

## **“APLICACIÓN DE LA GEOMÁTICA, CREACIÓN DE UN SISTEMA DE TOMA DE DECISIONES, CASO CUENCA DEL RÍO CHAMBAS, PROVINCIA CIEGO DE AVILA, CUBA”**

**Silvio López Sardiñas<sup>1</sup>, Luís Rivero Ramos<sup>2</sup>, Tatiana Geler Roffe<sup>3</sup>, Humberto Ortega Gonzales<sup>1</sup>, José C. Castellanos Ramos<sup>1</sup>, Osmany Martín Mena<sup>1</sup>, Mario Riverol<sup>2</sup>, Regla Acosta<sup>2</sup> y otros.**

1. *Dirección Provincial, Instituto de suelos Ciego de Ávila del MINAGRI, Cuba, [suelosca@eimaca.co.cu](mailto:suelosca@eimaca.co.cu)*
2. *Instituto de suelos del MINGRI, Cuba.*
3. *Instituto de Geografía Tropical del CITMA, Cuba.*

### **Resumen**

El presente trabajo tiene como objetivo, ofrecer las vías para crear la base informativa y metodológica que garantice una mayor eficiencia en la toma de decisiones en la cuenca Chambas, encaminado a disminuir la erosión hídrica en dicha cuenca, y capacitar a los técnicos, especialistas, directivos y los productores de las unidades de producción, en el uso y manejo adecuado de los suelos y recursos naturales asociados, aplicando las geotecnologías.

La metodología aplicada esta basada en la creación de un Sistema para la Toma de Decisiones a partir del análisis integrado de los datos, complementada por un amplio conjunto de procedimientos, dentro de los cuales se destaca el trabajo multidisciplinario y la obtención, organización, procesamiento y análisis primario de la información, para lo cual es de gran utilidad el uso de los Sistemas de información Geográfica y la geomática en general.

En el área se identificaron y caracterizaron los principales procesos degradantes de los suelos y los recursos naturales, así como los factores incidentes, lo que constituyó la base para la creación del Sistema de Toma de Decisiones. La utilización de las herramientas SIG nos permitió la creación de las bases de datos pertinentes, el análisis de la distribución espacial de los principales problemas en la cuenca Chambas y las salidas cartográficas, de gran utilidad para los tomadores de decisión en la aplicación de medidas para la conservación y mejoramiento de los suelos.

Se aplicaron soluciones, en un área demostrativa, trabajo en el cual participaron investigadores, especialistas, decidores y usuarios del recurso suelo y otros recursos a él asociados. Los resultados de esta aplicación, se expresan a través de los avances obtenidos en la CPA “Roberto Carvajal”, en la cual se generalizó el laboreo del suelo en contorno, siguiendo las curvas de nivel; en algunas áreas de la propia CPA, se realizó un aprovechamiento adecuado de las barreras vivas naturales, se establecieron nuevas, se logró la incorporación de restos de cosechas, como protectores de la superficie del suelo (cobertura). En otras áreas de la cuenca se aplicaron medidas de conservación del mismo tipo que las aplicadas en el área demostrativa. La capacitación se realizó mediante dos talleres participativos, tres recorridos de aprendizaje por la cuenca con la participación de diferentes entidades y la capacitación a especialistas en el uso de las nuevas tecnologías de la información, especialmente los Sistemas de Información Geográfica (SIG).

***Palabras clave:*** Conservación y mejoramiento de suelo, SIG, Cuencas hidrográficas.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Materiales utilizados.**

La principal fuente de información utilizada, fue el Mapa Nacional de Suelos, a escala 1: 25 000, del Instituto de Suelos del Ministerio de la Agricultura, en formato analógico tradicional y la Metodología para la confección por municipios del mapa de suelos a escala 1: 25 000. MINAGRI. (1982) y la Nueva versión de Clasificación Genética de los suelos de Cuba (1999). A partir de esta base analógica, se definieron los agrupamientos, tipos y subtipos de suelos, existentes en el área de la cuenca, así como su distribución espacial y principales propiedades. Como base cartográfica, para la georreferenciación fueron utilizadas las Hojas Cartográficas a escala 1: 25 000, (ICGC, 1998). Esta base de dato analógica, además de contener los elementos básicos para el posicionamiento geográfico, contiene información sobre el relieve, viales, hidrografía y asentamientos humanos

### **Métodos aplicados.**

Los métodos aplicados están en correspondencia con los dos grandes campos que comprende un Sistema de estas características: el de la información temática y el de las tecnologías para la obtención, procesamiento, análisis y conversión de esa información en herramienta para la toma de decisiones, sintetizadas en el término Geomática.

Dentro del método de la información temática se utilizó el hipotético-deductivo, para la organización del conocimiento experimental y la demostración de los objetivos y el documental y bibliográfico, para la recopilación de antecedentes sobre la problemática objeto de investigación, en el área de trabajo. También se utilizaron los métodos específicos de laboratorio y de campo apoyados por criterios de expertos. Los Métodos en el campo de la Geomática están asociados al Sistema Integrado SIMONIT, requiere de la recopilación y organización de la información, formación de las clases, identificación de las clases, caracterización e identificación de problemas, creación de los mapas de combinación de problemas, creación de los mapas de combinación de soluciones y divulgación y uso de la información.

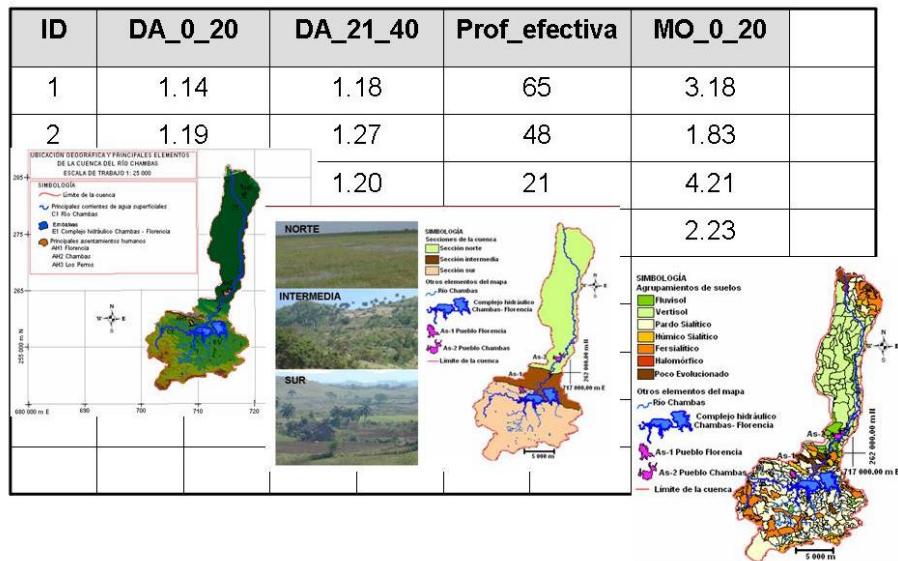
## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN.**

La cuenca del río Chambas ocupa un área de 380,45 Km<sup>2</sup> y un perímetro de 137,53 km y está ubicada entre las coordenadas 700140 y 721900 m E, y 247336 y 287480 m N; tiene partes representadas en los municipios de Florencia y Chambas, y la provincia Sancti Spiritus.

Lo esencial de los resultados, está contenido en el **SIG** y a partir del mismo se creó el **Sistema de Toma de Decisiones**, cuya aplicación radica en el hecho de que, a partir de ahora, los Decisores cuentan con la información necesaria, para enfrentar el problema de la conservación y mejoramiento de los suelos en la cuenca y esta información está procesada, de forma que sirve como herramienta para la toma de decisiones.



**Esquema de los resultados Intermedios y Claves del Sistema de Toma de Decisiones de la cuenca Chambas.**



**Sistema de Información Geográfica Cuenca Chambas**

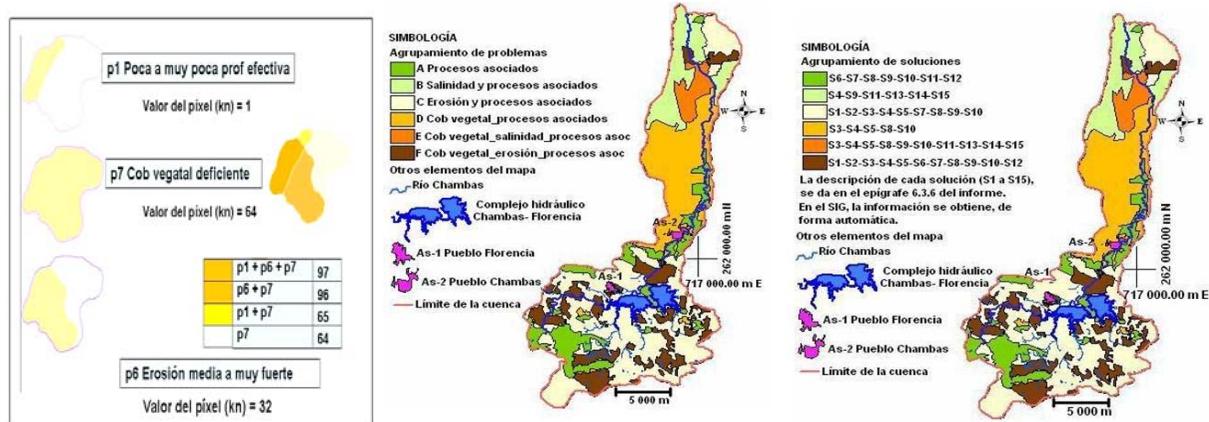
Al analizar la información contenida en el SIG, cobertura vegetal de la superficie, clasificación de los suelos y criterios básicos sobre su productividad, las propiedades más importantes de los suelos para la conservación y mejoramiento de los suelos (*la densidad aparente* y *la velocidad de infiltración*), la erosión hídrica y los factores que la determinan, la profundidad efectiva del suelo, los riesgo de salinización y otras capas de información y las bases de datos es posible darle soluciones a cada problema. El Sistema de Toma de Decisiones, consta de dos partes principales: el mapa de combinación de problemas y el mapa de combinación de alternativas de soluciones. Como paso previo, a la creación de estos mapas, se caracterizaron y se identificaron los siete problemas principales, cuya solución, en orden de importancia, definen la conservación y mejoramiento de los suelos, así como de los recursos, asociados a estos.

A partir del análisis de la información, contenida en el "SIG, a cada uno de los problemas se le asigno un código, desde p1, hasta p7. La identificación, está determinada por la evaluación de cada uno de los atributos, que los definen. En esa evaluación, están definidas las clases, este atributo, ocupa una columna la base de datos de la capa de información, las mismas se forman a través de la evaluación de los atributos, de acuerdo con los rangos de valores que estos

alcanzan, en un área de trabajo específica. Para identificar las clases, en la distribución espacial, se utilizaron colores ó tramas. El establecimiento de las clases, constituye la base para identificar y caracterizar los problemas, y es necesario y posible aplicar las soluciones. Seguidamente se reordenan los problemas de menor a mayor importancia relativa, desde los suelos de *muy poca profundidad efectiva* a una *cubierta vegetal deficiente*. En dependencia de la *posición que ocupe el problema*, en un orden de 1 hasta n (en este caso, del 1 al 7), le corresponderá un valor del píxel, una vez que los archivos vectoriales, se han convertido en archivos raster. Por ejemplo, el valor del píxel del problema que ocupa la posición 7 (p7 de máxima importancia relativa), será muy superior al valor del píxel del problema que ocupa la posición 1 (p1 de mínima importancia relativa).

No	Enunciado del problema	Identificación	kn
p1	Poca a muy poca profundidad efectiva	Profundidad efectiva < 50 cm	1
P2	Compactación del suelo	Rangos de DA, por capas	2
P3	Baja permeabilidad	Valores de $Vi < 10 \text{ mm . hora}^{-1}$	4
P4	Bajo contenido en materia orgánica	MO % < 3.00 (0 – 20 cm).	8
P5	Riesgo de salinización	Categorías de peligrosidad	16
p6	Erosión de media a muy fuerte	Categorías de erosión	32
P7	Cubierta vegetal deficiente	Categorías de cobertura vegetal	64

### Caracterización e identificación de los Problemas



### Combinación de problemas, Mapas de combinación de problemas y soluciones.

Para la creación de los mapas de combinación de problemas, estos cuando se presentan en una determinada área, pueden coincidir o no. Por lo general, coinciden aquellos que guardan una mayor interdependencia, como es el caso de la erosión hídrica y los bajos contenidos de materia orgánica, pero estos últimos pueden estar dados por el deterioro de la cobertura vegetal, en zonas llanas, en las cuales la erosión hídrica se manifiesta poco. El mapa de combinación de problemas, refleja la forma en que estos se superponen (coinciden) en el espacio. Utilizando las *herramientas del programa del SIG*, se realiza la *suma de las distribuciones espaciales de los problemas*, a los cuales corresponden determinados valores de **kn**, (valores de píxeles) denominados de forma convencional. De forma automática, y siguiendo los criterios de experto para la toma de decisiones cuando caracterizo e identifico los problemas, el programa crea un *nuevo mapa*, en el cual los polígonos, constituyen zonas de combinación de problemas, de modo que se tiene la información, sobre la coincidencia o no de estos, en cada uno de los nuevos polígonos en que se divide el área de la cuenca. Esto facilita

y hace más eficiente, la aplicación de las alternativas de soluciones, en cada uno de los polígonos, o en conjuntos de ellos.



### ***Sistema de Toma de Decisiones e Impacto de las medidas aplicadas***

Para la creación de los mapas de combinación de soluciones, en correspondencia con las características de los problemas a enfrentar y su coincidencia en el espacio, será necesario aplicar diferentes alternativas de soluciones, las cuales quedan reflejadas en mapas al respecto. Para la creación del mapa de combinación de soluciones, se partió del mapa de combinación de problemas. Esto implica que las soluciones quedan agrupadas por áreas; no obstante, si es necesario se puede llegar a un nivel mayor de detalle, partiendo de la distribución espacial de problemas.

### **CONCLUSIONES.**

El “SIG Cuenca Chambas”, en conjunto con el Sistema de Toma de Decisiones, permite que los Decisores cuenten con la información necesaria, para capacitar a los técnicos, especialistas, directivos y los productores de las unidades de producción, aplicando las geotecnologías y enfrentar el problema de la conservación y mejoramiento de los suelos y otros recursos naturales, en el área de la cuenca.

### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.**

- Alberto Hernández y col (1999). Nueva Versión de Clasificación Genética de los suelos de Cuba. Instituto de Suelos. MINAGRI. Cuba. 64 pp.
- Rivero, L; Garea, E; Gálvez, V; Sánchez, I. y otros (2004): Sistema Integrado SIMONIT. Base Conceptual, Descripción y Resultados de su aplicación. Textos del Instituto de Suelos; La Habana; 94 pp.
- Rivero, L; Garea, E; Gálvez, V; Sánchez, I. y otros (2005): Sistema Integrado SIMONIT. Manual de Usuario. Textos del Instituto de Suelos; La Habana; 94 pp.
- Ineráritiy, R.; Delgado, T. (1998): Los sistemas de información geográfica en Cuba. Rev. Metánica, Año IV; No. 1, p. 13-17 pp.
- ICGC (1998): Hojas Cartográficas, a escala 1: 25 000. La Habana. Cuba. 12 hojas.
- López S; Rivero L; Ortega H; Geler T; y otros (2008). Informe Final del Proyecto Creación de un Sistema de Toma de Decisiones para la Cuenca Chambas. Código PT-1308. Ciego de Ávila Cuba. 50 pp.