

# Distribución espacial y marcha diaria de las Tormentas Locales Severas en Cuba entre 1980 y 2022



<https://cu-id.com/2377/v31n2e09>

## Spatial distribution and diurnal cycle of severe local storms in Cuba, 1980–2022

✉ Alis Varela de la Rosa<sup>1\*</sup>, ✉ Yanneyis Rojas-Díaz<sup>2</sup>, ✉ Royelkis Hernández Turcas<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Meteorología, La Habana, Cuba.

<sup>2</sup>Centro Meteorológico Provincial de Guantánamo, Guantánamo, Cuba.

**RESUMEN:** Las tormentas locales severas son fenómenos meteorológicos recurrentes en el territorio cubano, capaces de ocasionar importantes daños materiales y afectaciones sociales, por lo que resulta fundamental identificar las zonas de mayor incidencia para implementar medidas efectivas de mitigación. Este estudio se propone determinar la distribución temporal diaria de los reportes de estos eventos y actualizar su distribución espacial en Cuba, para lo cual se analizaron los registros de eventos severos entre 1980 y 2022 mediante el uso de Microsoft Excel 2016 y el Sistema de Información Geográfica QGIS. Los resultados destacan que, aunque estos fenómenos pueden presentarse en cualquier momento del día, el 94.3% de los casos se concentran entre las 12:00 y las 20:00 horas, además de revelar una mayor frecuencia de formación en las regiones interiores del archipiélago, particularmente en un corredor que se extiende desde el oeste de Artemisa hasta Camagüey, con una incidencia significativamente menor en las zonas costeras.

**Palabras claves:** distribución geográfica, tormenta local severa.

**ABSTRACT:** Severe local storms are recurring meteorological phenomena in Cuban territory, capable of causing significant material damage and social impacts. Therefore, it is essential to identify the areas of highest incidence to implement effective mitigation measures. This study aims to determine the daily temporal distribution of reports of these events and update their spatial distribution in Cuba. To achieve this, records of severe events from 1980 to 2022 were analyzed using Microsoft Excel 2016 and the Geographic Information System QGIS. The results highlight that, although these phenomena can occur at any time of the day, 94.3% of cases are concentrated between 12:00 PM and 8:00 PM. Additionally, there is a higher frequency of formation in the interior regions of the archipelago, particularly in a corridor that extends from the west of Artemisa to Camagüey, with significantly lower incidence in coastal areas.

**Keywords:** severe local storms, spatial distribution.

## INTRODUCCIÓN

Cuba es afectada cada año por una gran variedad de sistemas sinópticos, sin embargo, la interacción de estructuras coherentes en la mesoescala resulta, en la mayoría de los días, el principal desencadenante de la actividad convectiva. Esta situación, unido a las condiciones adecuadas en los diferentes niveles de la troposfera, permite la formación de eventos como las Tormentas Locales Severas (TLS). Estos eventos

fueron definidos por Alfonso en 1994 como toda tormenta local, en general eléctrica según Orlandi (1975) escala meso-gamma), que presenta uno o varios de los siguientes fenómenos severo: tornado, granizos de cualquier tamaño, vientos lineales fuertes de 25 m/s o más no asociados directamente a tornados o trombas marinas. Las TLS en Cuba son una realidad cada año que pueden ocurrir en cualquier época, además que están presente en cualquier parte del país (Varela *et al.*, 2022).

\*Autor para correspondencia: Email: [alis.varela@insmet.cu](mailto:alis.varela@insmet.cu)

Recibido: 20/02/2025

Aceptado: 21/04/2025

**Conflicto de intereses:** declaramos, no tener ningún conflicto de interés.

**Contribución de autoría:** **Concepción de la idea:** Alis Varela de la Rosa. **Manejo de los datos:** Alis Varela de la Rosa, Yanneyis Rojas-Díaz. **Análisis de los datos:** Alis Varela de la Rosa, Yanneyis Rojas-Díaz, Royelkis Hernández Turcas. **Investigación:** Alis Varela de la Rosa, Yanneyis Rojas-Díaz, Royelkis Hernández Turcas. **Metodología:** Alis Varela de la Rosa. **Supervisión:** Alis Varela de la Rosa. **Validación de los resultados:** Alis Varela de la Rosa, Yanneyis Rojas-Díaz.

Este artículo se encuentra bajo licencia [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

Los eventos severos que caracterizan las TLS son capaces de dejar numerosos daños y afectaciones, por lo que el conocimiento de las áreas donde es más frecuente su formación constituye una herramienta muy útil. A partir de esta información se puede lograr la preparación y planificación de acciones, por parte de las autoridades competentes, que permitan mitigar sus afectaciones, pues sería posible la elaboración de planes de desarrollo económicos sobre bases acertadas. Además, esta información contribuiría en el pronóstico de los diferentes eventos severos.

Hasta el momento solo existen dos investigaciones que analizan la distribución espacial de las tormentas locales severas (TLS) en todo el archipiélago cubano. Alfonso (1994) realizó el primer estudio basado en reportes de eventos severos entre 1976 y 1985. Más tarde, Bermúdez *et al.* (2014) desarrollaron un análisis más completo con registros entre 1980 a 2007. Sin embargo, la dinámica atmosférica actual exige actualizaciones periódicas de estos estudios para identificar patrones de comportamiento generales y detectar posibles variaciones espacio-temporales en la ocurrencia de estos fenómenos en el territorio nacional.

En Cuba, al igual que en el mundo entero, los análisis sobre las TLS presentan el problema de que no siempre se reportan todos los fenómenos que ocurren en realidad; por tanto, en los estudios que puedan realizarse en este apartado, no siempre pueden obtenerse resultados categóricos. Sin embargo, a pesar de esto, se puede considerar que los eventos reportados reflejan la mayoría y, de esta forma, representan una muestra real de estos fenómenos en el territorio nacional.

Considerando estos antecedentes, se desarrolló la presente investigación con dos objetivos fundamentales: en primer lugar, determinar el comportamiento diario de los reportes de tormentas locales severas (TLS) en el territorio nacional y, en segundo lugar, actualizar la distribución espacial de estos eventos para el período comprendido entre 1980 y 2022.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para la elaboración de esta investigación se utilizó como base la tabla de reportes de tormentas locales severas (TLS) actualizada en el marco del proyecto "*Eventos severos en las tormentas locales bajo condiciones tropicales en el mar Caribe y golfo de México*", la cual retomó los registros empleados por Alfonso (1994) y Aguilar (2005) en sus respectivas cronologías lo que abarca el periodo 1980-2007. A partir de 2007, los datos se complementaron con información proveniente de tres fuentes principales: las Notas Meteorológicas de los Centros Meteorológicos Provinciales, los registros provinciales de eventos severos y los Estados

Generales del Tiempo emitidos por el Centro de Pronósticos, contando además con la contribución de redes de aficionados y colaboradores. Este proceso permitió consolidar un total de 6 100 reportes de TLS distribuidos en todo el territorio nacional entre 1980 y 2022, proporcionando una base sólida para el análisis espacio-temporal de estos fenómenos.

El análisis temporal de la frecuencia diaria de TLS requirió la selección de 4 307 reportes específicos del total disponible, al ser los únicos que incluían información horaria precisa o aproximada sobre el inicio de los eventos. Para la representación espacial, del total de reportes recopilados en el periodo de análisis, solo pudo georreferenciarse a 5 932 reportes. El resto de los casos fueron eliminados, pues tenían ubicaciones indeterminadas o no identificables en los mapas de referencia.

Los diferentes eventos que comprenden las TLS, como es sabido, presentan un comportamiento bastante local del lugar donde ocurren, lo que hace que los reportes de estos fenómenos muestren horizontes de corto alcance. Esto provoca que en muy pocos casos se solapen estos reportes, por lo que estimar los valores en puntos intermedios entre los lugares de reportes es muy difícil, ya que tampoco existen campos medios de otras variables suficientemente específicos (Bermúdez *et al.*, 2014). Para abordar esta limitación, para abordar esta limitación, la investigación implementó una representación cartográfica basada en ubicaciones exactas, utilizando círculos proporcionales a la frecuencia de ocurrencia en cada punto, donde el tamaño del radio refleja cuantitativamente la magnitud del fenómeno en las diferentes localizaciones. de esta forma se permite visualizar los patrones espaciales, mientras se mantiene la fidelidad a la naturaleza puntual de estos eventos.

El manejo de los reportes y en la confección de los gráficos se llevó a cabo a través del paquete de Excel de Microsoft Office 2016. Por su parte, los mapas de la distribución espacial fueron realizados a partir del Sistema de Información geográfico (SIG) QGIS en su versión 3.23. Se utilizaron capas vectoriales en la escala 1:50000 y coordenadas geográficas WGS 1984.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A partir del análisis de 4,307 reportes de Tormentas Locales Severas con registro de hora de ocurrencia, se observó que, aunque estos eventos pueden presentarse en cualquier momento del día en Cuba, existe una notable concentración durante las horas diurnas. En concreto, el 94.3% (4,061 eventos) de los casos se registraron entre las 12:00 y las 20:00 horas (meridiano 75° W), como se ilustra en la figura 1, lo cual coincide con los hallazgos previos de Alfonso (1994). Este patrón se correlaciona estrechamente con la marcha diaria de las tormentas eléctricas,

pues según lo encontrado por [Álvarez et al. \(2013\)](#), el 84 % del total de las observaciones de tormentas eléctricas en Cuba se concentran entre las 1300 y 1900 hora local.

La distribución temporal exhibió dos máximos convectivos característicos: un primer pico entre las 15:00 y 16:00 horas (966 eventos) y uno secundario entre las 17:00 y 18:00 horas (912 eventos). Lo anterior, está relacionado con los dos momentos de formación de actividad convección identificados por [Varela \(2017\)](#) en el horario vespertino en el territorio cubano. El mencionado autor plantea que, en un primer momento, la convección surge de la interacción de los Rollos Convectivos Horizontales (HCR por sus siglas en inglés) con el frente de brisa de mar, mientras que un segundo momento ocurre a partir de los frentes de rachas de esas primeras tormentas. Ambos mecanismos son típicos de ambientes tropicales insulares, pero además explican la pronunciada concentración vespertina de eventos severos en el archipiélago cubano.

Al analizar la hora de inicio de los reportes de eventos severos en cada región de Cuba, se observaron patrones ligeramente diferenciados, pero en general, se mantuvo una consistencia en la concentración de los eventos severos hacia el horario vespertino. En la región occidental ([figura 2](#)) la máxima actividad estuvo presente entre las 1400 y 1600 horas, con un 42.9 % de la muestra de la región. Además, se observa un segundo máximo de reportes entre las 1700 y 1800 horas, tan solo una hora después del primero. Este comportamiento, como se menciona anteriormente, responde a mecanismos mesoescalares característicos del territorio cubano donde un primer máximo coincide con la fase de desarrollo convectivo inicial impulsada por la convergencia de brisas, mientras que el segundo refleja la actividad generada por los frentes de rachas de las celdas convectivas maduras, los cuales, al interactuar con el ambiente inestable predominante en horas vespertinas favorecen la formación de nuevas tormentas capaces de producir eventos severos.



**Fig. 1.** Marcha diaria de las Tormentas Locales Severas en Cuba en el periodo 1980 2022.



**Fig.2.** Marcha diaria de las Tormenta Local Severas en la región occidental durante el periodo entre 1980 y 2022.

En la región central, el máximo periodo de formación de TLS se encontró entre las 1700 y 1800 horas, aunque una hora antes (entre las 1500 y 1600 horas) también se observa un segundo máximo de reportes de eventos severos (figura 3). Este comportamiento puede estar relacionado a las características físico-geográficas de esta región del país, donde su extensión meridional puede provocar un retardo en la interacción de las estructuras coherentes en la mesoescala en comparación con el occidente, así como un mayor periodo de calentamiento diurno superficial, manteniendo condiciones de inestabilidad atmosférica hasta más avanzada la tarde.

La región oriental, que presenta la menor densidad de reportes de Tormentas Locales Severas (TLS) en el país, mostró un patrón horario menos definido en comparación con las otras regiones. Aunque se registró un leve incremento en la frecuencia de eventos entre las 15:00 y las 16:00 horas (290 casos, lo que representa el 23.3% del total regional,

según la figura 4), la distribución temporal en esta zona se caracteriza por una notable homogeneidad, con variaciones mínimas en los conteos horarios durante el período vespertino. Esta relativa uniformidad en la distribución podría atribuirse a varios factores característicos de la región oriental, como por ejemplo a la mayor influencia oceánica, que modera los contrastes térmicos diurnos; la compleja orografía del territorio, que altera los patrones de brisas locales o incluso hay que tener en cuenta la menor densidad de observadores, que podría afectar la detección de eventos severos. Sin embargo, no se puede descartar que los mecanismos de formación de TLS en esta región estén influenciados por dinámicas atmosféricas distintas o menos intensas que en el resto del territorio nacional.

El análisis por tipo de evento severo no mostró diferencias significativas en los horarios de reportes para granizos, aeroavalanchas, tornados y trombas en la altura, ya que más del 85% de los reportes de estos eventos ocurrieron en las tardes. Sin embargo,



Fig. 3. Marcha diaria de las Tormenta Local Severa en la región central en el periodo entre 1980 y 2022.



Fig. 4. Marcha diaria de las Tormenta Local Severa en la región oriental en el periodo entre 1980 y 2022.

en el caso de las trombas marinas, aunque también el mayor porcentaje de los reportes se registró en el horario vespertino (59%), se observó una ocurrencia significativamente mayor en otros períodos: un 20% de los casos se presentó en la mañana (06:00-12:00 h) y un 19% en la noche (20:00-06:00 h), como se observa en la [figura 5](#).

Esta particularidad sugiere que los mecanismos de formación de trombas marinas responden a dinámicas diferentes a las de los demás eventos severos. Lo cual podría estar relacionado con la menor variación diurna de los parámetros termodinámicos sobre las superficies marinas, la persistencia de procesos de cizalladura del viento en capas bajas durante la noche, y la influencia de patrones de brisa de mar nocturna que mantienen condiciones favorables para su desarrollo fuera del período de máxima convección terrestre. Estos hallazgos concuerdan con lo reportado en la literatura especializada ([Golden, 1973](#); [Simpson, 1986](#)) sobre la diferente naturaleza temporal de los fenómenos convectivos marinos en comparación con los terrestres en zonas tropicales.

### Distribución espacial de las Tormentas Locales Severas

La distribución espacial de los reportes de Tormentas Locales Severas (TLS) en Cuba, basada en un total de 5,932 reportes recopilados entre 1980 y 2022, muestra coincidencias con los hallazgos de [Alfonso \(1994\)](#) y [Bermúdez et al. \(2014\)](#). Se observa una clara tendencia hacia la formación de eventos severos en el interior del archipiélago cubano, mientras que las zonas costeras presentan una menor frecuencia de ocurrencia. Esta distribución está estrechamente relacionada con la actividad convectiva en el territorio nacional, influenciada por la configuración físico-geográfica del archipiélago (ver [figura 6](#)).

Asimismo, al igual que en el análisis previo realizado por [Bermúdez et al. \(2014\)](#), se destaca la notable ausencia de TLS en la Ciénaga de Zapata, ubicada en la provincia de Matanzas. Esta situación en parte responde a la escasa densidad poblacional en la región, resultado de sus características físico-geográficas, lo que limita la capacidad de detección de eventos severos. Sin embargo, no se puede descartar la posibilidad de que tales eventos ocurran en esta área, a pesar de la falta de reportes.

El análisis espacial por regiones ha revelado patrones geográficos significativos en la distribución de las Tormentas Locales Severas (TLS). En la región occidental, que presenta la mayor frecuencia de reportes según [Varela et al. \(2022\)](#), se observa un marcado gradiente espacial, con la máxima densidad de eventos concentrada en áreas del interior, específicamente desde el oeste de Artemisa hasta Matanzas. Este patrón se replica en las demás regiones del país, donde también se evidencia el predominio de TLS en zonas interiores.

Además, como se ilustra en la [figura 6](#), los reportes de TLS tienden a estar alejados de las zonas montañosas. Por ejemplo, en el occidente, los eventos se concentran preferentemente al sur de la cordillera de Guaniguanico, que se extiende desde Pinar del Río hasta Artemisa. Por su parte, en la región oriental, los reportes se localizan principalmente al norte de la Sierra Maestra. Esta disposición espacial sugiere que los sistemas montañosos actúan como barreras orográficas que modifican sustancialmente los patrones convectivos, probablemente a través de la alteración de los flujos en la baja atmósfera y la modificación de los patrones de convergencia de brisas de mar.

Los resultados confirman que la génesis de TLS en Cuba está íntimamente relacionada con la interacción entre los procesos convectivos y las particularidades físico-geográficas de cada región, evidenciando



Fig. 5. Marcha diaria de las trombas marinas en el periodo entre 1980 y 2022.

una clara preferencia por zonas llanas interiores, alejadas de los principales sistemas montañosos.

### Distribución espacial de los granizos

Los granizos representan el fenómeno meteorológico severo más frecuente en Cuba, con un promedio anual de 82 reportes según los registros analizados por Varela *et al.* (2022). La figura 7 muestra como los granizos, aunque ocurren a lo largo de todo el territorio nacional, se concentran preferentemente hacia zonas del interior,

principalmente de las provincias de Artemisa, Mayabeque y Matanzas. Esto puede atribuirse a que esta región es la más estrecha del territorio nacional, lo que permite que la interacción del frente de brisa de mar procedente de ambas costas converja principalmente hacia las localidades del interior de las mencionadas provincias. La constante convergencia de los frentes de brisa de mar, combinada con la interacción de los Rollos Convectivos Horizontales (HCR), genera condiciones ideales para el desarrollo de celdas convectivas intensas capaces de producir granizo.

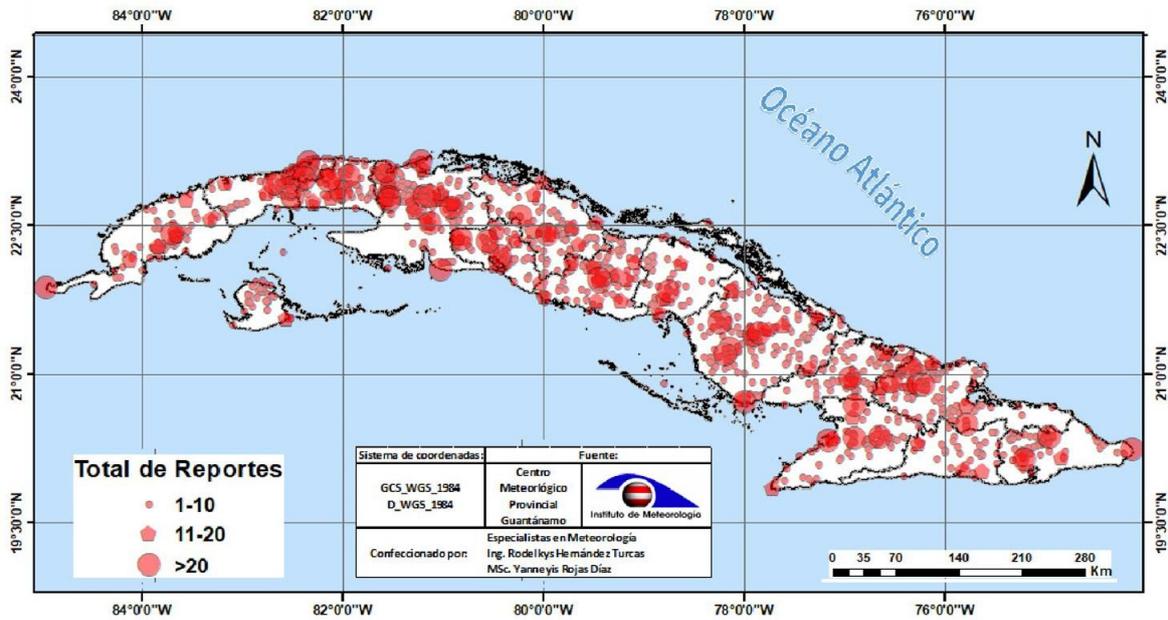


Fig. 6. Distribución espacial de las Tormentas Locales Severas en Cuba en el periodo 1980 -2022.

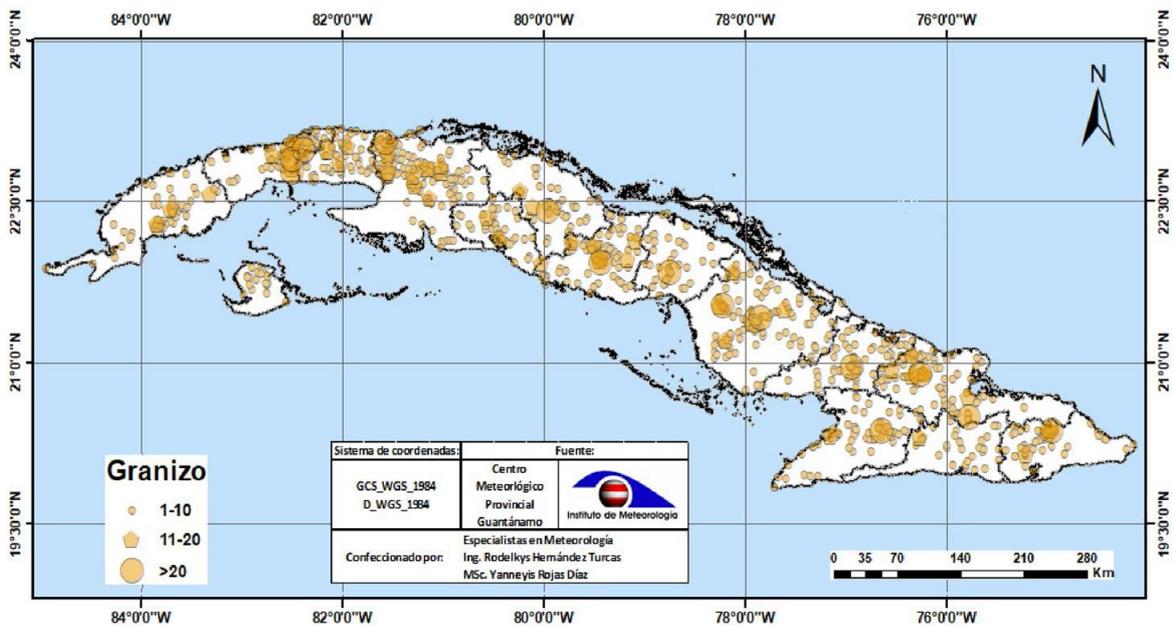


Fig. 7. Distribución espacial de los granizos en Cuba en el periodo 1980 -2022.

Además, la doble influencia marina en esta región angosta mantiene altos niveles de humedad y de Energía Potencial Disponible para la Convección (CAPE, por sus siglas en inglés), especialmente durante las horas de la tarde (14:00-18:00 h), cuando se registran los picos de actividad de los frentes de brisa de mar. Esta combinación de factores geomorfológicos y dinámicos atmosféricos explica por qué las localidades interiores de Artemisa, Mayabeque y Matanzas constituyen el corredor con mayor frecuencia de granizos en Cuba. En este contexto, la confluencia sistemática de los mecanismos de disparo convectivo en un área geográficamente restringida potencia la formación recurrente de tormentas severas con precipitación de granizo.

### Distribución espacial de las aeroavalanchas

El segundo fenómeno severo más frecuente en el territorio nacional son las aeroavalanchas. En este fenómeno igualmente se encontró que su mayor concentración ocurre hacia localidades del interior del archipiélago. Como se observa en la figura 8 las aeroavalanchas están muy presentes a lo largo de todo el territorio nacional, cosa que discrepa a lo antes identificado por Bermúdez *et al.* (2014). Hay que recordar que las aeroavalanchas son vientos lineales fuertes muy intensos en superficie asociados a una tormenta eléctrica, vientos que en una pequeña localidad por un corto intervalo de tiempo pueden alcanzar velocidades lineales iguales o superiores a los 25 m/s.

Los lugares donde se concentran la mayor cantidad de reportes de aeroavalanchas son las estaciones meteorológicas enclavadas a lo largo de todo el territorio nacional, ya que en estos lugares es donde

se encuentran los instrumentos capaces de determinar la velocidad real de los frentes de rachas en superficie, permitiendo clasificar correctamente y sin ninguna duda estos eventos. Sin embargo, en ocasiones los daños reportados tras el paso de una tormenta no dejan dudas de la ocurrencia de este evento severo, sin conocer la velocidad de la racha de viento. Lo antes mencionado, unido al mayor conocimiento de estos eventos severos en los últimos años, ha permitido a la población diferenciarlos de los tornados, lo que ha favorecido a una mayor cantidad de reportes en el país en los últimos años. Esta condición al parecer es la que ha contribuido a la diferencia encontrada con la anterior distribución espacial, aunque puede también relacionarse con la utilización de una mayor cantidad de años de reportes.

### Distribución espacial de los tornados y trombas en la altura

Los tornados, como se observa en la figura 9, se concentran preferentes hacia el interior de las regiones occidental y central del país, principalmente en la primera de estas. Sobresale zonas del interior oriental del municipio de Artemisa, así como en el interior de Mayabeque, Matanzas y Cienfuegos. Esto puede estar relacionado a que en estas regiones se combinan condiciones sinópticas y locales, como la interacción de estructuras coherentes en la mesoescala, principalmente el frente de brisa de mar con los HCR, que bajo un perfecto acople de la atmósfera forma vórtices capaces de generar este particular evento severo. Además, se observa en la figura 9 lo también planteado por Alfonso (1994), que los tornados son más frecuentes en zonas alejadas de las costas, preferentemente llanas o de poca elevación.

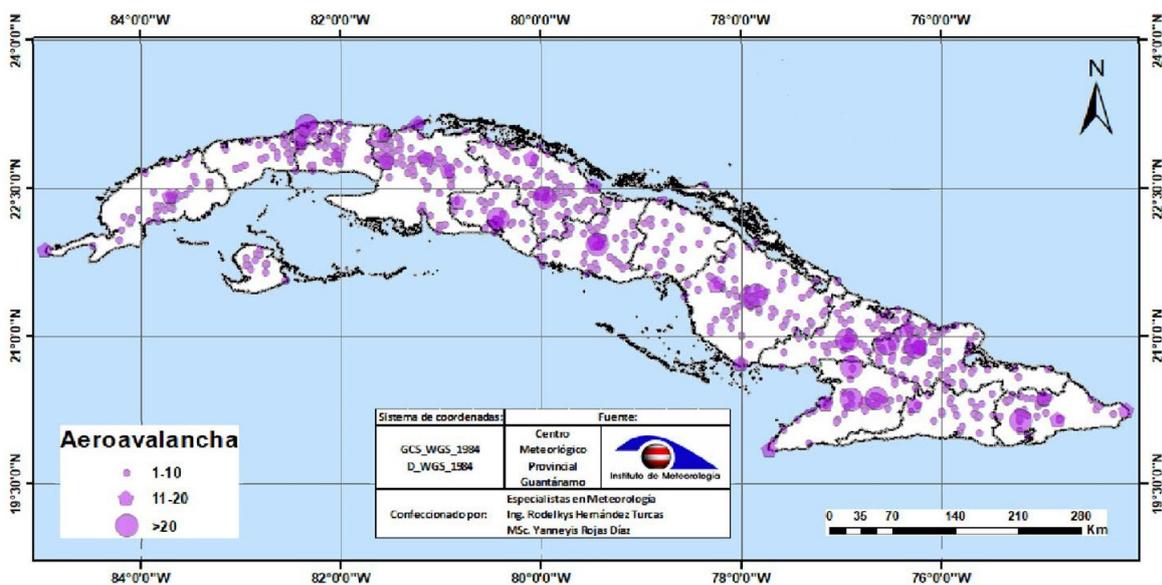


Fig. 8. Distribución espacial de las aeroavalanchas en Cuba en el periodo 1980 -2022.

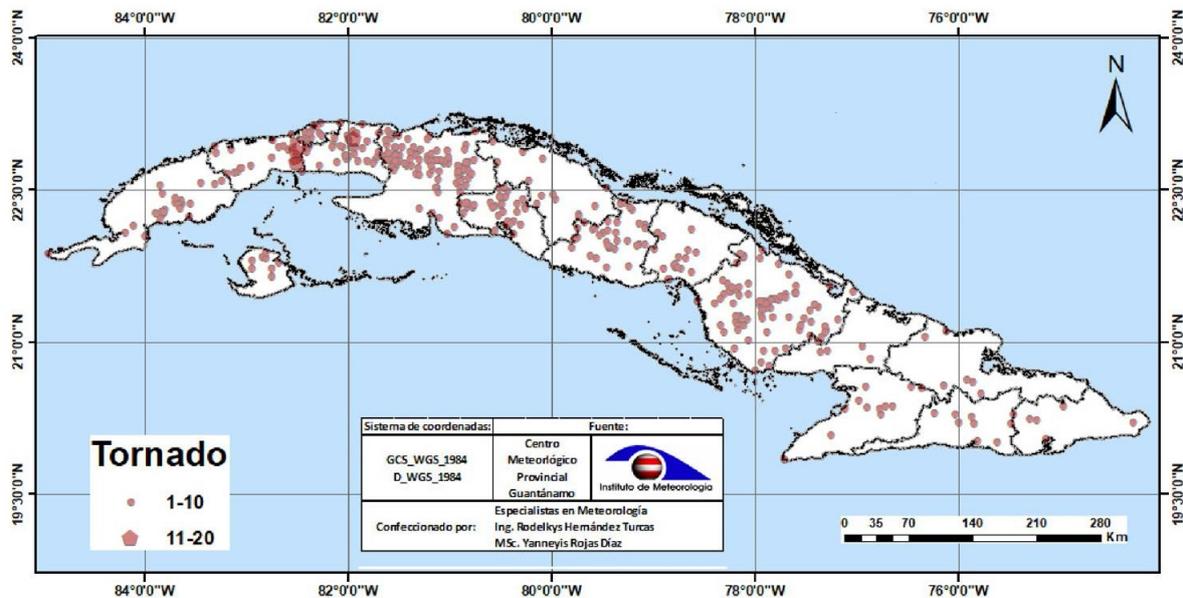


Fig. 9. Distribución espacial de los tornados en Cuba en el periodo 1980 -2022.

En la distribución espacial de los tornados sobresale los pocos reportes en la región oriental, pudiendo estar relacionado con la presencia de las áreas montañosas más elevadas del país, lo que no es favorable para la idónea interacción de las estructuras coherentes con superficies de discontinuidad dentro de la Capa Fronteriza Atmosférica.

Aunque investigadores como Alfonso (1994) exponen que las trombas en la altura no deberían incluirse como eventos severos, en esta investigación se incluyen pues trabajos recientes sobre los tornados en Cuba, han evidenciado que la formación de estos eventos severos en el archipiélago cubano y bajo condiciones insulares, son parte de la interacción de factores que inducen la vorticidad necesaria dentro de la Capa Fronteriza Atmosférica, por debajo de la nube convectiva, condiciones que pueden provocar tanto tornados como las propias trombas en la altura. Hay que considerar que los reportes de estos últimos fenómenos generalmente ocurren a partir de su visualización desde la lejanía, sin que se compruebe en la mayoría de los casos su afectación en el terreno, por lo que existe la interrogante de si el embudo de condensación pudo haber tocado la superficie terrestre y no se haya comprobado. Incluso las condiciones para que se condensara la nube de embudo no eran propicias cerca de la superficie del terreno, sin embargo, sí ha estado presente el vórtice capaz de generar los daños (cosa que se ha evidenciado en algunos casos reportados).

En cuanto a la distribución de las trombas en la altura se evidencia igualmente la mayor concentración de estos eventos en el occidente y centro cubano (figura 10). En el oriente solo se reportan hacia el interior de la región y muy aisladamente.

### Distribución espacial de las trombas marinas

Investigaciones como las de Golden (1973), Gordon (1951) y Peterson (1978) han evidenciado que las regiones tropicales donde existan bahías grandes son muy frecuentes al desarrollo de trombas marinas. En el caso del archipiélago cubano además de la existencia de grandes bahías, las altas temperaturas del mar adyacentes favorecen la formación de este tipo de severidad, lo cual la ubica en una zona de alta frecuencia de formación. Pese a lo antes mencionado este fenómeno es el menos reportado en el territorio cubano, lo que puede estar relacionado a las pocas áreas costeras habitadas a lo largo del país, por lo que el evento puede ocurrir y no ser reportado (Varela *et al.*, 2022).

La estación meteorológica del Cabo de San Antonio, localizada en el extremo más occidental de la provincia de Pinar del Río (figura 11), es la localidad de mayor cantidad de reportes de trombas marinas (26 reportes), resultado que confirman los estudios realizados por Alfonso (1994) y Bermúdez *et al.* (2014). Sin embargo, la zona con más números de casos sigue siendo la porción noroeste de la provincia de Matanzas, con un total de 29 trombas reportadas entre la bahía de Matanzas, la bahía de Cárdenas y el balneario de Varadero. Esto corrobora lo planteado por Golden (1973) y Gordon (1951), que las trombas marinas son favorables en áreas caracterizadas por grandes bahías abiertas, como es el norte de Matanzas. Seguidamente a los mencionados lugares, los otros donde mayor cantidad de trombas marinas se reportan son en la Habana y en la Isla de la Juventud.

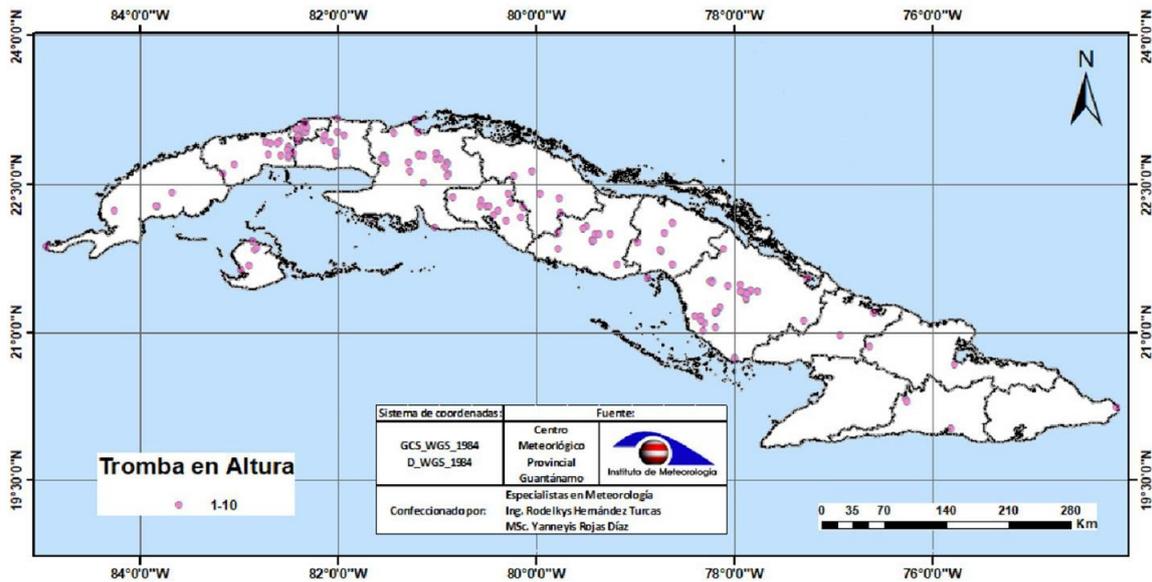


Fig. 10. Distribución espacial de las trombas en la altura en Cuba en el periodo 1980 -2022.

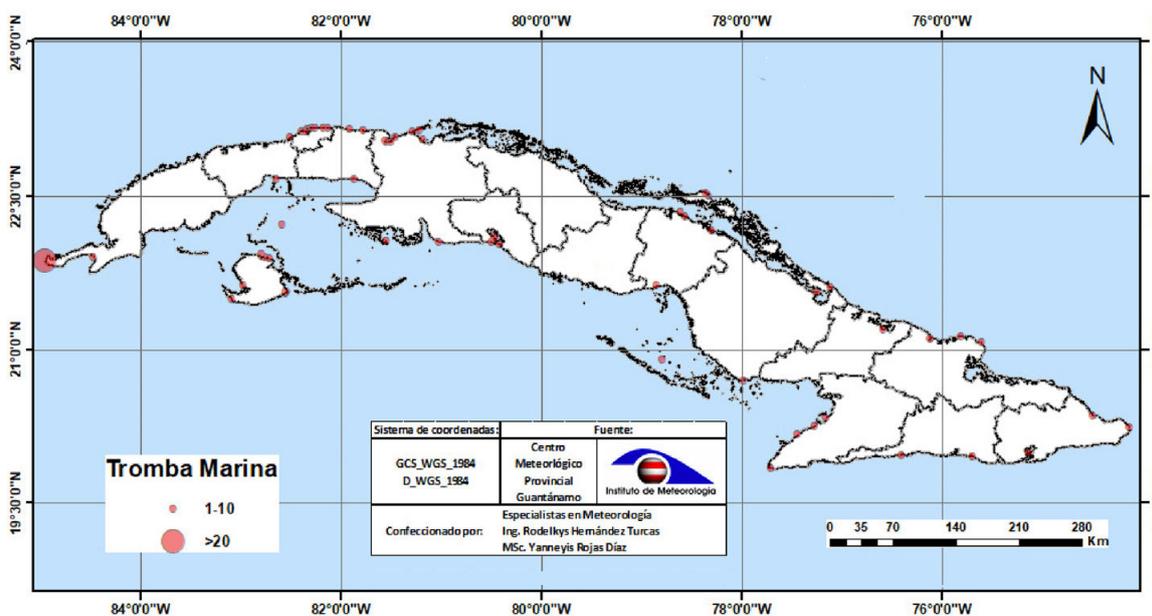


Fig. 11. Distribución espacial de las trombas marinas en Cuba en el periodo 1980 -2022.

## CONCLUSIONES

A partir de los reportes de Tormentas Locales Severas en Cuba en el periodo entre 1980 y 2022, se encontró que:

- Las tormentas locales severas (TLS) se concentran principalmente entre las 12:00 y las 20:00 horas, con picos de actividad entre las 15:00-16:00 y 17:00-18:00 horas. En todas las regiones del país, los eventos severos tienden a formarse preferentemente en el horario vespertino; sin embargo, cada región presenta horarios de máxima actividad relativamente diferentes, lo que puede estar relacionado con las condiciones locales específicas de cada zona, especialmente en los momentos en que ocurre la interacción de los frentes de rachas de tormentas en disipación con nuevas estructuras coherentes.
- La distribución espacial de las TLS indica una mayor preferencia por la formación de eventos severos en el interior del archipiélago cubano, principalmente en áreas que van desde el oeste de Artemisa hasta Camagüey, con una menor frecuencia en las zonas costeras.

- Los reportes de granizo y aeroavalanchas se concentran en el interior del archipiélago, destacando que los granizos se registran principalmente en localidades de Artemisa, Mayabeque y Matanzas, mientras que las aeroavalanchas tienen una distribución más homogénea en todo el interior del territorio nacional. Por otro lado, los tornados y trombas en la altura muestran una mayor concentración en el occidente y centro de Cuba, con pocos reportes en la región oriental.

### RECOMENDACIONES

- Analizar en conjunto la distribución espacial de las tormentas locales severas con la distribución de las tormentas eléctricas.
- Valorar la inclusión de los diferentes mapas de distribución de las Tormentas Locales Severas en el Atlas climatológico de Cuba.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilar, G.; Carnesoltas, M.; Naranjo, L. & Balseiro, C. 2005. "Climatología de las tormentas locales severas en Cuba en el período 1987-2002. Resultados de la modelación de un caso de estudio". *Revista Cubana de Meteorología*, 12(1):3-10, ISSN: 2664-0880.

Alfonso, A. P. 1994. "Climatología de las tormentas locales severas de Cuba". *Cronología*. La Habana, Cuba: *Editorial Academia*, 168 p., ISBN: 978-95-902-0060-1, [Consulted: 20 julio, 2023].

Álvarez, L., Borrajero, I., Álvarez, R., Rivero, I., Carnesoltas, M., & Rojas, Y. (2013). "Estudio de la marcha diaria de las series de frecuencia de ocurrencia de observaciones con tormenta". *Ciencias de la Tierra y el Espacio*, 14(1), 5-13. ISSN 1729-3790.

Bermúdez, Y., G. Aguilar & A. Wallo. 2014. "Distribución de las Tormentas Locales Severas en Cuba.". *Revista Cubana de Meteorología*, Vol. 20, No. 1, 59-72.

Golden, J. H. 1973. "Some statistical aspects of waterspout formation". *Weatherwise*, 26 (3):108-117.

Gordon, A. H. 1951. "Waterpouts", *Weather*. 6, 364-71.

Orlanski, I. 1975. "A rational subdivision of scales for atmospheric processes", *Bull. Amer. Met. Soc.* 65 (1): 527 - 530 p.

Peterson. R.E. 1978. "Waterspout statistics of Nassau, Bahamas". *J. Appl. Meteorol.*, 17:444 - 448

Varela, A. 2017. *Formación de tornados no asociados a superceldas en la región occidental de Cuba*. Tesis de Maestría en Ciencias Meteorológicas, La Habana, Cuba.

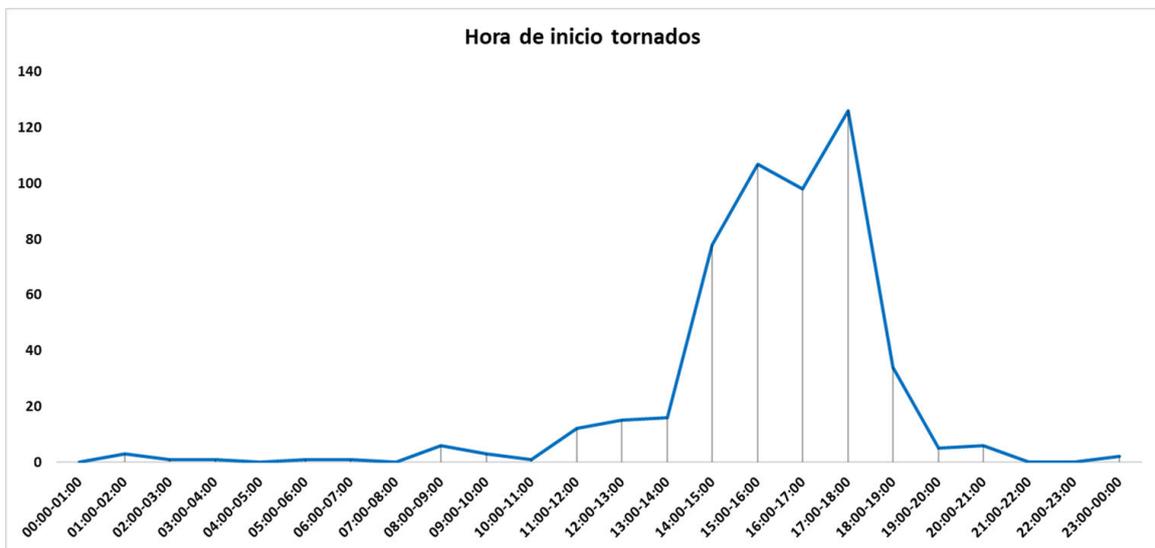
Varela, A., Rojas-Díaz, Y. & Carnesoltas Calvo, M. 2022. "Caracterización de los reportes de Tormentas Locales Severas en Cuba entre 1980-2020". *Revista Cubana de Meteorología*, 28(2). Recuperado a partir de <http://rcm.in-smet.cu/index.php/rcm/article/view/626>



Anexo 1. Marcha diaria de los granizos en el periodo entre 1980 y 2022.



Anexo 2. Marcha diaria de las aeroavalanchas en el periodo entre 1980 y 2022.



Anexo 3. Marcha diaria de los tornados en el periodo entre 1980 y 2022.



Anexo 4. Marcha diaria de las trombas en la altura en el periodo entre 1980 y 2022.