

## COMUNICACIONES

### ROL E INSERCIÓN DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN LA ELABORACIÓN DE PLANES DE MANEJO FORESTALES

**Fernando O. Niella, Mr.Sc.**

#### Objetivos generales del artículo:

A) Definir y fundamentar las utilidades y servicios que los sistemas de información geográfica (GIS) representan para el sector forestal.

B) Ejemplificar situaciones de trabajo que conciernen a una empresa forestal y de que formas usando GIS, generamos niveles de información que ayuden en el proceso de toma de decisión.

#### A) FUNDAMENTO

Un plan de manejo forestal requiere de una base de datos que describan no solamente las condiciones físicas de los componentes del rodal en forma numérica/tabular sino también de mapas que describan y definan la locación geográfica de los rodales y sus componentes, esto es información geográfica. En este sentido, en los últimos 10 años se han desarrollado sistemas de información geográfica (GIS) con la capacidad de operar análisis complejos entre mapas, que se corresponden o están conectados con una base de datos estadística o numérica. Se puede entender entonces, bajo la definición de sistemas de información geográfica, a sistemas asistidos por computadoras con la habilidad de almacenar mapas en forma digital, conjuntamente con datos tabulares descriptivos de las características de los mismos, que permiten producir mapas acorde con los requerimientos del usuario, analizar relaciones complejas, elaborar y aplicar modelos y asistir en el proceso de toma de decisión. Las distintas aplicaciones de los sistemas de información geográfica en el sector forestal se pueden clasificar en dos grandes categorías (McKendry and Eastman): I) inventario de recursos y monitoreo; II) análisis, modelos y predicciones para ayuda en los procesos de toma de decisiones.

La primer categoría incluye la adquisición y manipulación de datos básicos para un inventario de recursos naturales como ser tipo de suelos,

topografía, caminos, hidrología, límites de cada unidad de manejo, composición y estructura del rodal. Una vez que esta base de datos es digitalizada de acuerdo al formato del sistema operativo que estamos usando (por medio de scanners, mesas digitalizadoras, etc), podemos generar información adecuada para distintos objetivos como ser mapas que muestren áreas con árboles en edad de corta, y otras características como localización de las fábricas receptoras de materia prima, zonas con pendientes pronunciadas, áreas ecológicamente sensitivas a ser intervenidas, modelos tridimensionales de relieve, delimitación de áreas con mayor riesgo de incendios, etc. Es esta fase en que la integración de sensores remotos (imágenes satelitales o fotos aéreas) con GIS es más que relevante. Particularmente la estructura de datos de origen satelital (pixels), permiten su ingreso a GIS en forma directa. Otro factor que se puede incluir en esta categoría, aunque los límites no son muy precisos, y bien podría incluirse en la segunda, incluye actividades como identificar, localizar y cuantificar áreas con condiciones climáticas y biofísica para la regeneración y/o plantación de determinadas especies forestales. También se puede incluir aquí sus funciones mas básicas como la de, almacenar, actualizar y desplegar en forma de mapas, tablas y gráficos las operaciones cotidianas que en forma diaria, se realizan en las distintas unidades de manejo (desmalezado, raleos, corta final, reposiciones, etc.)

La segunda categoría incluye todas las aplicaciones que un sistema GIS puede construir sobre la base de los estratos de información obtenidos en la primera categoría. Algunas de ellas incluyen modelos de manejo con el objetivo de proveer en forma continua y en un nivel óptimo, materia prima para la elaboración de pasta celulósica. Con frecuencia el sector forestal utiliza modelos de simulación para el objetivo mencionado (Por Ej.: FORPLAN, FORMAN, etc.) pero ignorando a menudo la locación y estructura geográfica de los bosques resultando insuficiente un análisis exhaustivo de las consecuencias y alternativas de cada tratamiento (raleos, corta final). GIS hace posible entonces, incorporar la componente espacial o geográfica en los modelos de simulación comúnmente usados en los planes de corta.

Lo expresado hasta aquí, se puede visualizar

en un modelo esquemático, donde se resumen las operaciones de GIS en cuatro etapas: Mediciones (measurement), Mapping (mapeo), Monitoreo (monitoreo), y Modelos (Modeling). Las interacciones posibles entre las distintas etapas es claramente indicada por las flechas. ESTOS SISTEMAS SE CONVIERTEN ASI, EN UNA HERRAMIENTA DE ANALISIS QUE TIENE APLICACION EN LA MAYORIA DE LAS FUNCIONES DEL AREA DE PLANEAMIENTO DE UNA EMPRESA FORESTAL TIPO.

#### **B) EJEMPLOS: SITUACIONES DE TRABAJO, PROBLEMAS Y RESOLUCION USANDO GIS.**

En planes de manejo forestales que contemplan superficie lo suficientemente grandes, es menester la aplicación de modelos que compatibilicen más de un objetivo por vez. Es importante mencionar aquí una experiencia reciente en el estado de Washington (noroeste de EEUU). En esta región la compañía maderera Weyerhaeuser posee una propiedad de 87.000 Has. de bosque naturales y se encuentra localizada en el medio de dos grandes reservas federales (GIS world, 1995). La propiedad, además de ser la principal fuente de madera comercial de la empresa, es parte del hábitat de una especie de lechuza (spotted owl) que fue declarada en amenaza de extinción por el servicio de vida silvestre de EE.UU. Con la necesidad de compatibilizar dos objetivos en principio contrapuestos, Weyerhaeuser elaboró usando la tecnología de GIS, un plan de manejo forestal que contempla la conservación del hábitat (HCP) de la especie. Usando modelos de crecimiento, producción y aprovechamiento de la masa boscosa, se simularon distintas condiciones del bosque en el espacio y en el tiempo para los próximos 50 años, lo que a su vez permitió visualizar los cambios posibles del hábitat de la especie en cuestión siguiendo distintas alternativas de manejo. Esto le permitió a la compañía elaborar un plan de manejo que contemple las normas elaboradas por el gobierno americano que protege a las especies en peligro de extinción. Si bien una voluminosa base de datos fue fundamental en este proyecto, la tecnología GIS demostró en este caso, ser una herramienta eficiente para generar información de forma que sea fácilmente entendible para el público en general y acercar de esa forma ideas que en un principio parecían antagónicas.

GIS ha demostrado efectividad en el manejo y prevención de incendios forestales. La base de datos necesaria, incluye varios estratos de información como ser: cubierta de combustible vegetal, espesura de copa, elevación, pendiente, exposición, caminos y sistema de transporte y tenencia de la tierra. Integrando modelos de comportamiento del fuego con la capacidad de análisis de GIS, se han generado con éxito la delimitación de áreas sensitivas y donde el control se debe ejercer con mayor rigurosidad, y ejercer

una mejor planificación de todas actividades de reestablecimiento posteriores a un incendio (Klock, Jordan and Gum, 1988). Continuando con la idea de ejemplificar algunas de las aplicaciones de GIS en la planificación y manejo de recursos forestales expondré seguidamente en forma mas detallada un caso, que aunque establezca modelos originalmente diseñados para ecosistemas distintos al nuestro, son susceptibles de ser modificados y diseñados para distintas condiciones iniciales y adaptarlos a resolución de problemas locales:

Uso de Sistemas de Información Geográfica para la Evaluación de Alternativas de Manejo en Ecosistemas Forestales de Misiones

#### **Introducción**

Ecosistemas forestales en el subtrópico, como es el caso en áreas típicas de la Provincia de Misiones, presentan la particularidad de ser altamente productivos y al mismo tiempo vulnerables a una rápida degradación de sus componentes. Es en este marco que, en forma creciente, las empresas ligadas al manejo de recurso naturales en nuestro medio se hallan o hallaran ante el gran desafío de compatibilizar objetivos a veces contrapuestos, como por Ej.:

I) Mantener o aumentar la capacidad productiva y utilidades del sitio forestal;

II) Desarrollar actividades productivas en un marco de cumplimiento de restricciones impuestas por las normas de impacto ambiental, que si bien aun no han tomado fuerza en nuestro medio, lo irán haciendo progresivamente.

Es importante entonces localizar y cuantificar áreas, que por sus características, requieren condiciones especiales de manejo para cumplir el objetivo arriba mencionado y elaborar planes de manejo alternativos para distintas condiciones iniciales. Compatibilizar distintos planes de manejo o decidir la mejor alternativa, representa una tarea suficientemente compleja cuando se trata de grandes extensiones de tierra. Corrientemente, la mayoría de los modelos creados para el manejo de recursos naturales, son diseñados para el manejo de la tierra con un objetivo por vez (E.g. ganadería). Sin embargo, y especialmente en el sector forestal, se ha reconocido desde hace tiempo el potencial de la tierra para el manejo (a veces conflictivo) con distintos objetivos dentro de una misma área.

La posibilidad de operar análisis complejos entre mapas y estratos de información facilita la tarea de integrar y combinar modelos individuales (submodelos) con distintos objetivos en un modelo de tipo múltiple. Como ejemplo, citaré en forma breve, la implementación de un modelo de manejo que integra los resultados derivados de un set de seis sub-modelos y que sigue de cerca la metodología desarrollada por Kevin Johnston en 1987 para una compañía maderera canadiense (Fraser Timber Company, New Brunswick - Canadá) usando un sistema GIS de estructura raster. Cada uno de

los submodelos esta dirigido hacia un objetivo específico de manejo de la tierra. El propósito de nuestro modelo principal será encontrar las áreas de mejor productividad maderera, pero al mismo tiempo, debemos considerar las alternativas de manejo para las mismas áreas (por ejemplo: vida silvestre o turismo y recreación), y de esa forma responder a la pregunta de cual es el uso mas productivo en cada área o sitio considerado o posibilidades de compatibilizar distintas opciones de manejo.

### Metodología

La base de datos necesaria incluye mapas de tipo de suelos, topografía, vegetación natural e implantada, caminos, ríos, áreas comúnmente afectadas por fuertes vientos, áreas de vida silvestre, industrias cercanas y ciudades o pueblos y estado de la vegetación (bosque maduro, regeneración, etc). Una base de datos como el mencionado (mapas digitalizados de los estratos arriba mencionados y correspondientes estadísticas en forma tabular), nos permitirá luego de su ingreso al sistema (GIS), manejo y análisis, desplegar los resultados en forma de mapas temáticos y tablas que conforman así modelos y submodelos de trabajo a implementar, en este caso, en planes de manejo forestales. Los sub-modelos a considerar en este caso incluirán: calidad visual del paisaje, ecología de la región, vegetación existente y potencial, control de incendio, producción y economía (aprovechamiento de la madera), control de la erosión de suelos, zonas afectada por vientos. Cada sub-modelo provee con un mapa que describe las áreas con mayor prioridad para la alternativa de manejo considerada. Si trabajamos con el submodelo de control de erosión se producirá un mapa que asignara los valores mayores a las áreas de menor pendiente y valores menores a las áreas donde la pendiente es mayor y por lo tanto los peligros de erosión se incrementan. Siguiendo el mismo procedimiento, el submodelo de control del fuego determina la potencialidad relativa de las áreas mas propicias a incendios. El submodelo de producción y economía identificará las áreas de mayor ganancia si el área es sometida a un programa exclusivo de aprovechamiento forestal. Cada uno de estos sub-modelos darán lugar a los mapas descriptivos que se usaran para elaborar el mapa que muestren las áreas optimas de aprovechamiento maderero. A su vez, cada mapa descriptivo dará lugar a un mapa prescriptivo que contará con un área mínima límite, por ejemplo en el modelo de vida silvestre (ecología de la región) podemos encontrar que una determinada especie animal necesita al menos 50 hectáreas para sobrevivir. Si en el mapa final obtenido luego de un proceso superposición y análisis, encontramos un área asignada menor que ese valor, sabremos que estaremos sacrificando el principio de subsistencia de esa especie.

### Conclusión

El administrador puede descubrir luego de operar el modelo central y combinar los mapas, que ciertas unidades de áreas han sido asignadas para dos objetivos distintos como ser vida silvestre y producción y economía. Si no interfiere con el principio de área mínima, el administrador tendrá que comparar los submodelos y decidir de acuerdo a la categorización que fue asignada en cada uno de ellos y definir si son compatibles o no. En definitiva, cada submodelo o mapa (con un número categórico para cada unidad de área) serán utilizados en un proceso de superposición y/o adición, para así producir un mapa final que describirá cuales son las áreas óptimas para cada objetivo, priorizando en este caso el aprovechamiento maderero.

Después de evaluar el mapa final el administrador puede decidir si operar el modelo bajo un nuevo criterio o prioridades y producir así un nuevo mapa final que puede ser comparado con el anterior. De esta forma se podrá analizar inmediatamente la forma en que los dos planes de manejo influirán el área en estudio y tomar una decisión mas acertada acerca de la estrategia a seguir para optimizar el uso de la tierra de acuerdo a las prioridades y múltiples objetivos propuestos.

### Referencias

- Johnston, Kevin M., 1987. Natural Resource Modeling in the Geographic Information System Environment. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Vol 53, No 10, October 1987, pp. 1411-1415
- Star J., and J. Estes. 1990. Geographic Information System: An Introduction. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey 07632.
- McKendry J. E. and J.R. Eastman. 1993. Application of GIS in Forestry: a Review. In Exploracion in Geografic Information Systems Technology. UNITAR/GRID.
- Herrington, L. and D.E. Korten. 1988. «A GIS based decision support system for forest management», In Accessing de World, Proceedings, GIS/LIS '88, Vol. 2, San Antonio, TX, November, 30 - December 2, 1988. ACSM, ASPR, AAG, URISA, 825-831.
- Klock G., L. Jordan, and P. Gum. A Forest Vegetation Inventory with Landsat Imagery for Use with Fire Management strategies. In Building Databases for Global Science. Proceedings for the first meeting of the International Geographical Union Global Databse Planning. Edited by Helen Mounsey and R. Tomlinson. ■