

DETERMINACIÓN DE INDICADORES DE CONSERVACIÓN PARA EL MANEJO FORESTAL MEDIANTE SIG

CONSERVATION INDEX FOR FOREST MANAGEMENT WITH GIS MODELLING

Hugo Raúl Zerda¹
Erwin Matías Bartel²
Claudio Maletti³

1. Dr. en cs. forestales. Instituto de Silvicultura y Manejo de Bosques, Fac. Cs. Ftales, UNSE. Av. Belgrano (sur) 1912, CP 4200 Santiago del Estero. Email: hzerda@unse.edu.ar
2. Estudiante Lic. Ecología, Fac. Cs. Ftales, UNSE. Email: matiasbartel@yahoo.com.ar
3. Técnico forestal, Danzer S.A., Posadas, Misiones. Email: cmaletti@arnet.com.ar

SUMMARY

The Geographic Information Systems is widely used in the forest science, from the mapping of individual trees positions in inventory plots, for mapping forest stands to the production of database of great forest areas. This paper provide structural indexes based on the drainage network and stand areas, basic data for GIS modeling, in order to operating and characterizing the forest stands with simple variables, a way for the conservative forest planning and management.

Key words: drainage network, conservation index, GIS mapping.

RESUMEN

En presente trabajo tiene como objetivo mostrar una aplicación de los Sistemas de Información Geográficas (SIG) para la generación de información, el análisis y modelado del territorio en el campo de las ciencias forestales. Se estudió un área con forestaciones de diversas especies, al sur de la Provincia de Misiones. Mediante la digitalización de la red de drenajes, utilizando como base de información una fotografía digital de 4 m x 4 m de resolución espacial. Mediante un SIG, se generaron capas temáticas sobre variables del terreno, se consideró la red de drenaje y sus zonas adyacentes, que conforman áreas de protección de la vegetación nativa según la legislación local y, los límites de los lotes de estudio. Se calcularon diversos parámetros cuantitativos de los drenajes, longitudes, áreas de influencia y a su categorización mediante la edición de tales atributos, como así también a cruzar esta información con los mapas de lotes forestales. Operando los atributos citados, se obtuvieron diversos índices basados en características del relieve (red de drenaje) para todos los lotes considerados. Los modelos cartográficos permitieron clasificar los distintos sectores investigados, basados en índices cuantitativos, que representan aspectos potencialmente útiles para la conservación y el manejo. Se discuten las ventajas y desventajas de cada índice, dejando abierta la posibilidad de utilización de los índices para diversos casos de aplicación, según el tipo de terreno y ubicación de los lotes dentro de un determinado paisaje. Esta aplicación muestra su utilidad en el campo práctico de las ciencias forestales y ambientales, y permite mostrar a los procedimientos SIG, como una futura herramienta de uso común y casi obligado en la evaluación, planificación y manejo forestal en zonas de similares características a la citada.

Palabras clave: red de drenaje, índices, conservación, manejo forestal, SIG.

INTRODUCCIÓN

Las tecnologías informáticas tienen influencia creciente en la sociedad actual y no deja de hacer sentir sus efectos en todas las ciencias. Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) conforman no solamente una herramienta eficaz para el manejo de geoinformación, sino que permiten la aplicación de diversos procedimientos para el análisis de datos espaciales, pudiendo ser aplicados a múltiples áreas del conocimiento.

Varios autores definen a los SIG, desde sus inicios en los años 60 a la actualidad, encontrándose palabras claves comunes entre estas definiciones, como ser: *herramienta gerencial, administrar, organizar, procesar geinformación*, todo ello para *resolver problemas concretos*.

Mediante los SIG, puede percibirse el territorio según los conceptos “multi”, a saber:

- multitemático: una misma área contiene varias capas de información, p.ej. suelos, drenaje, vegetación),
- multitemporal (una misma área registrada en períodos diferentes),
- multiresolución (una misma área puede “verse” según distintos grados de detalle),

mediante lo cual se puede sintetizar la información territorial y modelar procesos ambientales complejos; visualizando sus resultados mediante mapas, tablas y estadísticas variadas, en temas diversos como en la predicción de pérdidas de suelo en áreas agrícolas (Van Dijk et al. ,1999), en la predicción de inundaciones mediante simulaciones en SIG (Boomgaard ,1999), ó en la caracterización de la distribución espacial de áreas quemadas en el Chaco mediante SIG (Zerda 1998) y, hasta en la zonificación del territorio según la insolación del territorio en las diversas estaciones mediante modelos digitales del terreno (Felicísimo 1994), entre otras.

No solo desde las ciencias ambientales, sino también desde la perspectiva general de la población, un problema preocupante es el impacto que el hombre genera en el ambiente a través de sus actividades. Cuantificar estos procesos de usos, cambios y alteraciones, poder evaluarlos y compararlos es una actividad posible de realizar mediante los SIG.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio se encuentra localizada en el sur de la provincia de Misiones, en la región denominada de los campos. El paisaje cuenta como vegetación nativa dominante a los pastizales, con selva de galería sobre los cauces más importantes, en el marco de un terreno suavemente ondulado. El clima es subtropical húmedo sin períodos secos. Las precipitaciones anuales están en el orden de los 1700 mm, con una temperatura media anual de 20° C.

Se estudiaron los lotes pertenecientes a la empresa DANZER Forestaciones S.A., la cual realiza actividades forestales y ganaderas, estas últimas en segundo orden de importancia. La actividad de plantación se centra en especies latifoliadas exóticas, algunas de ellas en carácter de novedad para la región, caso de la Grevilea (*Grevillea robusta*). Los pinos originales de anteriores propietarios tienden a desaparecer de escena en los próximos años, los que van siendo reemplazados por especies latifoliadas.

La base planimétrica para la captura de geodatos fue una fotografía aérea en escala original de 1:75.000, correspondiente al Instituto Geográfico Militar (IGM 7C-406-1493-92-702) del año 1992. Este material se digitalizó y posteriormente fueron realizadas correcciones geométricas mediante puntos de control terrestre obtenidos con GPS, al momento de realizar

las mediciones sin el efecto de la disponibilidad selectiva (SA)¹. Para el producto final, una fotografía aérea digital georeferenciada, fue establecida una resolución espacial de 4 m x 4 m.

Sobre esta base planimétrica se superpusieron los linderos de los lotes provistos por Danzer S.A., al efecto de señalar la posición en el terreno de las diversas áreas de manejo. También se utilizaron mapas del IGM en escala 1:50.000, denominados POSADAS 2757-30-01, 2757-30-3 PARADA LEISS y 6239 ARROYO ITAMBÉ, con curvas de nivel cada 5 m, como guías para la delineación de los cauces más importantes de la red de drenajes y para la definición de su toponimia.

Mediante los SIG ArcView e Idrisi, se realizaron las correcciones geométricas, la digitalización en pantalla de los drenajes y su correspondiente codificación. Posteriormente y mediante operadores de distancias, se generaron las áreas de protección. Los valores de longitudes y superficies se obtuvieron mediante la intersección de las capas de información y posterior operación entre los campos respectivos de las tablas de atributos de los mapas vectoriales. Es importante citar la buena complementación de ambos SIG en lo referente a la importación de datos, lo que permite aprovechar sus capacidades en forma conjunta.

Para la región, la legislación prevé un área de protección de 50 m a ambos lados de los drenajes, por ello se ha utilizado la red de drenajes y este criterio para postular las superficies de conservación. Con ello, pueden definirse las variables principales para la clasificación de las unidades de manejo. Para la caracterización de los cursos de agua y los lotes se propusieron los siguientes índices:

Índice de Longitud de Drenajes (ILD): promedio del cociente entre la longitud de cada curso y la superficie en cada lote

$$ILD = \sum_i^n (L_{ij} / SL_j) / n$$

Índice de Área Protegida de Drenajes (IAPD): cociente entre la superficie de drenajes protegida por superficie en cada lote

$$IAPD = SDP_j \div SL_j$$

Índice de Orden de Drenaje (IOD): promedio de la longitud de cada curso por su orden respectivo en cada lote

$$IOD = \sum_i^n (L_{ij} \times O_{ij}) / n$$

con:

i = drenaje, j = número de lote, n = número de curso de agua por lote, L_i = Longitud del curso i, SL_j = Superficie del lote j, SDP_j = Superficie de drenaje protegida del lote j, O_{ij} = Orden del curso i en el lote j

Las áreas de influencia a la red de drenajes, representadas mediante distancias horizontales a esta, permitieron crear las superficies protegidas por ley. Mediante la intersección de esta capa con el mapa de lotes, se generaron los mapas de áreas de influencia para cada sector (lote).

Mediante la edición de la tabla de atributos de drenajes, se los clasificó según órdenes, para su posterior utilización en el esquema de clasificación propuesto por el Índice de Orden de Drenaje (IOD).

¹ Degradación de la señal de para el cálculo de coordenadas, establecida por los EEUU, actualmente fuera de actividad.

RESULTADOS

La base planimétrica, fuente de datos para la digitalización, fue obtenida del proceso de rectificación y georeferenciación. Por digitalización de la red de drenajes, y mediante el análisis de áreas de influencia se generaron las correspondientes capas de información y las respectivas composiciones cartográficas (Figura 1).

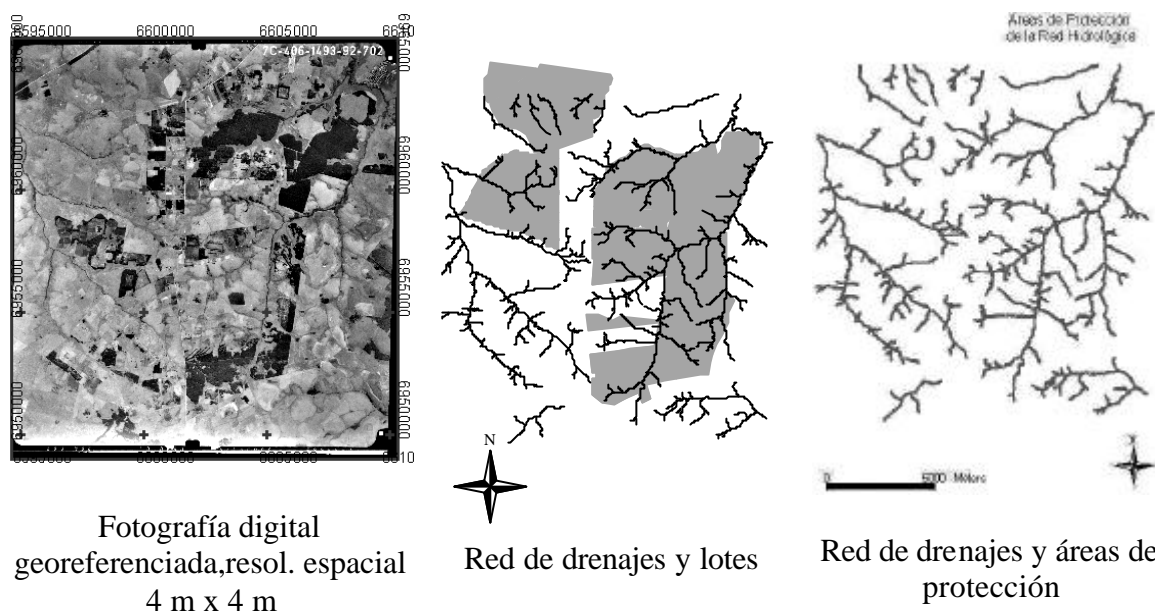


Figura 1. Geoinformación obtenida mediante el SIG.

La edición y cálculo de los atributos cuantitativos permitió generar las estadísticas básicas para generar los índices: longitudes de cada curso y orden respectivo. La operaciones a posteriori, muestran los índices ya citados y, el consiguiente ordenamiento jerárquico de los lotes según los índices utilizados (Tabla 1).

Tabla 1. Clasificación jerárquica de lotes según indicadores basados en variables de la estructura del paisaje.

<i>LOTE</i>	<i>ILD</i>	<i>IADP</i>	<i>IOD</i>	<i>Orden ILD</i>	<i>Orden IADP</i>	<i>Orden IOD</i>
<i>1</i>	<i>1.20</i>	<i>0.01</i>	<i>576</i>	<i>6</i>	<i>10</i>	<i>9</i>
<i>2</i>	<i>1.79</i>	<i>0.09</i>	<i>2710</i>	<i>4</i>	<i>6</i>	<i>6</i>
<i>3</i>	<i>2.10</i>	<i>0.12</i>	<i>7730</i>	<i>1</i>	<i>4</i>	<i>3</i>
<i>4</i>	<i>0.55</i>	<i>0.11</i>	<i>6548</i>	<i>9</i>	<i>5</i>	<i>4</i>
<i>5</i>	<i>0.45</i>	<i>0.07</i>	<i>9037</i>	<i>10</i>	<i>8</i>	<i>2</i>
<i>6</i>	<i>1.26</i>	<i>0.16</i>	<i>1721</i>	<i>5</i>	<i>1</i>	<i>8</i>
<i>7</i>	<i>1.02</i>	<i>0.15</i>	<i>10969</i>	<i>7</i>	<i>2</i>	<i>1</i>
<i>8</i>	<i>0.77</i>	<i>0.13</i>	<i>4014</i>	<i>8</i>	<i>3</i>	<i>5</i>
<i>9</i>	<i>1.86</i>	<i>0.04</i>	<i>266</i>	<i>3</i>	<i>9</i>	<i>10</i>
<i>10</i>	<i>1.93</i>	<i>0.08</i>	<i>2497</i>	<i>2</i>	<i>7</i>	<i>7</i>

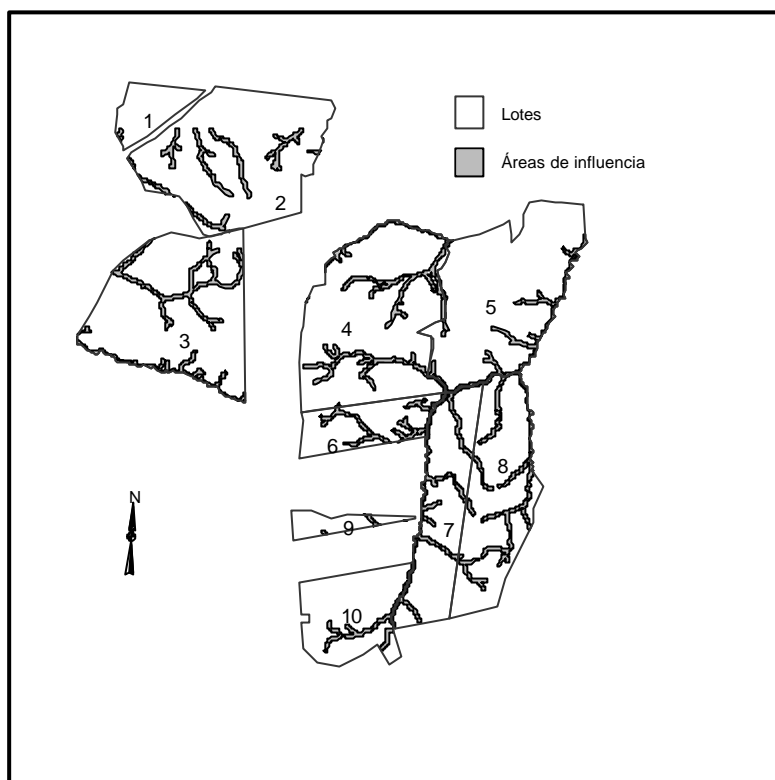


Figura 2. Distribución espacial las áreas de influencia los drenajes en cada lote.

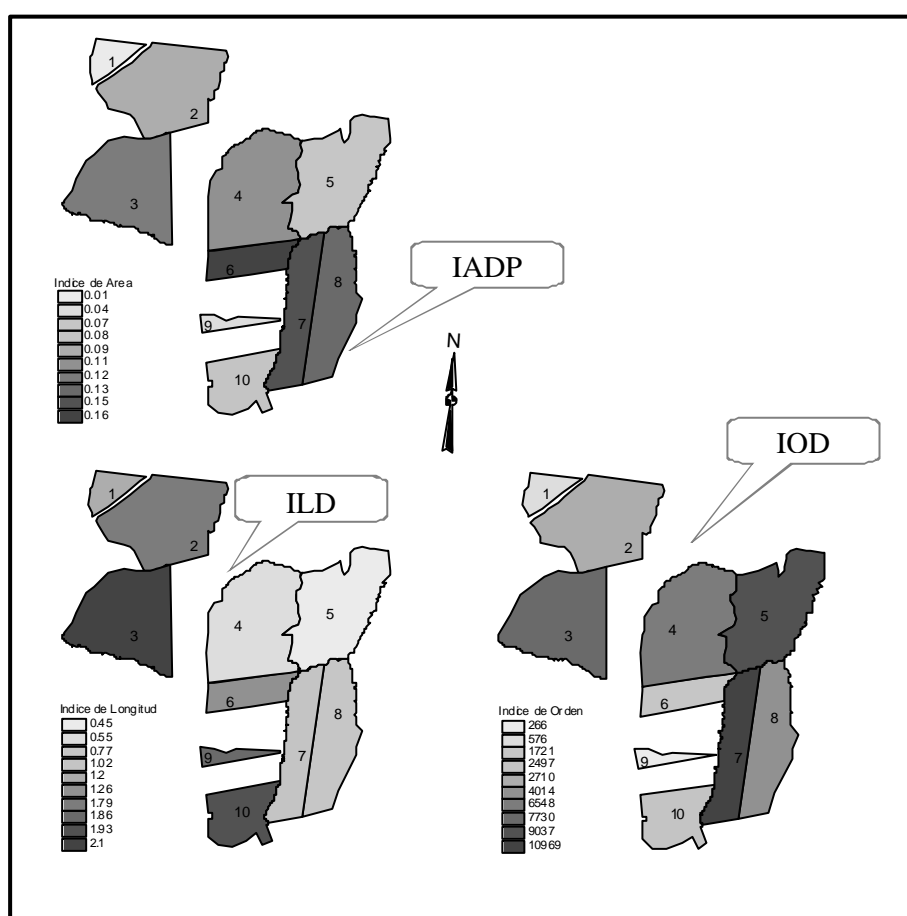


Figura 3. Distribución espacial de los diversos índices

CONCLUSIONES

Sobre los índices propuestos se observa que el Índice de Longitud de Drenajes (ILD), permite a lotes con órdenes menores, estar mejor ubicados jerárquicamente y por lo tanto mejor considerados respecto a su valor potencial de conservación.

En el caso del lote 4, de mayor longitud total de cauces, y área importante, se ubica en el 9° orden jerárquico, el IDL se muestra aquí poco sensible a estos casos.

Índice de Área Protegida de Drenajes (IAPD), solo se refiere al área de cada unidad considerara, el lote, sin indicaciones respecto a la importancia de los cauces, ni al área total estudiada. El Índice de Orden de Drenaje (IOD) adjudica mayor representatividad a los cauces de mayor orden, que se encuentran frecuentemente cubiertos con selva de galería, mientras que las áreas superiores de las cuencas se representan con valores bajos debido a los cauces de orden menor, como en el caso del Lote 6, con cauces de bajo orden y alto valor de área a proteger.

Las limitaciones que se observan derivan de la capacidad de percepción del intérprete para la generación de las capas de información correspondiente a la red de drenajes, lo que puede mejorarse a partir del estudio estereoscópico de pares fotográficos o modelos tiridemnsionales basados en modelos de elevación del terreno.

La inclusión de estos aspectos ambientales en la caracterización de áreas de conservación, facilitarían a las empresas la zonificación y la inclusión de variables referidas a la conservación de ambientes naturales en el manejo forestal, lo que apoyaría la obtención de la certificación de sus productos y su presentación empresarial en el marco de las actuales preocupaciones por el ambiente.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad Nacional de Santiago del Estero y a la empresa DANZER Forestaciones S.A, por el financiamiento y apoyo brindado para la realización del Proyecto CICyT-UNSE 23/B036 “El Geoprocesamiento para la Optimización y el Control Forestal”.

BIBLIOGRAFÍA

- BOOMGAARD, M.E. ET AL. (1999). Hydrological modelling of floods. En: GIS for Environmental Monitoring (Eds. HANS-PETER BÄHR AND THOMAS VÖGTLE), A. Schweizerbart, Stuttgart.
- FELICÍSIMO, A. M. (1994). Modelos digitales del terreno. Introducción y aplicaciones en las ciencias ambientales. Pentalfa Ed., Oviedo, España.
- VAN DIJK, M.J. ET AL. (1999). Erosion modelling. En: GIS for Environmental Monitoring (Eds. HANS-PETER BÄHR AND THOMAS VÖGTLE), A. Schweizerbart, Stuttgart.
- ZERDA, H.R. (1998): Monitoring der Vegetations- und Landnutzungsveränderungen durch Brandrodung und Übernutzung im Trocken-Chaco Argentinens mit Satellitenfernerkundung und GIS. Cuvillier Verlag Göttingen, Alemania.