

## CARACTERIZACIÓN MORFOMÉTRICA DE LA CUENCA DEL ARROYO YACARÉ

*Liza Chamorro<sup>1</sup>, Angel Cantero<sup>1,2</sup> y Martín Ocampo<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Docentes. Facultad de Ciencias Aplicadas, Universidad Nacional de Pilar

<sup>2</sup>Tesista. Facultad de Ciencias Aplicadas, Universidad Nacional de Pilar

E-mail: dianacha47@hotmail.com

### RESUMEN:

El trabajo presenta una evaluación de geoprocesamiento mediante la herramienta ARC GIS 10.2.2, de manera a delimitar el área de la cuenca que drena en el cuerpo de agua del arroyo Yacaré, así como los demás parámetros hidrológicos de forma, que definen las características morfométricas del caso de estudio. Como mapa de base se utiliza el radar SRTM, con una resolución de 90 x 90 metros.

El objetivo de este trabajo es el de generar información de terreno para esta cuenca en particular, de manera a tener como información formal, para próximos trabajos, especialmente que tengan que ver con modelación hidrológica de esta cuenca, así también, de manera a que los valores obtenidos, puedan ser tenidos como parámetros de comparación en próximos trabajos a realizarse en otras cuencas, contenidas dentro de los humedales del Ñeembucú.

Los resultados obtenidos reflejan que el área de drenaje de la cuenca se desarrolla en un total de 2.020 kilómetros cuadrados, un perímetro de 407 kilómetros, esta cuenca se desarrolla entre los departamentos de Misiones y Ñeembucú, conteniendo dentro de sí, las rutas 4 y 1, que conectan la zona sur con el resto del país. El punto de drenaje de la cuenca, se encuentra en la confluencia del arroyo Yacaré y el río Tebicuary.

## INTRODUCCIÓN

La caracterización morfométrica de cuencas es un punto de partida para el análisis de los parámetros de forma que definen a la cuenca como tal.

El caso de estudio es la cuenca del arroyo Yacaré, esta cuenca se encuentra contenida dentro de una zona de humedales, en donde la variación de pendiente no es significativa y en donde los valores que se generan, producto de este estudio son de utilidad para caracterizar hidrológicamente a la cuenca de estudio. El objetivo principal de este trabajo es el de generar detalles de topografía para esta zona en particular, como datos de partida para futuros trabajos.

La Morfometría de Cuencas resulta de gran utilidad permitiendo determinar la semejanza de los flujos de diferentes tamaños (Ruiz, 2001) su fin radica en aplicar los resultados de los modelos elaborados en pequeña escala a prototipos de gran escala y hacer los comparativos necesarios (Chow et al., 1994).

## AREA DE ESTUDIO

El área de estudio se centra en el Departamento del Ñeembucú, situada en el extremo sur del país, destacada por sus inmensos humedales. A los inmensos esteros se suman los grandes ríos Paraná y Paraguay, numerosos ríos menores y arroyos que cubren el 60% de la superficie departamental. La población: 76.730 habitantes, de los cuales 39.270 viven en la zona urbana, y 37.460 en la zona rural, según la Dirección General de Estadísticas. El clima es fresco y húmedo debido a los esteros, ríos y arroyos que bañan el departamento. Su temperatura media en el año 2002 fue de 22°C, con medias que variaron entre 28°C y 17°C. La precipitación total en este mismo año alcanzó 1.667 mm, con abril como mes más lluvioso. (Encuestas y Censos, 2002).

La topografía del departamento se caracteriza por el amplio predominio de zonas planas y bajas. Este aspecto del territorio favorece la existencia de grandes esteros y pantanos que son intransitables en época de lluvias, además de producir la inundación de extensas superficies a causa de las crecientes de los ríos Paraguay, Tebicuary y Negro. Las partes altas, en proporción mucho menor que las bajas, son discontinuas y forman áreas en las que se asientan las poblaciones, se cultiva la tierra y se cría el ganado vacuno. El departamento se encuentra rodeado por los ríos Paraguay y Paraná. La vertiente del primero de ellos está constituida por el río Tebicuary y sus afluentes, el río Negro y los arroyos Yacaré y otros. Los arroyos más conocidos son Ñeembucú y Hondo, que sirven de desagüeros de los esteros. (Dgeec, 2018).

La zona de estudio para esta evaluación se concentra en el área de influencia del arroyo Yacaré.

La cuenca corresponde a la organización hidrológica definida por este cuerpo de agua y sus correspondientes afluentes, de manera a definir las características físicas básicas, como ser el río principal de la cuenca, que delimita el lugar por donde ocurre el mayor escurrimiento superficial de la cuenca, así como los órdenes de corriente, que son los aportantes al sistema hídrico del río principal.

El análisis se realizó mediante datos del Radar topográfico Shuttle (SRTM), con una resolución espacial de 90 por 90 metros.

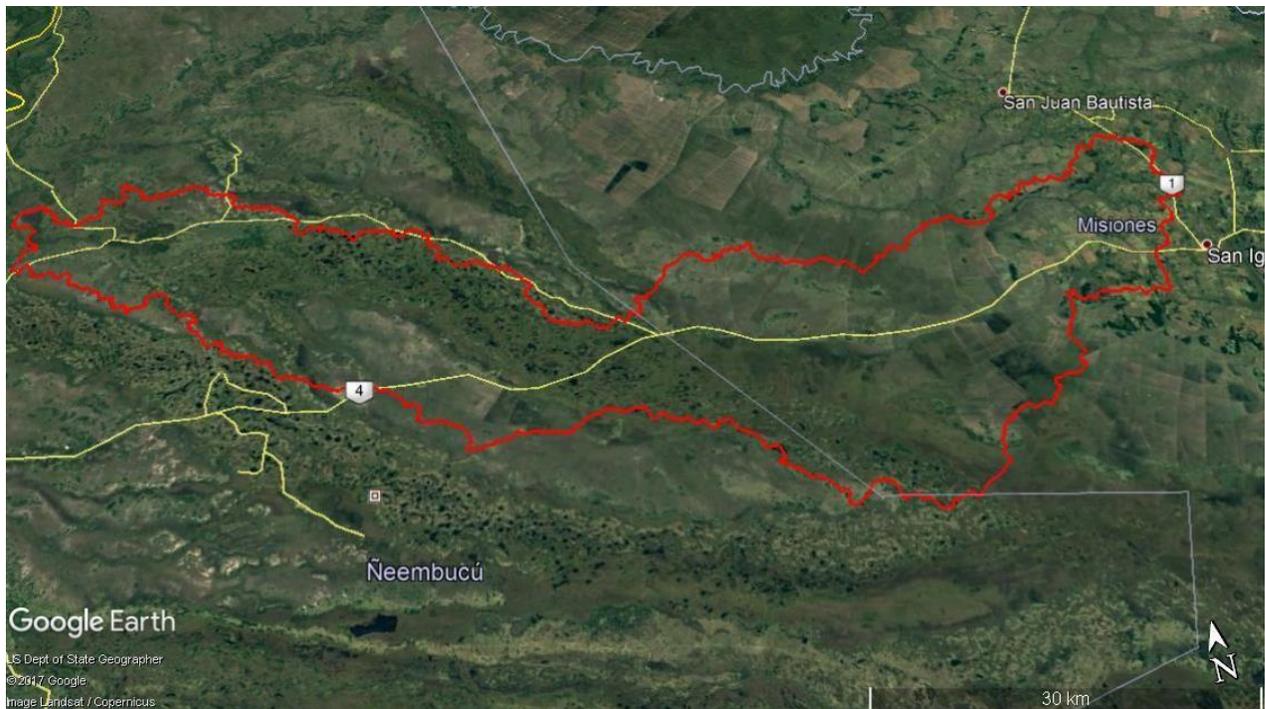
#### MATERIALES Y MÉTODOS

Las imágenes que se tomaron como mapa de base, es el Modelo Digital de Elevación obtenido por el Shuttle Radar Topography Mission (SRTM). Y el programa de Geoprocesamiento ARC GIS 10.2.2, la proyección utilizada es WGS\_1984\_UTM\_Zone\_21S.

#### DEFINICIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.

El arroyo Yacaré, es un cuerpo de agua, que tiene su punto de drenaje en el río Tebicuary, el área de desarrollo de la cuenca abarca a los departamentos de Misiones y Ñeembucú, y pasando por las rutas número 4 y 1, teniendo mayor afectación hídrica la zona del departamento de Ñeembucú, por contener el punto de drenaje de la cuenca, y la mayor descarga del sistema.

Dentro de este sistema hídrico, se cuentan con diversas modificaciones del terreno, como ser la urbanización de ciertas zonas, y la construcción de diversas obras de arte a lo largo de área de la Cuenca.



**Figura 1.** Cuenca del Arroyo Yacaré. Fuente Mapa de Google Earth.

#### CALCULO DEL ÁREA DE DRENAJE DE LA CUENCA

La divisoria es la línea topográfica que separa superficialmente dos cuencas hidrográficas o sistemas de drenaje independiente en dirección y sentido, cuyas salidas no necesariamente coinciden en un río común determinado Fattorelli-Fernandez(2011)

Para el sistema de la Cuenca del Arroyo Yacaré, se cuenca con un área de drenaje con una magnitud de;

Área en kilómetros cuadrados= 2.020 kilómetros cuadrados.

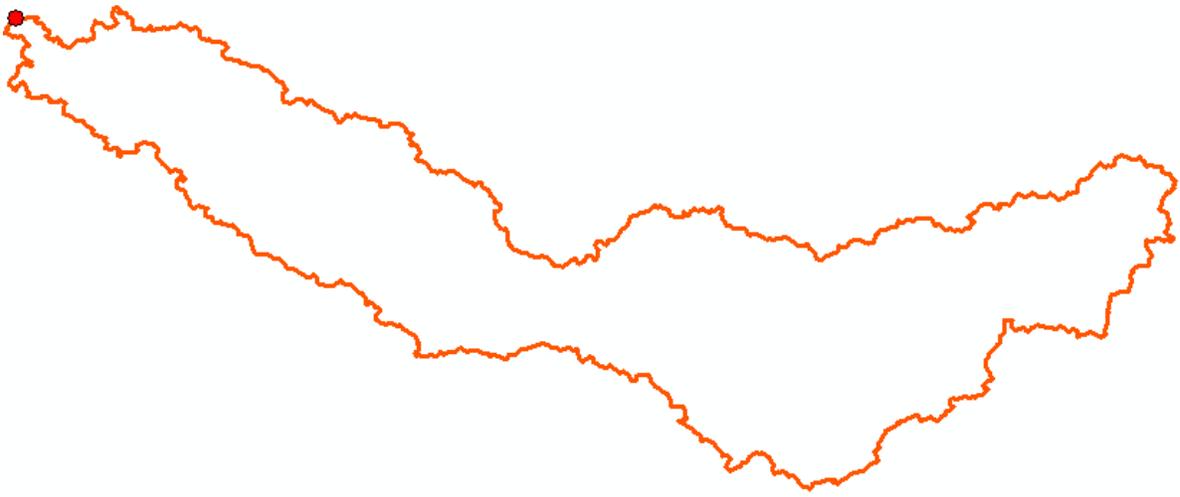
Área en Hectáreas= 202.004 hectáreas.

Esto significa, que todo evento que ocurra dentro de esta parcela de terreno afecta directamente a la capacidad y potencial de descarga de la cuenca.

## CALCULO DE PERÍMETRO DE LA CUENCA

El perímetro de la cuenca es la longitud total del contorno de la Cuenca, considerando las líneas de corrientes definidas dentro del sistema hídrico;

Perímetro en kilómetros= 407 kilómetros.



**Figura 2.** Contorno perimetral de la Cuenca del Arroyo Yacaré.

## PUNTO DE DRENAJE DE LA CUENCA

El punto de drenaje de la cuenca es el lugar físico por donde toda la descarga volumétrica de la cuenca ocurre, para el análisis de la cuenca del arroyo Yacaré, es conveniente considerar el punto de descarga en el río del cual resulta afluente, que es el Río Tebicuary en su tramo, que coincide con el departamento.

Las coordenadas del punto exutorio de la cuenca son;

Latitud= 26°36'11.14"S

Longitud= 58°10'22.59"O



**Figura 3.** Punto de drenaje de la Cuenca del Arroyo Yacaré. Fuente Mapa de Google Earth.

#### ANCHO DE LA CUENCA

El ancho de la cuenca viene definida por la relación entre el área de la cuenca y la longitud de la cuenca, que queda definida por la distancia horizontal desde la desembocadura de la cuenca (punto de desfogue) hasta otro punto aguas arriba donde la tendencia general del río principal corte la línea de contorno de la cuenca (Cardona, 2.012). Para el caso de estudio esta longitud asciende a 172 km.

El valor del ancho de la cuenca corresponde a 11,74 kilómetros.

#### FACTOR DE FORMA DE LA CUENCA

Es la relación entre el área y el cuadrado de la longitud de la cuenca (Cardona, 2.012).

Intenta medir cuan cuadrada (alargada) puede ser la cuenca. Una cuenca con un factor de forma bajo, esta menos sujeta a crecientes que una de la misma área y mayor factor de forma.

Principalmente, los factores geológicos son los encargados de moldear la fisiografía de una región y la forma que tienen las cuencas hidrográficas. Un valor de Factor de forma superior a la unidad proporciona el grado de achatamiento de ella o de un río principal corto y por consecuencia con tendencia a concentrar el escurrimiento de una lluvia intensa formando fácilmente grandes crecidas. (Horton R. E., 1932). El caso de estudio arroja un valor de 0,07.

#### COEFICIENTE DE COMPACIDAD.

Propuesto por Gravelius, compara la forma de la cuenca con la de una circunferencia, cuyo círculo inscrito tiene la misma área de la cuenca en estudio. Se define como la razón entre el perímetro de la cuenca que es la misma longitud del parteaguas o divisoria que la encierra y el perímetro de la circunferencia. Este coeficiente adimensional, independiente del área estudiada tiene por definición un valor de uno para cuencas imaginarias de forma exactamente circular. Nunca los valores del coeficiente de compacidad serán inferiores a uno. El grado de aproximación de este índice a la unidad indicará la tendencia a concentrar fuertes volúmenes de aguas de escurrimiento, siendo más acentuado cuanto más cercano a uno sea, es decir mayor concentración de agua. El caso de estudio presenta un factor de forma de 1,28 que coincide con la característica de Oval - Redonda a oval oblonga, según la tabla siguiente;

**Tabla 1.** Formas de la cuenca de acuerdo al Índice de compacidad. (Campos, 1992)

Clase de Forma	Índice de Compacidad	Forma de la cuenca
Clase I	1.0 a 1.25	Casi redonda a oval - redonda
Clase II	1.26 a 1.50	Oval - Redonda a oval oblonga
Clase II	1.51 ó más de 2	Oval - oblonga a rectangular - oblonga

#### PARÁMETROS RELATIVOS AL DRENAJE.

##### Redes de drenaje de la Cuenca

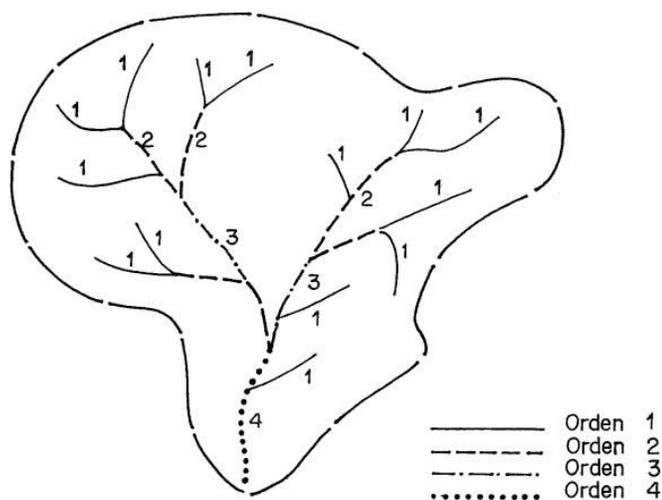
Las redes de drenaje de la Cuenca son calculadas por la definición que Refleja el grado de ramificación o bifurcación dentro de una red de drenaje, según el método Horton-Strahler que consiste en atribuirle el número de orden a los canales de la siguiente manera:

Corrientes de primer orden: Pequeños canales que no tienen tributarios. Corrientes

de segundo orden: Cuando dos corrientes de primer orden se unen. Corrientes de

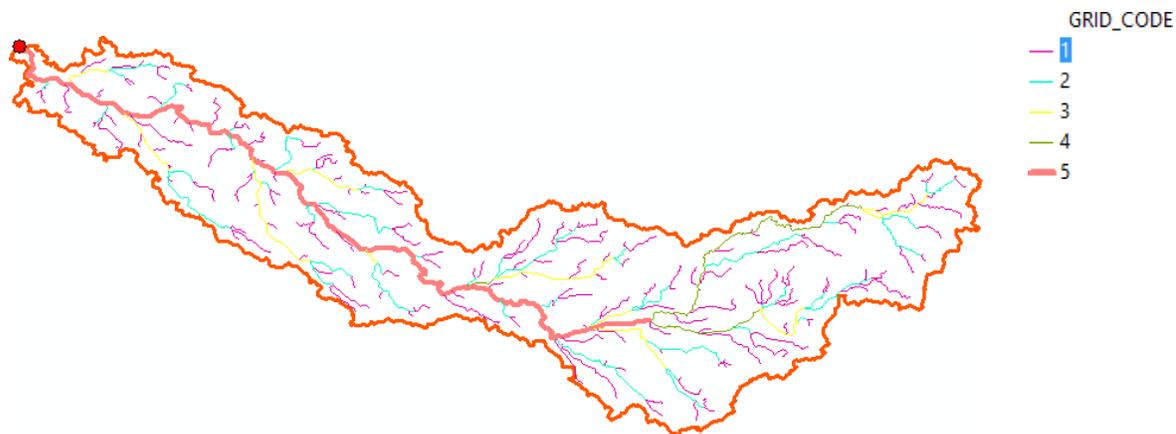
tercer orden: Cuando dos corrientes de segundo orden se unen. Corrientes de orden

$n + 1$ : Cuando dos corrientes de orden  $n$  se unen.



**Figura 4.** Definición de definición de órdenes de corriente método Horton-Strahler

Para el caso de la cuenca analizada, se tiene una clasificación de orden 5. Resultando un grado de ramificación de 5 ordenes dentro de área de drenaje.



**Figura 5.** Clasificación de órdenes de corriente para la cuenca del arroyo Yacaré.

En donde la clasificación de los drenajes se da de manera a que la red de orden menor, descarga en la red de número mayor, esto es, que las redes de orden 1, drena en el cauce de orden 2 y así sucesivamente, haciendo que el río principal, orden 5, sea el valor de la red que soporta la descarga total de las demás ramificaciones.



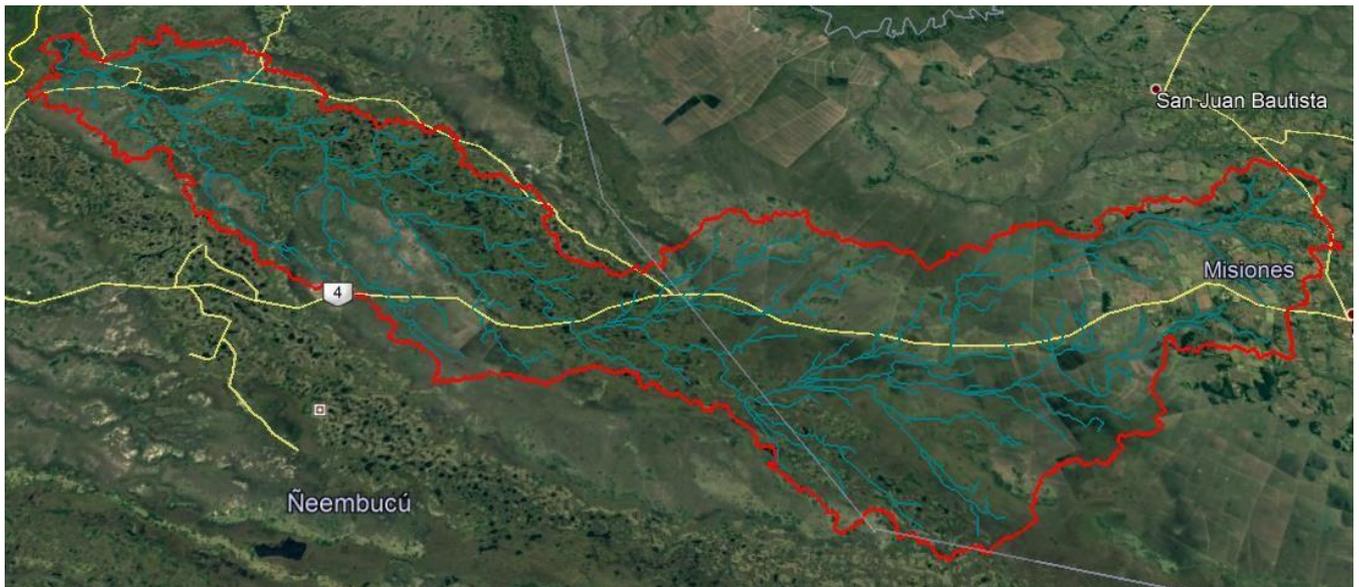
**Figura 6.** Desarrollo de órdenes de corriente por el método Horton-Strahler, cuenca Arroyo Yacaré. Fuente Mapa de Google Earth.

Arrojando las siguientes dimensiones de longitudes para cada red de corriente

**Tabla 2.** Desarrollo de órdenes de drenaje dentro de la cuenca

Orden	Longitud en kilómetros
1	488
2	232
3	110
4	62
5	111
Total	1003

Siendo el orden 5, la red que soporta la carga volumétrica total del sistema de drenaje, con una longitud de 111 kilómetros, sin embargo, se debe considerar, los aportes de las redes que drenan aguas debajo de la cuenca, y que en actualmente, sufre de colmatación de la red, por efecto de las plantas flotantes, es por ello, que se debe de considerar realizar las canalizaciones, en las redes de afluentes de aguas abajo, de manera compensar este fenómeno y aumentar la sección de drenaje.



**Figura 7.** Desarrollo de la red de drenaje dentro de la cuenca del Arroyo Yacaré. Fuente Mapa de Google Earth.

#### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

La cuenca del arroyo yacaré es una cuenca que drena un área total 2.020 kilómetros cuadrados. Con una clasificación de Horton-Strahler de orden 5, con una longitud de redes de drenaje dentro de la cuenca de 1003 kilómetros, un perímetro de 407 kilómetros, esta cuenca se desarrolla entre los departamentos de Misiones y Ñeembucú, conteniendo dentro de sí, las rutas 4 y 1, que conectan la zona sur con el resto del país. El punto de drenaje de la cuenca, se encuentra en la confluencia del arroyo Yacaré y el río Tebicuary. El valor obtenido para el parámetro de factor de forma de 1,28 que equivale a una cuenca con forma Oval - Redonda a oval oblonga, que coincide con la forma geométrica de la cuenca, siendo una cuenca de carácter más largo que ancho.

## REFERENCIAS

Cardona, B (2012). Conceptos básicos de Morfometría de Cuencas Hidrográficas. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala.

Chow, V. T; Maidment, D.R; Mays, L.W. 1994. Hidrología Aplicada. Mc Graw-Hill. ISBN 958-600-171-7

Fattorelli, S; Fernández, P.C. 2011. El diseño Hidrológico. INA-WASAGN. 2da Edición. ISBN:978-987-05-2738-2

Dgeec, 2018; Atlas Censal del Paraguay. Dirección General de Estadísticas, Encuestas y Censos del Paraguay.

Gaspari, F. J. (2012). Caracterización Morfométrica de la cuenca alta del río

Sauce Grande, Buenos Aires, Argentina. Séptimo congreso de medio ambiente AUMG. La Plata Argentina.

Horton, R. E. (1932). Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology Geological Society of America Bulletin. U.S.A.