

# ESTUDIO GEOAMBIENTAL DE LA CUENCA DE GUANABO. CUBA. APROXIMACIÓN A LA PROBLEMÁTICA DEL AGUA

JOSE DAMIAN RUIZ SINOGA, RICARDO REMOND NOA, JOSE JESÚS DELGADO PEÑA,  
ENRIQUE NAVARRO JURADO, RAFAEL CORTES MACÍAS  
*Universidad de La Habana (Cuba)*  
*Universidad de Málaga*

## RESUMEN

El diagnóstico de los recursos ambientales incluidos los hidrológicos, de un país, región o cuenca, es una tarea de primer orden, dada la importancia que tienen para el desarrollo socio-económico, especialmente en los momentos actuales donde se relaciona tanto determinados déficits ambientales como la propia crisis del agua, con las consecuencias directas del cambio global.

En Cuba, el manejo de cuencas puede dividirse en dos grandes etapas: la primera que comprende el período 1960–1985 que se caracterizó por un Manejo Sectorial especialmente dirigido hacia los sectores de los recursos hídricos, los recursos agroforestales y a la agricultura extensiva. La segunda etapa, comprende el período 1986–2004, donde, sin abandonar el manejo sectorial, se hace notar con más fuerza el llamado Manejo Integral, teniendo en la dimensión medioambiental el principal acicate. Unida a la variable pluviometría, hay una diversa disponibilidad temporal del recurso agua, y pese a las obras hidráulicas construidas para suplir su déficit, no ha podido evitarse que en muchas zonas del país existan en los últimos años dificultades de abastecimiento. La ocurrencia de años con lluvias inferiores a la media histórica, unido a su mal aprovechamiento, crean condiciones perjudiciales para la sociedad, la economía y el medio ambiente.

Bajo estos planteamientos, el objetivo del presente artículo es analizar las características geoambientales con especial interés en la problemática del agua en una zona especialmente sensible como es la cuenca de Guanabo, situada entre La Habana y el polo turístico de Varadero.

## ABSTRACT

Diagnosis of environmental resources including hydrological, for a country, region or watershed, is a major task, given the importance that have socio-economic development, especially at the present time which relates both certain environmental deficits and own crisis of water, with the direct consequences of global change.

In Cuba, watershed management can be divided into two major stages: the first covering the period 1960-1985 was characterized by a particularly directed towards sectors of water resources, extensive agriculture and forestry resources sectorial management. The second stage covers the period 1986-2004, where, without abandoning the sectorial management, it is

noted more forcefully the so-called comprehensive management, taking the main spur on the environmental dimension.

Coupled with variable rainfall, there is a diverse temporary availability of the resource water, and despite built to meet its deficit hydraulic works, not have been avoided exist in recent years supply problems in many areas of the country.

The occurrence of years below the historical average rainfall coupled with bad use, created conditions harmful to society, the economy and the environment.

Under these approaches, this article aims to analyze characteristics geoambientales with special interest in the problems of water into a sensitive area as it is basin Guanabo, situated between Cuba and the tourist pole of Varadero.

**PALABRAS CLAVE:** Riesgos naturales, Erosión del suelo, Usos del suelo, Hidrología superficial, Evaporación.

**KEYWORDS:** Natural risk, Soil erosion, Landuse, Surface hydrology, Evaporation.

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente estudio se enmarca dentro de una serie de proyectos de cooperación en el marco de la AACI, la AECI y la AECID, entre investigadores de las universidades de Málaga y La Habana, durante los años 2004 a 2010. A través de los mismos se ha realizado una evaluación y diagnóstico de los recursos ambientales y socioeconómicos de un área de especial interés como es la cuenca de Guanabo, situada al este de la capital cubana, entre esta y el polo turístico de Varadero.

Profundizar en el diagnóstico de los recursos ambientales incluidos los hidrológicos, de un país, región o cuenca, es en la actualidad una tarea de primer orden, dada la importancia que tienen para el desarrollo socio-económico, especialmente en los momentos actuales donde se relaciona tanto determinados déficits ambientales como la propia crisis del agua, con las consecuencias directas del cambio global.

El agua es uno de los recursos más críticos para el futuro de la humanidad, de ahí que la Asamblea General de la Organización de Naciones Unidas (ONU) estableciera como “Decenio Internacional del Agua” al período comprendido entre el 01 de enero del 2005 y el 31 de diciembre del 2015. En razón de ello, todos los países miembros de la ONU deberán desplegar políticas y acciones especiales para asegurar la disponibilidad y el uso racional de dicho recurso vital.

La Resolución indica que el Decenio ha de tener como objetivo principal ocuparse más a fondo de las cuestiones relativas al agua y de la ejecución de programas y proyectos sobre agua, con el fin de ayudar a alcanzar los objetivos relativos al agua acordados a nivel internacional y contenidos en el Pro-

grama 21, los Objetivos de Desarrollo de la ONU para el Milenio y el Plan de Aplicación de Johannesburgo.

El motivo de la elección de la cuenca de Guanabo como área de análisis reside en que, la unidad cuenca hidrográfica superficial (CHS), es uno de los marcos de acción más aceptados para el estudio integral de los recursos de una región, la cual como unidad de planificación y gestión, tiene gran importancia ya que reúne condiciones de unidad geográfica natural muy específica y con características muy particulares en cuanto al funcionamiento de sus componentes, siendo de fácil división interna tanto en fajas altitudinales como en subcuencas de diferente orden, dependiendo de los objetivos de la investigación a realizar. (Fernández, M., 2005).

En Cuba, el manejo de cuencas puede dividirse en dos grandes etapas: la primera que comprende el período 1960–1985 que se caracterizó por un Manejo Sectorial especialmente dirigido hacia los sectores de los recursos hídricos, los recursos agroforestales y a la agricultura extensiva. La segunda etapa, comprende el período 1986–2004, donde, sin abandonar el manejo sectorial, se hace notar con más fuerza el llamado Manejo Integral, teniendo en la dimensión medioambiental el principal acicate. González, I., (2003). Existe una gran variabilidad temporal en la disponibilidad del recurso agua, y pese a las obras hidráulicas construidas para suplir su déficit, no ha podido evitarse que en muchas zonas del país existan en los últimos años dificultades con su abasto. La ocurrencia de años con lluvias inferiores a la media histórica, unido a su mal aprovechamiento, crean condiciones perjudiciales para la sociedad, la economía y el medio ambiente.

La ordenación de los recursos hidrológicos es una cuestión básica para la estrategia del desarrollo sostenible, entendido éste como una gestión integral que busque el equilibrio entre crecimiento económico, equidad y sostenibilidad ambiental teniendo como mecanismo regulador a la participación social efectiva. No habrá sostenibilidad si no se conocen y tienen en cuenta debidamente todas las fases del ciclo del agua.

Bajo estos planteamientos, el objetivo del presente estudio es analizar las características geoambientales con especial interés en la problemática del agua en una zona especialmente sensible como es la cuenca de Guanabo, situada entre La Habana y el polo turístico de Varadero.

## **2. EL MEDIO FÍSICO**

### **2.1. Localización de las cuencas hidrográficas Guanabo e Itabo**

Las cuencas hidrográficas de Itabo y Guanabo se disponen en sentido latitudinal (23<sup>0</sup>00' a los 23<sup>0</sup> 10'), desde la divisoria de aguas central de la Isla,

al sur, representado aquí por las Lomas de San Francisco Javier, Tapaste y las Escaleras de Jaruco. Atraviesan en parte el vaciado del gran anticlinal Habana-Matanzas, que discurre longitudinalmente y paralelo a la costa, que cortan ambas corrientes fluviales, formando abras para desembocar en la ensenada de Sibarimar. Ambas cuencas están consideradas como cuencas pequeñas (menores de 200 km<sup>2</sup>), según la clasificación de González, I. (1999)

La cuenca del río Guanabo, ubicada en el límite nororiental de la provincia Ciudad de La Habana, limita por el Este con la cuenca del río Jaruco, al Oeste con las cuencas de los ríos Itabo y Tarará, al Sur con el escarpe de las Lomas de San Francisco Javier, Tapaste y de las Escaleras de Jaruco, y por el Norte con la ensenada de Sibarimar, donde forma un pequeño estero rodeado de mangle. Presenta una extensión superficial de 119.2 km<sup>2</sup>.

**FIGURA 1.**  
**ESQUEMA DE LOCALIZACIÓN DE LAS CUENCAS**  
**HIDROGRÁFICAS GUANABO E ITABO**



Su principal tributario, el río Guanabo, nace a dos kilómetros al sur de la presa La Coca, (23° 04' latitud norte y los 82° 07' longitud oeste) a 150 m de altitud sobre el nivel del mar. Discurre por las lomas de La Habana-Matanzas en dirección S-N, con una longitud de 22.1 Km. y presenta 5 afluentes. Desemboca en la ensenada de Sibarimar, (23° 10' latitud norte y los 82° 07' longitud oeste). (Comisión Nacional de Nombres Geográficos, 2000).

La cuenca del río Itabo, también denominado Jústiz o Boca Ciega, se encuentra en la vertiente Norte, ubicada al Oeste y Norte de la cuenca del río Guanabo, limita por el Oeste con la cuenca del río Tarará, al Este y Sur con la cuenca del río Guanabo y al Norte con la ensenada de Sibarimar en la cual desemboca.

La cuenca Itabo tiene una extensión superficial de 35,6 km<sup>2</sup> y su principal tributario nace en los 23° 08' latitud norte y los 82° 11' longitud oeste, a 75 m de altitud sobre el nivel del mar, desemboca en la playa conocida como Boca Ciega a los 23°10' de latitud Norte y los 82° 10' de longitud Oeste. Discurre en dirección SO-NE, con una longitud máxima superficial de 17 Km. (Comisión Nacional de Nombres Geográficos, 2000).

## **2.2. Características Geológicas**

Las cuencas fluviales Guanabo e Itabo ocupan desde el punto de vista geológico, el centro y borde septentrional de la estructura anticlinal Habana - Matanzas, en su porción occidental. Realmente, y desde el punto de vista geomorfológico se trata de una cuenca de vaciado de un anticlinal calizo, que en la actualidad son los límites norte y sur de la misma. (Navarro E., et al. 2006).

En el centro de este bloque occidental se localizan los valles anticlinales de Campo Florido y Jústiz, en el cual encontramos las rocas más antiguas del Cretácico y Paleógeno, hacia la banda Norte, se presenta una estructura monoclinial de cuevas aterrazadas, donde afloran las rocas carbonatadas de la cobertura del Neógeno al Cuaternario. (Navarro E., et al. 2006).

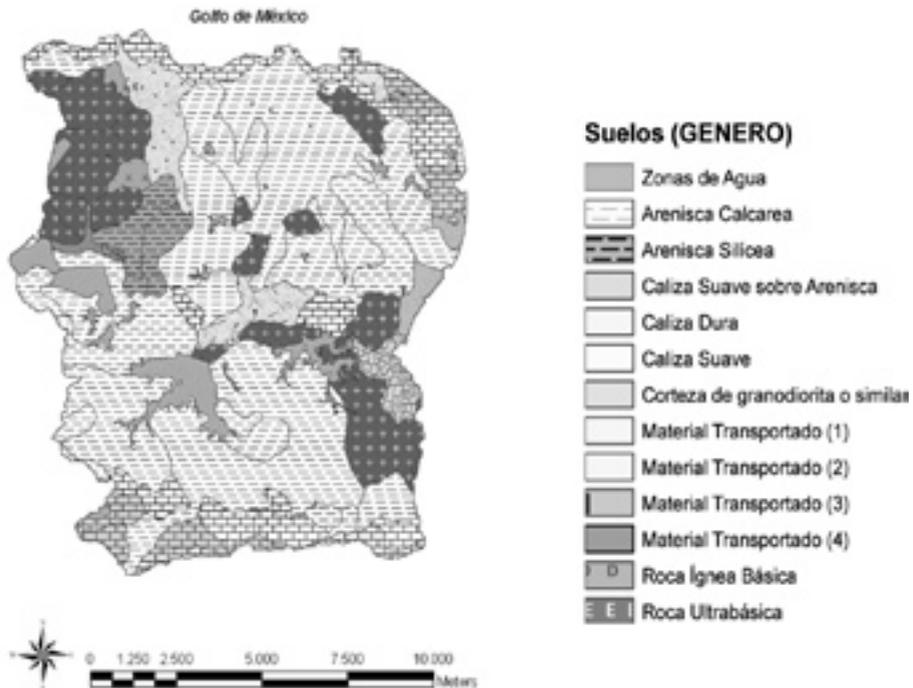
Hacia el borde sur de la cuenca Guanabo encontramos formaciones de calizas que reposan sobre areniscas calcáreas con intrusiones ultrabásicas que resultan muy interesantes desde el punto de vista hidrogeológico, pues en ellas hay acuíferos con importantes reservas de aguas subterráneas.

El territorio en general presenta una variada composición litológica determinada por diecisiete formaciones y dos depósitos, donde se mezclan rocas intrusivas, efusivo-sedimentarias, terrígenas, carbonatado-terrígenas y carbonatadas; de diversas edades.

Atendiendo a la evaluación Ingeniero-Geológica e Hidrogeológica tratada en el libro: *Contribución a la Geología de las provincias de La Habana y Ciu-*

dad de La Habana, del Instituto de Geología y Paleontología de la Academia de Ciencias de Cuba, las unidades lito-estratigráficas que se encuentran dentro del territorio quedaron agrupadas dentro de las siguientes formaciones.

**FIGURA 2**  
**SUELOS SEGÚN SU LITOLOGÍA**



- Formación Carbonatada. (Dentro de esta encontramos las Formaciones Güines,
- Cojímar, Vedado, Jaimanitas, Santa Fé, Capdevilla, Toledo y Príncipe).

La estratificación y el agrietamiento condicionan el desarrollo lineal preferente del karst, que da lugar a enormes cavernas fluvio-freáticas.

Su porosidad unida al intenso agrietamiento (casi siempre distensional) que presentan, ha condicionado un desarrollo considerable del karst. En estas

calizas se observa el desarrollo de la karsificación a favor de los poros y de las grietas, lo que da lugar a un complicado patrón de cavernosidad.

Hasta el momento los estudios han demostrado que la capacidad de infiltración de estas rocas es una propiedad altamente anisótropa, que varía entre límites amplios, lo que está relacionado con los canales hidráulicos del medio, que son de dos tipos: poros y grietas o cavernas. Esto condiciona un flujo de primer orden por grietas y cavernas, de tipo turbulento en muchos casos: y un flujo de segundo orden, laminar, a través de los poros. Estos fenómenos caracterizan el funcionamiento hidráulico de los macizos. En cualquier caso esta formación es la que mayor área de desarrollo tiene comparada con las restantes.

- Formación Terrígena. (Conformada por la Formación Vía Blanca).

Respecto a sus propiedades hidráulicas se pueden clasificar como impermeables los macizos formados con estas rocas, lo cual implica que son buenos para localizar embalses y para abrir excavaciones con pocas inversiones para drenaje. Sus taludes naturales son muy suaves, lo que unido a su perfecta estratificación hace recomendable cortar taludes artificiales también suaves, a fin de evitar deslizamientos y derrumbes.

- Formación Efusivo- Sedimentaria. (Formación Chirino)

Desde el punto de vista hidrogeológico las rocas vulcanógeno-sedimentarias son poco permeables; presentan más a menudo aguas de grietas en las partes superiores del corte intemperizado, con gastos rara vez mayores de un litro por segundo. Especial atención merecen las grietas grandes que pueden facilitar flujos de primer orden de las aguas.

- Formación Carbonatado-Terrígena. (Integrado por las Formaciones Peñalver, Tinguaro y Grupo Universidad.)

El Karst se desarrolla localmente, con excepción de las zonas llanas donde hay un notable desarrollo de procesos karsticos. Esto condiciona la capacidad de infiltración de las rocas. La mayor parte del área de desarrollo del karst en estos macizos coincide con lugares que presentan de media a buena permeabilidad y son acuíferos complejos con varios horizontes de aguas libres y con presión.

En las áreas sin desarrollo karsticos, o donde se encuentra el karst con desarrollo local, la permeabilidad de los macizos es despreciable.

## 2.3. Relieve

De acuerdo a las condiciones geomorfológicas del territorio encontramos varios tipos de morfoestructuras que serán descritas desde la costa hacia la

parte alta de la cuenca. En el borde Norte de ambas cuencas tenemos una superficie kárstica de origen marino, abrasivo-acumulativa compuesta por llanuras litorales que va desde muy bajas hasta media, muy suavemente inclinadas. Luego encontramos llanuras altas; denudativo-erosivas muy suavemente inclinadas con alturas entre los 60 y 70 m, las que antiguamente formaban terrazas marinas y que en la actualidad constituyen colinas kárstico-denudativas.

En esta superficie kárstica se encuentran varios niveles de terrazas marinas, las que producto de la presencia de rocas carbonatadas, cuentan con pequeños campos de lapiaces y grutas de origen marino y freático. Sobre su superficie se evidencian paleodunas que están asociadas a antiguas líneas de costas.

**FIGURA 3**  
**INCLINACIÓN DE LAS PENDIENTES**



En la zona de los cursos medio y superior de los ríos encontramos valles interiores anticlinales donde el relieve es de llanuras y terrazas fluviales, erosivo y erosivo-acumulativa en las partes bajas y hacia el centro del territorio colinas aisladas. En cambio, hacia el Sur del área se localizan una serie de

alturas medias denudativo-erosivas, con cadena de zócalos, colinosas y alturas grandes en cadenas, masivas, plegadas y diseccionadas, denominadas Lomas de San Francisco Javier, Lomas de Tapaste y Escaleras de Jaruco.

En toda la región juega un papel importante el componente litológico por la erosión diferencial, la cual ha dejado su huella en el relieve según la distribución de los diferentes tipos de rocas de muy diversa composición y complicada estructura. (Fernández, M., 2005).

## **2.4. Clima**

Cuba se encuentra bajo la acción de un importante centro atmosférico: el Anticiclón Subtropical del Atlántico Norte y por tal razón se sienten los efectos de una masa de aire tropical marítima. Esta influencia anticiclónica provoca una marcada estacionalidad de las precipitaciones, que se evidencia claramente en todo el territorio nacional, enmarcadas en dos etapas o períodos; uno lluvioso que comprende los meses de mayo - octubre y otro poco lluvioso en los meses menos cálidos de noviembre - abril, determinando de forma general para Cuba un clima Tropical estacionalmente húmedo y cuya simbología, según la clasificación de Köppen es Aw.

Estas características generales son igualmente representativas para el área objeto de estudio, quedando demostrado en la presente investigación después de analizar los datos de las diversas estaciones pluviométricas del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH) presentes en el territorio con datos que oscilan desde el año 1964 ó 1966 hasta diciembre del 2006. También se analizaron las estaciones meteorológicas más cercanas que son representativas de las cuencas, ellas son Casa Blanca que se encuentra localizada hacia el Oeste del área y que caracteriza las partes media e inferior de las cuencas y la estación de Tapaste, hacia el Sur, representativa de la porción alta.

Según el Nuevo Atlas Nacional de Cuba 1989, la Radiación Solar Global presenta valores de suma diaria de 16,5 MJ/m<sup>2</sup>, una insolación entre 2 700- 2 900 h/año, la temperatura media anual del aire oscila entre 24 y 26°C, la humedad relativa media anual del aire a las siete de la mañana presenta valores elevados entre 85 y 95 % y a las trece horas de 60 a 70 %, y los vientos dominantes son de componente noreste, la precipitación media anual entre 1 000- 1 600 mm y la evaporación media desde la superficie libre del agua oscila entre 1 800- 2 200 mm.

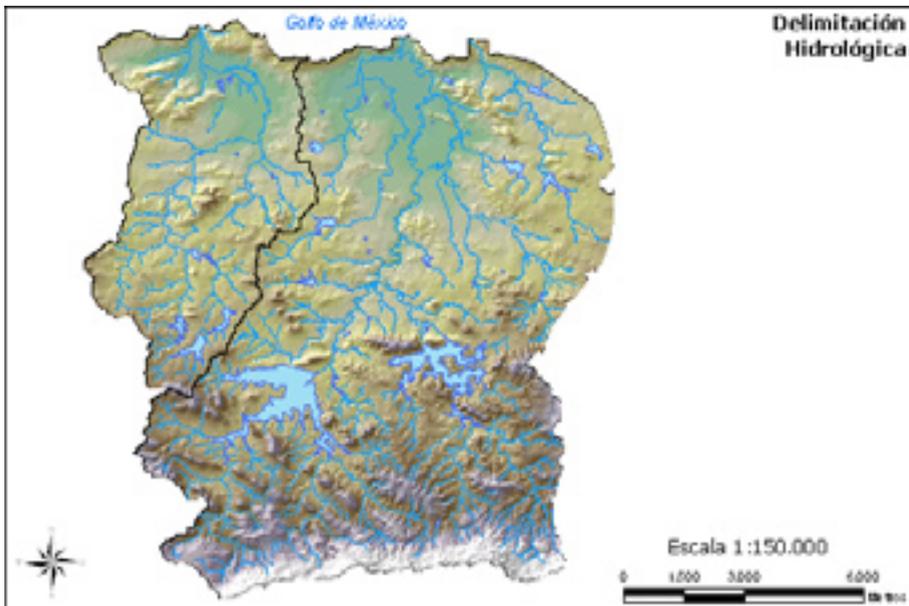
La lluvia presenta una marcada estacionalidad que varía en función de la época del año, la altitud y la distancia respecto a la costa, determinando para esta área características particulares. Durante los meses de mayo a octubre se manifiesta un incremento de las mismas desde la costa al interior, asociadas al mayor calentamiento hacia el centro de la Isla de Cuba y la formación

del cinturón de convergencia, que originan lluvias de carácter convectivas, en cambio, en los meses de noviembre a abril, hay una inversión completa de este patrón y la lluvia disminuye de la costa al interior, asociado al origen fundamentalmente frontal de la misma. (Navarro E., et al. 2006).

## 2.5. Hidrología

La configuración alargada y estrecha de la Isla de Cuba, y la especial disposición de las montañas en forma de eje central, condiciona una red de drenaje caracterizada por ríos de recorridos cortos. Esto, unido al comportamiento estacional de las precipitaciones, condiciona que el caudal de los ríos en los meses de noviembre a abril presente valores mínimos, mientras que en los meses de mayo a octubre y bajo la influencia de diferentes fenómenos meteorológicos tropicales, como tormentas locales severas, ondas del este, o ciclones tropicales, en cuestión de horas y en ocasiones de días puedan formarse grandes avenidas torrenciales. Estas condiciones extremas caracterizan el régimen hidrológico imperante en Cuba, y que se manifiestan en las cuencas estudiadas. (Navarro E., et al. 2006).

**FIGURA 4**  
**CUENCAS HIDROLÓGICAS**



La cuenca del río Itabo tiene un área de 35,6 km<sup>2</sup>, una longitud del curso principal de 18,9 Km., y un caudal medio de 6,37 m<sup>3</sup>/seg. Cuenta con 2 micropresas, Las Mercedes y San Rafael, y sus aguas son utilizadas para el riego y una pequeña parte para el abasto a la población.

La cuenca del río Guanabo, cuenta con una extensión de 119.2 km<sup>2</sup>, una longitud del cauce principal de 22,1 Km., y un caudal medio de 12,6 m<sup>3</sup>/seg. Presenta un gran número de obras hidrotécnicas, como por ejemplo, 9 lagunas, 3 estanques y 17 presas, entre las que se destacan por su tamaño e importancia las presas de regulación hiperanual: La Zarza y La Coca. La Zarza se destina mayormente al consumo de la población con un área de 31.10 km<sup>2</sup> y un volumen máximo de almacenamiento de 22.8 hm<sup>3</sup>. La Coca ocupa un área aproximada de 23.2 km<sup>2</sup>, dedicada al abasto de la población, aunque destina una pequeña parte al abastecimiento de pequeñas superficies destinadas a cultivos organopónicos, con una capacidad máxima de almacenaje de 14.54 hm<sup>3</sup>. (Navarro E., et al. 2006).

## 2.6. Suelos

La multiplicidad de los procesos edafogénicos, tales como roca madre, relieve y tiempo de formación son los responsables de la heterogeneidad que presentan los suelos de la Isla. El mapa a escala 1: 25 000, elaborado por la Dirección Nacional de Suelos y Fertilizantes del Ministerio de Agricultura de la República de Cuba, MINAGRI, muestra los tipos de suelos para el área de estudio, que pueden resumirse en:

- Fersialítico Rojo Parduzco Ferromagnesial Típico. Estos se forman a partir de rocas de tipo serpentinita. Son suelos poco profundos con un color rojo parduzco producto del alto contenido de hierro y magnesio. Se encuentran en zonas onduladas o colinas, presentan buena fertilidad y propiedades físico-mecánicas.
- Fersialítico Pardo Rojizo Típico. Muestran un color pardo rojizo con predominio de materiales arcillosos, tienen una profundidad variable y pueden presentar carbonatos en los horizontes inferiores. Predominan en los relieves planos o ligeramente ondulados. Los desarrollados a partir de roca caliza propician el desarrollo de cultivos varios y pastos.
- Pardo sin Carbonatos Típico. Originados a partir de rocas con poco contenido de cuarzo, presentan profundidades que van desde profundos hasta medianamente profundos. Son propensos a sufrir procesos de erosión dependiendo del tipo de cobertura vegetal y de la pendiente donde este suelo se desarrolla. Se emplean en cultivos menores y



la productividad está limitada por el relieve que generalmente va de ligeramente ondulado a ondulado. Se emplean en cultivos de pastos y tabacos.

- Húmico Carbonatado Típico. Presenta tonalidades que van desde el color negro o pardo negrusco, gris y gris blanquecino con huellas de nódulos calcáreos. Son suelos poco profundos con un alto contenido de materia orgánica por lo que son los suelos de mayor fertilidad natural. En regiones llanas o ligeramente onduladas son eficientes para diversos cultivos.
- Aluvial poco diferenciado. En estos suelos sólo se puede identificar el primer horizonte denominado húmico con una profundidad aproximada de 15 centímetros y poca materia orgánica. Se localizan en los valles fluviales presentando una alta fertilidad natural. Son propicios para la siembra de diversos cultivos.
- Poco evolucionados esqueléticos. Son suelos de textura arenosa que presentan coloración gris clara en el primer horizonte, y luego blanco o con tonalidades amarillentas. No muestran una estructura definida. Tienen bajo contenido de materia orgánica por lo que no presentan buena fertilidad. Debido a sus características el uso más adecuado que se le puede dar es para la explotación de forestales.
- Rendzina roja. Este suelo presenta dos horizontes definidos, el primero de color rojo y rojo-parduzco con la presencia de nódulos calcáreos, y una profundidad aproximada de 20-30 cm. El segundo horizonte está constituido por material de origen carbonatado, los cuales pueden ser margas, calizas margosas, etc. Son suelos arcillosos de fertilidad regular por su poca concentración de materia orgánica. Se encuentran en relieves llanos y ligeramente ondulados.

### 3. RIESGOS NATURALES

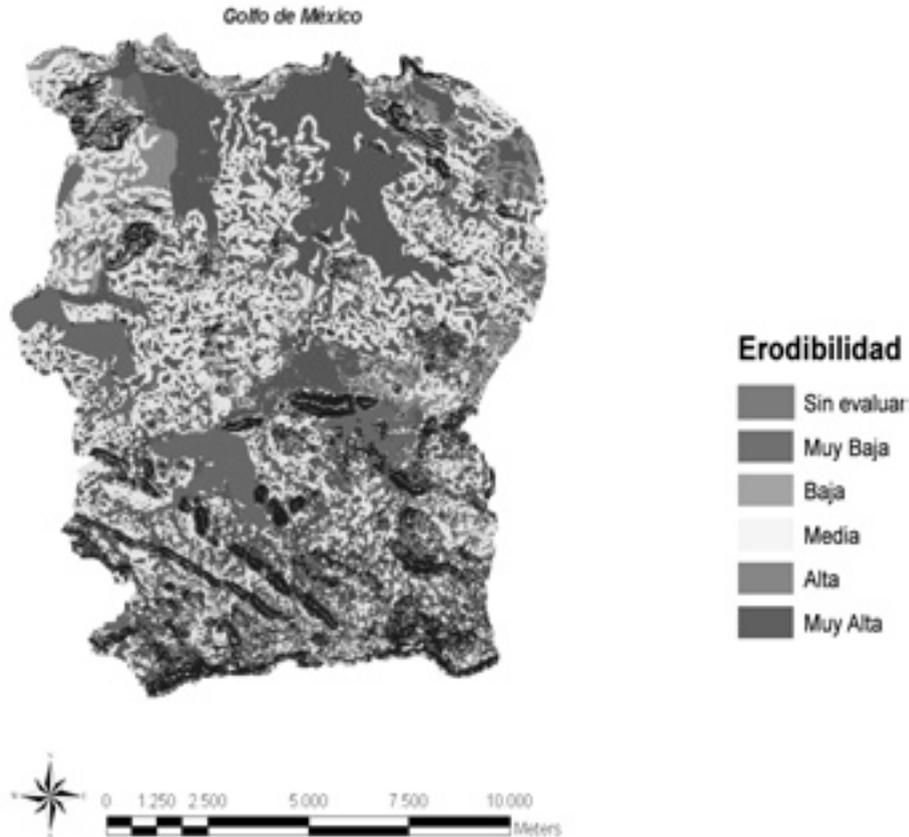
#### 3.1. Erosión

Para la determinación de los estados erosivos en la cuenca de Guanabo hemos seguido la metodología de FAO-UNEP, (1997), mediante el uso de un SIG. Una vez establecido el potencial del suelo a ser erosionado, o erodibilidad, considerando especialmente el factor pendiente y la compacidad del suelo, fue determinado el papel protector que la vegetación realiza sobre los mismos. Finalmente, se establecieron 5 estados erosivos.

La vegetación tiene una función de sustento primordial, ya que mediante su sistema radicular sostiene el suelo que bajo ella subyace, y mediante el área

foliar intercepta cualquier hidrometeoro, evitando así las pérdidas de suelo por salpicadura, arroyada concentrada o difusa.

**FIGURA 6**  
**ERODIBILIDAD DE LOS SUELOS**



En la cuenca de Guanabo, y especialmente debido a sus características orográficas, los procesos de erosión extremos están muy localizados en el centro sur de la misma, y precisamente la zona controlada por las presas de La Zarza y La coca, lo que sin lugar a dudas acortará su periodo útil. En el resto predominan las áreas en donde el estado erosivo es de tipo medio, o bajo, concretamente allí donde el marabú ha colonizado el territorio. Por último, las zonas bajas, tanto las correspondientes a la cuenca de Guanabo como de Itabo, son áreas de acumulación, vegas, en donde apenas si tienen presencia los procesos mecánicos de degradación del suelo.

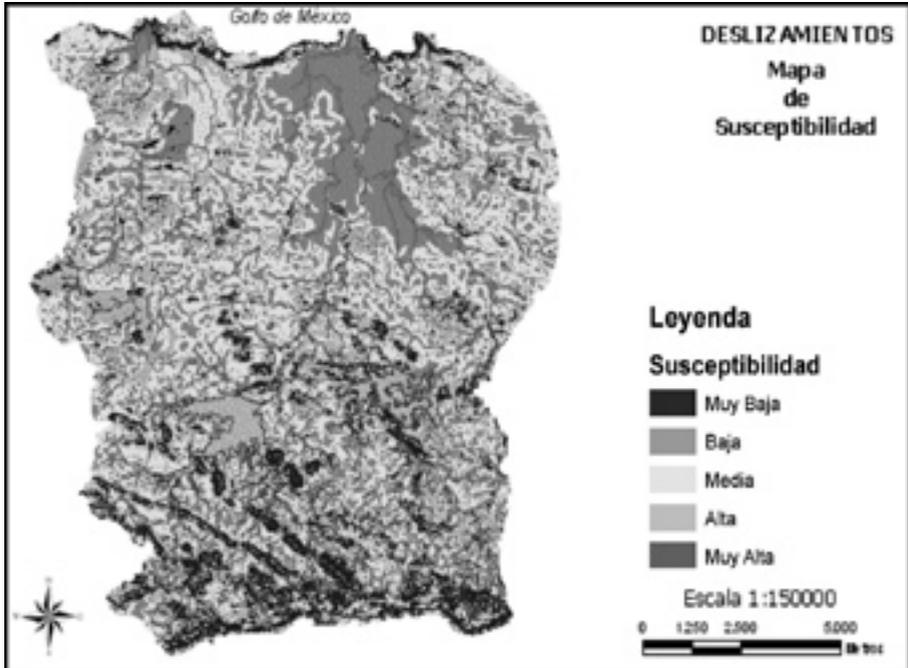
### 3.2. Movimientos de Ladera

Los movimientos de ladera pueden ser bien de tipo natural, o inducido, algo que debe considerarse a la hora de la planificación del territorio (Ayala et al. 1987). La metodología seleccionada para el análisis ha sido la superposición ponderada de diversos factores y variables que actúan con distinta magnitud sobre dichos procesos. La organización de los factores y las variables podemos agruparlos en los siguientes:

- a. Factores que afectan a la susceptibilidad de que se produzca algún deslizamiento u otro movimiento de ladera.
- b. Factores que afectan a la vulnerabilidad.
- c. Factores que afectan al riesgo global o la peligrosidad de que se produzca un determinado fenómeno de ladera y que pueda verse afectada una determinada zona (generalmente habitada). Siendo este último factor la suma de los dos anteriores.

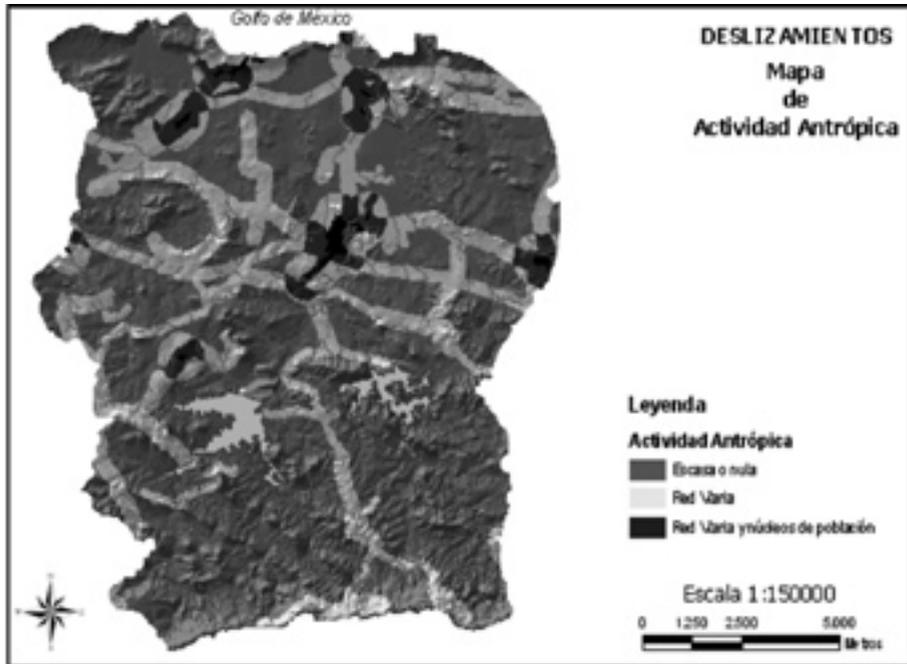
Factores que afectan a la susceptibilidad de deslizamientos: en primer lugar, la pendiente obtenida mediante MDE y a la que se le asignan unos determinados intervalos para establecer las zonas más propensas a sufrir deslizamientos. Un segundo factor, la geología desde el punto de vista de su compacidad o resistencia a erosionarse o a ser fragmentada. En tercer lugar, la ausencia o presencia de vegetación natural, en nuestro caso nos hemos limitado a seleccionar las zonas de bosque, marabú y las zonas de pastos. También se ha tenido en cuenta la red fluvial y un área de influencia aproximativo para ver las zonas que se pueden ver afectadas por la erosión y por tanto la inestabilidad de las laderas. Por último, hemos tenido en cuenta el volumen anual de Precipitaciones, variando dicho parámetro tanto para el año 1982 como para 1985 para valorar la influencia de dicho factor, y más concretamente el pico relativo al Huracán producido el primer año. Ponderando dichas variables obtendremos el Mapa de Susceptibilidad a los deslizamientos.

**FIGURA 7**  
**SUSCEPTIBILIDAD A DESLIZAMIENTOS**



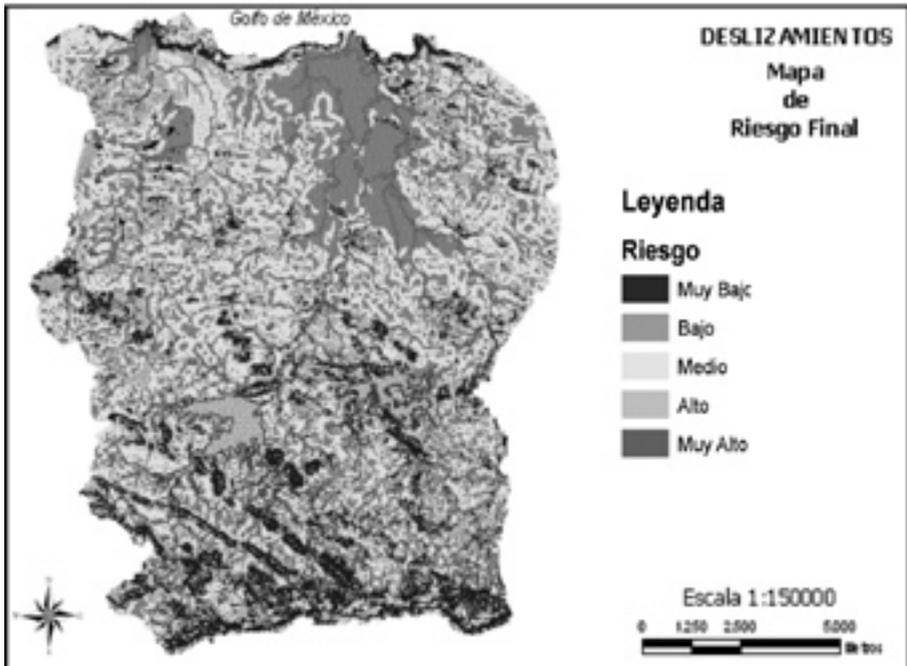
Factores que afectan a la vulnerabilidad. Las variables seleccionadas son los núcleos de población, sean rurales o urbanos, y las vías de comunicación (vías principales, vías secundarias y líneas de Ferrocarril). De su ponderación obtendremos el Mapa de Actividad Antrópica o zonas vulnerables.

**FIGURA 8**  
**ACTIVIDAD ANTRÓPICA**



Factores que afectan al riesgo final. Sería la ponderación de ambos factores anteriores los dependientes del medio y los dependientes del hombre.

**FIGURA 9**  
**RIESGOS DE DESLIZAMIENTOS Y FENÓMENOS DE LADERA**



Las zonas de mayor riesgo de deslizamientos son las que coinciden con asentamientos humanos y red de carreteras y ferrocarril, que influyen en la vulnerabilidad ante un peligro determinado, además el factor cuyo peso es mayor es el relativo a la intensidad de las precipitaciones, sobre todo si tenemos en cuenta las ocurridas en 1982 con el pico generado por el Huracán de dicho año.

Las zonas de mayor riesgo de deslizamiento son los bordes meridional y septentrional del anticlinal donde las pendientes son más abruptas que en el resto de la cuenca, siendo un factor propicio para este tipo de deslizamientos, junto a la existencia de cursos fluviales y la ausencia de vegetación retenedora del suelo.

## 4. EL MEDIO HUMANO

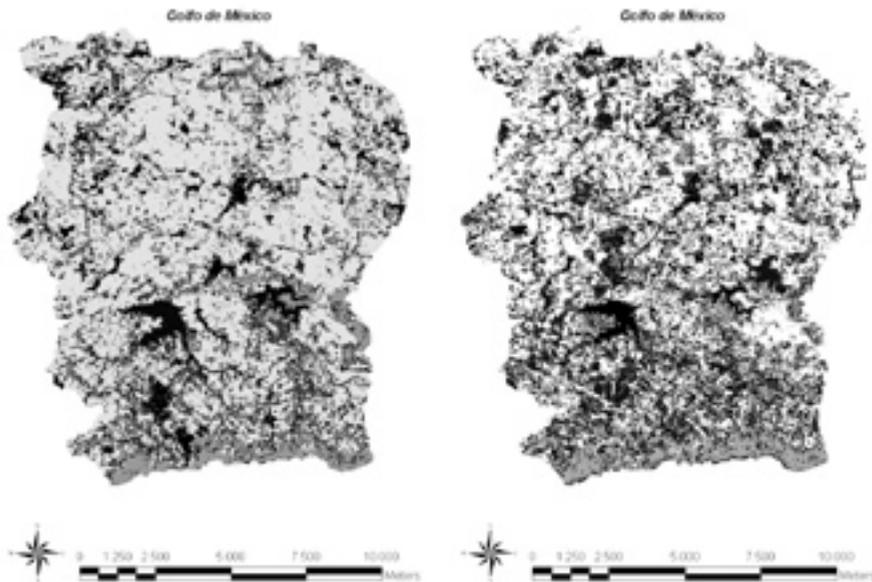
### 4.1. Usos del suelo

Dado que una parte importante de la cuenca es una zona llana, la vegetación natural ha sido históricamente reemplazada por cultivos o pastizal para

la ganadería. Pero la consolidación del turismo en el litoral, unido al papel polarizador que ejerce la proximidad de la capital habanera, supuso un abandono de determinadas prácticas agrícolas y ganaderas, y fue en estas áreas en donde algunas especies invasoras, como el marabú o el aroma, encontraron un adecuado caldo de cultivo para consolidarse.

La vegetación natural se localiza en la actualidad en los márgenes de los cursos fluviales, con predominio de bosques en galería muy degradados. En las zonas elevadas como las Lomas de Tapaste, La Coca, Guanabo, etc., aparecen restos del bosque caducifolio degradado, que constituía la vegetación original predominante en las cuencas.

**FIGURA 10**  
**USOS DEL SUELO, 1985-2001**



**Usos y Aprovechamientos - Leyenda 85/01**

- |                                                                                                                   |                                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  Áreas Urbanas y Suelo Desnudo |  Marabú             |
|  Zonas de Agua                 |  Pastizal           |
|  Cultivos                      |  Bosques Degradados |
|  Manglar                       |                                                                                                        |

Sobre rocas serpentinitas, ultrabásicas y las terrazas marinas aparecen los matorrales muy alterados, mientras en las lagunas costeras se presentan los manglares y herbazales de ciénaga, que debido a su alto endemismo y valor geocológico constituyen actualmente importantes áreas protegidas como la Loma la Coca. (Navarro E., et al. 2006).

Especial atención debe prestarse a la expansión del marabú y aroma en los últimos decenios. En los últimos 30 años y en el área de estudio la superficie de marabú se ha incrementado un 30.35% (Ruiz Sinoga et al., 2010) con diferente densidad de ocupación. Dentro de los factores que una mayor incidencia han tenido en dicha expansión destacan los vinculados a la estructura de la propiedad de la tierra. Así, las áreas estatales son aquellas en las que el marabú ha tenido una mayor expansión en los últimos 20 años (83.7%). Además, dicha expansión se ha consolidado en antiguas áreas de pastoreo (75.69%). En definitiva, a pesar de que otros autores han mostrado que determinadas especies intrusivas, como la *Acacia Caven*, ha sido utilizada para restaurar la fertilidad de los suelos exhaustos, en el caso del marabú, no aparece tan manifiesto, y algunas áreas ocupadas han incrementado el contenido de acidez del suelo. Por consiguiente, los procesos de degradación del suelo deben ser analizados para llevar a cabo políticas de restauración del suelo.

#### 4.2. Características socio-económicas

El desarrollo demográfico en el área de estudio ha evolucionado desde unas pocas familias en el siglo XVI hasta alcanzar, según el Censo de Población del 2002, aproximadamente un total de 27,420 habitantes y una densidad de población de 212.4 hab./km<sup>2</sup>, contando con asentamientos como Guanabo, Campo Florido, Tapaste, Peñas Altas, Guanabo Viejo, entre otras.

Según Fernández, M., (2006), el desarrollo económico del área atravesó durante el siglo XIX por las siguientes etapas:

- Época de florecimiento azucarero.
- 1850-1860. Pérdida definitiva de la supremacía económica y establecimiento de otros cultivos para abastecer a la capital.
- 1890-1896. Desaparición de la industria azucarera en el área debido a lo costoso que resultaba el proceso de elaboración del azúcar y la quema en la Guerra del 1995 del único ingenio por esa época existente: San Miguel de Tivo Tivo.
- 1900. Declaración de zona agropecuaria inmediata, vinculada a la siembra, recolección de frutos menores y modestamente a la cría de ganado.

A finales de la primera década del siglo XX se inició la construcción de poblados en la región, comenzando por el poblado de Guanabo, fomentando fuertemente la urbanización de este territorio, para el disfrute en tiempo de verano (de carácter estacional).

En la actualidad, en las cuencas del río Guanabo e Itabo se ubican los Consejos Populares Guanabo y Campo Florido (subdivisión municipal administrativa) del municipio La Habana del Este; cada uno con particularidades específicas. Los límites del primero coinciden con los del Polo Turístico Playas del Este, y gran parte de las actividades económicas que se desarrollan en el mismo, están estrechamente ligadas a esta actividad; por otro lado, Campo Florido, presenta características socioeconómicas más vinculadas a las actividades agropecuarias.

Por consiguiente, las principales diferencias entre estos territorios vienen marcadas por la intensidad de colonización y uso de los recursos en cada Consejo, en que el primero tiene como rasgo fundamental la urbanización y el desarrollo de los servicios y el segundo es eminentemente rural, con uso agropecuario (Navarro E., et al. 2006).

También en el área se desarrolla la industria, siendo esta en menor medida, con instalaciones como el Complejo Industrial Guanabo, el taller Textil de Campo Florido y la pesca en la base La Veneciana.

## **5. DIAGNOSTICO ACTUAL DEL RECURSO AGUA**

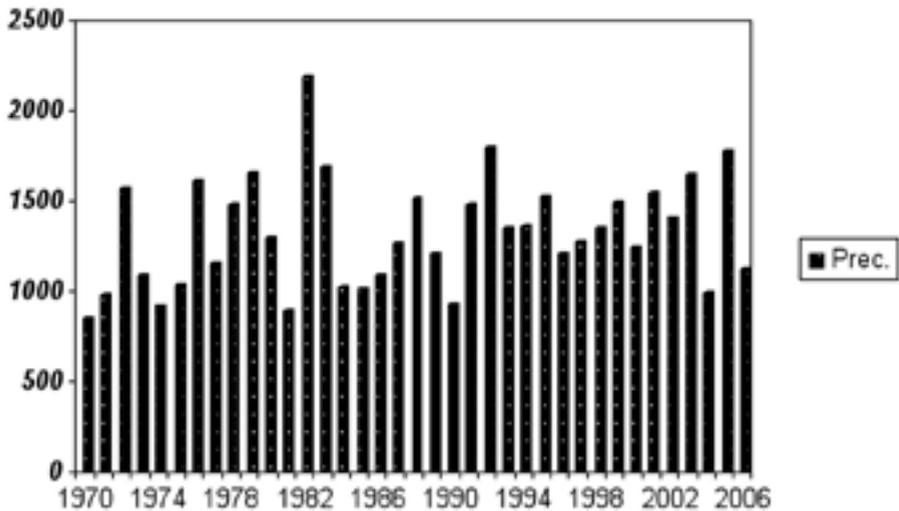
### **5.1. Variabilidad pluviométrica**

En las cuencas hidrográficas de Guanabo e Itabo, la pluviometría media anual para el período 1970 – 2006, asciende a 1317.7 mm, y aunque inferior, es una cifra muy cercana a la media anual para todo el territorio nacional. Dicha cifra oculta una extraordinaria variabilidad temporal. De los 37 años estudiados destacan 19, en los cuales la lluvia en ambas cuencas ha estado por debajo de la media anual.

**CUADRO 1**  
**VALORES DE LA PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL DE LAS**  
**ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS DE AMBAS CUENCAS EN EL**  
**PERÍODO 1970-2006**

Año	Prec. Media Anual	Año	Prec. Media Anual	Año	Prec. Media Anual
1970	841.4	1983	1683.1	1996	1204.8
1971	972.5	1984	1016.8	1997	1269.7
1972	1564.9	1985	1001.6	1998	1343.0
1973	1085.2	1986	1080.4	1999	1485.7
1974	914.5	1987	1253.1	2000	1237.0
1975	1027.4	1988	1503.8	2001	1542.4
1976	1598.8	1989	1206.3	2002	1402.9
1977	1151.5	1990	918.0	2003	1632.3
1978	1473.7	1991	1477.3	2004	989.5
1979	1641.4	1992	1787.9	2005	1766.3
1980	1293.3	1993	1339.9	2006	1118.1
1981	883.0	1994	1351.4		
1982	2177.5	1995	1518.9		

**FIGURA 11**  
**PRECIPITACIÓN ANUAL PARA LAS CUENCAS GUANABO E**  
**ITABO. PERÍODO 1970 - 2006.**

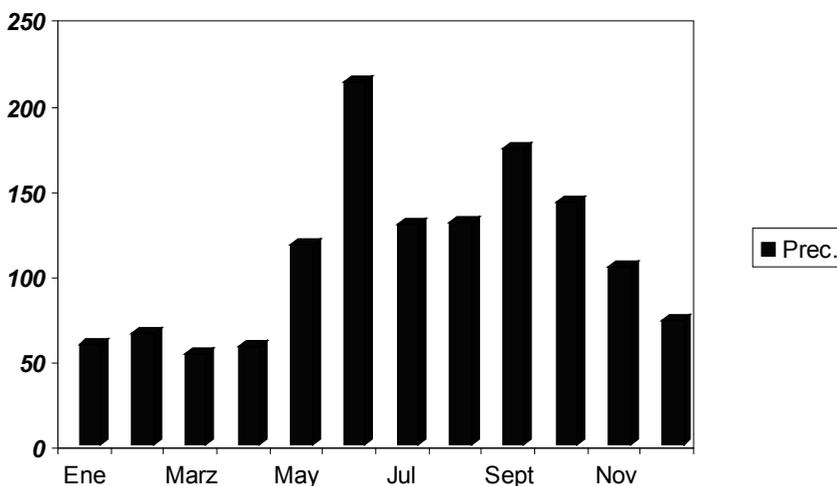


La evolución inter-anual de la lluvia, para el período 1970 – 2006 manifiesta claramente la existencia de una estacionalidad de la lluvia con dos períodos bien definidos: uno húmedo de mayo – octubre, en el que caen como promedio anual para el período estudiado, 905.7 mm, representando el 68.8 % del total anual (1317.7 mm) y otro menos húmedo de noviembre – abril, con un promedio de 412 mm, lo que representa el 31.2 % del total anual. Debe destacarse que pese a que noviembre se considera un mes poco lluvioso, tiene como promedio un valor elevado de lluvia (104 mm). También se aprecia el comportamiento bimodal de la lluvia, donde se manifiestan claramente dos máximos, uno absoluto en el mes de junio con valores promedios alrededor de los 212 mm, y otro relativo perteneciente al mes de septiembre con 173 mm, y dos mínimos, uno absoluto en el mes de marzo con valores de 53 mm, y el relativo en el mes de julio con 129 mm.

**CUADRO 2**  
**PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL PARA AMBAS CUENCAS.**  
**PERÍODO 1970-2006.**

Ene	Feb	Marz	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Sept	Oct	Nov	Dic	Total
58	65	53	57	117	212	129	130	173	142	104	72	1317

**FIGURA 12**  
**DISTRIBUCIÓN INTRA-ANUAL DE LA PRECIPITACIÓN MEDIA**  
**MENSUAL. PERÍODO 1970-2006.**

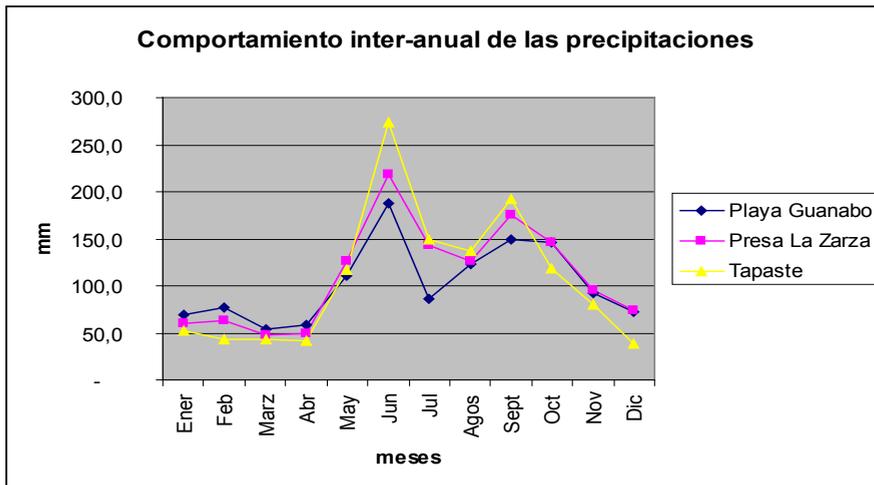


El análisis temporal realizado a las series pluviométricas en ambas cuencas, ha dado como resultado que en 8 de los 9 pluviómetros la tendencia es positiva, variando su distribución espacial dependiendo de factores tales como la circulación atmosférica, el relieve, distancia a la costa, etc.

De esto, es buena muestra el análisis de la distribución mensual de la pluviometría en las 3 estaciones situadas en la parte baja de la cuenca, (Playa Guanabo), media (La Zarza) y alta (Tapaste), donde se observa un aumento conforme se asciende en altitud y se aleja de la costa en el período húmedo (mayo-octubre), no siendo así en el período poco lluvioso (noviembre-abril), donde hay una inversión de este patrón, y las lluvias son mayores en la costa, o sea, parte baja de la cuenca, y disminuyen conforme se eleva la orografía.

Comportamiento inter-anual de la precipitación en las estaciones Playa Guanabo, Presa La Zarza y Tapaste.

**FIGURA 13**  
**COMPARACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN INTRA-ANUAL DE LA PRECIPITACIÓN. PERÍODO 1970-2006**



Este fenómeno puede ser explicado por la diferente génesis de las lluvias en cada época del año. Durante los meses de mayo a septiembre, el incremento de la lluvia de la costa hacia el interior, está asociado al mayor calentamiento que se produce hacia el centro de la Isla de Cuba y la formación del cinturón de convergencia, que originan lluvias de carácter convectivo, en cambio, en los meses de octubre a abril la lluvia disminuye de la costa al interior, debido fundamentalmente a su origen frontal.

Este comportamiento espacial de la lluvia permite establecer dos grandes zonas o fajas pluviométricas con bastante similitud:

Parte baja y media del territorio hasta los 70 u 80 metros de altitud sobre el nivel medio del mar, donde las lluvias son menores con valores medios de 1250 mm/anales.

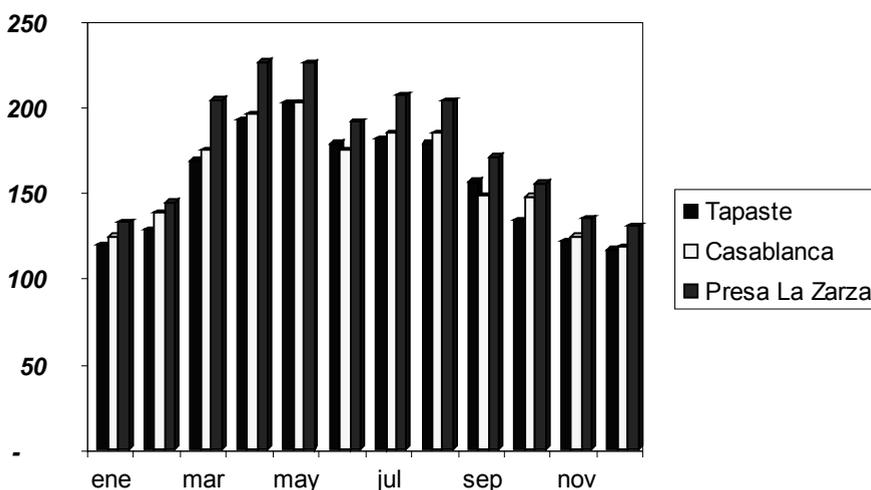
Parte alta de la cuenca, superior a los 70 u 80 m de altura, donde son más abundantes las lluvias, con valores que pueden superar los 1550 mm/anales.

## 5.2. La importancia de la Evaporación

Según el Nuevo Atlas Nacional de Cuba, en las cuencas objeto de estudio la evaporación anual desde la superficie libre del agua (EL), oscila entre los 1800 y 2000 mm en la parte alta, hasta 2200 mm en la zona media y baja. Puede verse claramente que la EL disminuye en la medida que aumenta la distancia a la costa, comportamiento inverso a la precipitación.

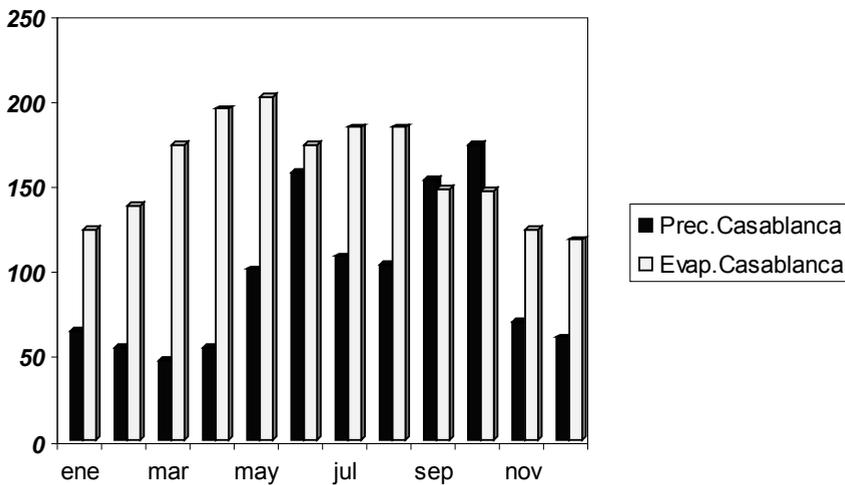
Esta regularidad es menos marcada que en la pluviometría, debido a que es una variable más homogénea en su comportamiento espacial y dependiente de variables meteorológicas expuestas anteriormente, como se aprecia en la distribución intra-anual de la evaporación desde la superficie libre del agua, de las estaciones, Casablanca, Presa La Zarza y Tapaste.

**FIGURA 14**  
**EVAPORACIÓN INTRA-ANUAL DESDE LA SUPERFICIE LIBRE**  
**DEL AGUA EN LAS ESTACIONES CASABLANCA, PRESA LA**  
**ZARZA Y TAPASTE. PERÍODO 1970-1995**

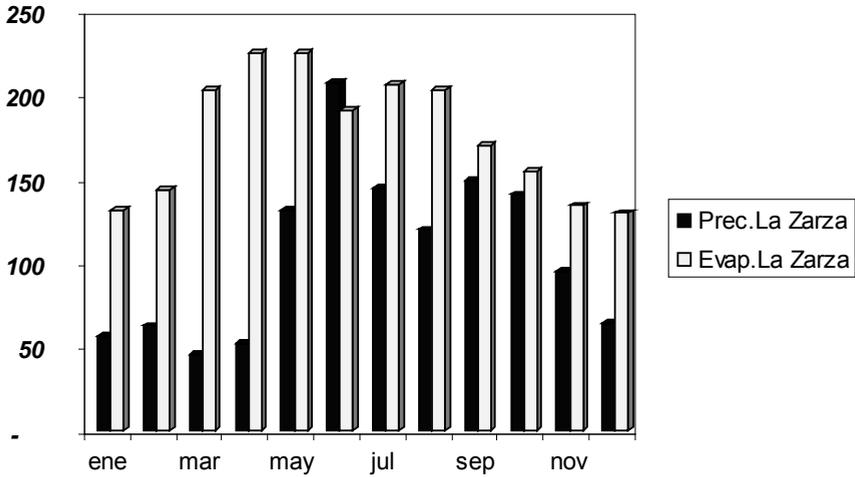


Como se aprecia en las figuras 15 y 16, correspondientes a las estaciones Casablanca y presa La Zarza, donde se relacionan los valores de evaporación anual desde la superficie libre del agua y la lluvia, en 11 de los 12 meses del año, la evaporación desde la superficie libre del agua supera a la lluvia, por lo que, en la parte media y baja de las cuencas debe existir, en general, un predominio de estrés hídrico. A diferencia de la parte alta de la cuenca (Tapaste), representada en la figura 17 existe un período de cuatro meses de junio a septiembre donde la precipitación supera a la evaporación desde la superficie libre del agua, incrementando el contenido de humedad del suelo.

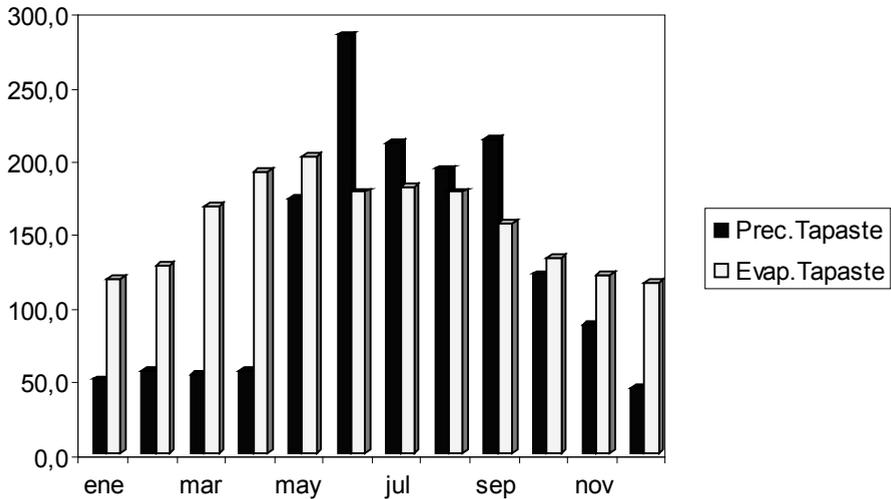
**FIGURA 15**  
**PRECIPITACIÓN/EVAPORACIÓN INTRA-ANUAL EN LA**  
**ESTACIÓN CASA BLANCA. PERÍODO 1970-1995**



**FIGURA 16**  
**PRECIPITACIÓN/EVAPORACIÓN INTRA-ANUAL EN LA**  
**ESTACIÓN LA ZARZA. PERÍODO 1970-1995**



**FIGURA 17**  
**PRECIPITACIÓN/EVAPORACIÓN INTRA-ANUAL EN LA**  
**ESTACIÓN TAPASTE. PERÍODO 1970-1995**



### 5.3. La calidad del agua o disponibilidad de agua

Con estos planteamientos de partida, es necesario reflexionar sobre la disponibilidad de agua real en la cuenca. El desarrollo económico y social se localiza en el centro y norte, la zona de una menor altitud y más próxima al mar, donde se encuentra el poblado de Guanabo, el mayor núcleo poblacional (60%) y principal centro de servicios (alrededor del 70%), mientras que en los límites del Consejo Popular Campo Florido la principal actividad económica es la agropecuaria (más de 6 400 ha dedicadas a la misma). A pesar de esta diferente dedicación, los habitantes de la cuenca reconocen como su principal problema el relativo al agua, sobre todo a lo relacionado con la carencia en el suministro de este recurso.

Pese a la existencia de dos embalses en la cuenca cuya capacidad supera los 28 hm<sup>3</sup>, la población residente en la misma, no se beneficia del agua que en ella se encuentra, utilizándose este recurso para satisfacer las necesidades de la parte occidental del Polo Turístico Playas del Este y una parte considerable del asentamiento poblacional de Alamar, por lo que los residentes están marginados del uso del agua de su propia cuenca.

Así, la distribución del agua en la cuenca atiende a un patrón heterogéneo, comportándose por Consejos Populares de la siguiente manera:

- Campo Florido: existe una red de distribución de agua potable dentro del poblado que tiene un período de explotación superior a los 60 años, encontrándose actualmente colapsada por las amplias y continuas averías que presenta. Este déficit debe ser cubierto en parte por la distribución de agua por pipas. Este panorama se torna mucho peor en las comunidades más alejadas del poblado por no contar con la red de acueducto y las frecuencias de las pipas son mucho menores.
- Guanabo: es el poblado de más precaria situación en relación al agua, con una red de acueducto deteriorada por los más de 60 años de explotación, unido a que el agua que se distribuye no es potable, puesto que se usan acuíferos subterráneos altamente salinizados, con lo que son las pipas y los botellones la alternativa para cubrir en parte las necesidades de la población.

La planta depuradora (solo tratamiento de cloro) conocida como Planta de Filtro provee actualmente un volumen de 12,6 hm<sup>3</sup>/año y aunque está diseñada para 18,9 6 hm<sup>3</sup>/año, en ninguna de las dos variantes es capaz de cubrir la demanda actual de agua que existe tanto por la actividad turística, como por la población dentro y fuera de la cuenca.

Junto a los problemas de disponibilidad y abastecimiento, las características hidroquímicas del agua y según las Normas Cubanas 93-02 y la 93-11 de 1985, en los puntos de muestreo arrojaron los siguientes resultados: Sólidos suspendidos totales cumplen con los parámetros exigidos, tanto para la Concentración Máxima Deseada (CMD) como para la concentración Máxima Admisible (CMA). Concentración de  $\text{HCO}_3$  los valores medios sobrepasan los de la CMD, mostrando además un aumento en la temporada de lluvia que coincide con el de mayor demanda de agua, y aunque estos valores son altos aún no son significativos en comparación con la CMA. Concentración de Ca y Mg los valores medios sobrepasan los valores para la CMD, y están muy por debajo de la CMA. En el caso de la concentración de Cl y Na cumplen con ambas normas. Por último en la  $\text{DBO}_5$ , (**Demanda bioquímica de oxígeno**: expresa la cantidad de oxígeno necesaria para la destrucción o degradación de la materia orgánica en un volumen de agua dado, por la acción de los microorganismos que se desarrollan en este medio) los datos están por encima de la CMA y existe además una desigual y aleatoria distribución en las dos épocas del año. En el caso específico de Guanabo, las concentraciones son 5 veces superiores (valor medio) a la concentración admitida por la norma.

#### 5.4. La percepción de la población en relación a los problemas del agua

El diagnóstico sobre el uso y la calidad del agua según la percepción de los residentes (incluido los que usan el agua para la agricultura) es contundente, mientras las fuentes de abastecimiento son diversas (río, embalse, pozo,...), y la disponibilidad del agua en el hogar es bastante inestable (pocos disponen de agua potable siempre) y el consumo escaso respecto a los estándares mundiales, la percepción de la población respecto a dicha disponibilidad no se califica negativamente. Esta misma percepción positiva se declara respecto a la calidad del agua, y a pesar de que hay que hervir el agua, casi la mitad opina que el agua está contaminada y que existe relación directa entre el consumo de agua y las enfermedades gastrointestinales.

En la solución de los problemas del consumo de agua, coinciden los análisis técnicos y la opinión de los residentes, ya que mejorar e incrementar la construcción de las infraestructuras de abastecimiento es la opinión mayoritaria.

Por último, hay que destacar como una población formada intelectualmente y con un grado de conciencia social alto, se ha habituado a las deficiencias en los servicios básicos, de ahí las contradicciones entre los diagnósticos técnicos y la percepción de los residentes.

En definitiva, es necesario llevar a cabo actuaciones que garanticen un incremento en la disponibilidad de agua por parte de la población, considerándola como un derecho humano, y las actividades productivas, mejoras en la red de distribución del agua, y especialmente un ajuste a los estándares de calidad determinados por la OMS.

La adecuación de los recursos hídricos a las necesidades presentes y futuras en el área de estudio, puede convertirse en uno de los principales motores del desarrollo de la región, y para ello, será imprescindible involucrar no solo a los agentes locales, organismos de planificación, empresas turísticas y gestores de dicho recurso, sino también y en el marco de la ayuda al desarrollo, a las comisiones mixtas de cooperación.

## BIBLIOGRAFÍA

- ACEVEDO, P., A. GARCÍA, y M. FERNÁNDEZ (2007): “*Caracterización de Playas del Este y su área de influencia, en Navarro, E. (Editor) Turismo, cooperación y posibilidades de desarrollo en Playas del Este y su zona de influencia (La Habana-Cuba). Diagnóstico y perspectivas futuras*”. Diputación de Málaga, pp.57-89.
- ACEVEDO, P. (1996): “*Análisis de los paisajes insulares del archipiélago Sabana-Camagüey*”. Tesis de doctorado, Facultad de Geografía, Universidad de La Habana., P. (Inédito). 135pp.
- ANEAS DE CASTRO, S. (2000): *Riesgos y peligros: una visión desde la Geografía. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales, No. 60. (Formato digital)*.
- BARCÍA, S. (2001): “*Principios de la Proyección Geoecológica para la Planificación de Cayo Coco y el pronóstico de la degradación ambiental en el mismo*”. Trabajo de Diploma, Facultad de Geografía, Universidad de La Habana. Ciudad de La Habana. (Inédito)
- BATISTA, J. L. y M. SÁNCHEZ (2004): “*Riesgos por inundaciones pluviales en Cuba*”, Instituto de Geografía Tropical, CITMA, La Habana, Cuba (Formato digital) 39 pp.
- BATISTA, J. L. y M. SÁNCHEZ (2003): “*Peligro y Vulnerabilidad en el Este de La Habana*”. Mapping No. 88, Madrid, España, pp. 86-98.
- CARDONA, O. (2001): “*La necesidad de repensar de manera holística los conceptos de vulnerabilidad y riesgo, Una crítica y una revisión necesaria para la gestión*”. 18 pp.
- CASAL, J. A. (2004): “*Contaminación por residuos sólidos y petrolíferos en Playas del Este, Propuesta de manejo*”. EMPRESTUR, 64 pp.
- CASTELLANOS, S., E. DE LA GUARDIA y A. LÓPEZ (2006): “*Monitoreo Reef Check en el arrecife coralino Rincón de Guanabo, Cuba*”. Centro de Investigaciones Marinas, Instituto de Oceanología y Centro de Investigaciones Pesqueras, 8 pp.
- CENTRO DE INGENIERÍA Y MANEJO AMBIENTAL DE BAHÍAS Y COSTAS (2003): “*Proyecto de Evaluación de la Calidad Ambiental de las aguas del tramo costero Bucarano - Rincón de Guanabo, Playas del Este. Ciudad de la Habana*”. (inédito), 48pp.
- CENTRO DE INGENIERÍA Y MANEJO AMBIENTAL DE BAHÍAS Y COSTAS (2004): “*Contaminación por residuos sólidos y petrolíferos en Playas del Este, Propuesta de Manejo EMPRESTUR, Ciudad de la Habana*” (inédito) 56pp.
- CENTRO DE INGENIERÍA Y MANEJO AMBIENTAL DE BAHÍAS Y COSTAS (2005): “*Control de la calidad ambiental de las aguas del tramo costero Bucarano - Rincón de Guanabo, Playas del Este, Ciudad de La Habana, Cuba*”. Plan de vigilancia y monitoreo. (inédito) 29pp
- CENTRO DE INGENIERÍA Y MANEJO AMBIENTAL DE BAHÍAS Y COSTAS (2004): “*Contaminación por residuos sólidos y petrolíferos en Playas del Este,*

- Propuesta de Manejo EMPRESTUR, Ciudad de la Habana*". (inédito) 56pp.
- CICIN-SAIN, B. Y R. KNECHT (1998): "*Integrated Coastal and Ocean Management: concepts and practices*". Editorial Island Press, Washington, D.C., 517 pp.
- CLARK, J. (1996): "*Coastal Zone Management Handbook*". CRC Press LLC, Florida, 694 pp.
- CLARK, J. (1992): "*Integrated Management of Coastal Zones*", FAO Fisheries Technical Paper 327.167 pp.
- CIMAB, (2005): "*Control de la calidad ambiental de las aguas del tramo costero Bicuranao - Rincón de Guanabo, Playas del Este, Ciudad de La Habana, Cuba*". Plan de vigilancia y monitoreo, Centro de Ingeniería y Manejo Ambiental de Bahías y Costas 32 pp. (Formato digital).
- COLECTIVO DE AUTORES. (2007): "*Diagnóstico Ambiental de las Cuencas Hidrográficas de los ríos Tarará, Itabo y Guanabo*". Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. Instituto de Geografía Tropical". La Habana. (Inédito)
- COLECTIVO DE AUTORES (2006): "*Instrucción dirigida a las Direcciones Provinciales de Planificación Física para abordar el tema de los riesgos naturales*". Instituto de Planificación Física Nacional, La Habana (Formato digital) 20 pp.
- COLECTIVO DE AUTORES (2006): "*Plan de Manejo del Paisaje Natural Protegido Rincón de Guanabo*". Museo Municipal Habana del Este, (inédito) 124 pp.
- COLECTIVO DE AUTORES (2006): "*Plan de Manejo del Paisaje Natural Protegido Laguna del Cobre-Itabo*". Museo Municipal Habana del Este, (inédito) 108 pp.
- COLECTIVO DE AUTORES (2006): "*Programa de comunicación para la reducción de desastres en Cuba*". 64 pp.
- COLECTIVO DE AUTORES (2006): Resumen: "*Estudio de riesgos de la Ciudad de La Habana por fuertes vientos, inundaciones costeras por penetración del mar y por intensas lluvias*". Agencia de Medio Ambiente, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, La Habana, 26 pp.
- COLECTIVO DE AUTORES (2004): "*Atlas de inundaciones costeras por penetraciones del mar en Ciudad de La Habana, Causas y consecuencias*". Departamento de Meteorología Marina, Instituto de Meteorología (Formato digital).
- COLECTIVO DE AUTORES. (2003): "*Programa Estatal de Ordenamiento Territorial, Gobierno del Estado de Baja California Sur, Fase I y II (Caracterización y diagnóstico)*". Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz, BCS, México, Informe de trabajo, Inédito, 228 pp
- COLECTIVO DE AUTORES (2002): "*Decreto - Ley No. 212 Gestión de la zona costera*". Gaceta Oficial de la Republica de Cuba, La Habana, 15 pp.
- COLECTIVO DE AUTORES (2000): "*Informe del desarrollo del turismo en el Polo Turístico Playas del Este*". Versión Digital (inédito) 32 pp.
- COLECTIVO DE AUTORES. (2000): "*Diccionario Geográfico de Cuba*". Ediciones GEO, Empresa GEOCUBA Cartografía. Ciudad de La Habana. Cuba. 386pp.
- COLECTIVO DE AUTORES (1995): "*Inventario de construcciones y sitios del municipio Habana del Este*". Museo Municipal Habana del Este, (inédito) 19pp.
- COMISIÓN NACIONAL DE NOMBRES GEOGRÁFICOS, (2000): "*Diccionario*

- Geográfico de Cuba.* Editorial Oficina Nacional de Hidrografía y Geodesia, La Habana. Cuba. 368 pp.
- CORNEJO, G. (2006): “Estudio de las inundaciones costeras por penetraciones del mar ocurridas en el polo turístico Playas del Este como consecuencia del paso del Huracán Wilma por la costa norte del occidente de Cuba”. Tesis de Diploma, Facultad de Geografía, Universidad de La Habana (inédito) 57 pp.
- DEFENSA CIVIL NACIONAL (2005): “Directiva no. 1 del vicepresidente del Consejo de Defensa Nacional para la planificación, organización, y preparación del país para las situaciones de desastres”. (Formato digital) 60 pp.
- DIRECCIÓN PROVINCIAL DE PLANIFICACIÓN FÍSICA (2003): “La Región Turística Ciudad de la Habana”. Memoria General de Planificación Territorial del Polo Turístico Playas del Este, Cuba, 158 pp.
- DURÁN, O. et al. (2006): Proyecto: 30 103 “Valoración Económico - Ambiental de recursos naturales seleccionados en la Cuenca del río Guanabo”. Resultado No. 1 “Evaluación de recursos naturales seleccionados y su aptitud funcional en la cuenca del río Guanabo. Propuesta de medidas ecólogo- económicas de manejo y conservación”, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, Agencia de Medio Ambiente, Instituto de Geografía Tropical, La Habana (Formato digital) 79 pp.
- ESTADO MAYOR DE LA DEFENSA CIVIL DE CUBA, (2002): “Glosario de términos de Defensa Civil 2002”. La Habana, Cuba (Formato digital) 20 pp.
- FAO-UNEP. (1997): “Clasificación mundial de suelos”.
- FARÍAS, G. (2006): Resumen del informe presentado a la Defensa Civil de La Ciudad de La Habana, “Peligros de desastres a los que está expuesto el municipio Habana del Este”, 3 pp.
- FELIZ, Y. (2007): “Diagnóstico Ambiental de las Cuencas Hidrográficas Superficiales Guanabo e Itabo”. Trabajo de Diploma, Facultad de Geografía, Universidad de La Habana. Ciudad de La Habana. (Inédito)
- FERNÁNDEZ, D. (2008): “Análisis del uso de la tierra y expansión de los matorrales secundarios de Marabú (*Dychrostachys cinera*) y Aroma (*Acacia farnesiana*) en las cuencas Guanabo e Itabo”. Tesis de Maestría. Facultad de Geografía, Universidad de La Habana. Ciudad de La Habana. (Inédito). Sp.
- FERNÁNDEZ, M. (2006): “Análisis de los paisajes de las cuencas Guanabo e Itabo”. Trabajo de Curso. Facultad de Geografía. Universidad de La Habana. Cuba. (Inédito). 68pp.
- FERNÁNDEZ, M. (2005): “Características geólogo-morfométrica de la cuenca del río Guanabo.” Trabajo de Curso. Facultad de Geografía. Universidad de La Habana. La Habana. Cuba. Inédito. 35 pp.
- FERNÁNDEZ, D. (2004): “Estudio del turismo en Playas del Este mediante indicadores seleccionados”, Trabajo de curso, Facultad de Geografía, Universidad de La Habana (inédito) 45 pp.
- FERNÁNDEZ, M. (2004): “Paisajes de la cuenca del río Guanabo”. Trabajo de Curso. Facultad Geografía. Universidad de La Habana. Cuba. (Inédito). 38pp.
- FERNÁNDEZ, M. (1999): “Características del Comportamiento Temporal y Espacial de la Evaporación en el Occidente de Cuba.” Tesis de Doctorado. Facultad

- de Geografía. Universidad de La Habana. Ciudad de La Habana. Cuba. Inédito. 98 pp.*
- GACETA OFICIAL DE LA REPÚBLICA DE CUBA (1999): “Acuerdo del Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros de Zona de alta significación para el turismo”. Año XCVII, Número 41, 30 de junio de 1999.
- GACETA OFICIAL DE LA REPÚBLICA DE CUBA. (1997): “Ley No. 81 Del Medio Ambiente”. Año XCV, Número 7, 11 de julio de 1997.
- GACETA OFICIAL DE LA REPÚBLICA DE CUBA (2002): “Decreto Ley 212 Gestión de la Zona Costera”. 8 de agosto de 2000 (Versión Digital)
- GARRIDO, R. (2001): “Metodología para la creación de un impuesto de uso de la zona costera”. Unidad de Medio Ambiente Ciudad de La Habana (inédito).
- GEOCUBA (2005): “Mapa de amplitud de las mareas en las costas cubanas”, Servicio Hidrográfico y Geodésico de la República de Cuba, P5101, EDIMAR, Agencia de Cartografía Náutica, pp. 10-11.
- GESAMP (IMO/FAO/UNESCO-IOC/WHO/IAEA/UN/UNEP. JOINT GROUP OF EXPERTS ON THE SCIENTIFIC ASPECTS OF MARINE ENVIRONMENTAL PROTECTION) (1996): “The contributions of science to coastal zone management”. Rep. Stud. GESAMP, (61) 66 pp.
- GONZÁLEZ, I. (1999): “Guía Metodológica para el Estudio Integral de Cuencas Hidrográficas Superficiales con Proyección de Manejo.” Inédito. Facultad de Geografía. Universidad de La Habana. Cuba. 47 pp.
- GONZÁLEZ, I. (1988): “Hidrología Práctica.” Editorial Pueblo y Educación. Ciudad de La Habana. Cuba. 91 pp.
- HAASE, G. (1986): “Medium scale lanscape clasification of GDR”. Landscape sinthesis, Halle- Wittenrberg. 525 pp.
- HERNÁNDEZ, A. et al. (1999): “Nueva versión de clasificación genética de suelos de Cuba” Instituto de Suelos, Ministerio de la Agricultura. Ciudad de la Habana, 64 pp.
- HERNÁNDEZ, D. (2005): “Estudio del alojamiento extrahotelero en Playas del Este, mediante el empleo de los Sistemas de Información Geográficos (SIG)”. Trabajo de curso, Facultad de Geografía, Universidad de la Habana (inédito) 33 pp.
- HERNÁNDEZ, I. (2003): “Monografía sobre peligros y desastres naturales”. Trabajo de curso, Facultad de Geografía, Universidad de la Habana (inédito) 93 pp.
- JUANES, J. L. (1996): “La erosión de las playas de Cuba. Alternativas para su control”. Tesis de Doctorado, Instituto de Oceanología (inédito) La Habana, 100 pp.
- LAGE, E., (1989): “Consideraciones sobre el estado y protección del Medio Natural en el municipio La Habana del Este, Ciudad de La Habana”. Tesis de Diploma (Inédito) Facultad de Geografía, Universidad de La Habana, La Habana, 51pp.
- LLANES, J. (1999): “Políticas económicas ambientales”. Editorial Ciencias Sociales, 172 pp.
- MACHADO, A. (2008): “La degradación de los paisajes de las cuencas hidrográficas tributarias de la ensenada de Sibarimar, Playas del este”. Facultad de Ge-

- ografía, Universidad de La Habana, Trabajo de diploma, (inédito). 57 pp.
- MARTIN, A., M. PEREZ, et al. (2005): “Proyecto: Control de la calidad ambiental de las aguas del tramo costero Bacuranao - Rincón de Guanabo, Playas del Este”. Ciudad de La Habana, Cuba, Plan de vigilancia y monitoreo, Centro de Ingeniería y Manejo Ambiental de Bahías y Costas (Formato digital) 32 pp.
- MARTIN, A., M. PEREZ, ET AL. (2004): Programa Territorial “Gestión Ambiental”, Proyecto: Evaluación de la calidad ambiental de las aguas del tramo costero Bacuranao-Rincón de Guanabo, Playas del Este, Ciudad de La Habana, Cuba, 38 pp.
- MARTÍNEZ, M. (2004): “Historia ambiental de Guanabo–Rincón de Guanabo”. Instituto de Geografía Tropical, CITMA, La Habana, material digital (inédito) 78pp.
- MATEO, J. (2000): “Planificación y Gestión Ambiental”. Facultad de Geografía, Universidad de La Habana, materiales del curso de post-grado (Inédito) 57 pp.
- MATEO, J. (1997): “Notas de curso de postgrado de ordenamiento geocológico de los paisajes”. Maestría de la Facultad de Geografía. Universidad de La Habana. (Inédito).
- MATEO, J. (1994): “Calidad de vida, calidad ambiental y calidad geocológica”. La Habana. Cuba. (Inédito). 24pp.
- MATEO, J. (1991): “Geocología de los paisajes”. Apuntes para un curso de post-grado. Universidad de los Andes, Mérida. 256pp.
- MATEO, J. A. MAURO Y OTROS, (1994): “Análise da paisagem como base para una estrategia de organizacao geoambiental Corumbatai (SP)”. Campus Universitario de Río Claro, Brasil. (Inédito y en portugués). 32pp.
- MATOS, A. (2000): “Metodología para la identificación, clasificación y cuantificación de los impactos ambientales de los desastres naturales”. 135 pp.
- MOPTMA (2004): “Guía para la elaboración de estudios del medio físico. Contenido y metodología”. Ministerio del Medio Ambiente, Quinta Reimpresión Madrid, 839 pp.
- MORALES, M. (2004): “Análisis de peligros de inundación en la península de Hicacos, mediante el uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG)”. Trabajo de Diploma, Facultad de Geografía, Universidad de La Habana (inédito) 84 pp.
- MUÑIZ, A. (2006): “Manejo de los desastres en el Plan de Ordenamiento Urbano”. Revista de Planificación Física. pp. 8-12.
- NAVARRO, E. et al. (2008): “Turismo, cooperación y posibilidades de desarrollo en Playas del Este (La Habana-Cuba) y su zona de influencia”. Servicio de Publicaciones, Centro de Ediciones de la Diputación de Málaga (CEDMA). España. 218 pp.
- NAVARRO, E. (2006): “Recurso agua y su relación con el desarrollo turístico en Playas del Este (Cuba): Programa de Cooperación Internacional al Desarrollo en el ámbito universitario”. Consejería de la Presidencia. Junta de Andalucía. Universidad de Málaga – Universidad de La Habana, (Inédito) 176pp.
- NAVARRO, E. et al (2006): “Informe Final Proyecto: Recurso agua y su relación con el desarrollo turístico en Playas del Este (Cuba)”. Universidad de Málaga

- (*inédito*) 176 pp.
- NC: 22 (1999): “Norma Cubana: Lugares de baño en costas y en masas de aguas interiores. Requisitos higiénicos sanitarios”. Oficina Nacional de Normalización. Cuba, 10pp.
- OCHOA, J. (2006): “Diseño de planes de emergencia de obras hidráulicas ante su riesgo de fallo – Teoría y Caso de estudio”. DYNA, Revista de la Facultad de Minas, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, Número 148, pp. 51-67.
- OFICINA NACIONAL DE ESTADÍSTICAS (2005): “Informe Nacional (Censo de población y viviendas, Cuba–2002)”. Impresión digital, Ciudad de La Habana, 400 pp.
- OJEDA, J. (2001): “Métodos para el cálculo de la erosión costera, Revisión, tendencias y propuesta”. (Formato digital) 16 pp.
- PÉREZ, A. L. (2005): “El ordenamiento territorial para la reducción de los desastres naturales en las zonas costeras cubanas”. Instituto de Planificación Física, La Habana (Formato digital) 12 pp.
- PÉREZ, R. (2006): “Algunas consideraciones para los estudios de riesgos ante el peligro de derrame de hidrocarburo en las áreas marinas en Cuba”. Agencia de Medio Ambiente, 22 pp.
- PÉREZ, S. (2007): “Pueden peligrar amplias zonas del planeta por el aumento del mar, Cuba no escapa a este riesgo y estudia posibles impactos del fenómeno”. Diario de la Juventud Cubana, Consultado el 19 de marzo del 2007, 22 pp.
- PREOBRAZHENSKII, V Y ALEKSANDROBVA, T. (1989): “Fundamentos geocológicos de la proyección y planificación territorial”. Editorial NAUKA. Moscú. 100pp.
- QUINTANA, M. et al. (2004): “Base metodológica para el ordenamiento ambiental en zonas de desarrollo turístico”. Resultado 02: Diagnóstico y propuesta de ordenamiento ambiental, Polo Turístico Playas del Este, sector Guanabo y su área de influencia (cuenca Guanabo, Ciudad de La Habana), Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, Instituto de Geografía Tropical, La Habana (Formato digital) 149 pp.
- REYES, R. et al. (2007): “Análisis de los contrastes espacio-temporales que influyen en los problemas ambientales del ecosistema frágil de la zona costera- acumulativa Tarará-Rincón de Guanabo”. Resultado 01: diagnóstico ambiental de las cuencas hidrográficas de los ríos Tarará, Itabo y Guanabo. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, Instituto de Geografía Tropical, La Habana (Formato digital) 132 pp.
- RODRÍGUEZ, M. (2006): “Características del comportamiento de las principales variables hidrológicas en las cuencas Guanabo e Itabo”. Tesis de Diploma. Facultad de Geografía. Universidad de La Habana. La Habana. Cuba. Inédito. 37 pp.
- RUIZ-SINOGA, J., R. REMOND, Y D. PÉREZ (2010): “An Analysis of the Spatial Colonization of Scrubland Intrusive Species in the Itabo and Guanabo Watershed”. Cuba Remote Sens. 2010, 2(3), 740-757; doi:10.3390/rs2030740
- SALAS, I. A. L PEREZ, et al. (2006): “Evaluación del peligro por surgencia en re-

- giones turísticas del archipiélago cubano”. *Revista de Planificación Física*, pp. 12-19.
- SALAS, I. A. L. PEREZ, et al. (2006): “*Monografía: Impacto de la surgencia en el Archipiélago Cubano, considerando los Cambios Climáticos*”. Proyecto Científico Técnico “Los cambios globales y la evolución del Medio Ambiente Cubano”, Instituto de Meteorología, Instituto de Planificación Física, Ministerio de Economía y Planificación, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, La Habana (Formato digital) 454 pp.
- SALINAS, E. (1996): “*Notas de curso de postgrado de ordenamiento geoecológico de los paisajes para el turismo*”. Maestría de la Facultad de Geografía. Universidad de La Habana. Inédito.
- SALOMONS, W., K. TURNER, L., DRUDE AND S., RAMACHANDRAN (1999): “*Perspectives on Integrated Coastal Zone Management*”. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 386 pp.
- SÁNCHEZ, R. (2005): “*Diagnóstico Geoecológico de los Paisajes del Parque Nacional Viñales*”. Trabajo de Diploma. Ciudad de La Habana. (Inédito)
- SECO, R. (1996): “*El enfoque físico-geográfico para el estudio de los peligros naturales en el ejemplo de la provincia Ciudad de La Habana*”. Tesis de Maestría, Facultad de Geografía, Universidad de La Habana (inédito) 90 pp.
- SECO, R. (2003): “*Análisis de peligros y su cartografía*”. Curso de Postgrado, Departamento de Geología Marina, Universidad Autónoma de Baja California Sur, México (inédito) 35 pp.
- SECRETARÍA DE DESARROLLO ECONÓMICO Y SOCIAL (SEDESOL). (2002): “*Subsistema social*”. Fase I, Caracterización y análisis, documento técnico (inédito) 63 pp.
- SOSA, M. et al. (2005): “*Análisis actual de los procesos de erosión en las Playas del Este de Ciudad de la Habana. Acciones a ejecutar para la rehabilitación del paisaje costero*”. Departamento de Procesos Costeros, Instituto de Oceanología, (Inédito).
- SOSA, M. et al. (2005): “*Análisis actual de los procesos erosivos en las Playas del Este de Ciudad de La Habana*”. Departamento de Procesos Costeros, Instituto de Oceanología, CITMA, 57 pp.
- TORRES, A. (2003): “*Diagnóstico Ambiental de las Playas del Este*”. Tesis de Diploma, Facultad de Geografía, Universidad de La Habana (inédito) 60 pp.
- ULLOA, S. Y. (2006): “*Estudio de los factores que determinan los peligros de inundaciones en la provincia La Habana*”. Trabajo de curso, Facultad de Geografía, Universidad de la Habana (inédito) 47 pp.
- VALLEGA, A. (1999): “*Fundamentals of Integrated Coastal Management*”. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands, 264 pp.
- VÁZQUEZ, S. y H. CASTRO (1989): “*Evaluación de los paisajes submarinos para el turismo. Playas del Este*”. Trabajo de Diploma. (Inédito). Facultad de Geografía, Universidad de La Habana, 135 pp.
- VERA, F. (2003): “*Los procesos de riesgo con origen natural: una constante en la relación entre hombre y medio*”. AREAS Revista de Ciencias Sociales N° 23, pp. 159-175.

WISCHMEIER, W.H. AND D. D. SMITH (1958): “*Rainfall energy and its relationship to soil loss*”. *Trans American Geophys. Union*, 39: 285-291

WISCHMEIER, W.H. AND D. D. SMITH (1978): “*Predicting rainfall erosion losses*”. *Agricultural Handbook 537*, USDA, Washington DC.

WISCHMEIER, W.H. (1959): “*A rainfall erosion index for Universal Soil Loss Equation*”. *Soil Science Society American*, 24: 323-326.

ZING, A.W. (1940): “*Degree and length of land slope as it affects soil loss in runoff*”. *Agricultural Engineering*, 21: 59-64.