

SISTEMA DE INFORMACIÓN AMBIENTAL DEL CARIBE: UN APORTE A LA INVESTIGACION

*Autora: Ing. Ana Nidia Abraham Alonso.
Instituto de Geografía Tropical, CITMA.*

RESUMEN

Los Sistemas de Información Geográfica están siendo utilizados cada día más en diferentes investigaciones. El empleo de estas útiles herramientas abarca temas tan diversos como la planificación regional y urbana, el manejo de recursos naturales, sistemas de alerta temprana y respuesta rápida ante alarmas, sistemas de monitoreo en tiempo real, la microlocalización de negocios y servicios on-line de atención al cliente, entre otros. A pesar de que el Caribe a ocupado un lugar relevante en las investigaciones culturales y algunos temas socioeconómicos, no ha sido así en el ámbito de la geociencia y el medio ambiente. El presente trabajo tiene como propósito mostrar el geoprocesamiento realizado para la creación de una base de datos georreferenciada (Banco de Información del Caribe) y el procesamiento de la información para producir mapas temáticos que reflejan diversas aristas convergentes en la situación ambiental del Caribe. Se describen los procesos de selección de la base cartográfica, la obtención y captura de la información, la estructura de la base de datos, así como los software utilizados. El banco de datos elaborado permite que los investigadores y otros interesados en el tema ambiental regional puedan acceder a la información, en general dispersa y deficitaria, e incluso valorar la dinámica en el tiempo de muchos problemas, de forma rápida, empleándola en nuevas aplicaciones y funciones.

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas las cuestiones relativas al medio ambiente han inquietado a todo el contexto mundial, el Caribe ofrece un entorno particular debido a su diversidad natural, socioeconómica y cultural reflejada en el medio ambiente.

La región del Caribe ha sido estudiada por diferentes organizaciones e instituciones regionales y mundiales, en Cuba ha ocupado un interés primordial por el marco espacial en que se ubica la isla y en consecuencia la influencia que las actividades socioeconómicas, culturales y medioambientales pueden provocar en el área de forma transfronteriza.

El Libro, “Premisas Geográficas de la Integración Socioeconómica del Caribe” (1979), los Atlas “Regional del Caribe” (1979), “Medio Ambiente del Caribe” (1995), “Integración del Caribe” (2001), el libro “El Caribe, contribución al conocimiento de su geografía” (1999), entre otros, forman parte de los estudios llevados a cabo en la región en el orden geográfico, en los cuales se enfrentaban siempre problemas con la información (gran variedad de temáticas, dispersión de los datos, dificultad para acceder a las fuentes, diversidad de formatos en los que se encuentra la información, etc.), además de escasear los temas relacionados con el medio ambiente.

Por tal motivo la situación problemática sobre el cual se dirigió el objetivo de nuestro trabajo fue la implementación de un Sistema de Información Geográfica para dar respuesta a la necesidad de crear una base de datos única en formato único, facilitar el proceso de generación de mapas temáticos a partir de las herramientas que esta tecnología posee para la representación cartográfica, y establecer las bases para la actualización permanente de la información.

La conformación del banco de información georreferenciado posee un valor notable por cuanto una de las características que saltan al enfrentar un estudio ambiental es la dispersión informativa, aspecto que se incrementa cuando se refiere a un marco regional como es el caso del Caribe. Se incluyen en el mismo: aspectos claves relativos a la naturaleza, la población, el turismo, la agricultura entre otros aspectos de interés.

El presente trabajo se plantea como objetivo la aplicación de un SIG para elaborar el Banco de información georreferenciada del Caribe.

Con la implementación del SIG para el análisis ambiental de los datos referidos al Caribe, queda estructurado un sistema de software, hardware, procedimientos y esquemas operacionales dispuestos para el trabajo empleando las técnicas del SIG.

El sistema hará posible mantener adecuados niveles de información sobre problemas ambientales, pero también incluye los aspectos basales relativos al mejoramiento y protección ambiental, con lo que se hace factible actualizar sistemáticamente el conocimiento sobre el entorno.

PROCEDIMIENTOS METODOLOGICOS

En el proceso de proyecto de SIG para los estudios relativos al medio ambiente del Caribe, se siguieron las etapas para la implementación de un Sistema de información Geográfica según (Novua, 1999), y se siguieron las metodologías de diseño de Sistemas de Información Geográfica, que han sido desarrolladas por diversos autores (Hudson & Levison, 1995), (Gerhartz, 1998), en donde se tratan de dar respuestas a las interrogantes relacionadas con los productos finales esperados, la información que debe estar disponible en el, su procesamiento, actualización y fluidez, así como las necesidades de programas y equipamiento para operar el sistema (Caballero, 2003).

Etapas a seguir en la implementación de un SIG (Novua 1999)

- Diseño de SIG

Esta es la etapa donde se concibe la aplicación que será desarrollada y donde es necesario considerar todas las variantes, necesidades, recursos disponibles en general todos aquellos factores que pudieran influir en su ejecución.

- Montaje del SIG.

Esta es la etapa donde una vez que ha sido concebida la aplicación que será desarrollada, se procede a su implementación, utilizando para ello algunas de las

herramientas disponibles y que según el usuario final, puedan satisfacer sus necesidades. Para ello será necesario disponer de:

- Alguno de los SIG disponibles en el mercado.
- Toda la información espacial y los atributos que describen los objetos presentes en alguno de los formatos digitales permitidos por el software base.
- Los recursos humanos y técnicos para desarrollar la aplicación.
- Manejo del SIG.

Esta es la etapa final del proyecto, donde una vez creada la aplicación específica, se realizarán las tareas de consulta, análisis e interpretación de los materiales disponibles, así como la creación de los mapas temáticos que sean necesarios. Se incluye también el proceso de administración continúa de la aplicación que incluye la actualización de la base de datos cuando sea necesario.

Para la realización de nuestros objetivos, nos planteamos los siguientes pasos para el diseño del SIG:

- La decisión de las temáticas y los indicadores a incluir.
- Como se estructuraron las bases de datos.
- Selección de la base cartográfica a utilizar.
- Creación de identificadores.
- Selección de las unidades de medida y unidad espacial de referencia para cada dato a captar.
- Diseño de las bases de datos alfanuméricas.
- Digitalización y control de la calidad de esta.
- Integración el SIG de las bases de datos alfanuméricas y la cartografía digital generada
- Definición de los métodos de representación cartográfica más adecuada y el establecimiento de normas para la representación cartográfica para cada uno de los mapas.
- Generación, revisión y correcciones de los mapas.
- Preparación para la impresión final.

DISEÑO DEL SISTEMA Y DE LA ESTRUCTURA DE LA BASE DE DATOS

Adquisición y Entrada de Datos.

Como es conocido el pilar para cualquier Sistema de Información Geográfica es la obtención y captura de la base de datos tanto espacial como alfanumérica, esta información no puede ser tomada al azar, sino que debe hacerse en estrecha relación con los objetivos perseguidos.

La información cartográfica fue introducida en el SIG por la vectorización en pantalla sobre archivos de tipo raster, se seleccionaron como base cartográfica los mapas de América Central y el Caribe 1:100 000 y las islas del caribe 1:50 000 del Atlas Aguilar, con la Proyección Conforme Regional, referidos a la Proyección Conforme para América Central, de los cuales se vectorizó en pantalla la división política administrativa, fue escogida esta base cartográfica debido a que poseían un nivel mayor de detalle (las existentes en formato digital, Digital Chart of the World y el mapa digital de las Américas realizado por la OPS poseen escalas bases 1:1000000 y 1:250000 respectivamente), la información de la proyección y el datum se obtuvieron del propio Atlas Aguilar.

La configuración del espacio a representar cartográficamente (región del caribe), constituye una limitante a la hora de representar la información en los mapas en el caso que no se quisiera perder la visión de conjunto y las posibles relaciones espaciales entre los países, situación que sucede si se utiliza una escala intermedia con un mapa en formato grande y generalizando la información para hacer la representación adecuada a la escala.

La unidad espacial está referida a los países del área, por lo que la existencia de límites bien representados (unidades político-administrativas) justifican la selección del modelo vectorial como formato.

Tabla No 1 Elementos de la unidad espacial de referencia

| Nombre de la capa | Tipo | Color | Contenido |
|--|--------|-------|--|
| ID (identificadores oficiales de cada país, ej. Cuba (CU), Jamaica (JM)) | Lineal | Negro | Polígonos que delimitan los países del área. |

Las bases de datos alfanuméricas pueden introducirse al sistema a través del teclado o importándolos desde otros sistemas en otro formato, estas informaciones fueron capturadas de diferentes formatos dependiendo la fuente de obtención, siendo los mas recurridos Microsoft Word, Excel y Access, la totalidad de la información alfanumérica introducida fue identificada con la información espacial existente.

Las fuentes de información utilizadas fueron fundamentalmente literatura y estadísticas de reconocimiento internacional, aportados por organismos internacionales y fundamentados en informaciones generadas en cada uno de los países.

En el diseño de las bases de datos alfanuméricas los diferentes atributos se organizaron por temáticas en varias bases de datos, cada una de ellas conteniendo diferentes indicadores y convertidas a un formato único (en este caso Excel)

Tabla 2 Diseño de las bases de datos alfanuméricas (ejemplos)

Base de datos de la temática población:

| Identificador | ATRIBUTOS | | | | |
|---------------|-----------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--|
| ID | Población Total | Densidad de Población | Población Dependiente | Grado de Urbanización | % de la población con acceso al agua potable |

Base de datos de la temática industria y energía:

| Identificador | ATRIBUTOS | | | | |
|---------------|-------------------------|----------------------------------|----------------------------|---------------------|-----------------------|
| ID | Consumo de electricidad | Consumo de combustible de madera | Emisión de CO ² | Capacidad instalada | Intensidad de energía |

En función de facilitar el conocimiento de la información georreferenciada, se organizó la metadata de los datos colectados, para esto se prepararon por temáticas las hojas excel donde se describen las estructuras de las bases de

datos elaboradas. Estas tablas que se anexan al trabajo como ejemplos (ver anexo 1), están asequibles a todos los investigadores del Instituto de Geografía Tropical a través de intranet y permitirán la realización de una búsqueda rápida de lo que hasta el momento se encuentra en el Banco de información del Caribe haya sido o no utilizada en la conformación de los mapas.

SALIDA DE DATOS

En un Sistema de Información Geográfica hay diferentes vías para entregar los resultados donde se representa la información que existe en la base de datos o se muestra el resultado de aplicaciones concretas.

Estas salidas vienen dadas de forma gráfica (mapas, gráficos), y alfanuméricas (tablas, textos) las que pueden imprimirse mediante impresoras y ploteadores, visualizarse en pantalla o copiarse en formato digital.

El diseño de los mapas y los métodos de representación cartográfica hubo que realizarlos mapa a mapa hasta poder encontrar el más adecuado para cada caso, que dependió en gran medida del formato en que se iban a imprimir (hojas 8" 1/2 x 11") y de la disponibilidad de datos.

Los métodos de representación mas utilizados fueron cartogramas de rango e individual, cartodiagramas de graduación y de barras, siendo este último el más recurrido al permitir representar la información de manera visible independientemente de la escala, destacándose la información de territorios pequeños en mapas de formato pequeño.

Las normas establecidas para la representación cartográfica fueron las siguientes:

| FORMATO | FUENTE | TAMAÑO DE LA FUENTE | COLOR |
|----------------------|---------------|----------------------------|--------------|
| Titulo | Arial | 14 | Negro |
| Leyendas | Arial | 6 | Negro |
| Escala Gráfica | Arial | 6 | Negro |
| Coordenadas | Arial | 5 | Negro |
| Nombre de los paises | Arial | 7 | Negro |
| Nombre de los mares | Arial | 7 | Azul |

Para los resultados del proyecto se pidieron los siguientes mapas temáticos:

- División Política
- Población
- Dinámica del grado de urbanización
- La población como carga ambiental
- Patrones de dependencia
- Los Bosques
- Disponibilidad de bosques
- Bosques y tierras arboladas
- Recursos hídricos internos renovables
- Estructura de la generación de energía eléctrica por tipo de central
- Electricidad en el Caribe
- Producto Interno Bruto
- Combustible de Madera
- Homogeneidad de producciones
- Usos de la tierra
- Elementos de intensificación de la agricultura
- Disponibilidad de tierras agrícolas
- Ingresos del turismo
- Arribo de turistas
- Carga Turística

CONCLUSIONES

La creación de una base de datos georreferenciada y el uso de un SIG ambiental del Caribe aquí analizado, nos brinda la posibilidad de tener una fuente informativa que puede ser continuamente actualizada y enriquecida, además de ser consultada con diversos fines en los cuales no se han pensado aun, incluyendo la factibilidad de trabajar escalas mas detalladas.

Necesidad de llevar todo el trabajo a formato digital y generar un CD y un sitio web donde aparezca toda la información, esto es posible dadas las tecnologías existentes hoy permiten que este tipo de producto pueda estar disponible on-line en una pagina web, a través de servidores de mapas, así puede ser visitado por organizadores regionales o a países del área del Caribe interesados.

BIBLIOGRAFIA

1. CABALLERO, J (2003): Sistema de Información Geográfica para la Gestión Ambiental en el Municipio Plaza de la Revolución. Instituto de Geografía Tropical. La Habana. 34 p.
2. DIAZ C, L.R. (1992): Sistemas de Información Geográfica en Colección: textos y apuntes. Vol. 40. UAEM. Toluca. 381 p.
3. DOUROJEANNI, A. (1996): Procedimientos de Gestión para el Desarrollo Sustentable en Desarrollo Sostenible y Recursos Naturales. Lecturas Seleccionadas. Tomo 5. IICA. San José. pp 113-148.
4. GELER R, T. ET AL (2001) Subsistema de Información Geográfica de Recursos Hidráulicos. Informe Final DEL Resultado Científico Técnico. Instituto de Geografía Tropical. Inédito. Sin paginar.
5. GUINET P, JORDI. (1992): Introducción conceptual a los sistemas de información geográfica (SIG). Editorial Estudio Gráfico. Madrid. 136 p.
6. GERHARTZ, J.L.
7. NOVUA A, O. (1999): El análisis ambiental mediante un Sistema de Información Geográfica. Edición Electrónica. Memorias de la Convención "Trópico 99". Instituto de Geografía Tropical. La Habana. 40 p.

ANEXO 1

ESTRUCTURA DE LA BASE DE DATOS

TURISMO

| NOMBRE DEL CAMPO | TIPO DE CAMPO | FUENTE DEL DATO |
|--|----------------------|---|
| Arribo de cruceros | Entero | Suplemento informativo de Centroamérica y el Caribe |
| Llegadas de turistas | Entero | Panorama Mundial y actualidad del Turismo 2001 |
| Ingresos por turismo | Entero | OMT |
| Carga anual de turistas en % de la población | Decimal | Asociación de estados del Caribe OMT |
| Cantidad de turistas (crucevistas) | Entero | OMT |
| Cantidad de Habitaciones | Entero | OMT |
| Gasto por turista corregido por estadía | Entero | OMT |
| % de ocupación | Decimal | OMT |
| Empleados por habitación | Decimal | OMT |
| Crecimiento medio anual | Decimal | OMT |

ENERGIA

| NOMBRE DEL CAMPO | TIPO DE CAMPO | FUENTE DEL DATO |
|---------------------------------------|----------------------|---------------------------------------|
| Consumo de electricidad | Entero | OLADE/CE |
| Energía eléctrica por tipo de central | Carácter | OLADE/CE |
| Generación de electricidad | Entero | OLADE |
| Capacidad instalada | Decimal | OLADE |
| Derivados del petróleo | Entero | OLADE |
| Consumo combustible de madera | Entero | |
| Consumo final de energía | Entero | Balance de energía y metodología IPCC |
| Intensidad de Energía | Decimal | Balance de energía y metodología IPCC |
| Emisión de CO ² | Decimal | Balance de energía y metodología IPCC |

POBLACIÓN

| NOMBRE DEL CAMPO | TIPO DE CAMPO | FUENTE DEL DATO |
|---|----------------------|------------------------------------|
| Población Total | Entero | Naciones Unidas (2001) |
| Superficie | Decimal | Naciones Unidas (2001) |
| Población Dependiente | Entero | PRB 2000 |
| Grupo de edades | Entero | Population Reference Bureau 2000 |
| Hab/ha de superficie agrícola | Decimal | FAOSTAT |
| Dinámica del grado de urbanización de los territorios | Decimal | Naciones Unidas |
| Grado de urbanización | Carácter | Informe sobre el desarrollo urbano |
| Población sin acceso al agua potable | Entero | UNICEF, FNUAP, PNUD |
| Población sin acceso a los servicios de salud | Entero | UNICEF, FNUAP, PNUD |

INDUSTRIA

| NOMBRE DEL CAMPO | TIPO DE CAMPO | FUENTE DEL DATO |
|---|----------------------|------------------------|
| Índices de volumen físico de la producción minera | Decimal | OLADE / SIEE |
| Producción de cemento | Decimal | OLADE / SIEE |
| Producción de fertilizante | Entero | OLADE / SIEE |
| Producción de alambrón | Entero | OLADE / SIEE |
| Producción de acero | Entero | OLADE / SIEE |
| Producción de tableros de madera | Entero | FAO |
| Producción de pasta para papel | Entero | FAO |
| Producción de Papel y cartón | Entero | FAO |

NATURALEZA

| NOMBRE DEL CAMPO | TIPO DE CAMPO | FUENTE DEL DATO |
|--|----------------------|------------------------|
| Superficie de bosques | Entero | FAO |
| Superficie de bosques per cápita | Decimal | FAO |
| Recursos hídricos internos renovables. | Decimal | FAO |

ECONOMICO

| NOMBRE DEL CAMPO | TIPO DE CAMPO | FUENTE DEL DATO |
|--|----------------------|------------------------|
| Índice per cápita de producción agrícola | Entero | UNEP |
| Uso agrícola | Entero | UNEP |
| Uso forestal | Entero | UNEP |
| Producto interno bruto | Decimal | PNUD |
| Inversión extranjera directa neta | Entero | CEPAL |
| Deuda externa bruta desembolsada | Entero | CEPAL |
| Relación entre la deuda externa bruta desembolsada y el PBI | Decimal | CEPAL |
| Relación entre la deuda externa bruta desembolsada y las exportaciones de bienes y servicios | Decimal | CEPAL |
| Transferencia neta de recursos | Entero | CEPAL |

OTROS

| NOMBRE DEL CAMPO | TIPO DE CAMPO | FUENTE DEL DATO |
|-------------------------|----------------------|------------------------|
| División Política | Carácter | Hojas topográficas |