



Estimación de la pérdida de suelos por erosión en el sector norte del municipio de Moa*

Deon Owen Adolph

Carrera: Ingeniería geológica

Instituto Superior Minero Metalúrgico (Cuba).

Resumen: El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la susceptibilidad frente a procesos erosivos en el sector norte del municipio de Moa para futuras evaluaciones de riesgos que permitan prevenir o mitigar los daños derivados de estos fenómenos. Se confeccionó el mapa inventario de erosión a través del método cubano de evaluación de la pérdida de suelos por erosión empleando los Sistemas de Información Geográfica. La influencia de los factores condicionantes como lito-estructura, tectónica, pendiente del terreno, se determinó mediante el método estadístico de análisis condicional. Como resultados se presenta una caracterización de los factores y tipologías de la erosión desarrollada en el área. Se analizan los factores que influyen en las tasas de erosión, haciendo énfasis en las características geomorfológicas de la corteza laterítica y se obtiene el mapa de susceptibilidad del terreno para el sector norte de Moa.

Palabras clave: Susceptibilidad del terreno; pérdida de suelos; erosión.

* Trabajo tutorado por el Dr. C. Yuri Almaguer Carmenates.
Recibido: 12 septiembre 2014 / Aceptado: 21 febrero 2015.

Erosion-associated soil loss estimation in the north sector of Moa

Abstract: The objective of this work is to evaluate the susceptibility of soils under the influence of erosion processes in the north sector of Moa for future risk evaluations which can prevent or mitigate the damages resulted from these phenomena. An erosion inventory map using the Cuban method of erosion associated soil loss with the implementation of Geographic Information Systems (G.I.S). The influence of conditioning factors such as litho-structures, tectonic, soil slopes is determined by the statistical method of conditional analysis. The result includes a characterization of erosion factors and typologies developed in the area. The work includes the analysis of the factors that impact the erosion rate, emphasizing on the geomorphological characteristics of the lateritic cortex. A susceptibility map for the soil of the north sector of Moa was generated.

Key words: Soil susceptibility; soil loss; erosion.

Introducción

La erosión es un fenómeno complejo, desde el punto de vista físico, y consecuentemente su análisis requiere del planteamiento de numerosas ecuaciones difíciles de aplicar en la práctica (Wischmeier y Smith, 1978).

En los procesos erosivos influyen varios factores: la lluvia, que provoca la erosión del suelo a través del impacto de las gotas sobre la superficie; la cobertura vegetal, que constituye la defensa del suelo contra la erosión; la topografía, a través de la cual se verifica la intensidad erosiva, principalmente por la inclinación y el largo de las laderas y las propiedades de los suelos, especialmente la textura, estructura, permeabilidad y densidad, al otorgar mayor o menor resistencia a la acción de las aguas.

Este fenómeno geológico se desarrolla de varias formas, como la erosión eólica e hídrica. La erosión hídrica es la principal y más importante causa de pérdida del suelo en la región minera de Moa donde se deforestan grandes áreas de terreno, dejando el suelo desnudo. La erosión hídrica se clasifica en: laminar, regueros o surcos y barrancos o cárcavas y de los suelos.

La región de Moa sufre algunas afectaciones debido a los factores condicionantes a la pérdida de los suelos por erosión, por lo que se hace necesario cuantificar los factores que inciden en el surgimiento y desarrollo de la pérdida de los suelos por erosión en el sector norte del municipio de Moa. El objetivo del trabajo es evaluar la susceptibilidad de los suelos frente a procesos erosivos en el sector norte del municipio de Moa.

Materiales y métodos

La metodología de la investigación utilizada en la realización de este estudio parte de la selección del área de estudio a partir de los mapas topográficos a escala 1:25 000 bahía de Yaguaneque, Calentura del Medio, Cayo Moa Grande, Los Farallones, Los Indios, Moa, Potosí, Punta Gorda Abajo, el límite político-administrativo del municipio.

Los trabajos de campo se realizaron con el objetivo de analizar y comprobar en el terreno si existían algunos cambios y el comportamiento en cuanto a la evolución y desarrollo en la pérdida de los suelos.

- Se realizaron salidas al campo con el objetivo de reconocimiento y descripción de puntos de documentación para verificar los procesos erosivos o fenómenos geológicos que se desarrollan en el sector de estudio.
- Se describieron los procesos geológicos presentes, así como la existencia de vegetación (en mayor o menor grado), y su litología en el área.
- Se observó la acción antrópica que se ejerce sobre el medio geológico.

La Norma Cubana NC 36: 1999 establece el método para la determinación de la erosión potencial, a través de los coeficientes de cada uno de los factores naturales que determinan la peligrosidad de erosión de los suelos.

Valoración cuantitativa de la influencia erosiva de los factores naturales

La erosión potencial de los suelos depende principalmente del clima, del relieve y del tipo de suelo, los cuales se valoran por la siguiente metodología:

1. Clima. Una peculiaridad determinada del clima de Cuba es la relativa constancia del régimen de temperatura y la marcada variación de las precipitaciones, las cuales ejercen una fuerte influencia en los demás factores naturales.

En dependencia de la cantidad y la intensidad de las precipitaciones (con el resto de las condiciones constantes), en la pendiente se forman las escorrentías con diferentes grados de intensidad, la cual destruye en una u otra medida los horizontes de los suelos. Por consiguiente, las precipitaciones constituyen una de las principales causas que provocan la erosión de los suelos de Cuba.

Para valorar la influencia de las precipitaciones en la erosión potencial de los suelos se escogió el índice Lai, el cual es elaborado para condiciones tropicales. Este índice se calcula por la siguiente fórmula: $Lai\ máx. = 12(n.a.imáx)$.

Donde:

a: Cantidad de precipitaciones en forma de lluvia;

imáx: Intensidad máxima de la lluvia;

n: Número de días con precipitaciones en cada mes.

Teniendo en cuenta esta fórmula y los datos sobre precipitaciones se calcularon los índices erosivos de la influencia de las precipitaciones para todas las regiones del país, (coeficiente I_p), el cual se expresa con una serie de valores desde 24 en la región de Guantánamo, hasta 106 en las regiones montañosas de Occidente.

Suelo. En el proceso de cartografía de los suelos con erosión potencial, se valoran conjuntamente con la roca madre y se calcula el coeficiente SR a través de la fórmula:
 $SR = P_{sp} / P$.

Donde:

SR: Índice de la influencia del suelo y roca;

P_{sp} : Pérdidas de los suelos en condiciones de patrón;

P: Índice de la influencia de las precipitaciones.

Estos coeficientes se utilizan para determinar el grado de erosión potencial, de acuerdo a la Tabla 1.

Tabla 1. Coeficientes de la influencia erosiva de los suelos y la roca madre

Tipos de suelos	Coeficientes (SR)
Ferralítico rojo sobre caliza	0,17
Húmico carbónico sobre marga, arenisca y otros	0,20
Pardo con carbonatos	0,21
Pardo sin carbonato sobre roca básica y ultrabásica	0,29
Pardo grisáceo sobre granodiorita	0,32
Ferralítico púrpura	0,35
Ferralítico cuarcítico amarillos rojizo lixiviado sobre materiales transportados y corteza de meteorización y esquistos	0,50
Ferralítico cuarcítico amarillo lixiviado sobre materiales transportados y esquistos	0,23

Relieve. La influencia del relieve sobre la erosión potencial de los suelos se determinó con una característica morfométrica.

La inclinación de la pendiente se caracteriza por el coeficiente R y expresa la relación entre las pérdidas de los suelos, en condiciones de patrón, de acuerdo a la siguiente fórmula: $R = P_s / P_t$.

Donde:

R: Factor de relieve;

P_s : Pérdidas de los suelos según el relieve;

P_t : Patrón.

El significado del coeficiente R se expone en la Tabla 2.

Tabla 2. Coeficiente de la influencia de la pendiente de la erosión potencial de los suelos

Pendiente		Pendiente		Pendiente		Pendiente	
%	R	%	R	%	R	%	R
1	0,16	7	1,12	13	2,08	19	3,04
2	0,32	8	1,28	14	2,24	20	3,20
3	0,48	9	1,44	15	2,40	21	3,36
4	0,64	10	1,60	16	2,56	22	3,52
5	0,80	11	1,76	17	2,72	23	3,68
6	0,96	12	1,92	18	2,88	24	3,84

La valoración conjunta de la influencia de los factores naturales sobre la erosión potencial de los suelos se establece por medio de la multiplicación de los coeficientes particulares que caracterizan a cada uno de los factores naturales: $E_p = SR * R * I_p$.

El resultado de la multiplicación de estos coeficientes expresa las pérdidas de una parte del perfil en centímetros, la cual se produciría si no se realizan las medidas antierosivas. Para valorar la erosión potencial en cualquier terreno es necesario calcular las pérdidas de los suelos por la fórmula $E_p = SR.R.I_p$ y comparar estos resultados con los límites de pérdidas de los suelos con diferentes grados de erosión potencial, según la Tabla 3.

Tabla 3. Límite de las pérdidas de los suelos con diferentes grados de erosión potencial

Tipos de suelos	Pérdidas de los suelos con diferentes grados de erosión potencial (cm)			
	Suave	Media	Fuerte	Muy fuerte
Ferralítico rojo sobre caliza	10	11-22	23-37	37
Húmico carbonático sobre marga y arenisca calcárea	8	9-18	18-30	31
Pardo con carbonatos	8	9-17	18-30	30
Pardo sin carbonato sobre roca básica y ultrabásica	7	8-15	16-25	25
Pardos sin carbonatos sobre roca ígnea Intermedia	8	9-18	19-32	32
Pardo grisáceo sobre granodiorita	7	8-17	18-29	29
Ferralítico cuarcítico amarillo rojizo lixivia-do sobre materiales transportados y corteza de meteorización	6	7-13	14-24	24
Ferralítico cuarcítico amarillos rojizo lixiviado sobre materiales transportados y corteza de meteorización y esquistos	7	8-17	18-31	31
Ferralítico púrpura	7	8-15	16-29	29

Evaluación de la erosión potencial de los suelos

En los años recientes comenzó a utilizarse la cartografía temática de factores para valorar la erosión de los suelos aprovechando las bondades de los SIGs. Los factores seleccionados por los diversos autores (Ariosa & Díaz, 2001; Cabrera, 2005) son

diferentes. La evaluación de la erosividad de la lluvia, en general, se realiza sin tener en cuenta la energía cinética o algunos de los índices de agresividad climática, basados en datos pluviométricos que están reportados en la literatura mundial especializada (Fournier, 1960; Oliver, 1980).

Para predecir la degradación de los suelos por erosión hídrica se han utilizado ampliamente diferentes métodos que permiten identificar pérdidas actuales y potenciales no tolerables, sobre la base de las cuales se seleccionan las mejores prácticas de control de la erosión (Del Val, 1987).

Trabajos cartográficos de campo

Los trabajos cartográficos se basan esencialmente en la descripción de afloramientos con el objetivo de caracterizar el comportamiento de los procesos geodinámicos y antrópicos sobre la pérdida del suelo. A continuación, se describen los puntos de documentación realizados en el sector:

Punto: 1

Ubicación: Camino detrás del ISMM

Coordenadas: X: 694208; Y: 224120

Litologías: Presencia de corteza laterítica de color rojo claro

Vegetación: Variada con tendencia aumentar en la parte superior

Suelo: Ferralítico de color rojizo-pardo

Red fluvial: Existen cañadas intermitentes

Fenómenos geodinámicos: Se desarrollan los procesos de erosión y meteorización: química y física

Acción antrópica: Se realizan caminos de exploración minera, presencia de tendido eléctrico.

Punto: 2

Ubicación: Zona de exploración minera detrás del Instituto Superior Minero Metalúrgico

Coordenadas: X: 694987; Y: 224435

Litologías: Presencia de corteza de intemperismo con granulometría fina de color rojo pardo y rocas serpentinizadas

Vegetación: Variada con tendencia a aumentar en la parte superior

Suelo: Suelo ferralítico purpura y ferralítico rojizo-pardo

Red fluvial: Existen cañadas intermitentes

Fenómenos geodinámicos: Tanto la meteorización física como la erosión se desarrollan en el área con gran intensidad

Acción antrópica: Se realiza la exploración minera.

Punto: 3

Ubicación: A 500 m de la entrada de Punta Gorda

Coordenadas. X: 704511; Y: 221224

Litologías: Presencia de corteza laterítica, rocas serpentinizadas

Vegetación: Baja densidad

Suelo: Suelo ferralítico amarillo

Red fluvial: Existen cañadas intermitentes y otras que provienen de alimentación subterránea

Fenómenos geodinámicos: Presencia de meteorización y una erosión que se desarrollan con gran intensidad

Acción antrópica: Presencia de una carretera, torre de alta tensión, tubería de agua industrial, obra de fábrica puente.

Punto: 4

Ubicación: A 400 m de la entrada de Punta Gorda

Coordenadas: X: 705031; Y: 221093

Litologías: Presencia de corteza laterítica arcillosa de color rojo claro

Vegetación: Baja densidad

Suelo: Suelo ferralítico amarillo

Red fluvial: Existen cañadas intermitentes y otras que provienen de alimentación subterránea

Fenómenos geodinámicos: Tanto la meteorización como la erosión en cárcavas tienen un gran desarrollo

Acción antrópica: Presencia de una carretera, torre de alta tensión, tubería de agua industrial, obra de fábrica puente.

Punto: 5

Ubicación: Pueblo Nuevo de Centeno

Coordenadas. X: 693438; Y: 222341

Litologías: Presencia de corteza laterítica arcillosa de color rojo claro

Vegetación: La vegetación es variada, la cual aumenta en la parte superior

Suelo: Suelo de color rojizo-amarillento

Red fluvial: No se observa el desarrollo de la red fluvial

Fenómenos geodinámicos: Tanto la meteorización como la erosión en cárcavas y laminar tienen un gran desarrollo

Acción antrópica: Se realiza la agricultura, torre de alta tensión.

Punto: 6

Ubicación: Avenida 1ro de Mayo frente ETECSA

Coordenadas. X: 696652; Y: 223331

Litologías: Presencia de corteza laterítica arcillosa y esqueleto de sílice de color rojo pardo

Vegetación. La vegetación es escasa

Suelo: Suelo de color rojizo-violeta con predominio de fracción arcillosa

Red fluvial: Existen cañadas intermitentes

Fenómenos geodinámicos: Tanto la meteorización como la erosión en cárcavas y surcos tienen un gran desarrollo

Acción antrópica: Presencia de monumento, tendido eléctrico, señalizaciones del tránsito.

Punto: 7

Ubicación: Puente Pedro Sota Alba

Coordenadas: X: 697788; Y: 221935

Litologías: Presencia de suelo arcilloso de color rojo claro

Vegetación: Baja densidad debido a la contaminación del medio

Suelo: Suelo de color rojizo-amarillento con predominio de fracción arcillosa

Red fluvial: Es densa debido a la presencia del río Cabaña

Fenómenos geodinámicos: La meteorización y la erosión laminar no tienen un gran desarrollo.

Acción antrópica: Se observa el puente, tubería conductora de ácido, tendido eléctrico, conducto que derraman desechos de la planta al río.

Punto: 8

Ubicación: Entrada del puerto de Moa

Coordenadas: X: 700505; Y: 222838

Litologías: Presencia de corteza laterítica arcillosa de color rojo claro

Vegetación: Baja densidad debido a la erosión

Suelo: Suelo de color rojizo-amarillento con predominio de fracción arcillosa

Red fluvial. Existen cañadas intermitentes

Fenómenos geodinámicos. La meteorización y la erosión en cárcavas tienen un gran desarrollo

Acción antrópica: Presencia de tendido eléctrico, tuberías conductoras de ácidos sulfúricos.

Punto: 9

Ubicación: Puente por río Jiguaní

Coordenadas. X: 720070; Y: 211578

Litologías: Presencia de corteza laterítica de color rojo pardo y amarillo

Vegetación: Variada con tendencia a aumentar en la parte superior

Suelo: Ferralítico de color rojizo-pardo

Red fluvial: Existen cañadas intermitentes

Fenómenos geodinámicos: Se desarrolla la formación de la erosión eólica y la meteorización

Acción antrópica: Se realizan caminos de exploración minera, presencia de tendido eléctrico.

Punto: 10

Ubicación: El arroyo del río Jiguaní

Coordenadas: X: 720598; Y: 212300

Litologías: Presencia de corteza laterítica de color rojo pardo y amarillo

Vegetación: Variada con tendencia a aumentar en la parte superior

Suelo: Ferralítico de color rojizo-pardo

Red fluvial: Existen cañadas intermitentes

Fenómenos geodinámicos: Se desarrolla la formación de la erosión laminar

Acción antrópica: Se realizan caminos de exploración minera, presencia de tendido eléctrico, entretenimiento.

Análisis de los factores por los coeficientes de la erosión potencial

Índice pluviométrico

El índice pluviométrico (I_p), en el mapa de la Figura 1, se caracteriza por un área total de 547,35 km²; demuestra la influencia de la intensidad y cantidad de los valores

medios de las precipitaciones anuales en milímetros, que varían de 1 200 hasta 3 400 mm siendo el valor máximo. Según el Atlas Nacional de Cuba (Oliva *et al.*, 1989), las tasas de precipitaciones se encuentran con el valor mínimo 1 200 mm hacia la dirección noroeste, mientras que a medida que se intensifican las tasas de precipitaciones van encontrándose hacia la dirección sur-central.

El mapa de la Figura 2 demuestra la influencia del índice pluviométrico del sector norte del municipio de Moa, que varían de 36 hasta 89, siendo este el valor máximo. Al igual que el mapa anterior, se encuentra en la misma dirección.

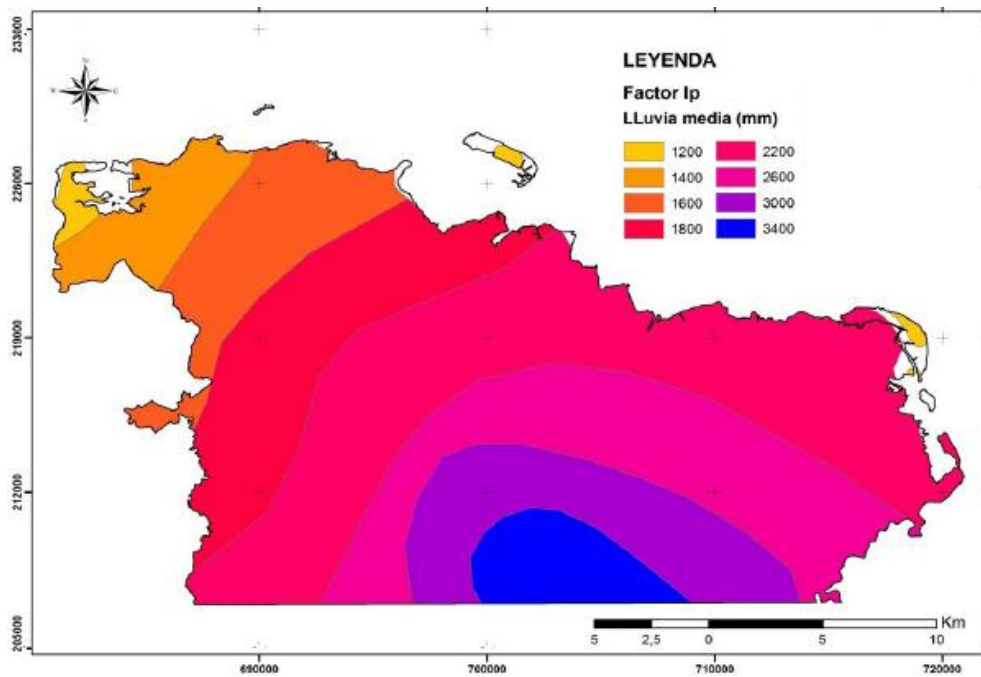


Figura 1. Mapa del índice pluviométrico Ip (escala original 1:25 000).

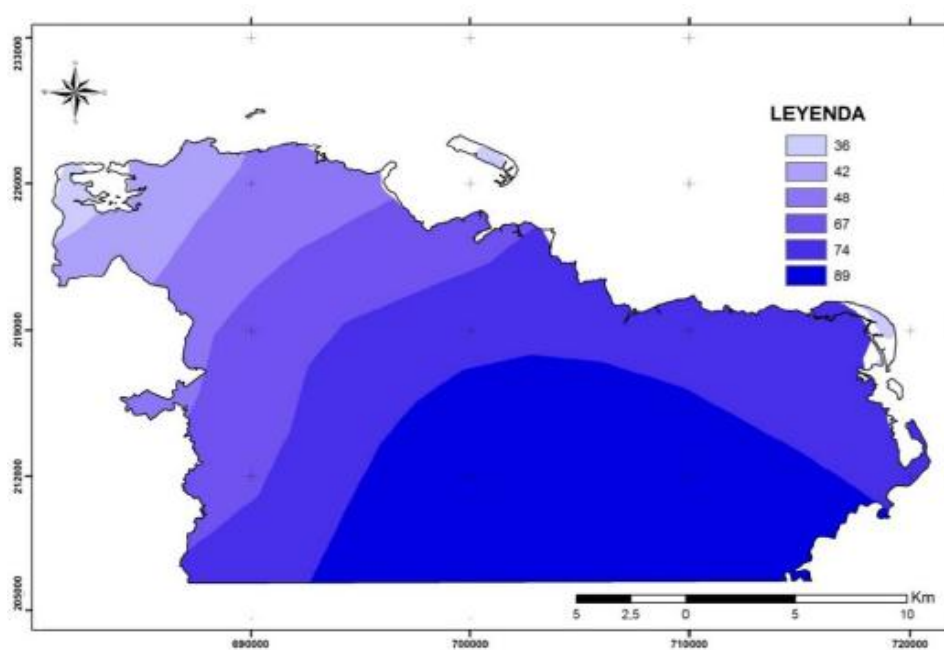


Figura 2. Mapa del índice pluviométrico I_p reclasificado (escala original 1:25 000).

Tabla 4. Caracterización de los factores I_p del mapa

Clases lluvia medias anual (mm)	Coefficiente I_p	Área (km ²)
1 000-1 200	36	6,16
1 200-1 400	42	28,14
1 400-1 600	48	50,70
1 600-1 800	67	81,57
1 800-2 200	74	177,07
2 200-2 600	89	104,57
2 600-3 000	89	64,57
3 000-3 400	89	28,39

Índice del suelo

El índice del suelo (SR), en el mapa de la Figura 3, se caracteriza por un área total de 547,35 km²; demuestra la influencia el grado de erosión hídrica o potencial en porcentaje de los coeficientes: suelo y roca (SR) que varían de 0,17 % hasta 0,35 %, siendo este el valor máximo. Según el Atlas Nacional de Cuba (Oliva *et al.*, 1989), el grado de erosión potencial se encuentra con el valor mínimo 0,17 % que corresponde al ferralítico lixiviado hacia la dirección noroeste, mientras que a medida que se intensifican el grado de erosión potencial se va encontrándose hacia la dirección sur-central.

El mapa de la Figura 3 abarca un área total de 547,35 km², demuestra la influencia del grado de erosión potencial pero delimitando los valores 0,17 % hasta 0,35 % siendo los valores que corresponden a los coeficientes de las rocas y suelos que se encuentran en el área de estudio.

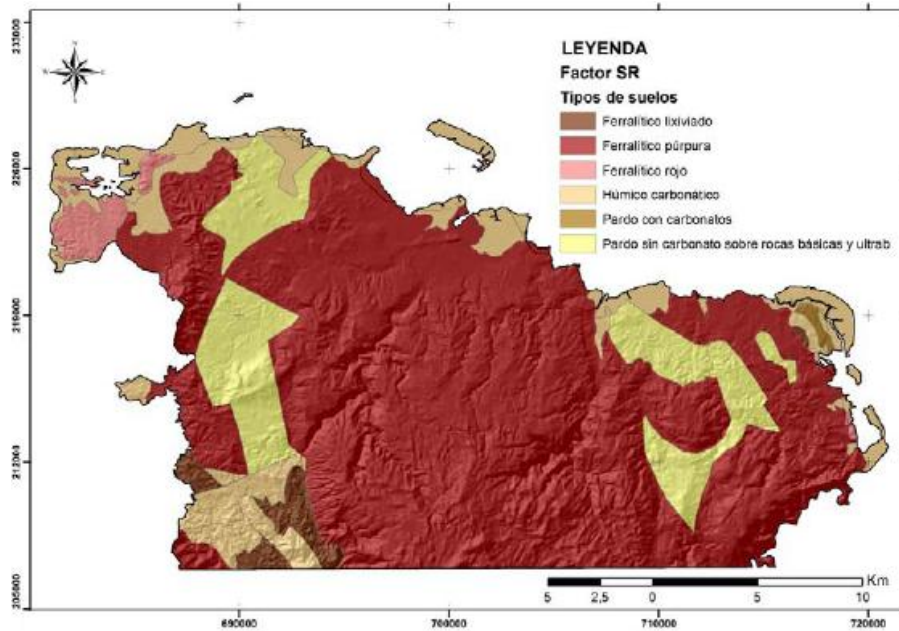


Figura 3. Mapa del índice de suelos SR (escala original 1:25 000).

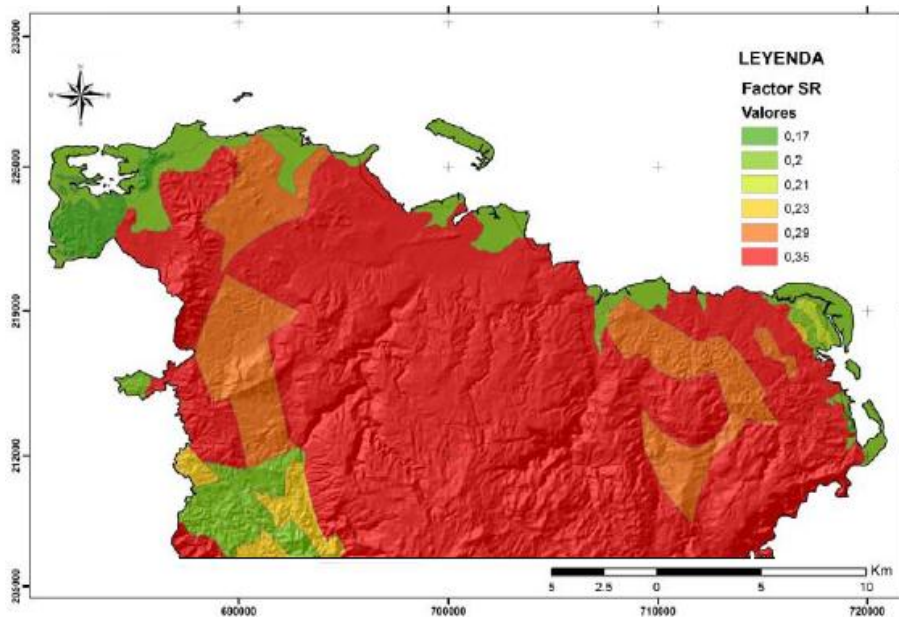


Figura 4. Mapa del índice de suelos SR reclasificado (escala original 1:25 000).

Tabla 5. Caracterización de los factores SR del mapa

Clases (cm)	Coefficientes SR Área	Área (km²)
Ferralítico lixiviado	0,23	12,04
Ferralítico púrpura	0,35	388,97
Ferralítico rojo	0,17	10,42
Húmico carbonático	0,2	62,82
Pardo con carbonatos	0,21	1,43

Índice del relieve

Análisis morfométrico

El estudio morfométrico se enfoca en el estudio de indicadores de levantamientos del terreno dado por el comportamiento de las isobasitas de 2do y 3er orden en el área. Los mapas mostrados en la Figura 5 muestran un proceso de levantamiento en el sector sur-central, delimitado por la isobasa 500 m de 2do orden; los límites de esta área son sinuosos e irregulares, demostrando fundamentalmente variaciones estructurales asociadas a sistemas de fallas que cortan el relieve. En las isobasas del 3er orden, específicamente las de 160 m forman cierre hacia el límite oeste asociado morfológicamente al bloque sur y norte del cerro Miraflores, interceptado por una zona de mínimos de dirección noroeste-sureste asociado a la falla que corta dicho macizo; el descenso de los valores de isobasitas hacia el norte es gradual hasta llegar a valores mínimos, lo cual indica un relieve escalonado con descenso de sus cota hacia el norte. Los procesos de erosión son más intensos por la zona limítrofe de este sector levantado, asociado a los cauces de los ríos Cabañas, Moa, Cayo Guam y Jiguaní y su sistema de afluentes.

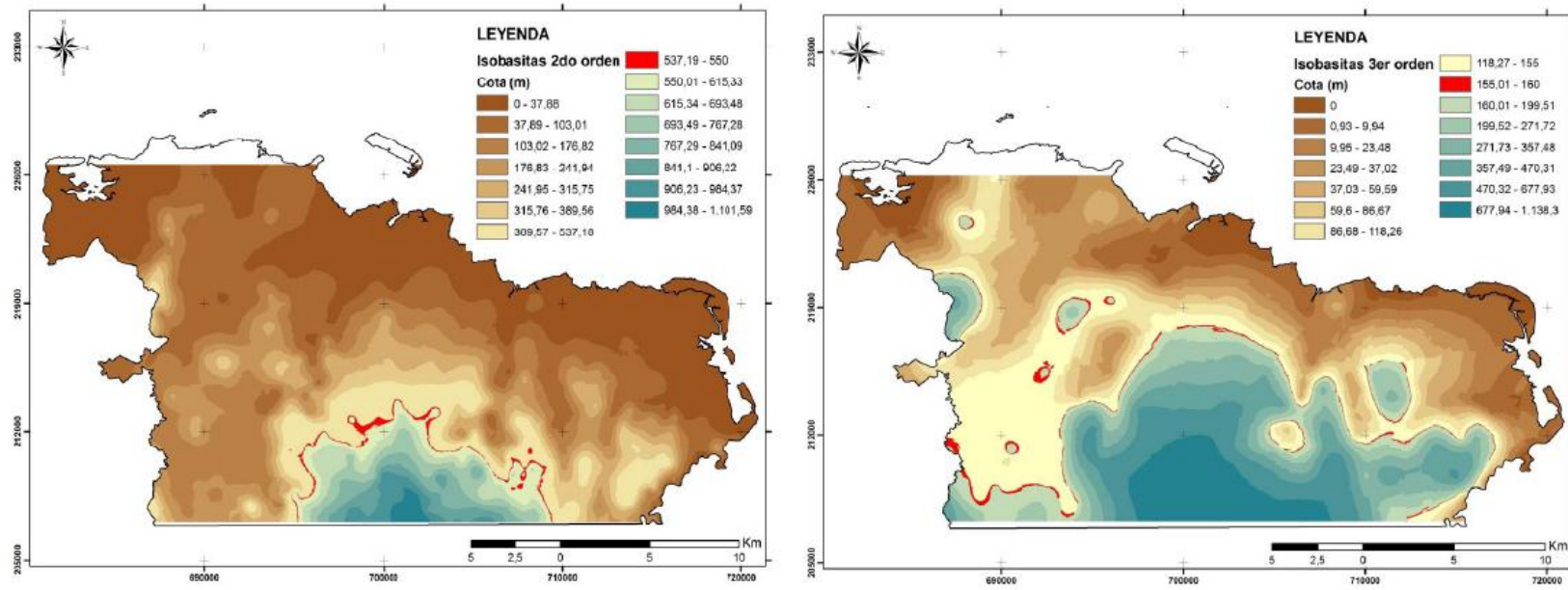


Figura 5 Mapa de isobatas de 2do y 3er orden (Escala original 1:25 000).

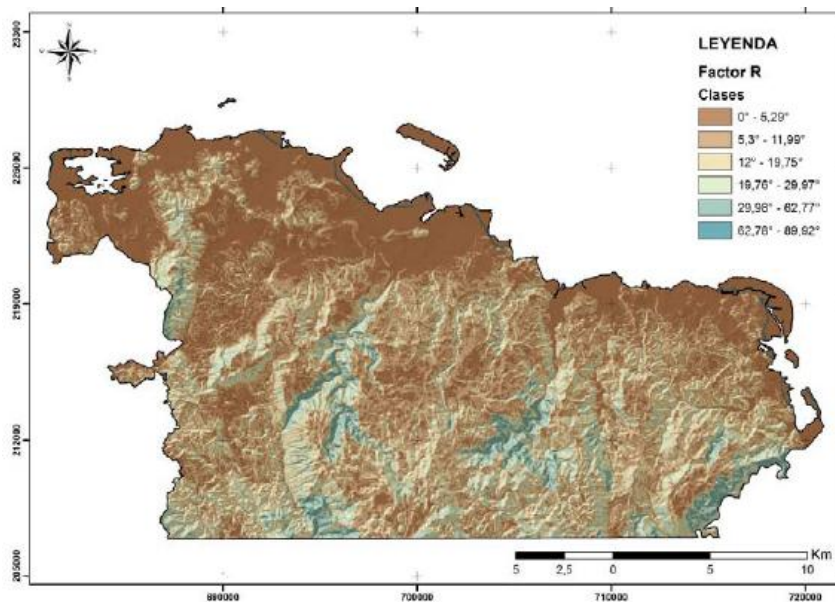


Figura 6. Mapa del índice del relieve R (escala original 1:25 000).

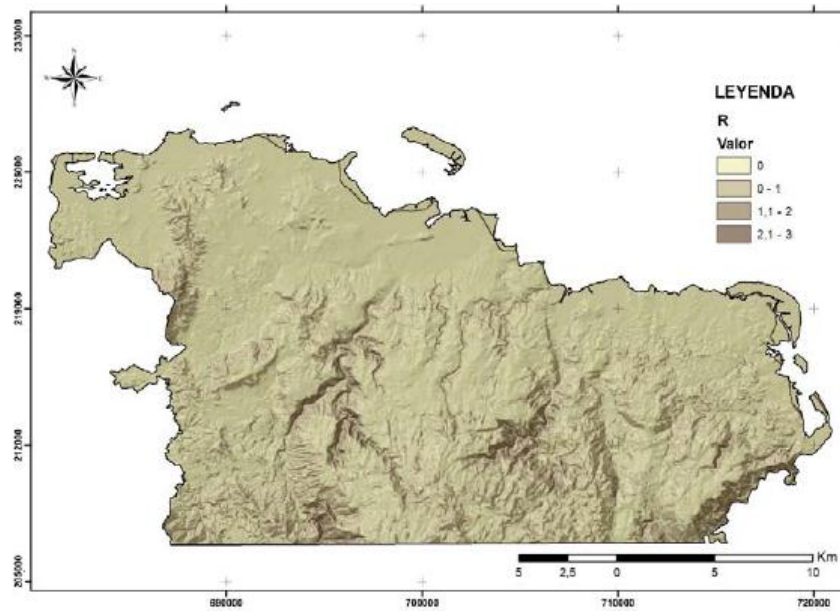


Figura 7. Mapa del índice del relieve R reclasificado (escala original 1:25 000).

Tabla 6. Caracterización del factor R del mapa

Clases de pendientes (grados)	Número de pixel	Porcentaje del área total
0-5,29	280 011	32,03
5,30-11,99	269 446	30,82
12-19,75	183 081	20,94
19,76-29,97	99 279	11,36
29.98-62,77	39 543	4,52
62,78-89,92	2 811	0,32

Erosión potencial de los suelos

Tabla 7. Caracterización de los grados de la erosión potencial

Clases (cm)	Descripción	Cantidad de píxeles	% del área total
0 - 10	Suave	641 147	74,20
11 - 22	Media	41 644	4,82
23 - 32	Fuerte	149 901	17,35
33 - 93	Muy fuerte	31 418	3,63

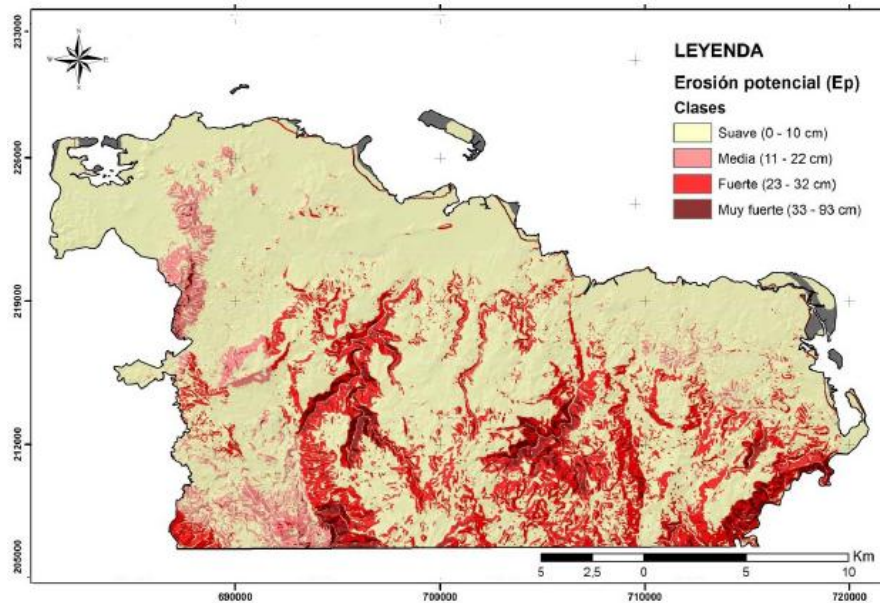


Figura 7. Mapa de la erosión potencial (Ep) de los suelos (escala original 1:25 000).

La erosión potencial de los suelos (EP) demuestra la influencia del grado de erosión potencial. El grado de la erosión potencial se clasifica mediante una operación en ArcGis 9.3, donde se clasifica en clases siendo: suave (0-10 cm); media (11-22 cm); fuerte (23-32 cm) y muy fuerte (33-93 cm). Dentro de la categoría con el grado de erosión potencial suave (Figura 7) las áreas que son a bajos niveles de procesos erosivos no presentan el desarrollo de procesos erosivos. Algunos de los tipos de suelos que se encuentran dentro esa clase son: ferralítico rojo sobre caliza, húmico carbonático sobre marga, pardo sin carbonato sobre rocas básicas y ultrabásicas y pardo con carbonatos. Además, esa clase está asociada a los niveles bajos del relieve. Dentro de la clase media se puede revelar las áreas que tienen un nivel medio del relieve y entonces se puede denotar los tipos de suelos: pardo sin carbonato sobre rocas básicas y ultrabásicas, ferralítico lixiviado y pardo con carbonatos. La clase fuerte es donde el relieve aumenta y se encuentra el tipo de suelo ferralítico púrpura. En la clase muy fuerte el relieve es alto y también se revela entonces el ferralítico púrpura.

Conclusiones

Como resultado de la estimación de la pérdida de suelo por erosión en el sector norte del municipio de Moa se determinó que los suelos formados sobre rocas ultrabásicas y rocas básicas son los que presentan las mayores susceptibilidades a los procesos erosivos como los ferralíticos púrpura.

La manifestación de los procesos erosivos intensos en el área está condicionada por los sistemas de fallas activos, así como por la zona de Centeno, y los bloques morfotectónicos de mayor levantamiento en el territorio como el Cerro Miraflores.

La acción antrópica influye de forma negativa provocando la intensificación de los procesos erosivos a través de los diferentes tipos de suelos, la construcción de caminos, la explotación de cantos rodados en los cauces de los ríos que aumenta la erosión laminar, sin embargo, la de más relevancia es la actividad minera, que resulta la actividad económica predominante en el municipio.

Al evaluar las tasas de pérdidas de suelos por erosión mediante el uso del Sistema de Información Geográfica se permite evidenciar las áreas del municipio que son más susceptibles a los procesos erosivos, como las cuencas hidrográficas de los afluentes de los ríos Cabaña, Moa, Cayo Guam y Jiguaní.

Referencias bibliográficas

- ARIOSO, J. & DÍAZ, R. 2001: Modelos de yacimientos minerales: tipologías y aplicaciones *Minería y Geología* 18(2).
- CABRERA J. 2005: El catastro ingeniero-geológico y geoambiental de la provincia de Pinar del Río, una herramienta novedosa en la gestión de información georeferenciada. En: VI Congreso Cubano de Geología y Minería. Geomática. La Habana.
- DEL VAL, J. 1987: Factores que controlan los procesos de erosión sedimentación. *Riesgos Geológicos*. Serie Geológica Ambiental. ITGE, Madrid, p. 20-33.
- FOURNIER, F. 1960: Climat et erosion. La relation entre l'érosion du sol par l'eau et les précipitations atmosphériques. Press Univ. de France, 201 p.
- OFICINA NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. NC 36: 1999: Erosión de los suelos.
- OLIVA, G.; LUIS, E.; SÁNCHEZ, E. A.; HERNÁNDEZ, J. R.; PROPIN, E.; BUZNEGO, E.; LORENZO, A. C.; MON, M. & AZCUE, A. 1989: Nuevo atlas nacional de Cuba. Instituto de Geografía de la Academia de Ciencias de Cuba.

OLIVER, J. E. 1980: Monthly precipitation distribution: A comparative index. *Professional Geographer* 32(3): 300–309.

WISCHMEIER, W. H. & SMITH, D. D. 1978: Predicting Rainfall Erosion Losses. Agriculture Handbook 537. United States Department of Agriculture. Science and Education Administration. 58 p.