

Aplicación del SIG en el crecimiento urbano de la ciudad de Pucallpa para su gestión y ordenamiento ambiental

Application of GIS in urban growth of the city of Pucallpa to management and environmental management

Recibido: 31/03/2011
Aprobado: 26/04/2011

Carlos Meza Arquñigo

Universidad Nacional Mayor de San Marcos

<cmezaa@unmsm.edu.pe>

Miguel Ángel Comeca Chuquipul

Universidad Nacional Mayor de San Marcos

<mcomeca11@gmail.com>

RESUMEN

El estudio está orientado a investigar el crecimiento urbano de la ciudad de Pucallpa (Yarinacocha, Callería y Manatay), mediante la aplicación de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), para identificar las áreas óptimas con la finalidad de ordenar los espacios y el manejo adecuado del medio ambiente. Por tanto, mediante el SIG, se evaluó la evolución urbana espacial —entre 1993 y 2010— que muestra un crecimiento urbano en un porcentaje aproximado a 100%, lo que significa que cada año viene incrementándose 5% de área; este incremento se debe al aumento de la población por efecto de la migración. El área de la ciudad de Pucallpa ha crecido a través del tiempo, sustituyendo sistemáticamente superficies rurales, naturales y seminaturales —entre ellas los humedales, bajiales, caños— por coberturas y usos del suelo urbano. Además, se ha observado un importante proceso de fragmentación de las áreas de alta calidad ambiental del paisaje, localizadas al interior y alrededor de los humedales.

PALABRAS CLAVE: SIG, crecimiento urbano.

ABSTRACT

The study is aimed to investigate the urban growth of the city of Pucallpa (Yarinacocha Calleria and Manatay) through the application of Geographic Information Systems, to identify optimal areas for the purpose of ordering space and proper environmental management environment. Therefore: Using GIS, we evaluated the spatial urban development between 1993 and 2010 showing urban growth at a rate of approximately 100%, which means that each year is increasing by 5% area, the cause of this increase is due to population growth as a result of migration. The area of the city of Pucallpa has grown over time, systematically replacing rural land, natural and semi-including wetlands, bajiales, pipes - for coverage and urban land uses. In addition, there has been an important process of fragmentation of areas of high environmental quality of the landscape, located within and around wetlands.

KEYWORDS: GIS, urban growth.

INTRODUCCIÓN

El estudio está orientado a investigar el fenómeno del crecimiento urbano mediante la aplicación de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), consecuentemente delimitar áreas óptimas para la ordenación de los espacios y el manejo adecuado del medio ambiente. Por tanto, se trazaron los siguientes objetivos:

Estudiar los espacios del crecimiento urbano mediante la aplicación de los SIG con la finalidad de asignar en forma óptima los espacios para un mejor ordenamiento y gestión ambiental. Asimismo, determinar las áreas de crecimiento urbano para evaluar la evolución de los espacios urbanos espontáneos.

Del mismo modo, se realizaron los levantamientos de mapas temáticos sobre los aspectos físicos y humanos; se integraron los mapas para determinar las áreas de crecimiento urbano espontáneo, es decir, los pueblos jóvenes, y se identificaron las áreas óptimas con fines de uso racional, sostenible y de gestión ambiental.

Con la aplicación de este estudio se espera contribuir a una mejor ubicación de los espacios óptimos para la expansión urbana y la gestión adecuada del medio ambiente.

MARCO TEÓRICO

El SIG constituye una importante herramienta en las tareas de planificación ambiental y ordenación del territorio. Con ello es posible resolver con más facilidad complejos problemas de asignación «óptima» de actividades al territorio, considerando tanto su aptitud intrínseca como el posible impacto ambiental de la localización, en ese punto del territorio, de una actividad concreta (BOSQUE SENDRA y GARCÍA, 1999). Los profesionales cuyos intereses están directa o indirectamente vinculados a las zonas urbanas y sus beneficios son vistos en el entorno construidos a partir del conocimiento de cómo una ciudad crece, así como los planificadores necesitan esta información para prever la infraestructura que debe ser instalada.

Las urbanizaciones requieren información espacial para aprovechar el mercado local: dónde y cuánto se puede construir la vivienda y poder venderlo (en la industria inmobiliaria esta se conoce como la absorción de la vivienda). Las instituciones financieras utilizan esta información para evaluar el riesgo de su cartera de préstamos. Los ecologistas pueden utilizar la información sobre el crecimiento de la ciudad, a ser proactivos en la adquisición de tierras y de trabajo para conseguir las ordenanzas de zonificación en el lugar mucho antes de que un equipo llegue a la construcción de un sitio (McCLANAHAN y ELSHAW-THRALL, 1995).

Con respecto a la aplicación de esta herramienta en la zona de Pucallpa, Meza Arquíñigo (2006) menciona que «como resultado se identificaron los centros ur-

banos y rurales ubicados en las áreas de peligro muy alto; donde se producen las variaciones del curso del río; por lo que se requiere realizar una propuesta de ordenamiento ambiental que permita organizar el territorio y uso de los recursos naturales». Por tanto, el SIG se concibe como «un modelo informatizado del mundo real, descrito en un sistema de referencia ligada a la Tierra, establecido para satisfacer unas necesidades de información específicas respondiendo a un conjunto de preguntas concretas» (RODRÍGUEZ PASCUAL, 1993).

Así, por ejemplo, ¿dónde están las «cosas»?; como el mantenimiento de la cartografía y el control de grandes infraestructuras, las redes de abastecimiento y la evacuación de aguas, la red telefónica, el control y la gestión de datos catastrales, la gestión urbana y municipal. Y ¿dónde deben estar las «cosas»?; como las tareas de planificación urbana, la ordenación del territorio y la planificación ambiental, el análisis y la preparación de políticas sobre el transporte: flujo de tráfico, delimitación de áreas de influencia, cálculo de rutas óptimas; asimismo, ayuda a la conducción de la geodemografía, etc. La mayoría de autores tiene en cuenta que el crecimiento urbano se produce cuando el aumento de la población concentrada en lugares considerados como urbanos supera el crecimiento total de la región o el país (PUYOL, ESTÉBANEZ y MÉNDEZ, 1995).

El crecimiento poblacional urbano en las riberas de los ríos de la planicie amazónica va en aumento, especialmente en Iquitos y Pucallpa. Según el INEI en esta última ciudad, en 1972 y 2000, la población fue de 60 653 y 250 621 habitantes, respectivamente, con tasas de crecimiento de 4,6% (1972-81), 5,5% (1981-93) y 5,5% (93-2000), que han ocupado áreas para el aprovechando de sus actividades económicas, pero enfrentan también problemas fluviales. Históricamente Ucayali es una región de inmigrantes, fue un centro de atracción por la salazón de pescado y la explotación del caucho, y cobró mayor auge en las décadas del 80 y 90, con una de las tasas de crecimiento más elevadas del país (5,3%), como resultado de la inmigración, atraídos en esta época por el cultivo de productos nativos, la extracción de madera y el comercio.

METODOLOGÍA

El área de estudio comprende los espacios urbanos de Pucallpa (Yarinacocha, Callería y Manatay), los cuales presentan un desarrollo urbano desordenado por efecto del crecimiento natural y las migraciones.

El análisis del espacio urbano consistió en la interpretación de la información de los censos, asimismo se realizaron análisis multiespaciales y multitemporales de imágenes de satélite, y se compararon los mapas temáticos (elaboración propia) de los años 1993, 2003 y 2010 mediante el empleo del SIG y el manejo de programas informáticos como AutoCAD, ArcView y ArcGIS.

Para la ejecución de la presente investigación se cumplieron las siguientes etapas:

- *Fase de precampo:*
Revisión bibliográfica, estadística, cartográfica y proyectos afines; se utilizó información extraída de fuentes bibliográficas y cartográficas, así como datos e informaciones obtenidos del tratamiento digital de imágenes satelitales. Se prepararon los mapas temáticos a una escala 1/100,000, sobre la base de fotografías e imágenes de satélite analizados. Se procedió a la digitalización espacial de las variables: mapa base, mapa de límites urbanos, mapa geológico, mapa geomorfológico, mapa hidrográfico, mapa urbano.
- *Fase de campo:*
Recolección de información en el campo: entrevistas a los pobladores y levantamiento de puntos con GPS, para complementar la base de datos y contrastar con los mapas temáticos preliminares.
- *Fase de gabinete:*
La integración de los mapas temáticos, que consiste en el manejo de las funciones del SIG, los modelos explicativos y su confirmación con la información preexistente.
Manipulación de la información, hallar el área, el perímetro de los cascos urbanos y la complementación de la cartografía para la presentación de los resultados.
Exploración y descripción de los datos mediante el análisis estadístico de las variables población y expansión urbana, para determinar la correlación entre variables.

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO

Ubicación

La ciudad de Pucallpa es capital del departamento y la región Ucayali, se ubica políticamente entre los distritos de Manantay y Yarinacocha, en la margen izquierda del río Ucayali y a 154 msnm, entre las coordenadas UTM de 542214.5, 9077404.5 y 553281.5, 9069310.5. Está conformada por Pucallpa propiamente dicha, Puerto Callao (Yarinacocha) al norte, San Fernando (Manantay) al sur, Primavera (suroeste), La Hoyada (noreste) y Las Alamedas (noroeste).

Aspectos físicos

Clima

El área de estudio presenta un clima tropical cálido húmedo propio de la Selva Baja, que se expresan en los datos recopilados en el campo y cuyos elementos han sido analizados mediante el criterio de Koppen. El clima se define como el pro-

medio estadístico a largo plazo de los elementos meteorológicos (precipitación, temperatura, radiación, vientos) y es un condicionante para el crecimiento de las plantas; además juega un rol principal en las actividades del hombre, el cual se convierte en un elemento importante que debe ser considerado en la planificación.

Las mayores precipitaciones se dan en los meses de octubre, noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo, con una máxima de 226.9 mm; las menores suceden en los meses de abril, mayo, junio, julio, agosto y septiembre, con una mínima de 51.6 mm (julio) y un total anual de 1557.6 mm. La humedad relativa máxima es de 86.7% en los meses de febrero y marzo, la mínima es de 81.5% en el mes de septiembre y alcanza un promedio anual de 84.6%. La temperatura máxima promedio mensual es de 32.0 °C en los meses de septiembre y octubre, con una máxima promedio anual de 31.1 °C; la temperatura mínima promedio mensual es de 18.2 °C (agosto), y una mínima promedio anual de 20.0 °C, con oscilaciones máxima de 12.9 °C (agosto) y mínima de 10.2 °C (febrero), y promedio anual de 11.1 °C. La temperatura promedio medio anual es de 25.5 °C. La evaporación máxima es de 72.0 mm (agosto), la mínima de 47.2 mm (febrero) y un promedio total anual de 676.6 mm. La evapotranspiración potencial es de 144.1 mm (noviembre), la mínima de 112.6 mm (julio) y un promedio anual de 129.5 mm (Polo, 2006).

Hidrografía

Hidrográficamente es pertinente mencionar la importancia de los lagos Yarina-cocha, ubicado en el noreste, y Cashivococha, que se ubica al norte, pues tienen características paisajísticas muy importantes y sirven como vías de comunicación; por otro lado, el lago Pacacocha, que está en baja, tiene sus zonas colindantes en proceso de urbanización. El río Ucayali es el eje de comunicación fluvial y se extiende de norte a sur. Además se conserva el caño natural de *Yumantay*, que se encuentra en la zona derecha de la avenida Centenario (distrito de Manantay). La creciente del río se manifiesta entre diciembre y mayo, con un nivel máximo de 147.28 msnm y la estación de estiaje o vaciante del río entre junio y noviembre, con un nivel mínimo de 136.25 msnm.

Geomorfología

En cuanto a su relieve, que corresponde a la región de Selva Baja del llano amazónico, presenta las siguientes geoformas: terrazas, bajiales, caños, lagos, cochas, ríos meándricos como el Ucayali y el Manantay; los desniveles del relieve están más o menos entre 4 metros.

Actividad económica

Pucallpa es considerado el centro maderero más importante del Perú, con industrias de aserrado y laminado de maderas, además posee refinería de petróleo. Es

un centro importante de la actividad comercial de la región. El eje principal de articulación es la carretera Federico Basadre, que se conecta con el puerto fluvial que es de vital importancia, pues se complementan con las comunicaciones que se hacen por el río Ucayali; asimismo, posee un aeropuerto con vuelos diarios que le unen a Lima y otras regiones colindantes.

Espacio urbano

Desde la fundación de Puerto Callao, en la década de 1940, ha mejorado urbanísticamente, pues ahora ya no está aislada. La unión de las ciudades empieza en 1983, fortaleciéndolas. Sin embargo, carecían de una administración política debido a que como ciudades aisladas pertenecían a sus respectivos distritos, aunque poseían una ruta de acceso para enlazar las dos villas. En la actualidad está conformado por los distritos de Manantay (de reciente creación), Yarinacocha y Callería (INADUR, 1999).

Pucallpa es una ciudad que se caracteriza por una alta tasa de crecimiento poblacional urbano anual, tal como observamos en los Cuadros 1 y 2 y el Gráfico 1. La población en 1940 fue de 2 368 habitantes y en 1961 alcanzaba 26 391 personas con una tasa de crecimiento anual de 12.2%; en 1972 llegaba a 57 993 habitantes con 7.4% de crecimiento; en 1981 tenía 89 604 habitantes con 5.0%; en 1993 fue de 172 286 con 5.6% y en el 2007 llegó a 268 735 habitantes con 3.2 %. Como se observa, la mayor tasa de crecimiento urbano anual se da entre 1940 y 1961 y la menor entre 1993 y 2007. Y según el Mapa 1, el Gráfico 2 y los Cuadros 3 y 4, con la involución a través de los años, las áreas urbanas se van incrementando desde 38.4 ha (1942), 129 ha (1952), 322 ha (1962), 859 ha (1971), 1,090 ha (1981), 2 321.8 ha (1993) hasta 2 351.8 ha (1996); según nuestra investigación, las áreas urbanas se incrementaron a 2 950 ha (2003). Como se ve en los datos y mapas temáticos, el mayor incremento en expansión urbana se produce entre 1981 y 2003 y el 2010, lo que corrobora el incremento poblacional.

CUADRO 1
CRECIMIENTO POBLACIONAL ANUAL DE LA CIUDAD DE PUCALLPA

AÑOS	1940	1961	1972	1981	1993	2007
Habitantes	2 368	26 391	57 993	89 604	172 286	272 616

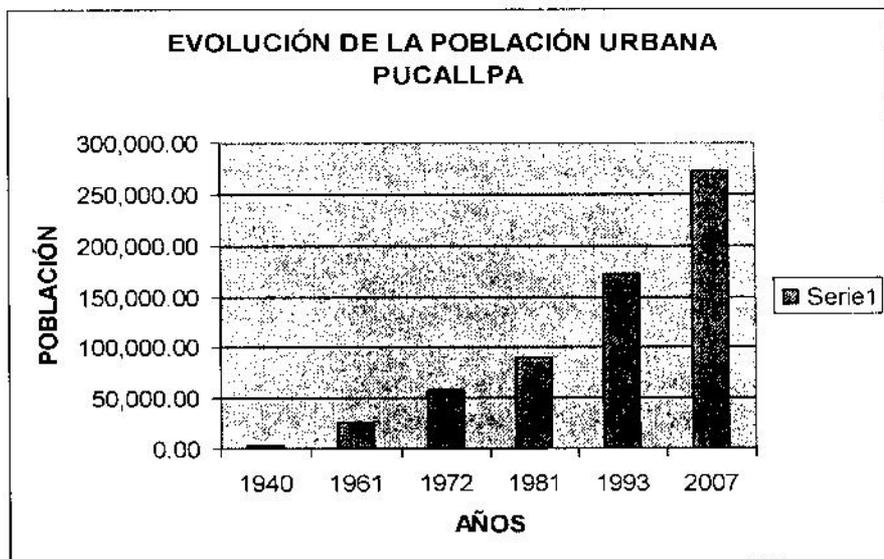
FUENTE: INEI-Censos Nacionales: 1940, 1961, 1972, 1981 y 1993.

CUADRO 2
TASAS DE CRECIMIENTO POBLACIONAL ANUAL DE LA CIUDAD DE PUCALLPA

AÑOS	1940-1961	1961-1972	1972-1981	1981-1993	1993-2007
% anual	12.2	7.4	5.0	5.6	3.2

FUENTE: INEI-Censos Nacionales: 1940, 1961, 1972, 1981 y 1993.

GRÁFICO 1

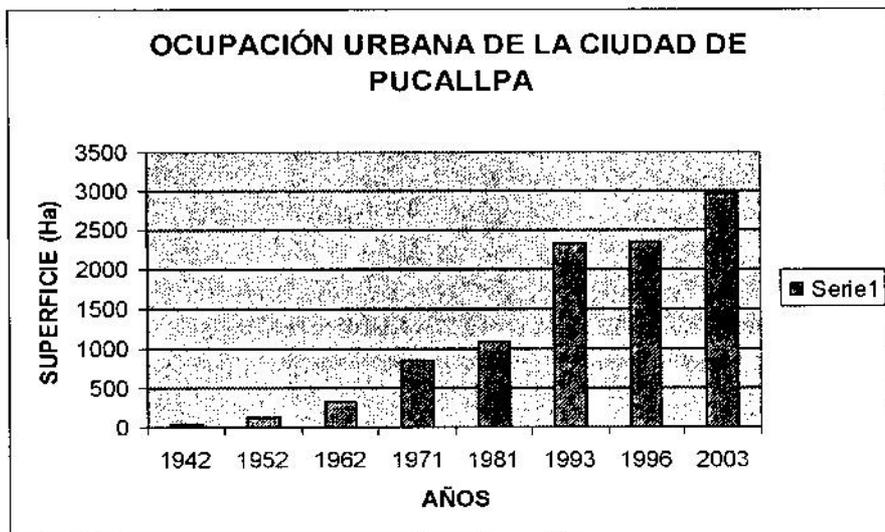


CUADRO 3
CRECIMIENTO DE LA OCUPACIÓN URBANA DE LA CIUDAD DE PUCALLPA

AÑOS	1942	1952	1962	1971	1981	1993	1996	2003
Área (Ha)	38.4	129	322	852	1090	2321.8	2351.8	2950

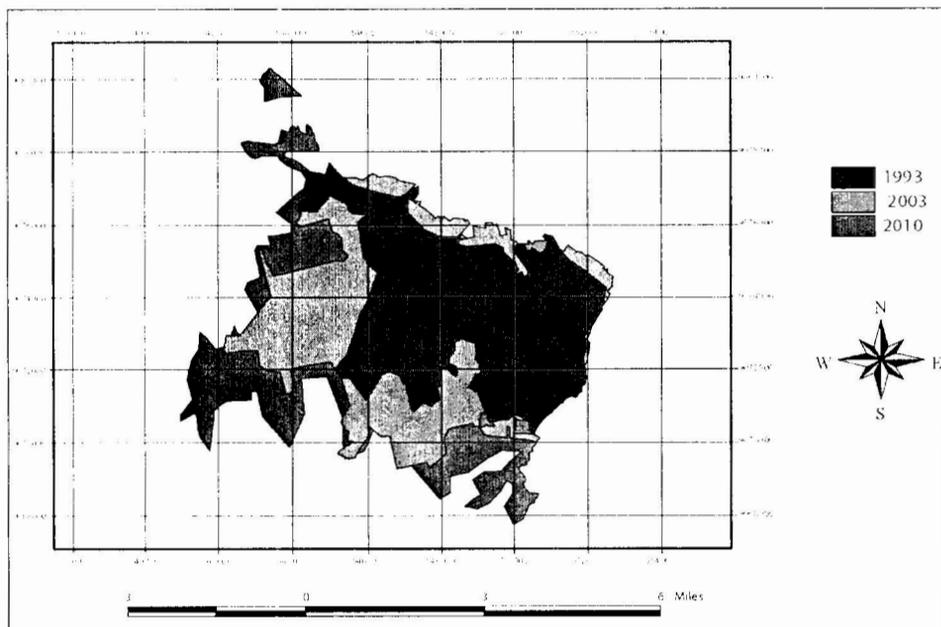
FUENTE: INADUR, 1999. y Proy. 2010.

GRÁFICO 2



FUENTE: Elaboración propia, 2010.

MAPA 1
EVOLUCIÓN URBANA DE PUCALLPA-YARINACOCCHA-MANANTAY



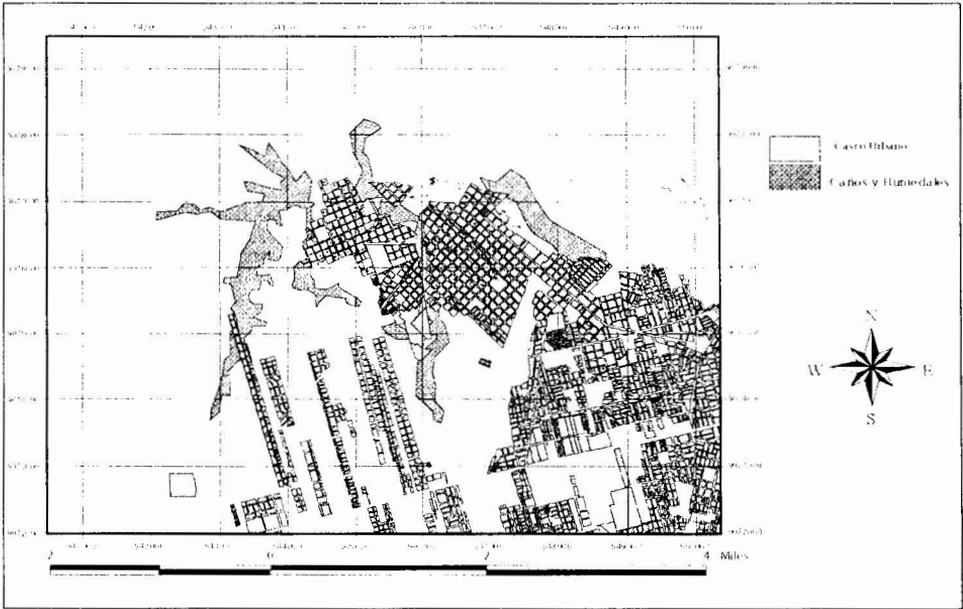
FUENTE: Elaboración propia, 2010. Observamos que los mapas temáticos de ocupación urbana de los años 1993, 2003 y 2007, crecen en sentido Suroeste, Noroeste y Noreste.

FOTOS 1 Y 2



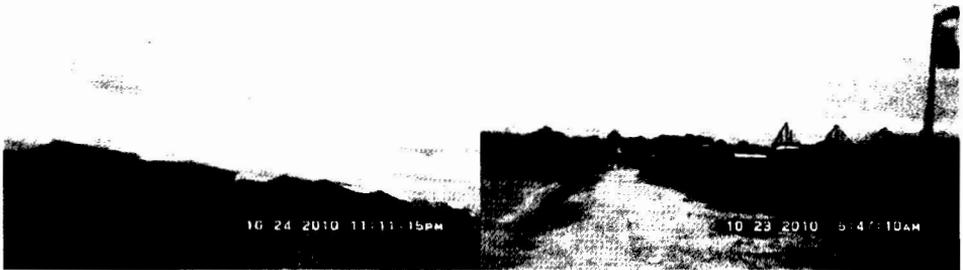
FUENTE: Trabajo de campo 2010. Lobo Caño: observamos que el crecimiento del casco urbano marginal viene cubriendo el caño ocasionando la vulnerabilidad de los asentamientos y el impacto ambiental.

MAPA 2
INTEGRACIÓN DEL CASCO URBANO



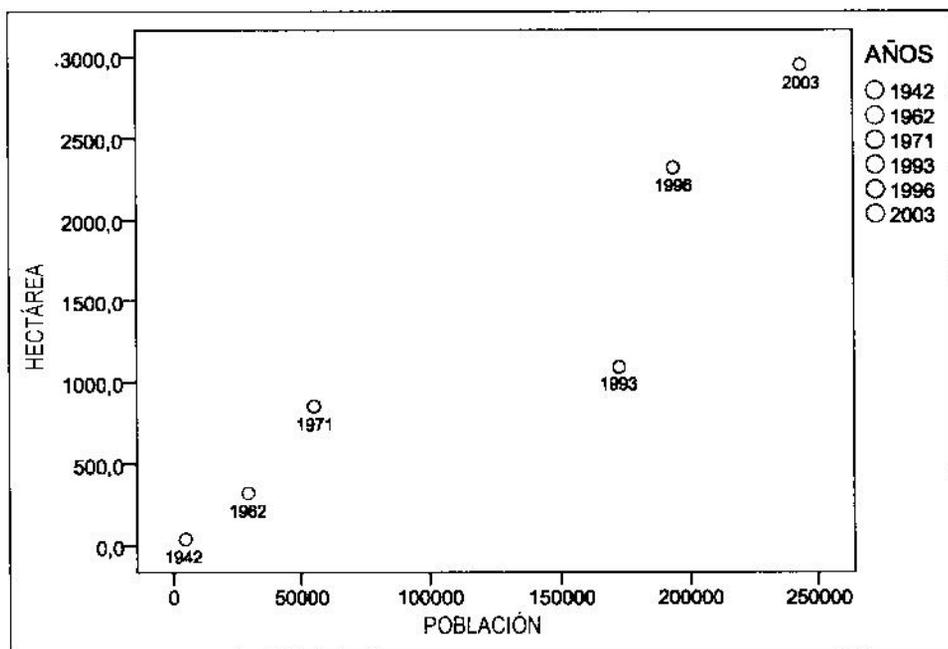
FUENTE: Trabajo de campo 2010. Yarinacocha. Se observa que el plano de la ciudad de Pucallpa es corto, las áreas naturales como son los caños y los humedales.

FOTOS 3 Y 4



FUENTE: Trabajo de campo 2010. Yarinacocha. Crecimiento de las invasiones por efecto de las migraciones: áreas urbanas que carecen de los servicios básicos como el agua, desagüe, la luz, etc.

GRÁFICO 3
EXPANSIÓN URBANA VS CRECIMIENTO POBLACIONAL
PERÍODO 1942-2003



FUENTE: Censos INEI-INADUR - C.P. Pucallpa. Elaboración propia.

RESULTADOS

Como resultado de la metodología empleada se obtuvo lo siguiente:

- Los mapas temáticos y un banco de datos, donde la información generada se almacena en una base de datos que contiene la información geológica, geomorfológica y red hidrográfica local. Asimismo, los límites del casco urbano de 1993, 2003, 2010 y el plano urbano (ver Mapas 1 y 2).
- Los mapas temáticos se elaboraron a una escala de 1:100.000.
- Con la integración de los mapas temáticos de los límites urbanos de los diferentes años se obtuvo el mapa del crecimiento espacial de la ciudad (ver Mapa 1).
- La integración de los mapas temáticos: geológico, geomorfológico y el plano de urbano, generó un producto de mapas de peligros y de vulnerabilidad de los ambientes que podemos observar en las Fotos 1, 2 (Lobo Caño), 3 (Hoyada y Pacacocha) y 4 (Yarinacocha) (ver Mapa 2).
- Sobre el crecimiento urbano se aplicó la curva de correlación de Pearson, para ver si se está aplicando un plan urbano de desarrollo en la ciudad; también se relacionó la expansión urbana con la población (ver Gráfico 3).

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Tomando en consideración la integración del Mapa 2, de límites urbanos de 1993, con un área aproximada de 29.5 km², y para 2010 con 59.8 km², se tiene un incremento de 100%, lo cual significa que el crecimiento anual se da en una proporción de 5% de área; del mismo modo, la población en 1993 fue de 172 286 habitantes y en el 2007 de 268 735 habitantes, con un índice de crecimiento urbano anual de 3.2%; este crecimiento es consecuencia del aumento natural de la población y de la migración con saldo positivo de 0.1%. La expansión urbana de la ciudad se da en mayor proporción hacia el oeste, en dirección a la vía principal de la carretera Federico Basadre; sigue hacia el noroeste, por la vía principal de Yarinacocha; luego hacia el sur, en dirección a San Fernando; y al este, a la zona de La Hoyada, en el área de la laguna de Pacacocha, zona de bajial.

La integración de los mapas temáticos de geomorfología y el plano de la ciudad nos muestra los peligros de los asentamientos en las áreas de bajiales, caños y humedales. El área de la ciudad de Pucallpa ha crecido sustituyendo sistemáticamente superficies rurales, naturales y seminaturales —entre ellas los humedales, bajiales, caños—, por coberturas y usos del suelo urbano. Además, se ha observado un importante proceso de fragmentación de las áreas de alta calidad ambiental del paisaje, localizadas al interior y alrededor de los humedales. Se distinguen dos etapas en el proceso de reemplazo de la superficie de humedales y los caños: primero, son sustituidas mayoritariamente por coberturas vegetales llamado purmas, luego son transformadas en usos de suelo urbano.

El Gráfico 3, de la curva de correlación, muestra un crecimiento positivo; pero no hay una relación uniforme entre las variables debido a la carencia de una planificación urbana.

CONCLUSIONES

- Mediante este trabajo de investigación se demuestra dramáticamente la nula consideración de los paisajes naturales más valiosos en una ciudad que no ha logrado comprender la vocación y capacidad de acogida de su territorio ni los servicios ambientales que este le oferta, para conseguir una mayor calidad de vida para sus habitantes.
- Un paisaje topográficamente llano con lomadas, drenes y humedales, correspondiente a la selva baja —controlado por la compleja red de drenaje constituida por los ríos Ucayali y Manantay, lagos como Yarinacocha y Pacacocha, y caños y humedales—, requiere un diseño y gestión territorial adecuado que tenga en consideración las geoformas del relieve para integrar las principales articuladores espaciales y ambientales de la ciudad.

- El crecimiento y la expansión urbana deben estar guiados por un plan de desarrollo urbano de la ciudad, con la finalidad de localizar los asentamientos urbanos adecuadamente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOSQUE SENDRA, J.; GARCÍA, R. (1999). Asignación óptima de usos del suelo mediante generación de parcelas por medio de SIG y técnicas de evaluación multicriterio. *VII Conferencia Iberoamericana sobre Sistemas de Información Geográfica*. Mérida, Venezuela.
- INADUR (1999). *Propuesta para la Gestión de la Inversión Social-ciudad de Pucallpa. Proyecto de Formulación de Presupuesto 1999*.
- MCCIANATHAN, Marcos y Susan ELSHAW-THRALL (1995). Noventa años de crecimiento urbano según lo descrito con SIG: una geografía histórica. *Geo Sistemas de Información*, volumen 5, número 4.
- MEZA ARQUÍNIGO, Carlos (2006). *Modelamiento SIG para identificar los cambios del río Ucayali y su influencia ambiental. Caso Pucallpa*. Lima.
- POLO, O. (2006). *La Estación Meteorológica Climática UNU*.
- PUYOL, R.; ESTÉBANEZ, J. y MÉNDEZ, R. (1995). *Geografía humana*. Barcelona: Editorial Ariel.
- RODRÍGUEZ PASCUAL, Antonio (1993). *Qué es un SIG*. Buenos Aires: ETISIG CHACO.