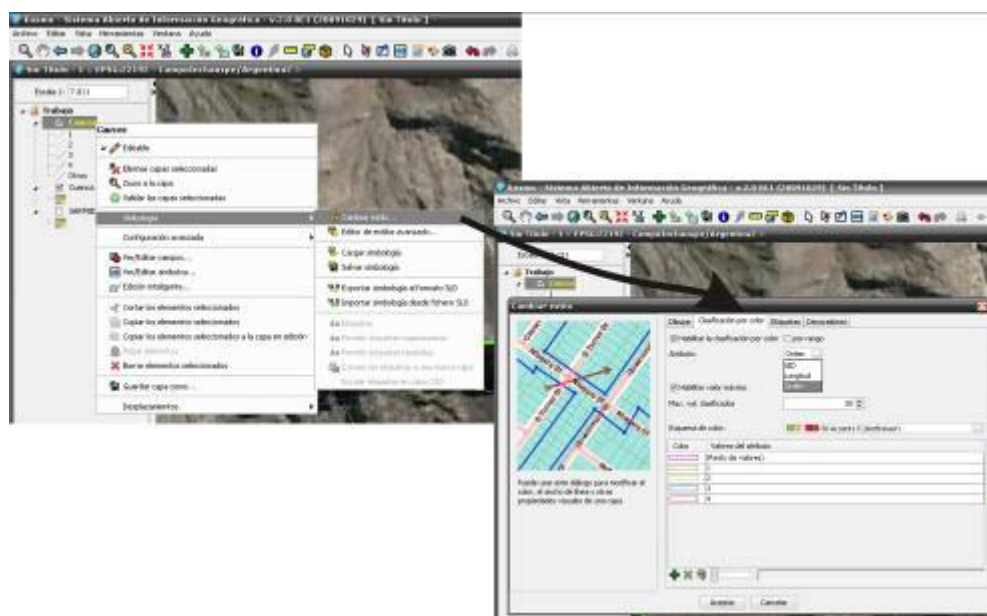


Figura 7. Editor de estilos.

De esta forma se estará en condiciones para confeccionar la carta: Desde Archivo clicar en Gestor de proyectos; luego en el icono de Mapa, seleccionar Nuevo: se abre una nueva ventana donde activando los iconos de la barra de herramientas se podrá ir incorporando en la hoja de dibujo: la vista, la leyenda, el norte, la escala, título del mapa, etc.

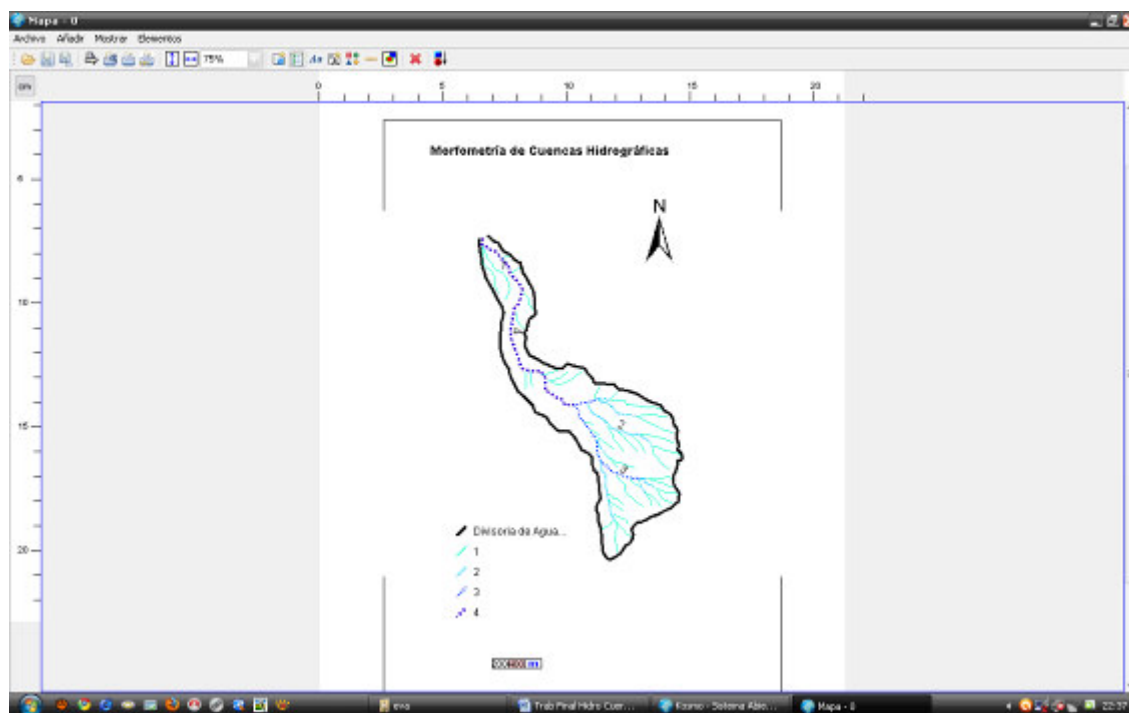


Figura 8. Edición de mapa

RESULTADOS

En el área de estudio el escurrimiento superficial es a través de arroyos de régimen transitorio, que sólo llevan agua en forma esporádica entre los meses de diciembre a marzo debido a las precipitaciones estivales.



Figura 9. Jerarquización de Strahler

Conociendo el sistema de ordenamiento, la jerarquía de canales, sus longitudes y áreas, con ayuda de las herramientas constructor de consultas y calculadora se obtuvieron los siguientes parámetros morfométricos:

- ✓ **Área** (A_u) y **Perímetro** (P_u): Se obtiene a través de consultar la tabla de atributos de la capa cuencas
- ✓ **Largo de Strahler** (L_s): Representado por la distancia existente entre la desembocadura y el punto más alejado sobre la divisoria de aguas, obtenido a través de medir con la herramienta “medir distancia”
- ✓ **Ancho medio**: Es la relación que existe entre el área y el largo de la cuenca:

$$W_u = \frac{A_u}{L_s} = \frac{445.5}{37.4} = W_u = \frac{A_u}{L_s} = 57,9/1,8 = 32,2 W_u = \frac{A_u}{L_s} = \frac{445.5}{37.4} =$$

- ✓ **Densidad de drenaje (Dd)**: Se obtiene a través del cociente entre la longitud total de los cauces con el área total de la cuenca. Se expresa en km/km² y los factores que la controlan son: litología (a > dureza < densidad), facilidad de infiltración del agua en el suelo (Porosidad y permeabilidad), presencia o ausencia de vegetación.
- ✓ **Densidad hidrográfica (Dh)**: Se obtiene a través del cociente entre el número total de los cauces con el área total de la cuenca. Se expresa en cauces/km²
- ✓ **Textura topográfica (Tt)**: Se obtiene a través del cociente entre el número total de los cauces con el perímetro de la cuenca. Se expresa en cauces/km

- ✓ **Frecuencia de canales elementales (Fce):** Se obtiene a través del cociente entre el número de cauces de primer orden con el área total de la cuenca.

Tabla N°1 Parámetros morfométricos de la Subcuenca Quebrada del Barro

Área (Au)	57,9 km ²
Perímetro (P_□)	4,9 km
Largo de Strahler (L2)	1,8 km
Ancho Medio	31,2km
Desnivel (D)	621
Jerarquía	4
Cauces totales	68
Cauces de 1º orden	40
Longitud por órdenes (km)	8,95
Densidad de Drenaje (Dd)	$8,95/60,2 = 1,15$
Densidad hidrográfica (Dh)	$68/60,2=1,13$
Textura topográfica (Tt)	$68/4,9 = 13.85$
Frecuencia de canales elementales (Fre)	$40/60.2 = 0,64$

CONCLUSIONES

Los parámetros morfométricos obtenidos en la subcuenca Quebrada del Barro permiten establecer interrelaciones entre la red de drenaje y la respuesta hidrológica de la cuenca en este caso el grado de desarrollo de la red es elevado por la marcada pendiente y el fuerte control estructural al estar próxima a línea de falla.

En el análisis de la red de drenaje se debe tener presente, la gran incidencia del mapa base sobre los valores numéricos resultantes para los parámetros y a la omisión involuntaria o no de algunos cursos, que pueden hacer variar el orden de la cuenca y alterar los valores de los parámetros. Por ello, es indispensable una definición correcta de la red de drenaje y del nivel de detalle empleado en su reconocimiento.

A modo de conclusión se puede decir que la puesta en práctica y realización de cartografía en soporte digital es del todo enriquecedora, ya que lleva de una forma muy ágil y sencilla al avance en la realización y muestreo final de los datos pertenecientes a las investigaciones cuantitativas realizadas en una cuenca hídrica.

A la vez de permitir a los estudiantes de la cátedra “Hidrografía” una rápida graficación de sus trabajos, también representa un avance en cuanto al nivel de presentación y prolijidad de los mismos en cualquier tipo de instancia que sea requerida.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Rice, R.J. (1983): *Fundamentos de Geomorfología*. Madrid, Paraninfo.

SAIG, S.L. (2010): *Kosmo 2.1. Plataforma SIG libre corporativa*. Sevilla, SAIG. Disponible en www.saig.es

Strahler, A.N. (1986): *Geografía Física*. Barcelona, Omega.

Vich, A.I.J. (1999): "Trabajo Práctico IV. Determinación de las características morfométricas de la red de drenaje de la cuenca hidrográfica", en Vich, A.I.J.: *Aguas Continentales. Formas y procesos. Manual de aplicaciones prácticas*. Mendoza, Zeta ediciones, pp 53-77.-

HORTON, Robert (1945)"Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology." Bulletin of the Geological Society of America, v. 56, p.: 275-370.