



## Modelo geomorfológico fluvial para los planes de ordenamiento territorial y prevención de desastres en la ciudad de Iquitos

Elvira Pilco Mamani<sup>1</sup>, Lucio Medina Alleca<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidad Nacional Altiplano, Perú. Email, ([elvirapilco1@gmail.com](mailto:elvirapilco1@gmail.com))

<sup>2</sup> Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, Perú. Email, ([lmedina@ingemmet.gob.pe](mailto:lmedina@ingemmet.gob.pe))

### RESUMEN

El área del proyecto de investigación con 1 510 km<sup>2</sup>, se ubica en departamento de Loreto; dentro de su superficie se encuentra asentada la ciudad de Iquitos conformada por los distritos de Iquitos, Punchana, Belén y San Juan Bautista. El objetivo principal de la investigación fue desarrollar un modelo geomorfológico fluvial que servirá como herramienta para la caracterización de áreas susceptibles a inundación fluvial con fines de ordenamiento territorial, gestión y prevención de desastres de la ciudad de Iquitos. El tipo y diseño de la investigación corresponde al método no experimental transversal exploratorio; es decir, es un diseño que consiste en analizar una situación en una fase indagatoria, el investigador orienta sus objetivos para observar el comportamiento de una o varias variables obteniendo resultados en tiempo corto. Según el INEI, la ciudad de Iquitos cuenta con 370 962 habitantes, es la ciudad con mayor población de la Amazonía peruana; una parte de ésta población está asentada en áreas de alta y muy alta susceptibilidad a inundaciones y procesos de erosión fluvial tal como se demuestra en el presente trabajo; según el análisis porcentual, el área de estudio está conformada por 38% de susceptibilidad baja o nula, 30% de susceptibilidad muy alta, 25% de susceptibilidad alta y 7% de susceptibilidad media o moderada a la inundación y erosión fluvial; además, existen aproximadamente 17 454 viviendas ubicadas en las zonas de alta y muy alta susceptibilidad; de los cuales 13

959 están en áreas de alta susceptibilidad y 3 495 en áreas de muy alta susceptibilidad. Los peligros identificados corresponden principalmente a inundaciones y erosiones fluviales; uno de los lugares donde se desarrolla la erosión fluvial con mayor velocidad y que pone en peligro la ciudad de Iquitos se ubica en el Sector Muyuy.

**Palabras clave:** Modelo geomorfológico, inundación fluvial, ordenamiento territorial, prevención, susceptibilidad.

### ABSTRACT

The area of the research project with 1 510 km<sup>2</sup> is located in the department of Loreto; within its surface is the city of Iquitos, consisting of the districts of Iquitos, Punchana, Belén and San Juan Bautista. The main objective of the research was to develop a fluvial geomorphological model that will serve as a tool for the characterization of areas susceptible to river flood for purposes of territorial ordering, management and disaster prevention of the city of Iquitos. The type and design of the research corresponds to the non-experimental transversal exploratory method; that is, it is a design that consists in analyzing a situation in a questioning phase, the researcher orients his objectives to observe the behavior of one or several variables obtaining results in a short time. According to the INEI, the city of Iquitos has 370 962 inhabitants, is the city with the largest population of the Peruvian Amazon; a part of this population is settled in areas of high and very high susceptibility to floods

and fluvial erosion processes as demonstrated in the present work; according to the percentage analysis, the study area is made up of 38% of low or no susceptibility, 30% of very high susceptibility, 25% of high susceptibility and 7% of medium or moderate susceptibility to flooding and fluvial erosion; in addition, there are approximately 17 454 homes located in areas of high and very high susceptibility; of which 13 959 are in areas of high susceptibility and 3 495 in areas of very high susceptibility. The identified hazards correspond mainly to floods and river erosions; One of the places where river erosion develops with greater speed and that endangers the city of Iquitos is located in the Muyuy Sector.

**Keywords:** Geomorphological model, river flood, territorial ordering, prevention, susceptibility.

**DESARROLLO DEL RESUMEN**

**Peligros naturales recurrentes que afectan a las ciudades amazónicas como la ciudad de Iquitos**

- Inundación fluvial



Figura 1 : (INDECI, mayo 2009)



Figura 2 : (La Región: Diario Judicial de Loreto, 2012)

- Erosión fluvial



Figura 3: Vivienda desplomada

Para las mediciones del avance de la erosión fluvial, se ha tomado como punto de referencia el río Itaya. Los resultados que se obtuvo se presentan en las figuras 4 y 5.

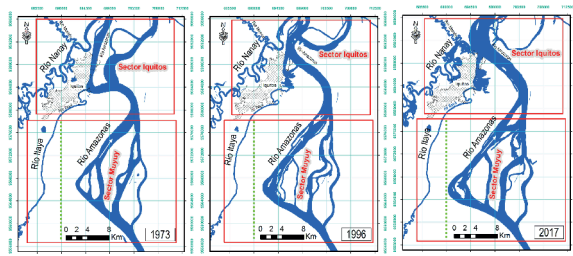


Figura 4: Variación del río Amazonas entre 1973, 1996 y 2017

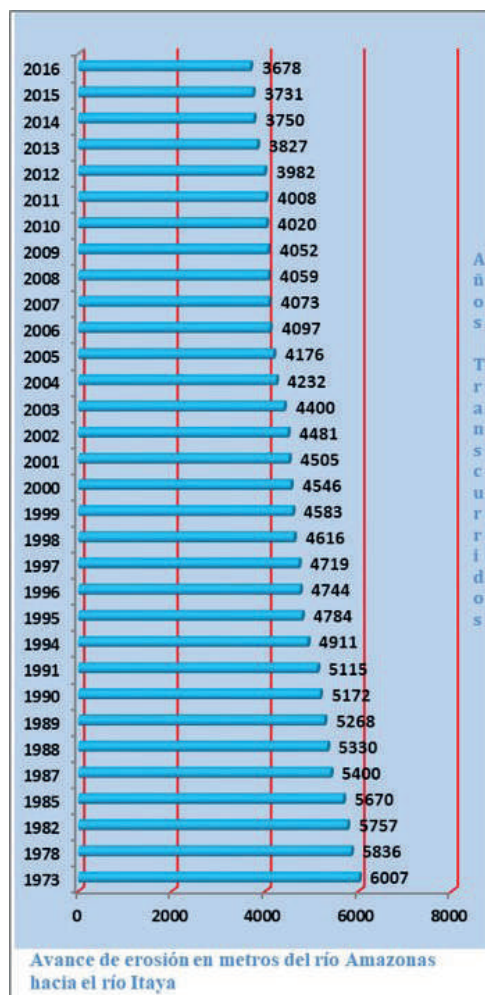


Figura 5: Histograma año versus avances del río Amazonas desde 1973 hasta 2017

Se realizó el análisis de imágenes satelitales multitemporales desde el año 1973 hasta el 2017; este análisis nos permitió medir con bastante precisión la velocidad del avance de erosión en la margen izquierda del río Amazonas; a la vez, el avance de la erosión del río es de este a oeste.

**Unidades y subunidades geomorfológicas**

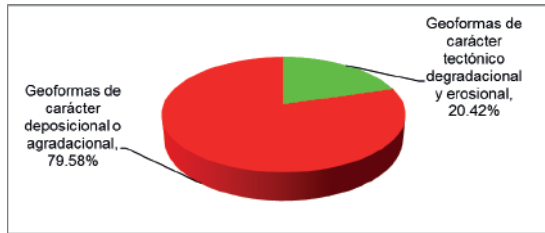


Figura 6: Ocupación porcentual de geomorfomas.

**Geomorfomas de carácter tectónico degradacional y erosional**

Ocupan 308.17 km<sup>2</sup> del área total del estudio.

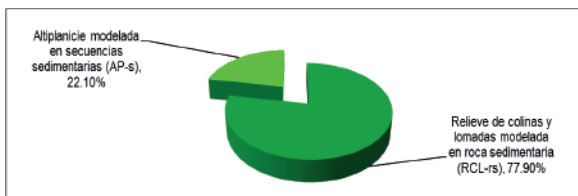


Figura 7: Geomorfomas de carácter tectónico degradacional y erosional.

**Geomorfomas de carácter deposicional o agradacional**

Ocupan 1 200.84 km<sup>2</sup> del área total de estudio.

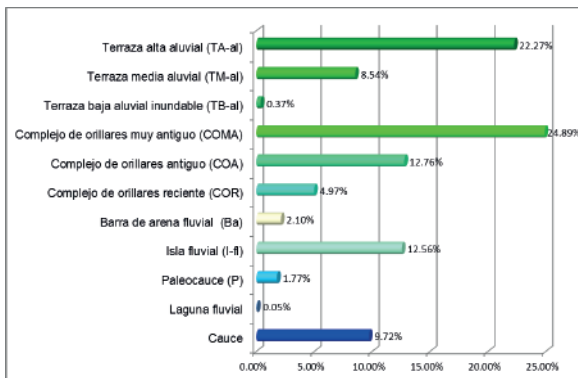


Figura 8: Distribución de geomorfomas de carácter deposicional o agradacional.

**MODELO GEOMORFOLÓGICO FLUVIAL PARA LA CARACTERIZACIÓN DE ÁREAS SUSCEPTIBLES A INUNDACIÓN Y EROSIÓN FLUVIAL**

Como resultado se tiene el Modelo Geomorfológico fluvial para la caracterización de áreas susceptibles a inundación y erosión fluvial que es el mapa de Susceptibilidad, en donde separa las áreas de alta y muy alta susceptibilidad a inundación y erosión fluvial.

Para la denominación y coloreado de los dife-

rentes rangos de susceptibilidad, se usó la terminología propuesta por CENEPRED (2014). Como se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1: Ponderación y colores de los grados de susceptibilidad.

Grado	Calificación	Color en mapa
Bajo o nulo	1	Verde
Medio o moderado	2	Amarillo
Alto	3	Anaranjado
Muy alto	4	Rojo

**Susceptibilidad a inundación y erosión fluvial en el área de estudio**

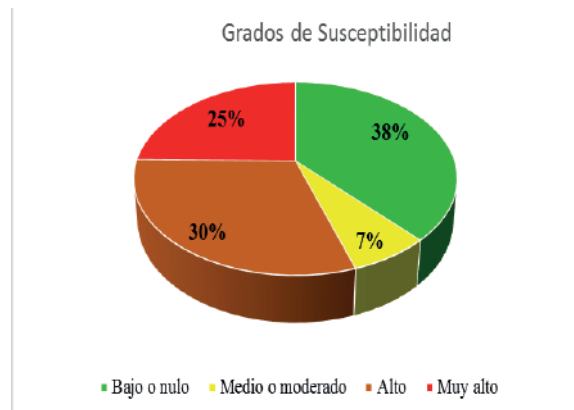


Figura 9: Porcentaje áreas susceptibles a inundación y erosión fluvial.

Desde el punto de vista geomorfológico, en el grado de susceptibilidad muy alta, están los complejos de orillares resientes, islas fluviales, barras de arena y paleocauces. En el grado de susceptibilidad alta, están las terrazas bajas aluviales, complejos de orillares antiguos y muy antiguos; En el grado de susceptibilidad media o moderada, están las terrazas medias aluviales. Finalmente, en el grado de susceptibilidad baja o nula, están las terrazas altas aluviales, altiplanicie sedimentaria y relieves de colinas y lomadas modeladas en roca sedimentaria.

**Validación del mapa de susceptibilidad a inundación y erosión fluvial**

Para validar el mapa de susceptibilidad a inundación y erosión fluvial elaborado por el método del Modelo Geomorfológico Fluvial propuesto en el presente trabajo de investigación, fue necesario seguir dos pasos: la primera, validación con trabajos de campo y la segunda fue con apoyo del mapa de peligros geohidrológicos.

**Viviendas ubicadas en áreas de alta y muy alta susceptibilidad a inundación y erosión fluvial**



Figura 10 : Viviendas en áreas de alta y muy alta susceptibilidad en los distritos de la ciudad de Iquitos.

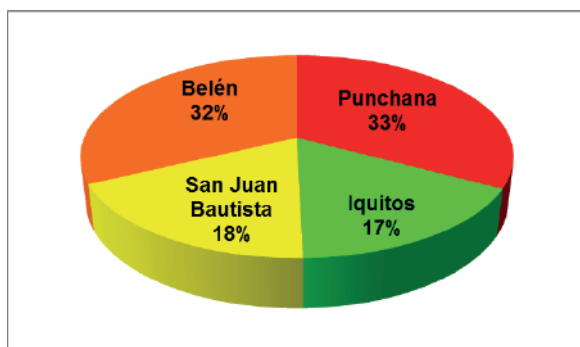


Figura 11: Porcentaje de viviendas según distritos en áreas de alta y muy alta susceptibilidad.

Cuadro 2: Viviendas ubicadas en áreas de alta y muy alta susceptibilidad

Districtos	Viviendas ubicadas en alta susceptibilidad	Viviendas ubicadas en muy alta susceptibilidad	Total viviendas ubicadas en zonas de alta y muy alta susceptibilidad
Punchana	3837	1904	5741
Iquitos	2629	291	2920
San Juan Bautista	3164	11	3175
Belén	4329	1289	5618
<b>TOTAL</b>	<b>13959</b>	<b>3495</b>	<b>17454</b>

**CONCLUSIONES**

Los peligros naturales geohidrológicos son inundación y erosión fluvial, ocurren en las márgenes de los ríos Amazonas, Itaya y Nanay. Uno de los lugares donde se desarrolla la erosión fluvial se ubica en el Sector Muyuy, si el cauce del río Ama-

zonas llega a unirse con el cauce del río Itaya y toma el curso de éste, las consecuencias serían fatales para los pobladores ubicados en las partes bajas de Belén y Punchana.

La cartografía de rastros o huellas dejadas por las variaciones morfológicas de los ríos Amazonas, Itaya y Nanay sirvió para elaborar mapas temáticos, y como resultado se obtuvo la categorización de las áreas susceptibilidad a inundación y erosión fluvial de baja o nula 38%, media o moderada 7%, alta 30% y muy alta 25% susceptibles a inundación y erosión fluvial. Además, existen 13 959 viviendas en áreas de alta susceptibilidad y 3 495 en áreas de muy alta susceptibilidad haciendo un total de 17 454 viviendas ubicadas en las zonas de alta y muy alta susceptibilidad.

**REFERENCIAS**

CENTRO NACIONAL DE ESTIMACIÓN, PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES - CENEPRED (2014). Manual para la evaluación de riesgos originados por inundaciones fluviales, 48 p.

DÍEZ, A.; LAÍN, L.; LLORENTE, M.; (2008). Mapas de peligrosidad de avenidas e inundaciones: Guía metodológica para su elaboración. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España. Riesgos Geológicos/Geotecnia, n. 1, 190 p.

INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO - INGEMMET (1999). Geología de los cuadrángulos de Puerto Arturo, Flor de Agosto, San Antonio del Estrecho, Nuevo Perú, San Felipe, Río Algodón, Quebrada Airambo, Mazán, Francisco de Orellana, Huanta, Iquitos, Río Maniti, Yanashi, Tamshiyacu, Río Tamshiyacu, Buen Jardín, Ramon Castilla, Río Yavarí y Buena Vista. INGEMMET. Boletín N° 132. Serie A: Carta Geológica Nacional, 310 p.

MEDINA, L; et al. (2015). Paper - Susceptibilidad cualitativa por inundaciones, erosión fluvial y peligro por variaciones morfológicas del río Amazonas en la ciudad de Iquitos, Perú, 5 p.

PILCO, E.; MEDINA, L; (2017). Modelo geomorfológico fluvial para los planes de ordenamiento territorial y prevención de desastres en la ciudad de Iquitos - Universidad Nacional del Altiplano, 147 p.

SERVICIO DE HIDROGRAFÍA Y NAVEGACIÓN DE LA AMAZONÍA - SEHINAV (2012). Riesgos naturales que afectan el barrio bajo de

belén 16 de julio del 2015. Marina de Guerra del Perú.

VILLOTA, H. (2005). Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación de tierras. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Departamento Administrativo Nacional de Estadística. Bogotá, Colombia, 184 p.