

EVALUACIÓN AMBIENTAL ESTRATÉGICA CAYO ANTÓN CHICO



DIVISIÓN DE ESTUDIOS MEDIO AMBIENTALES
Grupo Empresarial **GEOCUBA**
2018

Todos los derechos reservados. Prohibida su reproducción total o parcial de los contenidos aquí presentados, sin la debida autorización de la DEMA.

1. DATOS DE LOS EJECUTORES DEL PROYECTO.

Nombre y apellidos	Institución	Participación
MSc. Rolando González Santana.	DEMA. Geocuba	Revisión y aprobación informe final.
Lic. Luis E. Pupo Almaguer.	DEMA. Geocuba CMG-CA	Jefe del proyecto. Integración del informe final. Caracterización del medio ambiente: <ul style="list-style-type: none"> • Geomorfología. • Hidrogeología (calidad del agua). • Oceanografía química. • Paisajes Evaluación de factibilidad: <ul style="list-style-type: none"> • Resumen ejecutivo. • Descripción general de la actividad. • Proceso constructivo, operación y mantenimiento • Justificación social del plan de ordenamiento. • Evaluación de los impactos ambientales: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Componentes ambientales.
MSc. Yuniór Consuegra V.	AEMA. Geocuba CMG-CA	Caracterización del medio ambiente: <ul style="list-style-type: none"> • Geología. • Condiciones ingeniero-geológicas. • Sismicidad. • Hidrogeología. • Mapa geológico.
Lic. Jhoan M. Moro Valdivia	AEMA. Geocuba CMG-CA	Caracterización del medio ambiente: <ul style="list-style-type: none"> • Aire. • Medio socio-económico-cultural • Hidrografía. • Mareas y corrientes. • Oleaje. Evaluación de factibilidad: <ul style="list-style-type: none"> • Evaluación de los impactos ambientales. ✓ Componentes socio-cultural.
Ing. Erduyn Vega Ronquillo	AEMA. Geocuba CMG-CA	Caracterización del medio ambiente: <ul style="list-style-type: none"> • Suelo. • Ruido. Evaluación de factibilidad: <ul style="list-style-type: none"> • Evaluación de los impactos ambientales.

2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ACTIVIDAD PROYECTADA.

2.1. Título y promotor del proyecto.

El proyecto Evaluación Ambiental Estrategia (EAE) para el Desarrollo Turístico de cayo Antón Chico, es promovido por la empresa Inmobiliaria ALMEST.

2.2. Ubicación geográfica.

Localización geográfica y administrativa del proyecto.

Cayo Antón Chico forma parte del archipiélago Sabana – Camagüey, se localiza en 22.41° de latitud norte y los 78.08° de longitud oeste. Se encuentra situado al este de cayo Paredón Grande y al norte de cayo Romano, separados de ellos por un mar interior de poca profundidad.

El cayo cuenta con valiosos recursos naturales, representados por la bondad del clima, la variedad y riqueza de la flora y la fauna, la diversidad de sus paisajes y la calidad de sus playas, mares adyacentes y los altos valores escénicos de sus fondos marinos, todo lo cual le confiere un gran atractivo para el desarrollo del turismo (figura 1).



Fig. 1. Ubicación geográfica de cayo Antón Chico.

Vías de acceso (marítimas y terrestres).

Terrestre: El vial regional que enlaza a los cayos Coco, Romano, Paredón Grande y Antón Chico.

Marítimo: Por su ubicación insular, al norte de cayo Romano, frente al Canal Viejo de Bahamas, prácticamente todo su región norte tiene posibilidad de acceso marítimo, nacional e internacional.

Aéreo: A través del aeropuerto internacional de cayo Coco, el cual puede recibir hasta 1,3 millones de viajeros anualmente.

2.3. Objetivos de la EAE

En términos generales, el objetivo de la EAE es facilitar la integración ambiental y la evaluación de las oportunidades y riesgos ambientales con estrategias de acción, en el contexto del desarrollo sostenible. Se identifican asimismo, tres objetivos estratégicos:

1. **Garantizar la incorporación** de cuestiones ambientales, sociales, económicas y políticas en los procesos de planificación, programación y formulación de políticas, planes y programas;
2. **Detectar oportunidades y riesgos** ambientales, evaluar y comparar las alternativas de desarrollo, mientras que aún se está en la discusión;
3. **Contribuir a la creación de contextos de desarrollo** más adecuados a las futuras propuestas de desarrollo.

2.4. Metodología utilizada

La metodología empleada está reconocida por el comité de expertos de la DEMA adscripta al Grupo Empresarial Geocuba.

Esta metodología es aplicable a cualquier tipo de programa, políticas y planes de ordenamiento que durante su ejecución, y posterior puesta en funcionamiento, pueda incidir sobre los ámbitos ambientales, turísticos y socio-culturales de un área natural o antropizada, rural o urbana, costera o de plataforma. Este método de trabajo por etapas, permitió elaborar y aplicar medidas preventivas o de mitigación a corto, medio y largo plazo a las acciones impactantes relacionadas.

Para la realización del estudio se utilizó el criterio de expertos, como método de validación de la información, análisis de variantes y selección de alternativas de desarrollo más exitosas desde el punto de vista ambiental, a través de sesiones técnicas, talleres y recorridos de campo con los especialistas, con el fin de lograr el carácter participativo que este proceso demanda y seleccionar la alternativa de desarrollo más exitosa desde el punto de vista ambiental.

3. CARACTERIZACIÓN DEL MEDIOAMBIENTE.

3.1. Medio abiótico

3.1.1. Geología

De acuerdo a la información que ofrece el Mapa Geológico de Cuba, escala 1: 100 000, (Instituto de Geología y Paleontología, 2000), cayo Antón Chico desde el punto de vista geológico no es muy compleja y su cobertura está constituida fundamentalmente por formaciones y depósitos del Período Cuaternario, lo que hace que su tectónica no sea muy significativa o prácticamente nula.

La constitución geológica de esta cobertura se encuentra representada por el complejo de rocas carbonatadas y terrígeno-carbonatadas del Neógeno-Cuaternario (N-Q), agrupadas mayoritariamente, en la Formación Jaimanitas (Fm. js Q_{II-III}), Formación Los Pinos (Fm. lpi Q_{IV}) depósitos marinos (Q_{IV} m) y depósitos palustres (Q_{IV} p). Las características fundamentales de estos complejos litológicos son:

- Formación Jaimanitas (Fm. js Q_{II-III}). Representada por calizas biogénicas, calcarenitas y biocalcarenitas y en raros casos margas y dolomitas. Unidad geológica datada del Pleistoceno Superior de origen carbonatico-eólico-marino donde predominan las facies de playa, postarrecifal y más limitadamente arrecifal. Aflora en la zona norte y centro oeste, donde se puede encontrar las calcarenitas muy carsificadas, siendo el lapies (diente de perro) y los carsolitos las formas cársicas más difundida. En la zona central aflora en la llanura temporalmente inundada, donde existe un marcado predominio de los fenómenos cársicos. Su espesor probablemente exceda los 10 m.
- Formación Los Pinos (Fm. lpi Q_{IV}). Compuesta fundamentalmente por paleodunas y barras de arena de playa, constituida por areniscas de grano subangulares a redondeados, bien seleccionados, débilmente cementados por contacto, de color blanco amarillento, en ocasiones con conchas de microorganismos marinos. Dichas areniscas se encuentran débilmente litificadas y su laminación es prácticamente horizontal. Su origen es fundamentalmente eólico, asociado a zonas costeras, pertenecientes al Holoceno Temprano. Esta formación yace concordantemente sobre la Formación Jaimanitas.
- Depósitos marinos (Q_{IV} m). Representados por depósitos de arena, guijarros de playa y bancos de tormenta, con un espesor de entre 1-3 m. Aflora a lo largo de la costa nororiental.
- Depósitos palustres (Q_{IV} p). Constituidos por residuos vegetales, turbas, limos carbonatados, arcillas salinizadas arenosas con restos carbonizados de troncos y raíces de mangle. Su espesor no excede 1.0 m. Estos depósitos en ocasiones presentan un alto contenido de fósiles, fundamentalmente bivalvos, moluscos y corales. Los ambientes de deposición son variados, siendo los más frecuentes los palustres y lacustres.

Estas litologías fueron depositadas en mares someros similares a los actuales, alcanzando espesores entre 1.0 m - 10.0 m, y son considerados el zócalo o substrato donde yacen los sedimentos innominados del Cuaternario, específicamente del Holoceno (Q_{IV}) con menos de 10 000 años de existencia, representados por arenas, fangos y turbas.

Características ingeniero - geológicas

En el cayo se determinaron 6 horizontes ingeniero –geológicos, de los cuales 5 afloran en

superficie. A continuación se ofrece una breve descripción de los mismos:

Horizonte 1.

Arena de granulometría fina a media, pudiendo llegar a gruesa, de color pardo claro hacia la parte superior del intervalo, tornándose blanco crema con el aumento de la profundidad, su consistencia varía entre suave plástica y fluida plástica. La resistencia a la perforación es variable. Se estima que su origen sea eluvio – deluvial, producto a la descomposición del horizonte ingeniero – geológico 2, debido a la acción del agua. Aparece aflorando en casi todo el cayó, aunque se encuentra más bien relacionado a las zonas costeras y las inundadas.

Horizonte 1a

Arena arcillosa o arcilla arenosa de grano medio a grueso, presentándose en ocasiones como arena o arena gravosa, de color blanco crema a pardo claro, su consistencia varía entre suave plástica y fluido plástica. Presenta abundante contenido de fósiles y materia orgánica (olor fétido) hacia el final del intervalo. Aflora en superficie, encontrándose principalmente, hacia la zona central del cayó, asociado a zonas de lagunas. De forma esporádica aparece en profundidad.

Horizonte 1b

Turba de color pardo oscuro con olor fétido y consistencia variable entre fluida y suave plástica. En ocasiones presenta cierta fracción arenosa. Su origen es orgánico, debido a la descomposición de plantas (principalmente mangle). Presenta una distribución limitada, encontrándose hacia el norte y sureste del cayó, asociándose a las zonas de mangle y áreas inundadas; también, aparecen en la zona norte en profundidad sobreyaciendo a la calcarenita.

Horizonte 2

Arenisca de color blanco crema, en ocasiones pardo claro, de grano fino y cierto contenido de limo, carsificada superficialmente, semideleznable, formando en ocasiones especie de semiroca. El origen atribuido a estos sedimentos es fundamentalmente eólico, aunque se pueden asociar a un ambiente marino de bajas profundidades. Se encuentra distribuido hacia la parte noreste del cayó, asociado a las zonas de playa y en menor cuantía en la parte central del mismo.

Horizonte 3

Limo arenoso o arena limosa de grano fino a medio y color blanco crema, consistencia variable y suave plástica. Se le atribuye un origen marino. Este horizonte no aflora en superficie, encontrándose solo en profundidad, más bien limitado desde la parte central del cayó hacia playa Chica y, como tal, yace directamente sobre el horizonte 4.

Horizonte 4

Calcarenita de color blanco crema, recristalizada, presenta cierto bandeamiento en la granulometría y alto contenido de fósiles. Esta roca se encuentra carsificada superficialmente. El origen de este horizonte está dado en un ambiente de formación correspondiente a una plataforma poco profunda. Aflora en superficie, encontrándose en la zona oeste del cayó a todo lo largo de la costa suroccidental y de forma más limitada, en el extremo norte del mismo.

3.1.2 Tectónica

La zona de estudio está constituida por depósitos y rocas de la cobertura sedimentaria, formados después de la consolidación del substrato plegado, luego de la orogénesis cubana, a partir del Eoceno superior hasta el Reciente. Pertenecen al Neoautóctono cubano, donde dominan los movimientos verticales oscilatorios que dieron lugar a un mosaico de bloques distintamente elevados (emergidos y sumergidos), que presentan muy pocas deformaciones tanto plicativas (pliegues y rizaduras) como disyuntivas (fallas y grietas). Están vinculadas regionalmente, al campo de esfuerzos transpresionales, que generan los movimientos de la corteza terrestre a lo largo de las fallas probadas en la zona, en la cual resalta por sus características la Norte Cubana (NC) con dirección E-W, mayormente heredadas del substrato plegado, y desarrollada de forma evidente en toda la costa norte de la cayería, evidenciada por el morfoalineamiento de estos cayos.

Resumiendo, los eventos tectónicos presentes en cayo Antón Chico no son significativos, como consecuencia del predominio de los sedimentos Cuaternarios, solo existen evidencias marcadas de los movimientos verticales oscilatorios.

3.1.3 Hidrogeología.

Las aguas subterráneas están directamente interrelacionadas con el mar, por lo que las mareas van a incidir sobre los niveles de las mismas; así como, sobre su composición química fluctuante. Este fenómeno se debe a las bajas cotas existentes y a las dimensiones del cayo, lo que unido a la existencia de formaciones geológicas muy permeables, hacen que estas tengan el mismo comportamiento que en las lagunas interiores. Su nivel se encuentra a profundidades que oscilan entre 0.46 m hasta 3.91 m, según las variaciones del relieve.

Dentro de las partes emergidas se produce un movimiento constante del agua salada, fundamentalmente, a través de las barras arenosas litorales. Este movimiento provoca la inversión de los gradientes, según sea la variación de las mareas, pero dichos gradientes son de baja magnitud y, aunque el coeficiente de filtración sea alto, no se producen velocidades elevadas del flujo subterráneo.

Actualmente, los espacios que han perdido su vínculo marítimo, funcionan como centros colectores de los flujos superficiales y concentran pequeños volúmenes de aguas pluviales en la época de las máximas precipitaciones, pero siempre sometidas a intensos procesos de evaporación y concentración de la salinidad a más de 70 partes por mil. Estas condiciones minimizan las posibilidades de funcionamiento como espacios de gran interés como ecosistemas marino-costeros, que durante la época de estiaje pierden casi la totalidad del agua acumulada y su expresión es de un gran saladar. En cambio durante la época de máximas precipitaciones, se acumulan de acuerdo con el régimen medio de las lluvias pequeñas cantidades de pluviales y se convierten y funcionan ecológicamente como un centro excepcional para la reproducción de diversas especies de mosquitos.

3.1.4 Sísmica

Cuba es un archipiélago localizado en el Caribe, que desde el punto de vista geodinámico pertenece a la placa litosférica de Norteamérica. Tal situación, permite explicar que en él se

presenten dos tipos muy contrastados de sismicidad: interior de placas (intraplacas) y entreplacas (borde de placas). El segundo tipo está asociado al sistema de fallas Bartlett-Caimán (BC), que es donde se ha producido la mayor cantidad de terremotos y también los de mayor magnitud. Esto se justifica a partir del complejo proceso de interacción (predominio del desplazamiento lateral izquierdo) de las placas litosféricas, particularmente, de Norteamérica y del Caribe.

En la cayería norte se entrelazan fallas y sistemas de grietas, que pueden provocar la ocurrencia de movimientos telúricos de mayor intensidad que los ocurridos hasta la fecha. Tal es el caso del evento sísmico ocurrido en el año 1939, que fue perceptible en el área de estudio. Recientemente, en los días 29 y 30 de mayo del 2012 ocurrieron dos eventos telúricos perceptibles al N de la provincia Ciego de Ávila. El primero de ellos, con una magnitud de 3 grados en la escala Richter y 2,0 km de profundidad, se registró a las 4:06 am en las coordenadas 22° 18' latitud norte y los 78° 08' longitud oeste, a 27.6 km al ENE del municipio de Bolivia, en la provincia de Ciego de Ávila. El segundo evento, con una magnitud de 3,1 grados en la escala abierta de Richter y profundidad de 10,0 km, se registró el día 30 de mayo, a las 8:23 pm en las coordenadas 22° 45' latitud norte y los 78° 29' longitud oeste a 42.8 km al N del municipio de Bolivia, en la provincia de Ciego de Ávila.

Según la NC 46: 2017. *Construcciones Sismo Resistente. Requisitos básicos para el diseño y construcción*), el territorio se encuentra dentro de la zona sísmica 2, clasificada como de peligro sísmico bajo, donde se pueden producir daños en las construcciones, debiéndose tomar medidas sismorresistentes en las estructuras y obras en función de la categoría ocupacional de las mismas y el nivel de protección definido, según la probabilidad de exceder un sismo de diseño. Los valores de la aceleración espectral horizontal máxima para el cálculo S_a estarán entre (0.30 – 0.40) g para periodos cortos (S_s) y entre (0.06 – 0.15) g para periodos largos (S_1).

3.1.5. Geomorfología.

El relieve en el cayo presenta un gran desarrollo de las formas de origen marino, debido en lo esencial a la interacción de los procesos morfogenéticos, a los movimientos neotectónicos ascendentes o descendentes, a las variaciones del nivel del mar durante el Cuaternario, al predominio de los complejos litológicos carbonatados; así como, a su ubicación en la franja tropical septentrional, lo que condiciona la dinámica de un conjunto de procesos exógenos (abrasivo-acumulativos) de ciclo relativamente periódico (invierno-verano).

El territorio está formado por un relieve joven, donde se manifiesta una interrelación entre los procesos morfogenéticos, que han dado lugar a la diferenciación geomorfológica del territorio. La existencia de una serie de tipos y complejas formas del relieve, desarrolladas sobre una cobertura de rocas y depósitos recientes, con un predominio de calcarenitas y biocalcarenitas originadas en un ambiente de arrecifes coralinos y bancos, caracterizan el relieve actual del cayo. El carácter de estos procesos se manifiesta en las diferencias existentes en los complejos del relieve en cuanto a su disposición, altitud, morfología y dinámica.

Sobre las superficies abrasivas se ha formado un sistema de barras, dunas litificadas y arenas sueltas que descienden suavemente hacia el litoral. El trabajo abrasivo del mar sobre estas

superficies ha provocado la formación de bajos, en los cuales se observan bancos de arenas sueltas de granulometría fina y media, fundamentalmente.

Las partes de mayor altitud están cubiertas por depósitos eólicos-marino recientes de espesor variable, debajo de las cuales se encuentran las paleodunas, aunque en algunos sectores aparecen aflorando.

Genéticamente, el relieve emergido del cayo se dividió en dos grupos: llanuras marinas y llanuras marino – biogénicas (anexo 1. Mapa Geomorfológico).

Llanuras marinas

Ocupan la mayor parte del cayo y están asociadas a los procesos de emersión reciente. En este grupo se encuentran los complejos siguientes:

Ligeramente onduladas y planas, en parte diseccionada ($H \leq 1 m$).

Están constituidas por arenas sueltas que forman cadenas paralelas al litoral hacia donde se disponen las más bajas y jóvenes. En el borde costero se emplazan las barras y las playas más representativas del cayo (figura 2), cuya morfología ha sido remodelada por la actividad eólica, éstas son interrumpidas en algunos sectores por pequeños acantilados. La orientación de las barras arenosas no se aparta de la configuración que tiene el litoral. Existen pequeños sectores donde las barras arenosas están transgrediendo a los depósitos turbosos situados a sotavento de las mismas, y en el litoral se observan raíces de mangles descubiertas y árboles abatidos como consecuencia de la transgresión que experimentan. Desde el punto de vista geomorfológico esta llanura es relativamente inestable, constituidos por depósitos poco consolidados con abundantes restos orgánicos, evidenciando procesos de emersión reciente. La acción de los eventos hidrometeorológicos extremos, la lluvia intensa y los vientos han originado una ligera disección en la superficie de esta llanura.



Fig. 2. Vista parcial de la llanura, obsérvese las particularidades de las playas arenosas

Ligeramente onduladas, poco diseccionada y poco carsificadas ($H < 2.5 m$).

Está formada por las barras y dunas más consolidadas y de mayor altura más del cayo, constituidas por depósitos eólicos recientes y una pequeña capa de arena procedente de la

intemperización de las rocas. Están distribuidas en sectores reducidos. Las barras están constituidas por un corte eluvial típico afectado notablemente por la acción del mar, en el cual las dunas fósiles poco consolidadas, han sufrido un proceso vertical de lixiviación del cemento que une sus granos, quedando en el techo en forma de arena de grano fino suelto y en la base la duna original en forma de bloques sueltos. Las dunas se distinguen por sus cimas redondeadas modeladas por la acción del viento, fundamentalmente (figura 3). Las dunas poseen una orientación noreste – suroeste y su base aflora en el litoral noreste, formando estratos laminares de calcarenita deleznable, horizontales o casi horizontales.



Fig. 3. Vista parcial de la llanura, obsérvese la morfología de las dunas.

Abrasivas, planas y carsificadas ($H < 1m$).

Constituye una franja alargada de norte a sur, se encuentra formando parte de un sector del cayo ubicada en su parte suroeste, donde la roca de la formación Jaimanitas aflora en gran parte de la llanura, presenta una superficie más estable que las anteriores con un predominio del carso superficial. La llanura se caracteriza, en general, por la intensidad de los procesos cársicos, los cuales han transformado la superficie marina primaria (figura 4). Es un relieve elaborado sobre rocas carbonatadas, donde se aprecian formas cársicas como el lapiés, dolinas y pequeñas casimbas. Estas últimas constituyen las principales fuentes de absorción cársica; sin embargo, pueden actuar como formas emisivas cuando asciende el nivel freático por el incremento de las precipitaciones durante el período lluvioso estableciéndose de esta forma una circulación superficial y subsuperficial entre las dolinas, originándose cauces de disolución cársica entre ellas, además en toda la llanura aparecen otras formas cársicas como embudos cársicos y gran abundancia de carsolitos, éstos constituyen verdaderos campos de lajas finas, cuya génesis está asociada a los procesos de exfoliación derivados de la meteorización térmica.



Fig. 4. Vista general de la morfología de la llanura.

Llanuras marino – biógenas

Este grupo genético está asociado a las partes más bajas del cayo, donde la actividad biogénica es significativa, debido a la presencia del manglar. En este grupo se distinguen los tipos siguientes:

Acumulativo – abrasivas, planas con carso parcialmente cubierto, periódicamente inundadas ($H < 1$ m).

Se originan en la sombra de oleaje, formada por sedimentos areno – arcillosos y pavimento calcáreo. El mangle crece ralo y los depósitos turbosos prácticamente no existen, está formada por pequeños surcos de marea a través de los cuales el mar penetra en algunos sectores inundándolos periódicamente. Los sedimentos sueltos tienen poco espesor y la superficie es inestable y dinámica.

Acumulativa, palustres, planas con carso cubierto, permanentemente inundadas ($H < 0.5$ m).

Ocupan amplios sectores del cayo que se inundan permanentemente. Están formadas por sedimentos limosos y turbosos, donde el mangle aparece muy denso. Son zonas cuya profundidad es inferior al metro y como característica distintiva se destaca la presencia de los deltas de marea que separan sectores poblados de mangle, principalmente, el rojo. Dentro de las formas abrasivas se encuentran los canales de flujo y refluo como resultado de la acción de las corrientes de marea, que en esta zona juegan un papel fundamental en el modelado del relieve submarino.

3.1.6. Suelos

Para la clasificación de los suelos se utilizó la II Clasificación Genética de los Suelos de Cuba (1975), la que se correlacionó con la nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba (1994).

Características de los suelos

En cayo Antón Chico se ha podido clasificar tres tipos genéticos de suelos, los que se diferencian por sus características generales:

Pantanosos. Se encuentran gran parte del año sumergidos o con el manto freático a pocos centímetros de la superficie, ocupando el fondo de las lagunas y de las zonas costeras. Generalmente, presentan procesos de acumulación de turba. Como consecuencia de la influencia marina recibida, o que actualmente reciben, es frecuente encontrar en sus aguas contenidos variables en sales.

Arenoso cálcico. Formado por deposiciones arenosas, con perfil AC, son friables, porosos, sin estructura. La alteración física predomina sobre la química y biológica.

Esquelético. Presentan un perfil AD, poco profundo, con alto contenido de piedras y rocas en la superficie, donde prácticamente la parte mineral permanece inalterable. Estos suelos son afectados por procesos erosivos naturales o están propensos a estos cuando se altera el medio natural.

3.1.7. Clima

Para la caracterización climática se utilizaron datos de la estación meteorológica ubicada en cayo Coco, durante el período 2000 - 2017. Las variables analizadas fueron: temperatura media del aire (°C), temperatura máxima del aire (°C), temperatura mínima del aire (°C), acumulado mensual de precipitación (mm), días con precipitación, humedad relativa media del aire (%), humedad relativa máxima media del aire (%), humedad relativa mínima media del aire (%), velocidad media del viento predominante (km/h) y la dirección promedio del viento predominante (rumbos).

Temperaturas

En la figura 5, se observa el comportamiento medio anual de la temperatura media. La misma adquiere los menores valores durante los meses desde noviembre hasta abril, durante el período lluvioso (mayo – octubre) alcanza sus mayores valores, registrándose en agosto su máximo valor con 29.1°C. La condición de insularidad del cayo, proporciona la modulación de los valores extremos de temperatura (figuras 6 y 7), con valores medios que no sobrepasan los 32.1 °C de máximas y 21.4 °C de mínima.

Durante los meses menos cálidos del año (diciembre, enero, febrero), la oscilación de la temperatura es mucho menor gracias a la influencia de la inercia térmica del mar. De esta forma, durante todo el año se mantienen elevadas las temperaturas, sin alcanzar grandes contrastes térmicos.

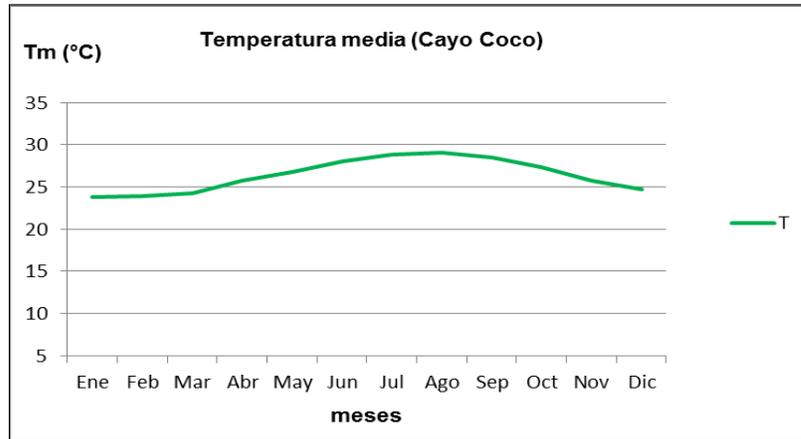


Fig. 5. Comportamiento de la temperatura media. Estación Cayo Coco.

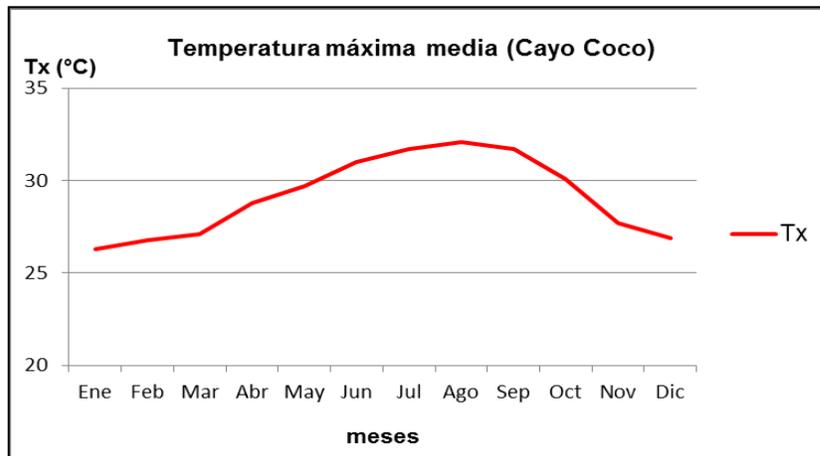


Fig. 6. Comportamiento de la temperatura máxima media. Estación Cayo Coco.

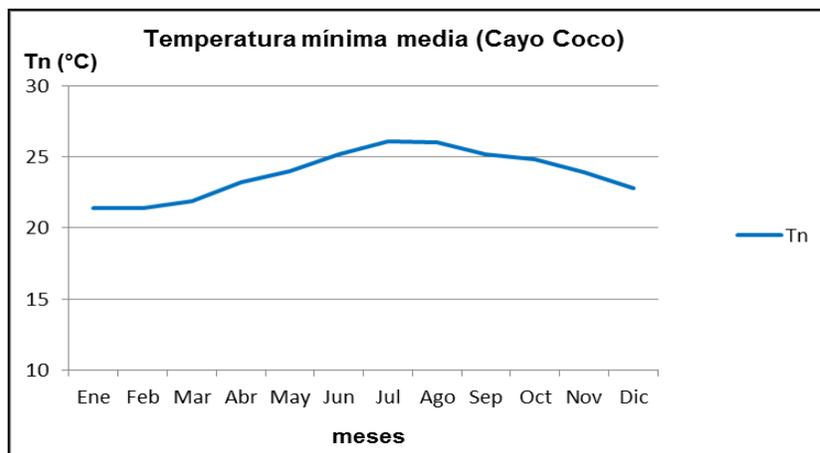


Fig. 7. Comportamiento de la temperatura mínima media. Estación Cayo Coco.

Precipitaciones

La precipitación es máxima como promedio en el mes de octubre, con valores superiores a los 180 mm de lluvia, seguida de mayo (figura 8). Febrero resulta el mes con menos acumulados

promedio, seguido de enero y marzo. El mes de menos días con lluvias es también, febrero (figura 9); por otra parte, en octubre es cuando se presentan la mayor cantidad de días con precipitaciones.

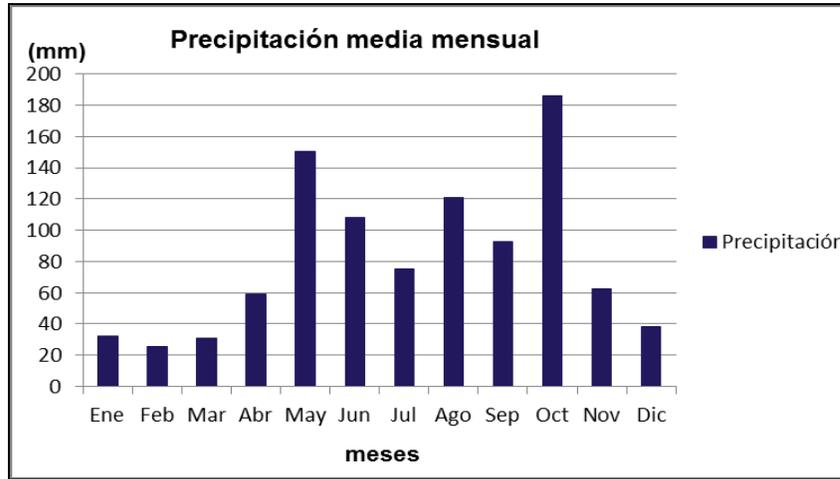


Fig. 8. Comportamiento de la precipitación media. Estación Cayo Coco.



Fig. 9. Promedios mensuales del número de días con precipitación. Estación Cayo Coco.

Humedad relativa

Como se aprecia en la figura 10 los meses más húmedos durante este período corresponden a los meses de junio y octubre, mientras se registra una disminución en los meses del período poco lluvioso; sin embargo, durante todo el año los valores medios superan el 71%, lo que ocurre por la influencia de las lluvias y las brisas marinas cargadas de humedad.

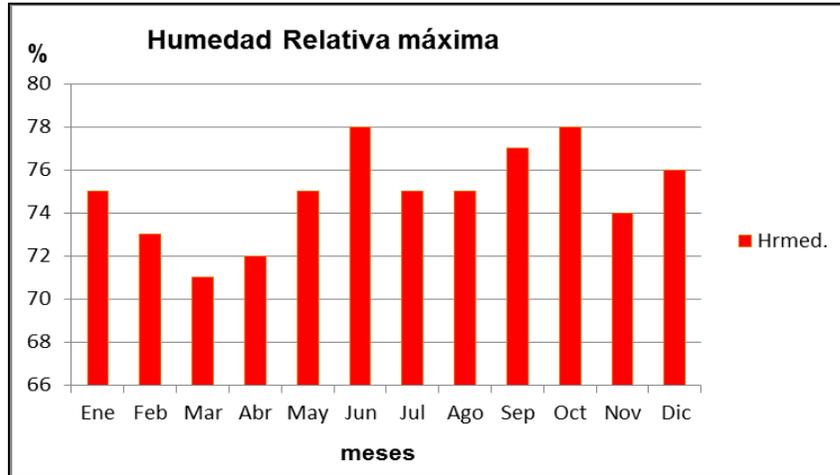


Fig. 10. Humedad relativa promedio mensual. Estación Cayo Coco.

Viento

Los valores medios mensuales de la velocidad del viento indican a los meses de enero, febrero, marzo, abril, noviembre y diciembre con las mayores velocidades, en el orden de los 16 - 18.5 km/h (figura 11). Entre junio y septiembre las velocidades descienden, no siendo inferiores a 9.4 km/h.

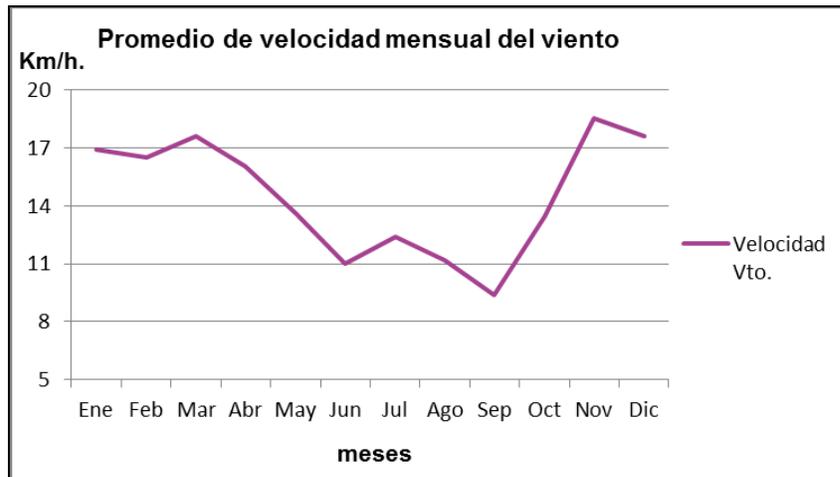


Fig. 11. Velocidad media mensual. Estación Cayo Coco.

La situación geográfica del cayo, le permite recibir los vientos más fuertes del primer cuadrante (norte – este), que predominan en la región este durante todo el año (tabla 1); situación que difiere hacia el centro de la provincia, donde el rozamiento en las capas bajas influye en el cambio de dirección y velocidad del viento. La velocidad de los vientos depende de la disposición del campo bórico y valor de las isobaras del anticiclón subtropical.

Tabla 1. Dirección predominante del viento por meses.

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
E	E	ENE	E	E	E	E	E	E	E	ENE	ENE

Fuente: Centro Meteorológico Provincial Ciego de Ávila, 2018.

Fenómenos meteorológicos

Tormentas Locales Severas (TLS)

La formación de TLS se asocia a:

- Convección térmica local (principal causa de lluvia en Cuba, 42%).
- Formación nubosa prefrontal (la frecuencia de ocurrencia de patrones de circulación atmosférica entre los meses de febrero y mayo, favorecen la aparición de líneas de tormentas prefrontales de considerable intensidad y se incrementa significativamente, en años de eventos ENOS (El Niño / Oscilación del Sur).
- Al paso de una Onda Tropical u Onda del Este.

A continuación se expone un registro de las TLS ocurridas desde el 2003 hasta diciembre del 2017 que han afectado a la cayería norte (tabla 2). Anterior al año 2003 la base de datos con que se cuenta, no ofrece confiabilidad, ya que no se guardaban los reportes de las mismas. En dicha tabla se da la información de la localidad en donde ocurrió el fenómeno, el tipo de fenómeno y el día de ocurrencia. Es bueno saber que para la meteorología las TLS son: tornados, trombas marinas, granizadas, lluvias intensas con acumulados superiores a los 100 mm en 24 horas (este fenómeno lo veremos con más detalles posteriormente), aeroavalanchas (vientos lineales fuertes) y vientos fuertes por encima de los 50 km/h.

Tabla 2. TLS que han afectado a la cayería norte de la provincia Ciego de Ávila (2003-2017).

Localidad	Fenómeno	Fecha de ocurrencia
Cayo Coco	Aeroavalancha	14/7/10
Pedraplen cayo Coco	Tromba marina	6/6/12

Fuente: Centro Meteorológico Provincial Ciego de Ávila, 2018.

Frentes fríos

Para la formación de los sistemas frontales, la causa principal es la existencia de las ondas del oeste en la circulación general de la atmósfera, las cuales ocasionan el desplazamiento del aire frío hacia bajas latitudes y del aire caliente hacia altas latitudes, formándose el frente en el seno de la onda donde se encuentran las dos masas de aire (Petterssen, 1973).

Desde la temporada 2000 - 2001 hasta la 2016 - 2017 la cayería norte ha sido afectada por un total de 206 frentes fríos, para una media anual de 12.1 sistemas frontales. Los meses de mayor afectación son enero con 47, seguido por diciembre y febrero con 34. En la tabla 3 se muestra, la frecuencia por temporada y meses y los totales de los frentes fríos que ha llegado a la cayería en el período 2000 – 2017.

Tabla 3. Número de frentes fríos que han afectado a la provincia (período 2000 – 2017)

Temporada	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Total
2000-2001	1	1	1	3	1	1	...	...	8
2001-2002	2	...	2	2	2	1	...	...	9
2002-2003	1	3	4	2	...	2	...	...	12
2003-2004	1	2	3	3	4	...	1		14
2004-2005	...	1	3	3	1	5	2	1	16
2005-2006	1	2	3	3	3	1	...	...	13
2006-2007	1	4	3	3	3	2	2	...	18
2007-2008	...	1	1	2	1	1	1	...	7
2008-2009	2	2	3	3	4	1	1	...	16
2009-2010	1	2	2	2	6	4	...	...	17
2010-2011	...	2	4	3	1	2	...	...	12
2011-2012	1	2	1	2	1	1	...	...	8
2012-2013	...	1	2	1	1	3	1	...	9
2013-2014	...	1	1	4	1	5	1	1	14
2014-2015	1	3	...	3	2	1		1	11
2015-2016	...	1	...	5	2	1	1	1	11
2016-2017	1	1	1	3	1	2	1	1	11
Total	13	29	34	47	34	33	11	5	206

Fuente: Centro Meteorológico Provincial Ciego de Ávila, 2018.

Organismos ciclónicos tropicales (O.C.T)

Los ciclones tropicales (CT) son aquellos ciclones no frontales de escala sinóptica que se desarrollan sobre aguas tropicales o subtropicales y que presentan una circulación de los vientos bien definida, con sentido contrario a las manecillas del reloj en el hemisferio norte, y una convección organizada. De acuerdo a la velocidad de los vientos los ciclones tropicales se clasifican, tal como se muestra en la tabla 4. En el caso de los huracanes, se utiliza la escala “Saffir – Simpson” para clasificarlos, según la fuerza que alcancen sus vientos (tabla 5).

Tabla 4. Clasificación de los ciclones tropicales atendiendo a la intensidad de los vientos máximos sostenidos en superficie.

Clasificación	Viento máximo sostenido en km/h (media en un minuto)
Depresión tropical	<63
Tormenta tropical	63 – 119
Huracán	>119

Fuente: Centro Meteorológico Provincial Ciego de Ávila, 2018.

Tabla 5. Escala internacional Saffir – Simpson.

Categoría	Vientos máximos sostenidos (km/h)
1	119 – 153
2	154 – 177
3	178 – 208
4	209 – 251
5	Mayor o igual a 252

Fuente: Centro Meteorológico Provincial Ciego de Ávila, 2018.

En general, los O.C.T se forman en tres zonas próximas a Cuba: El Golfo de México (Golfo de Campeche principalmente), Mar Caribe (Golfo de Darién y Los Mosquitos) y el Océano Atlántico, entre la costa occidental del continente africano y el arco de las Antillas Menores. Las trayectorias más comunes que describen los O.C.T, por meses, se refieren en la tabla 6.

Tabla 6. Trayectorias más comunes por meses

Meses	D.T	T.T	H
Mayo	<u>N – NE</u>	<u>NE</u>	...
Junio	<u>NW – N – NE</u>	<u>WNW</u>	...
Julio	...	...	...
Agosto	<u>W – NW</u>	<u>W – WNW – NW</u>	<u>W – WNW – NW</u>
Septiembre	<u>NW – N</u>	<u>W – WNW – NW</u>	<u>W – WNW – NW</u>
Octubre	<u>NW – N – NE</u>	<u>NW – N – NE</u>	<u>NW – N – NE</u>
Noviembre	<u>N – NE</u>	irregular	irregular

Fuente: Centro Meteorológico Provincial Ciego de Ávila, 2018.

La provincia, históricamente, ha sido azotada por 47 ciclones tropicales (CT): 9 casos con la categoría de depresión tropical (DT), 14 con la categoría de tormenta tropical (TT) y 23 con la categoría de huracán (H); de ellos, 15 huracanes de categoría 1 (H1), 3 huracanes de categoría 2 (H2), 2 huracanes de categoría 3 (H3), 3 huracanes categoría 4 (H4), y solo uno (Irma el año pasado) con categoría 5 (H5), durante el período 1851-2017 (166 años). En la tabla 7 se muestra la distribución mensual y por categorías de los ciclones tropicales que han afectado a la provincia.

Tabla 7. Distribución mensual y por categorías de los CT que han afectado a la provincia Ciego de Ávila (1851-2017), según la escala de Saffir – Simpson.

	DT	TT	H1	H2	H3	H4	H5	Total
Mayo	1	-	-	-	-	-	-	1
Junio	-	-	-	-	-	-	-	0
Julio	-	-	-	-	-	1	-	1
Agosto	2	4	4	1	-	-	-	11
Septiembre	2	5	4	1	1	1	1	14
Octubre	4	3	5	-	1	-	-	13
Noviembre	-	2	2	1	-	1	-	6
Totales	9	14	15	3	2	3	1	47

Leyenda: DT es depresión tropical, TT es tormenta tropical y H son huracanes en sus 5 categorías.

3.1.8. Aire.

Gases contaminantes atmosféricos.

No se conoce la existencia de estudios previos de calidad del aire realizados en Cayo Antón Chico. Los resultados que se ofrecen a continuación, los obtuvo un grupo de trabajo de la Agencia de Estudios Medioambientales de la Empresa Geocuba Camagüey – Ciego de Ávila, durante un día de monitoreo en el periodo poco lluvioso del 2018.

La toma de muestras se realizó con un equipo marca *Aeroqual*, serie 500, de diseño modular que consta de dos componentes principales: el monitor y el cabezal sensor (independiente para cada uno de los gases de estudio), lo que garantiza la especificidad de la medición en presencia de otras sustancias concomitantes en el aire. Este equipo muestra la temperatura y la humedad relativa, además de la concentración del gas; además cumple con la norma EN 0082-1:1997 y con la EN 50081-1:1992.

Para determinar la concentración de cada uno de los gases a analizar, se colocó el sensor analizador en el equipo *Aeroqual 500*; se programó la toma de muestras con una frecuencia de 1 min y el tiempo de medición para cada uno de los gases se determinó, según las especificaciones de exposición de la NC 1020:2014. En cada medición se registraron los datos referentes a la temperatura y humedad relativa.

Se determinaron las concentraciones de los gases: sulfuro de hidrógeno (H_2S), dióxido de azufre (SO_2), amoníaco (NH_3), dióxido de nitrógeno (NO_2) y cloro (Cl).

En el estudio se realizaron 3 mediciones aleatorias discontinuas de 20 minutos, en cada uno de los 3 puntos de muestreo escogidos como de interés: sur de las lagunas, sector noroeste de playa del Sol y sector norte de playa Chica. Los mismos se efectuaron entre las 09:00 – 15:00 horas.

Atendiendo a lo establecido en la NC 1020:2014. *Calidad del aire. Contaminantes. Concentraciones máximas admisibles y valores Guías en zonas habitables*; el resultado de las mediciones de gases en el área monitoreada se exhiben en la tabla 8. Además se muestran los resultados de las mediciones de la temperatura y la humedad relativa.

Tabla 8. Resultados de las mediciones de gases (marzo del 2018).

Puntos	Coordenadas	Condiciones	Muestras ($\mu g/m^3$)				
			SO_2	NO_2	H_2S	Cl_2	NH_3
Sur de las lagunas	799 523; 291 012	HR: 77.0% T: 23.9 °C VV: 15-17 km/h DV: <u>N - NE</u>	0,00	55,00	0,00	129,00	0,00
			0,00	55,00	0,00	129,00	0,00
			0,00	55,00	0,00	129,00	0,00
Sector noroeste de playa del Sol	799 703; 291 488	HR: 77.0% T: 23.9 °C VV: 15-17 km/h DV: <u>N - NE</u>	0,00	39,00	0,00	130,00	0,00
			0,00	39,00	0,00	130,00	0,00
			0,00	38,00	0,00	130,00	0,00
Sector norte de playa Chica	800 443; 290 745	HR: 77.0% T: 23.9 °C VV: 15-17 km/h DV: <u>N - NE</u>	0,00	35,00	0,00	130,00	0,00
			0,00	35,00	0,00	130,00	0,00
			0,00	34,00	0,00	130,00	0,00
CMA ($\mu g/m^3$)			250	160	30	100	200

CMA: Concentración Máxima Admisible

Analizando los resultados de la tabla 8, se observa que el valor obtenido de cloro (Cl_2) se encuentra por encima de la CMA establecida en la NC 1020:2014. El resto de los gases muestreados se encuentran dentro de la norma de referencia.

La presencia de altas concentraciones de Cl_2 en el área monitoreada, se debe a un proceso de origen natural, ya que estos son valores normales para una zona costera.

3.1.9. Estudio sonométrico

Las mediciones se efectuaron de acuerdo a lo establecido en la NC 26: 2007. “Ruido en zonas habitables. Requisitos higiénicos - sanitarios”. En cada tiempo de muestreo se midió la velocidad del viento con el anemómetro de rueda alada, modelo PCE 008.

Se utilizó un sonómetro marca KOBAN® , modelo KS6701, de categoría tipo 2, diseñado conforme a la IEC 651 Tipo 2, ANSI S 1.4 Tipo 2. A continuación se enuncian las principales características del equipo:

- Precisión: ± 1.5 dB
- Frecuencia de respuesta: 31.5 Hz-8 kHz
- Rango dinámico: 50 dB
- Ponderación de frecuencia: A/C
- Ponderación de tiempo: Rápido 125 m/s, lento 1 s
- Micrófono: Micrófono Electret Condenser
- Indicador digital: 4 dígitos, resolución 0.1 dB, índice muestral 2 veces/s
- Rangos de medición: 60–80; 40–90; 50–100; 60–110; 70-120 y 80-130 dB(A).
- Auto rango (el equipo puede elegir el mejor rango de medición).
- Indicador de sobre rango: UNDER (inferior al rango) y OVER (superior al rango)

Con el empleo del sonómetro se efectuaron cuatro mediciones, cada 15 s en cada uno de los puntos de muestreo seleccionados, comenzando: a las 09:00 a.m. (sur de las lagunas); a las 12:00 p.m. (sector noroeste de playa del Sol) y a las 15:00 p.m. (sector norte de playa Chica). El estudio se ejecutó en marzo 2018. Los resultados obtenidos se ofrecen en la tabla 9.

Tabla 9. Niveles sonoros durante las mediciones de campo.

Área	Coordenadas	Nivel de ruido (db)				
		Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Valor promedio
Sur de las lagunas	799 523; 291 012	37.1	37.0	38.2	37.5	37.5
Sector noroeste de playa del Sol	799 703; 291 488	39.0	38.2	40.1	40.5	39.4
Sector norte de playa Chica	800 443; 290 745	37.0	37.2	38.0	37.5	37.4

El nivel sonoro promedio del área estuvo entre 37.4 – 39.4 db. Los mayores valores se reportaron en el sector noroeste de playa del Sol (40.5 db), como consecuencia del fuerte oleaje que existía en el momento del muestreo en esa área. Según la norma cubana (NC 26: 2007. “Ruido en zonas habitables. Requisitos higiénicos - sanitarios”, estos valores se clasifican como ruido suburbano, el cual es un sonido vinculado a fuentes de la naturaleza. Según los

resultados del trabajo de campo realizado, hasta el momento no parece haber ocurrido antropismo por causa del ruido, ya que los estudios en la fauna no demuestran la ocurrencia de migraciones significativas.

3.1.10. Oceanografía física.

Los reportes ofrecidos a continuación, son el resultados de los estudios realizados por la Empresa Geocuba Estudios Marinos (1995), en el área de plataforma comprendida entre los cayos Guillermo, Coco, Paredón Grande y Antón Chico (a profundidades entre 2 y 20 m), hasta más allá del borde del talud insular (el que varía de 20 - 200 m en una corta distancia), en la zona del canal Viejo de las Bahamas (con profundidades en su eje de más de 500 m). Esta plataforma insular posee una barrera coralina con profundidades inferiores a los 10 m.

Las aguas próximas al litoral presentan un comportamiento de la temperatura y la salinidad similar al de las del mar abierto adyacente por el buen intercambio existente, lo estrecho de la plataforma insular y el reducido aporte de agua dulce. En la tabla 10 se muestra el comportamiento anual de estas dos variables.

Tabla 10. Comportamiento medio mensual de la temperatura y la salinidad.

Variables	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Med
Temperatura (°C)	24.7	24.2	25.2	26.7	28.2	29.7	29.9	30.5	30.1	28.3	26.1	24.1	27.3
Salinidad (‰)	35.9	35.9	35.9	35.9	35.9	35.8	35.8	35.9	35.9	35.8	35.8	35.8	35.9

La marea en la región es semidiurna con una marcha diaria que se caracteriza por presentar dos pleamares y dos bajamares, siendo los tiempos de duración similares (≈ 6 horas) y con poca diferencia entre las alturas. La amplitud promedio fluctúa alrededor de los 40 cm con valores extremos entre los 27 y 68 cm.

La circulación de las aguas se encuentra regida por varios factores generadores de corrientes; fundamentalmente el viento, el oleaje y la marea, los que conjuntamente interaccionando con la morfología de la costa y el fondo determinan los patrones de movimientos del agua.

El patrón de circulación de las aguas en la región, está condicionado a la presencia del pedraplén que une a los cayos Romano y Antón Chico, de modo tal, que el mismo funciona de manera compensativa entre los lóbulos que se han creado a ambos lados de la obra hidrotécnica, el movimiento se encuentra regido por la ramificación de corriente del Atlántico Norte que bordea el litoral nororiental de Cuba, prevaleciendo el rumbo W con velocidades superiores al nudo. Las corrientes de marea y el viento, rigen la circulación en las aguas de la plataforma, de manera que se establece un movimiento paralelo a la línea costa en dos direcciones opuestas, E- W, durante el llenante y el vaciante respectivamente, con una resultante neta hacia W en respuesta a los vientos predominantes del primer cuadrante; mientras que en las aguas menos profundas que bañan la costa, el movimiento es caótico con variaciones apreciables en períodos cortos de tiempo.

Clima marítimo

En la ingeniería de costa se denomina *clima marítimo* al conjunto de agentes climáticos que inciden directamente sobre el medio litoral y a los procesos físicos que producen estos agentes se le conoce como *dinámica litoral*.

El oleaje marino, puede afectar, en mayor o menor grado. Las grandes olas producidas por un fuerte temporal, pueden destruir una obra portuaria o de protección, cambiar la configuración y calidad de un vial en sentido negativo, provocar una inundación costera con todas las consecuencias conocidas, afectar la seguridad de la navegación, etc.

Cuando se construye una obra costera, ya sea dentro o fuera del agua, el proyectista debe tener en cuenta, entre otros factores, el oleaje máximo que pueda ocurrir en la zona y afectar la obra a construir, es necesario conocer, no sólo la característica del oleaje extremal, sino también las del oleaje habitual.

Todo esto se hace con el objetivo de que las soluciones propuestas en cada caso, cumplan con dos requisitos fundamentales: confiabilidad y racionalidad, o sea no ejecutar una obra determinada por debajo de los requerimientos mínimos de confiabilidad, de tal forma que pueda ser destruida por el oleaje o afecte en sentido negativo las características de las obras, pero tampoco llevarla a cabo por encima de los parámetros máximos de racionalidad, de manera que implique un costo material innecesario, aunque cumpla con su objetivo. Lo razonable es buscar un equilibrio entre la confiabilidad y la racionalidad. De ahí, la importancia del estudio del viento y el oleaje.

El oleaje depende fundamentalmente de las características del viento que lo genera (velocidad, dirección, persistencia y alcance o "fetch"), de la configuración y orientación de la línea de costa y de la topografía del fondo sobre el cual se desplaza.

El tiempo en Cuba está dominado de modo alterno por el centro anticiclónico oceánico del Atlántico durante la temporada húmeda y por los anticiclones migratorios del invierno.

La dorsal de las altas presiones oceánicas es responsable de que durante gran parte del período de verano, en la zona de estudio imperen vientos predominantemente del NE al E con velocidades entre 10 y 20 km/h, que pueden alcanzar hasta 30 km/h en la tarde, siendo flojos y variables durante la noche y la madrugada.

En la época poco lluviosa o época invernal la dorsal del Atlántico se retira y da paso a anticiclones migratorios que proceden del continente. La salida al Atlántico de estos anticiclones migratorios, trae la intensificación del flujo de vientos del I cuadrante en la costa norte de Cuba desde el final de la mañana o comienzos de la tarde, con velocidades que pueden llegar en el litoral a valores sostenidos entre 25 y 35 km/h con rachas entre 50 y 60 km/h. Estos son los llamados "frentes fríos", los cuales en cuanto al giro de sus vientos pueden ser clásicos (vientos del S antes del paso del frente y giro paulatino hacia el SW, W y NW) o reversinos (vientos que retroceden del E al NE y N).

La combinación de bajas presiones en el Caribe y altas presiones en el Atlántico o en el E de los EE.UU. trae consigo el desarrollo de “brisotes” del NE al ENE en los meses de abril y mayo.

Otros fenómenos que pueden afectar significativamente el campo de vientos en la zona de estudio son los organismos ciclónicos tropicales (que incluyen las tormentas tropicales y los huracanes): estos son sistemas circulatorios que se generan en el aire caliente del Océano Atlántico tropical, entre los 5 y 30 grados de latitud N. Cualquier disturbio tropical en el flujo de vientos del E durante el verano (de junio a noviembre) puede desarrollarse como ciclón tropical, si las condiciones en la atmósfera superior y la superficie marina son propicias para ello.

Las trayectorias más peligrosas de ciclones tropicales que afectan al territorio provienen del Océano Atlántico con rumbo E-W, desplazándose al S del mismo, o del mar Caribe occidental con rumbo S-N, pasando al W.

El cruce de un organismo ciclónico tropical produce un deterioro muy significativo del tiempo, ya sea por las intensas precipitaciones o los fuertes vientos y marejadas que los acompañan.

Régimen extremal del viento y el oleaje.

Viento

Se denomina régimen extremal a la función de distribución de los valores extremos de una determinada variable. Dicha función expresa la probabilidad de que un valor dado no sea superado, o minorado, en un período de tiempo prefijado.

El régimen extremal de una variable permite asociar su valor máximo esperado con el período de retorno probable en que éste puede suceder estadísticamente.

Para ajustar las muestras extremales se utilizó la función de distribución Asíntota I del mayor valor, conocida como distribución Gumbel, cuya expresión es:

$$F(x) = \exp \left[- \exp \left(- \frac{x - A}{B} \right) \right]$$

De tal modo que, determinando los parámetros de la distribución A y B, los valores de la velocidad del viento correspondientes a un período de retorno (T) se obtienen mediante la expresión siguiente:

$$V_{(T)} = A - B \ln [\ln T - \ln(T-1)]$$

En este caso los valores de los parámetros de la distribución A y B son:

$$A = 18.95 \quad B = 4.58$$

En la tabla 11 se muestran los resultados obtenidos para los períodos de retorno más comúnmente utilizados.

Tabla 11. Características extremales del viento para diferentes períodos de retorno.

Período de retorno (años)	Velocidad del viento en rachas (m/s)
10	29.26
25	33.60
50	36.82
100	40.02

Oleaje

Utilizando la información de la cuadrícula 32 del PC Global Wave Statistics y mediante un procedimiento bastante sencillo es posible expresar la información extremal del oleaje asociada a períodos de retorno.

Para ello, se utilizó el método de Larras, cuya expresión es:

$$H_n = A \log P$$

donde:

- H_n altura del oleaje esperada para un período de retorno de “n” años
- A pendiente de la recta de regresión
- P probabilidad de ocurrencia (%), igual a 1/N° de años, expresados en días

Así, para la totalidad de los datos de todas las direcciones (análisis escalar), se han calculado y graficado en papel semilogarítmico los valores de las frecuencias acumuladas de la altura del oleaje y posteriormente, obtenido la correspondiente recta de regresión y por extrapolación logarítmica determinado los valores de la altura del oleaje correspondientes a diferentes períodos de retorno (tabla 12).

El período del oleaje se ha determinado utilizando el siguiente procedimiento: A partir de la altura del oleaje ya obtenida, y utilizando a la inversa la fórmula de cálculo de la altura del oleaje a partir del viento del Shore Protection Manual (1984) se calculó la velocidad del viento que genera dicha altura y luego se utiliza la fórmula para determinar el período del oleaje a partir del viento. Todo para tormentas de 3 horas de duración de los vientos máximos sostenidos.

Tabla 12. Parámetros extremales del oleaje en la zona de estudio.

Período de retorno (años)	Altura significativa del oleaje (m)	Período del oleaje (m)
1	6.0	8.5
25	9.0	10.0
50	9.7	10.3
100	10.3	10.5

Régimen habitual del viento y el oleaje.

Viento

El régimen habitual de cualquier parámetro relaciona los diversos niveles del mismo con la probabilidad de que dichos niveles no sean superados en un período de tiempo igual a un año climático medio.

Se denomina régimen escalar medio o habitual de la velocidad del viento a la distribución estadística que define el porcentaje de tiempo en que, para el año climático medio, la velocidad del viento no excede determinado valor.

El régimen habitual direccional del viento fue obtenido a partir de la tabla frecuencial del viento por rumbos y rangos de velocidad (tablas 13 y 14).

Tabla 13. Distribución anual frecuencial del viento (%).

Velocidad del viento (m/s)	Direcciones del viento								Total
	<u>N</u>	<u>NE</u>	<u>E</u>	<u>SE</u>	<u>S</u>	<u>SW</u>	<u>W</u>	<u>NW</u>	
Calmas	-	-	-	-	-	-	-	-	7.17
0 - 5	3.08	13.58	31.70	6.44	2.65	1.25	0.74	1.12	60.54
5 - 10	3.17	10.69	13.11	1.15	0.33	0.30	0.15	0.55	29.43
10 - 15	0.68	1.14	0.30	0.02	0.03	0.02	0.03	0.12	2.33
15 - 20	0.14	0.16	0.03	0.01	0.01	0.01	0.03	0.03	0.41
20 - 25	0.02	0.07	0.02	0.01	0	0	0	0	0.11
25 - 30	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0.01
Total	7.08	25.64	45.15	7.63	3.01	1.58	0.95	1.81	100

Tabla 14. Velocidad media ponderada del viento.

Vel. del viento (m/s)	Direcciones del viento								Media Gral.
	<u>N</u>	<u>NE</u>	<u>E</u>	<u>SE</u>	<u>S</u>	<u>SW</u>	<u>W</u>	<u>NW</u>	
6.06	6.06	5.19	4.04	3.33	3.21	3.67	4.08	4.94	4.11

Las direcciones del oleaje incidente en la zona de estudio y del viento que lo genera son: NW, NE y E. Se ha considerado que el resto de las direcciones no influyen a los efectos del presente estudio, por lo que su tiempo de acción puede ser considerado como tiempo de calmas.

Para el cálculo del régimen habitual del viento se utilizó el método de las excedencias. Para ello, fueron construidas en papel probabilístico las rectas de ajuste a la función de distribución exponencial correspondientes a cada dirección incidente, obteniéndose los días de excedencia y los días de ocurrencia por rangos de velocidad del viento (tablas 15 y 16).

Tabla 15. Días de excedencia.

Vel. del viento (m/s)	Direcciones del viento			
	<u>NW</u>	<u>NE</u>	<u>E</u>	Total
0	6.61	93.59	164.80	265.00
5	2.03	27.35	24.05	53.43
10	0.50	5.41	2.68	8.59
15	0.12	1.07	0.30	1.49
20	0.03	0.21	0.03	0.27
25	0.01	0.04	-	0.05

Tabla 16. Días de ocurrencia.

Vel. del viento (m/s)	Direcciones del viento			
	<u>NW</u>	<u>NE</u>	<u>E</u>	Total
0 – 5	4.58	66.23	140.75	211.56
5 – 10	1.53	21.94	21.37	46.84
10 – 15	0.38	4.34	2.38	7.10
15 – 20	0.09	0.86	0.26	1.21
20 – 25	0.02	0.17	0.03	0.22
> 25	0.01	0.04	-	0.05
Total	6.61	93.58	164.79	264.98
Calmas	-	-	-	7.17
Otras direcciones (calmas) = 67.00			Total calmas	74.17
			Total general	329.15

Oleaje

Con el mismo procedimiento se determinó el régimen habitual del oleaje, sólo que utilizando la tabla frecuencial del oleaje por rangos de dirección y altura del oleaje de la cuadrícula 32 del PC Global Wave Statistics (tablas 17 y 18).

Tabla 17. Distribución anual frecuencial del oleaje (%).

Altura del oleaje (m)	Direcciones del oleaje								Total
	<u>N</u>	<u>NE</u>	<u>E</u>	<u>SE</u>	<u>S</u>	<u>SW</u>	<u>W</u>	<u>NW</u>	
Calmas	-	-	-	-	-	-	-	-	1.80
0 – 1	3.33	6.86	10.41	7.37	4.27	1.97	1.66	1.73	37.60
1 – 2	3.37	6.74	12.14	8.11	3.71	1.07	0.98	1.60	37.72
2 – 3	1.78	3.03	4.82	2.96	1.32	0.31	0.40	0.87	15.49
3 – 4	0.78	1.05	1.40	0.75	0.37	0.09	0.16	0.42	5.02
4 – 5	0.31	0.34	0.38	0.17	0.10	0.02	0.06	0.18	1.56
5 – 6	0.14	0.11	0.11	0.03	0.03	0.01	0.02	0.08	0.53
6 – 7	0.06	0.04	0.02	0.02	0.01	-	0.01	0.03	0.19
7 – 8	0.03	0.02	-	-	-	-	-	0.01	0.06
8 – 9	0.01	-	-	-	-	-	-	0.005	0.015
9 – 10	0.01	-	-	-	-	-	-	0.005	0.015
Total	9.82	18.19	29.28	19.41	9.81	3.47	3.29	4.93	100.0

Tabla 1. Altura media ponderada del oleaje. (PC Global Wave Statistics, Cuadrícula 32)

	Direcciones del oleaje								Media general
	<u>N</u>	<u>NE</u>	<u>E</u>	<u>SE</u>	<u>S</u>	<u>SW</u>	<u>W</u>	<u>NW</u>	
Altura del oleaje (m)	1.72	1.50	1.46	1.39	1.32	1.10	1.31	1.73	1.44

Variaciones del nivel del mar

Las variaciones del nivel del mar, pueden ser periódicas o no periódicas, las no periódicas por lo general están condicionadas al comportamiento hidrometeorológico del área, como puede ser, la variación de la presión atmosférica, fenómeno conocido como efecto de barómetro invertido, variaciones por desigualdades del ciclo hidrológico, como son el efecto de las precipitaciones y los estrés hídricos por ausencia de estas, otras relacionadas con la fricción tangencial del viento sobre el espejo de agua y las determinadas por variaciones de la densidad y la temperatura de las masas de agua. Las periódicas por lo general están condicionadas al efecto de las mareas astronómicas que imperan en la zona.

Cualquier análisis del nivel del mar tiene que basarse en una larga serie de mediciones cuidadosas. Cualquier medición instantánea del nivel del mar de una serie se puede considerar como la suma de tres componentes:

Nivel observado + nivel medio del mar + marea + residuos meteorológicos

Cada una de estas partes está condicionada por procesos físicos separados y las variaciones de cada una de ellas son esencialmente diferentes de las demás partes componentes.

Para la región del archipiélago Sabana - Camagüey, las oscilaciones del nivel del mar están sujetas a las mareas astronómicas, al residuo de los vientos cuyo componente es de más del 80% de dirección E y al nivel geodésico calculado por series de varios años.

Las observaciones sobre el nivel del mar se realizaron con el objetivo específico de referir las profundidades medidas al nivel medio del mar (N.M.M.), además hemos querido dar a conocer algunas características de la marea dentro de los canalizos, ya que este parámetro representa el mayor por ciento de la actividad dinámica de los mismos.

Mareas

La corrección por marea se realizó con respecto al N.M.M., utilizándose mediciones de la regla de marea instalada con este fin, a la cual se le realizó previamente una nivelación de IV orden, con el objetivo de obtener cotas de profundidad referidas al cero geodésico.

Las oscilaciones del nivel del mar dentro del sistema revisten gran importancia en el estudio de la actividad dinámica de esta zona, ya que las corrientes, son generadas a partir de las fuerzas de las mareas.

La marea en el tramo costero presenta un carácter semidiurno irregular, atendiendo a las características de la curva de las oscilaciones del nivel del mar (Chirino. A. L. y Fernández. L.

1995), o sea, que durante un mes lunar ocurren dos bajamares y pleamares diarias, lo que denota el carácter semidiurno, existiendo una desigualdad entre las dos pleamares y bajamares consecutivas (desigualdad diurna), lo que en este caso confirma la irregularidad de la marea.

Sobreelevación meteorológica del nivel del mar.

La sobreelevación meteorológica del nivel del mar, ocurre habitualmente durante la ocurrencia de fenómenos meteorológicos extremos que generen vientos y olas de consideración: entiéndase huracanes, frentes fríos, bajas extratropicales, en una palabra: tormentas. Se le conoce también como marea de tormenta o surgencia de tormenta (del inglés *storm surge*) y se define como la diferencia entre el nivel real del mar durante la ocurrencia de una tormenta y el nivel que debió haber existido en ausencia de ella.

Su efecto principal, cuando es intensa, es la inundación costera por penetración del mar, afectando a todo tipo de instalación ubicada en la costa, además de que al aumentar la profundidad en las zonas cercanas a la costa facilita la llegada de olas mayores a la misma y el acercamiento a ésta del punto de rotura de las olas aumentando su fuerza destructiva, de ahí la importancia que reviste su análisis para los estudios de riesgo.

Este es un fenómeno muy complejo que es provocado por la combinación de varios factores. En principio el fenómeno es producido por la ocurrencia de fuertes vientos, que soplen durante un período de tiempo relativamente largo y en una dirección cuya componente principal esté dirigida perpendicularmente hacia la costa.

Es conocido que de los fenómenos mencionados en el primer párrafo de este acápite, son los huracanes los que con mayor intensidad pueden provocar una inundación costera por penetración del mar.

Tomando el valor promedio de cada categoría y convirtiendo la velocidad del viento a m/s se obtienen los resultados como se muestra en la tabla 19.

Tabla 2. Valores para el cálculo (clasificación de los huracanes según la escala Saffir-Simpson).

Categoría	Presión central (hPa)	Velocidad del viento máximo sostenido (m/s)
SS 1	980	37.6
SS 2	972	46.0
SS 3	954	53.8
SS 4	932	63.9
SS 5	910	74.0

Para el cálculo de la sobreelevación meteorológica del nivel del mar se utilizó el modelo de Rondón, que consiste en lo siguiente:

Se asume que las componentes fundamentales de dicha sobreelevación son:

- Sobreelevación por efecto del viento (S_v).
- Sobreelevación por efecto del oleaje (S_o).
- Sobreelevación por efecto de la presión atmosférica (S_p).

La sobreelevación del nivel del mar está determinada, entonces, por la suma algebraica de estas tres componentes, o sea:

$$S = S_v + S_o + S_p$$

Sobreelevación por efecto del viento (S_v)

El viento que sopla sobre un espejo de agua, ejerce una fuerza horizontal sobre la superficie e induce una corriente superficial en su dirección media. Junto a la costa se acumula el agua transportada por las corrientes, provocando la sobreelevación del nivel del mar en la zona de sotavento (*wind setup*) y el consiguiente descenso en la zona de barlovento (*wind setdown*).

El cálculo se ha efectuado empleando la ecuación:

$$S_v = 5.96 \times 10^{-2} \frac{C_d V^2 F}{D}$$

donde:

C_d	coeficiente de resistencia.
V	velocidad del viento (m/s).
F	fetch (km).
D	profundidad media sobre el fetch (m).

La ecuación anterior está basada en la hipótesis de que el viento sopla en dirección perpendicular a la costa. Si esto no ocurre, sino que por el contrario la dirección del viento forma un ángulo no igual a 90° con la línea de costa, las corrientes superficiales que generan la sobreelevación por efecto del viento tienen entonces, una componente normal y otra paralela a dicha línea de costa. La componente normal produce la sobreelevación, mientras que la paralela genera una corriente paralela a la orilla. Es razonable suponer entonces, que la sobreelevación por efecto del viento es proporcional al coseno del ángulo que forma la dirección del viento con la normal a la línea de costa.

Sobreelevación por efecto del oleaje (S_o).

Está demostrado que luego de la rotura del oleaje, se produce una sobreelevación adicional del nivel del mar conocido como *wave setup* que depende exclusivamente de las características del oleaje en rotura y que es el resultado de la acción de un tren de múltiples olas durante un período de tiempo suficiente. Esta sobreelevación puede entenderse como una transformación de la energía cinética de las olas en energía potencial.

Existen varias expresiones para calcular la sobreelevación por efecto del oleaje. En el presente estudio hemos utilizado la de Longuet-Higgins y Stewart.

Todo lo dicho con respecto a la direccionalidad del viento con respecto a la línea que forma la obra en el caso de la sobreelevación por efecto del viento es totalmente aplicable a la direccionalidad del oleaje en el caso de la sobreelevación por efecto del oleaje, por lo que para un punto determinado de la obra es razonable también suponer, que la sobreelevación por efecto del oleaje es proporcional al coseno del ángulo que forma la dirección del oleaje con la normal a la misma.

Sobreelevación por efecto de la presión atmosférica (S_p).

El nivel del mar aumenta, además, debido a la disminución de la presión atmosférica que acompaña a estos fenómenos, por el llamado efecto del barómetro invertido. El nivel del mar varía a razón de 1 cm por cada hPa de variación de la presión, o sea:

$$S_p = \Delta P_a \times 10^{-2}$$

donde:

- S_p sobreelevación por efecto de la presión atmosférica (m);
- ΔP_a variación de la presión atmosférica (hPa).

En el caso que nos ocupa la variación de la presión atmosférica debe calcularse de la siguiente manera:

$$\Delta P_a = P_{med} - P_{min}$$

Donde P_{med} es la presión atmosférica media para la zona de estudio (1016 hPa) y P_{min} es la presión central del huracán según la escala Saffir-Simpson.

Dadas las características de Cayo Antón Chico y el área aledaña, se ha considerado imprescindible, referir, que el vial se halla en el extremo sur del cayo y protegido naturalmente por un pequeño grupo de cayos y zonas bajas, por lo que los oleajes calculados, sufren el efecto de refracción por fondos bajos y el viento tiene un efecto muy limitado. De tal modo, que el efecto de estos agentes del clima marítimo sobre la obra se minimizan sobremanera.

Determinada la pendiente media de los fondos y la profundidad media del área, se pudo mediante cálculos corregir la altura de las olas, definiendo para ello un coeficiente de transmisibilidad K_t , el cual resultó ser igual al 57%, por lo que todas las alturas de olas referidas anteriormente “pierden” aproximadamente este porcentaje de su altura en el punto de rotura que se establece por el efecto brusco de la variación de los fondos (tabla 20).

Tabla 20. Sobre elevación meteorológica del nivel del mar (m).

Categoría del huracán	Direcciones del viento y el oleaje							
	NE				E			
	Sv	So	Sp	S	Sv	So	Sp	S
SS 1	0.00	0.08	0.00	0.08	0.01	0.03	0.00	0.04
SS 2	0.02	0.23	0.04	0.29	0.01	0.07	0.02	0.10
SS 3	0.04	0.32	0.13	0.49	0.02	0.12	0.08	0.22
SS 4	0.08	0.61	0.21	0.90	0.04	0.23	0.13	0.40
SS 5	0.14	0.78	0.36	1.28	0.07	0.29	0.29	0.65

En la tabla anterior:

- Sv sobre elevación por efecto del viento
- So sobre elevación por efecto del oleaje
- Sp sobre elevación por efecto de la presión atmosférica
- S Sobre elevación total

Marea astronómica.

En los estudios de riesgo por inundación costera tanto como en ingeniería costera, es necesario conocer la cota que puede alcanzar el nivel del mar y como quiera que las oscilaciones de la marea astronómica estén siempre presentes, además de la sobre elevación meteorológica del nivel del mar es necesario tener en cuenta estas oscilaciones.

Está claro que las oscilaciones de marea pueden atenuar el fenómeno del aumento del nivel del mar (en caso de la ocurrencia de una bajamar), pero nuestro interés radica en que también pueden intensificarlo (en el caso de la ocurrencia de una pleamar).

Para conocer la cota máxima probable que alcanzaría el agua se podría utilizar el valor máximo histórico de la pleamar máxima, pero estamos trabajando con valores de una escala predeterminada (la escala Saffir-Simpson) que tiene un nivel de coincidencia con ciertos períodos de retorno, por lo que es necesario tener en cuenta el hecho de que es muy baja la probabilidad de que la ocurrencia de un fenómeno meteorológico extremo, coincida con la ocurrencia del valor máximo histórico de la pleamar máxima. Por tanto, cuando se trabaja con probabilidades (períodos de retorno), hay que tener en cuenta la probabilidad de ocurrencia de dicho valor.

Dicho de otro modo, si calculamos la sobre elevación meteorológica del nivel del mar para un período de retorno (probabilidad) dado, se debe tomar como valor de la altura de marea el correspondiente a dicho período de retorno. Lo que sucede es que es muy difícil encontrar series largas de observaciones mareográficas (de muchos años) que permitan tener disponible este tipo de información extremal.

En este caso no se dispone de dicha información y como es imprescindible tener en cuenta la existencia de las oscilaciones de marea a continuación mostramos los datos correspondientes a los valores de la marea de interés práctico del puesto mareográfico provisional de Cayo Antón Chico, ubicado en la zona de estudio.

Tabla 21. Valores de marea de interés práctico. Puesto mareográfico cayo Antón Chico.

Parámetro	Valor (m)
Altura máxima observada	0.68
Amplitud media promedio	0.31

La altura está referida al nivel medio del mar y la amplitud máxima se determinó mediante el promedio de la marea mayor de cada día para un período de 30 días o múltiplos del mismo. La amplitud media se obtuvo al promediar ambas mareas para un período similar.

O sea, si se desea introducir una corrección a los valores de la sobreelevación meteorológica del nivel del mar, basta con adicionar a dichos valores uno de los relacionados en la tabla anterior, de acuerdo con el criterio de selección escogido. Por ejemplo: si se desea determinar la cota máxima posible que alcanzará el nivel del mar durante la ocurrencia de cada uno de los huracanes tipo de la escala Saffir-Simpson, entonces, a los valores de la sobreelevación meteorológica del nivel del mar mostrados en las tablas mencionadas se le debe adicionar el valor de la altura máxima observada; no obstante, y teniendo en cuenta que la probabilidad de que la ocurrencia de un fenómeno meteorológico extremo coincida con la ocurrencia de una pleamar máxima es muy baja, es razonable, a los efectos del presente trabajo, asumir como valor de altura de la marea sobre el nivel medio del mar, la mitad de la amplitud media histórica de la marea para la zona, valor que, según la tabla 18 es de 0.155 m.

Por tanto, la cota que alcanzará el nivel del mar durante la ocurrencia de huracanes según la escala Saffir-Simpson, considerando en ese instante la ocurrencia de una pleamar media promedio se muestra en la tabla 22.

Tabla 22. Sobreelevación meteorológica del nivel del mar corregido con la marea (m).

Categoría del huracán	Direcciones del viento y el oleaje			
	<u>NE</u>		<u>E</u>	
	<u>S</u>	<u>Sc</u>	<u>S</u>	<u>Sc</u>
SS 1	0.08	0.235	0.04	0.195
SS 2	0.29	0.445	0.10	0.255
SS 3	0.49	0.645	0.22	0.375
SS 4	0.90	1.055	0.40	0.555
SS 5	1.28	1.435	0.65	0.805

Corrientes

La velocidad media de la corriente en las obras de fábrica fue determinada mediante la colocación de minicorrentómetros ANDERA SD-6000. El procesamiento automatizado de la base de datos obtenidas arrojó, que la velocidad media de la corriente, en las obras de fábrica ejecutada es de aproximadamente 82 cm/seg., llegando a alcanzar velocidades de hasta 146 cm/seg, lo que permite clasificarlas de moderadas a fuertes e intensamente fuertes durante pleamares extremas. Su dirección es reversiva, es decir en dependencia de la compensación y la marea actuante se dirige al E o al W del vial, con un comportamiento caótico y aleatorio, que no permite definir en las condiciones actuales de intercambio los períodos de tiempo en que fluye a un lado u otro.

3.1.11. Oceanografía química.

La calidad de las aguas condiciona, en mayor o menor medida, el desarrollo de la vida en el medio acuático; así como, el de cualquier recurso natural que estemos evaluando en una línea costera.

El muestreo de parámetros físico-químicos de las aguas de Antón Chico, fueron realizados en playa del Sol por un equipo de la Agencia de Estudios Medioambiente (AEMA) de Geocuba Camagüey - Ciego de Ávila. Este estudio se efectuó durante el período lluvioso y poco lluvioso del 2002 (tabla 23).

Tabla 23. Valores promedios época lluviosa y poco lluviosa (2002), de los parámetros físico-químicos y microbiológicos aguas costeras (10:00-12:00).

Lugar	Punto de muestreo	Parámetros	Período	
			Poco lluvioso	Lluvioso
Playa del Sol	Parte central	T agua °C	25.35	28.15
		Salinidad (‰)	37.89	37.91
		pH	8.19	8.21
		O ₂ d (% v.s)	5.12	4.78
		DBO ₅ (mg/l)	0.83	1.00
		N ₀ µmol/L	0.019	-
		N ₀₂ µmol/L	0.023	0.024
		P ₀₄ µmol/L	0.020	0.030
		Coli T (x 10 ² NMP)	< 2.2	< 2.2
		E. coli (x 10 ² NMP)	< 2.2	< 2.2
		Salmonella	No	No

Según los criterios establecidos en las NC 22:1999 *Lugares de baño en costas y en masas de aguas interiores. Requisitos higiénico-sanitarios* y la NC 25: 1999 *Evaluación de los objetos hídricos de uso pesquero. Especificaciones*, los parámetros fundamentales de las aguas costeras (playa) en cayo Antón Chico tienen las siguientes características:

- No poseen olor, ni sabor desagradable.
- El color coincide con sus características naturales.
- No es común observar deposiciones sólidas, ni turbidez apreciable.
- No es común apreciar sólidos flotantes en su superficie.
- No es común observar películas de grasas o aceites visibles en su superficie.
- No existen depósitos de lodo aceitoso en la costa, ribera o fondo.
- El valor medio de la salinidad obtenido en las aguas costeras de playa (37.9 ups), superiores a lo establecido como de calidad buena por la NC 25: 99. *Objetos hídricos de usos pesquero* (entre 26 - 35 ups). Con respecto a la NC 22: 99. *Lugares de baño en zonas costeras* (> 36 ups), los resultados obtenidos si cumple con lo establecido.
- El valor medio del pH para las aguas marinas costeras (playa), durante los períodos poco lluviosos (8.19) y lluviosos (8.21), están por debajo de lo establecido por las NC 25: 99.
- El valor medio del oxígeno disuelto medio en las aguas costeras (playas), donde por la

poca profundidad a que se realizaron los muestreos, con mucha mayor evaporación, tuvieron una media de 4.95, inferior a lo establecido en la NC 25: 99. *Objetos hídricos de uso pesquero.*

- Desde el punto de vista bacteriológico, las aguas costeras presentan buenas condiciones, pues se obtuvieron concentraciones muy bajas (≤ 2 NMP/100 ml) que cumplen con los criterios expuestos por las NC 25: 99 y NC 22: 99.

3.2. Medio biótico.

3.2.1. Vegetación y flora terrestre

La flora de cayo Antón Chico está representada por 52 familias, 101 géneros y 128 especies (tabla 24). Su potencialidades de uso son amplias (56 especies medicinales, 12 comestibles, 26 melíferas, 22 ornamentales, 5 alimento para algunos animales, 17 maderables y 12 tienen otros usos). Entre estas especies reportadas 5 son tóxicas o venenosas, siendo las más representativas *Metopium toxiferum* (L.), *Iva Cheiranthifolia* y *Urechites lutea*.

Tabla 24. Listado de especies de la flora terrestre de cayo Antón Chico

Familia	Especie	N. vulgar	Endem	Usos
Acanthaceae	<i>Oplonta tetrastichia</i> (W. et Griseb.) Stearn			1
Aizoaceae	<i>Sesuvium maritimum</i> (Walt.) B.S.P.			2
	<i>Sesuvium microphyllum</i> Wild.	Verdolaga de playa		
	<i>Sesuvium portulacastrum</i> L.	Verdolaga de playa		1,2
Amarilidilceae	<i>Pancratium arenicola</i> (Northrop.) Alain			1,5
Anacardiaceae	<i>Metopium toxiferum</i> (L.) Krug et Urb.	Guao de costa		1,3,4
Apocynaceae	<i>Neobrachea bahamensis</i> (Britt.) Britt.			
	<i>Plumeria emarginata</i> Griseb.	Lirio		5
	<i>Urechites lutea</i> (L.) Britt.	Bejuco marullero		1, 3, 4, 8
Araceae	<i>Coccothrinax littoralis</i> León.	Yuraguana de costa	X	4, 5
Asclepiasaceae	<i>Cynanchum decaisneanum</i> (Schltr.) Alain			
Asteraceae	<i>Ambrosia hispida</i> Pursh.	Carquesa		
	<i>Ambrosia peruviana</i> Willd.	Artemisa		1
	<i>Baccharis halimifolia</i> Var. <i>Angustior</i> DC.	Espanta mosquito	X	
	<i>Borrchia arborescens</i> (L.) DC.	Romero de playa		
	<i>Isocarpa oppositifolia</i> (L.) R.Br.			
	<i>Isocarpa glabrata</i> Blake		X	
	<i>Iva cheiranthifolia</i> HBK.			
	<i>Salmea petroboides</i> Griseb.			
Batidaceae	<i>Batis marítima</i> L.	Perejil de costa		1,5
	<i>Tabebuia myrtifolia</i> (Griseb.) Britt.		X	4,5
Bignoniaceae	<i>Bourreria ovata</i> Miers.			
	<i>Bourreria succulenta</i> Jacq. Var.	Ateje de costa		1, 4, 5, 6
	<i>Cordia angiocarpa</i> A. Rich.	Vomitel blanco	X	1
	<i>Cordia globosa</i> (Jacq.) HBK.			1,4

Tabla 24. Listado de especies de la flora terrestre de cayo Antón Chico (continuación).

Familia	Especie	N. vulgar	Endem	Usos
Bignoniaceae	<i>Cordia sebestena</i> L.	Vomitel colorado		4,5
	<i>Heliotropium curassavicum</i> L.	Alacrancillo de playa		
	<i>Heliotropium microphyllum</i>			
	<i>Heliotropium myriophyllum</i>		X	5
	<i>Tournefortia gnaphalodes</i> (L.) R.Br.	Incienso de costa		1
Brassicaceae	<i>Cakile lanceolata</i> (Willd.) O.S.Schulz.	Berro de costa		
Bromeliaceae	<i>Tillandsia flexuosa</i> Sw.			5
	<i>Tillandsia usneoides</i> L.	Guajaca		1, 5, 8
Burseraceae	<i>Bursera inaguensis</i> Britt.	Almaciguillo		
	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Almácigo		1, 5, 7, 8
Cactaceae	<i>Consolea millspaughii</i> (Britt) Breg.			2, 5
	<i>Opuntia dillenii</i> (Ker-Gawl) Haw.			5
	<i>Pilosocereus millspaughii</i> (Britt.) Byl. Et Rowl.			
	<i>Silenicereus grandiflorus</i> (L.) Britt.	Pitahaya		1, 4, 5
Caesalpinaceae	<i>Caesalpinia bahamensis</i> Lam.	Brasilete		1
	<i>Caesalpinia pauciflora</i> (Griseb.) Wr.			
	<i>Caesalpinia vesicaria</i> L.	Brasil		1
	<i>Cassia bahamensis</i> Mill.			
	<i>Cassia lineata</i> Sw.	Carbonero		
Capparaceae	<i>Capparis cynophallophora</i> L.	Mostacilla		1
	<i>Capparis flexuosa</i> L.	Palo barba indio		1
Casuarinaceae	<i>Casuarina aquisetifolia</i>	Casuarina		
Chenopodiaceae	<i>Salicornia perennis</i> Mill.			
	<i>Sueda linearis</i> (Ell.) Moq.			
Celastraceae	<i>Crossopetalum rhacoma</i> Crantz.			
	<i>Gyminda latifolia</i> (Sw.) Urb.			
	<i>Maytenus phyllanthoides</i> Benth.	Verdolaga		
Combretaceae	<i>Bucida spinosa</i> (Northrop.) Jennings.	Júcaro espinoso		7
	<i>Conocarpus erecta</i> L.	Yana		1, 7, 8
	<i>Laguncularia racemosa</i> (L.) Gaertnf.	Patabán		1, 4
Convulvulaceae	<i>Evolvulus arbuscula</i> Poi.	Tembeque		1, 2
	<i>Ipomea pes-caprae</i> (L.) sweat.	Boniato de playa		1
	<i>Ipomea microdactyla</i> Griseb.			
	<i>Jaquemontia jamaicensis</i> (Jacq.) Hallf.			
Cycadaceae	<i>Zamia debilis</i> L. Fex Ait.			5
	<i>Cladium jamaicense</i> Crantz	Cotadera de dos filos		
	<i>Fimbristylis spathaceae</i> Roth.			
	<i>Fimbristylis spadicea</i> (L.) Vahl.	Rabo de burro		
Ebenaceae	<i>Diospyrus crassinervis</i> (Krug. Et Urb.) Standl.	Ébano carbonero		2, 4, 7
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum arealatum</i> L.	Jibá macho		1, 4, 7
	<i>Erythroxylum rotundifolium</i> Lunan.	Arabillo		1, 4
	<i>Erythroxylum havanense</i> Jacq.	Hibá	X	4,4
Euphorbiaceae	<i>Ateramnus lucidus</i> (Sw.) Rothm.	Yaití		3, 7, 8
	<i>Chamaesyce buxifolia</i> (Lam.) Small.	Lechera marina		1
	<i>Chamaesyce centunculoides</i> (HBK.) Millsp.		X	
	<i>Chamaesyce camagueyensis</i> Millsp.		X	

Tabla 24. Listado de especies de la flora terrestre de cayo Antón Chico (continuación).

Familia	Especie	N. vulgar	Endem	Usos
Euphorbiaceae	<i>Chamaesyce paredonensis</i> Millsp.		X	
	<i>Pedilanthus tithymaloides</i> (L.) Poit.			
	<i>Phyllanthus epiphyllantus</i> L.	Panetela		5
	<i>Savia bahamensis</i> Britt.	Icaquillo macho		
Fabaceae	<i>Macroptilium lathyroides</i> (L.) Urb.	Pico de aura		1
	<i>Tephrosia cinérea</i> (L.) Pers.	Barbesco		1
Goodeniaceae	<i>Scaevola plumieri</i> (L.) Vahl.			1
Malpighiaceae	<i>Stigmaphyllon sagraeanum</i> A. Juss.	Bejuco de San Pedro		
Malveceae	<i>Cienfuegosia yucatanensis</i> Millsp.			
Mimosaceae	<i>Lyliloma Sabicu</i> Benth.	Sabicú		
	<i>Pithecellobium guadalupense</i> (Pers.) Chapm.	Aroma		
Myrtaceae	<i>Eugenia maleolens</i> . Poir.	Guairaje		1, 2, 7
	<i>Myrcianthes fragrans</i> (Sw.) McVaugh.	Pimienta		
Nyctaginaceae	<i>Guapira discolor</i> (Spreng) Britt.	Barrehorno		
Oleaceae	<i>Forestiera segregata</i> (Jacq.) Krug et Urb.	Yanilla blanca		
Passifloraceae	<i>Passiflora cuprea</i> L.	Sabey de costa		1,4
	<i>Passiflora foetida</i> L. Var. <i>Qiunqueloba</i> (Griseb.) Killip.	Pasionaria hedionda		1,4
	<i>Passiflora suberosa</i> L.	Huevo de gallo		1, 2, 4
Poaceae	<i>Cenchrus pauciflorus</i> Benth.	Guisacillo		
	<i>Cenchrus echinatus</i> L.	Guisaso		
	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	Grama		1, 3, 6, 8
	<i>Distichlis spicata</i> (L.) Greene.	Grama		1, 3, 6, 8
	<i>Eustachys petrea</i> Desv.			
	<i>Paspalum pleostachyum</i> Doell.			
	<i>Sporobolus pyramidatus</i> (Lam.) Hitchc.	Pitilla		
	<i>Sporobolus virginicus</i> (L.) Kunth.			
	<i>Uniola paniculata</i> L.	Millo de mar		5, 8
<i>Uniola virgata</i> (Poir.) Griseb.	Millo de mar		5, 8	
Polygalaceae	<i>Polygala oblongata</i> (Britt) Blake.	Pico de gallo		4
Polygonaceae	<i>Coccoloba uvifera</i>	Uva caleta (icaco)		
Rhamnaceae	<i>Colubrina arborescens</i> (Mill.) Sarg.	Bijáguara		
	<i>Reynosa septentrionalis</i> Urb.			
Rhizophoraceae	<i>Rhizophora mangle</i> L.	Mangle colorado	1, 8	
Rosaceae	<i>Chrysobalanus icaco</i> L.	Icaco		1, 2, 5, 6
Rubiaceae	<i>Anthirhea myrtifolia</i>		X	
	<i>Casasia clusiifolia</i> (Jacq.) Urb.	Jagua de costa		
	<i>Ernodea littoralis</i> Sw.			
	<i>Erithalis fruticosa</i> L.	Cuaba prieta		1
	<i>Exostema caribaeum</i> (Jacq.) R. et S.	Lirio santana		1
	<i>Rachicallis americana</i> (Jacq.) Hitchc.	Cuabilla de costa		
	<i>Randia aculeata</i> L.	Café cimarrón		1, 2, 8
	<i>Strumpfia marítima</i> Jacq.			1
Rutaceae	<i>Amyris diatrypa</i> Spreng.	Cuabilla		
	<i>Zanthoxylum flavum</i> Vahl.			
Sapindaceae	<i>Dodonea viscosa</i> (L.) Var. <i>arborescens</i> (Cunn.) Sherff.			
Sapotaceae	<i>Bumelia celastrina</i> HKB	Zalamera		

Tabla 24. Listado de especies de la flora terrestre de cayo Antón Chico (continuación).

Familia	Especie	N. vulgar	Endem	Usos
Scrophulariaceae	<i>Stemodia marítima</i> L.	Hierba de iguana		
Simaroubaceae	<i>Suriana marítima</i> L.	Cuabilla de costa		
Solanaceae	<i>Lycianthes lenta</i> (Cav.) Bitter.			
	<i>Solanun bahamense</i> L.	Ajicón		
Sterculiaceae	<i>Melochia tomentosa</i> L.	Malva		4
Theophrastaceae	<i>Jacquinia keyensis</i> Mez.	Hueso		
Turneraceae	<i>Turnera ulmifolia</i> L.	Marilope		1
Verbenaceae	<i>Avicennia germinans</i> (L.)	Mangle prieto		
	<i>Citharexylum fruticosum</i> L. Var. <i>fruticosum</i>			4, 7
	<i>Lantana involucrata</i> L.	Filigrama cimarrona		1, 4, 8
	<i>Phyla nodiflora</i> (L.) Greene	Oro azul.		1
	<i>Pseudocarpidium wrightii</i> Millsp.	Chicharrón de cuabal		1
	<i>Srachytarpheta jamaicensis</i> (L.) Vahl.	Verbena azul		1

Leyenda

- | | | | |
|---------------|-------------|--------------------|---------------|
| 1. Medicinal | 3. Tóxica | 5. Ornamental | 7. Maderable |
| 2. Comestible | 4. Melífera | 6. Alimento animal | 8. Otros usos |

Del total de las especies presentes, 12 son endémicas (9.6% de endemismo). De ellas, las *Anthirhea myrtifolia* y *Heliotropium microphyllum* son consideradas como especies raras entre las categorías de conservación mencionadas (Borhidi y Muñiz, 1983). También, la especie *Heliotropium myriophyllum* constituye un endémico de areal restringido.

Debe señalarse que en este cayo se localiza la mayor población de *Consolea millspaughii* existente en Cuba, la que está considerada en peligro de extinción a pesar de no ser endémica. Las principales poblaciones de esta especie se localizan hacia la parte **NW** del cayo, en el matorral de costa arenosa y el matorral xeromorfo subcostero, donde se reportó por primera vez en Cuba (1901).

Los manglares que bordean la mayor parte del territorio se distribuyen tanto en las zonas donde predomina sustratos fango - arenosos y los arenosos. Se destacan de igual forma, las comunidades halófitas que interactúan con el manglar, formando en algunos sectores, ecotonos de transición con otras formaciones vegetales.

Teniendo en cuenta los criterios de Capote y Berazaín (1984), en el área se distinguen 5 formaciones vegetales bien diferenciadas estructuralmente (anexo 2. Mapa de vegetación).

Complejo de vegetación de costa arenosa.

Crece sobre la playa y dunas a todo lo largo de éstas, formando una franja cuyo ancho varía en dependencia de la estructura de la línea de costa. Alcanza alturas de 0,5 a 0,6 m, a veces menos y la cobertura es de 70 al 85% (figura 12). La especie más abundante es *Coccoloba uvifera*, la que por lo general forma agrupaciones densas de forma achaparrada. Otras especies presentes son *Suriana maritima*, *Uniola paniculata*, *Scaevola plumieri*, *Erithalys fruticosa*, *Strumffia maritima*, *Euphorbia mesembryanthemifolia*, *Sporobolus virginicus*, *Tournefortia gnaphalodes*, *Ambrosia peruviana*, *Casasia clusiifolia*, *Chrysobalanus icaco*, *Ernodea littoralis*, *Cassytha filiformis* y *Jacquemontia jamaicensis*.



Fig. 12. Algunos representantes del complejo de vegetación de costa arenosa.

Matorral de costa arenosa con abundancia de *Coccothrinax littoralis*

Esta formación es la más representativa en el cayo después del manglar y la de mayor interés en el sector oriental de cayo Antón Chico. La vegetación existente en esta formación presenta estructuras fisonómicas determinadas por la presencia del sustrato arenoso, donde es característico la abundancia de *Coccothrinax littoralis* (figura 13). Se localiza sobre las dunas a lo largo de la franja noreste, es una formación vegetal fundamentalmente arbustiva con algunas emergentes, por lo que la cobertura es muy baja, algunas de las especies se presentan de forma achaparrada como consecuencia de encontrarse expuestas a la acción directa de los vientos, son características de esta formación las especies *Coccothrinax littoralis*, *Rachicallis americana*, *Erithalis fruticosa*, *Strumpfia maritima*, *Chrysobalanus icaco*, *Coccoloba uvifera*, *Casasia clusiifolia*, *Jacquinia keyensi*, *Ernodea littoralis*, *Metopium toxiferum*, *Suriana maritima*, *Borrchia arborescens* y *Salmea pettroboides*. En sentido general esta formación, fisionómicamente arbustosa, varía de 0,5 a 3 m y ocupa la parte posterior al complejo de vegetación de costa arenosa. Es característica de esta formación desde el punto de vista cuantitativo su composición florística que la hace ser la de mayor biodiversidad de todas las formaciones presentes.

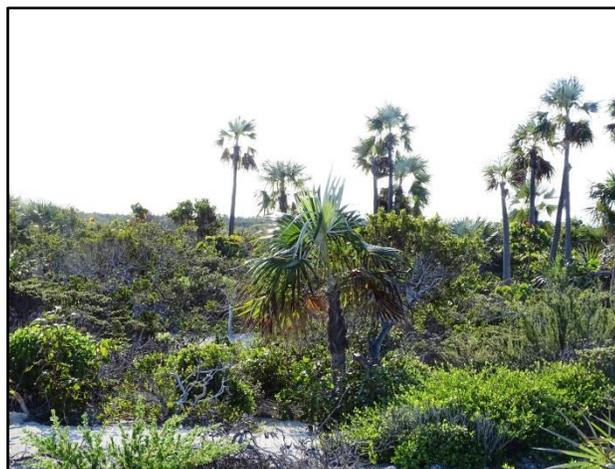


Fig. 13. Vista parcial donde se observa la abundancia de *Coccothrinax littoralis*.

Bosque tropical siempreverde de manglar

Esta formación se presenta con fisonomías diferentes, destacándose tres subtipos, uno de ellos con dominancia casi absoluta de *Rhizophora mangle*, otro con presencia de manglar mixto y por último grandes extensiones con la presencia fundamentalmente de dos especies de mangle y abundancia de elementos halófitos los que se describen a continuación:

- *Con predominio de mangle rojo*. Se localiza con mayor frecuencia en la línea costera de la interface tierra-agua, sobre sustratos turbosos, sobre todo al NW y S. También, se localiza bordeando las lagunas interiores poco profundas. Este bosque se observa con mayores alturas y densidad en la zona costera; mientras que hacia el interior, se hace más achaparrado.
- *Mixto*. Está bien representado en el cayó, sobre todo en la parte posterior del borde costero. En lagunas interiores puede alcanzar hasta los 7 m de altura. En él se observan las 4 especies típicas de manglar. Una variante de este tipo de manglar se encuentra asociado a llanuras cársicas donde aparecen elementos de vegetación halófitas. En cuanto a su distribución, esta formación es más características de la zona sur, tanto de la franja este, como la del oeste.
- *Con vegetación halófitas*. Este tipo de vegetación está extendida en todo el sector oeste. Se desarrolla en las partes bajas de la llanura cársica, con suelos altamente salinizados. La fisonomía de esta vegetación está por debajo de los 0,50 m. Las especies más representativas son: *Salicornia perennis*, *Sesuvium maritimum*, *Sesuvium portulacastrum* y *Sesuvium microphyllum*. Los elementos de manglar más comunes son representantes de las especies *Conocarpus erecta* y *Avicennia germinans*, los cuales se presentan de forma achaparrada y muy dispersos (figura 14). Entre esta variante de manglar y las otras formaciones vegetales adyacentes (sobre todo en el sector oriental), se establece un ecotono donde esencialmente se desarrollan comunidades halófitas en suelos hidromórficos salinizados.



Fig. 14. Vista parcial de la vegetación halófitas con elementos del manglar por partes.

Matorral de costa arenosa alto subcostero

Se desarrolla sobre arena y se extiende a lo largo del cayó en la región centro sur de éste paralelo al bosque tropical siempreverde de manglar. Presenta una altura entre 3 y 5 m con una

cobertura de 62.5% y una densidad de 15 000 árboles/ha, siendo la formación vegetal más densa del cayo, sus especies más representativas son *Coccothrinax littoralis* y *Metopium toxiferum*, las que a su vez, presentaron los mayores diámetros, la primera entre 12.0 y 22.0 cm y la segunda entre 10.0 y 30.0 cm. También, se encontraron tipificando esta formación las especies *Coccoloba uvifera*, *Jacquinia keyensi*, *Erithalis fruticosa*, *Casasia clusiifolia* y *Pithecellobium guadalupense* entre otras menos representativas.

3.2.2 Flora y vegetación marina

Actualmente, el macrofitobentos de las aguas marinas que bordean cayo Antón Chico está compuesto por 74 especies (tabla 25), de las cuales 3 corresponden a las fanerógamas marinas *Halodule wrightii*, *Syringodium filiforme* y *Thalassia testudinum* y 71 a la ficoflora.

Tabla 25. Listado del macrofitobentos en las aguas de cayo Antón Chico.

Clase	Orden	Familia	Especies
Monocotyledonaceae	Najadales	Cymodoceaceae	<i>Halodule wrightii</i>
		Potamogetonaceae	<i>Syringodium filiforme</i>
	Butomales	Hydrocheritaceae	<i>Thalassia testudinum</i>
Chlorophyceae	Siphonocladales	Valoniaceae	<i>Dictyosphaeria cavernosa</i>
			<i>Dictyosphaeria ocellata</i>
			<i>Valonia aegagropila</i>
			<i>Valonia macrophysa</i>
			<i>Valonia utricularis</i>
			<i>Ventricaria ventricosa</i>
	Cladophorales	Anadyomenaceae	<i>Anadyomene stellata</i>
			<i>Microdictyon marinum</i>
			<i>Microdictyon boergesenti</i>
		Caldophoraceae	<i>Caldophora catenata</i>
	Caulerpareas	Caulerpaceae	<i>Caulerpa cupressoides</i>
			<i>Caulerpa prolifera</i>
			<i>Caulerpa recemosa</i>
			<i>Caulerpa sertularioides</i>
			<i>Caulerpa microphysa</i>
			<i>Caulerpa verticillata</i>
		Halimedaceae	<i>Halimeda discoidea</i>
			<i>Halimeda incrassata</i>
			<i>Halimeda lacrimosa</i>
			<i>Halimeda monile</i>
			<i>Halimeda simulans</i>
<i>Halimeda goreau</i>			
<i>Halimeda opuntia</i>			
<i>Halimeda tuna</i>			
Udoteaceae		<i>Avrainuilla nigricans</i>	
		<i>Penicillus capitatus</i>	
		<i>Penicillus dumetosus</i>	
		<i>Penicillus lamourouxii</i>	
	<i>Penicillus pyriformis</i>		
	<i>Rhipocephalus oblongus</i>		
	<i>Rhipocephalus phoenix</i>		
	<i>Udotea cyathiformis</i>		
	<i>Udotea flabellum</i>		
<i>Udotea apinulosa</i>			

Tabla 25. Listado del macrofitobentos en las aguas de cayo Antón Chico (continuación).

Clase	Orden	Familia	Especies
Chlorophyceae	Caulerpaceae	Udoteaceae	<i>Udotea sublittoralis</i>
	Dasycladales	Dasycladaceae	<i>Batophora oerstedii</i>
			<i>Dasycladus vermicularis</i>
Phaeophyceae	Dictyotales	Dictyotaceae	<i>Neomeris annulata</i>
			<i>Dictyota divaricata</i>
			<i>Dictyota bartayresii</i>
			<i>Dictyota cervicornis</i>
			<i>Dictyota indica</i>
			<i>Dictyota mertensii</i>
			<i>Padina gymnospora</i>
			<i>Styopodium zonale</i>
	Fucales	Sargassaceae	<i>Lobophora variegata</i>
			<i>Sargassum fluitans</i>
			<i>Sargassum hystrix</i>
			<i>Sargassum natans</i>
			<i>Sargassum platycarpum</i>
			<i>Sargassum polyceratum</i>
			<i>Sargassum pteropleuron</i>
			<i>Sargassum vulgare</i>
			Cystoseiraceae
<i>Turbinaria turbinata</i>			
Rhodophyceae	Nemaliales	Helminthocladiaceae	<i>Liagora farinosa</i>
		Galaxauraceae	<i>Vgalaxaura oblongata</i>
	Corallinales	Caorallinaceae	<i>Amphiroa fragilissima</i>
			<i>Amphiroa tribulus</i>
			<i>Jania adherens</i>
			<i>Jania pumila</i>
	Gigartinales	Hypneaceae	<i>Jania rubens</i>
			<i>Hypnea cervicornis</i>
	Cryptonemiales	Kallymeniaceae	<i>Kallymenia limminghii</i>
			<i>Spyridia clavata</i>
	Ceramiales	Rhodomelaceae	<i>Digenia simplex</i>
			<i>Laurencia filiforme</i>
	Gelidiales	Gelidiellaceae	<i>Gelidiella acerosa</i>

La mayor cantidad de fitobentos se corresponde con las algas de la división Chlorophyta, y dentro de ésta, la representación mayor corresponde al orden Caulerpaceae, el cual contribuye de manera importante a la formación de áreas de playas.

La variación estacional del fitobentos de las playas de cayo Antón Chico indica que la riqueza de especies es menor durante los meses con mayores precipitaciones del período lluvioso (junio, julio y agosto), lo que hace que se presente en este índice una marcada estacionalidad, donde se ponen de manifiesto 2 picos en la dinámica actual, uno en los meses de febrero – mayo y otro septiembre – enero. Coincidente con estos resultados, Herrera-Silveira y col. (1997), encontraron en las lagunas costeras de Yucatán la mayor riqueza de especies durante el periodo poco lluvioso.

Según Zúñiga y Socarrás (1997), aunque los meses de mayor riqueza de especies coincidan con los inicios y finales de año (periodo poco lluvioso), al proponer la ejecución de estudios

sobre el fitobentos y su manejo, deben incluirse los 3 momentos: febrero-mayo, septiembre-enero y junio-agosto.

3.2.3. Fauna terrestre.

Las condiciones naturales de Cayo Antón Chico permiten ubicar al mismo dentro del conjunto de cayos de nuestro archipiélago, independientemente de su pequeña extensión, como uno de los que posee una fauna rica y variada, fundamentalmente de aves (vertebrados) e insectos (invertebrados). No obstante, la presencia de formaciones vegetales muy variadas ha facilitado el establecimiento de una fauna silvestre muy heterogénea, con valores notables por su endemismo. Debe señalarse que esta área, en determinadas épocas del año, es un corredor migratorio de aves, facilitado por la presencia de lagunas interiores con diversidad de especies de fauna acuática.

La fauna de Antón Chico ha sido estudiada por varios autores, principalmente a partir de la década de los 90', los que están publicados en "Estudio de los Grupos Insulares y Zonas Litorales del Archipiélago Cubano con Fines Turísticos. Cayos Guillermo, Coco y Paredón Grande" (ACC-ICGC, 1990); así como, las realizadas por Sánchez *et al.* (1990 y 1991), Socarrás *et al.* (1995) y las Líneas Bases Ambientales ejecutadas por la DEMA Ciego de Ávila (1998, 2002 y 2010). Los resultados de estos estudios han permitido registrar 242 especies (146 de vertebrados y 96 de invertebrados), pertenecientes a 99 familias (45 de vertebrados y 54 de invertebrados) y 181 géneros (100 de vertebrados y 81 de invertebrados) como se muestra en la tabla 26. En esta tabla no se incluyeron a todos los grupos de invertebrados; de ahí, que parezca que la riqueza de especies sea menor, cuando en realidad no es así.

Tabla 26. Composición sistemática de la fauna terrestre.

Clase	Familias	Géneros	Especies	Endémicos
Mamíferos	6	7	7	2
Aves	29	80	120	14
Reptiles	7	10	16	11
Anfibios	3	3	3	2
Total (vertebrados)	45	100	146	29
Moluscos	5	5	6	6
Crustáceos	5	7	7	-
Arácnidos	7	9	10	4
Insectos	37	60	72	4
Total (invertebrados)	54	81	96	14
Total general	99	181	242	43

El endemismo está presente en 43 formas endémicas (17,76%), de las cuales 28 son especies y 15 subespecies. De los endémicos se destacan, por su distribución geográfica, el *Cerion paredonis*, el cual se ha localizado hasta el momento sólo en este cayo; la *Leiocephalus stictigaster septentrionales* (bayoya), la *Ameiva auberi orlandoi* (culebrina), la *Amblyomma albopictum* (garrapata de reptiles) y el *Opisthosiphon turiguanoensis turiguanoensis* (caracol), los existen en pocos cayos del subarchipiélago Sabana – Camagüey. En la relación de endémicos se incluyen dos géneros de aves (*Teretistris* y *Xiphidiopicus*).

Del total de especies reportadas, 6 se encuentran con categorías de amenaza superior: el *Charadrius melodus* (frailecillo silbador), el (*Phoenicopterus ruber* (flamenco), el *Polioptila lembeyei* (sinsontillo), la *Passerina ciris* (mariposa), la *Cyclura nubila* (iguana) y el *Epicrates angulifer* (majá de Santa María). No se incluyen en esta relación a especies que se encuentran sin categorizar como por ejemplo *Cerion paredonis*. Doce especies se encuentran en las listas de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de la flora y la fauna silvestre (CITES).

Caracterización de los grupos fundamentales de fauna terrestre

Mamíferos

La fauna mamíferos autóctonos del cayo siempre ha sido extremadamente pobre tanto en la riqueza de especie como en el tamaño de sus poblaciones, si se exceptúa a la jutía conga (endémica). En la actualidad está conformada por siete especies, de las cuales cinco son introducidas; dos roedores y dos carnívoros. Los dos mamíferos endémicos son la jutía y el único murciélago presente en el cayo.

Aves

La avifauna es la más rica de todos los vertebrados terrestres, se reportan 120 especies de 80 géneros y 29 familias, de ellas 14 constituyen formas endémicas; dos géneros *Xiphidiopicus* y *Teretistris*, donde se encuentran las especies *X. percussus* (Carpintero verde) y *T. fornsi* (Pechero) y otras 4 lo son a nivel específico, para un total de 6 especies: *Buteogallus anthracinus* (Gavilán batista), *Glaucidium situ* (Sijú platanero), *Vireo gundlachii* (Juan chiví) y el sinsontillo (*Polioptila lembeyei*).

El cayo constituye un buen sitio para la existencia de esta última especie, una de las más importantes de la avifauna cubana, no solo por ser endémica sino por ser una de las aves más canoras de Cuba (tabla 27). Otras ocho especies son endémicos subespecíficos: *Falco sparverius sparveroides* (Cernícalo), *Chlorostilbon ricordii ricordii* (Zunzún), *Contopus caribaeus caribaeus* (Bobito chico), *Tyrannus caudifasciatus caudifasciatus* (Pitirre guatibere), *Spindalis zena petrei* (Cabrero), *Melopyrrha nigra nigra* (Negrito), *Quiscalus niger gundlachii* (Chichinguaco) y el Gavilán caracolero (*Rosthramus sociabiles*), el cual no es común en ambientes de agua salada y su reporte debe ser accidental.

Tabla 27. Listado de especies de la avifauna en cayo Antón Chico.

Especie	Nombre común	Status	Abundancia
<i>Pelecanus occidentalis</i>	Alcatraz	CC	C
<i>Phalacrocorax aitotus</i>	Corúa de mar	CC	C
<i>Fregata magnificens</i>	Rabihorcado	CC	C
<i>Ardea herodias</i>	Garcilote	CC	C
<i>Casmerodous albus</i>	Garzón	CC	C
<i>Egretta thula</i>	Garza blanca	CC	C
<i>Egretta caerulea</i>	Garza azul	CC	C
<i>Egretta rufescens</i>	Garza rojiza	CC	C
<i>Egretta tricolor</i>	Garza de vientre blanco	CC	C

Tabla 27. Listado de especies de la avifauna en cayo Antón Chico (continuación).

Especie	Nombre común	Status	Abundancia
<i>Bubulcus ibis</i>	Garza bueyera	CC	C
<i>Butorides striatus</i>	Aguaitacaimán	CC	C
<i>Nycticorax nycticorax</i>	Guanabá de la florida	CC	C
<i>Eudocimus albus</i>	Coco blanco	CC	C
<i>Ajaia ajaja</i>	Sevilla	CC	C
<i>Cathartes aura</i>	Aura tiñosa	CC	C
<i>Buteogallus anthracinus gundlachi</i>	Gavilán Batista	CC	C
<i>Falco sparverius</i> *	Cernícalo	CC	C
<i>Larus argentatus</i>	Gallego	MI	C
<i>Larus atricilla</i>	Galleguito	CC	C
<i>Sterna hirundo</i>	Gaviota común	CC	C
<i>Sterna maxima</i>	Gaviota real	CC	C
<i>Sterna anaethetus</i>	Gaviota monja	CC	C
<i>Sterna fuscata</i>	Gaviota monja prieta	CC	R
<i>Sterna antillarum</i>	Gaviotica	CC	C
<i>Polyborus plancus</i>	Caraira	CC	R
<i>Charadrius semipalmatus</i>	Frailecillo semipalmeado	TR/MI	C
<i>Charadrius melodus</i>	Frailecillo silvador	TR/MI	R
<i>Charadrius wilsonia</i>	Títere playero	MV	C
<i>Charadrius vociferus</i>	Títere sabanero	CC	C
<i>Pluvialis Squatarola</i>	Pluvial	MI	C
<i>Arenaria interpres</i>	Revuelve piedras	MI	C
<i>Himantopus mexicanus</i>	Cachiporra	CC	C
<i>Actitis macularia</i>	Zarapico manchado	MI	V
<i>Limnodromus griseus</i>	Zarapico gris	TR/MI	C
<i>Calidris alba</i>	Zarapico alba	TR/MI	C
<i>Calidris pusilla</i>	Zarapico semipalmendo	TR/Mi	C
<i>Calidris minutilla</i>	Zarapiquito	MI	C
<i>Zenaida macoura</i>	Paloma rabiche	CC	C
<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma aliblanca	CC	C
<i>Columbina passerina</i>	Tojosa	CC	C
<i>Coccyzus minor</i>	Arrierito	CC	R
<i>Crotophaga ani</i>	Judio	CC	C
<i>Caprimulgus carolinensis</i>	Guabairo americano	MI	R
<i>Chordeiles gundlachii</i>	Querequeté	MV	C
<i>Chlorostilbon ricordii ricordii</i>	Zunzún	CC	C
<i>Colaptes auratus</i> *	Carpintero escapulario	CC	C
<i>Xiphidiopicus percussus</i> **	Carpintero verde	EN	C
<i>Myiarchus sagrae</i>	Bobito grande	CC	C
<i>Contopus caribaeus</i>	Bobito chico	CC	C
<i>Tyrannus dominicensis</i> *	Pitirre abejero	MV	C
<i>Tyrannus caudifasciatus</i> *	Pitirre guatibere	CC	C

Tabla 27. Listado de especies de la avifauna en cayo Antón Chico (continuación).

Especie	Nombre común	Status	Abundancia
<i>Mimus polyglottos</i>	Sinsonte	CC	C
<i>Mimus gundlachii</i>	Sinsonte prieto	CC	R
<i>Phoenicopus ruber</i>	Flamenco	CC	C
<i>Polioptila lembeyi</i> **	Sinsontillo	EN	C
<i>Vireo griseus</i>	Vireo de ojo blanco	MI	R
<i>Vireo flavifrons</i>	Verdón de pecho amarillo	MI	R
<i>Vireo gundlachii</i>	Juan chiví	CC	C
<i>Vireo olivaceus</i>	Vireo de ojo rojo	TR	C
<i>Vireo altiloquus</i>	Bien te veo	MV	C
<i>Vireo crassirostris</i>	Vireo de Bahamas	CC	C
<i>Parula americana</i>	Bijirita chica	MI	C
<i>Dendroica petechia</i>	Canario de manglar	MI	C
<i>Dendroica magnolia</i>	Bijirita magnolia	MI	C
<i>Dendroica virens</i>	Bijirita de garganta negra	MI	C
<i>Dendroica palmarum</i>	Bijirita común	MI	C
<i>Dendroica striata</i>	Bijirita de cabeza negra	TR	C
<i>Dendroica tigrina</i>	Bijirita atrigada	MI	C
<i>Dendroica caerulescens</i>	Bijirita azul de garganta negra	MI	C
<i>Dendroica discolor</i>	Bijirita	MI	C
<i>Mniotilta varia</i>	Bijirita trepadora	MI	C
<i>Setophaga ruticilla</i>	Candelita	MI	C
<i>Helmitheros vermivorus</i>	Bijirita gusanera	MI	C
<i>Geothlypis trichas</i>	Caretica	MI	C
<i>Seiurus neevorasensis</i>	Señorita del manglar	MI	C
<i>Teretistris fornsi</i> **	Pechero	MI	C
<i>Spindalis zena petrei</i> *	Cabrero	EN	C
<i>Quiscalus niger</i> *	Chichinguaco	CC	C
<i>Pheucticus ludovicianus</i>	Degollado	MI	C
<i>Glaucidium situ</i>	Sijú platanero	CC	C
<i>Passerina ciris</i>	Mariposa	MI	R
<i>Passerina cyanea</i>	Azulejo	MI	R
<i>Melopyrrha nigra nigra</i> *	Negrilo	CC	C
<i>Tiaris olivacea</i>	Tomeguín de la tierra	CC	C

Simbología

** Especie endémica

* Subespecie endémica

Status

MI – Migratoria del período poco lluvioso

MV – Migratoria del período lluvioso

CC – Crías en Cuba

EN – Endémico

Abundancia

C – Especie común

R – Especie rara

Reptiles y anfibios

Para ambas clases se reportan 15 especies; 12 de reptiles y 3 de anfibios, pertenecientes a nueve familias y 12 géneros (tabla 28).

Tabla 28. Listado de especies de la herpetofauna en cayo Antón Chico.

Especie	Nombre común	Endémico
<i>Bufo peltacephala</i>	Sapo común o sapo muesca	*
<i>Osteopilus septentrionalis</i>	Rana platanera	
<i>Eleutherodactylus planirostris</i>	Ranita	**
<i>Epicrates angulifer</i>	Majá de Santa María	
<i>Tropidophis melanurus</i>	Majá bobo	
<i>Alsophis c. cantherigerus</i>	Jubo	*
<i>Nerodia clarki compressicauda</i>	Catibo de mar	
<i>Caretta caretta</i>	Caguama	
<i>Sphaerodactylus nigropunctatus grandis</i>	Salamanquita	*
<i>Cyclura nubila nubila</i>	Iguana	*
<i>Leiocephalus stictigaster septentrionalis</i>	Bayoya	*
<i>Anolis sagrei sagrei</i>	Lagartija	*
<i>Anolis allisoni</i>	Lagartija de Cuba y Bahamas	*
<i>Ameiva auberi orlandoi</i>	Arrastrapanza	*
<i>Thypholops biminiensis</i>	Culebrita ciega	

Entre los reptiles se encuentran especies endémicas como la *Anolis centralis*, la bayoya (*Leiocephalus stictigaster*), cuya subespecie *L. s. septentrionalis* solo se localiza en el subarchipiélago, la salamanquita *Sphaerodactylus nigropunctatus*, el majá de Santa María (*Epicrates angulifer*) y el majacito pardo (*Tropidophis pardalis*) y 5 a nivel subespecífico; *Cyclura nubila nubila* (iguana), *Ameiva auberi orlandoi* (culebrina), de los cayos del centro y este del subarchipiélago, *Tarentola americana americana* (Dormilona), el majá bobo (*Tropidophis melanurus melanurus*) y el jubo común (*Alsophis cantherigerus* ssp.). Los anfibios están representados por dos especies endémicas (66,6%): la ranita *Eleutherodactylus atkinsi* y el sapo común o de muesca (*Bufo peltacephala*).

Las especies de anfibios existentes en el cayo, fundamentalmente las endémicas, necesitan de alta humedad, lo que no es característico en el mismo, debido a lo cual las poblaciones son poco numerosas.

Invertebrados terrestres.

En el área se han identificado 20 órdenes, 50 familias y 170 especies de invertebrados terrestres; de las cuales, 134 especies son de insectos, 31 especies de arácnidos y 5 especies de moluscos terrestres (tabla 29).

Tabla 29. Listado de especies de invertebrados terrestres en cayo Antón Chico.

Phyllum	Clase	Orden	Familia	Subfamilia	Especie	
Artrópoda	Insecta	Lepidóptera	Pieridae	Pierinae	<i>Ascia monuste</i>	
						<i>Evonima</i>
					<i>Dyas iulia cinelli</i>	
		Collembola	Heliconiidae		<i>sp</i>	
		Orthóptera	Grillidae	Trigonidiinae	<i>Cyrtoxipha sp</i>	
					<i>4 sp por determinar</i>	
		Dictióptera	Acrididae	Acridinae	<i>Parachloebata sp</i>	
					<i>3 sp</i>	
			Blattidae		<i>Periplaneta americana</i>	
					<i>Periplaneta sp</i>	
		Thysanura	Lepismatidae		<i>Lepisma sp</i>	
		Homóptera	Fulgoridae	Fulgorinae	<i>2 sp</i>	
			Cicadidae		<i>Diceroprocta biconica obscurior</i>	
					<i>Hyptia sp</i>	
		Hymenóptera	Evaniidae	Pseudomyrmecinae	<i>sp</i>	
			Formicidae		<i>Pseudomyrmex sp</i>	
			Formicidae	Ponerinae	<i>Pseudomyrmex elongata cubensis</i>	
						<i>sp</i>
					Myrmecinae	<i>Paracryptocerus sp</i>
						<i>Crematogaster sanguínea</i>
			Braconidae	Formicinae		<i>Camponotus sp</i>
				Microgasterinae		<i>Apanteles sp</i>
			Trihiidae	Myzininae		<i>Myzinum sp</i>
			Sphecidae	Cabroninae		<i>Oxybelus sp</i>
						<i>Liris sp</i>
				Larrinae		<i>Trypoxylon sp</i>
						<i>Sp</i>
				Nyssoninae		<i>Stictia signata</i>
				Sphecinae		<i>Sceliphron annulatum</i>
			Colletidae	Hylaeinae		<i>Hylaeus sp</i>
			Ichneumonoidea			<i>Sp</i>
			Chalcididae		<i>2 sp por determinar</i>	
				<i>Brachymeria sp</i>		
		Apidae	Anthophorinae		<i>Centris sp</i>	
					<i>5 sp por determinar</i>	
		Halictidae	Halictinae		<i>Lasioglossum sp</i>	
		Bethylidae	Princtocerinae		<i>Apenesia cubensis</i>	
		Vespiade	Polistinae		<i>Polistes sp</i>	
			Eumininae		<i>Pachodynerus cubensis</i>	
		Apidae	Xylocopinae		<i>Xylocopa cunaecola</i>	
		Díptera	Tabanidae		<i>Lepiselaga sp</i>	
			Dolichopodidae		<i>Aciapus sp</i>	
			Tephritidae		<i>Dyseuaresta sp</i>	
					<i>3 sp por determinar</i>	
			Muscidae		<i>Musca domestica</i>	
		Culicidae		<i>Aedes taeniorhynchus</i>		

Tabla 29. Listado de especies de invertebrados terrestres en cayo Antón Chico (continuación).

Phyllum	Clase	Orden	Familia	Subfamilia	Especie						
Artrópoda	Insecta		Culicidae		<i>Aedes sp</i>						
					<i>Psorophora confinis</i>						
					<i>Ddeinoceritis cáncer</i>						
					<i>Culex quinquefascistus</i>						
					<i>sp</i>						
					<i>Culicoides furens</i>						
					<i>2 sp por determinar</i>						
					<i>2 sp por determinar</i>						
					<i>Ocyptamus</i>						
					<i>sp</i>						
		<i>Psiloniyy sp</i>									
		<i>6 sp por determinar</i>									
		Coleóptera	Cerambycidae				<i>Neoclytus cordifer</i>				
							<i>6 sp por determinar</i>				
							<i>10 sp por determinar</i>				
							<i>Strategus anachoreta</i>				
							<i>Strategus sp</i>				
		Lycidae					<i>Thomalmus sp</i>				
							<i>3 sp por determinar</i>				
							Neuróptera	Chrysopidae			<i>Chrysopa thoracica</i>
											<i>Chrysopa sp</i>
							Myrmelionidae				<i>Chrysopa cubensis</i>
		<i>Psammoleon minor</i>									
		<i>Psammoleon bistictus</i>									
		Mantodea	Mantidae		Thespinae		<i>Paramusonia sp</i>				
		Dermáptera	Labiduridae				<i>Labidura sp</i>				
		Hemíptera	Pentatomidae		Pentatominae		<i>Edessa sp</i>				
		Odonata	Miridae			Mirinae	<i>4 sp por determinar</i>				
							<i>7 sp por determinar</i>				
		Scorpion	Buthidae				<i>Centruroides anchorellus</i>				
							<i>Centruroides guanensis</i>				
							<i>Rhopalurus junceus</i>				
		Araneae	Salticidae				<i>sp</i>				
							<i>Argiope argentata</i>				
							<i>26 sp sin determinar</i>				
		Acarina	Ixodidae				<i>Ixoide sp</i>				
							<i>Amblyomma albopictum</i>				
		Mollusca	Gastrópoda		Annularidae		<i>Opisthosiphon sp</i>				
					Oleacinidae		<i>Oleacine solidula **</i>				
					Cerridae		<i>Alcacia minima **</i>				
Helminthoglyptidae					<i>Cerion paredonis **</i>						
					<i>Henitrochus mórbida**</i>						

* Subespecie endémica

** Especie endémica

La clase Insecta está representada por los órdenes Himenóptera (36 especies), Díptera (26 especies) y Coleóptera (223 especies). El resto de los órdenes son menos abundantes.

En el caso del orden Lepidópteros (mariposas), son de todos los insectos, las más importantes por sus bellos colores, su alta riqueza y su fácil observación. Se conoce que muchas de sus especies son migratorias. De todas las familias reportadas, la familia Pieridae es la que posee un número mayor de especies, con bellos colores. De esta familia se han inventariado 6 especies, una de ellas, la *Melete salacia cubana* constituye una subespecie endémica de nuestra fauna.

En el caso del phylum Mollusca (moluscos), éstos constituyen un grupo con características muy atractivas, aunque de fragilidad ecológica (muy susceptibles a sufrir antropización). En total se reportan para el cayo 6 especies de moluscos terrestres, entre las que se destaca el *Cecerio paredonis*, un endémico local muy abundante y fácil de observar en ramas y troncos de arbustos y árboles. En general, en el cayo existe una baja riqueza de este orden, la que se debe a la ausencia de sustrato cársico, si se exceptúa la costa rocosa en la que si son abundantes los moluscos del supralitoral *Cenchritis muricatus*. De estas 6 especies, sólo el *Cecerio paredonis* es exclusiva de este cayo, con una población numerosa en el matorral cercano al faro y en la vegetación a ambos lados de la carretera, y menos numerosas en el complejo de vegetación de costa arenosa. En este último complejo se localizó, aunque muy escasa, otra especie del mismo género, no descrita, que si finalmente se determina como especie nueva, entonces serán dos en el territorio. Algunas de las especies reportadas como el *Opisthosiphon turiguanoensis turiguanoensis*, no fueron observadas en las últimas expediciones.

Vectores

El área tiene gran importancia desde el punto de vista médico-sanitario, fundamentalmente por su cercanía al mar. En ella se han identificado 21 especies (tabla 30), las que constituyen vectores transmisores de enfermedades al hombre y los animales, sin contar otras que lo son potencialmente, entre ellas los moluscos terrestres y otros insectos. De ellos 3 son moluscos, 9 insectos y 4 mamíferos (roedores y mamíferos).

Tabla 30. Listado de especies de vectores en cayo Antón Chico.

Especie	N. vulgar	Enfermedades que transmiten
<i>Alcacia minima</i>	Caracol	Potencialmente angiostrongiliasis
<i>Opisthosiphon turiguanoensis</i>	Caracol	Potencialmente dermatitis cercariana
<i>Cerion paredonis</i>	Caracol	Potencialmente angiostrongiliasis
<i>Periplaneta americana</i>	Cucaracha casera	Poliomielitis bacteriana y otros agentes patógenos
<i>Blatella germanica</i>	Cucaracha alemana	Poliomielitis bacteriana y otros agentes patógenos
<i>Tabanus lineola</i>	Tábano	Carbunco y tularemia
<i>Stomoxys calcitrans</i>	Mosca brava	Miasis en el hombre
<i>Psorophora confinis</i>	Mosquito negro	Encefalitis
<i>Ddeinoceritis cáncer</i>	Mosquito cangrejo	Picazón
<i>Aedes taeniorhynchus</i>	Mosquito	Fiebre amarilla

Tabla 30. Listado de especies de vectores en cayo Antón Chico (continuación).

Especie	N. vulgar	Enfermedades que transmiten
<i>Aedes scapularis</i>	Mosquito careto	Fiebre amarilla
<i>Aedes mediovittatus</i>	Mosquito	Filariasis humana
<i>Aedes sollicitans</i>	Corasí	Fiebre amarilla
<i>Culex quinquefasciatus</i>	Mosquito	Filariasis humana
<i>Culex nigripalpus</i>	Mosquito	Experimentalmente se infecta
<i>Culicoides furens</i>	Jején	Filariasis humana
<i>Musca domestica</i>	Mosca doméstica	Fiebre tifoidea, cólera y desintería
<i>Rattus rattus</i>	Rata	Leptospirosis, rabia, tifus murino, histoplasmosis, etc.
<i>Mus musculus</i>	Guayabito	Leptospirosis, rabia, tifus murino, histoplasmosis, etc.
<i>Canis familiares</i>	Perro	Histoplasmosis
<i>Felis catus</i>	Gato	Histoplasmosis

3.2.4. Fauna marina

Vertebrados

Los estudios realizados en el área han reportado la existencia de 72 especies de ictiofauna pertenecientes a 31 familias, muchas de las cuales son típicas de complejos seivadal – arrecife (tabla 31). Las familias mejor representadas en cuanto a su número de especies fueron Lutjanidae, Carangidae, Sphyraenidae, Serranidae, Chatodontidae y Labridae; destacándose por su abundancia la familia Lutjanidae con las especies *Lutjanus cyanopterus* (cubera) y *Lutjanus mahogoni* (pargo ojanco), en la familia Carangidae las especies *Caranx bartholomaei* (cibí amarillo) y *Caranx fusus* (cojinúa) y en la familia Sphyraenidae la especie *Sphyraena barracuda* (picúa).

Tabla 31. Listado de especies de vertebrados marinos en cayo Antón Chico.

Phyllum	Clase	Familia	Especie	N. Común	I.E
Chordata	Osteichthyes	Elopidae	<i>Megalops atlanticus</i>	Sábalo	
		Albulidae	<i>Albula vulpes</i>	Macabí	
		Clupeidae	<i>Harengula sp</i>		
		Belonidae	<i>Tylosurus acus</i>	Agujón	
		Hemirhamphidae	<i>Hyporhamphus unifasciatus</i>	Escribano	
		Syngnathidae	<i>Hippocampus erectus</i>	Caballito de mar	
		Holocentridae	<i>Holocentrus rufus</i>	Carajuelo rufo	
		Mugilidae	<i>Mujil liza</i>	Lebranco	X
			<i>Mujil caphalus</i>	Lisa común	X
			<i>Mujil trichodon</i>	Liseta	X
	Sphyraenidae	<i>Sphyraena picudilla</i>	Picudilla		
		<i>Sphyraena barracuda</i>	Picuda		
	Chondrichthues	Orectolobidae	<i>Ginglimostoma cirratum</i>	Gata	X
		Mobulidae	<i>Aetobatus narinari</i>	Obispo	X
			<i>Epinephelus striatus</i>	Cherna criolla	X
Serranidae		<i>Mycteroperca tigris</i>	Bonací gato		
		<i>Mycteroperca venenosa</i>	Arigua	X	
	<i>Mycteroperca bonaci</i>	Aguají	X		

Tabla 31. Listado de especies de vertebrados marinos en cayo Antón Chico (continuación).

Phyllum	Clase	Familia	Especie	N. Común	I.E
Chordata	Chondrichthues	Serranidae	<i>Hypoplectrus guttavarius</i>	Vaca bicolor	X
			<i>Hypoplectrus puella</i>	Vaca barreada	X
			<i>Hypoplectrus chlorurus</i>	Vaca amarilla	X
		Grammidae	<i>Gramma loreto</i>	Loreto	
		Carangidae	<i>Caranx ruber</i>	Civil	X
			<i>Caranx hippos</i>	Jiguagua	X
			<i>Caranx latus</i>	Jurel	X
			<i>Caranx bartholomaei</i>	Cibi amarillo	X
			<i>Caranx fusus</i>	Cojinúa	X
		Grammistidae	<i>Riepticus sp</i>	Jabón	
		Pomadasyidae	<i>Haemulon flavolineatum</i>	Ronco condensado	X
			<i>Haemulon plumieri</i>	Ronco arará	X
			<i>Haemulon sciurus</i>	Ronco amarillo	X
			<i>Haemulon aurolineatum</i>	Jeníguano bocón	X
		Lutjanidae	<i>Lutjanus analis</i>	Pargo criollo	X
			<i>Lutjanus mahogoni</i>	Pargo ojanco	X
			<i>Lutjanus cyanopterus</i>	Cubera	X
			<i>Lutjanus griseus</i>	Caballerote	X
			<i>Lutjanus synagris</i>	Biajaiba	X
			<i>Ocyurus chrysurus</i>	Rabirrubia	X
		Gerreidae	<i>Gerres cinereus</i>	Mojarra blanca	X
			<i>Eucinostomus sp</i>	Mojarrita	X
		Mullidae	<i>Pseudopeneus maculatus</i>	Salmonete colorado	
		Ephippidae	<i>Chaetodipterus faber</i>	Paguala	
		Chaetodontidae	<i>Chaetodon cepistratus</i>	Parche ocelado	
			<i>Chaetodon ocellatus</i>	Parche amarillo	
			<i>Holocanthus tricolor</i>	Vaqueta de dos colores	X
			<i>Holocanthus ciliaris</i>	Angelote reina	X
		Pomacentridae	<i>Pomocanthus paru</i>	Angelote francés	X
			<i>Chromis cyanea</i>	Cromis azul	
			<i>Chromis multilineata</i>	Cromis prieto	
			<i>Microspathodon chrysurus</i>	Doncella de cola	
			<i>Abudefduf saxatilis</i>	Píntano	
		Labridae	<i>Bodianus rufus</i>	Pez perro Español	
			<i>Lachnolaimus maximus</i>	Pez perro	X
			<i>Thalassoma bifasciatum</i>	Cara de cotorra	
			<i>Halichoeres maculipinnis</i>	Doncella	
		Scaridae	<i>Sparisoma chrysopterum</i>	Lorito	
			<i>Sparisoma viride</i>	Lorito	
			<i>Scarus vetula</i>	Loro	
			<i>Scarus guacamaia</i>	Vieja lora	X

Tabla 31. Listado de especies de vertebrados marinos en cayo Antón Chico (continuación).

Phyllum	Clase	Familia	Especie	N. Común	I.E
Chordata	Chondrichthues	Acanthuridae	<i>Acanthurus coeruleus</i>	Barbero azul	X
			<i>Acanthurus bahianus</i>	Barbero	X
			<i>Acanthurus chirurgos</i>	Barbero	X
		Scombridae	<i>Scomberomorus regalis</i>	Pintada	X
		Balistidae	<i>Balistes vetula</i>	Cochino	X
		Ostraciidae	<i>Rhinesomus triqueter</i>	Chapín común	
		Diodontidae	<i>Diodon sp</i>		
			<i>Chilomycterus sp</i>	Gaunábana	
	Ogcocephalidae	<i>Ogcocephalus nasutus</i>	Pez diablo		
	Mammalia	Delphinidae	<i>Tursiops truncatus truncatus</i>	Tonina	

Se han reportado otras familias numerosas típicas de medio lagunar – estuarino como la Gerreidae, Mugilidae y Albulidae; representadas en el primer caso por la especie *Gerres cinereus* (mojarra blanca), la que también está presente en los fondos coralinos; la segunda por la especie *Mugil caphalus* (lisa común) y la tercera por la especies *Albula vulpes* (macabí).

Entre los mamíferos marinos se observa de forma regular el *Tursiops truncatus truncatus*.

Invertebrados

Está representada por los phylum: Polífera, Coelenterata, Mollusca, Arthropoda y Echinodermata.

En los fondos cubiertos por la fanerógama marina *Thalassia testudinum*, y hasta sobre los fondos arenosos desprovistos de vegetación, es frecuente encontrar a la *Oreaster reticulatus* (estrella de mar gigante), en sus formas roja y amarilla y a los moluscos *Strombus gigas* (cobo) y *Codakia orbicularis* (almejita). Sobre los fondos fangosos al W se encontró a la *Cassiopea xamachana* (medusa bentónica).

Los fondos coralinos presentan gran variedad de especies de gorgonias, esponjas y corales. Entre las más abundantes tenemos a la especie *Gongonia flabellum* (abanico de mar), a las especies *Millepora alcyornis* y *Millepora complanata* (comúnmente conocidos como corales de fuego), a la especie *Acropora palmata* (orejón o cuerno de alce) y a una especie de coral muy delicada *Acropora cervicornis* (cuerno de ciervo). También con frecuencia, puede encontrarse a la *Diploria sp* (cerebro de mar) y a la conocida especie *Acanthoptilum sp* (plumas de mar). Debe señalarse la presencia en la zona de una especie muy importante por su valor comercial, el crustáceo *Panulirus argus* (langosta).

3.2.5. Relaciones ecológicas.

El aislamiento geográfico de cayo Antón Chico en cuanto a tiempo y espacio, ha determinado la ocurrencia evolutiva de su flora y fauna más que en cualquier otro lugar de tierra firme. Ello ha contribuido al desarrollo de una biota con características particulares en cuanto a composición, estructura y funcionamiento, debido fundamentalmente a las dimensiones territoriales donde se desarrolla, lo que hace de dicho cayo un lugar idóneo para evaluar la naturaleza en su forma

más pura. Esta posición geográfica, y las características de su relieve, han implicado condiciones climáticas similares a las de otras regiones del país que reúnen dichas condiciones:

- predominio de condiciones tropicales marítimas, con un periodo lluvioso relativamente húmedo,
- elevados valores de radiación solar, como consecuencia de la baja frecuencia de nubosidad imperante en el área,
- alto valor de la temperatura media anual ($> 25^{\circ}\text{C}$), cuyo efecto es la aparición de sensaciones de calor sofocante durante el periodo lluvioso.

Debe señalarse que los ecosistemas existentes en el cayó, ubicados en una zona costera en la que abundan lagunas, manglares, matorrales y complejos de vegetación arenosa, constituyen áreas de fragilidad ambiental alta por su limitada extensión territorial, la ausencia de sustratos cársicos y el bajo nivel de su cota lo que facilita la penetración del mar. En esta área están bien representadas 4 formaciones vegetales y la presencia de otros ecosistemas. A continuación se abordarán las relaciones ecológicas más importantes que se establecen en la parte emergida y entre ésta y el acuatorio.

Relación bosque de mangle – acuatorio

Los manglares están ampliamente distribuidos en el cayó. Las especies representadas son las que se localizan en cualquier área del país o el Caribe insular (mangle rojo, mangle prieto, patabán y yana). Se han reportado la presencia de diferentes variantes fisionómicas y florísticas, según las condiciones ecológicas; así es posible encontrar desde bosques mixtos altos, hasta manglares achaparrados que no alcanzan más de 3.0 m, tanto mixtos como monodominantes. Los manglares ocupan las costas bajas resguardadas y las lagunas costeras detrás de las dunas, aunque en esta última localización son más escasas.

Entre sus funciones, tenemos que los manglares son importantes áreas de reclutamiento y cría de muchos peces y crustáceos comerciales; además, sus flores son muy melíferas. Generalmente, el éxito reproductivo de las especies de peces que se viven en las macrolagunas está determinado por la calidad de las aguas de su hábitat. En el caso que nos ocupa, las especies representadas poseen una alta tasa potencial de reproducción y una gran dispersión de los productos del desove.

Generalmente, los manglares exhiben altas tasas de productividad primaria bruta, las que alcanzan niveles hasta de 14 g de carbono/m² al día. No obstante, su papel más destacado es la producción de hojarasca y detritos, los cuales son exportados durante el proceso de flujo y reflujo hacia el ambiente marino, los que se convierten mediante un proceso de descomposición, en alimento para una gran variedad de animales, incluyendo los arrecifes coralinos y gran cantidad de especies vegetales marinas.

También, durante la ocurrencia de ciclones o tormentas tropicales, los manglares son reconocidos por su papel amortiguador contra los oleajes derivados de las mareas y por su papel en la preservación de la calidad del agua y en la descontaminación.

Finalmente, en los manglares encuentra alimentación y refugio un grupo importante de animales

terrestres, fundamentalmente jutías, aves, insectos, entre otros; y un número considerable de las especies de aves, las que los utilizan para su descanso y alimentación, fundamentalmente garzas, corúas, pelícanos, marbellas, etc.

Relación matorral - bosque de mangle

Esta relación cumple con el mismo principio y precede la anterior. Los manglares son el centro colector de energía y sustancias para los matorrales, lugar donde vive la mayor riqueza de especies de la flora y la fauna del área. Los matorrales son la formación terrestre de mayor extensión; con un importante papel de refugio y aporte de recursos tróficos su hábitat, constituida por casi todos los grupos pero fundamentalmente por aves, lagartos arborícolas y terrestres, serpientes, insectos, moluscos y arácnidos. En esta formación, y en parte en el complejo de costa arenosa, puede localizarse el molusco endémico *Cerion paredonis*.

Relación acuatorio – lagunas – matorral – complejo de costa arenosa

Las lagunas son centros colectores de sustancias y energía de las áreas que las circundan, fundamentalmente del acuatorio, el matorral y el complejo de costa arenosa, con una relación basada en el mismo principio que en los casos anteriores, solo que aquí el área es reducida y la lagunas van disminuyendo su área, provocando una acumulación menor de agua y la ampliación del área de la vegetación circundante.

En la vegetación alledaña y en los espacios abiertos son comunes los lagartos terrestres, insectos como los lepidópteros y aves, con una presencia de variedades muy numerosa. En el agua acumulada se existe presencia de recursos tróficos, los que son utilizados por varias especies de aves limícolas.

3.2.6. Valores naturales con potencial turístico.

La franja costera, que es donde se localiza el atractivo principal del cayo, las playas, resume las características del borde litoral del cayo.

La longitud total de playa es de aproximadamente 2 280 m, de los que 1 860 m son de playa arenosa, con una franja de sol promedio de 4 m, dividido en dos sectores:

- Playa del Sol, al noroeste con una longitud de 900 m, un ancho de franja de sol de 5 m y una excelente área de baño. Se extiende desde la terraza baja arrecifal del extremo noroeste del cayo, hasta el inicio de una nueva terraza en su extremo sureste (figura 15).

La playa sumergida presenta una pendiente suave, donde la profundidad superior a 1,50 m se alcanza a una distancia desde la línea de la costa aproximada de entre 60-80 m con fondo arenoso. Se observa la presencia de valles y barras, sus aguas son de color azul, transparentes, en las que se no se evidencian indicio de contaminación



Fig. 15. Sector correspondiente a playa del Sol

La playa emergida se caracteriza, igualmente, por sus suaves pendientes, siendo una franja estrecha hasta el límite de la vegetación consolidada sin la presencia de dunas o en un estado muy incipiente de formación (figura 16).

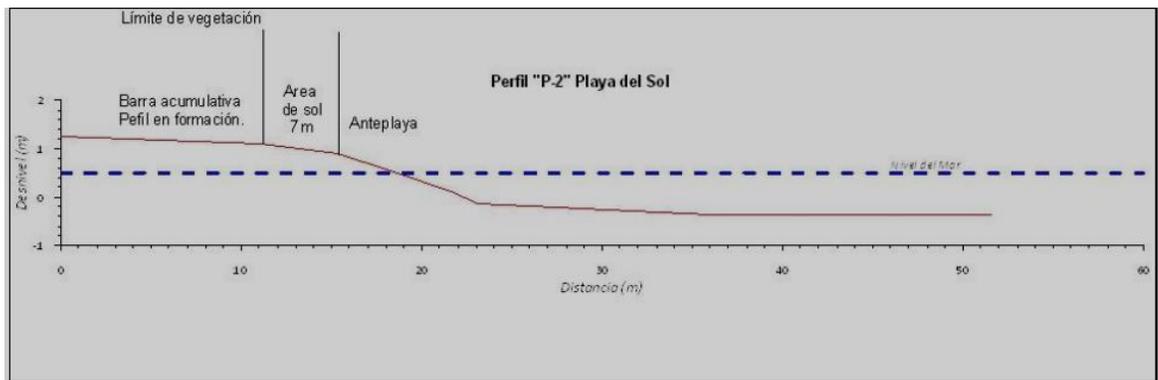


Fig. 16. Perfil de la playa del Sol.

- Playa Chica, al este con una longitud de 860 m y una franja de sol de 3 m (escasa profundidad en el área de baño). Se extiende desde el final de los afloramientos rocosos que se localizan hacia la porción central de cayó.

La playa sumergida presenta una pendiente suave (figura 17), donde la profundidad de 1,50 m se alcanza a una distancia desde la línea de la costa superior a 150 m. El fondo está constituido por sedimentos arenosos y areno-fangosos, que se incrementan hacia el SE de la playa, así como afloramientos rocosos hacia su extremo noroeste. El color de agua del mar se torna carmelita, debido al aporte de la materia orgánica del manglar, gran cantidad de algas y plantas microscópicas en suspensión.

La playa emergida se caracteriza por poseer una pendiente suave, sin la existencia de dunas o en un estado incipiente de formación, discontinuas con alturas que no sobrepasan los 2 m, cubierta por la vegetación costera hasta el límite mismo de la

penetración máxima de las mareas en régimen habitual, constituida por sedimentos arenosos de color beige, granulometría media a fina y de origen biogénico.

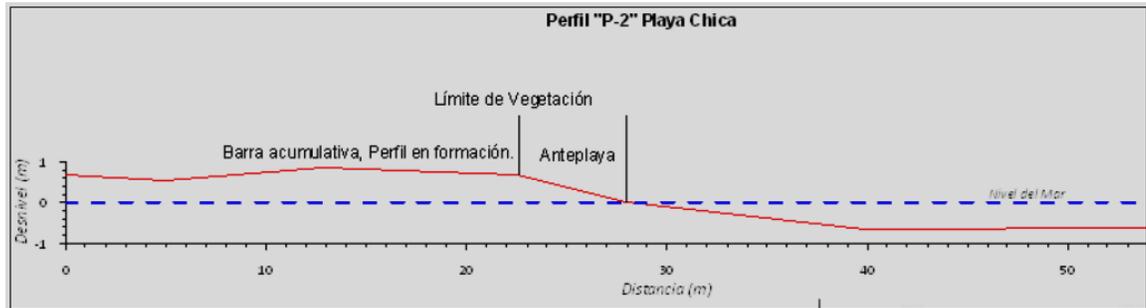


Fig. 17. Perfil de playa Chica.

Hacia el SE en la playa sumergida, predominan los sedimentos fangosos y fango – arenoso, vinculados a la deposición de los sedimentos finos provenientes de la laguna (figura 18), donde incluso germinan nuevas semillas de mangle.



Fig. 18. Sector sureste de playa Chica.

Ambas zonas están separadas por una playa rocosa, teniendo al centro una pequeña playa de 100 m.

La playa sumergida tiene una pendiente submarina de suave con fondos arenosos y se afecta por oleajes en temporales.

El área localizada en las barras arenosas acumulativas sobre las que se presentan dunas al norte y este del cayó. Presenta un matorral de costa arenosa con poblaciones importantes de *Coccothrinax littoralis* (yuraguano de costa) con la presencia de dos plantas endémicas (*Heleotropium myriophillum* y *chamaesyce paredonensis*). Otras especies de interés faunístico son la iguana y el sinsonte prieto.

El borde interior está formado por una ensenada muy resguardada, donde predomina una costa de acumulación biogénica con manglares.

El mar interior tiene una profundidad entre 1 y 2 m, lo que resulta un refugio natural ante cualquier evento meteorológico. En la costa norte hay barreras coralinas y abundancia de especies marinas con fondos arenosos y cierta protección de las afectaciones climáticas.

La combinación de los diferentes tipos de paisajes en un territorio de pequeñas dimensiones, unido a la calidad ambiental del medio, hace de este cayo un lugar idóneo para desarrollar un turismo sostenible ambientalmente.

3.3. Paisajes

Cayo Antón Chico se desarrolla bajo la influencia directa del océano. Sus paisajes se caracterizan por una gran fragilidad, relativa homogeneidad y una distribución espacial de las principales unidades de forma longitudinal. Se diferenciaron 3 grandes unidades (anexo 3. Mapa de paisajes).

Llanura litoral acumulativo-abrasiva baja sobre arenas calcáreas; calcarenitas y biocalcarenitas (alturas menores de 2.5 m). Se localiza paralela a la línea de costa y se extiende de noroeste a sureste. En ella se desarrolla un proceso acumulativo, dando origen a las playas, dunas y sectores biogénicos, con vegetación de costa arenosa. Las playas arenosas poseen una franja de sol que varía entre 4 y 6 m y son de color crema. La terraza abrasivo-cársico de alturas menores de 1.0 m que ocupa la parte norte, perteneciente a la formación Jaimanitas, está muy alterada a causa del intemperismo y abrasión en el borde exterior del acantilado activo. Las lagunas litorales se localizan detrás de las dunas y barras arenosas de forma alargada, con fondo arenoso-fangoso, profundidades menores de 1.0 m y bordes cubiertos de manglares.

Llanura baja y plana carsificada sobre calcarenitas y biocalcarenitas con (alturas menores de 1.0 m). Se localiza en la parte central, la que está ocupada por una llanura de pendiente suave en la que se localizan formas cársicas superficiales como el diente de perro, casimbas, carsolitos, pequeñas dolinas, etc. En las partes más bajas existe una superficie temporalmente inundada con pavimento calcáreo y vegetación halófila con manglares. Las dolinas en su mayoría están vinculadas a un origen cársico, siendo poco profundas (menos 0.5 m) y salobres, de fondo areno-fangosos con bordes de manglares.

Llanura lacuno-palustre muy baja (altura menor de 0.5 m). Ocupa gran parte del área del cayo, sobre todo al sur y al noroeste, representada por zonas pantanos y lagunas, que se inundan en algunos casos temporalmente y en otros permanentemente, donde se desarrollan sedimentos turbosos con manglares, aunque también, aparecen áreas sin vegetación con costas salinas.

3.4. Estado actual del medioambiente.

Los problemas ambientales que ocurren en los geosistemas, son los resultados promovidos por las acciones humanas o procesos naturales, que de una u otra forma inciden en la actividad

vital, social y económica de las sociedades y grupos humanos. Los mismos se manifiestan como problemas ambientales, cuando se reflejan como efectos negativos, al tener un carácter desfavorable sobre la vida humana. Se analizan como mejoramiento ambiental, cuando tienen un carácter favorable. Los efectos geoecológicos, se consideran como aquellos resultados del impacto humano que se manifiestan en las funciones de los sistemas naturales, y de la estructura y funcionamiento natural de los geosistemas.

Cayo Antón Chico, es un territorio emergido relativamente reciente, la mayoría de los procesos morfogenéticos están en franco desarrollo, cuestión que le atribuye un alto grado de vulnerabilidad ambiental, tanto en los componentes bióticos como abióticos. Presenta una estructura extremadamente sencilla, donde se sigue el clásico patrón genético para muchos cayos del archipiélago Sabana-Camagüey, a partir de un núcleo rocoso, se adosan sucesivamente barras de arenas, que logran alcanzar cierta estabilidad y que son fijadas por la vegetación.

El cayo posee una alta fragilidad, por lo que es extremadamente vulnerable a la ocurrencia de eventos naturales (inundaciones por penetración del mar, ocurrencia de fuertes vientos, intensas sequías, sismos e incendios naturales) o antrópicos (uso intensivo del área como consecuencia de las actividades turísticas-recreativas, desarrollo constructivo con fines al alojamiento turístico y de servicios de apoyo al turismo y actividades económico-pesqueras intensivas).

Se identifican actualmente, los siguientes problemas ambientales:

- *Insuficiente comprensión del patrimonio natural.* A diferencia de lo que sucede con el patrimonio cultural, a veces no se comprende de manera adecuada el alto valor del patrimonio natural. Por esta razón la ubicación de infraestructuras convencionales para el turismo de sol y playa en áreas ecológicamente sensibles le resta oportunidades no solo a la conservación del patrimonio natural, sino a su utilización como valioso recurso para el futuro desarrollo del turismo de naturaleza y el ecoturismo.
- *Impactos sobre la biodiversidad.* Están producidos por la construcción de pedraplenes para unir los cayos por eliminación de vegetación, incremento de salinidad e interferencia en las migraciones (reproductivas y pasivas) de larvas y juveniles de especies marinas, y mayor acumulación de contaminantes, entre otros.
- *Erosión costera.* Por causas naturales, asociada en lo fundamental, por la elevación del nivel del mar y a la exposición de los vientos y marejadas del noreste, lo que se refuerza ante la ocurrencia de eventos meteorológicos extremos, favorecida por la ausencia de un sistema de cresta arrecifal que minimice la energía proveniente del oleaje.
- *Introducción de especies exóticas e invasoras.* Dentro de las especies de la flora las más agresivas se encuentra la casuarina o pino de Australia (*Casuarina equisetifolia*), la que aparece sobre la duna costera. Esta por su gran aporte de materia orgánica conlleva a una transformación paulatina del suelo, además de que por su gran capacidad de regeneración y rápido crecimiento, va desplazando la flora autóctona, de más lento crecimiento.
- *Fragmentación del hábitat.* Es el resultado de la construcción del vial que une a los cayos Antón Chico y Romano, lo que ha incidido desfavorablemente en el funcionamiento de los

procesos ecológicos.

- *Recalo de residuales orgánicos e inorgánicos.* Otro problema ambiental actual, lo constituye el recalo de residuales sólidos y la contaminación química por derrames de hidrocarburos, ambos provenientes de los buques que navegan por el Canal Viejo de Bahamas, vía marítima de importancia internacional.

Estos problemas ambientales, bien sean originado por causas naturales o antrópicas, están siendo reforzados como resultado del desarrollo del proceso inversionista, motivo por el cual se hace necesario corregirlos antes de comenzar la introducción de nuevas acciones impactantes.

3.5. Escenarios de peligros naturales para cayo Antón Chico.

Peligros hidrometeorológicos

Cuba está ubicada en una zona de circulación frecuente de huracanes y tormentas tropicales con una temporada de ocurrencia de seis meses cada año desde el 1ro de junio hasta el 30 de noviembre. El archipiélago Sabana-Camagüey está ubicado al norte de Cuba y ha sido afectado durante muchos años por estos fenómenos, de ahí, la importancia de considerar estos aspectos.

Por la importancia que tiene para la protección de los recursos y el futuro desarrollo turístico que tendrá el territorio se deberán realizar los estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgos de desastres.

La situación geográfica de archipiélago cubano, dentro del mediterráneo americano, la convierte en una de las zonas del mundo más peligrosa, por encontrarse dentro de uno de los focos ciclogénicos más activos del planeta, el mar Caribe, es el principal difusor de energía térmica para el océano Atlántico o se encuentra ubicado en una zona geográfica caracterizada por la frecuente ocurrencia de perturbaciones ciclónicas y huracanes, siendo precisamente la región occidental del país, la más afectada por estos fenómenos.

El subarchipiélago Sabana –Camagüey, se encuentra ubicado en una zona geográfica de gran incidencia de organismos ciclónicos tropicales, las masas de aire que estos eventos naturales generan en su movimiento, actúan sobre todas las construcciones, determinando sobrecargas extremas accidentales que se deben tener en cuenta por su preponderante importancia en el cálculo y diseño de las estructuras.

Sobreelevación meteorológica del nivel del mar.

La sobreelevación meteorológica del nivel del mar, ocurre habitualmente en el área de estudio durante la ocurrencia de fenómenos meteorológicos extremos que generen vientos y olas de consideración; entiéndase huracanes, frentes fríos, bajas extratropicales. Se le conoce también como marea de tormenta o surgencia de tormenta (del inglés *storm surge*) y se define como la diferencia entre el nivel real del mar durante la ocurrencia de una tormenta y el nivel que debió haber existido en ausencia de la tormenta.

Su efecto principal cuando es intensa, es la inundación costera por penetración del mar, afectando a todo tipo de instalación ubicada en la costa, además de que al aumentar la

profundidad en las zonas cercanas a la costa facilita la llegada de olas mayores a la misma y el acercamiento a ésta del punto de rotura de las olas aumentando su fuerza destructiva, de ahí, la importancia que reviste su estudio para la ingeniería costera. Este es un fenómeno muy complejo que es provocado por la combinación de varios factores. En principio el fenómeno es producido por la ocurrencia de fuertes vientos, que soplen durante un período de tiempo relativamente largo y en una dirección cuya componente principal esté dirigida perpendicularmente hacia la costa.

Posibles niveles de sobre elevación del mar para cayo Antón Chico

Los cálculos realizados aparecen en la tabla 32, donde la dirección de incidencia de los 90° resulta la de mayor peligro con valores para el caso de las tormentas tropicales de 0.27 m y períodos de retorno de al menos un caso en 4.7 años (figuras 19, 20 y 21). Los huracanes categoría 5 alcanza una sobre elevación del nivel medio del mar por efecto de la surgencia en este cayo de 3.93 m, con períodos de retorno de un organismo en 169.9 años.

El cálculo del peligro de surgencia para cayo Antón Chico, asociado a las intensidades de los ciclones tropicales, según la escala Saffir - Simpson (Simpson, 1974) y el ángulo de entrada del organismo tropical a tierra, aún, cuando no ha sido afectado por un huracán categoría 5, se muestra en la tabla 32.

Tabla 32. Cálculos por categoría del CT de acuerdo a la escala Saffir-Simpson y ángulo de entrada del organismo tropical a tierra. Escenario actual.

Archipiélago Sabana-Camagüey. Cayo Antón Chico	Período de Retorno	Altura de la surgencia (m)				Velocidad del viento	
		Angulo de entrada del CT a tierra.				(m/s)	(km/h)
Categoría	(Casos/Años)	90°	135°	180°	225°		
TT	1/ 4.7	0.27	0.20	0.14	0.12	17.5 - 32.6	63 - 117
C 1	1/ 8.4	0.75	0.57	0.40	0.32	32.7 - 42.6	118 - 153
C 2	1/ 15.5	1.36	1.04	0.72	0.59	42.7 - 49.3	154 - 177
C 3	1/ 26.0	2.01	1.54	1.07	0.87	49.4 - 58.2	178 - 209
C 4	1/ 50.4	2.88	2.21	1.53	1.25	58.3 - 69.4	210 - 250
C 5	1/ 169.9	3.93	3.01	2.09	1.71	> 69.5	> 250

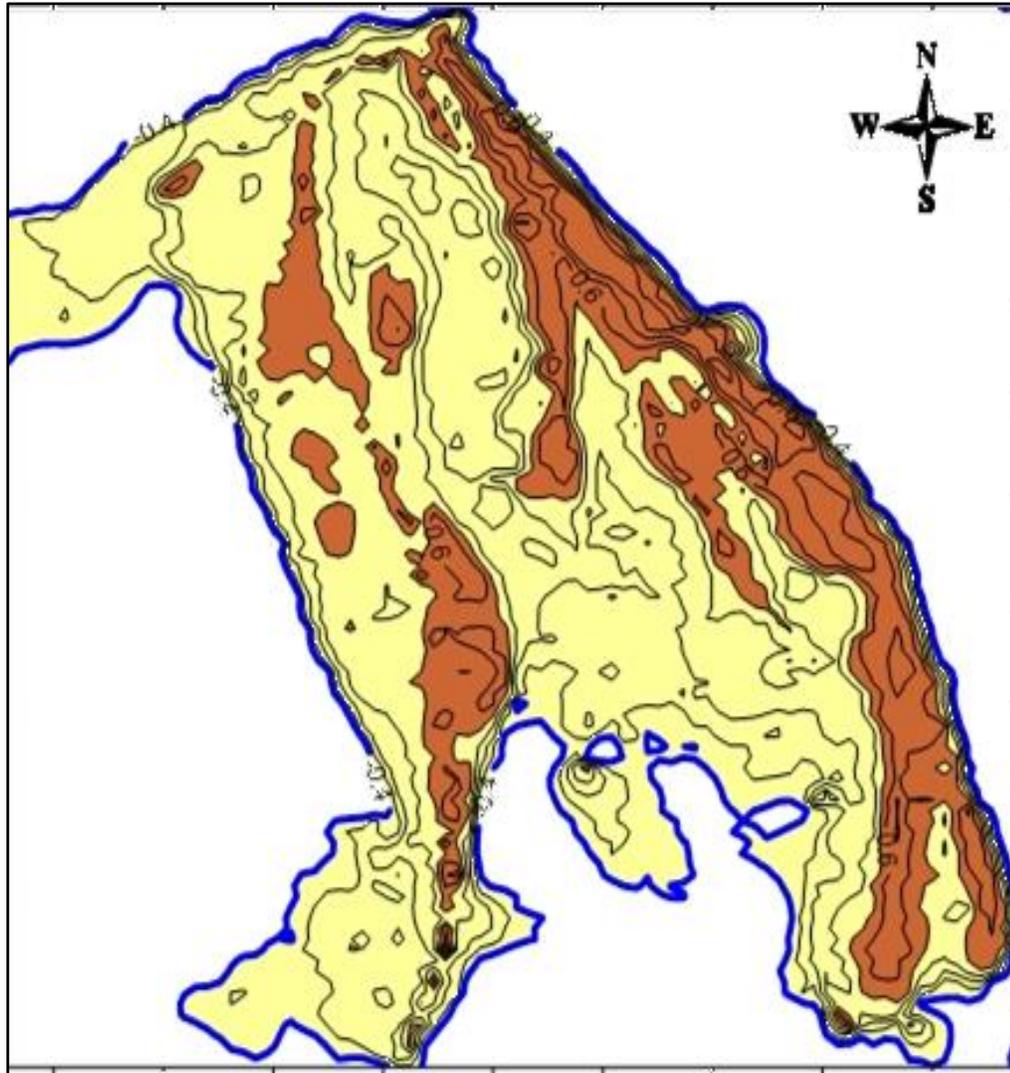


Fig. 19. Afectaciones por tormentas tropicales (se afectan 122.4 ha el 71.1% del cayo).

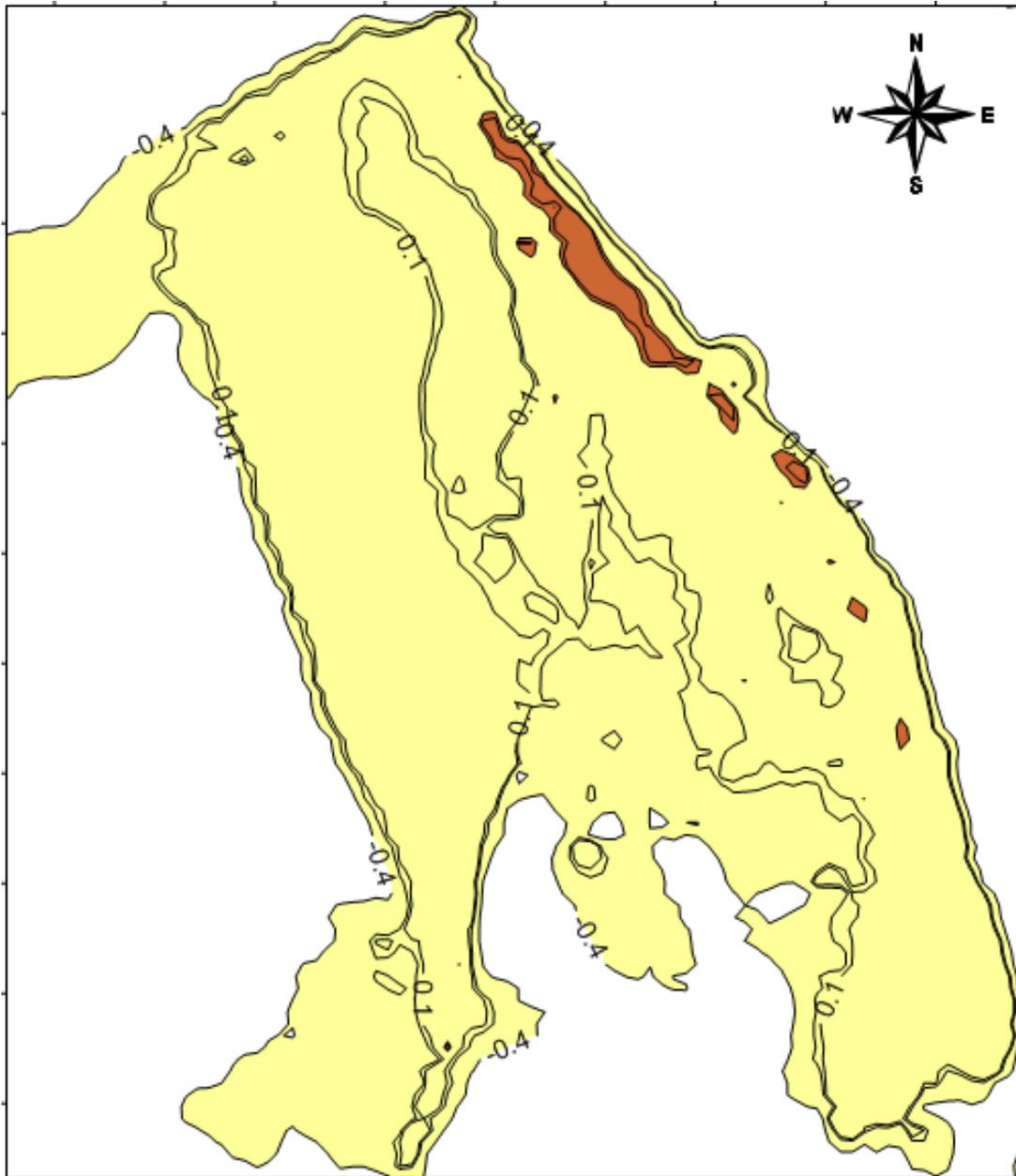


Fig. 20. Afectaciones por huracán categoría I (se afectan 165.3 ha el 96.1% del cayo)

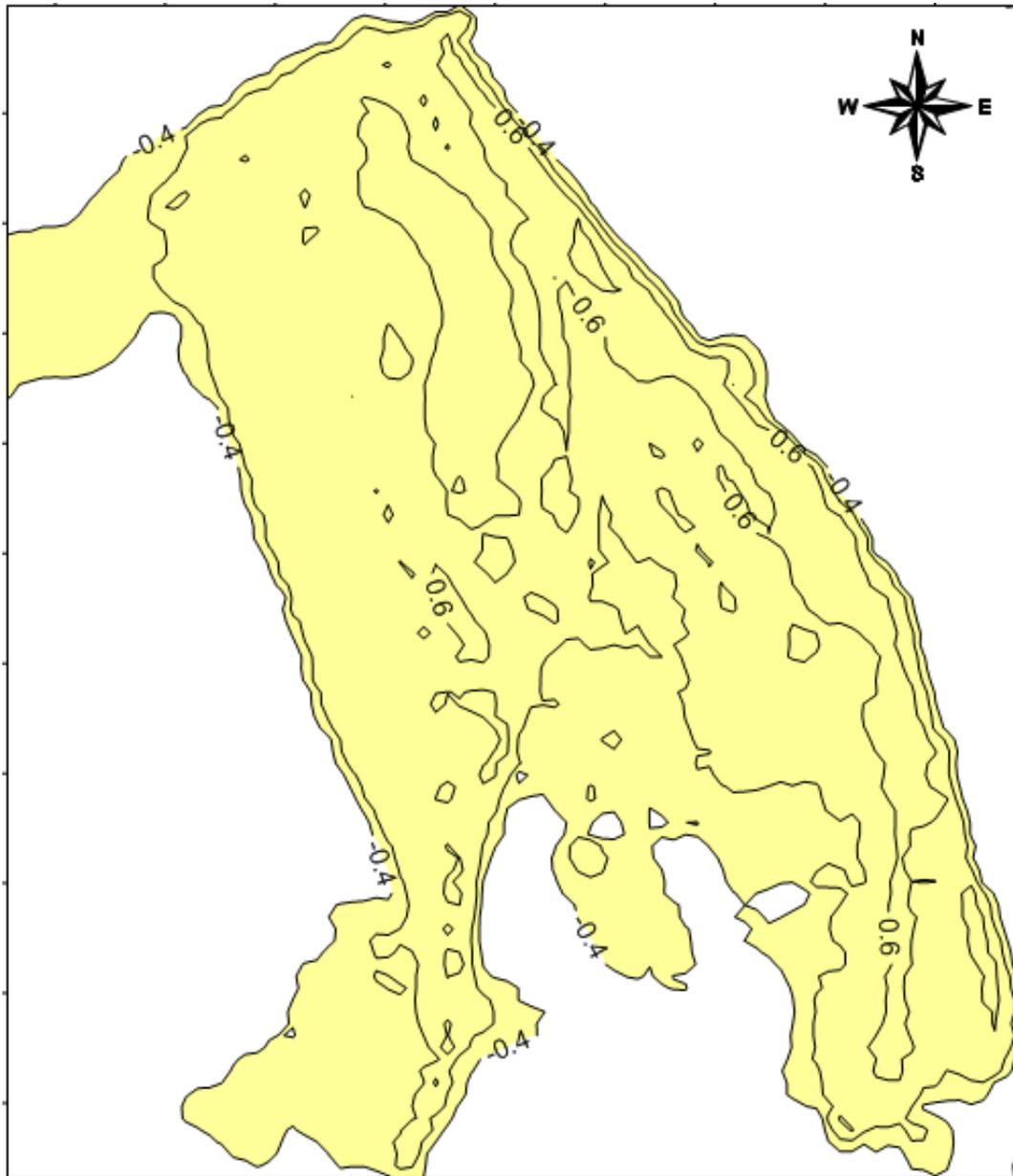


Fig. 21. Afectaciones por huracán categoría II (se afectan 170.0 ha el 100% del cayo)

Escenarios ante el cambio climático

Cayo Antón Chico, tiene como característica principal ser pequeño y muy bajo, con rangos de disección horizontal y vertical de relieve muy homogéneo, próximos al nivel medio del mar. Estos factores, junto a su situación geográfica bastante oceánica, hacen que los efectos actuales del cambio climático, tal vez se manifiesten con mayor intensidad que en cualquier otro cayo del archipiélago Sabana –Camagüey.

La percepción del cambio climático, como uno de los problemas ambientales predominantes en el siglo XXI, se ha venido reforzando en todo el mundo durante los últimos años. Nuevas y crecientes evidencias del efecto de las interacciones del hombre con el medioambiente se revelan ante nosotros en forma de deshielos en las regiones polares, sequías inusitadas o

lluvias torrenciales, huracanes y tormentas tropicales y todo tipo de fenómenos irregulares que amenazan con cambiar bruscamente los patrones climáticos de la tierra, con efectos sin precedentes sobre los ecosistemas, la economía, la sociedad y para la propia sobrevivencia de la especie humana.

Los posibles efectos del cambio climático sobre Cayo Antón Chico, se han manifestado con mayor rapidez, en las playas por ser el elemento más sensible, y al mismo tiempo, el principal recurso que sustenta el futuro desarrollo turístico de dicha área; así como, en una considerable disminución del territorio emergido, tanto durante la ocurrencia de eventos meteorológicos extremo, como de forma paulatina por la propia evolución geomorfológica del cayo, factor que se ve reforzado por la uniformidad de las pendientes y sus direcciones predominantes hacia el E y el SW, favoreciendo los posibles lavados superficiales durante las penetraciones marinas o la ocurrencia de intensas lluvias provocadas por huracanes. Debe tenerse en cuenta que estos fenómenos naturales pueden ocurrir de forma sincrónica, multiplicando sus efectos negativos.

Es necesario considerar, que dado los escasos afloramientos rocosos existente, el mayor soporte genético del relieve lo constituyen las diferentes formaciones vegetales con que cuenta el territorio emergido, especialmente los bosques de mangle, los que por causa de los efectos negativos generados por los cambios climáticos, pueden provocar la pérdida de su función protectora. El complejo de vegetación de costa arenosa reviste especial interés en la protección del relieve costero, específicamente para la protección de las playas y del perfil de playa, las dunas litorales. Estos componentes ambientales se encuentran en una estrecha interrelación geocológica, que en la medida que se afecten por la combinación de procesos de origen antropogénicos como el cambio climático y acciones antrópicas inducidas, desarrollo turístico, pueden provocar una pérdida considerable de los valores naturales con que cuenta el cayo.

Efectos previsibles sobre la línea de costa

Los efectos más importantes que el cambio climático puede provocar en la línea de costa son:

- a) aumento en la cota de inundación,
- b) retroceso de la línea de costa, donde se manifiestan procesos erosivos intensos.

A la luz de los resultados de las tendencias observadas, se concluye que se producirá un aumento en la cota de inundación durante la ocurrencia de fenómenos hidrometeorológicos extremos en todo el litoral, inducido principalmente por el aumento del nivel medio del mar. Este aumento se traducirá, debido a la reducida pendiente de las zonas litorales, en decenas de metros de inundación.

Otro efecto en las playas es el retroceso de la línea de costa. Las playas constituidas por arenas más finas y mayores profundidades de corte, es decir, las que reciben las olas más grandes, serán aquellas que experimenten el mayor retroceso.

Las estimaciones de la media de la magnitud de retroceso del nivel del mar, se ha estimado en un retroceso de la línea de costa de 1.0 m/cm de ascenso del nivel medio del mar. Esto permite esperar que para el año 2050, en que se calcula que ocurra un ascenso del nivel del mar ocurra de 15.0 cm, exista un retroceso generalizado de la línea de costa de 15.0 m.

Otro parámetro que puede contribuir a un retroceso adicional de las playas es la variación en la dirección del flujo medio de energía. Dicho retroceso es altamente dependiente del tipo de playa que se considere, así como de la propagación que el oleaje sufra desde profundidades indefinidas hasta la playa en concreto. Considerando una playa rectilínea no colmatada de arena de 1000.0 m de longitud una variación en la dirección en las proximidades de la playa, generaría un retroceso en la mitad de la playa y un avance en la otra mitad.

Los efectos descritos en la línea de costa se manifestarán con mayor intensidad en las playas, sin dejar de considerar las afectaciones sobre el manglar, sobre todo en los formados por mangle prieto y patabán, especies más vulnerables ante las oscilaciones del nivel del mar debido a los cambios de la salinidad.

Debe agregársele a estas acciones los cambios provocados por la actividad antrópica asociada a la construcción de los viales ejecutados en el área. La única forma de mitigar los efectos antrópicos provocados por los procesos inversionistas en las zonas costeras es introduciendo en los futuros proyectos la dimensión ambiental, las medidas constructivas que mitiguen los cambios en la línea costera como consecuencia de los cambios climáticos. Es recomendable introducir en el plan de ordenamiento territorial del cayó, las posibles consecuencias del cambio climático en el territorio y en qué medida el proceso inversionista puede atenuar los mismos.

Otra de las actividades antrópicas que se producirán serán las construcciones de infraestructuras hoteleras en el cayó. La única forma de minimizar la ocurrencia de estas acciones en un área tan frágil como la que nos ocupa será proyectando instalaciones compatibles con las características ambientales existentes. Estos proyectos deberán ser compatibles con la legislación ambiental vigente en el país y en qué medida estará en función de mitigar los posibles efectos negativos del cambio climático.

El tipo de costa de menor extensión en el cayó es la costa acantilada, que solo aparece en un área pequeña de su extremo NW, formando un farallón rocoso alto, donde se ubican las instalaciones del faro y guardafronteras, con posibilidades constructivas, pero de muy poca extensión superficial.

El resto de la costa norte, en su mayor parte, está formada por una playa arenosa de 6 km de longitud aproximadamente. Esta área, por su fragilidad costera, presenta limitaciones para la ejecución de cualquier construcción dentro de sus límites, según lo descrito en el decreto - ley 212.

La mayor parte de la superficie del cayó está ocupado por manglares, sobre todo en los tramos costeros hacia el interior de la bahía, en algunos sectores se entremezclan, la costa arenosa con vegetación de manglar. El resto es una típica costa biogénica, lacuno-palustre, para la cual el decreto Ley 212 establece límites restrictos para su uso.

El cambio climático representa igualmente, un serio peligro para la zona a largo plazo. En las figuras 22 y 23, se presentan los mapas de peligro por surgencia asociada a tormentas tropicales y huracanes y los escenarios actuales y máximos previstos por cambio climático en el

año 2100 para una sobre elevación del nivel medio del mar de 85 cm.

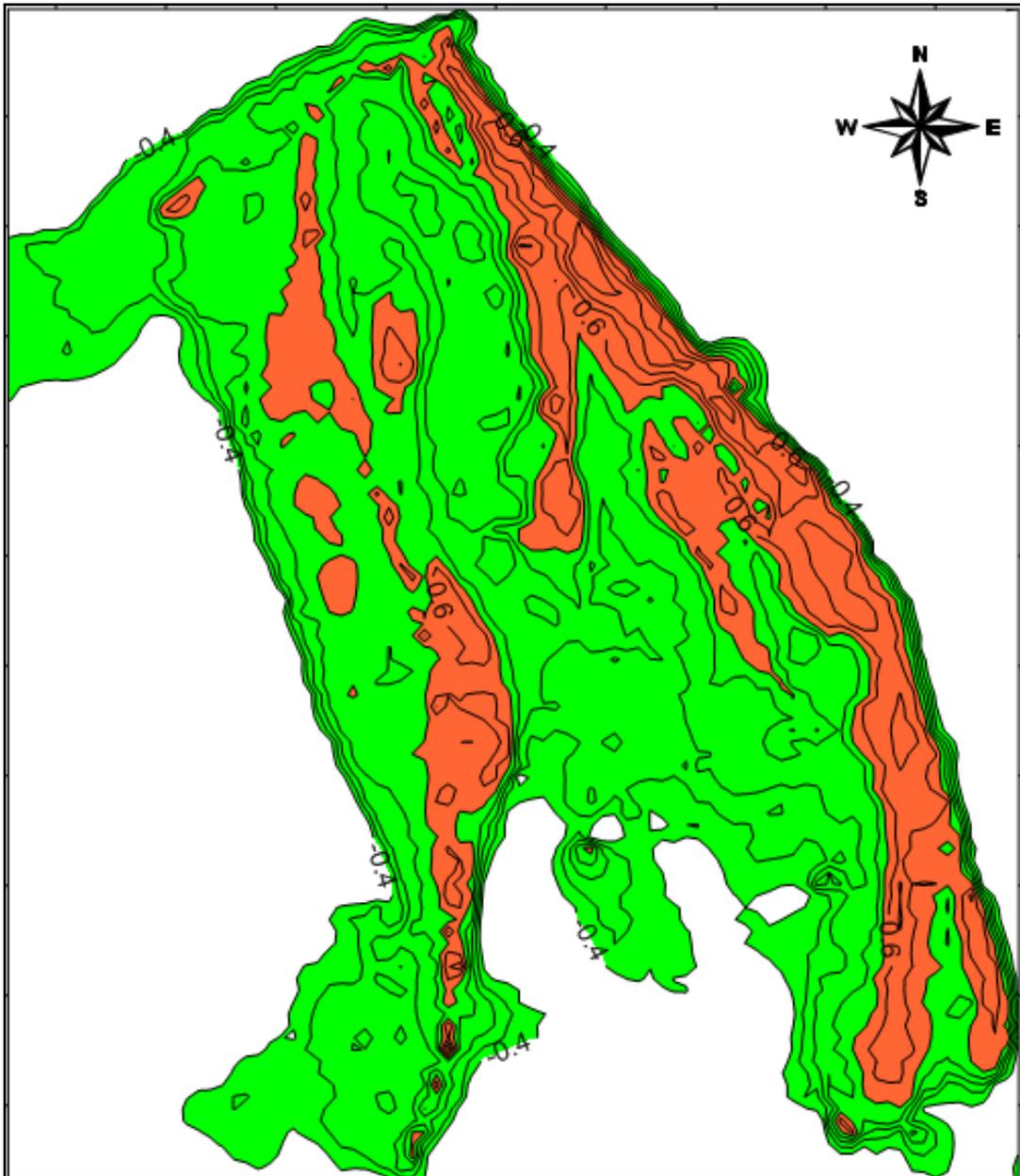


Fig. 22. Efectos del cambio climático para un escenario al 2050 con incremento en la cota de inundación de 0.27 m, durante la afectación de una tormenta tropical en el ángulo de mayor peligro (90°). Se afectará una superficie de 122.4 ha para un 72% del cayo.

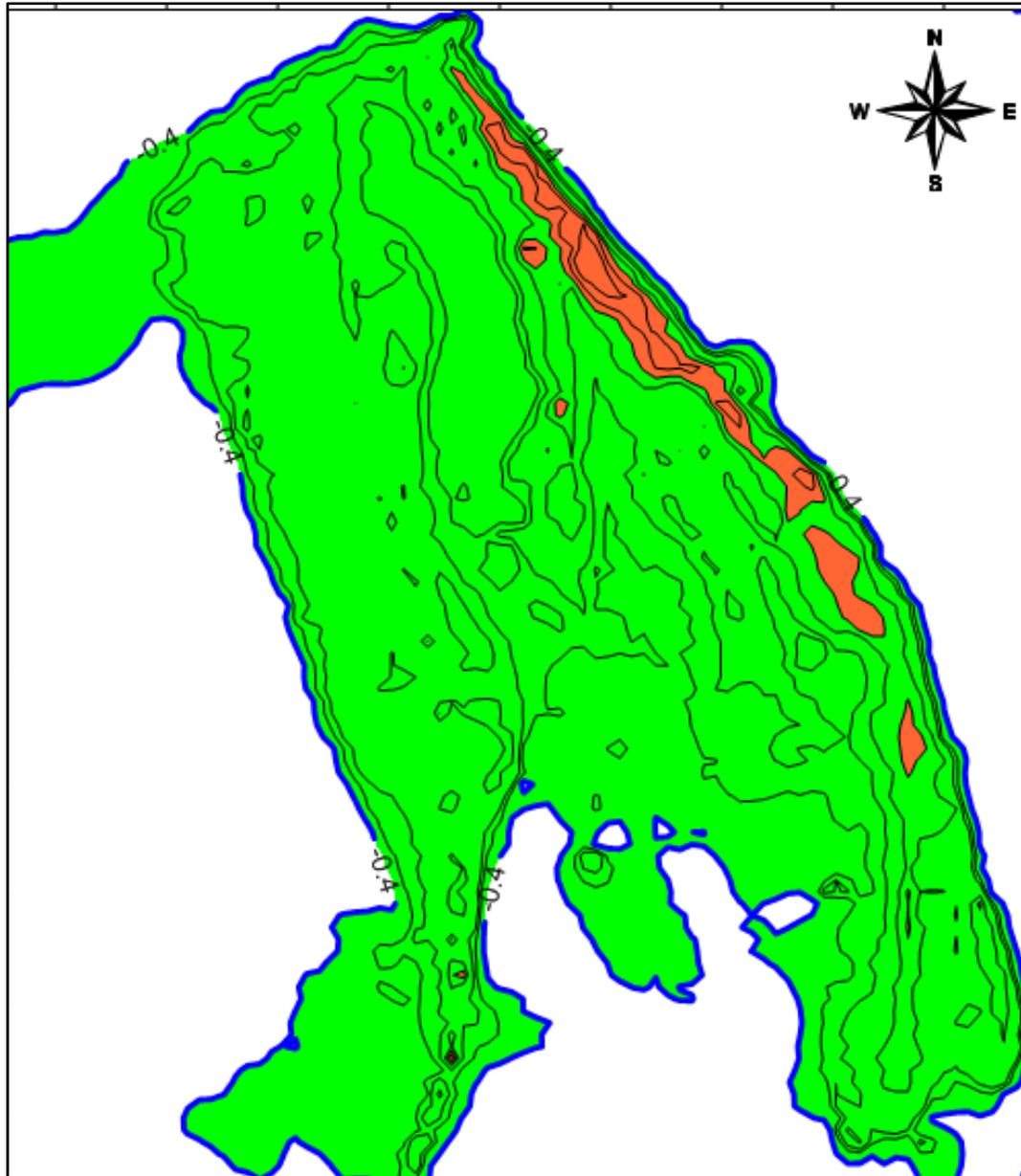


Fig. 23. Efectos del cambio climático para un escenario al 2100 con incremento en la cota de inundación de 0.85 m, durante la afectación de un huracán categoría I en el ángulo de mayor peligro (90°). Se afectará una superficie de 169.8 ha para un 98.2% del cayo.

Susceptibilidad sísmica

El Estado Mayor Nacional de la Defensa Civil plantea que, en nuestro territorio no se han reportado epicentros de sismos con intensidad superior a los 6.0 grados MSK-EMS, aunque si eventos aislados en las zonas sismogénicas Cubitas, La Trocha y la Nortecubana. Se deben considerar como más significativos los de Morón en 1953 (M=3.9, I=6.0), Ciego de Ávila en 1936 (M=3.0, I=4.0), Florencia en 1934 (M=3.1, I=4.0) y Chambas en 1986 (I=5.0 MSK). También explica que en la provincia se reportaron perceptibles, los sismos de la zona Remedios - Caibarién, el de 1943 en Trinidad, el de 1971 de Curialito y el ocurrido el 14 de diciembre de 2004 a las 19.20 horas al sur de las Islas Caimán. Este mismo autor expone que en nuestra

región el peligro está dado por las fallas de Cubitas, La Trocha y la Nortecubana. Las dos primeras cruzan por el centro de la provincia y la tercera por el litoral norte (figuras 24 y 25).



Fig. 24. Fallas activas de Cuba

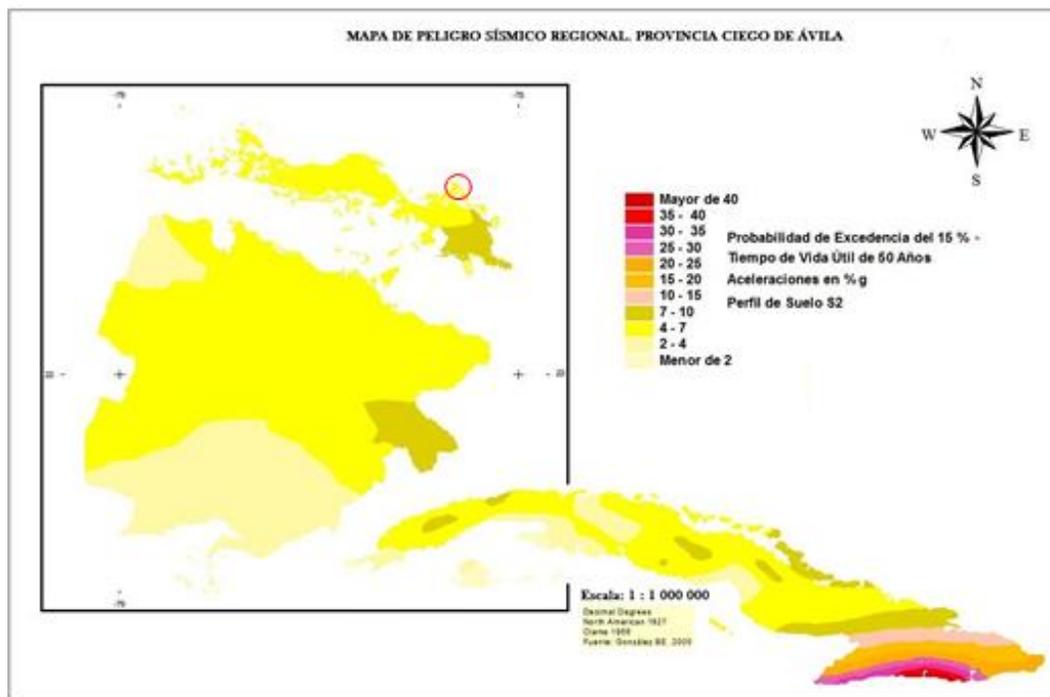


Fig. 25. Peligro sísmico regional para la provincia Ciego de Ávila. El área de estudio se representa con un círculo de color rojo.

De forma general, la zona que abarca la provincia en su mayoría, está constituida por formaciones geológicas y rocas de cobertura, formadas después de la consolidación del substrato plegado, luego de la orogénesis cubana, a partir del Eoceno Superior hasta el Reciente; pertenecen al Neoautóctono cubano, donde dominan los movimientos verticales oscilatorios que dieron lugar a un mosaico de bloques distintamente elevados (emergidos y sumergidos), que presentan muy pocas deformaciones, tanto plicativas (pliegues y rizaduras), como disyuntivas (fallas y grietas), vinculadas regionalmente, al campo de esfuerzos transpresionales que generan los movimientos de la corteza terrestre a lo largo de las fallas de deslizamiento por el rumbo La Trocha.

En la cayería norte se entrelazan fallas y sistemas de grietas, que pueden provocar la ocurrencia de movimientos telúricos de mayor intensidad que los ocurridos hasta la fecha. Tal es el caso del evento sísmico ocurrido en los años 1914 y 1939, que fueron perceptibles en la cayería.

Nuevos estudios desarrollados por el CENAIIS reflejan el peligro sísmico en término de aceleración pico, para un 10% de probabilidad de excedencia y un período de recurrencia de 475 años (figura 26). En el área de estudio, los valores de aceleración se corresponden con un valor de 85.89 cm/s^2 . Estos valores de aceleración son utilizados con fines constructivos.

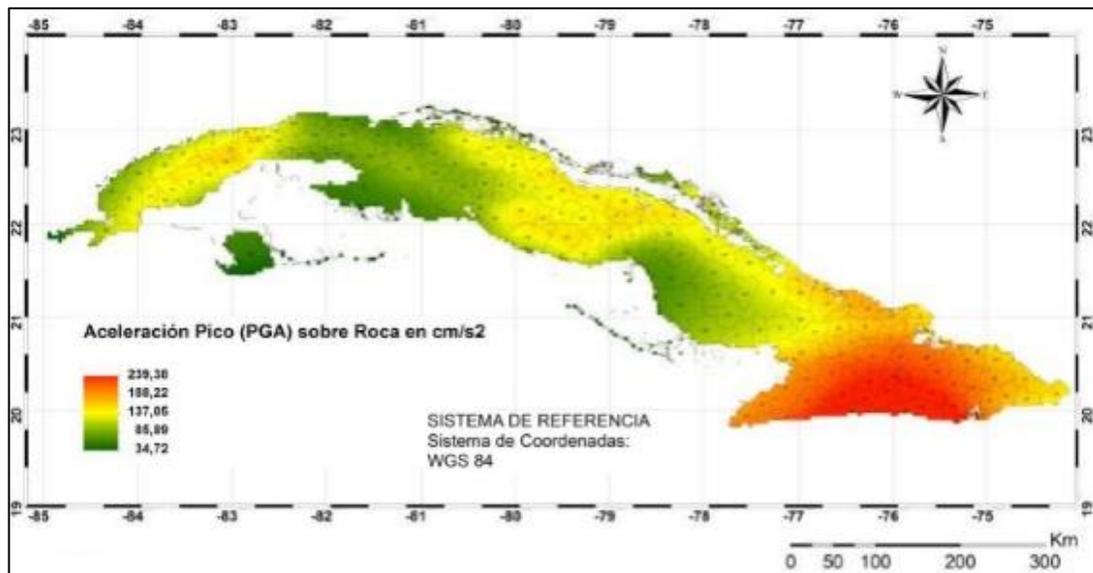


Fig. 26. Peligro sísmico en término de aceleración pico (PGA) para un 10% de probabilidad de excedencia.

Según la NC 46: 2017. *Construcciones sismorresistente. Requisitos básicos para el diseño y construcción*, el territorio se encuentra dentro de la zona sísmica 2 (figura 27), clasificada como de peligro sísmico bajo, donde se pueden producir daños en las construcciones, debiéndose tomar medidas sismorresistentes en las estructuras y obras en función de la categoría ocupacional de las mismas y el nivel de protección definido, según la probabilidad de exceder un sismo de diseño. Los valores de la aceleración espectral horizontal máxima para el cálculo S_a estarán entre $(0.30 - 0.40) \text{ g}$ para periodos cortos (S_s) y entre $(0.06 - 0.15) \text{ g}$ para periodos

largos (S1).

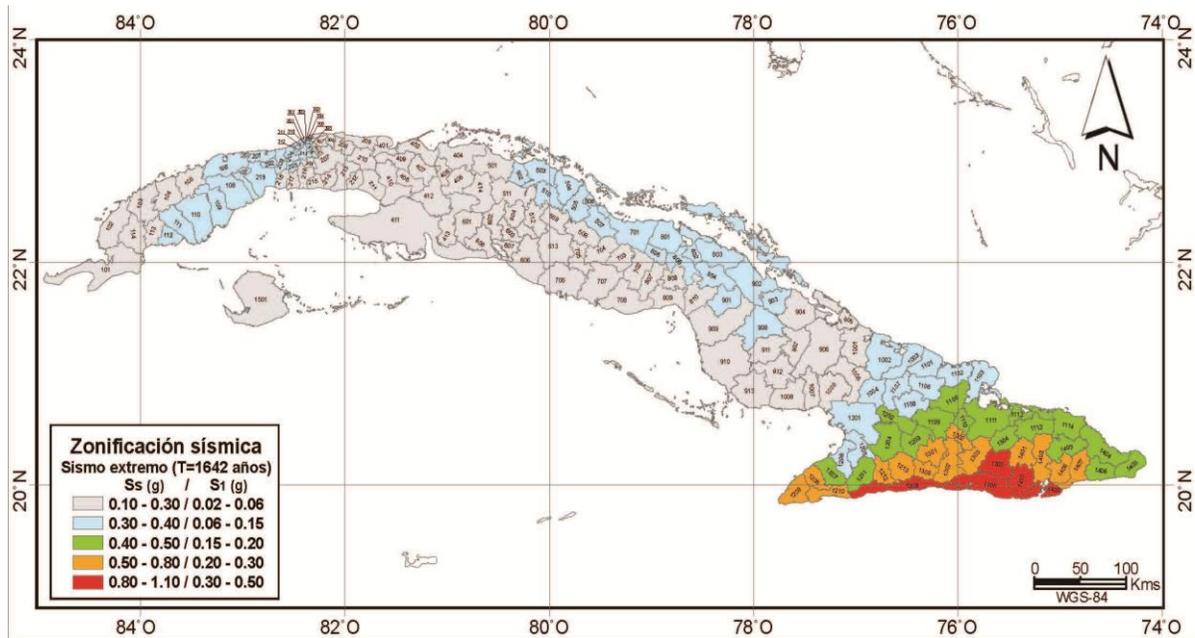


Fig. 27. Mapa de zonación sísmica para la nueva norma sismorresistente NC 46:2017.

3.6. Medio socio-económico-cultural.

Las principales características socioeconómicas de la cayería norte de la provincia Ciego de Ávila están vinculadas en lo fundamental al sector turístico, específicamente la construcción de hoteles, actividades hoteleras, extrahoteleras y de apoyo al turismo, como se prevé ocurra también, en Cayo Antón Chico.

Población

La población de la provincia Ciego de Ávila ha mantenido un crecimiento sostenido en las últimas décadas, alcanzando cifras absolutas de 433 036,0 habitantes al cierre de 2015, con una Tasa de crecimiento anual de 4.6 por cada 1 000 habitantes. El ritmo en que crece la población avileña varía de un año a otro, en dependencia del valor alcanzado por la Tasa de Crecimiento Anual, que oscila entre 2.7 en el año 2005 y 6.1 en los años 2011 y 2014 (figura 28).

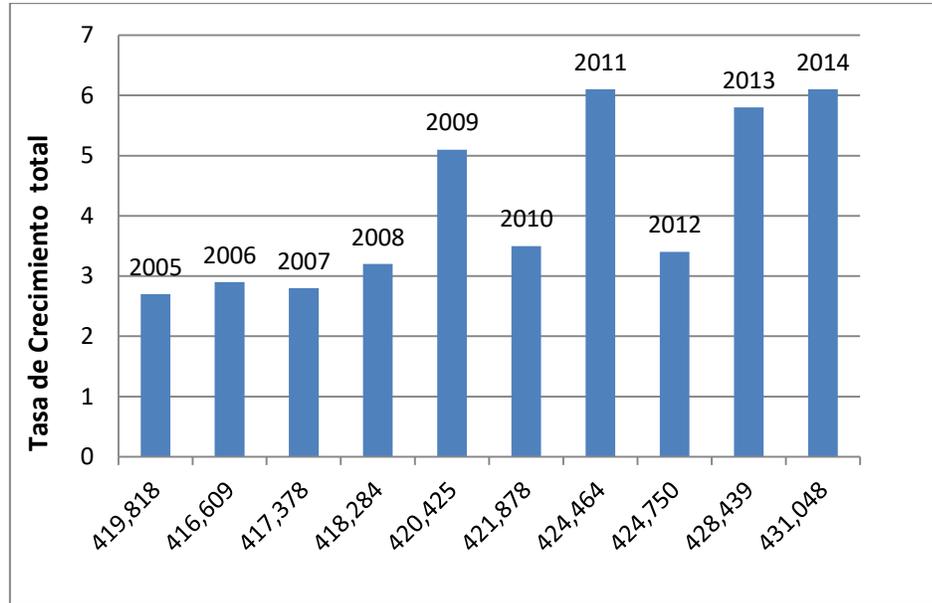


Fig. 28. Población y tasa de crecimiento por cada mil habitantes (2005-2014)

En cuanto al total de la población de la provincia por grupos de edades y sexo, según se aprecia en la tabla 33 y la figura 29, existe un aumento de los hombres con respecto a las mujeres, siendo los grupos de edades comprendidos entre 40 y 49, donde se hace más visible este comportamiento.

Tabla 23. Población por grupo de edades y sexo.

Grupos de edades	Población residente		
	Total	Varones	Hembras
Total	433 036	218 819	214 217
0-4	24 474	12 692	11 845
5-9	23 022	11 799	11 223
10-14	25 282	12 883	12 399
15-19	26 626	13 747	12 879
20-24	29 769	15 438	14 331
25-29	33 432	17 471	15 961
30-34	27 536	14 072	13 464
35-39	28 074	14 344	13 730
40-44	37 595	19 013	18 582
45-49	38 632	19 524	19 108
50-54	35 101	17 466	17 635
55-59	24 460	12 074	12 386
60-64	21 580	10 676	10 904
65-69	18 621	9 118	9 503
70-74	14 189	6 812	7 377
75-79	10 686	5 216	5 470
80-84	7 096	3 426	3 670
85 y+	6 861	3 111	3 750

Fuente: Anuario Estadístico de Ciego de Ávila. ONEI. 2015

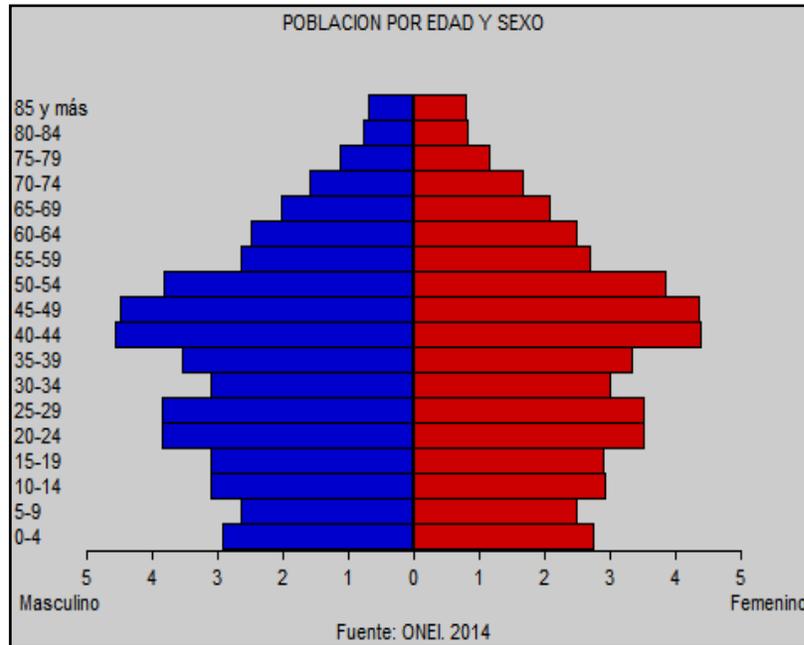


Fig. 29. Población por edad y sexo de la provincia Ciego de Ávila.

Ciego de Ávila es una provincia eminentemente receptora de población, esto lo demuestra el valor que adquiere el saldo migratorio total que siempre se mantiene positivo, lo que influye en crecimiento total de la población.

Población del municipio Morón

Según información que ofrece el Anuario Estadístico Provincial confeccionado por la Oficina Nacional de Estadística e Información (ONEI) en el año 2015, la extensión superficial del municipio Morón es de 1 246.49 km², con una población total de 68 377 habitantes, de los cuales 63 736 pertenecen a la población urbana y 4 641 a la población rural, representando un grado de urbanización del 93.21% y una densidad poblacional de 54.86 hab/km². La población masculina del municipio es de 33 920 y la femenina de 34 457 para una relación de masculinidad de 984 (por cada 1000 habitantes).

La fuerza laboral, según las estadísticas del año 2015 del sector estatal se compone de un total de 9 347 trabajadores, de los cuales 1 643 son operarios, 4 874 técnicos, 204 administrativos, 2 237 se dedican a los servicios y 389 son dirigentes.

Dinámica poblacional

De forma general, el turismo genera transformaciones sociales importantes para la provincia y el municipio Morón. Internamente, se incrementa la Población Económicamente Activa, ocurren cambios en la estructura demográfica, aumentan los movimientos migratorios pendulares, siendo esta población proveniente de todo el país, fundamentalmente de las provincias orientales (personal vinculado a las construcciones). Los municipios con mayores aportes de fuerza laboral hacia el sector turístico son el municipio cabecera, Morón y Ciro Redondo.

El personal que se vincula al desarrollo del polo turístico, y más específicamente, el que se

relaciona con la construcción y operación de los proyectos turísticos, mantiene dentro de los cayos un movimiento pendular, es decir, su estancia es temporal dentro de los mismos y en su municipio de residencia. Por otra parte, la industria del turismo genera un incremento del universo juvenil (entre los 18 y 28 años), compuesto en su mayoría por un personal capacitado; lo que trae consigo, además, un éxodo de la fuerza de trabajo calificada de otras entidades, actuando negativamente en la estabilidad de otros sectores económicos importantes de la provincia, por lo que es necesario establecer diversos sistemas de atención al hombre en los centros que son afectados, para estimular material y espiritualmente a su personal.

Turismo

La actividad turística constituye uno de los sectores que más tributa al desarrollo socio-económico del país, pues genera valiosos recursos financieros que se revierten provechosamente en la sociedad. Particularmente, en los cayos del norte de la provincia (Coco, Guillermo, Paredón Grande y Antón Chico), existen recursos naturales de alto valor y de interés turístico como las playas, los arrecifes coralinos y demás lugares de interés ecológico que, junto al turismo de “sol y playa” y la calidad del fondo habitacional y los servicios, contribuyen a que el destino turístico Jardines del Rey sea el 3^{er} polo turístico de Cuba.

La construcción y puesta en marcha del Aeropuerto Internacional “Jardines del Rey” permitió al polo turístico convertirse en un receptor de clientes extranjeros, entre los que se destacan como principales emisores países: Canadá, Reino Unido, Argentina, Francia, Alemania y España; además del turismo nacional, que paulatinamente empieza a tener un lugar destacado entre sus principales clientes.

Infraestructura en la cayería

El archipiélago Sabana-Camagüey, conocido como “Jardines del Rey”, es uno de los pocos sitios del país que no presentan asentamientos poblacionales definidos; sin embargo, existe un núcleo temporal en Bautista, donde se concentra la infraestructura de apoyo a la actividad turística, como lo son la Empresa Constructora de Obras para el Turismo (ECOT) encargada de la construcción de nuevos hoteles, los Almacenes Universales, los almacenes de CIMEX y Caracol con sus oficinas, las tiendas y showroon de ACINOX, la Comercializadora Escambray, así como, las oficinas de Gran Caribe, Gaviota, Inmobiliaria ALMEST y EMPRESTUR. En el área existe además el motel Villa Los Cocos administrada por la cadena hotelera ISLAZUL, un correo, una posta médica, una barbería y algunas plazas de recreo; también se ubica en la zona de Bautista, la UEB perteneciente a Cupet que brinda servicios de hospedaje y alimentación a los trabajadores de la Terminal de Combustible de Casasa.

Cayo Coco está dividido en varias unidades. Entre estas tenemos hacia el NW de la zona de estudio la unidad “Las Coloradas”, donde se ubica un ranchón rústico de CATEC desde 1999, comercializadora de los productos del MINAGRI, que abarca un área de 2 400 m², en el cual se brinda servicio de bar-restaurante, especializado en mariscos y comida criolla. Además, se encuentran en funcionamiento los hoteles Sol Club Cayo Coco y Meliá Cayo Coco, ambos pertenecientes al grupo hotelero Gran Caribe. El primero con 270 habitaciones y categoría 4 estrellas, se inauguró el 7 de noviembre de 1997 y el último con 250 habitaciones y categoría 5 estrellas se inauguró el 1 de agosto de 1999, teniendo la primacía de ser el primer hotel

ecológico del país. Al norte del vial que da acceso a la Marina Aguas Tranquilas se localiza el complejo hotelero “Emperador-Laguna”, con capacidad de 690 habitaciones y categoría 4 estrellas. Al oeste de la zona de estudio se ubica el Centro Internacional de Comunicaciones de cayo Coco, perteneciente a ETECSA, construido en 1990, que ofrece servicios de telefonía, telecomunicaciones y datos.

En la actualidad el Grupo Gaviota acomete un intenso proceso inversionista en la cayería norte de la provincia, que abarcará también, a cayo Antón Chico.

La carretera que da acceso a cayo Antón Chico desde cayo Romano constituye el único acceso por tierra y funcionará como acceso principal los sectores turísticos, ubicado en el extremo noroeste del cayo. En estos sectores se concentrará el alojamiento turístico, con variadas ofertas de actividades extrahoteleras.

4. PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL PARA CAYO ANTÓN CHICO.

4.1. Objetivos del programa de ordenamiento territorial.

Objetivo general:

- Establecer los criterios e indicadores ambientales para asignar el uso territorial y la ocupación ordenada de Cayo Antón Chico e incrementar la eficiencia económica, garantizando el uso racional de los recursos naturales y humanos, además realizar estudios y propuestas que permitan el perfeccionamiento de la actividad turística.

Objetivos específicos:

- Ofertar un alto nivel de calidad ambiental, propiciando un adecuado uso y disfrute de los numerosos elementos naturales que se concentran en el territorio.
- Lograr un producto Resort único de categoría superior a las 5 estrellas con ofertas para un mercado selectivo de altos ingresos.
- Realizar un diseño acorde con el espacio físico existente, respetuoso con los elementos geográficos notables y adecuado a las necesidades de la futura población turística

4.2. Antecedentes del actual programa de ordenamiento territorial (IPPF).

Ante las nuevas perspectivas inversionistas, se ha actualizado el Plan General de Ordenamiento Territorial, elaborado en 1996, introduciendo nuevos elementos de análisis a partir del programa inversionista presentado por ALMEST, que crece en 550 habitaciones con respecto al anterior plan, hasta llegar a 800 habitaciones (figura 30). Actualmente, se ha realizado una nueva propuesta para llegar hasta las 2 270 habitaciones.

Cayo Antón Chico cuenta con valiosos recursos naturales que le confieren un atractivo turístico muy singular. La carga resultante del programa propuesto es de 1440 turistas instantáneos, para un índice de 5 m² de playa aprovechable por bañista. La zonificación funcional del territorio se estructura en 3 zonas.

Zona 1. Zona de implantación turística

Es la zona con posibilidades constructivas y de implantación de edificaciones y otras instalaciones de alojamiento y servicios asociados.

Comprende los paisajes de barra arenosa en el sector de playa del sol, es decir, las superficies arenosas con matorral costero y guano de costa, con altitud menor de 1.2 m y lagunas costeras temporalmente inundadas, abarcando los sectores de menor valor naturales, localizadas hacia el sector noroeste de las mismas y la superficie baja inundable sobre calcarenitas de la costa oeste. Las zonas definidas corresponden con el mejor sector de playa del Cayo, las que suman un potencial de áreas construibles de 20.0 ha.

Usos permitidos: El desarrollo de alojamiento de alta densidad (40 habitaciones /ha).

Zona 2. Zona natural de uso turístico

De uso turístico extensivo, sin edificaciones, con instalaciones puntuales y accesos para garantizar el servicio básico paseos, recorridos y disfrute del entorno natural. Comprende los

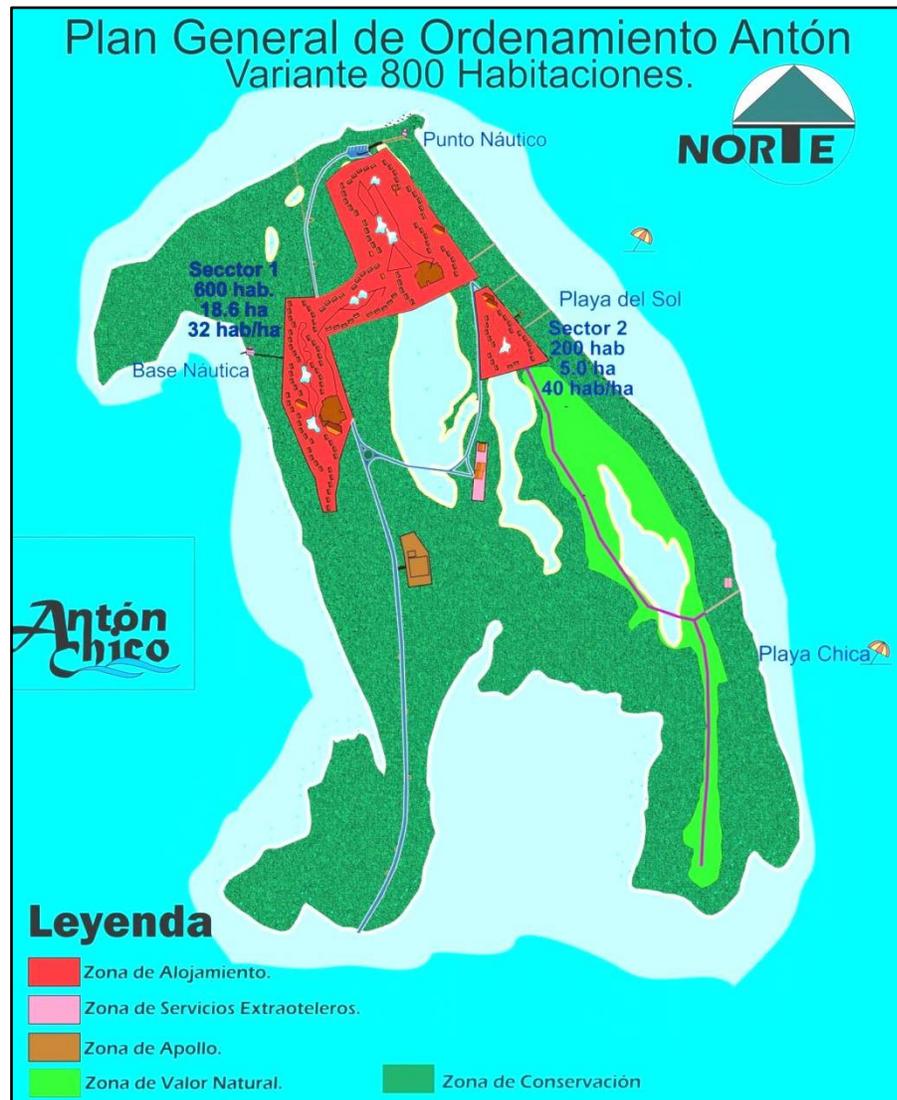
paisajes de playa arenosa en el sector este de playa del Sol y todo el sector de playa Chica, las superficies arenosas con matorral costero y guano de costa, con altitud menor de 1,2 m. Área total de 18.3 ha.

Usos permitidos: El senderismo y contemplación de la flora y la fauna, los deportes ecológicos y al aire libre

Zona 3. Zona natural de conservación

Comprende el resto de los paisajes del cayo no comprendidos dentro de las zonas anteriores, principalmente las zonas de manglares. Área total 1317 ha.

Usos permitidos: La protección de la flora y la fauna, la investigación y el monitoreo de su restauración, la interpretación ambiental y la conservación del medio natural.



El cayo se destinará al turismo de categoría 5 estrellas. Se localizan 3 sectores para el alojamiento: dos están ubicados en primera línea de playa, concentrando las construcciones en el sector noreste del cayo, y un tercer sector al noroeste, lo que define un modelo peculiar para el territorio. Las edificaciones estarán dispersas dentro de la parcela, en cabañas y bloques habitacionales de dos niveles, ocupando las zonas de menor valor natural. La instalación incluirá un centro de servicios.

Modelo de ocupación del territorio.

Teniendo en cuenta lo pequeño del territorio en estudio, se define un modelo de desarrollo donde todas sus partes estarán conectadas entre sí por senderos y cada zona tendrá diferentes servicios.

La zona de apoyo se ubicará en cayo Romano. Este modelo está determinado por la dimensión y fragilidad del cayo, sus características geólogo-geomorfológicas, la carencia de área constructiva y su alta vulnerabilidad a los fenómenos naturales, que conllevan a un uso racional de las áreas del mismo. Para lograr su ejecución hay que rellenar el extremo oeste de algunas de las lagunas existentes, elevar el nivel de terreno a 2.0 m de altitud para las zonas más bajas e inundables e intervenir y conformar los bordes de lagunas asegurando mantener el funcionamiento natural de las mismas en las zonas no intervenidas colindantes con las instalaciones que se construirán.

Descripción de los sectores turísticos.

En la figura 30 se puede observar la ubicación general de los sectores turísticos que forman parte del ordenamiento aprobado de cayo Antón Chico.

Sector 1. Se localiza al noroeste del cayo, con un desarrollo en profundidad, a 100 m del borde costero norte, posterior a playa del Sol, ocupando el sector noreste de la laguna y sus zonas aledañas, coincidiendo con la vegetación de mangle que bordea la laguna y sectores de vegetación de costa arenosa, incorporando el vial de acceso sobre la llanura calcárea plana con altitud inferior a 1.0 m, cubierta por vegetación halófitas y con régimen ocasional de inundación. Forma una parcela de forma irregular que ocupa una extensión de 37.5 ha.

Se propone como la zona principal de la instalación hotelera, donde se concentrarán los servicios, el edificio principal y parqueos, donde arribarán el total de clientes y desde la cual se distribuirán hacia las demás zonas de alojamiento. Se propone un total de 750 habitaciones con una densidad de 20 habitaciones/ha (cabañas dobles de dos y tres niveles hacia el núcleo interior). Las mismas estarán vinculadas a la base náutica en la ensenada oeste, con bungalows y cabañas de dos niveles utilizando las azoteas como mirador, bar y otros, con vista a la ensenada, la playa y hacia las zonas de vegetación natural del cayo, desde donde se podrá divisar prácticamente todo del territorio de cayo Antón Chico. Se prevé el relleno técnico en el área de la laguna, elevando a 2.0 m el nivel del terreno y manteniendo en su estado natural, las zonas de matorral de costa arenosa sobre las cuales se construirá elevado sobre el nivel del terreno. Desde esta zona se distribuye la red de senderos que permite la vinculación con las demás zonas: alojamiento, playa, base náutica y zona de senderismo, mediante un sistema de carros y motos eléctricas, bicicletas, etc., que garantizarán el movimiento dentro del cayo.

Sector 2. El área ocupada por este sector es de 11.7 ha con una densidad de 5 habitaciones/ha. Tendrá una capacidad de alojamiento de 50 habitaciones. El COS es del 10% de ocupación. La edificabilidad máxima es de 0.1 m²/m², vinculadas a la Base náutica. Tendrá privacidad, exclusividad y visuales hacia todos los excelentes paisajes del cayo. Se conectará con la zona principal mediante un área de instalaciones ligeras, sendero e instalaciones con características ligeras y adaptadas a las condiciones del relieve.

4.3 Nueva propuesta al Plan de Ordenamiento Territorial

En la nueva propuesta al Plan de Ordenamiento que realiza Alмест, el número de habitaciones se incrementa hasta llegar 2 270 habitaciones, tal como se muestra en la figura 31.

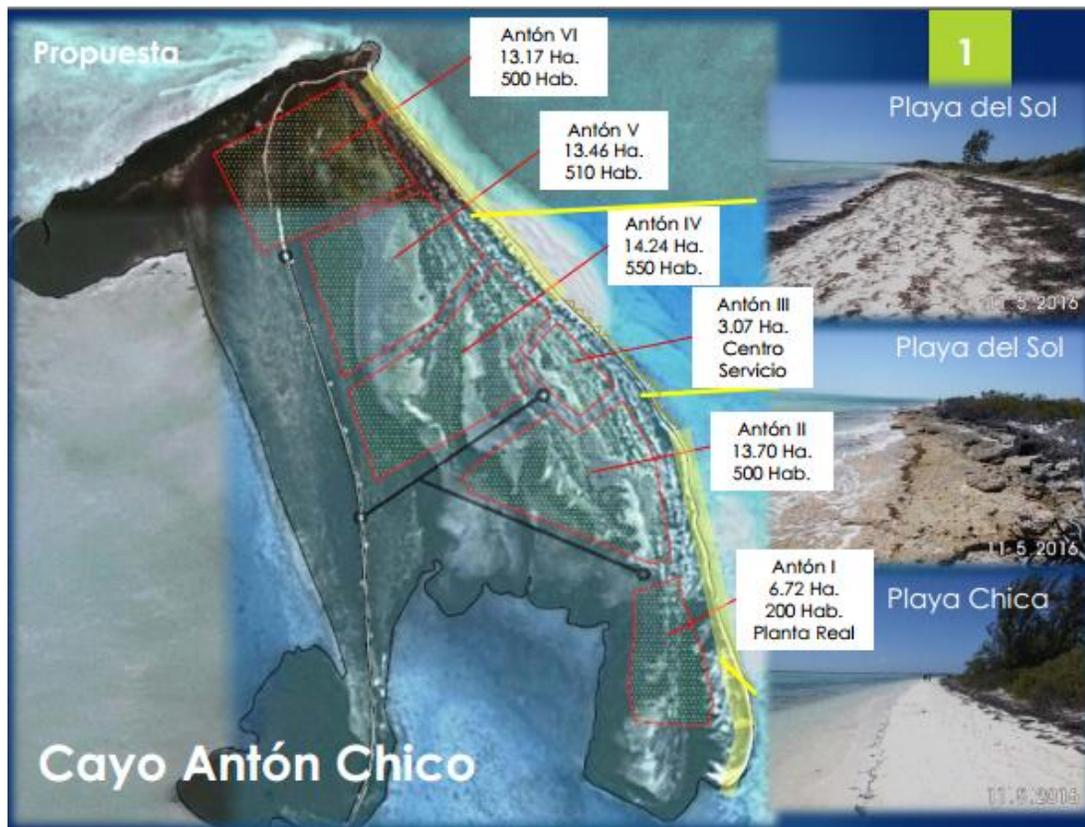


Fig. 31. Plan General con la nueva propuesta

El área utilizable de playa El Sol varía entre los 5 y 7 m, por lo que el área de sol disponible es de 6 300 m². Tomando en cuenta los datos de la propuesta para el desarrollo inversionista, se crearán para esta playa 1 560 habitaciones, lo cual representa un total de 3 120 capacidades, que asumiendo una ocupación del 80% de los hoteles para momentos picos, podrían contarse en un mismo momento con 2 496 usuarios potenciales. Según lo referido en la norma cubana NC 93-06-302 1988, esta playa clasificaría como ocupación baja, debiendo cumplir la exigencia de contar con un espacio de 10 m² por usuario.

En cuanto a playa Chica, sólo en la parte emergida del perfil presenta condiciones favorables para su explotación turística, debido a que en su pendiente submarina, sobre todo en su porción más oriental, los sedimentos presentes son areno – fangosos.

En el caso del área de sol, toda la barra de arena que forma esta playa está cubierta por vegetación costera y especies invasoras como la casuarina, por lo cual no cuenta con espacios para las actividades turísticas.

4.4. Programa extrahotelero.

Desde los sectores de alojamiento y hacia el extremo este, se definen senderos que permitirán la conexión con el resto del territorio, lo que facilitará la actividad de senderismo, foto caza y observación de aves, llevando al cliente hasta el matorral de costa arenosa, donde se encuentran altos valores de la flora la fauna y el paisaje, además de poder llegar hasta la zona de manglares, donde se refugia una importante avifauna y la jutia conga, especie endémica de Cuba. Los senderos solo serán transitados por carros eléctricos, bicicletas y peatones, pavimentados con materiales que se inserten coherentemente con el medio. Otros sectores requerirán de pasarelas para su accesibilidad como la playa y las zonas inundadas, éstas tendrán anchos variables de 3 a 1.2 m y serán de madera sobre pilotes y, en la mayoría de los casos, con barandas, para el acceso a la playa sobre la duna y llegar a la zona de alojamiento, base náutica y punto náutico.

Playa Chica, ubicada en el extremo este del cayo, se ofrece como un espacio de extrema privacidad, donde llegará el cliente espontáneamente y se le ofrecerá un servicio de gastronomía ligera, masajes, baños de mar, observación del paisaje y relajamiento.

Para apoyar el desarrollo de las actividades, se implantarán instalaciones ligeras como ranchones, palapas, hamacas, etc. Dentro del programa de servicios, se desarrollarán otras actividades como: Happy Time Club, deportes en canchas rústicas, escuela de artesanía, iguanarios, torres de observación, senderos y otras modalidades atractivas. Podrán aparecer comederos para pájaros, así como, libatorios melíferos colgantes para Colibríes, senderos dentro de manglares sobre entarimados, etc.

Se ubicará un punto náutico ubicado al noroeste de la zona de alojamiento, lo que facilitará los deportes náuticos y una base náutica en el extremo occidental del cayo con capacidad para 20 atraques, ambos se complementarán mediante circuitos náuticos que recorran los principales atractivos de la zona.

Infraestructura técnica

Viales

El acceso vial desde tierra firme se producirá a través del vial regional que atraviesa cayo Romano, del cual parte una vía existente en terraplén, que llega hasta la costa norte del mismo, con una longitud de 1 930 m. El trazado de la vía requerirá de un adecuado tratamiento paisajístico, tanto en tierra como sobre el mar, para lograr una imagen que se integre al entorno y lo realce. Dentro del cayo se concibe una red de caminos y senderos para la circulación peatonal de ciclos y pequeños vehículos eléctricos. La red de caminos llegará a las diferentes

zonas del cayo de forma tal, que no implique modificaciones sustanciales de la topografía y su diseño se adapte al paisaje natural. La superficie de terminación de esos caminos será de grava fina apisonada, suelo cemento, adocreto o rocoso compactado. La rasante deberá aproximarse al máximo al nivel del terreno natural; mientras que en las zonas de inundación temporal y lagunas, se elevará sobre el nivel del terreno para facilitar el movimiento.

Acueducto

El abastecimiento de agua será a partir del sistema de acueducto concebido para la cayería norte, con una conductora a construir entre La Bandera, en cayo Coco y el tanque apoyado propuesto en la zona de apoyo en cayo Romano, desde la cual continuará con diámetro de 160 mm, hasta llegar a Antón Chico. Se requerirá la construcción de dos estaciones de bombeo: Una a la entrada de cayo Coco en el sitio conocido como La Bandera y otra en cayo Romano, aledaña al tanque apoyado, la cual enviará el agua hasta las instalaciones propuestas dentro de cayo Antón Chico.

La red de distribución interna va paralela a la vía de acceso por su lado este hasta los sectores de alojamiento hotelero, donde se distribuirá adosada o soterrada. Esta red, conjuntamente con el alcantarillado y la red de reúso, ocuparán el mismo paseo de la vía. La red de acueducto se ubicará a 1 m del borde del vial a 0.80 m de profundidad. Por debajo de esta, a una profundidad de 1.20 m, estarán las redes de reúso y alcantarillado. Todas las redes de acueducto, serán soterradas, mientras que en los tramos de puentes y alcantarillas irán adosadas al mismo. El consumo de agua se estima en 820 m³ diarios.

Alcantarillado

Debido a las características del territorio y a la distribución espacial de las instalaciones turísticas, la solución de los residuales líquidos será mediante una planta modular ubicada en la base de apoyo de cayo Romano, donde se tratarían estos residuales, con un volumen aproximado de 640 m³ diarios. A partir del tratamiento terciario de los residuales líquidos, se propone su reutilización para el riego de las áreas verdes y la jardinería de las instalaciones, baños sanitarios y contra incendios. El volumen de agua tratada disponible será de 512 m³ diario.

Energía eléctrica

El suministro de la energía eléctrica se garantizará con la construcción de una red soterrada desde el centro de generación propuesto en cayo Romano. Esta red tendrá una longitud de 11 km desde su punto de inicio, hasta la zona de alojamiento principal, donde se ubicarán las cámaras de transformación. Se valorará el uso de otras formas de generación eléctrica mediante el uso de energías alternativas.

Comunicaciones

El cayo se vinculará mediante radio enlace desde las facilidades propuestas para cayo Paredón Grande o por una red soterrada desde la zona de apoyo en cayo Romano, ocupando el paseo norte, conjuntamente con la electricidad por el vial regional. Una vez que llegue al pedraplén de acceso a cayo Antón Chico, pasará por debajo de la capa de rodamiento de la vía a 0.60 m de profundidad, manteniendo la misma ubicación con respecto a la vía dentro del cayo.

Residuales sólidos

Los residuales sólidos se clasificarán dentro de la instalación donde se generan. Se entregarán a la empresa Recuperadora de Materias Primas los reciclables y el resto será depositado en el relleno sanitario de Cayo Coco.

Residuales líquidos

El volumen aproximado será de 640 m³/día, valorando el 80% del consumo de agua. Serán tratados mediante un sistema compacto que se ubicará al sur del Cayo en la zona de apoyo definida.

5. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON METODOLOGÍAS, NORMAS Y REGULACIONES.

En Cuba, el artículo 27 de la Constitución de la República de Cuba dispone que: “El Estado protege el medioambiente y los recursos naturales del país. Reconoce su estrecha vinculación con el desarrollo económico y social sostenible para hacer más racional la vida humana y asegurar la supervivencia, el bienestar y la seguridad de las generaciones actuales y futuras”.

Para desarrollar cualquier ejercicio y/o propuesta de ordenamiento territorial, principalmente en zonas costeras e insulares, por su gran fragilidad, es necesario realizarlo sobre la base de su vinculación con toda la legislación en materia de medioambiente aplicable, de manera que se establezca un equilibrio entre el desarrollo prospectivo de actividades socioeconómicas planificadas y la preservación del patrimonio natural existente.

Metodologías, normas y regulaciones

- Consideraciones generales sobre el estado actual de las playas en los cayos Antón Chico y Paredón Grande para su inserción en los planes de desarrollo inversionistas (empresa Inversiones GAMMA SA). Año, 2016.
- Decreto No.179, (1993). Protección, uso y conservación de los suelos y sus contravenciones.
- Decreto-Ley 212: Gestión de las zonas costeras.
- Directiva No. 1 Del Presidente del Consejo de Defensa Nacional para la reducción de desastres. Año 2010.
- Ecosistema Sabana-Camagüey. Estado actual, avances y desafíos en la protección y uso sostenible de la biodiversidad (Alcolado y col., 2007).
- Estrategia Ambiental Nacional 2011-2015. CITMA.
- Etapas del análisis de factibilidad. Compendio Bibliográfico (Ramirez Almaguer y col., 2009).
- Evaluación de la factibilidad ambiental de las inversiones turísticas para el desarrollo sostenible (Rodriguez-Gómez y col., 2015).
- Guía para la realización del informe de factibilidad ambiental en materia de impacto ambiental obra privada (Instituto de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable del Estado de Colima, 2014).
- Guía para preparar estudios de factibilidad de proyectos de remediación de sitios contaminados con COPs (Comisión Nacional de Medio Ambiente de Chile, 2008).
- Ley 81 de Medio Ambiente (1997).
- Modelación sobre cambios climáticos por ascenso del nivel del mar. Años 2050-2100 (CITMA, 2009).
- NC 22:99. Lugares de baño en costas.
- NC 25:99. Evaluación de objetos hídricos.
- NC 26: 2012. Ruido en zonas habitables. Requisitos higiénicos – sanitarios.
- NC 284: 2003. Edificaciones. Cargas de uso.
- NC 391-2: 2013. Accesibilidad y utilización del entorno construido por las personas. Parte 2. Urbanismo.
- NC 53-137:1984. Elaboración de proyectos de construcción. Áreas exteriores de hoteles. Especificaciones de proyectos.
- NC 677- 4: 2009 Áreas Verdes Urbanas – Parte 4. Requisitos de conservación y

mantenimiento.

- NC 775: 2010. Bases para el diseño y construcción de inversiones turísticas.
- NC 871: 2011. Seguridad y salud en el trabajo. Ruido en el ambiente laboral. Requisitos higiénicos sanitarios generales.
- NC 872: 2011 Seguridad y salud en el trabajo. Sustancias nocivas del aire en la zona de trabajo.
- NC 93-06-302: 1988. Áreas de playa. Requisitos generales de proyecto para el ordenamiento.
- NC1020:2014. Calidad del aire. Contaminantes. Concentraciones máximas admisibles y valores. Guías en zonas habitables.
- Plan de Ordenamiento Territorial de Cayo Antón Chico (IPPF Ciego de Ávila, 2013).
- Proceso de evaluación ambiental estratégica para la inclusión de la dimensión ambiental en política, planes y programas de desarrollo (Duran, Odil y col., 2012).
- Propuesta metodológica para la evaluación de la factibilidad de proyectos de turismo comunitario (Pacheco, Verónica y col., 2011).
- Resolución 514:1999. MICONS. Protección del medioambiente en la construcción.
- Resolución No. 111/96 Regulaciones sobre la diversidad biológica
- Resolución No. 111/96 Regulaciones sobre la diversidad biológica
- Resolución No. 132 Reglamento del Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA).

6. EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES POR ESCENARIOS.

6.1. Escenarios evaluados.

- Del ordenamiento territorial.
- Del diseño arquitectónico.
- De las tecnologías constructivas.
- Del potencial turístico.
- De la sociedad y la cultura.

6.2. Identificación de impactos por acciones impactantes.

Del ordenamiento territorial.

- Potenciación del desarrollo turístico.
1. *Incremento de los ingresos.* Impacto ambiental positivo, ya que el turismo es uno de los principales instrumentos del nuevo modelo de desarrollo utilizado en el mundo por su contribución a la creación de empleos, al aumento de los ingresos de la población del territorio y al incremento del Producto Interno Bruto (PIB).
 2. *Degradación del entorno geoecológico.* Impacto ambiental negativo, propio del desarrollo de infraestructuras hoteleras y extrahoteleras; así como, de apoyo al turismo que generan afectaciones en los componentes bióticos, abióticos y paisajísticos.
 3. *Reanimación de otros sectores económicos.* Impacto ambiental de carácter moderado, que se generará como consecuencia de la necesidad de utilizar materias primas, materiales e insumos durante las acciones constructivas, para lo que se dará respuesta a partir de las producciones que realizan por las industrias en el territorio, con lo cual se pone de manifiesto el efecto multiplicador del turismo sobre el resto de las ramas de la economía.
- Esquema de parcelación.
4. *Fragmentación de hábitats.* Impacto ambiental negativo, que ocurrirá por la ubicación inadecuada de algunas parcelas, con lo que se viola el Decreto ley 212, principalmente en sector turístico número I. Esto dará lugar a la ejecución de acciones constructivas en áreas muy sensibles, donde se producirán afectaciones en la zona costera, dunas y lagunas litorales; así como, en las formaciones vegetales existentes en el cayó.

Del diseño arquitectónico.

- Integración de los proyectos con su entorno.
5. *Cambios en las estructuras del paisaje.* Impacto ambiental negativo, que ocurrirá como consecuencia de las intervenciones en el medio natural, y en sentido general, a todo el ambiente, como consecuencia de la construcción de instalaciones turísticas y de apoyo.
- Diseño de proyectos que contemplen el nivel de fragilidad ecológica del cayó.
6. *Preservación de los elementos frágiles del entorno.* Impacto ambiental positivo, que se logrará con la ejecución de proyectos constructivos que cuenten con el uso de tecnologías de mínimo impacto (ejecución de instalaciones sencillas y de pequeñas dimensiones, sobre pilotes, etc.).

De las tecnologías constructivas.

- Creación de facilidades temporales.
- 7. *Afectaciones al medio abiótico, biótico y al paisaje.* Impacto ambiental negativo, producido por la construcción de instalaciones no permanentes en áreas de proyectos turísticos que afectará el entorno.

- Ejecución del desbroce, relleno y compactación del suelo.
- 8. *Afectación de las propiedades físico–mecánica de las rocas.* Impacto ambiental negativo, que se producirá como consecuencia del desbroce, relleno y compactación para la creación de la superficie donde se construirán los objetos de obra, generando transformaciones en las propiedades físico – mecánicas de las calcarenitas y calizas biodetríticas masivas de la formación Jaimanitas.
- 9. *Cambios en la forma del relieve.* Impacto ambiental negativo que se producirá debido a las acciones de desbroce, relleno y compactación, las que provocarán cambios en la morfología de la zona.
- 10. *Pérdida del suelo.* Impacto ambiental negativo, que se producirá como consecuencia de las acciones de desbroce, relleno y compactación las que alteraran el sustrato arenoso y los sedimentos.
- 11. *Cambios en el drenaje superficial y subterráneo en el área del proyecto y de influencia.* Impacto ambiental de carácter severo, que se producirá como consecuencia de las acciones de relleno, compactación, creación de la superficie constructiva, construcción de las redes, pavimentación y recubrimiento de los viales, dando lugar a una disminución del área de infiltración y del caudal de escurrimiento como consecuencia de los obstáculos que ofrecerán dichas acciones.
- 12. *Contaminación del suelo y aguas subterráneas.* Impacto ambiental moderado, que ocurrirá por vertimientos accidentales de sustancias combustibles durante las operaciones con la maquinaria en la parcela para el montaje de estructuras o por una inadecuada manipulación de los materiales de construcción. También, puede ser contaminado con materiales de relleno.
- 13. *Reducción del proceso de percolación en el área del proyecto.* Impacto ambiental de carácter moderado, que será consecuencia del relleno, compactación y creación de la meseta tecnológica durante el movimiento de tierra y la maquinaria. Este efecto ocurrirá de forma total o parcial en el área durante la ejecución de edificaciones, viales, pavimentación y otras infraestructuras, independientemente de las soluciones constructivas que se conciben en el proyecto. Producirá disminución del área de infiltración.
- 14. *Reducción en la disponibilidad de combustibles fósiles.* Impacto moderado de carácter permanente que se producirá por el uso de la maquinaria y otros medios que utilicen combustibles durante las acciones de movimiento de tierra, excavación y extracción del material de préstamo de la cantera, traslado del material de préstamo desde largas distancias hacia la parcela y la deposición y compactación del material de relleno para la conformación de la meseta tecnológica, principalmente, las que necesariamente aumentarán los consumos de portadores energéticos.

- Traslado de los desechos sólidos contaminados.
- 15. *Saneamiento de las áreas de trabajo.* Impacto ambiental positivo, que se generará producto

de la evacuación constante de todos los desechos sólidos contaminados producidos durante la construcción.

- Utilización de materiales autóctonos para las construcciones rústicas.
- 16. *Integración de las edificaciones con el entorno.* Impacto ambiental positivo, que se logrará mediante la utilización de materiales constructivos autóctonos para las edificaciones.

- Uso de material de préstamo desde zonas alejadas al cayo.
- 17. *Gasto excesivo de combustibles fósiles.* Impacto ambiental negativo, que se producirá por el traslado desde largas distancias de los materiales de préstamo como consecuencia de la ubicación de las canteras fuera del cayo.
- 18. *Utilización de materiales de préstamo en las obras de buena calidad.* Impacto ambiental positivo, generado por la búsqueda y uso de material de préstamo de calidad para la ejecución constructiva.

- Utilización de rellenos puntuales por objeto de obra.
- 19. *Reducción de daños geocológicos excesivos de las áreas del proyecto constructivo.* Impacto ambiental positivo, que se producirá como consecuencia del accionar constructivo de las edificaciones sólo en las áreas en que se ejecutarán, evitando la ejecución de plataformas (mesetas) tecnológicas que abarcan todo el área del proyecto.

- Ejecución de edificaciones y redes.
- 20. *Cambios en la forma del relieve.* Impacto ambiental negativo, que se producirá debido a la construcción de cimentaciones, edificación de estructuras y ejecución de redes, lo que provocará cambios en la morfología de la zona.
- 21. *Afectaciones de la percolación.* Impacto ambiental negativo, que se producirá como consecuencia de la ejecución de las edificaciones, lo que disminuirá el área de infiltración.
- 22. *Contaminación de la atmósfera por emisiones de gases de combustión, polvo y ruido.* Impacto ambiental negativo, que se producirá durante la ejecución de cualquier acción constructiva en que estén implicados equipos o transportes movidos por motores de combustión interna, los que contaminarán en aire con polvo y gases a niveles superiores a los establecidos para zonas naturales.
- 23. *Aumento de la población de vectores.* Impacto ambiental negativo, generado por la acumulación de escombros y otros desechos durante las actividades constructivas.
- 24. *Afectaciones a la vegetación.* Impacto ambiental negativo, que se producirá al ejecutarse las obras constructivas, las que sustituirán la vegetación existente sin posibilidades de su regeneración.
- 25. *Migración de especies.* Impacto ambiental negativo, que ocurrirá como consecuencia de las acciones constructivas las que esta ocuparán los espacios de hábitat de éstos.
- 26. *Alteración de los hábitats.* Impacto ambiental negativo, producido como consecuencia de los cambios microclimáticos (temperatura, humedad, viento), que surgirán producto de la edificación del área en el cayo.

- Ejecución de estructuras en la zona costera.
- 27. *Afectación a la morfología y estabilidad de las dunas.* Impacto ambiental de carácter

- moderado, que se producirá como consecuencia de las labores de construcción y montaje y el hincado de pilotes de madera sobre las dunas para la construcción de las pasarelas; además durante las acciones de relleno con arena en la zona de protección detrás de las dunas.
28. *Cambios en la composición de los sedimentos lacuno – palustres.* Impacto de carácter moderado que se producirá como consecuencia del relleno de un sector de la laguna litoral y los sectores palustres, ocasionando cambios en la composición de los sedimentos.
 29. *Incremento en la capacidad de carga de la playa.* Impacto ambiental de carácter moderado, que ocurrirá como consecuencia del aumento de la capacidad de carga sobre la playa, y como consecuencia de las actividades de mantenimiento de las mismas (limpieza de la playa), lo que originará alteraciones en el equilibrio dinámico de su mecanismo de formación y funcionamiento.
- Uso de materia orgánica importada para la jardinería y áreas verdes.
30. *Introducción de especies ajenas a la zona.* Impacto ambiental negativo, que se producirá por la utilización de materia orgánica traída desde tierra firme.
- Utilización para la jardinería de vegetación propia del entorno natural.
31. *Incorporación de la vegetación autótona para la conformación de la jardinería.* Impacto ambiental positivo, que se producirá por la creación de viveros, que permitirán el reciclaje de las plantas afectadas por la destrucción de su hábitat.
- Ejecución de obras costeras para operaciones marítimas y de entretenimiento.
32. *Modificación de la línea de costa.* Impacto ambiental negativo, producido por la ejecución de viales de acceso, edificaciones, espigones y deposición de sedimentos.
 33. *Pérdida de la vegetación en las áreas costeras.* Impacto ambiental negativo, producido en los sectores que se utilizarán como áreas de vertimiento.
 34. *Alteración del funcionamiento del manglar.* Impacto ambiental negativo, que se producirá como consecuencia de las acciones constructivas a ejecutar en la construcción de marinas, funiculares, etc.
 35. *Afectaciones a la fauna marina del área.* Impacto ambiental negativo, causado por la ocurrencia de variaciones en el flujo de mareas, en los parámetros halinos, etc.
 36. *Contaminación del agua de mar.* Impacto ambiental negativo, generado producto de las acciones constructiva costeras, las que contaminarán las aguas sobre las que se realicen con rellenos, escombros, escolleras, etc.
 37. *Contaminación de la atmósfera por gases.* Impacto ambiental negativo, que se producirá como consecuencia de la emisión de gases de combustión a la atmósfera producidos por los equipos implicados en la ejecución de las construcciones.
 38. *Aumento del nivel de ruido.* Impacto ambiental negativo, que se producirá como consecuencia de la utilización de equipos para la construcción de viales y edificaciones, draga, remolcador y embarcaciones de apoyo, etc.
- Ejecución de dragados.
39. *Modificaciones del paisaje sumergido.* Impacto ambiental negativo, que será consecuencia de los procesos de dragado para la conformación de la marina, los que alterarán las

- propiedades geoecológicas, afectando la calidad visual de los complejos naturales marinos.
40. *Alteración de la dinámica de los procesos de sedimentación.* Impacto ambiental negativo, producido como consecuencia de la remoción de los sedimentos durante las acciones de dragado, incrementado por las acciones de la marea y el oleaje.
 41. *Alteración del flujo y reflujos de las corrientes marinas.* Impacto ambiental negativo, consecuencia del aumento de la profundidad del área en que se ejecutará el canal de acceso, lo que producirá variaciones en la dirección y velocidad de las corrientes.
 42. *Pérdida de la vegetación marina en las áreas de dragado y vertimiento.* Impacto ambiental negativo, que ocurrirá solo en los sectores en que se realizaran las acciones de dragado y en las áreas de vertimiento.
 43. *Muerte de individuos de la fauna marina en las zonas afectadas por el dragado.* Impacto ambiental negativo, que se producirá durante el proceso de succión del material a dragar. Tendrá como consecuencia la pérdida de individuos de las especies.
 44. *Migración de especies.* Impacto ambiental negativo, que puede ocurrir como consecuencia de las acciones de dragado y vertimiento.
 45. *Alteración de las propiedades físico-químicas y microbiológicas de las aguas marinas.* Impacto ambiental negativo, que se producirá como consecuencia de las acciones de dragado y vertimiento del sedimento.
- Construcción de conductoras para el abasto de agua.
46. *Cambios en el drenaje superficial.* Impacto ambiental negativo, producido como consecuencia de la ejecución de la obra, la que producirá una disminución del área de infiltración.
 47. *Contaminación del agua de mar.* Impacto negativo de carácter moderado que se produce por vertimientos accidentales de residuos combustibles durante el montaje de las tuberías, la construcción de los registros, excavación de la zanja para la colocación de la tubería y el transporte de materiales de construcción. Estos residuos contaminantes pueden incorporarse al mar por la acción del arrastre pluvial.
 48. *Alteración del paisaje.* Impacto ambiental negativo, que se producirá como consecuencia la ejecución constructiva, lo que afectará la calidad visual de los complejos naturales que irán perdiendo sus propiedades geoecológicas.
 49. *Incremento del uso de combustibles fósiles.* Impacto ambiental negativo, que ocurrirá como consecuencia del uso de portadores energéticos en la generación eléctrica necesaria para las actividades constructivas.
 50. *Agotamiento de las fuentes naturales de abasto de agua:* Este será un impacto con carácter severo y se producirá por un incremento significativo de la explotación de los mantos freáticos en las zonas de bombeo, lo que pudiera acelerar en épocas de sequía intensa fenómenos de intrusión salina, además se aumentan los costos de transportación del recurso y mantenimiento de redes.

Del potencial turístico.

- Actividades de sol y playa.
51. *Incremento de la actividad turística.* Impacto ambiental positivo, que se producirá por la utilización de elementos distintivos del cayo como son las playas, las que presentan alta calidad de sus fondos, del agua y de la arena; a lo que se suma las bondades del régimen

- climático existente, que permiten su utilización durante todo el año.
52. *Afectación en la morfología y estabilidad de las dunas y la playa.* Impacto ambiental negativo, que se producirá como consecuencia del tránsito a pie de los turistas hacia y desde la playa y sobre las dunas. También, ocurrirán afectaciones producto de las actividades de mantenimiento como la (limpieza de las playas).
- Actividades náuticas.
53. *Desarrollo de actividades náutico-recreativas.* Impacto ambiental positivo, que se producirá debido a la utilización adecuada de los recursos de viento y oleaje como potencial natural, sin provocar afectaciones a la calidad del agua de mar.
54. *Incremento de la turbidez en las aguas marinas.* Impacto ambiental negativo, que se producirá como consecuencia de la remoción de los sedimentos durante el movimiento de las embarcaciones para la realización de actividades y deportes náuticos.
55. *Afectación a los hábitats de especies acuáticas y migración de especies marinas.* Impacto ambiental negativo, que se producirá producto del movimiento de las embarcaciones en la zona de la marina y áreas dedicadas a la realización de actividades náuticas.
- Actividades de turismo de naturaleza.
56. *Desarrollo de ofertas extrahoteleras.* Impacto ambiental positivo, que ocurrirá por la utilización de los recursos naturales de que dispone el cayo para la realización de turismo de naturaleza, especialmente con el uso del área protegida por los altos valores que posee en cuanto a la biodiversidad que distingue a este territorio para realizar el senderismo y la observación de la flora y la fauna.
- Seguridad para el turista.
57. *Incremento del arribo de turistas al cayo.* Impacto ambiental positivo, que se producirá como resultado de la existencia de importantes potencialidades naturales en el cayo para el desarrollo del turismo, principalmente, de sol y playa y la seguridad que ofrece nuestro país al visitante extranjero y nacional; así como, por la elevada disciplina y profesionalidad que muestran los trabajadores del sector.
- Explotación del fondo marino.
58. *Incremento de actividades turístico – recreativas.* Impacto ambiental positivo, que ocurrirá debido a la existencia de una gran variedad de fondos marinos y la calidad de los atractivos existentes en ellos con condiciones excelentes para el desarrollo de una serie de actividades como el buceo contemplativo y la fotografía submarina.
- Introducción de especies ajenas al cayo.
59. *Introducción mediante el material de préstamo o por labores de jardinería de especies ajenas.* Impacto ambiental negativo, que se producirá durante la ejecución del movimiento de tierra para la construcción de la infraestructura del cayo y de las acciones en las áreas de jardinería de las instalaciones turísticas.
- Deforestación.
60. *Afectaciones a las formaciones vegetales existente.* Impacto ambiental negativo, que se

producirá como resultado de la deforestación para la construcción de la infraestructura turística y de apoyo. Tendrá como consecuencia la pérdida de elementos de la vegetación natural existente y el desplazamiento de la fauna asociada a estas formaciones vegetales.

61. *Afectaciones a las propiedades geoecológicas del paisaje.* Impacto ambiental negativo, que se producirá en las zonas de rehabilitación del cayo con mayor antropización por la actividad forestal, afectando los valores florísticos, faunísticos y estéticos.
- Actividades constructivas.
62. *Desarrollo de un amplio soporte constructivo terrestre.* Impacto ambiental positivo, que ocurrirá como consecuencia de la existencia de un sector con estabilidad constructiva hacia la parte central del cayo, lo que permite desarrollar una infraestructura de alojamiento, servicios y áreas deportivas.
 63. *Construcción de bases náuticas.* Impacto ambiental positivo, que se producirá como resultado de la existencia de zonas con condiciones favorables para la construcción de una base náutica.
- Construcciones de obras en el mar.
64. *Cambios en el régimen de corrientes.* Impacto ambiental negativo, que ocurrirá como consecuencia de la construcción de obras ingenieriles que interferirán en el sistema de corrientes, lo que trae como resultado la disminución del intercambio entre los acuatorios interiores, con el consiguiente surgimiento de zonas con hidrodinámica débil.

De la sociedad y la cultura

- Contratación de fuerza de trabajo.
65. *Aumento de los ingresos per cápita de la población.* Impacto ambiental positivo, que estará provocado por la creación de nuevos empleos lo que posibilitará una mejora en los salarios de la población del territorio.
 66. *Aumento de la migración de fuerza de trabajo desde otros sectores económicos.* Impacto ambiental negativo, que estará dado por la creciente necesidad de mano de obra para la construcción y funcionamiento de las instalaciones a construir en el polo turístico, lo que provocará que muchos trabajadores abandonen sus actuales oficios con el fin de mejorar sus salarios.
 67. *Incremento de la población económicamente activa.* Impacto ambiental positivo, que se producirá como consecuencia de la migración hacia el territorio de jóvenes, personal especializado, profesionales y otros, motivados por la creación de nuevos empleos en el sector turístico.
 68. *Generación de empleos.* Impacto ambiental de carácter moderado, que se producirá como consecuencia de la creación de puestos de trabajo temporales, los que desaparecerán con el funcionamiento de la obra.
- Formación de fuerza de trabajo calificada.
69. *Incorporación del personal que laborará en el cayo a las escuelas de hotelería y turismo.* Impacto ambiental positivo, que ocurrirá como consecuencia de la demanda de mano de obra calificada para los nuevos empleos que se generarán en el polo, tanto en la construcción como para el funcionamiento de las instalaciones, este impacto también

posibilitará la creación y fomento de instituciones educacionales en el territorio.

- Construcción y mejoramiento de infraestructura territorial.
- 70. *Mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes del territorio.* Impacto ambiental positivo, que se originará como resultado del mejoramiento de la infraestructura del territorio en cuanto a las comunicaciones, electricidad, comercio, servicios y viales que servirá de apoyo a la actividad turística.
- 71. *Aumento del fondo habitacional del territorio.* Impacto ambiental positivo, que se producirá al construir viviendas para los trabajadores del polo turístico.

- Acceso a las zonas turísticas.
- 72. *Incremento de las ofertas turísticas a la población.* Impacto ambiental positivo, que ocurrirá como consecuencia de la construcción de instalaciones turísticas en el cayó, lo que posibilitará la recreación y el disfrute en la población del territorio.
- 73. *Aumento de recursos financieros para el mantenimiento de viales.* Impacto ambiental positivo, que estará dado por el funcionamiento de la estación de peaje, lo que posibilitará un incremento de los ingresos que se invertirán en el mantenimiento de los viales y por consiguiente tendrá beneficios sociales.

- Uso del patrimonio local con fines turísticos.
- 74. *Generación de ingresos para la conservación del patrimonio local.* Impacto ambiental positivo, que estará provocado por la generación de ingresos del turismo cultural que se revertirá en la conservación de dicho patrimonio.
- 75. *Rescate de tradiciones culturales en el territorio.* Impacto ambiental positivo, que surgirá como consecuencia del rescate de tradiciones culturales motivadas por la necesidad de incrementar nuevas ofertas al turismo.

- Comercialización de productos agrícolas e industriales del territorio.
- 76. *Incentivación de otros sectores productivos.* Impacto ambiental positivo, que será provocado por la necesidad de ofrecer bienes de consumo al sector turístico.

- Establecimiento de rutas de transporte automotor hacia los centros turístico.
- 77. *Disponibilidad de transporte para los trabajadores del polo turístico.* Impacto ambiental positivo, que ocurrirá como consecuencia del establecimiento de rutas de ómnibus desde las cabeceras municipales hacia el polo turístico para el transporte de los trabajadores hacia el cayó, esto posibilitará que la población de territorio use esta vía como medio alternativo de transporte.

7. EVALUACIÓN DE LA FACTIBILIDAD DEL PLAN DE ORDENAMIENTO

7.1. Importancia de los impactos.

Para la evaluación de la importancia de los impactos se utilizó el método ponderado asistido con una matriz causa – efecto, la misma se ajustó a los diferentes escenarios identificados y se realizó un análisis de las relaciones de causalidad entre una acción dada y sus posibles efectos en el medio. Este procedimiento se repitió tantas veces como acciones u operaciones derivadas del plan produzcan los impactos.

Los parámetros evaluados en la metodología empleada para la obtención de la importancia y la magnitud del impacto y calcular el grado de severidad de los mismos se refieren a continuación:

La **magnitud** representa el grado de afectación de las acciones sobre los componentes ambientales, el cual se resume en tres dimensiones (**intensidad, extensión y plazo**)

- a. **Intensidad (I).**- Se refiere a la fuerza del efecto ambiental como producto de las operaciones. Esta variable tendrá un peso del 30% en la calificación de impacto.

Intensidad	Valor
Baja. Menor fuerza del efecto ambiental, la operación no es frecuente ocurre una vez al año.	0,6
Media. Hay efecto ambiental no tan severo, la operación es frecuente ocurre más de una vez al año.	1,5
Alta. El efecto ambiental es severo, involucra pérdidas de vida humana y especies silvestres. (Ocurre continuamente o por accidente).	3

- b. **Extensión (E).**- Se refiere a la influencia espacial de los efectos, con la característica que los mayores impactos se proveen en las cercanías con disminución de los mismos a medida que la distancia aumente. Esta variable tiene un peso del 20% de la calificación del impacto.

Extensión	Valor
Puntual (la acción impactante causa un efecto muy localizado).	0,4
Local (el efecto supone una incidencia apreciable en el medio).	1
Regional (el efecto se detecta en una gran parte del medio considerado).	2

- c. **Plazo (T).**- Establece el plazo durante el cual las acciones del efecto involucran tendencias beneficiosas o perjudiciales. Esta variable tiene un peso de 15% en la calificación del impacto.

Plazo	Valor
Corto plazo (el tiempo entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto es menor de 1 año).	0,4
Mediano plazo (el periodo de tiempo varía de 1 a 5 años).	1
Largo plazo (el efecto demora en manifestarse más de 5 años).	2

d. **Reversibilidad (R).**- Mide la capacidad del sistema para retornar a una situación de equilibrio similar o equivalente al inicial. Este indicador tiene un peso del 20 % de la calificación del impacto.

Reversibilidad	Valor
Alta. Las pérdidas se recuperan inmediatamente.	0,4
Media. Las pérdidas son recuperables a mediano plazo.	1
Baja. Las pérdidas son recuperables totalmente.	2

e. **Probabilidad de ocurrencia (P).**- Expresa la posibilidad o imposibilidad de que se produzca un determinado impacto ambiental. Este indicador tiene un peso de 15% de la calificación del impacto.

Probabilidad	Valor
Baja	0,3
Media	0,75
Alta	1,5

La fórmula para calcular la **Magnitud** de cada una de las interacciones ambientales encontradas en la evaluación, es la siguiente:

$$M = Wa*I + Wb*E + Wc*T$$

Donde los criterios de ponderación para valorar la magnitud del impacto ambiental se define de la manera siguiente:

- Peso de ponderación de la intensidad $Wa = 0,30$
- Peso de ponderación de la extensión $Wb = 0,20$
- Peso de ponderación del plazo $Wc = 0,15$

La **Importancia** está dada en función de las características del impacto, razón por la cual su valor puede deducirse de la sumatoria de la **magnitud, reversibilidad y probabilidad de ocurrencia** como se indicará en la matriz del anexo 4. "Matriz evaluación de impactos ambientales".

Para el cálculo de la importancia, se asume la siguiente fórmula:

$$I = (W_a * I + W_b * E + W_c * T) + W_d * R + W_e * P$$

Donde los criterios de ponderación para valorar la importancia del impacto ambiental se define de la manera siguiente:

- Peso de ponderación de la intensidad $W_a = 0,30$
- Peso de ponderación de la extensión $W_b = 0,20$
- Peso de ponderación del plazo $W_c = 0,15$
- Peso de ponderación de la reversibilidad $W_d = 0,20$
- Peso de ponderación de la probabilidad de ocurrencia $W_e = 0,15$

Se deberá cumplir que: $w_a + w_b + w_c + w_d + w_e = 1$

Para facilitar la interpretación de los resultados obtenidos, se asignó un equivalente al valor calculado del impacto, tanto para la magnitud como para la importancia:

Escala de valores estimados	Valoración del impacto
0,45 -1,04	Bajo
1,05 – 1,64	Medio
1,65 – 2,24	Alto

7.2. Impactos ambientales como indicadores de factibilidad.

Los escenarios evaluados fueron los ya relacionados anteriormente. Cada escenario descrito contó con sus indicadores propios. Se utilizaron como indicadores de factibilidad los impactos por acciones. En cada escenario se evaluaron los impactos positivos y negativos, independientemente. Por último, se calculó por escenario, el porcentaje que representa el valor obtenido para la sumatoria de la importancia de los impactos positivos (IMP), con respecto al valor obtenido para la sumatoria de la importancia de los impactos positivos y negativos, según la siguiente ecuación:

$$\text{Porcentaje IMP (+)} = \frac{\sum \text{De la importancia de los impactos positivos}}{\sum \text{Del total de la importancia de los impactos positivos y negativos}}$$

- Se interpretó la factibilidad ambiental para cada escenario evaluado según el siguiente criterio:
 - ✓ Viable, si el porcentaje de la importancia de los impactos positivos con respecto al total de la importancia de los impactos es $\geq 75\%$.
 - ✓ Viable con adaptaciones, si el porcentaje de la importancia de los impactos positivos con respecto al total de la importancia de los impactos está entre $50 - 74\%$.
 - ✓ No viable, si el porcentaje de la importancia de los impactos positivos con respecto al total de la importancia de los impactos es $< 50\%$.

7.3. Cálculo de la factibilidad ambiental por escenario.

El cálculo por escenario del porcentaje de la importancia de los impactos positivos con respecto al total de la importancia de los impactos negativos y positivos se ofrece en la tabla 36.

Tabla 36. Cálculo del porcentaje entre impactos positivos y negativos

Escenarios	Valor de la \sum IMP de los impactos		Total de la \sum de la IMP	Porcentaje IMP impactos positivos
	Negativos	Positivos		
De la sociedad y la cultura	1,34	15,82	17,15	92,22
Del ordenamiento territorial	1,79	2,85	4,64	61,49
Del diseño arquitectónico	1,31	2,85	4,16	68,47
De las tecnologías constructivas	58,55	6,72	65,27	10,30
Del potencial turístico	10,76	11,87	22,62	52,45

7.4. Resultados y discusión de la factibilidad ambiental por escenarios.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se establece la viabilidad de cada escenario evaluado, como se ofrece en la tabla 37.

Tabla 37. Resultados de la evaluación de factibilidad ambiental por escenarios.

Escenarios	Viabilidad
De la sociedad y la cultura	Viable
Del ordenamiento territorial	Viable con adaptaciones
Del diseño arquitectónico	Viable con adaptaciones
De las tecnologías constructivas	No viable
Del potencial turístico	Viable con adaptaciones

Los resultados ofrecidos en la tabla 37, están basados en el análisis de los impactos ambientales identificados, según los escenarios valorados:

- De la sociedad y la cultura – 13 impactos.
- Del ordenamiento territorial – 3 impactos.
- Del diseño arquitectónico – 3 impactos.
- De las tecnologías constructivas – 44 impactos.
- Del potencial turístico – 14 impactos.

De la sociedad y la cultura.

En la evaluación de factibilidad ambiental este escenario se valoró como viable. Son numerosos los beneficios que aportará al desarrollo turístico y social en el territorio, además del impulso que brindará a la economía del país y la provincia. En el análisis se determinaron 12 impactos positivos; mientras que sólo se identificó 1 impacto negativo (anexo 4. Matriz de evaluación de impactos). Esto demuestra que la política seguida por el Estado cubano para hacer del desarrollo turístico una forma importante de ingresos, es acertada; no obstante, deberá estar

basada en consideraciones ambientales profundas, que eviten la falta de vínculo entre los sectores económicos y los espacios naturales, la falta de conocimientos y las debilidades institucionales para aplicar correctamente los marcos regulatorios y lineamientos que gobiernan los impactos sobre la biodiversidad.

Del ordenamiento territorial.

Como puede apreciarse, el estudio de factibilidad ambiental de este escenario es viable con adaptaciones. El desarrollo de instalaciones turísticas en cayo Antón Chico, debido a su alta fragilidad ecológica, requerirá concesiones ambientales, por la degradación que causarán al medioambiente las acciones de intervención en el mismo. El plan de ordenamiento aprobado para el cayo prevé la construcción de 2 260 habitaciones, que se construirán en los sectores con mejores opciones en cuanto a calidad de la playa, aunque, más sensible ambientalmente.

Del diseño arquitectónico.

Los resultados del estudio de factibilidad ambiental para este escenario arrojaron que es viable con adaptaciones. Para su evaluación se tuvo en consideración los diseños arquitectónicos utilizados en el desarrollo turístico de los cayos Coco y Guillermo. En la evaluación efectuada se determinó 1 impacto ambiental negativo clasificados como medio (anexo 4. Matriz de evaluación de impactos).

De las tecnologías constructivas.

El análisis de este escenario no es viable por los altos costos ambientales que supone. Para su evaluación se utilizó la experiencia que en los estudios de impactos ambientales realizados por el personal de la AEMA Camagüey - Ciego de Ávila en otros territorios insulares pertenecientes al Polo Turístico Jardines del Rey; así como, en otros polos del país. Se determinaron 44 impactos ambientales negativos (anexo 4. Matriz de evaluación de impactos), producidos como consecuencia de las tecnologías constructivas empleadas hasta el momento en la para la ejecución de instalaciones turísticas del país (desbroce, movimiento de tierra, cimentaciones, etc.).

Del potencial turístico

En la evaluación de este escenario se determinó que el mismo es viable con adaptaciones. Es indudable, que desde el punto de vista de naturaleza, sol y playa, calidad de las aguas marinas adyacentes, etc.; cayo Antón Chico, posee un elevado potencial turístico. No obstante, cualquier plan de desarrollo turístico tendrá que considerar la fragilidad y vulnerabilidad que posee ante eventos naturales extremos, las acciones constructivas, la forma de explotación de las instalaciones y las acciones de mantenimiento que deben implementarse. Es por eso, que los resultados obtenidos indican que la explotación turística planificada en áreas clasificadas como de alta sensibilidad, requerirá la implementación de medidas de mitigación en todos los escenarios evaluados. Para este escenario se identificaron 7 impactos ambientales negativos, cuya evaluación se encuentra entre severo y moderado (anexo 4. Matriz de evaluación de impactos).

7.5. Recomendaciones basadas en los resultados obtenidos.

1. Implementar medidas preventivas y de mitigación para todos los impactos ambientales negativos identificados en cada escenario, principalmente los evaluados como no viables.
2. Dar mayor prioridad a la incorporación de la dimensión ambiental, en el fortalecimiento del sistema de indicadores relativos a la biodiversidad para el desarrollo sustentable del turismo; así como, mecanismos de regulación y control de los impactos ambientales a nivel local, la capacitación de las entidades implicadas para desarrollar el turismo de naturaleza y el ecoturismo.
3. Aplicar alternativas sostenibles demostradas localmente, que generen recursos financieros suficientes para el desarrollo sostenible a corto, medio y largo plazo.
4. Realizar los planes de contingencias para situaciones extrema ante eventos meteorológicos atendiendo a la alta vulnerabilidad del cayo ante los mismos, lo cual condiciona que la incidencia constructiva en dicho territorio se evalúe como una intervención a riesgo.
5. Realizar estudios de impacto ambiental para cada una de las obras que se ejecute en el cayo para definir las incidencias negativas y las posibles respuestas de los ecosistemas donde se intervendrá.

8. ANÁLISIS ESTRATÉGICO DEL PLAN DE ORDENAMIENTO TURISTICO DE CAYO ANTÓN CHICO.

Para realizar el análisis estratégico del Plan de Ordenamiento turístico de Cayo Antón Chico, se toma en consideración los probables efectos que sobre el medioambiente, puedan derivarse de su implementación. Para este análisis se tuvo en cuenta las características bióticas, abióticas y socioeconómicas del cayo, la evaluación de impactos ambientales, su importancia y la factibilidad ambiental por escenarios.

Uno de los criterios decisivos en el análisis es, la favorabilidad constructiva, estrechamente relacionada con la regionalización ingeniero – geológica, dada la fragilidad ecológica, ubicación geográfica, además de la alta vulnerabilidad del ecosistema ante los eventos hidrometeorológicos extremos. Lo anterior se sustenta en el conocimiento de los diferentes factores que han caracterizado la evolución de este grupo insular, composición geológica, extensión, edad, influencia de diferentes elementos (abrasión y acumulación marina); así como, los factores climáticos que determinan las características de los suelos y la biota.

La Evaluación Ambiental Estratégica, por interés del inversionista, contempla una propuesta para 2 260 habitaciones a construir en Cayo Antón Chico.

Los indicadores urbanísticos están en correspondencia con las características naturales, ecológicas y paisajísticas, los estudios de carga y la vulnerabilidad del sitio; así como, los criterios de diseño urbanos y arquitectónicos evaluados para cada lugar.

Con esta proyección se satisfacen las normas cubanas establecidas para las construcciones en zonas costeras, por lo que no existirían limitantes para construir la cantidad de habitaciones previstas si sólo se tuvieran en cuenta las definiciones urbanísticas. Al incorporarse elementos vinculados al entorno y a las características físicas – geográficas del escenario de trabajo surgen limitaciones, dadas en lo fundamental por la sensibilidad ecológica y la alta vulnerabilidad ante fenómenos naturales extremos. El análisis realizado para la sustentabilidad del nuevo plan de ordenamiento estuvo basado principalmente, en las ventajas y desventajas que ofrece, las que se señalan a continuación:

Desventajas:

1. El incremento de habitaciones al plan aprobado contempla el relleno de un sector de la laguna litoral, incumplándose con lo establecido en el decreto-ley 212 sobre los límites costeros y usos de estas áreas, por lo que se requerirá de documentos de excepcionalidad emitido por el Consejo de Estado.
2. Los estudios de vulnerabilidad ante la elevación del nivel del mar por la ocurrencia de eventos meteorológicos extremos indican que las afectaciones podrían ser significativas.
3. No se cuentan con estudios ingeniero-geológicos detallados para definir las características del sustrato rocoso sobre el cual descansa la barra arenosa, importantes para tomar decisiones en el tipo de intervención que se realice.
4. Los estudios de vulnerabilidad ante la elevación del nivel medio del mar por los efectos del cambio climático indican que las afectaciones son importantes (el área emergida se afecta en un 72% en el 2050 y en un 98.2% en el 2100).

5. Cayo Antón Chico posee limitaciones importantes para las construcciones ingenieriles, debido a la inestabilidad geomorfológica y la existencia de sustratos arenosos, poco consolidados, de baja resistencia a la presión de carga.
6. El incremento de un mayor número de habitaciones traerá aparejado el aumento en los volúmenes de relleno a utilizar, lo cual aumentará los costos por concepto de transportación con los correspondientes impactos ambientales ocasionados.
7. Existe la conformidad del organismo rector del agua (INRH) de satisfacer las demandas del Plan de Ordenamiento aprobado; sin embargo, las posibilidades de acceder a fuentes de agua en cantidad y calidad, según las normas, podrá verse afectada por los períodos cíclicos de sequía que afectan al país, más aún, cuando se incremente el consumo por el aumento del número de habitaciones. La necesidad de mantener los volúmenes requeridos de este recurso requerirá de su uso eficiente y reutilización. No queda excluida la opción de plantas desalinizadoras con el consiguiente impacto ambiental.
8. El aumento de las capacidades habitacionales incrementará el volumen de residuales líquidos, lo que requerirá la construcción o ampliación de plantas de tratamiento con la correspondiente disminución de los espacios disponibles.
9. Se incrementarán los volúmenes de desechos sólidos, con el consiguiente incremento de los costos por concepto de transportación y la necesidad de la clasificación, adecuado manejo y disposición final de los mismos.
10. Con el incremento en el número de habitaciones, habrá un aumento importante en el consumo de portadores energético.
11. La utilización de una mayor superficie para la ubicación de las nuevas capacidades producirá un aumento en la pérdida de la diversidad biológica y el deterioro de los ecosistemas.
12. El cálculo de la capacidad de carga habitacional está basado, principalmente, en el área de las playas (y no en la capacidad de carga de los ecosistemas), no se toma en consideración las playas y las dunas arenosas como sistemas dinámicos, ni las características geomorfológicas y ecológicas particulares de cada sitio.
13. En la elaboración y aprobación del plan de ordenamiento, no siempre se ha tenido en cuenta la información disponible sobre la biodiversidad (especies endémicas, raras, amenazadas, migratorias e introducidas, así como, la fragilidad de los ecosistemas y la conectividad espacial entre poblaciones de especies y entre ecosistemas).
14. El incremento habitacional prevé el uso de parcelas en el sector sureste del cayo específicamente, en playa Chica, la cual solo presenta condiciones favorables para su explotación en la parte emergida del perfil, pues la parte sumergida está constituida por sedimentos areno-fangosos, lo cual es una limitante para su uso con fines turísticos.

Ventajas:

1. El aumento de las capacidades habitacionales permitirá un incremento en los ingresos provenientes del sector turístico, lo cual aportará divisas a la economía nacional y al territorio.
2. Existen estudios sobre la capacidad de carga de las playas. La carga resultante del programa propuesto es de 3 120 capacidades, para un índice de 6 m² de playa aprovechable por bañista.
3. Uso de pilotes en las edificaciones, predominio de circulaciones peatonales sobre

- pasarelas de madera, elevadas sobre el terreno natural entre 0.50 m y 0.75 m.
4. Los corredores de redes técnicas serán soterrados o adosados a pasarelas y puentes, siempre vinculados a las vías de circulación.
 5. Los viales proyectados serán de secciones mínimas, adaptados a las condiciones naturales del terreno prevaleciendo los senderos para vehículos especiales y peatonales.
 6. Se adaptará el trazado y diseño de las urbanizaciones y de las redes a los requerimientos paisajísticos y de preservación del medioambiente.
 7. El aumento de ingresos hace más sostenible la inversión; así como, su recuperación.
 8. Incremento en las ofertas de empleo en el territorio como resultado de la apertura de nuevos puestos de trabajo a partir de la incorporación de nuevas instalaciones turísticas y de apoyo a la actividad, lo que requerirá una mayor cantidad de fuerza de trabajo que la prevista anteriormente en el plan de ordenamiento anterior.
 9. Mejoramiento de la calidad y nivel de vida de la población del área de influencia motivado por la creación de nuevos puestos de trabajo, el mejoramiento de la infraestructura territorial y aumento del nivel de ingresos de la población.
 10. Incremento en 2 260 las capacidades habitacionales del polo turístico "Jardines del Rey".
 11. La implementación de este plan trae consigo un efecto multiplicador de la industria y la agricultura.
 12. Se ha logrado mejoras en la delimitación del área a construir y los desbroces de la vegetación serán más puntuales en las parcelas, lo que ha permitido una disminución considerable del consumo de agua para riego, al insertar las construcciones en la vegetación natural.
 13. Empleo en el tratamiento de residuales líquidos, plantas compactas que permiten la reutilización del agua para riego de las áreas verdes y la jardinería.
 14. La implementación del plan traerá aparejado la reanimación de otros sectores económicos, debido a la necesidad de compra o arrendamiento a otras entidades o sectores de la economía de materias primas, combustibles, energía eléctrica, materiales de la construcción, equipos, mano de obra, mobiliario y medios de transporte. Entre las principales entidades beneficiadas se encuentran la Empresa Constructora de Obras para el Turismo (ECOT UCM) la cual obtendrá los mayores ingresos por ser la encargada de ejecutar el mayor volumen de inversiones, el resto estará distribuido en otras entidades como Empresa de Materiales de la Construcción, CUPET, INRH, Grupo Empresarial de la Construcción, Organización Básica Eléctrica, Empresa nacional VITRAL, entre otras entidades suministradoras del territorio o el país.

9. MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS DE LOS EFECTOS NEGATIVOS SOBRE EL MEDIOAMBIENTE ORIGINADO POR LA EJECUCIÓN DEL PLAN DE ORDENAMIENTO DE CAYO ANTÓN CHICO.

1. El plan de ordenamiento de Cayo Antón Chico, deberá cumplir estrictamente las medidas y regulaciones emitidas por Planificación Física.
2. Ejecutar estudios ingeniero – geológicos en el área de intervención del plan, de manera que contribuyan a buscar las mejores soluciones constructivas para cada parcela, teniendo en cuenta cada objeto de obra, según las recomendaciones para cada caso, en el proceso de elaboración de las ideas conceptuales.
3. Garantizar el uso de tecnologías constructivas y diseños ambientalmente sostenibles adaptados a la fragilidad de los ecosistemas costeros. Flexibilizar el diseño de las edificaciones para extender su vida útil, facilitando modificaciones en el tiempo, que consideren los efectos del cambio climático.
4. Realizar estudios sobre la capacidad de carga de las playas implicadas a partir del incremento del número de habitaciones previstas.
5. Minimizar en áreas exteriores las superficies pavimentadas, preservando en lo posible la vegetación natural y los sistemas de dunas fósiles.
6. Establecer un sistema de monitoreo ambiental que garantice la valoración del estado del medioambiente y los recursos naturales con el objetivo de adoptar medidas correctivas, con énfasis en la calidad del agua (variables físico químicas y bacteriológicas), la flora y la fauna terrestre y marina, las playas, dunas, pastos marinos y los arrecifes.
7. Establecer un programa de capacitación ambiental para directivos, trabajadores de los diferentes sectores inmersos en el desarrollo del plan y su área de influencia, dirigido a elevar la percepción del riesgo y aumentar el nivel de conocimiento en el enfrentamiento al cambio climático.
8. Garantizar medidas que permitan un manejo ambientalmente seguro de los desechos sólidos (orgánicos, inorgánicos y desechos peligrosos).
9. Incorporar soluciones y tecnologías ambientalmente seguras dirigidas al uso racional y reutilización del recurso agua.
10. Prever la incorporación de la dimensión ambiental en las acciones derivadas de la implementación del plan.
11. Incorporar los resultados de los estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgo de desastres y las acciones de enfrentamiento al cambio climático con vistas a reducir las vulnerabilidades.
12. Incorporar la dimensión económica ambiental a la evaluación de las alternativas a evaluar y los estudios de factibilidad de las inversiones.