

# CARACTERÍSTICAS SINOPTICAS Y ESTADO DE LA MAR EN LAS COSTAS DE PENINSULA DE GUANAHACABIBES.

**Autores:** PEDRO JORGE PÉREZ OSORIO, REYNALDO CASALS TAYLOR, ALMARA SÁNCHEZ DÍAZ

Departamento de Meteorología Marina, Instituto de Meteorología.

---

## **Resumen:**

*Se presenta una caracterización trimestral de la circulación atmosférica, con los elementos meteorológicos más significativos que afectan la Península de Guanahacabibes, así como el comportamiento del oleaje y las variaciones del nivel del mar en sus costas, tomando en cuenta las características físico - geográficas del litoral y el fondo marino adyacente.*

## **Introducción**

La Península de Guanahacabibes es una región con altas potencialidades para desarrollar actividades turísticas en sus costas y aguas que las rodean, pues cuenta con formaciones vegetales y submarinas prácticamente no afectadas por la actividad humana. Se caracteriza por tener un clima cálido y húmedo en verano, así como por la entrada de frentes fríos y la afectación de fuertes vientos de región norte en invierno, como corresponde a la zona geográfica donde se inserta, lo que hace que deban tenerse en cuenta estas condiciones para lograr una planificación y explotación óptimas del medio natural que será objeto del disfrute por el turista.

La especialidad de Meteorología Marina tiene entre sus objetivos contribuir al desarrollo de las actividades de navegación, pesca, construcciones hidrotécnicas y actividades de recreo náutico y terrestre, siendo los estudios de los regímenes de vientos y olas, así como de sobreelevación del nivel medio del mar por causas meteorológicas, los medios fundamentales para apoyar dichas actividades, pues permiten caracterizar el estado del mar y la acumulación del agua en las costas.

La Península de Guanahacabibes está situada en el extremo occidental de Cuba; adyacente a la costa norte se encuentra el Golfo de Guanahacabibes, cuyo lecho marino presenta una topografía compleja, pues cuenta con una barrera de arrecifes en el borde exterior de la plataforma insular a una distancia máxima de 42 kilómetros de la costa y profundidades hasta 26 metros; por su parte, la costa sur tiene fondos de pendiente abrupta y grandes profundidades. Por lo tanto, los cálculos de oleaje y sobreelevación del nivel del mar se han realizado para condiciones muy opuestas.

La zona de estudio se caracteriza por una alta frecuencia de afectación por ciclones tropicales y es por donde penetran los frentes fríos provenientes del Golfo de México, antes de recorrer toda la Isla en su desplazamiento hacia el este.

## **Materiales y Métodos**

Se resumieron las características sinópticas que imperan en la zona con los datos del Departamento de Predicción del Tiempo del Centro Meteorológico Provincial (1991a, 1991b) y la información climatológica procesada sobre fenómenos meteorológicos peligrosos, incluyendo las causas y frecuencia de ocurrencia de frentes fríos (Grass y García, 1990; González Pedroso, 2001). La información sobre afectación de huracanes a la provincia se refleja en la Tabla 1, que se preparó empleando las cronologías del Departamento de Pronósticos INSMET, (1990, inédito) y la actualización de Pérez Suarez et al (2000). Se empleó también información actualizada de la frecuencia mensual de "sures" en la región occidental de Cuba hasta la temporada invernal 1999 - 2000 (Ballester, 2001).

Para la confección de la cronología se utilizó el Atlas de Trayectorias del Instituto de Meteorología que cubre el período comprendido de 1919 hasta 1969, ambos años inclusive, completándose con los mapas de trayectorias y resúmenes de temporadas hasta el año 1999, para un total de 81 años en la muestra. Se consideraron solo los organismos que alcanzaron la categoría de tormenta tropical y huracán. No se tomaron en cuenta las depresiones, pues hasta los años más recientes, no existen datos completos y confiables sobre las mismas, por lo que la magnitud y calidad de la muestra no resultarían compatibles con las de las otras categorías.

Con estos datos se compiló una tabla que recoge la cronología de los ciclones tropicales que afectaron la zona de estudio de forma directa (ver Tabla 2.).

Los métodos empleados para el cálculo de las alturas de las olas, tanto en profundidades indefinidas de la costa sur de la Península como en profun-

tidades reducidas de la costa norte, la estimación de la sobre-elevación del nivel del mar por efecto de la acción tangencial del viento en la costa norte y por rompiente del oleaje en la costa sur, así como el cálculo de la altura de la ola transformada por efecto del fondo también en la costa sur se describen en CERC (1984).

Los cálculos de oleaje y sobre-elevación del nivel del mar por la acción tangencial del viento se hicieron a partir de los datos de velocidad del viento obtenidos del gráfico bi-logarítmico de probabilidad preparado para la zona por Pérez Osorio (1994).

## **Discusión de los resultados elementos de la circulación atmosférica.**

### **a) Caracterización sinóptica con índices cualitativos de afectaciones de los sistemas sinópticos en el litoral norte de Pinar del Río**

#### Diciembre-Enero-Febrero

En Diciembre queda definitivamente establecido el régimen invernal, con el predominio de altas presiones continentales que influyen sobre el litoral N de Pinar del Río, con vientos predominantes del N. Enero y Febrero los dos meses más fríos del año y, particularmente, el período desde el 15 de Enero hasta el 15 de Febrero es considerado el más frío de la temporada. Estos meses se enmarcan dentro de la temporada seca o poco lluviosa y las precipitaciones están supeditadas fundamentalmente a la llegada de los frentes fríos. El promedio mensual de afectación por frentes fríos en este período es de 3.23 en Diciembre, 3.58 en Enero y 3.36 en Febrero.

En Diciembre, el valor de la temperatura media es de 22.2°C, mientras la temperatura mínima media alcanza 18.1°C y la máxima media se ha calculado en 27.2°C. Este es el mes en que se han registrado los menores valores anuales, con un promedio de 49.2 milímetros.

En Enero la temperatura media es de 21.6°C, siendo la mínima media de 17.2°C y la máxima media de 26.8°C. Según los registros de nuestras estaciones meteorológicas, este mes es el cuarto de menor acumulado de precipitaciones con un promedio de 70.8 milímetros.

Los valores de temperatura de Febrero son 21.9°C como promedio mensual, 17.3°C para la mínima media y 27.2°C para la máxima media. Para nadie es un secreto que las precipitaciones durante este mes registran valores poco significativos, con una media provincial de 58.0 milímetros, siendo el segundo mes más seco del año.

En cuanto al promedio de afectaciones de "sures" por meses, en Enero se registra 0.6, mientras que en Febrero aumenta a 1.2, no obstante, los datos actualizados de la frecuencia mensual desde la temporada 1990 - 1991 hasta la de 1999 - 2000 muestra a Enero con un promedio estable de 0.7 y a Febrero con una disminución de 0.9. Estadísticamente, se ha comprobado la existencia de una fuerte correlación entre la ocurrencia de "sures" sobre Cuba y la presencia de bandas frontales con actividad asociada.

#### Marzo-Abril-Mayo

En el mes de Marzo se alternan las influencias de los sistemas anticiclónicos continentales y las bajas presiones extratropicales, de aquí que se observen grandes diferencias en el régimen del tiempo, con períodos de días fríos y períodos de días muy calurosos.

Al territorio llegan un promedio de 2.94 frentes fríos en Marzo, 1.94 en Abril y sólo 0.7 en Mayo, por lo que en este mes deja de ser la situación meteorológica de mayor interés (vea Tabla 1). Las temperaturas aumentan como promedio de 2°C a 3°C a partir de Marzo en comparación con Febrero, lo que se puede constatar en los valores medios mensuales que han alcanzado 23.7°C para la temperatura promedio, 18.6°C para la mínima media y 29.0°C para la máxima media.

Por su parte, en abril existe un ligero aumento del número de días con lluvias y se presentan grandes contrastes en las precipitaciones, pues hay abrils secos y otros lluviosos, con una media de 77.0 milímetros.

De gran importancia para el mes de Marzo es el predominio de bajas presiones extratropicales que generan fuertes vientos de región sur, con un total de 119 desde 1919 hasta 1990, para un promedio de 1.7; de ellos 46 fueron moderados (velocidades de 36 a 54 km/h) y 73 fuertes (velocidades mayores a los 55 km/h).

Abril es el tercer mes de mayor frecuencia de sures, registrándose un total de 74 sures en el mismo período, de los cuales 37 fueron moderados y 37 fuertes. Con respecto a esto, los datos actualizados de la afectación mensual por "sures" continúan situando a Marzo como el mes de mayor frecuencia con 2.1, en cambio, Abril incrementó su frecuencia hasta 1.3.

En Mayo comienza la temporada lluviosa, la cual se extiende hasta Noviembre. En este mes comienzan a aparecer las turbonadas de verano, que se desarrollan generalmente durante la tarde. En el decursar del mes, pueden desarrollarse depresio-

nes y tormentas tropicales generalmente débiles. Lo más frecuente es la afectación por hondonadas y ondas tropicales, las cuales pueden producir lluvias durante varios días, en dependencia de su movimiento e intensidad. El acumulado promedio de lluvias para la provincia en este mes es de 158.7 milímetros.

Mayo ya se puede considerar un mes caluroso, con temperaturas máximas en la tarde superiores a los 30°C, que en muchas ocasiones se producen por la invasión de aire húmedo y cálido procedente de bajas latitudes, debido a la influencia de altas presiones oceánicas. Los valores medios de temperatura son 21.7°C para la mínima, 31.0°C para la máxima y 26.0°C como promedio general.

#### Junio-Julio-Agosto

El mes de Junio marca el verdadero inicio del verano y también el de la temporada ciclónica, siendo además uno de los tres meses más lluviosos del año junto con Septiembre y Octubre. Estas lluvias que en ocasiones afectan el territorio provincial, provienen de las turbonadas y organismos tropicales, que en Junio tienen su origen en el Mar Caribe y el Golfo de México; en otros casos intervienen el calentamiento diurno, el alto contenido de humedad, el tránsito de ondas tropicales y otras condiciones favorables en los niveles medios y altos de la troposfera que estimulan la convección en horario vespertino fundamentalmente. Junio acumula la mayor cantidad de lluvia históricamente en la provincia con 234.2 milímetros.

Por su parte, los valores medios de temperatura en este mes son 26.8°C como promedio general, 31.5°C como la máxima media y 22.9°C como la mínima media.

Las características de julio y agosto son muy parecidas, dadas por el notable debilitamiento de las altas presiones continentales y su alternancia con centros de bajo barómetro los que dominan prácticamente todo el territorio de los Estados Unidos y Canadá, así como el fortalecimiento del anticiclón oceánico que extiende su influencia hasta nuestro país y el Mar Caribe.

En este período el viento predominante es del E de aproximadamente 15 km/h, la temperatura media es alrededor de 27.0°C, la máxima promedio está entre 32°C y 33°C y la mínima promedio es de unos 23.0°C, lo que hace de estos meses, principalmente Julio y Agosto, los más cálidos del año.

#### Septiembre-Octubre-Noviembre

Este se considera un período de transición entre el verano y el invierno, donde podemos encontrar características de ambos alternativamente.

Septiembre es un mes interesante en muchos aspectos, especialmente por constituir uno de los más peligrosos por la alta probabilidad de azote por huracanes, con el 22%. Los valores de temperatura promedio, mínima media y máxima media son, res-

pectivamente, 26.4°C, 22.9°C y 31.6°C, mientras que promedia históricamente 227.3 milímetros de lluvia por lo que es el segundo mes más lluvioso en la provincia.

Octubre se le considera el mes de los grandes contrastes, ya que el tiempo puede permanecer lluvioso con cielo cubierto y de aspecto amenazador, o impera el buen tiempo con temperaturas agradables y un cielo excepcionalmente puro. Se caracteriza por temperaturas medias de 26.4°C como valor general, 22.9°C para la mínima media y 31.6°C como la máxima media, mientras que registra un acumulado promedio de 152.7 milímetros de lluvia.

Noviembre es un mes de transición entre el verano y el invierno, con alguna actividad ciclónica, aunque disminuye notablemente la actividad de turbonadas, dando inicio a la temporada seca en nuestro país. En este mes llegan como promedio al litoral norte de Pinar del Río 2.57 frentes fríos, que vienen seguidos de masas de aire continental con temperaturas bajas. De aquí que los valores de temperatura media vuelven a disminuir como indicadores del inicio de la temporada invernal, siendo éstos 23.8°C como promedio general, 20.0°C como la mínima media y 28.7°C como la máxima media.

### **b) Características de los organismos tropicales que han afectando a la provincia de Pinar del Río.**

Los ciclones tropicales son los fenómenos naturales más destructivos en nuestro país. Los daños que producen son causados por los fuertes vientos y lluvias intensas que los acompañan y en las regiones costeras resultan especialmente destructivas las marejadas y penetraciones del mar por ellos generadas.

En la etapa comprendida entre 1919 a 1999 la provincia ha sido afectada por un total de 140 organismos tropicales, algunos de los cuales han llegado al territorio con categoría de tormenta tropical y otros con la de huracán (Tabla 1).

*Tabla 1. Resumen de la Cronología de Organismos Tropicales que han afectado a la Región Occidental en la etapa de 1919-1999.*

Meses	Tormentas tropicales	Huracanes	Total de organismos
Enero	—	—	—
Febrero	1	—	1
Marzo	—	—	—
Abril	—	—	—
Mayo	1	1	2
Junio	11	5	16
Julio	3	3	6
Agosto	9	23	32
Septiembre	11	27	38
Octubre	7	22	29
Noviembre	8	6	14
Diciembre	2	—	2
Totales	53	87	140

**Cálculo de la altura de la ola y la sobre elevación del nivel de las aguas del mar en la península de Guanahacabibes.**

Para llevar a cabo este estudio, es necesario conocer las alturas de las olas en aguas profundas y poco profundas, así como las modificaciones que experimentan sus parámetros por efecto del fondo marino cuando éstas se mueven hacia la costa.

En el caso de la costa sur de Península de Guanahacabibes, donde las aguas son profundas se emplean las siguientes fórmulas:

- Si la generación del oleaje está limitada por el alcance del viento,

$$\frac{gH_m}{W^2} = 1.6 \times 10^{-4} \left( \frac{gF}{W^2} \right)^2 \Rightarrow H_m = 1.16 \times 10^{-4} W F^2 \quad \text{altura pico espectral}$$

$$\frac{gT_s}{W} = 2.857 \times 10^{-3} \left( \frac{gF}{W^2} \right)^2 \Rightarrow T_s = 6.338 \times 10^{-4} W F^2 \quad \text{periodo pico espectral}$$

$$\frac{g}{W} = 6.88 \times 10^{-4} \left( \frac{gF}{W^2} \right)^2 \Rightarrow t = 8.93 \times 10^{-4} \left( \frac{F^2}{W} \right) \quad \text{persistencia del viento}$$

- Si el alcance del viento es ilimitado,

$$\frac{gH_m}{W^2} = 2.433 \times 10^{-4} \Rightarrow H_m = 2.482 \times 10^{-4} W^2 \quad \text{altura pico espectral}$$

$$\frac{gT_s}{W} = 8.134 \Rightarrow T_s = 8.3 \times 10^{-4} W \quad \text{periodo pico espectral}$$

$$\frac{g}{W} = 7.15 \times 10^{-4} \Rightarrow t = 2.027 W \quad \text{persistencia del viento}$$

donde F es el alcance del viento sobre la superficie marina y W es la velocidad del viento.

Los resultados de altura significativa (Hs), período significativo (Ts) y altura máxima (Hmax) de la ola se obtienen de la siguiente manera:

$$H_s = 0.95 \times H_m$$

$$T_s = 0.9 \times T_m$$

$$H_{max} = 1.42 \times H_m$$

La altura de la ola significativa es aquella que se obtiene de promediar la altura de un tercio de las olas más altas de un registro, y está considerado como el parámetro que representa de modo más fiel el estado del mar.

La longitud de onda se puede obtener mediante la fórmula:  $\lambda = 1.56 \times T_s^2$

En la Tabla 2 se muestran las alturas calculadas en la costa sur.

P casos/años	W (m/s)	Hs (m)	Hmax (m)	T (s)	λ (m)
60/1	4.1	0.9	1.4	4.2	27
30/1	5.9	1.5	2.3	5.2	42
10/1	7.5	2.1	3.1	6	56
1/1	12	4	5.8	7.9	98
1/20	33	7.5	10.9	9	125
1/50	45	9.4	13.7	9.8	150
1/100	55	11.1	16.2	11.3	200

Tabla 2. Ola calculada en la costa sur de península de Guanahacabibes.

El oleaje analizado en los mares al sur de la Península proviene de aguas profundas, pero una vez que se desplaza sobre profundidades cada vez menores en su acercamiento hacia la costa, su altura disminuye rápidamente debido a la influencia del fondo marino, lo que se conoce como efecto "shoaling". Para calcular el coeficiente "shoaling" (Ks) y obtener la altura de la ola transformada por este efecto se aplicó en varias profundidades la siguiente fórmula:

$$\frac{H_T}{H_0} = \sqrt{\frac{1}{\tanh(2\pi d/\lambda)} \times \frac{1}{1 + \frac{4\pi d/\lambda}{\sinh(4\pi d/\lambda)}}} = K_s$$

donde H<sub>T</sub> es la altura de la ola transformada dada en metros, H<sub>0</sub> es la altura de la ola en mar abierto y es la longitud de onda en mar abierto.

Los cálculos de la disminución de la altura del oleaje en las profundidades (d) de 30, 10 y 2 metros, correspondientes a distintas probabilidades se muestran en la Tabla 3.

P casos/años	d (m)	H <sub>0</sub> (m)	λ (m)	K <sub>s</sub>	H <sub>T</sub> (m)
1/1	30	2.3	94	0.9514	2.4
	10	1.3	55	0.9134	1.2
	2	0.5	11	0.9228	0.5
1/20	30	5.6	113	0.9313	5.2
	10	2.9	37	0.9144	2.7
	2	1.1	13	0.9228	1
1/50	30	7.2	123	0.9312	6.6
	10	3.8	58	0.9151	3.5
	2	1.4	13	0.9228	1.3
1/100	30	8.4	147	0.9137	7.7
	10	4.1	59	0.9159	4.1
	2	1.5	13	0.9228	1.5

Tabla 3. Cálculo de la disminución de la altura del oleaje debido a la influencia del fondo marino.

El desarrollo de la altura de la ola en la costa norte de la Península de Guanahacabibes está limitado por la profundidad, como se observa en la Tabla 4. La Península limita al norte con el Golfo de Guanahacabibes, cuenca marina de fondo irregular cuya profundidad máxima es 26 metros en algunos puntos, por lo que la influencia del viento local genera diferentes alturas de olas que además sufren constantes procesos de ruptura al "sentir" el fondo, debido a su desplazamiento por profundidades reducidas.

En este caso fueron empleadas las fórmulas apropiadas para profundidades reducidas (menores de 90 metros):

$$\frac{gH}{W^2} = 0.283 \times \tanh \left[ 0.53 \left( \frac{gF}{W^2} \right)^2 \right] \times \tanh \left[ \frac{0.0056 \left( \frac{gF}{W^2} \right)^2}{\tanh \left[ 0.53 \left( \frac{gF}{W^2} \right)^2 \right]} \right] \quad \text{altura significativa de la ola}$$

$$\frac{gT}{W} = 7.54 \times \tanh \left[ 0.833 \left( \frac{gF}{W^2} \right)^2 \right] \times \tanh \left[ \frac{0.0379 \left( \frac{gF}{W^2} \right)^2}{\tanh \left[ 0.833 \left( \frac{gF}{W^2} \right)^2 \right]} \right] \quad \text{periodo de la ola}$$

$$\frac{g}{W} = 5.37 \times 10^{-4} \left( \frac{gT}{W} \right)^2 \quad \text{persistencia del viento}$$

donde d es la profundidad de cálculo.

Tabla 4. Ola calculada en la costa norte de península de Guanahacabibes.

P casos/años	W (m/s)	d (m)	H (m)	Hmax (m)	T (s)	Δ (m)
1/1	19	2	0.11	0.16	1.3	3
		5	0.2	0.27	1.8	3
		8	0.27	0.37	2.3	8
		13	0.35	0.48	2.6	10
		19	0.45	0.62	3.0	14
		26	0.55	0.76	3.4	18
5/1	3.3	2	0.18	0.25	1.6	4
		5	0.32	0.44	2.2	7
		8	0.42	0.59	2.6	10
		13	0.57	0.78	3.1	15
		19	0.7	0.97	3.5	19
		26	0.86	1.18	3.9	24
1/10	5.4	2	0.27	0.37	1.8	5
		5	0.47	0.64	2.3	10
		8	0.62	0.85	2.9	14
		13	0.91	1.25	3.7	21
		19	1.06	1.46	4.1	26
		26	1.28	1.76	4.5	32
1/1	12	2	0.52	0.71	2.3	8
		5	0.89	1.22	3.1	15
		8	1.35	1.85	4.0	25
		13	1.6	2.2	4.4	31
		19	2.02	2.78	5.1	40
		26	2.43	3.34	5.7	50
1/20	29	2	1.04	1.43	3.9	13
		5	1.84	2.52	4.0	25
		8	2.31	3.17	4.6	33
		13	3.26	4.47	5.7	50
		19	4.1	5.63	6.5	66
		26	4.95	6.79	7.3	83
1/50	38	2	1.11	1.8	3.1	15
		5	2.28	3.13	4.3	29
		8	3.05	4.15	5.1	41
		13	4.05	5.56	6.1	59
		19	5.08	6.98	7.0	77
		26	6.15	8.44	7.8	97
1/100	47	2	1.55	2.13	3.3	17
		5	2.7	3.71	4.6	33
		8	3.58	4.91	5.4	46
		13	5.23	7.19	6.9	73
		19	6.03	8.28	7.5	87
		26	7.28	9.99	8.3	108

La metodología que se emplea para el cálculo de la sobreelevación del nivel del mar depende de la morfología de la zona costera que se analiza.

La costa norte de Península de Guanahacabibes está precedida por una amplia zona de profundidad reducida donde se limita el crecimiento del oleaje, por esta razón la sobreelevación del nivel del mar en la misma se genera más frecuentemente debido a la acción tangencial del viento sobre la superficie acuática durante la afectación de huracanes o frentes fríos. Esta costa se caracteriza además por ser baja y de pendiente débil por lo que es factible que se produzcan inundaciones. El programa NIVEMAR1.COM calcula este incremento de nivel (Sv) para cada profundidad de cálculo y en la costa, mediante la fórmula:

$$S_v = \frac{K_v \cdot W^2 \cdot L}{g(d + \delta h_{ii})} \cdot \cos \theta$$

donde:

Kv es una constante que depende de la velocidad del viento

d es la profundidad media de cada segmento, dada en metros

L es la longitud de cada segmento, dada en metros.

δh<sub>ii</sub> es el incremento parcial del nivel del mar en cada segmento, dado en metros

θ es el ángulo de desviación del viento desde la dirección normal a la costa

Para realizar los cálculos se emplearon velocidades del viento de 10, 13, 16 y 19 m/s que se obtuvieron de las curvas probabilísticas propuestas por Pérez et al. (1990) (ver la tabla 5).

Tabla 5. Valores de la sobreelevación del nivel del mar por efecto del viento en la costa norte de península de Guanahacabibes.

P casos/años	W (m/s)	Hsig (m)	Sv (m)
5/1	10	2.4	0.17
2/1	13	2.9	0.29
1/2	16	3.7	0.44
1/5	19	4.5	0.65

La característica principal de la costa sur de Península de Guanahacabibes radica en la cercanía de las grandes profundidades y la plataforma insular estrecha o casi inexistente, lo que hace que tenga poca significación la sobreelevación del nivel del mar a causa del viento. En este caso es el agua desplazada por delante de la rompiente del oleaje generado por vientos fuertes de región sur y huracanes la causa de las sobreelevaciones del nivel del mar, así como la ocurrencia de inundaciones costeras, principalmente en la zona conocida como María La Gorda.

El valor de sobreelevación del nivel del mar por oleaje (Sw) se puede calcular analíticamente mediante la fórmula:

$$S_w = 0.15 \times db - \frac{g^{0.5} (H_0')^2 T}{64\pi \times db^{1.5}}$$

donde:

db es la profundidad de rompiente, dada en metros

H<sub>0</sub>' es la altura de la ola sin afectación por refracción, dada en metros

T es el período de la ola en aguas profundas, dado en segundos

En la siguiente tabla se pueden observar diferentes alturas que puede alcanzar la sobreelevación del nivel del mar por efecto del oleaje en la costa sur de Península de Guanahacabibes.

Tabla 6. Diferentes alturas de la sobreelevación del nivel del mar por oleaje en la costa sur de península de Guanahacabibes.

P casos/años	W (m/s)	Hsig (m)	Sw (m)
1/1	12	4.0	0.54
1/20	33	7.5	0.94
1/50	45	9.4	1.16
1/100	55	11.1	1.43

Se ha determinado que la afectación a la costa sur de la Península por surgencias de huracanes es insignificante, pues sus condiciones locales no favorecen el incremento del nivel del mar por esta causa. Esta costa es abrasiva de terrazas altas y aplanadas, con el fondo marino adyacente de pendiente abrupta.

ta, con plataforma insular estrecha y desprovista de cayos. Por su parte, la costa norte, a pesar de ser baja y antecedida de un área de aguas someras, tampoco favorece el desarrollo de las surgencias, ya que es poco probable que sea afectada por los vientos del sector derecho de los huracanes.

La información que se brinda en este trabajo puede servir principalmente a la planificación de actividades turísticas de acuerdo con las características meteorológicas de cada época del año, de esta manera, durante los meses de Noviembre a Abril se podrán explotar las capacidades de la Península para el turismo internacional, principalmente el de altas latitudes, mientras que de Mayo a Octubre es favorable a la afluencia de turismo nacional o internacional proveniente de climas similares al nuestro. Igualmente, esta información puede ser asimilable por los inversionistas para aprovechar las características meteorológicas de la provincia en las construcciones civiles.

Los valores de oleaje y variaciones del nivel del mar también pueden cumplir un cometido importante en la planificación y desarrollo de cualquier actividad en el mar o el litoral, pues tomándolos en consideración se puede evitar la realización de actividades en zonas de riesgo.

## Conclusiones

La Península de Guanahacabibes es afectada por frentes fríos (Diciembre a Marzo), bajas extratropicales más frecuentes en (Febrero y Marzo) y por tormentas tropicales, huracanes y otros sistemas tropicales (Junio a Noviembre).

La dirección del viento predominante es del E y del NE, lo que está determinado por la influencia de los sistemas anticiclónicos continentales y oceánicos, en las épocas correspondientes.

El oleaje que se produce al norte de la Península de Guanahacabibes está afectado por profundidades reducidas, por lo que alcanzan poco desarrollo.

Al sur de la Península, la ola se desarrolla totalmente y su altura disminuye rápidamente al desplazarse hacia la costa, ya que los fondos son de pendiente abrupta.

Las aguas al norte de Península de Guanahacabibes son favorables para la ocurrencia de fenómenos de sobre elevación del nivel del mar debido a la acción del viento sobre la superficie del agua, lo que puede ocurrir durante la afectación de frentes fríos y huracanes, produciéndose inundaciones costeras; mientras, en la costa sur las inundaciones están asociadas a la sobre elevación del nivel debida al oleaje generado por vientos fuertes del sur y huracanes que se desplazan de sur a norte.

El aporte del oleaje para la generación de incrementos en el nivel del mar en zonas de aguas profundas es mucho mayor que el que puede dar la acción tangencial del viento en zonas de poca profundidad.

## Referencias

**Ballester, M; M. Sarmiento; Y. Gimeno (2001):** Bases de datos de "sures" que han afectado a la región occidental de Cuba desde 1918. Centro de Pronósticos. INSMET.

**Centro Meteorológico Provincial (1991a):** Caracterización decenal de la estación meteorológica Cabo San Antonio ,(inédito).

**Centro Meteorológico Provincial (1991b):** Caracterización decenal de la estación meteorológica La Bajada (inédito).

**CERC: Coastal Engineering Research Center (1984):** Shore Protection Manual. Waterways Experiment Station, US Army Corps of Engineers.

**de Cárdenas, J.C. (1990):** Estudio hidrometeorológico sobre las cayerías de Cuba (Desarrollo Turístico). Cronología de ciclones tropicales, INSMET, Editorial Academia.

**González, C. (2001):** Base de datos de la climatología de los frentes fríos que han afectado a Cuba desde 1916 - 1917 hasta 1999 - 2000. Centro de Pronósticos del Tiempo. INSMET.

**Grass S. y E. García (1990):** Cronología de frentes fríos que han afectado el litoral N de Pinar del Río, INSMET ACC, La Habana.

**Krilov, Y.M., S.S. Strekalov, V.F. Ciplujin (1976):** Olas de viento y su acción sobre las construcciones, Leningrado.

**Pérez, P.J. (1994):** Estudio del régimen de vientos y olas en diferentes zonas marinas de interés socioeconómico para Cuba. (inédito). Departamento de Meteorología Marina, INSMET.

**Pérez, R. et al (2000):** Cronología de ciclones tropicales que afectaron a Cuba desde 1789 hasta 1999. UDICT - INSMET.

**Proyecto Cuba/94/003 (1998):** Desarrollo de las técnicas de predicción de las inundaciones costeras, prevención y reducción de su acción destructiva. Informe Técnico. PNUD - INSMET

### ABSTRACT.

*A three - monthly characterisation of atmospheric circulation is presented, along with the most significant weather features that affect Peninsula de Guanahacabibes, as well as the behavior of sea state and sea level oscillations on its coasts, taking into account the littoral shape and the topography of adjacent sea bottom.*