

TS 6-01

T-75

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA y MEDIO
AMBIENTE

INSTITUTO DE GEOGRAFÍA TROPICAL

**ANALISIS DE LA EROSION HIDRICA EN LA
CUENCA DEL HANABANILLA.**

Tesina de Diplomado

Autora: Lic. Hilda M Alfonso de Anta.

Tutores : MSc. Tatiana Geler Roffe.
MSc. Emilio Escartin

La Habana, 2001

Indice

Agradecimientos	
Resumen	
Listado de tablas	
Listado de figuras	
Listado de Anexos	
Introducción	
I- Características actuales del medio ambiente.	4
II- Metodología de la Investigación	21
III- Resultados y discusión.	26
Conclusiones.	34
Recomendaciones	34
Bibliografía	35

Agradecimientos

Deseo dedicar este trabajo a quienes dejo de atender en múltiples ocasiones por dedicarme a mi superación y a mi trabajo

Deseo expresar mi agradecimiento a los profesores del diplomado, a mis compañeros de trabajo en general , los cuales me han ayudado de una forma u otra respondiendo mis dudas en otras con su apoyo y con sugerencias, en especial a mi tutora y amiga Tatiana Geller, la cual me ha exigido mucho en mi trabajo , me ha criticado,pero me ha enseñado muchos aspectos de la investigación.

A las compañeras de la biblioteca que me han buscado la información solicitada con la mayor rapidez posible e incluso sugerido otras.

Resumen

La investigación trata sobre la erosión hídrica en la cuenca del Hanabanilla como uno de los procesos perturbadores del equilibrio dinámico del sistema ambiental. El análisis ambiental de la cuenca como un sistema dinámico depende de las relaciones que se establezcan entre las condicionantes naturales (geológicas geomorfológicas y climáticas) y la actividad antrópica en el tiempo y en el espacio.

Se obtiene el mapa de susceptibilidad de la erosión, en la cual son representados cartográficamente los diferentes factores que condicionan e intensifican el proceso analizado utilizando algunas herramientas de los Sistemas de Información Geográfica. Se comprobó que la parte meridional de la cuenca especialmente al suroeste y al sureste se destaca por la intensidad de los procesos geomorfológicos activos.

Este análisis es de gran utilidad para la comprensión de la interrelaciones entre los procesos y los componentes del medio ambiente así como la respuesta dinámica del sistema ante la actividad humana; lo que permite utilizar este tipo de análisis sistémico como una herramienta de pronóstico muy poderosa en los trabajos de planificación y ordenamiento ambiental.

Listado de Tablas

Tabla No 1 Tipos de suelo y características

Tabla No 2 Características de los subtipos climáticos.

Tabla No 3 Embalses en la cuenca del Hanabanilla

Tabla No 4 Mapas utilizados en el análisis de la erosión hídrica

Tabla No 5 Alineamientos por Napes

Tabla No 6 Alineamientos por regiones Geomorfológicas

Tabla No 7 Alineamientos por formaciones geológicas.

Listado de Figuras

Gráfico No 1 Densidad de morfoalineamientos por napes

Gráfico No 2 Alineamientos por regiones geomorfológicas

Gráfico No 3 Alineamientos por formaciones geológicas.

Listado de Anexos gráficos

Mapa de tipos geomorfológicos

Mapa geológico

Mapa de susceptibilidad a la erosión hídrica

Introducción

La erosión constituye uno de los procesos perturbadores del equilibrio del medio ambiente como un sistema dinámico, en el cual se manifiesta la interrelación entre sus componentes. En el análisis sistémico de la erosión como problema ambiental revisten una gran importancia los factores que favorecen la misma, entre ellos los parámetros ambientales y los impactos provocados por la actividad antrópica analizados como elementos desestabilizadores del equilibrio en la cuenca, los cuales intensifican los procesos geomorfológicos activos y entre ellos la erosión.

La erosión es un proceso que ha sido ampliamente estudiado por diferentes autores tanto en nuestro país como en el extranjero.

Para este trabajo se tomó como objeto de investigación la cuenca del Hanabanilla. Esta área en la actualidad muestra un incremento de los niveles de erosión donde se señala que más del 65 % del territorio posee problemas de erosión de moderada a alta, y la profundidad efectiva predominante está entre los 50 y 90 cm; sin embargo la superficie con cárcavas sólo afecta aproximadamente a un 7%, aunque poseen una clara tendencia a la degradación, condicionada sobre todo por prácticas agrícolas inadecuadas (Luis Machín et al. 2000).

Objetivo principal

Análisis de las condiciones geográficas que influyen sobre la erosión hídrica en la cuenca del Hanabanilla.

Objetivos secundarios:

1. Conocer los factores geoambientales que han favorecido los procesos geomorfológicos activos en la cuenca del Hanabanilla.

2. Análisis de los impactos producidos en el medio ambiente que pueden intensificar la erosión del hídrica del territorio.

Para cumplimentar los objetivos propuestos se realiza una evaluación de la erosión hídrica como proceso geomorfológico mediante un análisis geosistémico, para lo cual se siguieron los siguientes pasos en la investigación:

1. Búsqueda bibliográfica sobre los procesos de erosión hídrica inducidos por la actividad antrópica.
2. Descripción de los procesos erosivos en la cuenca del embalse Hanabanilla.
3. Caracterización y descripción de los factores físicos y socioeconómicos que influyen en la erosión hídrica.
4. Análisis de la susceptibilidad a la erosión en la región de trabajo y su distribución espacial.
5. Elaboración de las recomendaciones para la disminución de los riesgos de erosión hídrica.

El reporte de tesis esta conformada por tres capítulos con la siguiente estructura: **Introducción**, **capítulo I** de características actuales del medio ambiente, **capítulo II**, de metodología, **capítulo III** de análisis de los resultados y **conclusiones y recomendaciones**.

Capítulo I- Características actuales del medio ambiente.

La cuenca objeto de estudio administrativamente se localiza en la vertiente norte del Macizo Guamuhaya, limitada al norte con el poblado de Manicaragua y por el noroeste con el poblado de Cumanayagua donde tributa al Río Arimao. Al sur se limita por el parteaguas principal del Macizo que pasa por el Pico San Juan. Esta cuenca tiene una gran importancia socioeconómica y que en ella se encuentra el Embalse Hanabanilla que se utiliza principalmente en el abasto de agua a la ciudad de Santa Clara.

Su extensión territorial es de aproximadamente 278.6 km², con alturas que van desde los 50m snm y 1140m en el Pico San Juan. Presenta una altura media de 75.06 m, su escurrimiento medio es de 37.6 x 10 m³ y la pendiente predominante es de 15° a 45°. La densidad del drenaje total es de 192.91 km² teniendo en cuenta los ríos permanentes e intermitentes

Constituye una subcuenca medianamente modificada, con clima Tropical estacionalmente húmedo, influenciado por el relieve de montañoso al suroeste, con presencia de zonallidad vertical que aporta condiciones de clima subtropical en las zonas más elevadas. Existen variaciones notables de precipitación anual y variaciones en los sistemas de vientos locales (Luis Machín, et al (2000)(inédito)

Se señala que los altos contrastes hipsométricos, las elevadas pendientes, los altos valores de disección, limitan la vocación del territorio fundamentalmente para un uso forestal y cafetalero, en muchos casos con aplicación de medidas antierosivas que protejan las pendientes de las pérdidas de suelo.

Entre los problemas referidos en el informe se plantea que a pesar de que las aguas del embalse Hanabanilla presentan un buen estado de conservación con todos sus parámetros dentro los valores permisibles del agua potable, se han reportado asentamientos donde el agua presenta coliformes totales y fecales por encima de la norma para el consumo, sin el debido tratamiento. Se señala la Despulpadora El Nicho como la posible fuente contaminante de mayor incidencia

en toda la cuenca. donde se encuentra uno de los núcleos poblacionales mas importantes de la zona además de Crucecitas y el Mamey.

Características Geólogo-Geomorfológica.

Teniendo en cuenta la interrelación existente entre el relieve y el substrato rocoso sobre el que fue elaborado, se sintetizan en este epigrafe las características geológicas principales, a partir de los informes de Stanik et al (1981), Pardo, M. (2000), Millán, G. (1990,1997)

Entre los aspectos más relevantes lo constituyen la clara demarcación del límite del macizo así como del centro estructural de la Cúpula de Trinidad, topográficamente más elevado y menos metamorfizado, constituido por rocas de la Fm. San Juan. Esta clara diferenciación se halla influida por el levantamiento local del basamento cristalino, conforme con la estructura antifórmica cupuliforme y cóncavo- isostática tardía del macizo reflejada en los datos sismológicos. Dentro del macizo también se diferencian las zonas estructuro faciales Trinidad y Manicaragua.

Estas rocas en general han estado sometidas a un metamorfismo dinámico muy fuerte, originando el plegamiento y tectonismo intenso de algunas secuencias estratigráficas como los esquistos metaterrígenos, lo cual se constata en los alrededores de Boquerones, en las elevaciones del noreste de la cuenca donde se observaron pliegues tumbados, frecuentes en todas las zonas de afloramientos de estas litologías. Son frecuentes los pliegues isoclinales de rumbo 300 y convergencia al sur (Stanik et al 1981 en Pardo, M (2000),citado por(Machín et al 2000)

El macizo presenta una compleja estructura interna dada por la presencia de nappes y escamas tectónicas de distintos órdenes y generaciones debido a la ocurrencia de 5 ó 6 fases de plegamiento superpuestos de distintas tendencias, todo ello vinculado con el proceso metamórfico. La fase de plegamiento más importante es la segunda, relacionada con pliegues apretados que llegan a ser

kilométricos, una esquistosidad metamórfica, una lineación tectónica prominente orientada al noroeste y con la génesis de las dos megaestructuras antifórmicas que caracterizan al macizo (Millán, 1990, 1997).

En el tercio superior de la cuenca donde se encuentran el primero y segundo nape predominan los complejos carbonatados, carbonatado silíceo, donde los mármoles y esquistos carbonatados de la formación San Juan ocupan la mayor extensión del territorio. En segundo lugar predominan en estos napes las secuencias terrígenas como cuarcitas metasilíceas, esquistos metaterrígenos representados por cuarcitas metasilíceas y metasilíceas, esquistos verdes metavulcanógenos situados en la parte occidental y central de la cuenca.

En la parte media e inferior de la cuenca donde se encuentran el cuarto y quinto nape la distribución litológica del corte es más heterogénea integrada por el complejo metavulcanógeno-terrígeno con rocas calcáreas, silíceas, limo-arcillosas, clásticas y vulcanógenas además de anfibolitas con diferentes granulometría y composición, rocas metamórficas, vulcanógeno - sedimentarias, terrígeno-carbonatadas y carbonatadas, preeozoicas, Jurásicas y Cretácicas.

En el cuarto nape predominan las rocas carbonatadas aunque alternan secuencias de areniscas conglomerados y arcillas. Mientras que en el quinto nape está conformado por el complejo anfibolítico integrado por anfibolitas y hornblenditas y las secuencias terrígenas citadas. En el sexto nape se encuentran los granitoides de Manicaragua.

Millán, 1997 en Pardo, 2000 señala la presencia de rocas básicas (basálticas), de un magmatismo recurrente con tendencia alcalina, que ocasionalmente alcanzan varias centenas de metros de potencia (Esquistos Verdes, Felicidad y otros del Jurásico, y Fm. Yaguanabo, del Cretácico) y pequeños cuerpos de ultrabasitas serpentinizadas, gabros y diabasas, a veces íntimamente asociados entre sí, metamorfizados y deformados, conjuntamente con las rocas de caja.

En la zona estructuro facial Trinidad en la cual se halla la cuenca los autores anteriores (Millán, 1997 en Pardo, 2000) señalan el metamorfismo inverso, por lo cual sus bordes están más metamorfizados que en su parte central ya que fueron metamorfizadas en condiciones de alta presión las magmáticas básicas fueron convertidas en rocas eclogíticas, granatíferas y anfibolitas granatíferas con una zonación invertida mientras que las secuencias escamadas inferiores, tienen menor grado de metamorfismo y los buzamientos de la foliación son más pendientes en los centros que en la periferia como lo atestiguan las rocas metamórficas. El rumbo de la misma es aproximadamente paralelo a los límites de las cúpulas, lo cual concuerda con las mediciones realizadas en nuestros itinerarios.

Pardo (1992) citado en Pardo (2000), reconoce además diferentes sistemas de fracturas y fallas de poco desplazamiento, principalmente posteriores al metamorfismo con disposición radial asociado con la elevación dómico-isostática tardía del terreno metamórfico y que se refleja en los morfoallneamientos.

Caracterización de los tipos de relieve existentes en la Cuenca

La cuenca estudiada presenta un relieve con variaciones altitudinales entre 50m snm y 1140m en el Pico San Juan, morfológicas y dinámicas condicionado por sus particularidades morfoestructurales. Las zonas más elevadas se encuentran en la parte meridional de la cuenca y principalmente hacia la parte sur occidental. Su altimetría disminuye hacia la parte septentrional existiendo escalones morfológicos de llanuras y alturas bien expresados en el relieve.

El bloque hórstico carsificado situado en el nape superior sufrió ascensos neotectónicos destacándose en gran medida del resto de la cuenca desde el punto de vista morfoestructural, con un drenaje subterráneo y entidad propia con suelos escasos y una vegetación xerofítica, la cual debido a la altura y a las condiciones de aislamiento tiene grandes diferencias con la vegetación circundante.

condiciones de aislamiento tiene grandes diferencias con la vegetación circundante.

Ignatiev, G y Mateo J, 1975 señalan que los rasgos de la estructura tectónica y de la desmembración erosiva de estas montañas se manifiestan en su estructura zonal. por lo cual se destaca la parte interior del macizo donde predominan las montañas con climas entre 700 y 880 metros de la parte periférica de la montaña la cual presenta un relieve de colinas y de montañas bajas con alturas promedio de 400 a 500 m snmm. Además señalan que predomina el relieve erosivo y erosivo cársico.

Portela et al, 1989, diferencian Montañas bajas blindadas, monoclinales, carsificadas, con alturas entre 900 y 1200 m; Montañas pequeñas en cadenas monoclinales carsificadas con alturas entre 500 y 800 m; Montañas bajas de bloque, diseccionadas, con alturas entre 700 y 800 m. como promedio

Ignatiev, G y Mateo J, 1975 y Portela et al, 1989 señalan que las cimas de las montañas de la franja exterior coinciden con el nivel de una antigua superficie de planación con corteza de intemperismo roja en las cimas y condiciones favorables para la formación de los suelos.

Alfonso de .H Anta en Luis Machín JA; et al (2000 basado en Portela et al, 1989 considera la existencia de los siguientes tipos de relieve, teniendo en cuenta los niveles hipsométricos

- Montañas bajas y pequeñas (600-1000m)
- Submontañas (300-600m)
- Alturas (120-300m)
- Llanuras (80-120m)

En la cuenca se pueden distinguir de sur a norte, las Montañas bajas y Alturas medias, así como las Llanuras medias y altas, erosivas, de zócalo, elaboradas sobre los granitoides y otras rocas intrusivas y las Submontañas.

Las montañas se hallan por encima de 600 metros y ocupan las cotas más altas del relieve elaboradas sobre las rocas carbonatadas y terrígenas del Jurásico al Cretácico situadas en los napes superiores. Las Montañas bajas, blindadas, monoclinales carsificadas, constituyen el nivel geomorfológico superior, que se encuentra por encima de los 900 metros (el Pico dominante: San Juan alcanza los 1140 m), presentan cimas redondeadas y subredondeadas.

Estas montañas han sido elaboradas sobre los mármoles de la formación San Juan, del Jurásico superior, conformando el llamado casquete cársico situado en el piso morfoestructural superior que corresponde al primer nape. Se distribuye en tres unidades, la que ocupa mayor área situada en el extremo suroccidental de la cuenca y dos unidades mas elaboradas sobre las mismas rocas pero con menores espesores en la parte central sureste.

Elas tienen una relación directa con la cuenca en la época de lluvia, en la que el agua corre en forma de arroyada superficial y cauces intermitentes hacia las Submontañas, pero en el resto del año el agua se infiltra y drena por vía subterránea. La potencia de estos estratos alcanza 40 metros, lo cual permite encontrar escarpas abruptas de gran altura en escalones, en ocasiones de 10 metros y más, relativamente estables. En la zona comprendida por este tipo de relieve existen mogotes como formas predominantes, además uvalas, dolinas, furnias, cuevas, sumideros, zonas de surgencias, valles intermitentes y como acumulación secundaria la travertina y los detritos y bloques originados por los derrumbes.

Las laderas de los mogotes son convexas, aunque existen partes de laderas cóncavas. Tienen dos orientaciones predominantes: N-S y NW-SE, sus límites concuerdan con morfoalineamientos dados por contactos tectónicos y fallas. En los de orientación longitudinal, en general presentan las laderas convexas hacia el oeste, excepto en algunos mogotes como el ubicado en Centro Cubano. En los de orientación sublatitudinal, predominan las laderas convexas hacia el SW y las convexas hacia el NE

Las montañas pequeñas en cadenas monoclinales, carsificadas, con alturas entre 600 y 800 m snmm conforman el segundo nivel geomorfológico y tectónico y rodean al nivel superior. Se encuentran en el segundo y tercer nape elaboradas sobre esquistos calcáreos intensamente plegados y metamorfozados lo cual favorece el desmembramiento de ellas. Sus cimas se encuentran en cotas de 851 y 859 m, presenta corazas estrechas de mármoles y vetas de cuarzo de pequeño espesor. y acimutes predominantes de N 130⁰ a N 150⁰ y son alargadas y estrechas. En las laderas predominan litologías poco resistencia a la erosión como los esquistos con acimutes de esquistocidad de N 330-130⁰, 320 - 120⁰, 350⁰ y grietas transversales en dirección N 240-40⁰, los cuales se midieron durante los itinerarios.

Las Submontañas presentan cotas entre 300 y 600 m constituyen el tercer piso morfoestructural y se encuentran en el tercer y cuarto nape sobre esquistos principalmente. Algunas de sus cimas se hallan elaboradas sobre los mármoles de la formación San Juan, cuarcitas y metasilicitas, así como esquistos anfibolíticos, los cuales son más resistentes a la erosión que los esquistos arcillosos y metaterrígenos; mármoles esquistosos y esquistos grafiticos, mármoles foliados y rocas carbonatadas que predominan en las laderas.

En las montañas que rodean el nivel superior, al igual que en las Submontañas, la disposición de las laderas cóncavas y convexas son similares, con excepción de algunas Submontañas y alturas de forma triangular, en las cuales las laderas convexas se localizan hacia la ladera meridional y suroeste

Las alturas medias presentan cotas entre 120 y 300 metros, las mismas se hallan elaboradas anfibolitas, dioritas, piroxenitas y otras areniscas conglomerados y limonitas, esquistos metaterrígenos; sus cimas se hallan sobre anfibolitas. Constituyen el segundo piso morfoestructural están muy diseccionadas, presentan un relieve complejo con pendiente superior al 40%, la disección vertical es mayor de 300 metros, mientras que la disección horizontal tiene valores de 2000 m/Km².

Las llanuras altas del río Hanabanilla y Arimao, constituyen el piso morfoestructural inferior, situadas en la parte norte de la cuenca, con alturas entre 80 y 120m, están sobre granitoides y otras rocas Igneas de composición ácida. En las partes más elevadas de las terrazas o sus cimas existen anfibolitas, horblenditas y esquistos cuarcíferos.

Suelos

Según E. Llerena en Luis Machín JA; et al (2000) se diferencian ocho tipos de suelos y los suelos predominantes en la cuenca son los Ferralíticos Rojos Lixiviados, se encuentran hacia el extremo suroeste y centro de la cuenca y al este, en manchas dispersas. Algunos han perdido entre el 25 y el 75 % del horizonte "A", por el uso agrícola intenso. Las características más detalladas de los tipos de suelos se pueden ver en la tabla No.1.

Los suelos Esqueléticos Naturales ocupan el segundo lugar en extensión y se localizan en zonas compactas al sur de la cuenca, otras menores al centro en los límites de la provincia Villa Clara, bordeando el río Hanabanilla.

Los suelos Pardos sin carbonatos, están situados al norte fundamentalmente, bordeando algunos sectores del embalse Hanabanilla.

Los suelos Ferralíticos Pardo Rojizos Típicos localizados fundamentalmente al sureste de la cuenca en los alrededores del asentamiento Manantiales, y en otras áreas dispersas en el centro y hacia el sur de la cuenca.

Los suelos Pardos Grisáceos Típicos se localizan al noroeste de la cuenca, localizándose en las partes más llanas de la cuenca.

Los Ferralíticos amarillentos ocupan áreas dispersas en la parte central de la cuenca.

Tabla No. Tipos de suelos y características.

Tipos de suelo	Áreas (ha)	Pen-dientes (%)	Potenci-al erosivo	Profun-didad (M)	Altura (M SNM)	Rocas	Textura y Uso.
Ferrali-ticos Rojo Lixiviados	9 435.503	16.1 hasta el 60%,	Alto	36-185 cm menos de 100 en zonas Cultivadas	400-900 M	Esquistos o pizarras cuarcíticas micáceas	Predominio de la fracción arenosa (> 0.2 mm).
Esquelé-ticos	6 027.1 71	15 hasta mayores de 60%	Alto	15 y 20 cm	Montañas y submon-tañas	Esquistos, mármoles y caliza	Textura de loam. Uso variado monte natural, café forestales y pinos
Pardos sin Carbona-to	3 01.1944	8 a 20%.	Media alta	Menores de 80 cm	Menores de 600 m snmm	Igneas medias esquistos o pizarras cuarcíticas micáceas.	Arcillosos Uso variado monte natural, plantaciones café forestales (pinos)
Fersialti-ticos Pardo Rojizos	2 752.7 11	30 a 45%	Poca a media	51 a 90 cm	600 a los 1 600 m	Calizas	Arcillosos Montes naturales, algunas plantaciones de café y otras áreas deforestadas.
Pardos Grisáceos	1 996.7 25	4 y 6%	Poca	poco profundos	Menores de 200 m	Cortezas de granodio-ritas	Textura loam arenoso hasta arenoso. Uso ganadería y al autoconsumo.
Ferrali-ticos Amarillen-tos	1 001.8 95	(30 - 60 %)	Media-na a poca		Alturas de hasta 700 m snmm	Esquistos o pizarras cuarcíti-cas	Uso montes naturales, las plantaciones de café y áreas de pastoreo.
Aluviales	799.2817	1.1 hasta 4%	Sin erosión	91 y 150 cm	Zonas llanas	Esquistos o pizarras cuarcíticas y otras rocas	Arcillosos y arcillo arenosos
Fersialti-ticos Rojo Pardusco Ferromag nesia-les	422.0 388	4 y 16%.	Media	25 - 50 cm),	Menores de 500 metros		Presenta pérdidas del horizonte A entre el 25 y 75 por ciento.

Los suelos Aluviales se localizan al norte de la cuenca y bordeando el río Hanabanilla desde el norte hasta el sur.

Los suelos Fersialíticos rojo parduzco ferromagnesiales se localizan hacia la parte norte del Embalse.

Caracterización climática de la cuenca del Hanabanilla:

La orientación NW-SE del eje orográfico principal del Grupo de Guamuhaya y su configuración provocan que su influencia sobre la circulación atmosférica sea marcada (Díaz et.al., (1983) en Luis Machín, et al (2000).

Estas montañas constituyen la zona de la región central de mayores promedios hiperanuales de lluvias; debido a que actúa como una barrera efectiva al flujo de los vientos alisios predominantes, los cuales tienen una mayor frecuencia en el período lluvioso, asociado al tipo de tiempo anticiclónico oceánico (Novo, 1977). La ladera norte donde se halla la citada cuenca es beneficiada hasta 25 % más de precipitaciones que la sur (Pérez y Barranco, 1977 en Luis Machín, et al (2000).

Las lluvias medias anuales oscilan entre 1 200 y 2 100 mm (Gagua et.al, 1989), con un comportamiento diferencial entre el período lluvioso 1 200 a 1 600 mm y mayores (Díaz et.al, 1989 Luis Machín, et al (2000) y el período seco 200 a 500 mm (Trusov et.al, 1989 Luis Machín, et al (2000). Las precipitaciones y la velocidad del viento variables climáticas tienden a incrementarse proporcionando mayor humedad a esta parte de la cuenca y menores temperaturas

.En la regionalización climática general de Cuba, la cuenca por su hipsometría y características climáticas se reconocen los subtipos 3 y 2 del clima montañoso con humedecimiento alto y estable, baja evaporación y temperaturas frescas, este clima es el más extendido, dominando los tercios superior y medio de la cuenca. En el tercio inferior el clima es más cálido y menos húmedo,

correspondiendo al de llanuras y alturas con humedecimiento estacional relativamente estable, alta evaporación y altas

Tabla No.2 Características de los subtipos climáticos

Variables	Indicador	Subtipo 2	Subtipo 3	Subtipo 4
Espacial	Ubicación	Tercio superior de la cuenca.	Tercio medio de la cuenca	Tercio inferior de la cuenca
Geomorfológica	Hipsometría	H> de 600 m snmm	300-600	80- 300M
Climáticas				
Precipitación	Media anual (mm)	1901-2200	1601-1900	1401-1600
	Coefficiente de variación anual	< 0,2	0,22-,0,22	0,23-,0,25
	Periodo lluvioso (mayo - octubre, % de la anual)	60-80	75-80	70-82
	Promedio de días con lluvias ≥ 1 mm	100-140	90-120	80-100
Evaporación	Media anual (mm)	1400-1600	1600-1800	1800-1900
Temperatura	Media anual ($^{\circ}$ C)	16-20	20-23	22-23
	Enero (invierno, en $^{\circ}$ C)	<16-20	18-20	20-21
	Julio (verano, en $^{\circ}$ C)	<20-22	22-24	24-26
Viento	Velocidad del viento predominante (m / seg.)	3,6-4,2	3,3-3,9	3,3-3,9
Características de los subtipos		Clima montañoso con humedad alta y estable, baja evaporación y temperaturas frescas		En llanuras y alturas más cálido y menos húmedo, con humedecimiento estacional relativamente estable, alta evaporación y altas temperaturas.

El Subtipo 2 se localiza en los territorios con alturas superiores a 600 m snmm y el Subtipo 3 se ubica en las llanuras y alturas. En general, las velocidades máximas del viento en esta cuenca se asocian a sistemas frontales, centros de bajas presiones extratropicales, tormentas locales, perturbaciones ciclónicas y huracanes., así como al régimen local de valle y montaña y la circulación de los vientos gravitacionales fuertes (Boytel, 1989 en Luis Machín, et al (2000).

En la zona ocurren lluvias intensas y vientos extremos durante el paso de los huracanes los cuales provocan eventos erosivos fuertes con derribo de árboles, inundaciones y grandes pérdidas económicas como el Huracán Lily; El embalse Hanabanilla se llenó y alivió por primera vez en 32 años de construido el día 20 de Octubre a las 5 a.m. alcanzando un volumen superior a los 290 millones de m³.

Desde 1785 hasta 1984 el territorio fue afectado por 57 huracanes de diferente intensidad, de ellos, 37 han ocurrido entre los meses de junio y noviembre, período de tiempo conocido como Temporada ciclónica (Rodríguez, 1989 en Luis Machín, et al (2000)

Según Vega 1989, la probabilidad de ser afectado el territorio por un huracán es de 35,9%. Por otra parte, atendiendo a la velocidad de los vientos se estiman 2, 4, 5 y 10% de probabilidad de ocurrencia de vientos con velocidades de 55,8; 48,0; 45,8 y 39,3 m/seg respectivamente.

Características hidrológicas de la cuenca del embalse Hanabanilla:

La cuenca de estudio se encuentra ubicada en la Región hidrogeológica Cienfuegos-Sancti Spiritus (Egorov, 1967). En esta cuenca es característica la distribución de rocas muy metamorfozadas de edad Jurásico medio-superior, efusivas e intrusivas, por lo que predominan los tipos de aguas de grietas de las capas y las de grietas de rocas filoneas.

Desde el punto de vista químico las aguas del embalse son bicarbonatadas cálcicas y sus fuentes alimentadoras de los iones predominantes son los esquistos carbonatados, cuarzo-cloríticos, mármoles y esquistos cloríticos, los mármoles, esquistos carbonatados y grafiticos, que a su vez son los más abundantes en la cuenca. La disolución de la calcita, aporta la mayor cantidad de los iones HCO_3^- y Ca^{2+} presentes en estas aguas. y el agua de lluvia es la fuente secundaria de varios iones, como Na^+ y Cl^- .

Dicha cuenca por encontrarse en una de las regiones montañosas de la parte central de Cuba, presenta un escurrimiento fluvial uniforme y bien distribuido condicionado por la distribución anual y espacial de las precipitaciones, lo que produce un humedecimiento más estable y homogéneo del territorio. Ver tabla No. que resume las variables hidrológicas en la región de estudio.

El territorio cuenta con dos embalses: Hanabanilla y Paso Bonito, ambos con similares propósitos de abasto de agua fresca y en el caso del Hanabanilla además con vistas a la generación de energía eléctrica. La cuenca del Hanabanilla presenta un área de 13.17 km², una altura media de 635 m s.n.m y un perímetro de 85.27 km como se muestra en la siguiente tabla. Según Matos K (1989), el embalse Hanabanilla posee una capacidad de almacenamiento de 292 millones de metros cúbicos

Tabla No. 3 Embalses en la Cuenca Hanabanilla.

Embalses	Area (Km²)	Perímetro (Km)
Hanabanilla	13.17	85.27
Paso Bonito	0.34	9.36
Total	13.51	-

Vegetación

La vegetación seminatural tiene la mayor representación del territorio y en algunas áreas menores aparece vegetación de tipo natural. Su estado general está muy relacionado con el uso del territorio y se puede decir que las medidas de recuperación son mas necesarias en las plantaciones forestales y de café que a la vegetación natural.

Fauna

La fauna sobresale por la riqueza de especies de aves, reptiles y mamíferos, los que no poseen programas para su manejo y conservación excepto en el Área Protegida.

Actividad Socioeconómica

Entre las principales producciones agrícolas se puntualiza que sobresalen por las áreas cultivadas el café, viandas, granos, hortalizas y frutales, los cuales generan impactos sobre el suelo, y en ocasiones se ubican sobre las franjas hidrorreguladoras del embalse. En la zona concurren otras actividades como pastoreo, turismo, pesca, manejo proteccionista, etc. y a su vez existen disímiles formas de tenencia: campesinos aislados, CCS, CPS, UBPC, empresas, corporaciones, etc. las cuales tienen diferentes exigencias con respecto al manejo sostenible del medio ambiente.

Asimilación económica del territorio

El territorio ha tenido diferentes etapas de asimilación en las cuales sus tierras han tenido diferentes usos y grados de transformaciones. En los datos aportados por Lima Casoria en Luis Machín J.A , et al 2000) se evidencia que en la etapa Aborigen o Prehispánico existía un panorama medioambiental de autodesarrollo y conservación natural en la cual los indios habitaban en cuevas, solapas, sitios rocosos cerca de los arroyos y ríos. Sus actividades económicas fundamentales eran la caza, la pesca, y la recolección,

En la etapa colonial los efectos ambientales en la zona no fueron de consideración a pesar de comenzarse la actividad minera a partir de 1512 según Edo (1943) y Pezuela (1866) en los ríos que bajan de Guamuhaya cerca del río Arimao. En esta etapa comienza la transformación sucesiva lento y poco agresiva del espacio (IGT, 1995) A pesar de las talas de árboles realizadas para los cultivos hasta la etapa de la república pueden considerarse como bajas las transformaciones ambientales experimentadas por el territorio.

De 1931 a 1958 se inicia un acelerado proceso de asimilación de la zona montañosa de la cuenca, con una sostenida expansión de la economía cafetalera, sumándose a las zonas ya parcialmente asimiladas nuevos territorios. Hacia finales de la década del 20 y principio de los 30 comienza el poblamiento de esta zona montañosa principalmente por campesinos desalojados por la gran expansión de los latifundios azucareros y ganaderos y la consecuente eliminación de los minifundios y de la pequeña propiedad dispersa.

Durante este etapa, la actividad agrícola alcanzó prácticamente todos los terrenos de relativo valor. Se sentaron, además, las bases para el modelamiento de la estructura socioeconómica de estos territorios, las producciones eran altas y la asimilación agrícola tuvo una expansión permanente, hasta nuestros días. Se produce un acelerado agotamiento de los recursos naturales por la degradación natural, consistentes esencialmente en el adelgazamiento de la cubierta de suelos. Las colinas premontañas se transforman en pastizales, aumentan las áreas de pastoreo y de transformaciones arbustivas en las alturas a costa de los terrenos de cultivos de subsistencia, y a la asimilación agrícola las montañas bajas. Las áreas de cafetales se mantuvieron en un estado relativamente estable.

Señala (Oro, 1996) citada por Lima Casorla en Luis Machín JA; et al, (2000). que en 1940 comenzó la reforestación por el silvicultor Armando Cañizares en la zona de Topes de Collantes, en donde lo único que existía en una cantidad grande eran pomarrosas. Se sembraron pinos, eucaliptus, caobas de Honduras y del Senegal. También se realizaron siembras de frutas propias de zonas templadas. como melocotoneros, manzanos, ciruelo, olivo, albaricoque, peral, almendro, etc. (Oro, 1996).

En 1953 comenzaron las labores de construcción del embalse Hanabanilla para el aprovechamiento hidroeléctrico de los ríos Hanabanilla, Negro y Guanayara, además de otras corrientes superficiales de menor importancia. Las zonas de inundación de los ríos eran utilizadas por la agricultura en pequeña escala. Algunas zonas de inundación eran destinadas para el pasto del ganado en la

estación seca . La parte inferior del valle de Jibacoa durante semanas y meses se inundaba debido a la escasa capacidad del Sumidero de Jibacoa, lo cual limitaba su uso. Con la construcción del embalse se solucionó, en parte, este problema y de esta forma se compensó, al menos parcialmente la pérdida de tierras altamente productivas de los valles de Sigüanea y Jibacoa Superior.

Entre los principales consecuencias de la construcción del embalse pueden citarse la migración de mas de 150 familias campesinas que habitaban en el área luego cubierta por el embalse, perdida de los suelos más fértiles de la región. En cambio permitió el aprovechamiento agrícola del valle inferior de Jibacoa. Aunque originó la pérdida las famosas cascadas (La Concha, La Gruta, La Víbora, La Sigüanea y Los Melones) abrió nuevas posibilidades para la recreación y el turismo además de la construcción del embalse se construyeron nuevos viales que permitieron un fácil acceso a la zona, hasta la fecha un formidable obstáculo para acceder a la región)

También induce la creación de un nuevo embalse (Paso Bonito),originó cambios importantes en la orientación productiva de la población local, así como en el uso de suelo, al menos en la zona comprendida en la franja de protección (tradicionalmente dedicada al cultivo del café),garantizó el suministro de agua de excelente calidad a las ciudades de Cienfuegos y Santa Clara, permitió el suministro de energía eléctrica a bajo costo necesaria para establecer industrias en la zona tributaria a Cienfuegos.

En la etapa de la Revolución en el Poder y la República Socialista ocurre en su inicio por diferentes causas la emigración progresiva de la población y comienza la cuarta etapa de asimilación económica, cuyo rasgo más relevante es la ejecución, por parte del gobierno cubano, de un conjunto de medidas dirigidas a establecer un proceso de recuperación de los recursos naturales y de reordenamiento económico de los macizos montañosos (Martínez y Durán, 1995).

Se organiza la ejecución inmediata de amplios planes de repoblación forestal en diferentes zonas montañosas del país, que en gran medida se encontraban utilizados para la explotación ganadera de bajos rendimientos. La política seguida fue la de tala racional donde la categoría del bosque lo permitía con mediata reposición y la realización de ordenaciones reiteradas del patrimonio forestal C.Oro, (1996) citada por Lima Casoria en Luis Machín JA; et al, (2000)

A pesar de los esfuerzos realizados, la imperiosa necesidad de alcanzar el desarrollo económico implicó, en algunos casos el agravamiento de los problemas ambientales heredados del capitalismo por la introducción de la forma intensiva en la ganadería, con razas de ganado que no requerían la sombra, lo que propició la continuación de la acción depredadora sobre la vegetación (1960-1966).y la siembra del café caturra en las montañas hacia 1967, junto a la continuación de los desmontes, Acciones que resultaron de un alto costo geoecológico.

Entre las principales acciones acometidas 1987 por el denominado Plan Turquino en el área de estudio se encuentran la asimilación de nuevas áreas para el cultivo del café, la creación de nuevos asentamientos y la apertura de nuevos viales y la reubicación de la masa ganadera bovina que se encontraba en zonas de fuerte pendiente y afectadas por la erosión, ofreciendo posibilidades de rehabilitación de las mismas

Entre los principales procesos de degradación y los impactos antes mencionados se destacan la deforestación: relacionada con el desarrollo de la actividad cafetalera, la ganadería, el autoconsumo y la extracción de leña con fines energéticos, el desarrollo de otras actividades impactantes como la minería, la ganadería, y el pastoreo con técnicas inadecuadas y la ejecución de viales sin proyectos adecuados a las condiciones de montaña.

Además de los impactos naturales los huracanes producen afectaciones en el relieve. Durante el huracán Lili se produjeron daños en la economía como

resultado de la aceleración de los procesos erosivo-acumulativos.(Martínez, et al. 1996 en Luis Machín JA; et al, (2000)

II- Metodología de la Investigación.

Para este estudio se considero como hipótesis que la erosión en la cuenca se intensifica debido a una estructura geológica y condiciones geomorfológicas desfavorables, unido al manejo inadecuado en los cambios en el uso del suelo.

A menudo la erosión es el resultado de la intensificación de la agricultura y la ausencia de los métodos de conservación adecuados con vistas a proteger los suelos contra la erosión y reducir sus pérdidas. Para desarrollar este estudio se tuvieron en cuenta las siguientes fases de trabajo:

- Consulta bibliográfica sobre los procesos de erosión hídrica inducidos por la actividad antrópica.
- Descripción de los procesos erosivos en la cuenca del embalse Hanabanilla.
- Caracterización y descripción de los factores físicos y socioeconómicos que influyen en la erosión hídrica.
- Análisis de la susceptibilidad a la erosión en la región de trabajo y su distribución espacial.
- Elaboración de las recomendaciones para la disminución de los riesgos de erosión hídrica.

Erosión hídrica

El concepto de Erosión según Del Val Melus ,1989 *"Proceso geológico constituyente del ciclo externo de erosión–transporte sedimentación derivado de la existencia de la atmósfera y de un potencial regulador de la gravedad"* Según la Oficina de Coordinación de las Naciones Unidas por erosión se entiende todo proceso de destrucción y remoción de partículas de suelo o fragmentos de rocas por la combinación de la fuerza de gravedad con el agua, el viento y organismos vivos, de forma tal que puede ser natural, manteniéndose

en equilibrio con la formación del suelo o acelerada en su intensidad por acciones antrópicas en estado de desequilibrio.

En su criterio al considerar que los factores que determinan el sistema de erosión son climáticos y geológicos y que de ellos se derivan interrelaciones con otros como la vegetación, la litología, las pendientes, los suelos, la organización y tipo de sistema erosivo. También considera que los factores a los cuales le denomina factores de control se hallan interrelacionados, tienen diferente peso en los diferentes rangos del proceso (escala espacial y temporal) y dan lugar a los sistemas morfogenéticos.

Considera que de estos sistemas o subsistemas morfogenéticos del modelado del relieve, el más importante es el fluvial ya que relacionadas con las cuencas fluviales se hallan los asentamientos de la gran mayoría de la población mundial, así como la agricultura y en dichas regiones la erosión del suelo puede tener una importante repercusión no sólo sobre la economía sino incluso sobre el futuro de la humanidad.

En nuestro criterio consideramos como factores condicionantes de la erosión los geológicos, geomorfológicos y climáticos, que al encontrarse dentro del sistema medio ambiente tienen interrelaciones con otros componentes del medio ambiente como la vegetación y la actividad antrópica desarrollada en el territorio.

Erosión fluvial o erosión hídrica (Del Val Melus ,1989) *“Se caracteriza por ser la acción del agua líquida en movimiento la principal responsable de los procesos de erosión y sedimentación”*

En el análisis de los factores se destaca la influencia de la vegetación en la reducción de las pérdidas de suelo y en la regulación del clima al reducir las temperaturas y disminuir la radiación solar directa sobre el suelo, por lo cual el clima juega un papel activo y el suelo un papel pasivo, aunque también son analizados por este autor el relieve y la tectónica. En cuanto al relieve manifiesta que las zonas de mayor energía cinética tienen una alta prolijidad a la erosión y

que la tectónica representa un factor añadido, ya que rejuvenece el relieve, por lo tanto aumenta la erosión y la producción de nuevos depósitos en zonas de alta energía además condiciona la situación y características de las principales cuencas de drenaje.

El sistema ambiental de la cuenca al ser dinámico depende de las relaciones que se establezcan entre las condicionantes naturales y la actividad antrópica en el tiempo y en el espacio. Pudiendo estar más cerca o más lejos del equilibrio dinámico en dependencia de la intensidad con que se desarrolla la actividad del sistema reflejado en los intercambios de materia, energía y organismos, dentro del sistema y los sistemas vecinos.

Teniendo en cuenta trabajos anteriores y visitas realizadas al terreno se observó el incremento en la profundidad y ancho de las cárcavas en determinadas áreas de la cuenca lo cual puede surtir la intensificación de los procesos erosivos en el territorio.

El método utilizado en la regionalización de la erosión hídrica está basado en la determinación de los factores que la condicionan y la intensifican mediante el método de las componentes principales.

Los datos utilizados fueron procesados y representados utilizando el Software MAPINFO. La mayor parte de los datos fueron tomados de trabajos precedentes como son los mapas geológicos, geomorfológicos, grado de cobertura y uso de suelo Luis Machin et al (2000). Además se elaboraron para este análisis otros mapas como son el tectónico, climático y el de sobrecorrimientos (napes) ver tabla No.1

Tabla No.4 Mapas utilizados en el análisis de la erosión hídrica.

Mapas	Mapas tomados del SIG del Hanabanilla	Mapas elaborados durante la tesina
Mapa Geológico	x	
Mapa de regiones Geomorfológico	x	
Mapa de uso del suelo	x	
Mapa de pendientes	x	
Mapa de grado de cobertura vegetal	x	
Mapa Tectónico		x
Mapa de Napes		x
Mapa Climático		x

Se analizó la distribución espacial de los morfoalineamientos y las litologías en los napes y en las regiones geomorfológicas mediante la superposición de estos mapas, tablas y gráficos en Excel.

Los diferentes mapas utilizados en el análisis de superposición de capas se reclasificaron en 3 o 4 categorías. Durante la regionalización de la erosión se evalúa la susceptibilidad geológica geomorfológica y climática que posee este territorio. La susceptibilidad geológica se evaluó a partir de los mapas geológico, tectónico y el de napes. En la susceptibilidad geomorfológica se analizó la distribución espacial de las pendientes y la hipsometría del territorio. Los mapas de susceptibilidad geológica y geomorfológica son analizados en conjunto y la después se comparan con el mapa de grado de cobertura vegetal y al mapa de uso del suelo.

En el mapa de cobertura vegetal (MachIn et al 2000) se delimita en tres categorías. Las superficies cubiertas incluyen el bosque natural y los cultivos con carácter permanente (como las plantaciones de café y frutales) los cuales proporcionan una permanente cobertura del suelo y bajo nivel de agrotécnia.

Las superficies semicubiertas incluyen los forestales, los pastos naturales. Las cuales presentan una menor área foliar que las superficies cubiertas, necesitan

un bajo nivel de agrotécnia y no cubren de forma compacta la superficie del suelo, dejando espacios expuestos a la acción directa de diferentes factores externos.

Las superficies semidesnudas incluyen los cultivos menores. Son cultivos de carácter temporal, que en su ciclo vegetativo son exigentes para laboreo de la tierra, lo que provoca cambios en la estructura del suelo y durante la etapa de preparación, siembra y posterior a la cosecha, el terreno queda expuesto a los efectos directos de los factores externos. Presenta un alto nivel de agrotécnia aunque en comparación con el resto de las superficies la cubierta del suelo y el área foliar no son permanentes.

Las superficies desnudas incluyen las áreas deforestadas, carentes de vegetación y expuestas a la acción directa de los factores externos.

Durante la investigación se tomó parte de la información recopilada en los itinerarios de campo realizados para la ejecución del proyecto citado. En los mismos se cartografiaron algunas zonas donde la erosión hídrica y otros procesos son activos. Se estudió la relación espacial de dichos procesos y los factores ambientales que lo propician y los impactos ambientales que los intensifican con vistas a establecer recomendaciones para su mitigación. Estas evidencias sirvieron de corroboración de los mapas realizados.

Capítulo III. Resultados y discusión.

Procesos geomorfológicos activos en la cuenca.

Dentro de los procesos geomorfológicos en el territorio estudiado se evidenciaron como activos la erosión, la carsificación y los procesos de pendientes, siendo más evidentes en la zona meridional.

En el análisis de la distribución espacial de los procesos en la cuenca y la estabilidad geomorfológica se han tenido en cuenta tanto la morfología de las

formas del relieve existentes como la intensidad de los procesos activos, apreciada en los cuatro pisos estructurales, los cuales constituyen los escenarios para el estudio de la estabilidad geomorfológica del territorio.

De forma general se puede observar que, al igual que en todas las zonas montañosas, en el área de trabajo, la intensidad de los procesos depende de la energía exógena acumulada, donde la fuerza gravitatoria juega un importante papel en el transporte de materiales de un nivel a otro. Las vías de transporte en su mayor parte son la red de drenaje, conformada por el río Hanabanilla, sus afluentes de menor jerarquía y la parte de los afluentes del río Jibacoa que actualmente drenan al embalse, por lo cual las montañas son las zonas más erosionadas.

Los morfoalineamientos constituyen direcciones preferenciales para el desarrollo de la erosión y otros procesos exógenos. En el mapa de morfoalineamientos se evidencia el predominio de las direcciones NE-SW, NW-SE y N-S, así como una mayor densidad de morfoalineamientos en la dirección NW no concordante con las direcciones de las fallas existentes en el territorio, pero concordantes con los límites tectónicos entre las escamas tectónicas o nappes.

Tabla No. 5 Alineamientos por nappes

Nappes	Cantidad	Area	Densidad
1	2	11.26	0.177600
2	43	41.85	1.02747
3	51	55.04	0.926598
4	82	71.43	1.14797
5	53	51.46	1.029926
6	80	47.31	1.69077

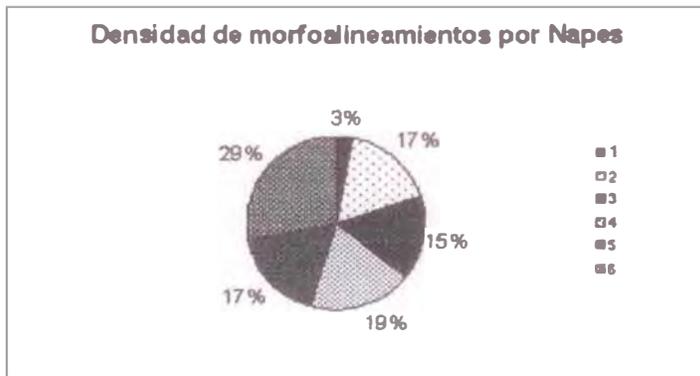


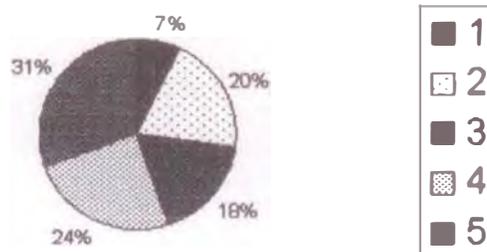
Grafico No. 1

Tabla No. 6 Alineamientos por regiones geomorfológicas

Regiones	Cantidad	Area	Densidad
1	12	27.66	0.433839
2	36	30.05	1.198
3	107	99.63	1.07397
4	106	72.4	1.464088
5	59	32.33	1.82493

Gráfico No.2

Alineamientos por Regiones geomorfológicas



Los morfoalineamientos tienen una mayor densidad hacia las partes centrales, SW y NW donde se encuentran el segundo, tercer y cuarto nape. La primera zona coincide con las montañas bajas blindadas (casquete cársico), correspondiendo con zonas de intensa fracturación tectónica activa y la segunda con las montañas pequeñas y las Submontañas. La última coincide con una zona submontañosa con presencia de anfibolitas muy fracturadas.

En el gráfico de densidad morfoalineamientos por napes (ver gráfico No.1) se constata la mayor densidad de morfoallneamientos en los napes 6, 4 y 5 .En el gráfico No.2 se evidencia que las montañas y submontañas poseen los valores mayores de densidad de morfoallneamientos. En el gráfico No. 3, las rocas que tienen mayor densidad de morfoallneamientos son las calzas estratificadas y foliadas, los mármoles, las cuarcitas, las metasilicitas, los plagiogranitos, las areniscas conglomerados y arcillas y los esquistos metaterrígenos

Tabla No.7 Alineamientos por formaciones geológicas

Formaciones	Cantidad	Area	Densidad
Anfibolitas	28	26.81	1.044386
Granitoides	2	10.98	0.18214936
Plagiogranitos	17	9.8904	1.71883846
Horblendita	2	2.389	0.837170
Esq Meta (hr)	7	5.5835	1.25538939
Mármoles(bq)	14	5.672	2.468265
Esq Verdes Metav(Yg)	12	4.6669	2.5713
Areniscas,conglomerados y arcillas(yb)	1	0.4489	2.227667
Cuarcitas y metasilicitas(Isb)	116	71.36	1.6255805
Marmoles y esq carb(SJ)	84	57.36	1.46443551
Calizas estratificadas y foliadas (Iq)	7	1.423	4.9191848
Esq Verdes Metavulcan(Fd)	10	8.4053	1.1897255
Esquistos metaterrigenos (Ich)	35	31.2	1.12179487
Meta areniscas cuarcíferas (LLm)	0	0.1092	0

En el análisis de superposición de los mapas elaborados se evidenció que las zonas de mayor susceptibilidad geológica para la erosión se encuentra hacia la parte central y meridional corresponde con los napes 2, 3 y 4, donde existen formaciones terrígenas cercanas a las zonas de fallas. La zona de mayor susceptibilidad geomorfológica se encuentra hacia el suroeste y la zona central meridional donde existen montañas y submontañas con pendientes mayores de 35°. Al superponer ambos mapas resultantes se observan grandes coincidencias lo cual corrobora la influencia ejercida por la estructura geológica sobre estos procesos

Alineamientos por formaciones geológicas

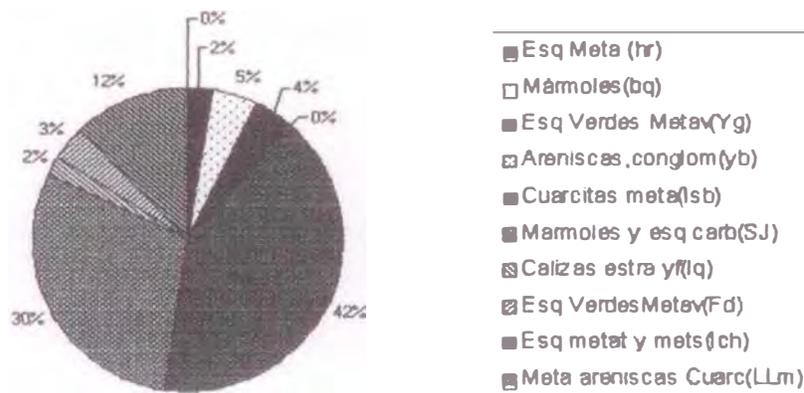


Gráfico No.3

Las alturas presentan en algunas ocasiones cárcavas y una mayor erosión de las mismas por problemas de uso inadecuado del suelo, favorecido por litologías deleznable y poco resistentes.

La actual distribución del nivel geomorfológico superior y de la formación San Juan, así como el menor espesor de dicha formación hacia la parte sureste de la cuenca (Millán Comunicación Personal), puede indicar el desmembramiento del mismo y un mayor ascenso neotectónico del segundo y tercer nape que el primero, lo cual favorece la erosión de las laderas las cuales están menos protegidas a la acción de este proceso que las cimas blindadas

En los recorridos efectuados dentro de las zonas de mayor actividad de procesos activos se destacan el suroeste de la cuenca, con existencia de derrumbes y caída de bloques como una respuesta dinámica del proceso cársico para restablecer el equilibrio en una zona con tendencia al ascenso. Estos procesos ocurren con poca influencia antrópica. Otra zona coincide con las montañas pequeñas elaboradas sobre esquistos, con laderas poco estables donde predomina la erosión regresiva de las mismas, existen cárcavas y deslizamientos al igual que en las Submontañas.

Hanabanilla se encuentra rodeada por pequeñas montañas del segundo piso morfoestructural y submontañas del tercero en las cuales coincide la ladera convexa hacia el embalse lo cual favorece la acumulación de sedimentos en el mismo, con lo cual disminuiría su vida útil. Por lo anterior se le debe prestar especial cuidado a la franja hidrorreguladora.

Factores ambientales que favorecen los procesos geomorfológicos activos en la cuenca del Hanabanilla y en especial la erosión hídrica.

Factores ambientales. Son los factores o condiciones naturales que condicionan o favorecen el desarrollo del proceso. Entre ellos tenemos geológicos, geomorfológicos y climáticos.

Factores Geológicos: Se dividen en litológicos y estructurales.

La desigual distribución de las diferentes tipos de litologías en la cuenca, los complejos carbonatados, el carbonatado silícico, el terrígeno, los granitos y el metavulcanógeno-terrígeno) con diferente resistencia a la erosión por sus propiedades ingeniero geológicas.

La amplia distribución de litologías terrígenas poco resisten a la erosión en la parte central y meridional de la cuenca.

La distribución en pisos morfoestructurales vinculados con la presencia de las estructuras de mantos-plegamientos alpinos en diferentes mantos tectónicos de distintos órdenes y generaciones, o nappes.

La ocurrencia de 5 ó 6 fases de plegamiento superpuestos de distintas tendencias, todo ello vinculado con el proceso metamórfico siendo la fase de plegamiento más importante la segunda, relacionada con pliegues apretados que llegan a ser kilométricos, una esquistosidad metamórfica y una lineación tectónica prominente orientada al noroeste y con la génesis de las dos megaestructuras

tectónica prominente orientada al noroeste y con la génesis de las dos megaestructuras

Las diferencias de la intensidad del metamorfismo sufrido en las diferentes zonas (los bordes de la zona estructuro facial Trinidad, están más metamorfizados que su parte central y los buzamientos de la foliación son más pendientes en los centros que en la periferia).(Metamorfismo inverso).

La posible mayor actividad neotectónica en la parte oriental meridional de la cuenca.

Factores Geomorfológicos

Las diferencias hipsométricas entre los pisos morfoestructurales que conforman la cuenca, la existencia de valores altos de las pendientes de las laderas, y la existencia de zonas geomorfológicas con poca estabilidad en las cuales se favorece la erosión

Climáticos

Las precipitaciones abundantes en el territorio favorecen la humedad de la cuenca necesaria para el buen desarrollo de la cubierta vegetal sobretudo en barlovento. Las laderas de sotavento son mas secas como se evidencia hacia la parte occidental meridional la cuales coinciden con las laderas convexas de los mogotes.

Las precipitaciones intensas en poco tiempo como durante el paso de ciclón Llli acelera la erosión lo cual se constató por Martínez, et al. (1996). Como resultante del evento se originaron cárcavas y modificaciones morfométricas en las cabeceras, bordes y cauces de las formas erosivas de órdenes inferiores y en los sistemas de terrazas bajas, planos de inundación y cauces de los valles de órdenes superiores, acarreando grandes volúmenes de sedimentos y materiales, los cuales favorecieron los fenómenos de inundación por 17 días

debido a la obstrucción sedimentaria de los conductos del drenaje subterráneo en los valles ciegos y poljas (Centro Cubano, valle de Jibacoa y otras depresiones).

Al comparar el mapa de susceptibilidad a la erosión con el de grado de cobertura se evidencia que existen grado de cobertura bajas en zonas de alta susceptibilidad a la erosión y al compararlo con el clima estas zonas se encuentran entre las de mayores precipitaciones.

Análisis de los Impactos que Intensifican los procesos geomorfológicos activos en la cuenca del Hanabanilla y en especial la erosión.

Entre las acciones y principales procesos de degradación de los geosistemas que se han verificado en el área estudiada en el informe anterior Luis Machín JA; et al, (2000) se destacan:

1. Contaminación hídrica resultante de los vertimientos residuales industriales (Despulpadoras de café), agropecuarios (vaquerías, cochiqueras, fertilizantes, pesticidas) y albañales (asentamientos y campamentos) sin tratamiento.
2. Destrucción o degradación de las fajas hídricas reguladoras de ríos y embalses
3. Destrucción o inexistencia de las zonas de protección de las fuentes de abasto, situación especialmente grave en la subcuenca Hanabanilla donde la mayoría de las fuentes de abasto a la población están altamente contaminadas.
4. Aumento de riesgos erosivos por el uso del suelo en cultivos no apropiados por productores individuales J. González (1999), a los cuales se le ha entregado tierras en usufructo en el espacio rural montañoso orientado al cultivo del café.

Dentro de ellas la segunda y la cuarta favorecen la erosión de la cuenca ya que estas morfologías como se ha señalado con anterioridad son muy sensibles a los

cambios por problemas de uso de suelo, ya que en ocasiones son poco estables.

Las laderas de las mismas tratan de restablecer el equilibrio dinámico ante la presencia de movimientos verticales mediante la erosión regresiva de las mismas y crear una pendiente más estable en las nuevas condiciones, por lo cual existe gran erosión en ellas, con presencia de cárcavas, así como movimientos de laderas en forma de deslizamientos y derrumbes. En las laderas y cimas están sembradas con pinos, estos al tener raíces poco profundas retienen poco el suelo y los sedimentos friables, a partir de los cuales se puede elaborar el mismo. La tendencia es a acumular los sedimentos en su base, como fue observado en los itinerarios al sur y nordeste de Guanayara

Muchas de las zonas con alta susceptibilidad a la erosión se utilizan en usos no adecuados incluso cultivos menores como yuca etc y las que están repobladas en ocasiones no se resuelve el problema ya que los pinos retienen poco la cubierta de suelo.

Conclusiones

Se comprobó que en la cuenca existen factores ambientales geológicos geomorfológicos y climáticos que favorecen la erosión en general y la erosión hídrica en particular.

La amplia distribución de litologías terrígenas poco resisten a la erosión y la existencia de las rocas en diferentes escamas tectónicas (napes)son condicionantes favorables a este proceso.

Los procesos geomorfológicos activos tienen una acción mas intensa en la parte meridional de la cuenca especialmente al suroeste y hacia el sureste.

Se corroboró que entre los impactos ambientales que intensifican la erosión hídrica del territorio se encuentran la deforestación y el uso no adecuado del suelo, con la introducción de cultivos anuales.

El análisis sistémico es de gran utilidad para la comprensión de la interrelaciones entre los procesos y los componentes del medio ambiente así como la respuesta dinámica ante la actividad antrópica; lo cual permite utilizar este tipo de análisis como una herramienta de pronóstico muy poderosa en los trabajos de planificación y ordenamiento ambiental.

Recomendaciones

Protección de la franja hidroreguladora de ríos y embalses.

Intensificar la repoblación forestal hacia la zona meridional de la cuenca y especialmente hacia el sureste.

Realizar trabajos de educación ambiental con los usufructuarios de la resolución 419 con el objetivo de mitigar la erosión de estas áreas.

Mantener los planes de reforestación en las zonas de pendientes medianas a altas.

Bibliografía

Egorov, S.V. 1967. Hidrogeología de Cuba. Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH) e Instituto Cubano de Recursos Minerales (ICRM)

Ignatiev , Grigori m. y Mateo ;José M., 1976 Factores de la diferenciación de las Montañas Bajas y Medias de Cuba (En el ejemplo de las Sierras de Trinidad del Rosario. Serie 7 Ciencias Geografía Universidad de la Habana No 14 de Octubre de 1976.

Luis Machín, J L et al 2000 Propuesta para el ordenamiento ambiental de la cuenca del Hanabanilla Instituto de Geografía Tropical CITMA (inédito)

Millán, G.,1990: Evolución de la estructura del Macizo Escambray, Sur de Cuba Central. Transactions of the 12th Caribbean Geological Conference, St Croix, U.S. Virgin Islands, Miami Geol. Soc., pp. 82- 94.

Millán, G., 1997: Geología del macizo metamórfico Escambray. En Estudios sobre Geología de Cuba. CNDIG, IGP, pp.272- 288.

Padilla, I., L. Lufriu y otros, 1993: Informe sobre los resultados del levantamiento aerogeofísico complejo a escala 1: 50000 en el sector Escambray, provincias Cienfuegos, Villa Clara y Sancti Spiritus. ONRM, La Habana.

Pardo, M. E., 1992: Caracterización geólogo- geofísica de las estructuras dómicas tardías en los macizos metamórficos Isla de la Juventud y Escambray, Cuba. Resúmenes de la 13ª Conferencia Geológica del Caribe.

Stanik, E, Mannour, R Chang, C. Vasquez et al 1981 Informe Levantamiento Escambray I (311 pág) MINBAS (Inédito)

Pardo, M. E., 2000: Interpretación geofísica con objetivos tectónicos en la cuenca del Hanabanilla. (Inédito) Dpto. de Geofísica Instituto de Geología y Paleontología MINBAS

Portela H, Díaz J L, Hernández JR 1989 Mapa Geomorfológico en Nuevo Atlas Nacional de Cuba

Mapa Geológico

577 000
+ 259 000

605 000
+ 259 000

N

578 000
+ 236 000



- Mármoles y esquistos carbonatados(sj)
- Cuarcitas metasilicitas(jsb)
- Esquistos metaterrigenos y metasilicitas(hr)
- Metareniscas Cuarcíferas(lim)
- Esquistos verdes metavulcanógenos(fd)
- Mármoles (bq)
- Mármoles foliados(icd)
- Anfibolitas(an)
- Plagiogranitos(pg)
- Graníoides(gd)
- Hornblendita(hb)
- Presas

Kilómetros
0 1 2

Tipos Geomorfológicos

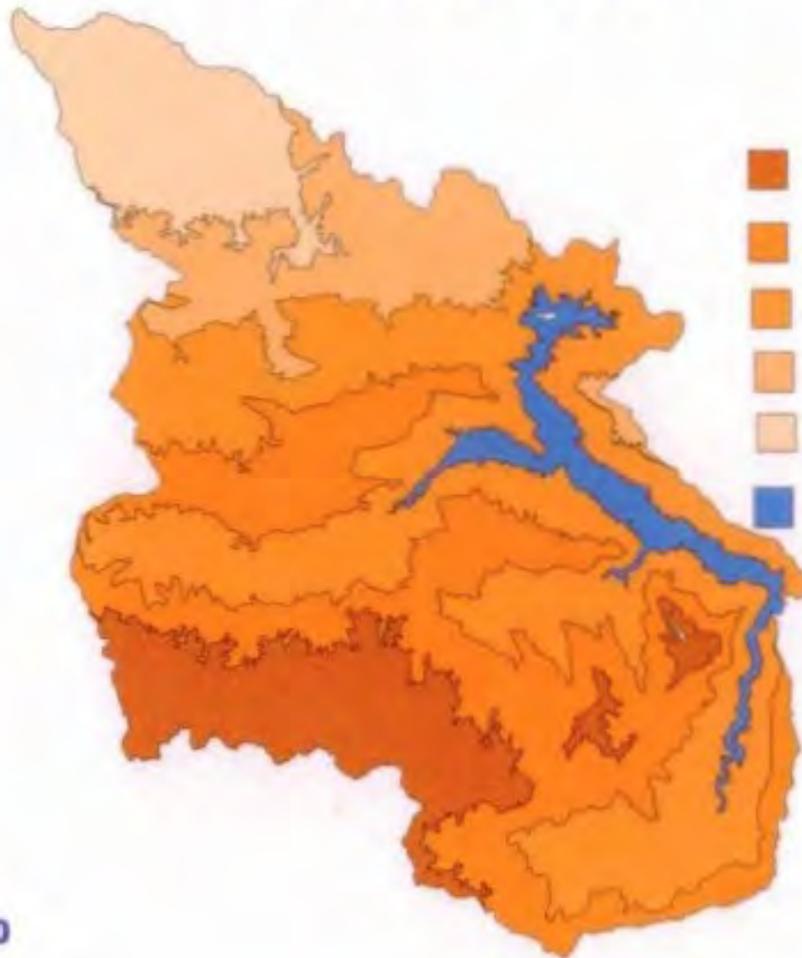
577 000
+ 259 000

605 000
+ 259 000



-  Montañas Bajas
-  Montañas Pequeñas
-  Submontañas
-  Alturas Medias
-  Llanuras Altas
-  Embalse hanabanilla

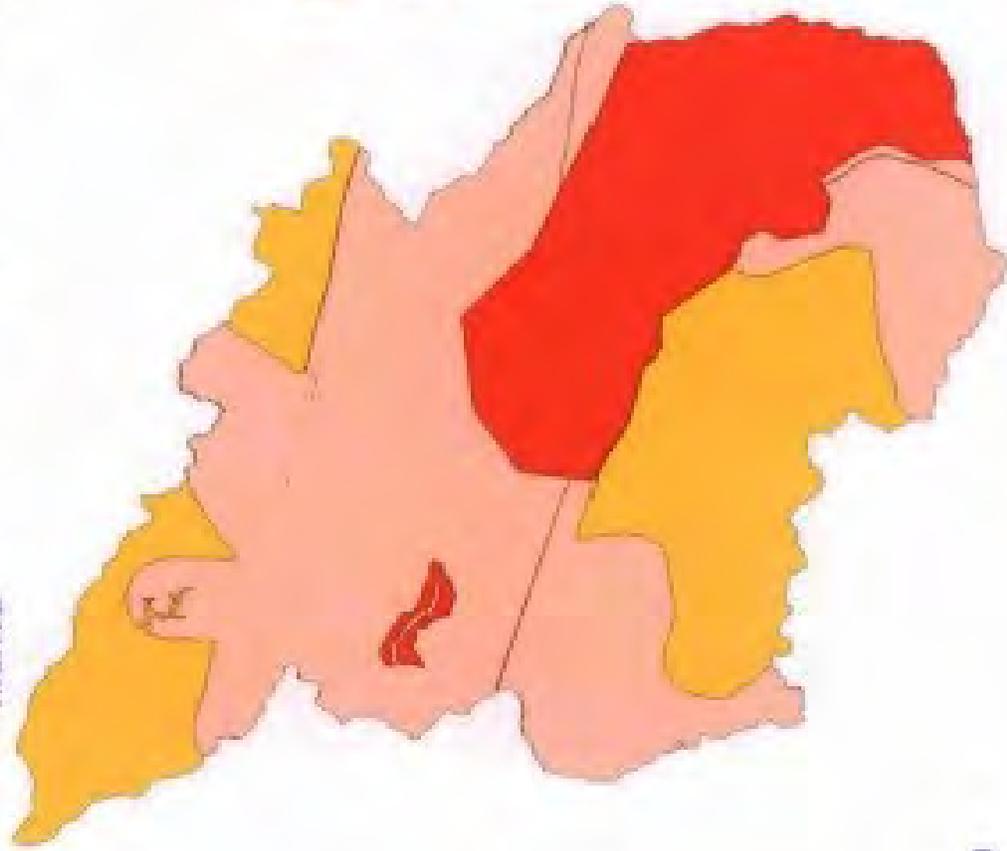
578 000
+ 236 000



Mapa de susceptibilidad a la erosión
hidrica

577 000
+ 259 000

605 000
+ 259 000



f

578 000
+ 236 000