

## EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DEL VIENTO EN LOS PERÍODOS DE LLUVIA Y SEQUÍA EN EL VALLE SUBMARINO DE ARAYA, VENEZUELA. I PARTE

QUINTERO ANTONIO<sup>1</sup> & TEREJOVA GALINA

*<sup>1</sup> Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela  
e-mail: aquinter@udo.edu.ve*

**Resumen:** La evaluación del viento es tarea fundamental para la comprensión de la dinámica de nuestros mares. La falta de información meteorológica es aguda y no se cuenta con mediciones meteorológicas sistemáticas en extensas regiones del nororiente de Venezuela. El objetivo del presente trabajo es describir el comportamiento de los parámetros del viento en el área del valle submarino de Araya en el campo de las condiciones climáticas imperantes en la región del Caribe. Para la evaluación de los parámetros del viento, se empleó la información meteorológica aportada por una estación meteorológica automática Campbell CR 1000, situada en 10° 38' 2,8" Lat. N, 64° 02' 57,7" Long. W, 35 msnm. La información recabada correspondió a los meses de febrero y marzo del 2011 (período de sequía) y los meses de agosto y septiembre del mismo año (período de lluvias) y consistió en observaciones horarias de la velocidad y dirección del viento. El campo de los vientos al sur del mar Caribe relacionado con las altas presiones del Atlántico Norte en la estación seca, muestra velocidades de 4,0 m/s - 5,0 m/s y la dirección procedente del primer cuadrante se extiende en la baja tropósfera hasta los 3,0 km. En la temporada de lluvias, el anticiclón de Las Azores se muestra debilitado y desparramado, resultando incluso dos centros (Azores propiamente dicho y los Sargazos). En la temporada de lluvias, los vientos son menos intensos y disminuyen a 2,0 m/s - 3,0 m/s. El debilitamiento del anticiclón propicia la manifestación de otras estructuras atmosféricas y altera el régimen de los vientos alisios. Lo anterior se respalda en las mediciones puntuales, así, la velocidad media del viento en febrero y marzo fue de 5,1 m/s y 4,9 m/s, respectivamente. Durante esta época son predominantes los vientos con dirección E-ENE 69,2% (40,2% del E y 29,0% del ENE). En agosto y septiembre, la velocidad del viento disminuyó a 3,7 m/s y 3,4 m/s, respectivamente (3,6 m/s en promedio). Durante esta temporada, los vientos son más dispersos y provienen de todas las direcciones posibles. La preponderancia de los vientos E disminuye a 25,7% en agosto y a 20,1% en septiembre, mientras que los vientos del ENE disminuyen a 18,0% en agosto y a 14,9% en septiembre.

**Palabras clave:** península de Araya, campo del viento, estación meteorológica automática.

**Summary:** Wind evaluation is fundamental for understanding our sea dynamics. Lack of meteorological information is acute and there are not systematic meteorological measures in extended regions of Venezuela northeastern area. The aim of these study is to describe wind parameters behavior in Araya underwater valley, in the frame of weather conditions of Caribbean region. In order to evaluate wind parameters, information was taken from an automatic Cambell CR 1000 meteorological station located at 10 ° 38' 2,8" Lat. N, 64 ° 02' 57,7" Long. W, 35 meters above sea level. The information collected corresponds to February and March 2011 (dry season) and August and September of the same year (rainy season) and it consisted of time observations of speed and direction of wind. The field of winds of the South of the Caribbean Sea was related with high pressures in the North Atlantic dry season, showing speeds of 4.0 m/s - 5.0 m/s and the direction from the 1st quadrant extends in the low troposphere up to 3.0 km. In the rainy season, the anticyclone of Azores is weak and scattered, resulting even in two centers (Azores itself and Sargasso). In the rainy season, winds are less intense and decrease to 2.0 m/s - 3.0 m/s. The weakening of the anticyclone encourages the manifestation of other atmospheric structures and it altered the regime of trade winds. The above is supported in specific measurements, this way, the average speed of the wind in February and March was 5.1 m/s and 4.9 m/s, respectively (4.9 m/s). During this time, there are predominant winds with direction E-ENE 69.2% (40.2% and 29.0%, respectively). In August and September the wind speed decreased to 3.7 m/s and 3.4 m/s respectively (3.6 m/s). This season, the winds are more disperse and come from all possible directions. The preponderance of E winds decreased to 25.7% in August and 20.1% in September, while winds from ENE decreased 18.0% in August and 14.9% in September.

**Key words:** Araya peninsula, field wind, automatic weather station.

### INTRODUCCIÓN

La región nororiental de Venezuela situada entre Carúpano y Cumaná no cuenta con mediciones meteorológicas sistemáticas y la región del valle

submarino de Araya (Fig.1) no está cubierta por este tipo de observaciones.

De los parámetros meteorológicos sabemos de trabajos anteriores, que por ejemplo, las precipitaciones

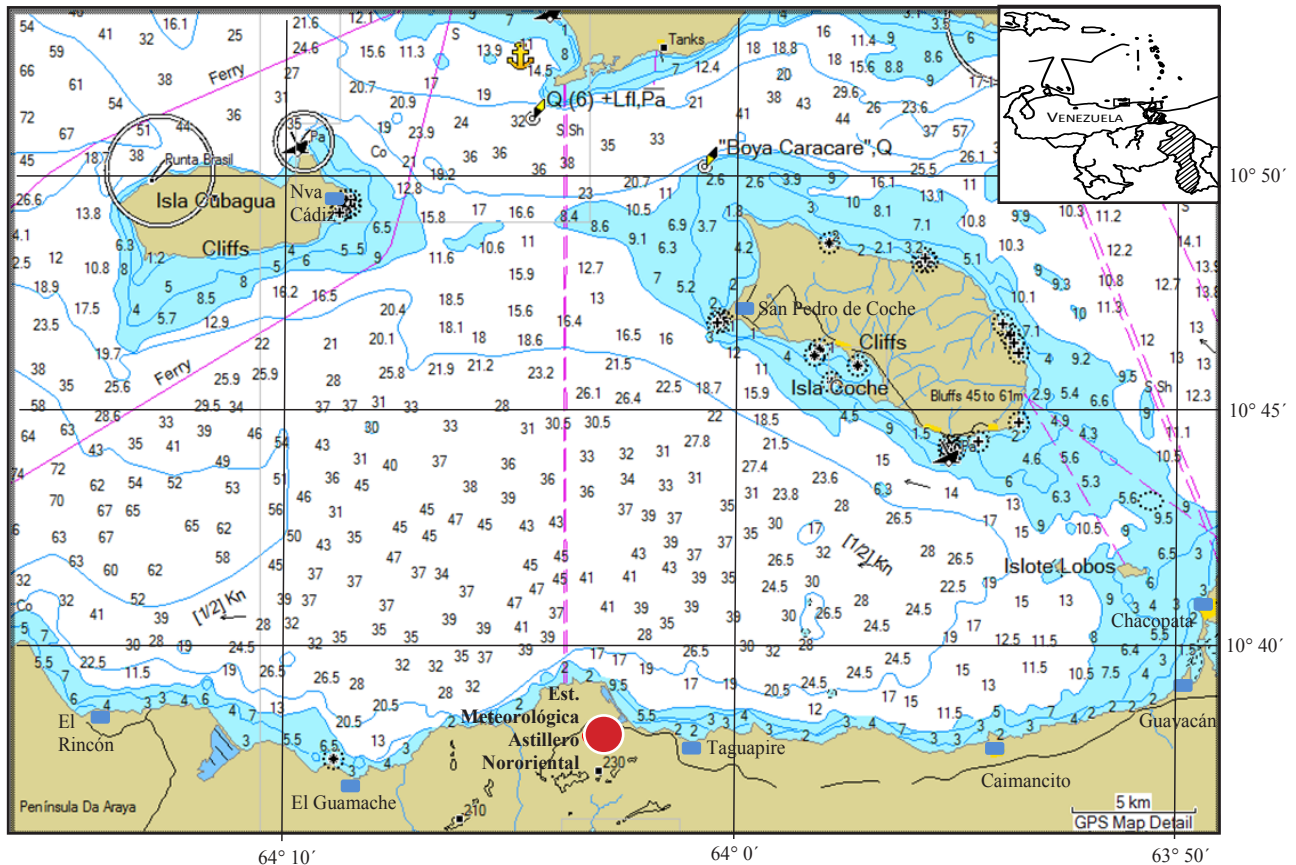


Fig. 1. Ubicación de la estación meteorológica en el área de estudio (GARMIN, 2007).

son muy escasas y oscilan cerca de los 300 mm según VILA (1965). Sin embargo, las mediciones de la Estación Meteorológica de Las Salinas de Araya, que estuvo localizada en el extremo occidental de la península en el período 1949-1979, mostraron que las precipitaciones son de 247 mm. Los ríos son intermitentes, de carácter estacional (CARABALLO 1982), condicionando la naturaleza semidesértica con la característica vegetación xerófila de monte espinoso (LIÑERO-ARANA & GONZÁLEZ 2008). Este hecho hace que las prácticas agrícolas sean limitadas, aunque por el carácter de planicie se ha tratado, además de la industria salinera, incentivar la acuicultura mediante la construcción de estanques. Otra actividad que se estuvo desarrollando hasta hace poco fue el cultivo de “la sábila” *Aloe vera*.

De acuerdo a la humedad relativa (70-75%) observada en la zona de Guayacán (QUINTERO & TEREJOVA 2010), el nivel de condensación de las nubes estaría ubicado a la altura de 550 - 660 m. La mayor altura registrada en el área de la península de Araya corresponde al cerro Cariaco

con 573 m, ubicado a 5 km de la línea costera al sur de la población de Caimancito. De modo que incluso las precipitaciones orográficas son muy limitadas para el área del valle submarino de Araya y de allí en parte la razón del carácter semiárido de la zona (FOGHIN-PILLIN 2002).

En cuanto al viento, sabemos, que el valle submarino de Araya al igual que la costa sur del mar Caribe está bajo la influencia de los vientos Alisios, que inducen el fenómeno de la surgencia, consistente en el ascenso de aguas profundas y frías cargadas de nutrientes al estrato superficial del mar siendo esto el origen de la riqueza marina de la zona (ROA-MORALES & OTTMAN 1961). OKUDA *et al.* (1978) y FEBRES (1974), con base en la información meteorológica recabada en la Estación Meteorológica San Luis del IOV da cuenta de la influencia del viento sobre la surgencia local. TEREJOVA *et al.* (1998) evaluaron el viento en base a la información recabada en la Estación Meteorológica de Carúpano y llegaron a la conclusión que la información reportada no se corresponde con el

clima marino. Sobre este hecho también llamaron la atención FREON & ANS (2003), quienes cuestionaron la representatividad de los vientos marinos por la información reportada desde las estaciones terrestres. Esto tiene sentido si se considera que por ejemplo, las estaciones meteorológicas convencionales de Carúpano y Barcelona, estaban ubicadas lejos de la línea costera y eran influenciadas por el microclima imperante en las estaciones mismas y por tanto, difícil de hablar de la representatividad del clima marino en esas estaciones.

Como ya se mencionó, en el área del valle submarino de Araya la información meteorológica disponible es escasa debido, entre otras, a la falta de estaciones meteorológicas. Por ello, la realización de observaciones con equipos adecuados, aporta información para la caracterización del viento y demás parámetros meteorológicos. Su evaluación es importante para el estudio y comprensión de la dinámica de nuestros mares, por cuanto es el responsable de la formación de las corrientes marinas en la superficie del mar y las ondas cortas como las olas (HERRERA & FEBRES 1975). A su vez, estos parámetros atmósfero-marinos determinan la riqueza biológica de la que depende buena parte de la población de la zona (QUINTERO *et al.* 2002).

Por tanto, el objetivo del presente trabajo es describir el comportamiento de los parámetros del viento en el área del valle submarino de Araya, en el campo de las condiciones atmosféricas imperantes en la región del Caribe en las épocas de sequía y lluvias.

## METODOLOGÍA

### Descripción de la zona

El área del valle submarino de Araya está limitada al sur por la península de Araya, al norte por el arco formado por las islas de Coche y Cubagua, al este por la prolongación del arco Morro de Chacopata - isla de Coche, al oeste se comunica libremente con la Cuenca de Cariaco (Fig. 1).

La información disponible sobre la morfología marina es escasa y sólo nos podemos valer de las cartas pesqueras del Hno. GINÉS (GINÉS 1972) y las cartas batimétricas desarrolladas por la Armada de Venezuela a través de Dirección de Hidrografía y Navegación - Observatorio Cagigal (COSTA DE VENEZUELA 2015). Estas cartas compiladas en el programa "Blue Chart" de Garmin (2007), presentan al valle submarino de Araya como una hondonada con inclinación hacia la depresión de Araya (FEBRES-ORTEGA & HERRERA 1975) en la Cuenca de

Cariaco, la cual no debe ser calificada como "Fosa" por sus características morfométricas, según comunicación verbal de JAIME BONILLA (2010).

La batimetría del valle submarino es regular y se incrementa paulatinamente desde el vértice Chacopata - Coche hacia la depresión de Araya donde alcanza profundidades mayores a 500 m.

Con una profundidad media de 19 m, el valle submarino de Araya es un cuerpo semicerrado con un grado de aislamiento de la plataforma de Los Testigos y Cuenca de Cariaco igual a 0,31. El valle tiene tres aberturas o canales de comunicación:

- Morro de Chacopata - Coche de 9 km (Umbral de Chacopata), sólo tiene un corredor de 2,5 km con profundidades cercanas a 9 m y en la porción restante la profundidad promedio es de 4-6 m.

- Coche - Cubagua con 16 km (Umbral de Coche), tiene un corredor de 5 km con profundidades de 10-11 m. La porción restante tiene 5 m de profundidad promedio.

- Cubagua - Araya de 15 km (Umbral de Araya). Comunica libremente el valle submarino con la Fosa de Cariaco.

Como consecuencia, el intercambio de aguas del valle submarino de Araya por el este y norte es limitado y sólo es efectivo por la depresión de Araya de la Cuenca de Cariaco.

El valle submarino de Araya tiene una longitud oeste - este de 48,8 km entre Punta Escarceo y el Morro de Chacopata y en la dirección norte - sur, entre Punta Nueva Cádiz y bahía Salinas, la longitud es de 22,9 km.

Los Islotes La Tuna dividen el valle submarino de Araya en dos porciones. La porción oriental es de dimensiones menores y de pendiente más suave. En las inmediaciones del promontorio de Chacopata se localiza el archipiélago Lobos-Caribe (MARCANO *et al.* 1996), constituido por los dos islotes de Los Lobos e Isla Caribe (BALDA 1963), de mayores dimensiones y habitada por unos pocos pescadores.

La porción occidental del valle submarino forma una pendiente continua desde la depresión de Araya, delimitada por la isobata de 500 m de profundidad en la Cuenca de Cariaco, hasta la cresta de 36 - 43 m de profundidad situada frente a bahía Salinas. En adelante, por el eje central del valle y frente a Morros de la Peña se localiza una depresión de 47 m y que llamaremos

Depresión de Taguapire. En esta depresión los habitantes de Taguapire practican la pesca artesanal del camarón, el fondo de la cual está compuesto de un sedimento limo-arcilloso en suspensión, que impide la penetración de las ondas acústicas de la ecosonda Valeport de 210 khz y dificulta la toma de muestras de sedimento con dragas livianas. De la depresión de Taguapire y siempre por el eje central se alcanza los islotes La Tuna.

El valle submarino de Araya por el norte está separado del de Margarita por el umbral Cubagua, mientras que en la frontera sur, orientada longitudinalmente de oeste-este, sobresalen Pta Escarceo en el extremo occidental y Pta. Morros de la Peña en la parte central, ambos separados por bahía Salinas. Hacia el este del valle submarino se encuentra el Morro de Chacopata, el cual está formado por sedimentos de origen sedimentario (QUINTERO *et al.* 2006), mientras que la porción central de la península de Araya tienen sedimentos de origen metamórfico. El Morro en su costado occidental es constantemente erosionado. Parte del material arrastrado se deposita inmediatamente al oeste del morro, donde viene formando lagunas y flechas (QUINTERO *et al.* 2005).

De acuerdo a los trabajos de CARABALLO (1982) y SCHUBERT (1972), la península de Araya forma una lengua de tierra que se extiende desde la estribación de Cariaco hasta las salinas y población de Araya. Las elevaciones son poco pronunciadas en la parte occidental (tomado de Google Earth 2015) donde las mayores alturas son del orden de 100 m (cerro El Bobo, cerro Feo, cerro El Macho). Esta región de cara al valle submarino de Araya la conforman rocas cuaternarias de la formación Cerro Barrigón. La parte central se extiende del suroeste (Merito - Laguna Grande) al noreste (oeste de la población de Caimancito) y está conformada por elevaciones de unos 200 m de la formación Manicuaire y formación Laguna Chica. La porción oriental tiene las mayores elevaciones y alcanzan los 500 m (Cerro Cariaco, Cerro Chacopata y Los Botones). La porción oriental correspondiente a la formación Carúpano está separada de la central por una hondonada que corre igualmente del noreste al suroeste.

La isla de Coche situada al noreste del valle tiene 14 km de longitud (del NW al SE) y 6 km de ancho (de NE a SW), ocupa una superficie de unos 55 km<sup>2</sup> y su punto más alto se eleva a 57 m. Por el litoral occidental se extienden salinas y arenales y no cuenta con corrientes permanentes de agua. Su población está concentrada en unos pocos caseríos situados en la costa meridional, especialmente en

la capital del municipio Villalba, San Pedro de Coche. La isla es una especie de mesa con un relieve ondulado por la erosión y ligeramente inclinada de norte a sur. La porción este y sur de la isla está conformada por importantes acantilados, en la que sólo hay un sitio exento de estos y por donde pasan las tuberías que suplen de agua, electricidad y gas a la isla, servicios que han propiciado una incipiente industria turística.

La isla de Cubagua situada al norte del valle submarino de Araya tiene 9,3 km entre Pta. Nueva Cádiz y Pta. La Horca y 3,2 km de ancho. Posee forma elíptica con el eje más largo de este a oeste y una superficie de 24 km<sup>2</sup>. La costa se compone de acantilados de 5 - 7 m de altura en el sur y de 20 - 24 m en el norte, con diversas playas intercaladas. Las mayores elevaciones están alineadas de oeste a este siendo la mayor igual a 54 m.

#### Medios empleados

Para el logro del objetivo propuesto, se ubicó una estación meteorológica automática (EMA) Campbell modelo CR 1000 en una elevación (35 msnm) libre de obstáculos y accesible desde todos los puntos cardinales frente al saliente de Morros de la Peña en las coordenadas: 10° 38' 02,8" Lat. N, 64° 02' 57,7" Long. W. (Fig. 1 y Fig. 2).

La información meteorológica recabada para el presente trabajo correspondió a los meses de febrero y marzo del 2011, correspondiente al período de sequía y los meses de agosto y septiembre del mismo año correspondiente al período de lluvias (TEREJOVA *et al.* 1998). La información



Fig. 2. Estación Meteorológica Astillero Nororiental, en el interior una estación automática Campbell CR 1000.



procesada consistió en observaciones horarias de la velocidad y dirección del viento.

La información total recabada fue filtrada y se le aplicaron las siguientes banderas de calidad:

1. Exclusión de datos fuera del conjunto.
2. Exclusión de datos fuera de orden para el fenómeno observado.
3. Exclusión de datos fuera de orden para la región.

Una vez verificada la calidad de los datos, estos fueron tabulados. Para el análisis de la información recabada se empleó el Método Descriptivo, consistente en la adquisición de datos objetivos, precisos y sistemáticos que pueden usarse en la Estadística Descriptiva.

A la par de las mediciones y observaciones realizadas en las tres estaciones señaladas, también se emplearon imágenes del satélite GOES (NOAA 2013) y productos del programa Reanalysis NCEP/NCAR (NOAA 2013).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### A. Condiciones Atmosféricas de la Región

El tiempo meteorológico durante la época seca estuvo determinado por la influencia de las altas presiones subtropicales en el Atlántico Norte (sistema anticiclónico Azores-Bermudas). Los vientos preponderantes, llamados vientos alisios, asociados a las altas subtropicales se destacaron por la persistencia y constancia con que actuaron sobre la región.

Sin embargo, en el transcurso del mes de febrero se presentaron algunas alteraciones en el campo bórico, especialmente a partir de la segunda década. El anticiclón de las Azores se ubicó prácticamente sobre la península Ibérica y el de Bermudas fue migrando y mostrando variaciones de la presión en el centro. Esto permitió la formación de baja presión en el Atlántico tropical en la periferia de las altas subtropicales.

La inestabilidad atmosférica observada los últimos días de febrero fue causada por los restos de un frente frío en el mar Caribe y una vaguada en la tropósfera alineados con las costas venezolanas. Los vientos alisios del E y NE se encargaron de transportar el aire húmedo hasta Venezuela.

Para la situación sinóptica descrita fue característica la presencia de las bandas nubosas tipo estratiforme que generaron las lluvias acaecidas en las aéreas costeras sobre todo en la región nororiental del país. En el mapa de

contenido de “agua precipitable” en la atmósfera resalta su elevado contenido ( $48\text{--}49\text{ kg/m}^2$ ) en toda la zona oriental durante los días 21-27 de febrero en comparación con la norma o promedio para el período ( $36\text{ kg/m}^2$ ).

Para el siguiente mes (marzo), el tiempo meteorológico estuvo igualmente determinado por la influencia del sistema anticiclónico en el Atlántico. En gran parte del mar Caribe se registró el patrón subsidente, estabilidad atmosférica y poca humedad. En la superficie y niveles bajos de la tropósfera predominaron los vientos alisios (Fig. 3). Sin embargo, durante el mes se presentaron ciertas situaciones sinópticas cuando en los niveles medios y altos de la tropósfera prevaleció un régimen de vientos de moderados a fuertes con componente SE. Esta corriente transportó aire cálido y húmedo contribuyendo a la inestabilidad en los estados costeros del país y propiciando precipitaciones débiles.

Finalizando la segunda década del mes de marzo y hasta mediados de la tercera, el sistema de altas subtropicales se mostró debilitado y desorganizado. En este período, en el Atlántico tropical, en la periferia anticiclónica, se presentaron pequeñas zonas de baja presión acompañadas de vaguadas. La influencia indirecta de estas vaguadas, combinada con los vientos moderados en la altura, originó inestabilidad atmosférica y mantos nubosos en la franja costera produciendo así lluvias y lloviznas.

En la última pentada del mes, el sistema anticiclónico se mostró fortalecido y se ubicó al sur de las islas Azores. Con esta situación meteorológica prevaleció el buen tiempo en gran parte del territorio nacional, caracterizado por los vientos alisios muy persistentes y fuertes.

Para la segunda época del año durante el mes de agosto, el tiempo meteorológico en el país estuvo determinado por el paso de ondas tropicales, la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) y la influencia indirecta de las tormentas tropicales que se desplazaron al norte del mar Caribe.

Agosto se inició con una perturbación cerca de las Antillas Menores con características de tormenta tropical, la cual posteriormente se denominó EMELY. Ésta no afectó directamente el territorio nacional. Sin embargo, las bandas nubosas que acompañaron esta baja presión alcanzaron las costas orientales del país originando precipitaciones de débiles a moderadas.

En la última década de agosto entró al mar Caribe la tormenta tropical IRENE que se convirtió en primer huracán de la temporada. Pasó por todo el Arco Antillano

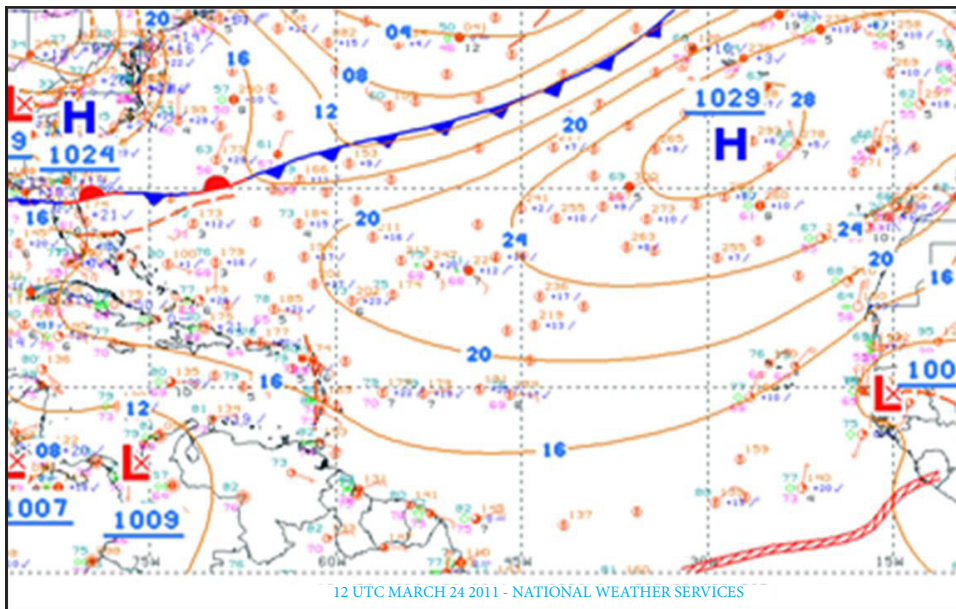


Fig. 3. Mapa de análisis de superficie correspondiente al 29/03/2014, 12:00 UTC.

sin causar ningún efecto directo, pero activó y arrastró la Zona de Convergencia Intertropical lo que generó núcleos nubosos y precipitaciones dispersas (Fig. 4).

Con referencia a las ondas tropicales, agosto del 2011 resultó ser el mes de menor cantidad de éstas desde el 2006, registrando sólo 6 ondas tropicales. La interacción de las ondas con la ZCIT reforzada por los efectos del calentamiento diurno ocasionó inestabilidad atmosférica, áreas nubosas y precipitaciones débiles y dispersas.

Las altas subtropicales durante el mes de agosto se mostraron menos fuertes de lo normal presentando anomalías negativas de la presión en todo el Atlántico tropical. Sin embargo, en el *interín* de disturbios tropicales, la influencia anticiclónica proporcionó buen tiempo con nubosidad parcial incrementada en horas de la tarde gracias a los efectos de la convección térmica, originando a veces precipitaciones vespertinas y nocturnas.

En septiembre, el tiempo meteorológico en el país fue cambiante, presentando alternancia de días despejados de buen tiempo con días nublados de cobertura nubosa de parcial a abundante, lo que fue originado por las diferentes situaciones sinópticas.

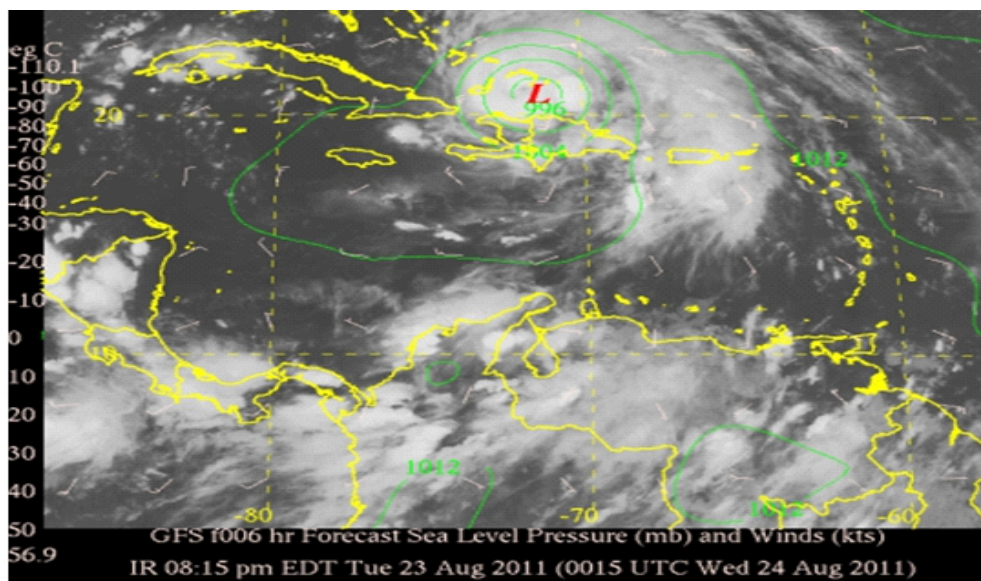
En el transcurso del mes de septiembre, al igual que en mes de agosto, ingresaron al mar Caribe 6 ondas tropicales, las cuales en su desplazamiento al norte del país, ocasionaron precipitaciones de diferente magnitud sobre

los estados costeros. La ZCIT interactuando con las ondas tropicales incrementaba la inestabilidad atmosférica y en consecuencia aumentando la pluviosidad, en septiembre estuvo más activa en su brazo occidental.

Durante el mes se registraron en la cuenca del Atlántico tres huracanes: Katia, María y Ophelia. Sus trayectorias estuvieron alejadas de nuestras costas y no afectaron directamente al país. Sin embargo, María, en su fase de tormenta tropical, al paso por las Antillas Menores arrastró la ZCIT trayendo mucha humedad y originando inestabilidad atmosférica en el Caribe oriental y las áreas costeras, lo que aumentó la cobertura nubosa y precipitaciones en el litoral venezolano.

Por otro lado, en septiembre se presentaron episodios relacionados con la presencia de la vaguada en los niveles medios y altos de la tropósfera. Esta situación originó precipitaciones prolongadas, especialmente en los estados costeros.

Al mismo tiempo, el anticiclón de las Azores se mostró extendido, con dos centros de acción presentando anomalías positivas hasta 2 mb en el Atlántico central. De modo que, las perturbaciones tropicales de este mes transitaron por la periferia de las altas presiones, alterando el régimen de los vientos alisios (Fig. 5). Al igual que en el mes de agosto entre los disturbios tropicales, la influencia anticiclónica proporcionó buen tiempo con nubosidad parcial incrementada en horas de la tarde por el calentamiento diurno.



#### Velocidad del Viento

Durante el mes de febrero, el viento con velocidades moderadas de 4m/s-5,5m/s se observó en toda la franja costera. Hacia la parte occidental del país, el viento fue más fuerte, mostrando en las costas del estado Falcón velocidades hasta 7,5 m/s. Los valores bajos de 1m/s-2 m/s se registraron en la parte continental (estado Amazonas). El viento tuvo el mismo comportamiento hasta la superficie de 700 mb, o que puede afectar hasta aproximadamente los 3 km de altura sobre el nivel del mar.

Durante el mes de marzo, el viento mostró el mismo patrón de distribución de las velocidades que en el mes de febrero, aunque las intensidades fueron inferiores en un 10% - 15%. Vientos con velocidades moderadas de 4,0 m/s a 5,0 m/s se observaron en toda la franja costera. Hacia la parte occidental del país, el viento fue más fuerte, mostrando en el estado Falcón (península de Paraguaná) velocidades de hasta 7,0 m/s. Los valores bajos de 1 m/s - 2 m/s se registraron en la parte continental (estado Amazonas).

En relación a la dirección del viento durante el mes de marzo, ésta mostró en toda la zona norte del país el predominio de los vientos provenientes del Este (valores negativos del viento zonal) con una componente del norte (valores negativos del viento meridional) desde la superficie hasta una altura de 3 km. Así, en el estrato 0-3 km de la atmósfera prevalecieron los vientos del primer cuadrante asociados a las altas subtropicales. En los

niveles más altos se mantenía el flujo del Este, pero ya con una componente del Sur.

La velocidad del viento durante el mes de agosto mostró un comportamiento en torno a sus valores normales en la mayor parte del territorio nacional. La celeridad del viento estuvo oscilando entre  $\pm 0,2$  m/s cerca del promedio, mientras que en toda la zona norte del país se registraron las anomalías negativas, indicando que las velocidades del viento fueron de hasta 0,4 m/s por debajo del promedio histórico, es decir, los vientos son algo más débiles de lo acostumbrado para ésta época del año. Dentro de esta zona, las regiones de Sistema Coriano y Lago de Maracaibo se destacaron por mayores anomalías negativas hasta -1,0 m/s. Al mismo tiempo en la parte central del país se visualizó un núcleo con velocidades del viento un poco más fuertes de lo normal presentando anomalías positivas de 0,4 m/s.

Con respecto a la dirección del viento en la superficie, éste estuvo asociado al sistema de vientos relacionados con el anticiclón de las Azores. En agosto, sobre el mar Caribe y la franja costera del país, predominó la corriente generalizada proveniente del Este.

El mes de septiembre mostró un comportamiento en torno a sus valores normales en la mayor parte del territorio nacional. El viento estuvo oscilando cerca del promedio registrando una leve variación de  $\pm 0,2$  m/s en la mayor parte del territorio nacional, mientras que en toda la franja norte



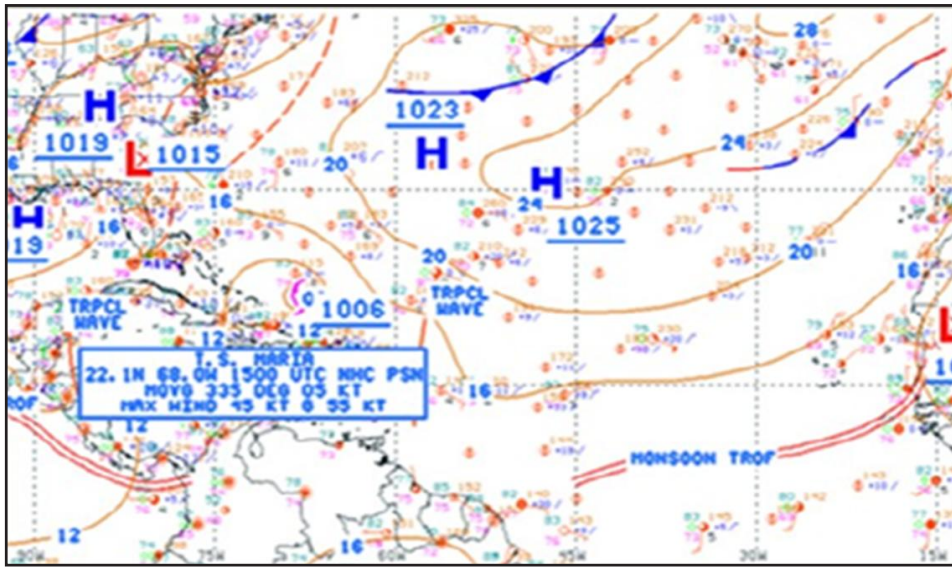


Fig. 5. Análisis de superficie. 13/09/2011, 12:20 UTC. Tormenta tropical María y onda del este en la periferia de las altas subtropicales.

costera (salvo el estado Carabobo) y regiones orientales del país se registraron anomalías negativas reducidas (hasta 0,4 m/s). Los vientos más débiles de lo normal se observaron en la península de Paraguaná y norte del estado Zulia. Aquí, la velocidad del viento estuvo por debajo del promedio histórico registrando anomalías negativas de -0,6 m/s.

En cuanto a la dirección en el mes de septiembre, esta mostró el mismo patrón de comportamiento que en el mes de agosto.

Por tanto, el viento en la zona de interés osciló cerca de los valores promedios históricos. Esa información se tiene en cuenta a la hora del análisis de los datos meteorológicos puntuales recabados en la estación meteorológica Astillero Nororiental (Fig. 1 y Fig. 2).

#### B. Comportamiento Puntual del Viento en la zona del valle submarino de Araya

##### Velocidad Media y Máxima

La velocidad media en el mes de febrero fue de 5,1 m/s. No obstante, resultó ser inferior con los promedios mensuales interanuales de las estaciones cercanas a la zona del estudio: Cumaná (5,8 m/s) y de Porlamar (5,9 m/s). En el mes de marzo el viento fue menos intenso que el pasado mes de febrero presentando una velocidad media de 4,6 m/s (Fig. 6). En agosto la velocidad media mensual fue de 3,7 m/s y en el mes de septiembre se mostró más débil presentando valores de 3,4 m/s.

Respecto a la velocidad máxima, el promedio de esta para el mes de febrero fue 7,7 m/s. La máxima fue de 9,3 m/s y se registró en 08/02/2011 y la menor de 4,6 m/s se observó el 19/02/2011 de modo que la amplitud de la velocidad máxima fue de 4,7 m/s. Mientras que en el mes de marzo el promedio de la velocidad fue de 7,0 m/s. El máximo valor de 9,9 m/s se manifestó el 30/03/2011, mientras que la mínima de 4,5 m/s fue el 11/03/2011.

El promedio mensual de la velocidad máxima para el mes de agosto fue de 6,0 m/s. El viento más intenso de 8,3 m/s se observó el 30/08/2011, mientras que el más débil de 3,3 m/s el día 22/08/2011. De tal modo que la amplitud de la velocidad máxima constituyó 5,0 m/s. La velocidad máxima para el mes de septiembre promedió 5,8 m/s. La más alta velocidad diaria de 8,3 m/s se observó el 15 de septiembre y el 26 se registró el viento más flojo y débil de 3,7 m/s. Así que la amplitud de la velocidad máxima constituyó 4,6 m/s.

La mayor ráfaga de viento en febrero se registró el 25/2/2011 finalizando la tarde (18:02 horas) y alcanzó 14,4 m/s. Sin embargo, hay que tomar en cuenta, que en la zona oriental las máximas ráfagas pueden alcanzar valores mucho más altos. Así, en las estaciones de Porlamar y Cumaná situadas cerca del área de estudio, en un período de observaciones de 10 y 20 años, respectivamente, fueron registradas para el mes de febrero máximas ráfagas de 21,9 m/s (78,8 km/h) y 20,5 m/s (73,8 km/h).



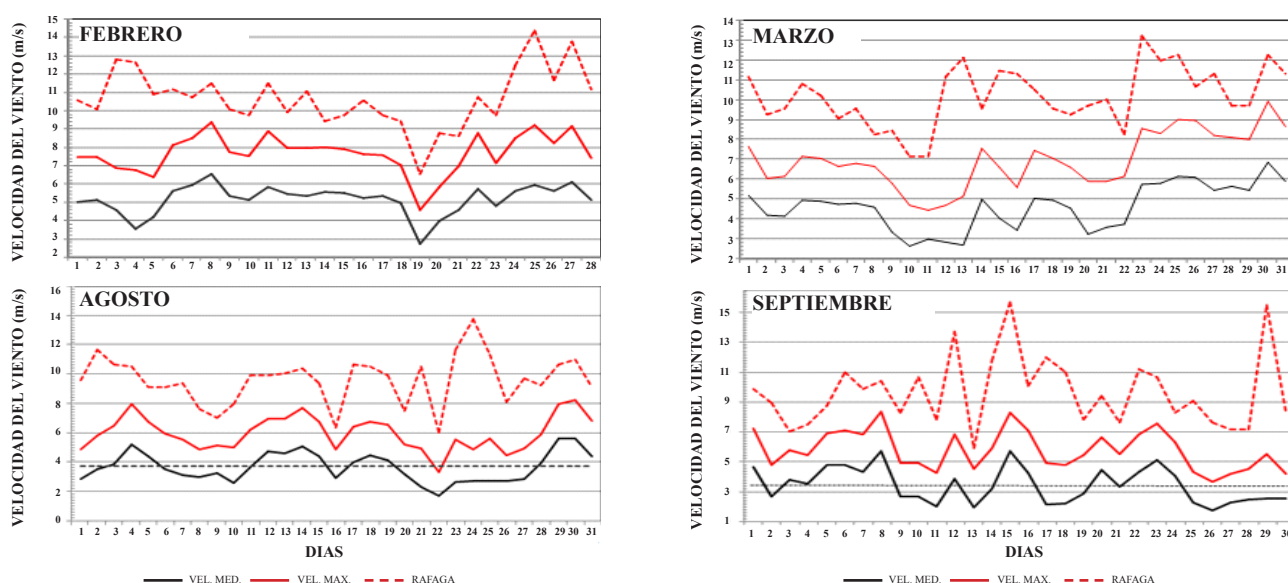


Fig. 6. Variación mensual de la velocidad del viento en febrero, marzo, agosto y septiembre del 2011, para el sector marino costero del valle submarino de Araya y áreas adyacentes.

En marzo, la mayor ráfaga de viento de 13,3 m/s (47,9 km/h) se registró el día 23/03/2011 a las 19:12 horas. En general, en la zona oriental para estas fechas las máximas ráfagas pueden alcanzar más de 76 km/h.

Las ráfagas de agosto fueron regulares. La máxima ráfaga del mes proveniente del NW alcanzó solo 13,7 m/s (49,3 km/h) y se observó el 24/08/2011 casi a la medianoche, a las 23:57 horas. Hay que llamar la atención, que en la región nororiental, específicamente en Porlamar, el sitio cercano a nuestra estación, en el mes de agosto las ráfagas pueden alcanzar una velocidad de 23,9 m/s (86,0 km/h).

En el mes de septiembre, la ráfaga mayor proveniente del SE tuvo lugar el 15/09/2011 a las 22:30 horas y alcanzó 15,7 m/s (56,5 km/h) resultando superior al del mes de agosto. En la estación meteorológica de Cumaná en el mes de septiembre durante el periodo 1984 - 2006 la mayor ráfaga detectada fue de 19,7 m/s (70,9 km/h).

#### Variación Diaria

En cuanto a la variación de la velocidad del viento en el transcurso del día, ésta presenta un mínimo y un máximo relacionado con el calentamiento diurno y el enfriamiento nocturno.

En el mes de febrero, las velocidades mínimas se observaron al amanecer, a las 06:00 horas de la mañana, con los valores de 3,5 m/s para velocidad media y 5,7

m/s para la máxima. Los vientos más fuertes del día fueron registrados a las 14:00 - 15:00 horas de la tarde alcanzando 6,6 m/s y 9,3 m/s para la velocidad media y máxima, respectivamente (Fig. 7).

En el mes de marzo, las velocidades mínimas se observaron a las 04:00 - 05:00 horas de la mañana, con los valores de 3,1 m/s para velocidad media y 5,2 m/s para la máxima. Los vientos más fuertes se registraron en horas de la tarde alcanzando 6,1 m/s de velocidad media y 8,8 m/s de velocidad máxima.

En el transcurso del día para el mes de agosto, la variación de la velocidad del viento tanto de la media como de la máxima, presentó un mínimo a las 06:00 de la mañana y un máximo a las 14:00 -15:00 horas. El viento más fuerte del día fue de 5,3 m/s y más débil de 1,7 m/s refiriéndose a la velocidad media. La velocidad máxima alcanzó su mayor valor de 8,1 m/s, mientras que la mínima celeridad fue de 3,4 m/s.

En septiembre, el viento más fuerte del día se registró a las 13:00, 5,1 m/s de velocidad media y 7,7 m/s de máxima. La mínima velocidad media de 2,0 m/s se observó a las 05:00 de la mañana, mientras que la de la máxima de 3,8 m/s se registró en la madrugada, a las 02:00 - 03:00 horas.

#### Frecuencia de la Velocidad Media

En el transcurso del mes de febrero predominaron los vientos de moderada intensidad mostrando un 91,7% de la

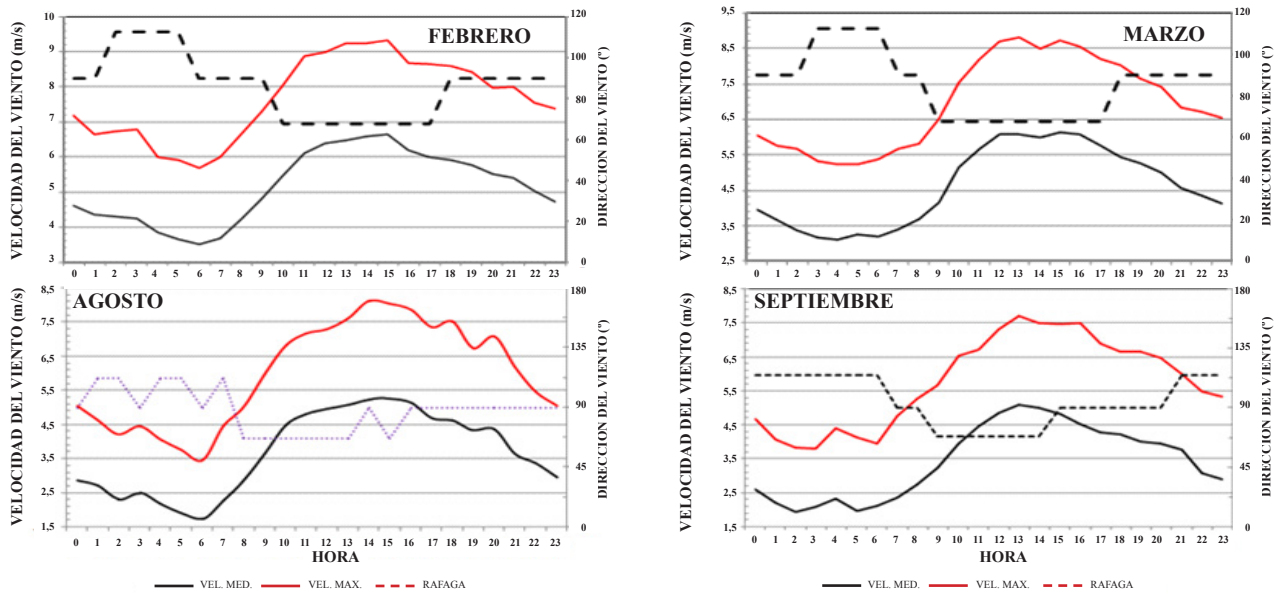


Fig. 7. Variación diaria de la velocidad del viento en los meses de febrero, marzo, agosto y setiembre del 2011.

frecuencia total. Dentro de este porcentaje, el mayor peso de 51,2% correspondió a los vientos con velocidades entre 2,9 m/s y 5,6 m/s, el restante de 40,5% representaron los vientos ubicados en el rango de 5,7 m/s a 8,3 m/s (Fig. 8). Los vientos fuertes con velocidades medias entre 8,4 m/s y 11,1 m/s tuvieron poca presencia y constituyeron solamente el 0,7% de la frecuencia total. La calma (velocidades del viento menores a 0,2 m/s) fue registrada en una sola oportunidad, lo que representó un porcentaje diminuto de 0,1%.

Durante el mes de marzo predominaron los vientos de moderada intensidad mostrando un 83,1% de la frecuencia total. Los vientos con velocidades entre 2,9 m/s y 5,6 m/s, representaron el mayor porcentaje, 53,9%. El restante 29,2% correspondió a los vientos ubicados en el rango 5,7 m/s - 8,3 m/s. Los vientos fuertes con velocidades en el intervalo 8,4 m/s - 11,1 m/s fueron escasos y al igual que el mes pasado de febrero constituyeron solamente el 0,7% de la frecuencia total. En marzo aumentaron los registros de la calma presentándose en 7 oportunidades lo que constituyó el 0,9% de la frecuencia.

En agosto, al igual que en los meses anteriores, la mayor incidencia de 54,4% de la frecuencia total correspondió a vientos ubicados en el intervalo entre 2,9 m/s y 5,6 m/s. Las velocidades moderadas entre 5,7 m/s y 8,3 m/s fueron menos frecuentes que en los meses anteriores (15,1%). Una frecuencia considerable correspondió a los vientos

débiles ubicados en los rangos 0,3 m/s - 1,4 m/s y 1,5 m/s - 2,8 m/s, los cuales en total aportaron el 23,9%. En el mes de agosto no se observaron vientos fuertes con velocidades medias mayores a 8,4 m/s. Los días de calma fueron más frecuentes representando un 6,6 % de la frecuencia total.

En el transcurso del mes de septiembre, en la zona de estudio predominaron vientos con velocidad media entre 2,9 m/s y 5,6 m/s mostrando un alto porcentaje de la frecuencia total (47,6%), aunque este resultó inferior en comparación con el mes anterior. Las velocidades moderadas ubicadas en el rango de 5,7 m/s a 8,3 m/s mantuvieron casi la misma frecuencia de 14,9%. En el mes de septiembre aumentó la ocurrencia de los vientos débiles ubicados en los rangos 0,3 m/s - 1,4 m/s y 1,5 m/s - 2,8 m/s, los cuales en total aportaron el 27,1%. De igual manera, los días con calma fueron más frecuentes representando un 9,6% de frecuencia total. Los vientos fuertes con velocidades medias mayores a 8,4 m/s se registraron en dos oportunidades contribuyendo solamente con 0,3%.

#### Frecuencia de la Velocidad Máxima

Respecto a la velocidad máxima (Fig. 9), en febrero predominaron los vientos de moderados a fuertes. El mayor peso de 43,8% correspondió a las velocidades entre 5,7 m/s y 8,3 m/s, mientras que los vientos fuertes ubicados en el rango de 8,4 m/s a 11,1 m/s mostraron

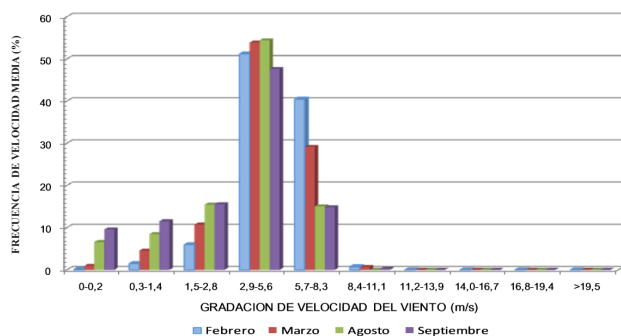


Fig. 8. Frecuencia de la velocidad media.

el menor aporte (34,8%). Los vientos con velocidades comprendidas entre 2,9 m/s y 5,6 m/s representaron el 15,5% y los de intensidad fuerte de 11,2 m/s a 13,9 m/s representaron sólo el 3,7% de la frecuencia total. Los vientos débiles con velocidades entre 0,3 m/s y 2,8 m/s (2,0%), al igual que los muy fuertes, superiores a 13,9 m/s (0,1%) tuvieron poca presencia.

En marzo, la velocidad máxima mostró predominio (el 65% de la frecuencia total) de los vientos moderados ubicados en los rangos de 2,9 m/s a 8,3 m/s, aunque el mayor aporte de 40,5% correspondió a las velocidades entre 5,7 m/s y 8,3 m/s. Los vientos fuertes de 8,4 m/s a 13,9 m/s presentaron el 30,2% de la frecuencia total. Dentro de este porcentaje, la mayor contribución de 26,6% perteneció a los vientos ubicados en el rango de 8,4 m/s a 11,1 m/s. La presencia de vientos débiles con velocidades entre 0,3 m/s y 2,8 m/s fue de 4,6%. La calma se registró sólo en dos ocasiones representando apenas el 0,3% de la frecuencia total.

En relación a la velocidad máxima en agosto, esta mostró predominio de los vientos moderados ubicados en el rango de 5,7 m/s a 8,3 m/s presentando el 40,9% de la frecuencia total. La contribución de los vientos fuertes de 8,4 m/s a 13,9 m/s fue de 15,8%, de los cuales el mayor porcentaje de 15,3% correspondió a las velocidades entre 8,4 m/s y 11,1 m/s. Los vientos entre 2,9 m/s y 5,6 m/s fueron bastante frecuentes representando el 33,9%, mientras los débiles con velocidades de 0,3 m/s a 2,8 m/s constituyeron un 6,0%. En agosto los registros de la calma aportaron el 3,4%.

En relación a la velocidad máxima en septiembre, ésta mostró una paridad en cuanto a la frecuencia de los vientos ubicados en los rangos de 2,9 m/s a 5,6 m/s y 5,7 m/s a 8,3 m/s presentando un 37,6% y 37,2%, respectivamente. La contribución de los vientos fuertes de 8,4 m/s a 13,9 m/s fue

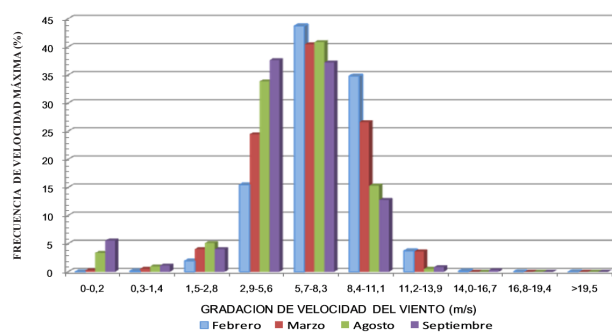


Fig. 9. Frecuencia de la velocidad máxima.

menor que el mes anterior (15,8%) aportando un 13,6%, de los cuales el mayor porcentaje de 12,8% correspondió a las velocidades de 8,4 m/s a 11,1 m/s. La ocurrencia de los vientos con velocidades mayores a 14,0 m/s mostró la mínima participación con 0,3%. Los vientos débiles con velocidades entre 0,3 m/s y 2,8 m/s contribuyeron con un 5,1%. Durante el mes aumentaron los registros de calma, su aporte fue de 5,6% de la frecuencia total.

#### Dirección del Viento

La rosa del viento para el mes de febrero (Fig. 10) muestra un viento predominante del E con el 40,2%, seguido de las direcciones ENE y ESE, con aportes del 29,0% y 22,3%, respectivamente. De tal manera, que durante el mes de febrero resultaron preponderantes los vientos alisios del E y ENE. Igualmente durante el mes de marzo fueron más frecuentes los vientos provenientes de E con el 37% de la frecuencia total (Fig. 10). Los vientos del primer cuadrante ENE y NE aportaron un 31,6%, de éstos 25,7% correspondió a los procedentes de ENE. Los de ESE y SE representaron el 22,6% de la frecuencia total. El restante de 8,9% se distribuyó entre las demás direcciones.

De tal manera, que durante la época de surgencia del año 2011, fueron los vientos Alisios del E y ENE predominaron en el valle submarino de Araya, lo que concuerda con el esquema de circulación. Esta circulación disminuyó de febrero a marzo debido a una disminución del anticiclón.

En agosto en la zona del estudio se registraron vientos provenientes de todas las direcciones. Sin embargo, algunos de ellos, principalmente de los cuadrantes III y IV, se observaron en pocas ocasiones mostrando una frecuencia pequeña. El viento predominante, al igual que durante los meses anteriores del año 2011, fue del E aunque presentando una frecuencia mermada del



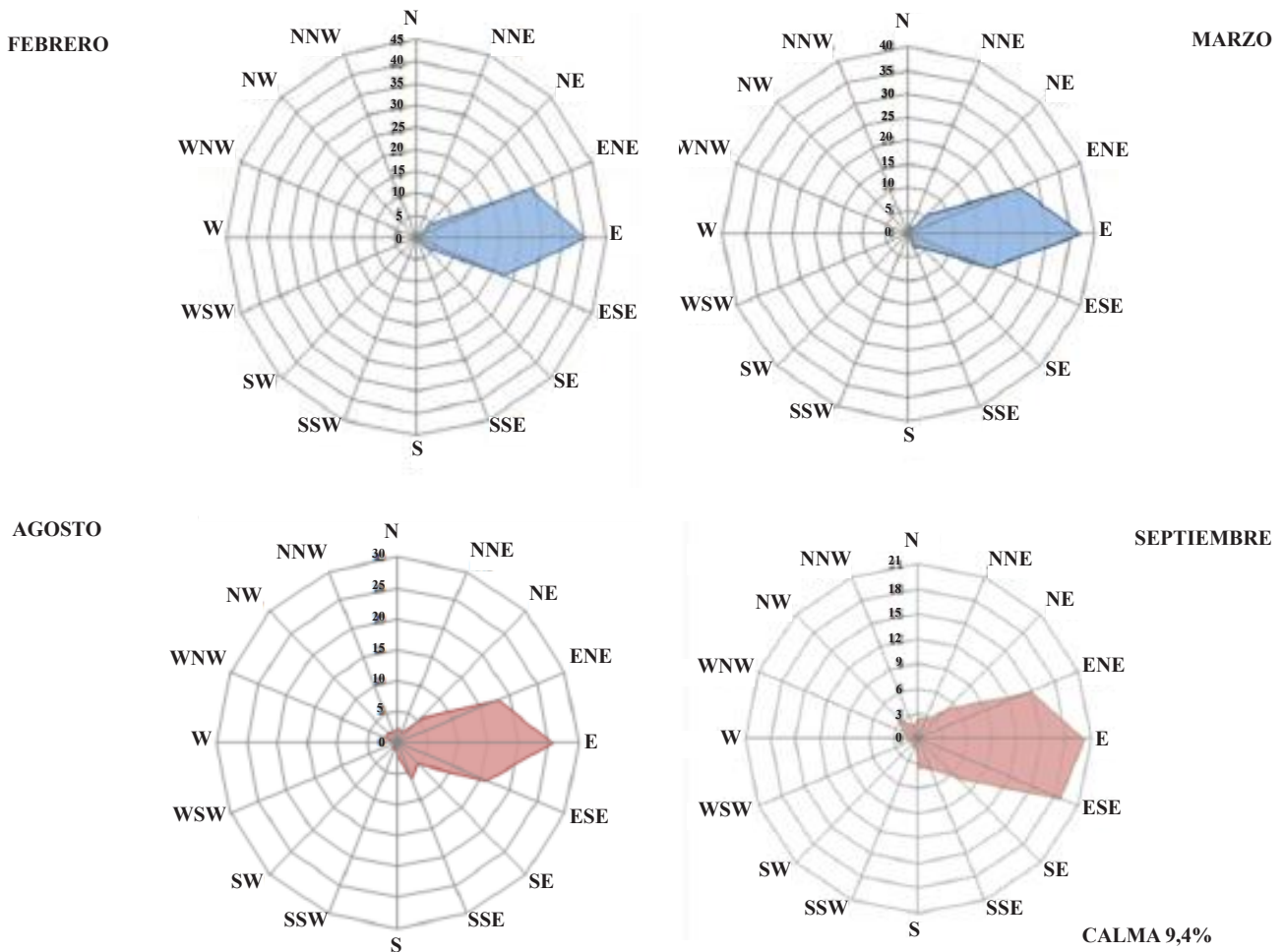


Fig.10. Rosa de vientos en febrero, marzo, agosto y septiembre del 2011.

25,7%. Los vientos con dirección ENE contribuyeron con 18,0%, seguidos por los provenientes del ESE con un 15,9% de la frecuencia total. Los vientos de las direcciones mencionadas sumaron en total un 59,5%. El porcentaje restante de 33,9% fue compartido entre otras 13 direcciones, de los cuales los vientos del SSE, NE y SE aportaron un 6,2%, 5,6% y 4,8%, respectivamente.

En septiembre, en la zona del estudio se registraron vientos provenientes de todas las direcciones, no obstante, los del III cuadrante mostraron una contribución pequeña. El viento predominante, aunque disminuido en comparación con los meses anteriores, fue del E presentando una frecuencia de 20,1%. Con un aporte similar de 18,6% contribuyeron los vientos procedentes del ESE, seguidos por los del ENE con

un 14,9% de la frecuencia total. Los vientos de las direcciones mencionadas sumaron en total un 53,6%. El porcentaje restante de 36,4% fue compartido entre otras 13 direcciones, de los cuales los vientos del SE, NE, SSE y NW mostraron un 6,5%, 5,4%, 3,8% y 3,6%, respectivamente aportando en conjunto 19,3% de la frecuencia total.

### CONCLUSIONES

Hay correspondencia entre los resultados obtenidos para el sur del mar Caribe y las mediciones puntuales realizadas en el valle submarino de Araya. En este sentido, la instalación de estaciones meteorológicas directamente sobre la costa puede ayudar en lo referente a la representatividad de las mediciones meteorológicas puntuales. Así:

a) El campo de los vientos en la estación seca muestra velocidades de 4,0 m/s - 5,0 m/s y la dirección procedente del 1er cuadrante se extiende en la baja tropósfera hasta los 3,0 km, todo ello relacionado con las altas presiones del Atlántico norte. Las mediciones puntuales en el valle submarino de Araya mostraron velocidades para los meses de febrero y marzo de 5,1 m/s y 4,9 m/s, respectivamente (4,9 m/s) y dirección predominante del E - ENE.

b) En la temporada de lluvias, el anticiclón de los Azores se muestra debilitado y desparramado presentando incluso dos centros (Azores propiamente dicho y los Sargazos). Igualmente, los vientos son menos intensos y en promedio en la zona costera disminuyen a 2,0 m/s - 3,0 m/s. El debilitamiento del anticiclón propicia la manifestación de otras estructuras atmosféricas y altera el régimen de los vientos alisios. Las mediciones puntuales en el valle submarino de Araya mostraron velocidades para los meses de agosto y septiembre de 3,7 m/s y 3,4 m/s, respectivamente (3,6 m/s) y dirección predominante del E - ENE en agosto y E-ESE en septiembre.

#### AGRADECIMIENTOS

Deseamos expresarle nuestro agradecimiento a Constructora Andrade & Gutiérrez S.A. y muy especialmente al Ing. Emerson Emeri por permitir el empleo de la información recabada para el desarrollo del Astillero ASTIALBA, así como al Ing. José Guerra de la Consultora CEPA C.A. por permitir el empleo de sus equipos para mediciones ambientales.

#### REFERENCIAS

- BALDA F. A. 1963. Geología de los islotes Caribe y Los Lobos y descripción de tres nuevas formaciones en el Oriente de Venezuela. Cuadernos Oceanográficos, Univ Oriente. Volumen: 2, pag: 3-41
- CARABALLO, L. F. 1982. El Golfo de Cariaco. Parte 1. Morfología y batimetría submarina. Estructuras y tectonismo reciente. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*. 21 (1-2): 13 - 35.
- COSTA DE VENEZUELA. 2015. Disponible en <http://www.costadevenezuela.org/cartas/golfo%20de%20cariaco%20g.pdf> (revisada marzo 2015).
- FEBRES, O. G. 1974. Circulación de las aguas superiores de la Fosa de Cariaco en abril de 1974. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*. 13 (1-2): 79 - 86.
- FOGHIN-PILLIN, S. 2002. *Tiempo y Clima en Venezuela. Aproximación a una geografía climática del territorio venezolano*. Colección Clase Magistral, Universidad Pedagógica Experimental Libertador - Instituto Pedagógico de Miranda. 159 pp.
- FREON, P. & L. ANS. 2003. Comparación de datos de vientos costeros con vientos marítimos y temperatura superficial del mar en el oriente de Venezuela En: P. Freón y J. Mendoza (eds). *La sardina (Sardinella aurita). Su medio ambiente y explotación en el oriente de Venezuela*. IRD Editions, Paris 2003. pp. 233-262.
- GARMIN. 2007. BlueChart Americas v2008 (Versión 2010). [Software PC].
- GINES, H. 1972. Carta pesquera de Venezuela. 1- Áreas del Nororiente y Guayana. Monografía N° 16, Fundación La Salle de Ciencias Naturales. 328 pp.
- GOOGLE EARTH. 2015. Foto de satélite de la península de Araya. Disponible en <http://earth.google.com> (revisada marzo 2015).
- HERRERA, L. E. & G. FEBRES-ORTEGA. 1975. Kinematics of the wind - generated velocity field in the surface waters off eastern Venezuela, Caribbean Sea. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*. 14 (2): 165 - 18645.
- LIÑERO-ARANA, M. & L. GONZÁLEZ. 2008. Hábitos alimenticios y aspectos poblacionales de *Scolantus curacoensis* (Pax, 1924) (Antozoa: Actiniaria) en la Laguna de Chacopata, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela* 47 (1): 41-45.
- MARCANO, L. 1992. Condiciones ambientales de los Islotes Caribe y Los Lobos, Venezuela. En: Islotes Caribe y Los Lobos, P.R.
- NOAA (EEUU). 2013. National Environmental Satellite, Data and Information Service (NESDIS). [Página Web en línea]. Disponible en <http://www.ssd.noaa.gov/PS/TROP/trop-atl.html> (revisada septiembre 2013).
- OKUDA, T., J. BENÍTEZ, J. BONILLA & G. CEDAÑO. 1978. Características hidrográficas del Golfo de Cariaco, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 17 (1-2): 69 - 88.
- QUINTERO A., G. TEREJOVA & J. BONILLA. 2005. Morfología costera del golfo de Cariaco, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela*, 44(2): 133-142
- QUINTERO A., L. F. CARABALLO, J. BONILLA, G. TEREJOVA & J. R. RIVADULA. 2006. Sedimentos marinocosteros del golfo de Cariaco, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela*, 45(2): 127-139

- QUINTERO, A. & G. TEREJOVA. 2010. Brisas de mar y tierra al norte de la península de Araya, Estado Sucre, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela*, 48 (2): 109-119.
- QUINTERO, A., G. TEREJOVA, G. VICENT, A. PADRÓN & J. BONILLA. 2002. Los pescadores del golfo de Cariaco, Venezuela. *Interciencia*, 27 (6): 286 - 292.
- ROA-MORALES, P. & F. OTTMAN. 1961. Primer estudio topográfico y geológico del golfo de Cariaco. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 1 (1): 5 - 21.
- SCHUBERT, C. 1972. Geología de la península de Araya, Estado Sucre. *Bol. Geol., Publ. Esp.* 5 Tomo III: 1823- 1886.
- TEREJOVA, G., A. QUINTERO & A. PIÑERO. 1998. Descripción de las características climáticas de Carúpano, Estado Sucre (Venezuela). *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela*, 37 (1-2): 43 - 52.
- VILA, M. A. 1965. *Aspectos geográficos del Estado Sucre*. Corporación Venezolana de Fomento, Serie Monografías Estatales. Caracas, 266 pp.

RECIBIDO: JUNIO 2016.

ACEPTADO: NOVIEMBRE 2016.