

# La teledetección aplicada a los problemas fluviales: caso Pucallpa

Carlos Meza Arquíñigo

Universidad Nacional Mayor de San Marcos

cmezaa@unmsm.edu.pe

## RESUMEN

*El estudio se orienta a investigar los problemas fluviales, mediante el uso de la técnica de la teledetección, como las variaciones del lecho del río y los meandros que están ocasionando daños a los pueblos ubicados en las riberas del río Ucayali, especialmente la ciudad de Pucallpa, con alta tasa de crecimiento poblacional, con la finalidad de recomendar y tomar medidas para un mejor ordenamiento del espacio geográfico.*

**PALABRAS CLAVE:** Espacio geográfico, teledetección, problemas fluviales, ordenamiento.

## ABSTRACT

*The study is guided to investigate the fluvial problems, by means of the use of the technique of the teledetección like: the variations of the channel of the river and the bends; that are causing damages to the towns located in the riversides of the river Ucayali, especially the city of Pucallpa, with discharge rate of populational growth; with the purpose of to recommend and to take measures for, a better classification of the geographical space.*

**KEY WORDS:** Space geographical, teledetección, fluvial problems, classification.

## INTRODUCCIÓN

El presente estudio es una investigación que consiste en poner en práctica las nuevas metodologías como es la teledetección, que consiste en obtener información sobre un objeto, área o fenómeno a través del análisis de los datos adquiridos por un instrumento que no está en contacto con el objeto, área o fenómeno bajo investigación; la cual ha sido complementado con el trabajo en gabinete, dos salidas de trabajo de campo y a su vez las entrevistas a los pobladores del lugar, para poder comprobar los problemas fluviales del río Ucayali con respecto a la ciudad de Pucallpa.

La investigación está orientado a investigar los problemas fluviales –inundaciones, desbordes, crecida de sus aguas, variación del curso, etc.– que están ocasionando daños a las poblaciones asentadas en las riberas de los ríos, especialmente a las grandes ciudades como Pucallpa, que tiene una tasa de crecimiento de 5% (1993-2000), con la finalidad de determinar los espacios críticos y adecuados para el uso racional y el desarrollo de la población.

La teledetección es un procedimiento que sin estar en contacto directo, nos permite estudiar los fenómenos físicos y humanos en la superficie de la tierra, asimismo, nos da a conocer las evoluciones que se producen en dichos espacios geográficos y que están vinculados estrechamente con la actividad natural y socioeconómica del hombre. Nuestro país es tan diverso en cuanto al clima, morfología, biodiversidad, etc., que el uso adecuado de esta herramienta nos ayudará a entender nuestro medio geográfico con gran precisión.

En tal sentido, el presente estudio se ha desarrollado en el área de Pucallpa, teniendo en consideración los planteamientos del problema, los objetivos, la ubicación y descripción del área de estudio, la metodología y el procedimiento, el análisis e interpretación de los resultados, así como las conclusiones, recomendaciones y los anexos.

### I. MARCO TEÓRICO

La teledetección es un procedimiento que sin estar en contacto directo, nos permite estudiar los fenómenos físicos y humanos en la superficie de la tierra, asimismo, nos da a conocer las evoluciones que se producen en dichos espacios geográficos que están vinculados estrechamente con la actividad natural y socioeconómica del hombre. E. Chuvieco (1990) menciona que «es la técnica que permite obtener información sobre un objeto, área o fenómeno a través del análisis de los datos adquiridos por un instrumento que no está en contacto con el objeto, área o fenómeno bajo investigación (*remote sensing*)». Para interpretar nos brinda dos alternativas: «1) Abordar un análisis visual, basándose en similares principios a la fotointerpretación clásica, y 2) Optar por el tratamiento digital de la imagen, apro-

vechando los vastos recursos que el ordenador aporta al análisis de datos. En nuestro país la ONERN (1977) empleó en la evaluación del potencial de la palmera aguaje en la selva peruana, asimismo APODESA (1994), utilizó en el estudio de la zonificación de áreas húmedas, problemas de drenaje y salinidad en el valle Jequetepeque-Chaman. Las cuales nos dan a conocer los espacios adecuados para planificar el futuro desarrollo sostenido de las áreas.

El Perú desde el punto de vista hidrográfico está dividido en tres sistemas hidrográficos: Pacífico, Titicaca y Amazonas, cada uno con sus propias características morfológicas y climáticas, las cuales producen una serie de problemas fluviales en cuanto al crecimiento de sus aguas y las sequías. Strahler (1996) al respecto nos dice «que un río aluvial, es aquel que fluye sobre una espesa acumulación de depósitos aluviales formados por el propio río en las primeras etapas de su actividad. Una de las características de los ríos aluviales es que experimentan inundaciones con una frecuencia anual o bianual durante la estación lluviosa». Un estudio realizado por Peñaherrera (1986) sobre el río Ucayali menciona que «... la velocidad estimada en cuatro nudos durante la época de crecientes, por un lecho con numerosas curvas que evolucionan constantemente dando origen a un gran número de lagunas, cochas o tipishcas que se alinean en ambos márgenes y a lo largo de todo su recorrido. Su lecho mayor de inundación anual es muy amplio y cubre grandes áreas de la Selva Baja, llenando con sus aguas los numerosos cauces – cochas– que abandonó por evolución de sus meandros y ocasionando una gran variación anual del nivel de estas cochas o tipishcas que a veces quedan convertidas en gramalotales pantanosos, cuando la estación seca se prolonga. En este sector tienen numerosas sacaritas, llamados también caños, que conectan su lecho meándrico o que comunican sus aguas con la de sus afluentes».

El crecimiento poblacional en las riberas de los ríos de la selva va en aumento, especialmente Iquitos y particularmente la ciudad de Pucallpa, según INEI la población en 1972 y 2000 es de 60,653 y 250,621 habitantes respectivamente, con una tasa de crecimiento de 4.6% (1972-81), 5.5% (1981-93) y 5.5% (1993-2000), quienes vienen ocupando áreas con problemas fluviales y según las informaciones periodísticas el río Ucayali en los últimos 50 años tuvo una variación que pone en riesgo la ocupación urbana y los asentamientos de las riberas.

## II. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

### 1. *Ubicación*

La ciudad de Pucallpa se halla ubicada en el margen izquierdo del río Ucayali entre las coordenadas geográficas de 08° 23' 11" de Latitud Sur y 74° 31' 43" de Longitud Oeste; se encuentra a una altitud de 154 msnm. Pucallpa, es capital de la provincial de Coronel Portillo, del departamento y región de Ucayali; ocupa

una superficie de 36, 815.85 km<sup>2</sup>. El área de estudio se encuentra entre Pucallpa y el río Ucayali, pertenece al llano amazónico en la región de Selva Baja y adolece de problema fluviales.

## 2. *La estructura medio ambiental*

### a. *Clima*

El clima del área corresponde a un clima cálido húmedo o tropical húmedo, que por su ubicación corresponde al llano amazónico. Se caracteriza por presentar precipitaciones promedio anuales de 2,000 mm, con temperaturas de 25° centígrados o más, sin cambio térmico invernal definido. Además se caracteriza por tener un clima muy húmedo con precipitaciones anuales que sobrepasan los 2,500 mm, también cálido con temperaturas de 25° o más y sobrepasando los 33° centígrados entre los meses de octubre y diciembre. Esta variante es influenciada por el ciclón ecuatorial. Suelen presentarse bruscos descensos de temperaturas durante los meses de mayo a setiembre, conocidos con el nombre de friajes; con la presencia de los vientos del San Juanito.

### b. *Geomorfología*

El relieve es llano de selva baja del sector medio del río Ucayali y corresponde a la zona morfoestructural sedimentaria, con pequeñas colinas que atraviesa el río principal Ucayali y presentan las siguientes geoformas:

*Llanura de inundación:* Es el área de inundación durante la estación lluviosa, es decir los meses de noviembre a abril donde el río aumenta su caudal cubriendo de este modo esta llanura de inundación, alcanzando varios metros.

*Meandros de llanura aluvial:* también llamados meandros libres o meandros divagantes, es cuando la sinuosidad del río es independiente o a menor escala que la del trazado del valle o que se aparta sin motivo aparente de su dirección de escorrentía, para volver a ella después de describir una profunda curva. El río Ucayali divaga dentro de la llanura de inundación formando sinuosidades desarmónicas y casi armónicas como se muestra en el Mapa 1.

*Restingas:* terrenos adyacentes al río se inundan varios kilómetros hacia adentro quedando solo pequeñas franjas de terrenos altos denominados restingas; raras veces son inundadas, constituyen la cresta del conjunto de los meandros abandonados.

*Bajiales:* se denominan así a todas las depresiones del terreno que son susceptibles a inundación durante la estación de lluvia y durante el estiaje su extensión es reducida pero mantienen cierta cantidad de agua y se clasifican en:

- *Cochas,* son lagos o lagunas, estos vienen a ser meandros abandonados, porque la gran mayoría de ellos son arqueadas y pueden alcanzar varios kilómetros

RESULTADOS DE LA OBSERVACION VISUAL Y DIGITAL.  
Pucallpa-Río Ucayali (2003)

Mapa 01

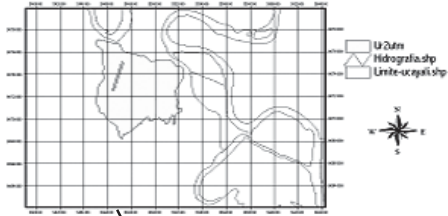


FOTO N° 02



La "Costa Brava" socava el margen izquierdo; la Bomba de agua se moviliza en función a la corriente del río

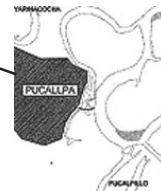
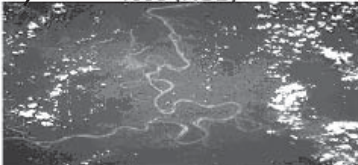


IMAGEN DE SATELITE  
1995 (RGB)



Se observa el socavamiento del meandro Nueva Italia, y como consecuencia se ve el acercamiento del cause principal del río Ucayali al puerto el Reloj

FOTO N° 01



La "Costa Brava" margen izquierdo, es el caudal principal del río Ucayali

- Aguajales, se conocen como charcas o ciénegas, las que a diferencia de las anteriores son áreas que se forman de las depresiones del terreno, por lo general contiene agua estancada y las fuentes de alimentación son subterráneas y por caños temporales.
- Islas fluviales, son producidas por el gran crecimiento del río que forman canales de escurrimiento, que luego en la estación seca se forma islas.
- Playas. Constituyen extensas áreas de limo arenoso que se encuentran frecuentemente en la parte cóncava de los meandros; también existen playas laterales.

*Planicies:* son superficies relativamente onduladas que ocupan los diferentes niveles de terrazas dejadas por el río.

*Superficie de colinas:* se caracterizan por tener superficies onduladas, suaves, ovaladas, carecen de escarpes, debido a la naturaleza del suelo, las pendientes tienen inclinación moderada y de fácil acceso.

*Montañas:* conjunto de cerros que sirven de divisoria de aguas entre los ríos.

### c. *Hidrografía*

El río Ucayali abarca la zona de alta montaña andina, atraviesa mesetas, valles interandinos, cañones interandinos, valles estrechos de Selva Alta y luego atraviesa la Selva Baja formando lechos sinuosos, con numerosos meandros que divagan el río formando meandros y meandros abandonados.

Sus nacientes se encuentran en el nevado de Mismi a 5,597msnm (cordillera Occidental) en el paralelo 15° 30' 49" de latitud sur y el meridiano de 71° 40' 36" longitud oeste en la provincia de Caylloma, departamento de Arequipa; en su sector medio donde se le da el nombre de río Ucayali, atraviesa de sur a norte a partir de las confluencias de los ríos Urubamba y el Tambo hasta la interceptación del río Marañón; presenta los siguientes ríos afluentes por el margen izquierdo: Pachitea, Aguaytia, Pisqui, Cushabatay, Pacaya y por el margen derecho los ríos: Sheshea, Tamaya, Abujao, Maqui, Guanache y Tapiche.

### d. *Aspectos de la población*

La región de Ucayali tiene una población de 460,557 habitantes, proyectada al 2003; está distribuida en cuatro provincias: Coronel Portillo 335,724; Atalaya 49,147; Padre Abad con 61,841 y Purus con 3,981; con una tasa de crecimiento promedio anual de 1.85 (INEI, 2001). Y con densidades de 9.30, 1.29, 7.24, y 0.22 de habitantes por km<sup>2</sup> respectivamente.

Ello nos demuestra que Pucallpa se encuentra con un crecimiento acelerado, formándose así los barrios marginales sin ninguna planificación; como es malecón Grau, barrio Iquitos, San Isidro, etc., ubicadas en el lecho del río Ucayali y que adolecen diversos problemas.

#### e. Aspectos económicos

Las principales actividades económicas son la producción de madera y el comercio, de ahí que aporta al PBI en la actividad primaria 26.9%, la secundaria 26.5% y la terciaria 46.5% (INEI, 2001). Es decir, la actividad principal es la actividad extractiva de la madera y la transformación en triplay, prensado, etc.

#### f. El manejo del medio

Las características de Región Selva nos muestran niveles de: Ceja de Selva, Selva Alta y Selva Baja. Están cubiertas de bosque natural por un 85% de su extensión departamental (102 410.55 km<sup>2</sup>), que representa un medio frágil que vienen siendo utilizado en forma irracional –vistos por gabinete y comprobado en el campo– ya que los bosques de la selva representan el pulmón de la humanidad, porque aportan una gran cantidad de oxígeno al medio, de ahí que es importante tomar en cuenta en la gestión del medio e impulsar estudios más específicos para su control y manejo. Las consecuencias ya se vienen observando en los cambios globales, en cuanto al calentamiento global de la Tierra y otros fenómenos como las sequías, los friajes, las enfermedades, las plagas, etc.

### III. METODOLOGÍA DE TRABAJO

El área de estudio es la ciudad de Pucallpa, capital de la Región Ucayali, la misma que se encuentra ubicada en la margen izquierda del río Ucayali, y que adolece de problemas fluviales. El desarrollo de la investigación se llevó a cabo de acuerdo al cronograma y los objetivos que se plantearon, por lo tanto se procedió de la siguiente manera:

#### *Materiales de base*

- La recopilación de la información bibliográfica referente al tema y proyectos de estudios afines.
- Mapas empleados: Carta Nacional escala 1:100,000, y Mapa Geológico escala 1:100,000.
- Fotografías aéreas de los años 1972 y 1986, a escalas 1:17,000 y 1:20,000, respectivamente.
- Imágenes de satélite Landsat Bandas 3, 4, 5, a escala 1:500,000 año 1993 y Landsat Bandas 3, 4, 5 (2003), Imagen de la NASA (1995).

#### *Etapas del estudio*

1. *Primera etapa:* se procedió a la ubicación del área de estudio, seguidamente se elaboraron los mapas:

- Se preparó el Mapa Base a una escala de 1:25,000.
  - Se sectorizó el área de estudio en el Mapa Base.
2. *Segunda etapa:* en seguida se procedió a generar mosaicos y mapas de inundación:
    - Se preparó dos mosaicos del área afectada, en base a las fotografías aéreas de 1972 y 1986.
    - Se preparó dos mapas de los lechos de inundación en base a los dos mosaicos construidos a escala 1:17,000 y 1:20,000 de los años 1972 y 1986 respectivamente.
  3. *Tercera etapa:* se procedió al uso de las imágenes de satélite, para luego preparar un mapa de conflictos.
    - Se analizó la dinámica del río Ucayali en una imagen del año 1994.
    - Se preparó el mapa de conflicto en base a la imagen de satélite a escala 1:100,000.
  4. *Cuarta etapa:* consistió en dos trabajos de campo para contrastar el mosaico de los lechos inundables con la identificación en el área de riesgos, el mapa de conflictos se contrastó con la evolución del cauce principal del río Ucayali y además se hicieron entrevistas a las personas entendidas del lugar y los conductores de los botes y las personas que viven en las riberas del río.
  5. *Quinta etapa:* se hicieron las evaluaciones de los resultados para luego elaborar los mapas finales y los informes.

#### IV. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

##### 1. *Interpretación en gabinete*

Para identificar los problemas fluviales del río Ucayali, se delimitó un área comprendida solamente en el sector de Pucallpa colindante con el río Ucayali; para ello se estableció un esquema de trabajo que consistió en elaborar un Mapa Base, en función a la Carta Nacional, en seguida se elaboró dos mosaicos en base a las fotografías aéreas de dos tiempos, de 1972 y 1986, de escalas 1:17,000 y 1:20,000 respectivamente, seguidamente se igualaron las escalas. Mediante las transparencias, el uso del estereoscopio se identificó en forma visual las áreas críticas. Esto debe estar orientada a la interpretación visual y procesamiento digital de documentos de percepción remota, incluyendo fotografías aéreas, imágenes radar y espectrales, para el levantamiento de la cartografía preliminar.

##### 2. *Comprobación y contrastación en el campo*

Observación de campo y determinación (instrumentales) de características morfológicas, biofísicas como observaciones de aspectos sociales y económicos.



Nos llevó al campo para contrastar las áreas críticas, así como las entrevistas a los lugareños, las autoridades y especialistas de la región. Ello nos sirvió para corroborar los trabajos de gabinete de los lugares que fueron seleccionados

### 3. *Análisis en el laboratorio*

Se procedió al análisis y la formulación de las principales formas morfológicas y físicas que nos muestra la llanura del paisaje, así como la correlación cartográfica para el levantamiento del informe final.

### 4. *Procesamiento automático*

Una vez automatizado la información, se procedió a la limpieza del mismo, para luego proceder al análisis de los mapas mediante las operaciones de intersección

### 5. *Resultados*

Como resultado del procesamiento digital y la observación visual se obtuvo los primeros alcances de esta investigación, la teledetección aplicada a los problemas fluviales; encontrándose variaciones y evoluciones en el lecho y en el meandro del río Ucayali, es así que:

En la fotografía aérea de 1956 se observa que, el cauce principal del río se encontraba en el Puerto de El Reloj, pero posteriormente en el mosaico 1972 y 1986 el cauce principal se aleja y se encuentra ya a una distancia de 4.5 y 5.4 kilómetros (Foto mosaico N° 01 y 02) respectivamente hacia el Este del punto de referencia de El Reloj; pero los cauces secundarios llegan hasta el puerto principal, es decir, que se desplazan por el lecho de inundación; además se observan asentamientos humanos y zonas agrícolas en estos lechos de inundación. Por otro lado, el cauce principal se acerca al Puerto de la Marina, la Hoyada y el Mangual (Mapa 1).

En la Carta Nacional de 1989, el cauce principal se acerca al puerto de El Reloj que está a una distancia de 3.5 kilómetros del punto de referencia; también se encuentran ocupando el lecho del río los centros poblados como: San Isidro, Tres Unidos, Progreso, etc., asimismo, en la imagen de satélite de 1993 se observan pequeñas variaciones. Pero en la imagen de la NASA de 1995 se observa el socavamiento del meandro Nuevo Italia y por consiguiente el acercamiento del cauce principal del río al punto de referencia (Imagen de Satélite de la NASA RGB).

En el trabajo de campo del 2003 comprobamos un gran acercamiento del cauce principal del río y se midió una distancia aproximada de 350 metros en relación al punto referencial del Reloj (Foto N° 03), y ya se había producido el estrangulamiento del meandro Nuevo Italia, por lo tanto, se encaminaba al socavamiento lateral del cauce principal tal como se observa en la Foto N° 01 y 02; es decir, el caudal principal se va en dirección noroeste hacia el Reloj, y que los pobladores de la zona lo llaman al caudal principal la «Corriente Costanera» que

se desplaza con gran velocidad; esto lo comprobamos además con la imagen de satélite del 2003.

Los cambios del río Ucayali en su curso se desarrollan dentro de su lecho mayor o excepcional, a causa de su poca pendiente, material que lo constituye (limo, arcilla, arena), acumulación de estos materiales en las grandes crecidas del río o excepcionales como se ha demostrado con la contrastación de fotos e imágenes y el trabajo de campo que nos muestran las áreas críticas.

Por lo tanto, se notan hechos tan saltantes como es el estrangulamiento del meandro de Nuevo Italia; por otro lado, comparado con los croquis de Antonio Raimondi y otros mapas de la zona (croquis de los navegantes), nos muestra un gran dinamismo del río, que en este sector del lecho, por las características de poca pendiente, los materiales que lo constituyen ( limo arcilla arena), el clima, el aumento de la población en ocupar el lecho de los ríos, hacen que se convierta en un peligro para los habitantes de estas zonas.

Estos cambios ocasionan resultados positivos y negativos en los asentamientos poblacionales, ya que por un lado destruyen poblaciones y por otro las aguas traen nutrientes en los sedimentos, así como variedad y abundancia de peces.

#### IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se llegó a comprobar el gran avance del cauce principal del río Ucayali hacia la ciudad de Pucallpa, el mismo que puede ocasionar daños considerables en vidas humanas, vivienda e infraestructura.
- Se determinó aproximadamente en 350 metros la distancia mínima en que se encuentra el cauce principal del río Ucayali del antiguo puerto de El Reloj.
- Con la aplicación de la teledetección a este estudio y el trabajo de campo en el área de influencia identificamos y comprobamos el estrangulamiento del meandro Nuevo Italia y por consiguiente la dirección, la evolución y el gran avance del cauce principal del río Ucayali hacia la ciudad de Pucallpa.
- Este avance es producto de la sedimentación, pendiente, crecida y que va a ocupar aproximadamente su lecho antiguo de 1956, naturalmente con sus variantes y sus consecuencias que va derivar.
- Se ha tenido una reunión con las autoridades y el personal técnico de la región, en la cual se le ha dado a conocer sobre los problemas del río.
- Además se localizaron en forma general áreas para la reubicación de las poblaciones en terrazas altas, con la finalidad de prevenir y poner en resguardo a las poblaciones afectadas. Por otro lado, se recomienda a las autoridades que las poblaciones no deben ocupar los lechos de los ríos porque son áreas críticas.
- Se recomienda llevar a cabo estudios más detallados, referentes a la dinámica fluvial a nivel de cuenca, morfológicos, ordenamiento y de seguridad física.

## BIBLIOGRAFÍA

CHUVIECO, Emilio

1990 *Fundamentos de teledetección espacial*. Ediciones Rialp.S.A. Madrid.

DERRUAU, Max

1970 *Geomorfología*. Ediciones Ariel. S. A. Barcelona.

INADE-APODESA

1994 *Estudio. Zonificación de áreas húmedas. Problemas de drenaje y salinidad. Valle de Jequetepeque-Chaman*. Lima.

INEI-UNFPA

1996 *Dimensiones y características del desarrollo urbano en el Perú*. Lima.

LOZAN, J. L., GRABL, H., HUPFER, P.

2001 *Climate Of the 21 st Century: Change and Risks*. Wissenschaftliche Auswertungen GEO. Humburg. Germany.

ONERN-AID

1977 *Uso de los sistemas de percepción remota. Evaluación del potencial de la palmera*. Lima.

PEÑAHERRERA DEL ÁGUILA, Carlos

1986 *Geografía física del Perú*. Edición Mejía Baca.

PULGAR VIDAL, Javier

1977 *Conversatorios sobre la Amazonía peruana y problemas*. Asociación Provincial Ucayalina.

SIG-PAFG.

1995 *Sistema de Información Geográfica- Plan de Acción Forestal para Colombia*. IGAC.

STRAHLER, A.N., STRAHLER, A. H.

2000 *Geografía física*. Ediciones Omega S.A. Barcelona.