

## **Introducción**

El modelo conceptual de la base de datos que va a operar dentro de un sistema de información geográfica (SIG) se presenta, de forma general, como el primer paso de diseño de un sistema de información donde se manejan datos geográficos con propósito de modelación, sin embargo, existe una etapa previa, la cual constituye el fundamento metodológico del diseño conceptual y lógico de la base de datos y por tanto del SIG y es el estado inicial del proceso de modelación. Al esta etapa se le denomina en este trabajo etapa de diseño del modelo conceptual inicial del SIG dinámico.

El amplio volumen de literatura consultada sobre modelación de procesos naturales haciendo uso de la tecnología SIG y los documentos con enfoques metodológicos y teóricos no proporcionan elementos concretos sobre los pasos que involucra este estado inicial del proceso de modelación y por tanto tampoco se cuenta con una metodología general que permita crear dicho modelo conceptual inicial.

Ignorar el modelo conceptual inicial del SIG, trae como consecuencia la pérdida de tiempo y de recursos económicos por un inadecuado diseño del sistema de información. La explicación de esta etapa inicial del proceso de modelación y su representación en un modelo conceptual constituiría una información muy útil, tanto para experimentados en la tecnología SIG como para los que se inician en el proceso de la modelación dinámica utilizando esta valiosa filosofía.

El objetivo de este trabajo es proponer una metodología general para el diseño conceptual inicial de un proyecto SIG dinámico.

## **Marco Teórico**

### ***Modelo***

Un modelo es una representación de un determinado pensamiento, idea o condición (Jackson 2000). Un modelo siempre es una representación simplificada de la realidad (Jackson 2000; Acosta 1997) y se puede expresar de una forma tan simple como un

planteamiento verbal acerca de una materia o por la conexión de dos cuadros por una flecha para representar alguna relación.

En ecología se pueden identificar dos tipos de modelos de acuerdo a su aproximación a la realidad ecológica o lo que es lo mismo su intención contenida en su relación con el mundo real (Acosta 1997): los modelos instrumentales y los modelos explicativos.

Los modelos instrumentales son aquellos que sirven para **reproducir** el aspecto de la realidad por el que se está interesado. Estos modelos tienen la restricción de que sus predicciones sólo serán posibles para el universo empírico sobre el que se han construido, por lo tanto, cada demanda de predicciones requeriría un modelo independiente que deberá elaborarse de nuevo.

Por otro lado, los modelos explicativos tienen la intención de **explicar** la realidad a la que se refiere, con lo que necesariamente se logra también la **predicción** de la misma. Un modelo explicativo podría aplicarse en los casos donde se pueda admitir que se dan los mismos procesos que el modelo representa. La consecuencia práctica es que la aplicación de un modelo explicativo trasciende la utilidad concreta por la que se ha originado (Acosta 1997).

La construcción de modelos explicativos constituye un instrumento muy eficaz para analizar las tendencias y determinar los factores que las influyen así como para evaluar las posibles consecuencias de las decisiones de planificación sobre los recursos existentes en el área de interés.

### ***Modelo Conceptual de la realidad***

Un modelo conceptual de la realidad es una representación simplificada de creencias teóricas en cuanto a la realidad. El modelo conceptual de la realidad reproduce el aspecto de la realidad por el que estamos interesados, o explica la realidad a la que se refiere.

Los modelos conceptuales se escriben generalmente como diagramas con cuadros y flechas, proveyendo así un planteamiento visual compacto del problema de investigación que ayuda a determinar las preguntas a responder y la parte del sistema a estudiar (Jackson 2000).

### ***Proceso de modelación***

El proceso de modelación es la serie de pasos que se toman para convertir la realidad en un modelo conceptual primeramente y luego en un modelo cuantitativo o cualitativo.

### ***Sistema de Información Geográfica***

Un sistema de información es la cadena de operaciones que nos lleva desde la planificación de la observación y recolección de los datos hasta su almacenamiento y análisis, y luego a la utilización de la información obtenida en algún proceso de toma de decisiones (Griggs 1992).

Básicamente, un sistema de información vincula las tecnologías de ingeniería de datos y de conocimiento a través de procesos asistidos por ordenador. Esto conlleva en lo fundamental el desarrollo y vinculación de bases de datos integradas, programas informáticos y herramientas de optimización y espacialización que, junto con determinados modelos, constituyen verdaderos sistemas de apoyo a la toma de decisiones. En términos generales, un sistema de apoyo a la decisión o sistema de información integra y organiza todos los tipos de información necesaria para las decisiones que se han de tomar.

La mayoría de los sistemas de información que se crean son sistemas de información geográficos. Esto es debido a que la mayor parte de la información que se maneja en las empresas e instituciones oficiales tienen relación con localizaciones geográficas o coordenadas espaciales, y en su mayor parte es usada por varios departamentos.

Un sistema de información geográfica (SIG), o sistema de información sobre datos geográficos es un sistema de hardware, software y procedimientos diseñados para facilitar la obtención, gestión, manipulación, análisis, modelación y salida de datos espacialmente referenciados, para resolver problemas complejos de planificación y gestión.

Es importante diferenciar la anterior definición de Sistema de Información Geográfica y la definición de SIG considerado como producto informático o paquete comercial según la cual un SIG es “un programa de cómputo, un software con funciones específicas”. La primera definición dada se refiere a la de un sistema de información en pleno

rendimiento; es decir, un conjunto de elementos tales como equipos informáticos, programas, conjuntos de datos, personal especializado, y filosofía de trabajo que integrados y coordinados permiten acceder con mucha eficacia a los datos geográficos y que se adecua y responde a necesidades específicas.

Se puede inferir de los conceptos expresados en esta sección que los sistemas de información geográficos como paquetes comerciales vendrían a ser una parte integrante del sistema de información geográfica.

Por otro lado, los paquetes SIGs como programas de cómputo son sistemas de propósito general, concebidos mayoritariamente en regiones donde la problemática geográfica es diferente.

Se suele utilizar la denominación de *sistema de información territorial* (SIT) para el resultado de implantar un SIG en un área determinada; por lo tanto, un SIT estará ligado a una entidad de gestión y a unas competencias específicas en el territorio sobre el que desarrolla su actividad.

Lo que generalmente se hace al desarrollar un Sistema de Información (geográfico) idóneo para las necesidades concretas del usuario es seleccionar un software comercial **SIG** y crear una serie de programas adicionales o macros de consulta que permitan un acceso rápido y sencillo a los datos.

### ***Sistema de Información Geográfica Dinámico***

Existen en la actualidad dos tendencias en cuanto a la utilización de los SIG, una es para realizar el inventario de la información y la otra es para el análisis y modelamiento de la información.

El inventario de la información permite identificar las variables que intervienen en el proceso que se está analizando. Generalmente, de forma paralela al inventario de la información resulta imprescindible comprender y analizar las interrelaciones que existen entre esas variables. De este modo es posible construir no sólo el escenario de comportamiento en un momento dado, sino simular comportamientos posibles, deseados o no, para conducir la gestión en el sentido deseado, o en el peor de los casos, poder reaccionar a tiempo ante situaciones imprevistas.

La utilidad principal de un Sistema de Información Geográfica radica, sin embargo, en su capacidad para construir modelos o representaciones del mundo real a partir de las bases de datos digitales y para utilizar esos modelos en la simulación de los efectos que un proceso de la naturaleza o una acción antrópica produce sobre un determinado escenario en una época específica.

La figura 1 muestra resumidamente la forma de trabajo de un SIG dinámico. El proceso de modelación de la realidad para la toma de decisiones se realiza a través del SIG.

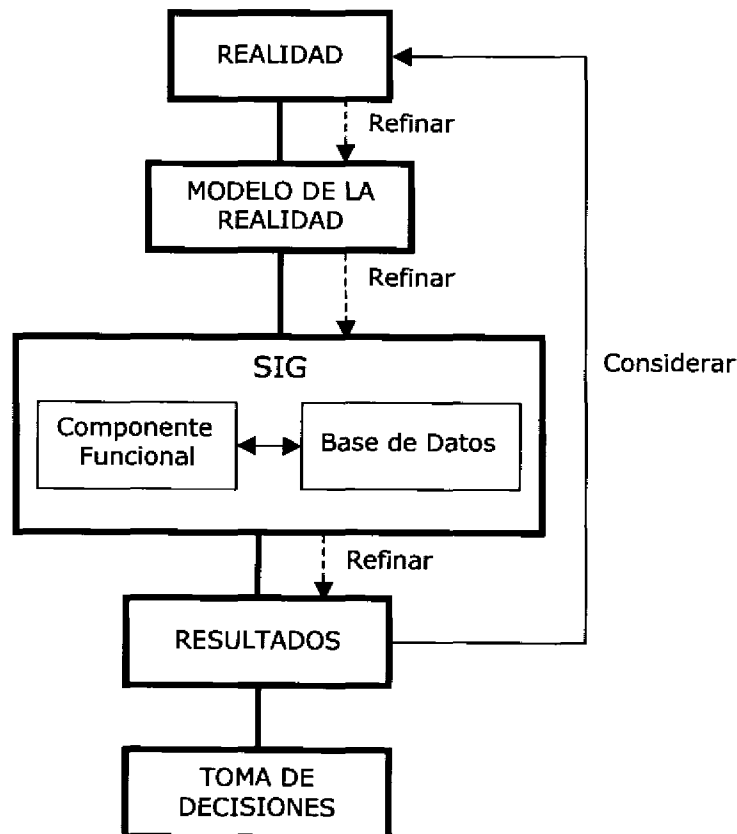


Figura 1. Forma de trabajo de un SIG dinámico

## Modelo conceptual inicial de un SIG dinámico

Un modelo conceptual inicial de un proyecto SIG dinámico no es más que el esquema donde se evidencia la problemática y se define un rumbo cuyo destino es la explicación

de la realidad a través de la modelación usando la tecnología de los sistemas de información geográfica. El mismo constituye el fundamento de todo proceso de simulación de la realidad y de toda actividad de diseño, manejo y monitoreo

De forma general se pueden identificar dos etapas en el proceso de creación de un sistema de información donde se van a manejar datos geográficos: la etapa de diseño del SIG y la etapa de implementación en el computador. En la etapa de diseño se parte del conocimiento de la realidad para elaborar el diseño conceptual y el diseño lógico de la base de datos que va a operar dentro del SIG, los cuales son independientes de los programas y equipos que se vayan a utilizar y de su correcta concepción, depende el éxito del SIG. El modelo físico, es la implementación de los anteriores modelos en el programa o software seleccionado y los equipos específicos en que se vaya a trabajar y por eso, se realiza de acuerdo a sus propias especificaciones.

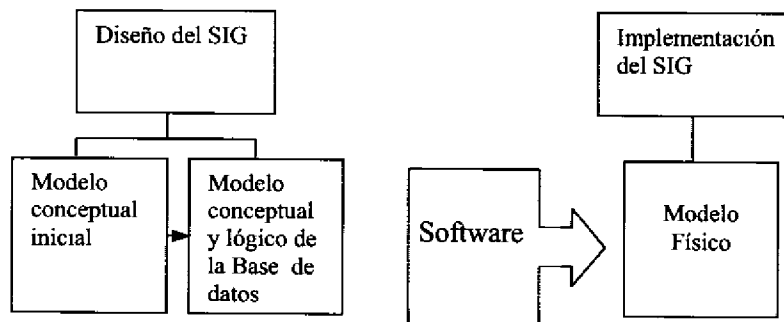
El modelo conceptual de la base de datos, proporciona una representación formal del problema sin introducir demasiados detalles. De este modo, es posible obtener una visión global que pueden entender tanto usuarios del sistema, como diseñadores. Añadiendo detalle al modelo conceptual se obtiene un modelo lógico, cuyas estructuras son muy parecidas a las proporcionadas por los modelos físicos que implementan los sistemas de información geográfica. Sin embargo, el modelo lógico es independiente del físico, permitiendo así su implementación en cualquier herramienta que lo soporte (Rodríguez 2004).

Como se puede apreciar en la figura 1, la base de datos dentro de la estructura SIG, es el elemento fundamental para la modelación de la realidad, lo cual se logra a través de un conjunto de procedimientos u operaciones que actúan sobre la información contenida en ella. El éxito de un SIG, por tanto, no solo depende de la correcta concepción de la base de datos sino también, y como elemento primordial, de la correcta concepción de la realidad.

Toda concepción de la realidad es una simplificación de la misma y por tanto puede ser expresada por un modelo conceptual: el modelo conceptual de la realidad. Pero este modelo conceptual de la realidad en una etapa inicial de la investigación, no solo representa el fenómeno que se quiere modelar, por ejemplo, los procesos erosivos de

los suelos, sino que necesariamente representa también otros elementos de la realidad que están relacionados con el fenómeno que se quiere modelar.

Se infiere entonces que dentro de las etapas de creación de un SIG, está también, previo la etapa de diseño del modelo conceptual y lógico de la base de datos y el modelo físico, la etapa de diseño del modelo conceptual inicial del proyecto SIG (figura 2), constituyendo el fundamento metodológico de las etapas posteriores.



**Figura 2. Etapas de creación de un SIG**

### ***Características del modelo conceptual inicial de un SIG dinámico***

Se pueden listar las siguientes características del modelo conceptual inicial de un proyecto SIG:

- |                                                                                       |                                                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ✓ Es flexible                                                                         | influenciar por las actividades del proyecto                                                    |
| ✓ Es iterativo                                                                        |                                                                                                 |
| ✓ Ayuda a perfilar las ideas                                                          | ✓ Muestra las principales amenazas directas e indirectas que afectan a la condición de interés. |
| ✓ Evidencia y define el problema                                                      |                                                                                                 |
| ✓ Establece el rumbo a seguir                                                         | ✓ Presenta solo factores relevantes                                                             |
| ✓ Define las tareas                                                                   | ✓ Está basado en datos e información sólidos                                                    |
| ✓ Presenta un cuadro de la situación en el sitio del proyecto                         | ✓ Es el resultado de un esfuerzo de equipo                                                      |
| ✓ Muestra supuesto vínculo entre los factores que afectan la condición que se intenta |                                                                                                 |

## **Metodología general para el diseño del modelo conceptual de un proyecto SIG dinámico**

La comprensión del proceso de formación del modelo conceptual inicial de un proyecto SIG dinámico, nos permitirá llegar a entender cada una de sus características presentadas anteriormente y a establecer una metodología general de diseño del mismo.

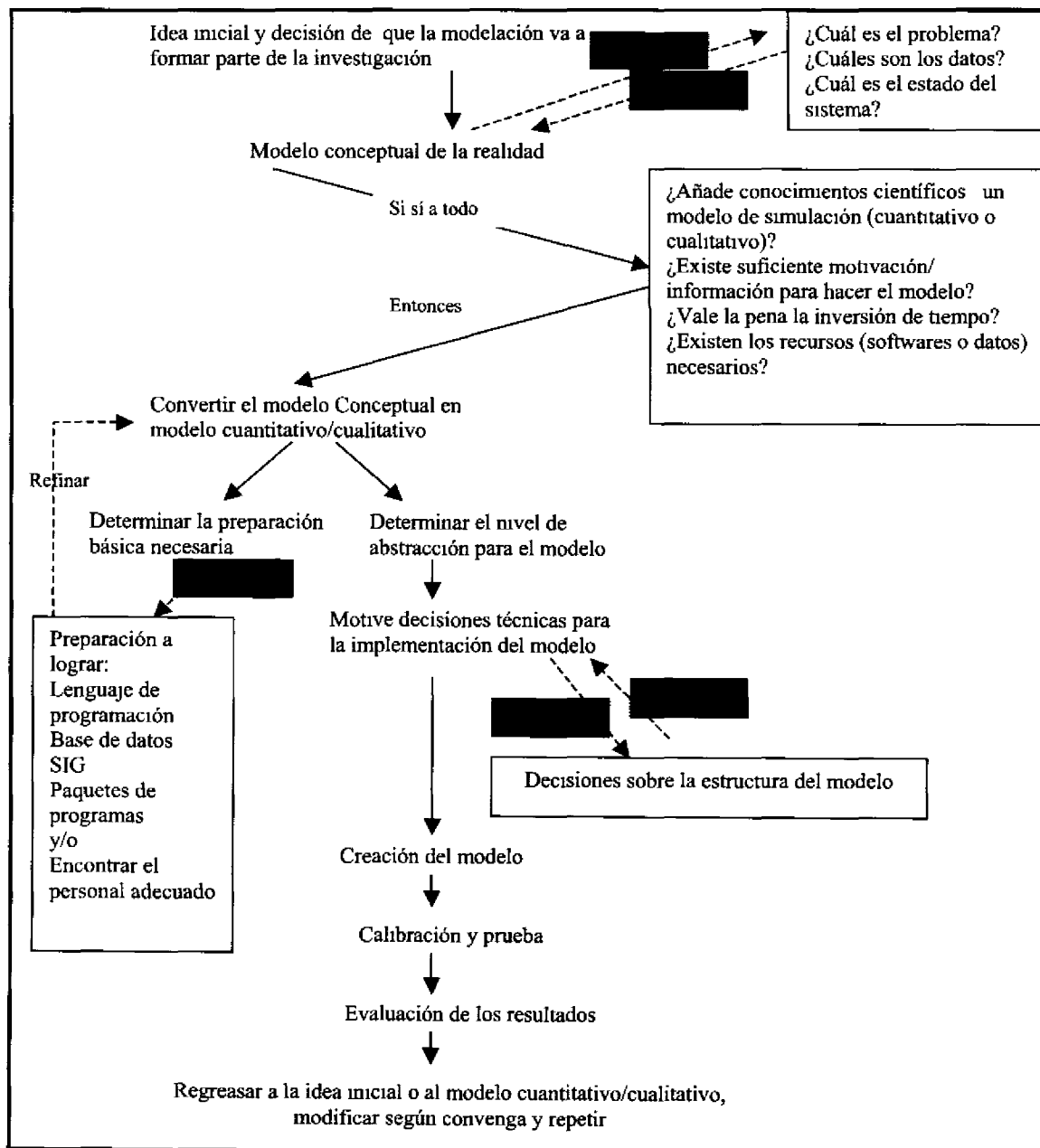
La etapa de diseño del modelo conceptual inicial de un SIG dinámico, se desarrolla dentro del marco de un proceso de investigación científica y por lo tanto no se pueden violar las distintas etapas o tareas de este proceso y su concatenación lógica y rigurosa que conducen a la generación de nuevos conocimientos. El proceso, comienza como una luz difusa que se concentra progresivamente hasta enfocarse en un punto. En términos prácticos, lo anterior se traduce en el refinamiento continuo de las ideas iniciales hasta llegar a darle solución al problema planteado.

El proceso de creación del modelo conceptual inicial del SIG dinámico es un proceso iterativo, de modo que el modelo puede ser amplio y detallado o sencillo y general, dependiendo de la etapa de desarrollo en que se encuentre la investigación. En su etapa inicial es embrionario pero paulatinamente va creciendo hasta alcanzar su estructura definitiva, en la cual, en el estado más acabado puede representar el diseño lógico de la base de datos.

La figura 3 resume el proceso de creación de un proyecto para la modelación de un sistema ecológico. La estructura presentada, tiene un carácter general, puesto que puede usarse sin ambigüedad en otro contexto donde se vayan a modelar procesos naturales.

De manera general el proceso de construcción de un modelo destila los conocimientos actuales hacia un marco conceptual, que forma el fundamento para la definitiva creación del modelo. Los distintos pasos involucran iteraciones o refinamientos luego de consulta de datos y de distintos especialistas ya sean modeladores o ecologistas.

Una vez que el modelo comienza a brindar resultados, la idea original o estado del conocimiento pudiera ser modificada y planearse nuevos filtrados, colecciones de datos o experimentos.



**Figura 3. Proceso de creación de un modelo conceptual de un proyecto donde se van a simular procesos naturales** (Fuente Jackson 2000, modificado por los autores)

Algunos beneficios del proceso de modelación inicial son la eliminación de alternativas, identificación de brechas del conocimiento, identificación de hipótesis demostrables, e indicación de vías para efectuar experimentos adicionales y colección de datos.

En la tabla 1 se enumeran ocho tareas de carácter general que se involucran en la etapa de desarrollo del modelo conceptual inicial de un SIG dinámico. Debido a que el proceso de investigación es dinámico y repetitivo, la enumeración de las tareas no representa necesariamente la rigurosa continuidad de una con respecto a la otra estableciendo límites de tiempo definidos. Por lo tanto, el modelo conceptual inicial es conveniente expresarlo en forma de diagrama, para una mejor representación de las distintas etapas o tareas y su vinculación. Se han agrupado estas tareas en dos etapas, denominadas la etapa inicial y la etapa de modelación.

**Tabla 1. Tareas del modelo conceptual inicial del SIG dinámico**

| Etapa inicial                                                                                                                                                                                                                                         | Etapa de modelación                                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| 1. Identificación del problema, objeto y objetivo de la investigación                                                                                                                                                                                 | 1. Definición de los escenarios a ser simulados.               |
| 2. Análisis de las condiciones generales de marco.<br>(voluntad política, capacidad institucional, capacidad de integración, conocimiento del fenómeno que se va a modelar, existencia de programas nacionales/regionales afines, conciencia pública) | 2. Definición de la forma de trabajo con los datos.            |
| 3. Análisis de las condiciones del sitio<br>(Inventario de los usuarios para conocer sus necesidades y prioridades, definición del área de estudio o área de implementación del proyecto, identificación del estado y necesidad de datos.)            | 3. Definición de las salidas tanto en contenido como en forma. |
| 4 Definición de la filosofía de modelación.<br>(Selección del modelo a utilizar para la simulación de la realidad, o tecnología SIG específica). Para conocer los criterios de evaluación de la adecuación de los modelos ver anexo 1.                | 4. Definición de los escenarios a ser simulados.               |

El caso de estudio que se presentará a continuación de este epígrafe dará luz sobre el contenido de cada una de estas tareas y las recomendaciones para su desarrollo. También se podrá apreciar cómo representar estas tareas dentro del esquema del modelo conceptual.

## **Caso de estudio. Sistema de Información para la predicción de la erosión en la cuenca del Cauto**

En este epígrafe se presenta la aplicación de la metodología en la concepción del modelo conceptual inicial de un sistema de información para la predicción de la erosión en la cuenca del Cauto. En esta cuenca, la más importante y medioambientalmente degradada de Cuba, la combinación de factores climáticos y antrópicos han traído como consecuencia que la erosión de los suelos se convierta en el fenómeno ambiental más severo en su parte alta, induciendo también serias afectaciones ecológicas fuera del sitio y aumentando la vulnerabilidad a los desastres naturales, fundamentalmente inundaciones, debido a la combinación de eventos sistemáticos de sequía, mal manejo de los suelos y aumento de los picos de precipitaciones fundamentalmente en el período menos lluvioso.

En los anexos 2a y 2b se presenta la estructura del modelo conceptual inicial. Se pueden identificar dos etapas, la etapa inicial y la etapa de modelación, cuyas actividades y subetapas están concatenadas de una forma lógica y rigurosa para permitir el refinamiento continuo del modelo conceptual inicial que se está creando hasta llegar a obtener el diseño conceptual definitivo del SIG.

La etapa inicial muestra ordenadamente las diferentes actividades para realizar el análisis de las condiciones del sitio, marchando paralelamente con el proceso lógico y necesario de la investigación, de forma que al llegar a la frontera entre las dos etapas, se tiene una definición de la estructura general que debe tener el SIG y su filosofía. En este caso, se ha decidido utilizar como herramienta para la modelación los paquetes SIG combinado con un modelo de erosión de suelos.

Esta etapa, comienza en el mismo momento en que surge la pregunta de la investigación y se comienzan a generar las primeras ideas, culminando con la selección del modelo adecuado, utilizando los criterios de adecuación de los modelos mostrados en el anexo 1. Estos mismos criterios de selección propuestos se pueden utilizar para seleccionar cualquier otra herramienta informática que se quiera a utilizar dentro de la estructura del SIG.

El análisis de las condiciones del sitio se detiene en la parte final de la primera etapa y se retoma al final de la investigación para validar los resultados a los que se ha llegado utilizando la filosofía seleccionada.

La etapa dos, denominada etapa de modelación, se forma como resultado de añadir a la anterior todas las actividades que se llevarán a cabo para alcanzar los objetivos de la investigación de creación de un proyecto SIG dinámico. Una vez que se ha completado esta segunda fase, se tiene un modelo conceptual del SIG que muestra la metodología para representar las condiciones existentes, modelar los diferentes escenarios y/o realizar el inventario de la información.

La interrelación de estas etapas permite concluir en la simulación de los procesos erosivos que tienen lugar ante diferentes escenarios y la constitución de un verdadero sistema de información para la toma de decisiones sobre el adecuado manejo del recurso suelo con intención de eliminar o minimizar la erosión y los efectos inducidos.

La estructura del modelo conceptual inicial (ver anexo 2a y 2b) se presenta de manera general. Un estado más detallado lo alcanzaría en la etapa 2, especificando el modelo de erosión de suelos a utilizar e identificando sus factores con la consiguiente representación de la mayor parte de los datos a utilizar en el proyecto SIG.

Otra manera adicional de enriquecer el modelo sería modelando la forma de trabajo con los datos. Por ejemplo, definiendo las características del Modelo Digital del Terreno (MDT) a utilizar de acuerdo a la herramienta SIG seleccionada para obtener los factores derivados del análisis del relieve (factores dependientes de la geometría). De una forma similar se puede modelar la forma de obtener los demás factores teniendo en cuenta la disponibilidad de recursos, datos, y de otros elementos conocidos del análisis de las condiciones del sitio.

El continuo refinamiento y enriquecimiento del modelo en la etapa 2, puede llevarlo a alcanzar un nivel de detalle tal que represente incluso el modelo de la base de datos, teniendo en cuenta, lógicamente, los resultados que se prevén obtener.

Como se puede apreciar, el modelo conceptual inicial que se obtiene, es el resultado del proceso de consideraciones y refinamientos de las ideas que van tomando forma en

el proceso de investigación, teniendo en cuenta las condiciones del sitio y el estudio de los métodos, filosofías y herramientas que existen para resolver el problema.

A continuación se explican algunas de las tareas desarrolladas en el marco de esta etapa inicial de diseño, para el desarrollo del sistema de información para la predicción de la cuenca del Cauto.

## ***Etapas Iniciales***

### **Análisis de las condiciones generales de marco**

El éxito en la implementación de proyectos medioambientales, depende de la capacidad que exista en el país o región de crear políticas macro y micro capaces de relacionar los problemas del medio ambiente y del desarrollo, desarrollar estrategias ambientales que recalquen los temas ambientales centrales y señalen hacia acciones prioritarias tanto a un nivel ecológico como económico, desarrollar un sentimiento de pertenencia general e involucrar al público en general, crear las instituciones y la estructura organizativa que realmente son necesarias para velar por el cumplimiento de las políticas y la implementación de las medidas (Banco Mundial 1999).

Uno de los primeros pasos, luego de haber identificado y planteado el problema de la investigación, es el de conocer sobre la existencia de tales políticas, las cuales crean las condiciones que sirven de marco para el éxito en la implementación de métodos para enfrentar la problemática ambiental del país y de las regiones de mayor afectación medioambiental, en específico la problemática de la erosión de los suelos en la cuenca del Cauto.

Los autores, considerando justos los planteamientos hechos por PAP/RAC (1997) para la cuenca del mediterráneo, verifican que dichas condiciones se cumplen para la cuenca del Cauto y se resumen en las siguientes: voluntad política, capacidad institucional, capacidad de integración, conocimiento de los fenómenos relacionados con la erosión, existencia de programas nacionales y regionales de control de la erosión, y conciencia pública.

En el anexo 3 se muestran las acciones más relevantes que son expresión de la voluntad estatal cubana en pos de la protección del medio ambiente. En el anexo 4 los

autores muestran un esquema de la estructura organizativa, gubernamental e institucional, así como la vinculación de programas para la protección del medio ambiente, haciendo énfasis solo en aquellas acciones que tributan a la rehabilitación de la cuenca del Cauto y en específico las relacionadas con la erosión de los suelos.

### **Análisis de las condiciones del sitio**

El análisis de las condiciones del sitio nos permitió arribar a la siguiente conclusión: Actualmente en la cuenca del Cauto no se ha establecido un método confiable, viable y completo para la valoración y evaluación del fenómeno de la erosión; debido a esto, no es posible aún contar con programas bien diseñados de manejo de suelos y control de la erosión.

Para el análisis de las condiciones del sitio se elaboró una encuesta que se muestran en el anexo 5, la que constituye una adaptación de la presentada por Bantayan y otros (2003), cuyos objetivos son:

**General:** Evaluar el estado de los datos y el flujo de información en las instituciones, empresas, organismos y programas que están vinculados de alguna manera a la problemática de la erosión de los suelos en el área de estudio.

### **Específicos:**

- Precisar el tipo, calidad y cantidad de datos e informaciones que existen sobre aspectos relacionados con la erosión de los suelos.
- Evaluar la eficiencia y efectividad de la transferencia de datos y del flujo de información con respecto a la erosión de suelos, entre los diferentes niveles dentro del mecanismo operacional de la Delegación Provincial del Ministerio de la Agricultura (DP-MINAGRIC)
- Analizar las insuficiencias y deficiencias en la transferencia de datos y flujo de información.
- Evaluar los datos que se coleccionan, en términos de datos de atributos e información espacial como un indicador de su disponibilidad para ser usado en ambiente de SIG o similar.

- Desarrollar estrategias y metodologías para eliminar las dificultades informáticas y mejorar el flujo de información.

Como forma de investigar los usuarios del sistema de información y conocer el personal a ser entrevistado, se investigó la estructura de la Delegación Provincial del Ministerio de la Agricultura, identificándose a la Dirección Provincial del Instituto de Suelos como la fuente fundamental para el aporte de los datos necesarios para desarrollar el proyecto. Fue posible determinar la problemática de las diferentes estructuras productivas que existen dentro del MINAGRIC.

## Bibliografía

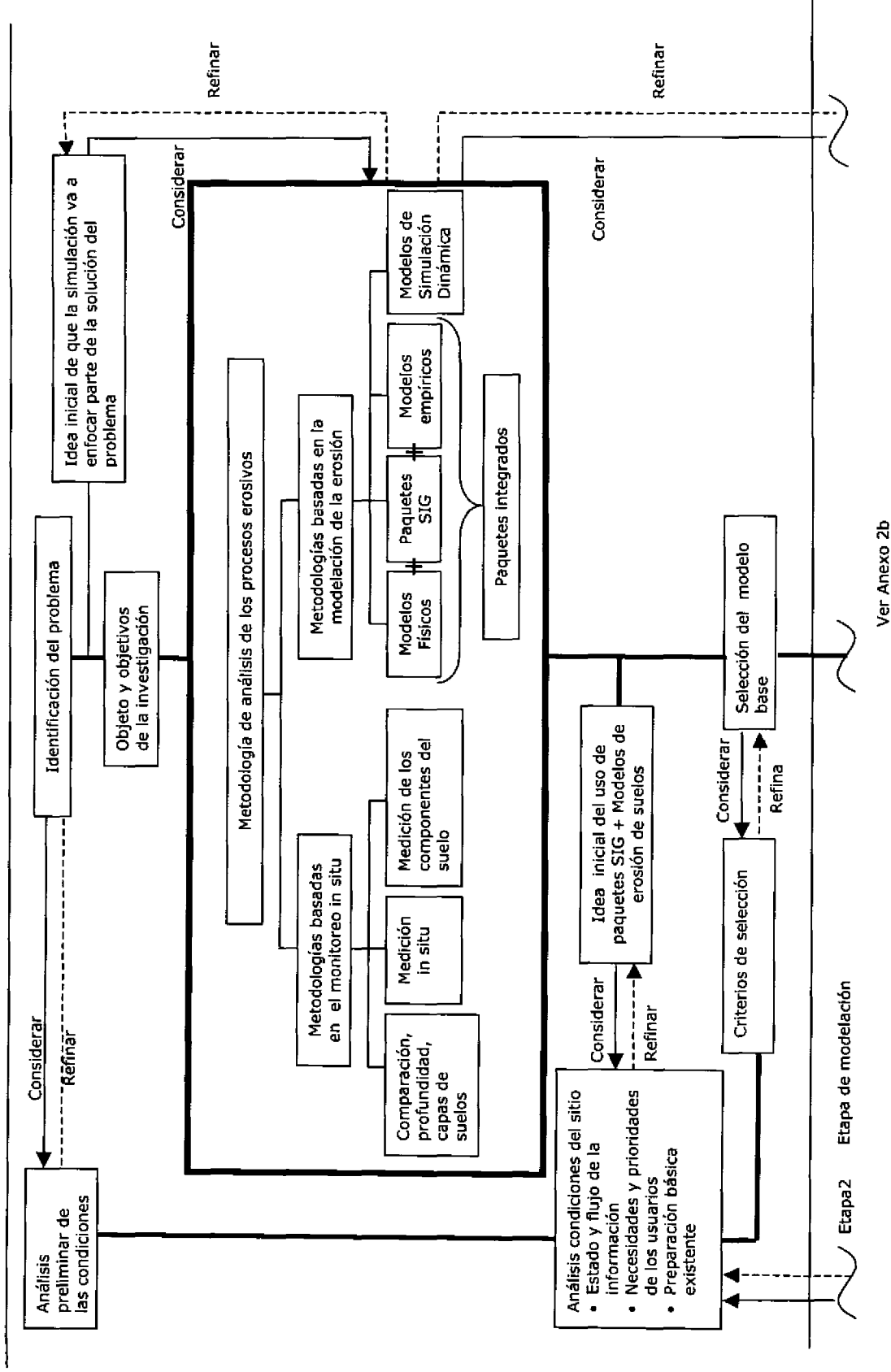
1. Acosta, F. (1997). Lecciones de Ecología. Modelos Revista ECOSISTEMAS, nº22. España. <http://www.ucm.es/info/ecosistemas/index.html>.
2. Banco Mundial (1999) Cinco Años después de río. Innovaciones en las políticas ambientales. Environment Department. Paper No. 73.
3. Bantayan, N. C., y Richievel V. Arche. (2003). Evaluation of forest and natural resources data and information flow in the Philippines PROJECT GCP/RAS/173/EC. ISBN 974-7946-34-3. <http://www.fao.org/DOCREP/005/AC837E/AC837E00.HTM>.
4. Carcasés, C., Pereda, S. (2004). "Condiciones para la creación de un sistema de información para la predicción de la erosión en la cuenca del Cauto". Evento Internacional Informática 2004. ISBN: 959 – 237 – 117 – 2.
5. Chaves, H.M.L.(1993). Criterios para la selección de áreas piloto. Trabajo presentado en "Taller sobre la Utilización de un Sistema de Información Geográfica (SIG) en la Evaluación de la Erosión Actual de Suelos y la Predicción del Riesgo de Erosión Potencial" Santiago, Chile, del 27 de julio al 1 de agosto de 1992. Organizado por el Proyecto FAO-GCP/RLA/107/JPN. <http://www.fao.org/docrep/t2351s/T2351S0g.htm>.
6. CITMA (2000). Panorama Ambiental de Cuba 2000. <http://panorama.ama.cu/default.htm>.
7. FAO (1996). Planning for Forest use and Conservation: Guidelines for Improvement. WORKING PAPER. Forestry Department.Policy and Planning Division. Planning and Statistics Branch. <http://www.fao.org/docrep/w3210E/w3210E00.htm>
8. Gnggs, R.H., C.A. Jones y R. Srinivasan. (1992) Sistemas de información geográfica conexión con los modelos de simulación y aplicación a las materias relacionadas con la erosión. Basado en los trabajos presentados en el Taller sobre la Utilización de un Sistema de Información Geográfica (SIG) en la Evaluación de la Erosión Actual de Suelos y la Predicción del Riesgo de Erosión Potencial. Santiago, Chile, 27 de julio al 1° de agosto de 1992. Proyecto GCP/RLA/107/JPN. ISBN 92-854-3001-5 <http://www.fao.org/docrep/t2351s/t2351s00.htm>
9. Jackson, L.J., Trebitz, A., Cottingham, K.L (2000). An introduction to the practice of ecological modeling. Bioscience, Vol 50 Issue 8, p694, 13p. Recuperado mayo del 2004 de Database Academic Search Elite.
10. PAP/RAC (1997). Guidelines for Mapping and Measurement of Rainfall-Induced Erosion Processes in the Mediterranean Coastal Areas. PAP-8/PP/GL.1. Split, Priority Actions Programme Regional Activity Centre (MAP/UNEP), with the cooperation of FAO. 1997. pp xii+70. <http://www.fao.org/docrep/X5302E/X5302E00.htm>.
11. Rodríguez, N. B., y otros. Curso de Bases de datos y Bases de datos espaciales. Curso impartido en la Universidad de Oriente. Laboratorio de Bases de Datos, Departamento de Computación, Universidade da Coruña.

**Anexo 1. Criterios para evaluar la adecuación de los modelos/métodos**

| <b>Criterios</b>                               | <b>Adecuación</b>                                                                                                              |
|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Relevancia                                     | ¿En qué formas el método ayuda a responder cuestiones importantes y a concentrarse en aspectos claves?                         |
| Aceptabilidad                                  | ¿Cuán bien ha sido desarrollado el método y en qué medida es aceptado como un instrumento universal? (en el contexto del país) |
| Costo                                          | ¿Qué tiempo y recursos son necesarios para adaptar y aplicar el modelo?                                                        |
| Requerimientos de datos                        | ¿Será necesario – o posible- generar los datos para una aplicación confiable del modelo?                                       |
| Amplitud y versatilidad                        | ¿En qué medida puede el método representar otros aspectos relacionados con la erosión de los suelos?                           |
| Comunicación                                   | ¿En qué medida puede ser utilizado y entendido el modelo por personas ordinarias?                                              |
| Sustentabilidad                                | ¿Cuáles son las oportunidades de que este modelo pueda seguir siendo utilizado (y por tanto refinado y mejorado en el futuro)? |
| Adaptado de informe FAO. 1996, por los autores |                                                                                                                                |

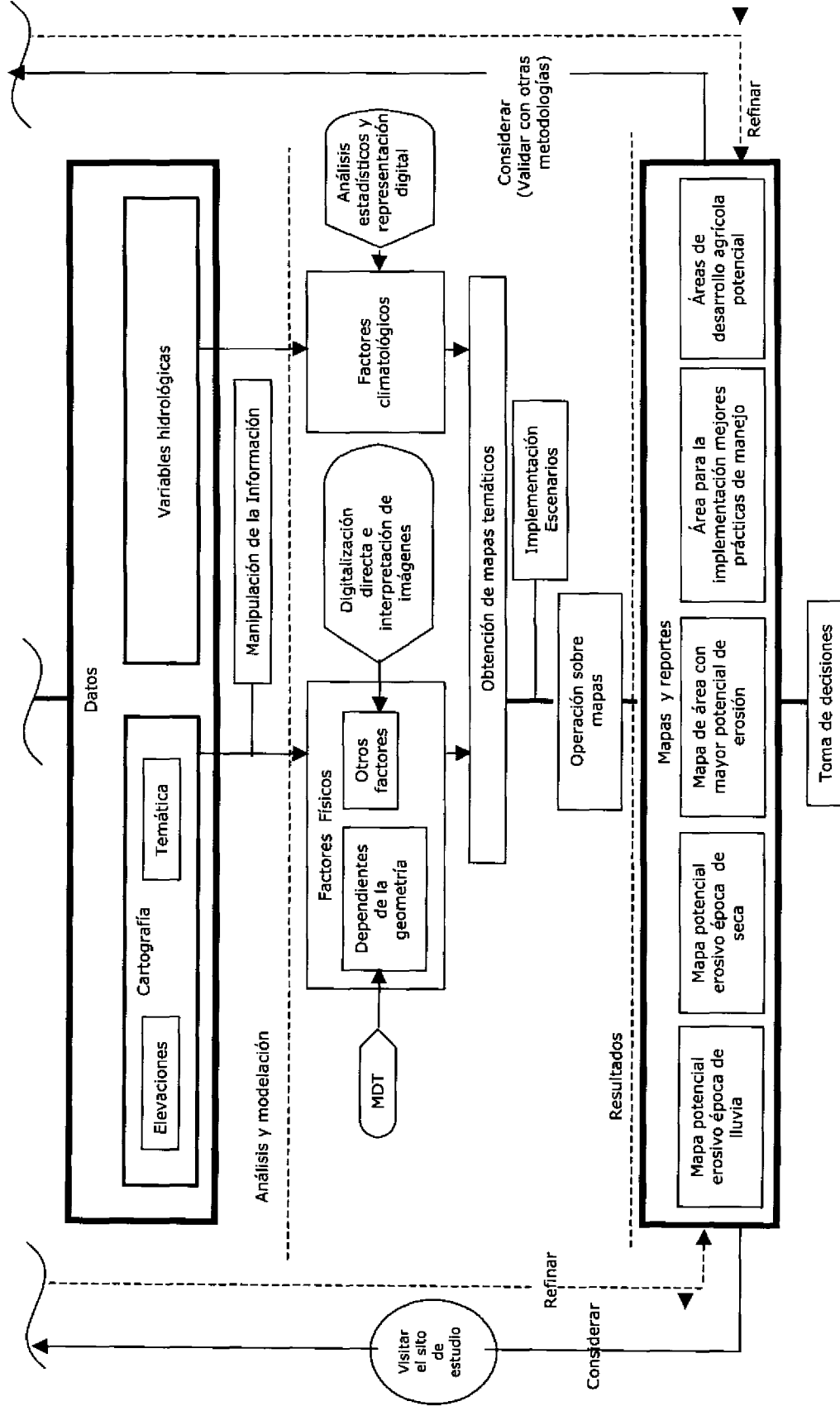
## Anexo 2a. Modelo Conceptual para la modelación de los procesos erosivos

### Etapa 1 Inicial

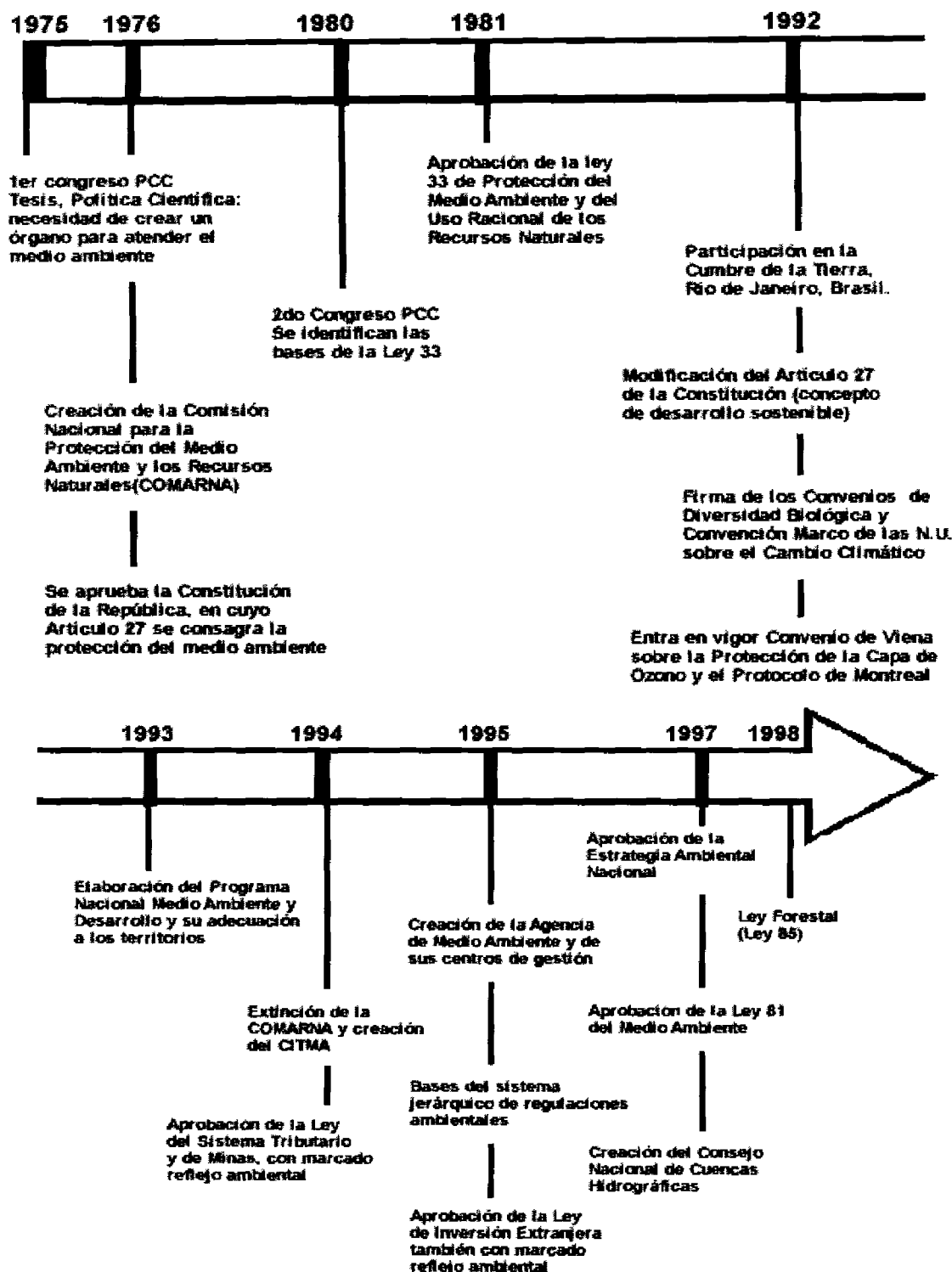


Ver Anexo 2b

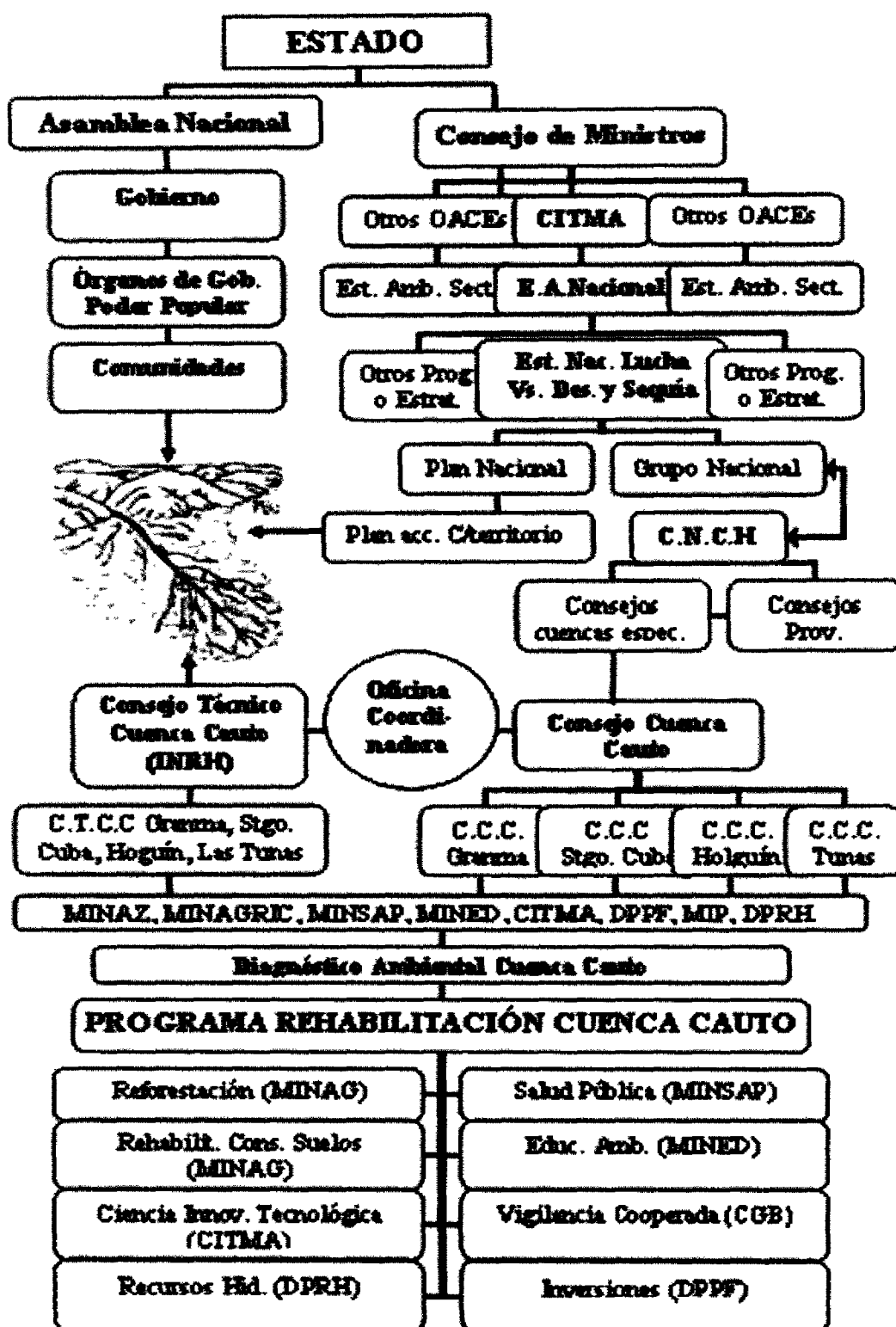
Anexo 2b



**Anexo 3. Momentos relevantes en la política ambiental cubana (Fuente: CITMA 2000)**



Anexo 4. Estrategia cubana para la rehabilitación de la Cuenca del Cauto (Fuente Carcasés 2004)



## Anexo 5. Encuesta

Nombre:

Entidad:

Departamento u oficina:

Cargo:

¿Cuáles son sus tareas o responsabilidades dentro de su organización? (adjuntar una copia de tareas o responsabilidades de ser posible)

¿Conoce la estrategia de su organización?

¿Visión?

¿Misión?

¿Objetivos?

¿Cuáles son las áreas de resultados claves/áreas prioritarias de su departamento?

¿Cuáles son los datos e informaciones que colecciona su departamento u oficina, relacionado con el suelo y los recursos naturales, cuál es su formato y escala? (detallar lo más posible)

| Datos e informaciones | Observaciones referente a formato de los datos y escala |
|-----------------------|---------------------------------------------------------|
|                       |                                                         |

¿Qué instrumentos de estudio se utilizan para recopilar esos datos?

| Datos e informaciones | Instrumentos |
|-----------------------|--------------|
|                       |              |

¿Quién colecciona los datos?

| Datos e informaciones | Responsable |
|-----------------------|-------------|
|                       |             |

¿Con qué frecuencia son coleccionados esos datos?

| Datos e informaciones | Frecuencia o última actualización |
|-----------------------|-----------------------------------|
|                       |                                   |

Luego que los datos son coleccionados ¿hacia donde son enviados?

| Datos e informaciones | Receptor |
|-----------------------|----------|
|                       |          |

¿El receptor de los datos hace uso de los mismos de forma sistemática?

Sí \_\_\_\_\_ ¿Cómo? \_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_

¿Existen datos o informaciones que se coleccionan en el campo los cuales consideras (como agente receptor) que son innecesarios/insignificantes?

Sí \_\_\_\_\_ ¿Cuáles? \_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_

¿Cuáles son los tipos de reportes que le son solicitados y en que formato? ¿Por quién le son solicitados?

| Tipo de reporte | Solicitado por |
|-----------------|----------------|
|                 |                |

¿Cuáles son los reportes preparados por su oficina o departamento y por quién es preparado?

| Reporte | Responsable (cargo) |
|---------|---------------------|
|         |                     |

¿Cuándo y dónde son entregados los reportes?

| Reporte | Fecha entrega | Lugar entrega |
|---------|---------------|---------------|
|         |               |               |

¿Son entregados en fecha los reportes?

No \_\_\_\_\_ ¿Por qué?

Sí \_\_\_\_\_

¿Cómo se produce la comunicación entre las diferentes oficinas afines? (fax, teléfono, internet, email, radio, correo, manual, verbal, etc)

| Mi oficina | Forma de comunicación | Otras oficinas |
|------------|-----------------------|----------------|
|            |                       |                |

¿Se ha establecido un sistema de comunicación?

Sí \_\_\_\_\_ ¿Cuáles son las ventajas y desventajas?

No \_\_\_\_\_

En relación con el suelo y los recursos naturales ¿Existe una base de datos que la oficina mantiene?  
¿En qué formato?

¿Cuáles son los problemas encontrados relacionados con el manejo de datos e informaciones? ¿Cómo son tratados esos problemas?

En lo relacionado con los datos y el manejo de información ¿qué actividades son llevadas a cabo por su oficina?

¿De qué forma otras agencias, oficinas o instituciones pueden tener acceso a sus datos u información?

¿Existe algún curso breve, curso de actualización, o eventos científicos para el personal técnico del departamento?

¿Responden las actuales políticas implementadas por el organismo central a la verdadera opinión de las personas sobre el estado de los suelos?

¿Son estrictamente implementadas/cumplidas todas las políticas del departamento?

Por favor, provea sugerencias para mejorar la situación actual con respecto a los datos y el flujo de información en su departamento.