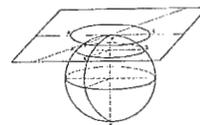


# “Estudio del Relieve para la Gestión Ambiental, con el uso de Sistemas de Información Geográficos (SIG)”



Jorge Ángel Luis Machín - Instituto de Geografía Tropical - CUBA

## INTRODUCCIÓN:

La problemática del medio ambiente y el logro de un desarrollo sostenible, constituyen un tema de constante vigencia en el ámbito internacional al que no siempre se recurre de la manera más adecuada.

El uso incorrecto de los recursos naturales, sumado a los efectos de la dinámica interactiva de los procesos físico-geográficos y socioeconómicos, conducen a modificaciones y transformaciones de la estructura de los diferentes elementos del medio ambiente, que caracterizan a un espacio geográfico. De manera que las actividades antrópicas continúan poniendo en peligro al medio ambiente, propiciando modificaciones, en ocasiones irreversibles, al agua, al relieve, a los suelos, a los paisajes, a la cobertura vegetal, a la fauna y a las variables climáticas; pese a los esfuerzos proteccionistas, que en ocasiones no reportan los resultados esperados, debido a la significativa complejidad de los análisis y de las acciones a realizar.

En tal sentido, las investigaciones sobre los cambios actuales y perspectivas de la cobertura terrestre, deben estar sustentados por adecuados estudios geográficos del medio ambiente.

Para el caso específico del estudio del relieve, eje del presente trabajo, resulta primordial contar con información básica acerca de las implicaciones que las diferentes actividades antrópicas pueden tener sobre el relieve, el condicionamiento natural que este brinda a favor o en contra de un determinado tipo de uso y las posibles respuestas a esperar, ante cada acción que se ejerza o se pretende ejercer.

Con frecuencia se subvalora el hecho de que el relieve constituye el substrato de toda actividad terrestre y de que el mismo puede ser modificado de forma acelerada y en una notable dimensión (Kirchner, K. Y J.L. Díaz, 1986) constituyendo de hecho un elemento bastante transformado ya.

En la actualidad, los daños naturales y económicos ocurridos como resultado de procesos geomórficos exógenos, se reconocen entre los más graves y más extendidos. Un ejemplo de ello lo constituye la erosión (de manera especial en la zona intertropical), condicionada en gran medida por el relieve y que a su vez constituye uno de los principales procesos del modelado morfoescultural.

En el presente trabajo, se exponen estudios del relieve avalados por la práctica, que han contribuido, a una mejor gestión ambiental y a precisar las acciones que corresponden en cada caso, para la recuperación y protección del relieve, con el uso de tecnologías de avanzada entre los

que ocupan un lugar primordial los Sistemas de Información Geográfica (SIG).

El estudio del relieve y de sus interrelaciones con los demás componentes del medio ambiente, resulta un elemento clave para la puesta en práctica de los instrumentos de la Política y la Gestión Ambiental en Cuba, por lo que nos propusimos:

1. Ofrecer variantes aplicadas con el uso de Sistemas de Información Geográfica, que faciliten y conlleven a la inserción de los estudios geomorfológicos en la gestión ambiental y en los estudios integrales del medio ambiente.
2. Proponer aspectos geomorfológicos primordiales a considerar en el manejo agrícola, turístico, minero e hídrico en Cuba.
3. Sistematizar procedimientos computarizados para los estudios geomorfológicos aplicados a la gestión ambiental.
4. Elaborar mapas y gráficos que muestren los conocimientos adquiridos en cada estudio del relieve, en su dimensión ambiental.

Se utilizaron mapas a escala 1:25.000 y 1:50.000, aunque la escala de salida de los resultados varió en función de los objetivos.

El uso y manejo de un SIG constituyó una poderosa herramienta para hacer más eficiente el procesamiento y análisis de toda la información recopilada o generada durante la investigación, así como para la elaboración de los mapas y gráficos, que reflejan los resultados obtenidos.

## INTERRELACIONES SISTÉMICAS RELIEVE – MEDIO AMBIENTE:

En 1972, Donald Robert Coates, acuña el término de Geomorfología Ambiental, y ya en los años 90, investigadores europeos como M. Panizza y A. Fabbri, la utilizaron con éxito para las Evaluaciones de Impacto Ambiental, adaptándola a los requerimientos de este instrumento de la Gestión Ambiental y conceptualizándola como una disciplina con un importante papel en el desarrollo de procesos que se verifican sobre la superficie terrestre.

Entendemos a la Geomorfología Ambiental como una rama de la geomorfología que, mediante métodos propios, apunta a la investigación de las complejas interrelaciones entre el relieve y el medio ambiente, como enfoque teórico - metodológico en función de la conservación y la protección de los recursos naturales (Díaz, J. L.; J. R. Hernández y R. Reyes, 2001).

Para abordar adecuadamente las complejas interrelaciones en las que participa el relieve como uno de los elementos

claves del estado del medio ambiente, es necesario tener en cuenta al menos las siguientes etapas de análisis:

- Estudio morfométrico del relieve.
- Clasificación de tipos genéticos del relieve.
- Valoración del condicionamiento natural para la ocurrencia de diferentes procesos geomorfológicos.
- Estudio de los gradientes dinámicos de los procesos exógenos y sus relaciones con el uso y función del territorio.
- Evaluación del relieve para determinado tipo de uso y manejo.
- Propuestas para evitar, mitigar y reducir los procesos geomorfológicos negativos.

Posteriormente se precisan los principales indicadores geomorfológicos para el análisis ambiental, como un sistema de parámetros, que reflejan las características cualitativas de los impactos, cambios y consecuencias, así como su distribución y magnitud, la dinámica, durabilidad, grado de reversibilidad, velocidad y las tendencias del desarrollo (Comité Estatal de Normalización, 1988).

### **Novedad científica e importancia práctica**

Un estudio insuficiente del relieve y, por tanto, la aplicación incompleta de los conocimientos científicos en función de la protección y el manejo sostenible de los recursos, puede repercutir en la aceleración o aparición de procesos geomorfológicos exógenos de negativas consecuencias para el medio ambiente, que incluso han llegado a desencadenar grandes desastres, con riesgos para la vida de la población y notables pérdidas económicas.

El valor de los estudios del relieve, desde el punto de vista proteccionista, económico y social, ha propiciado una creciente y gradual incorporación de sus aplicaciones a la práctica socioeconómica en el ámbito nacional e internacional, acorde con las dinámicas transformaciones que se han llevado a cabo en materia de ordenamiento territorial y de protección del medio ambiente, lo que debe continuar ampliándose y perfeccionándose en el futuro.

En el ámbito económico – productivo, se estará protegiendo cualquier inversión que con tanto esfuerzo realiza nuestro país y desde el punto de vista proteccionista, se contribuye a la preservación de valiosas formas del relieve y de gran cantidad de interacciones y procesos relacionados de manera directa o indirecta con él. En la esfera social, representa una garantía para disímiles facetas de la vida de la población, desde el necesario desarrollo económico de los territorios, hasta la protección de sus viviendas, de sus fuentes de ingreso y en ocasiones de la propia vida.

De ahí, que la importancia práctica de la presente investigación se materialice en los resultados, ya introducidos en diferentes territorios del país, y para diversas actividades científicas, avalados por documentos que acreditan su aplicación científico – técnica, con el consiguiente aporte de soluciones a la problemática ambiental y al más efectivo ordenamiento territorial.

Para ello, se analizaron actividades socioeconómicas como el desarrollo agrícola en el municipio Los Palacios en la provincia de Pinar del Río; la actividad prospectiva y extractiva de la minería “a cielo abierto” en Moa, provincia Holguín y el proyecto de drenaje del embalse Leonero en

la llanura del Cauto, provincia Granma; para los que se determinó el condicionamiento geomorfológico de tipo natural y su manejo ambiental más adecuado; sin perder de vista la conjugación de los demás elementos físico – geográficos y socioeconómicos a considerar.

### **PROCEDIMIENTOS CARTOGRÁFICOS Y HERRAMIENTAS APLICADAS AL ESTUDIO DEL RELIEVE**

En la actualidad, resulta incuestionable el valor de una correcta clasificación y cartografía de la problemática que aborda la Geomorfología Ambiental; sin embargo, queda claro que no se pueden extrapolar de manera rígida los procedimientos y métodos clásicos de la Geomorfología para su utilización, con fines ambientales (Instituto Geológico y Minero de España, 1996). De manera que tanto la clasificación del relieve, como su cartografía, han evolucionado hacia formas más asequibles a los especialistas vinculados a los estudios medioambientales, en muchos casos no avezados en la temática geomorfológica y por otro lado fácilmente entendibles para diferentes usuarios de muy diversa preparación profesional, que son los que en definitiva necesitan entender y familiarizarse con las formas de expresión cartográfica y la clasificación del relieve.

Por consiguiente, la salida de los resultados de cualquier trabajo de Geomorfología Ambiental, deberá tener como premisas:

- Un elevado rigor científico, tanto en lo referido al estudio del relieve como a la interpretación y valoración de la problemática ambiental.
- Ser de fácil acceso para un amplio rango de profesionales y de usuarios vinculados a la temática.
- Poseer una adecuada adaptabilidad a un amplio número de aplicaciones de carácter socioeconómico, científico y proteccionista, fundamentalmente. • Preferiblemente en formato compatible con un SIG, para su más eficiente procesamiento, almacenaje y salida digital.

La incorporación cada vez mayor de los estudios del relieve, a la solución de problemas ambientales, ha conducido a rápidas adecuaciones y modificaciones de los procedimientos geomorfológicos y cartográficos, hasta el punto de que en los últimos años, la significativa multidisciplinariedad y diversificación de los estudios, no obtienen los mismos resultados positivos (Instituto Geológico y Minero de España, 1996), cuando se utiliza un clásico mapa geomorfológico complejo.

Y aunque no se pretende renunciar a ellos, indiscutiblemente la complejidad de su interpretación por parte de personal no especializado, obstaculiza su eficaz aplicación en la solución de problemas referidos a la agricultura, el manejo hídrico, la minería, la construcción de infraestructura vial y la actividad turística, entre otros.

No se debe perder de vista sin embargo, que la rigurosidad y el conocimiento profundo de la problemática ambiental, por parte de geomorfólogos y geólogos, es la garantía para llegar a expresar correctamente la realidad físico - geográfica objetiva, a través de una cartografía más sencilla y esclarecedora del condicionamiento natural y de los fenómenos que se verifican en la corteza terrestre.

De ahí la importancia de poder contar con investigaciones fundamentales al arribar a mapas aplicados concretamente a la solución de problemas ambientales. Se debe por tanto «enlazar lo puramente académico del conocimiento geomorfológico, con lo ambiental aplicado» (Hernández, J.R., com. pers.), para llegar a desarrollar mapas de tipos de relieve y de procesos geomórficos activos, capaces de responder a los requerimientos del usuario.

El uso correcto de una clasificación geomorfológica compleja, estrechamente vinculado a una cartografía que facilite la interpretación y aplicabilidad de los conocimientos adquiridos, será lo que facilite el mejor manejo de gran cantidad de información espacial o alfanumérica, para diferentes usos, objetivos y escalas de trabajo, capaz de ser procesada, almacenada, consultada, reproducida y actualizada, en formato digital.

Es precisamente la selección y puesta a punto de un Sistema de Información Geográfica (SIG), para la investigación y cartografía del relieve dentro del medio ambiente, lo que constituye premisa indispensable para responder adecuadamente a los nuevos requerimientos de una Geomorfología puesta al servicio de los tomadores de las decisiones que tienen que ver directamente con posibles implicaciones ambientales.

Una cuestión de primer orden a dilucidar en el análisis geomorfológico - ambiental, fue la identificación de los elementos tenidos en cuenta, la correcta definición de los indicadores que los representan, así como los índices que los cuantifican, dentro del Sistema de Información Geográfica asumido.

Esta herramienta tecnológica en pleno desarrollo, facilita una rápida manipulación de gran cantidad de información, con expresión espacial, y permiten discernir los parámetros de mayor implicación ambiental, así como, analizar disímiles situaciones y brindar criterios para la solución de la problemática ambiental, referida en este caso al relieve. La utilidad óptima de un SIG aplicado, estará definida entonces por la calidad y suficiencia de la información disponible, la que además debe permitir ser ampliada, actualizada o mejorada según el caso.

Para una mejor adecuación a la Geomorfología Ambiental, se prestó atención a la adquisición de los datos e informaciones necesarias, a su manejo y análisis y por último a la salida de los resultados. De la calidad y correcta selección de la base de datos, depende la objetividad y eficacia del resultado final, con su correspondiente salida cartográfica. (Novua, O.; M.C. Martínez; J.A. Luis Machín y C. Mosquera, 2001)

Para que el SIG se ajustara a la compleja interacción que se da en la realidad, entre el relieve y el medio ambiente, consideramos aportar, al menos, la siguiente información:

Mapas:

- Morfométricos
- Condiciones estructurales
- Tipos genéticos de relieve
- Procesos exógenos
- Endodinámica reciente

Los datos geomorfológicos, como entidades espacio - temporales, reflejan los tipos y formas del relieve, su distribu-

ción, estado y vínculos con los demás elementos ambientales, por lo que se representan en mapas, esquemas y perfiles, mediante símbolos gráficos o cartográficos. (Bosque, J., 1992)

El dato espacial, diferencia a los Sistemas de Información Geográfica, de otras bases de datos especiales, representando ésta, su mayor ventaja a la hora de ser utilizado como herramienta de la Geomorfología Ambiental. De ahí, que la propuesta de adquisición de datos incluyó toda la información disponible de los indicadores geomorfológicos y de las implicaciones particularizadas para cada caso de estudio.

Así, por ejemplo, la aplicación referida al manejo agrícola, contó con datos actualizados y precisos, a escala 1:25 000, no sólo del comportamiento del relieve y de los procesos exógenos, sino además de los tipos y características de los suelos, los valores más relevantes de la precipitación, las peculiaridades de los procedimientos seguidos en el manejo agrícola, los indicadores de riego, etc.

En el caso de la actividad minera en la altiplanicie del Toldo, se partió también de un mapa a escala 1: 25 000, donde se plasmó la información temática recopilada, pero fundamentalmente la información obtenida de las mediciones que se realizaron directamente en el terreno, para el monitoreo y de las propuestas de franjas y áreas de protección, sustentadas con criterios geomorfológicos.

Para la Evaluación de Impacto Ambiental referida al embalse Leonero se partió también de una base cartográfica a escala 1: 25 000, que combinada con la información recopilada y el análisis de las peculiaridades geomorfológicas, permitió la realización de un esquema predictivo acerca de las consecuencias que se derivarían de la ejecución del proyecto de drenaje del embalse.

Ahora bien, cualquier SIG empleado en Geomorfología Ambiental, deberá cumplir con al menos los siguientes requisitos, para su mayor efectividad:

- Capacidad para manejar diferentes tipos de bases de datos espaciales y de atributos.
- Posibilidad de interrogar a la base de datos acerca de la existencia, localización y propiedades de los datos geomorfológicos introducidos.
- Eficiencia en el manejo de preguntas (interactividad).
- Adaptabilidad a una amplia gama de aplicaciones geomorfológicas.
- Posibilidades para una constante actualización y versatilidad.

Posibilidades de generar salidas cartográficas de calidad. Resulta además imprescindible que permita operaciones de superposición de capas (ver fig. 1), selección de rangos específicos y combinaciones matemáticas para los requerimientos de la mapificación, según el comportamiento de los indicadores geomorfológicos que se seleccionen, a partir de su repercusión en el medio ambiente; permitiendo así la realización de análisis complejos, modelos demostrativos, de factibilidad, predictivos, de simulación, de optimización y de influencia.

Primeramente se determinan las capas temáticas de mayor implicación, se establece un orden de prioridad y final-

mente se superponen las capas hasta lograr una clasificación, según los objetivos propuestos, preferiblemente con la obtención de más de una variante, lo que posteriormente permite cierta flexibilidad con respecto a otros indicadores no tenidos en cuenta en la superposición de la información espacial.

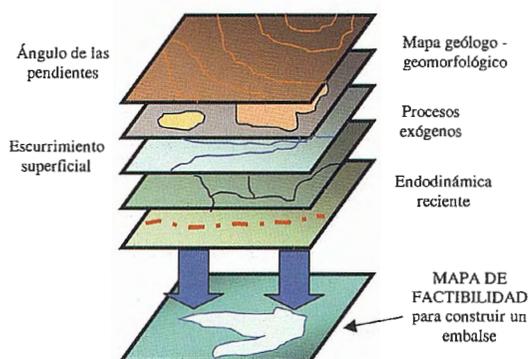


Fig. 1: Ejemplo simplificado de un mapa de factibilidad para la construcción de un embalse, utilizando un SIG (del autor)

Las salidas deberán ser evaluadas preferiblemente por especialistas ajenos al proceso de ejecución, resultando valiosas las opiniones de los propios usuarios del producto geomorfológico ambiental resultante.

Para el desarrollo de cada modelo cartográfico obtenido, según el caso de estudio, se tuvo en cuenta:

1. La definición clara del objetivo y de los resultados esperados.
2. Una correcta selección de los datos, criterios y procedimientos requeridos para acotar la aptitud funcional del relieve.
3. El conocimiento previo de las implicaciones del relieve ante el tipo de uso a evaluar.
4. El chequeo sistemático de los resultados obtenidos.
5. La elaboración de varias salidas digitales, personalizadas para cada caso de estudio, según los objetivos en cada cual.

El correcto almacenamiento de la base de datos, garantizó una sucesiva y adecuada aplicación en posteriores estudios del relieve, lo que representó eficiencia, precisión y calidad en los análisis.

Se recurrió al uso de programas (software) que permitieran un adecuado manejo de la información espacial y alfanumérica del relieve, dependiendo del tratamiento que se requería para cada base de datos.

## APLICACIONES DE LOS ESTUDIOS DEL RELIEVE EN DIFERENTES ESCENARIOS DE CUBA

Las aplicaciones SIG se hicieron para tres casos de estudio en Cuba, en diferentes escenarios, con objetivos de investigación agrícola, minero y para el manejo hídrico de un embalse y referidos al ordenamiento, el monitoreo y la evaluación de impacto ambiental respectivamente.

En cuanto al análisis de la aptitud del relieve para el manejo agrícola y turístico, en el municipio Los Palacios (ver fig. 2), perteneciente a la provincia de Pinar del Río, se realizó un exhaustivo estudio que abarcó desde la clasificación morfométrica del territorio, dividiéndola en zonas y subzonas, hasta una clasificación edafo – geomorfológica compleja para diferentes tipos de uso, a partir del estudio

de la aptitud funcional del relieve, los procesos exógenos activos y las tendencias de desarrollo de los mismos.

Este estudio del relieve para el ordenamiento ambiental presentó aspectos novedosos durante su realización, ya que se validó el uso del enfoque geosistémico para el ordenamiento agrícola y turístico de un municipio, donde se reelaboraron los rangos morfométricos de significación para el uso agrícola y se generalizó y sistematizó el uso de indicadores geomorfológicos para la determinación de la aptitud natural del relieve.

Por primera vez para un estudio de este tipo en Cuba, se utilizaron como unidades de análisis las cuencas de tercer orden, además de la aplicación de un Sistema de Información Geográfica, para el procesamiento y salida interactiva de la información.

En cuanto a las implicaciones del relieve en la prospección y explotación minera «a cielo abierto» (ver fig. 3), el Monitoreo Ambiental realizado para la prospección minera de la Concesión Piloto, en la altiplanicie del Toldo, perteneciente a las montañas de Nipe-Sagua-Baracoa, consistió en un estudio de los cambios en el desarrollo e intensidad de los procesos geomórficos exógenos (erosión lineal y areal), de los mecanismos de respuesta del relieve, la litología y de la red de esguerrimiento, ante la actividad de exploración minera, para caracterizar la dinámica de los procesos degradantes que tienen que ver directamente con el relieve en el territorio, precisar las causas de los cambios observados y definir su grado de relación directa o indirecta con las diferentes actividades de la exploración minera y profundizar en el conocimiento de las relaciones causa – efecto, asociadas a estas actividades.

La dinámica actual de los procesos exógenos en el área y el condicionamiento natural para el rápido desarrollo de los mismos, nos conlleva a considerar al territorio de la concesión minera y por extensión a la altiplanicie del Toldo, como un área de potencial peligro de degradación y rápida desestabilización del relieve, ante cualquier impacto antrópico que se produzca, pero fundamentalmente si el mismo implica desbroces o daños importantes en la cobertura vegetal.

Varias de las características geomorfológicas, litológicas y del comportamiento hídrico presentes, constituyen casos peculiares para Cuba, pero además, con fuertes implicaciones en las interrelaciones que definen al territorio como potencialmente erosionable y de difícil recuperación a corto o mediano plazo, lo cual debe ser considerado si se pretende sustentar la importancia y trascendencia de su conservación.

En cuanto a la aplicación de los estudios del relieve a la Evaluación de Impacto Ambiental realizada para el Proyecto: «Estudio Técnico Económico: Solución de drenaje CAI. Arroceros Holguín - Las Tunas y Dique de la Laguna Leonero» (ver fig. 4), con el objetivo de solucionar las consecuencias derivadas del mal drenaje de tierras dedicadas al cultivo del arroz; se trataba de aplicar criterios geomorfológicos para respaldar o no, la apertura y desactivación del embalse Leonero, situado en el tercio inferior de la cuenca del río Cauto.

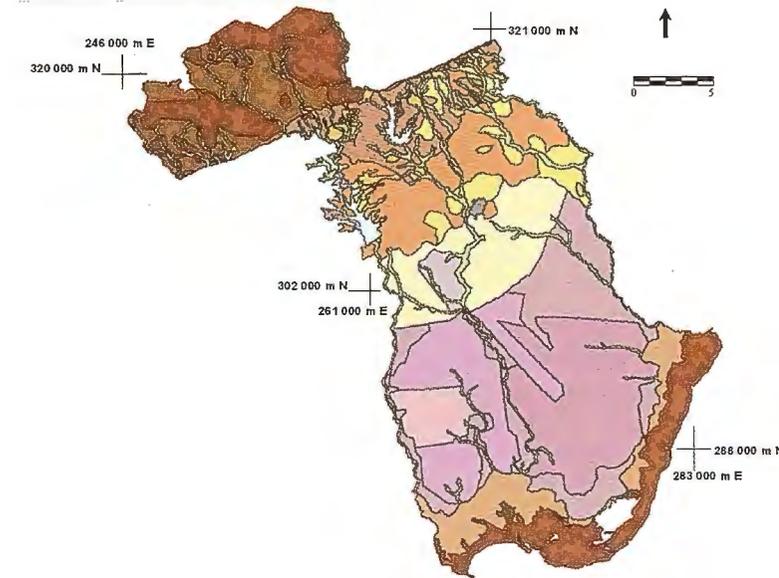
La morfología del relieve y los aportes fluviales del río Hormiguero; el mal drenaje de los vertisuelos arcillosos y

de los suelos oscuros plásticos, la poca profundidad a que se encuentra el manto freático (que aflora en determinados lugares) y los procesos de subsidencia que tienen lugar producto de movimientos tectónicos comprobados en el área, de aproximadamente 7 mm anuales. (Lilienberg, D.A.; J.R. Hernández; M.E. Marques y L. Álvarez, 1993), hacen compleja la problemática geomorfológica del área, donde transcurren los descensos neotectónicos más intensos del archipiélago cubano, constituyendo una zona marginal transitoria, del tipo isostático de compensación. (Lilienberg, D.A.; J.R. Hernández; M.E. Marques y L. Álvarez, 1993).

interior de la laguna y en el fondo de ésta, así como la variación de los espesores de sedimentos, implicarían una modificación drástica del relieve, con repercusión incluso en la dinámica ambiental posterior a la deposición de sedimentos, con la posible intensificación de los efectos producidos por los movimientos neotectónicos recientes de descenso.

Se recomendó no acometer el drenaje del embalse, sin realizar estudios más detallados acerca de los volúmenes de sedimentos que drenaría el embalse, la periodicidad en la emisión de los mismos aguas abajo y su disposición final; así como los cambios en el sistema de escurrimiento superficial y la reactivación del paleocauce.

Nunca antes en Cuba se había valorado el relieve, desde el punto de vista de los fenómenos y procesos que estarían influenciados por las peculiaridades geomorfológicas del territorio, ante un proyecto de desactivación y drenaje de un embalse con más de treinta años de creado, por demás situado en un área de alta complejidad tectónica, en la parte baja de la cuenca del río Cauto, cercana a la zona sismogeneradora asociada a la articulación entre la microplaca Cubana y la Placa Caribe, representada por la fosa profunda de Bartlett. La validación del estudio del relieve para esta Evaluación de Impacto Ambiental, sienta pautas por tanto en el proceder metodológico y en las propias argumentaciones que aporta el relieve, para algo que aparentemente debería conllevar a consecuencias positivas desde el punto de vista del retorno supuestamente a



Cualquier modificación natural o antrópica que ocurra en el embalse Leonero, afectará directa o indirectamente a las zonas aledañas y al plano de inundación del río Cauto, en específico al paleocauce Brazo Norte del Cauto.

Se ponen en peligro de desaparición numerosos valores naturales asociados a una de las más importantes redes fluviales del país, entre los que se incluyen importantes formas del relieve, como el paleocauce.

La redistribución espacial de la capa superior de los sedimentos turbosos que actualmente afloran en los cayos del

la naturalidad del territorio.

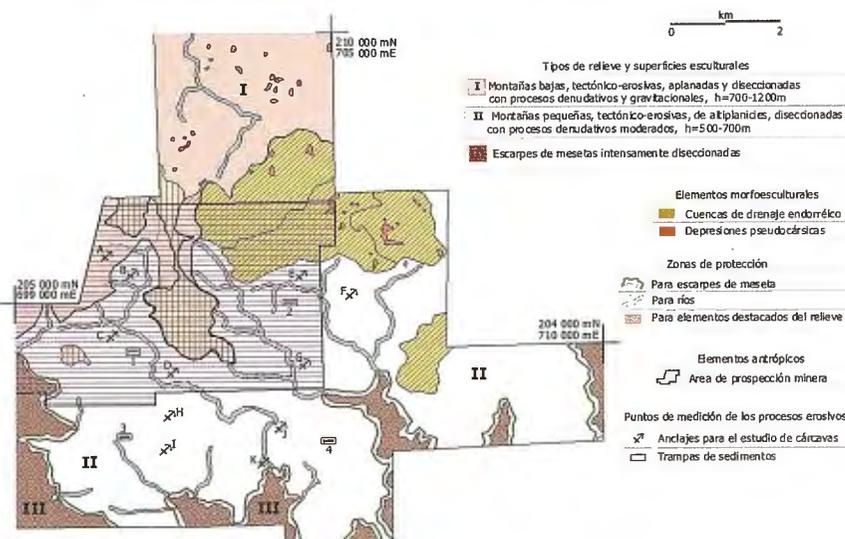
## CONSIDERACIONES FINALES:

1. Mediante el estudio del relieve se potencian las posibilidades de recuperación de territorios dañados por procesos exógenos, como la erosión y la denudación en general, que ocupan los primeros lugares en cuanto a la extensión y gravedad de los impactos ambientales y atentan contra los rendimientos agrícolas y la estabilidad geológica.

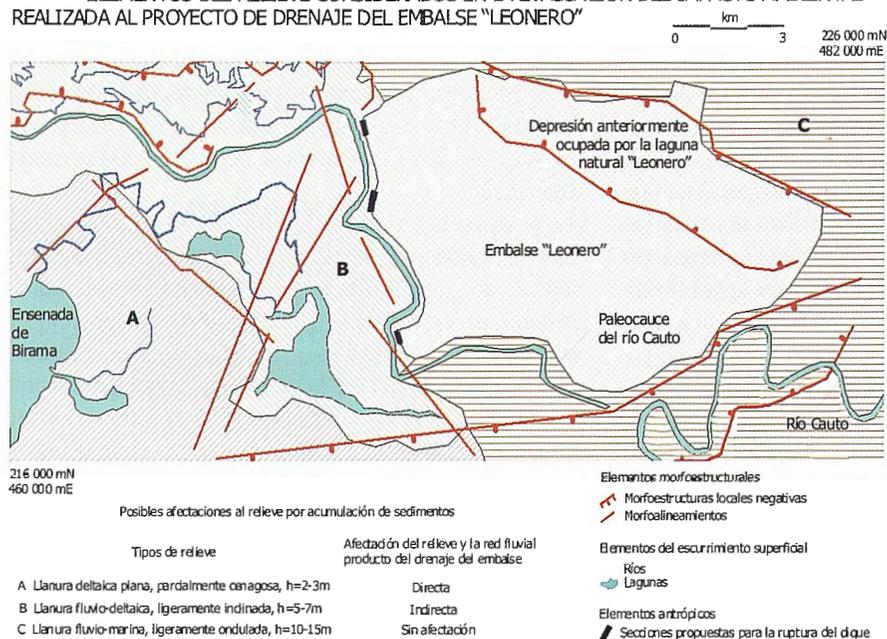
2. Entre los problemas más acuciantes a resolver por los estudios del relieve, y que se abordan en la presente investigación, se pueden citar: la destrucción de geformas producto de la actividad minera; los procesos erosivos acelerados por el inadecuado manejo agrícola, turístico y minero; los procesos gravitacionales intensificados por el hombre; así como el diseño y manejo inadecuado de los embalses, aun y cuando se trate de su desactivación.

3. La dimensión ambiental del relieve, permite insertar de manera eficaz y aplicada a la

ELEMENTOS DEL RELIEVE PARA EL MONITOREO AMBIENTAL Y PROPUESTAS DE ZONAS DE PROTECCIÓN. ALTIPLANICIE DEL TOLDO, MOA, HOLGUÍN.



ELEMENTOS DEL RELIEVE CONSIDERADOS EN LA EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL  
 REALIZADA AL PROYECTO DE DRENAJE DEL EMBALSE "LEONERO"



93-00-004:88

6. Davis, B. (1996): GIS a Visual Approach. En: Word Press, New México, USA, 45 pp.

7. Diaz, J. L.; J. R. Hernández y R. Reyes (2001): El análisis geomórfico - ambiental en territorios montañosos. Rev. MAPPING, Madrid, pp: 94 - 98.

8. FAO. (2001): Conclusiones del Taller Interno: Herramientas Para el Ordenamiento del Uso del Territorio; Perspectiva al Apoyo de las Políticas Agrícolas en América Latina y el Caribe. Proyecto GCP/RLA/126/JPN / Centro Geo, Santiago de Chile.

9. Fernández, V.R. (2002): El papel de la Geomorfología en los problemas Ambientales. Centro de Geociencias Aplicadas, Universidad Nacional del Nordeste, Chaco, Argentina, 18 pp.

Geomorfología dentro de la política y la gestión ambiental, dentro de un ambiente SIG de tipo interactivo, para dar solución eficiente y eficaz a las necesidades de una correcta gestión ambiental.

4. Las regularidades observadas en la aplicación SIG de todos los estudios de caso, en diferentes escenarios y a diferentes escalas, denotan un paulatino incremento en el conocimiento de cómo acometer una estrategia correctamente dirigida a perfeccionar el uso de tecnologías de avanzada en los problemas medioambientales.

5. La aplicabilidad de los SIG en su dimensión ambiental, recurriendo en este caso a indicadores y métodos geomorfológicos, en función del manejo agrícola, el incremento de las ofertas turísticas, el impacto de la actividad minera y el de un proyecto de drenaje de un embalse, con implicaciones tanto de orden morfométrico, como morfodinámico y morfoestructural, pudiera extrapolarse a territorios similares.

6. Se debe continuar desarrollando el nivel científico - técnico de los estudios del relieve, para una mayor eficacia y eficiencia en la solución de problemas ambientales.

7. Potenciar el uso cada vez mayor de las tecnologías de avanzada, como la interpretación de imágenes de sensores remotos, los Sistemas de Información Geográficos, los Sistemas de Posicionamiento Global, entre los más importantes, para incrementar la eficacia, eficiencia y rigor científico en los estudios ambientales y del relieve.

**BIBLIOGRAFÍA:**

1. Arcia, M., ed. (1994): Geografía del medio ambiente: Una Alternativa del Ordenamiento Ecológico. Universidad Autónoma del Estado de México, Colección: Ciencias y técnicas /24, México, 289 pp.

2. Baptista de Cunhas, S. y A.J. Teixeira Guerra (1996): Geomorfología: ejercicios, técnicas y aplicaciones Bertrand Brasil, S.A., Río de Janeiro, 345 pp.

3. Bosque, J. (1992): Sistemas de Información Geográfica. Editorial RIALP, Madrid, 451 pp.

4. Coates, D. (1972): Environmental Geomorphology and landscape conservation, Vol. I, Dowden, Hutchinson & Ross, Inc. USA, 485 pp.

5. Comité Estatal de Normalización (1988): Norma Cubana: No.

10. Hernández, J.R.; J.A. Luis y A. Magaz (1993): Exogénesis tropical del relieve del archipiélago cubano y sus implicaciones con respecto al medio ambiente. Universidad de Los Andes y Colegio de geógrafos de Venezuela, Caracas, 18 pp.

11. Hooke, J.M. (1998): Geomorphology in Environmental Planning. Ed. John Wiley and Sons, 37 pp.

12. Hunt, D. y C. Johson (1996): Sistemas de Gestión Medioambiental. Principios y práctica., 318 pp.

13. Instituto Geológico y Minero de España (1996): Manual de procedimientos y Cartografía Geomorfológica. Plan Nacional de Cartografía Temática Ambiental -210, Dirección General de Información y Evaluación Ambiental (MOPTMA), España, 91 pp.

14. Kichner, K. y J.L. Díaz (1986): Algunos aspectos básicos de la protección del relieve en Cuba., Zpravy GGU CSAV, Brno, 9 pp.

15. Lilienberg, D.A.; J.R. Hernández; M.E. Marques y L. Álvarez (1993): Movimientos tectónicos recientes de Cuba., Tomos 1 y 2, 453 pp. y 118 pp.

16. Martínez Martínez, J. (1996): Geomorfología Ambiental., Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, España, 196 pp.

17. Ministerio de Medio Ambiente (1998): Guía para la elaboración de estudios del medio físico. Serie Monografías, Solana e hijos, Madrid, 809 pp.

18. Naciones Unidas (1996): Indicadores de desarrollo sostenible. Marco y metodologías. Nueva York. 478 pp.

19. Novua, O.; M.C. Martínez; J.A. Luis Machín y C. Mosquera (2001): Diseño de una aplicación SIG. para el análisis ambiental. Agencia de Medio Ambiente, CITMA, (publicación en formato digital).

20. Panizza, M. y A. Fabbri (1995): A conceptual approach connecting geomorphology and Environmental Impact Assessment. I.T.C. Journal /4, Netherlands, pp: 305 - 307.

21. Panizza M. (1996): Environmental Geomorphology. Developments in Earth Surface Processes., Elsevier, 268 pp.

22. Rivas, V.; C. Rix; E. Frances; A, Cendrero y A. Collison (1995): Geomorphology and Environmental Impact Assessment in Spain and Great Britain. A brief review of legislation and practice. En: Geomorphology and Environmental Impact Assessment. Quaderni di Geodinamica Alpina e Cuaternaria, de: M. Marchetti, M. Panizza, M. Soldati and D. Barani, Eds., pp: 83 - 97.