



ANEXO 1

FORMATO PARA LA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN
CON EL FINANCIAMIENTO DEL FEDU

1. Título del proyecto

Caracterización morfométrica del curso de un río serpenteante de la región andina mediante un enfoque geoinformático (estudio de caso: río Ramis)

2. Área de Investigación

Área de investigación	Línea de Investigación	Disciplina OCDE
Ingenierías	Recursos Hídricos	Riesgos

3. Duración del proyecto (meses)

12

4. Tipo de proyecto

Individual	<input type="radio"/>
Multidisciplinario	<input checked="" type="radio"/>
Director de tesis pregrado	<input type="radio"/>

4. Datos de los integrantes del proyecto

Apellidos y Nombres	ALFARO ALEJO, Roberto
Escuela Profesional	INGENIERIA AGRICOLA
Celular	984911952
Correo Electrónico	ralfaro@unap.edu.pe

Apellidos y Nombres	MAMANI GOMEZ, Jose Antonio
Escuela Profesional	INGENIERIA AGRICOLA
Celular	951655253
Correo Electrónico	jmamani@unap.edu.pe

I. Título

Caracterización morfométrica del curso de un río serpenteante de la región andina mediante un enfoque geoinformático (estudio de caso: río Ramis)



II. Resumen del Proyecto de Tesis

La morfometría es un medio de cuantificar matemáticamente diferentes aspectos de un río. En el presente estudio, se realizará un análisis morfométrico del río Ramis para dilucidar información sobre la morfología del tramo de estudio. El estudio se llevará a cabo utilizando datos espaciales obtenidos de Sistemas de Información Geográfica (SIG). Los parámetros morfométricos considerados para el análisis incluyen los aspectos lineales, areales y de forma del río. El análisis morfométrico de la red fluvial y de la cuenca permitirá revelar que el orden de corriente, (según la clasificación de Strahler), tipo de patrón de drenaje, sinuosidad, ángulo central, entre otros. Los valores obtenidos de relación de radio, ángulo, ancho de cauce, permitirá clasificar al río por tramos y servirá para la mejor gestión de inundaciones y otros eventos que se puedan presentar en el río y las áreas circundantes.

III. Palabras claves (Keywords)

Río Ramis, Meandros, Coeficiente de sinuosidad, Ángulo central, Índice de dirección, Morfometría

IV. Justificación del proyecto

La cuenca del lago Titicaca es un sistema hídrico importante ubicado en el Altiplano peruano, el río Ramis es el principal afluente, representa el sistema de descarga líquida y sólida más importante del Titicaca, causando inundaciones casi en forma anual en la parte baja cerca al lago. El área aproximada de la cuenca del río Ramis es de 14 684 kilómetros cuadrados y la longitud del río Ramis es de unos 299 km. El Ramis nace en la cordillera oriental de los Andes, específicamente en el distrito de Ananea, ingresa a la cuenca desde el noreste. El río Ramis se divide en dos tributarios. La corriente principal del río Crucero fluye hacia el suroeste hacia la confluencia con el río Nuñoa cerca a Azangaro, formando el río Azangaro. La otra parte fluye hacia el sureste a través del río Ayaviri, ambos confluyen en Achaya, formando el propiamente el río Ramis que drena al lago Titicaca.

Estos representan una gran amenaza para la vida de los residentes y la seguridad de la propiedad en los ambientes o llanuras fluviales de los tramos analizados en la parte baja, media y alta de la cuenca.

V. Antecedentes del proyecto

Los métodos morfométricos, aunque simples, se han aplicado para el análisis de relaciones radio, ángulo interno de meandros, ancho de cauce, ancho del valle, área-altura, determinación de superficies de erosión, pendientes, relieve relativo y características del terreno, evaluación de cuencas hidrográficas, priorización de cuencas hidrográficas para actividades de conservación de suelos y agua en cuencas fluviales (Das et al., 2014; Kanth & Hassan, 2012).



La variedad geomorfológica en los accidentes geográficos y los procesos subyacentes hace que los ríos naturales sean ecosistemas diversos y dinámicos. Los patrones diversos y cambiantes de los accidentes geográficos y los humedales ribereños proporcionan una gran diversidad de hábitats y límites tierra-agua y, en consecuencia, albergan una gran abundancia de vida silvestre. Como resultado, los ríos son corredores particularmente importantes a lo largo de los cuales muchos organismos pueden dispersarse por el paisaje (Maghsoudi et al., 2017)

Por tanto, los procesos, formas y cambios de estos ríos son cada vez más un foco de intereses científicos y aplicados. Comprender los entornos naturales de las tierras secas, los desiertos, las regiones áridas y semiáridas de la tierra es comprender los procesos y formas de sus ríos (Knighton, 2014). Porque los ríos son sistemas que integran y reflejan el medio ambiente completo en el que se forman, a medida que los ambientes cambian, también lo hacen los sistemas fluviales y los sostienen (Garde, 2006); la sedimentación de los ríos y los procesos morfológicos se encuentran entre los fenómenos más complejos y menos comprendidos de la naturaleza.

La geomorfología fluvial es el estudio de las interacciones entre las formas y los procesos de los cauces de los ríos en una variedad de escalas espaciales y temporales (Garde, 2006). La influencia de eventos pasados también es significativa para explicar la forma actual de los canales de los ríos. Los ríos se encuentran en muchos entornos diferentes y muestran una asombrosa diversidad de formas (Montgomery & Buffington, 2013). Las formas del canal en una llanura aluvial reflejan el movimiento del agua y el tamaño de partícula de la carga que fluye por el canal (Alfaro, 2011). Cuanto mayor es el volumen de agua en el canal, más ancho y profundo es el canal (FISRWG, 2001). En las llanuras aluviales se detectan tres patrones de canales básicos. Están trenzados, serpenteantes y rectos. La morfología de los ríos se explica por los patrones y formas de los canales y se decide por factores como la descarga, la pendiente de la superficie del agua, la velocidad del agua, la profundidad y el ancho del canal y los materiales del lecho del río, etc. (FISRWG, 2001). Y las variaciones en el tipo de canal son en gran parte una función del gradiente del canal, el confinamiento del valle y el tamaño de las partículas (Dingman, 2009; Yousefi et al., 2018). La morfología fluvial está condicionada por tres elementos básicos: régimen de flujo, rendimiento de sedimentos y características del valle (Ibisate et al., 2011; Samela et al., 2017).

Esta investigación se centra en las metodologías matemáticas de meandros; más precisamente mejorar el modelado numérico-empírico y abordar el análisis de dos índices como se mencionó anteriormente y un nuevo índice como “dirección de flujo”. A fin de tener una clasificación del patrón morfológico de los tramos del río Ramis. El estudio de caso de este artículo es río el Ramis en la región Puno.

VI. Hipótesis del trabajo (Es el aporte proyectado de la investigación en la solución del problema)

- H1: La obtención de los radios, ángulo central, ancho del valle y otros nos permitirá evaluar el coeficiente de sinuosidad, ángulo central, dirección de flujo.
- H2: La evaluación del coeficiente de sinuosidad, ángulo central, dirección de flujo, nos permitirá obtener la categoría del patrón de flujo del río Ramis en los tramos analizados.
- H3: La clasificación del patrón de morfología en planta del río Ramis permitirá analizar las implicancias en la estabilidad del cauce y los daños por inundaciones.

VII. Objetivo general

El objetivo de esta investigación es realizar un análisis morfométrico mediante un enfoque geoinformático del río Ramis, analizando en varios tramos homogéneos de esta manera contribuir a la prevención de desastres por inundaciones en la zona de estudio.

VIII. Objetivos específicos

- Obtener los radios, curvatura, ángulo central de los meandros
- Evaluación del coeficiente de sinuosidad, ángulo central, dirección de flujo
- Analizar las implicancias de la morfometría en la estabilidad del cauce y los daños por inundaciones

IX. Metodología de investigación

Este estudio utilizará DEM, mapas topográficos, software Arc GIS, Google Earth, trabajo de campo y estudios de biblioteca. El curso de río Ramis se extrae con precisión de Google Earth y mapas y controla parte de este curso en trabajo de campo. Luego, el curso del río fascinado por el software Arc GIS o QGIS, así que después de eso tenemos un curso digital. Con uso de capas digitales identificadas a meandros de río.

2.1 Algunas técnicas morfométricas que se utilizan son las siguientes

Índice de sinuosidad: Coeficiente de sinuosidad de una curva continuamente derivable que tiene al menos un punto de inflexión, es la relación entre la longitud curvilínea (a lo largo de la curva) y la distancia (línea recta) entre los puntos finales de la curva.

$$SI = \text{longitud thalweg} / \text{longitud recta} \quad (\text{Singh, 2006})$$

Meandro Belt (Mb), Meandro cinturón es la distancia entre el borde exterior de los bucles del meandro en sentido horario y antihorario.

$Mb = (2 + 3) rc$ A partir de la ecuación anterior, Mb será "0", la distancia del cuello será "0" y se formará un meandro (Singh, 2006).

Meandro cortado: ancho del río / radio de curva de la línea central (rc). Donde rc es el radio de curvatura de la línea central (Garde, 2006).

Tabla 1: Clasificación de patrones de ríos

Tipo	Morphology	Sinuosity	Load-Type	Width/depth Ratio	Erosive behavior	Depositional Behavior
Recto (Straight)	Single channel with pools and riffles, meandering Talweg	<1.05	Suspension mixed or Bedload	<40	Minor channel widening and incision	Skew Shoals
Sinuoso (Sinuous)	Singles channel, pools and riffles meandering Talweg	1.05-1.5	Mixed	<40	Increased channel widening and incision	Skew Shoals
Meandrico (Meandering)	Single channel (may be inner point bar channel)	1.5-1.3	Suspension or mixed load	<40	Channel incision, meandering	Point bar formation
Trenzado (Braided)	Two or more channels with bar and small island	1.3-2.0	Bedload	>40	Channel widening	Channel aggradations mid-channel bar formation
Anastomosing	Two or more channels with large, stable island	>2.0	Suspension load	<10	Slow meander widening	Slow bank accretion

Fuente: (Luna B. Leopold et al., 2020)

X. Referencias (Listar las citas bibliográficas con el estilo adecuado a su especialidad)

--

Alfaro, R. (2011). *Erosion y Transporte de Sedimentos* (2nd ed.). UNA Puno, Unidad de Publicaciones.

Das, S., Adak, K., & Samanta, K. (2014). Hydrodynamic changes of river course of part of Bhagirathi-Hugli in Nadia district-A Geoinformatics appraisal. *International Journal of Geomatics and Geosciences*, 5(2), 284.

Dingman, S. L. (2009). *Fluvial Hydraulics*. Oxford University Press.

FISRWG. (2001). Stream Corridor Restoration: Principles, Processes, and Practices. In *Engineering Approaches to Ecosystem Restoration*. Federal Interagency Stream Restoration Working Group, USDA.

Garde, R. J. (2006). *River morphology*. New Age International.

Ibiate, A., Ollero, A., & Diaz, E. (2011). Influence of catchment processes on fluvial morphology and river habitats. *Limnetica*, 30(2), 169–182.

Kanth, T. A., & Hassan, Z. U. (2012). Morphometric Analysis and Prioritization of Watersheds for Soil and Water Resource Management in Wular Catchment Using Geo-Spatial Tools. *International Journal of Geology, Earth and Environmental Sciences*, 2, 30–41.

Knighton, D. (2014). *Fluvial Forms and Processes: A New Perspective*. Taylor & Francis. <https://books.google.es/books?id=vftQAwAAQBAJ>

Luna B. Leopold, Wolman, M. G., Miller, J. P., & Wohl, E. (2020). *Fluvial Processes in Geomorphology* (2nd ed.). Dover Publications.

Maghsoudi, M., Zamanzadeh, S., Yamani, M., & Hajizadeh, A. (2017). Morphometric Assessment of Meandering River in Arid Region Using Improvement Model (Case Study: Maroon River). *Journal of Water Resource and Protection*, 9, 358–377. <https://doi.org/10.4236/jwarp.2017.94024>

Montgomery, J. M., & Buffington, D. R. (2013). Geomorphic classification of rivers. In J. Shroder & E. Wohl (Eds.), *Treatise on Geomorphology; Fluvial Geomorphology*,



- Vol. 9. (pp. 730–767). Academic Press.
- Samela, C., Troy, T. J., & Manfreda, S. (2017). Geomorphic classifiers for flood-prone areas delineation for data-scarce environments. *Advances in Water Resources*, 102, 13–28. <https://doi.org/10.1016/j.advwatres.2017.01.007>
- Singh, S. (2006). *Geomorphology*. Prayag Pustak Bhavan.
- Yousefi, S., Mirzaee, S., Keesstra, S., Surian, N., Pourghasemi, H. R., Zakizadeh, H. R., & Tabibian, S. (2018). Effects of an extreme flood on river morphology (case study: Karoon River, Iran). *Geomorphology*, 304, 30–39. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2017.12.034>

XI. Uso de los resultados y contribuciones del proyecto (Señalar el posible uso de los resultados y la contribución de los mismos)

La morfología de los ríos y las inundaciones son procesos naturales y los ríos están destinados a cambiar su trayectoria y desplazarse en cualquier dirección. Lo mismo se ha observado en el caso del río Ramis, ya que está erosionando las tierras agrícolas y debido a las inundaciones en el río, los agricultores experimentan una gran pérdida, las inundaciones se pueden controlar hasta cierto punto, pero el gobierno no ha hecho mucho en las comunidades para controlar las inundaciones y tampoco hay beneficios dado a los agricultores que experimentan pérdidas debido a las inundaciones, por lo que los resultados son personas que dejan sus tierras ociosas o las venden a precios muy bajos para evitar el riesgo de pérdidas. Esto significa que la tasa de desempleo en la región aumentará. Para hacer frente a este problema, los comuneros se están trasladando al extranjero dejando a la población dependiente en las comunidades. El gobierno debe tomar las medidas necesarias y ayudar a las personas que han sufrido a causa del río. Como el río según los comuneros no significa nada para ellos, el agua para riego se usa a través de canales revestidos en algunas zonas, el gobierno ha prohibido la extracción de arena en la región, por lo que la gente no puede usar la arena también para su uso personal, pero por otro lado es una gran organización, en muchos tramos todavía está haciendo la extracción de arena. Esto más adelante aumentará la erosión y la posibilidad de inundaciones.

XII. Impactos esperados

i. Impactos en Ciencia y Tecnología

El presente estudio tendrá un impacto importante en la ciencia y tecnología con los aportes de los análisis y obtención de los parámetros para el conocimiento de la ocurrencia y prevención de los riesgos, especialmente en lo referente a las inundaciones de ríos en la región Puno Peru.

ii. Impactos económicos

Debido al continuo crecimiento de la población y en general al incremento del consumo de agua y consecuente escasez del recursos hídrico, es muy necesario evitar las pérdidas económicas y de vidas por efecto de los desastres naturales. Es por eso que el presente estudio contribuirá en el desarrollo económico para el bienestar de la población.

iii. Impactos sociales

El presente estudio de investigación tendrá un impacto en el aporte al conocimiento de la sociedad investigadora entre las cuales se encuentran instituciones de educación superior así como en el aporte de entes gubernamentales

iv. Impactos ambientales

Debido al estudio de tipo descriptivo no tendrá un impacto ambiental el cual solo se plasmara en un documento. En cuanto a la toma de datos se cuenta con metodologías preestablecidas.

XIII. Recursos necesarios (Infraestructura, equipos y principales tecnologías en uso relacionadas con la temática del proyecto, señale medios y recursos para realizar el proyecto)

Los recursos que serán necesarios para este proyecto de investigación son:

• **Personal:**

Contaremos con el apoyo de Ingenieros especialistas en materia de geomorfología, geomatica y recursos hídricos, aprovechamiento de recursos del entorno.

• **Materiales:**

Se requerirá para esta investigación: Computadoras, Laptops, Equipo Topográfico, Softwares de aplicación, Libros, Impresoras, Artículos de investigación, etc.

• **Institucionales:**

Contaremos con el apoyo de la Universidad Nacional del Altiplano, a través del Vicerrectorado de Investigación”.

XIV. Localización del proyecto (indicar donde se llevará a cabo el proyecto)

El área de estudio se encuentra a lo largo de la cuenca del río Ramis en la region Puno (Altiplano, cuenca del lago Titicaca). Ramis es el río mas largo de la cuenca del lago Titicaca () El río Ramis es el río más largo de la cuenca del Titicaca. Nace en las cercanías del nevado Ananea Grande y la laguna La rinconada a 5828 msnm, con el nombre de río Carabaya. Durante su recorrido recibe diversos nombres de acuerdo al lugar.

Cerca al lugar denominado Progreso, recibe el aporte del río Quenamari, formando el río Azángaro. Aguas abajo éste confluye con el río Pucará y pasa a llamarse río Ramis por 32 kilómetros hasta su desembocadura en el lago Titicaca, pero desde su nacimiento hasta la desembocadura en el Titicaca, recorre 299 kilómetros aproximadamente.1 El caudal medio anual del río Ramis es de 76 (m³/s).2

Este río nace con el nombre de río Carabaya en la laguna de la Rinconada, recorre paralelo a la cordillera de Carabaya con rumbo noroeste hasta el distrito de Potoni en donde cambia su curso con rumbo al sur. Recibe el nombre de río Azángaro desde su confluencia con el río Ñuñoa y desde su confluencia con el río Ayaviri pasa tomar el nombre de río Ramis, en el distrito de Achaya, desde donde toma rumbo este y describe una curva hasta su desembocadura en el lago Titicaca en el distrito peruano de Taraco. El río Ramis cuenta con una longitud aproximada de 60 km, una cuenca hidrográfica de 14 684 km², y un caudal medio anual de 76 m³/s.1 Sus aguas se ven incrementadas

por los deshielos de Quenamari y Quelcayo. Desde su nacimiento recibe efluentes de aguas residuales en los diversos pueblos por donde atraviesa Provincia de Huancane, Azangaro, Megar.



Figura 1: Ubicación del Proyecto

XV. Cronograma de actividades

Actividad	Trimestres												
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
1 Investigación bibliográfica	X	X	X	X									
2 Redacción del proyecto de investigación			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
3 Elaboración del marco teórico y conceptual			X	X	X								
4 Toma de encuestas/muestras				X									
5 Elaboración de Ensayos de Laboratorio					X	X	X						
6 Elaboración de Modelamiento con Software						X	X	X					
8 Análisis de resultados											X		
9 Conclusiones y recomendaciones												X	
10 Presentación de Informe Final y Artículo													X

XVI. Presupuesto

ITEM	DETALLES	CANT.	UND.	P.U. (S/.)	PARCIAL (S/.)
01	Laptop	01	Und.	2000.00	1000



02	Dron (alquiler)	01	Und.	200.00	2000
03	Ensayos de Suelos	01	Und.	280.00	320
04	Cadista o SIG	02	Millar	21.00	4200
05	Libros, revistas, otros	01	Glb	500.00	500
06	Capacitacion Software (R; Python, Eviews, QGIS, otros)	01	Glb	1250.00	1250
07	Impresiones, empastados	01	Glb	500.00	500
08	Gastos no previstos	01	Glb	1 000.00	540
PRESUPUESTO TOTAL (S/.):				10310.00	

FUENTE DE FINANCIAMIENTO: FEDU.