

CARACTERIZACIÓN DE LAS ÁREAS INUNDABLES AFECTADAS POR LAS CRECIDAS DINÁMICAS DEL RÍO ALTO MADRE DE DIOS (MANU)

Isabel Quintana Cobo

Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP)
Avda. Abelardo Quiñones Km. 2,5 Iquitos
iquintana@iiap.org.pe quintana@hotmai.com

RESUMEN

La magnitud de las crecidas de tipo dinámico, tienen el mayor poder de transformación del paisaje fluvial. Son responsables de la movilización de grandes cantidades de sedimentos y de su posterior redistribución, creando formas propias de esa dinámica (barras centrales laterales, islas, brazos abandonados, etc).

Con este trabajo queremos mostrar la conexión entre fenómenos hidrológicos (pulsos de inundación) y las formas de acumulación del cauce.

Además, se tendrá en cuenta el contexto de la cuenca vertiente; pendientes, suelos, vegetación y factores antropogénicos (avance de la frontera agrícola) como variables que influyen en el tipo de pulso de inundación.

Hemos utilizado el método geomorfológico porque no tenemos información hidrometeorológica. Este método nos permite realizar la caracterización y clasificación de las áreas inundables utilizando técnicas básicas de la geomorfología como la interpretación de imagen de satélite, trabajo de campo y los sistemas de información geográfica.

Así, queremos dar a conocer la complejidad de la inundación como fenómeno natural, que responde a una diversidad de factores y a la vez, dar los insumos básicos para que los responsables la planificación territorial cuenten con información de primera mano.

INTRODUCCIÓN

Crecidas e inundaciones son procesos naturales necesarios para el funcionamiento dinámico de los sistemas fluviales. Su entendimiento contribuye a incrementar el valor territorial de las áreas inundables, sobre todo en amazonía, dado que la mayoría de la población se asienta y utiliza estas áreas para sus actividades productivas.

Es de sobra conocido los efectos de las inundaciones en la población; el desastre. Sin embargo, no está bien estudiado el funcionamiento de los sistemas fluviales amazónicos que influyen directamente en el evento. Esperamos con este estudio arrojar datos que sirvan para determinar la intensidad y frecuencia del evento natural.

Hemos tomado el Alto Madre de Dios como modelo de río piedemontano, cuyas aguas recogidas en la Cordillera andina y su Piedemonte drenan hacia la vertiente andino-amazónica. De este modo, el método puede ser utilizado para otros ríos similares.

El Alto Madre de Dios engloba en su perfil longitudinal dos tramos bien diferenciados con características morfológicas diferentes, de acuerdo a la duración e intensidad de su régimen de pulsos de inundación.

En el siguiente análisis vamos a realizar un ensayo del método geomorfológico para dilucidar los factores que condicionan el régimen hídrico y las formas que generan en las áreas inundables que nos servirá para determinar niveles de susceptibilidad al evento de crecida según su intensidad y frecuencia. La combinación de intensidad y frecuencia nos dará una clasificación de áreas inundables de alta, media o baja susceptibilidad.

Palabras clave; crecidas, áreas inundables, hidrogeomorfología, Alto Madre de Dios.

METODOLOGIAS

Cuando no se dispone de la información hidrometeorológica necesaria, como es el caso del Alto Madre de Dios, se tiene que hacer uso de métodos que integren variables que se puedan obtener a través de interpretación de imágenes de satélite y trabajo de campo.

El criterio básico para la caracterización y clasificación de las áreas inundables consiste en determinar dos variables; la intensidad (profundidad y velocidad) y frecuencia del flujo de inundación en el corredor fluvial. **La intensidad** se realizó a través de entrevista a los pobladores y la comprobación a través de huellas dejadas en árboles o márgenes elevados de los ríos el nivel de la máxima inundación en diferentes puntos de muestreo infiriendo los datos a lo largo del corredor erosivo según las cotas y morfología del cauce a través de cortes transversales.

Una vez establecido el área del corredor fluvial (área afectada por la máxima inundación) se graficaron elementos que influyen en la crecida como los escarpes que funcionan como control litológico, estrechamientos naturales que ocasionan cuellos de botellas incrementando el poder erosivo de la crecida y puntos próximos a sufrir avulsión.

Para establecer la **variable frecuencia** se analizaron las formas de acumulación según su morfometría (anchura, longitud, superficie), tipo genético, posición y orientación, presencia o ausencia de vegetación. Por tanto, a través de la profundidad de la inundación en diferentes puntos de muestreo se determinó la intensidad del fenómeno y a través de las formas acumulativas la duración y estacionalidad del mismo.

De esta forma, a través de parámetros espaciales se interpretaron variables temporales con el objetivo de establecer una zonificación de acuerdo a los patrones de comportamiento fluvial espacio-temporal.

CARACTERÍSTICAS GENERALES

CARACTERIZACIÓN DE LA CUENCA VERTIENTE Y SU FUNCIONAMIENTO HIDROLÓGICO

La intensidad de la inundación depende de varios factores, no sólo de aspectos meteorológicos, sino de las características generales propias de la cuenca como tipos y usos del suelo, tipo y distribución de la vegetación, la litología, las características de la red de drenaje, amplitud de las pendientes y otras características más puntuales como zonas confluencia, estrechamientos naturales (pongos), etc.

En cuanto a las características de la cuenca vertiente del Alto Madre de Dios que existen dos sectores bien diferenciadas (zona montañosa y zona de penillanura) según su comportamiento frente a las crecidas.

La zona alta está bordeada de unidades montañosas y colinosas de diferente naturaleza geológica:

Por el Oeste la cadena montañosa del Piñi-Piñi, compuesta por materiales resistentes del Paleozóico con una pendiente media de 20 %, con una cubierta vegetal densa. Las laderas son drenadas por quebradas cortas, de estructura angular, en las que el periodo de concentración hídrica es muy corto por lo que generan torrencialidad y un efecto de turbulencia en el colector principal.

Por el Este los cerros Shillive compuesta por materiales terciarios, con una pendiente media de 10 %, con cubierta vegetal afectada por la deforestación de cabecera, drenada por quebradas de tipo dendrítico en las partes altas y confluyendo al colector principal con quebradas de tipo angular.

Por el norte lo encierra la cadena de Pantiacolla de alturas que superan los 1500 m, compuesta por materiales resistentes del Paleozoico, con pendiente media del 20 %, con una cubierta vegetal densa drenada por quebradas que desembocan al río Palotoa.

Se detectaron puntos calientes en la confluencia de quebradas de naturaleza torrencial; Carbón, Gamitana; Salvación, Palotoa y la ubicación de dos estrechamientos naturales como el Pongo de Coñec y el paso de Aguas Calientes.

En la zona baja el corredor fluvial está bordeado por planicies Pleistocénicas de alturas que superan los 50 m sobre el nivel de base local compuesta por materiales cuaternarios ligeramente inclinadas, cubierta vegetal propia de sistemas pantanosos, sin apenas afluentes.

De esta forma, los relieves circundantes al Alto Madre de Dios influyen de forma determinante en el curso fluvial generando un corredor fluvial bien diferenciado. El sector superior más estrecho, con una anchura media de 500 metros y la que predominan los procesos erosivos y en el sector inferior de mayor amplitud, de 2000 metros de anchura media, en el que predominan procesos acumulativos.

En cuanto a su funcionamiento hidrológico decir que la llanura de inundación se ve afectada de diferente manera por la variabilidad del régimen de pulsos.

Por este motivo, los valores medios mensuales de las precipitaciones y los rangos máximos y mínimos de caudal no son suficientes para entender la complejidad de los procesos y formas que conforman la planicie aluvial.

Para tratar de aproximarnos a entender los mecanismos que desencadenan los procesos fluviales tenemos que atender no sólo a la distribución media mensual de las precipitaciones, además debemos tener en cuenta las ocurrencias puntuales (pulsos no estacionales) de este fenómeno

A pesar de que la zona de estudio recibe una apreciable cantidad de precipitación pluvial a lo largo de todo el año, con un distribución variable a lo largo del tiempo y del espacio; es la presencia de las montañas Piñi-Piñi y Pantiacolla, lo que constituyen el principal factor de generación de las precipitaciones locales de la zona. Estas cadenas constituyen verdaderos muros en los que chocan los vientos del SE y los vientos regionales de la selva. Estos vientos vienen con una importante carga de agua, los cuales al ascender por los flancos de las montañas y alcanzar niveles altitudinales mayores, comienzan a enfriarse y perder capacidad de carga concentrándose y descargando fuertes precipitaciones en un corto periodo de tiempo. Estas precipitaciones de tipo orográfico, sumadas a las de origen convectivo representan un importantísimo aporte al caudal de las quebradas que discurren por las vertientes que encierran la parte alta del Alto Madre de Dios. Estas quebradas de recorrido corto, torrencioso y régimen muy irregular, juegan un papel fundamental en la caracterización del régimen pulsátil del colector al que alimentan.

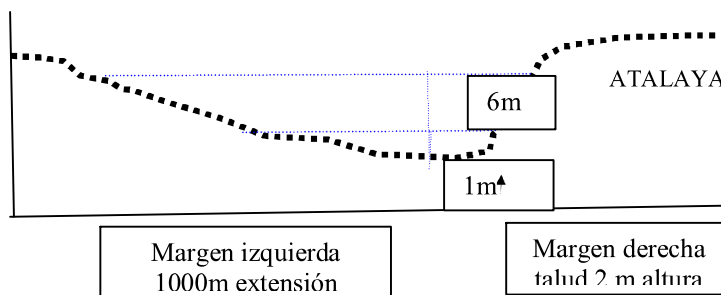
Las que tienen mayor poder erosivo, por el caudal y el tipo de material que atraviesan, son las quebradas que drenan el cerro Shillive, aporte por la margen derecha al Alto Madre de Dios, en la que la influencia antrópica es visible.

Con estas anotaciones queremos evidenciar que aunque la precipitación media anual de la zona se estima en 2.567 mm (estimado para la altura media de la zona), la distribución anual de las precipitaciones varía entre 105 a 300 mm; la variación espacial está ligada a la proximidad de las cadenas montañosas de Piñi-Piñi y Pantiacolla, donde los valores más altos de precipitación se registran en sus proximidades, generando aguaceros con cortos periodos de concentración pero de gran trascendencia en el aporte al caudal al río Alto Madre de Dios.

Antes ya hemos avanzado que la distribución espacial de las precipitaciones está muy vinculada a la proximidad de los relieves. Podemos relacionar los tipos de pulsos (magnitud, intensidad) con la ubicación espacial de los sectores fluviales.

CARACTERÍSTICAS DE LAS UNIDADES HIDROGEOMORFOLÓGICAS DE LAS ÁREAS INUNDABLES

SECTOR ATALAYA-SHYNTUYA



Fuente; Elaboración propia

Gráfico I. Esquema corte transversal nivel de máxima inundación en Puerto fluvial de Atalaya

La **intensidad (aspecto espacial)** de la inundación se caracteriza porque las aguas alcanzan una altura de más de 5 metros. El canal por ser más o menos encajado, el tiempo de concentración como de desagües más o menos rápido se estima en 3 horas de media, la pendiente media del tramo es de... la velocidad es de... creando un efecto de turbulencia.

Para estimar la **frecuencia (aspecto temporal)** se analiza las diversas características de las formas acumulativas.

ISLA	P. UTM		Long(m)	Anc(m)	Sup(m2)	Tipo genético		Posición		Orientación	
						migración	sedimentación	central	lateral	longitudinal	diagonal
I	895551	8572492	670	190		x	x		x		
II	893453	8575544	1090	400		x	x		x		
III	898756	8598699	650	143	x		x		x		
IV	907377	8595609	500	340		x		x			x

TABLA I. Características de las formas acumulativas

Fuente; Elaboración propia

Lo más significativo en este sector es el tamaño y morfometría de la forma acumulativa más que el tipo genético y posición en el cauce.

Hemos tomado como muestreo islas, es decir, aquellas formas acumulativas con vegetación para poder comprar con otros sectores. En el sector montañoso Atalaya son significativas las formas efímeras y frecuentes afectadas por el efecto turbulencia de la corriente al atravesar esta pendiente. Sin embargo, para cuantificar la frecuencia según las acumulaciones hemos optado por las islas para poder equiparar la medición con el sector inferior de Boca Manu. La morfometría de las islas en el sector superior está entre el rango de 500-1000 m de longitud por 150-400m de anchura.

Con lo que interpretamos que los pulsos de inundación tienen un fuerte poder erosivo pues se ven afectadas por los pulsos “no estacionales” formados por las lluvias orográficas de los sistemas montañosos y atraviesan pendientes moderadas.

El carácter de esta zona es muy inestable al predominar los procesos erosivos de arranque lateral.

En el sector superior de Atalaya ese régimen turbulento genera una llanura de inundación estrecha, en la que las aguas turbulentas inciden profundizando el canal principal en cada crecida. Sólo en las ocasiones en que las aguas ocupan la llanura de desborde activan los canales secundarios. Una vez ocurrido el desagüe estos brazos menores suelen quedar aislados, generalmente a una altura superior respecto al cauce principal. Es difícil que vuelvan a activarse en el futuro. A pesar de estar cerca del cauce principal, estas unidades menores quedan cada vez más aisladas, al predominar los procesos de incisión, no se “reactivan”.

SECTOR SHYNTUYA – BOCA MANU

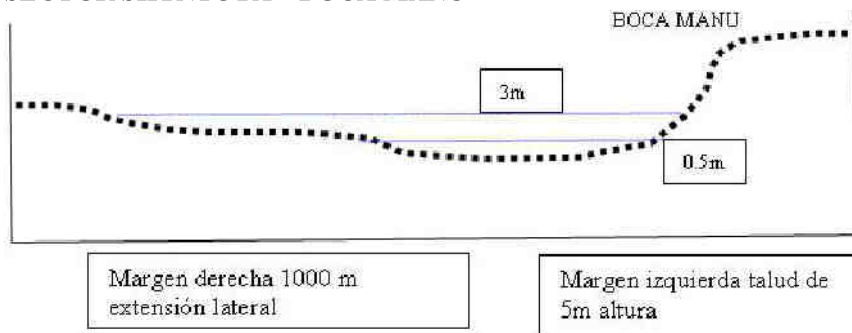


Gráfico II Esquema corte transversal nivel de máxima inundación en Boca Manu

Fuente; Elaboración propia

La **intensidad** de la inundación se caracteriza porque las aguas alcanzan bastante altura de amenos de 5 m, al circular el canal más ancho el tiempo de concentración como de desagües es más lento.

Para estimar la **frecuencia** se analiza las diversas características de las formas acumulativas

TABLA II. Características de las formas acumulativas

ISLA	P. UTM		Long(m)	Anch(m)	Sup(m2)	Tipo genético		Posición		Orientación	
						migración	sedimentación	central	lateral	longitudinal	diagonal
I	910390	8601789	1500	950		x		x			x
II	914892	8611021	6000	1200		x			x	x	
III	923475	8623380	1140	300		x			x	x	
IV	941481	8636503	3000	1430		x		x			x

Fuente; Elaboración propia

En el tramo de Boca Manu, el tamaño medio de las islas está entre 1500-6000 m de longitud por 300-1500 de anchura con posición lateral. Se da un incremento notable del tamaño de las islas. Lo que nos

induce a interpretar que la frecuencia es mas estacional y con elle tamaño permanecen a lo largo de varios años, con lógicas modificaciones morfométricas. El carácter de esta zona es muy inestable al predominar los procesos erosivos de arranque lateral.

En el sector superior de Atalaya ese régimen turbulento genera una llanura de inundación estrecha, en la que las aguas turbulentas inciden profundizando el canal principal en cada crecida. Sólo en las ocasiones en que las aguas ocupan la llanura de desborde activan los canales secundarios. Una vez ocurrido el desagüe estos brazos menores suelen quedar aislados, generalmente a una altura superior respecto al cauce principal. Es difícil que vuelvan a activarse en el futuro. A pesar de estar cerca del cauce principal, estas unidades menores quedan cada vez más aisladas, al predominar los procesos de incisión, no se “reactivan”.

RESULTADOS

FRECUENCIA ALTA; FORMAS EFÍMERAS (INTRAESTACIONALES)

Se identifica con una alta frecuencia de inundación las zonas que albergan barras efímeras o intraestacionales, debido a que su existencia dura tan poco como el pulso que las genera, es decir, solo duran el tiempo que tarda en sucederse el siguiente pulso. El efecto de turbulencia es capaz de transportar el sedimento y hacerlas desaparecer de su lugar inicial en breve periodo de tiempo (días o semanas). Suelen ser barras laterales de pequeñas dimensiones (pocos metros), de tipo genético sedimentario y posición longitudinal. Suelen estar compuestas de material caótico de diferente naturaleza y tamaño. La vegetación está ausente porque no da tiempo a ser colonizada.

FRECUENCIA MEDIA; FRECUENTES O ESTACIONALES (INTERESTACIONALES)

Clasificamos en zonas de frecuencia media a aquellas que se ven afectadas por las crecidas más fuertes dentro del periodo de creciente (noviembre- abril), es decir que no modifican su forma con cada pulso de inundación sino con aquellos de más fuertes. Por eso las formas permanecen durante el periodo de vaciante, al menos 6 meses al año, y son capaces de mantener una vegetación ribereña sucesional joven.

FRECUENCIA BAJA; FORMAS PERMANENTES O SEMIPERMANENTES (INTERANUALES)

Se corresponde con áreas que por su ubicación han quedado fuera de la influencia del poder erosivo de la creciente y mantienen la forma original durante más de 10 años aunque puedan verse alguna modificación de sus dimensiones bien por erosión o sedimentación. Mantiene una vegetación de joven a madura.

INTENSIDAD ALTA; ALTURA > 5 M

Corresponde a áreas que durante la crecida el nivel de agua tiene alcanza una altura superior a 5 metros y una dimensión lateral de hasta 400 m. Ocurre en zonas afectadas por puntos de confluencia de varios colectores, salida de cuellos de botella, flanqueadas por laterales que debido a la naturaleza del material generan un control litológico provocando una incisión o profundización del cauce. Favoreciendo los procesos erosivos de arranque de material o los avulsiones.

INTENSIDAD BAJA; ALTURA < 5 M

Corresponde a áreas que durante la crecida el nivel de agua no supera los 5 metros de altura, sin embargo puede alcanzar dimensiones laterales de hasta 1000 metros. Ocurre en zonas de baja pendiente en el que las aguas de crecida no encuentran obstáculos a su paso y el efecto turbulento de aguas arriba pierde velocidad y poder de erosión disipándose y provocando procesos de acumulación por falta de energía para movilizar grandes cantidades de sedimentos.

De la combinación de las variables de intensidad y frecuencia tenemos áreas de alta, media y baja susceptibilidad de acuerdo a las características descritas anteriormente.

INTENSIDAD	ALTA	Alta	Media	Media
	BAJA	Media	Media	Baja
		ALTA	MEDIA	BAJA
		FRECUENCIA		

TABLA III. Grados de intensidad

Fuente; Elaboración propia

ZONAS DE ALTA SUSCEPTIBILIDAD

Resulta de combinar las zonas de alta intensidad y alta frecuencia, es decir, las aguas alcanzan una profundidad de más de 5 metros y las formas que genera la inundación son efímeras de un periodo de tiempo de días.

ZONAS DE MEDIA SUSCEPTIBILIDAD

Corresponde con las zonas de alta intensidad y baja frecuencia; alta intensidad y media frecuencia; baja intensidad y alta frecuencia. En este caso, la profundidad de la inundación es de más de 5 metros pero la frecuencia es interanual o interestacional. Y también corresponde a áreas que se da la inversión de las variables; una profundidad de menos de 5 metros pero de forma intraestacional.

ZONAS DE BAJA SUSCEPTIBILIDAD

Se vincula a zonas afectadas por una baja intensidad y baja frecuencia, es decir, que la profundidad que alcanzan las crecidas es de menos de 5 metros y los depósitos sedimentarios perviven por al menos 10 años.

CONCLUSIÓN

Ahora bien, a pesar de las limitaciones del presente trabajo, la aproximación lograda creemos que puede ser útil como punto de partida para la ordenación del territorio fluvial y para una correcta gestión de usos que se asignan siempre garantizando el funcionamiento dinámico lo más natural posible de este sistema hidrogeomorfológico y ecológico.

Pero además de esta gestión de usos, hay que proponer, cuando menos de manera teórica, la necesidad de llevar a cabo una ordenación del espacio de manera que no se incremente en el futuro la vulnerabilidad territorial, es decir, que no se establezcan determinados tipos de infraestructuras, usos del suelo y actividades dentro del llano de inundación, y en especial que se zonifiquen correctamente los usos en el área de inundación. Entendemos que esta es una labor fundamental de los gestores del territorio y que debe ser abordada con urgencia debido a que no se ha planteado nunca de forma global en estos sistemas fluviales, a la abundancia de difíciles situaciones heredadas y a la presencia de un riesgo hidrológico evidente, que puede actualizarse en cualquier momento.

Por último, estas iniciativas que reclamamos deberían integrarse, desde nuestro punto de vista, en un marco educativo y de participación ciudadana que contribuya a lograr una nueva cultura del agua y de los ríos, logro este que consideramos enormemente necesario en la actualidad. Y no se trata de una nueva cultura para la población en general, sino también y sobre todo para los responsables públicos y los gestores del territorio, a todas las escalas, que deben mejorar su conocimiento del funcionamiento real e integrado de estos sistemas hidrológicos, geomorfológicos y ecológicos que son fundamentales para nuestro sistema natural, para la vida y para el hombre.

BIBLIOGRAFÍA

- Cabrera La Rosa, A. 1943 Características geomorfológicas de los ríos de la región Amazónica.
 Chase, P.W. 1933 The Geology Along the Perene and Tambo Rivers of Eastern Perú.
 Gregory .K.J. 2005. The human role in changing river channels. *Geomorphology*, vol 79 p- 172–191
 Dumont, J. F., E. Deza and F. Garcia.1991. Morphostructural provinces and neotectonics in the Amazonian lowlands of Peru. *Journal of South American Earth Sciences*, vol. 4, n°4, p. 373-381.

- Dumont, J. F., S. Lamotte and F. Kahn. 1990. Wetland and upland forest ecosystems in Peruvian Amazonia: Plant-species diversity in the light of some geological and botanical evidence. *Forest Ecology and Management*, vol 33, n°4, p. 125-139.
- Danjoy Arias. 1992. Upper Amazon channel migration: Implications for vegetation perturbation and succession using bitemporal Landsat MSS images. *Naturwissenschaften*, vol 79, p. 75-79.
- Junk. 1990. The Central Amazon Floodplain. Ecology of a Pulsing System. *Ecological Studies*, vol, 126
- Kalliola, R., J. Salo and Y. Mäkinen. 1987. Regeneración natural de selvas en la Amazonía peruana I: Dinámica fluvial y sucesión ribereña. *Memorias del Museo de Historia Natural Javier Prado*, vol 18, p. 1-86.
- Kalliola, R., J. Salo, M. Puhakka and M. Rajasilta. 1991. New site formation and colonizing vegetation in primary succession on the western Amazon floodplains. *Journal of Ecology*, vol. 79, n°4, p. 877-901.