

## Measurement of hydrodynamic and environmental variables in Morrocoy, Venezuela

**Pedro Solana S., Bartolo Castellanos y Mauro Nalesso**

*Instituto de Mecánica de Fluidos, Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela, Apartado 47725. Caracas, Venezuela. E-mail: psolana@imf.ing.ucv.ve*

### Abstract

The results of measurements of sea level, water depth, three dimensional currents in several locations of the Morrocoy National Park, water waves and bottom temperature, as well as records of wind velocities and direction, air temperature and rainfall, during the period between May 2000 and March 2002, are shown. The analysis of the records of currents shows low intensity and dominated by the tide that interacts with the coastal system. The tide is defined as mixed, predominantly diurnal, with low amplitude. The rainfall season is located between the months of June and December. The monthly average air temperature reaches their minimum during the months of January and February, whereas the mean wind velocity is 4.4 m/s with a dominant direction of E-ESE.

**Key words:** Measurements, currents, tide, waves, rainfall, air and sea, temperatura, Morrocoy National Park, coastal environment.

## Medición de variables hidrodinámicas y ambientales en Morrocoy, Venezuela

### Resumen

Se presentan los resultados de las mediciones de niveles del mar, profundidad del mar, corrientes tridimensionales realizadas en diversos lugares del Parque Nacional Morrocoy, oleaje y temperatura en el fondo del mar, así como resultados de mediciones de velocidad y dirección del viento, temperatura ambiental y precipitación acaecida desde mayo 2000 hasta marzo de 2002. El análisis de los registros de corrientes en gran parte del Parque muestra velocidades de corriente de poca magnitud y dominada por la corriente de marea que interactúa con el sistema costero. La marea está definida como mixta, predominantemente diurna, con un rango de poca amplitud. La temporada de lluvias esta localizada entre los meses de junio a diciembre. Las temperaturas medias mensuales alcanzan su mínimo en los meses de enero y febrero, mientras que la velocidad media del viento es de 4.4 m/s con dirección dominante E-ESE.

**Palabras clave:** Mediciones, corrientes, marea, oleaje, precipitación, temperatura del mar y aire, Parque Nacional Morrocoy, ambiente costero.

### Introducción

El sistema costero del Parque Nacional Morrocoy ocupa una extensión de unos 320,9 Km<sup>2</sup>. y está ubicado en la parte nor-oeste central de Venezuela (Figura 1). La parte sur del parque es un sistema constituido por un conjunto de islas, salientes continentales, y lagunas comunicadas por canales de diversas profundidades. El sistema interno del parque está protegido del mar por

islas coralinas y comunicadas a este por diversos pasajes o bocas de menor o mayor extensión. Las de mayor extensión son las de Boca Paiclas y Boca Grande, seguidas por la de Boca Suanche y Boca Seca y por la boca que comunica a la Enseñada de Tucacas en Tucacas.

Este sistema costero fue objeto de un gran desastre ecológico ocurrido en 1996 y reseñado por la prensa local [1] y [2]. Gran cantidad de arrecifes

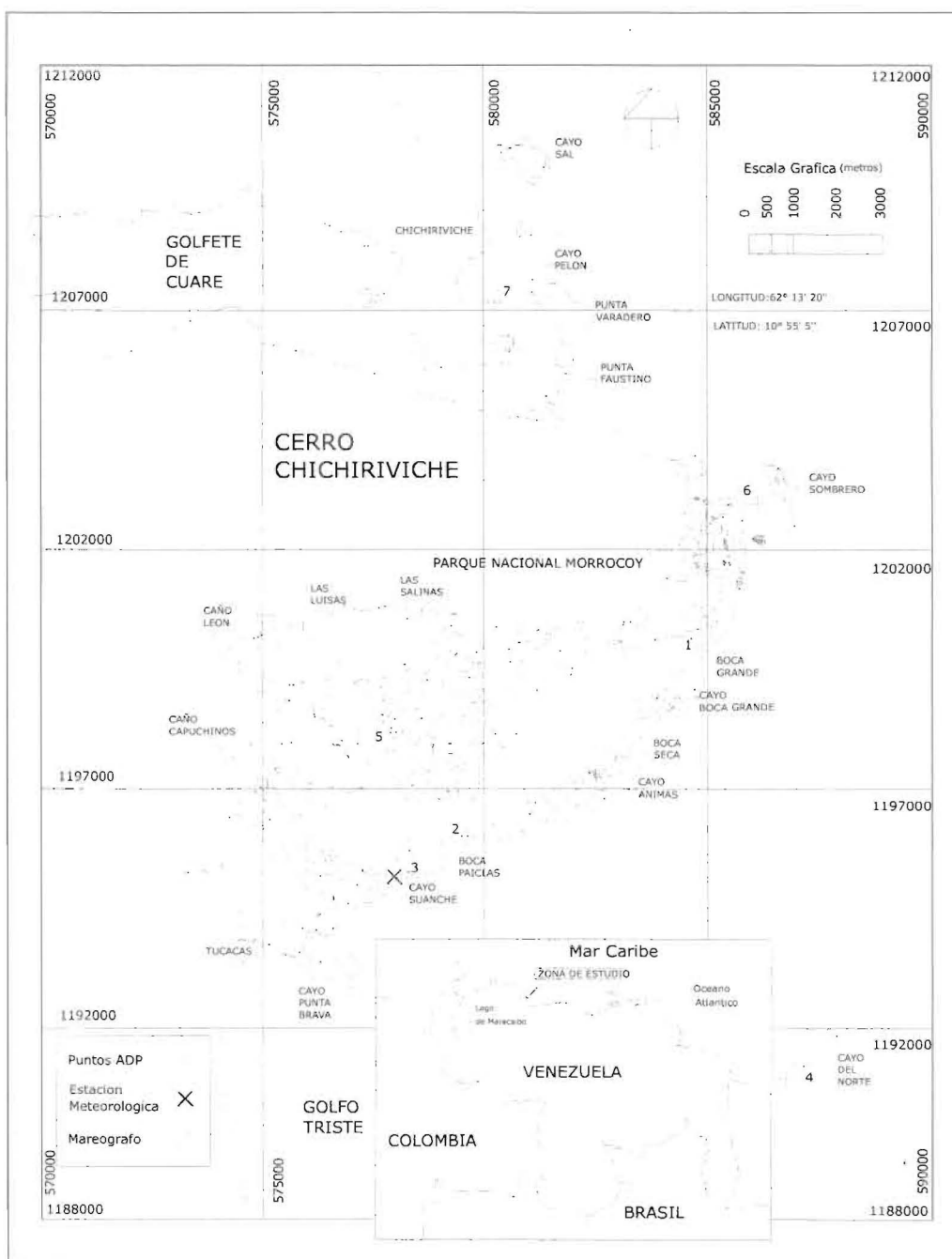


Figura 1. Mapa Geográfico del PNM indicando zona de ubicación de los equipos.

coralinos (mas del 50%) y otros organismos vivos, presentaron una mortandad masiva lo cual representa un fuerte impacto ambiental en la zona.

Laboy-Nieves y otros [3] han evaluado diversos parámetros para explicar las posibles causas de este desastre. Entre los parámetros de relevancia están: disminución sostenida de la tempera-

tura del mar, variaciones de la salinidad debido a fuertes lluvias, gran cantidad de sedimentos en suspensión, posibles derrames de petróleo y otros contaminantes y perturbaciones atmosféricas que provocaron días de inusual calma.

A raíz del desastre y en vista de la necesidad imperiosa de evaluar el estado actual del sistema

costero de Morrocoy, el FONACIT a través de la Comisión Nacional de Oceanología, creó lo que se conoce como la Agenda Morrocoy y aprobó un Macroproyecto denominado: Estudio integral del Sistema Parque Nacional Morrocoy con miras al desarrollo de planes de uso y gestión para su conservación donde se enmarca este trabajo. Como parte de este estudio se implementó una serie de mediciones de variables tanto hidrodinámicas como ambientales para conocer y registrar su variabilidad, tanto espacial como temporal, en la zona del Parque Nacional Morrocoy (PNM) y su zona de influencia.

Las mediciones realizadas son: mareas en diversos lugares, corrientes tridimensionales en la columna de agua, fijas pero continuas en el tiempo, y mediciones de corrientes localizadas en el Parque en puntos y a profundidades seleccionadas. Mediciones de oleaje (período y altura de ola significativa) y de temperatura en el fondo. Medición del viento, tanto en intensidad como en dirección. Medición de la temperatura del aire y precipitación. Además, se realizó un levantamiento batimétrico de todo el parque con el cual se generó un plano general batimétrico del PNM. Otras variables como las físico-químicas, calidad de agua, contenido de metales pesados en agua y sedimentos, etc. están siendo evaluadas por otros investigadores [4].

Toda esta información es indispensable entre otras cosas, para la calibración y puesta a punto de modelos hidrodinámicos numéricos que nos permitan conocer los patrones de corriente en el parque de tal forma de comprender la dinámica de los diversos agentes que afectan al sistema costero Parque Nacional Morrocoy.

### Información batimétrica

La campaña de mediciones para determinar las profundidades en el Parque fue realizada desde el mes de junio del 2000 hasta el mes de marzo del 2001. Las mediciones fueron hechas con un GPSMAP 185 Sounder (GARMIN) el cual fue calibrado y probó dar excelentes resultados. Dos motivaciones nos llevaron a realizar estas mediciones: por un lado no había información de ningún tipo dentro del parque y por el otro se requería como información fundamental para el posterior modelaje. Fueron tomados más de 9000 puntos, sin embargo, se considera una ba-

timetría de baja densidad. En la Figura 2 se muestra el mapa general batimétrico del PNM. Allí se pueden notar zonas donde existen profundidades hasta de 18 m, con canales profundos y zonas de bajos que se secan cuando ocurren las mareas extremas. En Boca Paiclas podemos apreciar profundidades de hasta 25 m. La profundidad real fue corregida tomando en cuenta la variación anual del nivel medio del mar de acuerdo al registro realizado por el mareógrafo colocado en la Marina El Ancla.

### Nivel del mar

El registro de la variación del nivel del mar fue realizado en tres diferentes localidades a la vez. Uno de ellos fue colocado en la Marina El Ancla (N: 10° 47,69', E: 67° 97,92', Figura 1) como ya se señaló. Este equipo es de la casa Valeport (mod. 740). La frecuencia de muestreo fue de 10 minutos. El sensor está colocado a un metro de profundidad media en un pilote de un muelle en dicha marina. Los otros sensores fueron colocados en diversos lugares ya que el sensor formaba parte del equipo de mediciones de velocidades ADP (Tabla 1). Un ejemplo de la información del nivel del mar se muestra en la Figura 3a. Como se puede observar, la marea es de poca amplitud y presenta componentes claras diurnas y semidiurnas.

La relación entre estas componentes se refiere al número de forma definido como:  $F = (K_1 + O_1) / (M_2 + S_2)$ , el cual indica la forma de la marea en el día (Dietrich, G., et. al. 1975 [5, 7]). Donde  $K_1$  es la componente lunisolar diurna,  $O_1$  componente lunar diurna,  $M_2$  componente lunar principal semidiurna y  $S_2$  componente solar principal semidiurna. De acuerdo a esto si  $F$  está comprendido entre 0 y 0,25 la marea es semidiurna, si  $F$  está comprendido entre 0,25 y 1,5 la marea es mixta, predominantemente semidiurna, si  $F$  está comprendida entre 1,5 y 3,0 es mixta, predominantemente diurna, y si  $F$  es mayor que 3,0 la marea es diurna. Realizando un análisis de Fourier, se encontró que  $F = 2,7$  lo cual corresponde a una marea mixta, predominantemente diurna. Por otro lado, con respecto a la geomorfología costera en el sistema PNM, la marea puede ser también clasificada como micromarea (Coastal Littoral Transport, 1992, [6]), ya que el rango de la marea es menor de 1 m.

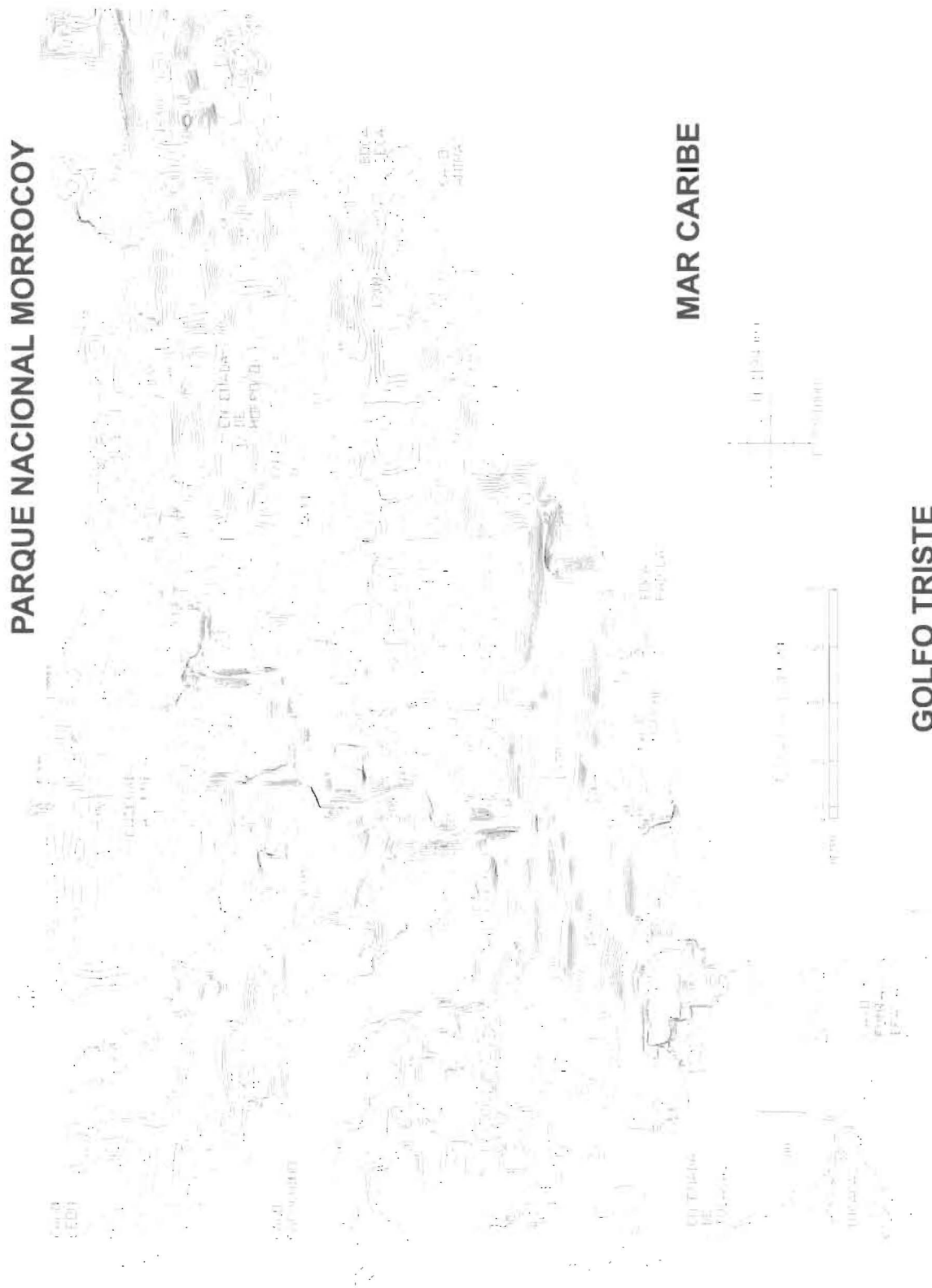


Figura 2. Mapa Batimétrico del PNM.

### Mediciones de corrientes

Se midió velocidad de la corriente con sendos medidores acústicos denominados Acoustic Doppler Profiler (ADP) los cuales fueron colocados en diferentes localidades en el área costera de Morrocoy. Esto fue logrado con 2 ADP Sontek de 1.5 MHz, colocados en el fondo del mar de forma independiente. Los equipos fueron instalados en bases de forma cónica especialmente diseñadas para tal fin y fijados en el fondo. Los ADP's midieron, temperatura del fondo, parámetros de oleaje, velocidades 3-D y nivel de la superficie libre. En la Tabla 1 se muestra los lugares donde fueron colocados, las coordenadas de ubicación de los equipos, la profundidad a la cual fue colocado y el período de trabajo de los mismos. En la Figura 1, se muestra la ubicación de los medidores en Morrocoy.

Desde julio 2000, hasta febrero del 2001 los equipos registraron cada cuarto de hora, mientras que desde febrero 2001 hasta enero del 2002 el intervalo de medición fue cada media hora. Los sensores fueron colocados a una profundidad real de aproximadamente 50 cm. del fondo. El equipo toma velocidades promedio en cada una de las celdas en las cuales se ha dividido la profundidad (ancho de celda 1 m). Por la naturaleza del equipo, las mediciones superficiales no son confiables ya que la superficie libre es variable y puede presentar datos erróneos. También es importante señalar que como el equipo trabaja con información acústica, y de forma autónoma, necesita la densidad del fluido, para lo cual se asumió como valor promedio en todas las mediciones

una concentración de 34 ppt, lo cual puede incidir en algún error no evaluado para la corrección de la velocidad de propagación del sonido en el medio.

A continuación, en la Figuras 3b-3e, se presentan 4 de los registros para otras localidades donde fueron colocados los equipos. En cada uno se presentan la ubicación, los niveles del mar, las magnitudes de las corrientes horizontales, y la dirección de la corriente. En la Figura 3b se presentan los registros en Boca Paiclas. Se tomó en este caso la celda correspondiente a 11,82 m. de profundidad. A simple vista se observan velocidades de baja intensidad con valores máximos en el orden de 14 cm/s y valores medios del orden de 4 cm/s. No se observa un patrón definido dependiente de la marea lo cual sugiere que otros factores pudieran ser relevantes. Con los ADP no se toman en cuenta las celdas que están cerca de la superficie, por lo tanto sería difícil cuantificar la influencia del viento en dichas mediciones. Más adelante se presenta el análisis espectral realizado a alguna de las series de tiempo representadas en estas mediciones. En el caso de la serie de tiempo para el registro de velocidades se suavizó utilizando una media móvil de tres puntos.

En la Figura 3d se pueden apreciar los registros para Boca Grande para el caso de la celda a 6,63 m de profundidad. La magnitud de la corriente es de menor intensidad que para el caso de Boca Paiclas, estando en el orden de 3,5 cm/s. Aquí se puede apreciar la influencia de la componente de marea, especialmente durante la marea viva. Es de señalar que Boca Grande tiene orien-

Tabla 1  
Ubicación de los equipos ADP

Ubicación	Latitud (N)	Longitud (E)	Profundidad (m)	Período de trabajo
1. Boca Grande	10° 51' 00"	68° 13' 40.9"	17.5	11/07/00 – 02/07/01
2. Boca Paiclas	10° 48' 57.8"	68° 16' 23.8"	22.5	11/07/00 – 02/07/01
3. Boca Suanche	10° 48' 27.5"	68° 17' 13.2"	16.0	03/07/01 – 02/08/01
4. Cayo Norte	10° 46' 36.4"	68° 12' 11"	33.0	02/08/01 – 8/10/01
5. El Paso	10° 50' 4.9"	68° 17' 16.2"	15.7	08/10/01 – 1/11/01
6. Cayo Sombrero	10° 52' 47.7"	68° 12' 53"	19.5	03/07/01 – 8/01/02
7. Boca Golfete de Cuare	10° 54' 51"	68° 16' 1.7"	10.0	01/11/01 – 8/01/02

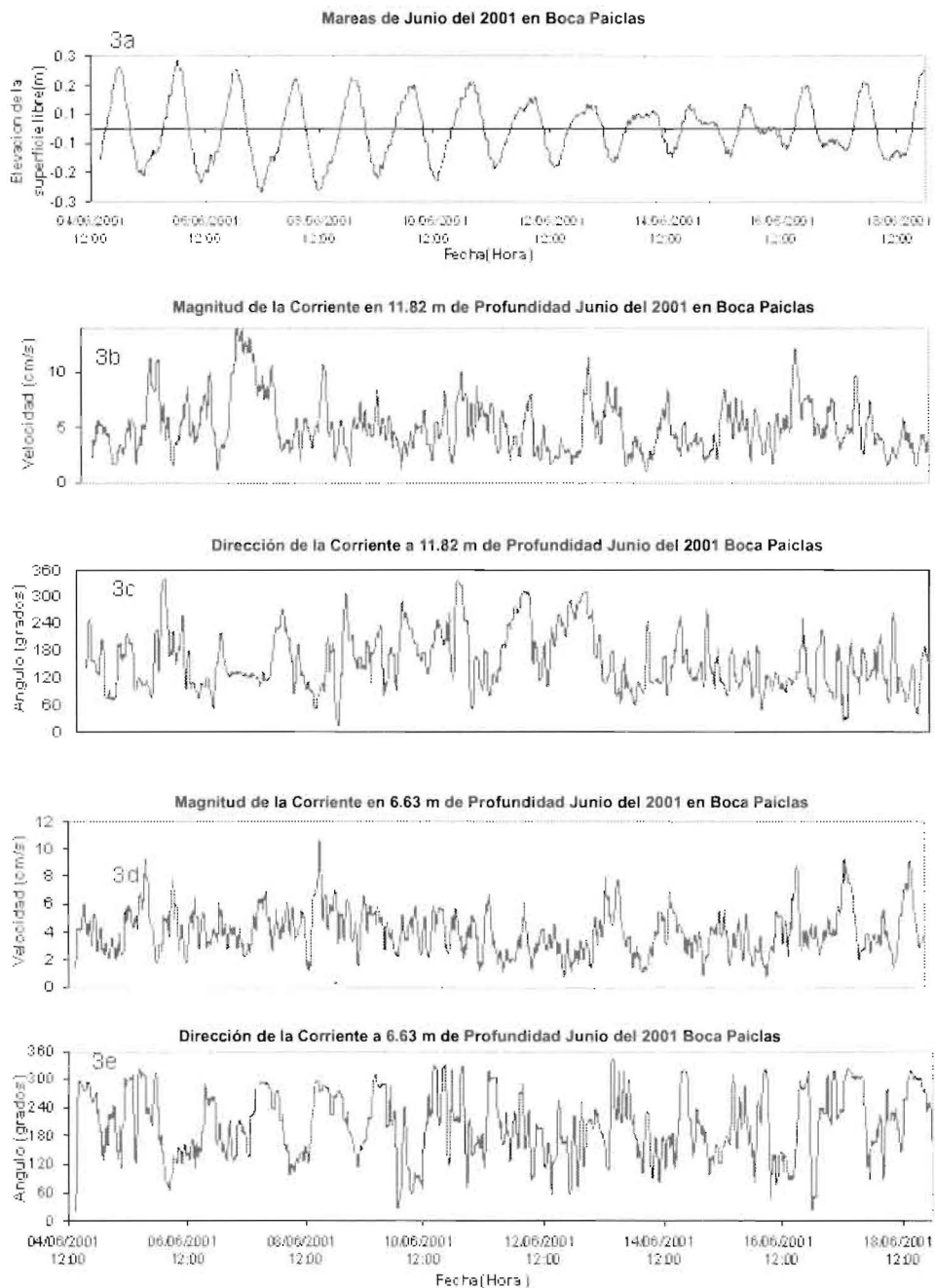


Figura 3. a. Nivel del mar en Boca Paiclas, b. Corrientes en B. Paiclas, c. Dirección de la corriente B. Paiclas, d. Corriente en Boca Grande, e. Dirección de la corriente en Boca Grande.

tación este-oeste por lo que las direcciones de las corrientes están dirigidas básicamente en esa dirección, alrededor de  $320^\circ$  corriente entrante y  $120^\circ$  corriente saliente del Parque

En la Figura 4a se aprecia el registro de marea en Cayo Sombrero. En las Figuras 4b-4c

se muestran los registros de corrientes para Cayo Sombrero para el caso de la celda a 15,32 m de profundidad. La serie de tiempo de la corriente muestra intensos valores de corriente, especialmente para el momento de marea muerta, alcanzándose valores de hasta 35 cm/s. Lo

más notorio de este registro es que se presenta una componente en dirección casi norte, orientada de acuerdo al eje del canal que hay entre Cayo Sombrero y el continente, y que se mantiene por varios días. Esta corriente debe ser parte de la corriente geostrofica.

En las Figuras 4d-4e se presentan las series de tiempo para el registro en la boca del Golfete de Cuare. Este es un registro para la segunda celda cerca del fondo, a 8.1 m de profundidad. Como se desprende de la serie de tiempo de la dirección de la corriente, el registro es bastante regular y

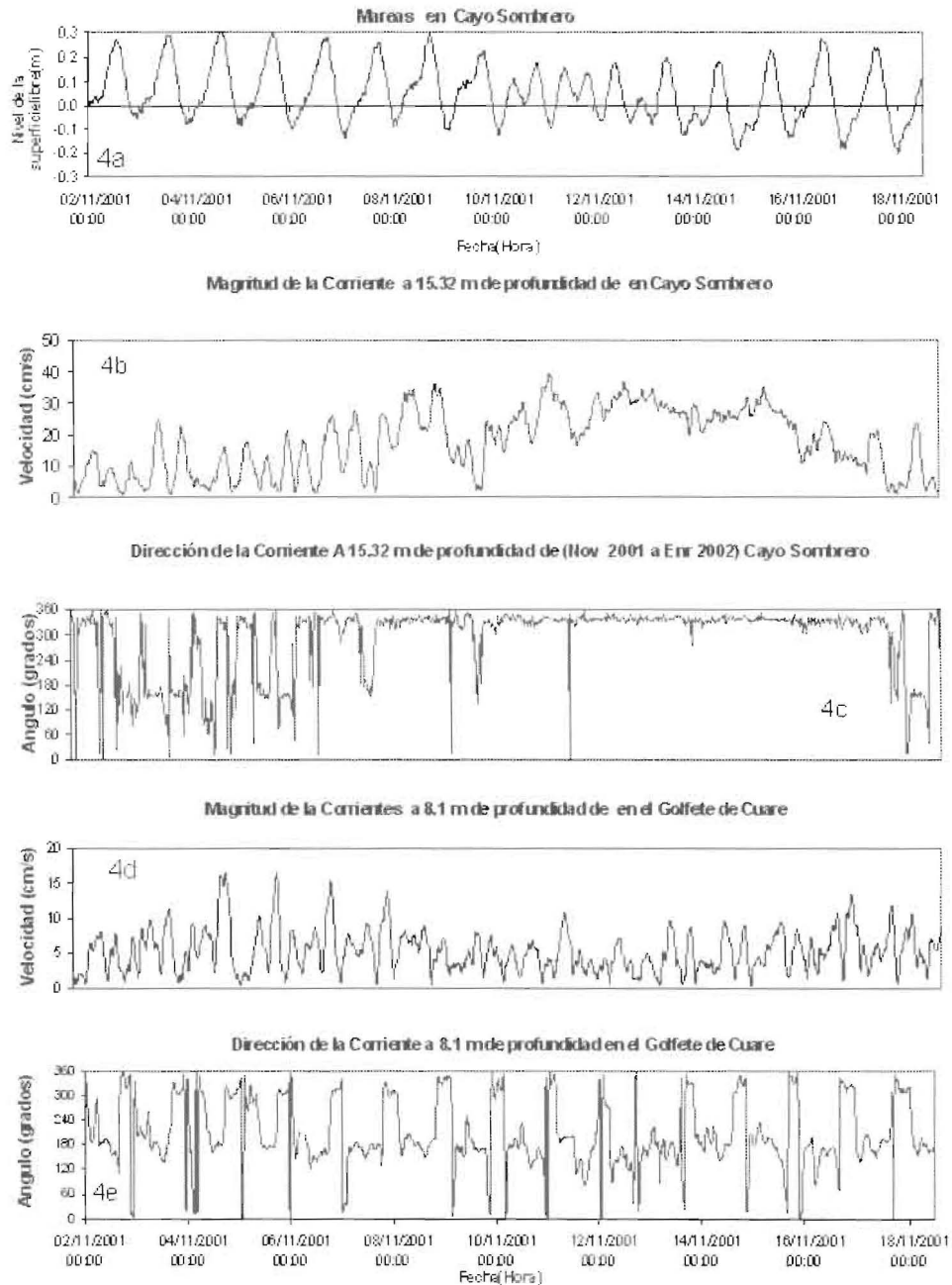


Figura 4. a. Nivel del mar en Cayo Sombrero, B. Corriente en C. Sombrero, c. Dirección de la corriente C. Sombrero, d. Corriente en Boca Golfete de Cuare, e. Dirección de la corriente en Boca G. de Cuare.

cíclico estando en fase con la marea, lo cual evidencia que la dinámica del Golfete de Cuare está dominado por dicha fuerza.

**Espectros de marea y corrientes**

Para evaluar que tanto peso tienen las corrientes inducidas por las mareas en cada una de las series de tiempo, se realizó un análisis espectral en cada una de las series de tiempo aquí presentadas, más otras que no se representan por razones de espacio. Para esto se aplicó la transformada coseno de la función de autocovarianza estimada, lo cual en la práctica es como pasarle un filtro tipo coseno a la serie de tiempo.

En la Figura 5a se muestra el espectro de la marea o nivel del mar para el caso del registro de la boca del Golfete de Cuare. Aquí claramente se observa las componentes diurnas y semidiurnas de la marea, más algunas componentes de período superior a las 73 horas. En los espectros mostrados en este trabajo se ha representado en el eje horizontal

el periodo en lugar de la frecuencia de forma de poner en evidencia las componentes principales.

De la Figura 5b a la 5h se representan los espectros de las componentes de velocidad E-O y N-S para las series antes señaladas y otras. Para la boca del Golfete de Cuare, Figura 5b, se observa que las componentes dominantes son las componentes diurnas y semidiurnas de la marea en dirección Norte-Sur. En la Figura 5c se muestra el resultado para las series de tiempo en Cayo Sombrero, donde se aprecia que si bien las componentes correspondientes a la marea están presentes, existen otras de frecuencia menor que son tan importantes como las de marea. En la Figura 5d se muestra el espectro para Boca Grande, donde se aprecia que además de las componentes de marea existen otras componentes de frecuencia menor a la diurna.

En Boca Suanche, Figura 5e, la situación es un poco diferente en el sentido que, además de las componentes de marea, se aprecian períodos de corrientes inferiores a estas, que oscilan entre 1,5

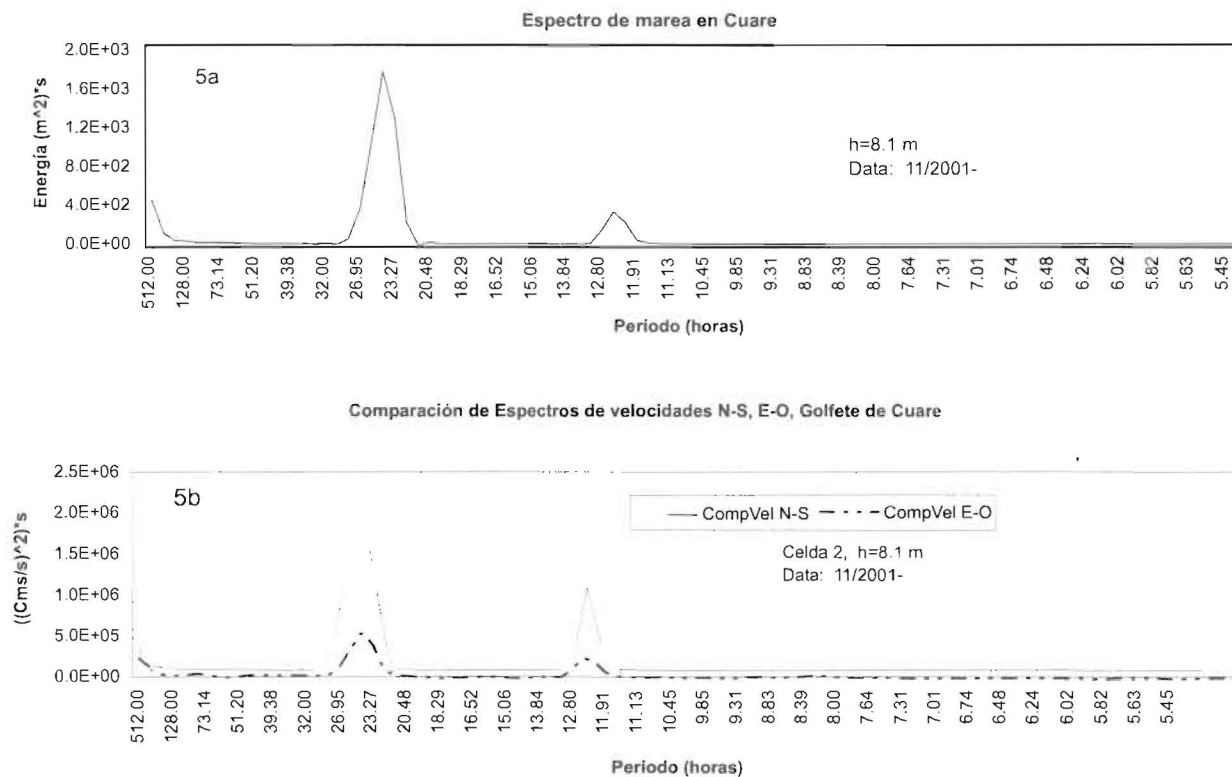


Figura 5. a-b Espectros de marea y corrientes en la boca del Golfete de Cuare.



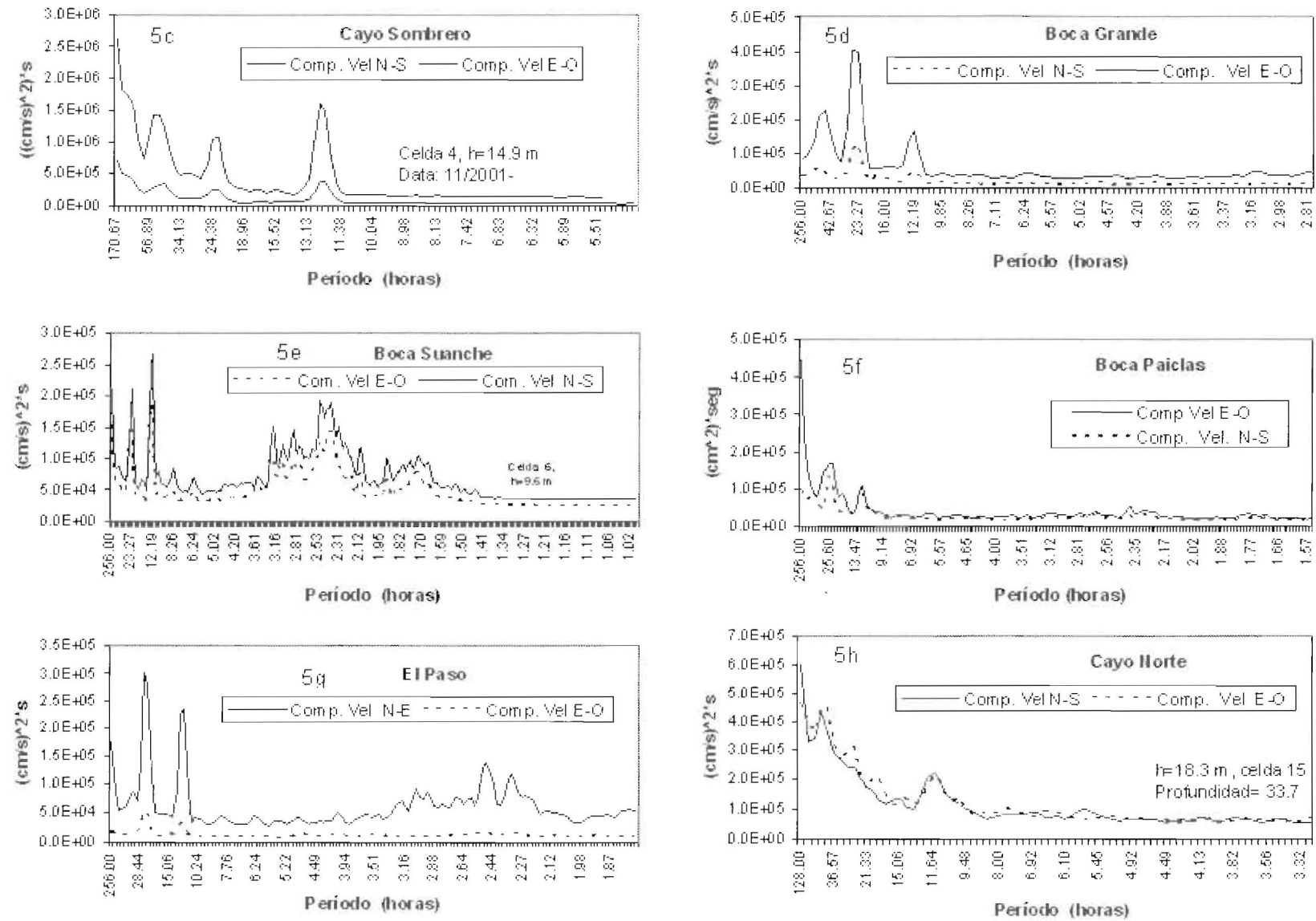


Figura 5 c-h. Comparación de los espectros de velocidades N-S, E-O, para las localidades estudiadas.

y 3,6 horas. Esto coincide con observaciones de lugareños que nos han indicado de este proceso. Algo parecido a los resultados que se obtienen en Boca Suanche se ha observado en la zona del Puente de Tucacas, (puente que une la población de Tucacas con Cayo Punta Brava) es decir que, existen fuertes corrientes, de mayor intensidad que en Boca Suanche y con frecuencia aparentemente diferente a la de las mareas. Esto será objeto de un estudio posterior.

En Boca Paiclas, Figura 5f, el análisis espectral nos indica que las componentes de marea están presentes, aunque existen componentes de período mayores a 30 horas que contienen gran cantidad de la energía de la serie. La magnitud de la componente diurna es de menor intensidad que en Boca Grande.

En lo que se ha denominado El Paso, Figura 5g, la situación es parecida a Boca Suanche, es decir, están presentes las componentes de marea y en mayor intensidad, y existen componentes de períodos comprendidos entre 2 horas y 3,5 horas. Es posible que estas componentes estén controladas por fenómenos locales de interacción de las mareas con los contornos y las entradas de agua al Parque. En Cayo Norte, Figura 5h, (Figura 1) la situación es diferente a lo que en general se ha observado en los otros espectros, sólo se observa la componente semidiurna de la marea presentándose gran cantidad de energía en períodos superiores a los de la componente antes señalada. El equipo en Cayo Norte fue colocado fuera de los límites del parque a unos 7 Km. costa afuera de Playa Mero.

### **Información de temperatura en el fondo**

Los equipos ADP registraron las temperaturas en el fondo durante todo el tiempo que fueron instalados los ADP. Las series de tiempo en Boca Grande y Boca Paiclas fueron de casi un año. En el presente trabajo sólo se presentan los resultados de Cayo Sombrero, donde el equipo estuvo instalado a 19,5 metros de profundidad y se registró continuamente desde el 3 de julio del 2001 hasta el 8 de enero del 2002. Fueron registrados más de 5 grados de diferencia entre el mínimo y el máximo. Este registro se puede observar en la Figura 6a. Se realizó el análisis espectral a la serie de tiempo y el resultado se presenta en la Figura 6b, donde se

puede ver que existe cierto grado de periodicidad en la serie para períodos de más de un día y de más de dos días, aunque la mayor frecuencia esta en períodos altos, mayores de 9 días.

A la luz de estos registros, es evidente que la frecuencia con que se presentan cambios importantes de temperatura, no están relacionados con las mareas y se deban a otros procesos oceanográficos no estudiados en este trabajo. Esas grandes variaciones de temperatura no se han reflejado en las mediciones superficiales que se han realizado (Martín, 2002, [4], Bone, D. y et al. [8]) habiéndose registrando temperaturas mensuales superficiales en el orden de 28°C.

### **Medición del oleaje**

Las mediciones del oleaje fueron realizadas con los sensores colocados en los ADP. Sólo en Boca Grande, Boca Paiclas y Cayo Norte fue activada la función de oleaje del equipo ya que en las otras localidades no había efecto del mismo. El intervalo de medición fue de 2 Hz y la duración de la serie fue de 256 s. De julio 2000 hasta febrero 2001 se midió cada media hora, mientras que de febrero 2001 hasta julio 2001 cada hora. En Cayo Norte la profundidad de colocación del equipo fue de 33 m. por lo que la información recogida debe ser analizada con cuidado ya que la sensibilidad del equipo disminuye con la profundidad. El grupo de datos más representativos fue tomado en Boca Grande y Boca Paiclas. En Boca Grande el equipo estaba colocado en un lugar orientado hacia el este y con poca interferencia de los contornos que permitió obtener un buen grupo de datos. Los resultados del análisis del oleaje para Boca Grande pueden verse en la Figura 7 donde se pueden apreciar alturas de ola significativa de hasta 1 m y períodos del oleaje dominante bastante uniforme comprendido entre 4 y 6 s relacionado a oleaje generado por viento local. Sólo en pocas ocasiones fue registrado oleaje de mayor período que indicara la presencia de oleaje de tormenta. Los registros del equipo colocado en Boca Paiclas presentaron una tendencia similar a la de Boca Grande excepto que la magnitud de la altura de ola significativa era de menor intensidad.

### **Información de vientos, temperatura del aire y de lluvia**

Para la adquisición de información de viento, lluvia y temperatura del aire, se utilizó un equipo

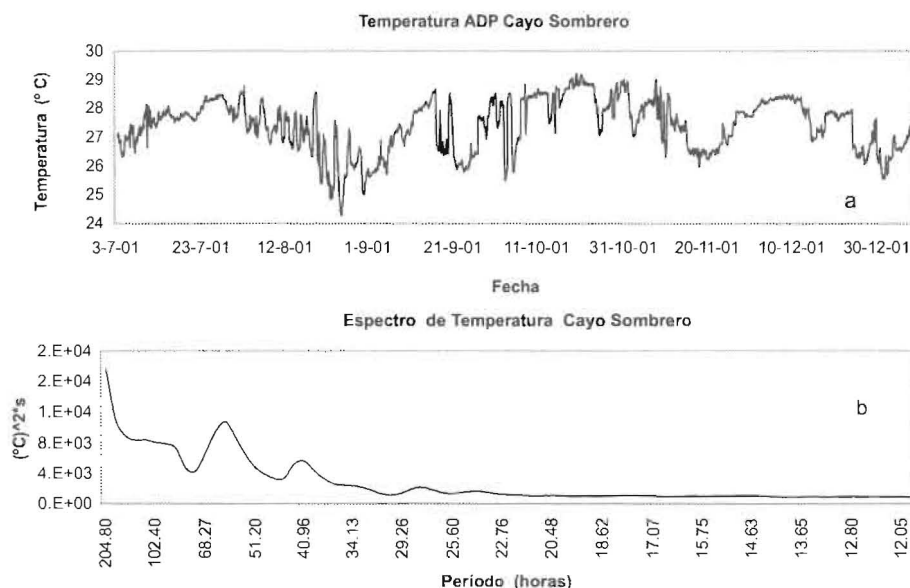


Figura 6. a. Serie de tiempo de temperatura en Cayo Sombrero. b. Espectro de temperatura.

de la Davis Instrument (Weather Wizard III). Este equipo fue colocado en punta Suanche (Figura 1) en una base construida especialmente para tal fin. El anemómetro se colocó a 5,3 m del suelo, a unos 20 m del mar y aproximadamente a 1,5 m sobre el nivel medio del mar. La información de viento y lluvia fue registrada cada media hora al término de la cual el equipo toma los valores en los 15 s subsiguientes. La información de lluvia si es recolectada en su totalidad. En la Figura 8 se muestran los valores medios mensuales recabados hasta la fecha. Allí se puede observar que la variación anual media tanto de la temperatura promedio como de la velocidad del viento es relativamente pequeña. La intensidad del viento es mayor desde noviembre a junio, mientras que de agosto a octubre alcanzan sus valores mínimos. La velocidad media de todo el registro de velocidades del viento fue de 4,4 m/s. Se realizó un análisis de ocurrencias discriminado en rangos de velocidades y dirección del viento, encontrándose que la mayor ocurrencia del viento era de procedencia E, 48,09%, mientras que de procedencia ESE era del 30,47%. Los valores más frecuentes del viento están comprendidos para el rango entre 3 y 6 m/s. Estos registros son característicos de la influencia de los Vientos Alisios al noroeste del país.

Con respecto a la temperatura del aire, durante los meses de diciembre a febrero se presen-

tan las temperaturas mínimas, mientras que las temperaturas máximas ocurren en los meses de agosto a octubre. La temperatura media de todo el registro fue de 27,2°C

Con respecto a la lluvia se presenta también en esa figura la precipitación mensual de todo el período registrado, es decir, de junio-00 hasta marzo-02. Se puede observar claramente la tendencia del período de lluvia que empieza en junio y termina en diciembre. La precipitación máxima alcanzada durante todo el registro fue en el mes de diciembre-01 de 278,4 mm.

## Conclusiones

Se han realizado mediciones de diversos parámetros hidrodinámicos y ambientales en el sistema costero Parque Nacional Morrocoy llevados a cabo desde junio 2000 hasta marzo 2002. Los parámetros hidrodinámicos medidos son: marea, profundidad del agua, corrientes tridimensionales en diversas localidades, oleaje, temperatura en el fondo del parque. Los parámetros ambientales son: precipitación, viento y temperatura del aire.

Las mediciones de niveles del mar indican que la marea es mixta, predominantemente diurna, de pequeña amplitud (< 1 m). Se realizó un mapa general batimétrico de toda la parte confinada por las islas coralinas.

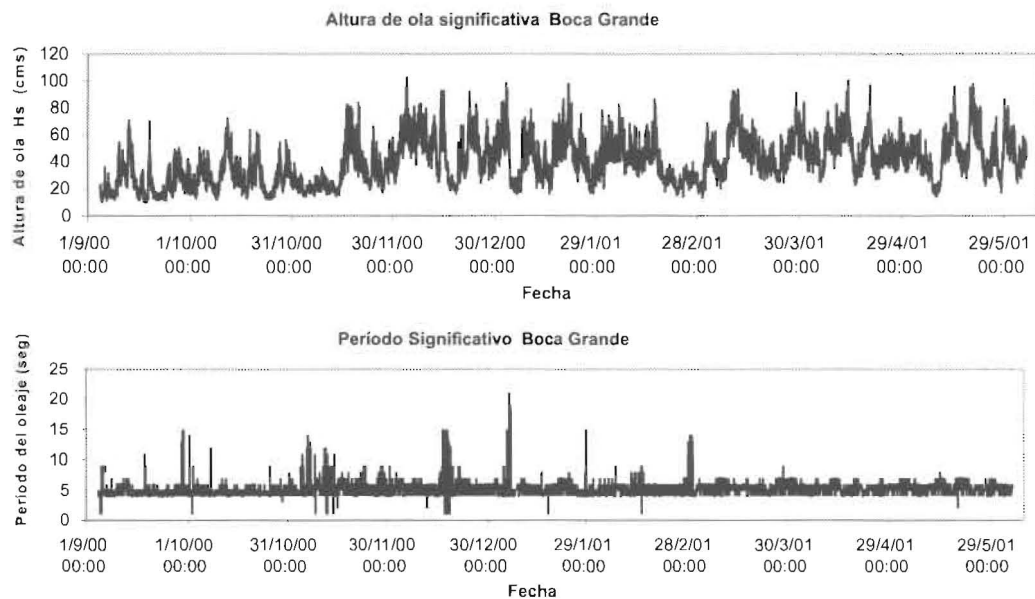


Figura 7. Información del ADP en Boca Grande altura de ola significativa y período del oleaje.

Las mediciones de corrientes tridimensionales indican que la hidrodinámica del Golfete de Cuare y Boca Grande están dominadas por las componentes de marea. En Boca Paiclas además de las corrientes de marea existen otras componentes importantes las cuales no han sido identificadas al igual que en El Paso y Punta Suanche donde la energía asociada a períodos de pocas horas es significativa. Se compararon (no mostrados en este trabajo) los registros simultáneos de marea disponibles y no se apreció ningún posible efecto de resonancia en la zona estudiada. En Cayo Sombrero y en Cayo Norte existen otras componentes, además de las de marea, notorias, que nada tiene que ver con la de marea donde se aprecian corrientes del tipo geostrófico. Los equipos colocados en Cayo Sombrero y Cayo Norte están ubicados en localidades que se pudieran identificar como no confinadas.

Es importante señalar que tanto, Boca Grande como Boca Paiclas, son de dimensiones muy grandes, Boca Grande tiene unos 500 m. y Boca Paiclas unos 700 m. lo cual indica a las claras que las mediciones realizadas de ningún modo son conclusivas del patrón de corrientes generales que entran y salen por allí.

No se ha presentado la información de las corrientes verticales, que en algún caso pudieran

ser de importancia, especialmente en el intercambio de agua entre diferentes profundidades. En general, la información mostrada en este trabajo sólo refleja parte del análisis, por lo que una conclusión definitiva sobre las corrientes deberá de postergarse ya que solo se muestran series de tiempo a una determinada profundidad. Es difícil cuantificar la influencia del viento con las corrientes medidas ya que el equipo utilizado (ADV) no toma en cuenta las celdas que están en la interfase agua-aire. Un estudio numérico general de corrientes esta siendo realizado para determinar el patrón de corrientes en el parque tomando en cuenta tanto marea como vientos.

Los registros de oleaje en Boca Grande indican que el oleaje medido es principalmente local con periodo en el orden de 4-6 s y alturas de ola variable de hasta 1 m. El oleaje registrado en Boca Paiclas es de menor magnitud, aunque los períodos son similares a los de Boca Grande.

La información de viento, de relativa poca intensidad promedio y dirección prevaleciente del E-ESE, son característicos de esa zona, así como los datos de lluvias recolectados.

Toda esta información está siendo utilizada por diversos investigadores para comprender los procesos que se llevan a cabo en el sistema costero

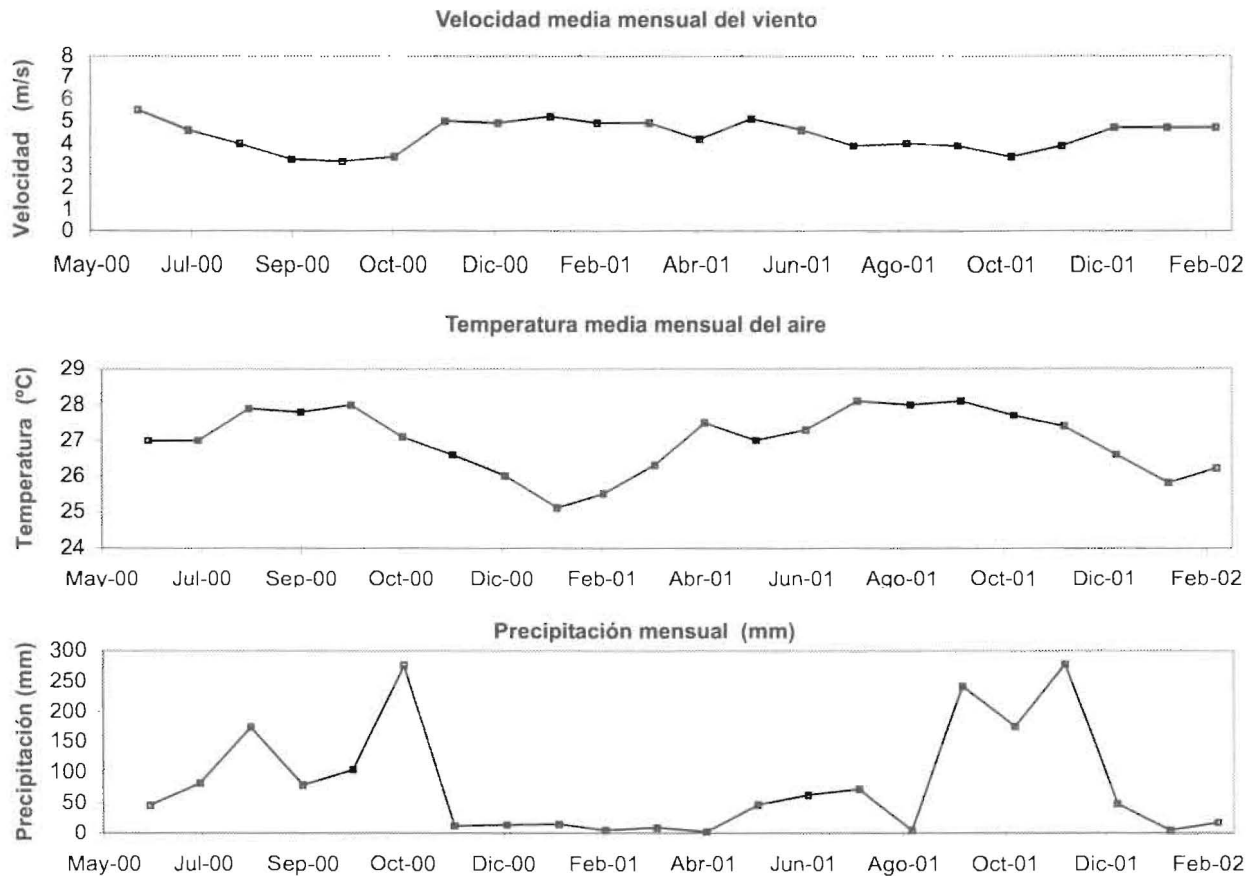


Figura 8. Estación Punta Brava. Velocidad y temperatura media mensual. Precipitación mensual.

de Morrocoy y contribuir a un mejor manejo de los recursos con que cuenta dicho sistema costero.

### Agradecimiento

Deseo expresar mi agradecimiento al FONACIT por haberme suministrado el soporte financiero para la realización de este trabajo. También quiero agradecer a aquellas personas que me apoyaron en las campañas de campo así como aquellas que lo hicieron en el procesamiento de información, especialmente a Donato Gargiso, por su importante colaboración en la puesta a punto de los equipos y en el procesamiento de datos.

### Referencias Bibliográficas

1. Ledesma, C., El Nacional, Morrocoy, un paciente en estado crítico. Cuerpo c. 26-sep, 1996.
2. Cohen, E., El Globo, Pág. 14, 2-dic, 1996.
3. Laboy-Nieves, E., Klein, E., Conde, J.E., Losada, F., Cruz, J.J., y Bone, D.: MassMortality of Tropical Marine Communities in Morrocoy, Venezuela, Bulletin of Marine Science 68 (2): pag. 163-179, 2001.
4. Martín, A.: Evaluación de los Parámetros Físico-Químicos en el Parque Nacional Morrocoy y Zonas Aledañas, Venezuela, 1 informe 2001 FONACIT, Estudio Integral del Sistema Parque Nacional Morrocoy con Miras al Desarrollo de Planes de Uso y Gestión para su Conservación.
5. Dietrich, G., Kalle, K., Krauss, W., Siedler, G.: General Oceanography, Second Edition, Wiley-Interscience, 1980.
6. Department of Army, U.S. Corp of Engineers, Coastal Littoral Transport, 1992.
7. Herrera, L.E., Febres, G.A., Avila, R.G.: Las Mareas Venezolanas y su Amplificación en la

- Región del Delta del Orinoco, Acta Científica Venezolana 32: 299-306, 1981.
8. Bone, D., Spiniello, P., Solana, P., López, J., La Barbera, A., Martín, A., García, E., Zoppi, E., Gómez, S., Vera, B., Villamizar, E., Pérez, D., Barreto, M.B., Miloslavich, P., Klein, E., Bitter, R., Losada, F., Posada, J.: "Estudio Integral del Sistema Parque Nacional Morrocoy con Miras al Desarrollo de Planes de Uso y Gestión para su Conservación", IX COLACMAR, Colombia, 2001.

Recibido el 26 de Junio de 2003

En forma revisada el 12 de Mayo de 2004