

## BOLETÍN DEL SERVICIO DE METEOROLOGÍA AERONÁUTICA

*Autores: Lic. Idalys González Chacón<sup>1</sup>, Lic. Ovidio Llompert Blanco<sup>2</sup>, Lic. Carlos Cornell Martínez<sup>3</sup>, Lic. Amanda M. de Armas Echevarría<sup>4</sup>, MSc. Marieta Hernández Sosa<sup>5</sup>.*

1. Empresa Cubana de Navegación Aérea (ECNA), Carretera Panamericana y final, Aeropuerto Intl José Martí, Edificio ACC Habana, Boyeros, La Habana, Cuba, [idalis.gonzalez@ aeronav.avianet.cu](mailto:idalis.gonzalez@ aeronav.avianet.cu)
2. Empresa Cubana de Navegación Aérea (ECNA), Carretera Panamericana y final, Aeropuerto Intl José Martí, Edificio ACC Habana, Boyeros, La Habana, Cuba, [ovidio.llompert@ aeronav.avianet.cu](mailto:ovidio.llompert@ aeronav.avianet.cu)
3. Empresa Cubana de Navegación Aérea (ECNA), Carretera Panamericana y final, Aeropuerto Intl José Martí, Edificio ACC Habana, Boyeros, La Habana, Cuba, [carlos.cornell@ aeronav.avianet.cu](mailto:carlos.cornell@ aeronav.avianet.cu)
4. Empresa Cubana de Navegación Aérea (ECNA), Carretera Panamericana y final, Aeropuerto Intl José Martí, Edificio ACC Habana, Boyeros, La Habana, Cuba, [amanda.echevarria@ aeronav.avianet.cu](mailto:amanda.echevarria@ aeronav.avianet.cu)
5. Empresa Cubana de Navegación Aérea (ECNA), Carretera Panamericana y final, Aeropuerto Intl José Martí, Edificio ACC Habana, Boyeros, La Habana, Cuba, [marieta.hernandez@ aeronav.avianet.cu](mailto:marieta.hernandez@ aeronav.avianet.cu)

### Resumen

El Boletín del Servicio de Meteorología Aeronáutica tiene como objetivo principal la divulgación de investigaciones y servicios desarrollados fundamentalmente por la Oficina Principal de Vigilancia Meteorológica (OPVM), el cual contribuye a elevar el conocimiento sobre la temática para los controladores de tránsito aéreo, entre otros usuarios que se interesen por los servicios de meteorología aeronáutica en Cuba. Es un producto de la Empresa Cubana de Navegación Aérea (ECNA) de carácter digital, editado trimestralmente por la OPVM a partir de datos de calidad del servicio, datos climáticos a nivel de aeródromo, y datos provenientes de sitios oficiales para el intercambio internacional del trabajo meteorológico. El Boletín se encuentra disponible en nuestro sitio institucional y refleja el comportamiento climatológico de las variables de importancia para la navegación aérea en los aeródromos. Expone investigaciones relacionadas con la meteorología aeronáutica e informaciones generales sobre meteorología y el medio ambiente. Además, mantiene una actualización en los principales temas del ámbito meteorológico internacional. Es un proyecto pionero en su tipo, ya que no existen antecedentes de publicaciones periódicas para la difusión de esta actividad en el país. Es un producto en desarrollo, el cual presentó su primera edición en enero del 2019 y tributa a la mejora de los servicios aeronáuticos sobre la Región de Información de Vuelo (FIR-Habana).

Palabras claves: boletín, meteorología aeronáutica, FIR-Habana.

## Abstrac

The Bulletin of the Aeronautical Meteorology Service has as its main objective the dissemination of research and services developed mainly by the Main Office of Meteorological Surveillance (OPVM), which contributes to raising knowledge on the subject for air traffic controllers, among other users interested in aeronautical meteorology services in Cuba. It is a product of the Cuban Air Navigation Company (ECNA) of a digital nature, published quarterly by the OPVM based on quality of service data, weather data at the aerodrome level, and data from official sites for international work exchange meteorological. The Bulletin is available at our institutional site and reflects the climatological behavior of the variables of importance for air navigation in aerodromes. He presents research related to aeronautical meteorology and general information on meteorology and the environment. In addition, it maintains an update on the main topics of the international meteorological field. It is a pioneer project of its kind, since there is no history of periodical publications for the dissemination of this activity in the country. It is a product in development, which presented its first edition in January 2019 and pays for the improvement of aeronautical services over the Flight Information Region (FIR-Havana).

Keywords: bulletin, aeronautical meteorology, FIR-Havana.

## Introducción

El servicio meteorológico para la aviación nacional e internacional en Cuba es suministrado por la Oficina Principal de Vigilancia Meteorológica (OPVM) perteneciente a la Empresa Cubana de Navegación Aérea (ECNA). La organización tiene implementado un Sistema de Gestión de Calidad que cumple con los requisitos de la norma internacional ISO 9001:2015, la cual fomenta la interrelación entre los diversos procesos y promueve la mejora en la calidad de los servicios que brinda nuestra empresa. Por tanto, la inexistencia de un boletín meteorológico de carácter aeronáutico, así como la creciente demanda de conocimiento actualizado sobre la temática por parte de nuestros usuarios, promovieron la creación de un boletín propio de la especialidad. Este documento contribuye con el desarrollo del proceso de meteorología aeronáutica que tiene como objetivo principal garantizar la prestación segura y eficaz del servicio de meteorología aeronáutica a todos los clientes que operen en la Región de Información de Vuelo (FIR) de la Habana, como parte de los servicios para la navegación aérea que brinda la ECNA.

Es un producto de carácter digital, que se encuentra aún en perfeccionamiento, el cual es una oportunidad para elevar la comprensión de los fenómenos meteorológicos adversos para la navegación aérea sobre la FIR Habana para aquellos usuarios que lo requieran o para aquellos que muestren interés en la rama de la meteorología aeronáutica.

El boletín contará con una edición trimestral, donde aparecerá una descripción sinóptica sobre la FIR Habana, se realizará un breve análisis de variables meteorológicas de interés para la navegación aérea en los principales aeródromos del país, se dará a conocer los índices de eficacia del servicio meteorológico y la confiabilidad de los pronósticos de aeródromos (TAF) para nuestros principales clientes: aerolíneas, miembros de la tripulación de vuelo, representantes, las dependencias de los servicios de tránsito aéreo, de búsqueda y salvamento, a las administraciones de los aeropuertos y a los demás interesados en la explotación y desarrollo de la navegación aérea.

## Antecedentes

En el ámbito internacional existen diversos boletines meteorológicos, incluso de carácter aeronáuticos que brindan un gran número de informaciones de importancia para la navegación aérea. El Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam) de Colombia también genera una gran variedad de boletines nacionales: El boletín condiciones hidrometeorológicas, el boletín clima y salud, el boletín semanal de pronóstico agrometeorológico, el boletín mensual de la situación sinóptica y el boletín mensual de predicción climática. En ellos se da seguimiento al comportamiento océano-atmósfera, la predicción climática de las precipitaciones y temperaturas extremas, predicción hidrológica, estado de los suelos, probabilidad de amenaza de incendios y se describen las condiciones sinópticas mensuales con caracterización de variables meteorológicas como la precipitación. Sin embargo, no aparece ninguna información que aborde temáticas relacionadas con la meteorología aeronáutica, incluso los pronósticos climáticos o los análisis sinópticos que aparecen no satisfacen a los usuarios de esta rama de la meteorología. También es relevante mencionar el Boletín Meteorológico Mensual del Instituto Meteorológico Nacional de Costa Rica, el cual contiene resúmenes de las condiciones climáticas mensuales de variables meteorológicas de las 53 estaciones meteorológicas del país y el Aeropuerto Internacional Juan Santamaría (MROC). Este boletín aborda ampliamente el comportamiento de las condiciones atmosféricas regionales para Centroamérica, el Mar Caribe y en particular las condiciones locales sobre Costa Rica, donde incluye el comportamiento y distribución de las principales variables meteorológicas como: la radiación de onda larga, omega y la temperatura superficial del mar. Brinda una descripción referente a los acontecimientos atmosféricos especiales que afectaron al país, caracteriza la presencia de las ondas tropicales sobre el territorio y sus principales impactos y aporta un pronóstico climático estacional. Además, se realiza un análisis y seguimiento de la Oscilación Madden-Julian (MJO), velocidad potencial en

200 hPa y la zona de convergencia intertropical (ZCIT). Si bien no es un boletín aeronáutico, mucha de la información que aparece es de utilidad para el trabajo operativo de la OPVM, y gran parte del perfeccionamiento que se persigue para nuestro boletín está inspirado en esta publicación seriada. Un ejemplo de boletín para el servicio de meteorología aeronáutica es el Boletín Climático Trimestral, elaborado por el Equipo de Pronósticos y Climatología de la Corporación Peruana de Aeropuertos y Aviación Comercial S.A.(CORPAC), el cual proporciona un análisis mensual de condiciones meteorológicas y las condiciones climáticas para el Aeropuerto Internacional Jorge Chávez de Lima. Simultáneamente aporta una caracterización regional de las condiciones climáticas de los sistemas Océano-Atmosfera en el Pacífico ecuatorial, Pacífico sur y Atlántico sur, con énfasis en el comportamiento de las condiciones oceánicas de El Niño-Oscilación del Sur (ENOS). El objetivo de este análisis es evaluar la interacción océano-atmosfera y su vínculo con la presencia de fenómenos atmosférico que pueda afectar la actividad aeronáutica en este país. Además, en el documento también se analizan otras variables meteorológicas que son relevantes en la navegación aérea, entre ellas se encuentran: La nubosidad convectiva, corriente en chorro a 200 hPa, así como la turbulencia en aire claro (CAT) para varios niveles y su relación con la climatología del modelo (1980-2009). Este boletín es otro ejemplo de hacia donde se quiere encaminar el perfeccionamiento de nuestro boletín, pues son servicios que se pudiera implementar mensualmente en la oficina y quedarían reflejados en las ediciones trimestrales de nuestro boletín y a su vez ofrecer informaciones novedosas a los usuarios que utilizan este producto.

Como antecedentes nacionales en ramas de las ciencias meteorológicas se destaca dentro del Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), El Instituto de Meteorología (INSMET), organismo responsable de suministrar información meteorológica, climática y comportamiento futuro de la atmósfera. Esta información está dirigida a velar por la seguridad de la vida humana y a reducir las pérdidas de bienes materiales ante desastres naturales de origen meteorológico, contribuyendo directamente al bienestar de la comunidad y al desarrollo sostenible del estado cubano. El INSMET cuenta con un gran número de boletines, los cuales divulgan informaciones meteorológicas en sus diversas especialidades, productos que abarcan el ámbito nacional y el regional. Entre los principales boletines desarrollados en esta institución se encuentran: El Boletín de Vigilancia del Clima y el Boletín Agrometeorológico. El Boletín de la Vigilancia del Clima es un producto del Sistema Nacional de la Vigilancia del Clima, editado mensualmente por el Centro del Clima, elaborado a partir de los datos preliminares de la Red de Estaciones Meteorológicas del Instituto de Meteorología y de la Red de Estaciones Pluviométricas del Instituto Nacional de Recursos Hidráulico, en el mismo aparecen reflejadas las condiciones oceánicas atmosférica que influyen en nuestra región, las temperaturas extremas, los indicadores de extremos climáticos y las condiciones bioclimáticas que imperaron en el mes y se hace un análisis detallado sobre la sequía meteorológica en nuestro país, así como un pronóstico climático regional. Al mismo tiempo en los Centros Meteorológicos Provinciales se confecciona un boletín meteorológico provincial, es un producto libre, pero parte de la misma concepción del boletín nacional. El Boletín Agrometeorológico Nacional es una publicación decadal elaborada por el Centro de Meteorología Agrícola, la información que se divulga está relacionada con la influencia de las variables meteorológicas para los principales cultivos de la economía cubana, así mismo para la apicultura, avicultura y la ganadería. Este boletín abarca temáticas específicas como: abastecimiento de calor, abastecimiento hídrico, condiciones de vegetación, la sequía agrícola y peligro de incendios en la vegetación, además se confecciona una perspectiva agrometeorológicas para los próximos 10 días y no olvidando las fases de la luna y su influencia en las actividades agrícolas. Como se puede apreciar Cuba cuenta con un gran número de boletines meteorológicos de gran importancia para el monitoreo y la vigilancia del tiempo y el clima, pero no satisface todas las solicitudes de información meteorológica especializada, como es el caso de la meteorología aeronáutica. Por tanto, la búsqueda de antecedentes, así como la creciente demanda

de esta información por los usuarios internos y externos de nuestra empresa fomentó las bases para el desarrollo de este producto.

#### Materiales y Métodos.

El boletín se edita con el software Microsoft Word y los procesamientos estadísticos, las tablas y gráficos se elaboran con Microsoft Excel. Las imágenes se obtienen de fuentes oficiales para la meteorología y la aviación como la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (por sus siglas en inglés NOAA), Organización Meteorológica Mundial (por sus siglas en inglés WMO), Organización de Aviación Civil Internacional (por sus siglas en inglés ICAO) y el Centro Meteorológico de la Aviación (por sus siglas en inglés AWC).

Para el análisis del comportamiento de las variables meteorológicas se utiliza la base de datos del Banco Climatológico y el Banco OPMET, creado por el Grupo de Redes y Seguridad Informática de la ECNA, el cual contiene información horaria de cada variable meteorológica de los aeródromos de la FIR Habana. Para determinar el nivel de eficacia de los TAF se utiliza el software *SAETAF*, desarrollado por investigadores del INSMET, el cual evalúa, según parámetros de la OACI, de forma horaria el cumplimiento de los pronósticos según los reportes METAR de cada aeródromo.

#### Condiciones Sinópticas

Se describe el comportamiento de los patrones sinópticos (anticiclones, sistemas de bajas presiones, ondas y sistemas frontales) que determinaron las condiciones meteorológicas sobre la FIR Habana durante cada mes del trimestre y durante el trimestre de forma general. Para verificar la incidencia de cada fenómeno meteorológico se analizan los reportes de la Situación General del Tiempo (SGT) emitidos cada 12 horas por la OPVM. Además, se verifican las imágenes de satélite IR archivadas en el banco de datos de la página web de la oficina, así como los mapas de análisis de superficie en el área del Caribe y las observaciones del radar meteorológico de Cayo Hueso. Para determinar el comportamiento regional de las variaciones meteorológicas en los niveles bajos y altos de la tropósfera se utilizan los datos de reanálisis del modelo NCEP/NCAR de la NOAA. Además, se verifican los días con ocurrencia de cizalladura y turbulencia sobre los aeródromos, teniendo en cuenta las observaciones horarias y reportes METAR emitidos por las oficinas AISMET, los avisos de cizalladura emitidos por la OPVM.

#### Comportamiento de las Variables

Se ilustra mediante tablas y gráficos el comportamiento de algunas variables meteorológicas en los principales aeródromos del país (viento, presión, temperatura, precipitación y humedad relativa), y se acompañan de una breve descripción. Para la confección de las tablas y los gráficos se utiliza la información de la base de datos que se genera a partir de los METAR y SPECI reportados por cada aeródromo.

#### Calidad del Servicio

Se ilustra mediante tablas y gráficos el total de información emitida por la OPVM, el índice de satisfacción de los clientes internos de la aviación con respecto a los servicios que reciben de la OPVM, el nivel de eficiencia de los pronósticos de aeródromo (TAF) obtenido mediante el programa de verificación *SAETAF*, y además se incluye un resumen de las principales actividades desarrolladas por la OPVM que contribuyen a la calidad de los servicios prestados.

#### Publicaciones

Se incluyen cuatro publicaciones relacionadas con la meteorología aeronáutica, ya sean elaborados por meteorólogos de la OPVM o tomados de fuentes internacionales como NOAA, WMO o ICAO. Las publicaciones pueden ser tanto de carácter científico como informativo,

acompañadas de imágenes y gráficos ilustrativos, de forma tal que exista amenidad en la información que se publica y la lectura resulte agradable y atractiva.

#### Definiciones

Se incorpora un glosario de definiciones tanto meteorológicas como aeronáuticas para brindar una mejor comprensión de los contenidos, ya que estos presentan términos que pueden resultar desconocidos para los lectores, sobre todo para aquellos que no están familiarizados con la meteorología o la aviación. Para cada edición se incorporan los términos que aparezcan por primera vez en el contenido y se mantienen aquellos que estuvieron presentes en ediciones anteriores. Las definiciones se toman de fuentes como WMO y el glosario de término de la Sociedad Meteorológica Americana (por sus siglas en inglés, AMS)

#### Noticias

Se da a conocer información sobre meteorología aeronáutica a nivel nacional e internacional correspondiente al trimestre analizado o a un plazo de tiempo cercano. Se incluyen noticias referentes a los servicios de la OPVM o tomadas de sitios internacionales como NOAA, WMO, AWC o ICAO. Éstas pueden estar relacionadas a nuevas implementaciones en aras de la mejora de la calidad del servicio meteorológico para la aviación, o anunciar eventos y actividades próximas a su celebración, manteniendo siempre un carácter novedoso e interesante.

#### Resultados y discusión

##### 1. Condiciones sinópticas sobre la FIR Habana en el semestre enero-junio 2019.

En el trimestre enero-marzo del 2019 se observó la influencia de los anticiclones migratorios que acompañaron el paso de los sistemas frontales por nuestro país (figura 1). Aunque también se observaron ondas en superficie y en los niveles bajos que provocaron lluvias y tormentas eléctricas fundamentalmente en la región occidental. También se reportaron algunas cizalladuras y turbulencias en las cabeceras de los aeropuertos de Holguín (MUHG) y Santiago de Cuba (MUCU). En el caso de Holguín la cizalladura ocurrió el día 23 de enero en la cabecera 05, con una duración de 3 horas. Mientras que en Santiago de Cuba este fenómeno ocurrió en la cabecera 10, con una duración de 5 horas ese mismo día, el 29 de marzo se reportó cizalladura y turbulencia en la cabecera 28 de MUCU con una duración de 1 hora, en los tres casos asociadas a una marcada influencia anticiclónica. En el trimestre abril-mayo se observó una débil influencia de los anticiclones migratorios. En abril se observó una notable disminución de los frentes fríos sobre la FIR Habana y una mayor evidencia de las ondas en los diferentes niveles. En mayo y junio se apreció una mayor influencia del Anticiclón del Atlántico Norte (figura 1). Este sistema impuso vientos del I y II cuadrante que transportaron aire húmedo del Caribe y aumentaron la actividad convectiva en horas de la tarde en gran parte de los aeródromos. Además, en estos meses aumentó la frecuencia de sistemas de bajas presiones, ondas en diferentes niveles, bajas frías y vaguadas que junto al calentamiento y la inestabilidad vespertina aumentaron la actividad convectiva en nuestro país.

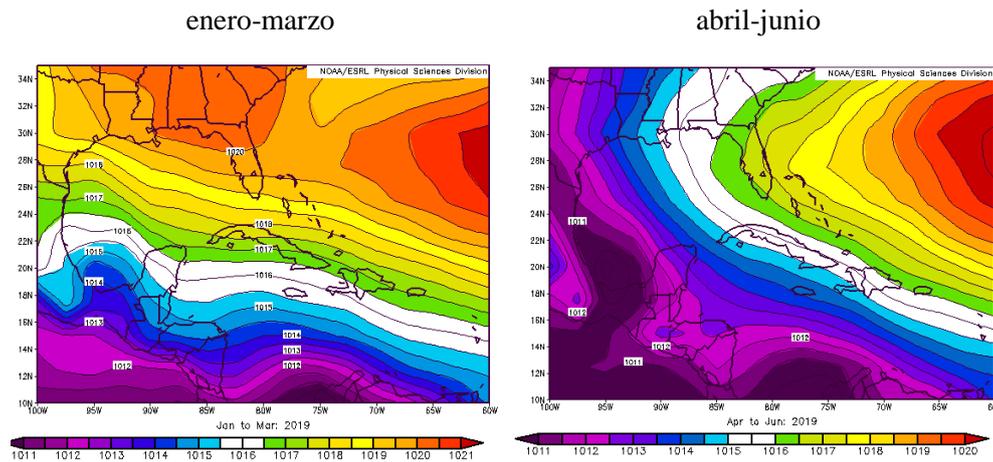


Figura 1. Presión media del mar en superficie para el trimestre enero-marzo y abril-junio del 2019.

Durante el trimestre enero-marzo de los fenómenos meteorológicos que afectaron la FIR Habana el 60 % estuvo relacionada con influencia anticiclónica, el 30 % con sistemas frontales, el 5 % con ondas en superficie y niveles bajos, el 3 % con ondas en los niveles medios y altos y el 2% a sistemas de bajas presiones. Para el trimestre abril-junio, se aprecia una pequeña disminución en cuanto a la influencia anticiclónica con un 57 %, los sistemas frontales mostraron una disminución del 17 % respecto al trimestre anterior. Y se apreció un aumento de ondas en todos los niveles con un 22 % en su totalidad y un 8 % asociado a sistemas de bajas presiones (figura 2).

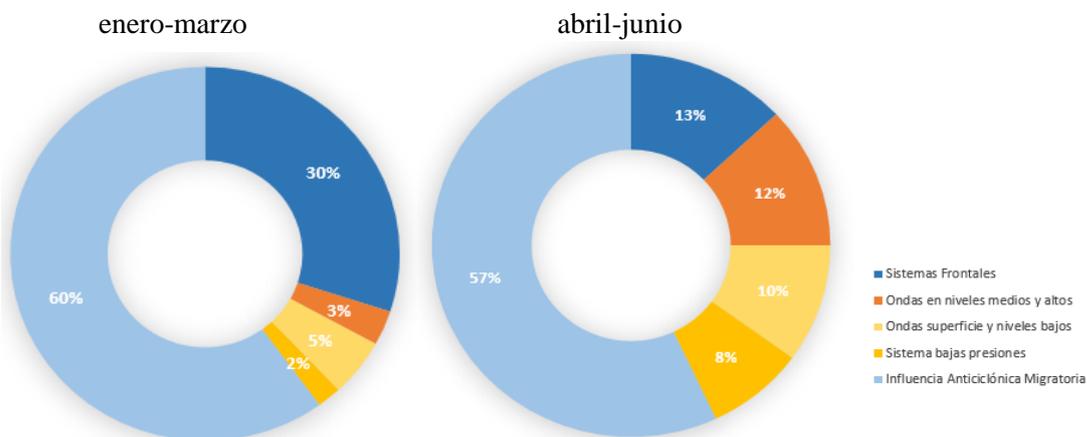


Figura 2. Afectación de fenómenos meteorológicos a la FIR Habana de enero-junio del 2019.

2. Comportamiento de las variables climáticas en los principales aeródromos en el semestre enero-junio 2019.

**Viento**

Durante los meses enero-junio del 2019 en todos los aeródromos del país se reportaron direcciones predominantes del viento medio fundamentalmente del primer cuadrante. Solo se reportaron direcciones predominantes del viento del segundo cuadrante en Nueva Gerona (MUNG) en enero y abril, Santa Clara (MUSC) en enero, Varadero (MUVR) en febrero y junio, Holguín (MUHG) en mayo y Cayo Largo (MUCL) en junio. En el aeropuerto de Santa Clara el viento estuvo variable durante los meses siguientes. La velocidad del viento para el semestre estuvo oscilando entre los 4 – 9 kt. En el primer el valor más bajo ocurrió en la estación MUNG en febrero, mientras que los valores más alto se apreciaron en Cayo Coco (MUCC), Cayo Largo

(MUCL), Cienfuegos (MUCF) y Camagüey (MUCM), asociados a componentes del norte y del este (figura 3). En el segundo trimestre el valor más bajo ocurrió en Manzanillo (MUMZ) en mayo, mientras que el valor más alto se reportó en Cayo Coco (MUCC) en este mismo mes (figura 3).

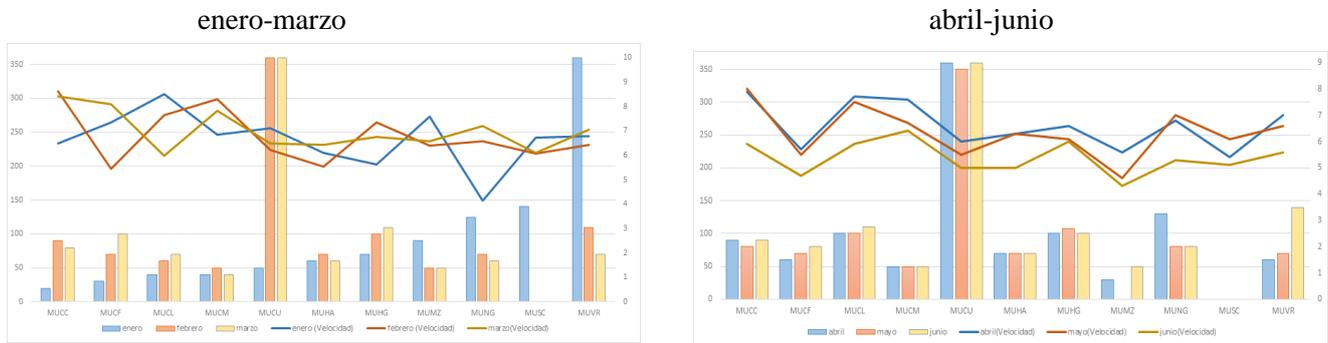


Figura 3. Dirección y velocidad media del viento (kt), de enero-junio del 2019 para los aeródromos de la FIR Habana.

### Temperatura

En la figura 6 se aprecia el comportamiento de la temperatura media en los aeródromos del país, desde enero a junio del 2019. Como suele ocurrir cuando transitamos del período poco lluvioso al lluvioso en Cuba se observó un aumento paulatino de esta variable en gran parte de los aeropuertos analizados, aunque el mes de marzo mostró una oscilación de esta variable muy similar a la de febrero. En el primer trimestre del año la temperatura media más alta se reportó fundamentalmente en los aeropuertos de la región oriental. Mientras que los valores más bajos ocurrieron en los aeródromos de La Habana, Varadero y Cayo Coco. En el segundo trimestre los valores más altos ocurrieron en los aeródromos de Holguín, Nueva Gerona y Cayo Largo, mientras que los valores medios más bajos se reportaron en los aeropuertos de La Habana y Santiago de Cuba (figura 4).

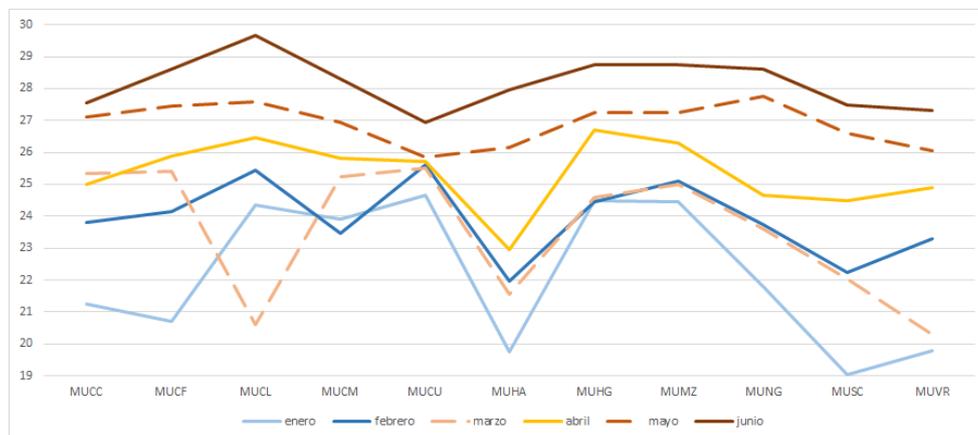


Figura 4. Temperatura media (°C) enero - junio del 2019 para todos los aeródromos de la FIR Habana.

## Lluvia

El acumulado de precipitación durante el trimestre enero-marzo estuvo por debajo de los 100 mm en gran parte de los aeródromos, solo se aprecian totales por encima de este valor en el aeropuerto de Cayo Coco (MUCC) en enero y marzo, y en el aeropuerto de Camagüey (MUCM) en el mes de marzo. En el trimestre abril-junio los acumulados de precipitación aumentan respecto al trimestre anterior, en gran parte de los aeródromos los totales de precipitación reportados superan los 100 mm. En ambos trimestres los mayores acumulados reportados ocurrieron en el aeródromo de Camagüey (MUCM) (figura 5).

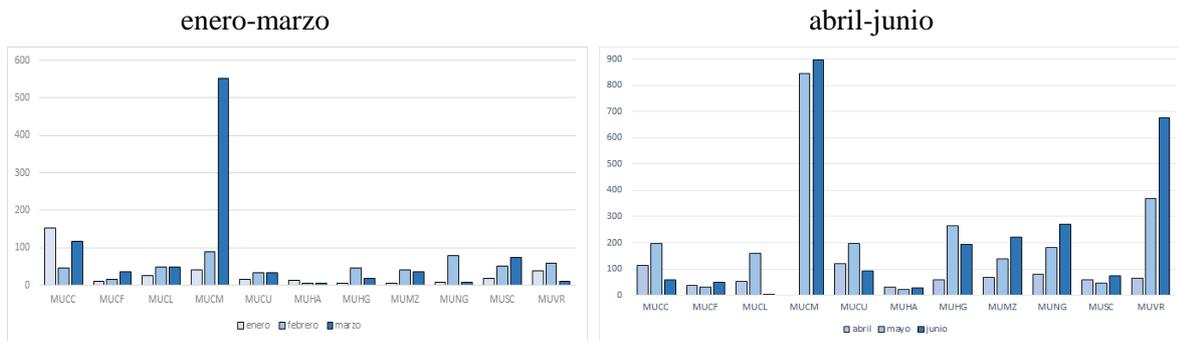


Figura 5. Acumulado de precipitación (mm), de enero-junio del 2019, para los aeródromos de la FIR Habana.

### 3. Calidad del servicio enero-junio 2019.

#### Información emitida

La Oficina Principal de Vigilancia Meteorológica (OPVM) es la encargada de emitir varias informaciones que apoyan el desarrollo seguro de las operaciones aéreas sobre la FIR Habana y sus aeródromos. Entre las informaciones emitidas se encuentran: los Avisos de aeródromos y cizalladura del viento, los fenómenos meteorológicos en ruta que afectan la seguridad de las aeronaves (SIGMET) y los informes de las condiciones meteorológicas actuales de la aeronave (AIREP) según está registrado en el Manual de Aeronáutica Cubana (RAC 3). Desde enero a junio del 2019 se han reportado 409 SIGMET, 310 Avisos de Aeródromos y cizalladura del viento y 90 AIREP. Los meses de mayores reportes son mayo y junio, pues son los que corresponden con los meses del período lluvioso y los que presentan la mayor actividad convectiva de los meses analizados. A su vez, se aprecia una disminución de los AIREP desde los meses del período poco lluvioso al lluvioso, esto pudiera estar relacionado con el aumento de los SIGMET, que contribuyen a disminuir el tránsito de las aeronaves sobre las regiones de la FIR Habana que puedan provocar engelamiento y/o turbulencia (figura 6).

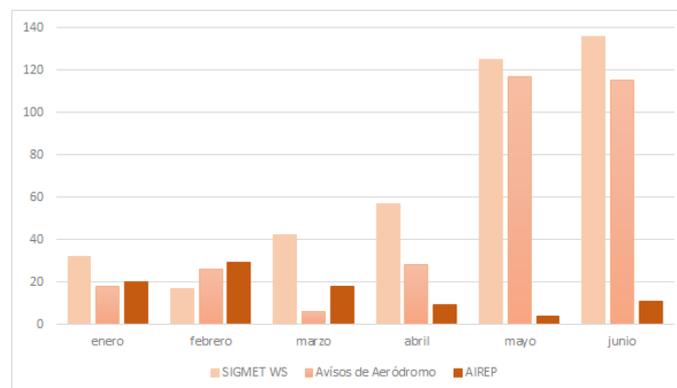


Figura 6. Cantidad de información emitida por la OPVM enero-junio 2019.

### *Índice de satisfacción del cliente interno y eficiencia del pronóstico de aeródromo (TAF).*

El índice de satisfacción del cliente interno es un elemento que sirve para medir algunos de los servicios e informaciones que brinda la OPVM a los controladores de tránsito aéreo. Desde enero a junio del 2019 se observó un ascenso del índice fundamentalmente en el mes de junio. También desde el 2015 hasta el primer semestre del 2019 se aprecia como la eficiencia de los TAF ha ido en ascenso, durante el 2018 y lo que va del 2019 el rango de cumplimiento oscila entre el 90 % (figura 7). En un análisis más detallado a nivel de aeródromo durante los meses del 2019 se aprecia cómo el mayor por ciento de acierto respecto al mes anterior se encuentra en los meses del período poco lluvioso, fundamentalmente en febrero donde este por ciento aumento en todos los aeródromos de la FIR. El aeródromo de menor por ciento de cumplimiento hasta el momento es Nueva Gerona (MUNG), mientras que el de mayor por ciento de cumplimiento es Cayo Coco (MUCC) (tabla 1).

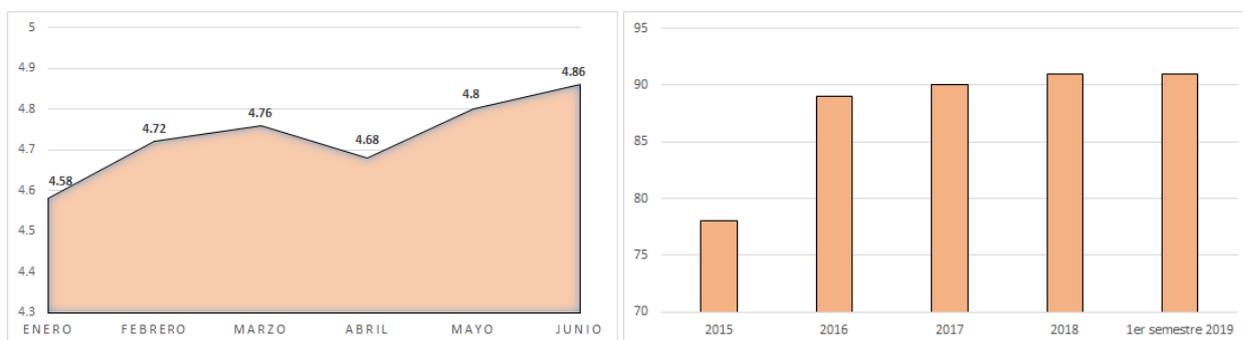


Figura 7. Índice de satisfacción del cliente interno enero-junio (izquierda) y evolución eficiencia de la TAF 2015-1er semestre 2019 (derecha).

Tabla 1. Por ciento de acierto de los TAF respecto al mes anterior para cada aeródromo desde enero a junio del 2019.

Stn	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio
MUCC	92.7	95.4	94.3	92.1	93.0	94.0
MUCF	92.2	93.1	92.1	92.1	92.8	92.2
MUCL	89.8	90.6	90.9	90.7	90.5	91.9
MUCM	89.2	89.9	89.6	91.1	93.0	88.7
MUCU	92.7	94.2	92.5	91.8	87.2	90.2
MUHA	89.6	90.7	88.2	90.8	89.4	89.3
MUHG	89.2	91.5	89.0	88.9	87.8	88.6
MUNG	88.7	89.1	90.1	89.2	88.5	87.5
MUSC	88.2	89.8	89.5	88.9	89.0	90.2
MUVR	92.4	93.3	93.8	92.9	92.8	91.9
<b>Total</b>	<b>90.5</b>	<b>91.8</b>	<b>91.0</b>	<b>90.8</b>	<b>90.4</b>	<b>90.4</b>

## Conclusiones

1. Durante el trimestre enero-marzo sobre la FIR Habana se reportaron fenómenos de una atmósfera baroclínica, mientras que en abril-junio estos fenómenos meteorológicos fueron disminuyendo para aumentar la afectación por eventos de una atmósfera barotrópica, como suele ocurrir normalmente en nuestro país.
2. En el primer trimestre del año se reportaron tres eventos de cizalladura del viento en las cabeceras de los aeródromos, dos en el aeropuerto de Santiago de Cuba y uno en el aeropuerto de Holguín, asociados a la influencia anticiclónica. De los eventos meteorológicos que han afectado a la FIR Habana como promedio, han ocurrido 58 % de influencia anticiclónica, 21 % de sistemas frontales, 15 % de ondas en todos los niveles y 5 % de sistemas de bajas presiones.
3. En los meses analizados la dirección predominante del viento es del primer cuadrante, solo en algunos aeródromos se reportan vientos del segundo cuadrante, con velocidades oscilando entre los 4-9 kt. En el aeropuerto de Santa Clara en gran parte del semestre el viento estuvo variable. La velocidad media más alta ocurrió en el aeropuerto de Cayo Coco.
4. La temperatura media mensual y las precipitaciones en todos los aeródromos analizados reflejan un ascenso de ambas variables mientras nos adentramos en el período lluvioso del año. Las temperaturas extremas más altas se reportaron fundamentalmente en los aeródromos del oriente del país. Los totales de precipitación más altos ocurrieron en el aeropuerto de Camagüey.
5. La información emitida por la OPVM en el período analizado se resume en 409 SIGMET, 310 Avisos de Aeródromos y cizalladura del viento y 90 AIREP. El Índice de satisfacción del cliente interno y eficiencia de los TAF muestran un aumento desde que se analiza esta información, los TAF desde el 2018 a la fecha se mantienen con un por ciento del cumplimiento alrededor del 90 %.
6. Los TAF con mayores por cientos de aciertos respecto al mes anterior ocurrieron en los meses del período poco lluvioso fundamentalmente. El aeródromo de menor por ciento de cumplimiento hasta el momento es Nueva Gerona (MUNG), mientras que el de mayor por ciento de cumplimiento es Cayo Coco (MUCC)

## Recomendaciones

1. Se recomienda continuar con el perfeccionamiento de este boletín para hacer más atractivo este producto para los clientes internos y externos de la OPVM.
2. Incluir estudio y análisis de casos de afectación de las condiciones meteorológicas a la navegación.
3. Complementar el comportamiento atmosférico de la FIR Habana en el trimestre con otras variables meteorológicas como el viento en niveles altos, la temperatura superficial del mar, omega, entre otros.
4. Elaborar el Pronóstico climático estacional para los aeródromos de la FIR Habana.
5. Obtener el certificado de inscripción en el Registro Nacional de Publicaciones Seriadas emitido por Instituto Cubano del Libro.

## Referencias

1. Boletín Agrometeorológico Nacional. Vol. 38, No 29, 1ro de octubre del 2019. Centro de Agrometeorología, Instituto de Meteorología. La Habana, Cuba.
2. Boletín Climático Trimestral. Vol. 2, abril-mayo-junio 2017. Equipo de Pronósticos y Climatología de la Corporación Peruana de Aeropuertos y Aviación Comercial S.A. (CORPAC).
3. Boletín Meteorológico Mensual. Agosto 2019. ISSN-1654-0465. Instituto Meteorológico Nacional de Costa Rica.
4. Boletín de la Vigilancia del Clima. Mayo 2018. Vol. 30, No.5. ISSN-1029-2047. Centro del Clima. Instituto de Meteorología. La Habana, Cuba.
5. Frades, A. M., & Izquierdo, A. A. (2018). Meteorología aeronáutica: un marco de estudio esencial para comprender el impacto del tiempo en la aviación. Acta de las Jornadas Científicas de la Asociación Meteorológica Española, 2018, vol. 1, no 35.
6. IACC. 2009. Manuales Aeronáuticos Cubanos, Quinta edición. Cuba. pp 66-67.
7. IACC.2013. RAC3 Meteorología Aeronáutica. Sexta edición, noviembre 2018. Cuba.

## Páginas web consultadas:

1. [www.esrl.noaa.gov/psd/cgi-bin/data/composites/printpage.pl](http://www.esrl.noaa.gov/psd/cgi-bin/data/composites/printpage.pl)
2. [www.nhc.noaa.gov/archive/2018/ALBERTO.shtml](http://www.nhc.noaa.gov/archive/2018/ALBERTO.shtml).
3. [www.imn.ac.cr/boletin-meteorologico](http://www.imn.ac.cr/boletin-meteorologico).
4. [www.corpac.gob.pe/app/Meteorologia/climatologia/boletines](http://www.corpac.gob.pe/app/Meteorologia/climatologia/boletines)
5. [www.icao.int](http://www.icao.int)
6. [www.wmo.int](http://www.wmo.int)
7. <https://www.aviationweather.gov>
8. <https://public.wmo.int/es/recursos/meteoterm>
9. <http://www.ideam.gov.co>
10. <http://glossary.ametsoc.org/>

## Agradecimientos

El Boletín del Servicio de Meteorología Aeronáutica surgió y se consolidó gracias al esfuerzo y talento de un grupo de meteorólogos motivados en la mejora continua de nuestro servicio. Actualmente, se ha convertido en un producto ideal para divulgar los resultados de las investigaciones realizadas por los miembros y dar a conocer el trabajo de la oficina.