

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

Escuela Profesional de Ingeniería Civil



Una Institución Adventista

Caracterización geomorfológica de una cuenca hidrográfica utilizando un modelo de elevación digital (DEM) y el software QGIS 3.10.0.

Trabajo de Investigación para obtener el Grado Académico de
Bachiller en Ingeniería Civil

Por:

Franck Luigi Huamani De la Cruz

Flor Nelida Lazo Colqui

Asesor:

Ferrer Canaza Rojas

Lima, noviembre 2020

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Ferrer Canaza Rojas, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que el presente trabajo de investigación titulado: "Caracterización Geomorfológica de una cuenca hidrográfica utilizando un modelo de elevación digital (DEM) y software QGis 3.10" constituye la memoria que presentan los estudiantes Franck Luigi Huamaní De la cruz y Flor Nelida Lazo Colqui para aspirar el grado de bachiller en Ingeniería Civil, cuyo trabajo de investigación ha sido realizado en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este trabajo de investigación son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en Lima, a los 26, de noviembre del 2020.



Ing. Ferrer Canaza Rojas

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE
INVESTIGACIÓN**

En Lima, Ñaña, Villa Unión, a.....los.....26.....día(s) del mes de.....Noviembre.....del año 2020 siendo las.....18:00 horas, se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión campus Lima, bajo la dirección del (de la) presidente(a): Mg. Leonel Chahuares Paucar....., el (la) secretario(a): Ing. Reymundo Jaulis Palomino..... y los demás miembros: Ing. Carlos Franck Yoctun Rios y el (la) asesor(a)... Ing. Ferrer Canaza Rojas..... con el propósito de administrar el acto académico de sustentación del trabajo de investigación titulado: "Caracterización geomorfológica de una cuenca hidrográfica utilizando un modelo de elevación digital (DEM) y el software QGIS 3.10." de los (las) egresados (as):

.....a)..... **FRANCK LUIGI HUAMANI DE LA CRUZ**.....
.....b)..... **FLOR NELIDA LAZO COLQUI**.....

conducente a la obtención del grado académico de Bachiller en:

.....**INGENIERÍA CIVIL**.....
(Denominación del Grado Académico de Bachiller)

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al candidato(a)/s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por el candidato(a)/s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Candidato/a (a): **FRANCK LUIGI HUAMANI DE LA CRUZ**.....

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
APROBADO	16	B	BUENO	MUY BUENO

Candidato/a (b): **FLOR NELIDA LAZO COLQUI**.....

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
APROBADO	15	B-	BUENO	MUY BUENO

(*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó ... al.... candidato(a)/s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.



Presidente
Mg. Leonel Chahuares
Paucar

Secretario
Ing. Reymundo Jaulis
Palomino

Asesor
Ing. Ferrer Canaza
Rojas

Miembro

Miembro
Ing. Carlos Franck
Yoctun Rios

Candidato (a)
Franck Luigi Huamani
De La Cruz

Candidato/a (b)
Flor Nelida Lazo Colqui

Caracterización geomorfológica de una cuenca hidrográfica utilizando un modelo de elevación digital (DEM) y el software QGis 3.10.

FRANCK LUIGI HUAMANI DE LA CRUZ* FLOR NELIDA LAZO COLQUI*

EP. Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Peruana Unión, Perú.

Resumen

Este artículo consiste en caracterizar la geomorfología de una cuenca hidrográfica desde un modelo de elevación digital. Como material y metodología se utilizó imágenes del modelo de elevación digital (MED) que fueron extraídos del sistema Geoservidor del MINAM y para su procesamiento se importó al software QGis complementado con el sistema GRASS, teniendo como resultado la delimitación y sus características geomorfológicas de la cuenca del río Huari ubicado en la provincia de Tayacaja. Estos datos obtenidos serán útiles o permitirán una mejor planificación y gestión de recursos en el área de estudio.

Palabras clave: Software QGis; Modelo de Elevación Digital; geomorfológicos; cuenca.

Abstract

This article consists of characterizing the geomorphology of a hydrographic basin from a digital elevation model. As material and methodology, images of the digital elevation model (MED) that were extracted from the MINAM Geoserver system were used and for its processing it was imported into the QGis software complemented with the GRASS system, resulting in the delimitation and its geomorphological characteristics of the basin. of the Huari river located in the province of Tayacaja. These obtained data will be useful or allow better planning and management of resources in the study area.

Keywords: QGis software; Digital Elevation Model; geomorphological; basin.

**Correspondencia de Franck Luigi Huamaní De la cruz, Flor Nelida Lazo Colqui:
Km. 19 Carretera Central, Ñaña, Lima.
E-mail: florlazo@upeu.edu.pe*

INTRODUCCIÓN

La mayoría de las cuencas del Perú sufren cambios en su estructura geomorfológica, comúnmente por la actividad agrícola y asentamientos humanos en el margen del río, por lo que esta investigación tiene como objetivo caracterizar la geomorfología de una cuenca hidrográfica utilizando un modelo de elevación digital (DEM Aster) como base fundamental para el procesamiento en el software QGIS 3.10. esta delimitación de la cuenca y determinación de sus parámetros morfométricos facilitarán la gestión y planificación de proyectos hidráulicos e hidrológicos, estos datos además servirán para la utilización en estudios para evitar problemas futuros, ya que el resultado de esta investigación contribuirá en los estudios hidrológicos necesarios.

Un estudio hidrológico demanda la determinación de las características geomorfológicas de una cuenca, por lo que cada proceso requiere un estudio individual de sus variables que lo componen, como el área, perímetro, pendiente, longitud del cauce, ancho, nivel altitudinal y dirección del flujo, por la insuficiente información de los parámetros geomorfológicos de las cuencas existe la dificultad de una gestión, planificación e identificación de los recursos hídricos para futuros estudios. Por lo que se necesita realizar un estudio y delimitación de la cuenca mediante un modelo de elevación digital (DEM) con la ayuda del software QGIS.

El uso del software de licencia libre QGIS mediante el procesamiento de las imágenes digitales resulta muy útil para la definición de cuencas hidrográficas permitiendo conocer las características de la cuenca y su cauce (Daniel Acosta, Abdiel Camarena, Axel Chang & Elías Fuller, 2016). El importe de las imágenes del modelo de elevación digital (DEM) al QGIS son en formato Shapefile (shp) de radar, con una resolución de 30m obtenido del sitio web MINAM y los resultados permitirán llevar a cabo una planificación adecuada de la ocupación y el uso correcto por parte de la sociedad (Roberto, Souza, & Milton, 2016). La viabilidad del software QGIS en la producción de mapas temáticos, según los resultados del análisis permite concluir que el uso del software QGIS es viable (Claudineia, Elaine, & Junívio, 2018).

MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo está basado en la delimitación y caracterización geomorfológico de la cuenca del río Huari de la provincia de Tayacaja, esto se da por la necesidad de conocer los parámetros de dicha cuenca, para lograr el objetivo de esta investigación se requiere de los siguientes materiales principales: Modelo de Elevación Digital (MED) del área geográfica de interés extraído de la página web del Geoservidor de MINAM y el software Quantum Gis 3.10 descargado de su página principal de forma libre y gratuita.

Área de estudio

Estudio de la cuenca del río Huari que atraviesa por el Centro Poblado de San Isidro de Acobamba del distrito San Marcos de Rocchac, provincia de Tayacaja y departamento de Huancavelica.

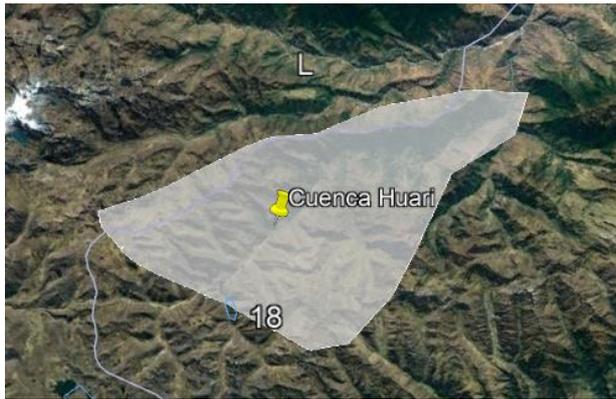


Imagen 2: Referencia de la cuenca en Google Earth



Imagen 1: Población de interés, San Isidro de Acobamba

Procedimiento

La metodología se centra en procesar el MED con una resolución de 30m de la zona en estudio para su análisis con el software libre QGIS (Team, 2019). El procedimiento que se siguió para lograr el objetivo se presenta a continuación:

Recopilación del DEM de la zona en estudio y configuración de QGIS

Ingresando a la página del geoservidor del MINAM se elige el DEM de interés el cual para esta investigación fue S13W75 con límite entre Huancavelica, Junín y Ayacucho, estas imágenes son conjuntos de datos rasterizados, lo cual significa que la imagen está cubierta de pixeles la totalidad de la superficie.

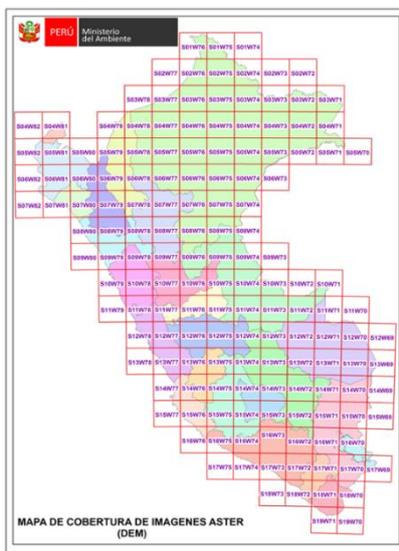


Imagen 4: Mapa de Perú de cobertura de imágenes Aster (DEM)



Imagen 3: Enfoque del DEM de interés

Para realizar el proceso de determinación de parámetros geomorfológicos de la cuenca a partir de un DEM ráster o imagen satelital se realizó algunas configuraciones como añadir el complemento Grass para activar las herramientas que se utilizó para el proceso de conversión del Ráster. Para seguir el proceso de conversión se creó un directorio de mapas para guardar todos los elementos que se fueron creando en el proceso, también permitió localizar el área de estudio.

Proceso de delimitación de cuenca

El DEM (modelo digital de elevación) es insertado al software QGis con Grass, utilizando la herramienta en ***añadir capa ráster*** ubicada en la barra de herramientas de administración de capas, se realizó un corte previamente a la delimitación de cuenca, debido a que la información satelital incluye diferentes distritos y provincias. Para ello se utilizó de las herramientas ráster, extracción y cortar ráster por extensión. Se modificó de coordenada geográficas a coordenadas UTM, con el comando Combar (reproyectar).

Para realizar el corte del área, previamente se realiza una sobre posición del ráster con Google Earth de la zona de estudio, para verificar, el cauce y la cuenca específica.



Imagen 6: Ubicación de la cuenca Huari en Google Earth

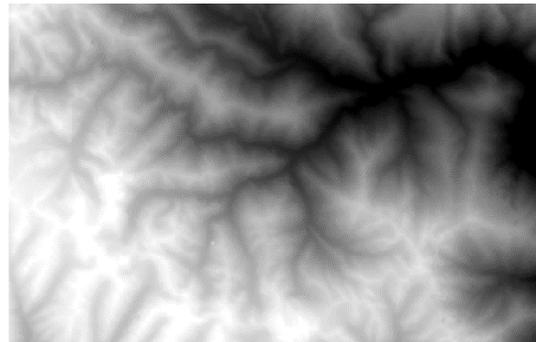


Imagen 5: DEM de la zona en estudio

Con las herramientas Grass, se importó el Ráster a Grass con el comando *r.in.gdal.gis*, para realizar el *análisis de cuenca*, se utilizó el Ráster con la herramienta Grass *r.watershed*, del cual se obtuvo el ráster de acumulación, de relieve, de ríos y de cuencas, debido a que el ráster es un formato que presenta imágenes pixeleadas, el cual no tiene una buena calidad de imagen para tener una mayor visualización de las cuencas y los ríos se procedió a vectorizarlos desde el las herramientas Grass, administración de archivos, en conversión de tipo de mapa, y convertir un ráster a vectorial utilizando el comando *r.to.vect.line* para los ríos y *r.to.vect.area* para las cuencas.



Imagen 09: Mapa de subcuencas en ráster

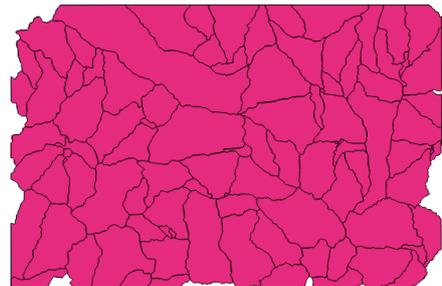


Imagen 10: Mapa de subcuencas vectorizado

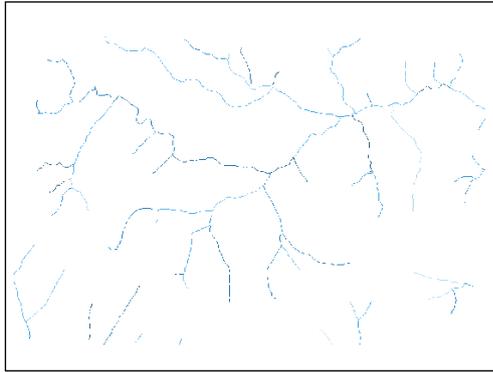


Imagen 8: Mapa de ríos en ráster

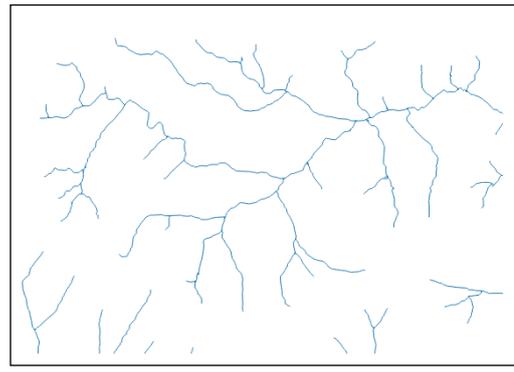


Imagen 7: Mapa de ríos vectorizado

Habiendo vectorizado la línea de drenaje y las cuencas, se seleccionó su línea de cauce, mediante las herramienta *seleccionar objetos espaciales por polígono*, ubicada en la barra de herramientas superior, para la delimitación correspondiente alrededor de esa línea de drenaje. Con la herramienta vectorial *seleccionar por localización* se delimita como se muestra en la imagen 13 y se guarda correspondientemente en formato shape file.

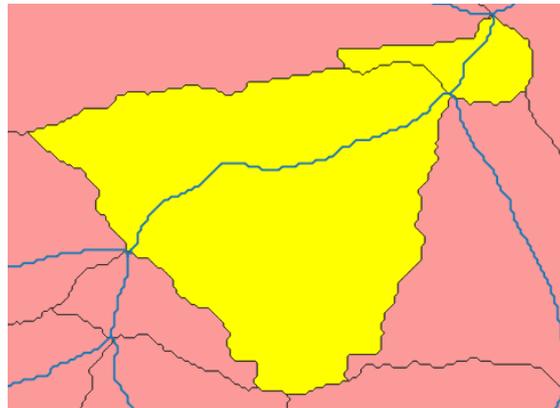


Imagen 9: Selección de las subcuencas y el río Huari

Con la ayuda de la herramienta *Dissolve*, ubicada en las herramientas vectoriales se unió la cuenca en una sola, de acuerdo a su cauce correspondiente. Para tener la cuenca terminada y delimitada, para correspondientemente obtener su resultados se vinculó la capa vectorial de río sobre la cuenca Huari.

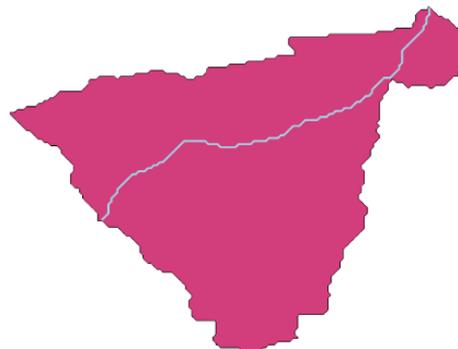


Imagen 14: Cuenca definida del río Huari

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Propiedades geomorfológicas

Las características geomorfológicas dan una idea de las propiedades particulares de cada cuenca; estos parámetros facilitan el empleo de fórmulas hidrológicas, generalmente empíricas (Acosta, Camarena, Chang & Fuller, 2016). En este trabajo de estudio y evaluación de la cuenca del río Huari se determinó su caracterización geomorfológica teniendo como resultado los siguientes parámetros:

Parámetros de forma

- El área de la cuenca del río Huari resultó 755.69 Ha
- Perímetro 14.65 km
- La longitud axial es la distancia más alejada desde la desembocadura de la cuenca hasta la cabecera de la misma, tenido como resultado 4.10km.

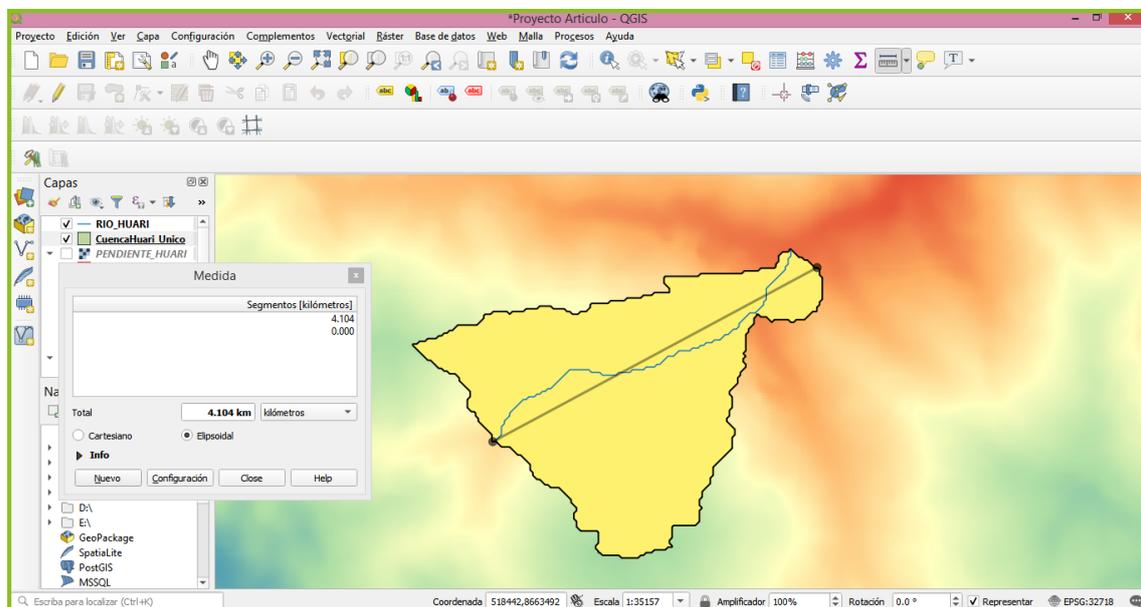


Imagen 14: Representación de la longitud axial de la cuenca

- Coeficiente de compacidad: 1.49, lo que significa que la forma de la cuenca es oval – redonda a oval – alargada, de acuerdo con la tabla 1 del autor (Cárdenas, 2017):

$$Kc = 0.28 \frac{P}{\sqrt{A}} = 0.28 * \frac{14.65km}{\sqrt{7.56km^2}} = 1.49 \quad (1)$$

Tabla 1: Rangos y descripción de coeficiente de compacidad

Rango	Descripción
1 a 1.25	Forma casi redonda a oval-redonda
1.25 a 1.5	Forma oval-redonda a oval-alargada
1.5 a 1.75	Forma oval-alargada a alargada

Fuente: (Cárdenas, 2017)

- Coeficiente de forma: 0.37, lo cual significa que la cuenca no es susceptible a sufrir crecidas y tiene una forma ligeramente alargada. Cuando la cuenca tiene la forma alargada, las descargas son de menor volumen debido a que el cauce de agua principal tiene mayor terreno para que el agua circule sin problemas de acumulación.

$$Kf = \frac{A}{L^2} = \frac{7.56km^2}{(4.5km)^2} = 0.37 \quad (2)$$

Tabla 2: Factores aproximados para determinar forma de una cuenca

Factor de forma (valores aproximados)	Forma de la cuenca
<0.22	Muy alargada
0.22 a 0.30	Alargada
0.30 a 0.37	Ligeramente alargada
0.37 a 0.45	Ni alargada ni ensanchada
0.45 a 0.60	Ligeramente ensanchada
0.60 a 0.80	Ensanchada
0.80 a 1.20	Muy ensanchada
>1.20	Rodeando el desagüe

Fuente: (Manuel, 2016)

Parámetros de relieve

- La altura máxima de la cuenca se encuentra a 3830 m.s.n.m.
- Altura mínima 2025 m.s.n.m.
- Altura media a 2896.74 m.s.n.m.
- El resultado de la pendiente se muestra en la siguiente imagen donde el color rojo representa pendientes que tienden a 0% mientras que el color verde oscuro representa la pendiente máxima con 89.4%.

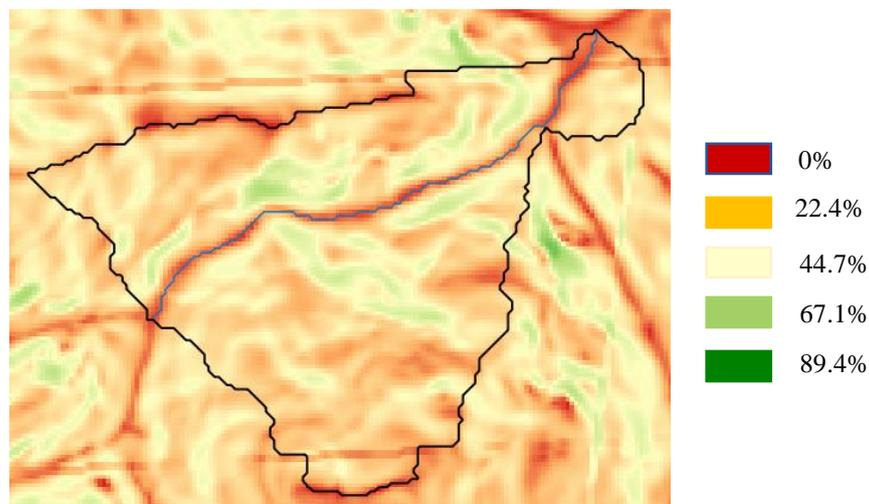


Imagen 15: Mapa de pendientes de la cuenca del río Huari

Con el rango de pendientes de la tabla 1 según López Cadenas de Llano (1998) se clasifica el tipo de relieve, donde la cuenca del río Huari en su mayoría tiene un relieve de fuerte a muy fuerte.

Tabla 3: Tipos de relieve según rango de pendientes

Rango de pendiente (%)	Tipo de relieve
< 0.5	Muy plano
0.5 - 1	Plano
1 - 3	Suave
3 - 12	Lomadas
12 - 20	Accidentado
20 - 35	Fuerte
35 - 50	Muy fuerte
50 - 75	Escarpado
>75	Muy escarpado

Fuente: (Gaspari, Rodríguez, & Medina, 2019)

Parámetros de drenaje

- El resultado de la red de drenaje es una capa vectorial con geometría línea de los cursos de agua correspondiente a la cuenca y a sus áreas de captación.
- El número de orden de drenaje de la cuenca del río Huari se determinó según el método (Strahler, 1964) (Jos, 2018) y siendo esto de orden 2.
- Longitud de drenaje: Corresponde a la distancia desde la cabecera aguas arriba hasta la desembocadura aguas abajo, con una longitud de 4.5 km.

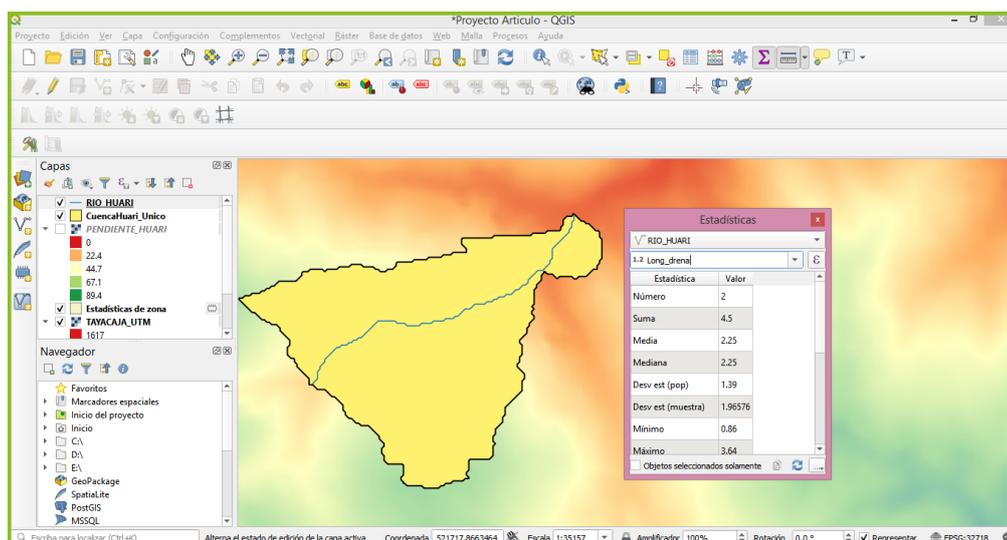


Imagen 16: Mapa de la longitud de drenaje y curso principal

- Longitud de curso principal: Al haber adoptado una cuenca pequeña, solo se contó con una línea de cauce, sin ramificaciones, por lo que es la misma que la longitud de drenaje (4.5 km).

Tabla 4: Resumen de las características geomorfológicas

Característica geomorfológica	Valor
Área	755.69 Ha
Perímetro	14.65 km
Longitud axial	4.10 km
Coefficiente de compacidad	1.49
Coefficiente de forma	0.37
Altura máxima	3830 m.s.n.m.
Altura mínima	2025 m.s.n.m.
Altura media	2896.74 m.s.n.m.
Pendiente máxima	89.40%
Número de orden de drenaje	2
Longitud de drenaje	4.5 km
Longitud de curso principal	4.5 km

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

La importancia de conocer las características geomorfológicas de una cuenca permite mantener a la cuenca en cuidado, así mismo sirve de herramienta para la facilitación de futuros estudios hidrológicos e hidráulicos. Teniendo al alcance la tecnología, como imágenes satelitales, softwares que trabaje y procese estas imágenes. Esta investigación estudió a la cuenca del río Huari del distrito de San Marcos de Rocchac, realizando la delimitación a través de los procesos y empleando las herramientas Grass y Google Earth. Los parámetros estudiados indicaron que la cuenca presenta una red de drenaje de segundo orden, debido a que no tiene más de dos ramificaciones de cauces secundarios.

La cuenca analizada presenta una forma ligeramente alargada por su coeficiente de compacidad y forma, teniendo menor susceptibilidad a las crecientes sobre el cauce y a la acumulación de agua. Estos parámetros determinados mediante un DEM procesado en el software QGIS, son de utilidad para dar un cuidado y protección a la cuenca, conociendo que existen cambios mensuales o anuales donde el cauce y el terreno se ven afectados por distintos factores como erosión, acumulación de residuos, desvío de cauces, entre otros. Asimismo, conocerlos permitirá que se tenga información inmediata para el manejo y gestión de la cuenca según lo requieran.

REFERENCIAS

- Cárdenas, V. (2017). Análisis morfométrico de las microcuencas a las que pertenece el Bosque y Vegetación Protectora Aguarongo (BVPA), influencia en el comportamiento hidrológico.
- Claudineia, A. T., Elaine, M. de O., & Junívio, da S. P. (2018). QGIS software in the production of thematic maps for analysis of Northeast region of Boquira-BA. doi:10.22481/rg.v2i3.4405
- Daniel Acosta, Abdiel Camarena, Axel Chang, A. D., & Elías Fuller, C. G. & A. T. D. L. (2016). Uso de software para el procesamiento de imágenes digitales para la definición de cuencas hidrográficas, 2.
- Earth, G. (2020). Google Earth. <https://earth.google.com/web/>.
- Gaspari, F. J., Rodríguez, A. M., & Medina, M. A. F. (2019). Manejo de cuencas hidrográficas Herramientas de sistemas.
- Jos, O. (2018). Cuatro modelos de redes de drenaje, 42(165), 379–391.
- Manuel, C. (2016). Parámetros Geomorfológicos de cuencas hidrológicas, 1–13.
- MINAM.(n.d.).ASTGTM_S13W075_dem.
http://geoservidorperu.minam.gob.pe/geoservidor/download_raster.aspx.
- Roberto, F., Souza, R. F. De, & Milton, S. (2016). Comparative analysis of methodologies applied to the demarcation of the basin of Rio Doce - RN, 28(3), 429–442.
- Team, Q. D. (2019). QGis 3.10 with Grass 7.
<https://www.qgis.org/es/site/forusers/download.html>.