

## Estado del Clima en Cuba 2022. Resumen ampliado



### State of the climate in Cuba 2022. Extended summary

<https://cu-id.com/2377/v29n1e10>

Cecilia Fonseca Rivera<sup>1\*</sup>,  Marilee Martínez Álvarez<sup>1</sup>,  Marcelino Hernández González<sup>3</sup>,  Ramón Pérez Suárez<sup>1</sup>,  
 Beatriz Velázquez Saldívar<sup>1</sup>,  Nathali Valderá Figueredo<sup>1</sup>,  Idelmis González García<sup>1</sup>,  Virgen Cutié Cancino<sup>1</sup>,  
Ranses Vázquez Montenegro<sup>1</sup>,  Elisa Beatriz Cruz Estopiñán<sup>1</sup>,  Ida Mitrani Arenal<sup>1</sup>,  Axel Hidalgo Mayo<sup>2</sup>,  
 Javier Cabrales Infante<sup>1</sup>,  Braulio Lapinel Pedroso<sup>1</sup>, Orlando Marzo Lobaina<sup>4</sup>, Yudit Ríos Ortega<sup>4</sup>

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

<sup>2</sup>Centro Meteorológico Provincial de Holguín, Holguín, Cuba

<sup>3</sup>Instituto de Ciencias del Mar, La Habana, Cuba

<sup>4</sup>Grupo Empresarial Geocuba, La Habana, Cuba

**RESUMEN:** En este reporte se presenta una descripción del comportamiento de determinadas variables climáticas, así como de algunos factores que regulan la variabilidad del clima en la región, con el objetivo de proporcionar información científica autorizada sobre el estado del clima en Cuba, así como de los fenómenos meteorológicos y climáticos más relevantes ocurridos durante el año. En el 2022 la temperatura media anual superó a la media histórica del periodo 1961 - 1990 (25.5 °C) en 0.88 °C. De manera tal que constituyó la tercera más alta desde 1951 hasta la fecha, lo que contribuye una vez más a acentuar la tendencia al incremento observada desde años anteriores. Durante el año el nivel medio anual relativo, alcanzó el valor más alto de toda su historia con 30.85 cm. Este incremento sostenido y generalizado aumento hasta el 2022 pueden estar dando lugar a crecientes presiones sobre los ecosistemas costeros. Los fenómenos meteorológicos extremos siguen siendo uno de los principales causantes de importantes de daños y pérdidas en la economía. En el 2022, Cuba fue afectada simultáneamente por una baja tropical, el huracán Ian y por una sequía que se prevee continúe hasta el próximo año.

**Palabras clave:** estado del clima, temperatura, lluvia, variabilidad climática.

**ABSTRACT:** This report presents a description of the behavior of certain climatic variables, as well as some factors that regulate climate variability in the region, with the aim of providing authoritative scientific information on the state of the climate in Cuba, as well as the phenomena most relevant meteorological and climatic events that occurred during the year. In 2022, the average annual temperature exceeded the historical average for the period 1961 - 1990 (25.5 °C) by 0.88 °C. In such a way that it constituted the third highest since 1951 to date, which once again contributes to accentuate the upward trend observed since previous years. During the year the average relative annual level reached the highest value in its entire history with 30.85 cm. This sustained increase and widespread increase until 2022 may be giving rise to increasing pressures on coastal ecosystems. Extreme weather events continue to be one of the main causes of significant damage and losses to the economy. In 2022, Cuba was simultaneously affected by a tropical cyclone, Hurricane Ian, and by a drought that is expected to continue until next year.

**Keywords:** state of the climate, temperature, rainfall, climate variability.

### INDICADORES MÁS RELEVANTES QUE REFLEJAN EL ESTADO DEL CLIMA EN CUBA DURANTE EL 2022

#### 1. Condiciones Oceánicas-Atmosféricas

##### 1.1. Circulación atmosférica

Durante el año 2022 la circulación atmosférica regional mostró una desviación de los patrones sinópticos típicos, principalmente en la morfología, posición e intensidad de los sistemas meteorológicos. Asimismo, se evidenciaron diferencias en la estructura de las configuraciones sinópticas medias en los meses

del periodo estacional poco lluvioso (enero a abril y de noviembre a diciembre) y el lluvioso (mayo a octubre).

En los meses del periodo poco lluvioso el anticiclón subtropical del Atlántico Norte se localizó más al oeste-suroeste que lo usual, sobre aguas del Atlántico oriental. Este sistema presentó una presión central de 1021 hPa y extendió su dorsal al oeste sobre el Atlántico occidental. Sobre el sudeste de los Estados Unidos se situaron las altas presiones continentales migratorias, las cuales se mostraron más intensas que lo normal con una presión central de 1020 hPa e influyeron sobre la porción nororiental del golfo de México,

\*Autor para correspondencia: [cecilia.fonseca@insmet.cu](mailto:cecilia.fonseca@insmet.cu)

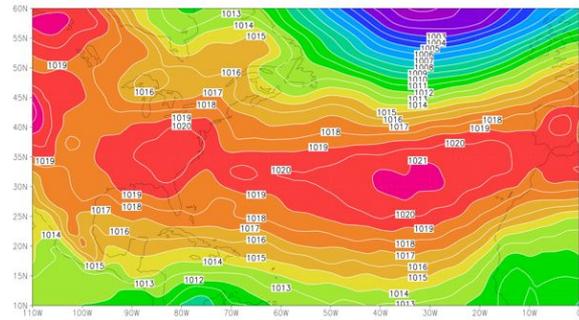
Recibido: 22/01/2023

Aceptado: 15/02/2023

las Bahamas y la región occidental de Cuba. La vaguada frontal estuvo menos profunda que lo usual y se extendió al este de la costa oriental de Norteamérica, separando los centros anticiclónicos antes mencionados. Las mayores anomalías de la presión a nivel medio del mar estuvieron relacionadas con la mayor fortaleza de las altas presiones migratorias, a la presencia del centro secundario de altas presiones y al relativo debilitamiento del anticiclón subtropical. Sobre Cuba y gran parte del mar Caribe las presiones a nivel medio del mar estuvieron cercanas de sus valores normales (Figura 1).

En la troposfera media y alta el rasgo más distintivo fue el fortalecimiento de la circulación anticiclónica sobre Norteamérica y el Atlántico occidental; también el eje de la vaguada polar adoptó una orientación más al suroeste en comparación con el 2021. El nivel de 500 hPa se caracterizó por la presencia de una dorsal sobre el Atlántico occidental asociada con el fortalecimiento del anticiclón mexicano, el cual presentó una celda de alto valor geopotencial en las inmediaciones de la península de Yucatán y Centroamérica. Como consecuencia, la vaguada polar se apreció más al oeste en comparación con su posición típica para este periodo del año, más profunda en los 200 hPa. En general las anomalías del geopotencial fueron positivas sobre el sudeste de los Estados Unidos, el golfo de México, el noroeste del Caribe y Cuba, principalmente en la mitad occidental del archipiélago cubano.

En los meses del periodo estacional lluvioso las mayores anomalías en la presión a nivel medio del mar estuvieron relacionadas con la influencia de las altas presiones subtropicales, principalmente sobre el Atlántico occidental. El anticiclón subtropical del Atlántico Norte se localizó cerca de su posición climatológica, con valores de presión central similar a lo normal. Sin embargo, su influencia se vio ligeramente debilitada debido a la presencia de un débil centro secundario de altas presiones sobre el Atlántico occidental. En la troposfera media y alta, la celda de alto valor de geopotencial asociada al anticiclón mexicano se localizó en los 500 hPa más al oeste en comparación con la posición mostrada en el año 2021. De igual manera, en el 2022 una dorsal se mostró bien pronunciada en el Atlántico occidental mientras que la Vaguada Tropical Troposférica Superior (TUTT) se mostró más distendida que en el año anterior. Asimismo, en este 2022 se estructuró una vaguada extendida al sur, desde Canadá hasta el estado de Carolina del Sur. Las alturas del geopotencial se mostraron cercanas a lo normal en gran parte de Cuba, excepto en su porción más occidental.



**Figura 1.** Presión a nivel medio del mar correspondiente al periodo poco lluvioso 2022 (Fuente: <http://www.psl.noaa.gov>).



**Figura 2.** Nublos sobre gran parte de Cuba asociados al tránsito del noveno frente frío de la temporada invernal 2021-2022.

Imagen GEOCOLOR del satélite GOES-16 del 29 de enero a las 19:31 UTC. Extraída de <https://rammb-slider.cira.colostate.edu/>.

## 1.2. Frentes Fríos <sup>1</sup>

La actividad frontal en el 2022, resultó menos activa que lo normal. Un total de 14 frentes fríos afectaron a Cuba durante la temporada invernal. Según su intensidad, tres de ellos se catalogaron como moderados y los 11 restantes fueron débiles y de acuerdo al giro de los vientos, 12 fueron de tipo clásico y dos reversinos. Lo más significativo de la temporada fueron las marcadas condiciones invernales ocurridas tras la llegada de los frentes fríos del día 29 de enero (Figura 2) y del 23 de diciembre. En ambos casos, debido a la influencia de una masa de aire de origen polar ártico sobre gran parte del territorio, se produjo la ocurrencia de días muy fríos (28 y 29 de enero, 24 y 25 de diciembre) y madrugadas que llegaron a ser notablemente frías en el interior de las regiones occidental y central de Cuba. Los reportes más significativos fueron los del día 31 ya que más de 30 estaciones meteorológicas reportaron temperaturas mínimas por debajo de los 10 °C.

<sup>1</sup>Las clasificaciones de los frentes fríos aquí mostrados son preliminares y pudieran sufrir modificaciones. Para las estadísticas finales consultar los resúmenes de las temporadas invernales 2021-2022 y 2022-2023.

### 1.3. El Niño-Oscilación del Sur (ENOS)

En noviembre del año 2021 se inició un proceso de sobreenfriamiento en el océano Pacífico central y oriental, que condujo al inicio del evento La Niña-Oscilación del Sur (AENOS) 2021 - 2022. Durante los seis primeros meses del 2022, persistieron las anomalías negativas (frías) de la temperatura superficial del mar en el océano Pacífico central y oriental, con valores propios de este evento, el que entre febrero y abril alcanzó su máxima intensidad. Sin embargo, a partir del mes de julio, estas condiciones comenzaron a debilitarse hasta alcanzar valores por debajo del umbral de un evento AENOS débil.

En octubre se inició nuevamente un rápido enfriamiento que conllevó, según la Organización Meteorológica Mundial (OMM, 2022), al inicio de un tercer evento AENOS, al abarcar tres inviernos consecutivos. De esta manera, se convierte en el primer "episodio triple" de La Niña del presente siglo (OMM, 2022). Durante el último trimestre del año predominaron en el océano Pacífico ecuatorial las condiciones de un evento AENOS, incrementándose las anomalías negativas (frías) con respecto a los meses anteriores (Figura 3). La máxima intensidad de este evento se produjo entre noviembre del 2022 y enero del año 2023.

Ambos eventos AENOS del 2022, se distinguieron por el acoplamiento entre el océano y la circulación atmosférica. Los vientos alisios se mantuvieron más intensos que lo habitual, la nubosidad fue muy inferior a lo normal en el Pacífico ecuatorial central, el Índice de la Oscilación del Sur (SOI, por sus siglas en inglés), el Índice ENOS (IE) y el Índice Multivariado del ENOS (MEI) se mantuvieron acorde al patrón propio de un evento AENOS. Puede expresarse que a lo largo del año 2022 prevalecieron las condiciones características de un evento La Niña - Oscilación del Sur (AENOS) en el océano Pacífico ecuatorial.

### 1.4. El nivel medio del mar en Cuba <sup>2</sup>

En el 2022, en la estación Siboney de La Habana, el nivel medio anual relativo del mar, alcanzó el valor

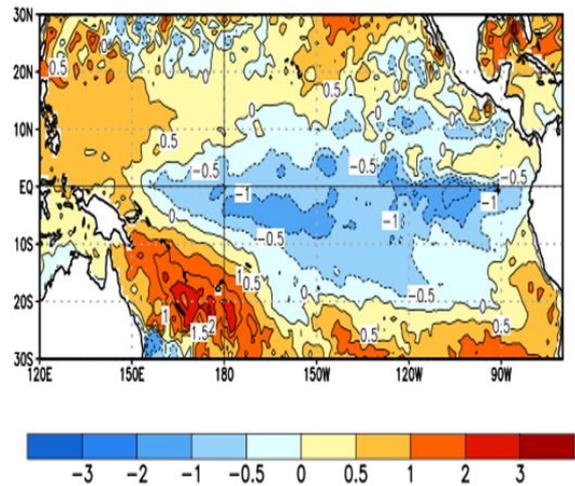


Figura 3. Anomalías de la temperatura superficial del mar, diciembre 2022.

más alto de toda su historia: 30.85 cm, después de un ligero descenso en el año precedente 2021 (Fonseca - Rivera, *et al.*, 2022). Antes del año 2000, el nivel medio anual en Siboney apenas superó en dos ocasiones los 15.0 cm. Con este último reporte, resultó 16.00 cm más alto que los valores más elevados registrados antes de finalizar el siglo XX (Figura 4). Este resultado, obtenido para la costa de la capital del país, confirma la existencia de una tendencia sostenida al ascenso del nivel medio del mar relativo a largo plazo en Cuba.

Los datos registrados por un mareógrafo, a partir de los cuales se calcula el nivel medio del mar relativo, son valores relativos medidos respecto al datum geodésico nacional. En consecuencia, cualquier registro del nivel del mar a largo plazo también contendrá una contribución de los movimientos verticales de la corteza terrestre que pueden estar causados por procesos geológicos naturales y por la actividad humana (IOC, 2016). En el caso de la estación mareográfica de Siboney, las mediciones altimétricas del terreno, realizadas históricamente a escala local, han mostrado que los elementos de la estación y la zona donde se ubica son verticalmente estables, lo cual significa que en el ascenso del nivel medio del mar está predominando la influencia de procesos relacionados con el Clima.



Figura 4. Variabilidad interanual del nivel del mar relativo en la estación Siboney entre 1966 y 2022.

<sup>2</sup>Al momento de este reporte solo se pudo contar con datos del 2022 de la estación Siboney, localizada en La Habana en los 23°05,6' N y 82°28,2' W.

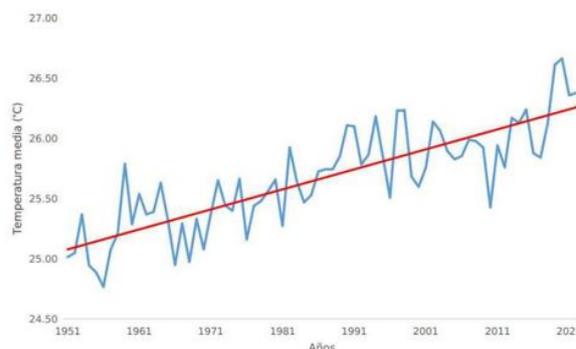
El sostenido aumento del nivel medio del mar hasta el año 2022 pueden estar dando lugar a crecientes presiones sobre los ecosistemas costeros y la población local (Hernández - González, Martínez - Bayón y Marzo - Lobaina, 2014) contribuyendo a la intensificación de procesos tales como: Aumento del retroceso de la línea de costa e incremento gradual de las áreas sumergidas a expensas de las emergidas, aumento de la intrusión marina, aumento de los efectos de las inundaciones costeras, mayor exposición de edificaciones y viales costeros y un consecuente aumento de la necesidad de más inversiones en infraestructuras de protección costera o relocalización de la población local.

## 2. Comportamiento de la temperatura

El 2022 fue un año sumamente caluroso. La temperatura media anual de Cuba durante el año fue la tercera más alta desde 1951, al alcanzar un valor que superó a la media histórica del período 1961 - 1990 (25.5 °C) en 0.88 °C. El año estuvo caracterizado por anomalías positivas (cálidas) en todos los meses del año, siendo junio (2.2 °C) y febrero (1.7 °C) los más significativos. Predominaron los meses con temperatura media ligeramente por encima de la norma (anomalías entre 0.5 °C y 1.0 °C). En particular julio, agosto y septiembre fueron los más cálidos con temperaturas medias cercanas a los 28 °C. La temperatura de cada uno de los últimos cuatro años fue al menos 0.8 °C superior a la media del período 1961-1990, de tal manera que los años 2019 - 2022, son los más cálidos desde 1951 hasta la actualidad (Figura 5). El 2022 contribuyó a acentuar la tendencia al incremento de la temperatura media en Cuba.

En correspondencia con el comportamiento de la temperatura, se reportaron nueve récords de temperatura máxima y dos de temperatura mínima durante el año (Tabla 1). El mes más significativo fue noviembre con cuatro nuevos récords de temperatura máxima.

Las anomalías estandarizadas de las temperaturas media, máxima y mínima, se mantuvieron durante todo el año en los rangos considerados como normal o



**Figura 5.** Temperatura media anual en Cuba durante el período 1951-2022. La línea roja representa la tendencia lineal.

por encima de lo normal en la mayor parte del país. Lo más significativo fue durante el mes de junio, en el que prevalecieron las anomalías en extremo por encima de la norma, fundamentalmente en las mínimas medias. Por el contrario, los meses de enero y octubre destacaron por el predominio de anomalías estandarizadas en los rangos normal o por debajo de lo normal e incluso en extremo por debajo de sus valores normales para el mes, en algunas localidades del país.

## 3. Condiciones bioclimáticas

El 2022 se caracterizó por el predominio de anomalías estandarizadas positivas de la temperatura efectiva (TE) y temperatura efectiva equivalente (TEE) en general en todo el país. En los meses del periodo poco lluvioso, predominaron sensaciones ligeramente frías en horas de la mañana, aunque en enero llegaron a ser frías en amplias zonas de la región occidental y en julio se manifestaron sensaciones calurosas en algunas áreas principalmente en zonas costeras (Figura 6). En los meses de verano, predominaron las sensaciones confortables a esa hora del día, a excepción de octubre, en el que se manifestaron además sensaciones ligeramente frías, principalmente en la mitad centro occidental del país y en las zonas montañosas de la región oriental (Figura 6).

Las tardes se caracterizaron por la presencia de sensaciones calurosas y muy calurosas en la mayor parte

**Tabla 1.** Récords de temperatura máxima y mínima en 2022

Variable	Mes	Estación	Nuevo récord (°C)	Récord anterior (°C)
Temperatura máxima	Marzo	San Juan y Martínez	34.0	33.1
	Septiembre	Manzanillo	36.9	36.7
	Octubre	Cayo Coco	33.6	33.5
		Santa Lucía	34.6	33.2
	Noviembre	Pinar del Río	34.0	33.2
		Güira de Melena	33.9	33.5
	Diciembre	Playa Girón	33.2	33.0
		Cayo Coco	31.7	31.3
Temperatura mínima	Cabo Cruz	32.9	32.8	
	Enero	Bainoa	2.8	3.0
	Octubre	Santa Lucía	15.0	15.1

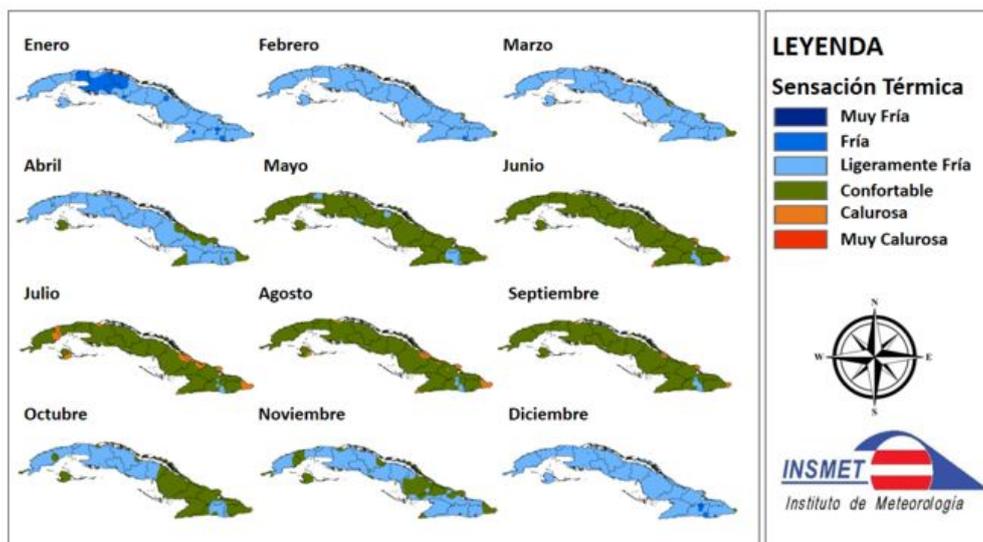


Figura 6. Sensación térmica media determinada a partir de la Temperatura efectiva (TE) a la 7:00 am durante el 2022.

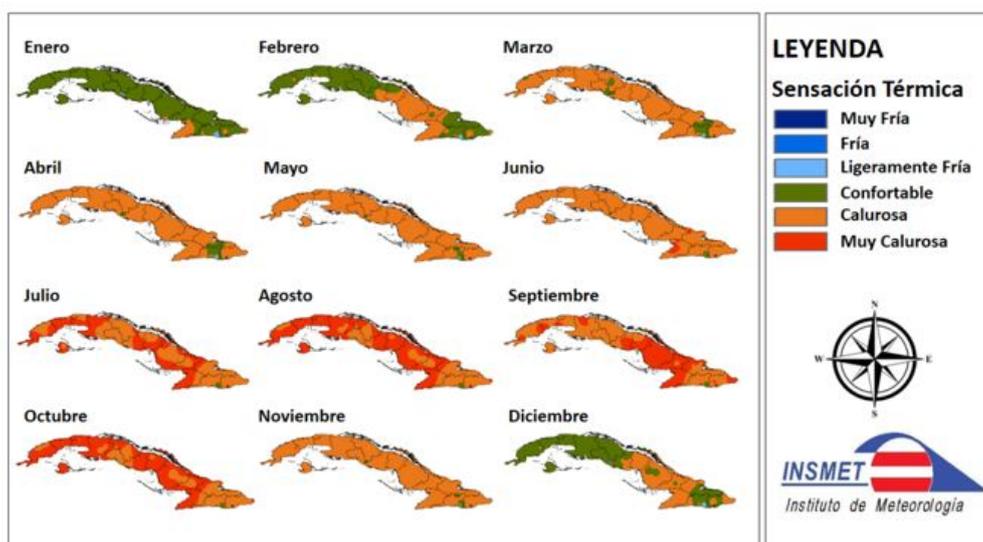


Figura 7. Sensación térmica media determinada a partir de la Temperatura efectiva (TE) a la 1:00 pm durante el 2022.

del año. Desde marzo hasta noviembre se manifestaron sensaciones calurosas las que alternaron con muy calurosas desde julio hasta octubre. Sin embargo, en enero, febrero y diciembre, las tardes se caracterizaron por sensaciones confortables y calurosas, con la presencia de esta última en un gran por ciento de la mitad oriental del país en febrero y diciembre (Figura 7).

En correspondencia con lo anterior se reportaron como promedio 72 días con CCI (sin viento). Sin embargo, en algunas estaciones como Punta del Este en el municipio especial la Isla de la Juventud, Varadero en Matanzas, Punta Lucrecia en Holguín y Punta Maisí en Guantánamo, se reportaron más de 150 días con esta condición (Figura 8). El efecto del viento, disminuyó la ocurrencia de sensaciones muy calurosas y por tanto una reducción en la cantidad de días con CCI.

Por su parte la cantidad de días con CFI con viento se presentaron mayormente en la mitad occidental del país, y en zonas montañosas de la región oriental,

con máximos en las estaciones de Topes de Collante, Sancti Spiritus, y la Gran Piedra, Santiago de Cuba, de 48 y 169 días con esta condición respectivamente. En las zonas no muy elevadas en que se reportaron solo llegaron a manifestarse hasta 17 días (Figura 9).

#### 4. Comportamiento de la lluvia

En términos generales el 2022 se caracterizó por una gran variabilidad en el comportamiento de la lluvia tanto espacial como temporal. En el primer trimestre del año, se registraron valores de precipitación en el rango considerado como normal en general en todo el país. En el segundo trimestre, abril que es el último mes del periodo poco lluvioso 2021-2022, cerró con acumulados de lluvia por encima de sus valores normales en las regiones central y oriental constituyendo el octavo y décimo más lluvioso de los registros, respectivamente. Sin embargo, los valores de precipi-

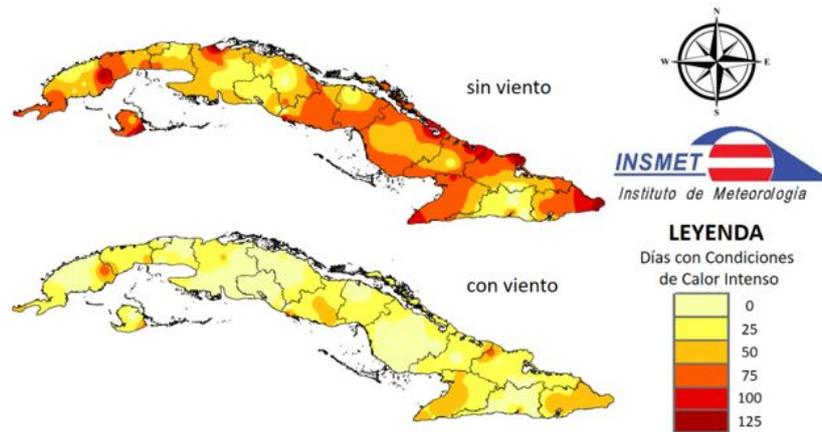


Figura 8. Cantidad de días con Condición de Calor Intenso (CCI) durante el 2022.

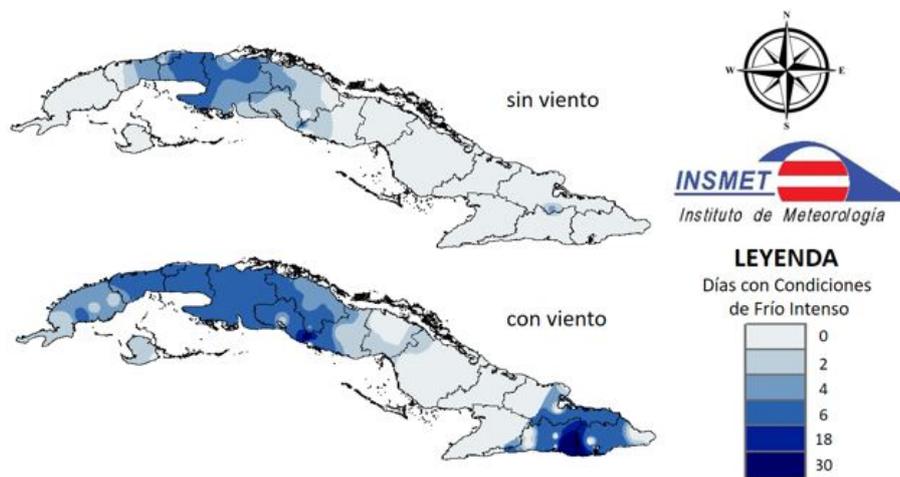


Figura 9. Cantidad de días con Condición de Frío Intenso (CFI) durante el 2022.

tación reportados en mayo estuvieron en la norma, y en junio por encima de esta fundamentalmente en la mitad occidental del país. Para la región occidental y central representó el octavo y oncenno más lluvioso desde 1961 hasta la fecha.

En la segunda mitad del año, los acumulados de lluvia estuvieron por debajo de la norma, aunque no de manera homogénea en el país. En julio constituyó el sexto más bajo de los registros para la región occidental y en agosto ocuparon igual posición, pero para Cuba en su conjunto. En septiembre, a pesar de la afectación del huracán Ian, el mes cerró con acumulados en la norma en general en todo el territorio nacional.

Como característica más relevante del año 2022 se destaca el comportamiento de los acumulados de lluvia durante el último trimestre del año. En octubre las lluvias reportadas estuvieron por debajo de su valor normal. Para Cuba, el acumulado promedio reportado en este mes fue de 78.7 mm, lo que representa una anomalía de -1.76 según el índice de precipitación

estandarizada (SPI), constituyendo el segundo menos lluvioso desde 1961 hasta la fecha. Este comportamiento estuvo condicionado por los bajos acumulados reportados en las regiones occidental y central, los que clasificaron como el segundo y tercero menos lluvioso, respectivamente. En noviembre y diciembre igualmente las precipitaciones fueron deficitarias. En el primero la región menos favorecida fue la oriental, en la que el déficit representó una anomalía estandarizada de -1.69, catalogado como severo y constituyó el menos lluvioso para esta región desde 1961. Por su parte en diciembre las regiones menos favorecidas fueron la región central con solo 14.7 mm y la oriental con 16.1 mm. Estas cifras representan una anomalía estandarizada de -0.94 y -1.64 respectivamente. Para la región oriental constituyó el tercer diciembre menos lluvioso de los registros. Este comportamiento en los últimos meses del año, fue el responsable del incremento progresivo de las áreas afectadas por sequía en el país

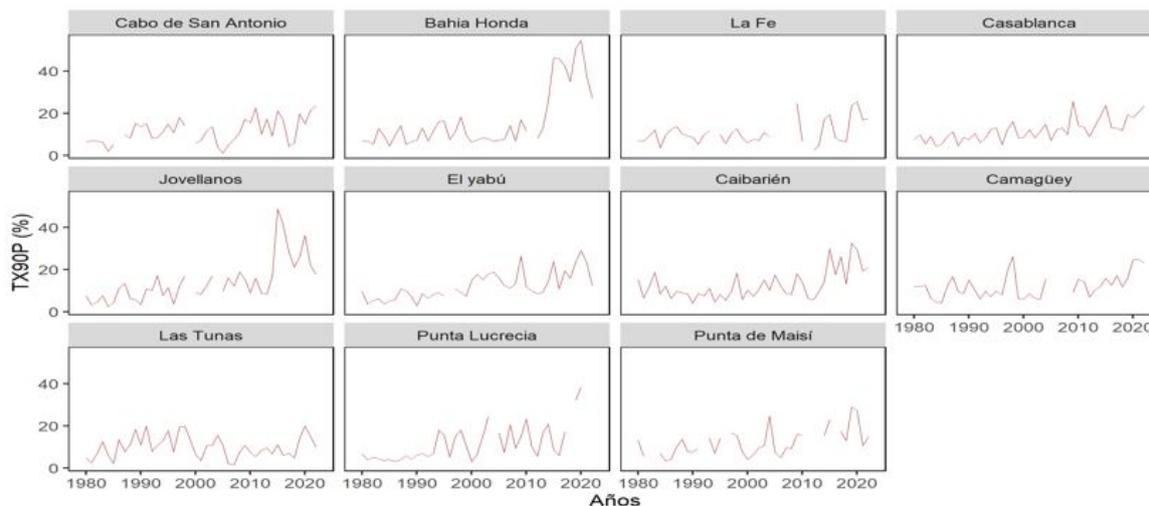


Figura 10. Marcha multianual del por ciento de días cálidos (TX90p), durante el periodo 1980-2022.

## 5. Fenómenos extremos de fuerte impacto en el 2022

Los fenómenos meteorológicos y climáticos extremos constituyen los principales causantes de importantes de daños y pérdidas en la economía, la sociedad y el medio ambiente en general. Según el Informe sobre las Bases Científicas de Cambio Climático elaborado por el Grupo de Trabajo I del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC), la cantidad de estos fenómenos alcanza valores nunca antes observados y aumentará a medida que se incremente el calentamiento global. En Cuba, el año 2022 estuvo caracterizado por numerosos episodios de fenómenos meteorológicos y climáticos extremos, tales como eventos extremos por calor, por frío, ciclones tropicales, inundaciones costeras y sequías.

### 5.1. Indicadores de extremos climáticos

En relación a los extremos climáticos, el año que concluyó fue de interés en cuanto al comportamiento de indicadores térmicos como el por ciento de días cálidos (TX90p), por ciento de noches cálidas (TN90p) y temperaturas mínimas muy altas. Mientras el por ciento de noches frías está disminuyendo significativamente, todo lo cual está indicando que el clima de Cuba se está haciendo cada vez cálido. De los indicadores derivados de la lluvia fue significativo el acumulado máximo de lluvia en cinco días consecutivos en una gran parte de las estaciones de la región occidental.

El por ciento de días cálidos estuvo entre los once reportes más altos de los últimos 44 años en ocho de las once estaciones de referencia. La estación Cabo de San Antonio tuvo el valor más alto del periodo analizado con 24% de días con esta condición, en Casablanca el tercero con 24%, Camagüey cuarto con 23% y quinto en La Fe (19%), Caibarién (21%) y Punta Lucrecia también con 21%. Es de destacar que en los últimos ocho años se aprecian los valores más

altos de este indicador en la mayoría de las estaciones meteorológicas analizadas (Figura 10).

Por otro lado, el por ciento de noches cálidas estuvo entre los once más elevados del periodo 1980-2022. Sobresale la estación de Bahía Honda que ocupó la segunda posición de la serie con 25% de días, el valor más alto fue reportado en 1998. En la mayoría de las estaciones de referencia es apreciable un incremento de los valores de este indicador en los últimos años (Figura 11). Este comportamiento, refuerza la idea de que el clima de Cuba se está haciendo cada vez más cálido.

El acumulado máximo de lluvia en cinco días consecutivos estuvo entre los quince más altos del periodo analizado en las estaciones de la región occidental. Estos registros correspondieron al mes de junio y estuvieron asociados a la afectación, a esta región del país, de la baja tropical que dio lugar a la formación de la Tormenta Tropical Alex. En Jovellanos fue el segundo valor más alto con 418.2 mm, solo superado en mayo de 2018 (Figura 12).

### 5.2. Eventos extremos por calor/frío

#### 5.2.1 Eventos extremos por calor

En correspondencia con el comportamiento de la temperatura durante el 2022, se produjeron a lo largo del año, varios episodios y días cálidos. Los más significativos fueron los ocurridos en los meses de julio y agosto en los que se produjeron varios eventos extremos por calor (Figura 13). Los más importantes, de siete y cinco días de duración, ocurrieron entre el 22-28 de julio y entre el 31 de julio al 4 de agosto, respectivamente, aunque la cobertura espacial no fue muy significativa. Solo estuvieron involucradas entre un 10 % y un 15 % de las estaciones meteorológicas del país. No obstante, es de destacar el periodo comprendido entre el 1ro de julio hasta el 18 de agosto, en el que al menos una estación meteorológica presentó un día cálido.

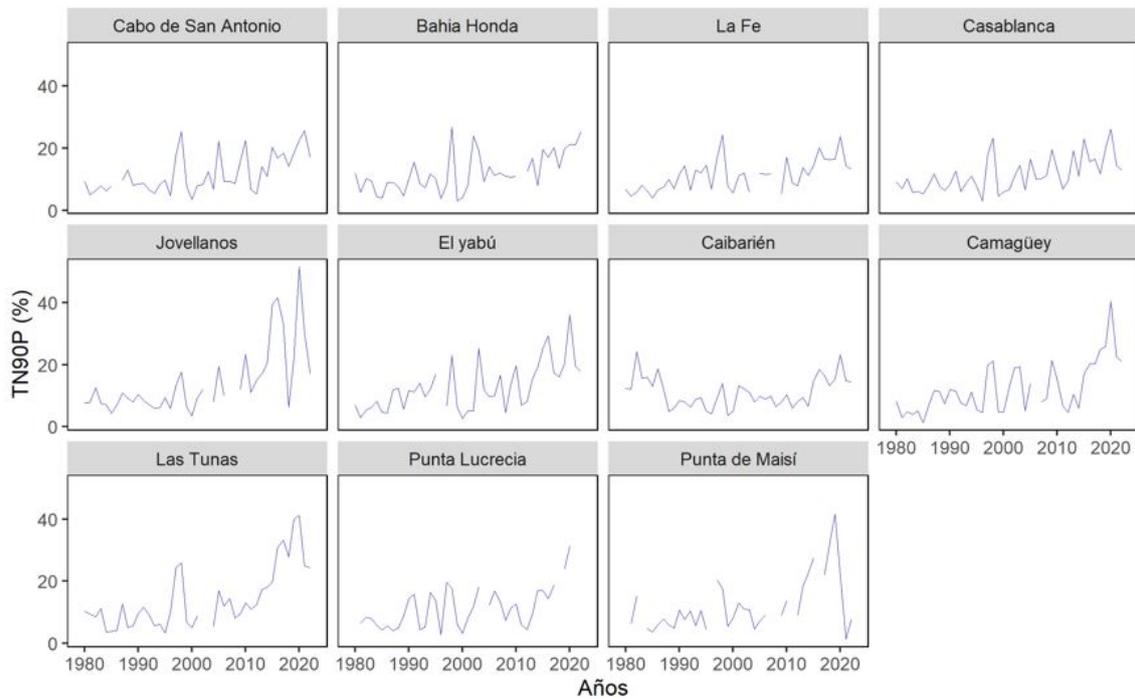


Figura 11. Marcha multianual del por ciento de noches cálidas (TN90P), durante el periodo 1980-2022.

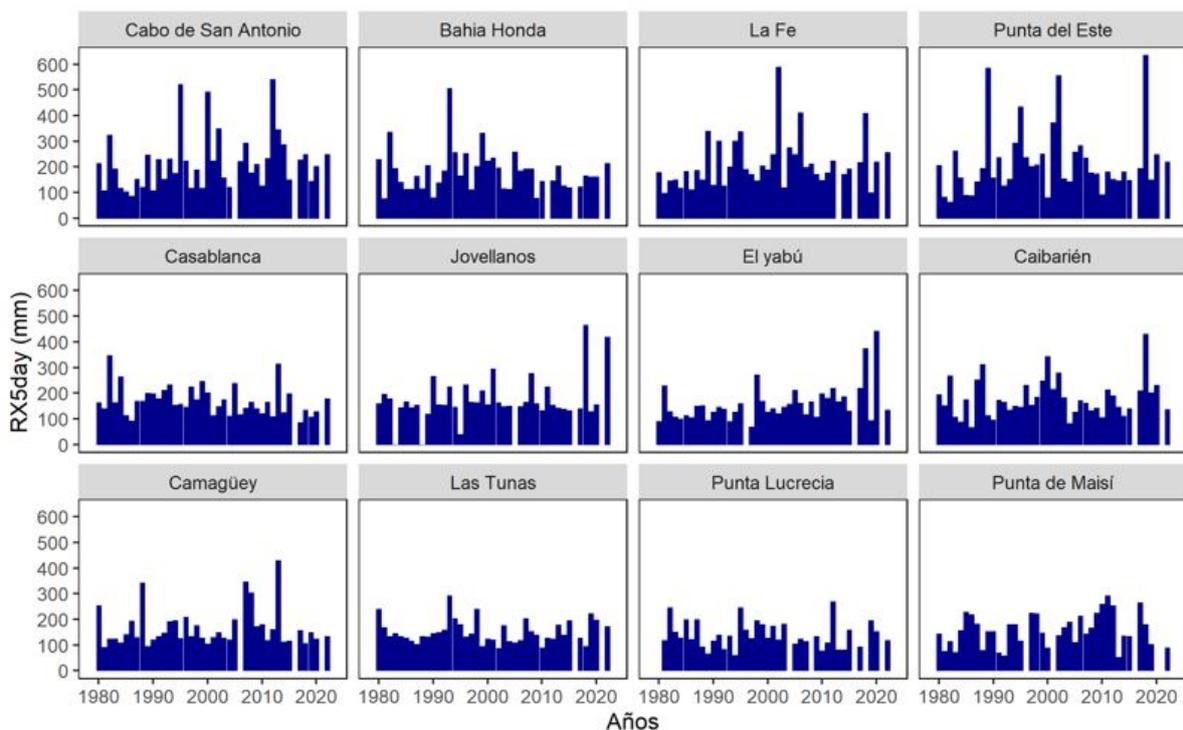
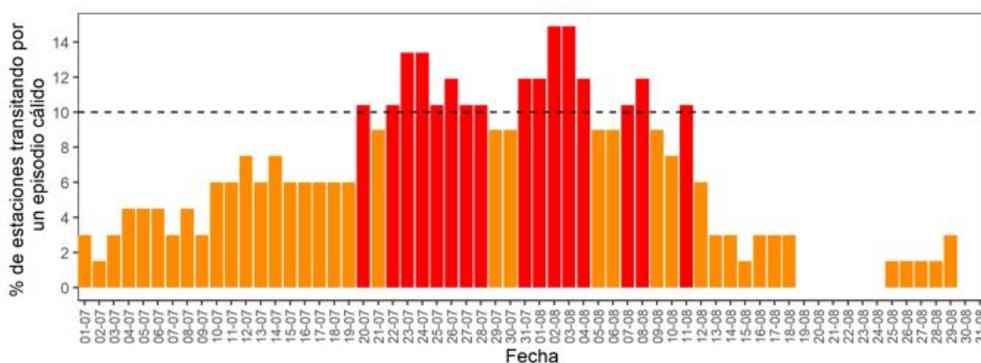


Figura 12. Marcha multianual del acumulado máximo de lluvia en cinco días consecutivos durante el periodo 1980-2022.

### 5.2.2 Eventos extremos por frío

A pesar de las elevadas temperaturas generalizadas durante el 2022, se reportaron algunos días fríos de interés sin que se llegara a manifestar un episodio o evento extremo. En los meses que forman parte de las dos temporadas invernales del 2022, se produjeron dos

días fríos de interés, el primero se desarrolló el 31 de enero y el segundo el 26 de diciembre. Ambos eventos tuvieron la característica que más del 20 por ciento de las estaciones meteorológicas del país estuvieron en presencia de condiciones frías. Resulta interesante además, la ocurrencia de varios días fríos, aunque afectaron menos del 10 % de las estaciones del país.



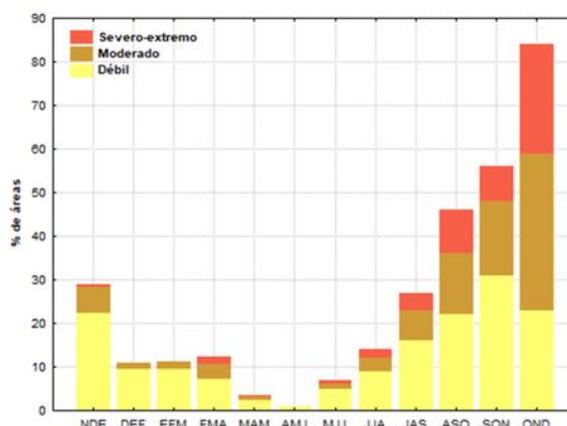
**Figura 13.** Por ciento de estaciones meteorológicas de Cuba transitando por un episodio cálido según la variante 2. En rojo cuando superan el 10%.

### 5.3. Sequía meteorológica y agrícola

#### 5.3.1. Sequía Meteorológica

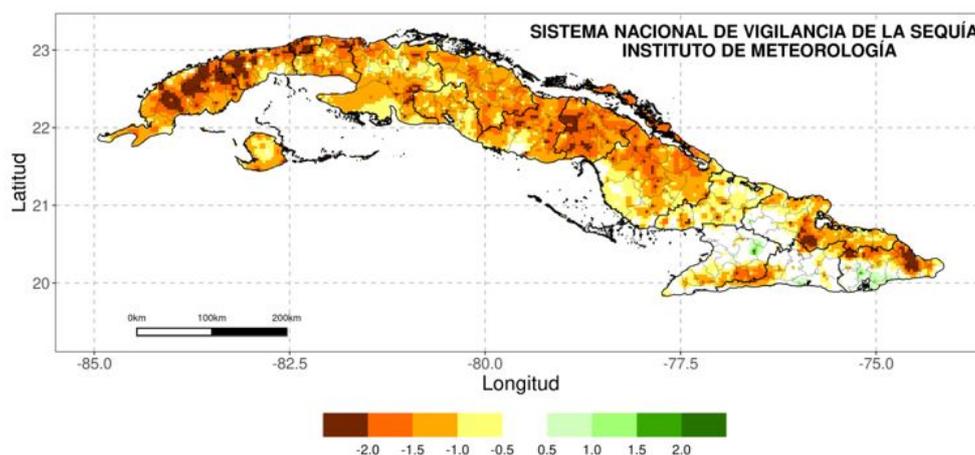
Al cierre del año natural enero-diciembre de 2022 (SPI-12), los déficits de las lluvias en Cuba, en las categorías de sequía meteorológica, afectaron el 24% del territorio nacional, con mayor incidencia en la mitad oriental del país. De ellos el 3% clasificó en la categoría severa-extrema, el 7% moderada y el 14% débil. Sin embargo, el comportamiento de la sequía meteorológica por periodos estacionales (SPI-6) reflejó, en el periodo estacional poco lluvioso (noviembre 2021-abril 2022), un 18% del país afectado por sequía, fundamentalmente su parte más occidental, mientras en el periodo estacional lluvioso, mayo-octubre 2022, el 24% del territorio nacional presentó sequía meteorológica, pero con mayor peso sobre la mitad oriental del país.

Por otra parte, en el análisis mes a mes, del comportamiento trimestral de la sequía meteorológica (SPI-3) es evidente el significativo incremento progresivo de las áreas afectadas por sequía en sus respectivas categorías, en los dos últimos trimestres del año (Figura 14). Así, por ejemplo, en el trimestre octubre-diciembre 2022, el 84% del territorio nacional presentó afectación por sequía meteorológica, (un 26% supe-



**Figura 14.** Marcha trimestral de áreas afectadas con déficits en los acumulados de la lluvia en Cuba durante el período noviembre 2021 - enero 2022 a octubre - diciembre 2022. Expresado en por ciento.

rior al trimestre septiembre - noviembre). De ellos, el 26% en la categoría de severa a extrema, el 36% moderada y el 22% débil (Figura 15). Influyeron en este comportamiento los déficits ocurridos en los meses de octubre y noviembre, salvo algunas porciones de las provincias más orientales. De manera tal que cerró el 2022 con amplias zonas del país afectadas por sequía meteorológica.



**Figura 15.** Acumulados de las lluvias en el trimestre octubre - diciembre 2022, expresados según el SPI. Norma: 1971-2000.

### 5.3.2. Sequía agrícola

Durante el año solo un 6% como promedio del territorio nacional presentó afectación por sequía agrícola por debajo de la norma histórica. En el periodo poco lluvioso (noviembre 2021 - abril 2022), el 1% del país tuvo afectación por debajo de la norma histórica. Sin embargo, durante las 6 primeras decenas de este periodo, se observó un comportamiento húmedo con un 9% por debajo del promedio histórico. El resto de las decenas presentaron un comportamiento seco superior a la media histórica en un 2% de áreas del país afectadas con sequía agrícola. Las dos últimas decenas de abril fueron húmedas con 7% como promedio de las áreas del territorio nacional, por debajo de lo histórico.

El periodo lluvioso (mayo a octubre de 2022) presentó un 15% de afectación por sequía agrícola por debajo de la norma histórica, exceptuando las dos últimas decenas de septiembre con un 3% por encima. En los dos últimos meses del año, a nivel nacional, se observa un incremento de las áreas con presencia de sequía agrícola por encima de la norma histórica en un 4% del territorio nacional (Figura 16).

A nivel regional, durante el año el 1% de la región occidental presentó afectación por sequía agrícola por encima de la norma histórica, mientras en las regiones central y oriental presentaron afectación por sequía por debajo de la norma histórica en el 13% y 10% de sus áreas, respectivamente. Durante el periodo poco lluvioso, la región occidental presentó como promedio un 11% de su área con sequía por encima de la norma histórica, 2% por debajo en la región central y oriente se mantuvo en la norma. El periodo lluvioso presentó afectación por sequía agrícola por debajo de la norma histórica en el 9% del área de la región occidental, 24% en la central y 20% en la oriental. Durante los dos últimos meses del 2022 se presentó sequía agrícola por encima de la norma histórica en un 21%, como promedio, en la región occidental, en la norma en la

región central y por debajo de la norma en un 6% como promedio en la región oriental.

En resumen, de acuerdo al por ciento de área afectada con sequía agrícola, el año clasifica como normal con tendencia a ligeramente húmedo. El periodo poco lluvioso clasifica como normal, mientras el periodo lluvioso estuvo por debajo de los promedios históricos, pudiéndose clasificar como húmedo.

### Severidad de la sequía <sup>3</sup>

Al iniciar el periodo poco lluvioso del año 2022 (noviembre 2021), en las primeras tres decenas predominaron las áreas menores a un 33% sin presencia de la severidad de sequía agrícola. Los procesos de inicio y sequía establecida en grado 1 comenzaron en diciembre con áreas entre 33% y 66% de extensión superficial, situación que se incrementó hasta la última década de abril con sequía de grado 2, superando el 66% del territorio con severidad media o alta.

En el periodo lluvioso la severidad del evento comenzó en el mes de mayo 2022 con sequía en grado 1 y 2, persistiendo varias áreas entre 33% y 66% de extensión superficial con severidad media o alta. Sin embargo, a partir de la primera década de junio y hasta octubre predominó la no presencia de sequía agrícola. En resumen, la severidad de la sequía durante el periodo poco lluvioso ocupó más de la mitad del área nacional con valores ligeramente superiores a los promedios históricos, mientras que el periodo lluvioso presentó baja severidad con valores por debajo de los promedios históricos.

### 5.4. Oleaje e inundaciones costeras <sup>4</sup>

Durante el año no se reportó alteración significativa en el régimen de viento sobre Cuba, por lo que el oleaje costero se mantuvo mayormente por debajo de los dos metros. No obstante, de los 14 frentes fríos que

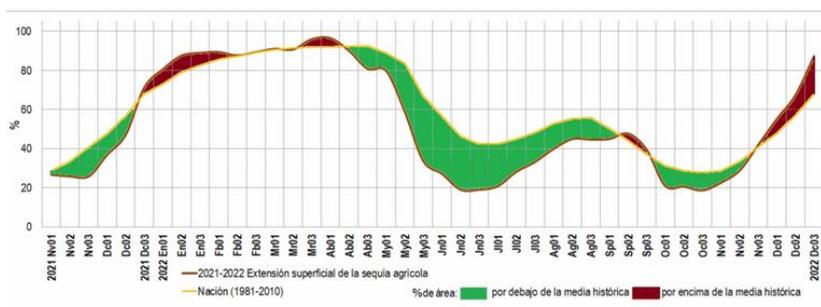


Figura 16. Porcentaje por decenas promedio histórico (1981-2010) desde noviembre 2021 a diciembre 2022 del área nacional con sequía agrícola y las áreas con real presencia de sequía agrícola registradas en el territorio nacional en el mismo periodo temporal.

<sup>3</sup>La evolución de la severidad de la sequía agrícola, se obtiene mediante el criterio de “Severidad unificada” resultado de la media ponderada que involucra área afectada por categorías y grado de severidad. Este indicador es empleado por el servicio agrometeorológico nacional y es el resultado de los criterios definidos para decretar fases del estado de la sequía agrícola.

<sup>4</sup>Para la elaboración del presente texto, dado que en las costas cubanas no existe registros instrumentales de oleaje y en las áreas de inundación tampoco existen registros del nivel del mar, se contó con testimonios presenciales de la Dra. Ida Mitrani Arenal, Dra. Yamila Mitrani Arenal y el Lic. Javier Cabrales Infante, que permitieron valorar el alcance de la entrada del mar en tierra.

afectaron a Cuba, 3 de ellos y un huracán, influyeron en el incremento del oleaje y en la ocurrencia de inundaciones en las costas cubanas.

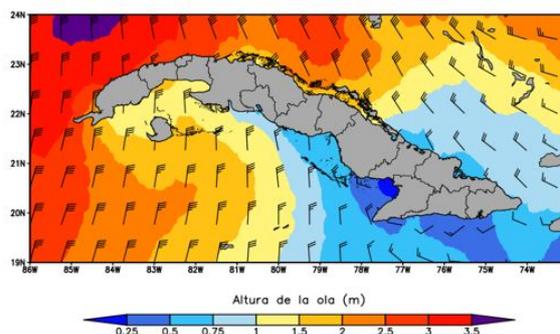
Entre enero-marzo del 2022, según los Resúmenes Mensuales de INSMET (2022 a, b) y se aprecia en los re-análisis GFS (2022), afectaron a Cuba 9 frentes fríos (4 en enero, 2 en febrero y 3 en marzo), de los cuales 2 fueron moderados. Estos sistemas ocasionaron inundaciones ligeras en las costas habaneras; la entrada del mar solo alcanzó la avenida del Malecón, con peligro para la circulación de vehículos y transeúntes. El primer frente frío moderado, afectó a La Habana el 29 de enero, con vientos de región norte. En la estación meteorológica de Casablanca se registró la velocidad media del viento de 38 km/h, viento sostenido de 40 km/h y racha de 75 km/h. Las olas que alcanzaron las costas de Cuba, presentaron alturas significativas de más de 3 m, según se confirma en los reanálisis Climate Data Store, CDS(2023), (Figura 17).

El segundo frente moderado, afectó a La Habana el 14 de febrero con vientos de región norte. El registro en Casablanca muestra valores de velocidad media de 30 km/h, viento sostenido de 38 km/h y racha de 69 km/h; las olas que alcanzaron las costas de Cuba, presentaron alturas significativas en el entorno de 3 m (Figura 18). En el último mes del año, específicamente el 24 de diciembre, se registró la entrada del cuarto frente frío de la temporada 2022-2023, clasificado como moderado (INSMET, 2022c; Cubadebate 2022, Granma 2022). Este evento provocó la ocurrencia de una inundación costera ligera en el Malecón Habanero bajo la influencia de vientos de región norte, con olas de altura significativa de más de 3 m (Figura 19).

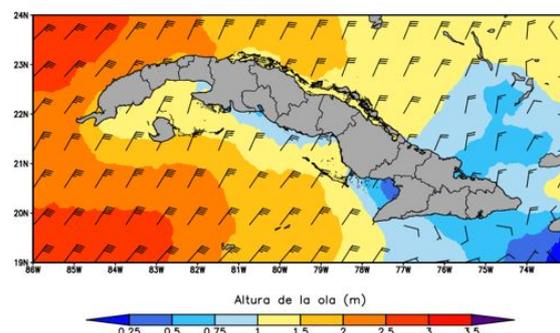
En la Ciudad de La Habana, es de esperar al menos una inundación ligera generada por cualquier evento meteorológico, al menos una vez al año, pero, además se valora que existe cierta alternancia entre los eventos tropicales y extratropicales, de manera que, en periodos de gran actividad ciclónica, se mitiga la actividad frontal. Por otra parte, téngase en cuenta que la ocurrencia de una inundación severa en La Habana, por cualquier causa, presenta un período de retorno<sup>5</sup> de una en 10-13 años, donde las más intensas han sido generadas por huracanes (Mitrani et. al 2019 a).

De lo antes expuesto, se concluye que en el año 2022 la ocurrencia de inundaciones ligeras en las costas de La Habana, estuvo por encima de su período de retorno, con la salvedad de que todas fueron generadas por frentes fríos.

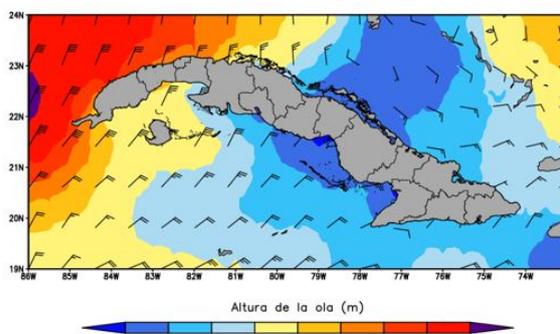
En la temporada ciclónica, se destaca la afectación del huracán Ian en la madrugada del 27 de septiembre, cuando toca tierra cubana con categoría 3. Este



**Figura 17.** Altura significativa de la ola, velocidad (km/h) y dirección del viento en las costas cubanas al paso del frente frío del 29 de enero de 2022 a las 18Z. Elaborado a partir del reanálisis ERA5 (CDS, 2023).



**Figura 18.** Altura significativa de la ola, velocidad (km/h) y dirección del viento en las costas cubanas al paso del frente frío del 14 de febrero de 2022 a las 18Z. Elaborado a partir del reanálisis ERA5 (CDS, 2023).



**Figura 19.** Altura significativa de la ola, velocidad (km/h) y dirección del viento en las costas cubanas al paso del frente frío del 24 de diciembre de 2022 a las 12Z. Elaborado a partir del reanálisis ERA5 (CDS, 2023).

sistema, provocó, una considerable inundación costera principalmente en tierras bajas, aledañas al Golfo de Batabanó, sobre las cuales pasó todo el sector derecho del evento con los vientos más intensos, con viento máximo sostenido de 110 nudos y rachas de hasta 135 nudos (203 km/h; 250 km/h) (según avisos de archivo del NHC, 2022).

<sup>5</sup>El Período de Retorno de cualquier evento extremo (lluvias torrenciales, temperaturas extremas, huracanes, etc.), se define como el lapso o número de años que en promedio, se cree que será igualado o excedido, es decir, es la frecuencia con la que se presenta un evento (Mélcy y Reason, 2007).

En las Figuras 20 a-d se muestra la evolución de “Ian” en el entorno de las costas cubanas. En la 19 a, se muestra cómo el oleaje y la inundación está afectando al territorio nacional. En la Isla de la Juventud, está acompañada de alturas de ola de más de 6 m e influencia de la surgencia, mientras que, al sur de Pinar del Río y áreas aledañas al Golfo de Batabanó, si bien se nota menos altura de ola debido a la influencia de la poca profundidad del mar, esta característica favorece a la surgencia. A medida que el centro del huracán avanza, la onda de surgencia se incrementa para un total de sobreelevación del nivel del mar de más de 4 m (de 9 a 14 pies para las costas suroccidentales del territorio cubano, según NHC, 2022). Posteriormente el centro entra en tierra, pero la inundación se sostiene (Figura 19 b). Las Figuras 20 c-d muestran que se mitiga al final de la tarde del 28, para una duración total de unas 24 horas.

La sobreelevación del nivel del mar por surgencia de huracán en combinación con la rompiente de oleaje, muestra un comportamiento análogo a lo ocurrido al paso de Charley en 2004, que generó una sobre elevación del orden de 4 m, comprobada por testimonio presencial del Dr. Rafael Pérez Parrado (Mitrani et al. 2019b). La entrada del mar en tierra, se estima que superó los 4 km como promedio y en algunos puntos, incluso alcanzó una distancia mayor. Téngase en cuenta que la cota de 2.5 m, en general se localiza a tres kilómetros de la línea costera, según se muestra en la tabla 2 (Mitrani et. al 2017 b).

Los testimonios recopilados desde el siglo XX para la zona costera aledaña al Golfo de Batabanó, muestran que en el área ocurre al menos una inundación de cierta importancia al año, ya sea por huracanes o sures. Si se analizan las de gran severidad entre 1911

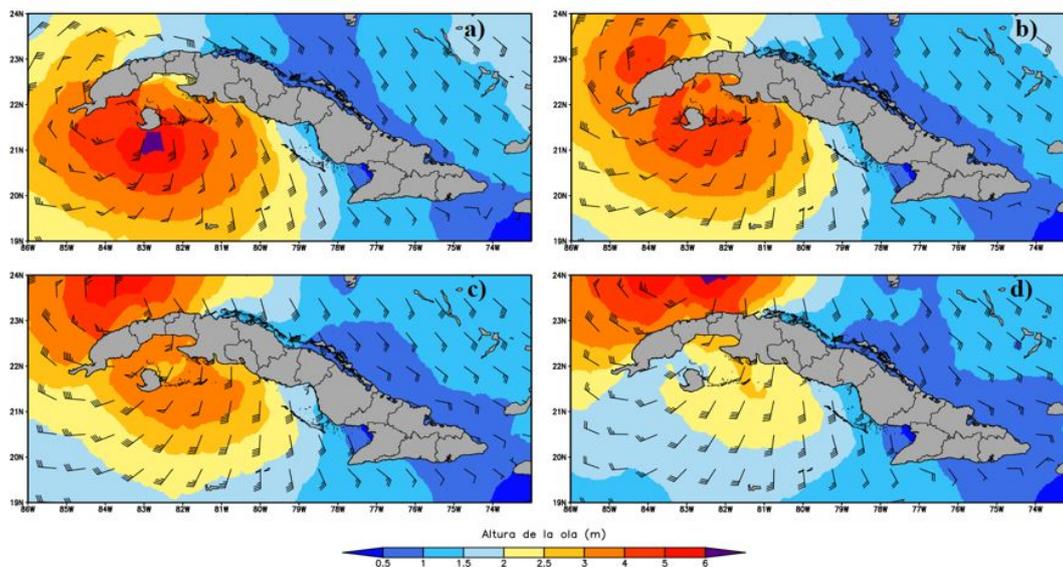
**Tabla 2.** Distancia aproximada de las cotas de 1m y 2.5 m desde la línea costera, en áreas aledañas al golfo de Batabanó.

Playa Majana: de 1.8 a 2 Km	a 3 Km
Playa Guanimar: de 4.7 a 5 Km	de 5 a 5.3 Km
Playa El Cajío: de 2 a 3 Km	de 4.7 a 5.7 Km
Surgidero de Batabanó: de 1.3 a 1.5 Km	a 3 Km
Playa Mayabeque: de 2 a 2.7 Km	a 5 Km
Playa Rosario: a 1 Km	a 3 Km
Playa Caimito: de 2.6 a 3 Km	a 5 Km
Playa Tasajera: a 5 Km	a 7 Km

y 2010 se observa una tendencia general al aumento, aunque con un receso entre 1950 y 1971. Muestra de ello, es que en las décadas 1991-2000 y 2001-2010, se registraron tres y nueve casos respectivamente, de inundaciones de gran severidad. Sin embargo, en la década 2011-2020 aparece de nuevo un receso, pero ya la década del 2021-2030 se ha inaugurado con “Ian”, después de un receso de más de 10 años.

### 5.5. Ciclones Tropicales <sup>6</sup>

Durante el transcurso del año 2022 se originaron 14 organismos ciclónicos tropicales (6 tormentas tropicales y 8 huracanes) en la porción norte de la cuenca atlántica y dos depresiones tropicales no se desarrollaron. De los ocho huracanes, dos llegaron a ser de gran intensidad (Fiona e Ian), sin embargo, ninguno de ellos alcanzó la categoría 5 de la escala Saffir-Simpson. Ian resultó ser el ciclón tropical más intenso con vientos máximos sostenidos del orden de los 250 km/h y una presión central de 936 hPa.



**Figura 20.** Altura significativa de la ola, velocidad (km/h) y dirección del viento en las costas cubanas al paso del huracán Ian el 27 y 28 de septiembre de 2022. a) 06Z, b) 12Z, c) 18Z y d) 00Z. Elaborado a partir del reanálisis ERA5 (CDS, 2023).

<sup>6</sup>Un resumen ampliado de todos los organismos formados en el 2021 se expondrá en el resumen de la temporada ciclónica 2021.

La temporada ciclónica del 2022 puede ser clasificada como normal al compararla con el periodo 1991-2020. Sin embargo, es superior al promedio histórico entre los años 1851 y el 2020. En este comportamiento incidió la inusual inactividad del mes de agosto, acontecimiento que no sucedía desde el año 1997 y desde la segunda mitad del siglo XX ha ocurrido solamente en tres ocasiones: en las temporadas ciclónicas de 1961, de 1997 y en esta del 2022. Entre los factores que inhibieron la formación de ciclones tropicales durante agosto de 2022 se encontraron: la notable disminución de la humedad relativa asociada a la influencia de una masa de aire con presencia de polvo proveniente del Sahara y las fuertes corrientes superiores en la troposfera alta, además del fortalecimiento de la influencia anticiclónica sobre el Atlántico tropical.

Lo más significativo para Cuba estuvo relacionado con el desplazamiento del intenso huracán Ian sobre la región occidental del país a finales del mes de septiembre y la afectación de una baja tropical que dio lugar a la formación de la tormenta tropical Alex a comienzos de junio. La mayor incidencia de Ian sobre el archipiélago cubano se produjo el día 27 de septiembre cuando el organismo se desplazó al Norte-noroeste y luego al Norte-nordeste, cruzando sobre la provincia Pinar del Río (Figura 21). Tocó tierra por Punta Muerto, en el municipio San Luis, como huracán Categoría 3 en la escala Saffir-Simpson en horas de la madrugada del día 27. En la mañana del mismo 27 llegó al municipio Viñales y posteriormente inclinó su rumbo más al Norte-nordeste para salir al mar alrededor de las 9:50 AM por un punto al este de Playa Pajarito, cerca de la Ensenada Montañeses. El tránsito de Ian por la provincia de Pinar del Río duró 5 horas y 10 minutos.

### Principales afectaciones del huracán Ian en el territorio cubano

A su paso por Cuba Ian produjo lluvias fuertes e intensas asociadas a la circulación del sistema sobre el municipio especial Isla de la Juventud y las provincias de Pinar del Río y Artemisa, principalmente. Los acumulados más significativos fueron los 338 mm reportados en el embalse Los indios (Isla de la Juventud) y 305 mm en el embalse San Juan (Pinar del Río), medidos en 24 horas con cierre a las 8:00 AM del día 28. Asimismo, se registraron vientos con fuerza de huracán en Pinar del Río mientras que en la Isla de la Juventud, Artemisa y la Habana fueron de tormenta tropical entre 75 y 90 km/h, llegando a alcanzar intensidades superiores a los 118 km/h en rachas. San Juan y Martínez (Pinar del Río) reportó una racha de 218 km/h; en la estación meteorológica de Casa Blanca (La Habana), los vientos alcanzaron los 142 km/h. También se produjeron inundaciones costeras fuertes en el litoral sur occidental, incluyendo la Isla de la Juventud. A la salida del sistema al mar ocurrieron inundaciones costeras ligeras en la costa occidental, incluyendo el malecón habanero, donde llegaron a ser moderadas en algunos tramos de costa de los municipios de Playa, Plaza de la Revolución y Habana Vieja.

Ian ocasionó daños considerables. Cuatro personas murieron tras el paso de Ian por Cuba y el sistema eléctrico nacional colapsó debido a los daños provocados por el huracán <sup>7</sup>. Más de 50 000 personas fueron evacuadas de sus casas solamente en la provincia de Pinar del Río. Los reportes del impacto del huracán incluyen derrumbes parciales y totales en varios miles de viviendas, afectaciones a las coberturas e infraestructura de instituciones públicas, caída de árboles, al suministro de electricidad en el país. En Pinar del Río se reportó la afectación en 29 561 viviendas,

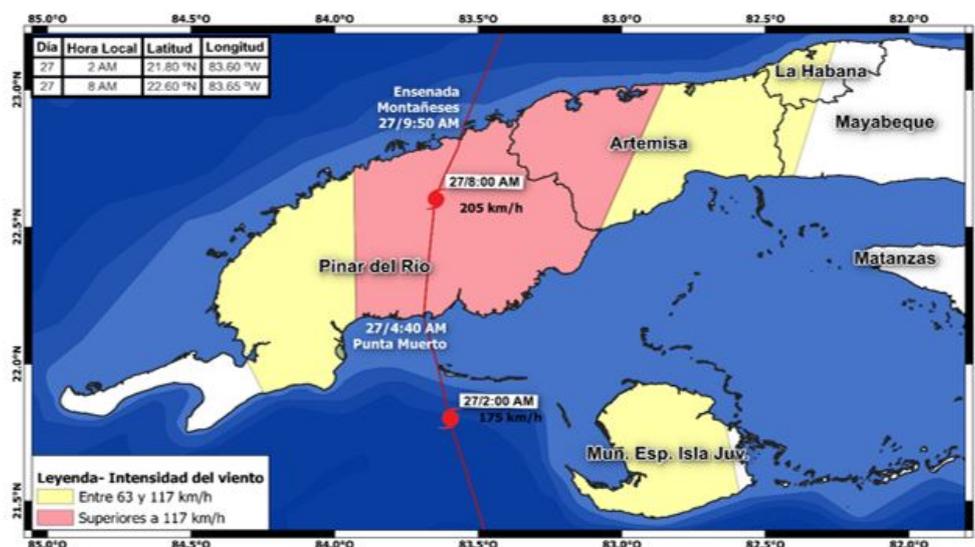


Figura 21. Trayectoria oficial del huracán Ian (27 de septiembre). Elaborada por el Centro Nacional de Pronósticos del Tiempo del Instituto de Meteorología y el Centro Meteorológico Provincial de Pinar del Río.

de las que 2 213 corresponden a derrumbes totales; más del 80% de las escuelas recibió algún tipo de impacto, sobre todo las de primaria. Fueron derribados por los fuertes vientos casi 4 000 postes y unos 500 transformadores<sup>8</sup>. El huracán provocó graves daños en las redes principales y secundarias de suministro de agua, así como en sistemas de abastecimiento de varias localidades. Los municipios con más afectaciones en sus centros escolares son Consolación del Sur, San Luis, San Juan y Pinar del Río. En la Habana los fuertes vientos de Ian afectaron 285 circuitos eléctricos primarios y 239 secundarios; se reportaron 1 297 afectaciones de la vivienda, entre ellas 38 derrumbes totales<sup>9</sup>.

Entre los días 2 y 7 de junio de 2022, asociado a la tormenta tropical Alex, ocurrieron lluvias fuertes e intensas en el occidente y centro de Cuba, incluyendo al municipio especial Isla de la Juventud, con acumulados de que superaron los 200 mm, principalmente en las provincias de Pinar del Río, Sancti Spíritus y Villa Clara, donde llegaron a exceder los 250 mm según la red de estaciones meteorológicas de superficie. En algunos lugares las lluvias fueron persistentes y, sin llegar a ser intensas, causaron también montos significativos en 24 horas, ocasionando inundaciones en áreas extensas, principalmente en zonas bajas y de mal drenaje. Desde el 5 y hasta el 7 continuaron las precipitaciones fuertes e intensas, principalmente en la provincia de Matanzas, donde además ocurrieron inundaciones debido a la sobresaturación de los suelos entre otros factores.

### CONCLUSIONES PRINCIPALES

- Prevalcieron las condiciones características de un evento La Niña - Oscilación del Sur (AENOS) en el océano Pacífico ecuatorial durante el año 2022 y al abarcar tres inviernos consecutivos dicho evento, se convierte en el primer "episodio triple" de La Niña del presente siglo.
- En 2022 en la estación Siboney de La Habana, el nivel medio anual relativo, alcanzó el valor más alto de toda su historia: 30,85 cm confirmándose la existencia de una tendencia sostenida al ascenso del nivel medio del mar relativo a largo plazo en Cuba lo cual debe dar lugar a crecientes presiones sobre los ecosistemas costeros cubanos debidos al aumento del nivel medio del mar generado por el Cambio Climático.
- La temperatura media anual de Cuba durante el año fue la tercera más alta desde 1951, al alcanzar un valor que superó a la media histórica del período 1961 - 1990 (25.5 °C) en 0.88 °C. De esta manera,

el 2022 es uno de los últimos cuatro años en los que la temperatura fue al menos 0.8 °C superior a la media del período 1961-1990, contribuyendo a acentuar la tendencia al incremento de la temperatura media en Cuba.

- En correspondencia con el comportamiento de la temperatura durante el 2022, los indicadores de extremos climáticos térmicos están indicando que el clima de Cuba se está haciendo cada vez cálido. Predominaron durante todo el año los días y noches cálidas, las temperaturas mínimas elevadas y se redujeron significativamente los por cientos de noches frías.
- Los acumulados de precipitación en Cuba durante el año, se caracterizaron por su gran variabilidad tanto espacial como temporal. Lo más relevante fue el comportamiento por debajo de sus valores normales de los acumulados de lluvia durante el último trimestre del año, que fueron los responsables del incremento progresivo de las áreas afectadas por sequía en el país.
- Entre los eventos extremos más sobresalientes del año para Cuba destacan la ocurrencia de dos episodios y varios días cálidos durante el verano, la afectación de sequía meteorológica y agrícola y la afectación directa del huracán Ian a la región occidental del país.

### REFERENCIAS

- Barcia-Sardiñas, S., Otero-Martín, M., Hernández-González, D., Gómez-Díaz, D. & Gómez-Camacho, L. (2019). Comportamiento temporal y espacial de las sensaciones térmicas en Cuba en el período 1981-2010. (ser. Proyecto: Efectos meteoro-trópicos peligrosos asociados a las sensaciones térmicas extremas en Cuba.), Informe de Resultado Científico, no. 2, Instituto de Meteorología, 64 p.
- Barcia-Sardiñas, S., Hernández-González, D., Velázquez Zaldívar, B. & Armas-Forteza, O. (2020). Comportamiento de las condiciones de calor o frío intenso para Cuba capaces de producir efectos meteoro-trópicos peligrosos sobre la población vulnerable. (ser. Proyecto: Efectos meteoro-trópicos peligrosos asociados a las sensaciones térmicas extremas en Cuba.), Informe de Resultado Científico, no. 3, Instituto de Meteorología, 76 p.
- Fonseca Rivera C., Hernández González D., Alpízar Tirzo M., González García I. T., Gil Reyes L., Cutié Cancino V., Martínez Alvarez M., Barcia Sardiñas S., Vázquez Montenegro R., Hernández

<sup>7</sup> <https://www.unicef.org/cuba/huracan-ian-cuba>

<sup>8</sup> <https://www.presidencia.gob.cu/es/noticias/cuba-une-esfuerzos-para-recuperar-las-afectaciones-provocadas-por-el-huracan-ian/>

<sup>9</sup> <https://www.granma.cu/cuba/2022-10-05/cuales-fueron-los-estragos-totales-del-huracan-ian-en-la-habana>

- González M., Velázquez Záldivar B., Pérez Suárez R., & Valderá Figueredo N. (2021). Estado del Clima en Cuba 2020. Resumen ampliado. *Revista Cubana De Meteorología*, 27(2). <http://rcm.insmet.cu/index.php/rcm/article/view/561>.
- Fonseca Rivera C., Hernández González D., Gil Reyes L., González García T., Cutié Cancino V., Martínez Alvarez M., Barcia Sardiñas S., Pérez Suárez R., Valderá Figueredo N., Vázquez Montenegro R., Hernández González M., Velázquez Záldivar B., Cruz Estopiñan E., & González E. (2022). Estado del Clima en Cuba 2021. Resumen ampliado. *Revista Cubana De Meteorología*, 28(1). <http://rcm.insmet.cu/index.php/rcm/article/view/603>
- CNP (2022). Resumen preliminar Huracán Ian (inédito). Centro de Pronósticos del Tiempo, Instituto de Meteorología. La Habana, Cuba, 10 p.
- CDS (2022). Copernicus Climate Change Service, Climate Data Store (CDS), ERA5: Fifth generation of ECMWF atmospheric reanalyses of the global climate. Consulted 04/01/2023. <http://cds.climate.copernicus.eu>
- Guevara, V., Santana, M., León, A., Paz, L. & Campos, A. (2009). Las condiciones de calor intenso (CCI) como indicador de extremos bioclimáticos en la Habana, Cuba. *Territorium*, (16): 37-48, ISSN: 1647-7723, 0872-8941, DOI: [10.14195/1647-7723\\_16\\_4](https://doi.org/10.14195/1647-7723_16_4).
- Guevara-Velazco, V., León-Lee, A. & Hernández-González, D. (2017). Sensaciones térmicas en la Isla de la Juventud. *Revista Cubana de Meteorología*, 23(3): 328-340, ISSN: 0864-151X.
- Peláez, O. (2020, 22 diciembre). ¡A sacar los abrigos! *Granma.cu*. <https://www.gramma.cu/cuba/2020-12-22/a-sacar-los-abrigos-22-12-2020-22-12-27>
- Hernández- González, M., & Marzo- Lobaina, O. (2009). Variabilidad estacional del nivel del mar en el Archipiélago cubano. *Serie Oceanológica*, 6, 1-15. <http://oceanologia.redciencia.cu>
- Hernández- González, M., Martínez, C. A. & Marzo- Lobaina, O. (2014). Consequences of sea level variability and sea level rise for Cuban territory. *Proceedings of the International Association of Hydrological Sciences*, 365, 22-27. <https://doi.org/10.5194/piahs-365-22-2015>
- INSMET (2022b). Resumen mensual febrero 2022. La Habana: Instituto de Meteorología, Available: <http://www.insmet.cu>
- INSMET (2022c). Archivos del Centro de Pronósticos y del Centro de Meteorología Marina del Instituto de Meteorología, Inédito.
- Lecha L., Paz L. & Lapinel B. (1994) “El clima de Cuba” Editorial Academia, La Habana, 196 pp
- Mitrani I. y colaboradores (2017b) Las inundaciones costeras en Cuba. Influencia de la estructura termohalina”, INSMET/AMA/CITMATEL, (Ed.), ISBN: 978-3000-061-1, La Habana, Cuba, 160 pp, E-book disponible en: Empresa CITMATEL, [www.citmatel.inf.cu](http://www.citmatel.inf.cu)
- Mitrani-Arenal I., Hidalgo-Mayo, A., Cabrales-Infante, J., Vichot-Llano, A. (2019) The coastal flood regime and its climate tendencies at the Havana City shore area. *Revista Cubana de Meteorología*, 25(3). <http://rcm.insmet.cu/index.php/rcm/issue/view/48>
- Mitrani-Arenal, I., Perez-Bello, A., Cabrales-Infante, J., Povea-Perez, Y., Hernandez-Gonzalez, M., Diaz-Rodriguez, O. (2019). Pronóstico de inundaciones costeras en Cuba por huracanes, utilizando una combinación de modelos numéricos. *Revista Cubana de Meteorología*, 25(2). <http://rcm.insmet.cu/index.php/rcm/issue/view/47>
- NCEP Central Operations. (s. f.). NCEP Data Products GFS and GDAS. <https://www.ncep.noaa.gov/pmb/products/gfs/>
- Pugh, D. T. (1987). Tides, surges and mean sea level.
- Vega R., Sardiñas, M. E., Nieves, M. E. & Centella, A. (1990). Análisis estadístico - climatológico del régimen de la velocidad máxima del viento en Cuba (Inédito) Informe Final de Resultado Científico, Biblioteca INSMET, 60 p
- Velázquez-Zaldívar, B., Guevara-Velazco, V., Hernández-González, D. & Armas-Forteza, O. (2020). La Condición de Frío Intenso: nuevo indicador de extremos bioclimáticos por frío para Cuba. *Revista Cubana de Meteorología*, 26(sp): 11, ISSN: 2664-0880.

**Conflicto de intereses:** Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

**Contribución de autoría:** **Conceptualización:** C. Fonseca. **Conservación de datos:** Todos los autores participaron en la obtención de los datos. **Redacción - primera redacción:** C. Fonseca, M. Martínez, M. Hernández, R. Suárez, B. Velázquez, N. Valderá, I. González, V. Cutié, R. Vázquez, E. Cruz, I. Mitrani, A. Hidalgo y J. Cabrales. **Redacción - revisión y edición:** C. Fonseca, M. Martínez.

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/)

## ANEXO 1

Un evento extremo por calor se define por la ocurrencia de tres o más “días cálidos” consecutivos en que el 10 % de las estaciones del país están en presencia de un “episodio o periodo cálido”. Este último se define a partir de la ocurrencia n<sup>10</sup> días consecutivos con CCI (sin viento) de categoría 3 y/ó 4 (variante 1) y CCI (sin viento) de categorías 2, 3 y/ó 4 (variante 2) en cada estación meteorológica. Un evento extremo por frío tiene en cuenta la mayor o menor influencia marítima o la montaña, y debe estar presente al menos por dos días consecutivos, manifestarse en al menos el 10 % de las estaciones del país. Por tal motivo se definen tres variantes:

1. Ocurrencia de 2 o más “días fríos” consecutivos en que el 10 % de las estaciones del país están en presencia de un “episodio o periodo frío”. Este último se define por la ocurrencia de 2 o más días consecutivos con CFI (sin viento) (categoría 4 ó 5) en estaciones meteorológicas costeras e interiores y por 4 o más días consecutivos en estaciones montañosas.
2. Ocurrencia de 2 o más “días fríos” consecutivos en que el 10 % de las estaciones del país están en presencia de un “episodio o periodo frío”. Este último se define por la ocurrencia de 2 o más días consecutivos con CFI (con viento) (categoría 3, 4 ó 5) en estaciones meteorológicas costeras e interiores y por 4 o más días consecutivos en estaciones montañosas.
3. Ocurrencia de 2 o más más “días fríos” consecutivos en que el 10 % de las estaciones del país están en presencia de un “episodio o periodo frío”. Este último se define por la ocurrencia de 3 o más días consecutivos con CFI (con viento) (categoría 2, 3, 4 ó 5) en estaciones meteorológicas costeras e interiores de la región occidental y central y 2 o más días consecutivos con CFI (con viento) para la región oriental, mientras que en estaciones montañosas se define por 6 o más días consecutivos.