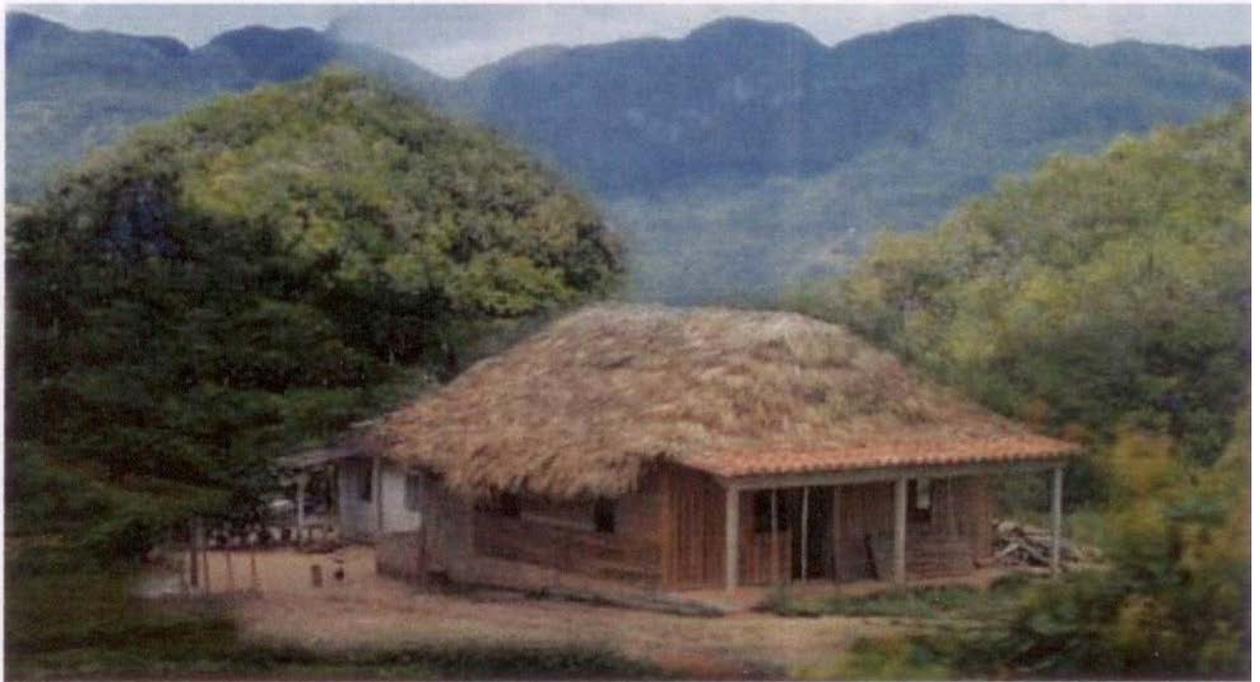


Instituto de Geografía Tropical
Diplomado de Gestión Ambiental

Tesina

Aplicación de herramientas de Sistema de Información Geográfica para el análisis del estado del medio ambiente en las alturas de Pizarras, Pinar del Río, Cuba.



Autora: Ing. Ada Suárez Pérez
Tutores: Dra. Margarita Fernández Pedroso
Lic. Orlando Novúa Álvarez

La Habana, 2003

Aplicación de herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) para el análisis del estado del medio ambiente en las alturas de Pizarras, Pinar del Río, Cuba.

Autora: Ada Suárez Pérez

Resumen

El presente trabajo forma parte del resultado "Diagnóstico ambiental de las alturas de Pizarras, provincia de Pinar del Río", y se inserta en el proyecto "La gestión de los recursos vegetales en función del manejo racional de áreas rurales en las alturas de Pizarras, provincia de Pinar del Río" perteneciente al Programa Científico-Técnico Ramal " Protección del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible del Territorio Cubano". El mismo, tuvo como objetivo demostrar la efectividad de los SIG en la investigación geográfica del análisis del estado del medio ambiente en esa región montañosa,

Para ello, se partió de la selección y el almacenamiento de la información temática de carácter natural, económico y social, así como, del intercambio de criterios y compatibilidad de la misma con especialistas de perfiles afines.

La aplicación de las herramientas SIG, permitió el análisis multidisciplinario e integrador de esas informaciones, pudiéndose delimitar y diferenciar las unidades de análisis espacio-temporal, los geosistemas con mayor nivel de detalles, además de brindar una visión abarcadora de la problemática ambiental y su expresión cartográfica automatizada a la escala 1: 100 000 .

La utilidad de este resultado, no sólo redunda en su contribución a una adecuada toma de decisiones a favor de la calidad ambiental y de vida humana a nivel local y regional, sino también constituye una premisa básica para emprender la zonificación funcional del potencial de recursos vegetales, coadyuvando a su gestión operativa Asimismo, es de interés metodológico, pues hizo factible la complementación y el enriquecimiento del procedimiento de trabajo empleado hasta el momento, siendo posible su aplicación en otros espacios.

Índice

Introducción.....	1
Capítulo I. Importancia de los Sistemas de Información Geográfica en el análisis del estado del medio ambiente.....	6
Capítulo II. Consideraciones teórico - metodológicas	9
Capítulo III. Resultados de la aplicación de las herramientas de SIG en el diagnóstico ambiental en las alturas de Pizarras, Pinar del Río	13
Conclusiones y recomendaciones	17
Bibliografía consultada.....	19
 Anexos	

Introducción

El conflicto entre la imprescindible preservación de los recursos naturales y la prioridad de satisfacer las crecientes necesidades humanas, se revela hoy como una de las preocupaciones más urgentes de la comunidad internacional, ante el incremento del deterioro ambiental sin precedentes ocurrido en las últimas cincuenta décadas, provocado por el impacto depredador del hombre en la Biosfera, alterando en ocasiones, la capacidad de carga de los geosistemas, principalmente naturales que garantizan su supervivencia.

La disparidad de problemas ambientales que se deriva de la situación precedente, ha requerido de la realización de estudios multidisciplinarios, multisectoriales e integradores que contribuyan a brindar soluciones efectivas, que redunden ventajosamente en el manejo optimizado de los recursos naturales y en el mejoramiento de las condiciones de vida humana como una alternativa para alcanzar el desarrollo socioeconómico sostenido de los espacios.

Una de las vías más acertadas, que coadyuva al logro de esos propósitos es el análisis del estado del medio ambiente que constituye la resultante del proceso histórico del uso y la asimilación económica de un territorio. El mismo, por su carácter abarcador y complejo requiere del estudio de las interacciones espacio-temporales, que se establecen entre los componentes del sistema Naturaleza-Sociedad y mediante las facilidades que brinda el enfoque sistémico de la Geografía acometer el análisis de las relaciones Ínter e intra específicas que se ponen de manifiesto entre ambos subsistemas ante el impacto de la sociedad. Esta tarea resulta un punto de partida indispensable para los fines de la ordenación de los espacios, permitiendo el manejo optimizado de sus recursos naturales en armonía con la preservación de la calidad ambiental

Por ello, las referidas investigaciones demandan una diversa y copiosa información temática, que permita una clara visión integradora de los problemas ambientales que concurren en un área, considerando sus causas y consecuencias, además de las medidas de protección correspondientes para mitigar, eliminar o reducir los mismos.

Por ello, para facilitar el desarrollo de ese resultado, asumen una singular importancia el apoyo que brindan los Sistemas de Información Geográfica (SIG), definiéndose como tal, "*a un sistema de información, que es utilizado para ingresar, almacenar, recuperar, manipular, analizar y obtener datos referenciados geográficamente o datos geoespaciales. a fin de brindar apoyo en la toma de decisiones en todos aquellos sectores, que precisan del manejo de la información espacial de manera rápida y eficaz. Está compuesto en esencia, por hardware, software y los procedimientos diseñados para soportar la captura, manipulación, análisis, modelado y salida de los datos georeferenciados*". Revista Mapping No 23, 1998

Estos sistemas, son de apreciada importancia dentro de las investigaciones geográficas y en particular las ambientales, por su ayuda en la visión integral de la realidad de los territorios y su operatividad en la toma de decisiones, son sistemas de organización compleja, pues dan la posibilidad de conjugar el uso simultáneo de datos espaciales e información cualitativa de datos no geográficos.

El presente trabajo forma parte del resultado parcial "**Diagnóstico ambiental de las alturas de Pizarras en la provincia de Pinar de Río**" como parte del proyecto "*La gestión de los recursos vegetales en función del manejo racional de áreas rurales en las alturas de Pizarras en la provincia de Pinar del Río*", perteneciente al Programa Ramal "**Protección del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible Cubano**" de la Agencia de Medio Ambiente del Ministerio de Ciencia. Tecnología y Medio Ambiente (CUMA). El mismo, tiene como objetivo analizar el estado del medio ambiente como base para contribuir a la utilización más racional y la protección adecuada del potencial de recursos vegetales de la región.

Para el desarrollo de esta investigación se partió de la *hipótesis* siguiente

"El empleo de herramientas SIG para la evaluación del estado del medio ambiente constituye una vía eficaz para facilitar la delimitación y diferenciación de las unidades de análisis ambiental, así como para la expresión cartográfica digital de éstas en un territorio dado".

Para dar cumplimiento a esa premisa se plantearon los objetivos que se refieren a continuación:

Objetivo principal:

Validar la utilidad de la aplicación de herramientas SIG para acometer el análisis del estado del medio ambiente.

Objetivos específicos:

- 1- Seleccionar y sistematizar la información de las componentes necesarias de carácter natural y socioeconómico del área de estudio mediante el intercambio y la compatibilidad de la misma con especialistas afines a esas temáticas.
- 2- Analizar y superponer las variables definidas a nivel territorial
- 3- Delimitar y diferenciar las unidades de análisis ambiental (Geosistemas) en las alturas de Pizarras, Pinar del Río.

Los resultados esperados son:

1. Definición de los aspectos teórico-metodológicos para la delimitación de los geosistemas.
2. Elaboración del mapa del Estado del Medio Ambiente en las alturas de Pizarras, Pinar del Río, haciendo uso de los SIG y la Cartografía digital.

La materialización de los referidos objetivos y resultados requirió de la ejecución de distintas tareas, tales como:

1. Revisión, selección y organización de la información recibida de los especialistas relacionada Selección del software con el tema de investigación.
2. Compatibilización de criterios con los especialistas involucrados en la investigación.
3. Digitalización, superposición y análisis de la información inherente a los componentes del medio ambiente.
4. Selección y codificación de la información de los componentes del medio ambiente.
5. Delimitación y diferenciación espacial de las unidades de medio ambiente (Geosistemas)

Necesidad y actualidad.

La ejecución de esta investigación ha sido necesaria para complementar y enriquecer el procedimiento metodológico concebido hasta hoy para la determinación del estado del medio ambiente, haciendo factible la delimitación y la diferenciación de las unidades de análisis ambiental (Geosistemas) de manera más detallada, mediante la incorporación e integración de un mayor número de variables, lo cual contribuye al logro de una visión más abarcadora de la problemática ambiental del territorio estudiado. Asimismo, la actualidad del tema está dada, por la urgencia que demanda hoy, la solución de los problemas ambientales, principalmente a nivel local como ámbito primario, donde se generan éstos, pudiendo tener en ocasiones, implicaciones de carácter regional.

En particular, la utilización de las tecnologías de Sistema de Información Geográfica para el desarrollo de este resultado, constituye un instrumento indispensable para emprender acciones orientadas a la gestión operativa del potencial de recursos vegetales con vistas a lograr su sostenibilidad y la adecuada toma de decisiones acerca de su uso en esta región montañosa, geográficamente compleja y con escasos antecedentes en cuanto a estos estudios.

Sin dudas, este trabajo también aporta una experiencia provechosa desde el punto de vista metodológico, que puede ser generalizada a otros espacios del país.

El territorio estudiado (Fig. No .1) comprende principalmente, las alturas de Pizarras, situadas en la parte centro-occidental de la provincia de Pinar del Río, formando parte de la Cordillera de Guaniguanico, extendiéndose por los actuales municipios de Guane. Minas de Matahambre. La Palma, Vinales. San Juan y Martínez, Pinar del Río y Consolación del Sur. También por sus relaciones florísticas con las primeras se amplió el área de trabajo hacia la zona de Sabana La Mar ubicada en el extremo occidental de la llanura monoclin de bloque escalonada del Sur de la referida provincia. La extensión superficial que abarca el área de estudio, es aproximadamente de 1 832.42 km²

Las Lomas, como acostumbran a llamar estas alturas localmente, se dividen en dos grupos: las alturas de Pizarras del Norte, con estrechos valles y cañadas que no forman grandes planos aluviales y las alturas de Pizarras del Sur, cuya superficie ha sido muy diseccionada por las corrientes superficiales. Las actividades económicas fundamentales de la región son la forestal y la extracción de minerales. Los asentamientos se encuentran muy dispersos y los de mayor importancia dentro del área son: Minas de Matahambre y La Palma.

Las alturas de Pizarras, región marginal, cuyos suelos de baja calidad y poca productividad limitan el desarrollo de la actividad agrícola, tienen sin embargo, una vocación de uso principalmente forestal, favorable para el crecimiento de bosques de pinos y encinos (que ofrecen competencia al desarrollo de otras especies), así como de plantaciones forestales, que enriquecen esa vegetación. En ellas también se desarrollan algunos cultivos agrícolas, pero en áreas más reducidas. La región cuenta con distintos recursos mineros, minero-medicinales, faunísticos y forestales, siendo estos últimos los predominantes.

Capítulo I. Importancia de los Sistemas de Información Geográfica en el análisis del estado del medio ambiente.

En la actualidad las facilidades que brinda la utilización de las tecnologías de Sistema de Información Geográfica la sido aprovechada en el desempeño de múltiples tareas, incrementándose su importancia en el análisis de problemas complejos de la ciencia y la técnica que requieren de soluciones rápidas y precisas en aras de satisfacer las crecientes necesidades humanas.

En sus inicios, la utilización de los SIG, estuvo orientada a la cartografía automatizada y al almacenamiento en bases de datos de informaciones temáticas, principalmente para el manejo de variables demográficas y socioeconómicas.

Las aplicaciones de los SIG son amplias y continúan incrementándose Al utilizar un estas herramientas los científicos pueden investigar los cambios producidos en el medio ambiente, contribuyendo a la planificación y organización del manejo de los recursos naturales.

Sin embargo, a pesar de la utilidad de los SIG, no es hasta finales de la década de 1970, cuando los avances tecnológicos y los más bajos costes hicieron que los ordenadores o computadoras fueran más accesibles para todos. En la década de los años 1980 tomó auge la comercialización de los SIG, ya que los gobiernos y los hombres de negocios encontraron nuevas aplicaciones para estos sistemas. Un gran número de compañías comenzaron a producir nuevas plataformas de programación (raster y/o vectorial) para computadoras personales con el fin de fundamentar sus funciones. Con el decursar del tiempo, ya en el año 1990, estaban funcionando aproximadamente, 100 000 Sistemas de Información Geográfica.

Los SIG, también permiten combinar la información de diferentes capas o estrato temáticos, agrupados mediante el empleo de una base de datos, que consisten en cualquier conjunto de datos organizados para su almacenamiento en la memoria de un ordenador o computadora, diseñado para facilitar su mantenimiento y acceso de una forma estándar,

donde los datos suelen aparecer en forma de texto, números o gráficos. Desde su aparición, se han hecho imprescindibles para las empresas industriales.

Una base de datos de un SIG, puede incluir un gran número de capas, provenientes de datos de diversas fuentes, ya sean mapas, fotografías aéreas, textos impresos o estadísticas.

El SIG, tiene la posibilidad de convertir todos los datos geográficos en un código digital que se haya dispuesto en su base de datos, y es programado para que procese la información y obtener así, las imágenes o la información que se necesita. Los SIG pueden sintetizar las capas en una sola imagen, brindando una visión integradora del fenómeno que se desea estudiar, adecuándose a la escala de trabajo designada.

Estas novedosas herramientas integran una funcionalidad que permiten manejar bancos de datos compuestos por informaciones de tipo discretos (cartográfica básica, meteorológica, administrativa, etc.) y realizar sofisticados análisis con resultados en plazos razonables, sin dudas necesarios en la toma de decisiones durante el manejo del recurso.

En la actualidad, los problemas relacionados con la problemática ambiental han incorporado procedimientos más integrales para enfrentar la planificación en los niveles regionales, municipales y locales, lo que ha conducido a un desarrollo acelerado de los SIG como una herramienta eficaz durante el análisis del cúmulo de información con que cuentan los especialistas para arribar a conclusiones acertadas en este tema enfocado a la combinación para el análisis de las variables del medio natural y el socioeconómico.

En el análisis del estado del medio ambiente en las condiciones de hoy para facilitar la toma de decisiones en cuanto al manejo adecuado de los recursos naturales de un territorio, región o localidad a corto plazo, requiere necesariamente del auxilio de herramientas tecnológicas novedosas de investigación de los campos de trabajo.

Para el análisis del estado ambiental de un espacio, los SIG, resultan una herramienta indispensable, pues permiten la combinación de datos de carácter natural, económico y social, propiciando una visión abarcadora del mismo. En el caso particular de las regiones montañosas, que producto de la complejidad de sus condiciones físico-naturales se dificulta su acceso y por ende el conocimiento acerca de sus características geográficas, los SIG, auxiliados de otras técnicas de avanzada tales como la teledetección y los GPS, asumen un interés especial, por cuanto permiten integrar la información dispersa permitiendo el estudio más detallado y uniforme del entorno geográfico que sirva de base para la explotación racional de los recursos naturales y la preservación del medio ambiente, así como de la calidad de vida humana.

En general las aplicaciones SIG en Cuba para el manejo de recursos naturales han estado encaminadas a la utilización como sistemas de cartografía y diseño: empleándose poco su capacidad de modelación y análisis, lo que denota en la mayoría de los casos, desconocimiento de sus posibilidades reales (Blanco, 1996: Martín et al 1998), en Garea, 2003.

En el desarrollo de la presente investigación, la importancia de los SIG radica en la posibilidad de realizar un estudio más detallado y abarcador del estado del medio ambiente, a partir de la integración de una mayor diversidad y cantidad de informaciones temáticas, permitiendo una diferenciación más detallada de las unidades de análisis ambiental, representadas por los geosistemas, principalmente forestales, que predominan en la región de estudio.

Capítulo II. Consideraciones teórico - metodológicas.

Para la ejecución de esta investigación, se siguió lo planteado por González et al 1989, para acometer la delimitación y la diferenciación de las unidades de análisis, los geosistemas, *"que constituyen tipos estables de medio ambiente y cuyos límites espaciales están determinados por el uso y la función del territorio"*. Sin embargo, de acuerdo con las múltiples posibilidades que brindan la aplicación de los SIG, se trató de complementar y enriquecer ese procedimiento metodológico, incorporando y procesando una mayor cantidad y diversidad de información con el propósito de lograr un nivel superior de detalles en la clasificación de la referidas unidades ambientales.

En la etapa inicial de trabajo se realizó la recopilación y la selección de la información de carácter natural y socioeconómico, así como el intercambio y la compatibilidad de criterios científicos y tecnológicos entre los especialistas afines a esos temas.

En la siguiente etapa de la investigación se escanearon las bases cartográficas correspondientes a la zona de estudio, y mediante el software MapInfo versión 6.5, se realizó la digitalización en pantalla de los elementos que integran las capas temáticas, lo cual se refleja en la siguiente tabla:

Tabla 1.		
Nombre de la capa	Tipo	Contenido
Límite	areal	Límite del área de estudio
Curvas	lineal	Curvas de nivel a intervalo de 40 m
Costas	lineal	Línea de costa provincial
Carreteras Principales	lineal	Carreteras principales y autopistas
Carreteras	lineal	Carreteras secundarias y otras vías
Asentamientos	areal	Asentamientos principales
Férreas	lineal	Vías férreas
Ríos	Lineal	Ríos principales
Presas	areal	Embalses
Rótulos	texto	Nombres de ríos poblados, y accidentes geográficos principales
Fuente: elaborado por la autora		

Como paso indispensable dentro de esta investigación multidisciplinaria y compleja se realizó una fase de trabajo conjunto entre el analista de sistema y los especialistas de los diferentes perfiles afines a la investigación, con el objetivo de complementar y enriquecer los objetivos previstos.

Este análisis conjunto facilitó la selección de los datos de atributos correspondientes a cada una de las capas temáticas que conformaron las bases, previamente diseñadas con auxilio del software Microsoft Access. (Tabla 2, anexos), donde se definieron los campos que la conformaron.

Para dar continuidad a la investigación planteada, se agrupó el universo de las distintas informaciones espaciales de carácter temático que se disponía y se ordenaron en diferentes capas, cuyo tratamiento se describe a continuación.

El mapa de uso (Fig. No.2) de suelo constituyó la base a partir del cual se delimitan los geosistemas principales, por constituir el límite físico de esas unidades, por otro lado, se obtuvo el mapa de las condicionantes geomorfológicas (Fig. No.3), logrado a partir de la superposición de los mapas de disección vertical, disección horizontal, energía potencial y pendientes, realizándose así una generalización de los elementos del relieve.

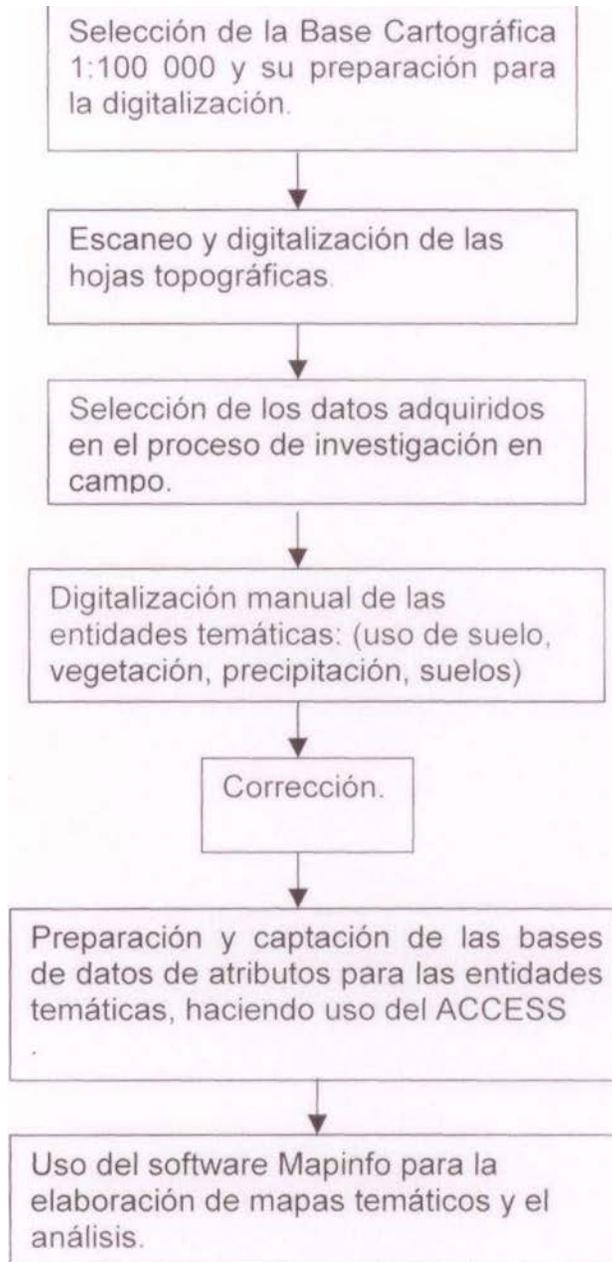
Se contó también con el mapa isoyético (Fig. No.4), representativo de las precipitaciones anuales según los rangos seleccionados; además, se utilizó el de los asentamientos poblacionales seleccionados de acuerdo con su composición en urbano o rural y a la cantidad de habitantes (Fig. No.6)

Además, se dispuso de un mapa detallado de la vegetación (Fig. No.5) que constituye uno de los componentes físico-naturales estudiados más ampliamente debido a su predominio en esta extensa región montañosa. Se tomaron muestras en el terreno y se empleó la base del mapa de vegetación a escala 1: 100 000, donde se representaron siete tipos de vegetación existentes en la zona.

Al mapa base de uso del suelo, le fue superpuesto en una primera fase el mapa de las condicionantes geomorfológicas, pero el sistema Mapinfo no realiza la fragmentación en polígonos, conservando los atributos correspondientes, de manera que fue necesario desarrollar una aplicación en MapBasic (lenguaje de programación de este sistema) que garantizara la superposición de las capas manteniendo los atributos temáticos para cada uno de los polígonos resultantes.

Como resultado de la primera superposición se clasificaron diferentes subtipos de geosistemas caracterizados por la variable geomorfológica añadiendo posteriormente los mapas de precipitación y vegetación, lográndose obtener áreas homogéneas con peculiaridades diversas, acorde a las variables empleadas en el análisis.

El esquema tecnológico empleado para arribar a los resultados esperados fue el siguiente (Fig. No.7):



Capítulo III. Resultados de la aplicación de las herramientas de SIG en el diagnóstico ambiental/ en las a/turas de Pizarras, Pinar del Río.

La utilidad de las diferentes herramientas de sistema de información geográfica, y en particular las que en este caso se han aplicado al estudio de la problemática ambiental, se han podido poner en práctica en la elaboración de un conjunto de mapas que conforman el presente resultado científico, quedando así demostrado la efectividad de las mismas para la realización de dichos estudios.

En el mapa del Uso del Suelo (Fig. No. 2) se reflejan 7 tipos diferentes de usos económicos, a saber, (cultivos varios, pasto natural, pasto artificial, frutales y viandas, vegetación secundaria) representándose mediante una gama de colores donde predomina el uso forestal.

Se obtuvo una síntesis de los elementos que conforman el relieve (Fig. No. 3) clasificándose en 5 tipos con rangos de inclinación de la pendiente desde 0.2 hasta 1.0, considerándose las limitantes de uso y las recomendaciones adecuadas para cada tipo. Además, se representaron diferentes fenómenos puntuales tales como crestas, cuencas erosivas, fallas y otros, mediante símbolos lineales.

Otro de los elementos de la naturaleza estudiado fue el comportamiento de las precipitaciones (Fig. No. 4), representado cartográficamente mediante un mapa de isolíneas en el cual se muestran las isoyetas acorde con los rangos de precipitación anual que comprenden valores desde menores de 1200 hasta más de 2 000 milímetros.

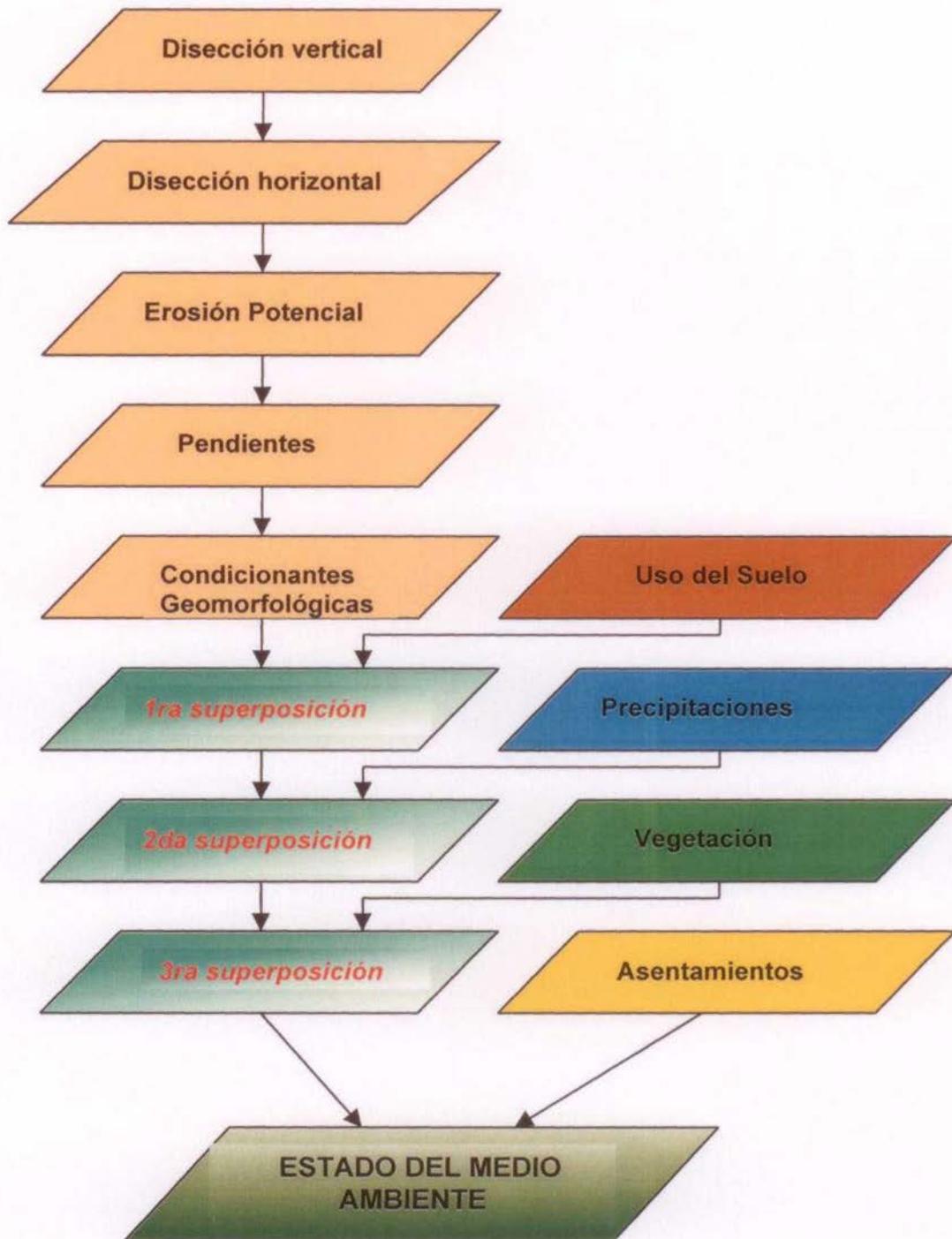
Se diferenciaron 8 tipos de vegetación, compuestas en su mayoría por diferentes asociaciones de pinares, entre los que se encuentran los pinares de pino macho (*pinus caribaea var. Caribaea*), los pinares de pino hembra (*pinus tropicalis*). Y el encino (*Quercus oleoides ssp. sagraeana*), representados en un mapa de fondo cualitativo, y con símbolos fuera de escala se muestra la presencia del pino hembra disperso.

El Mapa de los Asentamientos seleccionados (Fig. No. 6), muestra las diferentes localidades habitadas clasificándolas en urbanas y rurales acorde a rangos de cantidad de pobladores, desde menos de 200 hasta mayores de 1000 habitantes, expresado cartográficamente a través de un cartodiagrama, constituyendo cada uno de ellos unidades de geosistema tecnógenos muy antropizados.

Como se puede apreciar en el mapa del estado del medio ambiente obtenido como resultado final (Fig., No. 8) existe una integración de todos los elementos referidos anteriormente, pudiéndose diferenciar las características intrínsecas de los geosistemas, lo cual nos posibilita de una manera más precisa y acertada evaluar el estado del medio ambiente en la región natural de las alturas de Pizarras, experiencia esta que puede ser extendida a cualquier otro territorio del país.

Ello nos permitió obtener una información detallada y fidedigna de las componentes estudiadas con el objetivo de conocer la existencia, estado y ubicación de las riquezas naturales a fin contribuir a lograr un uso adecuado de los territorios, y aprovechar las potencialidades de los recursos, con la finalidad de lograr un manejo óptimo del medio ambiente y un aprovechamiento adecuado de sus disponibilidades en función de un desarrollo sostenible.

El esquema de superposición de las diferentes capas estuvo dado por el siguiente orden:
(Fig. No 9).



El trabajo constituye un aporte indispensable para la implementación eficaz, de las herramientas que nos proporcionan los Sistemas de Información Geográfica, en apoyo a la toma de decisiones relacionadas con la problemática ambiental del territorio objeto de estudio; siendo también un aporte de carácter metodológico en cuanto al procedimiento empleado para el desarrollo de investigaciones similares en diferentes espacios geográficos.

Conclusiones y Recomendaciones

- Los resultados derivados de la investigación realizada han demostrado la funcionalidad y la eficacia de la aplicación de los Sistemas de Información Geográfica en el análisis del estado del medio ambiente, al permitir la delimitación y diferenciación de sus unidades de análisis espacio-temporal (geosistemas). además de brindar una visión integradora de la problemática ambiental de la compleja región montañosa de estudio. Esto constituye un aspecto de interés a considerar en la toma de decisiones para contribuir al manejo sostenido del potencial de recursos vegetales predominantes en la misma, así como en los propósitos de preservación de la calidad ambiental y de vida de las actuales y futuras generaciones. Por ello, se debe realizar un trabajo sistemático de introducción de este resultado en los planes de desarrollo socioeconómico del área.
- Se logró la combinación de diferentes variables orientados al manejo, la recuperación y el análisis entre distintos estratos temáticos relacionados con la problemática ambiental de la región, dirigido a alcanzar un mejor aprovechamiento de los recursos naturales del territorio estudiado
- Dentro del procedimiento metodológico empleado, el intercambio de criterios y la compatibilidad de la información entre los analistas de SIG y los especialistas de diversos perfiles temáticos involucrados en la investigación, se reveló como una fase de trabajo indispensable e importante, que contribuyó a complementar y a seleccionar la información para la confección de las bases de datos

La aplicación de SIG para el desarrollo del presente estudio se convirtió en un instrumento importante, al posibilitar la complementación y el enriquecimiento de las investigaciones realizadas acerca de la gestión de los recursos vegetales por lo que garantiza la continuidad de los resultados de la última etapa de trabajo del proyecto donde se inserta el mismo. Por ello, se recomienda seguir trabajando en el perfeccionamiento sistemático de esta herramienta de geoprocésamiento y su óptima utilización en otras tareas relacionadas con el estado del medio ambiente, sus componentes, la gestión ambiental y sus instrumentos.

Bibliografía consultada.

- Berazain, R y colectivo de autores (2003): Caracterización de la vegetación de las alturas de Pizarras. En: Diagnóstico ambiental de las alturas de Pizarras en la provincia de Pinar del Río Instituto de Geografía Tropical. CITMA, LA Habana. (inédito)
- Caballero, J. (2002): Sistema de Información Geográfica aplicado a la gestión ambiental el municipio Plaza de la Revolución. Instituto de Geografía Tropical. CITMA, LA Habana, (inédito)
- CNNG; Oficina de Hidrografía y Geodesia (2000): Diccionario Geográfico de Cuba. Ediciones GEO, La Habana, 386pp
- Colina de la A. (2003): Caracterización del entorno regional y diagnóstico microregional mediante el uso herramientas de geoprosesamiento Instituto de Geografía Tropical, CITMA, LA Habana, (inédito).
- Diccionario Geográfico de Cuba (2000): Comisión Nacional de Nombres Geográficos CNNG Ediciones GEO; La Habana 386 pp.
- Fernández, M, et al, (2002): Diagnóstico ambiental de las alturas de Pizarras en la provincia de Pinar de Río, IGT, Agencia de Medio Ambiente, CITMA (Inédito)
- García M. A. (1994): Aplicación de la tecnología de los SIG Integrados en el estudio de los recursos naturales en interés de la defensa y la economía, tesis doctoral, GEOCUBA, LA Habana.
- Geocuba Investigación y Consultoría: Concepción teórico metodológica general del diseño e implementación del SIG para el manejo de las regiones especiales de desarrollo sostenible de la república de Cuba La Habana
- González, L. et al (1989): Mapa de Medio Ambiente de Cuba, a escala 1: 1 000 000, En: Nuevo Atlas Nacional de Cuba. Ed. Instituto Geográfico Nacional de España. Madrid XIII 1. 2-3.
- MAP & SIG Consulting (1998): Revista Mapping. No 23. Mayo MAP & SIG Consulting. Madrid. España, 98 pp.
 - María del Carmen Navarro Parraud y Gabriel Legometa Paulín (1998). en SIG. Teoría Introductoria y ejercicios con AUTOCAD e IDIRISI. No 2. Publicaciones docentes del museo de Zoología "Alfonso L. Herrera. UNAM Facultad de ciencias. Departamento de Biología.

- Novúa Álvarez, O. (1999): Diseño de SIG para el análisis Ambiental. Publicación electrónica: memorias de la convención Trópico '99, La Habana. Cuba.
- Reyes, R (2003): Evaluación de las condicionantes geomorfológicas en función del potencial de recursos vegetales de las alturas de Pizarras, provincia de Pinar del Río. En: Diagnóstico ambiental de las alturas de Pizarras en la provincia de Pinar del Río, (inédito). Instituto de Geografía Tropical, CITMA, LA Habana.
- Roque, A., C.M. Lopetegui y F.F Rodríguez (2003): Caracterización agroclimática del potencial de recursos vegetales en las alturas de Pizarras en la provincia de Pinar del Río. En: Diagnóstico ambiental de las alturas de Pizarras en la provincia de Pinar del Río. Instituto de Geografía Tropical, CITMA, LA Habana, (inédito)
- Shunji Murai (1999): SIG Manual Base. Vol.T. Conceptos fundamentales [SELPER.vol.15](#). No 1.