

Términos de referencia para la aplicación de un sistema de información geográfica a un proyecto investigación científica

Adelmo Romero Méndez

*Centro de Estudios Geográficos. Núcleo Humanístico, Bloque P3.
La Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela.*

Resumen

La planificación y el desarrollo de un proyecto de investigación científica, en la actualidad, debe considerar e incluir (para los análisis, para el estudio de los procesos, cálculos, interpretación de los datos, para la producción de resultados, expresiones gráficas y cartográficas) los términos de referencias para la aplicación de un sistema de información geográfica a la medida de sus propósitos y objetivos; es decir, que responda a las necesidades del proyecto. Para lograrlo, se propone aplicar los métodos, técnicas y estrategias de los Sistemas de Información Geográfica específico a cada caso, a fin de automatizar la incorporación de datos, el desarrollo de los procesos, cálculos, análisis espaciales, estadísticos, modelado cartográfico y simulaciones, que generen nuevos conocimientos que permanecen ociosos y ocultos en los datos de cualquier tipo, no aprovechados, a pesar de sus sorprendentes expresiones y aportes geográficos. Ello vendría a ser un poderoso y válido complemento a los objetivos de investigación y servirían para alimentar otras bases de datos de instituciones de investigación, aplicadas a la búsqueda de soluciones novedosas e ingeniosas a los múltiples problemas que esperan por respuestas en nuestra sociedad regional y nacional. Además, los Sistemas de Información Geográfica proporcionan herramientas dinámicas y de gran impacto en la difusión y presentación de los resultados de la investigación, y proveen técnicas de procesamiento e interpretación de imágenes digitales de satélites (censores remotos) a bajo costo, con aplicaciones múltiples en geociencias y en muchas otras disciplinas sociales.

Palabras clave: Sistemas de información geográfica, términos de referencia, datos ociosos, usuarios, geografía aplicada.

Reference Terminology for the Application of A Geographic Information System in a Scientific Research Project

Abstract

The planning and development of a scientific research project at the present time must consider and include (to facilitate analysis, processes, measurements, data interpretation, production of results, graphic and cartographic expressions) the referential term for the application of a geographical information system according to its purposes and objectives; in the other words, it must correspond to project needs. In order to attain this, the application of methods, techniques and the specific geographic information system are proposed, so as to automatize data incorporation, processes, measurements, spatial analysis, statistics, cartographic models and simulation, which generate new knowledge and which remain unexploited and hidden in many kinds of data in spite of their outstanding geographic expression and contribution. Their inclusion would be a powerful and valuable complement to the research objectives and would serve to reinforce other research institution databases, and would be applied to the search of new and ingenious solution to the multiple problems which demand solutions in our national and regional society. Besides this, they offer dynamic tools of great impact in research result diffusion and presentation, they also provide processing techniques and satellite digital image interpretation (remote sensor) at a low price, with multiple applications in geo - science and in many other disciplines.

Key words: Geographic information system, reference term, useless data, consumers, applied geography.

Introducción

La globalización, las nuevas tecnologías y la revolución informática se imponen, se difunden y están al alcance de todos a bajos costos y al servicio de la sociedad cibernética y especialmente para los investigadores de cualquier disciplina científica.

Los avances en tecnologías de manejo y procesamiento de datos están revolucionando la producción masiva de información de todo tipo,

para lograr nuevos conocimientos, actualizaciones de los existentes y sobre todo para el soporte ágil de la toma de decisiones, simulaciones, análisis tendenciales, modelaje tridimensionales y espacio - temporales. Si a ello le incorporamos los valiosos datos tomados por los sensores remotos - satélites para el estudio de las Geociencias en nuestro caso - dispondremos de un arsenal invaluable de datos espaciales, temáticos y temporales de cualquier lugar de la su-

perficie terrestre a variadas escalas de alta resolución y detalles de hasta 2x2mts, y de buena precisión, validez y confiabilidad.

Los sistemas de información, hacen uso de los Sistemas Manejadores de Bases de Datos (SMBD) para establecer las relaciones entre las variables, atributos o datos contenidos en dichas bases de datos, de cualquier naturaleza, a fin de generar nuevos conocimientos. El 90% de los datos (aproximadamente), valores, parámetros, atributos e informaciones (almacenados en las bases de datos) están referidos en lo concreto a una realidad espacial-temporal; es decir, a un lugar o sitio donde se expresan y que poseen una localización geográfica, astronómica y altitudinal con sus componentes topológicos, proyectivos y euclidianos referidos a esos espacios o lugares. Los sistemas de información, apoyan cada vez mas a buena parte de sociedad para trabajar con mayor inteligencia; los científicos no tienen justificación para no usarlos (Senn, 1992, p6).

Para aprovechar integralmente y exhaustivamente esos datos se han creado y desarrollado herramientas tecnológicas y nuevas metodologías de punta, denominados "Sistemas de Información Geográfica" (SIG) que enlazan los aspectos geográficos de los datos con los aspectos o atributos cartográficos, temáticos y temporales allí contenidos. Es decir, enlazan el lugar con sus datos geodescriptivos y temáticos.

La única forma de aprovechar al máximo esas fortalezas, que ofrecen

los SIG, es a través de los Términos de Referencias para la aplicación de dicho SIG para cada caso o necesidad real. Es como el traje hecho a la medida.

En nuestro caso, se trata de los términos de referencia para "El Sistema de Información Geográfica" a ser aplicado al proyecto de investigación denominado: "RED HÍDRICA DEL RÍO PUEBLO VIEJO" ubicado en la Costa Oriental del Lago de Maracaibo, Municipio Valmore Rodríguez del Estado Zulia, al este de Ciudad Ojeda y aprobado bajo el No. ALM-1998-010. Es financiado por la Agenda de Investigación Ambiental para la Cuenca del Lago de Maracaibo: Iniciativa Regional, patrocinado por el CONICIT - ICLAM - PDVSA - FUNDACITE.

La búsqueda de resultados excelentes nos imponen, justifican y potencian su viabilidad a través de la aplicación de Sistemas de Información Geográfica que operacionalice, automatice los cálculos, análisis, procesos, modelaje, tendencias, estadísticas exploratorias y expresiones gráficas y cartográficas, que permitan el logro de los objetivos del proyecto de investigación antes enunciado y de su posterior extrapolación a problemas de orden Geohidrográfico similares que ocurren en otras cuencas regionales.

Los métodos, técnicas y estrategias para la planificación y términos de referencia de los Sistemas de Información en general se integran con los métodos y técnicas de la investigación geográfica y en especial con los objetivos generales y especí-

ficos del proyecto antes enunciado, a fin de generar un nuevo producto científico denominado. "Términos de Referencias para la Aplicación de un SIG a un Proyecto de Investigación Científica".

Se aspira que esta idea y primer ensayo, sea de gran utilidad y motive a los colegas investigadores a considerar seriamente la utilización de los SIG en sus proyectos de investigación para generar nuevos conocimientos paralelos que subyacen en sus bases de datos y que son ignorados, siendo ellos tesoros ocultos y ociosos que se deben encontrar, rescatar y utilizar.

Ello resultará en sorprendentes revelaciones y nuevos conocimientos que aporta la Geografía Aplicada a todas las disciplinas científicas.

1. Definición del problema y objetivos

El Centro de Estudios Geográficos de la Universidad del Zulia, tiene como misión básica, investigar los problemas de orden geográfico (físicos y humanos) que afectan sensiblemente la calidad de vida y el desarrollo sustentable de las comunidades regionales y proponer alternativas de soluciones y/o mitigaciones a dichos problemas, con visión de futuro.

Una de sus líneas de investigación, aborda la problemática integral de las cuencas hidrográficas con miras a la búsqueda de soluciones y de producir nuevos conocimientos válidos confiables y sistematizados, que permitan, a

la vez, profundizar la Geografía del Estado Zulia, bajo un enfoque científico, aplicado y prospectivo, a fin de explicar la naturaleza, las causas y los efectos negativos de estos problemas naturales, antropicos y sus complejas combinaciones.

La falta de información básica actualizada (de planes y de acciones de Ordenamiento de los territorios específicos, así como de planes de uso y manejo de las Cuencas Hidrográficas), han generado un impacto ambiental severo (natural y antropico), que degradan, contaminan y agotan los recursos naturales (difícilmente renovables) y amenazan la existencia de las generaciones futuras. En lo específico y dentro del ámbito de estudio de la problemática integral de las cuencas hidrográficas del Lago de Maracaibo, corresponde en esta oportunidad el análisis geográfico de las Cuencas Alta y Media del Río Pueblo Viejo en la Costa Oriental del Lago de Maracaibo - ubicada al Noroeste de la ciudad de Bachaquero, Municipio Valmore Rodríguez del Estado Zulia - Estas, aportan sus caudales y sedimentos al Embalse de Burro Negro, para abastecer de agua a diferentes comunidades como Cabimas, Ciudad Ojeda y Lagunillas entre otras.

La constitución Geológica superficial, frágil o friable, de estas cuencas, sumados a sus propiedades climáticas deficitarias de humedad, han desencadenado fuertes procesos de alteración, erosión, transporte, sedimentación y colmatación de grandes áreas del embalse, en el transcurso

del tiempo, lo cual resta grandes volúmenes útiles para almacenar agua suficiente a fin de satisfacer las crecientes demandas de uso urbano, industrial y hasta agrícola. Además, la Costa Oriental del Lago no posee abundantes recursos hídricos superficiales, ni subterráneos, lo cual agudiza el problema de la carencia de fuentes para el suministro permanente de agua. Simultáneamente, el embalse de Burro Negro sirve como amortiguador y regulador de las avenidas (o crecidas) de aguas del Río Pueblo Viejo en el período de lluvias, para atenuar las típicas inundaciones en las áreas costeras orientales del lago, debido a que grandes áreas se encuentran por debajo del nivel del lago por el proceso de hundimiento o subsidencia propios de las áreas de explotación petrolera, como uno de los efectos de la extracción de grandes volúmenes del petróleo subyacente en los estratos inferiores de la corteza terrestre de esa subregión.

A fin de aportar conocimientos básicos y actualizados sobre este problema puntual, se desarrollará un proyecto de investigación geográfica-aplicada (Red Hídrica del Río Pueblo Viejo-COLM), que generará explicaciones, geográficas, magnitudes y valores sobre la problemática hidrológica y sedimentológica, y se plantearán algunas propuestas preliminares de solución, mitigación y prevención de los mismos, además de servir de soporte para la toma de decisiones en los organismos responsables de ello, en forma permanente.

Para buscar excelentes resultados, aprovechar las Bases de Datos Subyacentes y potenciar la viabilidad científico-técnica de esta investigación, se proponen los "Términos de Referencia para la Aplicación de un Sistema de Información Geográfica"(SIG), específico a este espacio y sus problemas, como modelo que aporte nuevos conocimientos y que pueda ser extrapolado al estudio integral de otras redes hídricas y/o cuencas - y de sus problemas de orden geoespacial similares a esta, - especialmente en lo atinente a la grave y creciente problemática y conflictos por el agua y sus múltiples y vitales usos.

2. Justificación

Las tecnologías de la "Revolución Informática", al alcance de todos, hacen inexcusable su uso para el desarrollo y progreso de una sociedad, y mucho más para los investigadores.

Los Sistemas de Información permiten almacenar, manipular y generar nuevas posibilidades de análisis y de cálculos de datos con aplicaciones en todos los campos del saber. Los sistemas proporcionan más que información; resuelven problemas, presentan oportunidades, permiten hacer simulaciones, más que desarrollar nuevos productos, con el consiguiente ahorro de tiempo, dinero y errores (Senn, 1992, p. 6).

La combinación de los sistemas de información con las variables geográficas y cartográficas -históricas y

recientes- han permitido el desarrollo de los Sistemas de Información Geográfica, y sus usos se extienden, gracias a sus bondades y fortalezas para realizar complejos cálculos de análisis espacial, análisis estadísticos específicos y modelaje cartográfico, entre otros, indispensables para los investigadores, planificadores, proyectistas, consultores, administradores de recursos naturales, entre otros, para soportar la toma de decisiones, análisis locacional, simulación y animación tendencial, además de otros de gran utilidad complementaria, de naturaleza gráfica, semi-gráfica y numérica.

En nuestro caso, la información existente sobre el área de estudio es bastante obsoleta, discontinua, asistemática, dispersa, etc., lo cual imposibilita su integración, validez y confiabilidad; y lo más importante: la generación de nuevos datos para explicar los problemas y sus implicaciones espaciales y temporales. La selección, integración, y validación de estas informaciones, combinadas con los "datos espectrales" disponibles en las imágenes de satélite existentes, desde hace algunos años, sumadas a las mediciones que se realizarán, permiten subsanar significativamente los vacíos de información antes enunciados; para lograrlo es indispensable organizar, ordenar, sistematizar y desarrollar ese gigantesco arsenal de datos, a través de la aplicación de un Sistema de Información Geográfica específico a este caso de estudio o problema. De esta manera, los objetivos del proyecto de

investigación que nos ocupa, serán alcanzados con la valiosa herramienta que nos provea el SIG, y lo más importante, su desarrollo temporal con actualizaciones de datos para mantener un conocimiento válido y confiable sobre el área de estudio y de sus problemas, a fin de tener soporte para la toma de decisiones en forma permanente y otras necesidades de informaciones básicas.

En la era industrial lo más importante era el uso del capital, dinero y recursos tangibles, para generar nuevos productos. En el presente los recursos básicos son las Ideas y la Información (Senn, 1999, p. 8).

3. Análisis inicial de los requerimientos

Los requerimientos son características que deben incluirse en un sistema de información, de tal manera que permita capturar datos, procesar datos, producir información, controlar una actividad y brindar soporte a la gerencia (Senn, 1992, p. 122).

Las informaciones y/o datos geodescriptivos existentes sobre el área de estudio son poco utilizadas por los entes y personas, dadas las pocas acciones de uso de la tierra allí presentes, y por la baja ocupación poblacional de esos espacios de la cuenca. El hecho de ser declarada como "Zona de Reserva Hídrica, por parte del gobierno nacional, con severas limitaciones de uso impuestas, ocasiona una bajísima demanda de datos e informaciones sobre esta área.

Estas informaciones y datos que interesan a los entes públicos, planificadores, proyectistas, investigadores, consultores, etc., son generalmente de naturaleza hidrológica como: niveles de agua del embalse, volumen almacenado, área inundada, gastos de entrada y de salida, precipitaciones, evaporación, sedimentación, y otros de orden geobiofísicos y geotemáticos.

Estos datos son recogidos sistemáticamente, con diferentes propósitos, de forma diferente, y almacenados manualmente con muy poco procesamiento o normalización para los usuarios.

Contienen muchas fallas en las frecuencias, intensidades y duración de las observaciones y registros, así como una dispersión espacial, para cada uno de los entes públicos competentes y responsables de ello.

4. Usuarios potenciales del SIG

Los usuarios se clasifican como personas que no son especialistas en sistemas de información geográfica, pero que utilizan las computadoras como principal herramienta de trabajo en la gerencia, planificación, control, investigación, toma de decisiones, entre otras (Senn, 1992, p. 122).

Los principales usuarios los conforman todos los investigadores, los consultores, los planificadores, los diseñadores y los entes públicos y privados nacionales y/o regionales que tienen responsabilidad oficial en el soporte para la toma de decisiones,

manejo, uso, administración, vigilancia, control, planificación y diseño de obras, estudios, solución de problemas, entre muchos otros.

En la actualidad el sector secundario de la producción de bienes y servicios solo genera el 28% de los sueldos y salarios del sector privado, en el ámbito global; el resto proviene de las empresas –públicas y privadas de servicios y manejo de la información (Senn, 1999, p. 8).

Los usuarios necesitan crear, utilizar, procesar, administrar e intercambiar información que genera valor agregado, actualiza conocimientos y produce otros conocimientos indispensables para el avance de la Ciencia y la Tecnología (Senn, 1999, p. 8). La aplicación y el uso de los Sistemas de Información son indispensables; mas aun los Sistemas de Información Geográfica que complementan la información temática (alfanumérica) con las variables Geodescriptivas y Cartográficas.

A medida que las computadoras son utilizadas cada vez mas por los "no especialistas", el rostro de los Sistemas de Información Geográfica adquiere nuevas magnitudes; los investigadores no deben eludir sus aplicaciones.

4.1. Alcance funcional y productos requeridos por los usuarios del SIG

Previamente, se hace necesario definir el tipo de usuarios de los productos que generan los SIG y el alcance funcional a que tendrán acceso: Tabla 1.

Tabla 1

Nivel de uso	Usuarios
Operacional: Acceso a información y decisiones estructuradas o simples de inventario de datos Geodescriptivos y Cartográficos normalizados.	Internos: Financistas del proyecto. Externos: Ministerios, empresas públicas y/o privadas, Gobernación, Alcaldías, Púbblico en General e Instituciones Educativas
Táctico: Acceso a información y decisiones semi-estructuradas de análisis y manipulación de datos, con autorización previa.	El personal adscrito como investigador o asesor en el proyecto, a fin de generar resultados para publicación arbitrada o eventos científicos. Otros investigadores del Centro de Est. Geográficos, orientados a aumentar la efectividad de sus actividades y publicaciones.
Estratégico: Acceso a toma de decisiones no estructuradas, de transformación, análisis, modelaje espacial, soporte de toma de decisiones, etc., ilimitados.	Autores calificados del proyecto ante la Agenda de Investigación Ambiental. (A.L.M.) El responsable coordinador del proyecto, como único administrador del SIG aplicado.

4.2. Alcance Funcional del SIG (Tabla 2).

5. Requerimiento de datos (Tabla 3)

La jerarquización de los datos requeridos se diseñan en función de su importancia y participación en el logro de los resultados básicos del proyecto de investigación; es decir, en función de su grado de intervención en los análisis, cálculos, y procesos de interpretación de los resultados que conduzcan las hipótesis o efectos del hecho, proceso, fenómeno o problema que se desea investigar.

En este caso los datos de: profundidad, coordenadas, cota de aguas mínimas, y máximas, entre otros, re-

presentan lo determinante en la búsqueda de los resultados.

Los usuarios – Investigadores - de los SIG, deben anticiparse, al inicio de su proyecto, para determinar sus necesidades, en función de los objetivos de la investigación, y determinar los requerimientos (Sep, 1999, p. 11) y "Términos de Referencia para la Aplicación del SIG" a su caso específico.

5.1. Especificaciones preliminares de bases de datos del SIG.

Para sumar fortalezas, se decidió el uso combinado de los dos tipos de Sistemas de Información Geográfica existentes en el mercado: el Vectorial y el Raster; sin embargo el uso de

Tabla 2

Usuarios	Productos Requeridos
Operacional	Bases de Datos Geodescriptivos.
Internos: Iclam	Red Hídrica – Cuenca; Orden de los cauces – Longitud - Relación de Bifurcación -
Fundacite-zulia	Densidad de Drenaje - Patrón de Drenaje -
Pdvsa	Índice de Redondez - Orientación - Pendiente -Escorrentía - Acarreo - Precipitación -
Conicit	Batimetría del Embalse - Área Inundada - Capacidad o
Universidad Del Zulia	Volumen almacenado – Climatología – Hidrografía – Geología – Geomorfología.
Externos: Entes Públicos	Base de Datos Cartográficos
Entes Privados	Planos y/o Mapas a Escala 1/25.000 UTM:
Investigadores	Planialtimetría-Pendientes-Divisorias de
Consultores	Cuencas-Isoyetas-Polígonos de Thiessen-
Estudiantes	Estaciones Hidrometeorológicas-Red Hídrica-
Público en General	Embalse-Batimetría-Curvas Batimétricas.
Táctico	Todas Las Aplicaciones Anteriores.
Financistas del Proyecto	Aplicaciones de Análisis:
Investigadores del Proyecto.	Estadísticas-Análisis Exploratorio de Datos
Asesores del Proyecto.	Geodescriptivos-, para lo referente a los
Otros Investigadores del Centro de Estudios Geográficos.	aspectos de Condición y Tendencia.
Otros Usuarios Autorizados.	Condición y Tendencia.
	Manipulación dAnálisis Espaciales los Datos: Condición, Tendencia y demostración de hipótesis.
Estratégico	
Investigadores del Proyecto Autorizados.	Aplicaciones de Inventario
Administrador –Responsable del SIG RHPV.	Aplicaciones de Análisis.
	Aplicaciones Gerenciales.

uno solo de ellos es suficiente Ello, por lo tanto define, a grosso modo, las Bases de Datos a ser estructuradas como del tipo "Híbrida" y "Relacional Uno a Varios".

Las observaciones, mediciones y registros de la realidad geográfica

deben ser analizados, preparados, validadas, normalizadas y simplificadas a los efectos de su incorporación como parte de las bases de datos geodescriptivas y espaciales para adecuarlas a la estructura relacional concebida para los análisis, cálculos

Tabla 3

Tipo de Datos	Precisión	Frecuencia de Actualización	Unidades
Embalse:			
Profundidad	2 Enteros 2 Decimales	Cada 4 Años.	Metros.
Coordenadas UTM.	7 Enteros		Metros o Kms
Cota de Fondo.	2 Enteros 2 Decimales	Cada 4 Años	Metros
Cota de Aguas Normales	2 Enteros 2 Decimales	—	Metros
Cota de Aguas Mínimas	2 Enteros	—	Metros
Cota de Aguas Máximas	2 Decimales		
Cota diaria	2 Enteros 2 Decimales	Diaria	Metros
Volumen Almacenado	2 Enteros	Diaria	Metros Cúbicos
Área Inundada (Espejo de Agua)	2 Enteros 1 Décima	Diaria	Hectáreas
Red Hídrica: (Cuenca-Subcuenca-Microcuenca)			
Orden de los Cauces	1 Entero	—	S/G
Longitud de los Cauces	2 Enteros 1 Décima	Cada 10 Años	Kilómetros
Relación de Bifurcación	1Entero	Cada 10 Años	S/G
Densidad de Drenaje	1 Entero 1 Decimal	—	Km./Km ²
Patrón de Drenaje	—	—	S/G
Escorrentía	4 Enteros- 1Decimal	4 Años	Metros Cúbicos
Acarreo	4 Enteros- 1Deci- mal	4 Años	Porcentaje
Forma de la Cuenca	1 Entero-1Decimal	—	S/G
Orientación de la Cuenca	Alfanumérico	—	S/G

y generación de nuevos datos (Bosque, 1991, p 105) que permiten el uso de los SIG.

La unidad básica de información debe ser concebida y definida sobre la base de las preguntas que los usuarios inmediatos y potenciales harán al SIG y responda con suficiente precisión a los objetivos del proyecto de investigación. Las reflexiones del grupo de usuarios e investigadores deben agotarse para evitar omisiones importantes (Fernández, 1993, p 177).

5.1.1. La entrada de datos. Provenirá de dos fuentes básicas de información: la observación directa de la realidad, a través de las mediciones, observaciones y registros que se efectuaran en sucesivas sesiones de trabajo de campo, por una parte, y las que se obtendrán de fuentes secundarias históricas disponibles como los mapas analógicos, fotografías, datos numéricos, imágenes tomadas por sensores remotos en formato Raster digital, etc.

5.1.2. Los datos geográficos contenidos en una base de datos espaciales reflejan dos vistas diferentes de la realidad: como regiones y segmentos de ella y como planos independientes de los objetos (objetos vistos) definidos como capas temáticas que representan: regiones y segmentos y puntos, líneas y áreas respectivamente (Goodchild, 1992, p 405); estas diferencias son importantes al considerar los procesos de modelaje de datos geográficos al aplicar los SIG.

Otro método reciente de obtención directa de datos de campo es el denominado GPS (Global Positioning System) a través del uso de instrumentos como el "Geoexplorador Topográfico – Trimble" que permite medir coordenadas en forma precisa y adicionar datos de altura y parámetros geodescriptivos alfanuméricos en un solo proceso de campo (Bosque, 1991, p106) y a costos muy reducidos. Además este GPS, permite generar mapas del trabajo de campo realizado.

La entrada de datos a través de fuentes secundarias, se logrará a través de la digitalización de información cartográfica analógica – vectorial, el etiquetado de cada objeto geográfico con un identificador unívoco y la asignación de la información temática a cada objeto geográfico digitalizado e identificado:

Digitalización "vectorial" semiautomática – topológica. Creación de un archivo informático con las coordenadas de los límites de los objetos espaciales (puntos, líneas y polígonos) existentes en el mapa fuente analógica.

Vectorización de datos Raster. Conversión de datos Raster a formato Vectorial y conversión de datos Vectoriales a Raster, a través del uso de Scanner o de mapas digitales en formato Raster y cambiar su organización a un modelo vectorial.

La entrada de información temática o de datos Geodescriptivos, asociados e identificados en los datos espaciales digitalizados, se suelen integrar en otro tipo de base de datos (Hoja de cálculo o base de datos relacional).

Son de uso compatible la Hoja de Cálculo "Excel" y el Sistema Manejador de Base de Datos (SMBD) "D Base IV" o "Acces", que permiten relacionar "uno a Varios" las diferentes capas temáticas, con las diferentes capas espaciales, incluso se pueden agregar archivos en nuevas columnas temáticas, asegurando que contengan el mismo identificador unívoco asignado y especificando la relación con las tablas ya almacenadas (Bosque, 1991, p. 98).

La conversión de los datos será factible entre los sistemas vector y Raster de acuerdo a la necesidad.

5.1.3. Fuente y volumen de los Datos. Las diferencias esenciales de los datos geográficos vienen dadas por sus propiedades espaciales; es decir, sus expresiones espaciales, lo cual los hace muy específicos. Los podemos clasificar en dos elementos: la observación o soporte del fenómeno y las diferencias, variables o atributos temáticos que asumen esos datos geográficos en cada observación (Bosque, 1991, p 30). Las unidades de observación geográfica pueden dividirse como: naturales (intrínsecas al propio hecho, proceso o fenómeno) y convencionales (extrínsecas al hecho, proceso o fenómeno) o artificiales (Castro, 1990, p 469).

Las fuentes de estos datos geográficos, atendiendo a sus diferencias y a su división, serán obtenidos de:

- Diferentes tipos de mapas de base / referencia, contentivos de información amplia, extensa, variada y de varios hechos, procesos y fenó-

menos geográficos simultáneamente. Localizan cada una de esas características. Una carta geográfica a escala de 1 / 100.000 es un buen ejemplo a emplear en nuestro caso. Las cartas geográficas 1 / 25.000 del área de estudio también serán una fuente válida.

- Diferentes tipos de mapas temáticos a escala 1 / 50.000, contentivos de: geología, hidrografía, divisorias de aguas, pendientes, isoyetas, polígonos de thieshen, curvas de nivel, etc.
- Imágenes Satelitales recientes (Landsat, Spot e Ikonos) en formato digital y en formato analógico (impreso en papel fotográfico) a escala de 1 / 10.000 y 1 / 2, 500 con las firmas espectrales específicas a la red hídrica, embalse, sedimentos, geología y geomorfología, servirán de fuente actualizada de primer orden.
- Tablas, cuadros, estadísticas, diagramas, informes de estudios parciales, fotografías históricas, Planialtimetría del vaso del embalse, etc., de diferentes temáticas Geobiofísicas, serán almacenadas en el Sistema de Información respectivo.
- Mediciones, observaciones y registros de campo como: Batimetría, Cárcavas, deslizamientos, fallas de borde, entre otros.

El volumen digital de todos estos datos geográficos es muy significativo y pudieran estimarse en varios Gigabites, sin incluir el volumen de datos y nuevas informaciones que se generará al efectuar (los usuarios estratégicos) cálculos, modelajes, aná-

lisis espaciales, cruce de variables, análisis exploratorio de los datos, etc., lo cual aumentará significativamente los archivos digitales necesarios, más las imprescindibles reservas que deben preverse en los dispositivos de almacenaje y respaldos del Sistema de Información Geográfica que nos ocupa.

5.1.4. Clasificación y Frecuencia de Actualización. La información geográfica se clasifica como GeoBio-Física, en forma general, con actualizaciones a mediano plazo. Las escalas de medición de los datos serán: nominal, ordinal, de intervalos y de razón para las variables continuas y discretas.

5.1.5. Estructura Espacial y Atributiva de los Datos. El Sistema de Información Geográfica, debe permitir la conservación y actualización de los datos, atributos o variables temáticas con los datos espaciales o cartográficos, con el objeto fundamental de mantener la integridad de los datos en forma permanente.

5.2. Estructura vectorial de los datos

Este modelo de datos puede representarse de varias maneras, como: diagramas, lista de valores, etc., con el fin de registrarlos en el código del computador (Peuquet, 1984, p. 70).

La estructura más utilizada por diferentes SIG vectoriales es la conocida como ARCO/ NODO, la cual es utilizada por el SIG ARC/INFO de la empresa ESRI, entre otras. Los límites o fronteras artificiales (convencionales) y los naturales son representa-

dos con más facilidad y permiten analizar las relaciones topológicas, euclidianas y proyectivas de los componentes espaciales en forma más exhaustiva (Bosque, 1991, p. 93).

5.3. Estructura RASTER de los datos

En este tipo de formato no se registran las fronteras y/o límites de los objetos geográficos, sino el contenido interno a cada celda o rejilla en que se divide el mapa analógico a ser convertido en mapa Raster.

Hay diferentes formas de ingresar al SIG los datos Raster: Enumeración Exhaustiva y Codificación Run - Length; esta última es la más rápida para recoger los valores o datos necesarios y ahorra espacio en los archivos del ordenador.

Otro modo de ingresar datos al SIG, lógicamente, será a través de las Imágenes digitales - Raster-de Satélite para el estudio de las "Ciencias de la Tierra" o Geociencias, una vez que se efectúen las correcciones a dichas imágenes, se ingresan a la Base de Datos.

5.4. Contenido General de la base de datos geodescriptivos o diccionario de datos

5.4.1. EMBALSE (Espejo de Agua)

- Niveles de Cota (m.s.n.m).
Topología: Lineal (Curvas de Nivel).
Tipo de Variable: Continua.

Escalas de Medición: Nominal, ordinal, de Intervalos y de Razón.

Contenido: Tablas descriptivas de niveles o cotas de Aguas Máximas, Aguas Normales, Nivel Diario, Volumen Inicial total Almacenado, Área Inicial total Inundada, Volumen Actual Total Almacenado, Área Actual Total Inundada, Volumen Diario Actual Almacenado, Área Total Actual Inundada, Diferencia Diaria Actual de Volumen Almacenado y Área Inundada.

Fuentes: Hidrolago, CA y mediciones de campo.

5.4.2. Niveles de agua (Porción de Hidrosfera)

- Puntos de Medición de Profundidad.

Topología: Puntual.

Tipo de Variable: Continua.

Escalas de Medición: De Razón.

Contenido: Localización (coordenadas), identificación (código), fecha y cantidad de unidades de medida lineales (metros y centímetros)

Fuentes: Trabajos de levantamiento de datos de campo.

5.4.3. Cuenca – Subcuenca – Microcuenca (divisoria de aguas)

- Polígonos (Áreas de Drenaje).

Topología: Polígonos y Arcos.

Tipo de Variable: Continua

Escalas de Medición: Nominal, Ordinal y de Razón.

Contenido: Los límites hidrográficos de la Cuenca del Río Pueblo Viejo, Subcuencas de Río Grande y Río Chiquito y las Micro cuencas de cada Subcuenca.

Fuente: Planos Analógicos del MARNR – SAGECAN e Imágenes Satelitales Recientes

5.4.4. RED HÍDRICA

- Lineal.

Topología: Líneas, Arcos, Polígonos y Anotación.

Tipo de Variable: Continua y Discreta.

Escalas de Medición: Nominal, Ordinal, de Intervalos y de Razón.

Contenido: Orden de los Cauces, Longitud, Localización, Patrón, Forma, Orientación, Nombre del Dren o Quebrada, Nombre de la Subcuenca y Microcuenca, Densidad de Drenaje, Relación de Bifurcación, Escurrimiento o Escorrentía.

Fuentes: Mapas analógicos, Imágenes de satélite.

5.4.5. Meteorología

- Lineal.

Topología: Tablas Descriptivas, líneas y polígonos.

Tipo de Variable: Continuas y Discretas

Escalas de Medición: Nominal, Ordinal, de Intervalos y de Razón.

Contenido: Datos de Precipitación, Evaporación, Temperatura, Isoyetas y Polígonos de Thiessen.

Fuentes: MARNR – INOS – FAV – PDVSA.

5.4.6. Vegetación – Cobertura

- Polígonos.

Topología: polígonos, arcos, y nodos.

Tipo de Variable: continua.

Escala de Medición: nominal, ordinal, de intervalos y de razón.

Contenido: límites, áreas y tipo de vegetación.

Fuentes: SAGECAN – MARNR – INSTITUTO DE INGENIERIA.

5.4.7. Topografía – Pendiente

- Lineal y Puntual.

Topología: Líneas y Arcos.

Tipo de Variable: Continua.

Escala de Medición: nominal, ordinal, de intervalos y de razón.

Contenido: curvas de nivel, cotas y proporciones.

Fuentes: SAGECAN – MARNR – INSTITUTO DE INGENIERIA

5.4.8. Geología y Geomorfología

- Lineal.

Topología: Líneas Arcos, Polígonos y Anotaciones.

Tipo de Variable: Continua.

Escala de Medición: Nominal, Ordinal, de Intervalos y de Razón.

Contenido: Formas del Relieve, Erosión, Sedimentación, Formaciones Geológicas, Balance Morfodinámico, Pendientes, etc.

Fuentes: MEM – SAGECAN - INSTITUTO DE INGENIERIA - COPLANARH

5.4.9. Toponimia Básica

- Anotación.

Topología: Anotaciones de Accidentes Geográficos.

Tipo de Variable: Derivada.

Escala de Medición: Nominal, Ordinal, de Intervalos y de Razón.

Contenido: Toponimia e identificación de los diferentes accidentes

geográficos y de las actividades (físicas, humanas, divisiones políticas-territoriales, vías, ríos, vegetación, etc.).

Fuentes: SAGECAN – MINISTERIOS – ALCALDIAS – PDVSA – OTROS.

5.4.10. Localización - Situación

- Puntual.

Topología: Puntos, Líneas, Polígonos y Tablas Descriptivas.

Tipo de Variable: Continua.

Escala de Medición: Nominal, Ordinal, de Intervalos y de Razón.

Contenido: Descripción de la Localización Geográfica y Astronómica (coordenadas). Fuente: Mapas, Cartas, Planos e Imágenes de Satélite.

Fuente: Cartas Geográficas, Trabajo de Campo, Mapas, Planos, etc.

5.5. Contenido general de la base cartográfica

Define la conservación de la Cartografía Básica General y Temática, a los efectos de mantener el mínimo, de los Términos de Referencia en cuanto a las informaciones gráficas identificadas y seleccionadas del área o territorio objeto de esta investigación.

Los datos gráficos son referenciados en "Coordenadas Geográficas" y/o en "Transversal Universal de Mercator" (UTM), de acuerdo al "Elipsoide Internacional 1909" que acota o fundamenta a la Cartografía Nacional; con ello queda disponible para el uso oficial y general de todos los

usuarios, sin limitaciones de orden geodésico.

El área de la cuenca está dividida en hojas o Cartas Geográficas 1 / 25.000, en planos 1 / 50.000, en Cartas Geográficas 1 / 100.000 y cubierto por imágenes del satélite Landsat - 4 MSS del 11/01/88 a escala 1 / 50.000; para fecha futura se obtendrán nuevas imágenes de satélite a escala 1 / 15.000 aproximadamente, a fin de comparar, evaluar y actualizar la información del área.

La precisión mínima de los datos gráficos es la que se corresponde a la escala 1 / 15.000 de las nuevas imágenes, para asegurar la calidad de los cálculos y análisis.

Los contenidos de la Base Cartográfica son distribuidos según el modelo del SIG - Vectoriales y el SIG -Raster, en capas, en función de su topología y demás propiedades y relaciones posibles a estos modelos de Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Las capas o Coberturas Temáticas de la Base Cartográfica son las siguientes:

- Localización Geográfica y Astronómica del área de estudio (incluye la división político-territorial y administrativa).
- Embalse 1956 de Burro Negro sobre el Río Pueblo Viejo: espejo de agua y contornos.
- Embalse 2001 de Burro Negro sobre el Río Pueblo Viejo: espejo de agua y contornos.
- Hidrografía de la cuenca (Parámetros).
- Vialidad de la cuenca y su entorno.

- Curvas de nivel de la cuenca y puntos de elevación.
- Curvas Batimétricas 1956 del Embalse y puntos de profundidad.
- Curvas Batimétricas 2001 del Embalse y puntos de nuevas profundidades y cotas.
- Divisoria de aguas de la cuenca.
- Infraestructura de la cuenca y su entorno.
- Precipitación en la cuenca: Isoyetas - Polígonos de Thiessen.
- Evaporación en la cuenca: Isoclinas.
- Temperatura en la cuenca: Isotermas.
- Toponimia Básica de la cuenca.
- Erosión en la cuenca.
- Sedimentación del Embalse (hipsometría)
- Geología General de la cuenca.
- Pendientes de la cuenca.
- Geomorfología General de la cuenca.
- Cobertura de la cuenca.

6. Ambientes de trabajo activo y funciones básicas

Están definidos por subsistemas funcionales, el nivel de uso permitido, el tipo de usuarios y el producto requerido por ellos.

Los ambientes de trabajo activo son:

- Producción o Extracción (usuario operacional).
- Experimentación o Ensayo (usuario táctico).
- Desarrollo o Transformación (usuario Estratégico).

En estos ambientes de trabajo activo es posible interactuar, en cada ambiente, sin afectar, alterar, ni perjudicar a los otros ambientes de trabajo, especialmente al ambiente de trabajo de Producción o Extracción, donde se encuentran almacenados la base de datos geodescriptivos y cartográficos originales.

En estos ambientes de trabajo activo se dispone de las funciones que permiten y facilitan la gestión de las bases de datos Geodescriptivos y Cartográficos y la preparación de los datos para los análisis y generación de resultados con nuevos datos (experimentación y desarrollo); entre otras alternativas, permite:

- Importar y Convertir datos Geodescriptivos y Cartográficos, a través de Subfunciones específicas a desarrollar.
- Manejar y Actualizar los datos Geodescriptivos y Cartográficos de la base de datos, a través de Subfunciones específicas como: Guardar, extraer, reinsertar, poner al día, validar, crear temas, etc.
- Extraer y Adecuar los datos gráficos y geométricos para aplicaciones de análisis, modelaje y generación de nuevos datos cartográficos, con salidas específicas y Subfunciones como: extraer datos geométricos de un territorio o área definida, procesar los datos extraídos, asociar procesamientos, etc. Los datos o informaciones pueden ser modificados a voluntad del usuario autorizado, pero no pueden ser reinsertados en la base de

datos cartográfica o en la base de datos geodescriptivos del SIG.

7. Especificaciones preliminares funcionales y procesos de análisis a desarrollar

Se hace necesario desarrollar los siguientes procesos analíticos generales aplicando los Software denominados "Sistemas de Información Geográfica" (Tipos Raster y Vectorial) a las bases de datos espaciales y temáticos y a las imágenes de satélite para los análisis de orden geográfico; los Sistemas de Información Geográfica, desarrollados ampliamente en la actualidad, en combinación con otros softwares complementarios y desarrollando "Macros o Rutinas" permiten aplicar métodos y técnicas variados para los análisis espaciales, el modelado cartográfico, el procesamiento y la interpretación de imágenes de satélite y otra a serie de análisis estadísticos (Romero y otros, 1995) propios para los datos geográficos (Análisis Exploratorio de Datos), que facilitan significativamente las investigaciones geográficas y su aplicación en otras investigaciones no geográficas, pero que necesitan de alguna manera "especializar sus datos" o cartografiarlos para expresar gráficamente sus aportes científicos y desarrollar sus bases de datos en forma permanente.

El análisis exploratorio de Datos – centrado en los datos – provee una efectiva herramienta para la aproximación inductiva a los análisis esta-

dísticos, a fin de asegurar la calidad y la integridad de los atributos en los datos de un SIG. (Scott, 1994, p 378).

La incorporación de la variable "tiempo", en los modelos de datos SIG raster y vectorial debe plantearse con precauciones, puesto que su representatividad no es suficiente. El tiempo y el espacio exhiben importantes diferencias en sus propiedades y en sus bases referenciales para potenciales preguntas al sistema de información. La alternativa apropiada es la incorporación de distintas locaciones, tiempo y objetos componentes de la base de datos (Peuquet, 1993, p 446).

7.1. El SIG - Raster IDRISI 2.0

Ofrece capacidad para el análisis de espacios y/o áreas de interés en forma rápida, precisa y económica, a través de sus numerosos módulos, (mas de 100 módulos de programas), comandos y herramientas bajo el ambiente operativo Windows, además de poseer un modulo y facilidades para procesar digitalmente imágenes de satélite.

Un Sistema de Información Geográfica "Raster" en general ..."consiste en un conjunto de mapas individuales, todos referidos a la misma zona del espacio, y todos ellos representados digitalmente en forma Raster, es decir utilizando una rejilla de rectángulos u otros de igual tamaño. En cada uno de estos rectángulos o posiciones un numero codifica el valor que alcanza en ese punto (píxel) del espacio la variable cartografiada en el mapa" (Bosque, 1991, p 295)

Los procedimientos analíticos a desarrollar en un SIG - Raster, pueden subdividirse, en principio, en dos grandes grupos (Bosque, 1991, p 309):

- Análisis General de todo (s) el mapa o área (s); auto correlación espacial, estructura espacial, modelos de auto regresión espacial y análisis de la componente temática espacial.
- Análisis Espaciales sobre ciertas localizaciones o áreas espaciales: píxel a píxel (análisis local) vecindad (análisis de vecindad) zona (análisis en zonas o regiones) Existe otro tipo de análisis más operativos con 4 tipos de acciones (Berry, 1987, p 320):
 - Reclasificación de los valores temáticos de un mapa o de imágenes (búsqueda y extracción selectiva de información en la base de datos.
 - Superposición de mapas o imágenes.
 - Cálculo de distancias y conectividad o camino mas corto (proximidad - ruta óptima - barreras) entre dos puntos.
 - Filtrado de mapas o imágenes.

7.2. Modelos digitales de elevación (M.D.E)

Es un modelo para simular y describir una serie de parámetros que caracterizan y explican una superficie o fenómenos en tres dimensiones. Hay variables que ni tienen definido un valor en el espacio, sino que su valor va cambiando gradualmente y se pueden representar mediante isolinneas. Los MDE (modelos digita-

les de elevación) intentan representar esa gradualidad tridimensional y temática, cartográficamente (Ferrer, 1994, p 30).

El proceso de análisis a desarrollar puede diferenciarse como :

- Análisis de la Geometría General de la superficie : pendiente-altura y convexidad (horizontal y vertical)
- Análisis de las relaciones entre puntos : rugosidad o fuerza del relieve-la intervisibilidad y medidas para establecer la dirección de los flujos superficiales.

Para cada tipo de análisis existen técnicas específicas y definidas en cada tipo y marca de sistemas de información geográfica como software; en este caso corresponde igualmente a IDRISI 1997- versión 2.0 de la Clark University USA, el cual posee un módulo - programa, para el desarrollo de los Modelos Digitales de Elevación (M.D.E).

7.3. Modelado cartográfico

Las operaciones de análisis a desarrollar dependen de la naturaleza geométrica-topológica a considerar:

Puntos.

Lineas.

Polígonos.

Lo fundamental de los SIG radica en que generan nuevos datos cartográficos y temáticos a partir de los datos básicos iniciales (Bosque, 1991, p 241) para agregarlos a los disponibles, para su uso en el conocimiento y la solución de problemas y toma de decisiones.

Los métodos generales y sus técnicas específicas se resumen como :

- Análisis de "Coincidencia de Puntos"
- Análisis de "Punto en Línea"
- Análisis de "Punto en Polígono"
- Análisis de Intersección de Líneas"
- Análisis y Representaciones "Espacio - Temporales"
- Análisis de Línea en Polígono"
- Análisis de Superposición de Polígonos"
- Generación de "Áreas de Influencia"
- Agregación de Objetos Geográficos.

7.4. SIG VECTORIAL ARC/INFO

Los SIG vectoriales se fundamentan en la representación vectorial (puntos, líneas y polígonos) de la información espacial de los datos geográficos, asociados a las características temáticas de dichos datos geográficos (Bosque, 1991, p 93).

Este software es muy preciso en sus aspectos geométricos y espaciales, porque define los puntos, líneas y polígonos en forma muy rigurosa y real y capta los contornos de las figuras, las velocidades y las coordenadas y no el contenido, como en los SIG - raster.

Sus fortalezas se expresan con exactitud de distancias, longitudes, perímetros, áreas, relaciones topológicas, etc.

Forman, en combinación con los SIG-raster una batería poderosa y muy completa, al sumar sus bondades.

des en los análisis espaciales, el modelado cartográfico, y la producción de nuevos datos a partir de sus bases de datos para la simulación y el soporte de la toma de decisiones.

A través de su configuración modular (bajo ambiente operativo Window) ofrece una serie de programas integrados con sus respectivas herramientas de gran capacidad para desarrollar el análisis espacial y el modelado cartográfico vectorial.

Sus aplicaciones analíticas difieren poco del SIG IDRISI - 2.0, sin embargo pueden obtener óptimos resultados en cuanto a los análisis espaciales topológicos, euclidianos y proyectivos por su condición de ser un SIG vectorial (relaciones arco/nodo).

Los Métodos Generales y sus Técnicas Específicas se resumen como :

- Análisis Espacial de: distancia y proximidad, coste de recorrido, distancia por coordenadas globales, magnitudes geométricas, longitud, perímetro, área y cambio de tipo de objeto geográfico, centralidad, dispersión, vecindad, autocorrelación, variograma, contigüidad, conectividad, modelos de localización, asignación, forma de un polígono, autocorrelación espacial y comparación de mapas.

- Modelado Cartográfico :
Análisis de Punto/Línea en un polígono.

- Superposición de polígonos

- Generación de áreas de influencia

- Agregación de objetos cartográficos.

- Análisis y Representaciones Espacio - Temporales.

8. Generación de productos y reportes

Para los usuarios es muy importante las características de las salidas o productos de los SIG; la calidad de la información y la presentación de la misma es fundamental (Senn, 1992, p 421).

Una imagen o un buen gráfico (mapas, fotos, diagramas, entre otros) aportan más que muchas palabras y a un bajo costo mental de lectura rápida (Flores, 1995, p 13).

8.1. SIG Raster (IDRISI - 2.0)

Mapas Temáticos o Imágenes "Raster" de puntos, líneas y polígonos (poco prácticos e imprecisos).

- Tablas.

- Histogramas de frecuencias.

- Diagramas.

- Presentaciones.

- Artículos Científicos Arbitrados.

8.2. SIG vectorial (ARC/INFO - 7.1)

Mapas Temáticos "Vectoriales" de puntos, líneas, polígonos y combinados (precisos y muy utilizados).

- Tablas abundantes.

- Informes numéricos.

- Gráficos.

- Diagramas y Presentaciones.

- Artículos Científicos Arbitrados.

8.3. Otros Softwares (Excel, Access, Word, Power Point, Projetc, etc)

- Tablas.

- Calculos.

Gráficos.
Informes numericos.
Presentaciones.

9. Analisis de factibilidad

9.1. Factibilidad Tecnológica

Los avances permanentes y rápidos de las nuevas tecnologías, y las ya existentes y disponibles, garantizan y hacen sobradamente factible el desarrollo de Sistemas de Información Geográfica. El Hardware disponible en el Centro de Estudios Geográficos, posee sobradas capacidades de almacenamiento, procesamiento, rapidez, seguridad, estabilidad y robustez necesarios para aplicar los diferentes Softwares disponibles y otros mas avanzados.

Los Softwares disponibles son actualizados y probados; tal es el caso del SIG – IDRISI " 2.0 y del ARC/INFO 7.1, los cuales han demostrado sus fortalezas y bondades.

Las habilidades, destrezas y experiencias del personal disponible para el soporte técnico y para la aplicación del Software y el Hardware hacen de la viabilidad un asunto resuelto con anterioridad y de resultados comprobados en el Centro de Estudios Geográficos – LUZ.

La disponibilidad de recursos financieros, además, permitirán la adquisición de nuevos SW y Hw complementarios y actualizados.

9.2. Factibilidad economica

En nuestro caso el financiamiento del proyecto Interinstitucional "Red

Hídrica del Río Pueblo Viejo – COLM" por parte de la Agenda para la Investigación Ambiental : Iniciativa Regional de la Cuenca del Lago de Maracaibo (patrocinada por el Conicit – Iclam – Fundacite – Pdvsa) garantizan la factibilidad economica; sin embargo los costos del proyecto resultan muy bajos con respecto a los beneficios derivados del conocimiento nuevo, de la actualización de otros, y del aporte metodológico para investigadores similares, necesarias a nivel Regional y Nacional.

La generación de ingresos, como producto del cobro por los servicios prestados a los diferentes usuarios, ya definidos, contribuye a aumentar los beneficios economicos, además de los beneficios científicos, lo cual es la razón fundamental de este proyecto.

9.3. Factibilidad organizacional

Los Términos de Referencia para la aplicación de un SIG a un Proyecto de Investigación, marca el inicio en la "Planificación y Diseño de Sistemas de Información Geográfica" (para el Centro de Estudios Geográficos - LUZ), como herramienta imprescindible para las investigaciones y el desarrollo de las líneas, programas y proyectos vigentes en forma precisa y de utilidad multiplicada por las bondades derivadas de la racionalización y sistematización de la información, a fin de agregar valor científico y academico a los resultados de la labor científica, docente y de extensión que nos exige la sociedad , en la bús-

queda de soluciones a los problemas del desarrollo sustentable regional y nacional.

El Centro de Estudios Geográficos (CEG) y el proyecto "Red Hídrica del Río Pueblo Viejo - COLM se beneficiaran significativamente con la planificación de los "Términos de Referencia para la Aplicación de un Sistema de Información Geográfica, lo cual impactará positivamente su evolución y acrecentará el capital científico y académico de la Universidad el Zulia.

La experiencia acumulada por los investigadores del CEG y la disponibilidad de un laboratorio de Sistemas de Información Geográfica lo hacen muy factible.

La disponibilidad y el análisis de datos históricos (geodescriptivos y cartográficos), de Hw, de SW, de experiencia, de financiamiento, de recursos humanos calificados y los beneficios científicos a obtener, le confieren una Alta Factibilidad Tecnológica, Económica y Organizacional.

En resumen, la estrategia de aplicación de un SIG está fundamentada en la disponibilidad de Hardwares con capacidades suficientes para aplicar los Softwares existentes en nuestro laboratorio de Sistemas de Información Geográfica, lo cual no es muy exigente,

Los bajos costos asociados, por las inversiones de poco monto para su implementación y los beneficios esperados son muy significativos para los usuarios. Los productos generados tendrán utilidad adicional en la investigación, en la docencia y en

los servicios externos y actividades de extensión del Centro de Estudios Geográficos y de todo aquel usuario que decida utilizar la maravillosa herramienta tecnológica que ofrecen los SIG.

Referencias Bibliográficas

- BERRY, Joseph. K A Mathematical Estructura For Analyzing Maps. Environmental Management, vol 11, num. 3, pp. 317-325.
- BOSQUE, S. ESCOBAR, Francisco. Sistemas de Información Geográfica: Y Otros. Practicas con PC ARC/INFO e IDRISI. Editorial RA'MA.
- BOSQUE, S. Joaquín (1991). Sistemas de Información Geográfica. Editorial Rialp, s.a. España.
- CASTRO, C. Hacia Una Diferenciación del Espacio Comportamental y Político. Acta del IV Coloquio de Geografía Cuantitativa. Palma de Mayorca, A.G.E., pp. 467-480.
- CLARK UNIVERSITY. Idrisi For Window System: Tutorial Exercises. Edit. Clark University, USA 1998.
- COUNTIN, Rafael (1994). Geodatabases Destinadas A GIS. Principios y Aplicaciones. Edit. ULA - IGCRN. Mérida.
- F.I.I. - C.P.D.I. CURSO DE PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES E INTERPRETACIÓN Y SIG. Fundación Instituto de Ingeniería. Centro de Procesamiento Digital de Imágenes, Caracas, 1996.
- F.I.I - C.P.D.I. Curso: Diseño de Sistemas de Información Geográfica. Edit. Fundación Instituto de Ingeniería - Caracas, Venezuela 1997.
- FELICÍSIMO, Angel (1994). Modelos Digitales de Terreno: Introducción y Aplicaciones en las Ciencias Ambientales, Ediciones Pentalfa España.

- FERNANDEZ, María (1993). *Sistemas De Información Geografica: De la Teoria, Como Llegar A La Practica*. Instituto Panamericano de Geografía e Historia. Edit. IPGH. Ecuador.
- FERRER, M. y otros (1994). *Introducción a los Sistemas de Información Geografica*. Edit Universidad de Salamanca, España.
- FLORES, R. Ernesto (1995). *Elementos de Cartografía Temática*. Edit Consejo de Publicaciones de la Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela.
- GOODCHILD, Michael (1992). *Geographical Data Modeling*. Computers & Geoscience. Vol 18 No 4. Great Britain.
- GUTIÉRREZ, Javier y GOULD, Machael (1994). *SIG: Sistemas de Información Geográfica*. Edit. Síntesis. Madrid, España.
- ICLAM – PGI. *Sistema de información geográfica para la cuenca del lago de Maracaibo (SIGICLAM)*. Edit Iclam. Maracaibo, Venezuela 1998.
- LLORENS, Fabregas (1987). *Sistemas de Información*. Edit. Reverte Venezolana, s.a. Caracas.
- MURDICK, Robert (1982). *Sistemas de Información Basados en Computador*. Edit. Diana. Mexico.
- PEUQUET, Donna. *A Conceptual Framework and Comparison of Spatial Data Models*. Cartographica, vol 21, num. 4, pp. 66-113.
- PEUQUET, Donna (1994). *IT's Time: A conceptual framework for the representation temporal dynamics in geographic information system*. Annals of the Association of American Geographers, 84 (3), USA.
- SABORIO, Javier (1999). *Curso: SIG y Aplicaciones Ambientales*. Edit. VII Conferencia Iberoamericana sobre SIG. Mérida, Venezuela.
- SAGECAN CODIFICACIÓN GEOGRAFICA DE LA TOPONIMIA. Edit. Sagecan, Caracas, 1998.
- SCOTT, Lauren (1994). *Identification Of Gis Attribute Error Using Exploratory Data Analysis*. Professional Geographers. 46 (3) USA.
- SENN, James (1992). *Análisis Y Diseño De Sistemas De Información*. Editorial Mc. Graw Hill. Colombia.
- SIDITA. *CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE SIG*. Edit. CIDIAT. Mérida, Venezuela 1999.
- U.S.A 1994.