

EXPERIENCIA VENEZOLANA EN LA APLICACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS DE ANÁLISIS TERRITORIAL EN EL MINISTERIO DEL AMBIENTE (MARN).

Rosa Corina García

MARN-DGPOA-Egresada del Programa de Doctorado Cartografía-SIG-Teledetección-Universidad Alcalá de Henares, 1998

zeusyrosa@mixmail.com

RESUMEN

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y las técnicas de Teledetección constituyen herramientas importantes dentro de las actividades de gestión ambiental y planificación del territorio. Con el empleo de ellas, es posible resolver cuestiones relacionadas con la asignación de actividades en un territorio, considerando la aptitud del medio, tanto en términos físico-naturales como socioeconómicos. Los SIG y la Teledetección son herramientas de uso cada vez más frecuente debido a que otorgan rapidez, precisión y validez a los resultados. Debido al auge y aplicabilidad actual, es necesario la capacitación de recursos humanos en estas técnicas, para que el esfuerzo realizado representado en la formación de personal, adquisición de equipos y programas justifique la inversión efectuada. En ello destaca el rol desempeñado por Programa de Doctorado *Cartografía, SIG y Teledetección* dictado por la Universidad Alcalá de Henares en España, en la formación de profesionales provenientes de Europa, América y África. Asimismo, en este documento se presentan ejemplos de la experiencia venezolana en la aplicación de estas tecnologías, en concreto sobre el uso de los SIG en el ámbito de la ordenación del territorio en el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales y la expectativa hacia futuras aplicaciones en el contexto de investigaciones sobre desarrollo sostenible.

Palabras clave:

SIG, Teledetección, Gestión Ambiental, Capacitación de recursos humanos, Planificación territorial, Desarrollo sostenible.

ABSTRACT

Geographical Information Systems (GIS) and satellite remote sensing techniques become important tools within environmental management activities and territorial planning. With both of them it is possible to solve questions dealing with allocation of human activities, considering land aptitude in physical, social and economic aspects. GIS and satellite remote sensing are more used tools everyday since they provide speed, precision and valid results. Due to the actual applicability of them, it is necessary to prepare new human resources whit these skills in order of the realized effort brings new professionals, equipment acquisition and programs justifying the investment done. In this matter is relevant the role of the Doctoral Program on *Cartografía, SIG y Teledetección* teach at the Universidad Alcalá de Henares in Spain, to form professionals coming from Europe, America and Africa. Also, this paper presents some examples about Venezuelan experience on applying these technologies, particularly on the use of GIS to order territories according the polices of the Ministry of the Environment and Natural Resources and also in future applications in research on sustainability and development context.

Key words:

Geographical Information System (GIS), Satellite remote sensing, Environmental management, Human resource capability, Territorial planning, Sustainability development.

INTRODUCCIÓN

Venezuela ha experimentado desde finales de la década de los años setenta, un creciente y manifiesto interés por la adquisición y aplicación de modernas tecnologías para la gestión ambiental. De ello dan muestra instituciones gubernamentales que incluyen ministerios, alcaldías, gobernaciones, oficinas de los diferentes niveles del gobierno, grandes y medianas empresas privadas y las principales universidades del país, que comenzaron a implementar el uso de estas herramientas, mediante la adquisición de paquetes especializados de Sistemas de Información Geográfica (SIG), programas para la producción de Cartografía Automatizada (CA) y para el procesamiento de imágenes de satélite, en el marco del asentamiento de la plataforma informática con programas de aplicaciones. Ambas especialidades (SIG) y Teledetección constituyen importantes herramientas para el análisis de la información espacial, las cuales permiten a los planificadores territoriales, obtener una impresión en el territorio del resultado de sus decisiones.

Sin embargo, a pesar de las inversiones realizadas tanto para la adquisición de equipos, como de programas informáticos, los resultados producidos no justificaron en muchos casos, los gastos efectuados. Uno de los factores críticos que pudo detectarse en esta situación, fue la carencia de profesionales de alto nivel capacitados en el uso de estas tecnologías.

Frente a esta situación, se comenzó la tarea de formar personal en esta área donde fueron pioneros la Fundación Instituto de Ingeniería, específicamente el Centro de Procesamiento Digital de Imágenes (FII/CPDI), el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales (MARN), La Universidad de Los Andes, la Corporación Venezolana de Guayana, entre otras instituciones, las cuales designaron funcionarios para la formación, tanto a nivel nacional como internacional y posterior empleo de los SIG en las diferentes investigaciones de carácter geográfico.

Actualmente se están llevando a cabo en la Dirección de Planificación y Ordenación del Ambiente (DGPOA) adscrita al MARN, diversos proyectos con la finalidad de tratar con técnicas modernas aspectos relacionados con la planificación, utilizando ya no solamente los Sistemas de Información Geográfica como tecnología de forma particular, sino conectándolos con el gran desarrollo experimentado por las telecomunicaciones.

En este sentido, el constante e inexorable avance de la tecnología, sobre todo las relacionadas con las telecomunicaciones, permiten que los SIG se vinculen a esta dinámica; de aquí que internet e intranet faciliten al usuario consultar aspectos espaciales de las regiones de su interés y añadir varias dimensiones a su análisis, al elaborar modelos para optimizar el proceso de toma de decisiones bajo el vínculo SIG/Internet, derivándose un nuevo paradigma, donde Internet pasa a ocupar un rol preponderante en el flujo de la información y el análisis de la misma.

De aquí que por ejemplo, el concepto del modelo del dato al ser orientado a objeto ayuda a definir el análisis por tareas, facilitándose la integración; donde lo fundamental es independizar los procesos dentro del marco cliente-servidor a través de los protocolos de comunicación, donde se almacenan los datos bajo el esquema de base de datos neutros y modelo relacional SQL extendido en diversos programas (Oracle, Acces, etc), para normalizar los sistemas sobre estándares y no sobre tecnologías.

De esta manera, se genera una nueva arquitectura de SIG que requiere: Independencia funcional entre interfases, procesos y datos vinculados bajo protocolos estándares de comunicación, para crear los nexos necesarios que permitan modelar sin tener necesariamente el programa de SIG en su ordenador.

ANTECEDENTES DE LA TECNOLOGÍA SIG EN LA DGPOA-MARN

El interés del Ministerio del Ambiente por implementar herramientas que agilizaran los estudios ambientales comenzó en el año 1978, cuando en la DGPOA se incorporan los sistemas para automatizar mapas denominados SIMAP y AUTOMAP; sin embargo, debido a que estos programas sólo se limitaban a la solución de problemas específicos sin integración de la información, se trató de cubrir esta deficiencia con la creación del Sistema de Información Técnica (SITRO), el cual sólo trataba bases de datos sin representación espacial, por lo que no cubrió las expectativas creadas.

Continuando con la búsqueda de instrumentos de apoyo para la planificación, el Ministerio del Ambiente en 1981, desarrolló el Sistema de Información de los Macrosistemas Ambientales (SIMSAV), conocido como Sistemas Ambientales de Venezolanos. En esa oportunidad el objetivo fue el de almacenar los atributos necesarios para la planificación ambiental y la recuperación eficiente de la información con representación de acuerdo a los requerimientos de análisis del usuario, pero surgió como limitante, la adquisición de los equipos que permitieran su desarrollo, por lo que la experiencia fue abandonada.

Posteriormente, para 1984, el MARN suscribió un convenio con la empresa Petróleos de Venezuela (PDVSA) y La Fundación Instituto de Ingeniería a través del Centro de Procesamiento Digital de Imágenes (CPDI), para desarrollar el Sistema de Información Ambiental de la Faja Petrolífera del Orinoco (SIAFO) con información socioeconómica y físico-natural, para la evaluación preliminar de impactos ambientales y servir como plataforma para la planificación, ordenación del territorio y manejo de recursos naturales.

Posteriormente en 1988, el MARN firma convenio con la Fundación Polar y Fundación Instituto de Ingeniería para el desarrollo de un proyecto denominado Sistema de Información Ambiental (SIA), cuyo objetivo fue crear un sistema computarizado para el manejo de variables geográficas en diversas áreas del territorio nacional. Para ello se utilizaría el metodología empleada en el SIAFO y el software ARC/INFO, para cuyo

caso se identificaron áreas prioritarias con problemas de ordenamiento territorial. En este orden de ideas se desarrollaron los sistemas correspondientes a la Cuenca del Lago de Valencia (SIACLAV), a la Cuenca del Río Tuy (SIATUY) y a la Cuenca del Río Aragua (SIACRA).

EL PROGRAMA DE DOCTORADO CARTOGRAFÍA, SIG Y TELEDETECCIÓN COMO ALTERNATIVA PARA LA FORMACIÓN DE PROFESIONALES

El Programa de Doctorado Cartografía, SIG y Teledetección que se dicta en la Universidad Alcalá de Henares en España, constituyó uno de los programas que desempeñó un importante rol en la formación de especialistas en el manejo y aplicación de los Sistemas de Información Geográfica y Teledetección, dentro de diversos ámbitos que incluyen la ordenación del territorio.

La participación en el mismo permitió adquirir las destrezas y conocimientos necesarios para producir dos investigaciones: Una a nivel pre-doctoral denominada "Análisis Multitemporal de la Ocupación del Suelo en la Cuenca Alta y Media del Río Tuy- Venezuela" y otra realizada como tesis doctoral denominada "Empleo de Técnicas de Evaluación Multicriterio para la elaboración de Escenarios de Ocupación del Suelo en base a criterios Socio-económicos y Ambientales en un sector de la Cuenca del Río Tuy- (Venezuela)". Ambas investigaciones cumplieron los objetivos perseguidos tanto a nivel de motivación por parte del MARN, como los académicos por parte de la Universidad.

El modelo de desarrollo económico de Venezuela, ha estado marcado por un importante proceso de urbanización y concentración de actividades económicas en el arco centro norte-costero del país. En este ámbito espacial, se encuentran las subcuencas alta y media del río Tuy, la subcuenca del río Guaire y la subregión

Guarenas-Guatire, que constituye un área donde coexisten problemas ambientales agudos y relevantes.

Ello se evidencia en la expansión de ciudades y aparición de nuevas áreas donde se desarrollan actividades industriales y comerciales, en detrimento de espacios previamente ocupados por actividades agrícolas; proceso que requiere de un proceso de planificación. De esto se desprende la necesidad de evaluar los cambios de uso producidos en la zona y sustentar la toma de decisiones, de manera que se determinen las áreas más adecuadas para los diferentes actividades que se van a asignar al territorio, en función de variables de tipo físico y socioeconómico.

La unidad geográfica definida hidrológicamente como Cuenca del Río Tuy, para efectos del Plan de Ordenamiento del Área Crítica con Prioridad de Tratamiento Cuenca del Río Tuy, MARNR (1991), está constituida por siete unidades de ordenamiento y cinco subcuencas, de las cuales, las subcuencas Alta y Media del Río Tuy, la del Río Guaire y la Subregión Guarenas-Guatire, conforman el área de estudio de las investigaciones realizadas y citadas previamente, lo que corresponde a su vez, con el denominado *Módulo I*, MARNR (1992).

Se encuentra ubicada en la parte centro norte costera de Venezuela, entre las coordenadas geográficas 10° 00' y 10° 33' de latitud Norte y los 66° 30' y 67° 20' de longitud Oeste, (MARNR,1992). Ocupa una superficie aproximada de 442.821,51 ha (esta superficie fue obtenida mediante el comando *Área del programa Idrisi*), lo que representa el 0.43% del territorio venezolano. Comprende en su totalidad al Municipio Libertador del Distrito Federal y parte de los estados Aragua y Miranda (Figura 1).

Limita al norte con el flanco sur de la Serranía de la Costa en su sección central; al sur, con el flanco norte de la Serranía del Interior; al este, con los municipios Acevedo y parte del Zamora del Estado Miranda y al oeste, con la divisoria de aguas de la Cuenca del Lago de Valencia

Fisiográficamente el área está conformada por dos grandes unidades de relieve: el complejo rocoso metamórfico correspondiente a la Cordillera de la Costa que se divide en la Serranía del Litoral y la

Serranía del Interior, y los valles ubicados entre ambas serranías consistentes principalmente en un conjunto de valles intramontanos, tales como los de Caracas, Guarenas-Guatire, y sector del Tuy.

Los picos Codazzi (2.429 m) y El Cenizo (2.437 m), son las mayores elevaciones de la región central, ambos en el estado Aragua. En el sector Los Altos de esta Serranía, el relieve presenta altiplanicies, colinas y valles secundarios. Otra abra transversal, la de Tacagua, interrumpe la contigüidad de la Cordillera la cual continúa hacia el este en un bloque tectónico de unos 100 km de longitud, por 8 km de ancho. Es en la Sierra del Ávila donde destacan elevaciones como el pico Naguayá (2.765 m) de altura y la Silla de Caracas, con apariencia de silla de montar por el desnivel de 158 m entre los dos picos que la forman: el oriental con 2.638 m y el occidental, con 2.480 m (Guevara, 1983).

La Sierra del Ávila, presenta un relieve montañoso accidentado, con potencial de erosión alto, caracterizado por laderas empinadas y cimas irregulares con pendientes promedio de 65%, y está disectada en su vertiente meridional, por un sistema de fallas en sentido este-oeste.

El clima tropical con lluvia, es el tipo climático que se presenta en el Tuy Medio, valles de Guarenas-Guatire y valle de Caracas. Las características que distinguen el clima de la región son sus períodos lluviosos y secos bien diferenciados asociados con altas temperaturas todo el año. La temperatura media del mes más frío, es superior a los 18° C, la temperatura media anual en el Tuy Medio oscila entre 25° y 26° C, en el sector Guarenas-Guatire, entre 23° y 24° C, y en el valle de Caracas, alrededor de 21° C (Guevara, 1983).

El río Tuy constituye el cauce principal y designa el nombre a toda esta importante cuenca. Nace en la vertiente sur de la Serranía del Litoral, en las inmediaciones del Pico Codazzi, atraviesa en sentido oeste-este los valles del Alto Tuy y Tuy Medio, para desembocar en el mar Caribe después de un recorrido aproximado de 200 km. Sus principales afluentes dentro del área son los ríos Guaire y Grande.

Aunque en las investigaciones se utilizó básicamente la información digital contenida en el SIATUY, fue incorporada otra cantidad de data, tanto por el

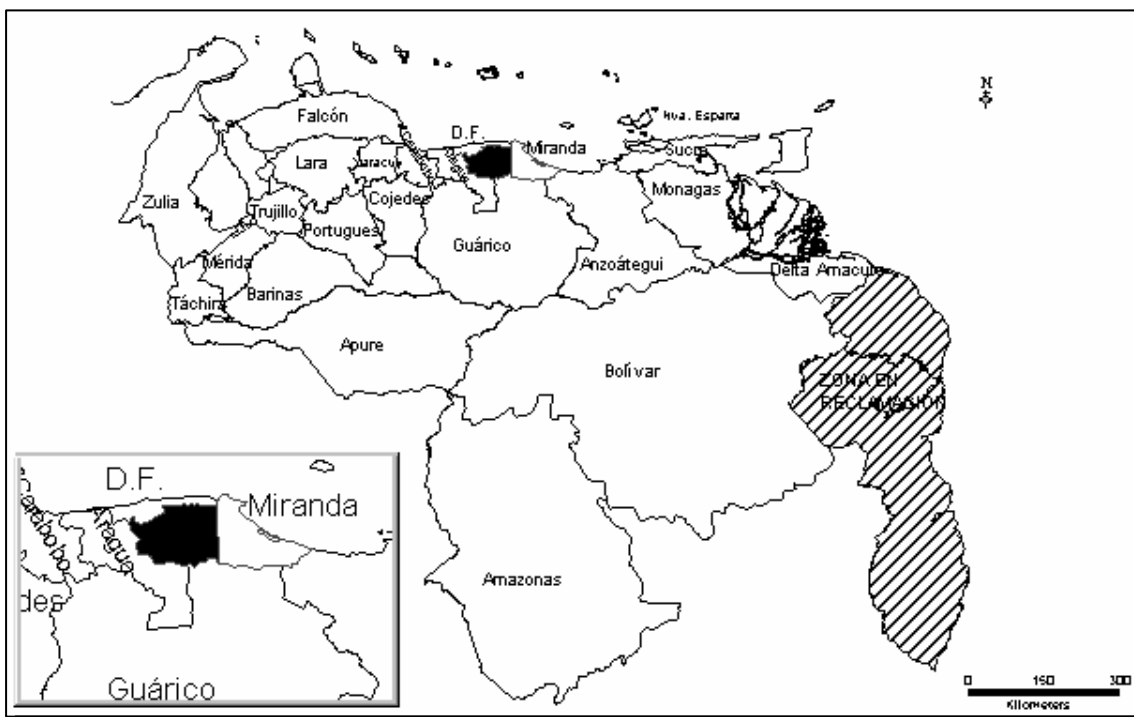


Figura 1: Ubicación Relativa del Módulo I de la Cuenca del Río Tuy.

procedimiento de digitalización, como la obtenida mediante otras técnicas de investigación geográfica, tales como las Técnicas de Evaluación Multicriterio.

Las limitaciones encontradas con respecto a la información que se recopiló para el desarrollo de las investigaciones durante el Programa de Doctorado estuvo orientada fundamentalmente hacia la escasez de información debidamente actualizada, poca disponibilidad de material cartográfico a escalas adecuadas y en muchos casos, los costos asociados a esta información.

Los objetivos de la primera investigación fueron más allá de la representación cartográfica de los cambios de ocupación del suelo en dos fechas determinadas, pues se persiguió contribuir de alguna manera al proceso de ordenación territorial que adelantan para al Cuenca del Río Tuy, los organismos competentes.

Los resultados estuvieron orientados hacia la evaluación y cuantificación de los cambios producidos y adicionalmente, efectuar un control sobre la preservación de las áreas decretadas por el gobierno bajo la denominación de administración especial de usos reglamentados. Asimismo suministrar un producto cuantitativo y cartográfico que contribuyera a las actividades de gestión

ambiental y conocer las tendencias de cambio en la zona, utilizando una metodología específica y las herramientas de los SIG para la ejecución de los procesos.

De esta manera se trataba de discernir en parte, la problemática que se presenta a nivel nacional, regional y local en la toma de decisiones respecto al manejo de los recursos presentes y a la ejecución de las acciones dirigidas a frenar el deterioro de aquellas zonas que han sufrido efectos negativos, como consecuencia del uso inadecuado al cual han sido sometidas, además de tratar de alcanzar un uso socialmente aceptable a la demanda y a la capacidad ambiental disponible.

De esto se desprende la necesidad de evaluar los cambios de ocupación producidos en la zona y sustentar la toma de decisiones, de manera de determinar las áreas más adecuadas para las diferentes actividades con base a la consideración de variables de tipo físico, humano y jurídico.

En relación a los métodos y técnicas de trabajo, se empleó el método de cartografía dinámica, el cual permitió detectar los cambios habidos mediante el análisis cartográfico y su cuantificación y la técnica estadística del Ji^2 para observar sus asociaciones.

En el trabajo de investigación correspondiente a la tesis doctoral, se continuó con la investigación ya iniciada, aplicando ahora Técnicas de Evaluación Multicriterio en el ámbito de los Sistemas de Información Geográfica, generando elementos novedosos en esta misma línea, orientados hacia el mejor aprovechamiento en el uso de los SIG y generándose un resultado aún más concreto, para ser utilizado en el proceso de gestión de ordenación del territorio.

En este trabajo el objetivo se centró en la elaboración de escenarios de ocupación del territorio para el año 2010 para uso residencial de alta densidad, agrícola,

industria pesada, (a la cual se destinó poca superficie debido a que uno de los objetivos es el de no incentivar este uso) y áreas turístico-recreacionales en la misma zona previamente establecida, una vez conocida su problemática y su dinámica de cambio. Esta selección se fundamentó en los criterios de aptitud e impacto, utilizando Técnicas de Evaluación Multicriterio y SIG y comparar sus resultados con el mapa de Imagen Objetivo creado por el MARN para la misma fecha, pero empleando técnicas tradicionales.

Las Técnicas de Evaluación Multicriterio fueron utilizadas primeramente para relacionar los modelos de capacidad de

VARIABLE	ATRIBUTO
1. Capacidad Agrológica de la Tierra	<ul style="list-style-type: none"> • Clases agrológicas
2. Uso del Suelo y Cobertura Vegetal Natural tanto para 1979 como para 1992.	<ul style="list-style-type: none"> • Uso del suelo: <ul style="list-style-type: none"> • Tipo de uso • Cobertura vegetal natural • Tipos de Formación vegetal
3. Áreas Bajo Régimen de Administración Especial	<ul style="list-style-type: none"> • Tipo de figura • Compatibilidad de usos y actividades
4. Régimen de Propiedad de la Tierra	<ul style="list-style-type: none"> • Privado • Público
5. Vialidad	<ul style="list-style-type: none"> • Tipo de vialidad
6. Hidrografía	<ul style="list-style-type: none"> • Tipo de curso de agua • Régimen
7. Unidades Integradas de Territorio	<ul style="list-style-type: none"> • Pendiente en rangos de porcentaje • Geología: edad, período, formación, litología, fallamiento y pliegues. • Geomorfología, paisaje natural, categorías de formas de relieve, tipos de formas de relieve, balance morfodinámico, medios y tipos de medios.
8. Modelo Digital de Elevaciones (*)	<ul style="list-style-type: none"> • Altitudes con un pixel de 100 x 100 m • Orientación del relieve.
9. Riesgo Físico (*)	<ul style="list-style-type: none"> • Estabilidad de taludes • Geotécnia inestable • Capacidad portante
10. Imagen Objetivo	<ul style="list-style-type: none"> • Mapa de propuestas de usos para el año 2010.
11. Centros Poblados	<ul style="list-style-type: none"> • Centros de 1er. Y 2do. orden
12. Curvas de Nivel (*)	<ul style="list-style-type: none"> • Curvas de nivel a diferentes alturas
13. Calidad Visual y Conservabilidad (*)	<ul style="list-style-type: none"> • Puntos de observación • Cuencas visuales

Fuente: MARNR/SIATUY/1991. (*) Capas de elaboración propia.

Tabla 1. Variables Básicas Utilizadas en los Estudios

acogida del territorio con el proceso de transformación de ocupación del suelo. Asimismo, fue generado un modelo digital de elevaciones en el cual se compararon tres métodos de interpolación: máxima pendiente, kriging y medias móviles, dentro de los cuales se determinó que el kriging produjo estimaciones mejores que las logradas por otros métodos aplicados.

Se incorporó un parámetro de calidad visual con el objetivo de introducir variantes dentro de la metodología de evaluación del paisaje que fue seleccionada, cuyos resultados permitieron obtener de forma global aspectos de calidad y conservabilidad.

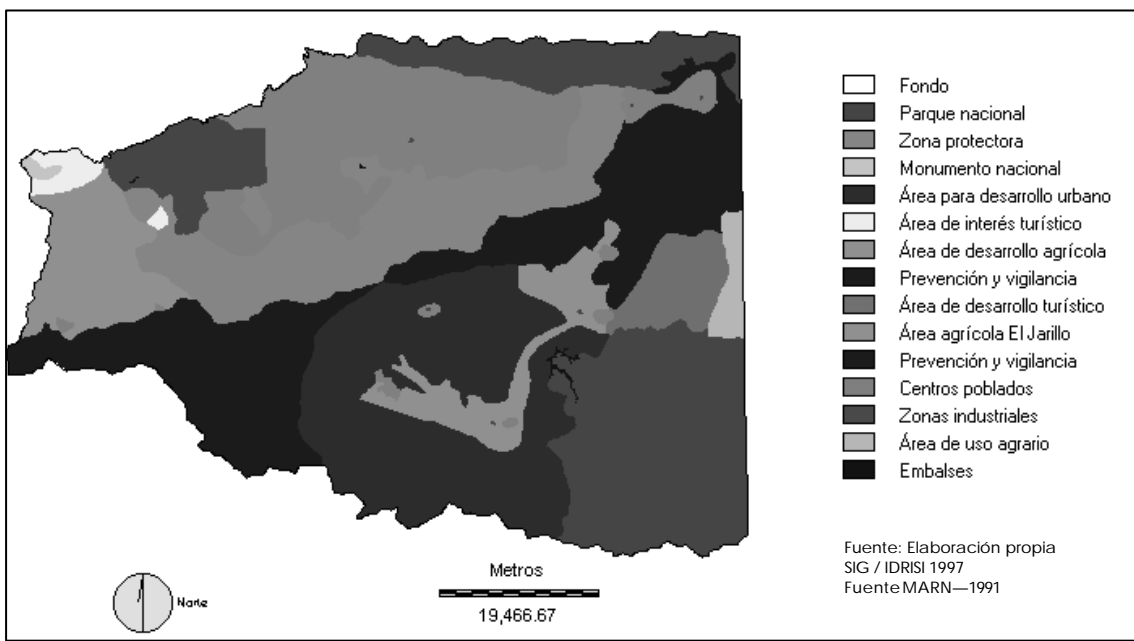


Figura 2. Imagen Objetivo-Año 202-Módulo I-Cuenca del Río Tuy.Fuente:MARN-1991

TIPO DE USO	SUPERFICIE EN HA
1- Parque Nacional	94.017,27
2- Zona Protectora	54.234,16
3- Monumento Natural	804,79
4- Área para desarrollo urbano	77.026,39
5- Área de interés turístico-recreacional	3.740,27
6- Área con potencial agrícola	21.097,35
7- Prog. Prev. y Vig. (Uso pot.hidr. y min.)	44.323,43
8- Área para desarrollo turístico	12.271,36
9- Área agrícola El Jarillo	19.863,74
10- Programa de Previsión y Vigilancia	44.105,32
11- Centros poblados actuales	66.390,85
12- Zonas industriales	149,31
13- Área de aprovechamiento agrario (E.Bar.)	4.348,74
14- Embalses	448,56

Fuente: Superficie suministrada por el programa Idrisi con base a la digitalización del mapa de Imagen Objetivo/MARNR/1991.

Tabla 2. Superficie en ha del mapa Imagen Objetivo por Tipo de Ocupación

El método de impacto/aptitud de Gómez Orea (1992), permitió considerar ambos aspectos en un mismo proceso para la evaluación integral del problema. Los SIG contribuyeron de manera efectiva tanto a la generación de las capas de información necesarias para los análisis, como a la elaboración de la cartografía con los resultados finales.

El método de la matriz de comparación por pares para la asignación de pesos a los factores aplicados junto al de las jerarquías analíticas formulado por Saaty (1977), en función de una escala comprendida entre 1/9 hasta 9 resultó apropiado, en vista de que permitió establecer un vínculo entre las variables evaluadas por pares y luego de forma global, en cual fue medido con el índice de consistencia, que es una medida de la relación aritmética establecida entre las variables y constituye un indicador de los juicios de valor utilizados, aún cuando siempre va a existir una cuota de susceptibilidad.

Otro procedimiento de interés, que también involucró la estructuración de una secuencia metodológica, lo constituyó la creación de agrupaciones de píxeles en términos de continuidad en su adecuación para determinada actividad, en un intento de producir áreas mayores denominadas parcelas en función de parámetros de superficie, capacidad de acogida y poca variabilidad interna, indicada por el valor de desviación típica permitiendo la selección de la o las parcelas óptimas para el uso que se propone.

Esto redundó en una mejora en torno a las soluciones propuestas respecto a las alternativas de adecuación por píxeles, que

muchas veces no permite la continuidad espacial de los valores de adecuación, dando lugar a numerosas áreas de muy pequeña superficie distribuida por toda el área de estudio.

La aplicación de los métodos y técnicas empleadas permitieron alcanzar el objetivo inicialmente propuesto. Por una parte, se efectuaron procedimientos de análisis espacial conducentes a la determinación de las zonas de adecuación para cada uso, con base a su nivel de aptitud física y socioeconómica, teniendo en cuenta factores de impacto y restricciones.

Se demostró una vez más, que la integración de las herramientas SIG/EMC constituye una buena alternativa dentro del proceso de planificación y ordenación del territorio. El producto de esta investigación se considera útil a los fines de aplicación así como la destreza adquirida en el manejo de los SIG.

Cob.veg.	Imagen Objetivo/superficie ha				Asignación de usos/superficie en ha			
	Agri.	Res.	Ind.	Tur.	Agri.	Res.	Ind.	Tur.
Bosques	433	8949		2907	1847	93		
Matorr.	7999	33716		2907	28764	6064	411	8144
Sab.ab.	1150	2828	21	5352	2979	437	398	48
Her.+ b.	927	6459		1420	4026	11103	100	498
Sab.+ b.				1142	326	147		
Sa.+ch.					384	489		574

Tabla 3. Asignación de Usos/Cobertura Vegetal Natural

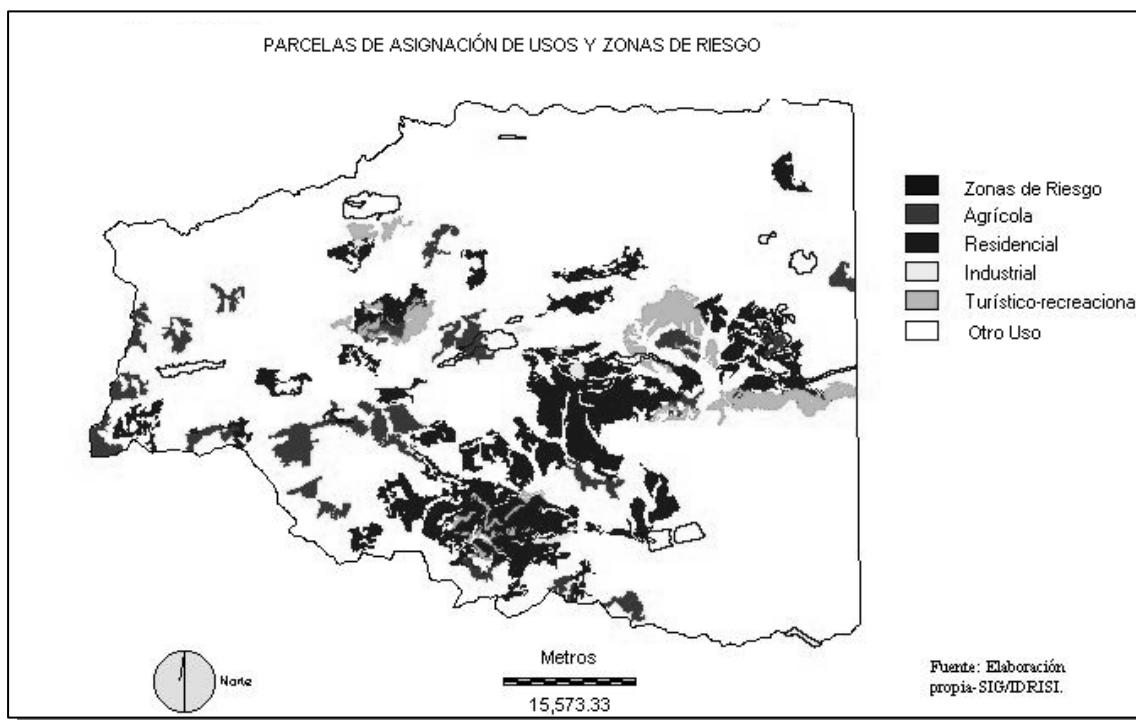


Figura 3. Asignación de Usos y Zonas de Riesgo. Fuente: Elaboración propia.

EXPECTATIVA EN APLICACIONES UTILIZANDO SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y TELEDETECCIÓN EN LAS INVESTIGACIONES GEOGRÁFICAS DE LA DGPOA-MARN

La importancia del conocimiento adquirido y la aplicabilidad de los mismos prevé continuar su implementación debido a los nuevos esquemas de planificación basados en la política de desarrollo para la gestión ambiental que se desarrollará en Venezuela, en concreto en el MARN. Esto se fundamenta en el concepto de desarrollo sostenible orientado hacia un sistema de valores donde interactúan la conservación, cooperación, calidad y asociación orientada hacia una distribución equitativa estando el ser humano como centro del ecosistema.

De esta manera, la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela

garantiza la participación ciudadana en la formación, ejecución y control de la gestión ambiental así como, que el territorio nacional sea ordenado, atendiendo a las realidades ecológicas, geográficas, poblacionales, sociales, culturales, económicas y políticas. Todo este proceso está fundamentado en la capacitación del recurso humano que incluye el manejo de modernas tecnologías que incluyen los SIG.

Dentro de los actuales proyectos en desarrollo mediante el empleo de los Sistemas de Información Geográfica que se adelantan en la DGPOA, adscrita al Ministerio del Ambiente, se encuentran las Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE), iniciado durante 1998. Actualmente se cuentan automatizadas todas las figuras correspondientes a los Parques Nacionales, Monumentos Naturales, Zonas Protectoras, Reservas de Biosfera, Reservas Forestales, Áreas Boscosas, Áreas Críticas con Prioridad de Tratamiento, Áreas de Protección de Obras Públicas, Reservas de Fauna Silvestre y Zonas de Reserva para la Construcción de Presas y Embalses.

Igualmente, se adelanta la automatización del programa Sistemas Ambientales de Venezuela (SIAV), constituido por catorce regiones automatizadas, de las cuales, se han concluido los estados Falcón, Apure,

Cojedes, Zulia, Barinas y la Región Central. La estructura de códigos asociada a esta base de datos, comprende información contenida en los informes del SIAV, que poseen poca variación, sin excluir por lo tanto, aquella que es necesario actualizar.

Otra meta alcanzada, es la elaboración del mapa de Venezuela con todos los bloques petroleros de la 2da. Y 3ra. Ronda de la denominada Apertura Petrolera. Este mapa permite tener almacenada información correspondientes a los bloques petroleros y a su vez, plasmar las poligonales de las áreas autorizadas para ocupación y afectación de los recursos naturales, con lo cual puede tenerse un control del avance de las mismas dentro de cada área petrolera.

Un ejemplo concreto donde intervino la utilización de los Sistemas de Información Geográfica, ha sido en la evaluación de los espacios correspondientes el territorio el

Estado Vargas después de la emergencia surgida con las lluvias en el mes de Diciembre de 1999. Igualmente se llevó a cabo un proyecto denominado Página Web CEPNET/BID apoyándose en las comunicaciones vía internet, para Reforzar la Capacidad de Ordenación de los Recursos Marinos y Costeros en la Región del Gran Caribe, del cual Venezuela forma parte.

Actualmente existe mucha información automatizada distribuida en las diferentes instancias del MARN que requiere de mayor interacción que es necesaria en función del suministro mutuo de la información, cooperación tecnológica y disminución de costos, especialmente los derivados de la adquisición de imágenes y mantenimiento de equipos de trabajo. Dentro de las medidas para superar esta situación pueden citarse la estructuración de un sistema integral ambiental para disponer de toda la

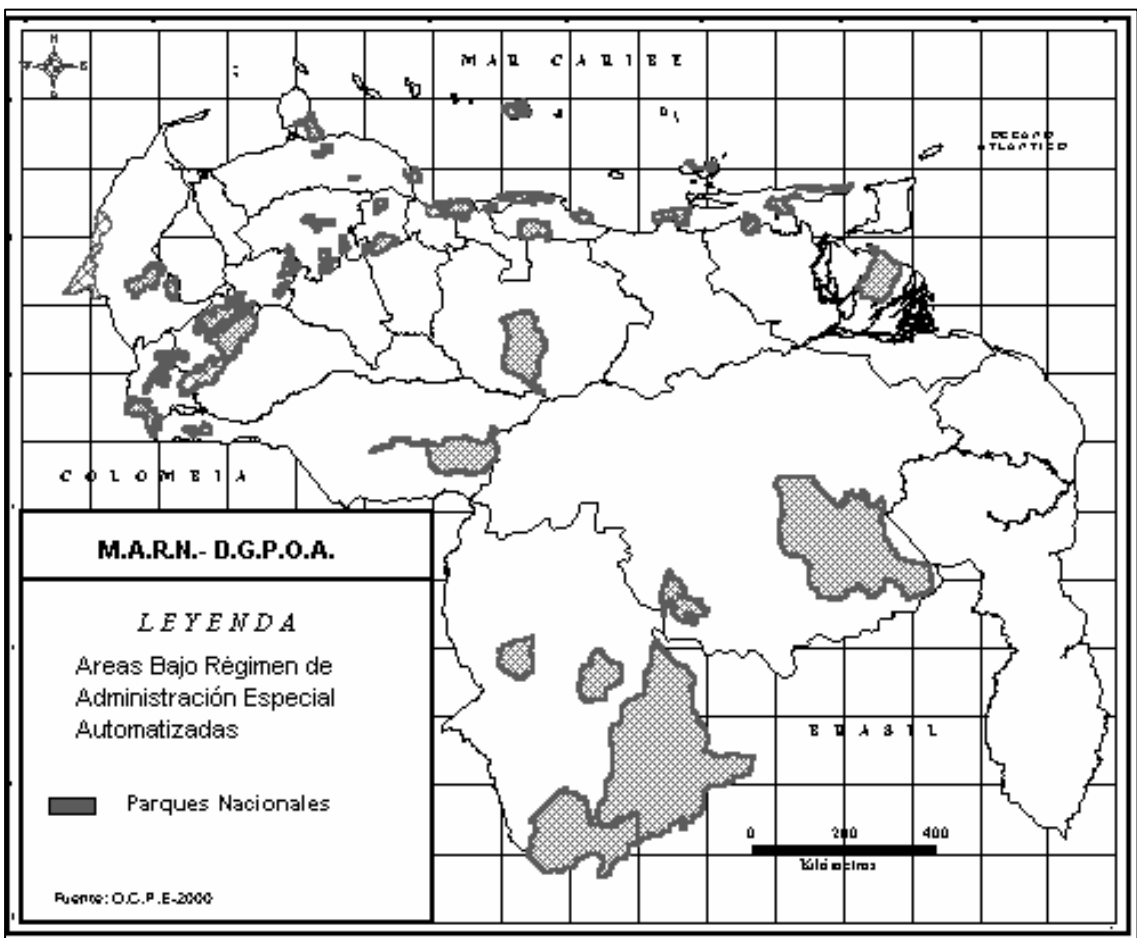


Figura 4 . Áreas Bajo Régimen de Administración Especial –Parques Nacionales Automatizados. Fuente: MARNR.

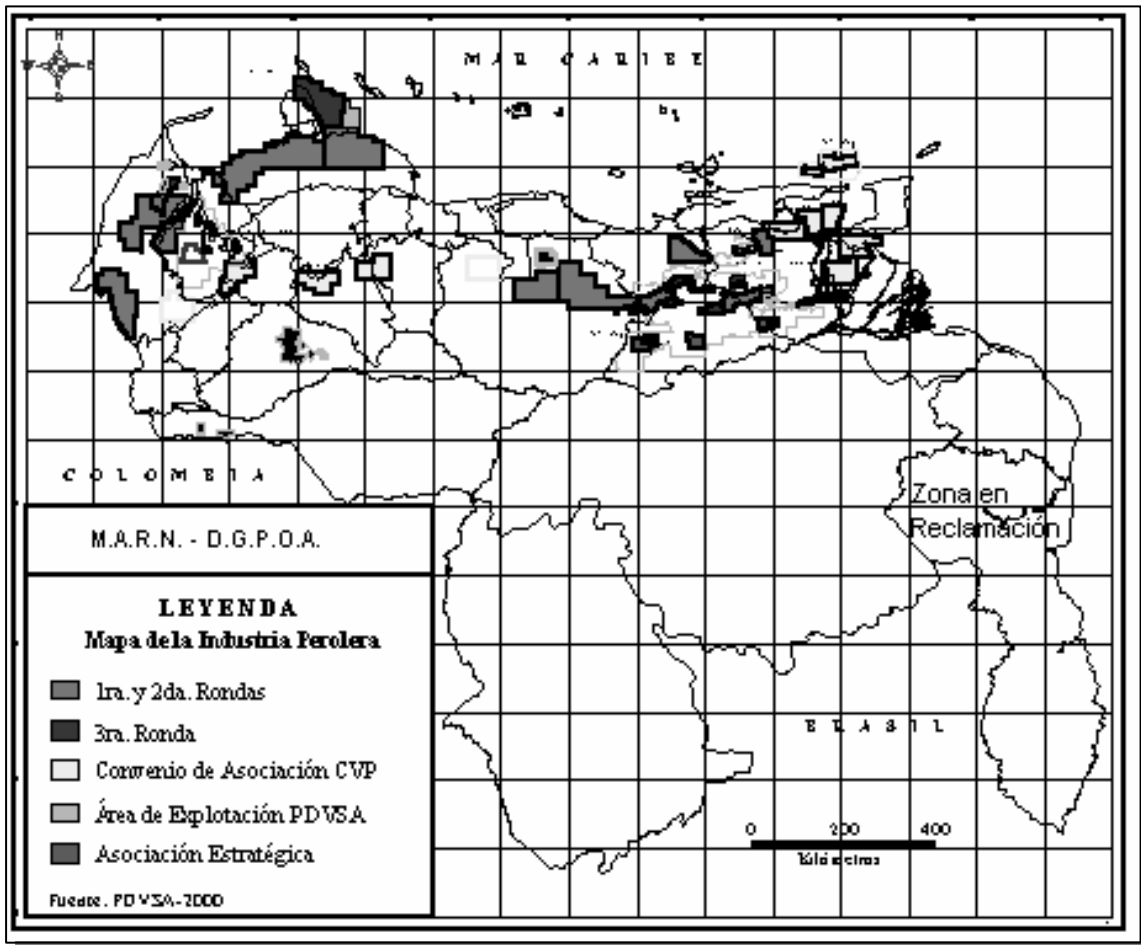


Figura 5. Localización de algunas áreas petroleras en Venezuela. Fuente de información temática: Pdvsa-1999.

información en el MARN via intranet e internet bajo el concepto cliente-servidor.

El grado de penetración de esta tecnología es cada vez mayor, al tiempo que se considera asignatura obligatoria en universidades y en organismos de planificación. De esta manera la experiencia en el paso por el Departamento de Geografía de la Universidad de Alcalá de Henares ha sido muy provechosa debido a que ya se cuenta con personal formado en esta área e igualmente, en estos momentos se están constituyendo grupos multidisciplinarios en estos conocimientos, complementados con otras dinámicas para mejor provecho.

BIBLIOGRAFÍA

Franco, S. y Valdez, M.(1999). "La Especialidad en Cartografía Automatizada en la Universidad Autónoma del Estado de México. Primera Experiencia Mexicana en la Formación Postgraduada en Cartografía Automatizada, Teledetección y SIG". Serie Geográfica Número 8-1999. Universidad de Alcalá - Departamento de Geografía-Servicio de Publicaciones. Alcalá de Henares - España. Pp. 69-78.

García, R (1996). *Análisis Multitemporal de la Ocupación del Suelo en la Cuenca Alta y Media del Río Tuy-(Venezuela)*. Trabajo de Investigación. Universidad Alcalá de Henares. Departamento de Geografía. Alcalá de Henares - España. Pp. 194.

García, R. (1996). *Empleo de Técnicas de Evaluación Multicriterio para la elaboración de Escenarios de Ocupación del Suelo en*

base a criterios Socioeconómicos y Ambientales en un sector de la Cuenca del Río Tuy – (Venezuela). Tesis doctoral inédita. Universidad Alcalá de Henares. Departamento de Geografía. Alcalá de Henares – España. Pp. 394.

Gómez Orea, D. (1992). *Evaluación de Impacto Ambiental*. Editorial Agrícola Española S.A. Madrid-España. Pp. 221.

Guevara, A.(2000). *La Tecnología Orientada a Objetos: Su aplicación Geoespacial en el Ámbito de Internet y la WWW*. IX Congreso del Grupo de Métodos Cuantitativos, Sistemas de Información Geográfica y Teledetección. Asociación de Geógrafos Españoles. Alcalá de Henares-España. Material de presentación. Septiembre-2000.

Guevara, J. (1983). *Geografía de las Regiones Capital y Central*. Editorial Ariel Seix-Barral Venezolana. Caracas-Venezuela. Pp. 344

Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (1991). *Síntesis del Plan de Ordenamiento del Área Crítica con Prioridad de Tratamiento Cuenca del Río Tuy*. DGSPOA/Oficina Técnica Cuencas Lago de Valencia/Río Tuy. Proyecto VEN/90/002.MARNR-PNUD.Caracas-Venezuela. Pp. 33

Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (1992). *Sistema de Información Ambiental de la Cuenca del Río Tuy*. MARNR/FII/FP.Caracas-Venezuela. Pp. 218

Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (1993). *Informe Técnico*. Dirección General de Planificación y Ordenación del Ambiente. Proyecto Nacional del Medio Ambiente. Proyecto SIA. Caracas – Venezuela. Pp. 11

Saaty, T. (1977). "A scaling method for priorities in hierarchical structures", *Journal of mathematical Psychology*, No.15, pp.234-281.