

# INFORMACIÓN, ANÁLISIS ESPACIAL Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA: UNA REVISIÓN DEL ESTADO ACTUAL EN EL SECTOR SILVOAGROPECUARIO CHILENO

Ing. Forestal Marcelo Miranda, Ing. MSc Walton Edwards  
Laboratorio de Ciencias de Información Geográfica - Universidad Mayor  
Camino La Pirámide 5750, Huechuraba, Santiago - Chile  
Teléfono: 56-2-243.9096, Fax: 56-2-243.9099  
E-mail: [mmir@email.umayor.cl](mailto:mmir@email.umayor.cl)  
[wedwards@cmet.net](mailto:wedwards@cmet.net)

## Resumen

En este documento, se hace un análisis del desarrollo que ha tenido la tecnología de Sistemas de Información Geográfica (SIG) durante los últimos 10 años, en función de la existencia de datos e información, el análisis, los equipos y programas computacionales y la capacitación profesional. Respeto a la existencia de datos se indica que existe una gran heterogeneidad con relación a las fuentes de información, formatos de almacenamiento e instituciones generadoras de estos. Uno de los grandes problemas actuales es la actualización y falta de declaración de los errores. Por parte de las instituciones generadoras. Frente al análisis espacial se observa un vacío frente al conocimiento de la estructura de los datos, destacando como mayor aplicación la cartografía automática. Se observan esfuerzos relacionados con la generación de sistemas de apoyo al manejo visual de los datos vía máscara de trabajo. Finalmente, la capacitación profesional, hoy dirigida a aspectos de manejo de equipos y programas, se deberá orientar a una capacitación de profesionales en áreas temáticas cada vez más específicas.

## Ciencias Silvoagropecuarias Y SIG

Las ciencias silvoagropecuarias se caracterizan por estudiar aquellos fenómenos asociados a elementos bióticos y abióticos terrestres que interactúan en forma directa con elementos sociales en función de satisfacer una demanda económica a través de un aprovechamiento sostenido de los recursos.

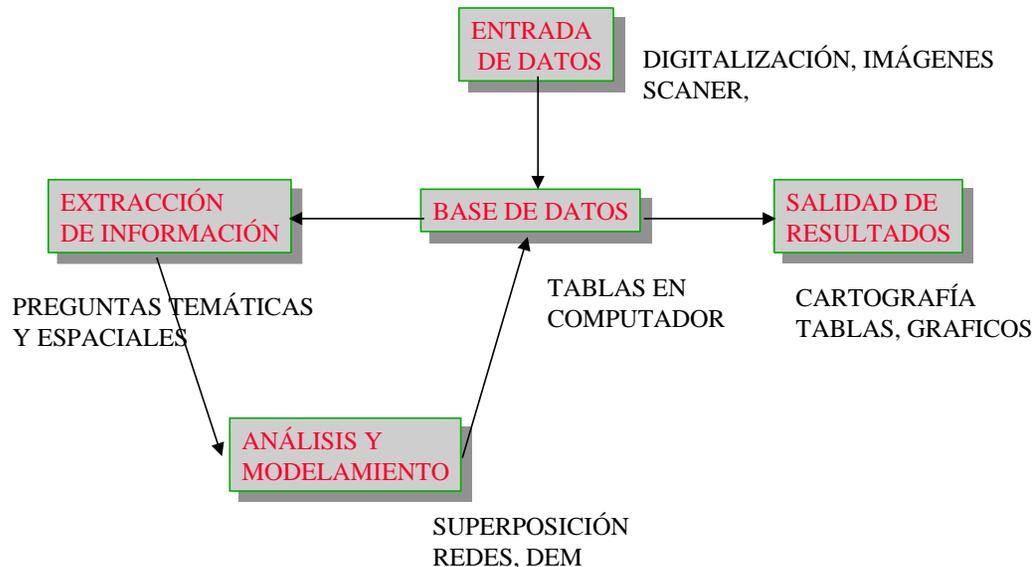
En este contexto, y en forma genérica, los Sistemas de Información Geográfica (junto a Teledetección y GPS) son una herramienta de apoyo a la toma de decisiones, ya que han demostrado que pueden integrar aspectos como:

- manejo de datos de múltiples disciplinas
- espacialidad, multiescala y multitemporalidad de los datos

Desde la integración de esta herramienta en los años 80 en el que hacer forestal, se ha utilizado el modelo clásico de SIG (Figura 1), que ha implicado adaptar las formas de trabajo de profesionales y técnicos con relación a:

- la colección e ingreso de datos
- el almacenamiento y administración de datos
- la extracción de datos
- el análisis, modelamiento y mantenimiento de datos
- y salidas a través de reportes y mapas

Figura 1: Modelo de Sistema de Información Geográfica



En la actualidad, los SIG implementados tanto en servicios del estado relacionados con el área silvoagropecuaria como en grandes empresas forestales han dado solución satisfactoria solo a los aspectos relacionados con el ingreso, almacenamiento y producción final de datos e información (bancos de datos y sistemas cartográficos digitales), observándose un gran vacío en el área de extracción y análisis espacial.

Esta situación, se presenta como crítica debido principalmente a que:

- Los SIG son concebidos como herramientas de apoyo a la toma de decisiones, por lo que en la actualidad no satisfacen las demandas de los usuarios especialmente profesionales. Esto genera una obsolescencia rápida de los sistemas por un freno a la inversión en nuevas tecnologías.
- En los países desarrollados, la preocupación en el análisis espacial parte en los años 80 teniendo una evolución paralela al desarrollo de programas computacionales. Este aspecto ha generado un abismo de conocimiento, atrasando en forma considerable el desarrollo de esta tecnología en nuestro país. Un ejemplo de esto, es la gran cantidad de rutinas de análisis que presentan los programas SIG en la actualidad, las que muchas veces resultan inaplicables debido a problemas de conocimiento teórico o existencia de datos adecuados para su implementación

- El análisis espacial está relacionado directamente con la toma de decisiones, aspecto fundamental que debe satisfacer un SIG.

## **Existencia de Datos e Información**

Un aspecto fundamental en el momento de decidir la utilización de tecnología SIG para la solución de un problema determinado es saber sobre la existencia de datos e información.

Aspectos como las coberturas o capas temáticas a utilizar, las escalas y formatos existentes, las fuentes y la calidad de la información, resultan más influyentes en el éxito final de un sistema que la elección de un determinado programa o equipos computacionales.

Los datos, en un modelo de SIG clásico, son un flujo que ingresa, se almacena, se extrae, se analiza, y luego sale transformado en información útil a los usuarios tomadores de decisiones.

En nuestro país, la existencia de datos sobre recursos naturales tiene su origen principalmente en instituciones del estado cuyo funcionamiento se remonta principalmente a los años 60. Vuelos aereofotogramétricos, catastros geológicos, de suelos y vegetación, instalación de estaciones meteorológicas y de aguas dan origen a instituciones como SERNAGEOMIN, CIREN, INFOR y DGA, cuya evolución ha ido de ser instituciones puramente estatales a semi privadas con alta responsabilidad en su financiamiento.

El esfuerzo de estas instituciones en la incorporación de las tecnologías SIG durante los años 1990 - 1995 ha generado que hoy la mayor parte de la información sobre recursos naturales esté disponible en formatos digitales. Esta situación por si sola no asegura aspectos relacionados con la calidad y actualidad de los datos, tema que es crítico en el momento de realizar algún análisis utilizando SIG.

A principios de los años 90, las universidades estatales a través de proyectos financiados por fondos de investigación y desarrollo tecnológico (FONDEF, FONDECYT, entre otros) y las empresas privadas con fondos propios (en forma especial las grandes forestales de la VII y VIII región), entran como actores en la generación de datos digitales mejorando el estándar en relación con la exactitud y periodicidad de estos.

En ambos casos, los datos digitales son de exclusivo uso de las instituciones que los generan, siendo los mecanismos de acceso en el caso de las instituciones del estado la compra directa a un alto costo, por medio de convenios, o a través de una modalidad informal semejante al trueque. Por otro lado, las empresas privadas poseen su propia red de datos la que es compartida solo con aquellos usuarios pertenecientes a mismos grupos económicos de empresas.

A partir del año 1995, se destaca que bajo iniciativas que partieron en la VI y XII regiones del país (SIGVI y SIGREL respectivamente) se ha intentado implementar sistemas de bases de datos digitales cuyo objetivo es almacenar toda la información temática sobre los recursos naturales de una región que han producido otras instituciones del país. En estos proyectos se ha buscado obtener una máxima estandarización en la georeferencia espacial y en la base temática compuesta principalmente por datos de infraestructura, dejando la responsabilidad del contenido de los atributos y las metodologías de trabajo a las instituciones generadoras de la información. Estas iniciativas han permitido a las instituciones del estado involucradas:

- acceso a datos digitales estandarizados en forma rápida e independiente de organismos centralizadores de datos temáticos.
- un avance sustancial en la incorporación de profesionales al manejo de programas SIG debido al aumento en la interacción en el trabajo multidisciplinario.
- una disminución de los costos de proyectos y montos de licitación. Antiguamente, los costos de generación de bases de datos digitales consumían alrededor del 70% de los presupuestos de los proyectos que incorporaban tecnologías SIG.
- una nueva orientación de los proyectos, poniendo mayor énfasis en el análisis de datos y generación de nuevos productos. Esto, debido principalmente a que la información temática base del territorio está disponible.

Finamente, la falta de una política integradora de instituciones ha generado un alto costo en los datos, una gran duplicidad temática, una falta de estandarización de la información por ausencia de protocolos bases de trabajo y un nulo control de los errores en los análisis y en la generación de aplicaciones SIG.

### ***Coberturas temáticas, escalas de trabajo y fuentes de información digital***

Debido a que los SIG han sido implementados con el objetivo de apoyar la toma de decisiones, los datos y la información utilizada se agrupa en áreas temáticas, las que están relacionadas con grupos de recursos naturales y humanos que de alguna manera responden de igual forma frente a la actividad silvoagropecuaria. Las áreas temáticas que hoy se consideran son principalmente:

- Clima: los datos e información se relacionan con aspectos meteorológicos como precipitación, temperatura, evapotranspiración y sus derivados, los que son medidos en redes de estaciones manuales y automáticas, las que se concentra de preferencia en sectores de uso agrícola y urbano. Las escalas de trabajo más utilizadas son 1:500.000 y 1:1.000.000 donde se expresa

información modelada de zonas agroclimáticas y curvas de precipitación y temperaturas (entre otras) producto de modelos de interpolación espacial.

- Agua: esta área se relaciona con la información del recurso hídrico superficial y subterráneo asociado a ríos, canales y cuerpos de agua, identificando como unidad de agrupación espacial la cuenca y la microcuenca. Se consideran aspectos como la calidad, cantidad y uso. Los datos son utilizados a escalas 1:1.000 a 1:20.000 en un nivel predial (red de drenajes y canales), 1:50.000 a 1:1.000.000 para los diferentes niveles de cuencas hidrográficas.
- Geología y geomorfología: incluye información sobre aspectos básicos de la geología y geomorfología, función de la generación de áreas de riesgo para el desarrollo de actividad agrícola y forestal. Las escalas de trabajo son 1:10.000 para problemas de detalle y 1:250.000 a 1:1.000.000 para zonificaciones regionales.
- Suelos: la información en esta área se relaciona principalmente con el uso actual, potencial o capacidad de uso y aspectos de productividad. Son clásicos los mapas de asociaciones de suelos escala 1:250.000 de ODEPA, las cartas de series de suelos 1:20.000 y los estudios agrológicos de valles agrícolas de la IV a la X Región. En sectores de uso preferentemente forestal la información es muy reducida, concentrándose en aquellos propietarios que han desarrollado estudios particulares.
- Bióta: Principalmente incluye información relacionada con el recurso vegetal natural y artificial. Cartografía de vegetación es desarrollada en forma continua es predios de uso forestal, la que se asocia a redes de inventarios de productividad y sanidad en escalas de trabajo 1:10.000 a 1:20.000. La cobertura de esta información alcanza a la totalidad de las plantaciones artificiales del país. En forma paralela se destaca el catastro nacional del bosque nativo, cuyo esfuerzo llevó a "mapear" la totalidad del territorio en escalas 1:50.000, 1:100.000, 1:250.000. obteniendo una visión global de las existencia de recursos forestales artificiales y naturales del país. Por otra parte, INFOR mantiene una red nacional de inventarios forestales de plantaciones. Finalmente, se destaca que estas iniciativas poseen metodologías de trabajos diferentes tanto para la interpretación, ingreso y análisis de la información, lo que hace difícil la utilización combinada de datos para un análisis.
- Recursos Humanos: Considera la información del medio humano visto principalmente como calidad de vida rural y existencias de mano de obra. Se utiliza estadísticas y la información cartográfica se concentra a nivel comunal. La fuente principal es INE y sus compendios estadísticos.
- Información base: Incluye toda la información que sirve de apoyo para el mejor entendimiento de los tópicos anteriores y que no necesariamente tiene una injerencia sobre el ámbito silvoagropecuario en forma directa. Se

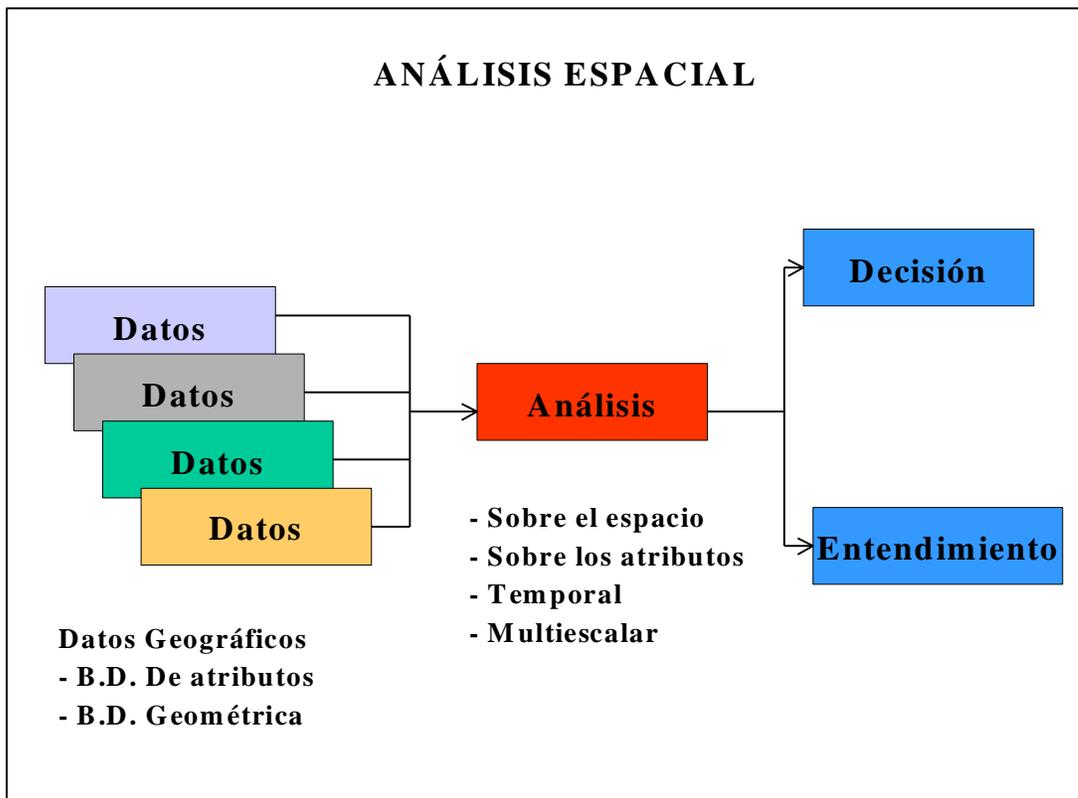
consideran los criterios de división territorial e información política y administrativa utilizados en el país,, localización de infraestructura vial y de centros poblados, redes de drenajes, curvas de nivel, entre otros. Las escalas más utilizadas son 1:50.000, 1:250.000 y 1:1.000.000, provenientes de las cartas regulares de IGM.

## Análisis Espacial de Datos

Se entiende por análisis espacial al estudio de la estructura y relaciones de los datos espaciales y de atributos almacenados en un SIG, orientado al entendimiento de un fenómeno o la resolución de un problema, siendo tres sus objetivos básicos (Figura 2):

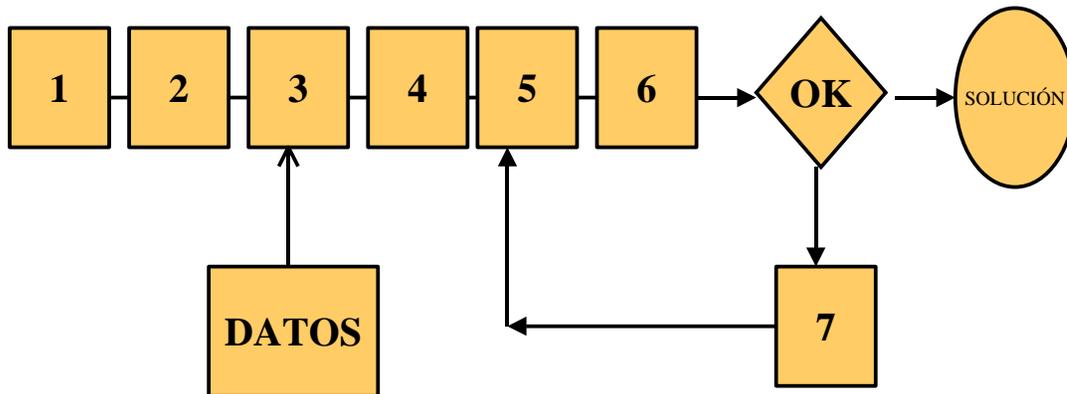
- Separar una unidad compleja en sus elementos fundamentales.
- Investigar para conocer la naturaleza o para determinar los elementos básicos de algo complejo.
- Recopilar y procesar datos con el objetivo de obtener información que ayude a la caracterización o toma de decisiones.

Figura 2: Objetivos básicos para el análisis espacial



Por otro lado, los pasos fundamentales en el momento de realizar algún análisis de datos se relacionan con: 1 la definición de pregunta ú objetivo de análisis, 2 identificación de los datos requeridos, 3 selección y validación de datos, 4 determinación de técnicas y criterios de análisis, 5 implementación de técnicas y criterios, 6 verificación y evaluación de resultados, 7 cambios en técnicas y criterios y 8 repetición de evaluación (Figura 3).

Figura 3: Diagrama de pasos para la realización de análisis espacial (explicación en el texto).



Son factores incidentes en la realización de análisis espacial:

- La orientación de objetivos, en función de una descripción y caracterización de datos e información de soporte a la toma de decisiones.
- las escalas de medidas utilizadas por las variables (nominal, ordinal, intervalo ó razón)

Dada la capacidad de los SIG de poder manejar una estructura de datos espacial y de atributos existen dos orientaciones principales del análisis de datos espaciales:

- orientado a los atributos de un dato geográfico donde se trabajo con estadísticas sobre una variable, selección de valores de una o más variables por medio de operadores lógicos, gráfica de valores de una variable, operaciones numéricas en una o varias variables, estadísticas entre dos variables.
- Orientado a los elementos geométricos de un dato geográfico donde se trabaja con selección espacial, sobre posición espacial, interpolación de datos, análisis de proximidad (Buffer, búsquedas), filtrado de mapas, análisis de vecindad inmediata, análisis de la vecindad extendida, medición de distancias, operaciones analíticas del tipo dirección A y vecino A, entre otros.

Finalmente, se destaca que dichas operaciones tendrán mayor potencialidad de ser desarrolladas dependiendo del modelo de datos utilizado en la implementación de un determinado SIG. Modelos de datos vectoriales serán más potentes en el análisis de información espacial discreta con grandes tablas de atributos asociadas (datos catastrales, censales, demográficos, etc), por otro lado, los modelos de datos raster serán más apropiados para el análisis espacial sobre espacio de información continua, característica de los datos proveniente de recursos naturales. Se destaca que en ambos casos son aplicados métodos de análisis estadísticos y geoestadísticos.

### ***Análisis de datos en Chile***

Dado el tiempo de desarrollo de la tecnología SIG en nuestro país, es posible observar que hasta hoy los mayores esfuerzos se han concentrado en la implementación de sistemas orientados principalmente a ingreso de datos, almacenamiento y administración y producción de cartografía automática.

En general se observa poco desarrollo con relación al análisis de los datos, aplicando estadística o modelación para la solución de problemas específicos. Si se observa un avance sustancial en la generación de aplicaciones configuradas hacia los usuarios (vía programación) para optimizar el trabajo rutinario o toma de decisiones. Se destaca que aún ninguna de estas iniciativas ha logrado imponerse como sistema standard para la generación de soluciones de problemas, paso fundamental para la consolidación de la transferencia tecnológica.

A continuación se presenta un resumen de las iniciativas desarrollado en nuestro país y relacionado con las ciencias Silvoagropecuarias:

- Cartografía geológica inteligente (SERNAGEOMIN)
- Sistema ORCA, para la visualización de Ortofotos digitales (IGM)
- Sistema de planeación de cosecha forestal (Forestal CELCO)
- Modelos de crecimiento de especies forestales utilizando teledetección y SIG (Agrimed, U. Chile)
- Sistema Nacional de Información Ambiental SINIA (CONAMA)
- Sistema administrador del Catastro Nacional del Bosque Nativo (CONAF-CONAMA)
- Sistemas para gestión de incendios forestales (Geonet Ltda)
- Sistema QUITRAL para la gestión de incendios forestales (Fac. de Cs Forestales U. Chile)

A continuación se presenta una lista de proyectos de desarrollo regional que han involucrado en forma importante la tecnología SIG

- Proyecto OTAS
- Proyecto Manejo de Praderas SAG
- Proyecto Manejo de Cuencas Hidrográficas de Chile (MINAGRI)
- Proyecto SIGREL, para la región de Magallanes

- Proyecto SIG-VI, para la región del Libertador B. O'Higgins

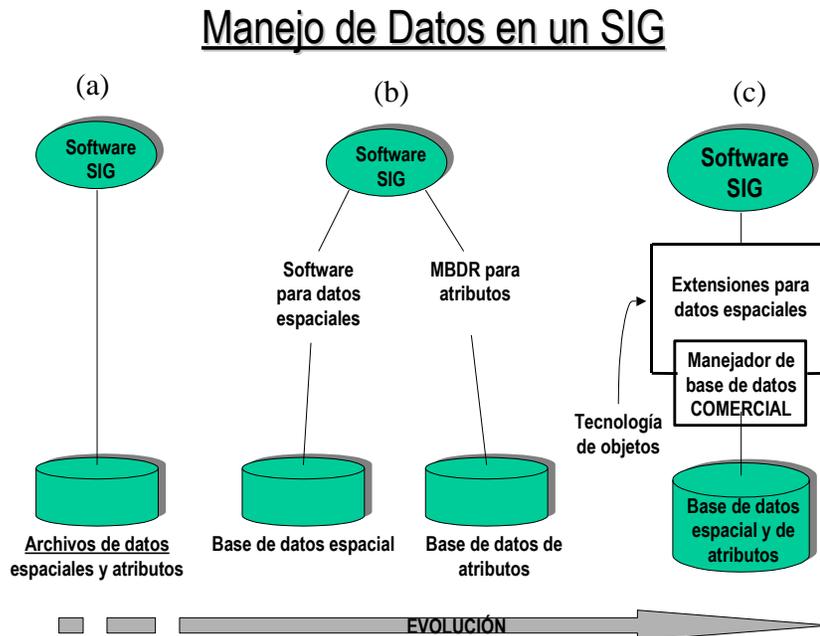
## **Equipos y Programas para los Sistemas de Información Geográfica**

Los sistemas de información (SI) son sistemas comprendidos por software y hardware computacional, datos e información, personal y un contexto organizacional o empresarial. El objetivo de estos sistemas es entregar información útil, derivada del procesamiento y análisis de los datos crudos ingresados, que sirva para el apoyo a la toma de decisiones. En el ámbito civil estas decisiones suelen tratarse del mejoramiento de la calidad de vida que es un tema social. Sin embargo la decisión final adoptada integra tanto factores sociales como técnicos, económicos y políticos.

Los Sistemas de Información Geográfica (SIGs) son una subclase de SIs, tales como Executive Information Systems o Management Information Systems, cuya principal distinción es el manejo de datos que pueden ser referenciados a una ubicación en el espacio (no solamente es espacio geográfico). ESRI (Environmental Systems Research Institute) en 1993 definió los SIG como “una colección organizada de hardware, software, y datos geográficos diseñados para la eficiente captura, almacenamiento, integración, actualización, modificación, análisis espacial, y despliegue de todo tipo de información geográficamente referenciada”.

En un principio los datos espaciales eran especiales. La longitud variable de los registros de elementos espaciales no puntuales presentaba un problema para las bases de datos de entonces con sus estructuras de datos relacionales puras. Por esta razón ha habido una evolución en el subcomponente del software SIG relacionado con el almacenamiento como se muestra en la Figura 4.

Figura 4: Modelo de Datos de un SIG



Desde el manejo de los datos espaciales y alfanuméricos en archivos planos en los primeros software SIG, Figura 4 (a), se pasó por la arquitectura en que los comerciales manejadores de bases de datos relacionales (MBDR) se utilizaban para la administración de los datos tabulares y los objetos espaciales se guardaban en una base de datos propietaria aparte (b). Un buen ejemplo del uso de este modelo es en el software Arc/Info. El modelo (c) es el más idóneo. El MBDR se encarga del manejo de todos los datos y aspectos relacionados: integridad, seguridad, replicación, recuperación de datos, manejo de transacciones y el balanceo de carga.

Extensiones basadas en la tecnología de objetos y tipos de datos abstractos permiten el manejo de datos no tradicionales tales como BLOBs (grandes objetos binarios), multimedia y datos-, operadores- e índices espaciales. Middleware para el geoprocésamiento ejecuta algoritmos y aplicaciones para el análisis integrado de datos espaciales y no espaciales basados en la extensión del lenguaje de consulta SQL y clientes "delgados" (incluyendo clientes Web) presentan los resultados véase [Edwards 1998a]. Hay iniciativas de la ISO para la estandarización de las extensiones a SQL y del Open GIS Consortium para "elementos espaciales simples para SQL" véase también [Edwards 1998b]. Ejemplos comerciales de Middleware para el geoprocésamiento según el modelo (c) son:

- Oracle Spatial para Oracle 8i
- Spatial Data Engine (SDE) de ESRI para Oracle, Microsoft SQL Server, Sybase, IBM DB2, e Informix

- Spatial Query Server (SQS) de Vision International para Sybase
- Spatialware de Mapinfo Corp. para Informix

### ***Relación entre el Sistema Operativo y Aplicaciones***

Hoy en día los principales sistemas operativos (SO) multipropósito para uso corporativo tales como Solaris, Windows NT, Linux y HP-UX se preocupan del manejo de procesos/tareas y subprocesos/hilos (gozando de la multitarea real), la gestión de la memoria, el manejo de entrada/salida y proveen sistemas de archivos eficientes y seguros. En ambientes de trabajo multiusuario y multitarea de un SIG corporativo o en la red Internet si cada consulta a la base de datos generara un proceso se gastarían muchos ciclos en la conmutación de contexto. Es por esta razón que los manejadores de bases de datos (MBD) comerciales por ejemplo INFORMIX Dynamic Server incorporan características de manejo de hilos dentro de pocos procesos que permite que el sistema sea escalable para muchos usuarios sin sufrir un deterioro significativo en el rendimiento e incorporan mecanismos para la protección contra fallos. También el MBD podría realizar el balanceo de carga en configuraciones de múltiples procesadores (tarea que normalmente realizan los sistemas operativos).

Además en Oracle 8i con su sistemas de archivos Internet, el MBD se proyecta como un mejor candidato para el manejo de archivos que un sistema operativo. Un archivo puede ser manejado como cualquier otro objeto en la base de datos con todo el control de integridad, seguridad, recuperación etc. De esta forma la estación SIG del futuro cercano podría carecer de un “sistema operativo” como se conoce hoy. Las aplicaciones SIG ejecutarán sobre las bases de datos usando SQL, procedimientos almacenados, Java o la tecnología de componentes distribuidos. Los MBDs serían la interfaz entre estas aplicaciones y el hardware

### ***Hardware para el Geoprocesamiento***

Hardware computacional necesario para un SIG puede ser clasificado en:

- Hardware para el ingreso de datos
- Hardware para el almacenamiento de datos
- Hardware para el procesamiento de datos
- Hardware para la salida de datos
- Hardware para la red computacional

Es común fijarse principalmente en las características de la(s) CPU(s) y la memoria principal para estimar el rendimiento de una estación de trabajo. Sin embargo su real desempeño dependerá de todos sus componentes. Para evaluar y comparar distintos tipos de computadores es preciso disponer de uno o varios benchmarks [Edwards 1997]. Para las estaciones de trabajo de gama alta se recomienda el uso de computadores SMP (symmetric multiprocessing) con al menos 2 procesadores y un sistema operativo y aplicaciones SIG multihilos capaces de aprovecharlos.

Cualquier aplicación SIG de misión crítica debe considerar el uso de algún nivel de RAID (arreglo redundante de discos independientes) para el almacenamiento de datos. RAID proporciona protección contra falla en los discos.

Hardware para la salida gráfica debe contar con suficiente ancho de banda para soportar los formatos grandes usados. Con pantallas de 17 o 21 pulgadas y altas tasas de refresco se precisará de un subsistema gráfico veloz en que el bus no sea un cuello de botella. Lo mismo se aplica al hardware para el ingreso tal como cámaras digitales y scanners. Nueva tecnologías de buses por ejemplo IEEE 1394 promete solucionar el problema para los dispositivos que requieran mucho ancho de banda.

Para el geoprocésamiento distribuido a través de la Internet las lentas conexiones a través de un módem limitan su aprovechamiento. Una solución es el uso de bi-directional cable módem (pero aún no está disponible en muchos sectores) o una conexión RDSI.

## **Capacitación Profesional**

En la actualidad, en nuestro país y en la mayoría de los países de Latinoamérica, la educación en Ciencias de la Información Geográfica, Geomática ó Geociencias, está orientada sólo a satisfacer las necesidades de manejo técnico y operativo de los diferentes equipos y programas disponibles en el mercado, existiendo un gran vacío en el área relacionada con el análisis de datos y manejo de información espacial orientada a la toma de decisiones. Este hecho, se observa en los diferentes programas de pre-grado y post-grado, donde el uso de las herramientas de análisis espacial y la interpretación de resultados se desarrolla incluido dentro de cursos de fotointerpretación ó cartografía en las mallas curriculares, poniendo énfasis en el aprendizaje de algún programa computacional en particular.

Para una buena utilización de las tecnologías "S.I.G.", la educación debe satisfacer las necesidades de tres tipos de usuarios básicos: técnicos orientados al manejo operativo de las herramientas, científicos orientados a la generación de nuevas soluciones y transferencia tecnológica y profesionales de gestión de recursos orientados a la toma de decisiones.

Finalmente, la falta de especialización en la solución de problemas y en la interpretación de información, se presenta como un gran desafío para aquellas Universidades, Institutos Técnicos y Empresas de Capacitación que en la actualidad entregan enseñanza en el área de las Ciencias de Información Geográficas y los recursos Silvoagropecuarios.

## Perspectiva Futura

Respecto al futuro de las tecnologías SIG en el ámbito Silvoagropecuario se puede indicar que:

- Las fuentes de datos e Información a nivel regional deberán tender hacia consorcios entre entidades privadas y estatales, de manera de lograr una estandarización, mayor actualización y disminución de costos de trabajo.
- Los análisis espaciales estarán dirigidos a problemas temáticos cada vez más específicos integrado los modelos de datos vectores y raster y realizando un reconocimiento mayor de la estructura estadística de los datos disponibles.
- Predominio de análisis integrado en SIG y Teledetección orientada al análisis de fotografías digitales.
- Desarrollo de aplicaciones dirigidas a los usuarios y a problemas cada vez más específicos utilizando lenguajes estándares como Visual Basic integrado con MapObject .
- Sistemas SIG institucionales asumirán mayor heterogeneidad de equipos y programas debido a las facilidades entregadas por "OPEN GIS" y liberación de formatos de intercambio.
- INTERNET se presentará como la herramienta standard para el intercambio de datos en un nivel comercial e institucional.
- La capacitación profesional se orientará al "Que hacer con los datos" y no al manejo técnico de programas. Se necesitará personas especializadas en SIG que cubran diferentes áreas temáticas tanto en un nivel conceptual como operativo.

## Referencias Bibliográficas

EDWARDS, W. 1997. *Evaluando el Rendimiento de Estaciones de Trabajo SIG*. Sistemas No. 12.

EDWARDS, W. 1998a. *La Tecnología de Bases de Datos Geográficas*. GeoNoticias año 2 no. 1.

EDWARDS, W., 1998B. *Objetos, Componentes e Interoperabilidad en los SIG*. Para GeoNoticias año 2 no. 2.

GOODCHILD, M., 1998a. *Status and Trends in Spatial Analysis*. V Congreso Internacional de Ciencias de la Tierra. Instituto Geográfico Militar. 5 p.

*MIRANDA, M., 1999. Tendencias actuales de la educación en SIG en el área de recursos Silvoagropecuarios. Revista SIGtemas, N° 14. P 12 - 13.*

*ZUÑIGA, M, 1996. Incom Capacitación S.A. Revista Sigtemas, N° 12. p 18 -19.*