

Breve resumen de la temporada invernal 2011-2012

Dra. Cecilia González Pedroso | cecilia.gonzalez@insmet.cu | Centro de Pronósticos, Instituto de Meteorología

Lic. Gustavo Estévez Ledón | gustavo.estevez@insmet.cu | Centro de Pronósticos, Instituto de Meteorología

Recibido: 30 de enero, 2013; aceptado: 15 de junio, 2013. pp. 188 – 198. pp. 188 – 198.

Introducción

En el período poco lluvioso del año (noviembre a abril), afectan a Cuba los frentes fríos (FF), sistemas meteorológicos capaces de alterar el régimen impuesto de las variables meteorológicas, tales como

la nubosidad, la precipitación, la temperatura y el campo de viento (dirección y fuerza). Pueden estar precedidos por vaguadas u hondonadas, las cuales tienen asociadas un tiempo inestable y provocan el aumento de la nubosidad, las lluvias y tormentas eléctricas, principalmente en zonas de la costa norte.

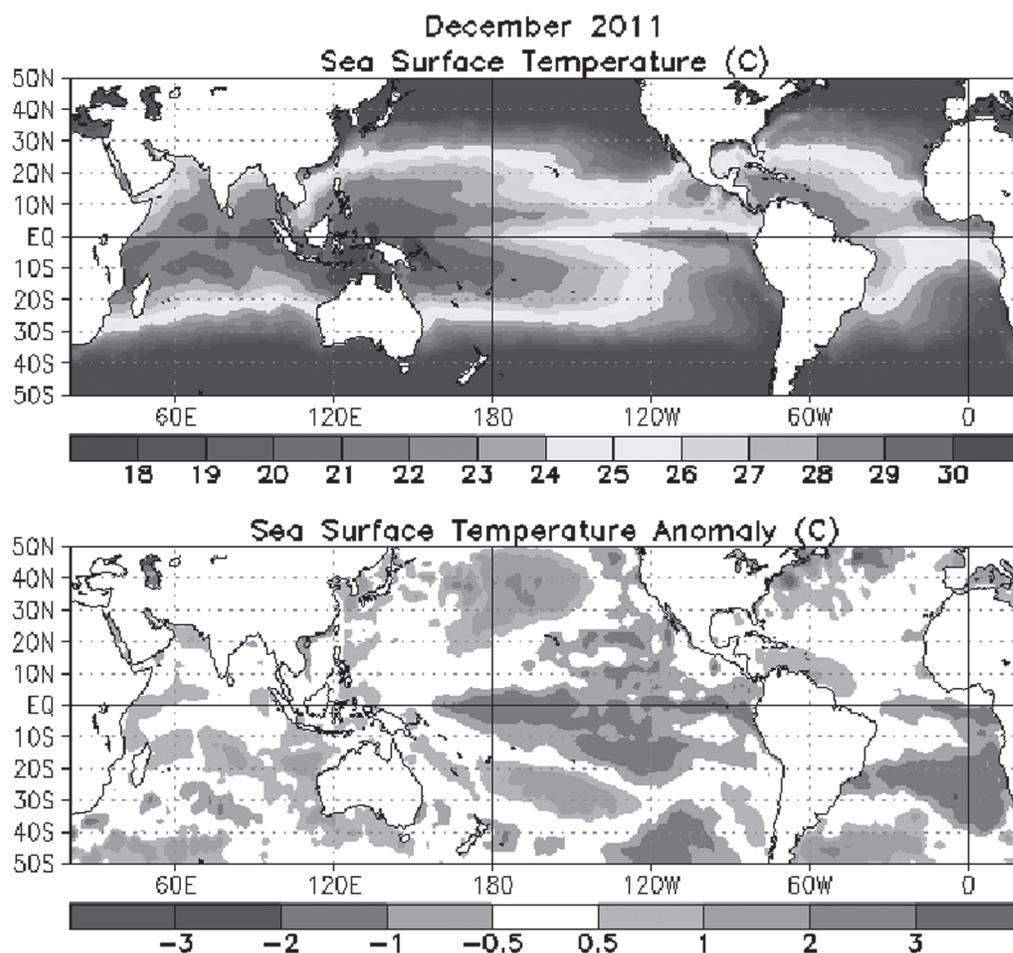


Fig. 1 Temperatura de la superficie del mar y su anomalía, en diciembre de 2011 (imagen tomada del sitio: <http://www.noaa.gov>).

En el campo térmico se registran temperaturas mínimas notables cuando al influir una masa de aire de origen continental polar, se conjugan, además, otros factores meteorológicos, como la poca nubosidad, la intensidad débil del viento, aunque también contribuyen a esos registros notables las características físico-geográficas de la localidad, por ejemplo, la Llanura Habana Matanzas.

En este resumen de la temporada invernal (TI) 2011-2012 se realiza una caracterización general de la estación poco lluviosa en Cuba con relación al comportamiento de los frentes fríos en el archipiélago cubano y se acomete el análisis de cada uno de esos sistemas meteorológicos a su paso por las provincias cubanas. El análisis categórico de los FF se basa en la clasificación establecida por el Instituto de Meteorología para las intensidades (Tabla 1) y los tipos (Tabla 2) de los sistemas frontales fríos. Los criterios de clasificación expuestos en esas tablas son consecuentes con los de Rodríguez *et al.* (1984). Para el comportamiento de la temporada invernal en Cuba, también se valora la temperatura superficial oceánica en el océano Pacífico ecuatorial central y oriental por la incidencia de los eventos La Niña (LN) y El Niño (EN) en la circulación general de la atmósfera, que alteran

los patrones circulatorios en las diferentes áreas del globo terráqueo.

Las condiciones térmicas predominantes en las que se desarrolló la temporada invernal 2011-2012 en Cuba, mostraron anomalías negativas para la temperatura de la superficie del mar (TSM) en esa área oceánica, asociadas con un evento frío denominado La Niña (LN). Los valores de esas anomalías oscilaron entre $-0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $-1.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ en los meses de la temporada invernal citada, que se extendió desde octubre de 2011 hasta abril de 2012. En la figura 1 se observa la distribución de la TSM y su anomalía en esa área oceánica, en diciembre de 2011, en la cual se denota la presencia del evento LN. Esa situación oceánica influyó en el desplazamiento de los sistemas de latitudes medias y su penetración en el área tropical, así como también en el número de frentes fríos que afectaron el archipiélago cubano, manifestándose una temporada invernal anómala negativa, con un predominio de los frentes fríos de intensidad débil. Solo 40 % de estos estuvieron precedidos por hondonadas activas, que ocasionaron nublados, lluvias y algunas tormentas eléctricas a su paso. Las anomalías negativas de los frentes fríos se manifestaron significativamente en sus frecuencias mensual y estacional; marzo resultó el mes de menor aporte al número total de sistemas invernales, mientras que en noviembre afectaron cuatro sistemas frontales al archipiélago cubano y fue el de mayor contribución al total de los FF de la temporada invernal 2011-2012, la que presentó un comportamiento anómalo negativo y, por ello, se calificó de temporada invernal poco activa, con solo 14 sistemas frontales en los siete meses de extensión de la temporada invernal.

Las intensidades de los vientos están expresados en *km/h* (km/h); las temperaturas de la superficie del mar, así como sus anomalías y los registros de las temperaturas mínimas, se expresan en *grados Celsius* ($^{\circ}\text{C}$).

TABLA 1

Clasificación de los frentes fríos por intensidades, según la fuerza del viento máximo medio en la superficie a nivel del mar

Clasificación	Viento máximo medio sostenido en superficie (Km/h)
Débiles	<35
Moderados	36-55
Fuertes	>55

TABLA 2

Clasificación de los frentes fríos en tipos, atendiendo al giro de los vientos en superficie

Clasificación	Giro del viento
Clásicos	Giro del viento por el sur, al suroeste, oeste y noroeste
Revesinos	Retroceso del viento del este al noreste y norte
Secundarios	Afectan uno o dos días después del paso de un frente frío

Características generales de la temporada invernal 2011-2012

La temporada invernal 2011-2012 se inició con la llegada a Cuba del primer frente frío, el 19 de octubre de 2011, y se extendió hasta el 23 de abril de 2012, día en que afectó a Cuba el FF número catorce y último de esa temporada invernal.

Una situación meteorológica significativa se denotó en el extremo occidental cubano con la llegada a Cuba, en las primeras horas de la tarde, de este primer frente frío que afectó su región occidental con un cambio de tiempo ligero, perceptible en los campos de la nubosidad, la lluvia y el estado del mar, no así en el campo térmico.

El archipiélago cubano fue afectado por un total de 14 frentes fríos, lo cual permite afirmar que la temporada invernal 2011-2012 fue poco activa, con relación al valor climático (19 FF por temporada), González (1999). Los 14 FF, por sus tipos, fueron clasificados en nueve clásicos, cuatro revesinos y uno secundario; por sus intensidades, en once débiles y tres moderados. No afectaron frentes fríos fuertes y existió un predominio de los frentes fríos clásicos, con 64.3 %, y débiles, con 78.6 %.

TABLA 3
Frecuencia media mensual de los frentes fríos del período 1916-1917 a 1999-2000 y comportamiento en la temporada 2011-2012

Período	Meses										
	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	NoFF/T
1916-1917 a 1999-2000	0.08	1.3	2.5	3.2	3.6	3.3	2.9	1.9	0.7	0.05	19.5
2011-2012	-	1	4	2	2	2	1	2	-	-	14.0

El análisis de los datos reflejados en la tabla 3 permite valorar los comportamientos mensual y estacional de los sistemas invernales, con relación al valor climático de los FF, denotándose anomalías positiva en noviembre (si se considera el período de 84 temporadas invernales); normal, en abril; y por debajo,

en el trimestre enero-marzo, así como en el número total (14) de los FF por temporada invernal. En mayo y junio no arribaron FF al archipiélago cubano, por lo cual la TI 2011-2012 solo se extendió hasta abril. Asimismo, en la tabla se aprecia que noviembre fue el mes de mayor aporte al número total de esos sistemas meteorológicos.

La tabla 4 muestra la frecuencia mensual de los frentes fríos por tipos e intensidades; el tipo predominante en la temporada invernal 2011-2012 fue el clásico, con un total de 9 FF, mientras que en relación con la intensidad, los clasificados como débil tienen la mayor frecuencia de FF (11). En la temporada invernal descrita no se presentaron FF de intensidad fuerte y, por ende, suman 16 temporadas invernales en las que la media de los vientos máximos (asociada a los frentes fríos que afectan al territorio cubano) no sobrepasa el valor de 55 km/h, en las estaciones meteorológicas, cuando afectan esos sistemas invernales al occidente cubano. La manifestación de otra temporada invernal con ausencia de esos sistemas frontales, motivó la evaluación de las características medias de los campos meteorológicos en la columna troposférica, con los patrones de la circulación atmosférica asociadas a estas, y que fueron determinados por Jústiz (2010). Se consideró el trimestre más representativo del período invernal (dic-mar) para la valoración o la evaluación de esas condiciones; los resultados arrojaron que: el campo de humedad en el nivel de 850 hPa no influyó de forma significativa en los valores sobre Cuba y los mares adyacentes con relación al patrón correspondiente, y que la situación y la intensidad de los centros béricos en la superficie a nivel del mar, en diciembre de 2011, enero, febrero y marzo de 2012, difieren del patrón del campo bérico hallado.

La tabla 5 refleja la frecuencia de los FF por provincias, donde se corrobora que los sistemas frontales al desplazarse de oeste a este sobre el territorio nacional cubano pierden, gradualmente, sus ca-

TABLA 4

Frentes fríos que afectaron a Cuba en la temporada invernal 2011-2012, clasificados por tipos e intensidades, en los diferentes meses de ese período

Tipos	Meses									Total
	Sept	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar	Abr.	May	
Clásicos	-	1	3	1	-	2	1	1		9
Revesinos	-	-	1	1	2	-	-	-		4
Secundarios	-	-	-	-	-	-	-	1		1
Intensidades										
Débiles	-	1	4	2	-	2	-	1		10
Moderados	-	-	-	-	2	-	1	1		4
Fuertes	-	-	-	-	-	-	-	-		-
Total	-	1	4	2	2	2	1	2		14

racterísticas baroclínicas, debilitándose hasta disiparse. En esta tabla se aprecia que del total de 14 FF que arribaron al occidente del archipiélago cubano en la temporada invernal 2011-2012, solo cinco FF llegaron a la provincia de Guantánamo, con lo cual se corrobora lo expresado por González (1999) con relación a la menor afectación de los sistemas invernales a la región oriental cubana y con disímiles características, entre las cuales predomina el incremento de las lluvias.

De los frentes fríos que afectaron al archipiélago cubano, 41 % estuvo precedido por hondonadas activas con lluvias, chubascos y tormentas eléctricas. Algunas de esas hondonadas prefrontales ocasionaron lluvias con acumulados significativos y reportes

de tormentas locales severas (TLS), como las asociadas a los FF números 7 y 13 de la temporada invernal 2011-2012.

La tabla 6 presenta los valores absolutos de la temperatura mínima mensual en el período invernal 2011-2012; se aprecia que el valor más bajo (4.1 °C) de esa variable meteorológica se registró en la Llanura Habana-Matanzas, en la estación meteorológica de Tapaste, provincia de Mayabeque, en el occidente de Cuba.

En este breve resumen de la TI 2011-2012 solo se analizarán individualmente los frentes fríos primero y último que afectaron a Cuba en esa temporada.

Frente frío no 1 (tipo: clásico, intensidad: débil, 19/10/2011, primeras horas de la tarde)

La temporada invernal 2011-2012 se inició el 19 de octubre de 2011, cuando el primer frente frío de esa temporada afectó el extremo occidental de Cuba; este evento estuvo precedido por una activa hondonada que ocasionó lluvias y chubascos, las cuales llegaron a ser numerosas en la mañana de ese día, desde Pinar del Río, hasta Cienfuegos, y que se activaron con otra hondonada que estuvo influyendo en el área desde el día anterior. En la región central, también se manifestaron algunas lluvias asociadas a la banda prefrontal, pero fueron disminuyendo hacia las provincias orientales.

TABLA 5

Frentes fríos que afectaron a las diferentes provincias de Cuba en la temporada invernal 2011-2012

Tipos	PR	AR	MY	LH	IJ	Mt	Ci	VC	SS	CA	Ca	LT	Gr	Ho	SC	GU
Clásicos	9	8	8	9	8	8	8	9	8	5	5	5	3	3	3	3
Revesinos	4	4	4	4	4	3	4	2	3	3	3	3	2	2	3	2
Secundarios	1			1	1	1		1	1	1	1					
Intensidades																
Débiles	11	9	9	11	11	12	12	12	9	8	7	6	4	2	5	5
Moderados	3	3	3	3	2	0	0	0	1	1	2	2	1	3	1	0
Total	14	12	12	14	13	12	12	12	10	9	9	8	5	5	6	5

El primer frente frío de la temporada invernal que se analiza fue clasificado, por su tipo, de *clásico* y, según su intensidad, como *débil*; estuvo precedido por una vaguada u hondonada activa, que se integró como un todo al sistema de bajas presiones en el Golfo de México.

Un estado del tiempo significativo se manifestó el día 18 de octubre de 2011 sobre el Golfo de México y Cuba, precediendo al primer sistema frontal de la temporada 2011-2012. Ese tiempo estuvo asociado a la zona de bajas presiones de 1 002 hPa que se encontraba en la región central del golfo citado, y que extendía su amplia circulación sobre el sureste de los Estados Unidos, Cuba, el noroeste del Mar Caribe, Centroamérica y México. Esa situación meteorológica produjo un fuerte gradiente de la presión barométrica que incrementó la intensidad del viento en el sureste del golfo de México y el occidente cubano, originándose sobre Cuba vientos del sur al suroeste. En la estación meteorológica de Casa Blanca (provincia de La Habana) se reportaron vientos de región sur con velocidades sostenidas de 60 km/h, así como rachas superiores que se incrementaron durante la mañana y alcanzaron el valor de 82 km/h en la tarde de ese día; en Melena del Sur (provincia de Mayabeque) se registraron vientos del sur sostenidos entre 40 km/h y 50 km/h, con una racha de 62 km/h; en

la estación meteorológica de Güira de Melena (provincia de Artemisa), los vientos sostenidos fueron de 26 km/h y una racha de 47 km/h del sureste. En Batabanó (provincia de Mayabeque) el anemómetro registró 38 km/h de vientos sostenidos del sureste al sur, con una racha de 50 km/h. Este sistema también produjo una extensa área de chubascos, lluvias y tormentas eléctricas fuertes e intensas sobre el sur de la Florida y los mares adyacentes, el canal de Yucatán y el extremo occidental de Cuba. Después del paso del frente frío, giraron al noroeste y al norte en la región occidental, y del noroeste en la región central, desde la madrugada del 20 de octubre, con velocidades de hasta 35 km/h, y rachas superiores en la costa norte.

En el mapa de las 1800 UTC del 19 de octubre de 2011, el primer frente frío se extendía hacia el sursuroeste desde una baja extratropical localizada en el noreste de los Estados Unidos y cruzaba sobre el Saco de Charleston, el extremo sur de la península de la Florida, y continuaba muy próximo a la costa norte occidental de Cuba para después internarse en la península de Yucatán. En las observaciones de las 1800 UTC, todas las estaciones meteorológicas de la región occidental de Cuba reportaban vientos de región norte; a las 9:55 a.m., la estación de Casablanca reportó una racha de viento de 87 km/h del norte y vientos sostenidos de 60 km/h entre 9:30 a.m. y 10:30 a.m. Este frente frío transitó durante la tarde del día 19 por la región central de Cuba y al final de esa noche llegó a la región oriental cubana.

La onda polar que generaba al primer frente frío que afectó el archipiélago cubano aparecía cerrada y con una buena estructura en todos los niveles de la tropósfera. A la altura de 1,5 km (nivel de 850 hPa), su eje se extendía meridionalmente sobre la costa oriental de los Estados Unidos hasta el Canal de Yucatán; a partir de 5 km de altura, este se identificaba algo más inclinado hacia el oeste, sobre la parte occidental del continente norteamericano, y su extensión alcanzaba el Golfo de México.

TABLA 6

Temperaturas mínimas absolutas registradas en los meses de la temporada invernal 2011-2012 en las estaciones meteorológicas cubanas

Día	Mes	Temperatura mínima (oC)	Estación meteorológica	Provincia	Región
23	Octubre	13.3	Isabel Rubio	Pinar del Río	Occidental
30	Noviembre	10.6	Unión de Reyes	Matanzas	Occidental
2	Diciembre	10.0	Isabel Rubio	Pinar del Río	Occidental
4	Enero	4.1	Tapaste	Mayabeque	Occidental
13	Febrero	6.0	Tapaste	Mayabeque	Occidental
27	Marzo	11.4	Batabanó	Mayabeque	Occidental
25	Abril	9.3	Mayabeque	Bainoa	Occidental

El sistema de altas presiones de origen continental que acompañaba al primer frente frío se extendía al sur sobre la región centro-occidental del continente norteamericano, cubriendo con sus isobaras gran parte de México y el Golfo de México, con dos centros: el primero (de 1 025 hPa) sobre Texas y el segundo (de 1 026 hPa) sobre Nebraska. En toda la columna troposférica, desde la superficie a nivel mar, hasta los niveles altos, este anticiclón aparecía representado por una amplia celda de alto valor de geopotencial, con su máximo en el suroeste de los Estados Unidos.

Ese sistema anticiclónico que acompañaba al primer sistema frontal de la TI 2011-2012 impuso en las provincias occidentales un régimen de vientos del norte, por lo que se reportaron marejadas en la costa noroccidental de la provincia de La Habana, las

cuales ocasionaron inundaciones en zonas bajas, incluyendo al Malecón habanero, los días 19, 20 y 21 de octubre de 2011.

La figura 2 muestra una imagen del satélite meteorológico en la cual se observa una banda de nubes en capas y convectivas de 3° a 4° de ancho extendida desde el golfo de Honduras que cruzaba el noroeste del Mar Caribe, la región occidental de Cuba, el Estrecho de la Florida y continuaba hacia el noreste sobre el Atlántico occidental; esa banda estaba asociada a una hondonada prefrontal fuerte que se desplazó lentamente al este y afectó las provincias occidentales cubanas. Otra banda de nubes cumuliformes con aislada actividad convectiva de 2° a 3° de ancho se extendía desde el Golfo de Campeche sobre la Península de Yucatán, el extremo occidental de Cuba, y se

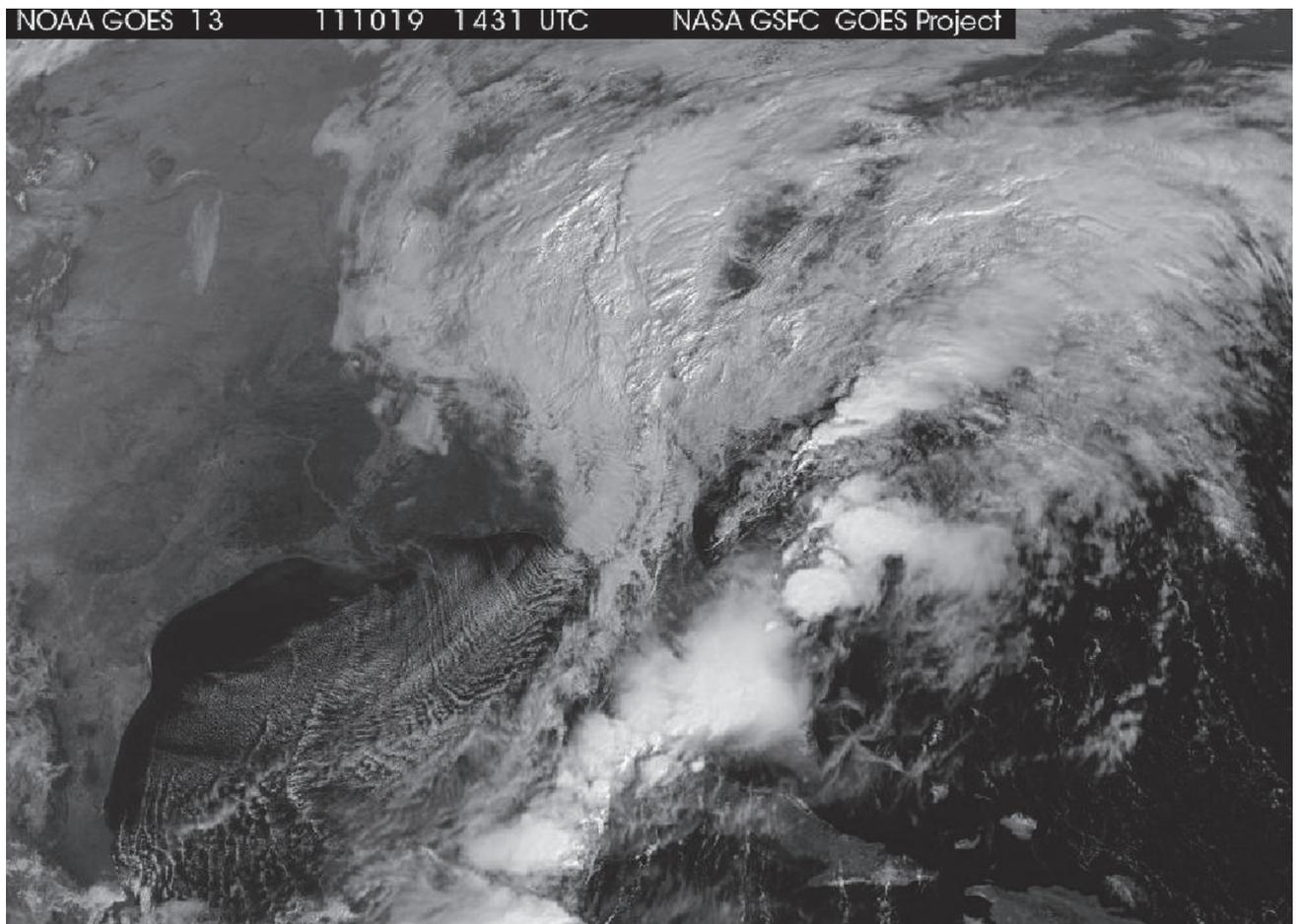


Fig. 2 Imagen del SM del 19 de octubre de 2011, correspondiente al primer frente frío de la TI 2011-2012.

correspondía con el primer frente frío de la temporada invernal 2011-2012.

Detrás de esas bandas nubosas se observaba gran parte del Golfo de México cubierto por nublados formados por celdas abiertas y cerradas de Sc y Cu, asociados con la advección fría detrás de este primer sistema frontal de la temporada invernal. Sobre la región central cubana se observaban Cu y aislados Cb, con Ci superpuestos, vinculados con el flujo del sureste al sur, por delante de la prefrontal, y fuertes corrientes superiores

El primer frente frío de la temporada invernal 2011-2012 afectó como débil a todas las provincias cubanas, excepto a Guantánamo, donde no afectó directamente, sino con su prefrontal, con nublados y lluvias aisladas, pero sin acumulados significativos.

Frente frío no. 14 (tipo: secundario, intensidad: débil, 24/04/2012, horas de la noche)

En horas de la noche del 23 de abril de 2012, llegó al occidente cubano un frente frío secundario, de intensidad débil, que se originó en un ambiente baroclínico propiciado por el continuo flujo del norte en la tropósfera baja y media que produjo una fuerte advección fría sobre el área del sureste de los Estados Unidos, el noreste del Golfo de México, las Bahamas septentrionales y el noroeste del Mar Caribe, generándose la discontinuidad térmica asociada con el frente frío número 14 de la temporada invernal 2011-2012. Estaba representado en las imágenes de los satélites meteorológicos por una banda de nublados bajos y medios (Fig. 3).

En la superficie, a nivel del mar, ese sistema frontal provenía de la periferia de un centro de bajas presiones extratropicales que se hallaba en el estado de New York. El FF secundario se extendía desde el Saco de Charleston hacia el suroeste sobre el grupo nor-

te de las Bahamas, y continuaba por el Canal de la Florida, hasta penetrar en la mitad oriental del Golfo de México; continuó su movimiento hacia el este-sureste y llegó al occidente cubano en horas de la noche del 24 abril de 2012, con un incremento en los vientos de región norte y nublados del tipo Cu y St Cu, asociados a la advección fría que se impuso sobre la mitad occidental de Cuba al convertirse en el frente frío número 14 de la temporada invernal 2011-2012. Al pasar por la provincia de La Habana, en la estación meteorológica de Casa Blanca se registró una racha de 52 km/h; seguidamente, comenzó la influencia de las altas presiones de origen continental sobre la mitad occidental de Cuba, donde se denotó una masa de aire algo fría y vientos de región norte moderados.

Este frente frío catorce tenía su representación en toda la tropósfera por la misma vaguada de onda larga que soportaba al frente frío número 13, lo cual es una característica de los frentes fríos secundarios. En el mapa de advección correspondiente (Fig. 3) se denota cómo la trayectoria de la advección fría procedente de la porción noroeste de los Estados Unidos penetra en el Golfo de México y llega hasta el noroeste del Mar Caribe (Fig. 3).

En la figura 4 se aprecia una línea de nubes Cu extendida desde la costa norte occidental hacia el norte-noreste sobre el estrecho de la Florida, la cual está asociada con un sistema frontal secundario (FF 14 de la TI 2011-2012). Delante de esa línea se observa una banda de nubes Cu y Cb que se extiende desde el Mar Caribe sobre la mitad oriental de Cuba y continúa hacia el noreste sobre el Atlántico, la cual se vincula con el sistema frontal frío principal. Sobre el Golfo de México se observan nublados por celdas abiertas y cerradas de Sc y Cu asociados con la advección fría sobre gran parte del golfo.

El frente frío catorce de la TI 2011-2012 afectó, solamente, las provincias occidentales.

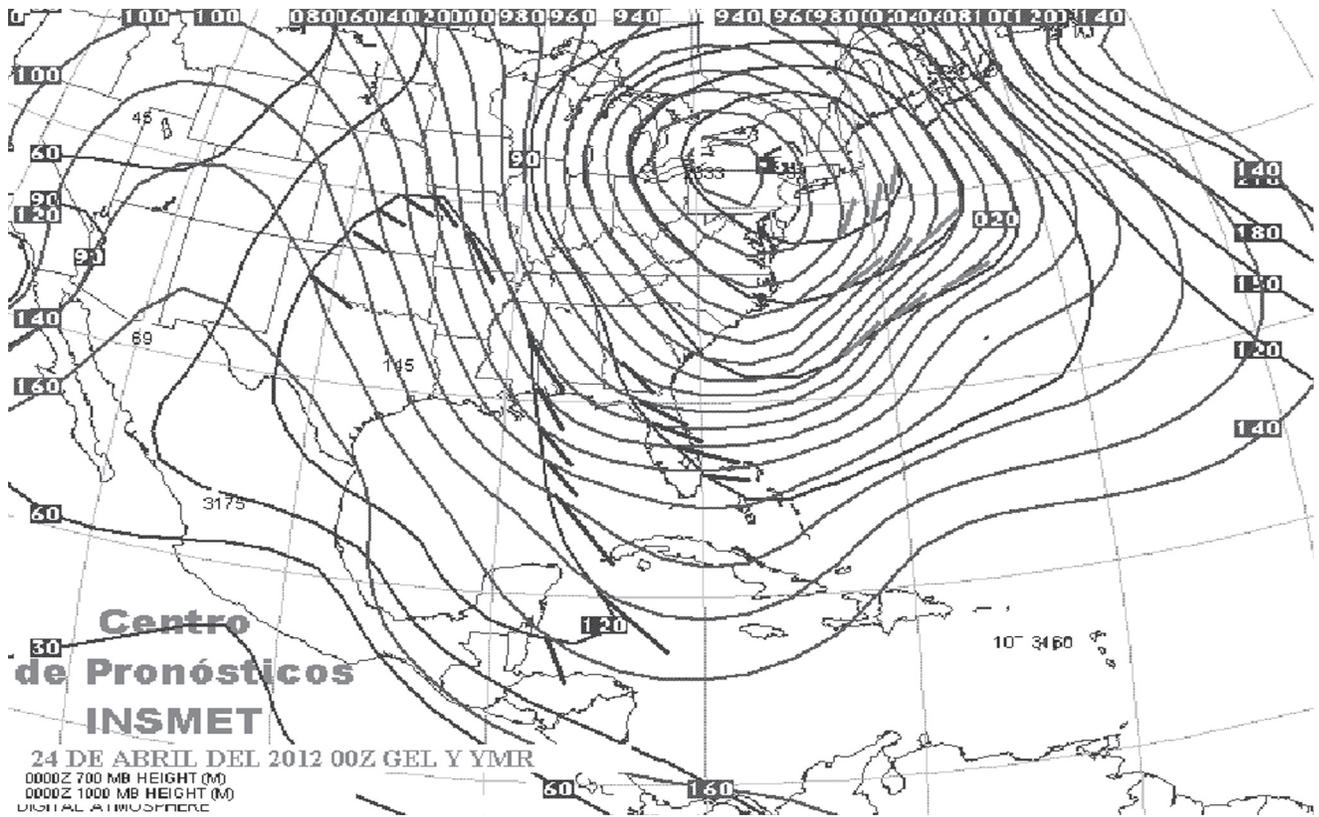


Fig. 16 Mapa de espesor 1 000 hPa - 700 hPa, que muestra la notable advección fría asociada al frente frío catorce de la TI 2011-2012.

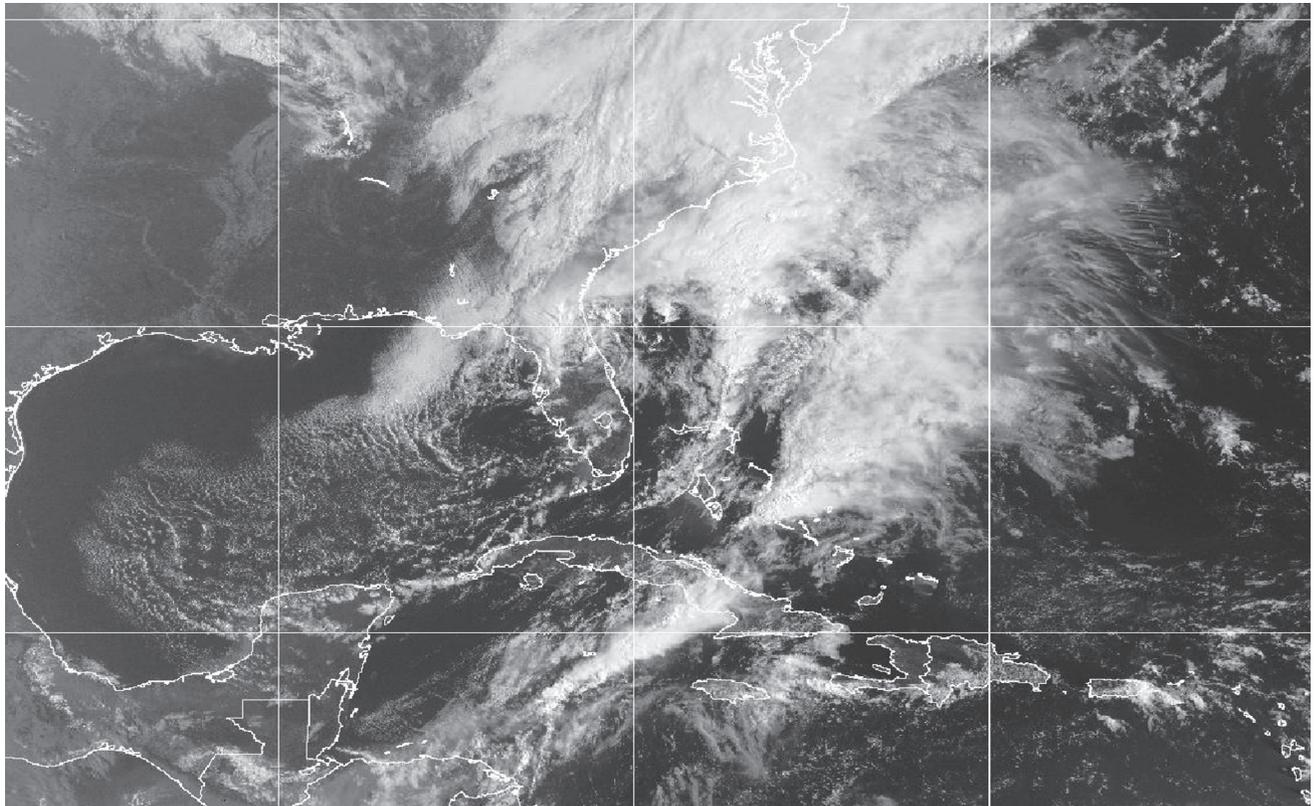


Fig. 17 Imagen satelital del 23 de abril de 2012, a las 13:45 UTC, en la que se aprecian los frentes fríos 13 y 14 de la TI 2011-2012.

Características significativas en la temporada invernal 2011-2012

1. La temporada invernal 2011-2012 en el archipiélago cubano se desarrolló en un ambiente de anomalías negativas de la temperatura superficial del mar en el océano Pacífico ecuatorial central y oriental asociadas al evento frío denominado La Niña, el cual influyó en el comportamiento de la circulación troposférica y en la interacción extratropical-tropical, e impuso vientos del oeste que no contribuyeron a la penetración de las vaguadas polares en bajas latitudes ni a que los frentes fríos (en su mayoría) se desplazaran por los mares al norte de Cuba. Existió una incidencia significativa en el número total de frentes fríos que afectaron a Cuba en esta temporada invernal, la cual se clasificó de poco activa (solo 14 FF) con relación al valor climático (19 FF) de esos sistemas invernales. El comportamiento térmico en las aguas oceánicas del Pacífico ecuatorial contribuyó al valor anómalo negativo de los FF que se presentaron en Cuba, al alterarse el flujo circulatorio troposférico y con ello no permitirse la intrusión de aire frío procedente de las latitudes medias y altas en los subtrópicos y trópicos, dada la imposición de un flujo zonal positivo que inhibió el intercambio meridional extratropical-tropical.
2. La temporada invernal 2011-2012 se extendió del 19 de octubre de 2011 (en que afectó el primer frente frío al archipiélago cubano) al 23 de abril de 2012, fecha en que llegó a las costas cubanas el último frente frío (el número catorce) de esa temporada.

Afectaron al archipiélago cubano catorce frentes fríos; por ello, fue clasificada como poco activa, si se considera el valor climático por temporada (19 FF), en el período desde 1916-1917 hasta 1982-1983 (Rodríguez *et al.*, 1984). La anomalía presentada fue del orden de seis frentes fríos. Los 14 FF que afecta-

ron la TI, por sus tipos, fueron clasificados en nueve clásicos, cuatro revésinos y uno secundario; por sus intensidades, en once débiles y tres moderados. No se presentaron FF de intensidad fuerte, y son ya dieciséis las temporadas invernales en que la media de los vientos máximos (asociada a los frentes fríos que afectan al territorio cubano) no sobrepasa de 55 km/h, en las estaciones meteorológicas cubanas, cuando se desplazan esos sistemas invernales del occidente al oriente cubanos. El análisis comparativo de los patrones determinados por Jústiz (2010) con relación a los FF fuertes arrojó que el campo bórico medio en diciembre de 2011 y enero, febrero y marzo de 2012, se presentó como anómalo negativo, y no contribuyó a la intensidad de los FF que afectaron a Cuba en la TI 2011-2012.

1. De los sistemas frontales que afectaron al archipiélago cubano, 40 % estuvo precedido por hondonadas; de estas, 30 % se catalogó como activas (con lluvias, chubascos y algunas tormentas eléctricas). Asimismo, se registraron lluvias localmente intensas, con valores ≥ 100.0 mm/24 h; en su mayoría, estas hondonadas se activaron en el extremo sureste del Golfo de México dadas la posición y la intensidad de la corriente en chorro.
2. Noviembre de 2011 resultó el mes de mayor actividad frontal, y en este se presentó una ligera anomalía positiva de un frente frío, por lo cual también fue el de mayor contribución al número total, con el aporte de cuatro FF. Diciembre, enero, febrero y abril se comportaron de forma similar, y cada uno aportó dos sistemas frontales. Octubre, con uno, y marzo, al igual que abril, con dos FF, completan el número total de catorce FF que afectaron a Cuba en la TI 2011-2012.
3. En el primer trimestre (octubre-diciembre) del período poco lluvioso afectaron siete FF al archipiélago cubano, similar al valor climático para ese período invernal (González, 1999).

4. Del total de los FF que afectaron a Cuba, solo 36 % llegó a la región oriental cubana, con lo cual se corroboró lo expresado por González (1999) en relación con el desplazamiento de oeste a este sobre Cuba de los sistemas frontales y la transformación de las variables meteorológicas asociadas a estos.
5. El valor absoluto mensual de la temperatura mínima (4.1 °C) se registró el 4 de enero de 2012 en la estación meteorológica de Tapaste (provincia de Mayabeque), en la región occidental cubana. Estuvo asociado con la masa de aire de origen continental polar que acompañaba al sistema frontal número 8 (2 de enero de 2012) de la temporada invernal 2011-2012.
6. La racha máxima del viento registrada al afectar un frente frío al extremo occidental cubano fue de 72 km/h (estación meteorológica de Casa Blanca, Ciudad de La Habana), y estuvo vinculada con el FF número 13 (22 de abril de 2012), clasificado, por su tipo, como clásico y, por su intensidad, de moderado.
7. El viento máximo medio de los frentes fríos moderados fue de 40 km/h, mientras que para los sistemas frontales débiles, el máximo valor registrado de la intensidad media del viento resultó de 25 km/h.
8. Se denotó la influencia de períodos húmedos y cálidos que antecedieron a los frentes fríos, en particular, al primer FF.
9. Se registraron vientos “sures” con velocidades entre 50 km/h y 55 km/h, y rachas superiores, que alcanzaron 82 km/h (como la registrada en la estación meteorológica de Casa Blanca el 18 y el 19 de octubre de 2011).
10. Se manifestaron lluvias propias de la época en los meses de transición y las asociadas con los sistemas frontales de lento movimiento sobre el territorio cubano. Asimismo, a esos registros de lluvias aportaron las hondonadas que precedieron a los frentes fríos, y la interacción de estos con la posición y la intensidad de la corriente en chorro subtropical.
11. En el contexto de la temporada invernal se presentaron períodos algo fríos y fríos, dada la influencia de las altas presiones de origen continental que acompañaron a los sistemas frontales, y de la masa de aire asociada a estas, de origen ártico, seca y fría.
12. En la temporada invernal 2011-2012 se manifestaron inundaciones ligeras a moderadas por las penetraciones del mar en las zonas del Malecón habanero y en las zonas bajas de la costa sur de La Habana, las cuales estuvieron asociadas al flujo (primero, del sur y luego del noroeste) que se impulsó en el occidente cubano al paso de los frentes fríos.

Referencias

- González, P C 1999, 'Climatología de los frentes fríos que han afectado a Cuba, desde 1916-1917, hasta 1996-1997', Revista Cubana de Meteorología, vol. 6, no. 1.
- Rodríguez R M, González, C y Quiñones, J 1984, Cronología de los frentes fríos que han afectado a Cuba, desde la temporada 1916-1917, hasta la temporada 1982-1983 (67 temporadas).
- Mapas medios de las diferentes variables y niveles troposféricos en la temporada invernal 2011-2012, tomados de <http://www.cdc.noaa.gov/Composites/Day/>.
- Imágenes de satélite (GOES), tomadas de <http://www.noaa.gov> y NASA GOES NOAA Project

Agradecimientos

Los autores agradecen a los jefes de turno (Alberto Sánchez, Miguel Ángel Hernández, Armando O. Caymares y Janny González), así como a los integrantes de sus respectivos equipos de trabajo, por la infor-

mación básica brindada sobre los sistemas frontales de la temporada invernal 2011-2012 que afectaron al archipiélago cubano. A la licenciada Sandra Samper, por la información sobre las penetraciones del mar, asociadas con los frentes fríos. Asimismo, a Miriam T. Llanes Monteagudo, a los jefes y el personal técnico de las oficinas meteorológicas provinciales y del municipio especial de Isla de la Juventud, por la colaboración brindada en el comportamiento de las variables meteorológicas al paso de los sistemas frontales por cada uno de sus respectivos territorios.