

Estudio Preliminar sobre la ocurrencia de niebla en el Aeropuerto Internacional José Martí de La Habana.

Autor: LEMAY ENTENZA TILLMAN
Email: lemay05@gmail.com

Resumen

Se realiza un estudio preliminar sobre el comportamiento de la niebla en el Aeropuerto Internacional José Martí durante el período de 1975-2001. Se establecen características que permiten determinar la relación entre la ocurrencia de niebla y los factores de orden físico, local y sinóptico, así como elementos del tiempo presente que contribuyen a la formación de este fenómeno y el comportamiento de algunas de las variables meteorológicas que determinan su formación.

Palabras claves: niebla, ocurrencia

Introducción

La *Organización Meteorológica Mundial (1992)* conceptualiza la niebla como: la suspensión en el aire de gotas muy pequeñas de agua, habitualmente microscópicas, que generalmente reducen la visibilidad horizontal en la superficie de la tierra a menos de un kilómetro. A pesar de los diferentes tipos de niebla y las diferentes clasificaciones, según Ledesma (2003), los requisitos indispensables para su formación son: humedad relativa elevada, cielo despejado o parcialmente nuboso, vientos ligeros, noches largas y temperaturas bajas.

Cuba, por su ubicación geográfica no puede clasificarse dentro de las áreas de mayor ocurrencia de niebla a nivel mundial, como es el caso de las costas orientales de Norteamérica o Asia. Sin embargo, dada su configuración y la interrelación entre los sistemas sinópticos y los factores físico geográficos ésta se ve afectada con regularidad por nieblas, que si bien no alcanzan niveles alarmantes, sí inciden en determinadas actividades como la aviación.

En Cuba la niebla se produce por lo general durante la madrugada y se extiende hasta las primeras horas de la mañana, en dependencia de la profundidad de la capa de inversión próxima a la superficie de la tierra, del comportamiento de otras variables meteorológicas como la temperatura, la humedad relativa, la velocidad del viento y de la influencia de determinadas situaciones sinópticas como el desplazamiento de los frentes fríos sobre el Golfo de México. (Sosa, et al 1989). Entre las situaciones más propicias para la formación de la niebla en Cuba se pueden citar los débiles gradientes béricos que preceden a los frentes fríos, los vientos de región sur que en horas nocturnas se debilitan y el rápido desplazamiento hacia el este de los anticiclones continentales que suceden a los frentes fríos, lo cual produce un flujo de región sudeste sobre la superficie

terrestre enfriada con anterioridad, esta situación produce durante el día una alta humedad relativa y en la noche con cielo despejado, la presencia de niebla. (Hernández, 2000). Cuando las condiciones sinópticas son propicias, los reportes de formación de niebla indican que esta se produce en zonas del interior con mayor regularidad y permanencia que en áreas costeras donde resultan más esporádicas.

De acuerdo con la clasificación de las nieblas propuesta por Byers (1970), en Cuba se producen fundamentalmente los tipos de niebla siguientes: de radiación, de advección-radiación y las producidas por expansión adiabática u orográfica; estas últimas se producen en zonas montañosas y son reforzadas durante la temporada invernal por un mayor enfriamiento en las noches despejadas, en combinación con las situaciones que producen advección cálida y húmeda. El enfriamiento nocturno en las noches despejadas, en combinación con vientos en calma o muy ligeros permite la formación de la niebla de radiación. Por otra parte, la presencia de los frentes fríos que se desplazan hacia la Isla permite la formación de niebla de advección - radiación. Teniendo en cuenta las características generales de la niebla en Cuba, se realiza un estudio preliminar de su comportamiento en el aeropuerto principal de la isla y debido al impacto negativo que tiene la ocurrencia de este fenómeno meteorológico peligroso para la seguridad y regularidad de las operaciones aéreas. El área de estudio se encuentra localizada en el municipio Boyeros, ubicado al suroeste de la provincia Ciudad de La Habana. La zona de ubicación del aeropuerto se localiza en los 23.02N y 82.34 W grados y a unos 12 kilómetros de la costa norte y a una altura sobre el nivel medio del mar de 64 metros. Esta zona desde el punto de vista físico se encuentra situada dentro de la unidad físico geográfica número dos (Prolongación de la Depresión Lacustre de Ariguanabo), según estudios realizados por la Dirección de Planificación Física del municipio Boyeros.

Materiales y Métodos

Los datos analizados proceden de la estación de observación meteorológica del propio aeropuerto, del archivo meteorológico y del centro de pronóstico del Instituto de Meteorología. Se toma en cuenta para este estudio las siguientes variables y elementos meteorológicos que inciden en el comportamiento de la niebla, a saber: características físicas del área que permiten la formación de la niebla, comportamiento de las variables que influyeron en su formación como la temperatura, temperatura de rocío, la altura de la base de la nube, la humedad relativa, la dirección y velocidad del viento, además se muestra la marcha diaria de la niebla, el total de días al mes con niebla y las situaciones sinópticas asociadas a la formación de la niebla. El procesamiento estadístico analizado brinda una idea más exacta del alcance de este fenómeno a escala local y sinóptica en el área de interés. La Base de Datos sobre la entrada de frentes fríos fue suministrada por la Doctora en Ciencias Meteorológicas Cecilia González Pedroso (comunicación personal), investigadora del Instituto de Meteorología de Cuba.

Resultados

La ocurrencia de niebla en el Aeropuerto Internacional José Martí, además de las situaciones meteorológicas que la producen, está vinculada a factores de orden físico que la favorecen y a ciertas particularidades del entorno de esta instalación como son: las condiciones locales del viento, relieve, condiciones del terreno y las características del suelo que junto a las situaciones meteorológicas condicionan su formación. Los vientos, como promedio, no suelen tener velocidades altas para la formación de niebla. Las velocidades máximas medias resultan mayores en los meses de marzo – abril donde no es significativa la ocurrencia de este fenómeno. Las medias horarias registran valores mínimos en horas de la madrugada (0300 – 1200 UTC) cuando sí influyen en la formación de la niebla. El área que circunda la instalación presenta condiciones en el terreno que permiten que desde las alturas localizadas hacia el sudeste exista un flujo catabático de aire frío y húmedo que permite un enfriamiento muy marcado en áreas de la instalación, lo cual conduce a la formación de bancos de niebla. Las condiciones del terreno como la morfología, la morfometría del relieve y el predominio de pendientes suaves entre los 0° – 5° son elementos físicos que junto a la presencia de cuerpos de aguas adyacentes subterráneos como superficiales en el área de estudio y las abundantes depresiones y alturas absolutas de 60 – 70m contribuyen en alguna medida

a la formación de este fenómeno peligroso para la aviación. Los suelos del área donde se forma la niebla poseen gran contenido de arcilla, lo cual permite la concentración de humedad, elemento importante en el proceso físico de formación de la niebla.

En el período de estudio se reportaron 258 observaciones horarias con niebla, de ellas 252 contenían los valores de la temperatura del aire en el momento de ocurrencia de este fenómeno. Los resultados muestran que con temperaturas inferiores a los 21°C se produce la mayor cantidad de niebla y que desde este valor hasta los 18°C aparece el 78.3% del total de nieblas reportadas. Comportamiento similar se observó en la temperatura de rocío (247 observaciones con información) y mostró que la niebla alcanza su mayor valor con temperaturas de rocío igual a los 21°C y desde este valor hasta los 17°C esta variable alcanza el 65.4% de la niebla reportada. Como es conocido las nieblas surgen con vientos en calma o débiles y humedad relativa alta. Las reportadas en el Aeropuerto Internacional José Martí tuvieron lugar con un 97% de humedad relativa.

En cuanto a la dirección y velocidad del viento se observó que de las 258 observaciones horarias el 98% corresponde con vientos en calma, el resto queda representado por vientos de región de sur y velocidades inferiores a los 3 nudos (5.8 km/h). Al analizar los reportes del viento 6 horas antes de que se forme la niebla en el área de estudio tuvimos como resultado que en la mayoría de los casos el viento era de menos de cinco nudos y una dirección del noreste al norte cuando no está vinculado a la entrada de frentes fríos, y del sur al sureste cuando esta relacionado con la entrada de frentes fríos. Esto explica también que en tal situación existe la afluencia de más viento húmedo durante la noche, lo que junto a la disminución de la temperatura y las condiciones físicas locales aporta a que se forme la niebla.

También es necesario enfatizar que la niebla, además de su vinculación con los factores de orden físico, sinóptico y local, está asociada a elementos de tiempo real como es el caso de la nubosidad. La figura 1 muestra cómo la mayor ocurrencia de este fenómeno en el período comprendido desde 1982 hasta 1998 se corresponde con cielo despejado y poca nubosidad, mientras que en la medida que los valores van disminuyendo la presencia de nubes se hace más significativa lo que trae como consecuencia la pérdida la presencia de la niebla de radiación. No obstante sobre este tipo de niebla habría que realizar un estudio más detallado para determinar su existencia, ya que esta figura, por sí sola no determina su comportamiento.

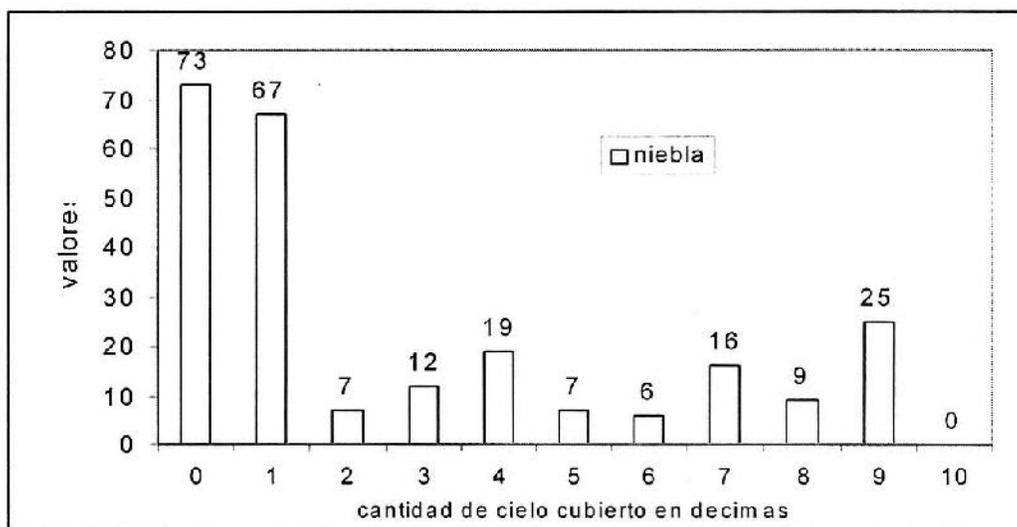


Fig. 1: Correspondencia entre los valores de ocurrencia de la niebla y la cantidad de cielo cubierto en décimas. Nota: no se incluyen los años 1985, 1994

La marcha diaria de la niebla en el período de 1982-1998 indica que a las 1200 UTC ocurre la mayor frecuencia de este fenómeno. Otros horarios en que los reportes de niebla por sus valores tienen significación son desde las 0900-1100 UTC, desde

las 0400-0800UTC, que es cuando empieza a formarse la niebla; después de las 1300 UTC existen muy pocos reportes de este fenómeno. Fuera de estos horarios no contamos con reportes en el período considerado, tal como se representa en la Figura 2.

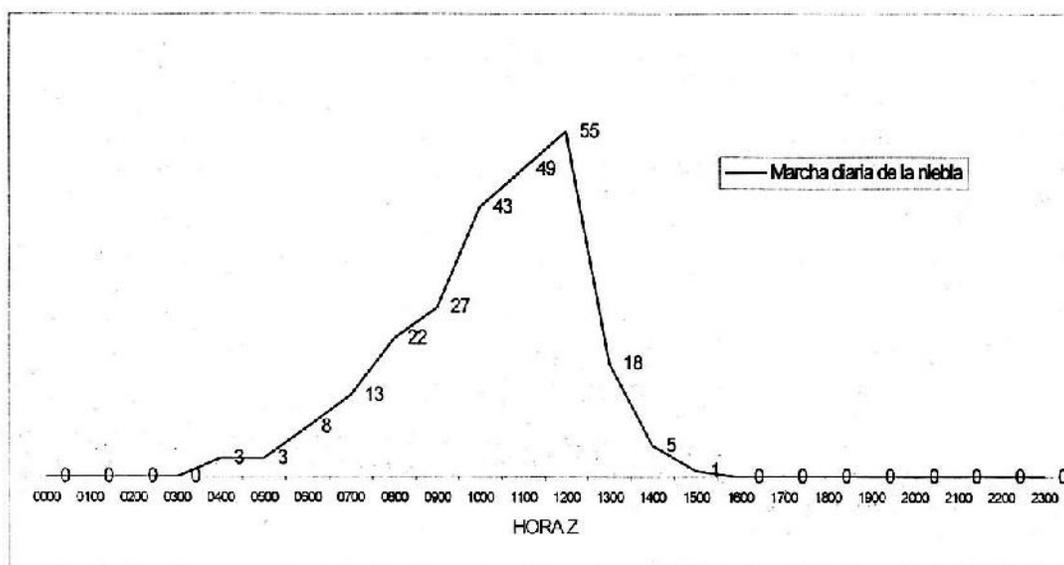


Fig.2: Marcha diaria de la niebla en el Aeropuerto Internacional José Martí. Nota: no se Incluyen los años 1985, 1994

En el aeropuerto José Martí la ocurrencia de la niebla en el período de 1975-2001 indica que el mes de febrero es el de mayor ocurrencia de este fenómeno con valor de 50 días, luego se sitúan los meses de enero y diciembre con

valores de 48 y 44 días respectivamente. Los valores menores se registran entre los meses de agosto y septiembre, en que la cantidad de días con niebla es de tres, como se muestra en la figura 3.

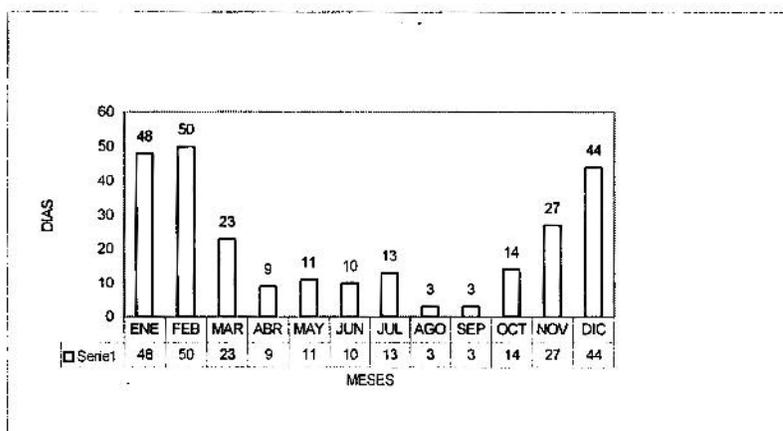


Fig. 3: Total de días al mes con niebla en el Aeropuerto Internacional José Martí en el periodo de 1975-2001. Nota: no se incluyen los años 1985, 1994.

El número de días con niebla presenta una variación estacional. En los meses de noviembre a marzo tiene valores relativamente altos y en los meses de abril a octubre presenta valores pequeños. Este comportamiento estacional está asociado fundamentalmente al avance de los sistemas frontales sobre el Golfo de México y la consiguiente advección de aire húmedo y cálido procedente del Mar Caribe previo a la entrada del frente. Como consecuencia de esta situación sinóptica se produce la llamada niebla de advección-radiación, caracterizada por una visibilidad horizontal inferior a los 800m y un alto grado de densidad de las partículas de vapor de agua.

Durante los meses más cálidos la ausencia de frentes fríos se hace significativa, el predominio de las altas presiones oceánicas hace posible que disminuya la formación de niebla y entonces las condiciones locales juegan un papel preponderante. Esta niebla se caracteriza por ser menos densa que la de advección – radiación por lo que el contenido de las partículas de agua es menor, cielo despejado o parcialmente nuboso, vientos ligeros en superficie o en calma, que junto a las características físico geográfica de la instalación originan su formación.

De acuerdo con las observaciones efectuadas en el periodo de 1982 a 1998 los valores máximos y mínimos de ocurrencia de niebla corresponden al año 1992 y 1990 respectivamente. El valor máximo alcanzado fue de 13 días, mientras que el valor mínimo fue de 1 día. Se debe destacar que los dos años donde

se reportaron estos valores extremos se corresponden con años activos en cuanto a la entrada por la parte más occidental del país de frentes fríos, el primero con 22 frentes fríos y el segundo con 18; por lo que no se puede afirmar que la formación de niebla en el área de interés esté vinculada solamente a los sistemas frontales y sí relacionada con factores de orden físico, local y sinóptico en su conjunto, aunque no se puede descartar un error humano en las observaciones para el año donde ocurre el mínimo de niebla.

Por último se enfatiza que la niebla en el Aeropuerto Internacional José Martí, además de su vinculación con la topografía, las condiciones físicas del terreno, el enfriamiento nocturno marcado y el comportamiento local de algunas de las variables meteorológicas indispensables para su formación, está asociada a elementos sinópticos como la presencia estacional de los frentes fríos en el área, lo cual queda demostrado en la Tabla 1, donde se muestra los días con niebla y la cantidad de los frentes fríos. Este análisis trajo como resultado que de las 113 observaciones diarias sobre la presencia de niebla en el área, 57 están vinculadas con la entrada de los frentes fríos, de ellas 31 se reportan un día antes del paso del frente o el mismo día en que pasa el frente en horas de la tarde o de la noche, 20 observaciones se ponen de manifiesto entre 2 – 4 días y después que haya pasado el frente frío hay una disminución de valores de 2 observaciones para 1 día después del paso del frente, este valor de observaciones se repite hasta 2 días después y entre 3 – 5 días.

Tabla 1 Comportamiento de la entrada de los frentes y la presencia de niebla en el periodo de 1982-1998.

Días con niebla	2-4 días antes	1 día antes	Mismo día	1 día después	2 días después	3 – 5 días después	Total
Cantidad de frente fríos	20	14	17	2	2	2	57

Nota: no se incluyen los años 1985, 1994.

Otros tipos de situaciones sinópticas (TSS, Lapined 1988) vinculadas con los frentes fríos propician la ocurrencia de niebla en el aeródromo, a saber:

- Influencia de altas presiones oceánicas, con centros de bajas presiones sobre el Golfo de México con sistemas de frentes asociados en el sur de la Florida (ver fig 4.

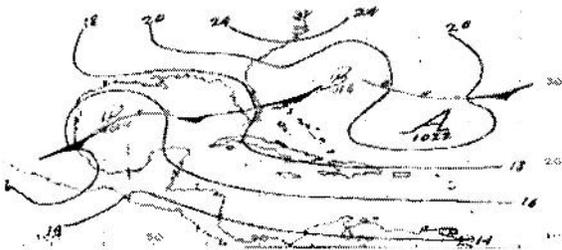


Fig 4: Tipos de situaciones sinópticas vinculadas a la formación de niebla

- Influencia de altas presiones oceánicas. Frente frío semiestacionario sobre el sur del estrecho de la Florida, con altas presiones por detrás del frente con su centro en el sur de los Estados Unidos (fig. 5)

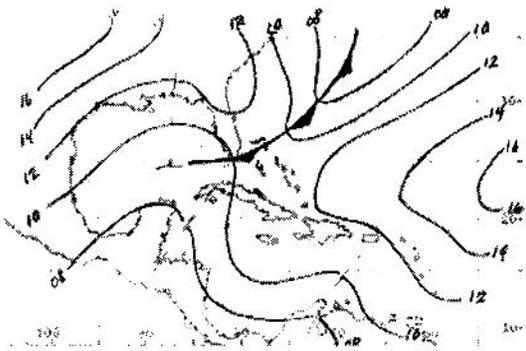


Fig 5: Tipos de situaciones sinópticas vinculadas a la formación de niebla.

Frente frío en vecindad de la costa norte de región occidental de Cuba (fig. 6)

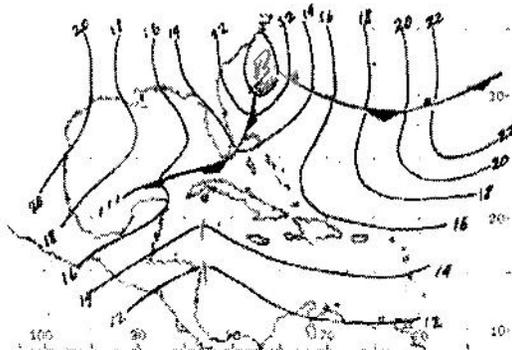


Fig 6: Tipos de situaciones sinópticas vinculadas a la formación de niebla.

- Influencia de altas presiones oceánicas sobre Cuba, con frente frío en la porción central Golfo de México (ver figura 7).

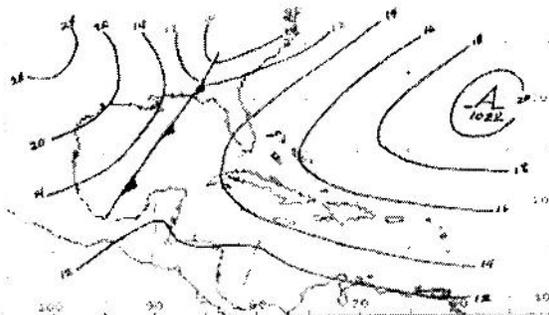


Fig 7: Tipos de situaciones sinópticas vinculadas a la formación de niebla

- Influencia de altas presiones con un centro sobre el sur de la Florida o estrecho de la misma es otra de las situaciones sinópticas que se ponen de manifiesto en la instalación para la formación de este fenómeno. (ver fig. 8)

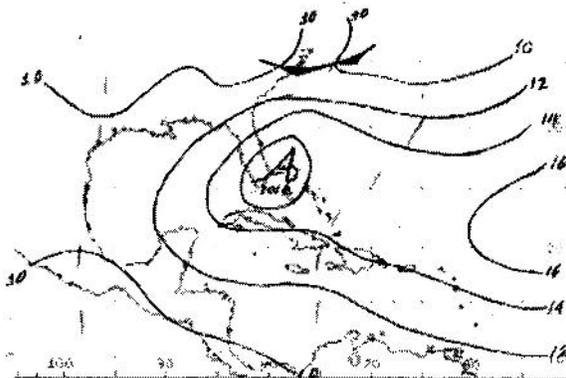


Fig 8: Tipos de situaciones sinópticas vinculadas a la formación de niebla.

Como un caso particular sobre la ocurrencia de la niebla en el Aeropuerto Internacional José Martí se tiene la que ocurrió el 15 de marzo del 2005. Este fenómeno, el cual presentó un gran impacto negativo para las operaciones aéreas en el aeródromo, no sólo se puso de manifiesto en dicha instalación, sino que trascendió por toda la Isla. Los mapas horarios de las 0600Z, 0900Z y las 1200Z (ver fig: 9, 10 y 10) muestran durante el transcurso del de las horas el proceso de formación de este fenómeno.

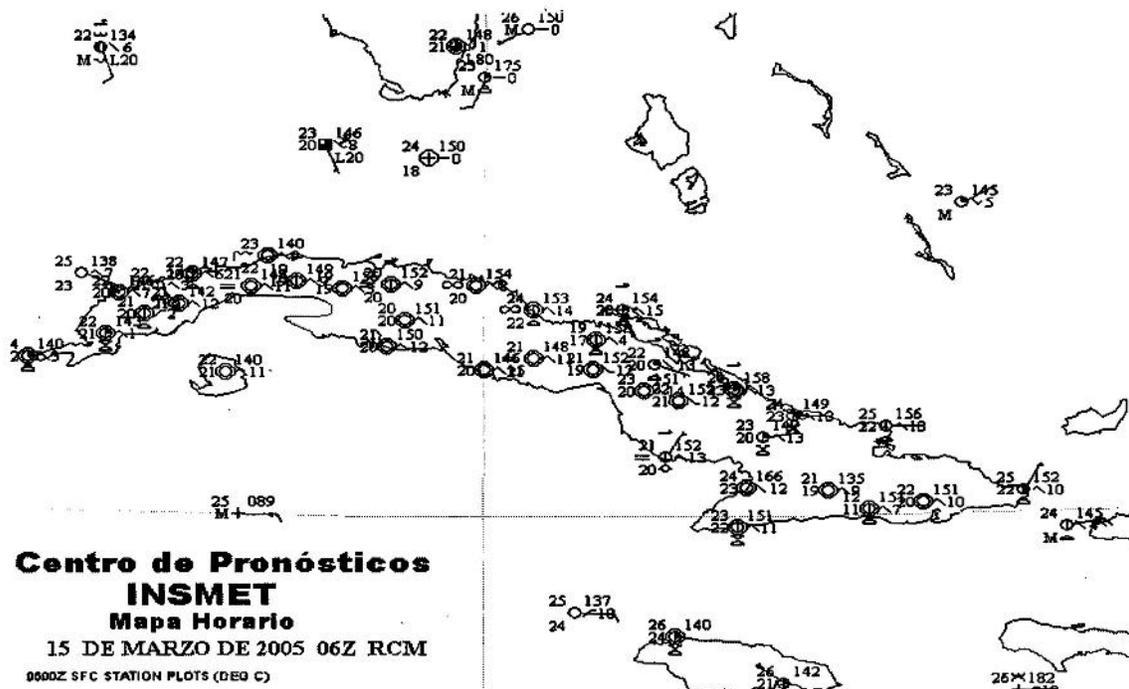


Fig 9: Datos horario de las 0600Z.



Fig 10: Datos horario de las 0900Z.

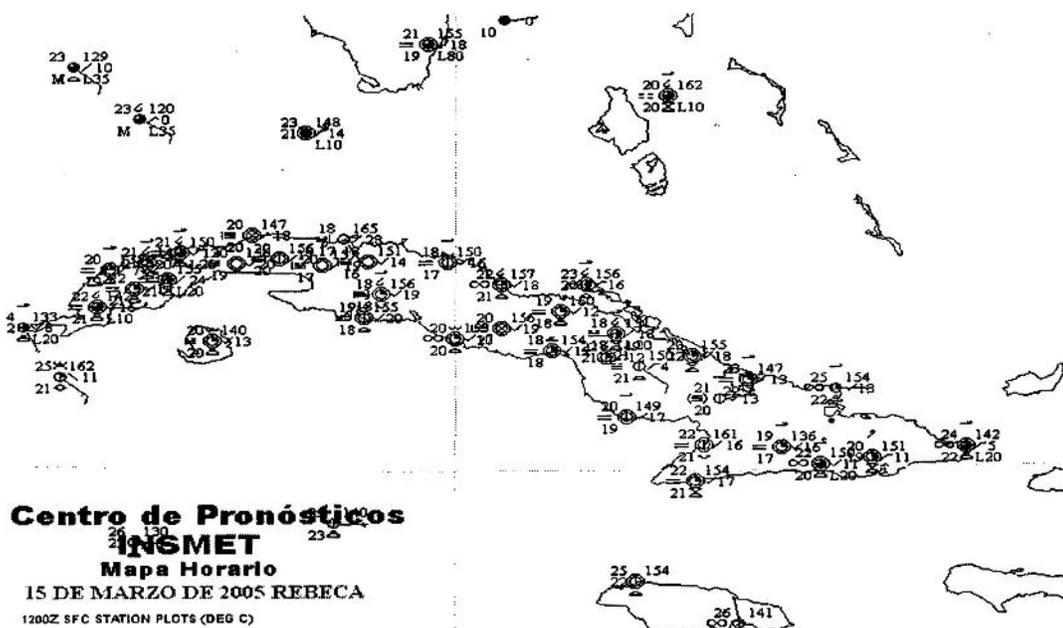


Fig 11: Datos horario de las 1200Z

El campo térmico, uno de los indicadores esenciales para la formación de niebla, presentó valores entre los 20°C y los 21°C en toda la isla, teniendo un comportamiento similar la temperatura de rocío que aunque no llega a registrar el mismo valor que la temperatura la diferencia es de 1°C. En cuanto a la dirección y velocidad del viento se puede observar que en los horarios reportados la influencia de los vientos ligeros en superficie y calmas se hizo

significativa para condicionar la formación de niebla. Desde el punto de vista sinóptico se observó en la figura No.12 un sistema de Alta presión al norte de la isla, localizado en el Estrecho de la Florida y un flujo de aire húmedo en el nivel de 850 hpa con su centro anticiclónico localizado en el mismo lugar que en el nivel de superficie. Este flujo húmedo es el responsable que a ese nivel se presente la advección húmeda del sur hacia la Isla como se muestra la figura 12.

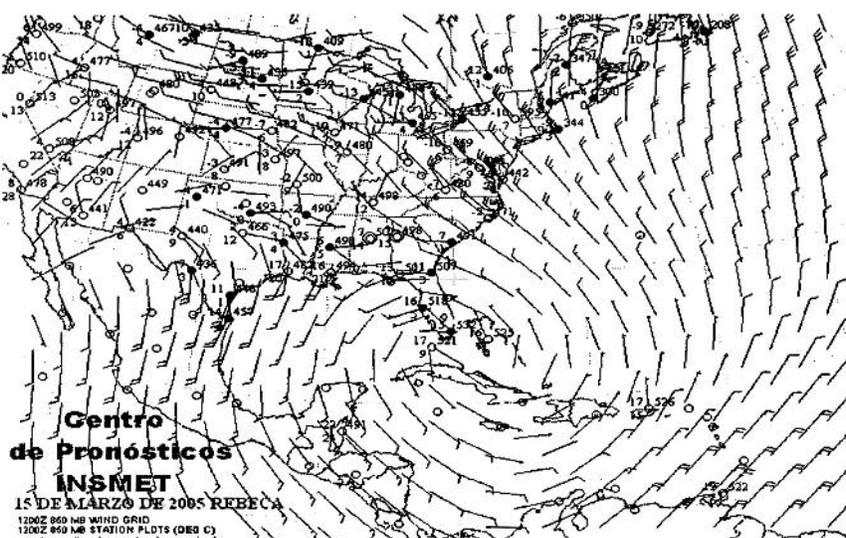


Fig 12: Análisis de flujo en 850mb.

En el aeropuerto los reportes de las observaciones horarias muestran la presencia, a partir de las 0700Z, de hidrometeoros como es el caso de la neblina, la misma presenta poco espesor y con visibilidad de 5000 metros, este comportamiento se registró hasta las 0900Z. Después de transcurrir estos horarios las

observaciones posteriores registraron la presencia de niebla baja a menos de 2 metros por encima del suelo hasta las 1400Z donde este fenómeno empieza a disiparse como se muestran en los registros de las observaciones aeronáuticas de la Tabla 2.

Tabla 2. Observaciones Meteorológicas

Hora Z	Viento (grado y nudos)	Visibilidad (metros)	T. Pres	Nubosidad Octas/pies	Temp °C	T.roc °C	H.R %
0000	17006	6000		FEW020	25	21	70
0100	15005	6000		FEW020	24	21	80
0200	16005	6000		FEW020	23	21	85
0300	14004	6000		FEW020	22	21	87
0400	12004	6000		FEW018	22	21	90
0500	16004	6000		FEW020	22	21	91
0600	15003	6000		FEW018	22	20	92
0700	15003	5000	BR	FEW018	22	21	93
0800	14004	5000	BR	FEW015	22	21	94
0900	09003	4000	BR	FEW015	21	20	95
1000	04005	2000	MIFG	FEW015	19	18	94
1100	04004	300	FG	FEW015	20	19	94
1200	03005	1000	FG	FEW015	19	18	95
1300	00000	3000	BR	FEW015	21	20	95
1400	15007	6000		FEW020	24	20	86

Fuente: Estación de observación meteorológica del aeropuerto.

Nota: FEW: Nubes escasas BR: Neblina MI: Niebla baja a menos de 2 m (6 ft) por encima del suelo FG: Niebla T. Pres: Tiempo presente.

En cuanto a las variables meteorológicas vinculadas a la formación de la niebla en el Aeropuerto Internacional José Martí se puede plantear que el campo térmico aunque no alcanzó valores iguales en cuanto a la temperatura de rocío y la temperatura en superficie, de manera general, la diferencia siempre estuvo de 1°C.

La humedad relativa, indicador esencial para la formación de este fenómeno, presentó valores máximos del 95% y valores mínimos del 70% durante toda la noche madrugada; climatológicamente estos valores son característicos del mes para la formación de niebla.

La visibilidad reportada en el período en que se formó la niebla varió desde los 6000m como valor máximo en las primeras horas de la noche hasta los 300m como valor mínimo en las horas en que estuvo presente el fenómeno por lo que las operaciones aéreas en esa madrugada se vieron seriamente afectadas.

Conociendo que la niebla ocurre con humedad relativa alta y da lugar a visibilidad inferior a los 1000m, en la figura No 13 se pone de manifiesto la relación

de estos dos indicadores, se observa que en la medida que la humedad relativa aumenta la visibilidad disminuye.

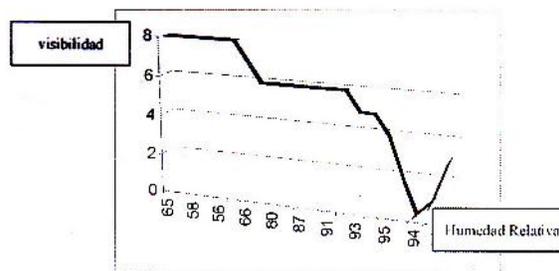


Fig 13: Relación entre la visibilidad y la humedad relativa.

La marcha diaria horaria de este fenómeno muestra que en las horas 1000Z, 1100Z y 1200Z ocurrió la mayor incidencia de este fenómeno, característico del mes de marzo, donde ocurre con esa frecuencia.

Durante todo el proceso de formación de la niebla el cielo se encontraba mayormente despejado con aisladas nubes como muestra la imagen visible (ver figura 14) a las 1315Z del satélite GOES-12, esta

imagen no corresponde a la hora de ocurrencia de niebla, pero todavía aparecen restos visibles, se presentan diversos parches de nubes asociados a las áreas que todavía se encontraban con niebla y nubes bajas aisladas.

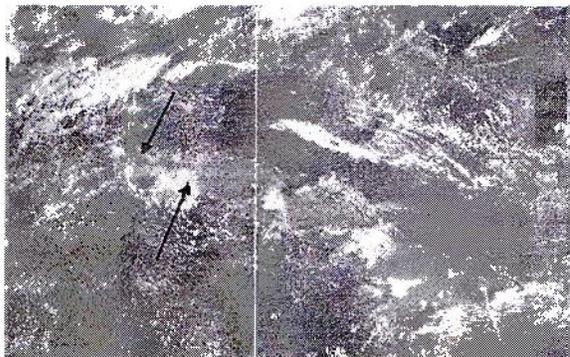


Fig. 14: Imagen visible. 15/03/05 1315 UTC

→ Áreas con niebla

Conclusiones

Al realizar este estudio preliminar sobre el comportamiento de la niebla en el Aeropuerto Internacional José Martí durante el periodo de 1975-2001, se pudo comprobar que:

La ocurrencia de niebla en esta instalación está vinculada a factores de orden físico geográfico, local y sinóptico.

Los meses donde ocurre con más frecuencia la niebla corresponden a diciembre, enero y febrero, siendo este último el de mayor ocurrencia.

La niebla presenta una variación estacional ya que hay meses propios de la temporada invernal en que alcanza valores altos y en los meses cálidos no son significativos estos valores.

Entre los principales factores físicos geográficos del área de estudio que contribuyen a la formación de niebla se tiene la ubicación geográfica de la instalación, condiciones locales del viento, condiciones físicas del terreno, la forma del relieve y las características del suelo.

La ocurrencia de niebla está vinculada al comportamiento local de algunas variables meteorológicas como son la temperatura, temperatura de rocío, tiempo presente, la humedad relativa y la dirección y velocidad del viento.

El avance de los frentes fríos hacia la Isla junto a otros tipos de situaciones sinópticas vinculadas con los sistemas frontales son algunas de las situaciones más propicias para la ocurrencia de este fenómeno.

Recomendaciones

Para profundizar en este análisis preliminar se tiene como perspectiva acometer un estudio pormenorizado de la relación entre la ocurrencia de la niebla y los registros de otras variables meteorológicas en la instalación, realizar estudios comparativos sobre la incidencia de este fenómeno en los demás aeródromos del país, puesto que el principal interés de los resultados sobre este fenómeno en la instalación es contribuir de manera efectiva a la seguridad operacional aeroportuaria. También se podrá determinar con más detalle el tipo o los tipos de niebla que se ponen de manifiesto en el área de estudio, puesto que en este estudio preliminar no se pretendió determinar ni categorizar este aspecto.

Referencias

Almond, Setter (2003): Un siglo de Aviación. Editorial Gribaudo, Cavallermaggiore. Primera Edición.

Anexo 3. 1992 Para la Navegación Aérea Internacional. Al convenio de aviación civil Internacional. Undécima edición. Julio de 1992

Byers, H.R (1970): General Meteorology. Ciencia y Técnica. Instituto del Libro, La Habana, 540 pág.

González, Cecilia. Base de Datos de los Frentes Fríos. Instituto de Meteorología.

Hernández, O. (2000): Elementos que provocan reducción de la visibilidad atmosférica. La niebla y su pronóstico. Tesis de Maestría. Instituto de Meteorología.

Lapinel, B. (1988): La circulación general de la atmósfera y las características espacio temporales de las lluvias en Cuba. Tesis presentada en opción al grado de candidato a Doctor en Ciencias Geográficas. Camagüey.

Ledesma, G. (2003): Meteorología aplicada a la aviación. Thomson Editores Spain Paraninfo S. A. Edición 2003.

Naranjo L. R. and Alfonso, A. (1995): Fog Forecasting in Cuba. Neural networks versus discriminant analysis. Meteorol. Appl. 231-234.

Rodríguez, O. (1989): Estudio de las nieblas en Ciudad de La Habana. Tesis para graduarse de Técnico Medio. INSMET, La Habana 17p

Organización Mundial de Meteorología (1992).
Diccionario de términos Meteorológicos.

Petterssen, Sierre (1978): Introducción a la
Meteorología. Primera Edición 432 pág

Sosa, M ; O Rodríguez ; R Hernández (1989):
Distribución espacio temporal de las niebla en las
provincia Habaneras. Instituto de Meteorología, A.A.C
(inédito).

Sosa, M; et al (1992): Las nieblas en las provincias
habaneras. Revista Cubana de Meteorología. Volumen
5 No 2 pág 28-34.

Abstract.

*This is a preliminary study about the fog's behavior in the
Internacional Airport José Martí between 1975 and 2001. We establish
the characteristic that allow us to appoint the relation among fog and
physical, local and sinoptics factors. Also we establish the elements of
present time that aid in fog's formation and the behavior of some
meteorological variables that determine fog's formation.*