

## ***DERROTA ALTERNATIVA PARA EL BUQUE SANTA EN LA TRAVESÍA BILBAO-HABANA***

**A. Calnick \*, I. Borrajero, S. Samper, J. Bosch**

**Instituto de Meteorología, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. Cuba**

**\* anneris@met.inf.cu**

### **RESUMEN**

En el trabajo se resume el procedimiento que sigue el servicio operativo de Meteorología Marina para el servicio de ruteo náutico meteorológico a buques contenedores que atraviesan el Océano Atlántico Norte.

Primeramente se explica de manera simple cómo se realiza la sugerencia inicial de ruta con el Sistema Automatizado para el pronóstico de rutas náuticas según las condiciones meteorológicas, contando para esto con un pronóstico extendido del movimiento de los sistemas meteorológicos a partir del pronóstico de presión del ECMWF (European Center for Medium Weather Forecast) y las cláusulas del viaje para la travesía, luego el servicio continúa con la actualización diaria de la derrota y la emisión de los pronósticos hasta el final del viaje. Por último se definen los parámetros para la confección del Informe Final de Viaje.

Posteriormente, se muestra el caso del buque Santa, trabajado por el servicio operativo, el cual consistió en monitorear la velocidad y los consumos de combustibles durante la derrota real mientras se confeccionaba, sobre la marcha, una derrota sugerida alternativa a esta. Finalmente se muestran los resultados de las derrotas procesadas y se comparan, encontrándose menor tiempo y mejores condiciones de navegación para la travesía sugerida. Se realiza además un análisis económico de los resultados.

## INTRODUCCION

El Ruteo Náutico Meteorológico es un procedimiento mediante el cual se obtienen rutas marítimas óptimas en función de las condiciones meteorológicas y oceanográficas para un buque determinado, tomando en cuenta las características técnicas de éste.

La derrota óptima ha sido definida como la selección de la derrota para un cruce transoceánico con la aplicación de pronósticos de largo alcance de vientos, olas y corrientes, de acuerdo a las características de la ruta del buque. Se puede definir más generalmente como el arte de obtener ventaja de toda la información hidrometeorológica, a fin de lograr la más económica para el buque.

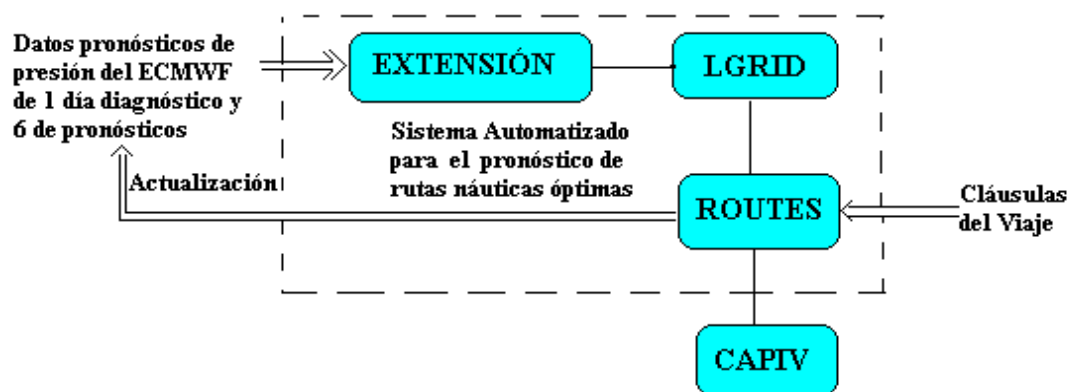
La distancia más corta entre dos puntos sobre la superficie de la tierra es el arco de longitud máximo que los une (ortodrómica). Aunque esto represente la distancia lineal más corta, puede no representar la derrota más deseable para un buque; otra ruta puede ser la de menor tiempo. En el caso de buques de pasajeros, la ruta óptima es con más frecuencia la que mantendrá las máximas condiciones de confort a los pasajeros. En otras ocasiones el consumo mínimo de combustible puede ser el factor determinante y en el caso de algunos buques de carga, la derrota óptima puede ser aquella que presente menos daños para su carga. En general, las rutas son preparadas combinando estas ventajas lo mejor posible.

Desde el año 1982, en el Departamento de Meteorología Marina del INSMET, se ofrece el servicio de ruteo náutico meteorológico a buques cubanos y extranjeros [6]. La travesía analizada en este trabajo es resultado de un servicio brindado a un buque en la travesía Bilbao – Habana, con el objetivo de mostrar la efectividad del sistema. En este caso se decidió a la partida del buque, como promoción al servicio, que el capitán del buque seguiría su derrota planificada mientras desde la oficina se construiría una derrota alternativa a la misma para comparar sus resultados posteriormente.

### Metodología seguida para el servicio de Ruteo Náutico Meteorológico.

Este servicio se divide en varias etapas:

- Sugerencia inicial de ruta
- Actualización diaria de la derrota y emisión de los pronósticos
- Elaboración del Informe Final de Viaje



Según el siguiente esquema:

Fig. 1. Sistema Automatizado para el pronóstico de rutas náuticas según las condiciones meteorológicas.

## Sugerencia inicial de ruta

Para la confección de la sugerencia inicial de la derrota náutico meteorológica, se emplea el Sistema Automatizado para el pronóstico de rutas óptimas según las condiciones meteorológicas [2], basado en el pronóstico de presión a mediano plazo de ECMWF para el Atlántico Norte, que cuenta con 1 día de diagnóstico y 6 días de pronóstico.

Este pronóstico de presión en superficie es extendido hasta el final de la travesía con el programa EXTENSIÓN [3], que anexa al pronóstico original situaciones meteorológicas análogas de una base de datos almacenada durante 6 años.

A partir del pronóstico de presión extendido se calcula el campo de viento y el campo de olas mediante el programa LGRID [1], de manera que por cualquier punto por donde el buque pueda navegar en su travesía pueda conocerse con antelación las condiciones hidrometeorológicas que encontrará a su paso.

Antes de su salida, el capitán de un buque debe comunicarse con nuestra Oficina y enviar las cláusulas de viaje, datos imprescindibles para correr el programa ROUTES [2], software con el que se confecciona la derrota. Estas cláusulas son:

1. Nombre del buque
2. Desplazamiento
3. Velocidad pactada
4. Latitud y Longitud de puerto de partida
5. Fecha y Hora (UTC) de partida
6. Latitud y Longitud del puerto de arribo.
7. Cualquier información adicional sobre las condiciones del buque y la carga.

Conociendo las condiciones meteorológicas y oceanográficas y las cláusulas del viaje se traza la ruta óptima (la ruta de menor tiempo y buenas condiciones meteorológicas) con las siguientes consideraciones:

- La información sobre la derrota consiste en datos de fecha y hora de partida y un conjunto de valores de latitud y longitud que debe ir recorriendo el buque desde el inicio hasta el final de la derrota.
- ROUTES traza entre el puerto de partida y destino una trayectoria ortodrómica como aproximación inicial, posteriormente esta es modificada según el estado del tiempo y de la mar. Las trayectorias finalmente tienen diferentes formas, como son una loxodrómica o distintos segmentos de loxodrómicas y ortodrómicas, atendiendo también a la experiencia del pronosticador.
- Los valores de dirección e intensidad del viento así como los de dirección y altura de la ola pueden conocerse de forma puntual, de esta manera podemos conocer la incidencia de la ola y el viento en la velocidad del buque.
- El sistema permite observar mediante saetas de diferentes colores la dirección y altura de la ola en la zona de trabajo. El color determina la altura de la ola pronosticada que influirá en ese punto e instante de la trayectoria del buque. El sistema permite modificar interactivamente las posiciones de los puntos para obtener tiempos de derrota más reducidos.
- Tomando como punto de partida esta derrota obtenida con la opción minimizar tiempo, del sistema se puede obtener una derrota completamente optimizada, también pudiéramos obtener una derrota completamente optimizada sin tener que hacerlo manualmente. Esta puede lograrse partiendo de la derrota ortodrómica entre los puntos de origen y destino de la travesía. Esta trayectoria obtiene un mínimo tiempo entre los puertos de destino y origen según las condiciones meteorológicas y oceanográficas existentes, pero si partimos de una derrota sugerida manualmente tendremos la ventaja de contar con la experiencia del ruteador en la recomendación de la derrota. De esta forma el sistema debe converger más rápidamente, y

por tanto, el tiempo que se emplea para su obtención disminuye notablemente.

Para la recomendación inicial y la elaboración de los pronósticos se utilizan también modelos pronósticos de olas de Internet como son los WAM hasta 120 horas y algunos modelos disponibles en la VSAT.

La ruta obtenida es enviada al Capitán del buque vía Telex Internacional y este a su vez envía su conformidad con la recomendación enviada.

### **Actualización diaria de la derrota y emisión de los pronósticos.**

Los buques con los que trabajamos demoran en cruzar el Atlántico entre 10 y 15 días en dependencia de las condiciones meteorológicas que el buque encuentre ante su paso y la velocidad pactada. La sugerencia inicial de la ruta se realiza contando con datos de presión extendidos para la travesía completa, pero a partir de las 72 horas los pronósticos se consideran de poca efectividad, por esta razón la derrota deberá actualizarse cada 24 horas de acuerdo con los pronósticos que se reciben diariamente.

De ser aceptada la derrota por el capitán del buque, se le enviará un pronóstico meteorológico para la posición del buque con un período de validez de 24 y 48 horas.

La posición del buque es recibida diariamente a las 12:00 UTC. Introduciendo la nueva posición en ROUTES como nodo de la derrota y con los campos de olas y vientos calculados que se han obtenido del pronóstico extendido a partir del que se recibe diariamente del ECMWF, y siguiendo el procedimiento antes descrito, se actualiza la derrota inicial, valorándose si es necesario un cambio en la derrota.

El buque recibirá cada 48 horas un pronóstico hidrometeorológico del área por donde va navegando de las variables meteorológicas y oceanográficas siguientes:

- a) velocidad y dirección del viento.
- b) dirección de la ola
- c) altura de la ola
- d) mar de leva
- e) sistema meteorológico que afecta el área.

En el proceso de actualización, en el fichero pronóstico se agrega después del bloque que corresponde al diagnóstico del día anterior el pronóstico del día actual. De esta manera se va creando una secuencia de bloques diagnósticos en el fichero. Estos bloques diagnósticos dan la situación real meteorológica base de ese día y al final de la travesía se construye un reporte con situaciones reales de cada día de travesía. De esta manera en el gráfico de la derrota queda representado en azul la parte por recorrer y en rojo la parte ya recorrida.

### **Elaboración del Informe Final de Viaje.**

El Informe Final de Viaje es una valoración de la calidad de la derrota seleccionada por el mando del buque o la sugerida por nuestra Oficina. En este análisis final, se mide como uno de los parámetros fundamentales el cumplimiento o no de la velocidad pactada, a través de la Fórmula Internacional de Arbitraje para la medición del tiempo real de navegación.

Esta valoración se hace de forma cuantitativa a partir de una base de datos creada con los reportes hechos por el mando del buque, y tomando como base las cartas hidrometeorológicas marinas confeccionadas en el Departamento de Meteorología Marina. En el trabajo operativo se utiliza el software CAPIV [5] para el cálculo de los parámetros de viaje, estos datos pueden introducirse diariamente y así quedaría creada la base de datos del buque:

- fecha y hora
- distancia recorrida
- velocidad promedio del buque
- dirección y fuerza del viento
- dirección y altura de la ola de viento y de mar de leva

- factor meteorológico
- factor corriente.

De esta forma, al culminar el buque su travesía, se facilitará la entrega de los resultados.

### Descripción breve de los parámetros a reportar en el Informe

A partir de las bases de datos mencionadas anteriormente, obtenidas mediante el programa **CAPIV**, se calculan los parámetros que nos permiten caracterizar la derrota seguida por el buque.

Distancia Navegada (DN): Es la distancia que recorre el buque entre el puerto de partida y el de destino por la derrota especificada. Se expresa en millas náuticas (mn) . Su cálculo se realiza sumando las distancias recorridas en cada singladura.

Tiempo Navegado (TN): Es el tiempo que emplea el buque en recorrer, por la ruta sugerida, la distancia entre el puerto de partida y el de destino. Se expresa en horas (hrs).

En la práctica, para obtener el Tiempo Navegado sumamos los tiempos de duración de cada singladura. Teóricamente una singladura es la distancia que un buque recorre en 24 hrs, pero debido a diversos factores la duración de la singladura puede variar.

Velocidad Promedio (VP): Esta se calcula como el cociente de la distancia recorrida entre el tiempo navegado.

Factor Corriente (Fc): Este cuantifica la influencia de la corriente sobre la velocidad del buque, para determinarlo empleamos la Ec. 1:

$$F_c = \vec{V}_b - \vec{V}_c \quad (1)$$

$\vec{V}_c$  : es el vector velocidad de la corriente, el cual se determina por la ley de los cosenos a partir de la representación gráfica de la influencia de la corriente en el movimiento del buque.

$\vec{V}_b$  : es el vector velocidad del buque.

Se considera que  $F_c$  es positivo cuando la dirección de la corriente está a favor del movimiento del buque, y negativo cuando está en contra.

Factor Meteorológico: Este mide la influencia del oleaje en la velocidad del buque. Al restar la velocidad del buque sin la influencia de la corriente y la velocidad en aguas tranquilas se obtiene  $F_m$  en cada singladura según la Ec.2:

$$F_m = \vec{V}_o - \vec{V}_{bs} \quad (2)$$

$\vec{V}_o$  : es la velocidad en aguas tranquilas.

$\vec{V}_{bs}$  : es la velocidad del buque sin la influencia de la corriente.

Para obtener la velocidad en aguas tranquilas utilizamos la fórmula de reducción de velocidad obtenida por Krasiluk [4] según la Ec.3, para buques con desplazamiento (D) entre 2 y 20,000 toneladas y velocidades entre 8 y 20 nudos:

$$V = V_o - (0.745 \cdot h - 0.275 \cdot q_b \cdot h) \cdot (1.0 - 1.35 \cdot 10^{-6} \cdot D \cdot V_o) \quad (3)$$

$q_b$  es el ángulo de incidencia de la ola en el buque

$h$  es la altura de ola.

$F_m$  es negativo cuando la dirección de la ola tiene sentido opuesto a la dirección del buque y se considera positivo solo en ángulos de incidencia menores de 30 a la derecha y a la izquierda de la popa del buque. Para calcular el  $F_m$  total promediamos el hallado en cada

singladura.

Fm y Fc dan un índice de la calidad de la derrota sugerida o en general de la derrota utilizada. Cuando en un viaje el Fm y el Fc tienen sentido negativo indica que el buque tuvo el oleaje y las corrientes en contra de su dirección de movimiento en la mayor parte de la trayectoria, pero no implica que la derrota sea la peor de las seleccionadas, puede que estos sean positivos y mayores modularmente en otra ruta pero de mayor distancia, de manera que el tiempo en ruta sea mayor, por lo tanto debe llegarse a un compromiso entre los factores y la distancia a recorrer.

Ganancia o Pérdida del Tiempo en Ruta: De acuerdo con los procedimientos descritos anteriormente, utilizaremos la Ec. 4 que es la Fórmula Internacional de Arbitraje para el cálculo del tiempo real de navegación (TR) [7]:

$$TC = \frac{DN}{VP - Fm - Fc} \quad (4)$$

donde TC es el tiempo calculado y VP es la velocidad pactada.

Esta ecuación expresa el tiempo que debió hacer el buque, si hubiese recorrido la distancia entre los puertos de partida y destino por la trayectoria sugerida, moviéndose a la Velocidad Pactada y con la influencia de los Factores Meteorológicos y de Corriente.

Si TR < TC hay Ganancia por cumplimiento de la velocidad pactada, en el caso contrario hay pérdida e incumplimiento de la velocidad pactada.

En general, todo lo anteriormente expuesto permite caracterizar y dar una valoración de la ruta seguida por el buque.

Análisis del Combustible: A partir de la suma de los consumos diarios reportados de Fuel y Diesel Oil se calculan las cantidades de Fuel y Diesel consumidos en el viaje.

Después deben determinarse la cantidad permitida de Diesel y Fuel Oil para todo el viaje según la Ec. 5:

$$(5) \quad (\text{Fuel permitido}) = \frac{Ti}{24hrs} * (\text{Fuel pactado diario})$$

Si hay pérdida del tiempo en Ruta según la velocidad pactada  $Ti = TC$ , de haber ganancia entonces

$Ti = TR$ . Se determina el sobreconsumo de Diesel y Fuel Oil restando el combustible consumido y el permitido.

### TRAVESÍA BILBAO - HABANA PARA EL BUQUE SANTA

A la partida del buque se recibieron las cláusulas del viaje:

Puerto de Salida: Bilbao

Fecha : 2 de Abril

Hora: 23:00 UTC

Puerto Destino: La Habana

Desplazamiento: 5900 Tn

Velocidad Pactada: 13 kts.

La situación meteorológica en la partida de buque estaba asociada a un moderado gradiente de presión relacionado con un centro de bajas presiones de 1002 hPa en 52.0° N-13.0° W y un frente frío que se extendía al S hasta 30.0° N- 21.0° W, con olas de viento y mar de leva provenientes del WSW y SW con alturas entre 3 y 4 metros. Esta situación

predomina hasta el día 4 de abril, en que el buque sale al Atlántico y aparece ocluida la baja, con un valor de 994 hPa, manteniéndose el moderado gradiente de presión y olas de 3 - 4 metros.

Utilizando el Sistema Automatizado para el pronóstico de rutas y los mapas pronósticos de olas WAM y Norfolk se decidió adoptar una trayectoria alternativa a partir del día 4, que condujera al buque por la periferia del anticiclón.

Desde su salida de Gibraltar el Capitán del buque comenzó a enviar sus reportes diarios de posición, así como datos de vientos y olas, los cuales se anexan a las informaciones de vientos y olas que se extrae de los mapas hidrometeorológicos de superficie del Océano Atlántico, y de corrientes marinas de los PILOT CHARTS y ROUTEIG CHARTS, así como datos deducidos de cada singladura recorrida por el buque como son la distancia navegada, el tiempo empleado y la velocidad promedio.

En la Fig. 2 puede verse la salida del modelo pronóstico de olas WAM a la salida del buque para el 5 de Abril en el Horario de las 12:00 Z

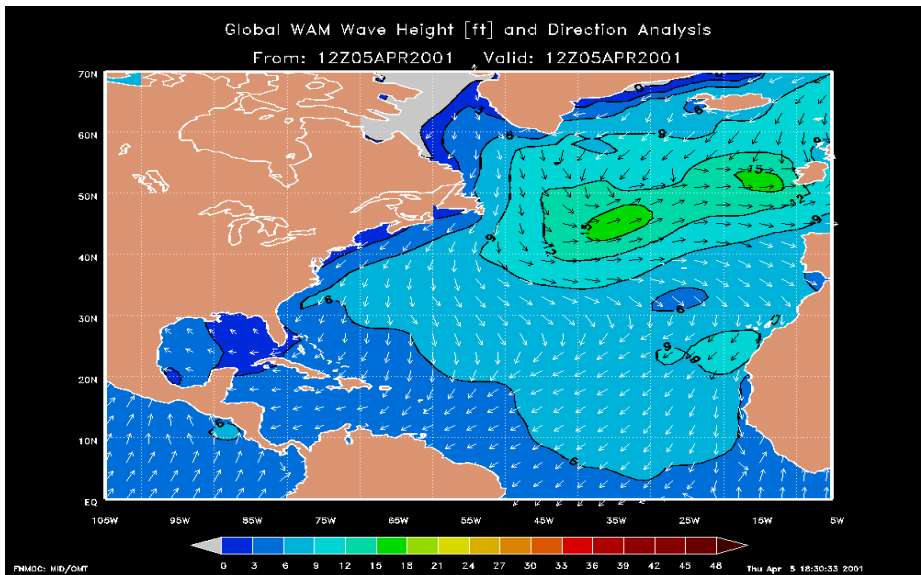


Fig. 2. Mapa pronóstico del modelo de olas WAM válido para el 5 de Abril en el Horario de las 12:00 Z

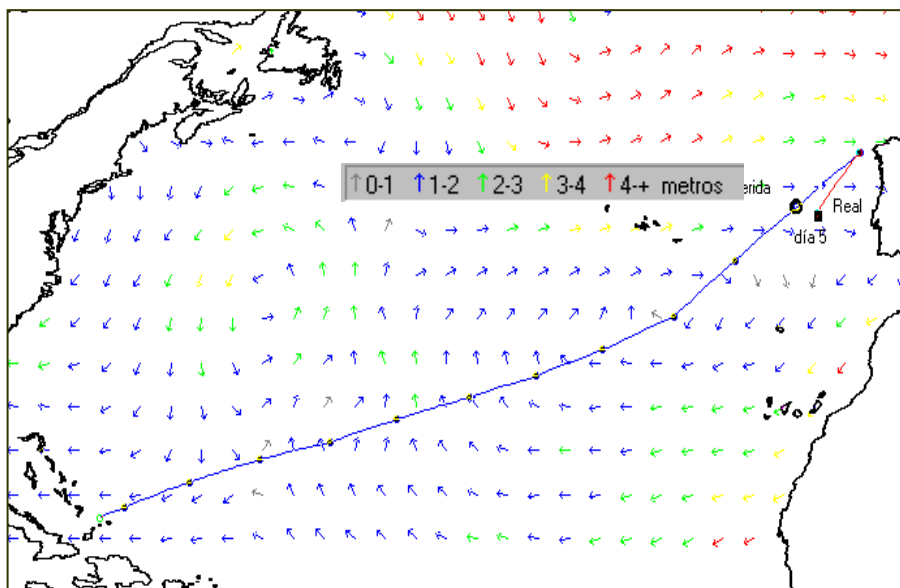
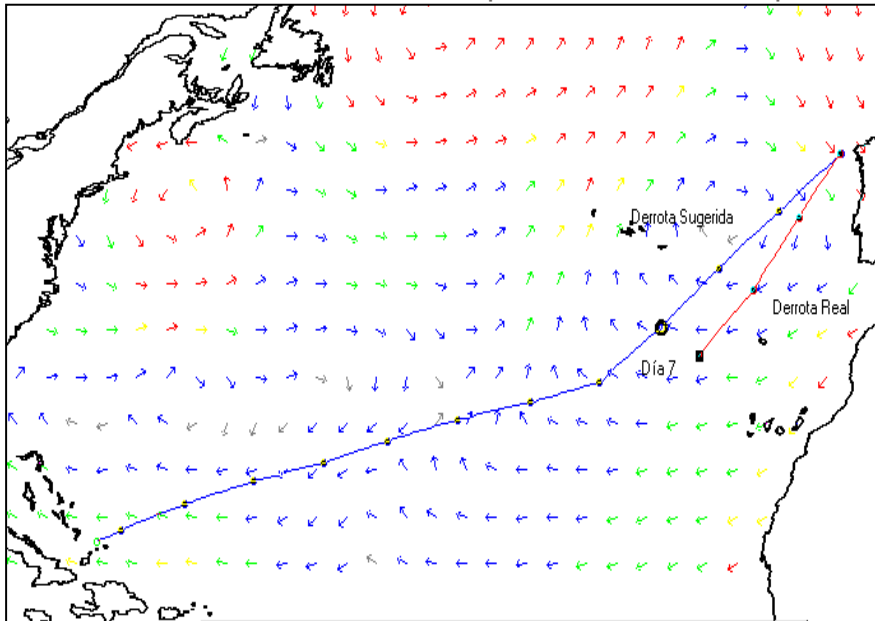


Fig. 3. Derrotas real y alternativa de buque Santa para el día 5 de abril.

En la Fig. 3 se muestra la posición real del Santa para el día 5, así como la derrota alternativa obtenida mediante ROUTES, la dirección de las flechas indica la dirección del viento y su color la altura de la ola de viento en el punto donde está ubicado el buque en ese momento, como puede observarse la situación se corresponde al modelo de pronósticos de la Fig. 2.



En la Fig. 4 puede verse igualmente la derrota real y la sugerida para el día 7 de abril, puede observarse cómo el buque navega por la periferia del anticiclón, mientras la trayectoria sugerida ha cambiado para el octavo día, punto en que puede verse en la derrota una inflexión.

↑0-1 ↑1-2 ↑2-3 ↑3-4 ↑4+ metros

↑0-1 ↑1-2 ↑2-3 ↑3-4 ↑4+ metros

Fig. 4. Derrotas real y alternativa de buque Santa para el día 7 de Abril.

A partir del día 10 el buque navegó por la periferia S de una alta de 1030 hPa que se encontraba aproximadamente en los 43.0° N-15.0° W; esto comienza a variar desde el día 11 cuando el buque comienza a experimentar la afectación de un sistema frontal que avanza desde el noroeste de la posición del buque, asociado a una baja ocluida de 998 hPa en 48.0° N- 44.0° W. Este sistema se mueve sobre el buque y se disipa sobre el área de navegación desde final del día 11; luego disminuye la intensidad de la baja que ya tiene un a presión de 1005 hPa. A partir del día 10 el buque cambia su rumbo hacia el WNW, como se observa en la Fig. 5., pero se debe notar que aunque el buque se ve afectado por el sistema frontal no se justifica el cambio de rumbo. Este cambio provocará que el buque se atrase en su derrota y que la afectación del sistema frontal sobre él se mantenga por un tiempo más prolongado. Al observar los reportes del buque para ese día encontramos olas de leva de hasta 6 metros, que no concuerdan con las reportadas en los mapas de superficie, ni tampoco en los mapas pronósticos de ese día (ver Fig. 6).

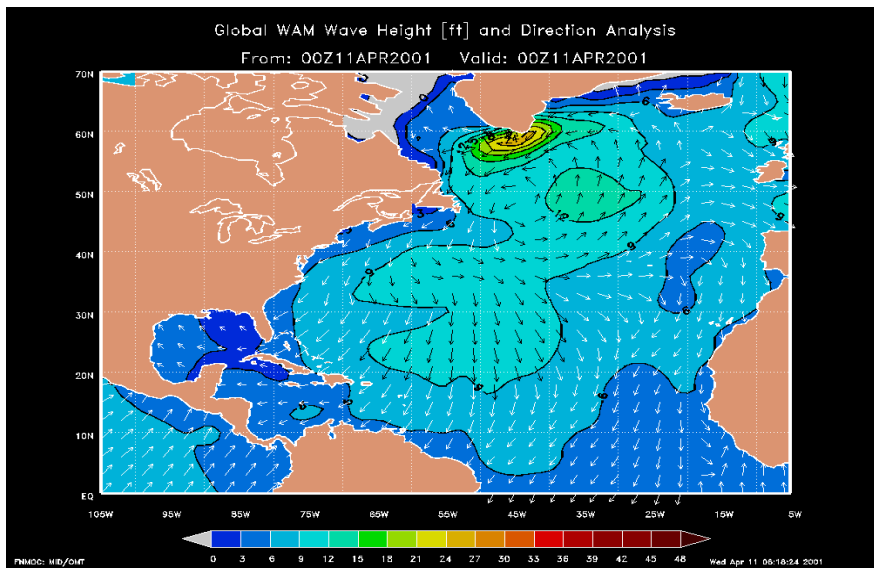


Fig. 5. Derrotas reales y sugerida del buque Santa para el día 11 de Abril

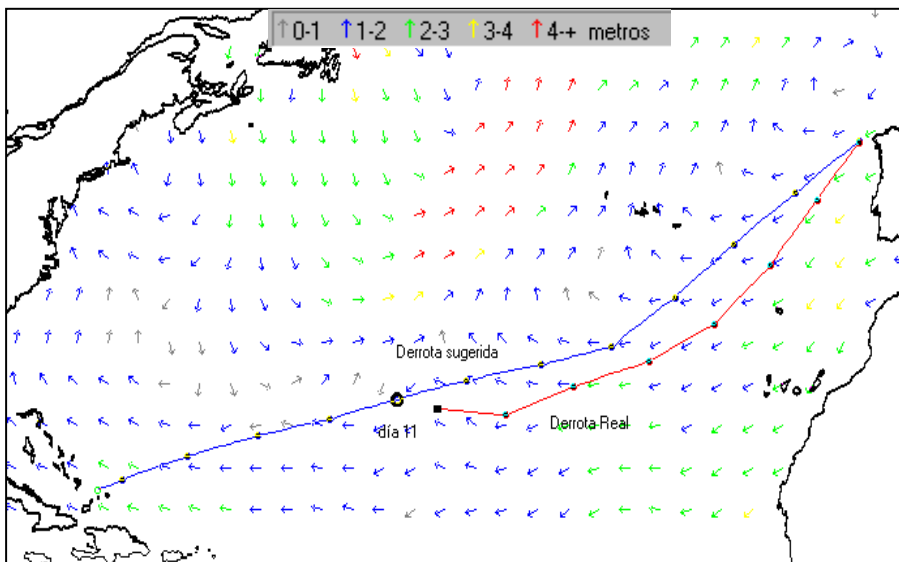


Fig. 6. Mapa pronóstico del modelo WAM para el día 11 a las 12z

Desde el día 13 el área de navegación queda regidoapor un sistema de altas presiones con un valor de 1022 hPa situado en los 28.0° N- 55.0° W, que condiciona la debilidad del gradiente de presión hasta que termina la travesía oceánica de dicho buque en 20.1° N-71.2° W.

## RESULTADOS

En la siguiente figura se muestran las derrotas real y sugerida para el buque Santa el punto de recalada a La Habana:

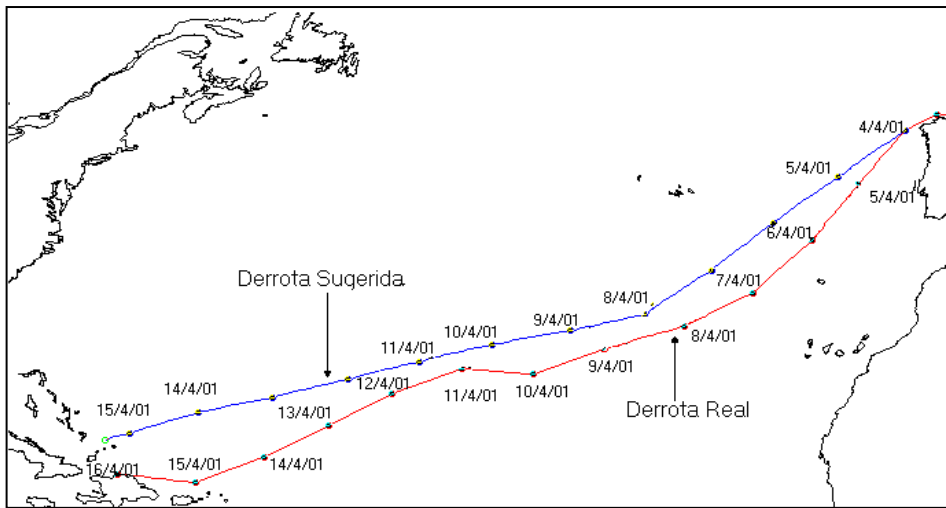


Fig. 7. Derrotas real y sugerida para el buque Santa en un punto de recalada a La Habana.

A partir de las informaciones recopiladas en las derrotas real y sugerida y utilizando el programa CAPIV se determinaron los parámetros para el Informe Final del Viaje. En la siguiente tabla aparece una comparación entre ambas derrotas.

Tabla.1. Comparación entre los parámetros del Informe final del viaje para la derrota real y la sugerida.

DERROTA	REAL	SUGERIDA
DN (mn)	3687.5	3506.4
TR (hrs)	285.0	270.0
VP (kts)	12.9	13.0
FC (kts)	0.39	0.25
FM (kts)	-0.28	0.21
Vo (kts)	12.8	13.0
TC (hrs)	281.3	270.0

Como se puede apreciar de la tabla anterior, el tiempo de la derrota sugerida es 15 horas menor al de la derrota real seguida por el buque.

El tiempo calculado por la derrota sugerida desde el punto inicial hasta el final varió solo en 3 horas, esto implica que aunque la forma de la derrota varió con la actualización del pronóstico los cambios no son significativos, lo que demuestra la efectividad de contar con un pronóstico extendido desde el comienzo de la travesía.

La distancia recorrida para la derrota real fue de 181.1 millas náuticas más larga que la derrota sugerida, parámetro no determinante si los factores meteorológicos y corrientes fueran favorables, lo que aumentaría la velocidad del buque y se lograría una disminución del tiempo de travesía, lo que no sucede en este caso.

Si añadimos a esto que el punto de recalada a La Habana tomado por el mando del buque está más alejado del puerto destino que el tomado para la derrota sugerida, implicará una mayor cantidad de horas perdidas, decisión que no está justificada por las condiciones meteorológicas puesto que en ese momento la zona estaba bajo la influencia de altas presiones con olas de 1.5 a 2 m.

El factor corriente es positivo para ambas derrotas y ligeramente mayor en la real, esto implica que la corriente estuvo a favor del movimiento del buque en la mayor parte de la travesía. Al evaluar el tiempo calculado podemos observar que el buque tiene una pérdida de 3.7 horas debido a incumplimiento de la velocidad pactada, como puede verse su velocidad en aguas tranquilas es ligeramente menor a 13 kts. Con los reportes de combustible del buque se realizó el cálculo del consumo en la travesía, que aparece en la siguiente tabla:

Tabla 2. Análisis de los combustibles para la derrota real.

Combustible	Diesel Oil (MT)	Fuel Oil (MT)
Pactado por singladura	2.0	26.0
Consumo promedio por singladura	2.05	18.6
Consumido total	24.6	223.04
Permitido total	23.4	304.7

Como puede verse en la tabla anterior el consumo promedio de Diesel es de una magnitud semejante a la pactada, mientras el consumo promedio de Fuel es inferior a lo pactado, lo que implica que el consumido total empleado sea mucho menor al permitido. El consumo de Diesel de este buque deberá ser reevaluado en viajes posteriores de acuerdo a los consumos promedios que realiza el buque por singladura.

El combustible permitido de acuerdo a lo pactado para la derrota sugerida sería 22.5 TM de Diesel y 292.6 TM de Fuel, si tomáramos los consumos promedios hechos por el buque en cada singladura y determinamos los consumos permitidos estos serían 23.1 TM de Diesel y 209.1 de Fuel. Como puede observarse son menores a los hechos por el buque en su derrota real.

### **Análisis económico**

El alquiler del buque es 3676.75 USD por día de travesía entonces el alquiler por horas es 153.2 USD. Al multiplicar las horas ahorradas por la derrota sugerida quedaría que el buque ahorraría por este concepto 2 282.7 USD.

Si sumamos a esto el combustible extra consumido por las horas pérdidas, conociendo que, en el momento que se efectuó el viaje, el precio del Diesel de 265 USD por tonelada y 144 USD por tonelada de Fuel que serían 2671.25 USD para un total de 4953.9 USD de alquiler y combustible extra consumido en una sola travesía.

### **CONCLUSIONES**

El Sistema Automatizado para el pronóstico de rutas náuticas según las condiciones meteorológicas es un auxiliar importante para la navegación, pues provee a los buques con rutas de tiempo mínimo y condiciones meteorológicas buenas para la navegación.

La derrota sugerida fue de menor tiempo y mejores condiciones para la navegación oceánica para el buque Santa en el itinerario Bilbao - Habana desde los días 4 al 15 de abril del presente año, lo que equivaldría a 6766.9 USD de ahorro para una sola travesía.

### **BIBLIOGRAFÍA**

1. Borrajero I. y Calnick A.- Evaluación del tiempo de travesías náuticas en función de la condiciones meteorológicas. Revista Cubana de Meteorología. No. 1, Vol 39, 1998.
2. Borrajero I. y Calnick A.- Sistema Automatizado para la optimización de rutas náuticas en función de las condiciones meteorológicas. Revista IPEN JOURNAL, 1999.
3. Calnick A. - Método de extensión del pronóstico para la sugerencia inicial de rutas náuticas según las condiciones meteorológicas. Boletín de SometCuba, publicación electrónica,

2003.

4. Krasiuk B.S.- Cálculo de la pérdida de velocidad de los buques debido al oleaje (en ruso). Editorial Hidrometeorológica. 20 pp, 1971.
5. Meteoservice Routing- Guía para la confección del Informe Final de Viaje, Instituto de Meteorología. Ciudad de la Habana. 15 pp, 1996.
6. Peñate A, J. Diaz. - Análisis crítico de las derrotas Náutico Meteorológicas en el Océano Atlántico Norte y su importancia económica. Revista Científico - Técnica del Transporte. No. 418 pp, 1982.
7. World Wide Ship Weather Routing- Ocean Routes, 1994.