

Geotecnología en el Pantanal del Paraguay: estado del arte; proyectos en desarrollo y perspectivas futuras

Sergio Mauriño Burgos Sosa

Instituto Paraguayo de Protección Ambiental - IPPA
César Sánchez 431
2689 – San Lorenzo, Paraguay
ippa@highway.com.py
www.ippa.org.py

Resumen. El uso de herramientas geotecnológicas en los Humedales del Paraguay es nuevo, pero se han incrementado desde el año 2000 a causa de proyectos realizados en estos ecosistemas, como ser, la construcción de carreteras nacionales, la expansión del arroz de riego, y la expansión urbana, entre otros, los cuales causaron preocupación de organizaciones de la sociedad civil respecto a la degradación de humedales. En el siglo pasado se han utilizado imágenes de baja y media resolución (Landsat) y Sistemas de Información Geográfica utilizando principalmente el software ARC/INFO, que permitieron generar datos e informaciones de baja y media escala, como las utilizadas para la construcción de grandes represas hidroeléctricas (Itaipu y Yacyreta), sin embargo, existe una gran necesidad de contar con imágenes de alta resolución (IKONOS) para realizar trabajos detallados que puedan contribuir con el uso racional de estos ecosistemas y promover el desarrollo sostenible de las poblaciones que viven en los mismos. Varios trabajos y estudios realizados recientemente en diversos humedales utilizaron técnicas de procesamiento digital de imágenes con el programa ERDAS Imagine y elaboración de mapas temáticos con el programa Arc/View. Actualmente no existen proyectos en desarrollo en el Paraguay, lo que se debe, probablemente a la situación política del país, sin embargo las perspectivas de expansión de la geotecnología a corto, mediano y largo plazo en el Paraguay, son alentadoras.

Palavras-clave: Geoprocesamiento, sensores remotos, sistemas de información geográfica, pantanal, humedales, impactos ambientales.

Abstract. The use of geotechnology tools on the wetlands of Paraguay is new, but it has been increasing since 2000 caused by projects that covers these ecosystems, like national road construction, the expansion of rice and urban areas, which alert civil organizations respect wetlands degradation. At the last has been used low and medium resolution images (Landsat) and Geographical Information Systems using the Arc/info software, which avoid the generation of data and informations of low and medium scales, like those used for the construction of big hidroelectrical dams (Itaipu and Yacyreta), however, it is urgent to access to high resolution images (Ikonos) for details works, in order to contribute with the wise use of these ecosystems and to promote the sustainable development of their inhabitants. Some works has been done on different wetlands using digital processing techniques with the Erdas software, producing thematic maps with the Arc/view software. Actually does not exist proyectos thas is goin on, probable becouse political situation of Paraguay, however future perspectives for the expansion of geotechnologies in short, medium and long time in Paraguay are encouraged.

Key-words: Geoprocessing, remote sensing, geographical information system, wetlands, environmental assesment.

1- Introducción

El uso de imágenes de sensores remotos y técnicas de geoprocésamiento se han utilizado en el Paraguay desde fines de la década de los años 70, principalmente en la planificación y construcción de las represas hidroeléctricas binacionales de Itaipu y Yacyreta, siendo las primeras imágenes utilizadas las del satélite Landsat con resolución de 80 metros y sistemas de información geográfica como el ARC/info.

En los años 80 y 90 del siglo pasado, gracias al mejoramiento de la capacidad de resolución espacial de los satélites Landsat y Spot, se han realizado varios trabajos de relevamiento de los recursos naturales a escalas de reconocimiento, como los mapas de deforestación de la Región Oriental del Paraguay (Huespe y otros, 1994), el Mapa de vegetación del Chaco Paraguayo (UNA, 1991), los mapas de suelos, geología y vegetación del Chaco Paraguayo (Paraguay, 1998), y los mapas de suelos, capacidad de uso, vegetación y ordenamiento territorial del proyecto de racionalización del uso de la tierra para la Región Oriental (López y otros, 1995), todos en escala 1:500.000, siendo la técnica más utilizada la de interpretación visual de imágenes impresas en papel de diversas escalas.

Estos trabajos han permitido obtener información de gran valor sobre la dinámica del uso de la tierra y las consecuencias ambientales importantes como la deforestación, el crecimiento urbano y la contaminación de cursos hídricos, dando a conocer a la sociedad mediante los mapas publicados, el grado de degradación ambiental existente en diversas regiones del país, permitiendo crear una mayor sensibilidad de los diferentes sectores sociales hacia la protección ambiental.

2. Objetivo

El objetivo de este trabajo es dar a conocer el proceso de avance del estado del arte de las geotecnologías en el Paraguay en los últimos 30 años, mostrando las consecuencias positivas del uso de las mismas para la gestión, manejo y conservación ambiental.

3. Material e Métodos

Los materiales para esta monografía constituyen las diferentes publicaciones y proyectos que utilizaron imágenes de satélite y técnicas de geoprocésamiento en los últimos 25 años.

Inicialmente se procedió a localizar y recabar informaciones relacionadas con el objetivo propuesto, juntando las publicaciones de los proyectos realizados, mapas publicados en diferentes escalas, libros e investigaciones, entre otros, los cuales fueron revisados y analizados para establecer el grado de profundidad y precisión de las informaciones que los mismos presentan, cuales técnicas de geoprocésamiento fueron utilizados y el tipo de imágenes de satélite utilizadas, así como la utilidad de los resultados de dichos trabajos para la gestión de la protección ambiental.

Posteriormente se procedió a redactar el informe presentando los resultados obtenidos por dichos proyectos, estableciendo el grado de contribución de los mismos para el mejoramiento del estado del arte del geoprocésamiento a nivel país.

4. Resultados y Discusión

4.1. Estado del arte

El número de usuarios de geotecnologías es aún muy bajo en el Paraguay, aunque exista un público potencial importante en las universidades y otros sectores de la sociedad, tales como ONGs, consultores privados, educadores, estudiantes universitarios, profesionales de diversas áreas, gobiernos departamentales y municipales, que necesitan adquirir conocimientos y técnicas de geoprocésamiento a fin de planificar, documentar y publicar sus respectivas actividades y trabajos.

El factor más limitante para la expansión de los conocimientos lo constituye la capacitación de planificadores y técnicos de las diversas áreas de trabajo, como ser biólogos, ingenieros, arquitectos, agrónomos, etc., pues hasta la fecha existen muy pocas carreras que ofrecen cursos dentro de sus programas de estudios, así, existen cursos de Sensores Remotos en las Facultades de Ciencias Agrárias y de Ciencias Geográficas de la Universidad Nacional de Asunción (UNA), sin embargo, en otras carreras y universidades el tema de geoprocésamiento se trata en forma ocasional y como parte del programa de estudio de otras materias, como en las carreras de Ciencias Ambientales, Biología, Ingeniería, etc. Otros cursos que se realizan en forma periódica y frecuente los constituyen los cursos de Arc/view y AutoCad que se dictan en el Centro Nacional de Computación de la UNA.

También se han realizado algunos cursos extra curriculares para profesionales universitarios en forma muy esporádica, como las realizadas por el Ministerio de Agricultura y Ganadería en la década pasada y por la Cooperación Horizontal Argentina con profesores de la Universidad de Luján realizadas en tres oportunidades.

En cuanto a las técnicas de geoprocésamiento, la interpretación visual de fotos aéreas e imágenes de satélite, ya sea en forma impresas o directamente desde el monitor de la computadora sigue siendo la más utilizada, cuyos resultados son presentados en mapas elaborados con programas de AutoCad y Arc/view, pues el uso de técnicas de procesamiento digital de imágenes y de programas de computación para elaboración de mapas está limitado a algunos pocos profesionales más capacitados.

La aplicación de geotecnologías en los Humedales del Paraguay es aún ínfima, debido también a la escasez de investigación básica y aplicada para detectar la naturaleza de los objetos en dichos ecosistemas, siendo la escasez de investigación el segundo factor limitante para la expansión del uso de las geotecnologías en ambientes húmedos.

Una tercera limitación para ampliar el uso de la tecnología en ambientes húmedos lo constituye actualmente, el alto costo de las imágenes de satélite de alta resolución, como las

del Ikonos o del Quickbird, deficiencia que es en parte contornada utilizándose fotos aéreas verticales pancromáticas o en todo caso sobre vuelos con aviones de pequeño porte, que también adolecen de ciertas limitaciones, como la falta de cobertura total del país y el año en que fueron tomadas (última toma de fotos aéreas en 1994) para el caso de las aerofotos, y el alto costo para el caso de los sobre vuelos en aviones. También hay que considerar que los ambientes húmedos se caracterizan por un gran dinamismo temporal y que en la mayoría de los casos no pueden ser detectados por las aerofotos disponibles.

Muy pocos trabajos se realizaron en le década pasada utilizando clasificación digital, siendo una de ellas el estudio de los Humedales del Arroyo Hondo en el Sur del Paraguay (Ñeembucú), realizado en el Japón por técnicos japoneses de un proyecto destinado a recuperar áreas inundadas para usos agropecuarios (Jica, 1999).

Aunque algunos trabajos de investigación y levantamiento de recursos naturales de los humedales fueron realizados en los últimos años utilizándose técnicas de clasificación digital (**Figura 1**), como el estudio sobre la biodiversidad del Río Paraguay (Morales y otros, 2006), la Evaluación Ecológica Rápida del Parque Nacional Río Negro en el Pantanal Paraguayo, cerca de la trifrontera entre Paraguay, Brasil y Bolivia (Guyra Paraguay, 2003) y el monitoreo de la dinámica del Río Pilcomayo (Guyra Paraguay, 2005), se sigue utilizando la interpretación visual de imágenes en la mayoría de los mismos por ser una metodología más fácil de transferir y de ejecutar, así tenemos varios trabajos realizados por consultores particulares y el Diagnóstico Ambiental Participativo de la Cuenca del Arroyo Ñeembucú, realizado por IPPA en el Sur del Paraguay con base en imágenes de los satélites CBERS y Landsat (Burgos y otros, 2006).

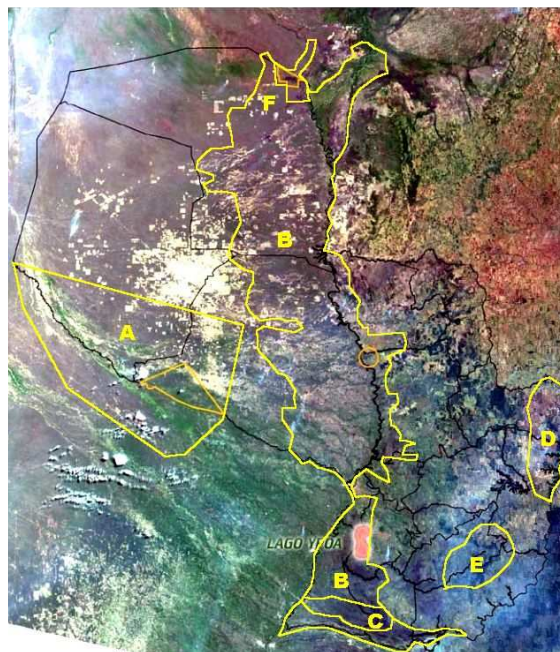


Figura 1: Proyectos con Geotecnologías en el Paraguay: A) Inundaciones del Río Pilcomayo; B) Biodiversidad del Río Paraguay; C) DAP de la Cuenca del Arroyo Ñeembucú; D) Represa de Itaipu; E) Cuenca Alta del Río Tebicuary; F) EER del Parque Nacional Río Negro.

4.2. Proyectos en desarrollo

En el Paraguay no existe actualmente ningún proyecto en desarrollo que utilice geotecnologías, pues la mayoría de los proyectos iniciados hacia comienzos de esta década

han concluidos, muchos de los cuales fueron publicados, mientras que la mayoría quedó en el anonimato por falta de publicación de los resultados.

Este lapso de tiempo sin proyectos en ejecución puede deberse a que el 2006 es un año de marcado tinte político, pues los gobiernos municipales deberán ser cambiados en este mes de noviembre y el gobierno nacional está en su última fase que culminará en el 2008, por otro lado, este período sin proyectos en ejecución, denota que existe un bajo grado de organización técnica en todos los niveles (universitario, profesional, consultoría, etc), pues los pocos profesionales que elaboran los proyectos son también los ejecutores de proyectos, y probablemente la mayoría de ellos estarían trabajando en la elaboración de nuevos proyectos que se ejecutarían en los próximos años, muchos de ellos con fondos de los nuevos gobiernos a ser establecidos, tanto a nivel municipal como a nivel nacional y departamental.

El problema de la publicación de resultados de proyectos ya culminados es seguramente un cuarto factor limitante para la expansión y desarrollo de la geotecnología en el Paraguay, estimándose que solo se publica 1/5 de los proyectos ejecutados, los cuales generalmente son de distribución restringida, no llegando a los sectores de usuarios potenciales de las mismas.

4.3. Perspectivas futuras

Las perspectivas de uso de la geotecnologías en humedales paraguayos podrían dividirse en tiempos de corto, mediano y largo plazo. A corto plazo, y en base a lo expuesto en este trabajo puede deducirse que existen aún limitaciones importantes que deberán ser contornadas para lograr expandir el uso de las mismas, sobre todo hacia los sectores sociales que tienen problemas de carácter urgente.

Así podemos citar el caso del urgente problema de la tierra y de la gestión ambiental del territorio para lograr un desarrollo sostenible principalmente en ecosistemas húmedos, donde no existe aún ninguna legislación que promueva el uso racional de los mismos.

Aún se están realizando urbanización en humedales sin ninguna planificación basada en criterios de sostenibilidad ambiental, responsabilidad que recae en los gobiernos municipales y donde el uso de las geotecnologías será de gran utilidad, necesitándose de proyectos de capacitación destinados a los futuros gobiernos municipales que asumirán en el 2007, de tal forma que los mismos legislen normas de uso racional de la tierra e implementen un sistema de reordenamiento territorial a nivel municipal. Muy pocos municipios cuentan con secretarios de agricultura y medio ambiente, así como de sistemas de trabajo informático, siendo por tanto un sector de gran potencial para la expansión del uso de geotecnologías en el Paraguay.

A nivel nacional también se requiere de leyes que impulsen el desarrollo sostenible de las áreas húmedas, principalmente en lo que se refiere a la construcción de carreteras, labor que corresponde al Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones del Gobierno Nacional, pues muchas carreteras se han construido sin tener en cuenta la dinámica de los humedales, afectando negativamente a los mismos y causando impactos ambientales negativos, tanto al sistema hidrológico como a otros componentes ecológicos como la fragmentación del hábitat para la fauna y la deforestación de importantes bosques ribereños considerados de preservación permanente por la Ley Forestal Nº 422/77.

La creación de un Sistema Nacional de Ordenamiento Ambiental del Territorio del Paraguay es otra asignatura pendiente y que de ser legislada promoverá la utilización de las geotecnologías en todo el país, tanto a nivel nacional, como departamental y municipal, ayudando a la conservación ambiental y al desarrollo sostenible en todos los ecosistemas del país. Otra ley que promoverá el uso de geotecnologías a corto plazo en la Región Oriental del

Paraguay lo constituye la promulgada recientemente y que se refiere al canje de deuda externa por naturaleza, la cual se encuentra en estado de organización de la comisión directiva y que entrará a regir a partir del año 2007 con proyectos ambientales que deberán ser implementados en varios territorios que se encuentran bajo cierto grado de protección ambiental y donde existen importantes humedales como ser el caso de los Humedales de la Cuenca Alta del Río Tebicuary y los Humedales del Bosque Atlántico del Alto Paraná (BAAPA).

Otra perspectiva alentadora lo constituye la Ley de Aguas que actualmente se encuentra en estudio en el Congreso Nacional y que de ser aprobada podrá repercutir favorablemente para expandir el uso de las geotecnologías a los ambientes húmedos, como cuencas hidrográficas, humedales, acuíferos y otros.

A mediano plazo, las perspectivas son más alentadoras desde varios puntos de vista, ya sean de orden técnico, económico, social o ambiental. Del punto de vista técnico se tendrán a disposición una mayor variedad de programas informáticos (software) para el tratamiento digital de imágenes y elaboración de mapas, así como de una mayor accesibilidad a imágenes de baja y media resolución (Modis, Landsat, CBERS, SAC-C), no obstante, se hará más necesario lograr bajar el costo de las imágenes de alta resolución (Ikonos, etc) a fin de que los trabajos que ejecuten puedan ser de mejor calidad para brindar información más nítida y de mayor precisión para el manejo de los humedales a nivel municipal y local, los cuales necesitan de mapas en escalas de mayor detalle ($< 1:25.000$).

La limitación más grave en lo técnico seguirá siendo la capacitación y formación de usuarios que puedan procesar los datos de imágenes, representando el mismo una oportunidad empresarial para los actuales profesionales ya capacitados y para los centros de educación en todos los niveles, principalmente el nivel universitario y de la enseñanza secundaria.

Del punto de vista económico también hay perspectivas alentadoras, ya que los costos de materiales informáticos, programas de procesamiento digital e imágenes de satélite seguirán con una tendencia a bajar, mientras que los resultados a obtener con los trabajos en el futuro tendrán mayores beneficios para todos los sectores involucrados, quedando como resultado económico un mayor margen de ingresos para los profesionales del área, que actualmente perciben muy por debajo de lo que realmente deben percibir en materia de salario por el trabajo realizado de geoprocesamiento, elaboración de mapas y publicación de los resultados.

Del punto de vista social y ambiental, las perspectivas de expansión del uso de la geotecnología en ambientes húmedos es más que alentadora, pues los problemas de degradación del agua y de los humedales irán en franco aumento, requiriéndose cada vez más de datos, informaciones y proyectos que mejoren el uso de los recursos naturales en todos los niveles de gestión y en todo el territorio nacional

Por último, a largo plazo, se podría deducir de las tendencias a corto y mediano plazo que también habrá una perspectiva alentadora para el uso de las geotecnologías, tanto en sentido general en todos los ámbitos y niveles, como en especial a la aplicación de las mismas para utilizar, manejar y conservar uno de los ecosistemas de mayor importancia para la salud ambiental de todos los habitantes del Paraguay.

5. Conclusión

El uso de las geotecnologías en los humedales paraguayos ha ido en aumento desde las décadas del siglo pasado, utilizándose imágenes de baja y media resolución con técnicas de procesamiento visual y generación de mapas en formato digital o papel utilizando programas como el ARC/View.

Aunque las perspectivas de mejorar el uso de geotecnologías a corto plazo para el desarrollo de los humedales son alentadoras existen varias limitaciones que deberán ser contornadas para permitir el crecimiento de este campo del conocimiento y llegar a una mayor cantidad de usuarios potenciales. Así, la primera limitación lo constituye la escasez de capacitación de profesionales en todos los niveles (profesional, universitario y técnico); la segunda mayor limitación lo constituye la escasez de investigación básica y aplicada en ambientes húmedos; la tercera limitación es el alto costo de las imágenes de alta resolución espacial y la cuarta limitación la deficiente difusión de los resultados ya obtenidos con los trabajos realizados hasta el momento, principalmente mapas y otras publicaciones como libros, afiches, trípticos, programas radiales y televisivos.

Las perspectivas futuras del uso de la geotecnología en los humedales paraguayos son alentadoras tanto a corto, mediano y largo plazo. A corto plazo existen algunas oportunidades emergentes que podrán ser aprovechadas si se contornan las limitaciones ya mencionadas, mientras que a mediano plazo existen condiciones técnicas, económicas, sociales y ambientales que vislumbran un panorama mucho más alentador, al igual que a largo plazo, toda vez que dicha tendencia a corto y mediano plazo se concreten.

6. Agradecimientos

A todos los organizadores de Geopantanal por la oportunidad de presentar este trabajo en plenaria, y en especial a la Dra. Tania Sausen, quien siempre ha alentado el progreso profesional de todas las personas que la conocieron y pasaron por el INPE.

A Guyra Paraguay y al Lic. Oscar Rodas, por los datos publicados por esa ONG.

A Silvia Burgos Manchini por su ayuda para confeccionar el Mapa del Paraguay con ubicación de los proyectos realizados en ecosistemas húmedos.

7. Referências

Burgos, S.M.; Garcete, B.; Galeano, C.; Gómez, E.; Gómez, D.; Mandelburguer, D.; Mereles, F.; Pedrozo, C.; Rodas, O. Proyecto Diagnóstico Ambiental Participativo de la Cuenca del Arroyo Ñeembucú, Paraguay. San Lorenzo, IPPA/Convención Ramsar/SEAM/USADS/USFWLS. 60 p. 2006.

Guyra Paraguay. Evaluación Ecológica Rápida del Parque Nacional Río Negro. Asunción, Base de Datos, Inédito. 2003.

Guyra Paraguay. Monitoreo del avance del Río Pilcomayo. In: 1º Foro de estudiantes de Biología del Mercosur. Anales.. Itabo, 2005

Huespe, H.; Spinzi, L.; Curiel, M.V.; Burgos, S. M. Uso de la tierra en 1991 y avance de la deforestación entre 1984 y 1991: Región Oriental del Paraguay. San Lorenzo, UNA/FIA/CIF, 32 p. 2000.

JICA. Servicio de análisis de imágenes de satélite. Asunción, Proyecto DERMASUR/MAG/JICA. 40 p. 1993.

López Gorostiaga, O.; González Erico, E.; Llamas, P.A. de; Molinas, A.; Franco, E.; García, S.; Ríos, E. Mapa de reconocimiento de suelos de la Región Oriental. Escala 1:500.000, color. Asunción. 1995.

Morales, C.; Yanosky, A.; Luna, L.; Cabrera, E.; Centrón, S. Biodiversidad del Río Paraguay. Asunción, Asociación Guyra Paraguay/Transbarge Navegación. 122 p. 2006.

Paraguay. Proyecto Sistema Ambiental del Chaco: Inventario, evaluación y recomendaciones para la protección de los espacios naturales de la Región Occidental. Asunción. MAG/BGR. s. p. 1998.

UNA Mapa de vegetación y uso de la tierra: Región Occidental. Escala 1:500.000, color. San Lorenzo. 1991.