

Artigo de Pesquisa**EVOLUCION HISTORICA DE LA DINÁMICA FLUVIAL DEL RÍO
UCAYALI (PERÚ)****Historic evolution of ucayali river dynamics (Peru)**

Isabel Quintana-Cobo¹, Keila Cristina Pereira Aniceto², Patricia Moreira-Turcq³, Renato Campello Cordeiro⁴, Alain Pierre Crave⁵, Vanessa Cunha Silva⁶, Luciane Silva Moreira⁷, Bruno Turcq⁸

¹ Programa de Pós-graduação em Geoquímica Ambiental, Universidade Federal Fluminense, Instituto de Química 5º andar, Centro, 24020-141 Niterói, RJ, Brazil. E-mail: isabel.amazona.quintana3@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0003-2979-0221>

² Programa de Pós-graduação em Geoquímica Ambiental, Universidade Federal Fluminense, Instituto de Química 5º andar, Centro, 24020-141 Niterói, RJ, Brazil. E-mail: keilaniceto@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0001-8258-1328>

³ Géosciences Environnement Toulouse (GET), UMR 5563 (IRD/CNRS/UPS/CNES), Toulouse, France. E-mail: patricia.turcq@ird.fr

 <https://orcid.org/0000-0003-4299-2768>

⁴ Programa de Pós-graduação em Geoquímica Ambiental, Universidade Federal Fluminense, Instituto de Química 5º andar, Centro, 24020-141 Niterói, RJ, Brazil. E-mail: rccordeiro@id.uff.br

 <https://orcid.org/0000-0002-6785-601X>

⁵ Géosciences Rennes, UMR 6118 Université de Rennes1, Rennes, France, Campus de Beaulieu, Rennes, Cedex. E-mail: alain.crave@univ-rennes1.fr

 <https://orcid.org/0000-0003-0103-4782>

⁶ Programa de Pós-graduação em Geociências, Universidade Federal do Amazonas, Campus Setor Norte - ICE 69077-000, Manaus, Amazonas, Brazil. E-mail: cunhaavs@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0003-1020-3824>

⁷ Programa de Pós-graduação em Geoquímica Ambiental, Universidade Federal Fluminense, Instituto de Química 5º andar, Centro, 24020-141 Niterói, RJ, Brazil. E-mail: lucianemoreira@id.uff.br

 <https://orcid.org/0000-0002-8721-8752>

⁸ LOCEAN, IRD/SU/CNRS/MNHN, Centre IRD d'Ile de France, Bondy, Cedex, France. E-mail : bruno.turcq@ird.fr

 <https://orcid.org/0000-0002-7782-5268>

Recebido em 09/01/2024 e aceito em 07/05/2024

RESUMO: Los ríos del Alto Amazonas generan desplazamientos laterales a lo largo de su recorrido formando complejas llanuras de inundación. Estas llanuras son de fundamental importancia para la población amazónica que se encuentran concentradas en el borde de los ríos debido al hecho de que estos son el principal medio de transporte en esta área. Las llanuras son aprovechadas por la población

amazónica para diferentes usos (moradia, ganero, agricultura). En el presente trabajo presentamos el estudio de la dinámica fluvial del río Ucayali uno de los ríos más meandrosos del mundo. La llanura de inundación del río Ucayali fue seleccionada por el interés histórico y actual que suscita en la región amazónica peruana. Los resultados obtenidos en este trabajo muestran que el río Ucayali mantiene una dinámica lateral actual muy activa (145 m/año de promedio), presentando tasas de migración muy importantes con respecto a otros grandes ríos tropicales. Esta dinámica fluvial afecta de forma intensa a las poblaciones y a sus formas de vida tanto en el presente como en el pasado.

Palabras clave: Tasas de migración; Alto Amazonas; Población amazónica.

ABSTRACT: The rivers of the Upper Amazon generate lateral displacements along their course forming complex floodplains. These plains are of fundamental importance for the Amazonian population concentrated along the riverbanks because they are the main means of transportation in this area. The plains are exploited by the Amazonian population for different uses (housing, livestock, agriculture). In this paper we present the study of the fluvial dynamics of the Ucayali River, one of the most meandering rivers in the world. The floodplain of the Ucayali River was selected because of its historical and current interest in the Peruvian Amazon region. The results obtained in this work show that the Ucayali River maintains a very active current lateral dynamics (145 m/year on average), presenting very important migration rates with respect to other large tropical rivers. These fluvial dynamics strongly affect the populations and their ways of life both in the present and in the past.

Keywords: Migration rates; Upper Amazon; Amazonian population.

RESUMO: Os rios do Alto Amazonas geram deslocamentos laterais ao longo de seu percurso, formando complexas planícies de inundação. Essas planícies são de importância fundamental para a população amazônica, que se concentra nas margens dos rios devido ao fato de que estas são o principal meio de transporte nesta área. As planícies são aproveitadas pela população amazônica para diversos fins (moradia, criação de animais, agricultura). Neste trabalho, apresentamos o estudo das dinâmicas fluviais do rio Ucayali para gerar informações e discuti-las com dados históricos. O rio Ucayali é um dos rios mais meandrosos do mundo. A planície de inundação do rio Ucayali foi escolhida devido ao interesse histórico e atual que suscita. Os resultados obtidos neste trabalho mostram que o rio Ucayali mantém uma dinâmica atual muito ativa (média de 145 m/ano), apresentando taxas de migração significativas em comparação com outros grandes rios tropicais. Essa dinâmica fluvial afeta intensamente as populações e seus modos de vida, tanto no presente quanto no passado.

Palavras-chave: Taxas de migração; Alto Amazonas; População Amazônica.

INTRODUCCIÓN

En la Amazonia, donde la mayor parte de la población vive en las márgenes fluviales, los ríos juegan un importante papel en la forma de vida de sus pobladores (LOUZADA et al., 2018) además de constituir la principal vía de comunicación e intercambio de mercancías (OLIVEIRA NETO & NOGUEIRA, 2024; RODRÍGUEZ-ACHUNG, 2006). Las extensas llanuras de inundación son el asiento de poblaciones de diferente importancia, en cuanto a su número de habitantes, y están ocupadas tanto por pequeñas comunidades, de algunas decenas de habitantes, hasta por grandes ciudades, como algunas capitales departamentales de más de 100.000 habitantes, Iquitos (146.853 hab.) o capitales de provincia, como Requena (33.973 hab.) y Yurimaguas (69.961 hab.) con más de 20.000 habitantes (INEI, 2017).

Este emplazamiento preferente de las comunidades amazónicas en las amplísimas llanuras de inundación, las hace especialmente vulnerables a los episodios cíclicos de

“crecientes” (inundación) y “vaciantes” (sequía), la erosión del suelo y las condiciones de pobreza de quienes los utilizan (LANGILL et al., 2020; MALDONADO, 2016; SHERMAN et al., 2016). Las llanuras aluviales, especialmente las del río Ucayali, son conocidas por ser tierras ricas y fértiles para los cultivos agrícolas. Pero el éxito y la viabilidad económica de este tipo de agricultura ribereña dependen del tipo de suelo utilizado y, sobre todo, del carácter temporal o permanente de la actividad agrícola (LABARTA et al., 2007). En estos suelos aluviales se pueden cultivar especies perennes y anuales de corto ciclo vegetativo, destacan entre los principales el plátano (*Musa sp.*), yuca (*Manihot esculenta* Crantz), maíz (*Zea mays*), frijol (*Phaseolus vulgaris*), caupí (*Vigna unguiculata*), maní (*Arachis hypogaea*) y arroz (*Oryza sativa*), entre otros (PORRO et al., 2015; RIOS et al., 2016; RIOS-GALVEZ, 2016). Sin embargo, muchas veces las inundaciones tempranas y las sequías prolongadas colocan en riesgo la actividad agrícola en estas regiones (COLLADO-PANDURO & ALEGRE-HORIHUELA, 2020; LANGILL et al., 2019). Los suelos más ricos están compuestos principalmente por arcillas, pero esto puede variar debido a la alta dinámica del río Ucayali.

En la actualidad se ha constatado la mayor frecuencia de episodios extremos, ya sea por la mayor duración de la sequía o por la mayor intensidad en la inundación (ESPINOZA et al., 2011; 2013; 2016). Si las llanuras de inundación quedan anegadas durante un período mayor del habitual provocan efectos que pueden ser catastróficos. Una reducción en la duración del período de aguas bajas deja un tiempo insuficiente para el desarrollo de los cultivos de “pan llevar”, o de primera necesidad, ya que se cultivan en este período de “vaciante” (ABIZAID, 2007; SHERMAN et al., 2016; VASQUEZ, 2013). Del mismo modo una sequía más prolongada de lo habitual condiciona el ritmo en el transporte dejando aisladas a las poblaciones e inactivos a los puertos fluviales (MARENCO et al., 2008; ZENG et al., 2008).

Además del tiempo que dura la inundación o el estiaje estacional (creciente o vaciante), los procesos de migración lateral de los cauces también afectan a los espacios de producción y a las infraestructuras fluviales (MEZA, 2006). Los procesos de zapa en las márgenes fluviales y la progresiva colmatación de canales, afecta de manera importante al buen funcionamiento del transporte fluvial, dando lugar a grandes disturbios, ya que casi es el único medio por el que se distribuyen los productos de primera necesidad (ANCIETA et al., 2011). Prueba de ello es el Departamento de Loreto, que ocupa gran parte del Alto Amazonas peruano con una extensión de casi 374 mil Km² y cerca de 883.510 hab. (INEI, 2017). La población censada en 2017 en los centros poblados urbanos del departamento de Loreto es de 606.743 hab. (68,7% de la población), apenas tiene 105 kilómetros de carretera asfaltada (MTC, 2005). Una alteración en la “infraestructura natural” que representa el sistema fluvial, puede provocar un dramático desabastecimiento de las poblaciones ribereñas.

El río Ucayali, que junto con el río Marañón constituyen los principales colectores del Alto Amazonas, siempre suscitó un gran interés por la particular relación de los activos procesos fluviales y la adaptación de sus pobladores a los mismos. Estos aspectos fueron abordados por numerosos autores de la época colonial con distintas finalidades y enfoques, pero siempre señalando la gran movilidad de los cauces (ABIZAID, 2007; COOMES et al., 2016), siempre señalando el modo en que afectaba dicha dinámica a

las poblaciones originarias. Con posterioridad, ya en el siglo XIX y, sobre todo, a partir de 1850, diversas exploraciones oficiales estudiaron la posibilidad de navegación de la red fluvial de la Alta Amazonía.

En la actualidad, con la perspectiva y continuidad de la observación que proporciona la imagen satelital, se está intentando conocer el comportamiento del río teniendo en cuenta el un tramo lo suficientemente grande como para poder establecer unas pautas de la movilidad de los cauces (ACUÑA et al., 2015) y, con esa información, poder influir en la toma de decisiones. Para sobrepasar los factores locales en el establecimiento de pautas generales de desplazamiento de los cauces, es necesaria la condición de que se realice un análisis en un tramo fluvial lo suficientemente largo, ya que la interpretación del comportamiento de un solo meandro, o de unos pocos kilómetros de cauce, podría falsear la interpretación general. A partir de estos conocimientos, se intenta apoyar y mejorar la predicción de los procesos con el fin de minimizar los riesgos para la población. Profundizar en el entendimiento de la dinámica fluvial, la variación espacial de los cauces y los ritmos temporales de esas variaciones son las prioridades hidro geomorfológicas actuales en los medios de bajas latitudes.

Con el presente trabajo se pretende contribuir en el conocimiento del comportamiento dinámico de un tramo del Río Ucayali (desde las cercanías de la ciudad de Pucallpa hasta la confluencia de los ríos Ucayali-Marañón) a lo largo de casi 1000 kilómetros de cauce, señalando los aspectos más significativos de la distribución espacial y del desarrollo de la migración de sus cauces en una escala temporal de 40 años. La conocida movilidad del lecho del Ucayali es lo que nos animó a elegir este río como objeto de estudio, con el fin de obtener unos resultados que puedan proponerse como una información de base en la que se apoyen o rectifiquen orientaciones de los planes de desarrollo económico, además, de ser una contribución a aplicar en los planes de riesgos y vulnerabilidad de las poblaciones en escenarios locales y regionales.

EL ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio (Figura 1) está integrada dentro de la Amazonía peruana, en el Departamento de Loreto y Ucayali entre las coordenadas 4°26'S-73°27'W y 6°33'S - 75°07'W, incorporando el área inundable del río Ucayali desde las cercanías de la ciudad de Pucallpa, hasta su confluencia con el río Marañón, cerca de la localidad de Nauta.

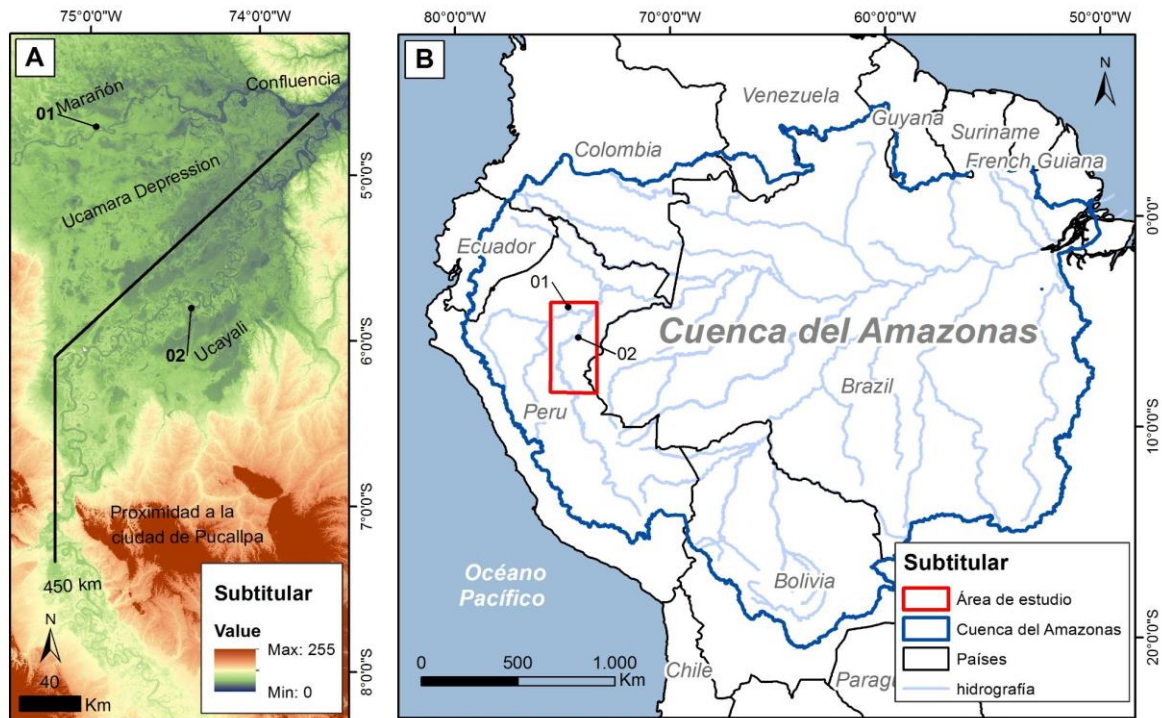


Figura 1. Área de estudio: cuenca del Río Ucayali, Amazonía peruana. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos digitales de elevación del terreno obtenidos por la Shuttle Radar Topography Mission - SRTM y publicados en 2012, disponibilizados por el United States Geological Survey - USGS (www.glovis.usgs.gov). Base de datos geográfica del IBGE (2021) (<https://www.ibge.gov.br/geociencias>).

El promedio actual de precipitación pluvial en la Amazonía occidental es de unos 1.000 mm/año (VILLAR et al., 2012). Las lluvias caen regularmente todos los meses del año, pero son más intensas en los meses de enero, marzo, abril y mayo. Esta distribución anual de las precipitaciones se refleja en los caudales, diferenciando claramente los niveles de aguas altas para esos meses y bajas para el resto, aunque su intensidad sufre una gradación en la cuenca, aumentando las crecidas a medida que disminuye la pendiente. Las inundaciones se inician entre septiembre y diciembre, mientras que las crecidas comienzan entre marzo y mayo (SENAMHI, 2023). En consecuencia, el ciclo agrícola en las riberas del Ucayali varía de dos a seis meses, según la zona y los factores climáticos. El río Ucayali drena un área de 360.000 km², de los que 198.000 km² pertenecen al dominio andino (VILLAR et al., 2012). Fluye hacia el norte, siguiendo las direcciones estructurales a lo largo del piedemonte de los Andes centrales y vira bruscamente al NE al entrar en la depresión de Ucayali. La cuenca del Ucayali se integra en la cuenca sedimentaria Pastaza-Marañón, una cuenca de antearco subsidente en la que, bajo las masas plegadas y falladas de las rocas sedimentarias y sus productos erosivos, se produce el hundimiento del basamento cristalino infrayacente (RODDAZ et al., 2005).

La descarga anual en la estación de Requena es de aproximadamente 11.200 m³/s, y la concentración media de sedimentos en suspensión es de 77 mg/l (VILLAR et al., 2012). El ancho del canal varía de 500 m hasta 1.250 m, Su trazado no es rectilíneo,

sino meandriforme, donde la sinuosidad media es de 1,94, y la actual faja de meandros tiene una anchura de 30 km en los que aparecen múltiples canales abandonados (DUMONT et al., 1992). Las fluctuaciones anuales en la descarga reflejan el contexto climático de régimen tropical en el río Ucayali (ESPINOZA VILLAR et al., 2009.; ESPINOZA et al., 2011).

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio que presentamos fue realizado a partir de las escenas 6063, 6064, 6065, 7074, 7075 de las imágenes de satélite LANDSAT TM, tomando como referencia los años 1975, 1989, 1995, 2001, 2005 y 2011. Las escenas fueron estrictamente re-georreferenciadas, con el fin de arrastrar el mínimo error, dado el tipo de dato que vamos a aportar. Cabe señalar la dificultad de esta actividad debida a la falta de puntos de referencia estables en todas las fechas. La ausencia de poblaciones, o el crecimiento rápido y móvil de las existentes, incrementó significativamente esta tarea. La población va moviendo sus viviendas al interior de la llanura a medida que el río zapa las márgenes de la misma. Asimismo, los años no son consecutivos por la dificultad para obtener imágenes sin nubosidad de todos los años coincidentes con el área de estudio.

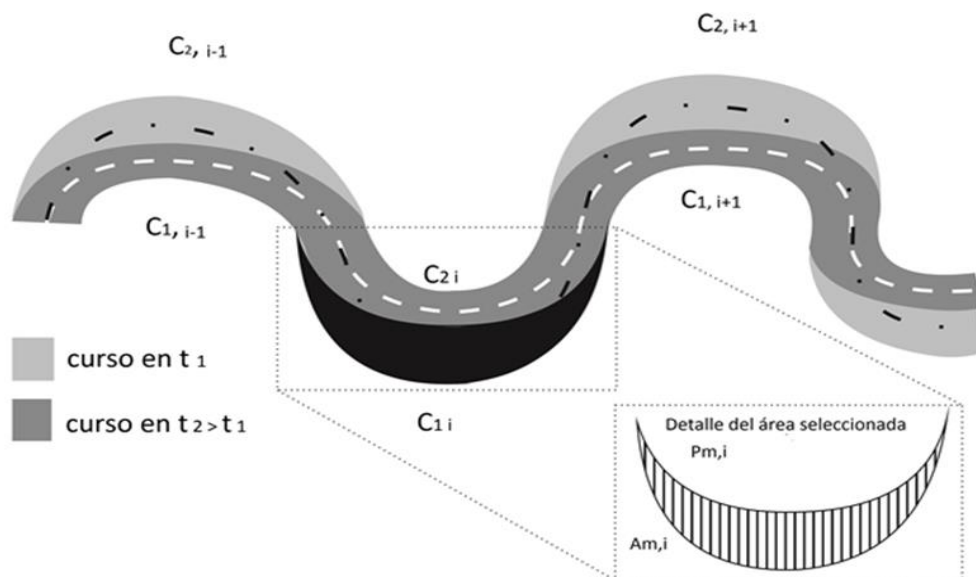


Figura 2. Método utilizado para analizar el desplazamiento de los canales móviles del Río Ucayali. La superficie más oscura es el área desplazada entre los dos años considerados.

Se digitalizó manualmente la línea central del canal principal de cada año de estudio por parte del mismo operario mediante Sistemas de Información Geográfica (ArcGis 10.1). Se realizó de esta forma porque según la manera prevista en las herramientas, es decir, de manera automática, se pueden producir grandes errores debido a que, como ocurre en otros grandes ríos es muy difícil obtener la línea central del canal principal. En muchos casos, existen brazos de avulsión cuya identificación es difícil y es más adecuado que el operador pueda decidir cuál es el brazo principal. La experiencia derivada del conocimiento del terreno, de las variaciones en los canales

y de la observación de campo fue fundamental a la hora de decidir cuál es el canal que ha de ser digitalizado como canal principal.

El método utilizado fue la digitalización, durante el período de aguas bajas (de junio a agosto) de unos 1000 kilómetros de curso fluvial (450 kilómetros aproximadamente en línea recta) para cada año considerado, en un total de 5 intervalos temporales. A partir de esa digitalización se realizó el cálculo del área desplazada (Figura 2) entre dos líneas centrales de cada intervalo. Los años, al no ser consecutivos, se normalizaron para obtener el desplazamiento de metros por año.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La dispersa información sobre dinámica fluvial histórica hasta el siglo XX

Los grandes ríos mundiales, en especial los de la cuenca amazónica, experimentan intensos procesos fluviales de avulsión y migración. Su dinámica es muy activa reflejándose tanto en el tiempo como en el espacio (ANICETO., 2014; DUMONT et al., 1996; RÄSÄNEN et al 1992; SALO et al., 1986). A lo largo de la historia han sido numerosas las ocasiones en que la dinámica del río Ucayali ha suscitado curiosidad. Se pasó de las meras descripciones cualitativas por parte de exploradores y misioneros al aporte de datos cuantitativos en los trabajos de ingeniería y científicos.

Las primeras noticias que se tienen de la variabilidad de los cauces en el río Ucayali se remontan a los siglos XVII y XVIII, en los diarios de los misioneros jesuitas y franciscanos (AMICH, 1983). Describen las diferentes reubicaciones de las poblaciones indígenas locales en función de la dinámica fluvial. Se trata de anotaciones que relatan cómo los procesos fluviales del río Ucayali (las migraciones fluviales y las avulsiones) afectaban a los asentamientos y formas de vida. Algunos cartógrafos (Figura 3) de la época recogieron las marcadas morfologías sinuosas, aunque los procesos que las dinamizan no han llegado de modo directo hasta nosotros (PÄRSSINEN et al., 1996). En la Historia de las Misiones del Convento de Santa Rosa de Ocopa (AMICH, 1983) se mencionan estos históricos procesos fluviales y las repercusiones en la población (Figura 3).

En todas estas informaciones, se señala que la cultura ribereña de las comunidades indígenas depende, en gran medida, de los ciclos anuales de inundación, así como de la diferenciada distribución de los sedimentos nuevos, depositados tras el proceso de migración de los canales. En suma, a partir de las informaciones recogidas ya se puede deducir que el medio fluvial es, en la escala histórica, muy inestable. Los pueblos que habitan sus riberas han debido adaptar su economía y modos de vida a esa inestabilidad.

Las llanuras ribereñas del Ucayali son fertilizadas por los ríos de aguas blancas, procedentes de los Andes, a la vez que están afectadas por los procesos de migración fluvial. Sus huellas, en los antiguos corredores de llanuras de inundación, son un buen indicio para encontrar asentamientos particulares, hoy abandonados (PÄRSSINEN et al., 1996). Estos datos históricos muestran, en definitiva, que las migraciones fluviales afectaron a las poblaciones originarias de una forma fundamental en sus formas de

vida y actividades agrícolas que aún en la actualidad, afectan de forma importante a las poblaciones colonas.

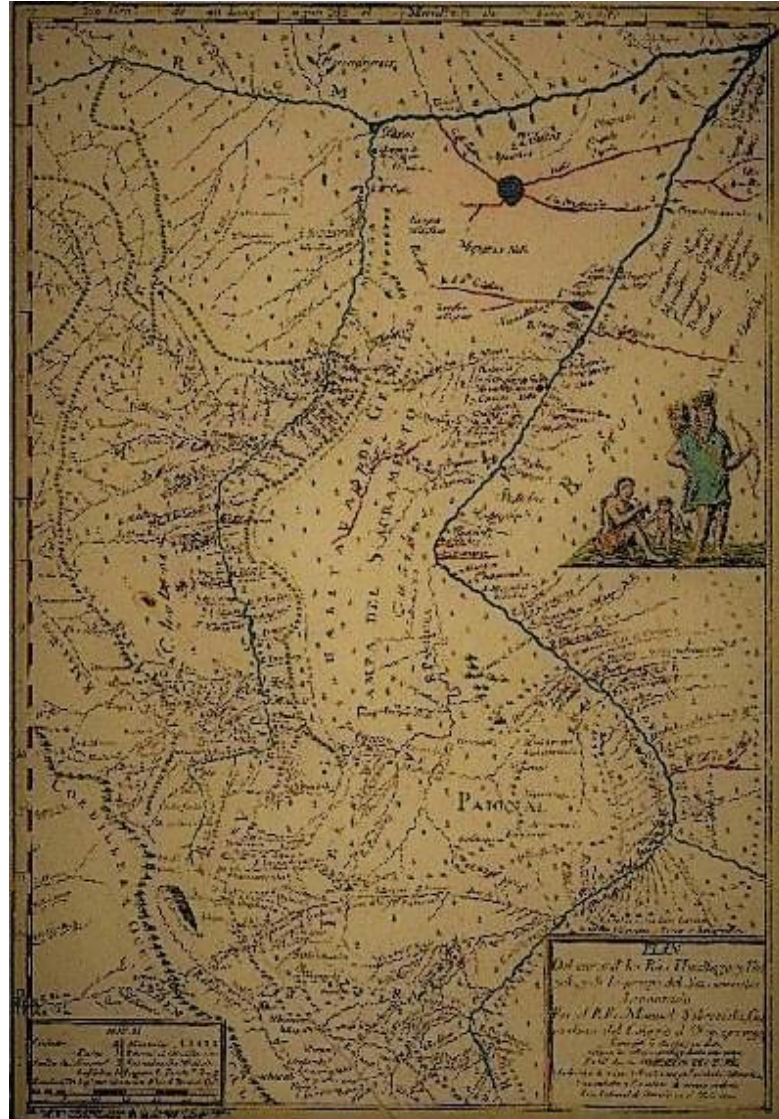


Figura 3. Plan del curso de los Ríos Ucayali, y de la Pampa del Sacramento.

Fuente: levantado por el p. Fr. Manuel Sobreviela, guardián del colegio de Ocopa, en 1790.

Corregido y añadido en 1830 [en línea] Madrid: Biblioteca Nacional (biblioteca digital hispánica).

Sin embargo, hasta el último cuarto del siglo XX no hay un verdadero empuje en el conocimiento y la observación científica de la dinámica fluvial. La Amazonía peruana fue descrita en detalle por diferentes autores (DUMONT et al., 1992; QUINTANA-COBO et al., 2018; RÅSÄNEN et al., 1992; SALO et al., 1986; WALCKER et al., 2021) que discutieron la relación entre los patrones del canal, los procesos de migración y el desarrollo de la llanura de inundación con la tectónica y la diversidad del bosque. Son trabajos que se detuvieron a conocer el comportamiento del río, sin entrar en los

efectos de su movilidad sobre la población. Solo recientemente algunos trabajos se han preocupado de ello (TENKANEN et al., 2015; SALONEN et al., 2012), aunque la dificultad es grande a la hora de hacer un verdadero vínculo entre dinámicas fluviales y las actividades humanas, como pueden ser los impactos que dicha dinámica tiene sobre el transporte. El interés de los primeros, se centró en los aspectos geo-hidrologicos en relación con la explotación de los recursos. Por su parte, Dumont et al. (1992) aprovecharon las informaciones geológicas de los estudios petroleros, para proponer varias explicaciones a la intensa actividad de la dinámica fluvial, antes mencionada. Entre ellas, señalaron a los factores tectónicos y sedimentológicos como los causantes de los procesos de avulsión y migración meándrica del río Ucayali. También relacionaron diferentes grupos de fallas y lineamientos tectónicos con la tendencia en la alineación y orientación de los canales fluviales. También, Lamotte (1990) estimó el tiempo en que el río es capaz de producir el recorte de un meandro. Desarrolló su trabajo en la localidad de Jenaro Herrera (Río Ucayali), donde estimó que el recorte de este meandro se realizó en 40 años. Sin embargo, intentando conocer aspectos más genéricos de estas dinámicas fluviales, Dumont (1996) hace nuevas consideraciones y deduce que los resultados varían según los factores internos que hayan sido tenidos en cuenta (tectónicos, hidro-sedimentarios, topográficos, etc.), según la escala de la observación realizada y según los métodos empleados (medición directa sobre la imagen) para deducir la intensidad de los procesos.

Otros autores (ABAD et al., 2012; 2013; LAMOTE, 1990; RASANEN et al., 1992; TUUKKI et al., 1996), se preocuparon de evaluar la dinámica fluvial del Alto Amazonas. En su trabajo muestran cómo los cambios en el cauce del río varían tanto espacialmente (a lo largo del tramo analizado) como temporalmente (periodos de cambios o de estabilidad en los mismos sitios, entre años diferentes). Además, apuntan que probablemente los procesos de erosión y depósito aumentaron en los últimos años estudiados (periodo 1956-1973). Los autores ya advierten que su análisis podría recoger inexactitudes porque los materiales de percepción remota fueron obtenidos en diferentes fechas y dejan de manifiesto otras carencias en el método. Establece que ciertas áreas del río parecen ser susceptibles a cambios de un tipo durante un periodo y a cambios contrarios en otro periodo, y que la dirección de la migración unidireccional del río no ocurre en todo el tramo estudiado, a pesar de una tendencia a fluir hacia el noreste. También señala que, a pesar de que la mayoría de las secciones estudiadas sufren cambios frecuentemente, existen algunos lugares sin cambios distinguibles durante casi 40 años.

Räsänen et al. (1992), señalan que para que ocurra un fenómeno de avulsión a largo plazo en un lugar, es necesaria la concurrencia de movimientos tectónicos a lo largo de fallas, levantamientos locales o regionales, con la aparición de un acontecimiento hídrico más o menos extremo. Abad et al. (2012) por su lado, presenta una interpretación morfodinámica del río Ucayali cerca de la ciudad de Pucallpa. Diferencia zonas en la franja del cauce en las que estudia de modo comparativo su evolución. Una primera zona, definida aguas abajo de la ciudad de Pucallpa estuvo afectada entre 1975 y 1996 por numerosos procesos erosivos que culminaron en diferentes recortes de meandro. Tras este periodo, el río se estabilizó y mantuvo un cauce recto, pasando así a un estado de equilibrio dinámico definido por la escasa modificación de

su trazado. En la segunda zona, definida aguas arriba de la ciudad de Pucallpa, ocurrieron procesos similares hasta 1998, descendiendo después la sinuosidad y la migración lateral. A partir de estas observaciones, parece que pudiera deducirse cierta periodicidad, con una alternancia de procesos puramente erosivos y otros predominantemente sedimentarios. Es necesario estudiar periodos más largos con el fin de establecer patrones morfodinámicos buscando sus posibles relaciones con acontecimientos climáticos, como el fenómeno del Niño, que puedan señalar si el canal se adapta a condiciones externas como el cambio climático. Por último, Abad et al (2013) subrayaron la importancia de comprender estas variaciones en los patrones morfodinámicos de los ríos del Alto Amazonas, ya que son susceptibles de ser aplicados por su inmediato reflejo en las poblaciones, por ejemplo, guiando las inversiones en las infraestructuras de los puertos (Iquitos, Pucallpa, Yurimaguas).

Actualmente, el río Ucayali continúa constituyendo un objeto de extremo interés en tanto que su dinámica afecta al transporte, vida económica y social de gran parte de la población amazónica. Por tanto, se están realizando muchos esfuerzos e inversión en estudios desde la perspectiva de la ingeniería civil con el fin de ganar el pulso al río Ucayali. Poner el freno a las dinámicas naturales ya se ha intentado, y, sin embargo, ha fracasado en numerosas ocasiones.

Los fuertes contrastes en la dinámica fluvial del Ucayali son perceptibles en diferentes escalas de observación. El uso e interpretación de las imágenes LANDSAT nos ha permitido realizar dos aproximaciones. La primera, ha sido un análisis cualitativo e interpretación de los tipos de procesos de abandono del canal principal a partir de la observación en campo e imagen secuencial LANDSAT (1,2,3,5,7), lo que permite definir y entender las altas tasas de migración de los cauces y la forma más o menos repentina con la que se producen. La segunda, un análisis cuantitativo y valoración de las tasas de migración del canal principal (Tabla 1.) para el conjunto fluvial definido próximo a los 80 meandros.

Tabla 1: Resumen de las distancias laterales medias y máximas que se desplazó el Río Ucayali entre las proximidades de la ciudad de Pucallpa y confluencia de los ríos Ucayali y Marañón según diferentes intervalos temporales.

Intervalo temporal	Distancia media de desplazamiento (m)	Distancia máxima de desplazamiento (m)
1975-1989	50,45	434,01
1989-1994	69	776,34
1995-2000	170,72	4930,89
2001-2005?	91,05	697,23
2005-2011?	80,70	925,77
Promedio de todos los intervalos	145,57	286,46

Fuente: elaboración propia a partir de los datos obtenidos en la digitalización de los canales fluviales.

Los procesos de abandono del canal principal del Río Ucayali

Según nuestras observaciones, a lo largo del millar de kilómetros del canal principal estudiado, los mecanismos de abandono del canal por las aguas, se desencadenan de manera diferente, con distintas velocidades y con fases de evolución no homogéneas. No sólo se han producido estos abandonos del canal en el colector principal, sino también en los tributarios del Ucayali, pero es en aquel donde mejor pueden apreciarse, según la resolución que nos permiten nuestras herramientas de observación. Posiblemente unos ocurrieron hace unos años, otros hace décadas y otros, quizá hace miles de años. Según nuestras observaciones, tienen diferentes pulsaciones temporales y ritmos en su evolución pues, o bien llegan a producirse de forma repentina (resultado de procesos de *cut-off*) o, en otras ocasiones, se desarrollan de forma progresiva (retroceso de orillas). Unos son locales, y afectan a un solo meandro, y otros regionales afectando a varios kilómetros de cauce.

En general, a partir de la observación directa en campo, junto al seguimiento realizado desde el aire, en hidroavión, y con la interpretación de las secuencias de las distintas imágenes LANDSAT, se puede señalar que el río Ucayali ha tenido y tiene una gran actividad fluvial, que su dinámica es de gran intensidad y que afecta a la morfología de sus canales. Así se refleja en la presencia de cicatrices del tipo de barras de meandro antiguas (*scroll meander*) que hemos registrado a partir de la observación de la secuencia de imágenes satelitales históricas desde el año 1975 hasta el 2011.

En la llanura de inundación del río Ucayali, a partir de la imagen de satélite del año 2011, se observan cerca de cincuenta lagos de meandro (*oxbow lake*), originados por los mecanismos de corte (*cut-off*). De ellos, cuarenta fueron abandonados antes de 1976 y el resto, diez, fueron abandonados entre 1976 y 2011. En estos procesos de abandono de canal predominan los mecanismos de estrangulamiento (*neck cut-off*) (Figura 4) y de rectificación de meandros por cortes en el canal de crecida (*chute cut-off*), mientras que son menos frecuentes los abandonos de canal por los retrocesos progresivos de las orillas (*scroll meander*) (Figura 5a y 5b). Es frecuente que la evolución de los meandros se desarrolle por medio de distintas fases aunque, habitualmente, parten de la existencia de un grupo de antiguos canales de retroceso progresivo en las orillas (*scroll meander*) de los meandros (Figura 5b). Estos canales marcan el sentido y orientación de la nueva migración, no sólo porque ya constituyan una vía más o menos elaborada que guiará las aguas altas, sino que también son barras, canales y huecos que están constituidos por material ya movilizado, poco cohesionado y fácil de arrastrar.

En el momento en que se produce un cambio en la energía del flujo, el río ve facilitada la acción de apertura de nuevos caminos, aprovechando el material suelto y el bajo ángulo de bifurcación. La corriente toma un nuevo camino ensanchando cada vez más estos pequeños canales que cortan las barras de meandro (*point-bar*) depositadas anteriormente.

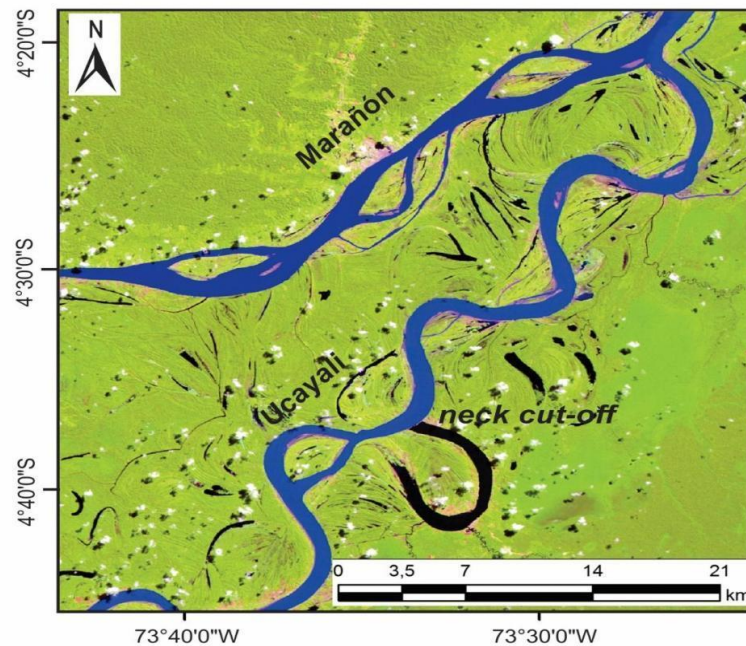


Figura 4. Ejemplo de formas de abandono de cauce, tipo *cut off*. Tramo del río Ucayali cercano a la confluencia con el río Marañón. Imagen Landsat 5.

En un momento dado, la energía de la corriente vuelve a cambiar, se reduce, y el río retoma el antiguo camino. Así, una y otra vez, la secuencia se repite y se solapa en el tiempo a lo largo de toda la llanura de inundación, constituyendo un mosaico de formas cuyas piezas, las barras, los canales abandonados y los canales retrabajados, se combinan de una manera variada, razón por la que existe una gran dificultad de reconstrucción de la historia fluvial.

La llanura de inundación del río Ucayali muestra innumerables formas relictas con diferentes grados de evolución. La observación directa y secuencial de las imágenes LANDSAT en nuestro tramo de estudio muestra tanto la rapidez como lo entrecortado del modo en que se generan las formas fluviales. Räsänen et al. (1987), observaron esta movilidad en los cauces atribuyéndola a las características geológicas. Por ello, basaron la explicación del mosaico complejo de formas fósiles, junto a las formas de reciente formación, en las llanuras de inundación de los ríos, en una dinámica muy prolongada en el tiempo, aunque presente con diferente grado de actividad y con diferente distribución geográfica, durante buena parte del Terciario y Cuaternario.

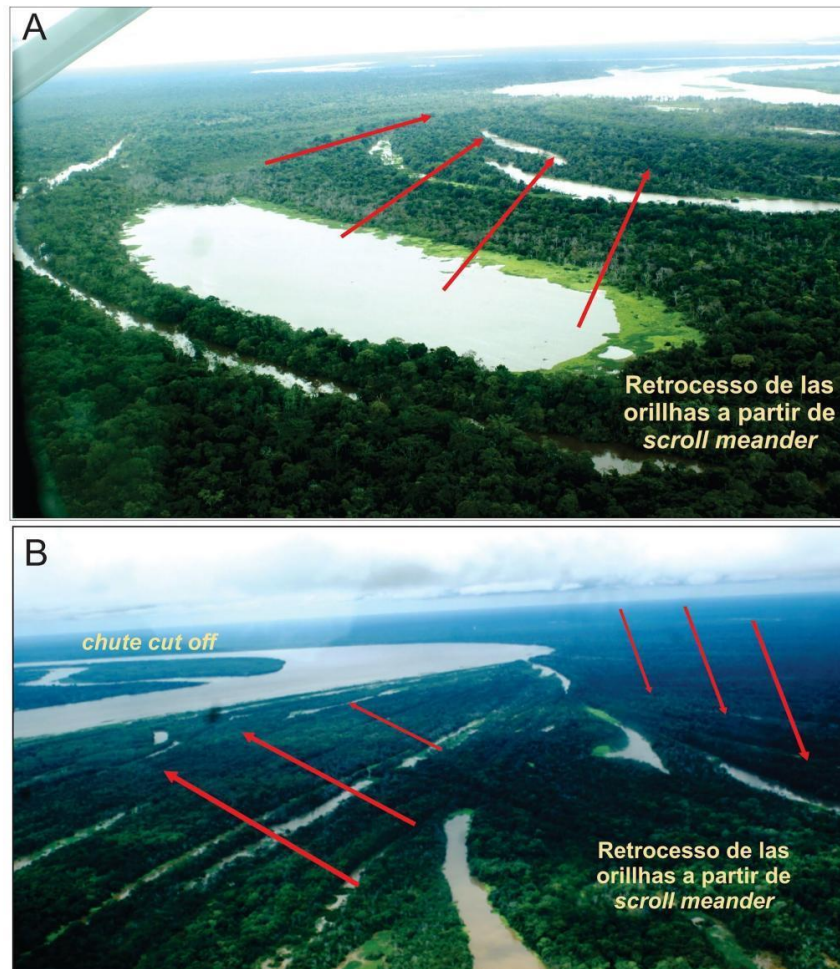


Figura 5. (A) Ejemplo de formas de abandono de cauce. Las líneas rojas muestran la dirección del desplazamiento de los meandros. (B) Grupo de antiguos canales de retroceso progresivo en las orillas de los meandros. **Tramo del río** Ucayali cercano a la confluencia con el río Maraón. Fotografía tomada desde avión por autor

Si bien los análisis y aportaciones realizadas por estos autores hace casi treinta años son de gran importancia, en la actualidad podemos matizar sus observaciones y, sobre todo, sus conclusiones. Su interpretación hace intervenir la muy larga duración en la elaboración de las formas y, sin embargo, nosotros hemos observado que la gran actividad hidromorfológica de este río, responsable del mosaico de formas fluviales, se desarrolla durante un período de tiempo muy reducido. El estrangulamiento de meandros y avulsiones, tal y como hemos registrado a partir de las imágenes de satélite, se realiza en alguna o algunas décadas. Gracias a la existencia de un abundante material satelital hemos podido realizar un seguimiento plurianual de la evolución de los meandros, a pesar de la dificultad de observación del área por la gran frecuencia de nubes, afinando así en la escala de observación a corto plazo. Esta observación detallada, nos ha permitido deducir que no sólo es la tectónica la responsable de la movilidad del cauce, sino que también están presentes otros

factores que se desarrollan en tiempos menos prolongados que el de los basculamientos o el de la lenta subsidencia. Según la escala de observación que se emplee podemos obtener unos resultados u otros y, en un mismo sistema fluvial, pueden obtenerse distintas conclusiones dependiendo tanto del espacio analizado como del tiempo considerado. Para definir la movilidad de los cauces en la escala de los grandes ríos como el Amazonas y sus afluentes, es importante considerarla de modo cuantitativo, aportando datos concretos sobre su trazado y su variación en un espacio de cierta amplitud y bien secuenciado temporalmente a través de distintos momentos de observación. Sin embargo, no queremos despreciar la influencia de otros factores, además de los tectónicos, que actúan de modo fundamental, como evidentemente ocurre con la variación climática periódica estacional, o las variaciones inhabituales en escalas anuales o plurianuales.

La necesidad de una comprensión de los patrones morfodinámicos fluviales y su evolución con una finalidad aplicada, también llevó a otros autores (ABAD et al., 2013) a realizar sus trabajos pensando en las diferentes escalas temporales. No sólo emplean escalas de tiempo de muy corta duración, vinculadas con las obras de ingeniería fluvial, sino también las escalas de tiempo geológicas, especialmente para entender la construcción de las llanuras de inundación. Si además, tenemos en cuenta que los modelos globales climáticos predicen cambios en el régimen de lluvias en la cuenca del Amazonas, no sólo es importante caracterizar las condiciones actuales de estos ríos, sino aproximarse a la predicción de la adaptación morfodinámica a esos cambios climáticos, basándonos en la observación del tiempo pasado.

Estos hechos han sido considerados al relacionar las dinámicas del río con sus efectos sobre los pueblos amazónicos (ABAD et al., 2013), especialmente aquellos que tienen que ver con la repercusión del cambio climático sobre la dinámica fluvial. Aunque los modelos no prevén oscilaciones en períodos cortos de tiempo, sino la variación en un tiempo largo y continuo, son trabajos que presentan una buena perspectiva para la orientación de próximas investigaciones. Ellas pueden facilitar la mejora en las relaciones entre la población y el río, en particular, la navegación fluvial, teniendo en cuenta los cambios en las dinámicas del río.

Las tasas de migración fluvial del río Ucayali entre 1975 y 2011

Una vez realizada la cartografía de los canales fluviales del río Ucayali, a partir de la interpretación de las imágenes LANDSAT para las distintas fechas disponibles, hemos calculado la tasa de migración de los lechos fluviales.

Los intervalos considerados en la evaluación de la tasa de migración por área desplazada son los siguientes: 1975-1989, 1989-1994, 1995-2000, 2001-2005, 2005-2011. La selección de intervalos se ha realizado en función de la disponibilidad de secuencias de imágenes anuales con suficiente calidad para permitir la definición de los canales, razón por la cual los intervalos no son homogéneos. Para suplir esa falta de información se normalizan los datos (dividiendo la distancia por el número de años) y así poder hacer comparaciones entre los diferentes intervalos temporales. La migración fluvial se ha expresado por medio de gráficos de barras (Figura 6).

La tasa de migración media entre el periodo 1975 y 1989 (Figura 6.1) es de 50 m/año. En este periodo sólo algunos kilómetros muestran desplazamientos que sobrepasan los 100 m como ocurre en los puntos kilométricos 219; 271 y 335. El desplazamiento medio en este periodo es desdeñable en comparación con otros ríos de áreas templadas o incluso tropicales.

La situación cambia para el periodo 1989 y 1994 (Figura 6.2). Durante estos años la tasa de migración media es de 70 m/año, produciéndose una tasa máxima de migración de 780 m/año aproximadamente, en el punto kilométrico 89.

El siguiente periodo, entre 1995 y 2000 (Figura 6.3), de nuevo es muy activo ya que la tasa de migración media es de 170 m/año y se alcanza una tasa máxima de 4950 m/año, con máximos de desplazamiento que se sitúan en los kilómetros 229; 275 y 385.

El periodo definido entre los años 2001 y 2005 (Figura 6.4) registra un desplazamiento medio de 91 m/año y su tasa máxima es de 697 m/año. Además, se produjeron unas tasas máximas en los kilómetros 98; 115 y 307. Ocurrió igual durante el último intervalo estudiado, entre los años 2005 y 2011 (Figura 6.5), ya que la tasa media fue de 80 m/año y la tasa máxima alcanzó 925 m/año, situándose los máximos desplazamientos en los kilómetros 177; 182; 219 y 441.

Los resultados obtenidos se muestran bastante contrastados, ya que los puntos de máxima movilidad de los cauces se encuentran a decenas y centenares de kilómetros entre sí para cada período estudiado, y el desplazamiento no se produce con la misma intensidad en el tiempo. A lo largo de los casi 1000 km de cauce, no se observan las mismas áreas activas en cada uno de los intervalos temporales. Con el método utilizado (por áreas desplazadas) el resultado en las tasas medias de todos los intervalos (media de cada intervalo) oscila entre un mínimo de 145 m/año hasta 286 m/año.

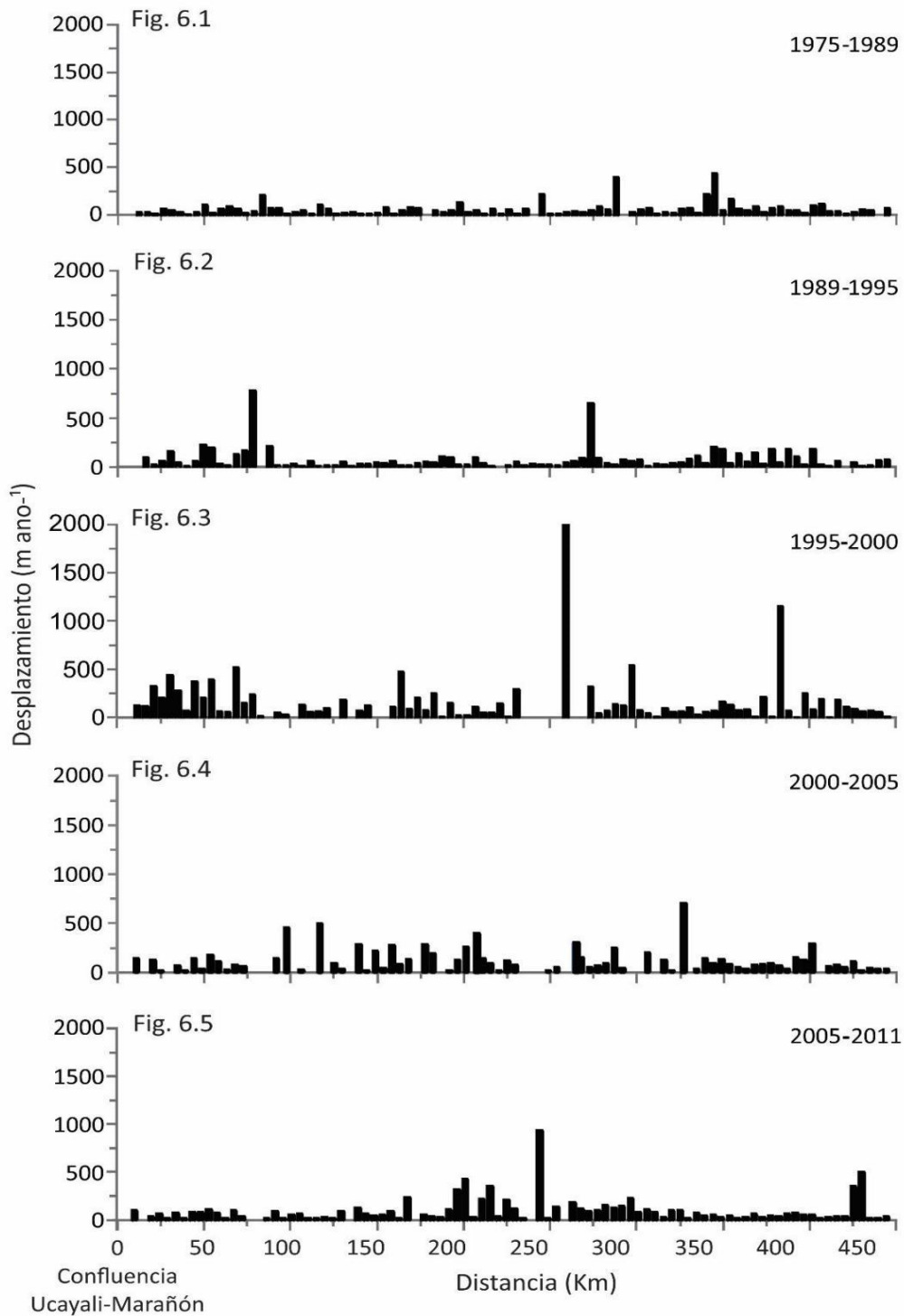


Figura 6. Desplazamientos del canal principal de un tramo del Río Ucayali desde la confluencia con el Marañón hasta las cercanías de la ciudad de Pucallpa.
Fuente: elaboración propia a partir de la digitalización de los canales fluviales visibles en las imágenes LANDSAT

Los mínimos desplazamientos aparecen al principio del periodo de estudio (1975-1989) y regresan al final del mismo (2005-2011), con 50,45 y 80,70 m/año respectivamente. A pesar de ello, no hay un aumento o disminución significativa entre 1975 y 2011. La migración va fluctuando sin un patrón determinado dentro del periodo de estudio y el desplazamiento del conjunto del río Ucayali, no muestra siempre las mismas zonas de actividad.

El análisis detallado de las imágenes LANDSAT nos ha permitido comprobar la gran velocidad con la que se desarrolla la movilidad de los cauces fluviales en esta parte de la Amazonia. Los procesos de migración, las avulsiones y los cortes de meandro se producen en pocos años, y no se realizan de una forma generalizada a lo largo del río estudiado. El análisis del largo tramo, de aproximadamente 1000 km siguiendo la línea del río o 500 km en línea recta, durante 5 intervalos temporales entre los años 1975 y 2011, nos parece suficientemente representativo para reflexionar sobre las causas de estas activas dinámicas fluviales que, algunos autores plantean con explicaciones simples y unitarias.

Consideramos que el análisis de la dinámica en la escala de grandes ríos debe basarse en el análisis de una gran amplitud en la longitud del cauce, puesto que la inestabilidad o estabilidad del mismo es altamente variable en el espacio y en el tiempo. En nuestro estudio hemos observado que hay tramos que permanecen estables en un determinado intervalo de tiempo para volver a reactivarse en otro, mientras que otros tramos son bastante activos en todos los periodos. En otros casos, ciertos tramos han permanecido prácticamente estables en todo el periodo abarcado por el estudio. Si nuestro trabajo se hubiese ocupado tan solo de uno de estos tramos, el resultado hubiese sido sustancialmente diferente tanto espacial como temporalmente como ocurre en los trabajos que posteriormente señalamos.

La gran velocidad con la que ocurren los procesos de movilidad de los canales, nos induce a pensar que las causas de esta activa dinámica fluvial no son únicas, y que puede estar motivada por la confluencia de distintos factores y procesos en un mismo tramo del río. Partiendo de los datos de los que disponemos hasta el momento no es posible señalar como causa única y directa de esa movilidad la tectónica, o la descarga sedimentaria, sino que esta movilidad parece estar más guiada por la "aleatoriedad" derivada de las múltiples posibilidades que ofrece la confluencia de procesos o factores. La geotectónica ha sido señalada como única causa de abandono de canales por algunos autores (DUMONT et al., 1996, RÄSÄNEN et al., 1987), aunque nosotros consideramos que no puede ser exclusivamente la responsable de esa gran movilidad en los lechos. Sin embargo, sus aportaciones fueron notables ya que aportaron los primeros datos concretos y cuantificados sobre esta dinámica. Por primera vez se aportaron datos de este tipo para la Amazonía peruana con una escala espacio temporal determinada, que han podido ser comparados con los resultados obtenidos en otros trabajos. También fue la primera vez en que se intentaron definir los factores que controlan estos procesos de movilidad, aunque pecan de un excesivo reduccionismo.

Por otro lado, la escala de observación, tanto espacial como temporal, que emplean estos trabajos tiene escasa representatividad por su corto recorrido. Sus resultados difieren de manera importante respecto a los que hemos obtenido con nuestro trabajo.

Dumont et al. (1996) mostraron una tasa de migración del canal principal del río Ucayali de 40 m/año entre 1975 y 1983, en un tramo de unos 100 km. La escasa representatividad espacio-temporal no les permitió observar periodos más amplios ni las variaciones dentro del periodo de observación definido, considerando en su interpretación causal que los procesos eran continuos en el tiempo.

Los cambios en el cauce del río Amazonas, aguas abajo de la confluencia de los ríos Ucayali y Marañón, fueron estudiados por Tuukki *et al.* (1996) usando material de percepción remota desde el año 1956 hasta el año 1993, sin especificar época de la toma y, por tanto, en distintos momentos de creciente o vaciante. A pesar de todo, evaluaron las fluctuaciones en el nivel del río durante 60 años y realizaron mediciones de erosión y sedimentación. Sus resultados presentan una subida del nivel del agua desde los años 60 y el aumento en las superficies erosionadas y sedimentadas. Sin embargo, a causa de los defectos en las fuentes de información y en la toma de datos, los resultados deben interpretarse con cautela. Los autores muestran cómo, en términos generales, el tramo que estudiaron ha permanecido invariable en los últimos 40 años. Sin embargo, apuntan la gran dificultad de evaluar cambios en los niveles y en el trazado del río como respuesta a procesos naturales, especialmente hidroclimáticos, de muy difícil predicción. Nos preguntamos si esa aparente invariabilidad del tramo podría sostenerse si se cambia la escala temporal de observación o si se aumenta la longitud del tramo estudiado. Pensamos que, aparte de los errores arrastrados en la metodología, el muestreo espacio-temporal es demasiado pequeño en relación al tamaño de estos grandes ríos tropicales. Al contrastar sus resultados con nuestras observaciones, ambas se muestran contradictorias, ya que según lo que hemos visto se ha producido una gran movilidad de los cauces de una manera aparentemente aleatoria, tanto a nivel espacial como temporal. Para apoyar estas afirmaciones hemos trabajado de manera cuidadosa en la elección de imágenes con el fin de que se correspondan con la misma época del año para poder hacerlas comparables. Así, optamos por la estación de aguas bajas con el fin de poder digitalizar la línea central del cauce en condiciones hidrográficas similares. Del mismo modo, se tuvo en cuenta siempre el canal principal. En muchas ocasiones era difícil identificarlo, por las bifurcaciones recientes, ya que no se percibía claramente la mayor anchura del canal principal con respecto al nuevo brazo secundario.

A pesar de que en su trabajo Tuukki *et al.* (1996) usaron la misma escala temporal que nosotros, concluyeron que hubo cierta estabilidad en el tramo de su estudio. Sin embargo, hay que señalar que sólo estudiaron 140 kilómetros de río para tres fechas 1956, 1972 y 1993. No diferenciaron intervalos entre ellas, tomando la evolución de los cauces como un continuo y, por tanto, no especificaron si hubo variaciones entre intervalos de tiempo o espaciales. Tampoco se habló de las incertidumbres en la escala de las imágenes aéreas y en el tamaño del pixel de la imagen de RADAR que emplearon. En nuestro caso, para evitar estos problemas, tomamos para el río Ucayali una mayor longitud de cauce, que llegó a ser de casi 1000 km digitalizados en seis fechas diferentes, y, además se compararon cinco intervalos temporales diferentes, analizando las diferencias del cauce entre ellos. Así, hemos podido evaluar si la migración aumentó o disminuyó, no sólo desde la fecha más antigua a la más reciente sino si fue de forma continua o fluctuante. También hemos tenido en cuenta el tamaño

del pixel (30x30m), descartando valores inferiores a 30 metros por no ser relevantes en esta escala de observación. Por último, estos puntos de partida en el análisis, creemos que han de permitir un seguimiento futuro de estos procesos en el área, facilitando la evaluación de su evolución.

Es fácil pensar que el conocimiento de las dinámicas fluviales es un objetivo esencial para evaluar tanto los riesgos en los que se desenvuelve la población, como para planificar el medio de transporte fluvial. Respecto a ese conocimiento, pensamos que es de gran utilidad el análisis secuencial, en el espacio y en el tiempo, de la variación de los lechos fluviales tal y como hemos venido realizando.

Sin embargo, aún escasean los trabajos que, por un lado, hagan análisis exhaustivos de las causas que provocan los procesos fluviales en los grandes ríos como el Ucayali y, por otro lado, que tengan en cuenta el conocimiento de estos hechos para ordenar y gestionar el territorio. Algunos trabajos tratan de relacionar el transporte fluvial con las dinámicas fluviales, pero son aún muy incipientes en el conocimiento profundo de las complejas dinámicas fluviales del río Ucayali. En relación con ello, diferentes autores (TENKANEN 2015; SALONEN et al., 2012) señalan que todavía es especialmente difícil establecer los patrones de transporte en muchas áreas del Amazonas, como ocurre en el Ucayali, donde el transporte diario se basa en un transporte público supeditado a las variaciones establecidas por las dinámicas temporales de la red fluvial.

CONCLUSIONES

Es difícil zonificar el río Ucayali en áreas de mayor o menor intensidad de migración de sus cauces, de la misma forma que no se pueden establecer tendencias de aumento o disminución de las tasas de migración de forma clara en el transcurso del tiempo, cuestión que, consideramos, tiene notables implicaciones sobre las poblaciones amazónicas.

Nuestros resultados muestran que las tasas de migración no son uniformes a lo largo del río ni son homogéneas temporalmente en el mismo lugar. Los resultados obtenidos se alejan, en gran medida, de la uniformidad espacial y temporal de los procesos de migración.

Los problemas generados por la movilidad de los cauces a la población que ocupa las llanuras de inundación del río Ucayali son históricos. En la actualidad, lejos de resolverse se han visto incrementados tanto por el crecimiento de la población, como por la ocupación de estos espacios y también por el aumento de la frecuencia de eventos hidrológicos extremos (sequías y inundaciones extremas). Lo imprevisible de la modificación de cauces supone una gran dificultad en la tarea de gestionar el ordenamiento territorial de estos espacios altamente condicionados por la actividad fluvial.

Sin embargo, la aparente aleatoriedad en los patrones de comportamiento fluvial puede dar las claves para proponer una determinada política que tenga en cuenta algunos lineamientos básicos. Por ejemplo, un corredor suficientemente amplio categorizado de alto riesgo, no solo de los procesos de inundación por el aumento del nivel del río sino por el desplazamiento lateral del mismo.

Por tanto, lejos de dar rápidas soluciones a los efectos sobre la población de estos procesos naturales, conviene intentar abordar esta problemática en una escala más amplia y, así, tener presente estas complejas dinámicas en los futuros planes de ordenamiento territorial. El problema de la migración fluvial no responde a un proceso puntual o de unos pocos kilómetros de longitud. Hay que considerarlo como una parte del amplio conjunto de las dinámicas naturales de los grandes ríos, para no reducir o minimizar el problema con una mera intervención por medio de obras de ingeniería más o menos sofisticadas.

Nuestros resultados no son definitivos, pero enfatizan la importancia de este tipo de investigación y la necesidad de continuar el trabajo durante períodos más largos de tiempo con el fin de proporcionar una base para una mejor previsión de la alta dinámica del río Ucayali tanto para las poblaciones ribereñas como para las autoridades públicas.

AGRADECIMENTOS

El autor agradece a Coordinación para el Perfeccionamiento del Personal de Educación Superior (CAPES) por la beca.

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

Concepción: Isabel Quintana-Cobo y Keila Aniceto. **Metodología:** Isabel Quintana-Cobo e Alain Crave. **Análisis formal:** Isabel Quintana-Cobo. **Investigación:** Isabel Quintana-Cobo, Keila Aniceto y Patricia Moreira-Turcq. **Recursos:** Patricia Moreira-Turcq y Renato Campello Cordeiro. **Preparación de datos:** Isabel Quintana-Cobo y Keila Aniceto. **Redacción de artículos:** Isabel Quintana-Cobo, Keila Aniceto, Patricia Moreira-Turcq, Alain Crave y Renato Campello Cordeiro. **Revisión:** Keila Aniceto y Patricia Moreira-Turcq. **Supervisión:** Alain Crave, Patricia Moreira-Turcq y Renato Campello Cordeiro. **Aquisición de financiación:** Patricia Moreira-Turcq.

Todos os autores leram e concordaram com a versão publicada do manuscrito.

REFERENCIAS

- ABAD, J. D.; MONTORO, H.; FRIAS, C.; PAREDES, J.; & PERALTA, B. (2012): **The meandering Ucayali River, a cyclic adaptation of cutoff and planform migration.** River Flow 2012, p.141-156, 2012.
- ABAD, J. D.; VIZCARRA, J.; PAREDES, J.; MONTORO, H.; FRIAS, C.; & HOLGUIN, C. **Morphodynamics of the upper Peruvian Amazonian rivers, implications into fluvial transportation.** 2013. Congreso Internacional IDS2013 - Amazonía 17 – 19 de Julio de 2013, Iquitos, Perú, 2013. <http://hdl.handle.net/10077/8822>
- ABIZAID, C. **Floodplain Dynamics and Traditional Livelihoods in the Upper Amazon: A Study along the Central Ucayali River, Peru.** McGill University, Thesis, 309p, 2007. <https://escholarship.mcgill.ca/concern/theses/ww72bq89q>
- ACUÑA, J. R.; LLENQUE, J. C. E.; GOMERO, F. C.; ATO, R. M.; & VALENCIA, J. B. **Estudio Preliminar de la Dinámica de los Meandros del Río Ucayali Cerca de**

Pucallpa usando Imágenes de Satélite (1975-2005). Electrónica-UNMSM, v. 15, p. 28-35, 2005.

BIBLIOTECA NACIONAL (Biblioteca Digital Hispánica - BDH).1830. <<http://bdh-rd.bne.es/viewer.vm.id=0000018271&page=1>>

AMICH, J. **Historia de las misiones del convento de Santa Rosa de Ocopa.** Lima. Ed. Universo - p. 585, 1983.

ANCIETA, C. A. ALVARADO; ETTME, B. **Morfología fluvial y erosión en curvas abruptas del río Ucayali, Perú.** Tecnología y Ciencias del Agua, v. 23, no 4, p. 69-90, 2008. <https://www.revistatyca.org.mx/ojs/index.php/tyca/article/view/120>

ANICETO, K.; MOREIRA-TURCQ, P.; CORDEIRO, R. C.; FRAIZY, P.; QUINTANA, I.; & TURCQ, B. **Holocene Paleohydrology of Quistococha Lake (Peru) in the upper Amazon Basin: Influence on carbon accumulation.** Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, v. 415, p. 165-174, 2014.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0031018214004246?via%3Dihub>

COOMES, O. T.; LAPOINTE, M.; TEMPLETON, M.; & LIST, G. **Amazon River flow regime and flood recessional agriculture: Flood stage reversals and risk of annual crop loss.** Journal of Hydrology, v. 539, p. 214-222, 2016.

[10.1016/j.jhydrol.2016.05.027](https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2016.05.027)

COLLADO-PANDURO, L.A. & ALEGRE-HORIHUELA, J. **Sistemas agrícolas en suelos aluviales y su impacto en la economía de los shipibo-konibo en Ucayali.** Manglar 17(3): p. 193-201, 2020. <http://dx.doi.org/10.17268/manglar.2020.029>

DUMONT, J.F. **Rasgos morfoestructurales de la llanura amazónica del Perú: efecto de la neotectónica sobre los cambios fluviales y la delimitación de las provincias morfológicas.** Bulletin de l'Institut Français d'Etudes Andines, v. 21, no 3, p. 801-833, 1992. https://www.persee.fr/doc/bifea_0303-7495_1992_num_21_3_1089

DUMONT, J.F. **Neotectonics of the subandes-Brazilian craton boundary using geomorphological data: the Marañón and Beni basins.** Tectonophysics, v. 259, no 1, p. 137-151, 1996. https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_6/b_fdi_45-46/010009548.pdf

DUMONT, J.F.; GARCÍA, F. **Hundimientos activos controlados por estructuras del basamento en la cuenca Marañón (noreste del Perú).** Folia Amazonica-IIAP, v. 4, no 1, p. 7-17, 1992. <https://doi.org/10.24841/fa.v4i1.162>

ESPINOZA VILLAR, J. C.; RONCHAIL, J.; GUYOT, J. L.; COCHONNEAU, G.; NAZIANO, F.; LAVADO, W.; OLIVEIRA, E.; POMBOSA, R.; VAUCHEL, P. **Spatio-temporal rainfall variability in the Amazon basin countries (Brazil, Peru, Bolivia, Colombia, and Ecuador).** International Journal of Climatology, v. 29, 11, p. 1574-1594, 2008. <https://doi.org/10.1002/joc.1791>

ESPINOZA, J. C.; RONCHAIL, J.; GUYOT, J. L.; JUNQUAS, C.; VAUCHEL, P.; LAVADO, W.; & POMBOSA, R. **Climate variability and extreme drought in the upper Solimões River (western Amazon Basin): Understanding the exceptional**

2011 drought. Geophysical Research Letters, v. 38, no 13. L13406, 2011.
<https://doi.org/10.1029/2011GL047862>

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Bacias e Divisões Hidrográficas do Brasil** | 2021. Disponible:
<https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/estudos-ambientais/31653-bacias-e-divisoes-hidrograficas-do-brasil.html?=&t=downloads>.
Acesso en: 15 de marzo de 2024.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Bases cartográficas contínuas – Brasil.** Disponible: https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html?caminho=cartas_e_mapas/bases_cartograficas_continuas/bc250/versao2023/. Acesso en: 25 de marzo de 2024.

INEI. Instituto Nacional de Estadística e Informática. **Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas.** INEI, Lima, 2018.
https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1561/

LABARTA, R.; WHITE, D.; LEGUIA, E.; *et al.* **La agricultura en la Amazonía ribereña del río Ucayali. ¿Una zona productiva pero poco rentable?** Acta Amazónica 37(2) p. 177-186, 2007. <https://doi.org/10.1590/S0044-59672007000200002>

LANGILL, J.; ABIZAID, C. **What is a bad flood? Local perspectives of extreme floods in the Peruvian Amazon.** Ambio 49(8), p. 1423-1436, 2020.
[10.1007/s13280-019-01278-8](https://doi.org/10.1007/s13280-019-01278-8)

LAMOTTE, S. **Fluvial dynamics and succession in the Lower Ucayali River basin, Peruvian Amazonia.** Forest Ecology and Management, v. 33, p. 141-156, 1990.

LOUZADA, C. DE O.; BRANDÃ, J. P.; SANTOS, E. DA C. **El modo de vida ribereño en la isla de janeiro en el río Amazonas.** Bol. Goia. Geogr. (Online). Goiânia, v. 38, n. 1, p. 178-199, jan./abr. 2018.
<https://doi.org/10.5216/bgg.v38i1.52820>

MALDONADO, L.E. CÁRDENAS. **Los ríos y las comunidades amazónicas: análisis de la vulnerabilidad ante inundaciones de la comunidad Canayo, Chazuta-San Martín.** 2015. Tese de Doutorado. Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Letras y Ciencias Humanas. Mención: Geografía y Medio ambiente, Peru, 2015.

MARENGO J. A.; NOBRE, J. C.; TOMASELLA, M. O.; SAMPAIO, H. G.; CAMARGO, L. A.; OLIVEIRA, R. **The drought of Amazonia in 2005.** Journal of Climate, v. 21, 495-516, 2008. <https://doi.org/10.1175/2007JCLI1600.1>

MEZA, C. **Modelamiento SIG para identificar los cambios del río Ucayali y su influencia ambiental (Setor Pucallpa).** 2006. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Nacional Maior de São Marcos. Faculdade de Engenharia Geológica, de Minas, Metalúrgica e Geográfica, 158p, 2006.

OLIVEIRA NETO, T. **Território e Circulação na Amazônia contemporânea: fluxos, redes e sazonalidades**. Revista Geopolítica Fronteiriça, v. 8, p. 73 - 100, 2024. ISSN: 25272349.

PÄRSSINEN, M. H.; SALO, J. S.; RÄSÄNEN, M. E. **River floodplain relocations and the abandonment of Aborigine settlements in the Upper Amazon Basin: A historical case study of San Miguel de Cunibos at the Middle Ucayali River**. Geoarchaeology, v. 11, no 4, p. 345-359, 1996. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1520-6548\(199607\)11:4<345::AID-GEA3>3.0.CO;2-1](https://doi.org/10.1002/(SICI)1520-6548(199607)11:4<345::AID-GEA3>3.0.CO;2-1)

QUINTANA-COBO, I.; MOREIRA-TURCQ, P.; CORDEIRO, R. C.; ANICETO, K.; CRAVE, A.; FRAIZY, P.; MOREIRA, L. S.; CONTRERA, J. M. DE A. D.; TURCQ, B. **Dynamics of floodplain lakes in the Upper Amazon Basin during the late Holocene**. Comptes Rendus Geoscience, v. 350: 55–64. 2018. <https://doi.org/10.1016/j.crte.2017.10.004>

RÄSÄNEN, M. E.; SALO, J. S.; KALLIOLA, R. J. **Fluvial perturbation in the western Amazon basin: regulation by long-term sub-Andean tectonics**. Science, v. 238, no 4832, p. 1398-1401, 1987. [10.1126/science.238.4832.1398](https://doi.org/10.1126/science.238.4832.1398)

RÄSÄNEN, M.; NELLER, R.; SALO, J.; JUNGNER, H. **Recent and ancient fluvial deposition systems in the Amazonian foreland basin, Peru**. Geol Mag. v. 129(3), 293-306, 1992. <https://doi.org/10.1017/S0016756800019233>

RODDAZ, M.; BABY, P.; BRUSSET, S.; HERMOZA, W.; & DARROZES, J. M. **Forebulge dynamics and environmental control in Western Amazonia: The case study of the Arch of Iquitos (Peru)**. Tectonophysics, v. 399, no 1, p. 87-108, 2005. <https://doi.org/10.1016/j.tecto.2004.12.017> [Get rights and content](#)

RODRÍGUEZ-ACHUNG, F. **Los suelos de áreas inundables de la Amazonia peruana: potencial, limitaciones y estrategia para su investigación**. Folia Amazónica, v. 2, no 1-2, p. 7-25, 2006. <https://doi.org/10.24841/fa.v2i1-2.102>

Dissertação (Mestre em Ciências. Programa Recursos Florestais - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2016.

SALO, J.; KALLIOLA, R.; HÄKKINEN, I.; MÄKINEN, Y.; NIEMELÄ, P.; PUHAKKA, M.; & COLEY, P. D. **River dynamics and the diversity of Amazon lowland forest**. Nature 322, p. 254-258, 1986. <https://doi.org/10.1038/322254a0>

SALONEN, M.; TOIVONEN, T.; COHALAN, J. M.; & COOMES, O. T. **Critical distances: comparing measures of spatial accessibility in the riverine landscapes of Peruvian Amazonia**. Applied Geography, 32(2), p. 501-513, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2011.06.017>

SHERMAN, M.; FORD, J.; LLANOS-CUENTAS, A.; VALDIVIA, M. J.; & IHACC RESEARCH GROUP. **Food system vulnerability amidst the extreme 2010–2011 flooding in the Peruvian Amazon: a case study from the Ucayali region**. Food Security, p. 1-20, 2016. <http://link.springer.com/10.1007/s12571-016-0583-9>

TENKANEN, H.; SALONEN, M.; LATTU, M.; & TOIVONEN, T. **Seasonal fluctuation of riverine navigation and accessibility in Western Amazonia: An analysis**

combining a cost-efficient GPS-based observation system and interviews.

Applied Geography, v. 63, p. 273-282, 2015. [10.1016/j.apgeog.2015.07.003](https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2015.07.003)

TUUKKI, E.; JOKINEN, P.; & KALLIOLA, R. **Migraciones en el río Amazonas en las últimas décadas, sector confluencia ríos Ucayali y Marañón-Isla de Iquitos.**

Folia Amazonica, v. 8(1), p. 111-130, 1996. <https://doi.org/10.24841/fa.v8i1.306>

USGS, United States Geological Encuesta. Global Visualization Viewer (GloVis). Shuttle Radar Topography Mission – SRTM. Disponible: <https://glovis.usgs.gov/>. Acesso en: 10 de marzo de 2024.

VÁSQUEZ, J. **Emergency Support to the Communities Most Affected by the Flood in Ucayali—2011.** INDECI, Ucayali Regional Government. ECHO, OCHA, FAO, UNICEF, COOPI, German Red Cross (Peru), Lima. v. 15. p.55. 2012. <http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc2222/doc2222-2>.

VILLAR, R. E.; MARTINEZ, J. M.; GUYOT, J. L.; FRAIZY, P.; ARMIJOS, E.; CRAVE, A.; ... & LAVADO, W. **The integration of field measurements and satellite observations to determine river solid loads in poorly monitored basins.** Journal of hydrology v. 444, p.221-228, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2012.04.024>

ZENG, N.; YOON, J. H.; MARENGO, J. A.; SUBRAMANIAM, A.; NOBRE, C. A.; MARIOTTI, A.; & NEELIN, J. D. **Causes and impacts of the 2005 Amazon drought.** Environmental Research Letters, 2008, v. 3, no 1, p. 122-127. [10.1088/1748-9326/3/1/014002](https://doi.org/10.1088/1748-9326/3/1/014002)

WALCKER, R.; CORENBLIT, D.; JULIEN, F.; MARTINEZ, J. M.; STEIGER, J. **Contribution of meandering rivers to natural carbon fluxes: Evidence from the Ucayali River, Peruvian Amazonia.** Science of The Total Environment, V. 776, 1 July, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146056>



Revista Geonorte, Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal do Amazonas. Manaus-Brasil. Obra licenciada sob Creative Commons Atribuição 3.0